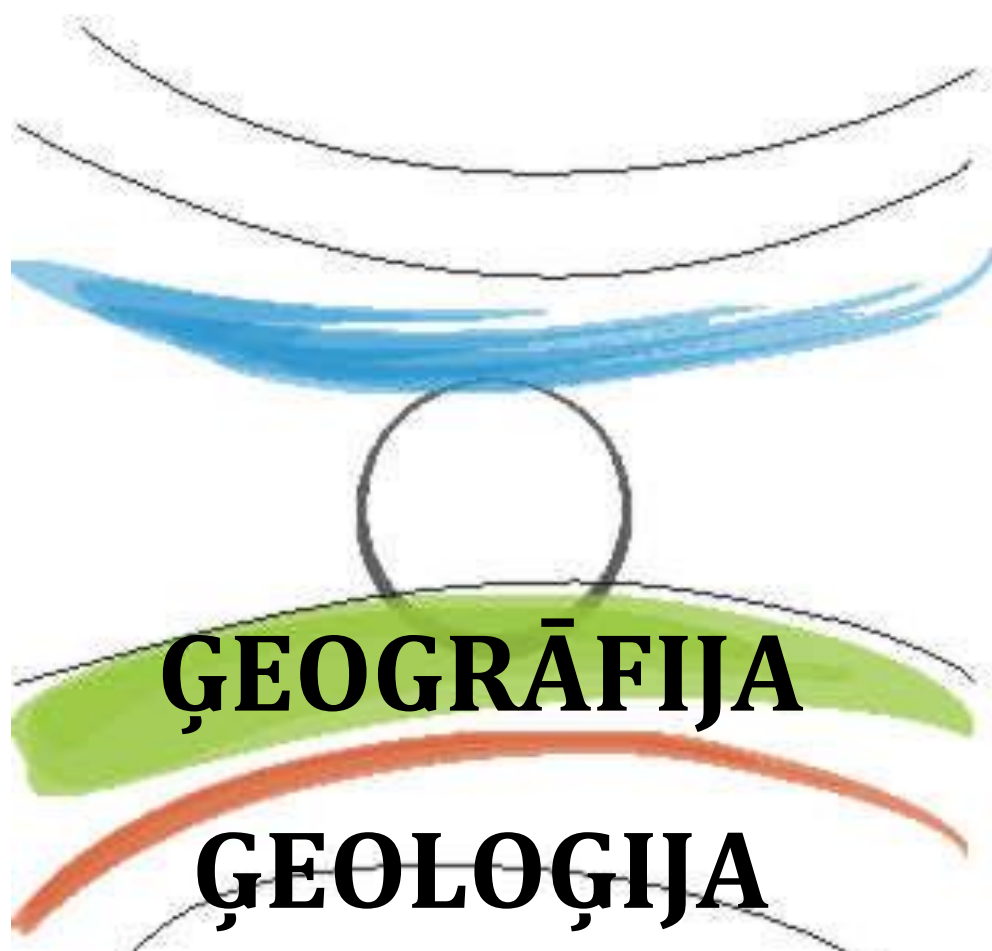


LATVIJAS UNIVERSITĀTES

79. STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENCE



ĢEOGRĀFIJA

ĢEOLOĢIJA

VIDES ZINĀTNE

LATVIJAS UNIVERSITĀTES

79. STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENCE

ĢEOGRĀFIJA
ĢEOLOĢIJA
VIDES ZINĀTNE

Referātu tēzes

Rīga, 2021

Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga: Latvijas Universitāte, 2021, 250 lpp.

Maketu veidojusi Ineta Grīne

© Latvijas Universitāte, 2021
ISBN 978-9934-556-74-6

Ģeogrāfija

Aerobioloģija, climate change and Covid-19 <i>Vadītāja Olga Sozinova</i>	29. janvāris
Cilvēka ģeogrāfija <i>Vadītājs Māris Bērziņš</i>	1. februāris
Latvijas klimats un ūdeņi – mainība, tendences un ietekmes <i>Vadītāja Agrita Briede</i>	2. februāris
Ģeomātika <i>Vadītāji Aivars Markots, Māris Nartišs</i>	5. februāris
Aktuālie jautājumi augsnes izpētē <i>Vadītājs Raimonds Kasparinskis</i>	12. februāris
Telpiskā plānošana un attīstība <i>Vadītāji Pēteris Šķiņķis, Gunta Lukstiņa</i>	19. marts

Ģeoloģija

Pirmskvartāra nogulumu, ģeoloģiskie procesi, biotas un klimats <i>Vadītāji Ģirts Stinkulis, Ervīns Lukševičs</i>	2. februāris
Kvartārģeoloģija un ģeomorfoloģija <i>Vadītāji Kristaps Lamsters, Māris Krievāns</i>	3. februāris
Lietišķā ģeoloģija <i>Vadītāji Jānis Karušs, Aija Dēliņa</i>	4. februāris

Vides zinātne

Ekosistēmas un ugunsgrēki (Ecosystems and fires) <i>Vadītāji Normunds Stivrīns, Inese Silameķele</i>	28. janvāris
Problēmas un risinājumi vides zinātnes pētījumos <i>Vadītāji Iveta Šteinberga, Zanda Penēze</i>	28. janvāris
Ilgtspējīga vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā <i>Vadītāji Viesturs Melecis, Gunta Sprinģe</i>	4. februāris
Vides un ilgtspējīga attīstības pārvaldība <i>Vadītāji Raimonds Ernšteins, Jānis Brizga</i>	5. februāris
Meža ekoloģija un pārvaldība <i>Vadītāji Oļģerts Nikodemus, Didzis Elferts</i>	9. aprīlis

SATURS

Plenārsēde

Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana Latvijā klimatu pārmaiņu kontekstā

<i>Jānis Bikše, Andis Kalvāns, Inga Retiķe, Aija Dēliņa, Konrāds Popovs, Alise Babre, Marta Jemeljanova, Artjoms Zelenkevičs, Artūrs Baikovs, Zanita Avotniece.</i> Pazemes ūdens sausums	12
<i>Agrita Briede, Gunta Kalvāne.</i> Latvijas klimata mainības izpausmes un ietekmes	13
<i>Laimdota Kalniņa, Inese Silamiķele, Ivars Strautnieks, Aija Ceriņa, Līga Papparde, Karina Stankeviča, Ineta Grīne.</i> Liecības par dabas apstākļu izmaiņām augstā tipa purvu nogulumos Latvijā	15
<i>Māris Kļaviņš, Jorens Kviēsis, Lauris Arbidans, Mārcis Mežulis, Linards Kļaviņš, Linda Ansonē-Bērtiņa, Linda Liene Millere, Elīna Puzule.</i> Virzībā uz ražošanu bez atkritumiem: pārtikas un mežsaimniecības atkritumproduktu biorafinēšanas risinājumu izstrāde	18
<i>Ervīns Lukševičs, Ģirts Stinkulis.</i> Vidējā un vēlā devona baseini Eiramerikas austrumu daļā: klimata pārmaiņu un plūdmaiņu ietekme	19
<i>Viesturs Melecis, Gunta Sprinģe.</i> Latvija uz Eiropas inovāciju stratēģijas ieviešanas sliekšņa biodaudzveidības ilgtermiņa izmaiņu pētījumos	23
<i>Māris Nartišs.</i> No LiDAR punktu mākoņa līdz reljefa modelim: iespējas un izaicinājumi	26
<i>Solvīta Rūsiņa, Līga Dzēdule, Marta Ancāne, Liene Brizga-Kalniņa, Madara Krūzmane.</i> Latvijas dabiskie zālāji kā sociāli-ekoloģiska sistēma Eiropas Savienības boreālā bioģeogrāfiskā reģiona kontekstā	27
<i>Normunds Stivriņš, Māris Nartišs.</i> Ziemas un vasaras temperatūras rekonstrukcija Vidzemes augstienei pēdējiem 14 600 gadiem	30
<i>Ivo Vinogradovs, Oļģerts Nikodemus, Andris Avotiņš.</i> Ekosistēmu pakalpojumu potenciāla sadalījuma scenāriju analīze marginālās agroekosistēmās mozaīkveida ainavā	31

Ģeogrāfija

Aerobiology, climate change and Covid-19

<i>Aydan Acar Şahin.</i> The effects of environmental drivers on the seasonal grass pollen dynamics in the inner part of the Anatolian Peninsula	33
<i>Godfrey P. Apangu, Beverley Adams-Groom, Jack Satchwell, Catherine H. Pashley, Małgorzata Werner, Maciej Kryza, Mariusz Szymanowski, Małgorzata Malkiewicz, Nicolas Bruffaerts, Lucie Hoebeke, Agnieszka Grinn-Gofroń, Lukasz Grewling, Nestor Gonzalez Roldan, Gilles Oliver, Charlotte Sindt, Andrea-Pil Holm, Carsten A. Skjøth.</i> Sentinel-2 satellite shows that local cereal harvesting substantially contributes to peak <i>Alternaria</i> spore concentrations in Central-Northern Europe	34
<i>Mykyta Bortnyk, Victoria Rodinkova.</i> Impact of climate change on fungal spores' season in Ukraine	35

<i>Carl A Frisk, Godfrey P Apangu, Geoffrey M Petch, Beverley Adams-Groom, Carsten A Skjøth.</i> Local and Regional Grass Pollen Distribution identified using HYSPLIT and Statistical Modelling Approaches	37
<i>Lukasz Grewling, Donat Magyar, Kazimiera Chłopek, Agnieszka Grinn-Gofroń, Julia Gwiazdowska, Asad Siddiquee, Nicoleta Ianovici, Idalia Kasprzyk, Magdalena Wójcik, Janka Lafférssová, Barbara Majkowska-Wojciechowska, Dorota Myszkowska, Victoria Rodinkova, Mykyta Bortnyk, Małgorzata Malkiewicz, Krystyna Piotrowska-Weryszko, Aneta Sulborska, Ondrej Rybniček, Jana Ščevková, Branko Šikoparija, Carsten Ambelas Skjøth, Matt Smith, Paweł Bogawski.</i> Long-range transport of Alternaria spores to Poland	39
<i>Juan J. Hidalgo-Barquero, Raúl Pecero Casimiro, Eduardo Pinilla-Gil, Santiago Fernández Rodríguez.</i> Towards an integrated air quality index based on chemical pollutants and biological parameters	41
<i>Olha Kaminska, Viktoria Rodinkova.</i> Study of fungal spores associated with different types of pollen	43
<i>Mika Komppula, Stephanie Bohlmann, Xiaoxia Shang, Eleni Giannakaki.</i> Pollen detection with LiDAR	46
<i>Moisés Martínez-Bracero, Jerry Clancy, Emma Markey, David O'Connor.</i> First long-time study of fungal spores in Dublin	48
<i>Olena Palamarchuk, Victoria Rodinkova.</i> Pollen sensitization rates based on molecular assessment	50
<i>Victoria Rodinkova.</i> Pollen information utility during the pandemics and beside it	51
<i>Annika Saarto, Maiju Kyyhkynen, Maria Louna-Korteniemi, Sanna Pätsi.</i> Ragweed prospects in Finland	53
<i>Jana Ščevková, Zuzana Vašková, Regina Sepšiová.</i> Is airborne pollen concentration a sufficient proxy for grass pollen exposure?	54
<i>Maryna Yasniuk, Victoria Rodinkova, Alona Voronkina.</i> Impact of pandemics on people with pollinosis in Ukraine using the example of sales of antihistamines	55
<i>Willem W. Verstraeten, Nicolas Bruffaerts, Lucie Hoebeke, Rostislav Kouznetsov, Mikhail Sofiev, Andy W. Delcloo.</i> 38 years of modelled airborne birch pollen levels in Belgium	58
<i>Letty A. De Weger, Nicolas Bruffaerts, Mieke M. J. F. Koenders, François Hentges.</i> Long term pollen monitoring in the Benelux: evaluation of allergenic pollen levels and temporal variations of pollen seasons	60
<i>Barbora Werchan.</i> Pollen monitoring in Germany - 20 years of the new millennium	61
<i>Magdalena Wójcik, Idalia Kasprzyk.</i> Are there quantitative differences in airborne fungal spores in South-Eastern Poland over twenty years?	63

Cilvēka ģeogrāfija

<i>Margarita Feizaka.</i> Ģentrifikācija un kultūras patēriņš sociālās distancēšanās laikmetā	65
---	----

<i>Ineta Grīne, Ivars Strautnieks.</i> Mākslīgās ūdenstilpes – raksturīga iezīme Amatas novada ziemeļdaļā	66
<i>Andris Ģērmanis, Ilze Štrausa.</i> Toponīmi kā kaķu vārdu izvēles motivētāji Latvijā	68
<i>Ričards Katkovskis.</i> Aviosatiksmes ietekme uz akustisko komfortu Latvijā: lidostas "Rīga" piemērs	72
<i>Zaiga Krišjāne.</i> Latvijas iedzīvotāju labjutība reģionos: Covid-19 izraisītās pandēmijas ietekme	73
<i>Zaiga Krišjāne, Elīna Apsīte-Beriņa, Toms Skadiņš.</i> Līdzdalības pieeja jaunu zināšanu radīšanā projekta "DemoMig" ietvaros	75
<i>Jānis Krūmiņš, Māris Bērziņš, Magnuss Špude.</i> Iekšzemes migrācijas plūsmas un migrantu etniskais sastāvs Latvijā	76
<i>Juris Paiders.</i> Rīgas un lielo pilsētu ietekme uz autotransporta intensitāti	78
<i>Sindiņa Sidere.</i> Rīgas un lielo pilsētu ietekme uz autotransporta intensitāti valsts nozīmes autoceļa A6 posmā Rīga–Daugavpils	79
<i>Toms Skadiņš.</i> Rīgas aglomerācijas nevienmērīgā attīstība no 2016. līdz 2019. gadam	80
<i>Magnuss Špude, Māris Bērziņš.</i> Etniskās nevienlīdzības telpiskās izpausmes Latvijas lielajās pilsētās	81
<i>Jānis Upenieks.</i> Blīvi apdzīvotu vietu raksturojums	83

Latvijas klimats un ūdeņi – mainība, tendences un ietekmes

<i>Marta Barone, Ieva Putna-Nīmane, Juris Aigars.</i> Mikroplastmasas sastāva un telpiskās izplatības raksturojums Baltijas jūrā un Rīgas līcī	85
<i>Anete Fedorovska, Māra Kostanda, Monta Kalniņa, Ingrīda Puriņa, Solvita Strāķe.</i> Sūneņu (Bryozoa) bioloģiskā daudzveidība Rīgas līča austrumu piekrastē - Salacgrīvas pilotreģionā	86
<i>Gunta Kalvāne.</i> Kultūraugu fenoloģija Latvijā: trendi un ietekmes	88
<i>Maksims Pogumirskis, Tija Sīle, Jānis Hūns, Uldis Bethers, Juris Senņikovs.</i> Meteoroloģisko novērojumu datu homogenizācija un tās pielietojumi klimatiskā vēja ātruma samazināšanās izpētē	91
<i>Elīna Vecmane, Ieva Putna-Nīmane.</i> Mikroplastmasas piesārņojuma identificēšana Daugavas un Lielupes upē	94

Ģeomātika

<i>Jānis Dumpis.</i> Zemūdens pasaules izpēte nākamajā līmenī jeb kā ieraudzīt visu	95
<i>Harijs Ijabs.</i> Tālizpētes datu laikrindu apstrāde ar <i>Google Earth Engine</i>	98
<i>Kārlis Kalviškis.</i> Top «QGIS» lietošanas videopamācības	100
<i>Aigars Liepiņš.</i> Metadatu nozīme ģeomātikā - kartogrāfijā, toponīmikā	101

<i>Aivars Markots, Brunis Lielkāja. Sēlijas šaursliežu dzelzceļi LiDAR datos</i>	105
<i>Raitis Meļņiks. Automatic identification of drainage ditches in Latvia using LiDAR data</i>	107
<i>Jānis Zālīte, Edgars Košovojs. Automatizācija ģeogrāfisko produktu lokalizācijā: TerraLexicon karšu tulkošanas risinājums</i>	108

Aktuālie jautājumi augsnes izpētē

<i>Kristaps Auziņš, Guntis Brūmelis, Oļģerts Nikodemus, Raimonds Kasparinskis. Ozolu mežaudžu augšņu raksturojums un to ietekmējošie faktori</i>	110
<i>Baiba Dirnēna, Kristaps Auziņš, Kristīne Afanasjeva, Oļģerts Nikodemus, Raimonds Kasparinskis, Imants Kukuļš, Ivo Vinogradovs. Lauksaimniecības metožu pielāgošana augšņu degradācijas novēršanai</i>	112
<i>Oļģerts Nikodemus, Elīna Bārdiņa, Santa Sukaruka, Ivo Vinogradovs. Lauksaimniecības zemju organisko augšņu kartēšana Latvijā: problēmas un risinājumi</i>	114

Telpiskā plānošana un attīstība

<i>Armands Pužulis. Skolu datu bāzes aktualizācija plānošanai. Metodoloģija un pielietojums ...</i>	116
<i>Jānis Upenieks. Blīvi apdzīvotu vietu izmantošanas iespējas teritorijas attīstības plānošanā ...</i>	119

Ģeoloģija

Pirmskvartāra nogulumi, ģeoloģiskie procesi, biotas un klimats

<i>Valters Alksnītis. Patoloģijas zivju fosilijās no augšējā devona Amatas svītas nogulumiežiem</i>	122
<i>Vija Hodireva, Linda Venera. Terigēno iežu minerālu asociācijas izmaiņas augšējā devona Famenas stāva vertikālajā griezumā</i>	124
<i>Saulius Lozovskis, Saulius Šliaupa, Jurga Lazauskienė, Rasa Šliaupienė. Assessment of key exploitation parameters of the Lower Silurian gas shales of West Lithuania</i>	127
<i>Ervīns Lukševičs. Vēlā devona augu dzīves liecības Ketleru svītas smilšakmeņos</i>	128
<i>Sandijs Mešķis. Paleovides rekonstrukcija pēc Pļaviņu svītas ihnofosiliju kompleksiem tās izplatības laukuma ziemeļaustrumu daļā</i>	131
<i>Ģirts Stinkulis, Lauma Ķeipāne, Daiga Pipira. Dolokrēti fluviālajos nogulumos: augšējā devona Šķerveļa svīta Dienvidkurzemē</i>	133

Kvartārģeoloģija un ģeomorfoloģija

<i>Audrius Armanavičius, Jonas Satkūnas. An integrated approach for determination of potential of sand and gravel in quaternary formations</i>	136
--	-----

<i>Edyta Kalińska, Helena Alexanderson, Māris Krievāns. Is the stratigraphic Raunis site, Central Latvia, reliable? Using sandy beds for age determination and paleoenvironmental reconstruction</i>	138
<i>Kristaps Lamsters, Jānis Karušs. The development of the studies of contemporary glaciers at the University of Latvia</i>	140
Dainis Ozols. Par dobo pauguru izcelsmi Rundēnu Velna dobes apkārtnē	142
<i>Normunds Stivriņš, Jurijs Ješkins, Agrita Briede, Alekss Maksims, Dace Šteinberga, Laimdota Kalniņa, Līva Trasūne, Nauris Jasiūnas. Putekšņu un neputekšņu referenes tīkla izveide Latvijas teritorijai</i>	144
<i>Zane Vītola, Kristaps Lamsters. Plaisu aizpildījuma grēdas Rietumlatvijā</i>	146
<i>Valdis Vorslavs, Juris Soms, Vitālijs Zelčs. Jauni dati par Augšdaugavas senielejas terasēto nogāžu morfoloģiju</i>	148
<i>Piotr Weckwerth, Wojciech Wysota, Edyta Kalińska, Arkadiusz Krawiec. Tracing glacial outburst floods: megaflood-related landforms and sediments in NE Poland</i>	150
Vitālijs Zelčs. Jūras piekrastes un krasta zonas ģeomorfoloģiskā terminoloģija latviešu valodā	152

Lietišķā ģeoloģija

<i>Aija Dēliņa, Inga Retiķe, Jānis Bikše, Andis Kalvāns, Konrāds Popovs, Alise Babre, Marta Jemeljanova, Artjoms Zelenkevičs, Artūrs Baikovs, Zanīta Avotniece. Kā atpazīt kļūdas pazemes ūdens līmeņu laikrindās un /vai tās labot</i>	155
<i>Pēteris Džeriņš, Jurijs Ješkins. Zemes iegruvuma cēloņi Vecsaules ciema apkārtnē</i>	156
<i>Marta Jemeljanova, Jānis Bikše, Andis Kalvāns. Pazemes ūdens līmeņa modelēšana, izmantojot impulsa atbildes funkciju</i>	157
<i>Jurijs Ješkins, Jānis Karušs, Kristaps Lamsters, Viesturs Zandersons, Dmitrijs Poršņovs. Grunts piesārņojuma kartēšana, izmantojot ģeoradaru, Inčukalna dienvidu gudrona dīķa apkārtnē</i>	159
<i>Andis Kalvāns, Aija Dēliņa, Konrāds Popovs. Klimata mainības ietekme uz jūras ūdens intrūzijas pazemes ūdens nesējslāņos attīstību Liepājā</i>	160
<i>Dmytro Malytsky, Valērijs Ņikuļins. Seismiskā momenta tenzora vērtējums, pamatojoties uz stacijas ierobežoto skaitu Kaļiņingradas zemestrīcei 2004.g. 21.septembrī</i>	162
<i>Dmytro Malytsky, Valērijs Ņikuļins. Seismiskā notikuma ģenēzes analīze Lietuvā 2015.g. 12.jūnijā</i>	164
<i>Vytautas Minkevičius, Saulius Lozovskis, Vidas Mikulėnas, Jonas Satkūnas. Tracer tests and electrical resistivity tomography for karst investigation in North Lithuania</i>	166
<i>Viesturs Zandersons, Jānis Karušs, Kristaps Lamsters, Dmitrijs Poršņovs, Jurijs Ješkins. Application of ert surveying to soil contamination mapping: a case study of southern acid tar lagoon, Inčukalns, Latvia</i>	167

Vides zinātne

Ekosistēmas un ugunsgrēki (Ecosystems and fires)

<i>Tuomas Aakala</i> . Past forest fires and climate in the Eastern Fennoscandian boreal forest	170
<i>Ansis Blaus, Triin Reitalu, Siim Veski, Pille Gerhold, Inga Hiiesalu, Jhonny Capichoni Massante, Anneli Poska, Jüri Vassiljev</i> . Enhancing long-term biodiversity reconstructions from mires with modern pollen-plant relationships	171
<i>Inta Dimante-Deimantovica, Natalja Buhhalko, Normunds Stivrins, Saija Saarni, Marta Barone, Natalija Suhareva, Alvise Vianello, Wojciech Tylmann</i> . Microplastic waste accumulation in lake sediments	173
<i>Igor Drobyshhev, Nina Ryzhkova, Jonathan Eden, Mara Kitenberga, Guilherme Pinto, Henrik Lindberg, Folmer Krikken, Yves Bergeron</i> . Trends and patterns in annually burned forest areas and fire weather across the European boreal zone in the 20th and early 21 st centuries	174
<i>Angelica Feurdean</i> . The role of plant traits in fire regime dynamics in Siberian boreal forests	175
<i>Gintars Krūmiņš, Māris Nartišs</i> . Development of forest fire risk assessment model for forests of Latvia	176
<i>Niina Kuosmanen, Petr Kuneš, Karen Halsall, Helena Svitavska-Svobodova, Jana Beranova, Gian Hannon, Peter Fleischer, Richard Chiverrell, Jennifer L. Clear</i> . Late Holocene ecosystem change and disturbance dynamics in Central European mountain forests	177
<i>Chiara Molinari, Christopher Carcaillet, Richard H.W. Bradshaw, Gina E. Hannon, Veiko Lehsten</i> . Role of vegetation on fire behaviour in boreal and cold temperate forests of Fennoscandia during the Holocene	178
<i>Colin Courtney-Mustaphi</i> . Charcoal-based records of late Quaternary fire activity in tropical highlands and lowlands of Eastern Africa	180
<i>Argo Orumaa, Kajar Köster, Egle Köster, Kristi Parro, Kalev Jõgiste, Frank Berninger, Jukka Pumpanen, Marek Metslaid</i> . Soil greenhouse gas fluxes along fire chronosequence in hemiboreal forest of Northwestern Estonia	182
<i>Viesturs Ozols, Inese Silamikele, Laimdota Kalnina, Karina Upska, Maris Klavins</i> . What happens to peat during bog fires: thermal transformation processes of peat organic matter and possible impacts of it?	183
<i>Kristi Parro, Kajar Köster, Kalev Jõgiste, Getter Renel, Katrin Seglinš, Allan Sims, John A. Stanturf, Marek Metslaid</i> . Impact of postfire management on forest regeneration, soil respiration, C and N content in a managed hemiboreal forest, Estonia	184
<i>Oskars Purmalis, Viesturs Ozols, Inese Silamikele</i> . Variation of peat properties after peat fires	186
<i>Triin Reitalu, Normunds Stivrins, Niina Kuosmanen, Jennifer L. Clear, Heikki Seppä</i> . Functional diversity changes in boreal forests through the last 10000 years	188
<i>Heikki Seppä</i> . Forest fires and ecosystem dynamics: a multimillennial perspective from boreal Europe	189

<i>Inese Silamiķele, Laimdota Kalniņa, Nils Ivanovs, Oskars Purmalis, Viesturs Ozols, Aija Ceriņa, Gintars Krūmiņš. Evidence of fires reflected by the changes of peat properties in Saklaura bog</i>	190
<i>Līga Strazdiņa, Māra Pakalne. Vegetation response to drainage and fire in Saklaura Mire from Ziemeļu Mires Nature Reserve</i>	193

Problēmas un risinājumi vides zinātnes pētījumos

<i>Laura Babrāne. Vertikālo apzaļumošanas sistēmu temperatūras mazināšans potenciāls</i>	195
<i>Līga Dziedule, Solvita Rūsiņa. Ilggadīgo zālāju izmantošanas prakses klimata pārmaiņu adaptācijai bioloģiskās lopkopības sektorā Eiropas Savienībā</i>	197
<i>Zane Kalvīte, Iveta Šteinberga, Ivars Kļaviņš, Laura Voitiņa, Aigars Indriksons. Kritisko slodžu modeļu pieejas izmantošana paskābināšanās riska novērtēšanai nelielos meliorētos meža sateces baseinos uz kūdras augsnēm</i>	200
<i>Tomass Kampmanis. Autotransporta radītā atmosfēras piesārņojuma novērtējums autoceļa A7 Ķekavas posmā</i>	202
<i>Aleksandra Kaniščeva, Iveta Šteinberga. Faktorizācijas (PMF) metodes potenciāls atmosfēras aerosolu avotu novērtēšanā Rīgā</i>	204
<i>Ivars Kļaviņš, Iveta Šteinberga, Zane Kalvīte. Paskābināšanās riska novērtējums atjaunošanas cirtēs, izmantojot kritisko slodžu modelēšanas metodi</i>	206
<i>Rūta Ozola-Davidāne, Māris Kļaviņš. Implementation of circular economy assumptions in the wastewater management in Latvia</i>	208

Ilgtermiņa vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā

<i>Elmīra Boikova, Irīna Kuļikova, Vita Līcīte, Uldis Botva. Rīgas līča makrofitu ekoloģija daudzgadīgā aspektā. Ecology of macrophytes in the Gulf of Riga – a longterm aspect</i>	209
<i>Ieva Grudzinska-Elsberga, Hendrik Vogel, Flavio Anselmetti, Oliver Heiri. Antropogēnā piesārņojuma ietekme uz diatomeju un trīsuļodu kāpuru daudzveidību Volenzē ezerā, Bernes kantonā, Šveicē</i>	210
<i>Uģis Kagainis, Inese Cera, Vendija Grīna, Edīte Juceviča, Aina Karpa, Ināra Melece, Ineta Salmane, Jānis Saulītis, Voldemārs Spuņģis, Dmitry Telnov, Viesturs Melecis, Līga Jankevica. Entomoloģiska rakstura kolekciju un bibliotēku materiāla modernizēšana – līdzšinējā iegūtā pieredze un potenciāls turpmākajos ilgtermiņa vides un ekoloģiskajos pētījumos Latvijā</i>	212
<i>Viesturs Melecis, Gunta Sprinģe. Latvija uz Eiropas inovāciju stratēģijas ieviešanas sliekšņa biodaudzveidības ilgtermiņa izmaiņu pētījumos</i>	214
<i>Oskars Purmalis, Elvis Kreicis, Viesturs Ozols. Dzeramā ūdens kvalitāte akās Austrumlatvijā</i>	216
<i>Jānis Ventīņš. Cik slieku sugu mīt Latvijā?</i>	218

Vides un ilgtspējīgas attīstības pārvaldība

<i>Līga Bieziņa, Jānis Kauliņš, Raimonds Ernšteins.</i> Vides pārvaldības pārskata instrumenta attīstība municipālajā vidē: Valmieras pilsētas piemērs	219
<i>Zanda Krūkle.</i> Vides pārvaldības process vides investīciju plānošanā Latvijā	224
<i>Linda Zuze.</i> Sabiedrības iesaiste klimata politikas veidošanā Latvijā	227

Meža ekoloģija un pārvaldība

<i>Ģirts Baranovskis, Didzis Elferts, Guntis Brūmelis, Oļģerts Nikodemus.</i> Privāto mežu īpašnieku ieinteresētība bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā meža īpašumos	234
<i>Ilze Kārkliņa.</i> Koksnes pelnu un amonija nitrāta ieneses mežaudzēs ietekme uz elementu saturu skujās un lapās	235
<i>Dārta Kaupe, Māris Laiviņš.</i> Parastās priedes <i>Pinus sylvestris</i> mezotrofo un mezoeitrofo mežaudžu nemoralizācijas process mainīgā vidē Latvijā	236
<i>Viesturs Ķerus, Ainārs Auniņš.</i> Meža putnu populāciju indeksu atbilstība mežizstrādes apjomiem	237
<i>Oļģerts Nikodemus, Ivo Vinogradovs.</i> Izaicinājumi Rīgas pilsētas un piepilsētas mežu apsaimniekošanā	237
<i>Gatis Patmalnieks, Andris Ziemelis.</i> Meža sukcesijas modeļa Landis II simulācijas rezultātu validācija laika posmā no 1961.-2020. gadam PSRS Limbažu mežniecības teritorijā	239
<i>Zigmārs Rendenieks.</i> Apmežošānās procesa izpēte izmantojot satelītu attēlus – piemēri no Latvijas reģioniem	242
<i>Ivo Vinogradovs, Anita Zariņa.</i> Ekosistēmu pakalpojumu potenciāla vērtību izmantošana ainavu telpu izdalīšanā meža ainavās: Ventspils novada piemērs	244
<i>Andris Ziemelis.</i> Dziļās mašīnmācīšanās algoritma izmantošana aizsargājamo teritoriju ietekmes noteikšanā uz sausokņu izplatību Ziemeļkurzemē	245
<i>Austra Zuševica, Kārlis Dūmiņš, Santa Neimane, Dagnija Lazdiņa.</i> Divgadīgu-trīsgadīgu jaunaudzū aizzēluma botāniskais sastāvs un stādvieta sagatavošanas veids	248

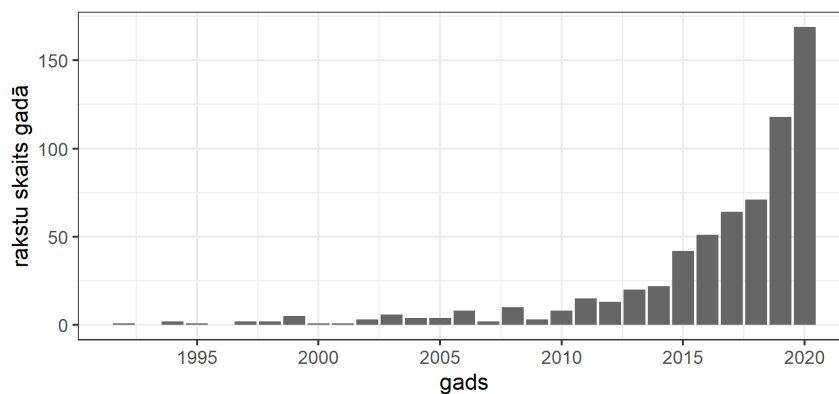
Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana Latvijā klimatu pārmaiņu kontekstā

PAZEMES ŪDENS SAUSUMS

**Jānis Bikše, Andis Kalvāns, Inga Retiķe, Aija Dēliņa, Konrāds Popovs, Alise Babre,
Marta Jemeljanova, Artjoms Zelenkevičs, Artūrs Baikovs, Zanīta Avotniece**

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Janis.Bikse@lu.lv

Pazemes ūdeņi ieņem nozīmīgu lomu ūdens apgādē, ekosistēmu funkciju un cilvēku labklājības nodrošināšanā, turklāt paredzams, ka pazemes ūdeņu nozīme nākotnē arvien pieaugs. Tam par iemeslu ir pazemes ūdeņu spēja pretoties straujām laikapstākļu izmaiņām un izlīdzināt sezonālo un ilggadīgo meteoroloģisko svārstību sekas, tādējādi nodrošinot apjoma ziņā stabilākus resursus nekā virszemes ūdeņi. Pieaugošais pazemes ūdens resursu pieprasījums, urbanizācija temps un klimata pārmaiņas ir pastiprinājušas interesi par pazemes ūdens resursu ilgtspēju un aizsargātību un veicinājušas pazemes ūdens sausuma pētījumus pēdējos gados (1.att.).



1.attēls. Atslēgas vārdu “groundwater drought” izmantošanas dinamika pa gadiem publikācijās, kas indeksētas Scopus datubāzē

Ar pazemes ūdens sausumu saprot sezonai neraksturīgi zemu pazemes ūdens piezometrisko līmeni jeb ūdens resursu apjomu, kam par iemeslu var būt gan klimata sezonālā un ilgtermiņa mainība, gan antropogēnā ietekme. Praktiski pazemes ūdens sausumu novērtē pēc pazemes ūdens līmeņa novērojumu datiem. Pazemes ūdeņu sausums ietekmē gan ekosistēmas, piemēram, pazeminoties pazemes ūdens līmenim, var izzūt mazās upītes un avoksnāji, gan cilvēku dzīvi - izzūst akas un urbūmi. Klimata mainības ietekme uz pazemes ūdens resursiem, īpaši, sausuma epizodēm ir maz pētīta un nepietiekami izprasta.

Regulāri pazemes ūdens līmeņu novērojumi Latvijā tiek veikti kopš 20.gs. 60.gadiem un līmeņa mērījumi nav sarežģīti, tomēr reti kuros urbemos novērojumi tiek turpināti līdz mūsdienām. Savukārt klimata ietekmes novērtēšanai vērtīgākās ir tieši garās laikrindas bez ilgiem datu iztrūkumiem.

Pazemes ūdeņu sausumu ar dažādu svaru ietekmē virkne faktoru - ne tikai anomālijas nokrišņu daudzumā un evapotranspirācijā, bet arī pazemes ūdens papildināšanās raksturs, augsnes procesi un ģeoloģiskās vides parametri, no kuriem tikai pirmie divi - klimatiskie faktori ir samērā viegli nomērāmi ar noteiktu precizitāti. Ģeoloģiskās vides heterogenitāte pazemes ūdeņu sateces baseinā ierobežo analītisku pieeju pazemes ūdens sausuma intensitātes un telpiskā rakstura novērtēšanā, tāpēc tiek izmantotas pusanalītiskas metodes ar empīriskiem pieņēmumiem, vienkāršoti procesu modeļi, vai arī mašīnmācīšanās pieejas.

Šī pētījuma ietvaros tika (1) iegūta izpratne par pazemes ūdeņu sausuma pētījumiem un to aktualitāti, (2) analizēti Latvijā pieejamie novērojumu dati (to izaicinājumi un iespējas) un novērtēta to piemērotība pazemes ūdeņu sausuma pētījumiem, (3) kā arī tika veikti pirmie pazemes ūdeņu sausuma aprēķini valsts novērojumu stacijā "Dricāni".

Pētījums tapis ar LU zinātnes bāzes un snieguma finansējuma projekta "Klimata pārmaiņas un dabas resursu ilgtspējīga izmantošana" (Nr. ZD2016/AZ03) atbalstu.

LATVIJAS KLIMATA MAINĪBAS IZPAUSMES UN IETEKMES

Agrita Briede, Gunta Kalvāne

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Agrita.Briede@lu.lv; Gunta.Kalvane@lu.lv

Klimata pārmaiņu starpvaldību ekspertu grupas ziņojumā (2013) ir minēts, ka augsta laikapstākļu mainība Eiropu padara ļoti neaizsargātu pret klimata pārmaiņām. Pētījumos ir minēts, ka sausuma indeksu tendenču analīze šajā reģionā ir aktuāla, jo turpmākās klimata prognozes liecina par sausuma intensitātes pieaugumu nākamajās desmitgadēs (Anders et al., 2014). Ir divi galvenie iemesli, kas ļauj prognozēt sausuma pieaugumu pašreizējā klimata pārmaiņu scenārijā Eiropas centrālajam un austrumu reģionam. Pirmais no tiem ir fakts, ka augstāka temperatūra paaugstina ūdens tvaika spiediena deficītu un atmosfēras iztvaikojamību, kas ir atkarīga ne tikai ūdens iztvaikošanas ātruma, bet arī no ūdens pieejamības. Otrais iemesls ir saistīts ar sniega segas režīmu. Maigu ziemu gadījumā pastāvīga bieza sniega sega neveidojas, ziemas laikā sniega sega parādās un pazūd daudzas reizes. Šajā gadījumā sniega kušana pavasarī un augsts ūdens līmenis upēs netiek novērots, jo

tas norisinās agrāk un vienmērīgāk. Līdz ar to augšanas sezonas sākumā ūdens saturs augsnēs būs daudz mazāks, kas veicinās sausuma apstākļu veidošanos agrāk pavasarī un vasarā.

Pētījumā par sausuma analīzi klimata pārmaiņu ietekmē, kopumā tika iekļautas 11 valstis, aptverot Eiropas centrālos un austrumu reģionus. Meteoroloģiskā sausuma izvērtēšanā tika lietots standartizēto nokrišņu indekss (SPI) un standartizēto nokrišņu-evapotranspirācijas indekss (SPEI). Iegūtie rezultāti liecina, ka lielākajā daļā staciju nav konstatēti statistiski nozīmīgi trendi. Tomēr ir atklātas dažas svarīgas izmaiņas un tendences. Mēneša un sezonas SPI un SPEI pieauguma tendences aukstajā sezonā (novembris – marts), saistībā ar nokrišņu daudzuma pieaugumu, tika konstatētas pētāmā reģiona ziemeļu daļā – Igaunijā, Latvijā, Lietuvā, Baltkrievijas ziemeļos un Polijas ziemeļos. Vasaras sezonu raksturoja pretējas zīmes izmaiņas sausuma indeksos. Pieaugums, t.i., sausuma biežuma samazināšanās tika novērota ziemeļos, savukārt dienvidu reģioniem bija raksturīga skaidra SPEI samazināšanās, kas atspoguļo sausuma pieauguma tendenci.

Kā viens no klimata pārmaiņu indikatoriem, kam ir būtiska nozīme ūdens resursu apsaimniekošanā un lauksaimniecībā, kā arī sausuma iespējamībā ir sniega sega. Pētījumā par sniega segas režīmu, kas iekļāva laika periodu no 1961.-2015.gadam, tika izvērtēts sniega segas pastāvēšanas ilgums un tā maksimālais biezums saistībā ar gaisa temperatūru, nokrišņiem un ģeogrāfiskajiem faktoriem (Rimkus et al., 2018). Vietas ģeogrāfiskajam garumam un augstumam vjl. tika pierādīta vislielākā ietekme uz analizēto sniega parametru telpisko sadalījumu, turpretim gaisa temperatūra būtiski saistīta sniega segas ilgumu un biezumu. Kopumā pētījums apstiprināja samazinājumu dienu skaitam ar sniega segu, kaut arī statistiski nozīmīgas izmaiņas tika konstatētas tikai 35% novērojumu vietu, galvenokārt reģiona dienvidu daļā. Lielākās sniega segas pastāvēšanas ilguma izmaiņas novērotas tieši decembrī un martā, savukārt būtiskas izmaiņas visai teritorijai tika konstatēta tikai aprīļa mēnesī. Tajā pat laikā maksimālās sniega segas biežuma vērtības saglabājās gandrīz nemainīgas, kas izskaidrojams ar maksimālā sniega sega biežuma sasniegšanu dažu spēcīgu, bet īslaicīgu snigšanas notikumu laikā, kas ne vienmēr atspoguļo visa uzkrāšanās perioda apstākļus un dinamiku.

Klimata pārmaiņu ietekmes atspoguļojas arī sezonālītātē Latvijas ainavā. Ilgtermiņa fenoloģisko datu analīze liecina, ka laika periodā no 1971.–2018.gadam būtiski mainījušās agrā pavasara kā lapu plaukšanas un ziedēšanas sākuma vērtības, piemēram, ziedēšanas fāzei vairāk kā 86% gadījumu uzrāda negatīvu tendenci, t.i., ziedēšana iestājas agrāk (Kalvane and Kalvans, 2021). Rudens fāžu raksturs ir heterogēns – atsevišķām sugām, kā piemēram, āra bērzam un parastā liepa lapu krāsošanās uzrāda negatīvu tendenci, savukārt kļavai un apsei – pozitīvu, t.i., lapu krāsošanās iestājas vēlāk, kas sakrīt ar Eiropā veiktajiem pētījumiem (Menzel et al, 2020).

Lai arī kopumā kultūraugiem nav raksturīgas tik lielas nobīdes no vidējotām vērtībām kā savvaļas augiem, klimata pārmaiņu ietekme ir jūtama arī Latvijas kultūraugu fenoloģijā. Tā, piemēram, Priekuļos (Priekuļu Agroresursu un ekonomikas institūta dati) analizētajām vasaras miežu (*Hordeum vulgare*) šķirnēm, pēdējās desmitgadēs raksturīga agrāka sēšana, kas pagarina augšanas periodu, kā arī augstāks ražīgums.

Izmantotā literatūra

Anders I., Stagl J., Auer I. and Pavlik D. (2014) Climate change in central and eastern Europe. In: Rannow, S. and Neubert, M. (eds) Managing protected areas in central and eastern Europe under climate change. Advances in Global Change Research, vol 58. Springer, Dordrecht, https://doi.org/10.1007/978-94-007-7960-0_2.

Kalvane G., Kalvans A. (2021) Phenological trends of multi-taxonomic groups in Latvia, 1970–2018. International Journal of Biometeorology. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02068-8>

Menzel A, Yuan Y, Matiu M, et al. (2020) Climate change fingerprints in recent European plant phenology. Glob Chang Biol 26:2599–2612. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>

Rimkus E., Briede A., Jaagus J., Stonevicius E., Kilpys J. & Viru B. (2018) Snow-cover regime in Lithuania, Latvia and Estonia and its relationship to climatic and geographical factors in 1961–2015. Boreal Env. Res. 23: 193–208

LIECĪBAS PAR DABAS APSTĀKĻU IZMAIŅĀM AUGSTĀ TIPA PURVU NOGULUMOS LATVIJĀ

**Laimdota Kalniņa, Inese Silamiķele, Ivars Strautnieks, Aija Ceriņa, Līga Paparde,
Karina Stankeviča, Ineta Grīne**

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Laimdota.Kalnina@lu.lv

Līdzīgi kā lielākajā daļā Ziemeļeiropas, Latvijas teritorijā purvu veidošanos un attīstību sekmē mērena klimata apstākļi ar lielāku nokrišņu daudzumu nekā iztvaikošana, kā arī viegli viļņotais reljefs un mālainie, vāji caurlaidīgie nogulumi reljefa pazeminājumos un hidroloģiskais režīms. Vecākie purvi sākuši veidoties jau holocēna sākumā pirms apmēram 11700 gadiem un turpina attīstīties arī mūsdienās, pakāpeniski aizņemot arvien lielākas platības, ja vien tie netiek nosusināti.

Kaut arī purvi sava attīstības cikla pirmajā stadijas posmā parasti ir zāļu purvi, kuru attīstībā ir svarīga nozīme ar minerālajām vielām bagātajiem guntsūdeņiem un ūdeni vāji caurlaidīgajam minerālajiem nogulumiem, tomēr vēlāk, palielinoties atmosfēras nokrišņu ūdeņu ietekmei, purvi pāriet cikla otrajā – pārejas purva stadijā, kad tālāko purva attīstības gaitu noteic un uztur klimats. Trešajā – augstā purva attīstības ciklā, kad kūdras veidojošie augi barojas galvenokārt tikai no nokrišņu ūdeņiem, purva attīstību veicina pati kūdra, ar savām fizikālām īpašībām regulējot vides režīmu un ietekmējot reljefu un mikroreljefu.

Klasiski tiek uzskatīts, ka augi atmirstot veido kūdras slāni, uz kura turpina augt purva augi, kas, nākošā veģetācijas perioda beigās atmirstot, veido nākošo kūdras slāni, jaunākiem kūdras slāņiem pārklājot vecākos, tādējādi purvs pilnā attīstības ciklā uzkrājies kūdras iegula ietver liecības par ģeoloģisko procesu gaitu un dabas apstākļu pārmaiņām. Tomēr pētot un analizējot daudzu augstā tipa purvu kūdras griezumus, konstatēts, ka dažos gadījumos pat teritoriāli tuvu esošu purvu griezumos dažkārt iezīmējas atšķirīgi nogulumu slāņi, kas veidojušies vienā un tajā pašā laikā, bet kuros atšķiras gan to veidojošo augu sastāvs, gan to sadalīšanās pakāpe, piemēram Dzelves un Eipura puvī. Tas liecina par lokāla rakstura izmaiņām konkrētā purva ekosistēmā, kas ne vienmēr saistāmas ar konkrētā reģiona klimata pārmaiņām purva attīstības gaitā, tai skaitā vidējās gaisa temperatūras palielināšanos vai pazemināšanos, nokrišņu daudzuma un ūdens baseinu ūdens līmeņa svārstībām. Tādēļ šajā pētījumā tiek mēģināts atrast faktorus, kas atsevišķos gadījumos kūdras griezumā “arhīvos” ievieš neskaidrības.

Veicot pētījumus un analizējot iegūtos un publicētos datus, tiek meklētas liecības par dabas apstākļu izmaiņām augstā tipa purvu nogulumos un tās ietekmējošiem faktoriem. Līdz šim galvenā uzmanība pievērsta kūdras botāniskajam sastāvam, sadalīšanās pakāpei un citām kūdras īpašībām, bet maz pētīta tieši purva apkārtnes reljefs un sateces baseina ietekme, kā arī purva ieplaku novietojums atšķirīgās reljefa formās (Nomals, 1930). Dažos puvos labi var izsekot dabas apstākļu izmaiņas, savukārt citos augstajos puvos ar biezu maz sadalījušās augstā purva tipa kūdras slāni vērojama intensīva vienvēidīgas kūdras uzkrāšanās, kurā nav konstatētas veģetācijas sastāva izmaiņas, kas liek domāt, ka augstā tipa purvs bieži vien darbojas kā neatkarīga ekosistēma, kuru praktiski neietekmē dabas apstākļu izmaiņas. Piemēram, pētot augstā purva tipa kūdras botānisko sastāvu un sadalīšanās pakāpi, ir grūti atrast liecības par Mazo ledus laikmetu, kaut arī šī perioda (1303.g. – 1860.g.) klimats ir bijis vēsāks vidēji par 2-3 grādiem salīdzinājumā ar mūsdienām (Mann, et al., 2009) Mazais ledus laikmets. Tas labāk atpazīstams augsto purvu nogulumu sporu un putekšņu procentuālajās diagrammās, kā arī uz to norāda kūdras uzkrāšanās intensitātes palielināšanās un sadalīšanās pakāpes samazināšanās, kamēr kūdras botāniskajā sastāvā izmaiņas šai laikā nav izteiktas. Vēsāka klimata iezīmes ļauj atpazīt putekšņu pētījumu informācija, tādēļ, ka tā atspoguļo ne tikai lokālās, bet arī reģionālās veģetācijas sastāva raksturu un ļauj spriest par klimata fluktuācijām. Papildus informāciju par šīm izmaiņām sniedz arī “neputekšņu”, makroskopisko un mikroskopisko oglišu analīžu informācija. Visu datu apkopojums un analīze daudzos gadījumos norāda uz augstā tipa purvu kā neatkarīgu ekosistēmu, piemēram Dzelves purvs, Rožu purvs, Madiešēnu purvs.

Šajā pētījumā meklētas likumsakarības starp ieplakas, kurā veidojies purvs, raksturu, kā arī purva veidošanās un pārejas laiku augstā purva stadijā un kūdras slāņu īpašībām, tajā ietvertajām liecībām par dabas apstākļu izmaiņām. Ieplakas, kurās attīstījušies augstā tipa purvi, pārsvarā ir veidojušās ledāja un tā kušanas ūdeņu darbības rezultātā. Daudzos gadījumos ir nepietiekams datu apjoms, lai novērtētu purvu ieplakas gultnes lokālās īpatnības, kas ietekmē puva veidošanos, kūdras uzkrāšanos, augstā purva tipa kūdras plūsmu raksturu un deformāciju veidošanos. Īpaši tas attiecas uz lielākiem purviem plašākās glaciodepresijās augstienēs, piemēram, Stūru purvs un Zvārdes purvs (pie Austrumkursas augstienes dienvidu robežas).

Visgrūtāk konstatēt liecības par dabas apstākļu izmaiņām ir kupolveida purvos, kuri veidojušies galvenokārt pārpurvojoties minerālzemei un kuros ir ļoti plāns (< 1 m) zemā un pārejas purva tipa kūdras slānis, bet savukārt biezs (5-8 m) augstā puva tipa kūdras slānis, piemēram Cenu tīrelis, Kaigu purvs, Pirtsmeža purvs, Stiklu masīva purvos.

Glaciodepresiju veidotajās un ledāja kušanas ūdeņu un Baltijas ledus ezera akumulācijas līdzenumu ieplakās veidojošies purvi ir vecāki un ietver garāku attīstības laika posmu, tomēr arī tajos bieži vien ir raksturīgs salīdzinoši īss zemā un pārejas purva stadijas laiks (piemēram, Teiču purvs, Aizkraukles purvs, Vasenieku purvs). Līdzīgs augstā purva attīstības raksturs – īslaicīga zemā un pārejas purva stadija un intensīva kūdras uzkrāšanās augstā purva apstākļos novērojama arī salīdzinoši jaunos purvos, piemēram Kalna purvā Ziemeļvidzemē, kurš izveidojies pirms 3500 gadiem (Ozola, 2013). Kopumā pēc platības nelielu augsto purvu pētījumu rezultāti ļauj korektāk rekonstruēt purvu attīstību un kūdras uzkrāšanās apstākļu izmaiņas vēlajā holocēnā, jo tajos nav veidojušies kupoli, un nav notikusi kūdras lēna slīdēšana pa nogāzi, kūdras slāņu plīšana un pārvietošanās, un tie atrodas „in situ” (Ozola, 2013).

Pētījumā secināts, ka, lai arī liekas, ka visi augstie purvi ir līdzīgi, tomēr, lai atrastu liecības par dabas apstākļu izmaiņām augstā tipa purvu nogulumos, ir nepieciešams veikt multidisciplinārus pētījumus un tajos iegūto datu kopu nepieciešams analizēt dažādos aspektos, ņemot vērā to, ka katrs purvs ir unikāls un katram no tiem ir nepieciešama individuāla pieeja.

Izmantotā literatūra

- Heikkilä, M., Seppä, H., 2010. Holocene climate dynamics in Latvia, eastern Baltic region: a pollen-based summer temperature reconstruction and regional comparison. *Boreas*, 39(4), 705-719.
- Mann, M.E., Zhang, Z., Rutherford, S., Bradley, R.S., Hughes, M.K., Shindell, D., Ammann, C., Faluvegi, G., & Ni, F. 2009. Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science*, 326, 1256-1260.
- Nomals, P., 1930. Latvijas purvi. Latvijas Ģeogrāfijas biedrība, Rīga, 135 lpp.
- Ozola I., 2013. Holocēna organogēnie nogulumi un to uzkrāšanās apstākļu izmaiņas purvos Ziemeļvidzemē. Disertācija. Latvijas Universitāte.

VIRZĪBĀ UZ RAŽOŠANU BEZ ATKRITUMIEM: PĀRTIKAS UN MEŽSAIMNIECĪBAS ATKRITUMPRODUKTU BIORAFINĒŠANAS RISINĀJUMU IZSTRĀDE

**Māris Kļaviņš, Jorens Kviesis, Lauris Arbidans, Mārcis Mežulis, Linards Kļaviņš,
Linda Ansone-Bērīņa, Linda Liene Millere, Elīna Puzule**

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: maris.klavins@lu.lv

Viena no gan globāli, gan Latvijas tautsaimniecībai un vides aizsardzībai aktuālām problēmām ir lauksaimniecības (īpaši pārtikas ražošanas) un mežsaimniecības atkritumi, kuru daudzums visā ražošanas pārstrādes-patēriņa ciklā veido ~30%, tādējā sekmējot vērtīgu resursu neracionālu šķērdēšanu, bet no otras puses tiem sadaloties, piesārņojot vidi un veidojot siltumnīcefekta gāzes. Lauksaimniecības un mežsaimniecības atkritumi tajā pat laikā satur daudzas vērtīgas vielas, kuras, izdalot no tiem, var nodrošināt no fosilajiem materiāliem iegūto savienojumu aizvietošanu un jaunu vērtīgu savienojumu iegūšanu. Secīgu dabas produktus veidojošo savienojumu izdalīšanu sauc par biorafinēšanu un tā ir risinājums aprites ekonomikas ieviešanai un bezatkritumu lauksaimniecības un mežsaimniecības attīstībai, vienlaikus sekmējot klimatneitrālu attīstību un bioekonomiku.

Biorafinēšanas pieejas potenciāls demonstrēts pārtikas ražošanas un mežsaimniecības tehnoloģiju attīstībai vienlaikus attīstot videi draudzīgas tehnoloģijas šo ražošanas procesu biorafinēšanai. Nozīmīgs pārtikas ražošanas atkritumprodukts ir *Vaccinium* ģints ogu (piemēram, lielloģu dzērvenes, krūmmelenes, mellenes un citi) spiedpaliekas, kuras veidojas sulu ražošanas procesā. Izpētīta un optimizēta izmantojot virsmas reakcijas metodi videi draudzīga dažādu bioloģiski aktīvu vielu ekstrakcija no ogu spiedpaliekām. Par perspektīviem risinājumiem uzskatāma ekstrakcija ar CO₂ superkritiskā stāvoklī (ar vai bez kosolventiem), etanola-ūdens maisījumi, jonu šķīdumi un citi. Biorafinēšanas pieejas izmantošana paver iespējas no ogu spiedpaliekām secīgi izdalīt vaskus (piemīt izteiktas hidrofobas īpašības), lipīdus, kuru sastāvu veido steroli, terpēni, polinepiesātinātās skābes un citi, kā arī polifenolu kompleksu. Ogu polifenoli demonstrē izcilas spējas saistīt brīvos radikāļus, bet to izmantošanas jomas aptver pārtikas rūpniecību, biomedicīnu, kosmētiku un citas jomas. Ogu masas paliekas pēc to ekstrahēšanas var izmantot šķiedrvielu izdalīšanai, vai izmantojot zemtemperatūras torifikāciju – bioogles iegūšanai. Biorafinēšanas pieejai ir milzīgs potenciāls mežistrādes atkritumproduktu – skuju zāleņa pārstrādei, no kuriem, izmantojot līdzīgu secīgas pārstrādes koncepciju iespējams izdalīt tādas vielu grupas, kā vaskus, labdānsipirus, poliprenolus un citas vielas, gan arī frakcionētus ekstraktus.

VIDĒJĀ UN VĒLĀ DEVONA BASEINI EIRAMERIKAS AUSTRUMU DAĻĀ: KLIMATA PĀRMAIŅU UN PLŪDMAIŅU IETEKME

Ervīns Lukševičs, Ģirts Stinkulis

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Ervins.Luksevics@lu.lv, Ģirts.Stinkulis@lu.lv

Baltijas devona baseins bija Baltijas valstu teritorijā, Krievijas Kaļiņingradas apgabalā, daļā Ļeņingradas un Pleskavas apgabalu, Baltkrievijā, Polijas ZA daļā, kā arī lielā daļā Baltijas jūras (Kypиц 1992; Pontén, Plink-Björklund 2009; Lukševičs et al. 2012). Šis baseins, kā arī Andomas kalna apkārtnē (Krievija, Oņegas ezera DA krasts) un Ziemeļtīmana (Krievija), bija daļa no ļoti plašas un seklas epikontinentālas (iekšzemes) ūdenstilpes, kas klāja Eiramerikas kontinenta austrumu daļu (Scotese 2014; Blakey 2016). Mūsdienās šī senā baseina teritorija atbilst Austrumeiropas platformas ziemeļrietumu daļai. Paleozoogēogrāfiskie pētījumi norāda uz savienojumu esamību vēlajā devonā starp Baltijas, Maskavas un citiem baseiniem Eiramerikas kontinenta teritorijā (Lebedev, Lukševičs 2018).

Šī apkopojošā darba mērķis ir noskaidrot, kā klimata izmaiņas un plūdmaiņu procesi ietekmēja nogulu uzkrāšanās procesus seklūdens iekšzemes baseinos vidējā un vēlajā devonā Eiramerikas kontinenta austrumu daļā. Šajā ziņojumā apkopoti 2018.-2021.g. iegūtie dati un iepriekšējo pētījumu rezultāti. Apkopojums pamatojas uz kombinētiem sedimentoloģiskiem un paleontoloģiskiem lauka pētījumiem Baltijas devona baseinā (2008.-2021.g.), Andomas kalnā (2002.-2005.g.) un Ziemeļtīmanā (2019.g.); granulometrisko analīzi, pieslīpņu un plānslīpējumu pētījumiem; karbonātu minerālu skābekļa un oglekļa stabilo izotopu analīzēm; fosiliju paraugu preparēšanu un pētījumiem; fāciju analīzi un sedimentācijas vides interpretāciju; plūdmaiņu procesu ietekmes analīzi; klimata indikatoru nodalīšanu un datu apkopšanu.

No agrā līdz vēlajam devonam (laikposmā pirms 419 līdz 359 miljoniem gadu) kopumā bija raksturīga vidējās gaisa temperatūras pie Zemes virsmas pazemināšanās, ko galvenokārt noteica ogļskābās gāzes satura samazināšanās atmosfērā saistībā ar veģetācijas attīstību (Brugger et al. 2019). Tomēr modelētā tropisko jūru ūdens virsmas temperatūra kopš agrā līdz vidējām devonam ir samazinājusies par aptuveni 10°C, tad līdz vēlā devona Franas laikmeta vidum ir augusi par aptuveni 10°, bet pēc tam līdz Famenas laikmeta beigām samazinājusies par aptuveni 5° (Joachimski et al. 2009; Brugger et al. 2019). Eiramerikas austrumu daļā bija labi izteikts musonu klimats gan vidējā devonā (De Vleeschouwer et al. 2012), gan vēlajā devonā (De Vleeschouwer et al. 2014). Famenas laikmeta beigās klimatu iespaidoja īss, bet intensīvs apledoījums, kura laikā globālais pasaules okeāna ūdens līmenis, domājams, pazeminājās par vairākiem desmitiem metru (Brandt et al. 2004; Haq, Schutter 2008).

Spriežot pēc globālajām paleoģeogrāfiskajām rekonstrukcijām, Baltijas devona baseins (turpmāk BDB) vidējā un vēlajā devonā atradās 5-10° dienvidu platuma grādos, Andomas kalns atradās pie paleoekvatora, bet Ziemeļtimans 5-10° ziemeļu platuma grādos (Scotese 2014).

Atbilstoši mūsdienu klimata joslu izvietojumam, kā arī priekšstatiem par devona paleoklimatu (De Vleeschouwer et al. 2014), BDB atradās tropiska (ekvatoriāla) humīda un arīda klimata pārejas zonā. Šī baseina teritorijā vidējā devonā dominē siliciklastiskie nogulumieži (smilšakmeņi, aleirolīti un māli), izņemot Narvas reģionālo stāvu (RS), kuru pārsvarā veido dolomīti, dolomītmerģeļi un māli. Siliciklastiskie nogulumieži samērā bagātīgi satur dažādu zivju un pret pazeminātu sāļumu tolerantu bezmugurkaulnieku atliekas (galvenokārt ar fosfātu vai organiskiem skeletiem), dažos intervālos (Arukilas, Burtnieku, Gaujas RS) arī augu eksistences liecības, bet retāk sastop tādus normāla sāļuma jūras indikatorus kā kalcīta vai aragonīta skeletu veidotājus. Šo faunas un floras īpatnību var skaidrot gan ar karbonātu skeletu veidotājiem nelabvēlīgiem dzīves apstākļiem, gan ar tafonomijas (atlieku apglabāšanas) īpatnībām: smilšainos nogulumos karbonātu skeleti samērā ātri izšķīst, bet to materiāls kļūst par drupu graudu cementu; spilgts piemērs ir Mūru svītas smilšakmeņi ar bagātīgu dolomīta cementu pēc gliemju un brahiopodu čaulu izšķīšanas.

Augšējā devona Franas stāvu un Famenas stāvu veido siliciklastisko nogulumiežu slāņkopu mija ar dolomītiem, kā arī jaukta sastāva nogulumieži. Pretēji siliciklastisko iežu griezumiem, dolomītos un mālaini karbonātiskos iežos ir sastopamas visbagātākās faunas, turpretī augu atliekas ir sastopamas samērā reti (piemēram Pļaviņu svītā), tāpat kā zivju fosilijas, kas ir pārstāvētas neproporcionāli maz. Vērtējot organismu kopu pārmaiņu likumsakarības saiknē ar klimata pārmaiņām, arī karbonātu sedimentācijas gadījumā ir jāņem vērā tafonomijas īpatnības. Šo īpatnību pētījumi parāda, ka karbonātu uzkrāšanās vide nav labvēlīga mugurkaulnieku atlieku apglabāšanai un fosilizācijai, jo zivju un citu mugurkaulnieku atliekas tiek samērā ātri bentisko organismu utilizētas, bet skeletus veidojošie fosfāti izšķīst (Burrow, Turner 2012). Franas stāva Salaspils svītā, retāk citās slāņkopās, ir arī ģipšu slāņi. Vidējā un augšējā devona nogulumiežos ir daudz arīda klimata pazīmju (ģipša slāņi, halīta pseidomorfozes, daudz dolomīta). Tomēr siliciklastiskie nogulumieži, it sevišķi Burtnieku un Gaujas reģionālā stāva smilšakmeņi un māli, satur pret dēdēšanu noturīgus minerālus smilts frakcijā un humīda klimata dēdējumgarozu indikatoru kaolinītu māla frakcijā. Tie ir pārskaloti no Fenoskandijas ziemeļaustrumu daļā izvietotām dēdējumgarozām (Кырич 1992), tādēļ norāda uz humīdu klimatu netālu esošā sauszemē paleoekvatora tuvumā.

Arīda un humīda klimata pazīmes saturošu nogulumiežu mija ģeoloģiskajā griezumā visticamāk norāda uz klimata humiditātes un ariditātes izmaiņām arī BDB teritorijā. Baseina

dziļuma izmaiņas acīmredzot nenoteica šīs nogulumiežu sastāva un uzbūves īpatnības, jo iežu tekstūras un ieslēgumi apliecina siliciklastisko un karbonātisko nogulumu veidošanos aptuveni vienāda dziļuma un hidrodinamiskās aktivitātes apstākļos. Dažu organismu fosilās atliekas, piemēram, augu makroatliekas un to sakņu veidojumus (rizolīti) var izmantot kā humīda vai sezonāli mitra klimata indikatorus, bet arī šādu paleoklimata indikatoru novērtējumā ir jāņem vērā tafonomijas īpatnības. Pēdējos gados augu makroatliekas un rizokrēcijas ir atrastas vairākos intervālos BDB: Arukilas, Burtnieku, Lodes, Ketleru, Šķerveļa svītā (Pipira 2015; Ķeipāne, 2018; Lagzdiņa 2020), Tērvetes svītā tās detalizēti pētījusi L.Salmiņa.

Famenas stāva augšējās daļas Šķerveļa svītas nogulumiežu griezumā uz augšu pieaug karbonātu un subaerālās atsegšanās pazīmju daudzums. Šķerveļa svītā ir sausa un mitra klimata mainīguma pazīmes. Mazāk skaidri izteiktas, tomēr klimata sezonalitātes pazīmes ir konstatētas arī pagulošās Ketleru svītas iežu griezumā. Domājams, ka šo svītu nogulumieži veidojās musonu klimata, bet Šķerveļa svīta – arī Famenas laikposma beigu leduslaikmeta ietekmē.

Andomas kalnā ir izplatīti vidējā devona Živetas un augšējā devona apakšējā-vidējā Franas stāva devona nogulumieži, kas uzkrājās laikā aptuveni pirms 385-376 miljoniem gadu. Tie ir siliciklastiskie nogulumi, kas satur karbonātus tikai konkrēciju veidā (Иванов и др. 2006). Ziemeļtīmanā ir augšējā devona Domanika, Vetlosjana un Siračoja reģionālā stāva nogulumi, kuri pēc vecuma atbilst Latvijas Franas stāva Daugavas-Ogres svītai (Beznosov 2021). Tie ir smilšakmeņi, argilīti, aleirolīti un māli, kuros bieži sastop ogļainas augu atliekas un pat ogļu kārtiņas. Tādējādi nogulumiežu sastāva, augu un to sakņu atlieku īpatnības liecina, ka paleoklimata humiditāte Eiramerikas kontinenta austrumu daļā palielinājās no 5-10° dienvidu platuma līdz 5-10° ziemeļu platuma.

Plūdmaiņu procesi izpaužas ne tikai atklātos šelfa baseinos, līčos un estuāros, bet arī plašos, seklos epikontinentālos baseinos (Johnson, Belderson 1969; Mitchell et al. 2011 u.c.). BDB tās ir atklātas un aprakstītas vairākos vidējā devona Eifela un Živetas, kā arī augšējā devona Franas un Famenas stāva intervālos (Pontén, Plink-Björklund 2007 un 2009; Tānavsuu-Milkeviciene, Plink-Björklund, 2009; Tovmašjana 2013; Lukševičs et al. 2011; Bukovska et al. 2014; Vasiļkova et al. 2012; Lebedev, Lukševičs 2017 u.c.). Šie dati liecina par ievērojamu plūdmaiņu lomu Baltijas vidējā-vēlā devona epikontinentālajā baseinā, vairākos laikposmos pat to dominējošo ietekmi uz sedimentāciju. Dati par akantožu zvīņu izplatību dažādu fāciju smilšaini mālajos nogulumos nepārprotami liecina par saikni starp zivju atlieku apglabāšanu un plūdmaiņu ietekmēto nogulu sedimentācijas apstākļiem (Mačute 2019).

Plūdmaiņu pazīmes ir plaši izplatītas ne tikai BDB, bet arī Andomas kalnā un Ziemeļtīmanā sastopamajos devona nogulumiežos. Tas apliecina paisuma un bēguma procesu

plašo, bieži dominējošo ietekmi uz sedimentāciju Eiramerikas kontinenta austrumu daļā vismaz 1700 km plašā joslā.

Šis pētījums izstrādāts Latvijas Universitātes projekta “Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana klimata pārmaiņu kontekstā” un Latvijas Zinātnes padomes finansētā projekta “Plūdmaiņu režīma un klimata ietekme uz vidējā-vēlā devona biotu epikontinentālajā Baltijas paleobasēnā” (Izp-2018/2-0231) ietvaros.

Literatūra

Beznosov, P. 2021. Devonian sections of North Timan: an unexplored geological treasury. *Trigger factors of the evolution of the organic world*. International Scientific Conference, Institute of Geology, Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Blakey, R. 2016. Global Paleogeography and Tectonics in Deep Time. Colorado Plateau Geosystems, Inc.: <http://deeptimemaps.com/global-paleogeography-and-tectonics-in-deep-time-series/>

Brand, U., Legrand-Blain, M., Steel, M., 2004. Biochemostratigraphy of the Devonian-Carboniferous boundary global stratotype section and point, Griotte Formation, La Serre, Montagne Noire, France. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, **205**, 337-357.

Brugger, J., Hofmann, M., Petri, S., Feulner, G. 2019. On the sensitivity of the Devonian climate to continental configuration, vegetation cover, orbital configuration, CO₂ concentration, and insolation. *Paleoceanography and Paleoclimatology*. **34**, 8, 1375-1398.

Bukovska, I., Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ. 2014. Sedimentology and taphonomy of the Frasnian-Famennian boundary beds in the Kalnamuiža vertebrate fossil site. *Geologija*, **56**, 1(85), pp. 10.

Burrow, C., Turner, S. 2012. Fossil fish taphonomy and the contribution of microfossils in documenting Devonian vertebrate history. In Talent, J.A. (ed.) *Earth and Life. Global Biodiversity, Extinction Intervals and Biogeographic Perturbations Through Time*. Springer Science, 189-223.

De Vleeschouwer, D., Da Silva, A.C., Boulvain, F., Crucifix, M., Claeys, P., 2012. Precessional and half-precessional climate forcing of Mid-Devonian monsoon-like dynamics. *Climate of the Past*, **8**(1), 337–351.

De Vleeschouwer, D., Crucifix, M., Bounceur, N., Claeys, P. 2014. The impact of astronomical forcing on the Late Devonian greenhouse climate. *Global and Planetary Change*, 120: 65-80.

Haq, B. U., Schutter, S. R., 2008. A chronology of Paleozoic sea-level changes. *Science*, **322**, 64-68.

Joachimski, M., Breisig, S., Buggisch, W., Talent, J., Mawson, R., Gereke, M., Morrow, J., Day, J., Weddige, K. 2009. Devonian climate and reef evolution: Insights from oxygen isotopes in apatite. *Earth and Planetary Science Letters*, **284**, 599–609.

Johnson, M. A., Belderson, R. H. 1969. The tidal origin of some vertical sedimentary changes in epicontinental seas. *The Journal of Geology*, **77** (3), 353-357.

Lebedev, O., Lukševičs, E. 2017. *Glyptopomus bystrowi* (Gross, 1941), an “osteolepidid” tetrapodomorph from the Upper Famennian (Upper Devonian) of Latvia and Central Russia. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, **97**, 615-632.

Lebedev, O., Lukševičs, E. 2018. New materials on *Ventalepis ketleriensis* Schultze, 1980 extend the zoogeographic area of a Late Devonian vertebrate assemblage. *Acta Geologica Polonica*, **68**, 437–454.

Lukševičs, E., Ahlberg, P. E., Stinkulis, Ģ., Vasiļkova, J., Zupiņš, I. 2011. Frasnian vertebrate taphonomy and sedimentology of macrofossil concentrations from the Langsēde Cliff, Latvia. *Lethaia*, **45**, 356-370.

Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., Mūrnieks, A., Popovs, K. 2012. Geological evolution of the Baltic Artesian Basin. *Highlights of groundwater research in the Baltic Artesian Basin*. Edited by Dēliņa, A. et al. University of Latvia, 7-52.

- Mitchell, A. J., Allison, P. A., Gorman, G. J., Piggott, M. D., Pain, C. C. 2011. Tidal circulation in an ancient epicontinental sea: The Early Jurassic Laurasian Seaway. *Geology*, **39** (3), 207-210.
- Pontén, A., Plink-Björklund, P. 2007. Depositional environments in an extensive tide-influenced delta plain, Middle Devonian Gauja Formation, Devonian Baltic Basin. *Sedimentology*, **54**, 969-1006.
- Pontén, A., Plink-Björklund, P. 2009. Regressive to transgressive transits reflected in tidal bars, Middle Devonian Baltic Basin. *Sedimentary Geology*, **218**, 48–60.
- Scotese, C. R., 2014. *Atlas of Devonian Paleogeographic Maps*, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, volume 4, The Late Paleozoic, Maps 65-72, Mollweide Projection, PALEOMAP Project, Evanston, IL.
- Tānavsuu-Milkeviciene, K., Plink-Björklund, P. 2009. Recognizing tide-dominated versus tide-influenced deltas: Middle Devonian strata of the Baltic Basin. *Journal of Sedimentary Research*, **79**, 887–905.
- Tovmašjana, K. 2013. *Nogulumu sedimentācijas apstākļi plūdmaiņu kontrolētā transgresīvā baseinā: Baltijas devona Rēzeknes un Pērnavas reģionālie stāvi*. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga, LU, 88 lpp.
- Vasiļkova, J., Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., & Zupiņš, I. 2012. Taphonomy of the vertebrate bone beds from the Klūnas fossil site, Upper Devonian Tērvete Formation of Latvia. *Estonian Journal of Earth Sciences*, **61**, 2, 105-119.
- Иванов, А. О., Лукшевич, Э. В., Стинкулис, Г. В., Товмашян, К. А., Зупиньш, И. А., Безносков, П. А. 2006. Стратиграфия девонских отложений Андомской горы. В кн.: *Проблемы геологии и минералогии*, Сыктывкар, с. 385-396.
- Куршс, В. М. 1992. *Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле*. Рига, Зинатне, 208 с.

Nepublicētā literatūra

- Ҷеирпәне, L. 2018. Devona Šķerveļa svītas dolokrēti atsegumos Ventas un Šķerveļa krastos. Maģistra darbs. Rīga, LU, 94 lpp.
- Lagzdiņa, G. 2020. Augu darbības pazīmes vidējā devonā Latvijā. Maģistra darbs. Rīga, LU, 64 lpp.
- Mačute, S. 2019. Akantožu (Acanthodei) atliekas no Latvijas augšējā devona siliciklastiskiem nogulumiem. Maģistra darbs. Rīga, LU, 143 lpp.
- Pipira, D. 2015. Subaerālās atsegšanās notikumu pazīmes un veidojumi devona slāņkopā Latvijā. Promocijas darbs ģeoloģijas doktora grāda iegūšanai. Rīga, LU, 134 lpp.

LATVIJA UZ EIROPAS INOVĀCIJU STRATĒGIJAS IEVIEŠANAS SLIEKŠŅA BIOAUDZVEIDĪBAS ILGTERMIŅA IZMAIŅU PĒTĪJUMOS

Viesturs Melecis, Gunta Sprinģe

LU Bioloģijas institūts, LU Ģeogrāfijas un Vides zinātņu fakultāte,

e-pasts: viesturs.melecis@lu.lv, gunta.springe@lu.lv

Biodaudzveidības izmaiņu ilgtermiņa pētījumi saskaras ar virkni problēmu. Tās saistītas ar pētījumu vietas un parauglaukumu izvēli telpiski heterogēnu ainavu ekosistēmu apstākļos, paraugu skaita, ievākšanas laika un biežuma izvēli, jo pētījumu mērķis ir nevis lokālu, bet gan reģionālu izmaiņu raksturošana. Šī mērķa sasniegšanai nereti nepieciešamas ļoti lielas paraugkopas. Ņemot vērā milzīgo sugu daudzveidību, ar kuru jāsasaskaras pētniekam un to, ka

sugu, it īpaši bezmugurkaulnieku, noteikšanai nepieciešams iesaistīt augsti kvalificētus ekspertus, sugu daudzveidības ilgtermiņa izmaiņu pētījumi ir ļoti darbietilpīgi un relatīvi dārgi.

Viens no galvenajiem Eiropas ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkla konsorcija mērķiem ir izstrādāt vienotu Viseiropas biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumu stratēģiju un izveidot pētījumiem nepieciešamo infrastruktūru. Kopš 2016.gada darbs pie šo mērķu īstenošanas notiek jau četru secīgu HORIZON2020 projektu ietvaros, kuros piedalās arī Latvijas Universitāte. Pašreiz aktivitātes notiek divos projektos eLTER PLUS, “eLTER Advanced Community Project” un eLTER PPP, “eLTER Preparatory Phase Project”, kuru izpilde turpināsies līdz 2025.gadam. Viens no eLTER PLUS projekta mērķiem ir biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumu parametru izvēle un vienotas metodikas izstrādāšana. Līdz šim vairumā LTER dalībvalstu, tai skaitā arī Latvijā, biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumi notikuši, izmantojot tradicionālās metodēs. Lielu pētījumu vietu, tai skaitā LTSER platformu, kas Latvijā pārstāvēta ar Engures ezera sateces baseinu, veģetācijas pētījumos pamatā izmantoti esošo kartogrāfisko materiālu, piemēram mežaudžu plānu, digitalizācija (Medene, 2012). Tālīzpētes metožu izmantošana ir fragmentāra (Vīksne, 1997; Auniņš et al. 2000; Brižs, 2012). Veģetācijas uzskaitē izmantota kvadrātu metode (Krautmane, 2010), putnu sugas uzskaitēs izmantotas galvenokārt vizuālā novērojuma metodes, kukaiņu uzskaites veiktas ar entomoloģiskā tīkliņa pļavienu metodi (Melecis et al., 2014). Augsnes dzīvnieku uzskaitē izmantota fototermoelektoru metode (Jucevica, Melecis, 2006). Hidroekosistēmās ūdens paraugi aļģu analīzēm tiek ievākti ar batometra, bentisko organismi – ar gruntssmēlējiem atkarībā no grunts veida. eLTER PLUS projekts paredz tradicionālo metožu aizstāšanu ar inovatīvām metodēm, kuru pamatā ir modernās tehnoloģijas. Augu segas raksturošanai tiks izmantotas tālīzpētes metodes (Wanga, Gamona, 2019; Cavender-Bares et al. 2020), kas mūsdienās dod iespējas atšķirt dominējošās koku sugas, bet mazāka mēroga precīzākai veģetācijas, piemēram zālāju un purvu augāja analīzei paredzēts ieviest dronu tehnoloģijas (Ancin-Murguzur et al., 2020; Doughty et al., 2019). Putnu un, iespējams arī sikspārņu un taisnspārņu (sienāžu, siseņu) sugu daudzveidības analīzēm paredzēts ieviest akustisko signālu reģistrācijas un dešifrēšanas metodes (Hill et al., 2018). Naktstauriņu sugu reģistrācijai uz apgaismotas balta ekrāna virsmas tiek izstrādātas automātiskās optiskās sugu atpazīšanas metodes. Lielo zīdītājdzīvnieku sugu reģistrācijai paredzēts izmantot koku stumbriem piestiprināmas automātiskās foto un video kameras, kādas jau šobrīd pasaulē plaši izmanto. Laika ziņā visietilpīgākajām kukaiņu faunas analīzēm paredzēts izmantot Malēzes lamatas, taču sugu noteikšanai ievāktais materiāls tiks homogenizēts un sugu noteikšanai izmantotas modernās bārkodina metodes. Fundamentālas izmaiņas projektā paredzētas augsnes organismu un ūdens organismu sugu daudzveidības analīzēs, izmantojot e-DNS (*environmental DNA*) metodes. Minētās metodes, rēķinot pēc

izmaksām, ir aptuveni līdzīgas, taču klasisko metožu nomaiņa ar inovatīvajām metodēm daudzos gadījumos dod iespēju nodrošināt novērojumu temporālo nepārtrauktību, palielināt paraugu skaitu, kā arī būtiski samazina darba stundu skaitu, kas pētniekam jāpavada, veicot tīri mehāniskas manipulācijas dabā un laboratorijā, tai skaitā veicot organismu uzskaites un paraugu šķirošanu. Līdz ar to automātiskās reģistrācijas un analīzes metodes ļauj optimizēt pētījumu telpiskās un temporālās shēmas un nodrošināt precīzāku biodaudzveidības komponentu ilgtermiņa izmaiņu vērtējumu.

Izmantotā literatūra

Ancin-Murguzur, F.J., Munoz, L., Monz, C., Hausner, V.H. 2020. Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing*, 6 (1):105–113.

Auniņš, A., Zviedre, E., Brūmelis, G. 2000. Preliminary results of remote sensing based vegetation mapping of Lake Engures (Engure), Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 54, 170-176.

Brižs J. 2012. engures ezera aizauguma novērtējums izmantojot tālīzpētes un ĢIS metodes, Maģistra darbs. Latvijas Universitāte.

Cavender-Bares, J., Gamon, J. A., Townsend, P.A. 2020. *Remote Sensing of Plant Biodiversity*. Springer, (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33157-3>

Doughty, C.L., Cavanaugh, K.C. 2019. Mapping Coastal Wetland Biomass from High Resolution Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery. *Remote Sens.* 11(5), 540; <https://doi.org/10.3390/rs11050540>

Hill, A. P., Prince, P., Piña Covarrubias, E., Doncaster, C. P., Snaddon, J. L., & Rogers, A. (2018). AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *Methods in Ecology and Evolution*, 9, 1199–1211. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12955>.

Juceviča E., Melecis V., 2006. Global warming affect Collembola community: A long-term study. *Pedobiologia*, 50, 2: 177-184.

Krautmane S. 2010. Randu pļavu augu sugu ilgtermiņa dinamika un indikatīvās izmaiņas uz dabisko un antropogēno faktoru fona. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte.

Medene A. 2012. Engures ezera sateces baseina mežu raksturojums. Tēzes. LU 70. Zinātniskā konference. Zemes un vides zinātņu sekcijas apakšsekcija „Ilgtermiņa vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā”.

Melecis, V., Karpa, A., Vilks, K. 2014. Increase in abundance and species richness of flies (Diptera, Brachycera) in the Lake Engure Nature Park, Latvia: effects of climate warming? *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 68, 46-67.

Vīksne J. 1997. *The Bird Lake Engure*. Publ. House “Jāņa sēta”, Rīga

Wanga, R., Gamona, J.A. 2019. Remote sensing of terrestrial plant biodiversity. *Remote Sensing of Environment*, 231, 111218.

NO LIDAR PUNKTU MĀKOŅA LĪDZ RELJEFA MODELIM: IESPĒJAS UN IZAICINĀJUMI

Māris Nartišs

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: maris.nartiss@lu.lv

Sistemātiska Latvijas sauszemes teritorijas aerolāzerskenēšana (LiDAR datu ieguve) ar mērķi iegūt augstas izšķirtspējas reljefa modeli sākās 2013.gadā, lai arī atsevišķas teritorijas ir tikušas skenētas arī senāk. Pirmā visas Latvijas skenēšana tika pabeigta 2019.gadā un 2020.gada jūlijā Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) publiskoja iegūtos LiDAR punktu mākoņus LAS formātā kā atvērtos datus (CC0 licence). Līdz ar noskenētās teritorijas platības pieaugumu nepārtraukti ir pieaugusi interese par šiem datiem. Augušas ir arī prasības no izejas datiem iegūtajiem produktiem – ja reljefa formu raksturošanai pietika ar vienkāršu reljefa modeļu sagatavošanu no zemes virsu raksturojošiem punktiem, tad šobrīd jau lietotāji pieprasa hidroloģiski korektus reljefa modeļus. Šādiem modeļiem var būt dažādi paveidi, kur parasti tiek izšķirti kartogrāfiski koriģēti (angl. *hydro flattened*) un plūsmas koriģēti (angl. *hydro enforced*) reljefa modeļi.

Nepieciešamību pēc koriģēšanas nosaka gan filozofiski, gan praktiski apsvērumi. Pie pirmajiem var pieskaitīt atbildi uz jautājumu „kāds ir zemes virsas augstums ir jāattēlo reljefa modelī vietās, kur uz tās kaut kas atrodas, piemēram, ēka, tilts vai ūdenstilpe“. Atbilde uz šo jautājumu atšķirsies atkarībā no plānotā reljefa modeļa lietojuma. Otrs problēmu loks saistās ar LiDAR punktu mākoņa ieguves tehnoloģiju – no lidojošās platformas izšautais lāzera stars var atstaroties no kāda objekta tā arī nerasniedzot zemi (tilts, ēka, koku zari, lapas u.tml.) vai arī neatstaroties atpakaļ uz uztverošo sensoru (piemēram no ūdens). Atbilstoši punktu mākonī zemes līmenī veidosies datu iztrūkuma apgabali (caurumi), savukārt reljefa modeļu lietotāji sagaida vienlaidus modeli bez caurumiem. Vienkārša caurumu aizpildīšana ar kādu no interpolācijas metodēm labi strādā zem ēkām un kokiem, savukārt ūdeņu teritorijās ir problemātiska, jo iegūtās vērtības var veidot „kalnus“ un „ielejas“ upēs un ezeros. Kartogrāfiski koriģētā reljefa modelī tiek nodrošināts, ka ezeri viscaur ir vienā līmenī, savukārt upēm viscaur ir vienmērīgs kritums pareizā virzienā, kas tiek nodrošināts arī zem tiltiem. Savukārt plūsmas koriģētos modeļos papildus vēl tiek nodrošināts, ka vietās, kur virszemes ūdens plūsma īslaicīgi neatrodas zemes virspusē (piemēram, caurtekas zem autoceļiem), tiek izveidoti mākslīgi pazeminājumi, kas nodrošina korektu ūdensteču kritumu.

Reljefa modeļa kartogrāfiskai koriģēšanai ir nepieciešami precīzi dati par ūdens objektu (upju, ezeru, lielu grāvju, dīķu, ...) atrašanās vietu un formu konkrētās teritorijas skenēšanas laikā. Veicot LĢIA LiDAR datu izpēti tika konstatēts, ka atsevišķās datu lapās ūdens punkti

nav izdalīti (t.i. ezeros esošie punkti ir marķēti kā zeme), citās tie ir marķēti kā elektropārvades līnijas, zāle, krūmi, vai koki, savukārt kā ūdens var būt atzīmētas arī tiltu brauktuves. Tāpat jāņem vērā, ka ūdens punktu izdalīšana ir veikta manuāli pēc citiem datu avotiem un tādēļ ne vienmēr ūdens punktu izplatība sakrīt ar faktiskajām ūdens objekta robežām. Tādēļ LĢIA publiskoto LiDAR punktu mākoņu klasifikāciju nevar izmantot automātiskai kartogrāfiski korektu reljefa modeļu ieguvē.

Zinātniskās literatūras izpēte liecina, ka, lai arī eksistē virkne metožu ūdens punktu un ūdens teritoriju izdalīšanai no LiDAR punktu mākoņiem, to lielākai daļai ir būtiski trūkumi. Piemēram, metodes ir veidotas jūras nodalīšanai no sauszemes (nederēs iekšzemes ūdeņiem), tajās pieņem, ka ūdens līmenis vienmēr ir zemākā apkārtnes daļa (nederēs dīķu kaskādēm), tajās izmanto citus augstas kvalitātes datus u.tml. Papildus grūtības sagādā fakts, ka literatūrā metodes ir aprakstītas, savukārt programmatūra to realizācijai nav pieejama. Pēdējo ierobežojumu vēl vairāk sarežģī prasība, ka metodi jāvar pielietot ar programmatūru, ko var darbināt uz superdatora, jo visu Latvijas teritoriju nosedzošo LiDAR datu kopu var uzskatīt par lielajiem datiem un tās apstrāde ar vienu datoru pieņemami īsā laikā nav iespējama.

2020.gada laikā tika sagatavots jauns LiDAR datu importēšanas rīks GRASS ĢIS vidē (*r.in.pdal*), kas paver iespēju rēķināt dažādus statistiskos rādītājus punktu izkārtojuma, kā arī importēt apstrādei ĢIS vidē ar PDAL veiktas datu priekšapstrādes rezultātus. Apvienojumā ar GRASS ĢIS pievienoto atbalsta vektoru mašīnas (angl. *support vector machine*) rīku, tas paver iespējas sākt mēģināt adaptēt literatūrā aprakstītās metodes Latvijas apstākļiem. Automātiska risinājuma izveide GRASS ĢIS vidē ļautu to darbināt uz superdatora un tādējādi pielietot visai Latvijas teritorijai tādējādi apmierinot pieaugošo pieprasījumu pēc augstas kvalitātes Latvijas reljefa modeļa.

LATVIJAS DABISKIE ZĀLĀJI KĀ SOCIĀLI-EKOLOĢISKA SISTĒMA EIROPAS SAVIENĪBAS BOREĀLĀ BIOĢEOGRĀFISKĀ REĢIONA KONTEKSTĀ

**Solvita Rūsiņa¹, Līga Dziedule², Marta Ancāne¹, Liene Brizga-Kalniņa³,
Madara Krūzmane¹**

¹ LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: solvita.rusina@lu.lv

² Agroresursu un ekonomikas institūts, e-pasts: liga.dziedule@arei.lv

³ Latvijas Dabas fonds e-pasts: liene.brizga@ldf.lv

Neraugoties uz zemo ražīgumu salīdzinājumā ar lauksaimnieciski uzlabotiem zālājiem, dabiskie un daļēji dabiskie zālāji joprojām ir svarīgs lopbarības avots augstas dabas vērtības lauksaimniecības zemēs Eiropā (Paracchini et al., 2009). Papildus lopbarības ražošanai un

bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai šos zālājus arvien vairāk novērtē par citiem to ekosistēmu pakalpojumiem, piemēram, oglekļa piesaisti, kultūras mantojumu, selekcijas resursu u.c. (Bengtsson et al., 2019). Neskatoties uz to, dabisko zālāju platība, bioloģiskā daudzveidība un ekoloģiskā noturība visā Eiropā arvien sarūk (EEA, 2020).

Eiropas Savienības boreālā biogeogrāfiskā reģionā Latvijas apsaimniekotie daļēji dabiskie zālāji (turpmāk tekstā lietots *dabiskie zālāji* saskaņā ar zinātniskās valodas tradīciju) veido aptuveni 7% no kopējās apsaimniekoto dabisko zālāju platības šajā reģionā. No otras puses, līdzīgi kā Lietuvā un Igaunijā, Latvijā ir liels īpatsvars ar ilggadīgiem zālājiem (60-70% no kopējās zālāju platības), kamēr Ziemeļvalstīs dominē aramzemēs sētie zālāji. Zviedrijā to ir 71%, bet Somijā pat 97% no kopējās zālāju platības valstī (Herzon et al., 2021). Tādēļ kopumā Baltijas valstis un Latvija ir nozīmīga šī reģiona zālāju ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanā, kā to pierāda arī nesenie pētījumi reģiona dabisko zālāju ekosistēmu pakalpojumu apzināšanā, kartēšanā, novērtēšanā un plānošanā (Villoslada et al., 2018; 2019; Vinogradovs et al., 2020).

Neatkarīgi no galvenā apsaimniekošanas mērķa (lauksaimnieciskā ražošana vai sabiedriskais labums) dabiskie zālāji ir atkarīgi no konkrētu sabiedrības dalībnieku aktīvas darbības, un tāpēc tos var definēt kā sociāli-ekoloģiskas sistēmas (Herzon et al., 2021). Dabisko zālāju kontekstā pamatvienība sociālās un ekoloģiskās sistēmas (SES) hierarhijā (Virapongse et al., 2016) ir saimniecība, kas ietver zālājus kā ekoloģisku apakšsistēmu un saimniecību kā sociālo apakšsistēmu. Lai atbalstītu sociāli-ekoloģisku sistēmu pastāvēšanu, ir jāizprot to vieta lauku saimniecību un ainavu kontekstā, kā arī dažādie aspekti, kas saistīti ar ražošanu, ekonomiku, sabiedrības uztveri, kultūras vērtībām un ekoloģiju.

Sadarbībā ar pārējo ES boreālā biogeogrāfiskā reģiona valstu dabisko zālāju pētniekiem apzināts līdzšinējais sociāli-ekoloģisko sistēmu izpētes līmenis un secināts, ka pētītajā reģionā vēl joprojām ir tikai nedaudzi starpdisciplināri un multidisciplināri pētījumi, kas saista sociālās un dabas zinātnes, un tie veikti Ziemeļvalstīs (Herzon et al., 2021). Pieprasījums pēc šādiem pētījumiem ir it īpaši liels saistībā ar līdzdalības pārvaldības ieviešanu dabas resursu, tajā skaitā, dabisko zālāju, apsaimniekošanā un pārvaldībā. Latvijā šādā virzienā pētījumi tikai uzsākti, un līdz šim tiem ir bijis vairāk lietišķs raksturs, kā arī tie veikti nevis zinātnisku, bet lietišķu projektu ietvaros. Tādi ir, piemēram, projekti „Integrēta plānošanas pieeja zālāju dzīvotspējai (LIFE Viva Grass, LIFE13 ENV/LT/000189), „Alternatīvas biomasas izmantošanas iespējas zālāju bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu uzturēšanai” (LIFE GRASSSERVICE). Nozīmīgu ieguldījumu dabisko zālāju kā sociāli-ekoloģisku sistēmu atpazīstamībā kopumā sabiedrībā ir devis ES LIFE programmas finansēts projekts “Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana (GrassLIFE,

LIFE16NAT/LV/262), kura ievaros izvērsta līdz šim Latvijā plašākā informatīvā kampaņa par dabisko zālāju vērtībām, apsaimniekošanu un saglabāšanu (Grasslife, 2021).

Taču, lai apturētu Latvijas dabisko zālāju izzušanu un panāktu sociāli ekoloģisku noturību lauku saimniecību līmenī, nepieciešami tieši nacionālā kontekstā veikti zinātniski pētījumi, kas vērti uz dabisko zālāju funkcionēšanu un ilgtspējīgu apsaimniekošanu virzošo faktoru izpēti sociālo un ekoloģisko procesu saskarnē. Nepieciešama padziļināta šo hierarhiski sarežģīto sociāli-ekoloģisko sistēmu izpratne, ko var panākt tikai ar sistemātiskiem biofizikālo un sociālo aspektu iekļaujošiem pētījumiem (McGinnis, Ostrom, 2014).

Izmantotā literatūra

- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., O'Farrell, P. J., Smith, H. G., Lindborg, R. (2019). Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10(2): e02582. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
- EEA, 2020. *State of nature in the EU. Results from reporting under the natura directives 2013-2018*. European Environment Agency.
- Herzon, I., Raatikainen, K., Wehn, S., Rūsiņa, S., Helm, A., Cousins, S.A.O., Rašomavičius, V. (2021). Semi-natural habitats in boreal Europe: a rise of a socioecological research agenda. *Ecology and Society* 26(2): 13.
- Grasslife, 2021. Visas kampaņas. Interneta vietne: <https://grasslife.lv/kampanas/> (skatīts 23.11.2021)
- McGinnis, M.D., E. Ostrom. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19,2: 30.
- Paracchini, M.L., Bamps, C., Petersen, J.-E., Hoogeveen, Y., Burfield, I., van Swaay, C. (2009). Identification of high nature value farmland at the EU27 level on the basis of land cover and biodiversity data. pp. 53–56. In: P. Veen, R. Jefferson, J. de Smidt and J. van der Straaten (eds.). *Grasslands in Europe of High Nature Value*. KNNV Publishing, Zeist.
- Villoslada, M., Vinogradovs, I., Ruskule, A., Veidemane, K., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., Sepp, K., Gulbinas J. (2018). A multitiered approach for grassland ecosystem services mapping and assessment: The Viva Grass tool. *One Ecosystem* 3: e25380.
- Villoslada, M., Ward, R.D., Bunce, R.G.H., Sepp, K., Kuusemets, V., Luuk, O. (2019). Country-scale mapping of ecosystem services provided by semi-natural grasslands. *Science of the Total Environment*, 661: 212-225.
- Vinogradovs, I., Viloslada, M., Nikodemus, O., Ruskule, A., Veidemane, K., Gulbinas, J., Morkvenas, Ž., Kasparinskis, R., Sepp, K., Järv, H., Jaak, K., Zariņa, A., Brūmelis, G., Dotas, A., Kryžanauskas, a. (2020). Integrating ecosystem services into decision support for management of agroecosystems: Viva Grass tool. *One Ecosystem*, 5, e53504. DOI: 10.3897/oneeco.5.e53504.
- Virapongse, A., Brooks, S., Metalf, E.C., Zedalis, M., Gosz, J., Kliskey, A., Alessa, L. (2016). A social-ecological systems approach for environmental management. *Journal of Environmental Management*, 178: 83-91.

ZIEMAS UN VASARAS TEMPERATŪRAS REKONSTRUKCIJA VIDZEMES AUGSTIENEI PĒDĒJIEM 14 600 GADIEM

Normunds Stivriņš, Māris Nartišs

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Ģeogrāfijas nodaļa, e-pasts: normunds.stivrins@lu.lv,
maris.nartiss@lu.lv

Klimats tieši vai netieši ir ietekmējis visas ekosistēmas ne tikai pagātnē, bet arī nākotnē. Nākotnes klimata izmaiņu scenāriji balstās uz dažādu klimatisko modeļu rīkiem, kuru pareizība (prognozētspēja) tiek pārbaudīta, izmantojot pagātnes rekonstrukcijas. Līdz ar to joprojām saglabājas nepieciešamība pēc turpmākiem pagātnes klimata pētījumiem, kuri balstītos uz fosilo un mūsdienu putekšņu datiem. Kaut arī pagātnes klimata izmaiņas un vides apstākļi nav tieši nākotnes analogi, tie sniedz ieskatu kāda situācija bijusi agrāk kādā reģionā, kas jau ļauj izteikt aptuvenas prognozes vai secinājumus par dažādiem saistītajiem procesiem. Šī pētījuma mērķis bija rekonstruēt ziemas un vasaras temperatūras Vidzemes augstienei pēdējiem 14 600 gadiem.

Gaisa temperatūru rekonstrukcijas izstrādātas, vadoties pēc uniformitārisma principa, kurš nosaka, ka pagātnē notikušie procesi un likumsakarības bijušas tādas pašas, kā šodien. Rekonstrukciju veikšanai izmantoti visi galvenie un nepieciešamie ievades dati – informācija par mūsdienu putekšņu sastāvu dažādos klimatiskajos reģionos un fosilo putekšņu dati no Āraišu ezera. Līdz ar to, uz putekšņiem balstītā gaisa temperatūru rekonstrukcijā izmanto informāciju par mūsdienu veģetācijas izplatību, veicot mūsdienu klimata datu pārkalibrēšanu un šo datu kopu attiecināšanu uz pagātnes sugu sastāvu (Chevalier et al., 2020; Fick et al., 2017). Mūsdienu informācija par putekšņu, veģetācijas un klimata parametriem iegūšana veikta Latvijas teritorijā, kura pēc tam integrēta Eirāzijas mūsdienu putekšņu datu bāzē (Davies et al., 2020). Fosilie putekšņu dati analizēti no Āraišu ezera nogulumiem, kuri sākuši uzkrāties pirms 14 600 gadiem (Stivrins et al., 2019). Izmantojām *boosted regression tree-based* (BRT) mašīnmācīšanās metodi (Salonen et al., 2018).

Rekonstrukcijas parāda, ka vidējā vasaras gaisa temperatūra leduslaikmeta beigu posmā (pirms 14600.–11700.gadam) bija robežās no +12 līdz +14 °C un ziemas vidējā gaisa temperatūra no –8 līdz –15 °C. Savukārt, pēdējo 11700 gadu laikā, lielākais gaisa temperatūras pieaugums bijis tieši ziemas temperatūrā, kamēr vasaras gaisa temperatūra palikusi samērā stabila. Rekonstrukcijas Vidzemes augstienei norāda uz līdzīgu klimata izmaiņu situāciju, kāda vērojama mūsdienās un prognozēta nākotnei. Tādējādi pētīt Vidzemes augstienes nogulumus, laikā, kad ziemas gaisa temperatūra paaugstinājās, ir iespējams ielūkoties arī citu procesu attīstības dinamikā un izteikt iespējamās prognozes par šo procesu trajektoriju jau tuvā nākotnē.

Pētījums finansēts no LU ĢZZF projekta “Cilvēku resursu piesaiste zinātnisko pētījumu attīstībai zemes un vides zinātnēs (Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana klimata pārmaiņu kontekstā)” un LZP 2020/2-0060 “Putekšņu un citu mikroskopisko atlieku references tīkla izveide Latvijas teritorijai – fundamentāls pamats klimata, ainavas, veģetācijas un ūdens kvalitātes rekonstrukcijām un modelēšanai”.

Literatūra

- Chevalier, M., et al., 2020. Pollen-based climate reconstruction techniques for late Quaternary studies. *Earth-Science Reviews*, **210**, pp. 103384.
- Davies, B.A.S., et al. 2020. The Eurasian Modern Pollen Database (EMPD), version 2. *Earth System Science Data*, **12**, pp. 2423-2445.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **37** (12), pp. 4302-4315.
- Salonen, J.S., Helmens, K.F., Brendryen, J., Kuosmanen, N., Väiliranta, M., Goring, S., Korpela, M., Kylander, M., Philip, A., Pliik, A., Renssen, H., Luoto, M., 2018. Abrupt high-latitude climate events and decoupled seasonal trends during the Eemian. *Nature Communications*, **9**, pp. 2851.
- Stivrins, N., Cerina, A., Gaļka, M., Heinsalu, A., Lōugas, L., Veski, S., 2019. Large herbivore population and vegetation Dynamics 14,600-8300 years ago in central Latvia, northeastern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **266**, pp. 42-51.

EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU POTENCIĀLA SADALĪJUMA SCENĀRIJU ANALĪZE MARGINĀLĀS AGROEKOSISTĒMĀS MOZAIKVEIDA AINAVĀ

Ivo Vinogradovs, Oļģerts Nikodemus, Andris Avotiņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e_pasts: ivo.vinogradovs@lu.lv,

olgerts.nikodemus@lu.lv, andris.avotins@lu.lv

Zemes izmantošanas maiņa lauksaimnieciski marginālās mozaikveida ainavās ir sarežģīts process, kuru nosaka savstarpēji mijiedarbojošies ekonomiskie, vides un sociālie faktori, kas bieži vien ir saistīti ar sociālajām un ekonomiskajām problēmām lauku apvidos. Iepriekšējos pētījumos (piem. Vinogradovs et al., 2018, Nikodemus et al. 2005) ir identificēti lauksaimniecības zemju pamešanas – dominējošās zemes izmantošanas maiņas marginālās novietojumos, virzītājspēki un ir novērtēts ekosistēmu pakalpojumu potenciāls agroekosistēmās (Villoslada et al., 2018; Vinogradovs et al., 2020). Lauksaimniecībā izmantojamās zemes pamešana noved pie ainavas homogenizācijas un polarizācijas un tai raksturīgā mozaikveida raksta zaudēšanas, kas ir izteikti atkarīgs no ekstenzīvas lauksaimniecības prakses. Šis process ir saistīts gan ar bioloģiskās daudzveidības samazināšanos, gan ar ekosistēmu pakalpojumu potenciāla izmaiņām.

Mūsu pētījums ir balstīts uz vietas studijām Vidzemes augstienes rietumu daļā. Tajā ir izstrādāti 3 skaidrojošie scenāriji - a) scenārijs “viss kā parasti”, kur zemes izmantošanas izmaiņas tiek prognozētas, pamatojoties uz novērtēto virzītājspēku statistisku analīzi; b) scenārijs “bez subsīdijām”, kad tiek modelēta situācija, kad lauksaimnieciskai darbībai jāstenojas bez valsts atbalsta un c) “maksājumi par ekosistēmas pakalpojumiem”, kur atbalsta maksājumi ir atkarīgi no plaša vidi regulējošo pakalpojumu nodrošinājuma. Scenāriju “b” un “c” scenāriji ir balstīti uz zemes īpašnieku aptaujas rezultātiem un ekspertu vērtējumiem. Pētījuma galvenie rezultāti norāda, ka, lai arī analizējot strukturālās izmaiņas var secināt, ka pētījuma teritorijā norit zemes izmantošanas de-intensifikācija, tomēr, pētot ekosistēmu pakalpojumu sadalījuma izmaiņas, ir novērojama lauksaimniecības prakšu relatīva intensifikācija un vidi regulējošo pakalpojumu ar augstu vērtību samazināšanās (“a” scenārijs); “b” scenārijā, kas ir saistāms gan ar relatīvi lielu, lauksaimniecībai mazāk piemērotu teritoriju pamešanu, gan lauksaimniecības intensifikāciju auglīgākās augsnēs un pieejamākos novietojumos, kas rezultētos ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma auksto punktu plašākā izplatībā un ar bioloģisko daudzveidību saistīto pakalpojumu samazināšanos. “C” scenārijs norāda uz vidi regulējošo pakalpojumu nodrošinājuma pieaugumu, tomēr ir saistāms ar kompromisu palielināšanos ar produktivitāti saistīto pakalpojumu kopā, kas būtu novēršama ar augstākas pievienotās vērtības lauksaimniecisko produktu ražošanu. Pētījumā veiktā scenāriju analīze par izmaiņām ekosistēmas pakalpojumu piedāvājuma potenciālā, atklājot aukstos / karstos punktus, kā arī kompromisus un sinerģijas starp ekosistēmu pakalpojumiem, spēj nodrošināt papildus kritērijus lēmumu atbalstam gan lauksaimniecības politikā, gan teritorijas un zemes izmantošanas plānošanā.

Literatūra

- Nikodemus, O., Bell, S., Grīne, I., Liepiņš, I. 2005. The impact of economic, social and political factors on the landscape structure of the Vidzeme Uplands in Latvia. *Landscape and Urban Planning*, 70 (1-2), pp. 57-67.
- Villoslada, M., Vinogradovs, I., Ruskule, A., Veidemane, K., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., ... & Gulbinas, J. 2018. A multitiered approach for grassland ecosystem services mapping and assessment: The Viva Grass tool. *One Ecosystem*, 3, e25380.
- Vinogradovs, I., Nikodemus, O., Elferts, D., & Brūmelis, G. 2018. Assessment of site-specific drivers of farmland abandonment in mosaic-type landscapes: A case study in Vidzeme, Latvia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 253, pp. 113-121.
- Vinogradovs, I., Villoslada, M., Nikodemus, O., Ruskule, A., Veidemane, K., Gulbinas, J., ... & Kryžanauskas, A. 2020. Integrating ecosystem services into decision support for management of agroecosystems: Viva Grass tool. *One Ecosystem*, 5, e53504.

Aerobiology, climate change and Covid-19

THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL DRIVERS ON THE SEASONAL GRASS POLLEN DYNAMICS IN THE INNER PART OF THE ANATOLIAN PENINSULA

Aydan Acar Şahin

Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Turkey,
e-mail: aydanacar24@gmail.com

Grass pollen allergy is one of the most serious pollen allergies affecting large parts of the human population in global scale. The grass pollen season itself is exceptional since it is caused by the flowering of numerous grass species. Therefore, they present unique profiles of allergenicity, which are speculated to have a significant role and impact on grass pollen sensitization profiles for the allergy sufferer (Kmenta et al. 2016). However, grass pollen season is spatially dependent of the environmental conditions (Alan et al. 2018, Rojo et al. 2020). Thus, the major aims were not only to examine the interactions of airborne Poaceae pollen loads with a set of meteorological factors and air pollutants but also compare the pollen seasons dynamics among the years in the central part of the Anatolian Peninsula in the present study. Airborne pollen sampling was performed using a 7-day Hirst type volumetric spore trap for the years between 2017 and 2020. The pollen data obtained is following the minimum recommendations (Galán et al. 2014). Spearman's correlation test and the multiple regression analysis were performed to determine the relations between the pollen concentrations, meteorological and air pollution indices as environmental variables. As a result, the highest SPIn was recorded in 2018, while it was lowest in 2017. Cumulated mean daily temperatures in 2018, caused the earliest peak concentration among the studied years. The high risky day numbers were determined as 12 days for 2018 ($>50 \text{ p/m}^3$) and 3 days for 2017 and only 1 day for 2019. Among the years, 2017 was come forward significantly from the other years based on the daily pollen curve pattern. Daily temperature values (mean, max, min), relative humidity, wind speed and direction were the climatic factors influencing the daily airborne pollen concentrations. Moreover, the presence of air pollutants such as ozone, PM_{10} , CO , SO_2 and NO_2 were significantly related to the pollen loads in the air. However, multiple regression models could have only explained little part of the total variance. Consequently, while evaluating the pollen release dynamics, it is strongly recommended that the multidimensional approach should be taken action. Field observations in the Anatolian steppe vegetation, such as phenology records

should be done for not only revealing the flowering periods of different grass species but also interpreting the pollen dynamics via more reliable biological models in further studies.

References

- Alan Ş., Şahin A. A., Sarişahin T., Şahin S., Kaplan A., & Pınar N. M. (2018). The effect of geographical and climatic properties on grass pollen and Phl p 5 allergen release. *International journal of biometeorology* 62(7): 1325-1337.
- Galán C., Smith M., Thibaudon M., Frenguelli G., Oteros J., Gehrig R., ... & EAS QC working group. (2014). Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. *Aerobiologia* 30(4): 385-395.
- Kmenta M., Bastl K., Kramer M. F., Hewings S. J., Mwange J., Zetter R., & Berger U. (2016) The grass pollen season 2014 in Vienna: a pilot study combining phenology, aerobiology and symptom data. *Science of the Total Environment* 566: 1614-1620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.059>
- Rojo J., Picornell A., Oteros J., Werchan M., Werchan B., Bergmann K. C., ... & Buters, J. (2021). Consequences of climate change on airborne pollen in Bavaria, Central Europe. *Regional Environmental Change* 21(1): 1-13.

SENTINEL-2 SATELLITE SHOWS THAT LOCAL CEREAL HARVESTING SUBSTANTIALLY CONTRIBUTES TO PEAK *ALTERNARIA* SPORE CONCENTRATIONS IN CENTRAL-NORTHERN EUROPE

**Godfrey P. Apangu^{1*}, Beverley Adams-Groom¹, Jack Satchwell², Catherine H. Pashley²,
Małgorzata Werner³, Maciej Kryza³, Mariusz Szymanowski³, Małgorzata Malkiewicz⁴,
Nicolas Bruffaerts⁵, Lucie Hoebeke⁵, Agnieszka Grinn-Gofroń⁶, Łukasz Grewling⁷,
Nestor Gonzalez Roldan^{h,i}, Gilles Oliver^j, Charlotte Sindt^j, Andrea-Pil Holm^k,
Carsten A. Skjøth¹**

¹School of Science and the Environment, University of Worcester, UK

²Department of Respiratory Sciences, Institute for Lung Health, University of Leicester, UK

³Faculty of Earth Sciences and Environmental Management, University of Wrocław, Poland

⁴Laboratory of Paleobotany, Department of Stratigraphical Geology, Institute of Geological Sciences,
University of Wrocław, Poland

⁵Mycology & Aerobiology, Sciensano, Belgium

⁶Institute of Biology, University of Szczecin, Poland

⁷Laboratory of Aerobiology, Department of Systematic and Environmental Botany, Faculty of Biology,
Adam Mickiewicz University, Poznan, Poland

⁸Division of Biofunctional Metabolites and Structures, Research Center Borstel, Leibniz Lung Center,
German Center for Lung Research (DZL), Airway Research North (ARCN), Germany

⁹German Pollen Information Service Foundation, Berlin, Germany

¹⁰RNSA, Brussieu, France

¹¹Asthma-Allergy, Denmark

Alternaria is a plant and animal pathogen and human aeroallergen. Cereal harvesting emits large amount of *Alternaria* spores into the atmosphere. However, estimating the peak spore periods from large areas is often a challenge because of insufficient observation stations. The purpose of this study was to examine, using remote sensing, the contribution of cereal harvesting to peak *Alternaria* spore concentrations for the period 2016-2018. Sentinel-2 satellite imagery alongside corine land cover 2018 (CLC2018) and Eurostat data on cereal production were integrated to map the potential sources contributing to the peak of *Alternaria* spore concentrations at 12 central-northern European sites. Ground truth cereal harvesting at Worcester and meteorological data for all sites were examined for their effect on daily *Alternaria* spore concentrations. Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) backward trajectory and dispersion modelling was used to simulate the dispersion and deposition of the spores from the air masses. The results showed that minimum NDVI values of agricultural areas were detected at a time when intensive harvesting happened and this coincided with a rapid increase of *Alternaria* spore concentrations. Furthermore, local agricultural areas cultivated with cereals were the main sources of the peak *Alternaria* spore concentrations in all the study sites. Remote sources also potentially contributed to the peak *Alternaria* spore concentrations. Natural sources, e.g. pastures, grasslands and green urban areas, to a lesser extent, also contributed to the peak spore concentrations at some sites, e.g. Borstel, Leicester and Worcester. Temperature and precipitation during the harvesting periods (Jul and Aug) were found to significantly contribute to the peak spore concentrations. Overall, the study showed that it is possible to estimate periods of peak *Alternaria* spore concentrations over large areas using Sentinel-2 satellites. This approach can be replicated for other bioaerosols that affect health, agriculture and forestry.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON FUNGAL SPORES' SEASON IN UKRAINE

Mykyta Bortnyk^{1,2}, Victoria Rodinkova¹

¹National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine, mykytabortnyk@gmail.com,
rodinkova@vnmu.edu.ua

²Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsya, Ukraine, mykytabortnyk@gmail.com

Processes of climate change promote alterations in the timing of plant pollination. These processes are being more and more notable in the most countries including Ukraine. Thus, up to date a lot of information about these changes is at the scientists' disposal. However, data about spores season and its change is scarce while long-term and comprehensive monitoring

of the air spora is not carried out by many aerobiological stations in the world. One of the stations, which records a data about concentrations of fungal spores for more than 10 years, is located in Vinnytsya, Ukraine. Thus, the aim of our study was to track spore-associated season changes and predict their further patterns.

Observations of spore seasons were carried out in the years 2009-2020 by volumetric sampling. Burkard trap of a Hirst type was placed on the roof of the chemical building of the National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine at the 25 m above ground of the relative altitude.

Spores count was done by the method of three horizontal transects in the years 2009-2011 under the magnification of 400 ×. Starting from the year 2012 spores were counted along 12 vertical transects.

Season trends were calculated in the Excel-2016 program.

Acute increase of *Cladosporium* concentrations over the last two seasons – in years 2019 and 2020 – was observed. Against this background, long-time trends demonstrate that *Cladosporium* season tends to start earlier, trends for peak and total spore number is inclining. This is especially true for the autumn time – October and early November, when concentrations of both *Cladosporium* and *Alternaria* spore can exceed clinical thresholds in 2500 and 100 spores/m³ respectively.

Tendencies for *Alternaria* differ from those for *Cladosporium*. The season for these spores tend to start later, peak day does not shift much and its value is stable too. The only significant change of season pattern, which is seen for *Alternaria*, is increase of number of days above clinically significant threshold of 100 spores per cubic meter of air, which are recorded annually. This increase is especially noticeable in autumn, namely in September and in October.

Taking into consideration that in accordance with a data of molecular diagnostics of allergy, more than 20% or seasonal allergy sufferers in Ukraine are sensitive to *Alternaria* spores, its late active season may pose an extra threat for the people with pollinosis.

Thus, perennial trends indicate a prolongation of fungal spores' season. These changes increase the significance of most important aeroallergens in terms of their ability to cause allergy symptoms in autumn – during the period, when concentrations of pollen are not clinically significant. Thus, people, suffering with seasonal allergy may have prolonged exposure to the causal allergens.

In this regard, to deliver accurate information about environmental allergens to the public, the year-round pollen monitoring of bioaerosol should be maintained, including the one performed with automatic devices.

LOCAL AND REGIONAL GRASS POLLEN DISTRIBUTION IDENTIFIED USING HYSPLIT AND STATISTICAL MODELLING APPROACHES

**Carl A Frisk^{1a}, Godfrey P Apangu¹, Geoffrey M Petch¹,
Beverley Adams-Groom¹, Carsten A Skjøth¹**

¹ School of Science and the Environment, University of Worcester, United Kingdom

^a Presenting author, email: C.Frisk@worc.ac.uk

Amongst all aeroallergens grass pollen has the highest rate of allergenic sensitivity in the human population (Akdis and Agache 2014), with fundamental implications for productivity (Crystal-Peters et al. 2000) and quality of life (Šaulienė et al. 2016) for the sufferers. To avoid these issues during the grass pollen season sufferers are recommended to use OTC-drugs (Wallace et al. 2008), immunotherapy (Jutel et al. 2005) or to avoid going out on days with high atmospheric grass pollen levels. However, wind can transport pollen over long distances under optimal conditions (de Weger et al. 2016). Potential grass pollen source areas are normally identified using remote sensing, ground-based surveys or a combination of both. The identification of relevant grass pollen source areas can help to develop dispersal models (Skjøth et al. 2013) and to model pollen exposure (Rodríguez-Rajo et al. 2010). In this study we have investigated potential influences and source areas of grass pollen collected in urban and rural areas using grass vegetation source maps and atmospheric transportation modelling.

Grass pollen was sampled using Burkard Hirst-type pollen traps in 2018 and 2019 from two locations (one urban and one rural) between May and September in the Worcester area of the United Kingdom. These two locations are located 6.5 km apart. From these samples bi-hourly grass pollen concentrations were calculated. Local temperature and precipitation were measured in both locations using the same model of meteorological station. Grass vegetation source areas were isolated from the ‘CEH Land Cover Plus®: Crop’ dataset and replotted to a grid-resolution of 100 m. Atmospheric transport was calculated using HYSPLIT backwards trajectories of 2 h resolution using the ARL format GFS0p25 dataset obtained from NOAA. Source areas likely responsible for each bi-hourly grass pollen datapoint were calculated using the HYSPLIT trajectories. All variables per location were then modelled and analysed using Generalized Linear Mixed Model (GLMER) approaches to identify important influences and distances to source areas.

The GLMER model statistics highlighted differential responses based on the development of the location (urban vs rural environments). For the urban location 20-30 km distance had a positive very significant effect on bi-hourly grass pollen concentrations while closer source areas had no significant effect. Source areas located 30-40 km away had negative very significant effects. For the rural location both 2-10 km and 20-30 km distances

had positive very significant effects on the bi-hourly grass pollen concentrations. Micro-scale source areas (0-2 km) had no effects on either location. The models had high predictability of bi-hourly grass pollen concentrations, with the models having R^2 values of about 53%.

The modelling approaches showcase that high-resolution grass vegetation maps can distinguish grass pollen source areas within a larger region. The combination of atmospheric trajectory modelling and source maps in a modelling approach suggests that source areas further than 30 km away are not likely to contribute grass pollen. At the same time, it also suggests that there are differences in the source area contributions based on the development of the location.

References

- Akdis, C. A., & Agache, I. (2014). *EAACI Global Atlas of Allergy*. Zürich: European Academy of Allergy and Clinical Immunology.
- Crystal-Peters, J., Crown, W. H., Goetzel, R. Z., & Schutt, D. C. (2000). The Cost of Productivity Losses Associated with Allergic Rhinitis. *The American Journal of Managed Care*, 6(3), 373–378.
- de Weger, L. A., Pashley, C. H., Šikoparija, B., Skjøth, C. A., Kasprzyk, I., Grewling, L., et al. (2016). The long distance transport of airborne Ambrosia pollen to the UK and the Netherlands from Central and south Europe. *International Journal of Biometeorology*, 60(12), 1829–1839. <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1170-7>
- Jutel, M., Jaeger, L., Suck, R., Meyer, H., Fiebig, H., & Cromwell, O. (2005). Allergen-specific immunotherapy with recombinant grass pollen allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 116(3), 608–613. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.06.004>
- Rodríguez-Rajo, F. J., Fdez-Sevilla, D., Stach, A., & Jato, V. (2010). Assessment between pollen seasons in areas with different urbanization level related to local vegetation sources and differences in allergen exposure. *Aerobiologia*, 26(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10453-009-9138-2>
- Šaulienė, I., Šukienė, L., Kainov, D., & Greičiuvienė, J. (2016). The impact of pollen load on quality of life: a questionnaire-based study in Lithuania. *Aerobiologia*, 32(2), 157–170. <https://doi.org/10.1007/s10453-015-9387-1>
- Skjøth, C. A., Ørby, P. V., Becker, T., Geels, C., Schlünssen, V., Sigsgaard, T., et al. (2013). Identifying urban sources as cause of elevated grass pollen concentrations using GIS and remote sensing. *Biogeosciences*, 10(1), 541–554. <https://doi.org/10.5194/bg-10-541-2013>
- Wallace, D. V., Dykewicz, M. S., Bernstein, D. I., Blessing-Moore, J., Cox, L., Khan, D. A., et al. (2008). The diagnosis and management of rhinitis: An updated practice parameter. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 122(2 SUPPL.), 1–84. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2008.06.003>

LONG-RANGE TRANSPORT OF ALTERNARIA SPORES TO POLAND

**Łukasz Grewling¹, Donat Magyar², Kazimiera Chłopek³, Agnieszka Grinn-Gofroń⁴,
Julia Gwiazdowska¹, Asad Siddiquee¹, Nicoleta Ianovici⁵, Idalia Kasprzyk⁶,
Magdalena Wójcik⁶, Janka Lafférsová⁷, Barbara Majkowska-Wojciechowska⁸,
Dorota Myszkowska⁹, Victoria Rodinkowa¹⁰, Mykyta Bortnyk^{10,11},
Małgorzata Malkiewicz¹², Krystyna Piotrowska-Weryszko¹³, Aneta Sulborska¹³,
Ondrej Rybniček¹⁴, Jana Ščevková¹⁵, Branko Šikoparija¹⁶, Carsten Ambelas Skjøth¹⁷,
Matt Smith¹⁷, Paweł Bogawski¹⁸**

¹ Laboratory of Aerobiology, Department of Systematic and Environmental Biology, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland, e-mail: grewling@amu.edu.pl;

² National Public Health Institute, Hungary

³ Faculty of Natural Sciences University of Silesia Katowice, Poland

⁴ University of Szczecin, Institute of Biology, Szczecin, Poland

⁵ Faculty of Chemistry, Biology, and Geography, West University of Timisoara, Romania,

⁶ Department of Environmental Monitoring, University of Rzeszów, Rzeszów, Poland

⁷ Department of Environmental Biology, Public Health Office, Banská Bystrica, Slovakia

⁸ Department of Immunology, Rheumatology and Allergy, Medical University of Łódź, Łódź, Poland

⁹ Jagiellonian University Medical College, Department of Clinical and Environmental Allergology, Kraków, Poland

¹⁰ National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine,

¹¹ Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine,

¹² Institute of Geological Sciences, University of Wrocław, Poland

¹³ Department of Botany and Plant Physiology, University of Life Sciences in Lublin, Poland

¹⁴ Paediatric Department, Allergy Unit, Masaryk University and University Hospital Brno, Brno, Czech Republic

¹⁵ Department of Botany, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, Bratislava, Slovakia

¹⁶ BioSense Institute - Research Institute for Information Technologies in Biosystems, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia

¹⁷ School of Science and the Environment, University of Worcester, Worcester, United Kingdom

¹⁸ Laboratory of Biological Spatial Information, Department of Systematic and Environmental Biology, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

The genus *Alternaria* comprises both saprotrophic and endophytic species as well as necrotrophic pathogens with a broad host range. Since *Alternaria* spp. are pathogenic to agricultural crops, the highest concentrations of airborne *Alternaria* spores are predominantly recorded from rural areas. The highest magnitude and the longest *Alternaria* sporulation seasons in Europe are observed in the Pannonian Plain (South-Central Europe) - an important agricultural region. In Poland (Central Europe), the main peak in *Alternaria* spore concentration in the air occurs between July and August. However, episodes of increased

Alternaria spore levels are also recorded in September and October, suggesting a non-local origin of spores. In this study, we test the hypothesis that the Pannonian Plain is the source of *Alternaria* spores recorded in Poland after the main sporulation season.

Airborne *Alternaria* spores (2005-2019) were collected using volumetric Hirst spore traps located in 39 locations along the potential pathways of air masses, i.e., from Serbia and Hungary, through Slovakia and the Czech Republic, to Northern Poland. Potential episodes of long-distance transport of *Alternaria* spores were selected based on the following criteria: (1) Mean daily *Alternaria* spore concentrations >100 spore/m³ recorded in Poznań; (2) Episodes recorded after 15th September; (3) Air masses arrived in Poznań from a southerly direction; (4) high concentrations of *Alternaria* spores (>500 spores/m³) were observed in the Pannonian Plain during these episodes. Back trajectories of air masses containing *Alternaria* spores recorded in Poznań were calculated using the Lagrangian Integrated Trajectory model (HYSPLIT). Analyses were supported by the characterization of synoptic conditions recorded during air mass movements.

In the analyzed period, 121 days with >100 *Alternaria* spores/m³ have been recorded in Poznań after 15th of September. During 44% of these days, air masses arrived from the south-southeast, crossing the Czech Republic or Slovakia, and often originating from the Pannonian Plain. On selected days, the *Alternaria* spore concentrations in Hungary were very high in Budapest in 2010 (>2000 spores/m³), and in Győr in 2016 (~ 10000 spores/m³). During certain episodes, high concentration of *Alternaria* spores were also observed in the Czech Republic (>6000 spores/m³ in Zlaté Hory) and Slovakia (>1000 spores/m³ in Trbava). In addition, an increase in *Alternaria* spore concentration in Poznań were often recorded at unusual times, i.e., deviating from the typical diurnal pattern. For instance, in 2010 the peak in *Alternaria* spores was observed between 2:00-8:00, indicating that non-local spores were recorded in the air. It is worth noting that during selected episodes the presence of non-local *Ambrosia* pollen were also observed in the air.

Our results suggest that *Alternaria* spores can be transported over long distances from the Pannonian Plain to Poland, increasing local exposure to *Alternaria* spores in the receptor area and posing a risk to both human and plants health.

TOWARDS AN INTEGRATED AIR QUALITY INDEX BASED ON CHEMICAL POLLUTANTS AND BIOLOGICAL PARAMETERS

Juan J. Hidalgo-Barquero¹, Raúl Pecero Casimiro², Eduardo Pinilla-Gil¹,
Santiago Fernández Rodríguez³

¹ Department of Analytical Chemistry, Faculty of Sciences, University of Extremadura, 06006 Badajoz, Spain, email: juanjeshb@unex.es; epinilla@unex.es

² Department of Plant Biology, Ecology and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Extremadura, Badajoz, Spain, email: raulpc@unex.es

³ Department of Construction, School of Technology, University of Extremadura, 10003, Cáceres, Spain, email: santiferro@unex.es

Background. Air quality is necessary to balance natural ecosystems and organisms, so scientific studies for improving the knowledge, quantifying and interpreting the factors related to air quality are of great interest. According to the WHO, air quality plays a fundamental role in the health of the population (World Health Organization, 2018) nowadays, since air pollution has harmful effects, especially respiratory ones, on citizens. Chemical pollutants such as ozone, nitrogen oxides, particulate matter, heavy metals or sulphur dioxide cause pulmonary and cardiovascular problems (Zhao et al. 2020), whereas airborne biological particles, such as pollen grains and fungal spores also produce these health problems, primarily affecting the respiratory system developing asthma and rhinitis (Brunekreef et al. 2000; Darrow et al. 2012). So chemical and biological parameters may create synergies aggravating respiratory diseases, primarily the most vulnerable citizens suffering from respiratory allergies. 10-30% of the world's population is estimated to be affected by allergic rhinitis, and more than 300 million by asthma (Albertine et al. 2014).

Several studies on chemical and biological synergic effects on air quality have been developed over the past decades, based on different approaches. Some of them have started from aerobiology foundations by determining the typology and concentration of pollen grains and fungal spores, whereas other researchers have focused on atmospheric chemistry by studying the chemical pollutants present in the air. However, it is essential to consider the studies jointly because both factors may have similar effects on the population. Some researchers have explored this integrated approach, e.g. in recent years, it has been determined that chemical pollutants interact with pollen grains. Chemical pollutants can increase pollen's allergenicity (Frank, U., & Ernst, D., 2016; Plaza, M. P, et al. 2020; Shahali, Y et al. 2009) increasing lung conditions such as asthma, and even causing changes in the morphology and germination of the pollen grain (Wang, X et al. 2015). Our work aims to continue this research approach by analysing chemical and biological air quality parameters, taking

Extremadura (SW Spain), as a case study. We are carrying out different studies on the interrelations and interactions between pollen and spore grains and chemical pollutants, for developing integrated information tools interesting for health authorities, urban designers, urban managers, and the general population. Aside, we aim to explore the properties of pollen as a bioindicator of chemical pollution.

Method. The concentrations of chemical pollutants are obtained from the regional Air Quality Surveillance Network (REPICA). The analytical instruments employed by REPICA apply reference techniques, data validation, and maintenance protocols established by the European Union air quality regulations. Aerobiological information (mainly pollen concentrations) is provided by the Aerobiology Network of Extremadura, based on the pollen grains' sampling carried out using a volumetric aerobiological sampler with Hirst methodology (Hirst, J.M. 1952) The identification and counting of the pollen grains are carried out through optical microscopy. The Relevant meteorological data are provided by the Spanish Meteorological Agency (AEMET). All the information (chemical, aerobiological and meteorological) is correlated to obtain insight about spatial and temporal facts affecting air quality. It is also intended to study the effect of modifications of chemical pollutants on pollen grains. The pollen types derived from the plant species present in the largest cities of the Extremadura region will be studied with this aim.

We expect to obtain models integrating chemical, biological and meteorological parameters to explain aerobiology and atmospheric pollution interactions. Besides, we will derive prediction models if the results are significant. We will also explore morphological and chemical properties of pollen grain level, trying to relate modifications in male sex cells and chemical pollution.

An integrated model to inform health authorities, urban designers, urban managers, and the general population, about an air quality index, informing on spatial distribution and time trends of chemical and aerobiological parameters in urban air. Considering the interactions that occur between the three data sets.

References

- Albertine, J. M., Manning, W. J., DaCosta, M., Stinson, K. A., Muilenberg, M. L., & Rogers, C. A. (2014). Projected Carbon Dioxide to Increase Grass Pollen and Allergen Exposure Despite Higher Ozone Levels. *PLoS ONE*, 9(11), e111712. Doi: 10.1371/journal.pone.0111712
- Brunekreef, B., Hoek, G., Fischer, P., & Spiekma, F. T. M. (2000). Relation between airborne pollen concentrations and daily cardiovascular and respiratory-disease mortality. *The Lancet*, 355(9214), 1517-1518. Doi: 10.1016/s0140-6736(00)02168-1
- Darrow, L. A., Hess, J., Rogers, C. A., Tolbert, P. E., Klein, M., & Sarnat, S. E. (2012). Ambient pollen concentrations and emergency department visits for asthma and wheeze. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130(3), 630-638. Doi: 10.1016/j.jaci.2012.06.020

- Frank, U., & Ernst, D. (2016). Effects of NO₂ and ozone on pollen allergenicity. *Frontiers in plant science*, 7, 91. Doi: [10.3389/fpls.2016.00091](https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00091)
- Hirst, J. M. (1952). An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology*, 39(2), 257–265. Doi: [10.1111/j.1744-7348.1952.tb00904.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1952.tb00904.x)
- Plaza, M. P., Alcázar, P., Oteros, J., & Galán, C. (2020). Atmospheric pollutants and their association with olive and grass aeroallergen concentrations in Córdoba (Spain). *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13. Doi: [10.1007/s11356-020-10422-x](https://doi.org/10.1007/s11356-020-10422-x)
- Shahali, Y., Pourpak, Z., Moin, M., Zare, A., & Majd, A. (2009). Impacts of air pollution exposure on the allergenic properties of Arizona cypress pollens. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 151, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.
- Silva, I., A. F. Muñoz, R. Tormo, M^a A Gonzalo (1999) *El polen en la atmósfera de la ciudad de Badajoz*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres, ISBN 84-7723-322-5
- Wang, X., Zhang, S., Gao, Y., Lü, W., & Sheng, X. (2015). Different heavy metals have various effects on *Picea wilsonii* pollen germination and tube growth. *Plant Signaling & Behavior*, 10(4), e989015. Doi: [10.4161/15592324.2014.989015](https://doi.org/10.4161/15592324.2014.989015)
- World Health Organization (2018) *Air Quality and Health. Data and numbers* [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Zhao, S., Liu, S., Hou, X., Sun, Y., & Beazley, R. (2020). Air pollution and cause-specific mortality: a comparative study of urban and rural areas in China. *Chemosphere*, 127884. Doi: [10.1016/j.chemosphere.2020.127884](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127884).

STUDY OF FUNGAL SPORES ASSOCIATED WITH DIFFERENT TYPES OF POLLEN

Olha Kaminska, Viktoria Rodinkova

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia, Ukraine,
e-mail: hel.kaminska@gmail.com, vikarodi@gmail.com

Plant pollen is the major aeroallergen that causes seasonal allergic reactions, which are registered in 30% of the population. However, it is considered at present that some airborne particles may carry others on their surface. In particular, fungal spores may be present on the surface of pollen grains known for their allergenic properties (Sedghy et al., 2018; Ortega-Rosas et al., 2020; Baldacci et al., 2015). As a result, patients sensitive to pollen allergens may develop a cross-sensitivity to several types of allergens at the same time. Fungi have a complex metabolism, which differs from that of animals and plants. They are heterotrophs capable of living on any substrate, and for its assimilation, they secrete enzymes into their environment and absorb the breakdown products of enzymatic action. The latter, as well as fungal proteins and their spores, can pose an allergenic hazard (Levetin et al., 2016; Zukiewicz-Sobczak, 2013; Simon-Nobbe et al., 2008). As fungi are ubiquitous, they can use for their development different parts of flowering plants. Thus, pollen may be potentially contaminated with fungal spores. Therefore, the aim of our work was to study the possibility

of transferring potentially allergenic fungal spores on the surface of plant pollen grains. After all, when inhaling such fungal spore-contaminated pollen grains, a person can additionally become cross-sensitized to the fungal allergen. Thus, he/she can develop reactions, which were not previously observed.

Pollen from different groups of plants – trees and weeds, namely alder and ragweed, – was selected for the study. These plants respectively are in flower earlier and later than others. Due to the different structure of inflorescences and different life forms of these plants, two separate methods of research and collection of their pollen were developed.

Samples of *Ambrosia* pollen were collected during August and September 2019 in the eastern suburbs of Vinnytsia. Samples were collected in wastelands and near railroad tracks. The cut stems were left to mature in flasks with water in a separate room, where temperature of 18 centdegrees and above was maintained. Pollen fell on a smooth paper placed under the water containers. After sieving, the collected pollen grains were placed in sterile 200 ml containers with tightly closed lids. In total, 10 samples of *Ambrosia* pollen were collected. One of the samples was contaminated with fungi. This was determined by a simple observation of the growth of fungi on it. For further analysis, pollen samples with signs of fungal growth were stained with basic fuchsin and the microscopic samples obtained in this way were analysed under a light microscope with a magnification of 400 ×.

During the second method of analysis of pollen samples, the collected material was cultured on Sabouraud dextrose agar (SDA). Further morphological determination and counting of fungal colonies was performed under a light microscope at magnifications of 4 × and 400 × after the use of 1% lactic acid as a preservative for samples.

Alnus catkins were selected in the Forest Park – part of the forest zone surrounding Vinnytsia, on the shores of Sotskij Lake on March 14, 2020. Sterile gloves were used to reduce possible contamination of the catkins by external factors. Selected samples were placed in sterile containers. Material was taken from 2 trees, three samples from three different points each. It was visually determined that the inflorescences on the first tree (Sample 1) were more mature. While the second, younger tree (Sample 2) had immature aments.

Petri dishes with imprints of cross sections of catkins with pollen were cultured on SDA from 16.03.2020. After germination of fungal spores, further determination of fungal colonies was performed by light microscopy based on their morphological features and at magnifications of 4 ×, 100 × and 400 ×. A preservative, 1% lactic acid, was also used to prepare the samples. Petri dish with prints of sample 1 was analysed on 21.03.2020, with prints of sample 2 – on 20.03.2020.

To determine the level of sensitization of the population to allergens of fungi, alder and ragweed, we used the data of molecular sensitization of 1011 Ukrainian patients obtained using the Alex test (Rodinkova & Yuryev, 2019).

Fungal infection was present in only one sample of ragweed. Dyed raw ragweed pollen contained mainly *Alternaria* spores and, less frequently, *Cladosporium* spores on its surface. After growing pollen samples on SDA, 78 fungal colonies were detected. These were *Penicillium* (58% of all colonies), yeast fungi (23%), *Cladosporium* (5%), non-sporulating fungal colonies (5%), *Aspergillus* (4%), *Arthrinium* (3%) and *Alternaria* (2 %). Using molecular sensitization data to allergens (Rodinkova & Yuryev, 2019), we found that 37% of tested patients were sensitive to ragweed pollen and 29% of patients were sensitive to *Alternaria* spores, 6% - to *Aspergillus*, 3.5% - to *Penicillium*, 1.9% - to *Cladosporium*.

The fungus was present on all samples of *Alnus*. 77 colonies of fungi were found in SDI Petri dishes. 37 of them were detected on in the Petris dish with prints of the first sample and 40 – in the Petri dish with the prints of catkins from the second tree. Yeast colonies (40.54%), *Cladosporium* (32.43%), non-sporulating fungi (24.32%) and *Alternaria* (2.7%) were detected in sample 1.

Cladosporium dominated in sample 2 with 42.5% of colonies. Non-sporulating fungi constituted 35%, yeasts – 17.5% and *Aspergillus* – 5%.

Using molecular sensitization data to allergens (Rodinkova & Yuryev, 2019), we found that 40.45% of tested patients were sensitive to alder pollen. Almost 60 %, namely 59.7% of them, were sensitive to *Alternaria* at the same time, 27.4% – to *Aspergillus* and 1.7% – to *Cladosporium*.

Therefore, inhaling alder pollen, such people can also experience allergy symptoms caused by fungal spores on its surface. What is more, other people, which are not sensitive to fungi yet, may develop such sensitisation being exposed to the fungi-contaminated pollen.

Thus, it was found that pollen of alder and ragweed could transfer fungal spores on its surface. In particular, those fungi, which are known for their ability to cause allergies (*Alternaria*, *Apergillus*) and other diseases, can be transferred.

Moreover, the composition of fungal contamination for different types of pollen may be different, taking into account different environmental conditions for plant growth and different timing of their pollination.

Thus, one should consider that the aerosol is a mixture of different allergens, bacteria, other organic and inorganic substances that can simultaneously affect the human body.

This may contribute to the patient's simultaneous sensitivity to several allergens that enhance action of each other. The data obtained should be taken into account for the diagnostics and treatment of pollen allergy.

References

- Baldacci, S., Maio, S., Cerrai, S., Sarno, G., Baiz, N., Simoni, M., ...Viegi, G. (2015). Allergy and asthma: Effects of the exposure to particulate matter and biological allergens. *Respiratory Medicine*. 109(9), 1089-1104. DOI: 10.1016/j.rmed.2015.05.017.
- Levetin, E., Horner, E. & Scott, J. A. (2016). Taxonomy of Allergenic Fungi. *The journal of allergy and clinical immunology: in Practice*, 4(3), 375-385. DOI: 10.1016/j.jaip.2015.10.012.
- Ortega-Rosas, C.I., Meza-Figueroa, D., Vidal-Solano, J.R. Gonzalez-Grijalva, B. & Schiavo, B. (2020). Association of airborne particulate matter with pollen, fungal spores, and allergic symptoms in an arid urbanized area. *Environ Geochem Health*. DOI: 10.1007/s10653-020-00752-7.
- Rodinkova, V., & Yuryev, S., (2019). Chutlyvist naseleennia do chynnykiv polinozu v Ukraini za danymy molekuliarnoi diahnostryky alerhii ALEX [The population sensitivity to the pollinosis factors in Ukraine according to the molecular allergy diagnosis ALEX]. *Klinichna imunolohiia. Alerhiia. Infektolohiia - Clinical immunology. Allergy. Infectology*, 2(115), 22-26. Taken from: <https://kiai.com.ua/ua/archive/2019/2%28115%29/pages-22-26/chutlivist-naseleennya-do-chinnikiv-polinozu-v-ukrayini-za-danimi-molekulyarnoyi-diagnostiki-alergiyi-alex->.
- Sedghy, F., Varasteh, A. R., Sankian, M., & Moghadam, M. (2018). Interaction Between Air Pollutants and Pollen Grains: The Role on the Rising Trend in Allergy. *Reports of biochemistry & molecular biology*, 6(2), 219–224. PMID: 29766006; PMCID: PMC5941124.
- Simon-Nobbe, B., Denk, U., Poll, V., Rid, R. & Breitenbach, M. (2008). The spectrum of fungal allergy. *International archives of allergy and immunology*. 145, 58-86. DOI: 10.1159/000107578.
- Zukiewicz-Sobczak W. A. (2013). The role of fungi in allergic diseases. *Postepy dermatologii i alergologii*, 30(1), 42–45. DOI: 10.5114/pdia.2013.33377

POLLEN DETECTION WITH LIDAR

Mika Komppula, Stephanie Bohlmann, Xiaoxia Shang, Eleni Giannakaki

Finnish Meteorological Institute, Kuopio, Finland, mika.komppula@fmi.fi

Airborne pollen is recognized as one of the major agents of allergy-related diseases. Pollen is also a form of biogenic air pollutant which affects both the solar radiation reaching the Earth and cloud optical properties (Steiner et al. 2015). Various networks monitor pollen concentrations at ground level using in-situ instruments. Recently, an increasing interest in pollen has arisen in the aerosol lidar community to detect and to provide the vertical distribution of pollen.

Pollen measurement campaigns have been performed during the pollen seasons in 2016, 2019 and 2020 in Vehmasmäki (62°44'N, 27°33'E, elevation of 190 m above sea level), a rural forest area located 18 km from the city center of Kuopio, in Eastern Finland. This station is operated by the Finnish Meteorological Institute, and equipped with a ground-based multi-

wavelength Raman polarization lidar PollyXT (Engelmann et al., 2016), and several in-situ instruments next to a 318 m mast for meteorological observations, all measurements being performed continuously. In addition, a Hirst-type Burkard pollen sampler was placed 4 meters above ground level (agl) near the lidar, which enabled the microscopic identification of pollen types, as well as the number concentration with a 2-hour time resolution.

The lidar provides information of the atmosphere with good vertical and time resolution to characterize the atmospheric aerosols, e.g. in terms of size and shape. We have combined measurements with the multi-wavelength Raman polarization lidar PollyXT and the traditional Burkard pollen collector to investigate the optical properties of pollen.

In our first pollen study (Bohlmann et al., 2019) during an 11-day of birch pollination period, we showed that lidar measurements can be used to detect the presence of pollen grains in the atmosphere. Lidar derived optical properties (lidar ratio, depolarization ratio and Ångström exponents) of the observed aerosol layers with pollen were studied. The non-spherical pollen grains generate strong depolarization signal even in a mixture with other aerosols. Thus it is possible to observe airborne pollen grains in the atmosphere using depolarization ratio in the absence of other highly depolarizing non-spherical particles (e.g. dust). We have also reported the optical properties of atmosphere with presence of birch pollen and its mixtures with pine and spruce pollen. Ångström exponent and lidar ratio, which are often used for aerosol typing, are also crucial parameters to be defined for pure pollen particles. The characterization of pure pollen particles needs more measurements and research because different pollen types are often mixed with each other in the atmosphere. For instance, the depolarization ratio of pure pollen is an essential parameter to separate pollen backscatter from the background aerosol backscatter. The pollen backscatter coefficient can be separated from the total particle backscatter coefficient using the method described in Tesche et al. (2009). Such separation for pollen vertical contribution in the atmosphere is an on-going work and we have recently developed an algorithm for estimating the properties of pure pollen from an aerosol mixture (Shang et al., 2020).

References

- Bohlmann S., Shang X., Giannakaki E., Filioglou M., Saarto A., Romakkaniemi S. and Komppula M.: Detection and characterization of birch pollen in the atmosphere using multi-wavelength Raman polarization lidar and Hirst-type pollen sampler in Finland, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 14559–14569, 2019.
- Engelmann, R., Kanitz, T., Baars, H., Heese, B., Althausen, D., Skupin, A., Wandinger, U., Komppula, M., Stachlewska, I. S., Amiridis, V., Marinou, E., Mattis, I., Linné, H., and Ansmann, A.: The automated multiwavelength Raman polarization and water-vapor lidar PollyXT: the neXT generation, *Atmospheric Measurements and Techniques*, 9, 1767-1784, 2016.
- Shang, X., Giannakaki, E., Bohlmann, S., Filioglou, M., Saarto, A., Ruuskanen, A., Leskinen, A., Romakkaniemi, S., and Komppula, M.: Optical characterization of pure pollen types using a multi-

wavelength Raman polarization lidar, *Atmos. Chem. Phys.*, 20, 15323–15339, <https://doi.org/10.5194/acp-20-15323-2020>, 2020.

Steiner, A. L., Brooks, S. D., Deng, C., Thornton, D. C. O., Pendleton, M. W. and Bryant, V.: Pollen as atmospheric cloud condensation nuclei, *Geophysical Research Letters*, 42(9), 3596–3602, 2015.

Tesche, M., A. Ansmann, D. Müller, D. Althausen, R. Engelmann, V. Freudenthaler, and S. Groß (2009), Vertically resolved separation of dust and smoke over Cape Verde using multiwavelength Raman and polarization lidars during Saharan Mineral Dust Experiment 2008, *J. Geophys. Res.*, 114, D13202, doi:10.1029/2009JD011862.

FIRST LONG-TIME STUDY OF FUNGAL SPORES IN DUBLIN

Moisés Martínez-Bracero, Jerry Clancy, Emma Markey, David O'Connor

Technological university of Dublin, e-mail: Moises.MartinezBracero@TUDublin.ie;

Jerry.clancy@TUDublin.ie, Emma.markey@mytudublin.ie, David.x.OConnor@TUDublin.ie

Fungal spore studies have been studied as a primary biological aerosol particles (PBAPs) due to their allergenic and phitopatogenic characteristics. While the most studied spores have been *Cladosporium* and *Alternaria* (Almeida et al. 2018; Grinn-Gofroń et al. 2019) there are several different spores species that have been studied throughout the literature. Meteorological parameters have been found as a great tool for predicting fungal spore concentration. The main goal of this study has been studying the relationship between fungal spores and meteorological parameteters a historic data sampler in Dublin.

The study was carried out in Trinity College Dublin (53.5°N, 6.5°W) during the years 1978-1980, from the middle of spring to the end of summer. Dublin city is located on the east coast of the island of Ireland, flanked by the Irish Sea to the East, and the Dublin/Wicklow mountains to the South. Fungal spore monitoring has been carried out using a Hirst-type sampler, and sample analysis was conducted via optical microscopy at 400 magnification with two longitudinal sweeps along each slide. Spearman´s correlation test and decision trees were applied to ascertain the relationship between spore concentration and weather-related parameters. For this analysis, fungal spores taken into account include *Alternaria*, Ascospores, Basidiospores, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Erysiphe* and Rush.

The fungal spore types included in the statistical analysis compose more than 98% of the total spores detected during the studied period. Basidiospores had the highest seasonal spore integral, followed by *Cladosporium*, Ascospores, Rush, *Erysiphe*, *Alternaria* and *Botrytis*.

Spearman correlations had shown the importance of temperature positively affecting most spore concentrations. Rainfall positively affected most fungal spores in all years studied. Evapotranspiration and potential evapotranspiration have also been found as parameters that positively affect all spore concentrations.

Decision trees have shown that while different years have distinct results, the comparisons between them have provided important information. Such as the most influential factors and the values of each of these factors and how they affect spore concentration. Temperature as a component affects all fungal spore types, at multiple measurement levels. Rainfall was linked with increasing concentrations of Ascospores and *Botrytis*. The mean atmospheric pressure has a significant effect on concentrations of Basidiospores while a decrease in Rush concentrations. Finally, wind direction has been seen to relate with an increase in concentrations of *Botrytis* and Rush.

Cladosporium was not determined to be the spore with highest concentrations as it has been found in previous studies (Grinn-Gofroń et al. 2019; Olsen et al. 2019) due to the grouping of ascospores and Basidiospores. Correlation with meteorological parameters showed that rainfall and temperatures are the main factor affecting spore concentrations. Decision trees show several factors as limitant for spore concentration coinciding with newer data Cork (O'Connor et al. 2014).

This analysis outline important information of the effect of meteorological parameters have on fungal spore concentrations in Dublin. All the information reported by this study will support future studies and modelling within this area in The Republic of Ireland.

References

- Almeida E, Caeiro E, Todo-Bom A, et al (2018) The influence of meteorological parameters on *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spore concentrations in Beja (Southern Portugal): Preliminary results. *Aerobiologia* 34:219–226
- Grinn-Gofroń A, Nowosad J, Bosiacka B, et al (2019) Airborne *Alternaria* and *Cladosporium* fungal spores in Europe: Forecasting possibilities and relationships with meteorological parameters. *Science of the Total Environment* 653:938–946
- O'Connor DJ, Sadyś M, Skjøth CA, et al (2014) Atmospheric concentrations of *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ganoderma* and *Didymella* spores monitored in Cork (Ireland) and Worcester (England) during the summer of 2010. *Aerobiologia* 30:397–411
- Olsen Y, Skjøth CA, Hertel O, et al (2019) Airborne *Cladosporium* and *Alternaria* spore concentrations through 26 years in Copenhagen, Denmark. *Aerobiologia* 1–17

POLLEN SENSITIZATION RATES BASED ON MOLECULAR ASSESSMENT

Olena Palamarchuk, Victoria Rodinkova

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine,
e-mail: olenavolk80@gmail.com, rodinkova@vnmu.edu.ua

Modern lifestyle, environmental pollution, urbanization and climate change increased the number of patients with allergic reactions. The problem is exacerbated by the fact that sensitization in patients being promoted by the major allergen often develops to group of allergens, which show cross-reactivity. Increasingly, allergists are recording so-called cross-reactions that occur because of pollen sensitisation to several pollen grains simultaneously, as well as to certain plant food proteins that are similar in structure to pollen proteins of the same or related plant species and genera (O.O. Naumova, IV Gogunska, 2017). This pollen-food cross-reactivity is relevant for both pollen allergens of trees and herbaceous plants. In particular, it has been shown that people who are sensitive to the major birch allergen Bet v 1 are also sensitive to the apple allergen Mal d 1. Cross-reactivity is observed between mugwort and ragweed pollen, which belong to the Asteraceae family. It is also seen between mugwort pollen and spice, between ragweed pollen and related species and a number of food products derived from plants belonging to the Asteraceae and Cucurbitaceae families. These include melon, pumpkin and watermelon, pumpkin and sunflower seeds. Symptoms of such food allergies are exacerbated during pollination of cross-reactive pollen (P. M. Matricardi et al, 2015). Therefore, for people who are sensitive to both pollen and food products, the pollen forecast information should include data on their possible cross-reactions, as well as warn about the need to avoid eating of potentially allergenic foods (Rodinkova, V., & Yuryev, S., 2019).

Therefore, taking this information into account, the aim of our work was to investigate the real sensitivity of the Ukrainian population to cross-reactive allergens of pollen and food and to determine the levels of this sensitivity.

To analyse the profile of polysensitization of the population, we used data from 5825 Alex tests conducted in different cities of Ukraine in 2017-2020 in children and adults aged 1 to 78 years. We counted the number of test participants sensitized to pollen from different plants and to major cross-allergens of plant-based foods.

The study showed that sensitization to ragweed pollen is leading in Ukraine. Between 6.2 (West) and 80% (South and East) patients in different regions were sensitive to its allergens.

Between 4% and 50% of patients with a predominance in the southern and central regions were sensitive to pollen of mugwort.

Between 11 and 46.4% of people tested for allergies were sensitive to birch pollen. Sensitivity to birch was higher in the northern and western regions of Ukraine.

Sensitivity to the cross-allergen of apples Mal d 1 was also more frequent in the western and northern regions and ranged from 8 to 28, 6%. High sensitivity to allergens and extract of hazelnut was clearly distinguished in the same regions. In the West and North of Ukraine, it ranged from 10 to 32%.

Sensitization to melon was low and ranged from 0.2 to 1%. However, the sensitivity to peach in cities, where the sensitization to ragweed reached 80%, was also high. It was 20%. In regions where the sensitivity to ragweed reached 60%, there was a high sensitivity to allergens of cherries (*Cerasus avium*) - 20%.

The data indicate the need to create an allergy forecast with different information for different regions of Ukraine. It is also important to make patients with allergies to tree pollen aware about the need to avoid apples. People, sensitive to ragweed pollen should be aware about restrictions in consumption of peaches and cherries. Especially during the period of pollination of plants producing cross-reactive allergenic pollen.

References

P. M. Matricardi, J. Kleine-Tebbe, H. J. Hoffmann, R. Valenta, C. Hilger, S. Hofmaier, R. C. Aalberse, I. Agache, R. Asero, B. Ballmer-Weber, D. Barber, K. Beyer, T. Biedermann Special Issue: EAACI Molecular Allergology User's Guide, Berlin, 16-18 April 2015, Taken from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pai.12563>

Rodinkova, V., & Yuryev, S., (2019). Chutlyvist naselechia do chynnykiv polinozu v Ukraini za danymy molekuliarnoi diahnozyky alerhii ALEX [The population sensitivity to the pollinosis factors in Ukraine according to the molecular allergy diagnosis ALEX]. Klinichna imunolohiia. Alerhiia. Infektolohiia - Clinical immunology. Allergy. Infectology, 2(115), 22-26. Taken from: <https://kiai.com.ua/ua/archive/2019/2%28115%29/pages-22-26/chutlivist-naselechnya-do-chinnikiv-polinozu-v-ukrayini-za-danimi-molekulyarnoyi-diaagnostiki-alergiyi-alex->

O.O. Naumova, IV Gogunskaya, Application of molecular allergodiagnosics to predict the effectiveness of ASIT and the severity of cross-food allergy in patients with seasonal allergic rhinitis with sensitization to tree pollen. Clinical immunology. Allergology. Infectology, 12-21 Taken from: <https://kiai.com.ua/ua/archive/2017/1-allergo/konferenciya-alergiyi-zahvoryuvannya-v-klinichniy-praktici->

POLLEN INFORMATION UTILITY DURING THE PANDEMICS AND BESIDE IT

Victoria Rodinkova

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine, rodinkova@vnmu.edu.ua

COVID-19 pandemics became a challenge for all aspects of human life. All its outcomes are still difficult to evaluate in full at present. However, it has become evident already that people with respiratory diseases including allergies could be under additional pressure in this case. This is because of their higher vulnerability to the infectious agents and due to the fact that symptoms of the infectious diseases are similar to those of allergic

rhinitis. This can keep allergy sufferers under extra pressure and put in stress, especially during high pollen season.

Therefore, the aim of our study was to determine the interest of the public to the both allergy and COVID-related information in Ukraine and associate this data with the pollen count data and coronavirus disease statistics.

To reach the aim Google Trends for Ukraine and users' statistics of a web site "All About Allergy" (allergy.org.ua) designed for allergy sufferers was analysed. Also, pollen count data of the Laboratory of the allergenic environmental factors investigation of National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine.

Data analyses have found out that interest to pollen forecast, which is issued in weekly basis via the "All About Allergy" site was the highest in August and September, corresponding with *Ambrosia* flowering in Ukraine. The peak day of readers' interest to the pollen forecast, which was accessed 1391 times daily was September, 3. This corresponds well with ragweed pollen peak seen at that period in Ukraine. Nevertheless, interestingly, another peak of seeking of coronavirus disease-related information by Internet users was seen right in the beginning of the *Ambrosia* season, on August 5, 2020. On the other hand, levels of covid morbidity were comparable at that time with those for other summer months and was even lesser than some time before and after registered peak of interest to coronavirus-related information.

This may be evidence of both public scare of covid and confusion of seasonal allergy symptoms with those, caused by the infectious agents. So, people, being scared by their allergic rhinitis are looking for the information about covid.

In addition, raised levels of morbidity caused by coronavirus disease in the country were corresponding well with acute interest of people to the article, explaining peculiarities of coronavirus disease and issued on the web-site "All about Allergy" in the March, 2020. Up to 300 people have read it again on November 15, 2020, when number of people reporting their disease started to increase in Ukraine too.

Thus, similarity of symptoms, caused by infectious disease, namely, by covid, and symptoms of allergic rhinitis make patients with seasonal allergy including underdiagnosed ones more anxious during the pandemics. These people require delivery of accurate and in-time pollen forecast and other information, which can help them to tell apart symptoms of allergy and of acute respiratory infectious diseases. In this scope, public work of aerobiologists, providing pollen information to the public seems to be both extremely important and underestimated at a time.

RAGWEED PROSPECTS IN FINLAND

Annika Saarto, Maiju Kyyhkynen, Maria Louna-Korteniemi, Sanna Pätsi

Biodiversity Unit of the University of Turku, Finland, e-mail: annika.saarto@utu.fi, mkkyyh@utu.fi, amloun@utu.fi, smpats@utu.fi

During its over 150 years of history in Europe, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) has shown to be an aggressively invasive alien species with rapidly expanding populations in Central and Eastern Europe. Due to the high allergenicity of ragweed pollen, this invasion has caused major public health problems which will most likely concern an even greater proportion of the continent's population in a future climate. Estimations suggest that by year 2080 to 2100 the ragweed distribution might reach the southern parts of Fennoscandia, cover the whole of Baltic countries and continue the extension towards the East (Cunze et al., 2013; Rasmussen et al., 2017). Given the large genetic variation of ragweed in Europe (e.g. McGoey et al., 2020), the adaptive potential of the taxon may even be underestimated.

Even though establishment of viable populations of ragweed in Finland is not in the horizon for the next decades, climate change induced range shifts, as well as increases in pollen production and the length of flowering season, will expose allergic people in Finland to a heavier aeroallergen load caused by long range transported pollen. Persons allergic to mugworts (*Artemisia*), close relatives of ragweeds, are supposedly the most sensitive to react to ragweed allergens.

The aim of our study is to build a more accurate picture of the involvement of ragweed in the Finnish aeroallergen climate both presently and in the future. The study is part of the All-Impress research project (2020-2023) funded by the Academy of Finland. The activities of the study include (i) survey of ragweed occurrence in Finland and possible routes of seed pressure, partly exploiting crowdsourcing; (ii) re-analyses of long-time airborne pollen data from different parts of the country; (iii) airborne ragweed allergen measurements during long range pollen transports; (iv); and (v) estimations of future health and economic impacts in Finland under different climate and range shift scenarios.

The results are still preliminary as the study is unfinished. Light vegetation surveys as well as observations gathered from the public during 2019-2020 seem to confirm that ragweed is still a casual alien and only rarely met in Finland, and unable to produce mature seed. Reanalyses of airborne pollen data reveals that long range pollen transports have occurred at least as early as in 2000. Interestingly, during the last three years (2018-2020) long range transported ragweed pollen has been detected in Finland in exceptional quantities. Response of allergic people to pollen forecasts on ragweed pollen has shown that the taxon is not very known in the country. This may hamper an adequate treatment of symptoms.

References

- Cunze S., Leiblein M. C., Tackenberg O. (2013) D.P., Whiteside E.P., Mortland M.M. (1963) Range Expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe Is Promoted by Climate Change. *ISRN Ecology* 2013, article ID 610126, <https://doi.org/10.1155/2013/610126>
- McGoey B. V., Hodgins K. A., Stinchcomb J. R. (2020) Parallel flowering time clines in native and introduced ragweed populations are likely due to adaptation. *Ecology and Evolution* 10:4595–4608. DOI: 10.1002/ece3.6163
- Rasmussen K., Thyrring J., Muscarella S., Borchsenius F. (2017) Climate-change-induced range shifts of three allergenic ragweeds (*Ambrosia* L.) in Europe and their potential impact on human health. *PeerJ*. 2017;5: e3104. pmid:28321366

IS AIRBORNE POLLEN CONCENTRATION A SUFFICIENT PROXY FOR GRASS POLLEN EXPOSURE?

Jana Ščevková¹, Zuzana Vašková¹, Regina Sepšiová²

¹Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Botany, Bratislava, Slovakia

²Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Genetics, Bratislava, Slovakia

Grasses are well-known sources of allergenic pollen containing an important Phl p 5 allergen recognized by the majority of grass sensitized individuals. In this study, we evaluate the relationship between grass pollen and Phl p 5 allergen concentrations recorded in the air of Bratislava (Slovakia) during the Poaceae flowering period of 2020. We also evaluated the association between the mentioned pollen and allergen concentrations and mean daily surface air temperature and daily total precipitation.

Pollen sampling was performed using a Hirst-type sampler, while a multi-vial cyclone sampler was used for the Phl p 5 allergen capturing. The quantity of the aeroallergen was evaluated by ELISA assay.

In 2002, the Main Pollen Season (MPS) of grasses lasted 83 days, from 2 May to 23 July. The start/end of the MPS was defined as the first (last) day with a daily average equal to or greater than 10 pollen/m³. Mean daily values of both pollen and allergen concentrations revealed a large variation during the study period. Grass pollen peaked on 23 June, while allergen peaked 21 days earlier on 2 June. Spearman's correlation analysis revealed a significant positive correlation between allergen and pollen concentrations (0.483, $p < 0.001$; 0.477, $p < 0.001$; 0.521, $p < 0.01$) taking into consideration values corresponding to MPS, pre-peak and post-peak period, respectively. However, we registered a few discrepancy days, characterized by much higher pollen than allergen values, especially during the post-peak period. The effect of air temperature and precipitation on daily pollen and allergen concentrations was evaluated at three periods (MPS, pre-peak and post-peak period) through

Spearman's correlation analysis. The air temperature was significantly and positively associated with pollen and allergen concentrations both during MPS and pre-peak period, whereas, precipitation was significantly and negatively correlated only with pollen concentration although during all three analysed periods.

Our results suggest that simultaneous pollen and allergen quantification is important to determine the exact aeroallergen exposure which provides sufficient prophylaxis for pollen allergy sufferers.

IMPACT OF PANDEMICS ON PEOPLE WITH POLLINOSIS IN UKRAINE USING THE EXAMPLE OF SALES OF ANTIHISTAMINES

Maryna Yasniuk, Victoria Rodinkova, Alona Voronkina

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine,

e-mail: yasnyukmarina@gmail.com, rodinkova@vnmu.edu.ua, voronkina@vnmu.edu.ua

Plant pollen is traditionally considered one of the most important allergens, which affect up to 30% of the population of different countries. During the high pollen season, as well as at the beginning of flowering of known producers of allergenic pollen, the largest sales of antihistamines in Ukraine are usually observed (Rodinkova & Yuryev, 2019). Because speedy coronavirus spread has provoked a sharp increase in mortality (Zhu et al., 2020; Vestergaard et al., 2020), and the threat of the virus remained significant for entire world, on March 11, 2020, the WHO decided to declare a pandemic (World Health Organization: Geneva, 2020). It affected all aspects of human life. The period of the declaration of the pandemic coincided with the beginning of the pollination season of plants in the temperate countries of the Northern Hemisphere. Therefore, the introduction of quarantine measures and the need for self-isolation affected the course of seasonal allergies in pollen-sensitive patients. To track these changes, we analysed sales of antihistamines during 2020 and compared them with pollen season and sensitisation data in Ukraine.

Pollen and spores collection was performed by volumetric sampling using a Burkard trap of the Hirst type, located at a height of 25 meters above the ground. Trap was located on the roof of the chemical building of the National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine. According to a data of molecular test ALEX (tested 1011 people aged 18 years and more), the largest number of patients were sensitized to ragweed, birch, grass pollen and *Alternaria* spores. High rates of sensitisation were also seen for mugwort and alder pollen (Rodinkova & Yuryev, 2019).

We also used the data of sale of antihistamines in Vinnytsia region (Ukraine) for 2015-2019 years provided by Proxima Research Company. Sales of drugs with ATC code R06, which employs anti-allergic remedies were provided in thousands of packs. Obtained data was processed in Excel and analysed after that.

Active sales of drugs began in March in years 2015-2019 with the onset of tree (alder and birch) flowering. It continued to grow until June and peak sales were associated with grass pollination. Then decline in sales was observed in July with new increase in August. This corresponded with active ragweed and, to lesser extent – mugwort flowering in Ukraine.

In 2020, this trend has changed. Ukraine has introduced a full lockdown since March 12, in line with the beginning of the 2019 coronavirus disease pandemic (COVID-19). Quarantine was introduced to reduce contact between people, and a mask mode was established to prevent infection. Accordingly, wearing masks and decreasing time spent outdoor, people protected themselves from both viral agents and allergens.

In general, pollen grains, which have an aerodynamic size of 15–40 μm , probably cannot get into the lower, thoracic airways. Instead, they affect the nasal or nasopharyngeal mucosa (D'Amato et al., 2007). Most allergenic of them usually vary from 18 to 50 microns. So, respirator N95 and medical mask are an effective protection against pollen grains as well (Wang & Yu, 2020; Offeddu et al., 2017). Therefore, we suggested that lockdown measures would reduce the risk of pollen and spores on the mucous membranes of the nose and mouth.

Sales of antihistamines have been growing steadily since 2015. In 2015, it averaged 41.73 thousand packages per month, and in 2019 - 53.18 thousand packages. Following this trend, one can expect higher sales in 2020. However, it constituted 47.49 thousand packages per month in average, which was less than in previous years. On average, in 2015-2019, the growth of antihistamine sales was observed in April, when, traditionally, the most active birch pollination is observed, as well as in May, and - especially - in June, when active pollination of grasses is traditionally recorded in Ukraine. In July, there was a decline of sales with new their growth in August, especially in 2019. This increase in sales of antihistamines coincided with the active flowering of ragweed and of mugwort, to a lesser extent.

In 2020, sales of antihistamines were relatively high in January and in February. This can be explained by the warm winter. Thus, pollination of alder and hazelnut started very early. These trees started to emit pollen in late January. This phenomenon has never been observed during 20 years of previous aerobiological monitoring conducted in Ukraine. Sales of antihistamines also increased in March 2020. However, in April, against the background of a hard lockdown, there was a sharp decline in sales, almost one and a half folds in comparison with March. Whereas in previous years, on average, more packages of antihistamines were

sold in April than in March. After the easing of lockdown restrictions and the beginning of grass pollination, sales of antihistamines began to grow and peaked in August. Amount of packages sold in this month can be comparable with the average annual sales level for August in 2015-2019. During the autumn months, with increasing lockdown restrictions, there was again a sharp decline in sales of antihistamines.

Thus, quarantine restrictions could affect the manifestations of pollinosis in pollen-allergy sufferers, while lockdown prevented people from going outside and masks wearing was required. Moreover, medical masks could protect the upper respiratory tract from allergens. As a result, the number of people experiencing allergy symptoms decreased. This led to a sharp decline in sales of antihistamines, despite the season of active plant pollination. Over the past 5 years, sales of antihistamines have increased by an average of 41.73 thousand units per month. up to 53.18 thousand units, which may indirectly indicate an increase in the number of patients with allergies.

References

- D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., ... Van Cauwenberge, P. (2007). Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy*, 62(9), 976-990. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x.
- Grunstrom, M., Dahl, A., Ou, T., Chen, D. & Pleijel, H. (2017). The relationship between birch pollen, air pollution and weather types and their effect on antihistamine purchase in two Swedish cities. *Aerobiologia* 33, 457-471. DOI: 10.1007/s10453-017-9478-2.
- Offeddu, V., Yung, C. F., Low, M. S. F. & Tam, C. C. (2017). Effectiveness of Masks and Respirators Against Respiratory Infections in Healthcare Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Infectious Diseases*, 65(11), 1934-1942. DOI: 10.1093/cid/cix681.
- Rodinkova, V., & Yuryev, S., (2019). Chutlyvist naseleunia do chynnykiv polinozu v Ukraini za danymy molekuliarnoi diahnozyky alerhii ALEX [The population sensitivity to the pollinosis factors in Ukraine according to the molecular allergy diagnosis ALEX]. *Klinichna imunolohiia. Alerhiia. Infektolohiia - Clinical immunology. Allergy. Infectology*, 2(115), 22-26. Taken from: <https://kiai.com.ua/ua/archive/2019/2%28115%29/pages-22-26/chutlivist-naselennya-do-chinnikiv-polinozu-v-ukrayini-za-danimi-molekulyarnoyi-diagnostiki-alergiyi-alex->.
- Vestergaard, L. S., Nielsen, J., Richter, L., Schmid, D., Bustos, N., Braeye, T., ... Molbak, K. (2020). Excess all-cause mortality during the COVID-19 pandemic in Europe – preliminary pooled estimates from the EuroMOMO network, March to April 2020. *Europe's journal on disease surveillance, epidemiology and control*, 25 (26). DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.26.2001214.
- Wang, Q. & Yu, C. (2020). The role of masks and respirator protection against SARS-CoV-2. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 41(6), 746-747. DOI: 10.1017/ice.202083.
- WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. World Health Organization: Geneva; 2020. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
- Zhu, N., Zhang, D., Wang W, Li, X., Yang, B., Song, J., ... Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *The New England Journal of Medicine*, 382(8),727-733. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.

38 YEARS OF MODELLED AIRBORNE BIRCH POLLEN LEVELS IN BELGIUM

Willem W. Verstraeten¹, Nicolas Bruffaerts², Lucie Hoebeke², Rostislav Kouznetsov^{3,4},
Mikhail Sofiev³, Andy W. Delcloo¹

¹ Royal Meteorological Institute of Belgium (KMI), Ukkel, Belgium,
e-mail: willem.verstraeten@meteo.be;

² Belgian Institute of Public Health (Sciensano), Elsene, Belgium,
e-mail: nicolas.bruffaerts@sciensano.be;

³ Finnish Meteorological Institute (FMI), Finland, e-mail: mikhail.sofiev@fmi.fi;

⁴ Obukhov Institute for Atmospheric Physics, Moscow, Russia, e-mail: rostislav.kouznetsov@fmi.fi

Emissions of biogenic aerosols such as allergenic pollen affect the public health badly (D'Amato et al., 2007). In Belgium, ~10% is sensitive for birch pollen (Blomme et al., 2013), but in some European countries the prevalence is more than 20% (WHO, 2003).

In Belgium, the only information on allergenic pollen is coming from five aerobiological stations which monitor off-line daily concentrations (www.airallergy.be). Hence, patients suffering from pollinosis lack access to detailed real-time spatial information and warnings on forthcoming pollen exposures.

Chemistry Transport Models (CTM) can quantify and forecast the spatio-temporal distributions of airborne birch pollen concentrations if proper maps of birch pollen emission sources over time are available (Verstraeten et al., 2019; Verstraeten et al., 2021).

Here we show the results of the modelled spatio-temporal distributions of almost four decades of birch pollen levels over Belgium using the CTM SILAM (<http://silam.fmi.fi>) (Sofiev et al., 2006; Sofiev et al., 2013; Sofiev et al., 2015; Sofiev, 2017). This CTM is driven with ERA5 meteorological data (ECMWF) and reconstructed birch tree fraction maps. These maps for each birch season result from the combination of a recent in-house birch map of Belgium derived from forest inventory (Verstraeten et al., 2019) data and long-term series of the AVHRR-GIMMS3g NDVI (1982-2015) (Pinzon & Tucker, 2014) extended with NDVI data from METOP-AVHRR after 2015.

We present time series of observed and modelled birch pollen levels by SILAM for the period 1982-2019. Two stations in Belgium have almost four decades of observations, Brussels from 1982 on and De Haan from 1984 on. Temporal trends based on the Theil Sen slope and the Area Under the Curve (Bruffaerts et al., 2018) show a substantial increase of birch pollen levels for most parts of Belgium.

Funding: This research was partly funded by the Belgian Science Policy Office (BELSPO) in the frame of the Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks Brain (BRAIN.be) programme – project RETROPOLLEN (B2/191/P2/RETROPOLLEN) and

partly funded by the Royal Meteorological Institute of Belgium. The SILAM pollen-related developments were supported by the Academy of Finland project PS4A (grant 318194) and Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS-50.

References

www.airallergy.be

Blomme, K., Tomassen, P., Lapeere, H., et al. (2013). Prevalence of allergic sensitization versus allergic rhinitis symptoms in an unselected population. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 160 (2), 200–207.

Bruffaerts, N., De Smedt, T., Delcloo, A., Simons, K., Hoebeke, L., et al. (2018). Comparative long-term trend analysis of daily weather conditions with daily pollen concentrations in Brussels, Belgium. *Int. J. Biometeorol.* 62 (3), 483–491. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1457-3>.

D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., et al. (2007). Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 62, 976–990. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x>.

Pinzon, J.E., Tucker, C.J. (2014). A non-stationary 1981–2012 AVHRR NDVI3g time series. *Remote Sens.* 2014, 6, 6929–6960.

Sofiev, M. (2017). On impact of transport conditions on variability of the seasonal pollen index. *Aerobiologia* 33, 167–179. <https://doi.org/10.1007/s10453-016-9459-x>.

Sofiev, M., Siljamo, P., Ranta, H., Rantio-Lehtimäki, A. (2006). Towards numerical forecasting of long-range air transport of birch pollen: theoretical considerations and a feasibility study. *Int. J. Biometeorol.* 50, 392–402. <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0027-x>.

Sofiev, M., Siljamo, P., Ranta, H., Linkosalo, T., Jaeger, S., Rasmussen, A., Rantio-Lehtimäki, A., Severova, E., Kukkonen, J. (2013). A numerical model of birch pollen emission and dispersion in the atmosphere. Description of the emission module. *Int. J. Biometeorol.* 57, 45–58. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0532-z>.

Sofiev, M., Vira, J., Kouznetsov, R., Prank, M., Soares, J., Genikhovich, E. (2015). Construction of the SILAM Eulerian atmospheric dispersion model based on the advection algorithm of Michael Galperin. *Geosci. Model Dev.* 8, 3497–3522. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-3497-2015>.

Verstraeten, W.W., Dujardin, S., Hoebeke, L., Bruffaerts, N., Kouznetsov, R., Dendoncker, N., Hamdi, R., Linard, C., Hendrickx, M., Sofiev, M., Delcloo, A.W. (2019). Spatio-temporal monitoring and modelling of birch pollen levels in Belgium. *Aerobiologia* 35 (4), 703–717. <https://doi.org/10.1007/s10453-019-09607-w>.

Verstraeten, W.W., Hoebeke, L., Bruffaerts, N., Kouznetsov, R., Sofiev, M., Delcloo, A.W. (2021). Modelling grass pollen levels in Belgium. *Science of the Total Environment* 753, 141903, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141903>.

WHO, 2003. Phenology and Human Health: Allergic Disorders. WHO, Copenhagen.

**LONG TERM POLLEN MONITORING IN THE BENELUX:
EVALUATION OF ALLERGENIC POLLEN LEVELS AND TEMPORAL
VARIATIONS OF POLLEN SEASONS**

Letty A. De Weger¹, Nicolas Bruffaerts², Mieke M. J. F. Koenders³, François Hentges⁴

¹ Leiden University Medical Center, Leiden, The Netherlands, e-mail: L.A.de_Weger@lumc.nl;

² Sciensano, Brussels, Belgium, e-mail: nicolas.bruffaerts@sciensano.be;

³ Elkerliek Hospital, Helmond, The Netherlands, e-mail: mkoenders@elkerliek.nl;

⁴ Centre Hospitalier de Luxembourg, Luxembourg, Luxembourg, e-mail: hentges.francois@chl.lu

Airborne pollen is a major cause of allergic rhinitis, which is estimated to affect approximately 10-30% of the population in Belgium, The Netherlands and Luxembourg (Benelux) (Bauchau et al., 2004). Allergenic pollen is produced by wind pollinating plants and released from relatively low to massive amounts. The current climate changes, sometimes combined with increasing urbanization, are likely to affect the presence of airborne allergenic pollen with respect to exposure intensity, timing as well as duration (Bruffaerts et al., 2018; Emberlin et al., 2002; Spieksma et al., 1995; Van Vliet et al., 2002; Ziska et al., 2019). Detailed analysis of long-term temporal trends at supranational scale may provide more comprehensive insight into these phenomena.

To this end, we statistically compared (Spearman correlation) the temporal trends in airborne pollen concentration monitored at the aerobiological stations gathering the longest time-series (30-44 years) in the Benelux with a focus on the allergenic pollen species: *Alnus*, *Corylus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Platanus*, *Poaceae*, and *Artemisia*.

Most arboreal species showed an overall trend towards an increase in seasonal pollen integral and peak values and an overall trend towards an earlier start and end of the pollen season, which resulted for *Betula* in a significant decrease in the season length. For the herbaceous species (*Poaceae* and *Artemisia*), the seasonal pollen integral and peak values showed a decreasing trend. The season timing of *Poaceae* also showed a trend towards earlier starts and longer seasons in almost all locations. In all, these results show that temporal variations in pollen levels almost always follow a common trend in the Benelux, as if these trends were forced by the same climate change-driven factors. Although, some trends were shown to be more local-specific, most likely under the influence of other environmental factors, e.g. the increasing urbanization in the surroundings of these monitoring locations.

References

Bauchau V., and Durham S.R., Prevalence and rate of diagnosis of allergic rhinitis in Europe. *Eur. Respir. J* 24 (2004) 758-764.

Bruffaerts N., De Smedt T., Delcloo A., Simons K., Hoebeke L., Verstraeten C., Van Nieuwenhuysse A., Packer A., and Hendrickx M., Comparative long-term trend analysis of daily weather conditions with daily pollen concentrations in Brussels, Belgium. *International Journal of Biometeorology* 62 (2018) 483-491.

Emberlin J., Detandt M., Gehrig R., Jaeger S., Nolard N., and Rantio-Lehtimäki A., Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int J Biometeorol* 46 (2002) 159-170.

Spieksma F.T.M., Emberlin J.C., Hjelmroos M., Jäger S., and Leuschner R.M., Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: Trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. *Grana* 34 (1995) 51-57.

Van Vliet A.J.H., Overeem A., De Groot R.S., Jacobs A.F.G., and Spieksma F.T.M., The influence of temperature and climate change on the timing of pollen release in the Netherlands. *International Journal of Climatology* 22 (2002) 1757-1767.

Ziska L.H., Makra L., Harry S.K., Bruffaerts N., Hendrickx M., Coates F., Saarto A., Thibaudon M., Oliver G., Damialis A., Charalampopoulos A., Vokou D., Heiðmarsson S., Guðjohnsen E., Bonini M., Oh J.W., Sullivan K., Ford L., Brooks G.D., Myszkowska D., Severova E., Gehrig R., Ramón G.D., Beggs P.J., Knowlton K., Crimmins A.R. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis. *Lancet Planet Health*. (2019) 3(3):e124-e131. DOI: 10.1016/S2542-5196(19)30015-4.

POLLEN MONITORING IN GERMANY - 20 YEARS OF THE NEW MILLENNIUM

Barbora Werchan

German Pollen Information Service Foundation (PID), e-mail: barborawerchan@gmail.com

Background: What comes to your mind when someone says the word "pollen"? The reproduction cycle of seed plants? The yellow layer on your car in spring? Bees? Honey? Pollen allergy or pollen asthma? In Germany, lifetime prevalence of allergic rhinoconjunctivitis is about 15% for adults (Langen et al., 2013). German adults are most frequently sensitized to *Poaceae* pollen, followed by *Betula* pollen and wasp venom (Haftenberger et al., 2013). When dealing with pollen allergy, prevention counts as an important supplement to allergy diagnostics, medication, or immunotherapy. The prevention also includes doctors' and patients' knowledge of where to find reliable information on current and future pollen situation in their region. To monitor airborne pollen in Germany and inform the public, non-profit and also non-governmental German Pollen Information Service Foundation (PID) was founded in 1983.

Methods: The PID has been monitoring airborne pollen via volumetric spore traps (Hirst method) followed by pollen analysis of the collected samples using light microscopy (VDI, 2019). The PID monitoring network currently includes 36 pollen monitoring stations within the country (Status quo: January 2021). There are eight monitored pollen types to which German adults are most frequently sensitized (Haftenberger et al., 2013) – *Alnus*, *Corylus*, *Betula*,

Fraxinus, *Poaceae*, *Secale* (as an extra grass pollen type), *Artemisia*, *Ambrosia*. Besides these so called “mainstream” pollen types there are also many “non-mainstream” pollen types (e.g. *Fagus*, *Quercus*, *Plantago*, *Urticaceae*, ...) and 3 fungal spores (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*) that are regularly monitored. Graphs presenting Annual Pollen Integrals (APIs) of the 8 "mainstream" pollen types and two fungal spores (excl. *Epicoccum*) of the last 20 years (2001 - 2020; *Ambrosia* from 2006) were prepared to provide clear and quantitative visualisation of the measured pollen data. The API, i. e. the annual sum (in pollen per cubic meter of air) was calculated as the sum of daily average pollen concentrations (1st Jan – 31st Dec; in pollen per cubic meter of air) of the pollen measuring stations active on that day.

Results: For the past years, the PID pollen monitoring has also additionally focused on the pollen of plants, which are spreading within Germany and whose pollen enriches pollen spectrum within the country (e.g. *Ailanthus*, *Acer negundo* [= *Acer*], *Parietaria* [= *Urticaceae*]) or causes prolongation of pollen season (*Alnus × spaethii* [= *Alnus*], decorative and late-flowering of *Poaceae* species [= *Poaceae*]) and has or may have a certain effect on the health of the German population. The monitored pollen data are textually processed in the PID detailed weekly pollen forecasts and provided with medical notes (PID, 2020). Additionally, the Germany's National Meteorological Service uses the pollen values monitored by PID (8 "mainstream" pollen types) for the daily graphical pollen load forecasts. As an important tool for prevention, a PID German pollen calendar and 4 regional pollen calendars are compiled every 5 years (Werchan et al., 2018; Werchan et al., 2019). The APIs graphs indicate an increasing trend for *Corylus* (the coefficient of determination $R^2 = 0,22$), *Alnus* ($R^2 = 0,11$), *Betula* ($R^2 = 0,11$), *Ambrosia* ($R^2 = 0,05$) pollen concentration over the last years in Germany, a slightly increasing trend for *Fraxinus* ($R^2 = 0,03$), a slightly decreasing trend for *Poaceae* ($R^2 = 0,02$), and decreasing trends for *Secale* ($R^2 = 0,18$) and *Artemisia* ($R^2 = 0,23$) pollen concentration. The trend in fungal spore concentration in Germany is increasing for both fungal spores (*Alternaria* [$R^2 = 0,07$]; *Cladosporium* [$R^2 = 0,08$]). For the latest information, visit the PID homepage (www.pollenstiftung.de), Facebook (@pollenstiftung), Twitter (@pollenstiftung), or subscribe to the weekly PID Newsletter.

References

- Langen U., Schmitz R., Steppuhn, H. (2013) Häufigkeit allergischer Erkrankungen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl. 56: 698-706. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1652-7>
- Haftenberger M., Laußmann D., Ellert U. et al. (2013) Prevalence of sensitisation to aeroallergens and food allergens. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). Bundesgesundheitsbl. 56: 687-697. <https://doi.org/10.1007/s00103-012-1658-1>
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). (2019) Richtlinie VDI 4252 Blatt 4: Bioaerosols and biological agents - Determination of pollen and spores in ambient air by a volumetric method for a measurement network for allergological purposes. <https://tinyurl.com/y29aroaz>. Accessed: 21 Jan 2021

Werchan M., Werchan B., Bergmann KC. (2018) German pollen calendar 4.0 – update based on 2011–2016 pollen data. *Allergo J Int* 27: 69-71. <https://doi.org/10.1007/s40629-018-0055-1>

Werchan M., Werchan B., Bergmann KC. (2019) German pollen calendar 4.0: update of the regional pollen calendars 4.0 with measurement data for the period 2011–2016. *Allergo J Int* 28: 160-162. <https://doi.org/10.1007/s40629-019-0095-1>

German Pollen Information Service Foundation (PID). (2020) Wochenpollenvorhersage Isabella. <https://tinyurl.com/y2prnpuw> Accessed: 21 Jan 2021

ARE THERE QUANTITATIVE DIFFERENCES IN AIRBORNE FUNGAL SPORES IN SOUTH-EASTERN POLAND OVER TWENTY YEARS?

Magdalena Wójcik, Idalia Kasprzyk

Department of Environmental Monitoring, Institute of Biology and Biotechnology, College of Natural Sciences, University of Rzeszów, Poland; e-mail: mwojcik@ur.edu.pl, idalia@univ.rzeszow.pl

Living organisms, including airborne sporomorphs, are a good indicator of the global temperature increase. Aeropalynological studies show changes in the emissions and dates of pollen seasons. The results of aeromycological studies are not so clear. Yes, the authors report changes in the timing of the occurrence of spores in the air, but the direction and scale of them depend on the species or genus. The aim of the study was to check if there are any changes in airborne fungal spores after twenty years.

The study was conducted in Rzeszów, a medium-sized city located in South-Eastern Poland. It is located in a temperate climate zone. From 1997–2016, the mean annual temperature in the city was 8.9 °C, and the mean annual total precipitation was 700 mm. At the beginning of the 21st century the annual mean temperature was 8.4 °C – 9.9 °C and twenty years later (2019-2020) 10.5 °C and 10.0 °C, respectively. The land use of the city is strongly influenced by man. Rzeszów has an urbanization index of 0.41. The green areas consist mainly of private gardens, city parks, and roadside green areas. The city is surrounded by a mosaic of farmland and forest, with the prevalence of arable crops. Aerobiological monitoring was conducted in 2000-2001 and 2019-2020. The volumetric method was applied with the Hirst type spore trap, which was mounted on the roof of the building in the center of the city at the height of 12 m a.g.l. **Spores were counted using a light microscope (x600), along one horizontal line, 48 mm long. The results were expressed as the number of spores in 1 m³ of air per day. Many taxa have been counted and identified, but detailed analysis concerns *Torula*, *Pithomyces*, *Stemphylium* and *Polythrincium*.** The seasonal sum of fungal spores was expressed as SFI_n. The fungal spores season was defined by 90% method. Kruskal-Wallis test was used to check the difference in the concentration of airborne fungal

spores among years. The meteorological parameters were also monitored such as **mean, maximum and minimum temperature (°C), relative air humidity (%), rainfall (mm)**. The relationship between the daily pollen concentrations and meteorological variables was examined by means of the nonparametric Spearman Rank correlation test.

The *Torula* spores seasons were long (175 - 191 days) and in 2019 and 2020 ended about a month earlier than in 2000 and 2001. The values of SFin differ between two periods, with a clear increase in 2019-2020. The maximum concentrations ranged from 41 in 2000 to 145 in 2020. In each year the season was irregular and the synchronization of the course of the seasons was very low. The average daily concentrations in the 2019 year were clearly different from the other years (Kruskal-Wallis test).

Although the period of *Pithomyces* continuous occurrence lasted from May to October, the significant concentrations were recorded in August and September. The length of the *Pithomyces* season in 2019-2020 was shorter than in 2000 and 2001, it lasted 107 and 109 days. Compared to the beginning of the 21 st century in these years the values of SFin and the average concentrations were clearly higher.

In each year *Stemphylium* spores occurred continuously in the air from April to October and a clear increase in concentrations has been observed in June, July and August. What differentiates the years are SFin values and average concentrations. Over twenty years the dates of the end of the season accelerated and the length of the seasons shortened.

The length of the season of *Polythrincium* spores ranged from 104 (in 2019) to 110 (in 2001, 2020). The seasons started in June (in 2000, 2019) or July (in 2001, 2020), while the highest concentrations were recorded in August, September and October. No changes in the timing of seasons and the values of SFin were found after twenty years of aerobiological monitoring.

The temperature was the most important meteorological parameter positively affecting fungal spore concentrations in the air. In 2019 and 2020, the concentrations of most spores were negatively correlated with rainfall. In general, no significant relationship was found between the spore concentrations and relative humidity of the air.

Aerobiological monitoring demonstrates the differences in the occurrence of fungal spores in the air, but their direction and strength depend on taxa. Over twenty years the increase in *Torula* and *Phitomyces* spores concentrations were observed, the acceleration of the *Torula* and *Stemphylium* seasons, and the shortening of the *Phitomyces* and *Stemphylium* season. As expected, the temperature was the main factor influencing the spore concentrations.

Cilvēka ģeogrāfija

ĢENTRIFIKĀCIJA UN KULTŪRAS PATĒRIŅŠ SOCIĀLĀS DISTANCĒŠANĀS LAIKMETĀ

Margarita Feizaka

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: mfeizaka@yahoo.com

Iedzīvotāju socializēšanās ir neatņemama kultūras patēriņa sastāvdaļa, līdz ar to sociālās distancēšanās ierobežojumi ir izaicinājums ģentrikācijas teorijas un kultūras patēriņa diskursa turpmākai attīstībai. Pētījuma mērķis ir noskaidrot, kādas izmaiņas ir notikušas ģentrikācijas jēdzienam atbilstošajās Rīgas apkaimēs un kā ir mainījušies kultūras patēriņš COVID-19 krīzes un sociālās distancēšanās ietekmē. Ņemot vērā to, ka ģentrikācijai raksturīgās iezīmes sevī iekļauj īres cenu kāpumu, apkaimes reputācijas uzlabošanu, radošo kvartālu darbību (kultūras pasākumi, street food, laikmetīgas kafējnīcas), sociālās distancēšanās ierobežojumi un radošo profesiju pārstāvju ienākumu samazināšanās ir izaicinājums pilsētvides un ģentrikācijas jēdzienam atbilstošo apkaimju turpmākai attīstībai. Mūsdienās arvien vairāk pieaug atsevišķu iedzīvotāju grupu, piemēram, radošo profesiju pārstāvju nozīme ģentrikācijas procesa izpētē. Ģentrikācijas pazīmēm atbilstošās apkaimes visā pasaulē arvien biežāk tiek saistītas ar atsevišķām kopienām un iedzīvotāju grupām (bohēmiski radošie kvartāli, *China Town* u.c.), līdz ar to kultūras patēriņš ir kļuvis par svarīgu aspektu ģentrikācijas izpētē. Iepriekš veiktie pētījumi parāda, ka ģentrikācija Rīgā ir sākuma stadijā un tā skar tādas iekšpilsētas apkaimes kā Āgenskalns, Centrs, Brasa un Avoti, atsevišķas iezīmes parādās arī Maskavas forštātē. Ģentrikācijas izpētē arvien vairāk pieaug kvalitatīvo metožu nozīme, kas ļauj padziļinātāk pētīt visus procesa aspektus. Pētījumā tika apskatīti Centrālās statistikas pārvaldes brīvpieejas dati, kas atspoguļo sociālekonomiskos rādītājus COVID-19 ietekmē. Tāpat pētījuma ietvaros tika veiktas padziļinātas, daļēji strukturētas intervijas, kas ir pētījuma galvenais materiāls. Kopumā tika intervētas četras personas, kas ir radošās industrijas darbinieki – viens mūziķis, viena dziedātāja un divi radošo kvartālu – Kalnciema kvartāla un Tallinas ielas kvartāla – pārstāvji. Pētījuma rezultāti atklāj, ka sociālās distancēšanās ierobežojumi veicināja iedzīvotāju sastāva un kultūras patēriņa izmaiņas ģentrikētajās Rīgas apkaimēs. Tāpat tika noskaidrots, ka, lai gan sociālās distancēšanās ierobežojumi negatīvi ietekmēja kultūras patēriņa aktivitātēs iesaistītās personas, radošo profesiju pārstāvju pieredzes mēdz gan sakrist, gan arī ievērojami atšķirties.

Pētījums veikts Fundamentālo un lietišķo pētījumu projekta „Etnisko grupu izvietojuma iezīmes Latvijas lielajās pilsētās” (projekta Nr. Izp-2020/2-0280) ietvaros.

MĀKSLĪGĀS ŪDENSTILPES – RAKSTURĪGA IEZĪME AMATAS NOVADA ZIEMEĻDAĻĀ

Ineta Grīne, Ivars Strautnieks

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Ineta.Grīne@lu.lv, Ivars.Strautnieks@lu.lv

Jēdziens „mākslīgās ūdenstilpes” jeb ūdenskrātuves jau pats par sevi norāda uz cilvēka darbību, zemes lietojumveidu, kas saistīts arī ar teritorijas apdzīvojumu. 21.gadsimta sākumā, veidojoties privātcieniem un attīstoties citām privātām teritorijām, daudzviet tiek izveidotas mākslīgās ūdenstilpes, bet atšķirīga ir gan to veidošanas motivācija, gan arī tehnoloģiskie risinājumi. Kā zināms, liels mākslīgo ūdenskrātuvju skaits, galvenokārt zivju dīķi, ir raksturīgs paugurainajām teritorijām Rietumkursas augstienē. Ievērojams to skaits ir arī citos paugurainajos apvidos Latvijas augstienēs, kā, piemēram, Vidzemes augstienes ziemeļdaļā – Priekuļu un Amatas novadā.

Pēdējo 20 gadu laikā sevišķi daudz dīķu ir izveidots Amaticiemā, taču to galvenā funkcionālā nozīme ir ainavas elements. Ainavas veidošana notiek joprojām, turpinoties reljefa transformācijai - tiek pārveidoti vai uzbērti jauni pauguri un izrakti dīķi. Amatas novada Aparnieku apkārtni raksturo ievērojams skaits mākslīgo ūdenskrātuvju. Pētījuma mērķis ir atklāt galvenās ūdenskrātuvju veidošanas likumsakarības un motivāciju, kā pētījuma etalonteritorijas izvēloties Aparnieku apkārtni un Amaticiemu. Plašāki pētījumi par ūdenskrātuvju veidošanu Amaticiemā veikti jau 2009.-2017.g.. Tāpēc patreiz darba gaitā izvirzītie uzdevumi: apzināt un izvērtēt informācijas avotus, to skaitā kartogrāfisko materiālu, par mākslīgajām ūdenskrātuvēm Aparnieku apkārtne. Kartogrāfisko materiālu salīdzinājums (topogrāfiskā kartes, ortofomateriāli) ļauj izsekot ūdens objektu platības izmaiņām, ūdenssauszemes platības procentuālām attiecībām, saskatīt ainavu mozaīkas izmaiņas un izprast zemes lietojumveidu maiņu. Lauka apsekojumi (2020.g. vasara) ļauj apzināt patreiz esošo situāciju saistībā ar apdzīvojumu, zemes lietojumveidu, ainavu.

Pētījumā ietverta apkārtnē ap Aparniekiem, Amatas skolu, Skalbēru un Kalēju dīķiem atrodas Vidzemes augstienes ziemeļrietumu daļā, Amatas novadā. Teritorijas saposmotais reljefs un ģeoloģiskā uzbūve ir galvenais pamatnosacījums, lai varētu izveidot ūdenskrātuves. Aparnieku apkārtnes reljefs ir ļoti komplikēts. Tas izpaužas kā zemu, iegarenu sīkpauguru vai grēdiņu un ieplaku mija, ko virzienā uz augstienes vidieni nomaina vidēji augsti morēnas

vidējpauguri un lielpauguri. Pie Kalna Skalbēriem arī plakanvirsas lielpaugurs, ar mālpauguriem tipisku virsmu un erozijas saposmojumu nogāzēs. Starp vidējpauguriem un lielpauguriem ir plašākas starppauguru ieplakas, kuras aizņem arī lielāka izmēra ūdenskrātuves. Reljefa saposmojums un apgrūtinātā virsmas notece sekmē pārmitru apstākļu veidošanos ieplakās, kādēļ tajās ir mežu augšanai un zemkopībai nepiemēroti apstākļi. Dīķi ierīkoti, galvenokārt, izveidojot nelielus aizsprostus – meniķi nelielajām ūdenstecēm starppauguru ieplaku sašaurinājumos (piem., Zipu dīķis, dīķis pie Jaunaparniekiem). Lielākajiem dīķiem ir izlīdzināta un paplašināta gultne, vai arī būvēts ceļa uzbērums kā aizsprosts, izmantojot tehniku (piem., dīķis pie Jaunlībiešiem, Skalbēru dīķi). Dažās plašākajās ieplakās zemes lietojumveids laiku pa laikam ir ticis mainīts – t.i., dīķi nolaisti un to gultne izmantota kā ganības vai arī to gultne tīrīta un sapropelis izmantots augšņu ielabošanai apkārtējos tīrumos (piem., Skalbēru dīķi). To apstiprina gan kartogrāfiskā materiāla analīze, gan publikācijas, gan lauka apsekojumu materiāli. Jau 1960to gadu publikācijās atrodamas atsauces uz zivju dīķu ierīkošanu lauksaimniecībā neizmantojamās zemēs padomju saimniecībā „Amata”. Tādas teritorijas labāk izmantot, 2 gadus uzstādinot zivju dīķus, 3.gadā tos nolaist un audzēt šajās platībās kādu no lopbarības kultūrām. Kā lielākie zivju dīķi padomju saimniecībā „Amata” minēti Skalbēru un Bikaru (jeb Kalēju) dīķi. Laika gaitā šo dīķu teritorija ir paplašinājusies. Kā liecina kartogrāfiskā materiāla analīze, piem., Kalēju dīķa platība palielinājusies no ~4,6 ha līdz ~5,4 ha. Arī šodien Skalbēru dīķi ik pēc 4 gadiem tiek nolaisti un šo teritoriju izmanto ganībām, ko apliecina gan interviju materiāli, gan kartogrāfiskā materiāla analīze un lauku apsekojumi. Skalbēru dīķu saimnieki norāda, ka ne Padomju periodā, ne šodien dīķsaimniecība neienesa lielu peļņu, tā ir kā palīgnozare. Lai gan pētījumu teritorijā ir daudz lielāku vai mazāku dīķu, lielākai daļai zemnieku saimniecību galvenos ienākumus dod lopkopība un augkopība. Tām atsevišķām saimniecībām (piem., Zipi, Jaunklābi), kuras nodarbojas ar zivkopību, tā ir tikai palīgnozare.

Līdztekus zivkopībai, dīķiem ir arī cita funkcionālā nozīme - kā ūdens rezervuāriem ugunsdrošībai, lopu dzirdināšanai un lauku laistīšanai. Tāpat tie ir nozīmīgas ūdensputnu barošanās un ligzdošanas vietas, migrējošo putnu atpūtas vietas. Dīķu izveidošana rada redzamas, būtiskas izmaiņas ainavā, tie ir nozīmīgas rekreācijas vietas – atpūtas vietas ar vai bez makšķerēšanas.

Secinājumi. Mākslīgās ūdenstilpes, to skaitā zivju dīķi, atšķirībā no ezeriem, ir relatīvi nestabili ainavas elementi. To eksistenci nosaka cilvēks, ko ietekmē virkne mainīgu faktoru – mērķis, tradīcijas, līdzekļi, saimniekošanas veids u.c. Zivju dīķu izveidošana pārmitrajās ieplakās Aparnieku apkārtņē var būt racionāla no saimniekošanas viedokļa, jo vairumā gadījumu, to ierīkošanai nebija nepieciešami tik vērienīgi zemes transformācijas darbi, kā tas

bija Amatciemā. Dīķi, to ūdens spogulis, līdzīgi kā ezeriem, ir nozīmīgs estētisks ainavas elements, kas paugurainajai ainavu mozaīkai piešķir īpašu pievilcību. Dīķsaimniecība Aparnieku apkārtnē nav vēsturiski sens un tradicionāls saimniekošanas veids, ko apstiprina senāku un jaunāku kartogrāfisko materiālu salīdzinājums un citi informācijas avoti. Pēdējo gadu kartogrāfiskajos materiālos redzams būtisks dīķu skaita pieaugums. Tomēr, īpaši jāatzīmē, ka uzstādinātie dīķi ir ļoti mainīgi ainavas elementi, kuru izzušana vai atjaunošanās varēja notikt daudz biežāk nekā karšu izdošana. Tā piemēram, PSRS Ģenerālštāba izdotās kartes mērogā M 1:25 000 fiksēja situāciju 1942.gadā un 1963.gadā. Faktiski, augstāk minētais zivju dīķu nolaišanas un atjaunošanas cikls kartēs neparādās. Dīķi kā Aparnieku apkārtnes raksturīga iezīme ir labi redzama, pat uzkrītoša tikai pēdējo gadu kartogrāfiskajos izdevumos. Līdzīgi kā Amatciemā pēdējos 20 gados, kur dīķu veidošanas iniciators un realizētājs ir viens cilvēks – A.Zvirbulis, tā Aparniekos 20.gadsimta 70-tajos gados lielais vairums zivju dīķu tika izveidoti pateicoties A.Skrastiņam. Minētie piemēri parāda, ka sava mājokļa, ciema, pagasta un visas valsts “sejas” veidošanā pats galvenais ir cilvēks, personība, kura entuziasms un neatlaidība ir pamats attīstībai.

TOPONĪMI KĀ KAĶU VĀRDU IZVĒLES MOTIVĒTĀJI LATVIJĀ

Andris Ģērmanis¹, Ilze Štrausa²

¹Rīgas Valsts 2. ģimnāzija, e-pasts: andris-germanis@inbox.lv

²LU Latviešu valodas institūts, e-pasts: ilze54321@inbox.lv

Latviešu valodniecībā par zoonīmiem jeb dzīvnieku vārdiem ir vien daži raksti – viens no tiem arī par felinonīmiem jeb kaķu vārdiem (Bankavs 2003). Ojārs Bušs nedaudz pievērsies suņu vārdu izpētei un kādā publikācijā secinājis, ka suņu vārdi transonimizācijas ceļā darināti arī no dažādiem vietvārdiem – no kontinentu un pasaules daļu nosaukumiem (*Āfrika, Eiropa*), no valstu nosaukumiem (*Andora, Birma, Fidži, Indija, Katara, Kenija, Kongo, Kuba*), no dažādu citu kategoriju vietvārdiem (*Amūra, Ganga, Niagāra, Balkāns, Elbruss, Espo, Fudži, Korsika, Odesa* u. c.) (Bušs 2019, 312). 2020.gadā Latvijas Universitātes Latviešu valodas institūts veica iedzīvotāju aptauju par kaķu vārdiem un to izvēles motivāciju. Tai atsaucās necerēti daudz respondentu – 19592 kaķu saimnieki. Izpētot iegūto materiālu, varam apgalvot, ka arī kaķu vārdus motivējuši dažādi toponīmi. Tiesa, šādu felinonīmu gan ir mazāk nekā viens procents.

Kaķu saimnieku aptaujāšana par izvēlēta vārda došanas iemeslu ļauj ieskatīties iegūtajos rezultātos dziļāk, jo tieši zoonīmu socioonomastiska izpēte ļauj saskatīt daudz ko tādu, kas

paliek nepamanīts, analizējot vien zoonīmu sarakstu (Bušs 2019, 321), un izvairīties no daudziem hipotētiskiem vai pat maldīgiem secinājumiem. Piemēram, Saldū dzīvojošās kaķenes *Baltijas* vārdam un tā izvēles motivācijai patiesībā nav semantiskas saistības ar toponīmu (teritoriju Baltijas jūras dienvidaustrumu piekrastē), jo kaķis ir balts un viņa vārds darināts uz skaniskās līdzības pamata no īpašības vārda *balta*.

Vienādu felinonīmu etimoni, resp., vārdi, no kā darināti kaķu vārdi, var būt arī homonīmi (vienas valodas vienādi rakstāmi un izrunājami vārdi ar atšķirīgu, savstarpēji nesaistītu nozīmi). Anketās sniegtie kaķu vārdu izvēles motivācijas apraksti ļauj apgalvot, ka no 22 kaķenēm, kas nosauktas par *Sofiju*, 21 dzīvniekam dažādu iemeslu dēļ dots personvārds *Sofija* (pēdējā desmitgadē (2010–2019) Latvijā tas ik gadu jaundzimušajām meitenēm dots visbiežāk (Štrausa 2020, 7)), bet vienas kaķenītes vārds saistāms ar Bulgārijas galvaspilsētas *Sofijas* vārdu.

Analizējot kaķu vārdus, kuru motivētāji bijuši toponīmi, uzreiz var pamanīt, ka pēc darināšanas veida tos var iedalīt divās grupās:

1) kaķu vārdi, kas no toponīmiem darināti transonimizācijas ceļā, tāpēc ir identiski vietvārdiem (piemēram, *Vidzeme, Rīga, Reina, Everests, Brisele, Berlīne, Kipra* u. c.);

2) kaķu vārdi, kas ar dažādiem vārd darināšanas līdzekļiem darināti no kāda toponīma uz skaniskās līdzības pamata, tātad tie doti, dažādu iemeslu dēļ iedvesmojoties no toponīmiem; bieži vien šāda kaķa vārda izvēli motivējis dzimtās vietas vai dzīvesvietas nosaukums (piemēram, *Dobīte* ir dzimusi Dobelē, *Popene* – Popē, *Ērgļa* dzimtā vieta ir Ērgļi, *Rundis* savulaik dzīvojis netālu no Rundāles pils, *Topiņš* nāk no Topciema, *Triks* – no Trikātas, *Tomijs* jeb *Toms* – no Tomes, *Gulde* – no Apguldes, *Lotgalīte* jeb *Lote* – no Latgales, *Ciesiņš* – no Ciesengures, *Mieriņš* un viņa saimnieki dzīvo Miera ielā, *Roze* – Rožu ielā, bet *Rota* – Rotas ielā).

Saimnieku ceļojumi – gan atmiņas no tiem, gan vēlme tajos doties un cerēt uz kāda sapņa piepildījumu – bijis viens no impulsiem kaķu vārdu izvēli saistīt arī ar dažādiem toponīmiem. Piemēram, *Brazīlijas* saimnieces mērķis ir aizbraukt uz Brazīliju, turklāt kaķa uzvedība acīmredzot līdzinās šīs valsts mežonīgajai dabai; *Benelukss* pie vārda ticis, jo viņa saimniekiem ļoti patīk ceļot; bet par *Romu* pat šāds stāsts: «Bijām romantiskā ceļojumā uz Romu, pēc tam, kad paņēmām kaķi, nebija divu domu – jāsauc par Romu! Roma šogad nomira. Un mūsu attiecības izira. Maģisks kaķis bija. 15 gadus.»

Ar toponīmiem saistītus kaķu vārdus saimnieki izvēlējušies ne tikai sava hobija – ceļošanas – dēļ. Uz to pamudinājušas arī citas intereses (piemēram, *Briseles* saimniece ļoti cītīgi seko līdzi notikumiem politikā) vai zīmīgi notikumi kādā valstī (piemēram, kad 2016. gadā Brazīlijā, Riodežaneiro, norisinājās vasaras olimpiskās spēles, Valmieras pusē kāds kaķēns tika nosaukts par *Rio*, bet *Krima* pie vārda tika laikā, kad notika Krimas aneksija).

Nav noslēpums, ka nereti mājas tiek dotas kaķiem, kas bijuši izmesti uz ielas, un šādos gadījumos bieži vien kaķa vārda izvēles faktors bijis dzīvnieka atrašanās vieta. Līdzās dažādiem ielu nosaukumiem, kas motivējuši kaķa vārda izvēli (piemēram, *Barons* atrasts Barona ielā, *Čaks* – Aleksandra Čaka ielā, *Dzirnaviņš* – Dzirnau ielā, *Ģertrūde* – Ģertrūdes ielā, *Matīsiņš* – Matīsa ielā), šeit minamas arī citas toponīmu kategorijas, piemēram, kapu nosaukumi (*Baronesse Sofija* atrasta Barona kapos), lielciemu nosaukumi (*Murrjānis* atrasts Murjānos), pilsētu nosaukumi (*Berlīne* atrasta Vācijā uz šosejas, *Lainīte* – Olainē) un pat upju nosaukumi (*Daugaviņš* atrasts atkritumu tvertnēs pie Daugavas). Arī dažādi ergonīmi jeb uzņēmumu un iestāžu nosaukumi šādās un līdzīgās situācijās kalpo kā motivētāji kaķu vārdu izvēlē un darināšanā (piemēram, *Biko* tika atrasta Liepājā, gatera «Bikolat» teritorijā, *Depsija* – pie veikala «Depo», bet *Cukurs* pie vārda ticis, jo tā iepriekšējie saimnieki dzīvoja netālu no «Jelgavas cukurfabrikas»).

Mazliet līdzīga motivācija ir vēl dažu kaķu vārdu izvēlē, jo to ietekmējusi vieta, kur saimnieki atradušies brīdī, kad nolēmuši kļūt par kāda kaķa saimniekiem, piemēram, *Turcis* pie vārda ticis, jo saimnieki to nolēmuši paņemt, esot ceļā uz Turciju, bet *Komo* saimnieki par šādu soli izlēmuši pie Komo ezera.

Vēl viens no iemesliem izvēlēties ar toponīmiem saistītus kaķu vārdus ir šķirne, tās izcelsme, raksturīgākās pazīmes vai tās nosaukums, kurā arī var būt ietverts kāds toponīms, piemēram, *Birma* patiesi ir Birmas kaķis. *Kilimandžāro* ir Norvēģijas meža kaķis; tā kā šīs šķirnes kaķi ir vieni no lielākajiem, saimnieki viņu nodēvējuši tāpat, kā sauc Āfrikas augstāko virsotni.

Dažu šīs grupas kaķu vārdu izvēli motivējusi viņa uzvedība, piemēram, *Černobiļa* taisa haosu pa visu dzīvokli, *Everests* vienmēr izvēlas kāpšanai augstāko vietu, *Monblāns*, būdams mazs, visur rāpās un savu attīstīto rāpšanās spēju dēļ atgādināja alpīnistu, bet *Reina* ir strauja kā upe, arī *Teides* raksturs pamudinājis dot viņai vulkāna vārdu. Savukārt *Sahāras* izskats – tā gaiši rudā krāsa – radījusi asociācijas ar tuksneša smiltīm.

Citkārt pats dzīvnieks sev izvēlējis vārdu no vairākiem piedāvātajiem variantiem (atsaucies uz to), piemēram, *Kirgizstāna* šo Āzijas valsts nosaukumu atzinusi par sev piemērotāko vārdu. Zināma nejausība motivējusi arī citu kaķu vārdu izvēli, piemēram, *Hipokrāts* pie sava vārda ticis, jo tā saimnieks, braucot trolejbusā, dzirdējis nākamās pieturas nosaukumu «Hipokrāta iela», bet *Ibēra* vārda devēji atvēra enciklopēdiju un tajā lapā izlasīja vārdu «Ibērija».

No toponīmiem darināti felinonīmi izvēlēti arī, alkstot pēc atšķirīgāka, neierastāka kaķu vārda. Šādu motivāciju min, piemēram, divi kaķu saimnieki, kas saviem četrkājainajiem draugiem izvēlējušies divu valstu galvaspilsētu nosaukumus – *Rīga* un *Nairobi*.

Ir arī daži gadījumi, kuros tikai hipotētiski varam runāt par kaķu vārdu saistību ar toponīmiem (piemēram, *Berģis*, *Verona*, *Zambija*), jo kaķa vārda devēji bijuši vai nu iepriekšējie saimnieki, vai patversmes darbinieki, tāpēc respondenti nav zinājuši vārda izvēles motivāciju.

No mājdzīvniekiem tieši govīs nereti nosauktas kādas upes vārdā. Tas saistīts ar ticējumu, ka govīs, kuru dēvē kādas upes vārdā, dos daudz piena (Štrausa 2008, 168), lai gan mūsdienās šāda vārda izvēles motivācija biežāk jau ir tradīcijas dēļ, nedomājot par minēto ticējumu (Bušs 2003, 42). Taču ir arī vairāki kaķu vārdi, kuru izvēles motivācijā norādīts uz kādu upi, piemēram, *Loras* vārds saistāms ar Lorupi Siguldā. Preiļu novadā dzīvojošās *Mūsas* saimniece dzimusi Zemgalē, tāpēc Lielupes kreisā satekupe, kuras vārdā nosaukta kaķene, ir labs atgādinājums par bērnības dienām. Arī *Renda* pie vārda tikusi, jo vārda devēju uzrunājis tieši šis Īvandes kreisā krasta pietekas vārds. Bet kāda kaķenīte Rīgā nosaukta Āfrikas garākās upes – *Nīlas* – vārdā.

Varbūt pat nedaudz pārsteidzoši, bet ne viena vien kaķa vārdu motivējis mājvārds, piemēram, *Brencis* atnācis no «Labrenčiem», *Incīte* dzīvo «Incīšos», *Riekstiņš* – «Riekstiņos», arī *Nikša* un *Rūzis* savu vārdu ieguvuši no mājvārdiem, lai gan tie nav norādīti, bet *Silmala* – no mājas nosaukuma, ko vecmāmiņa, kura ļoti mīlēja kaķus, atstāja, bēgot Otrā pasaules kara laikā.

Salīdzinot ar Ojāra Buša analizētajiem suņu vārdiem, jāatzīst, ka kontinentu un pasaules daļu nosaukumi analizētajā kaķu vārdu materiālā gan neparādās, taču kā kaķu vārdu motivētāji bijuši dažādu kategoriju toponīmi, piemēram, valstu (*Brazīlija*, *Kirgizstāna*, *Monako*, *Zambija*, *Kipra* u. c.), kultūrvēsturisko novadu (*Vidzeme*, *Latgale*), pilsētu un pilsētu daļu (*Berlīne*, *Bostona*, *Brisele*, *Roma*, *Sidneja*, *Durbe*, *Rīga*, *Melluži* u. c.), ciemu un pagastu (*Apgulde*, *Ciesengure*, *Trikāta*, *Zaļenieki* u. c.), ielu (*Katrīnas iela*, *Rožu iela*, *Barona iela* u. c.), pieturu (*Hipokrāta iela* u. c.), kalnu un pauguru (*Munameģis*, *Monblāns*, *Everests*, *Kilimandžāro* u. c.), vulkānu (*Teide*), tuksnešu (*Sahāra*), salu (piemēram, *Floresa*), upju (*Daugava*, *Mūsa*, *Renda*, *Amūra*, *Reina*, *Tigra* u. c.), ezeru (*Komo ezers*) u. tml. nosaukumi.

Kaķu vārdus motivējuši arī bijušie, vēsturiskie vietu nosaukumi, piemēram, Jelgavā dzīvojošā *Mītava* tikusi pie šīs pilsētas vāciskā nosaukuma «Mītau» latviskotā varianta. Starp kaķu vārdiem atrodama arī *Bombeja* (Indijas pilsētas Mumbajas nosaukums līdz 1995. gadam) un *Birma* (Mjanmas nosaukums līdz 1989. gadam). Pat Kalifornijas spoku pilsētas *Cali* vārdā nosaukts kāds kaķis. Savukārt *Vivis* pie vārda ticis, pateicoties pilsētas nosaukumam kādā datorspēlē.

Tā kā toponīmu ir ļoti daudz (Latvijas Universitātes Latviešu valodas institūta vietvārdu kartotēkā vien ir apmēram miljons vienību), tas var būt plašs iedvesmas avots arī citu kaķu vārdu izvēlē.

Literatūra

Bankavs, Andrejs. Ievads felinoloģijā (valodnieciskais aspekts). *Vārds un tā pētīšanas aspekti*, 7. Liepāja: LiePA, 2003, 26.–30.

Bušs, Ojārs. *Mozāika: onīmu un apelatīvu cilme, nozīme, lietojums. Darbu izlase*. Rīga: LU Latviešu valodas institūts, 2019.

Bušs, Ojārs. *Personvārdi, vietvārdi un citi vārdi: izpētes pakāpieni*. Rīga: LU Latviešu valodas institūts, 2003.

Štrausa, Ilze. Ko stāsta govju vārdi Ukru pagastā? *Linguistica Lettica*, 17. Latviešu valodas institūta žurnāls. Rīga: LU Latviešu valodas institūts, 2008, 157.–176.

Štrausa, Ilze. Sofija un Roberts triumfē atkal. *Zemgale*, 2020. gada 31. janvāris, 7.

AVIOSATIKSMES IETEKME UZ AKUSTISKO KOMFORTU LATVIJĀ: LIDOSTAS "RĪGA" PIEMĒRS

Ričards Katkovskis

Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, e-pasts: ricards.katkovskis@gmail.com

Akustiskais komforts ir stāvoklis, kurā apkārtējās vides skaņas un trokšņi neizraisa nepatīkamas izjūtas un veselības problēmas, sniedz labsajūtu, ļauj pilnvērtīgi gulēt un strādāt. Transporta nozare un tās radītais skaņas piesārņojums ir viens no galvenajiem faktoriem, kas spēj izjaukt akustisko komfortu. Tieši aviosatiksmes intensitāte pēdējās desmitgadēs ir strauji pieaugusi, augstam skaņas piesārņojuma riskam pakļaujot arvien vairāk Latvijas iedzīvotāju. Pētījuma mērķis ir noskaidrot, kā aviosatiksmes ietekmē akustisko komfortu Latvijā. Latvijas gaisa telpu 2019.gadā šķērsoja vairāk nekā 302 000 lidojumu, kas ir par 29% vairāk nekā 2012.gadā, turklāt 68 000 lidojumu bija saistīti ar lidostu "Rīga". Gan tranzītlidojumu, gan vietējo reisu skaitam iepriekšējā desmitgadē bija tendence palielināties, un paredzams, ka tuvāko gadu laikā aviosatiksmes intensitāte atjaunosies un tiks pārsniegti 2019.gada dati. Pētījuma ietvaros tika reģistrēti un vizualizēti 2019.gada 20.decembra lidojumi Latvijas gaisa telpā, kas uzrāda vispārējās tendences par situāciju Latvijas gaisa telpā. Vismazākā lidojumu intensitāte ir nakts stundās (00:00-06:00), bet augstākā – diennakts otrajā pusē (12:00-24:00), it īpaši no 15:00 līdz 18:00. Virs Latvijas ir vairāki augstas intensitātes koridori, pārsvarā R-A un DR-ZA virzienā. Vislielākais akustiskā diskomforta risks ir Rīgā un tās apkārtnē, kā arī Zemgales centrālajā daļā un Kurzemē. Vismazākā aviosatiksmes intensitāte ir Sēlijā un Vidzemes ziemeļaustrumos. Gan vietējie, gan tranzītlidojumi ir galvenais skaņas piesārņojuma avots nomaļākās lauku teritorijās, kur tuvumā nav ne aktīvas ceļu, ne dzelzceļu satiksmes. Vietējā aviosatiksmes ir traucējošāka cilvēkiem, jo lidaparātu trajektorijas ir zemākas. 2019.gada pēdējā nedēļā katru dienu lidostā "Rīga" kopumā ielidoja un izlidoja no 170 līdz 230 reisu. Nakts stundās netiek apkalpots praktiski neviens reiss, bet dienā ir četri

augstas aviosatiksmes intensitātes periodi, tostarp no 06:00 līdz 08:00 un no 22:00 līdz 24:00, kas var traucēt miega kvalitāti. Tolaik visvairāk reisu (64,2%) veica aviosabiedrība airBaltic, kas pamatā izmantoja Airbus A220-300 un Bombardier Q400 NextGen. Pārējos reisos apkalpo daudz citu aviokompāniju. Rīgas lidostā izlidošanai un ielidošanai izmanto gan ziemeļu, gan dienvidu virzienu. Lidostas tuvumā turpinās suburbanizācijas process, tādēļ visaugstākajā skaņas piesārņojuma riska zonā ik gadu palielinās skarto iedzīvotāju skaits. Lidmašīnu ielidošanas un izlidošanas trajektorijas divu kilometru rādiusā skar praktiski visus Babītes novada lielākos ciemus (~8000 iedz.), Mārupes novada lielākos ciemus, izņemot Tīraini un Mārupes austrumus (~6000 iedz.), Rīgas rietumus, tostarp daļu Imantas un Zolitūdes (~30000 iedz.). 2018.gadā lidostā tika veikta jaunākās paaudzes izlidošanas procedūru ieviešana ar mērķi samazināt Babītes, Spilves un Piņķu pārlidošanu, kas nozīmē, ka trajektorijas pēc iespējas tieši šķērso mežus un polderus, tomēr bieži tās netiek ievērotas. Skaņas intensitātes mērījumi tika veikti sešās vietās tieši zem lidojumu trajektorijas vai divu kilometru attālumā no tās lidostas apkārtnē. Visklusākie lidaparāti ir airBaltic izmantotie, kas tiešo trajektoriju vietās uzrādīja maksimālo skaņas intensitāti 79-89 dB robežās, skaļākais – Ryanair izmantotais Boeing 737-8AS (90-96 dB). Turklāt arī divu kilometru attālumā tika uzrādīti gandrīz līdzvērtīgi rezultāti, un nakts stundās troksnis izšķirams vēl tālākā rādiusā, tātad trajektoriju koriģēšana būtiski nesamazina trokšņa piesārņojumu. Savukārt fona troksnis visās mērījumu vietās pārsniedz ieteicamo robežvērtību 45 dB, tādēļ akustisko komfortu sasniegt ir visai sarežģīti.

LATVIJAS IEDZĪVOTĀJU LABJUTĪBA REĢIONOS: COVID-19 IZRAISĪTĀS PANDĒMIJAS IETEKME

Zaiga Krišjāne

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: zaiga.krisjane@lu.lv

Līdz ar globālo COVID-19 vīrusa izraisīto pandēmiju 2020.gada sākums radījis nozīmīgus izaicinājumus daudzās dzīves jomas. Saskaroties ar iepriekš nezināmiem izaicinājumiem Latvijā līdzīgi kā citviet Eiropā un pasaulē valdība ieviesa ceļošanas un pārvietošanās ierobežojumus, lai samazinātu vīrusa izplatību. Papildus vīrusa izplatības samazināšanas pasākumiem, veselības aprūpes sistēmas uzturēšanai, vakcīnas iegūšanai un vakcinēšanas uzsākšanai būtiski kļuvuši arī psiho emocionālie traucējumi, kurus pastiprinājis šis laiks. Sabiedrības labjutība un indivīda spēja veidot sekmīgu darba un ikdienas dzīves balansu kļuvušas par ļoti aktuālām tēmām. Izmantojot iedzīvotāju aptauju COVID-19

uzliesmojuma pirmā viļņa laikā iegūtas zināšanas par izmaiņām, kas notikušas iedzīvotāju ikdienas uzvedības paradumos. Tādēļ svarīgi noskaidrot, cik lielā mērā COVID-19 ir ietekmējis indivīdu ikdienas dzīves, tostarp attālinātā darba nozīmi, pandēmijas pirmā viļņa laikā. Latvijā ārkārtas situācija tika pasludināta 2020.gada 12.martā un tuvāko dienu laikā slēgta arī starptautiskā pasažieru kustība. 29.martā izziņoti vēl stingrāki distancēšanās pasākumi, kas palīdzētu samazināt vīrusa izplatību. Ieviestie pasākumi Latvijā tikuši atzīti par veiksmīgiem, jo 9.jūnijā ārkārtas stāvoklis tik atcelts, spēkā atstājot vien daļu ierobežojumu. Pulcēšanās ierobežojumi un distancēšanās prasības tiek uzskatītas par efektīvākajiem vīrusa ierobežošanas mehānismiem, taču arī Latvijā beidzoties vasaras sezonai un atsākoties mācību gadam arī vīrusa izplatības rādītāji palielinājās norādot uz otrā pandēmijas viļņa iestāšanos. Vīrusa izplatības Latvijā koncentrējas ap blīvi apdzīvotām vietām, kā arī vietās, kur koncentrējas konkrētas iedzīvotāju grupas, piemēram, pensionāti. Reģionālās atšķirības parāda, ka pandēmijas ietekme vairāk jūtama galvaspilsētā un blīvāk apdzīvotajos Latvijas reģionos. Papildus tam situāciju negatīvi ietekmē ienākumu līmeņa maiņa, attālinātais darbu un nepieciešamība iesaistīties izglītības procesā. Tādi ikdienas dzīves paradumu aspekti kā darba un privātās dzīves līdzsvars, alkohola lietošana un darba režīms reģionos arī atšķiras reģionāli. Kā parāda pētījuma rezultāti dzīves un darba līdzsvaru izmaiņas jūta vairums iedzīvotāju. Pastiprinātu vientulību un trauksmi biežāk izjūta tie iedzīvotāji, kuri dzīvo vieni, pensionāri, kā arī studenti, jo viņiem ietekmētas ikdienas socializēšanās iespējas. Cita grupa, kuras ikdienas dzīves un darba līdzsvars būtiski mainījās ir vecāki ar pirmsskolas vai skolas vecuma bērniem mājāsaimniecībā. Pētījuma rezultāti arī norāda uz Latvijā aktuālo nodarbinātības formu maiņu, kas radusies pandēmijas ietekmē. Pat vairāk kā trešdaļa no visiem respondentiem par piemērotāko uzskata pilna laika attālināto darbu, kas, salīdzinot ar citām grupām augstāks ir iedzīvotājiem Rīgā un tās apkārtnē, kā arī gados jaunāko iedzīvotāju grupām.

Pētījums veikts Valsts pētījumu programmas “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” projekta „Ilgtspējīgas un saliedētas Latvijas sabiedrības attīstība: risinājumi demogrāfijas un migrācijas izaicinājumiem (DemoMig)” (projekta Nr. VPP-IZM-2018/1-0015) ietvaros.

LĪDZDALĪBAS PIEEJA JAUNU ZINĀŠANU RADĪŠANĀ PROJEKTA “DEMOMIG” IETVAROS

Zaiga Krišjāne, Elīna Apsīte-Beriņa, Toms Skadiņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: zaiga.krisjane@lu.lv

Sabiedrības grupu iesaiste lēmumu pieņemšanā un pētniecībā kļūst arvien aktuālāka. Lai nodrošinātu līdzdalības pieeju jaunu zināšanu radīšanā ar vien biežāk tiek izmantota “pasaules kafejnīcas metode (The World Cafe)” (Lohr et al. 2020). Tā ir piemērota aktuālu problēmu apspriešanā, jaunu ideju un atbilstošu risinājumu meklēšanā. To apzināšana un novērtējums ir sistemātisks process. Vajadzību novērtējumi palīdz uzlabot politisko lēmumu kvalitāti, tādējādi uzlabojot sniegumu un palielinot iespējamību sasniegt vēlamos rezultātus (Watkins et al. 2012; Altschuld and Watkins 2014). “Pasaules kafejnīcas metode” papildina citas kvalitatīvās datu ieguves metodes (Lohr et al. 2020), kā arī veicina “kolektīvo radošumu” (Senge et al. 2015). Metodes nosaukums ir piemērota metafora, jo darbnīca ir kā kafejnīca, kurā satiekas dažādi cilvēki. Notiek domu un viedokļu, jaunu ideju un kopīgu zināšanu apmaiņa. Metodes praktiskā pielietošana ietver šādus principus: 1) konteksta iestatīšana; 2) draudzīgas vides veidošana; 3) būtisku tēmu izpēte; 4) sadarbības radīšanas veicināšana; 5) dažādu viedokļu uzklaušīšana; 6) kopēju vietējo zināšanu veidošana; 7) dalīšanās ar iegūtajiem rezultātiem (Brown, Lambert 2012). Valsts pētījuma programmas projekta “Ilgtspējīgas un saliedētas Latvijas sabiedrības attīstība: risinājumi demogrāfijas un migrācijas izaicinājumiem” (DemoMig) ietvaros notika 6 reģionālās darbnīcas. Šo pasākumu mērķis bija noskaidrot Latvijas reģionos dzīvojošo, studējošo un strādājošo viedokļus par reģionos būtiskiem demogrāfiskās attīstības un migrācijas procesu izaicinājumiem, kā arī apzināt labās prakses piemērus un iespējamus risinājumus reģiona ilgtspējīgai attīstībai. Reģionālo vajadzību novērtējuma pieeju īstenoja starpdisciplināra pētnieku grupa, kas darbojas projektā. Tā kā šī metode veicina savstarpēju dialogu un mācīšanos, tad būtiska loma ir politikas veidotāju iesaistei diskusijās. Tas dod iespēju iepazīt un dalīties pieredzē ar “labās prakses” piemēriem. Jāatzīmē, ka vajadzību novērtēšana ietver arī sadarbības tīklu izveidi. Reģionālo semināru dalībnieki pārstāvēja plānošanas reģionu, pašvaldību, nevalstisko organizāciju locekļus, uzņēmējus un citas iedzīvotāju grupas. Šajos pasākumos piedalījās gandrīz 250 dalībnieku. Reģionālajās darbnīcās, izmantojot “Pasaules kafejnīcas metodi”, tika apspriestas piecas tēmas – izglītības loma kvalificēta darbaspēka noturēšanā un piesaistē reģionā, kvalificētu speciālistu migrācija, kultūra kā reģiona attīstības virzītājspēks, demogrāfiskie procesi un migrācija, kā arī demogrāfiskā politika. Reģionālās darbnīcās pielietotā “Pasaules kafejnīcas metode” deva lielisku iespēju apspriest reģioniem svarīgus

jautājumus un izveidot kopīgu zināšanu bāzi. Reģionālo ideju darbnīcas parādīja, ka tās ir piemērots formāts aktuālu jautājumu un jaunu ideju apspriešanai, atbilstošu risinājumu meklēšanai, kā arī dialoga veidošanai starp dažādiem diskusijas grupas dalībniekiem.

Pētījums veikts Valsts pētījumu programmas “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” projekta „Ilgtspējīgas un saliedētas Latvijas sabiedrības attīstība: risinājumi demogrāfijas un migrācijas izaicinājumiem (DemoMig)” (projekta Nr. VPP-IZM-2018/1-0015) ietvaros.

Literatūra

Altschuld, J. W., & Watkins, R. (2014). A primer on needs assessment: More than 40 years of research and practice. *New Directions for Evaluation*, 2014(144), 5-18.

Brown, V. A., & Lambert, J. A. (2012). *Collective learning for transformational change: A guide to collaborative action*. Routledge.

Löhr, K., Weinhardt, M., & Sieber, S. (2020). The “World Café” as a participatory method for collecting

qualitative data. *International journal of qualitative methods*, 19, 1-15.

Senge, P., Hamilton, H., & Kania, J. (2015). The dawn of system leadership. *Stanford Social Innovation Review*, 13(1), 27-33.

Watkins, R., Meiers, M. W., & Visser, Y. (2012). A guide to assessing needs: Essential tools for collecting information, making decisions, and achieving development results. World Bank Publications.

IEKŠZEMES MIGRĀCIJAS PLŪSMAS UN MIGRANTU ETNISKAIS SASTĀVS LATVIJĀ

Jānis Krūmiņš, Māris Bērziņš, Magnuss Špude

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: kruminsjanis3@gmail.com

Iedzīvotāju pārvietošanās valsts robežās ir ļoti nozīmīga, analizējot pārmaiņas apdzīvojumā un iedzīvotāju izvietojumā. Dzīvesvietas maiņu ietekmē dažādi ekonomiski, politiski vai sociāli apsvērumi, kā arī cilvēka vecums, dzīvesveids un iespējas pārcelties. Iekšzemes migrācijā izšķiramas plūsmas starp reģioniem un starp pašvaldībām viena reģiona ietvaros. Migrācijas raksturu nosaka migrācijas plūsmās iesaistīto iedzīvotāju sociāli demogrāfiskais sastāvs. Tas var mainīt gan plūsmu apjomu, gan virzienu. Tāpēc dzīvesvietas maiņa ir ļoti selektīva pēc dažādām pazīmēm. Literatūrā plaši tiek aplūkota iekšzemes migrācija dažādu etnisko grupu pārstāvjiem (piemēram, Simpson, Finney 2009). Šādi pētījumi visbiežāk veikti valstīs ar lielu dažādu tautību iedzīvotāju īpatsvaru, kā arī tur, kur etnisko grupu izvietojumā ir notikušas pārmaiņas, piemēram, lielpilsētās (Darlington-Pollock et al. 2019). Atsevišķi pētījumi atklāj atšķirības iekšzemes migrācijā starp mazākumtautībām

un dominējošo etnisko grupu (Sjoberg, Tammaru 1999; Tammaru et al. 2013). Latvijā iedzīvotāju iekšzemes migrācija ir ļoti svarīgs rādītājs, vērtējot iedzīvotāju skaita un izvietojuma pārmaiņas. Cilvēku kustībai starp valsts reģioniem un pašvaldībām ir daudz lielāka ietekme uz Latvijas apdzīvojuma sistēmas un iedzīvotāju izvietojuma pārmaiņām nekā, piemēram, starpvalstu migrācijai. Statistiski, no 2000. līdz 2018.gadam iekšzemes migrācijā katru gadu bija iesaistījušies vidēji 46 tūkstoši iedzīvotāju (LR CSP dati), kas pārsniedz starpvalstu migrācijas plūsmu apjomus. Līdz ar to Latvijā iekšzemes migrācija ietekmē arī etnisko grupu izvietojumu starp valsts teritorijām. Latvijas etnisko struktūru veido galvenokārt divas etniskās grupas: latvieši un krievi. 2019.gadā no visiem valsts iedzīvotājiem 62% bija latvieši, bet 25% - krievi. Atšķirīga situācija novērojama, salīdzinot etnisko struktūru pa reģioniem – Vidzemē un Kurzemē latvieši veido vairāk nekā $\frac{3}{4}$ no visiem iedzīvotājiem, attiecīgi, 87% un 76%, kamēr Latgalē (52%) un Latvijas galvaspilsētā Rīgā (47%) latviešu īpatsvars vairs nav tik dominējošs. Šāda etniskā struktūra mūsdienās ir cieši saistīta ar iekšzemes migrācijas procesu. Pētījumā izmantoti LR CSP sniegtie iedzīvotāju reģistra dati par migrācijas plūsmām teritoriālo vienību (pagastu) griezumā ar informāciju par iedzīvotāju etnisko piederību. Datu atlase veikta par 2016., 2017., 2018.gadu, kā migrantus klasificējot tās personas, kas gada laikā šķērsojuši pagasta/pilsētas robežu. Pētījuma rezultāti norāda uz latviešu lielāku iesaisti migrācijas procesā. Izvērtējot plūsmu telpisko raksturu, latvieši vairāk pārcēlušies uz teritoriālajām vienībām ar lielāku savas tautības iedzīvotāju īpatsvaru, kamēr mazākumtautību pārstāvji vairāk migrē starp pilsētām, kā arī uz teritorijām, kur ir augstāks šīs tautības īpatsvars.

Pētījums veikts Fundamentālo un lietišķo pētījumu projekta „Etnisko grupu izvietojuma iezīmes Latvijas lielajās pilsētās” (projekta Nr. lzp-2020/2-0280) ietvaros.

Literatūra

- Darlington-Pollock, F., Lomax, N., & Norman, P. (2019). Ethnic internal migration: The importance of age and migrant status. *The Geographical Journal*, 185(1), 68-81.
- Simpson, L., & Finney, N. (2009). Spatial patterns of internal migration: evidence for ethnic groups in Britain. *Population, Space and Place*, 15(1), 37-56.
- Sjoberg, O., & Tammaru, T. (1999). Transitional statistics: Internal migration and urban growth in post-Soviet Estonia. *Europe-Asia Studies*, 51(5), 821-842.
- Tammaru, T., van Ham, M., Leetmaa, K., Kährik, A., & Kamenik, K. (2013). The ethnic dimensions of suburbanisation in Estonia. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 39(5), 845-862.

RĪGAS UN LIELO PILSĒTU IETEKME UZ AUTOTRANSPORTA INTENSITĀTI

Juris Paiders

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: juris.paiders@lu.lv

Autotransporta intensitāte ir nozīmīgs transporta ģeogrāfijas indikators, kas ir svarīgs gan, plānojot autoceļu tīklu modernizāciju, nosakot autoceļu remontu, tīrīšanu ziemas laikā, kā arī citu darbību prioritātes. Autotransporta intensitāte ir svarīgs rādītājs, plānojot ar transporta pakalpojumiem saistītu komerciālu objektu izvietojumu gan apdzīvotās vietās, gan arī pie autoceļiem ārpus apdzīvotām vietām, tāpēc pētījumiem par faktoriem, kas nosaka autotransporta intensitāti un tās izmaiņas, ir nozīme ne tikvien transporta ģeogrāfijā, bet arī visā tautsaimniecībā kopumā. Latvijā jau vairāk nekā 25 gadus notiek regulāri autotransporta intensitātes mērījumi, kurus īsteno SIA "Latvijas Valsts Ceļi". Autotransporta intensitātes mērījumu rezultāti ir publiski pieejami, un tos var izmantot gan telpiskās attīstības plānošanā, gan arī, plānojot komercdarbību, kā arī reģionālās ģeogrāfijas pētījumos. Veidojot autotransporta intensitātes modeļus, ir jāņem vērā, ka autotransporta intensitāte tiek mērīta dažāda garuma autoceļu nogriežņiem. Veidojot autotransporta intensitātes matemātisko modeli un izvēloties tikai nogriežņu vidējo attālumu un autotransporta intensitāti attiecīgajā autoceļa posmā, iegūtie ciešuma radītāji (korelācijas un determinācijas koeficienti) ir augstāki nekā patiesībā, jo ar šādu pieeju netiks ņemts vērā autoceļa posma garums. Veidojot autotransporta intensitātes modeļus, ir jāņem vērā katra autoceļa mērāmā posma garums. Viena no pieejām ir autoceļu sadalīšana kilometru garos nogriežņos un matemātisku aprēķinu veikšana, balstoties uz autotransporta intensitāti katrā autoceļa kilometrā. Autotransporta intensitātes lielums pilsētu (vai lielu apdzīvotu vietu) tuvumā ir proporcionāls autotransporta koncentrācijai pilsētā un korelē ar iedzīvotāju skaitu pilsētā. Pieaugot autotransporta koncentrācijai pilsētā, palielinās arī autotransporta intensitāte ap šo pilsētu. Tā kā lielākā daļa no autotransporta braucieniem tiek veikti pilsētas vai apdzīvotas vietas tuvumā, tad, attālinoties no pilsētas, attiecīgās pilsētas ietekme uz autotransporta intensitātes lielumu samazinās, eksponenciāli pieaugot attālumam no pilsētas. Latvijas autoceļu kopējās satiksmes intensitāte ir summa starp pilsētu tuvākās apkārtnes braucieniem un starptautisko un reģionālu autosatiksmes tranzīta apjomu attiecīgajā ceļa posmā.

RĪGAS UN LIELO PILSĒTU IETEKME UZ AUTOTRANSPORTA INTENSITĀTI VALSTS NOZĪMES AUTOCEĻA A6 POSMĀ RĪGA–DAUGAVPILS

Sindija Sidere

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

Pētījuma mērķis ir noskaidrot autotransporta intensitātes izmaiņas valsts nozīmes autoceļa A6 posmā Rīga-Daugavpils, ko ietekmē Rīga un citas lielas pilsētas. Zinot, ka satiksmes intensitāti ietekmē arī lieli krustojumi, apvedceļi, tad arī tiem darba izpētē tiek pievērsta pastiprināta uzmanība. Maršrutā Rīga–Daugavpils lielākā automašīnu satiksmes intensitāte ir lielākajās apdzīvotākajās vietās, kā Rīgā, Pierīgā, Ogrē, Jēkabpilī, bet mazāka satiksmes intensitāte novērojama atrodoties vairāk nekā 100 km no Rīgas, mazāk apdzīvotākās vietās, piemēram, Līvānos un lauku teritorijās (Latvijas valsts ceļi S.a.a). Kopumā automašīnu satiksmes intensitāte kopš 1991.gada ir palielinājusies, norādot uz lielāku automašīnu iegādi un izmantošanu cilvēku vidū mūsdienās (Paiders 2018). Pētāmajā ceļa posmā ātrums, ar kādu pārvietojas cilvēki automašīnās, ir atkarīgs no tā, vai tiek iebraukts apdzīvotā vietā, kur, ja, iebrauc pilsētā, tad ātrums ir mazāks, bet, ja brauc pa lauku teritorijām, tad ātrums ir lielāks. Lielākā satiksmes intensitāte maršrutā kopumā tika konstatēta laika periodā no plkst. 7.00 līdz plkst. 18.00 visos A6 ceļa posmos (Latvijas valsts ceļi 2020), kur ātruma un laika mērījumi tika iegūti par 2020.gada 13.oktobri, kas bija otrdiena. Kopumā maršruta autoceļu posmu kvalitāte ir laba, teicamai tai esot Rīgas apkārtnē, bet mazāk labai kvalitātei esot tālākās vietās no Rīgas, piemēram, Daugavpils apkārtnē (Latvijas valsts ceļi 2014), bet tiek plānoti ceļa būvdarbi maršrutā, lai šos sliktākas kvalitātes ceļus uzlabotu. Ir novērojams, ka daļa būvdarbu norisinās arī maršruta posmos, kur pirms dažiem gadiem ceļu kvalitāte bija teicama (Latvijas valsts ceļi 2020a). Ar A6 autoceļu maršrutā Rīga - Daugavpils savienojas 15 reģionālas nozīmes ceļi un vairāki vietējas nozīmes ceļi (Latvijas valsts ceļi S.a.b). Dažādas nozīmes autoceļi rada samērā vienmērīgu ceļa tīkla pārklājumu pieguļošajās teritorijās ap A6 autoceļu, kas veicina lielāku teritoriju sasniedzamību. Lielāka autotransporta satiksme ir novērojama arī tieši šādās vietās, kur novērojami krustojumi, apvedceļi, līdz ar to, tā kā maršrutā ietilpst Pļaviņu apvedceļš, kurā krustojas vairāki nozīmīgi autoceļi, tad šeit autotransporta intensitāte arī ir salīdzinoši liela (Latvijas valsts ceļi S.a.a). Balstoties uz 2015.-2019.gadu perioda datiem par autosatiksmes intensitāti maršrutā Rīga–Daugavpils, tika izstrādāta prognoze nākamajam 2021.gadam autosatiksmes intensitātē, kur prognozējams, ka automašīnu skaits atšķirīgos maršruta posmos atradīsies intervālā no vidēji 518 līdz 8 511. Tomēr, ņemot vērā esošos apstākļus saistībā ar

COVID-19, šīs prognozes kļūst mazāk ticamas, zinot, ka vīrusa ietekmē tiek skartas dažādas sfēras, kā, piemēram, darbs un ar to saistītā svārstmigrācija.

Literatūra

Latvijas valsts ceļi 2014. Ziemas sezonā Latvijas Valsts ceļu mājas lapā varēs sekot autoceļu stāvoklim. Sk. 17.10.2020. Pieejams <https://www.ziemellatvija.lv/novadu-zinas/ziemas-sezona-latvijas-valsts-celu-majas-lapa-vares-sekot-autocelu-stavoklim-90500>

Latvijas valsts ceļi S.a.a. Satiksmes intensitāte. Sk. 13.10.2020. Pieejams <https://lvceli.lv/celu-tikls/statistikas-dati/satiksmes-intensitate/>

Latvijas valsts ceļi 2020. Tiešraides satiksmes dati. Sk. 13.10.2020. Pieejams <https://lvceli.lv/celu-tikls/>

Latvijas valsts ceļi 2020a. Būvobjekti. Sk. 13.10.2020. Pieejams https://lvceli.lv/#_buvobjekti_V1

Latvijas valsts ceļi S.a.b. Valsts ceļu tīkls. Sk. 17.10.2020. Pieejams https://lvceli.lv/#_celu_tikls

Paiders, J. 2018. Zarāne, I (red.). Pasažieru un kravu pārvadājumi pa ceļiem. Latvija: zeme, daba, tauta, valsts. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 554.

RĪGAS AGLOMERĀCIJAS NEVIENMĒRĪGĀ ATTĪSTĪBA NO 2016. LĪDZ 2019. GADAM

Toms Skadiņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: toms.skadins@lu.lv

Pētījumi iepriekšējās desmitgadēs parāda, ka kopš sociālisma perioda beigām Austrumeiropas un Centrāleiropas valstu lielāko pilsētu tuvumā ir notikusi apjomīga apdzīvojuma attīstība. Šīs attīstības iezīmes nav bijušas vienmērīgas ietekmes areāla ietvaros. Līdzīgas tendences ir bijušas arī Rīgas aglomerācijai. Šajā gadījumā ir jāuzsver, ka pēdējā desmitgadē par šo tēmu ir bijis visnotaļ maz pētījumu. Līdz ar to ir svarīgi pievērst uzmanību attīstības iezīmēm. Tāpat ir svarīgi izmantot arī dažāda veida datus, lai detālāk apskatītu situāciju. Šī pētījuma mērķis ir raksturot Rīgas aglomerācijas attīstības iezīmes no 2016. līdz 2019.gadam. Pētījumā ir izmantoti Centrālās statistikas pārvaldes dati par iedzīvotāju iekšzemes migrāciju (salīdzinot stāvokli divos datumos) un npublicētie dati par pabeigto dzīvokļu vienību skaitu, kā arī Valsts zemesgrāmatas dati par noslēgtajiem nekustamā īpašuma darījumiem. Pēdējie divi datu veidi pētījumos ir izmantoti visnotaļ maz. Attīstības iezīmes tiek analizētas, izmantojot kopējo migrācijas saldo rādītāju, kā arī pabeigto dzīvokļa vienību un nekustamā īpašuma darījumu skaitu uz 1000 iedzīvotājiem. Papildus tam tiek izmantotas arī migrācijas plūsmu, dzīvokļu un darījumu absolūtās vērtības. Tiek apskatīta ne tikai aglomerācija kopumā, bet arī tās teritoriālās struktūras – teritorijas novietojums (robežojas ar Rīgu un nerobežojas), kā arī pilsētu un lauku teritorijas. Teritoriālo struktūru gadījumā tiek izmantota diskriminantanalīze, lai noskaidrotu, cik homogēnas ir konkrētās teritoriālās struktūras.

Rezultāti parāda, ka no migrācijas plūsmām vislielākā ietekme ir ar Rīgu saistītajām plūsmām. Lai arī aglomerācijas migrācijas saldo ir pozitīvs, tomēr dažās teritorijās migrācijas saldo un kopējā migrācijas saldo vērtības ir negatīvas. Šis ir viens no piemēriem, kas parāda aglomerācijas attīstības nevienmērīgo raksturu. Uz to norāda arī darījumu un celtniecības iezīmes. Tāpat, katra rādītāja gadījumā mazākā daļa no visām teritoriālajām vienībām pārsniedz vidējo vērtību. Teritorijas novietojumam un tipam ir nozīme. Diskriminantanalīzes klasifikācijas rezultāti parāda, ka teritorijām, kas nerobežojas ar Rīgu un lauku teritorijām ir visai līdzīgas rādītāju vērtības. Pilsētu teritorijas un teritorijas, kuras robežojas ar Rīgu ir nevienmērīgākas, tomēr lielākajai daļai šo teritoriju bija līdzīgas vērtības.

ETNISKĀS NEVIENLĪDZĪBAS TĒLPISKĀS IZPAUSMES LATVIJAS LIELAJĀS PILSĒTAS

Magnuss Špude, Māris Bērziņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: magnuss.spude@lu.lv

Etniskās nevienlīdzības izpētei ģeogrāfijā ir sena vēsture un būtiski šos procesus aplūkot blīvi apdzīvotā pilsētvidē (Hamnett 2019). Pilsētu iedzīvotājiem raksturīga telpiska nošķiršanās pēc dažādām sociāli demogrāfiskām, ekonomiskām, kultūras un pat dzīvesveida pazīmēm, kur etniskā piederība ieņem nozīmīgu lomu, pētot un raksturojot iedzīvotāju sociāli telpisko diferenciaciju pilsētās (Kazepov 2005). Pētījumi Eiropā liecina, ka pāris pēdējās desmitgadēs sociālās nevienlīdzības un dažādu iedzīvotāju grupu telpiskās nošķiršanās rādītāji ir palielinājušies (Fujita, Maloutas 2016; Musterd et al. 2017; Tammaru et al. 2020). Salīdzinot ar citām Eiropas Savienības (ES), kā arī Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) dalībvalstīm, Latvijai raksturīgi salīdzinoši augsti sociāli ekonomiskās nevienlīdzības rādītāji (OECD 2018). Turklāt kopš Latvijas neatkarības atjaunošanas un pievienošanās ES tie saglabājas stabili augstā līmenī bez būtiskām izmaiņām un ierobežo sociālo ilgtspēju. Latvijai, līdzīgi kā citām postsociālisma valstīm, raksturīga samērā strauji politiskās, ekonomiskās un sociālās struktūras pārkārtojumi, kas pastiprinājuši sociālās nevienlīdzības izpausmes (Harloe, Szelenyi 1996). Latvijā sociālās nevienlīdzības dažādie aspekti ir samērā plaši pētīti (Aasland, Fløtten, 2001; Eglitis 2011), bet iedzīvotāju grupu telpiskā nošķiršanās un tās diferenciacija ir mazāk aplūkota (Krišjāne, Bērziņš 2014). Turklāt līdz šim veiktie pētījumi pārsvarā analizējuši etniskās, sociāli ekonomiskās un iedzīvotāju mājokļu segregācijas rādītājus tikai galvaspilsētā - Rīgā (Krišjāne et al. 2016; Krišjāne et al. 2019). Sociālās nevienlīdzības izpēte Latvijā un pārējās Baltijas valstīs ir cieši saistīta ar

iedzīvotāju sastāva pārmaiņām vēsturisko notikumu ietekmē, īpaši padomju perioda etnisko, nodarbinātības un izglītības politiku (Tammaru et al. 2020). Padomju vara ierobežoja mazākumtautību izglītību dzimtajā valodā un ikdienā izplatīts bija krievu valodas lietojums (Muižnieks et al. 2013). Mazākumtautību skolu tīkls un valodas lietojums ir svarīgs faktors, kas ietekmē ne tikai etnisko, bet arī sociāli ekonomisko segregāciju (Cheskin 2013; Krišjāne et al. 2016). Turklāt valodas lietojums daudz precīzāk raksturo piederības un identitātes aspektus (Cara 2010). Mazākumtautību izvietojuma, skaitliskā un sociāli demogrāfiskā sastāva, kā arī profesionālās kvalifikācijas atšķirīgās iezīmes nosaka sociālās nevienlīdzības telpisko raksturu ne tikai Rīgā, bet arī citās lielajās pilsētās un piepilsētas apdzīvojumā (Krišjāne et al. 2016). Iedzīvotāju sociālās segregācijas izpēte palīdz izprast dažādu iedzīvotāju grupu izvietojuma iezīmes pilsētās, kā arī ļauj noskaidrot iekļaujošas sabiedrības attīstībai nozīmīgus nosacījumus. Sociāli ekonomiskās nevienlīdzības un nabadzības palielināšanās negatīvi ietekmē Latvijas iespēju ilgtspējīgi attīstīties. Nevienlīdzīga attīstība un nošķirtība ir problēma gan Latvijas lielajās pilsētās, gan reģionos (Krišjāne et al. 2016).

Pētījums veikts Fundamentālo un lietišķo pētījumu projekta „Etnisko grupu izvietojuma iezīmes Latvijas lielajās pilsētās” (projekta Nr. lzp-2020/2-0280) ietvaros.

Literatūra

- Aasland, A., Fløtten, T. 2001. Ethnicity and social exclusion in Estonia and Latvia. *Europe-Asia Studies*. 53(7), 1023-1049.
- Cara, O. 2010. Lives on the border: language and culture in the lives of ethnic Russian women in Baltinava, Latvia. *Nationalities Papers: The Journal of Nationalism and Ethnicity*. 38(1), 123-142.
- Cheskin, A. 2013. Exploring Russian-speaking identity from below: the case of Latvia. *Journal of Baltic Studies*. 44(3), 287-312.
- Eglitis, D. 2011. Class, culture, and consumption: representations of stratification in post-communist Latvia. *Cultural sociology*. 5(3), 423-446.
- Fujita, K., Maloutas, T. (eds.) 2016. *Residential segregation in comparative perspective: Making sense of contextual diversity*. New York, Routledge.
- Hamnett, C. 2019. Urban inequality. *Schwanen, T., Van Kempen, R. (eds.) Handbook of Urban Geography*. Edward Elgar Publishing.
- Harloe, M., Szelenyi, I. 1996. *Cities after socialism: urban and regional conflict in post-socialist societies*. Oxford, Blackwell. 1-29.
- Kazepov, Y. (eds.) 2005. *Cities of Europe: Changing contexts, local arrangements, and the challenge to social cohesion*. London, Wiley-Blackwell.
- Krišjāne, Z., Bērziņš, M. 2014. Intra-urban residential differentiation in the post-Soviet city: the case of Riga, Latvia. *Hungarian Geographical Bulletin*. 63(3), 235-253.
- Krišjāne, Z., Bērziņš, M., Kratovītš, K. 2016. Patterns of residential segregation in Riga two decades after socialism. Tammaru, T. et al. (eds) *Socio-Economic Segregation in European Capital Cities: East Meets West*. Oxon, Routledge. 287-312.
- Krišjāne, Z., Bērziņš, M., Sechi, G., Krūmiņš, J. 2019. Residential Change and Socio-demographic Challenges for Large Housing Estates in Riga, Latvia. *Hess, D., Tammaru, T. (eds.) Housing Estates in the Baltic Countries*. Cham, Springer, 225-245.

Muižnieks, N., Rozenvalds, J., Birka, I. 2013. Ethnicity and social cohesion in the post-Soviet Baltic states. *Patterns of Prejudice*. 47(3), 288-308.

Musterd, S., Marcińczak, S., Van Ham, M., Tammaru, T. 2017. Socioeconomic segregation in European capital cities. Increasing separation between poor and rich. *Urban Geography*. 38(7), 1062-1083.

OECD 2018. Divided Cities: Understanding Intra-urban Inequalities. *OECD Publishing*.

Tammaru, T., Marcińczak, S., Aunap, R., Van Ham, M., Janssen, H. 2020. Relationship between income inequality and residential segregation of socioeconomic groups. *Regional Studies*. 54(4), 450-461.

BLĪVI APDZĪVOTU VIETU RAKSTUROJUMS

Jānis Upenieks

LU Biznesa, vadības un ekonomikas fakultāte, e-pasts: upenieks.janis@gmail.com

Centrālā statistikas pārvalde (CSP) ir veikusi blīvi apdzīvotu teritoriju aprēķināšanu¹. Šāda blīvi apdzīvotu vietu veidošana tiek uzskatīta par alternatīvu esošam administratīvām teritorijām (pašvaldības) un teritoriālām vienībām (pašvaldību pilsētās, pagasti un ciemi). Vispārīgie teritorijas plānošanas, izmantošanas un apbūves noteikumi stingri nosaka dažādus nosacījumus dažādās teritoriālās vienībās, taču šīm teritoriālām vienībām ir noteiktas robežas². Blīvi apdzīvotas teritorijas, pēc autoram domām, parāda tuvāk realitātei vietas, kurās iedzīvotāji izvēlas izmitināties. Neskatoties uz administratīvi teritoriālo vienību robežām, pašvaldībām jāsniedz tās pakalpojumi visiem tās iedzīvotājiem – izglītība, veselība, drošība, pārvietošanās iespējas un citi pakalpojumi –, lai kur tie atrastos. Blīvi apdzīvoto teritoriju robežu noteikšanai pamatā ir apdzīvotas vietas definīcija 2017.gada 22.marta Komisijas īstenošanas regulā (ES) 2017/543, kurā noteikts, ka par kaimiņos vai netālu esošām ēkām uzskatāma ēku grupa, kurā neviena ēka neatrodas tālāk par 200 metriem no tuvākā kaimiņa. Grupas savukārt tiek apvienotas, ja tās savieno rūpnieciskas un komerciālas ēkas un iekārtas, publiski parki, bērnu rotaļu laukumi un dārzi, futbola laukumi un citas sporta būves, upes ar tiltiem, dzelzceļa līnijas, kanāli, automobiļu stāvvietas un cita transporta infrastruktūra, kā arī kapsētas.³

Sadalot blīvi apdzīvotas teritorijas pēc iedzīvotāju skaita 2020.gada sākumā, no 1324 blīvi apdzīvotām teritorijām 958 jeb 72 procenti blīvi apdzīvotās teritorijās dzīvo no 50 līdz 500 iedzīvotāji. 44 blīvi apdzīvotās teritorijas nav iedzīvotāju, kas norāda uz to, ka tās kopš 2019.gada ir pamestas.

¹ Blīvi apdzīvota teritorija (eksperimentālā statistika)

² Ministru kabineta noteikumi Nr.240. Vispārīgie teritorijas plānošanas, izmantošanas un apbūves noteikumi. <https://likumi.lv/ta/id/256866-visparigie-teritorijas-planosanas-izmantosanas-un-apbuves-noteikumi> [skatīts 29.01.2021.]

³ CSP pirmo reizi publicē datus par blīvi apdzīvotām teritorijām Latvijā. Centrālā statistikas pārvalde. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/iedzivotaji/teritoriala-eksperimentala/meklet-tema/2788-csp-pirmo-reizi-publice-datus-par> [skatīts 29.01.2021.]

Lielākā blīvi apdzīvota teritorija ir Rīga ar 672 422 iedzīvotājiem. Rīgas blīvi apdzīvotā teritorijā ietilpst šādas teritorijas - Baloži, Mārupe, Jaunmārupe, Ķekava, Bukulti, Salaspils, Getlini, Berģi un citas. No Rīgas pilsētas izdalītas Bolderāja, Mangaļsala, Jaunciems, Brekši un citas. Jūrmalas blīvi apdzīvotā teritorija nepārkāpj savas administratīvās teritorijas robežas, taču no tās ir atdalīti Ķemeri, Jaunķemeri, Kurši, Buļļu ciems un Vārnukrogs. Aptuveni puse no Babītes novada Kūdras ciema blīvi apdzīvotā teritorijas ir iestiepusies Jūrmalas administratīvajā teritorijā. Šādas blīvi apdzīvotas teritorijas nav retums, kuras pārdala divas dažādas pašvaldības, piemēram, Raudas un Ercmaņu blīvi apdzīvotas teritorijas pārdala Tukuma un Engures novada pašvaldību teritorijas, Struteles blīvi apdzīvotu teritoriju daļa Tukuma un Jaunpils novada pašvaldību robežas un citas. Izteikti tas novērojams republikas pilsētu vai lielu pašvaldības pilsētu tuvumā – Ventspils, Saldus, Kuldīgas, Rīgas, Ogres, Rēzeknes, Valmieras, Cēsu, Jelgavas u.c.



1.attēls. **Blīvi apdzīvoto vienību skaits pēc iedzīvotāju skaita 2020.gada sākumā sadalījuma.**
 Autora aprēķins.

Lai arī urbanizācijas procesa rezultātā Rīgas blīvi apdzīvota teritorija ietvērusi vairākas administratīvi teritoriālas vienības, Rīgas pilsētas apkārtnē vērojami daudz ciemi, kuru iedzīvotāju un apbūvju blīvuma dēļ tur neveidojas blīvi apdzīvotas teritorijas, piemēram, Rotkaļi, Jaunbagumi, Bajārkrogs, Kangari, Lielkangari, Vāvergkrogs, Kancersili, Plakanciems, Ielejas, Trenči u.c.

Vislielākā administratīvo teritoriju nesakritība ar blīvi apdzīvotu vietu teritorijām ir vērojama Ziemeļkurzemē un Rietumkurzemē, kur aptuveni 70 ciemos neveidojas blīvi apdzīvotas teritorijas. Konkrētās ciemu robežas ir noteiktas lielas, taču iedzīvotāju skaits tajās ir zems. Piemēram, Lielirbē pēc statistikas datiem deklarējušies līdz desmit iedzīvotājiem.

Blīvi apdzīvotu vietu dati parāda, vai nav pašvaldībām jāpārskata noteiktās ciemu robežas zemo iedzīvotāju skaita dēļ. Savukārt tām pašvaldībām, kuru teritorijas pārklāj viena

blīvi apdzīvota teritorija, ir jāapvieno spēki teritorijas attīstības plānošanā, kā nodrošināt ūdenssaimniecību, transportu, izglītību, veselību, drošību un citus pakalpojumus.

Ir izveidota interaktīva karte, kurā publicēti šādi pieejami centrālās statistikas dati: iedzīvotāju skaits pa dažādiem gadiem (2000., 2011., 2016., 2017., 2018., 2019., 2020.), Iedzīvotāju skaita izmaiņas pa dažādām vecuma grupām, mēneša vidējie bruto un mediānas bruto ieņēmumi, darba ņēmēju skaits, pastāvīgo iedzīvotāju skaits pēc tautības 2020.gadā, kā arī radītā pievienotā vērtība un saražotā produkcijas vērtība. 2017.gadā. Interaktīvā karte ieejama šeit: <https://arcg.is/0K9brD>

Latvijas klimats un ūdeņi - mainība, tendences un ietekmes

MIKROPLASTMASAS SASTĀVA UN TELPISKĀS IZPLATĪBAS RAKSTUROJUMS BALTIJAS JŪRĀ UN RĪGAS LĪCĪ

Marta Barone^{1,2}, Ieva Putna-Nīmane², Juris Aigars²

¹ LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: marta.barone@lhei.lv

² DU aģentūra Latvijas Hidroekoloģijas institūts, e-pasts: marta.barone@lhei.lv; ieva.putna@lhei.lv;
juris.aigars@lhei.lv

Mikroplastmasas piesārņojums jūras vidē kļūst par arvien populārāku pētījumu objektu, tomēr dati par mikroplastmasas daudzumu Latvijas jūras teritoriālajos ūdeņos ir ierobežoti. Lai sasniegtu Jūras Stratēģijas pamatdirektīvas noteikto mērķi attiecībā uz jūras piesārņojumu ar plastmasu, nepieciešams novērtēt mikroplastmasas piesārņojuma apmērus un piemērot adekvātu monitoringa programmu (European Commission 2020). Pētījuma mērķis ir novērtēt mikroplastmasas ķīmisko sastāvu un telpisko izplatību Latvijas teritoriālajos jūras ūdeņos – Baltijas jūrā un Rīgas līcī –, kā arī izvērtēt piemērotāko paraugu ievākšanas sezonu un apstrādes metodi.

Ūdens virskārtas mikroplastmasas paraugi (300 μm un lielākas daļiņas) tika ievākti 46 transektos Latvijas teritoriālās jūras ūdeņos laika periodā no 2018. gada maija līdz 2018. gada septembrim. Paraugi tika iegūti veicot aptuveni vienu stundu ilgu tralēšanu ar ātrumu divi mezgli stundā, izmantojot speciālo mikroplastmasas ievākšanas tīklu “Manta” (ražotājs Hydrobios), kas piestiprināts aptuveni 7 m attālumā no kuģa borta. Paraugi tika attīrīti izmantojot 10% NaOH šķīdumu, 15% H₂O₂ un enzimatiskās reakcijas. Tad paraugi tika

filtrēti uz stikla šķiedras filtriem un veikta to vizuālā analīze, izmantojot mikroskopu Leica DM400 B LED, tam pielāgoto kameru DFC 295 un datorprogrammu Leica Application Suite V4.1. Vizuāli tika noteikts katras daļiņas izmērs, piederība kādai no izdalītajām kategorijām (fragments, šķiedra, lodīte u.c.) un krāsa. Mikroplastmasas daļiņu veidojošais polimērs tika noteikts izmantojot ATR-FTIR (*Attenuated Total Reflection Fourier-transform infrared*) spektroskopijas metodi, izmantojot Thermo Fisher Scientific Nicolet iSO20 spektrometru.

Rezultāti liecina, ka visos paraugšanas transektos sastopamas mikroplastmasas daļiņas – lielāko īpatsvaru veido šķiedras un fragmenti. Baltijas jūrā ir vidēji 0,42 mikroplastmasas daļiņas/m³ – 0,48 piekrastē un 0,35 atklātajā daļā. Rīgas līcī daļiņu koncentrācija variē no 0,39 daļiņām/m³ līča centrālajā daļā līdz 1,01 daļiņām/m³ rietumu daļā. Vidēji Rīgas līcī ir 0,58 mikroplastmasas daļiņas/m³. Reprerzentatīvām ķīmiskā sastāva analīzēm tika izmantotas 5851 no kopējām 17518 vizuāli identificētajām mikroplastmasas daļiņām. Visbiežāk sastopamais polimērs bija polietilēns (75,39%), kam sekoja polipropilēns (12,36%) un citi plastmasas polimēru veidi (6,90%).

Pētījums izstrādāts ar līguma Nr. IL/106/2017 “Zināšanu uzlabošana jūras vides stāvokļa jomā Latvijas jurisdikcijā esošajos jūras ūdeņos” atbalstu.

Izmantotā literatūra

European Commission. 2020. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the implementation of the Marine Strategy Framework Directive (Directive 2008/56/EC). Skatīts 16.01.2020. Pieejams <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/swd202060final.pdf>

SŪNEŅU (BRYOZOA) BIOĻĢISKĀ DAUDZVEIDĪBA RĪGAS LĪČA AUSTRUMU PIEKRASTĒ - SALACGRĪVAS PILOTREĢIONĀ

Anete Fedorovska^{1,2}, Māra Kostanda², Monta Kalniņa², Ingrīda Puriņa², Solvita Strāķe²

¹ LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, epasts: anete.fedorovska@lhei.lv

²Latvijas Hidroekoloģijas institūts, epasts: mara.kostanda@lhei.lv, monta.kalnina@lhei.lv,
Ingrida.purina@lhei.lv, solvita.strake@lhei.lv

Sūneņi pieder ūdens bezmugurkaulnieku dzīvnieku grupai, kas apdzīvo visas ūdens ekosistēmas, piestiprinoties cietiem substrātiem – akmeņiem, makrofitiskajām aļģēm, gliemenēm, u.c. Baltijas jūrā līdz šim zināmas 130 sūneņu sugas savukārt Latvijas piekrastē vien divas sugas. Galvenais izplatību noteicošais un arī ierobežojošais faktors ir ūdens sāļums un substrāts. Latvijas piekrastē sūneņi līdz šim ir ļoti maz pētīti, tomēr šie sesīlie, bentiskie

organismi ir zināmi kā būtiska bentisko dzīvotņu sastāvdaļa, nodrošinot kompleksu dzīvotni un substrātu citiem jūras organismiem (Fiuguerola et al. 2017). Darba mērķis bija novērtēt sūneņu bioloģisko daudzveidību Rīgas līča Austrumu piekrastē pie Salacgrīvas un identificēt potenciālu jaunu sugu parādīšanos Latvijas piekrastes ūdeņos mainīgos klimata apstākļos.

Vislielākā sūneņu daudzveidība ir novērota Baltijas jūras DR daļā. Samazinoties sāļumam, būtiski samazinās arī sūneņu bioloģiskā daudzveidība un Baltijas jūras Ziemeļu daļā sastopamas vien dažas sugas (Nikulina, Schäfer, 2006). Piemēram, Somijas piekrastē zināma viena sūneņu suga – *Einhornia crustulenta* (Gontar 2013). Līdz šim Latvijā konstatētas divas iesāļūdeņu sūneņu sugas – *Einhornia crustulenta* un *Victorella pavida* (Kalniņš 2002). Faktiski Latvijas Hidroekoloģijas institūta datubāzē līdz šim uzskaitīta tikai viena sūneņu suga – *Einhornia crustulenta*. Dzīvniekam ir sugai raksturīgas morfoloģiskas pazīmes – ovāli, trīsdimensiāli kalcija ķermeņi un vidusdaļā izvietota viena mugurkaulam līdzīga skeleta struktūra. Vēsturiski (Borg 1931) ar *Electra crustulenta* tika apzīmēta vesela sūneņu grupa, kas sastāvēja no vairākām morfoloģiskajām grupām un variācijām. Šobrīd ir izpētīts, ka *Einhornia crustulenta* nav vienīgā suga savā grupā – *E. crustulenta*, *E. arctica*, *E. Korobokkura*, *E. moskvikvendi*, u.c., to identificēšanai nepieciešami papildus kritēriji, kā ekoloģiska, bioloģiska un ģeogrāfiska informācija, tostarp arī ģenētiskas analīzes. (Nikulina 2008). Sūneņi veido apaugumus uz cieta substrāta un ir novērotas specifiskas substrata preferences atkarībā no sugas, piemēram, *E. crustulenta* veido apaugumus uz koka, akmeņiem, gliemenēm un jūraszālēm, bet tā ir reti sastopama uz aļģēm. Turpretī *E. pilosa* veido apaugumus tieši uz makrofitiskajām aļģēm kā *Fucus vesiculosus*, *Furcellaria lumbricalis*, u.c. Savukārt otra Latvijā konstatētā sūneņu suga *Victorella pavida* ir grūti identificējama suga, atšķirībā no *Einhornia crustulenta*, tā ir nekalcinēta un zaudē būtiskas morfoloģiskās īpašības ievāktajos paraugos, lai to identificētu. Šī sūneņa maksimālie izmēri sasniedz 15 mm izmēru un var veidot blīvus paklājus, piestiprinoties cietam substrātam (Fonoff et al. 2021). *Victorella pavida* izplatība saskaņā ar pasaules jūras organismu datubāzi *WORMS* konstatēta visā Baltijas jūrā, introducējot to ar kuģu satiksmi (WoRMS 2021).

Apkopojot līdzšinējās zināšanas par sūneņiem Latvijas piekrastē, tika secināts, ka pastāv iespēja identificēt līdz šim nekonstatētas sūneņu sugas. Tika ievākti paraugi 9 stacijās pa 3 atkārtojumiem, kopā 27 paraugi. Analīžu rezultātā tika secināts, ka sūneņi sastopami 17 paraugos. Daļa no sūneņiem konstatēta uz cieta substrāta – akmeņiem, gliemenēm (*Mytilus trossulus*), bet daļa uz makrofitiskajām aļģēm – (*Furcellaria lumbricalis*). Seklākajās stacijās ap 2 m dziļumu sūneņi netika konstatēti. Savukārt 4 paraugos tika konstatēts līdz šim neidentificēts, no pārējiem sūneņiem morfoloģiski atšķirīgs sūnenis.

Šobrīd tiek veiktas ģenētiskās analīzes sūneņu paraugiem, kas ievākti Salacgrīvas piekrastē no gliemenēm, akmeņiem un makrofitiskajām aļģēm.

Sūneņi būtu izmantojami kā bioindikators novērtējot ūdens kvalitāti (Gontar 2013), kā arī līdz šim tie ir izmantoti vēsturisku vides datu rekonstrukcijai un kā vides ģeoķīmiski indikatori (Nikulina 2008, Smith, Key 2019). Tā kā Baltijas jūra ir pakļauta svešzemju sugu izplatībai un to būtiski ietekmē ar klimata pārmaiņām saistītas izmaiņas, kā temperatūras un sāļuma svārstības, eutrofikācija un ūdens brūnēšana, sūneņu bioloģiskās daudzveidība un izplatība varētu tikt iekļauta paplašinātā monitoringa programmā, vērtējot jūras ekosistēmu kvalitāti.

Pētījums tapis sadarbībā ar Interreg Baltijas jūras reģiona projektu COMPLETE “Completing management options in the Baltic Sea Region to reduce risk of invasive species introduction by shipping”.

Izmantotā literatūra

- Figuerola B**, Barnes DKA, Brickle P, Brewin PD. 2017. Bryozoan diversity around the Falkland and South Georgia Islands: Overcoming Antarctic barriers. *Marine Environmental Research*. 126:81-94
- Fofonoff PW, Ruiz GM, Steves B, Simkanin C, & Carlton JT. 2021. National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. <http://invasions.si.edu/nemesis/>. (Skatīts 11.01.2021.)
- Gontar V.I. 2013. Bryozoa of the Russian sea shore of the Baltic sea. *Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety*, Volume 7, Part 3.
- Kalniņš M. 2002. Sūneņi (Bryozoa). Pieejams online: <http://leb.daba.lv/Bryozoa.htm> (Skatīts 11.01.2021.)
- Nikulina E.A. 2008. Taxonomy and ribosomal DNA-based phylogeny of the Electra crustulenta species group (Bryozoa: Cheilostomata) with revision of Borg's varieties and description of Electra moskvikvendi sp. nov. from the Western Baltic Sea. *Organisms, Diversity & Evolution* 8; 215–229
- Nikulina E. & Schäfer P. 2006. Bryozoans of the Baltic Sea (Bryozoen in der Ostsee).- Meyniana, 58, 75-95.
- Smith A.M. and Key M.M. 2019. Growth geometry and measurement of growth rates in marine bryozoans: a review. Proceedings of the eighteenth International Bryozoology Association Conference Liberec – Czech Republic, 16th to 21st June 2019
- WoRMS Editorial Board. 2021. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2021-01-11. doi:10.14284/170

KULTŪRAUGU FENOLOĢIJA LATVIJĀ: TRENDI UN IETEKMES

Gunta Kalvāne

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Gunta.kalvane@lu.lv

Fenoloģisko novērojumu izmantošana lauksaimniecībā izsenis ir bijusi svarīga un daudzizmantota pieeja. Fenoloģijas loma lauksaimniecībā pēdējos gados atkal ir pieaugusi, jo lauksaimniecība ir viena no sensitīvākajām klimata pārmaiņu ietekmētajām tautsaimniecības

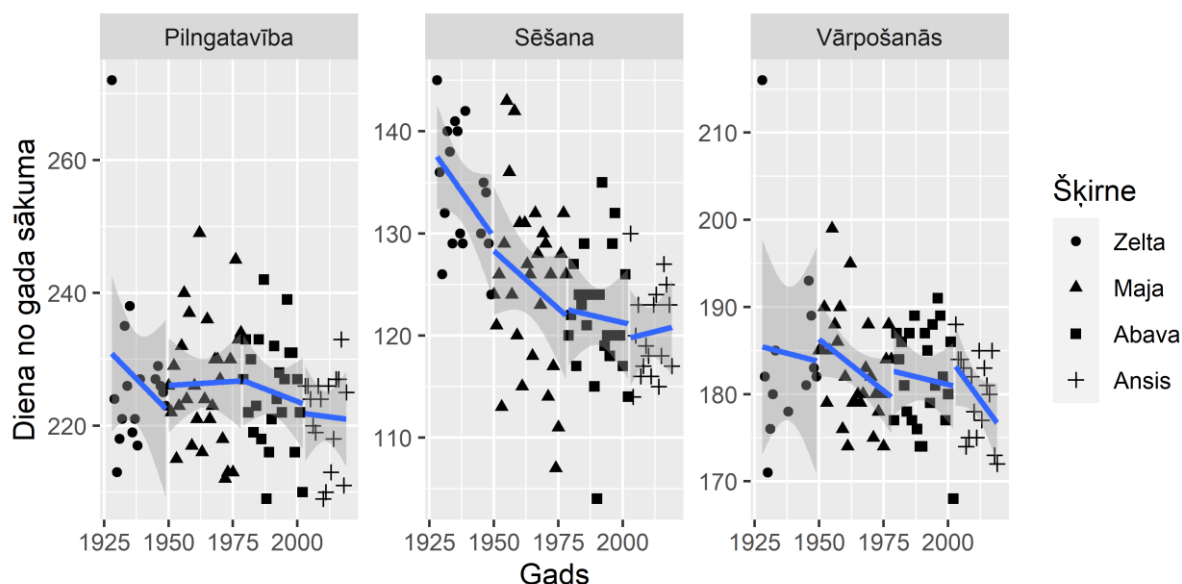
nozārēm Eiropā un pasaulē kopumā (European Environment Agency 2019). Klimata pārmaiņas ne tikai ietekmē kultūraugu attīstību un sezonālo norisi (fenoloģiju), bet maina lauksaimnieciskās produkcijas ražas, politikas (kā piemēram apdrošināšana) un apsaimniekošanas prakses.

Visā pasaulē notikušas nozīmīgas izmaiņas kultūraugu fenoloģijā, galvenokārt, pagarinoties augšanas sezonas garumam uz agrākas sēšanas vai agrākas veģetatīvo norišu atsākšanās rēķina (Eyshi Rezaei et al. 2017; Sujetoviene et al. 2018; Středová et al. 2017). Piemēram, Lietuvā veiktajos pētījumos secināts, ka augšanas periods vasaras miežiem (*Hordeum vulgare*) pagarinājies 12 dienas 1961.–2015.gadu periodā (Sujetovienė et al. 2018), savukārt ziemājiem uz vēlākas sēšanas rēķina – saīsinājies par 1 nedēļu 55 gadu periodā (Juknys et al. 2017). Zīmīgas izmaiņas fiksētas ne tikai labībai un viengadīgiem kultūraugiem, bet, piemēram, arī augļukokiem. Ābeļu (*Malus domestica*) ziedēšanas sākums fiksēts agrāk gan Norvēģijā (Rivero et al. 2017), gan Vācijā (Chmielewski et al. 2004), gan Francijā (Legave et al. 2008). Agrāka ābeļu ziedēšana paaugstina pavasara vēlo salnu radītos riskus.

Pētījumā apkopoti veiktie pētījumi par analizētiem kultūraugu fenoloģiskiem datiem Latvijā gan no brīvprātīgo novērotāju iesūtītajiem datiem (laika periodā 1970.-2018.gads), gan ekspertu ievāktajiem – Pūres Dārzkopības pētījumu centrā (ābeļu pilnziedēšana periodā no 1959.-2019.gads) un Priekuļos (Priekuļu Agroresursu un ekonomikas institūts; vasaras miežu (*Hordeum vulgare*) fenoloģiskās fāzes gandrīz gadsimtu ilgā periodā no 1928.gada). Lai arī kopumā kultūraugiem nav raksturīgas tik lielas nobīdes no vidējotām vērtībām kā savvaļas augiem (Kalvāne and Kalvāns, in print; Menzel et al. 2020), klimata pārmaiņu ietekme ir jūtama arī Latvijas kultūraugu fenoloģijā.

Laika periodā 1959.-2019.gads ābeļu (*Malus domestica*) pilnziedēšana Pūrē mainījies nedēļas intervālā, perioda sākumā vidēji ābeļu pilnziedēšana fiksēta 28.maijā, pēdējā desmitgadē -21.maijā. Lai arī gaisa temperatūra ir galvenais augu attīstību ietekmējošais faktors, tomēr arī nokrišņu režīmam ir ietekme, piemēram, mitros pavasaros ābeļu pilnziedēšana iestājusies vēlāk (Kalvāne et al., submitted).

Priekuļos 90 gadu laikā gada vidējā gaisa temperatūra pieaugusi par +2°C, kas ietekmējusi labības fenoloģiju (1.at.). Analizētajām vasaras miežu (*Hordeum vulgare*) šķirnēm, pēdējās desmitgadēs raksturīga agrāka sēšana, kas pagarina augšanas periodu, kā arī augstāks ražīgums. Zīmīgi, ka pēdējām audzētām šķirnēm nepieciešams par 10% vairāk grādu dienu (aktīvās temperatūras summa), lai sasniegtu vārpošanās un nogatavošanas fāzi nekā 20. gs. 30.-tajos gados audzētajām (Dzedule et al., submitted), kas savā ziņā jau ietver adaptāciju klimata pārmaiņām (Eyshi Rezaei et al. 2017).



1.attēls. Vasaras miežu (*Hordeum vulgare*) fenoloģisko fāžu izmaiņas Priekuļos (1928.-2019.gads).

Brīvprātīgo fenoloģisko novērotāju datu analīze liecina, ka rudens darbu sezona iestājas vēlāk nekā 20.gs. 70tajos gados, piemēram, ziemāji tiek sēti vēlāk (saistāms ar vēlākām salnām), arī kartupeļu novākšanai ir pozitīva tendence, kas gan iespējams saistīts ar audzēto šķirņu nomaiņu. Vasarāju fenoloģiskajām fāzēm ir negatīva tendence, kas nav izteikta. Savukārt, augļu kokiem un krūmiem, kā jāņogas, ķirši, ābeles ir savvaļas sugām raksurīgās tendences – lapu plaukšana, ziedēšana iestājas izteikti agrāk, arī nogatavojas augļi agrāk (izņemot ābeles) (Kalvāne and Kalvāns, in print).

Zinātība par savvaļas un kultūraugu reakcijām uz klimata pārmaiņām ir būtiska un svarīga klimata adaptāciju stratēģiju izstrādes kontekstā.

Brīvprātīgo novērotāju dati pieejami atvērto datu repositoriņā Zenodo: <https://zenodo.org/record/3982086#.YBm1jOgzBIU>

Pateicības: Paldies Andrim Ģermanim par fenoloģiskā tīkla uzturēšanu, datu apkopošanu; Ivonnai Tokerei par vēsturisko datu digitizāciju; Priekuļu Agroresursu un ekonomikas institūta pētniecēm Līgai Dzedulei un Linda Legzdinai un Pūres Dārzkopības Pētījumu Centra pētniecei, Inesei Drudzei. Pētījums veikts pēcdoktorantūras projekta “Klimata pārmaiņu ietekme uz fitofenoloģiskajām fāzēm un ar to saistītie riski Baltijas reģionā” ievaros (projekta Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/265).

Izmantotā literatūra

Chmielewski FM, Müller A, Bruns E (2004) Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agric For Meteorol* 121:69–78. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(03\)00161-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(03)00161-8)

Dzedule L, Kalvāne G, Kalvāns (submitted). A Phenology of spring barley (*Hordeum vulgare*) cultivars reflect adaption to climate change: case study of Priekuļi, Latvia, 1928–2019. *Adv Sci Res (ASR) Contrib Appl Meteorol Climatol*

- European Environment Agency (2019) Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe
- Eyshi Rezaei E, Siebert S, Ewert F (2017) Climate and management interaction cause diverse crop phenology trends. *Agric For Meteorol* 233:55–70. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.11.003>
- Juknys R, Velička R, Kanapickas A, et al (2017) Projecting the impact of climate change on phenology of winter wheat in northern Lithuania. *Int J Biometeorol* 61:1-11. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1360-y>.
- Kalvāne G, Gribuste Z, Kalvāns (submitted). A Phenological changes in Latvia` horticulture: case study for Pūre orchard. *Adv Sci Res (ASR) Contrib Appl Meteorol Climatol*
- Kalvāne G, Kalvāns (in print). A Phenological trends of multi-taxonomic groups in Latvia, 1970-2018. *Int J Biometeorol*
- Legave JM, Farrera I, Almeras T, Calleja M (2008) Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *J Hortic Sci Biotechnol* 83:76–84. <https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512350>
- Menzel A, Yuan Y, Matiu M, et al (2020) Climate change fingerprints in recent European plant phenology. *Glob Chang Biol* 26:2599–2612. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>
- Rivero R, Sønsteby A, Heide OM, et al (2017) Flowering phenology and the interrelations between phenological stages in apple trees (*Malus domestica* Borkh.) as influenced by the Nordic climate. *Acta Agric Scand Sect B Soil Plant Sci* 67:292–302. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1267256>
- Štředová H, Stehnová E, Škvareninová J (2017) Long-term Changes of Vegetation Season in Context of Spring Barley Phenology in South Moravia. *Kvas Prum* 63:11–15. <https://doi.org/10.18832/kp201703>
- Sujetoviene G, Velička R, Kanapickas A, et al (2018) Climate-change-related long-term historical and projected changes to spring barley phenological development in Lithuania. *J Agric Sci* 156:1061–1069. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000904>
- Sujetovienė G, Velička R, Kanapickas A, et al (2018) Climate-change-related long-term historical and projected changes to spring barley phenological development in Lithuania. *J Agric Sci* 1061–1069

METEOROLOĢISKO NOVĒROJUMU DATU HOMOGENIZĀCIJA UN TĀS PIELIETOJUMI KLIMATISKĀ VĒJA ĀTRUMA SAMAZINĀŠANĀS IZPĒTĒ

Maksims Pogumirskis, Tija Sīle, Jānis Hūns, Uldis Bethers, Juris Seņņikovs

Latvijas Universitātes Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes Skaitliskās modelēšanas
institūts, e-pasts: maksims.pogumirskis@lu.lv

Pēdējās desmitgadēs virs sauszemes ir novērota klimatiskā vēja ātruma samazināšanās. Vēja ātruma samazināšanās var novest pie pieejamās vēja enerģijas samazināšanās, un gaisa kvalitātes pasliktināšanās lielajās pilsētās gaisa piesārņojumam sliktāk izkļiedējoties. Tāpat vēja ātruma samazināšanās nozīmē mazāku mitruma iztvaikošanu no augsnes, ietekmējot ūdens patēriņu lauksaimniecības zemju apūdeņošanai.

Klimatiskā vēja ātruma samazināšanās iemesli joprojām nav viennozīmīgi izskaidroti, taču literatūrā tiek apskatīti vairāki iespējamie mehānismi. Tie ir - liela mēroga spiediena gradientu pavājināšanās un globālo cirkulāciju izmaiņas (Zeng 2019), kā arī berzes spēku

izmaiņas atmosfērā. Berzes spēks var būt saistīts ar mijiedarbību ar zemes virsmu, kur tā palielināšanos izraisa urbanizācija un meža teritoriju paplašināšanās (Vautard 2010), (Cao 2020). Berzes spēks var arī pastāvēt starp vairākiem atmosfēras slāņiem (turbulentā berze), kas rada atmosfēras slāņu sajaukšanos un vēja impulsa nodošanu no augstākiem slāņiem uz zemākiem. Tādēļ turbulentā berzes spēka samazināšanās izraisa vēja ātruma samazināšanos zemākajos slāņos. Cēloņu identifikāciju apgrūtinā tas, ka klimata modeļos bieži vēja ātruma samazināšanās parādās mazāk izteikti kā novērojumu datus vai neparādās vispār.

Nesenā pētījumā, kas publicēts žurnālā “Nature” (Zeng 2019), tika ziņots par pretēju parādību - globālā klimatiskā vēja ātruma palielināšanos kopš 2010. gada, to skaidrojot ar ilgtermiņa (vairāki gadu desmiti) atmosfēras oscilācijām.

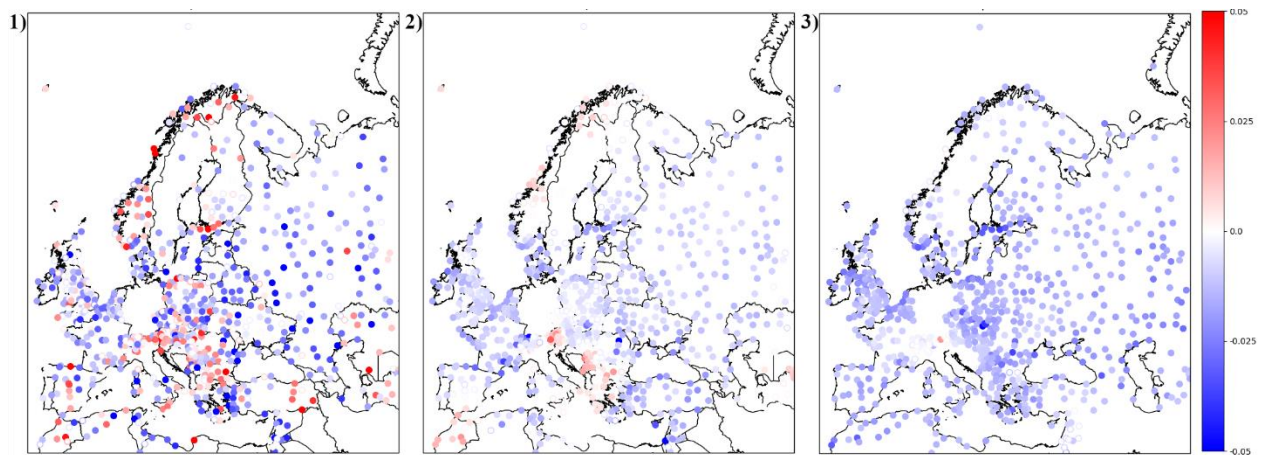
Šī pētījuma mērķis ir analizēt potenciālos klimatiskā vēja ātruma samazināšanās iemeslus, salīdzinot vēja ātruma tendences dažādos datu avotos. Viens no tiem bija vēja ātruma novērojumu dati Eiropā laika posmā no 1980. līdz 2019. gadam, kas iegūti no ISD datubāzes. Lai identificētu efektus, kas radušies mērierīču nomaiņas vai novērojumu staciju pārvietošanas dēļ, tika veikta datu homogenizācija izmantojot R pakotni “Climatol”. Datu homogenizācijas procedūrā dati katrā novērojumu stacijā tiek salīdzināti ar datiem apkārtesošajās stacijās. Tas ļauj noteikt pēkšņas izmaiņas vēja ātrumā un rekonstruēt trūkstošos novērojumu datus. Tomēr šī procedūra nespēj to identificēt gadījumus, kad mērinstrumentu nomaiņa tiek veikta daudzās stacijās vienlaicīgi, kas varētu notikt vienas valsts ietvaros.

Pirms datu homogenizācijas vēja ātruma samazinājums novērojams laika posmā no 1980. līdz 2010. gadam un pēc 2010. gada parādās vēja ātruma pieaugums un vēja ātruma tendenču telpiskais izkārtojums šķiet patvaļīgs un to grūti saistīt ar ģeogrāfiskiem apsvērumiem vai atmosfēras parādībām. Pēc datu homogenizācijas joprojām ir novērojama tendences virziena izmaiņa 2010. gadā, taču tagad tendences vērtībām ir viegli interpretējams telpiskais izvietojums. Kalnainos reģionos – Norvēģijā, Austrijā un Balkānos – vēja ātrums ir palielinājies, kamēr pārējā Eiropā – samazinājies (1.attēls. **Vidējā vēja ātruma izmaiņu tendences Eiropā laika periodā no 1980. līdz 2019. gadam (m/s gadā)**). 1) bez papildu datu apstrādes, 2) veicot datu homogenizāciju, 3) neizmantojot mērījumus ar ātrumu zem 1.5 m/s un veicot datu homogenizāciju.).

Veicot dziļāku datu analīzi, var secināt, ka laika posmā no 2012. līdz 2014. gadam strauji samazinājās bezvēja biežums – no 8% uz 3% un palielinājās vēju, kas ir lēnāki par 1,5 m/s, biežums. Ātrāko vēju (virs 1,5 m/s) biežumam tika novērots vienmērīgs trends visa perioda laikā. Bezvēja reģistrēšanas biežuma samazināšanās iespējamais izskaidrojums ir masveida pāreja uz jaunākām mērierīcēm, kas spējīgas fiksēt lēnākus vēja ātrumus, kurus

vecākas mērierīces nespēja fiksēt un uzrādīja kā bezvēju. Lai novērstu mērierīču izmaiņas efektu, tika izveidota vēl viena datu rinda, izmantojot tikai novērojumus, kuros tika fiksēts vēja ātrums virs 1,5 m/s.

Datu rindā, kas iegūta, izmantojot tikai novērojumus virs 1,5 m/s, visa perioda laikā Eiropā parādās vēja ātruma samazinājums. Vēja ātruma pieaugums kopš 2010. gadā neparādās. Apskatot trendu telpisko izvietojumu (1.attēls. Vidējā vēja ātruma izmaiņu tendences Eiropā laika periodā no 1980. līdz 2019. gadam (m/s gadā). 1) bez papildu datu apstrādes, 2) veicot datu homogenizāciju, 3) neizmantojot mērījumus ar ātrumu zem 1.5 m/s un veicot datu homogenizāciju.), pozitīvs trends kalnainos reģionos vairs neparādās. Tas ļauj secināt, ka vēja ātruma pieaugums kopš 2010. gada ir fiksēts masveida mērierīču nomainas, nevis daudzgadīgu atmosfēras oscilāciju dēļ.



1.attēls. Vidējā vēja ātruma izmaiņu tendences Eiropā laika periodā no 1980. līdz 2019. gadam (m/s gadā). 1) bez papildu datu apstrādes, 2) veicot datu homogenizāciju, 3) neizmantojot mērījumus ar ātrumu zem 1.5 m/s un veicot datu homogenizāciju.

Izmantotā literatūra

Cao, Jun Wang and Jinming Feng and Zhongwei Yan and Yuan Qiu and Lijuan. 2020. «An analysis of the urbanization contribution to observed terrestrial stilling in the Beijing-Tianjin-Hebei region of China.» *Environmental Research Letters* 034-062.

Vautard, R., Cattiaux, J., Yiou, P. et al. 2010. «Northern Hemisphere atmospheric stilling partly attributed to an increase in surface roughness.» *Nature Geosci* 756–761.

Zeng, Z., Ziegler, A.D., Searchinger, T. et al. 2019. «A reversal in global terrestrial stilling and its implications for wind energy production.» *Nat. Clim. Chang.* 979–985.

MIKROPLASTMASAS PIESĀRŅOJUMA IDENTIFICĒŠANA DAUGAVAS UN LIELUPES UPĒ

Elīna Vecmane^{1,2}, Ieva Putna-Nīmane²

¹LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: elina.vecmane@lhei.lv

²DU aģentūra Latvijas Hidroekoloģijas institūts, e-pasts: ieva.putna@lhei.lv

Mikroplastmasa ir plastmasas daļiņas izmēros no 1 μm līdz 5mm (Frias et al 2019). Tās rodas sadaloties lielākiem plastmasas izstrādājumiem (sekundārā mikroplastmasa) vai jau ražošanas ceļā tiek ievadīta vidē, kā mikroskopiskas lodītes un granulas (primārā mikroplastmasa) (Rogers S.a 2020; Boucher et al. 2017; Chubarenko et al. 2016). Mikroplastmasas piesārņojumu veido dažādu izmēru, krāsas, formas, veida, blīvuma, ķīmiskā sastāva plastmasas polimēru daļiņas (Chubarenko et al. 2016; Medano et al. 2015).

Līdz šim Latvijā veiktie pētījumi par cieto atkritumu un mikroplastmasas piesārņojumu ūdens vidē ir tendēti uz jūras ūdeņiem. Jūrā ieplūstošās upes ir nozīmīgs mikroplastmasas avots, jo tās ienes mikroplastmasas daļiņas no lauksaimniecības zemēm, apdzīvotām vietām un notekūdeņu attīrīšanas vietām (Barnes et al. 2009). Esošās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas nav paredzētas notekūdeņu attīrīšanai no piesārņojuma ar mikroplastmasas daļiņām. Tās nespēj identificēt mikroplastmasas piesārņojumu un izņemt to no vidē novadāmajiem notekūdeņiem (Flowers 2016).

Pētījumi par mikroplastmasas piesārņojumu upēs līdz šim nav pētīti, kā arī ir salīdzinoši maz pētījumu par Baltijas jūrā esošo mikroplastmasas piesārņojumu. Pētījuma mērķis ir novērtēt mikroplastmasas daudzumu, sastāvu un izplatību ūdens virskārtā Daugavas un Lielupes upē.

Pētījuma mērķa realizācijai 2020.gadā, laika posmā no 14.janvāra līdz 11.februārim, tika ievākti 4 ūdens virskārtas paraugi Daugavā un 5 paraugi Lielupē. Paraugu ievākšanai tika izmantota universālā filtrēšanas iekārta (angliski: *UniversalFilteringObject*), kas izgatavota Olborgas universitātē. Tās mērķis ir efektīvāka ūdens sūkņēšana no ūdensobjekta, izsūkņējot to cauri filtriem ar atšķirīgu acs izmēru (300 μm un 10 μm). Parauga iegūšanai tika uzstādīti sekojoši limitējošie faktori - izfiltrēt 1 m^3 ūdens vai četrus 10 μm filtrus, gadījumā ja filtri aizsprostojas. Turpmākā paraugu apstrāde tiek veikta laboratorijā, kur tie tiek apstrādāti ar mērķi atbrīvoties no organiskajām vielām, kas var apgrūtināt paraugu analizēšanas procesu. Lai noteiktu paraugu fona piesārņojumu un izslēgtu mikroplastmasas daļiņas, kas paraugā nokļuvušas paraugu vākšanas laikā, 10 μm filtrs tika eksponēts paraugu vākšanas vidē, kā arī šī filtra paraugs tika sagatavots tāpat kā paraugi no Lielupes un Daugavas upēm.

Mikroplastmasas daļiņu (>500 μm) identificēšana un vizuālā analīze tika veikta, izmantojot mikroskopu Leica DM400 B LED, tam pielāgoto kameru DFC 295 un

datorprogrammu LeicaApplicationSuite V4.1. Identificēto daļiņu polimēru noteikšanai tiek izmantota Furjē transformācijas infrasarkanās gaismas (FTIR) spektroskopijas metode. Daļiņas, kas ir mazākas par 500 µm sadarbībā ar Olborgas universitāti identificētas un noteiktas izmantojot mikro FTIR spektroskopijas metodi.

Iegūtie rezultāti par mikroplastmasas daļiņu frakciju, kas lielākas par 500 µm, liecina, ka visās paraugu ievākšanas vietās ir sastopamas mikroplastmasas daļiņas un no tām lielu īpatsvaru veido šķiedras.

Pētījums ticis izstrādāts Interreg Baltijas jūras reģiona transnacionālās sadarbības programmas 2014.-2020.gadam pētniecības projekta R092 “Iniciatīvas, lai samazinātu mikroplastmasas apjomu pirms tā nonāk jūrā (FanPLESStic-sea)” ietvaros.

Izmantotā literatūra

Barnes, A.K.D., Galgani, F., Thompson, C.R., Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments, *Philosophical transactions of the royal society*. 14

Boucher, J., Friot D. 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland, IUCN.

Chubarenko, I., Bargaev, A., Zobkov, M., Esiukova, E. 2016. On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment, *Marine Pollution Bulletin*. 108(1-2), 105-112.

Flowers, M. 2016. Zooming in on the Five Types of Microplastics. Sk. 03.06.2020. Pieejams <http://www.waterkeeper.ca/blog/2016/11/15/zooming-in-on-the-five-types-of-microplastics>

Frias, J.P.G.L., Nash, R. 2019. Microplastics: finding a consensus on the definition *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145-147,

Medano, D.E., Thompson, C.R., Aldrige, C.D. 2015. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *ScienceDirect*, 75, 63 - 82

Rogers, K. S.a. Microplastics, plastic particulate. Sk. 06.06.2020. Pieejams <https://www.britannica.com/technology/microplastic>

Ģeomātika

ZEMŪDENS PASAULES IZPĒTE NĀKAMAJĀ LĪMENĪ JEB KĀ IERAUDZĪT VISU

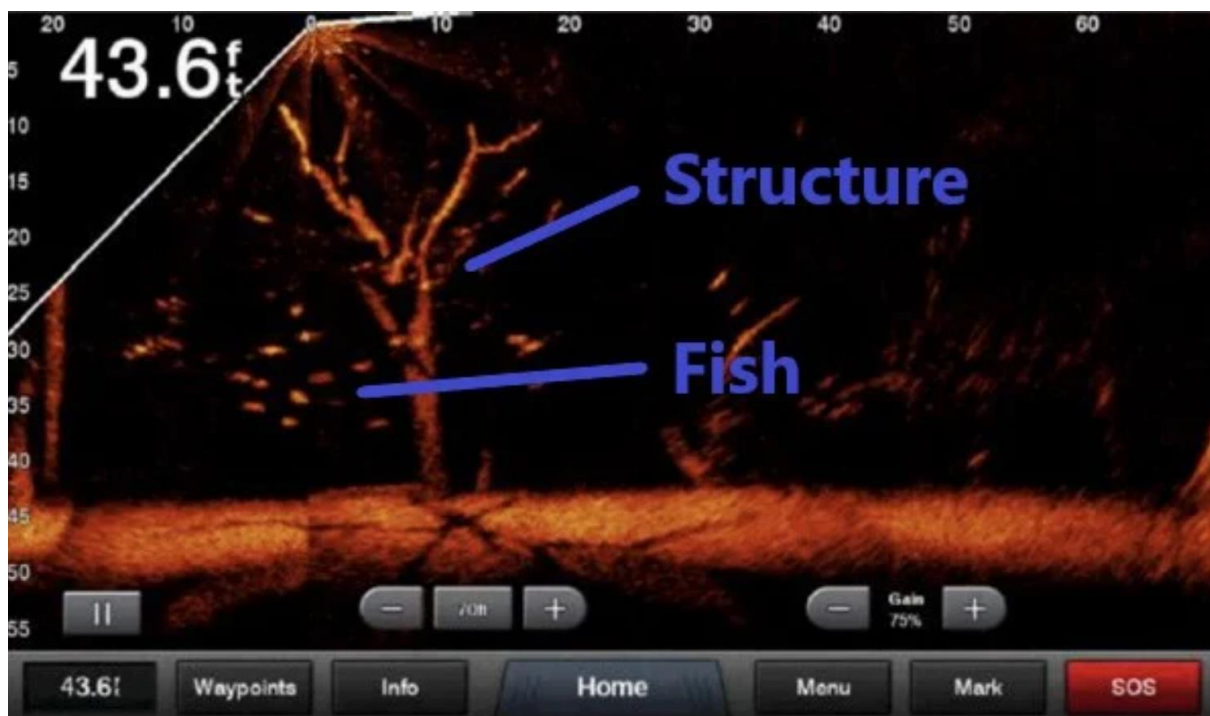
Jānis Dumpis

LLU Vides un būvzinātņu fakultāte, Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts „BIOR”, e-pasts janisdumpis94@gmail.com, JanisDumpis@bior.lv

Autors ar zemūdens pasaules izpēti nodarbojas kopš 2015. gada. Izmantojot dažādas tehnoloģiskās iespējas, dziļuma karšu konstruēšana, ūdenstilpju un ūdenteču gultnes izpēte,

nogrīmušu objektu izpēti ir veikta augstā detalizācijas pakāpē. Veicot pētījumus katru gadu, tiek analizētas un izmantotas iespējas, ko nodrošina jauns eholotes modelis vai datoprogrammas atjauninājums. Datu apstrādei tiek izmantotas arī jaunas metodes, tiek modificētas izmantotās metodoloģijas. Katru gadu pētījumus ir iespējams veikt augstākā detalizācijas pakāpē.

Sākot veikt batimetrijas pētījumus 2015. gadā, detalizētākie pētījumi bija iespējami, izmantojot Lowrance StructureScan un Humminbird ONIX. Sākot ar 2016. gadu, Humminbird Helix un Solix ir piemērotākās eholotes batimetrijas pētījumiem. 2019. gadā Latvijā pieejama kļuva Garmin aparatūra Panoptix LiveScope. Lai gan sākotnējā pieejamā informācija par šo ierīci bija ierobežota, bija zināms, ka tehnoloģija sniegs vēl nebijušas iespējas. Panoptix LiveScope ir reālā laika sonārs ar iespēju pētīt nogrīmušus objektus un dzīvās radības reālā laikā 50 m attālumā no laivas. 1. attēlā redzams, kā zemūdens pasaule pētāma ar Garmin sniegtajām iespējām. Eholotes ekrānā redzamais nav tikai 3D attēls, bet gan 3D ar reālā laikā ar redzamām kustībām. Tehnoloģiju galvenokārt izmanto makšķernieki, lai sekotu zivīm, pētītu to paradumus, pētītu zivju slēpņus.



1.attēls. **Garmin Panoptix LiveScope** (Boemarine, 2020)

2020. gadā komplektēta personīgā zemūdes izpēti laiva aprīkota ar Garmin Panoptix LiveScope, Lowrance ehloti, Humminbird Helix 9 MEGA ehloti un tālvadības elektromotoru ar GPS funkciju. Izmantojot komplektēto laivu, iespējams konstruēt batimetriskās kartes, veikt gultnes pētījumus, pētīt zemūdens nogāzes, veikt reālā laika nogrīmušu objektu izpēti, veikt ūdenstilpju floras un faunas pētījumus. Veicot pētījumus,

Lowrance eholote tiek izmantota navigācijai. Sasniedzot parauglaukumu, laivas turpmākā vadība notiek ar pulti vadāmu elektromotoru. Izmantojot Humminbird eholotes sānskatiem, lokalizētas izpētes teritorijas un objekti. Garmin Panoptix LiveScope tiek izmantots teritoriju un objektu apskatei reālā laikā. Pētījumus iespējams veikt ūdenstilpēs sākot no 1 m dziļuma. Garmin tehnoloģija ļauj izpēti veikt līdz 61 m dziļumam (Garmin, 2020).



2. attēls. Zemūdens pasaules izpētes tehnoloģijas

Analizējot Garmin sniegtās tehnoloģiskās iespējas, secināms, ka tehnoloģija ir plaši izmantojama batimetrijas pētījumos, ūdenslīdēju darbā, glābšanas darbos, būvniecībā, ūdenstūrismā. Autora pētījumos Garmin Panoptix LiveScope tiek izmantots Ķīšezera un Daugavas HES ūdenskrātuvju zemūdens nogāžu pētījumos. Tiek veikta zemūdens nogāžu pētniecība, lai varētu noteikt to izmaiņas, ietekmējošos faktorus. Garmin tehnoloģija tiek izmantota precīzai nogrimušo objektu dešifrēšanai, to izmēru un formu apzināšanai.

Izmantotā literatūra

Boemarine, Inc. 2020. Garmin Panoptix LiveScope System. Sk. 23.01.2021. Pieejams: <https://www.boemarine.com/blog/post/garmin-panoptix-livescope-system/>

Garmin Ltd. 2020. GARMIN SUPPORT CENTER. Sk. 23.01.2021. Pieejams: <https://support.garmin.com/en-US/?partNumber=010-12784-03&tab=manuals>

TĀLIZPĒTES DATU LAIKRINDU APSTRĀDE AR GOOGLE EARTH ENGINE

Harijs Ijabs

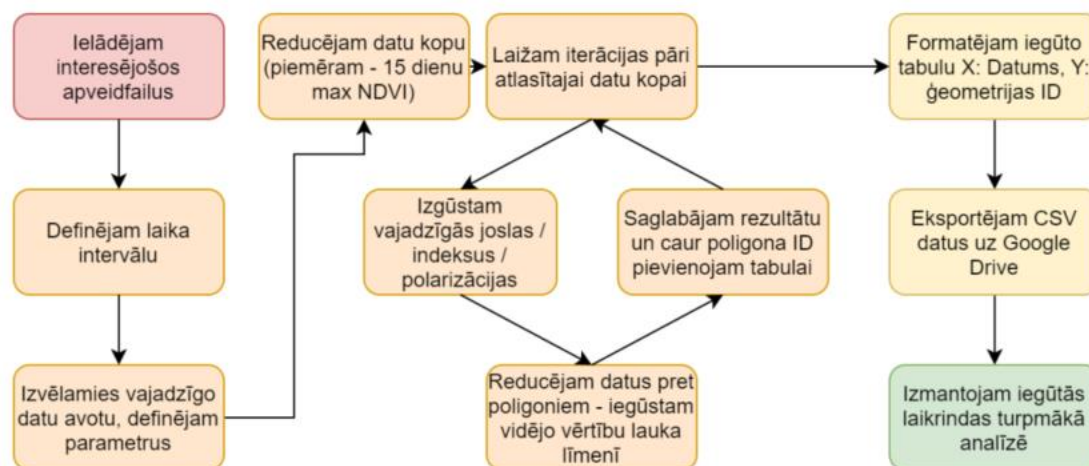
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Lauku atbalsta dienests e-pasts: harijs.ijabs@gmail.com

Brīvpieejas tālizpētes dati ir bagātīgs datu avots, no kā iespējams izgūt informāciju par procesiem, kas notiek uz zemes virsmas. Šādu datu pielietojums ir rodams tādās sfērās kā mežsaimniecība (Frison et al., 2018), lauksaimniecība (Heupel et al., 2018), okeanogrāfija (ESA, 2020), pilsētvides monitorings (Lefebvre et al., 2016), kā arī citās jomās, kur pētāmās īpašības atspoguļojas zemes virsmas izmaiņās. Lielais pieejamo datu apjoms ir reizē šī avota stiprā puse un šķērslis tā lietotājiem. Biežo uzņēmumu dēļ šādu datu apstrādei nepieciešama ievērojama tehniskā kapacitāte.

Šo šķērslis visuzskatāmāk var definēt, ja piemin konkrētu piemēru. Praktisks piemērs Latvijas gadījumā būtu valsts monitorings lauksaimniecības sezonas gaitā, lai novērotu kultūraugu fenoloģiju un lauksaimnieku darbības uz lauka, balstoties uz Sentinel-1 un Sentinel-2 datiem. Latvijas teritoriju klāj 16 Sentinel-1 orbītas, kas lauksaimniecības sezonā (15.04. – 30.09.) sastāda aptuveni 5 TB ar informāciju. Sentinel-2 sastāda 19 šūnas, kas sezonas laikā aizņemtu aptuveni 1.6 TB. Jāņem vērā vēl starprezultāti un apstrādātie dati. Kopā pētījumam, kas aptver visu valsti vienas lauksaimniecības sezonas laikā, būtu nepieciešama aptuveni 15 TB datu krātuve. Datu ieguves laikam jāpieskaita vēl šo datu apstrādes laiks, kas būtu atkarīgs no pieejamās skaitļošanas jaudas.

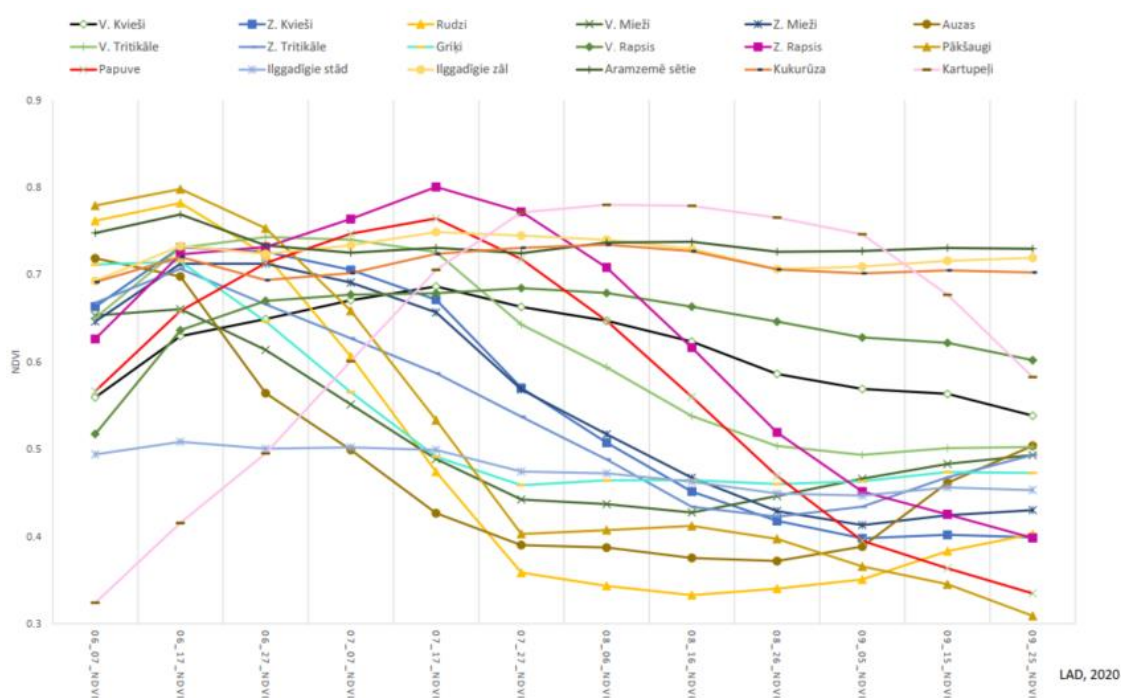
Viens no ērtākajiem risinājumiem šai problēmai ir Google Earth Engine, kas bez maksas ļauj apstrādāt lielus datu apjomus, kamēr šie dati netiek izmantoti komerciālām vajadzībām. Ar JavaScript palīdzību tīkla interfeisā vai Python API iespējams piekļūt Google Cloud mākoņskaitļošanas jaudai. Ar šī rīka palīdzību stundas laikā ir iespējams apstrādāt tādu datu apjomu, kas uz lokālas darbstacijas aizņemtu vairākas dienas. Platforma piedāvā pieeju bagātīgam tālizpētes materiālu arhīvam, tostarp MODIS, Sentinel un Landsat datiem (Google, 2021).

Praktisks piemērs šīs platformas izmantošanai būtu pieeja, kas ļauj apkopot Sentinel-2 NDVI vidējo vērtību laikrindas visai lauksaimniecības sezonai poligonu līmenī (1.att.). Apkopotie dati tiek formatēti un eksportēti tabulārā formātā. Pēc tam tie var tikt izmantoti statistiskai analīzei vai mašīnmācīšanās uzdevumiem (2.att.).



1.attēls. Sentinel-2 tabulāru laikrindas veidošanas shematisks attēlojums

Šādas laikrindas iespējams ģenerēt arī no Sentinel-1 radara datiem, kas sniegtu informāciju par lauksaimniecības zemju vai meža teritoriju apsaimniekošanu – pļaušanu, aršanu, ražas novākšanu vai ciršanu. Ar pieejamo datu apjomu iespējams gūt ieejas datus dažādiem zemes virsmas izmaiņu monitoringa pētījumiem.



2. attēls. Sentinel-2 NDVI laikrindas vizuāli attēlotas kultūru grupās

Izmantotā literatūra

Heupel, K., Spengler, D., 2018. Itzerott, S. A Progressive Crop-Type Classification Using Frison, P.-L.; Fruneau, B.; Kmiha, S.; Soudani, K.; Dufrière, E.; Le Toan, T.; Koleck, T.; Villard, L., Lefebvre, A., Sannier, C., Corpetti, T. 2016. Monitoring Urban Areas with Sentinel-2A Data: Application to the Update of the Copernicus High Resolution Layer Imperviousness Degree. Remote Sens. 2016, 8, 606.

Mougin, E.; Rudant, J.P. 2018. Potential of Sentinel-1 Data for Monitoring Temperate Mixed Forest Phenology. Remote Sens. 2018, 10, 2049.

Nepublicētie avoti

ESA, 2021. Sentinel-6. Pieejams: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6; Skatīts: 25.02.2021.

Google, 2021. Earth Engine. Pieejams: <https://developers.google.com/earth-engine>, Skatīts: 25.02.2021.

TOP «QGIS» LIETOŠANAS VIDEOPAMĀCĪBAS

Kārlis Kalviškis

Latvijas Universitāte, Informācijas tehnoloģiju departaments, karlo@lu.lv

Kādas programmas lietošanas videopamācību izveide, protams, nav zinātniska rakstura darbs, bet tās ir noderīgs palīgs dažādu zinātnisku darbu izstrādē. Līdz šim manis veidotās pamācības balstījās uz attēlu, kā galveno elementu. Viss pārējais – paskaidrojošs teksts, nelieli videofragmenti, izmantojamie dati – tika piekārtoti attēlam. Tā kā jau izveidotās pamācības ir novecojušas, bija nepieciešams radīt jaunas, kuras atbilstu jaunākām «QGIS» versijām. Izpētot līdz šim pamācību veidošanai izmantoto vidi, nācās secināt, ka arī tā ir novecojusi un neērta. Materiālu apskatei ir nepieciešama servera pusē darbināma programma, kas būtiski ierobežo šo pamācību iespējamo izplatīšanu. Secinājums: jāveido ne tikai jaunas pamācības, bet jāizmaina arī to izstrādes vide.

Tika sastādīts saraksts ar nosacījumiem gan kā veidot saturu, gan kādam jābūt pašam saturam.

Par saturu:

tam ir jābūt pietiekamam, lai to varētu izmantot pašmācībai;
pamatvienība ir filma ar ierunātu tekstu un subtitriem;
ir jābūt iespējai pievienot izvērstus skaidrojumus (attēli ar skaidrojošu tekstu)
atsevišķām filmas daļām.

Par uzbūvi:

ir jābūt strukturētam satura rādītājam vai pat vairākiem rādītājiem;
ir jābūt alfabētiskam satura rādītājam;
tam jābūt pašpietiekamam, no izplatīšanas vides neatkarīgam;
tam ir jābūt publiski pieejamam.

Par satura izstrādi:

izstrādes videi jābūt vienkāršai.

Iespēja izvietot pamācības pieejamos video straumēšanas serveros tika noraidīta, jo tur ir ļoti ierobežotas iespējas strukturēti izkārtot materiālu un pievienot tam paplašinātus skaidrojumus.

Tika nolemts veidot kopu, kuras struktūru veido failu sistēma. Kopu veido statiskas *HTML* lapas ar iekļautiem video failiem un attēliem. Šādu kopu var publicēt tīmekļa serverī tikpat labi kā apskatīt uz vietas datorā.

Galvenais pamācību vienums ir videofails. Tā kā video parādīšana balstās uz *HTML5*, ir jāizmanto tādi formāti, kuri visiespējamāk būs apskatāmi visur. Pašlaik tiek lietots *WebM*.

Izstrādes datorā tiek sagatavoti un izkārtoti direktorijās video, subtitru un, ja nepieciešams, audio faili. Pievienoti attēli un to apraksti kā *Markdown* formāta teksta faili. Vienkāršas uzbūves teksta failos iespējams norādīt katras direktorijas nosaukumu.

Videofailu tālāko sagatavošanu publicēšanai un statisko lapu izstrādi nodrošina viens *bash* un viens *perl* skripts. Šobrīd vairāk laiks tiek veltīts šo skriptu pilnveidei, lai nodrošinātu vajadzīgo funkcionalitāti. Video, attēlu un teksta apstrādei tiek izmantota virkne programmu:

ffmpeg – video un audio failu apvienošanai, izmēra maiņai un pārkodēšanai;

ffprobe – ievāc ziņas par video failā esošo straumju izmēriem;

convert – (no *ImageMagick*) sagatavo katram attēlam dažādus izmērus;

pngquant – optimizē *PNG* failus;

jpegoptim – optimizē *JPEG* attēlus;

soffice – pārveido *ODF* failus par *PDF* failiem.

Jau līdz šim sagatavotā videopamācību kopa aplūkojama adresē <http://priede.bf.lu.lv/DAC/>

Ar videokopas izstrādes dokumentāciju var iepazīties direktorijā <http://priede.bf.lu.lv/DAC/PRG/>

METADATU NOZĪME ĢEOMĀTIKĀ - KARTOGRĀFIJĀ, TOPONĪMIKĀ

Aigars Liepiņš

novadpētniecisks portāls upes.lv, e-pasts: upei@inbox.lv

Ikviens lietotājs, arī pētnieks, students saskaras dažādos izzīņu avotos ar viena un tā paša ģeogrāfiskā objekta atšķirīgiem datiem. Kā enciklopēdijas un kartes, tā arī akadēmiskas monogrāfijas mēdz saturēt dažāda rakstura faktus. Rezultātā uzkrājas liels savstarpēji nesaskaņojamas informācijas apjoms.

Tālākais teksts ir pieredzē balstītu, empīriski iegūtu novērojumu izklāsts. Pretrunu cēlonības noskaidrošanai – un sekām, lai pārtrauktu aplamu un faktos nebalstītu datu un datu kopu atkārtošānu. Ir ieskicēta iespējamajā strukturēšana.

Vienkāršākais būtu atšķirības skaidrot ar dabisku attīstību – kalni kļūst zemāki, tuksneši lielāki, upes īsākas, pat nosaukumi mainās. Attīstās datu iegūšanas un attēlošanas paņēmieni, uzlabojas metodika – ūdensteču garums palielinās, turpretim ar cilvēka iejaukšanos trases iztaisno un saīsina. Saliekot visus datus hronoloģiski, vajadzētu parādīties vēsturiskās attīstības lineārai ainai. Kad piemēram “peld” Valsts aizsargājamo dabas teritoriju koordinātes, vai Latgales augstienes augstākais punkts ir samainīts ar citu pauguru, to var uzskatīt par atsevišķu starpgadījumu. Tomēr pieredze, apsekojot visas 4 000 upes, liecina par citu tendenci.

Atsevišķas neprecizitātes ir pastāvējušas un pastāvēs vienmēr, zināmas kļūdas robežās pat pieļaujamas; izvērtējams - jeb tomēr tā ir sistēmiska parādība. Tomēr, kā korekti strādāt ar šādiem datiem, vai vienkārši apriori pieņemot ka jaunākais arī ir pareizākais? Arī tas, cik augsta līmeņa datus izzogas neprecizitātes, lai to nedrīkstētu ignorēt.

Cik daudz tādu situāciju varētu būt?

Gatavojot jaunam Smiltenes teritorijas plānam kartes pamatni, tika konstatētas nesakritības starp LĢIA un ZMNĪ ūdensteču datiem. Galvenokārt līniju novietojumā augštecēs. Atklāto 14 gadījumu blīvumu, ekstrapolējot uz visu LV teritoriju sanāk pārāk daudz, lai liktos ticami. Kontrolei pārskaitot brīvi izvēlētus 20 apakšbaseinus iegūstu summu 116 (tabulā saīsināti).

1.tabula. Nesakritību skaits LĢIA un ZMNĪ pārlūku ūdensteču līnijās

Lielbaseins ~	apakšbaseinā ~	kopīgais ~	no tām atšķiras ~
Baltijas jūras	Durbei	11	7
	Vārtajai	12	7
Rīgas līča	Grīvai	14	8
Ventas	Vadakstei	21	11
	Amulai/Imulai	15	8
	Ciecerei	15	7
Lielupes	Platonei	33	3
Daugavas	Sarjai	14	6
Gaujas	Raunai	11	7
	Vijai	13	8
Salacas	Sedai	15	8

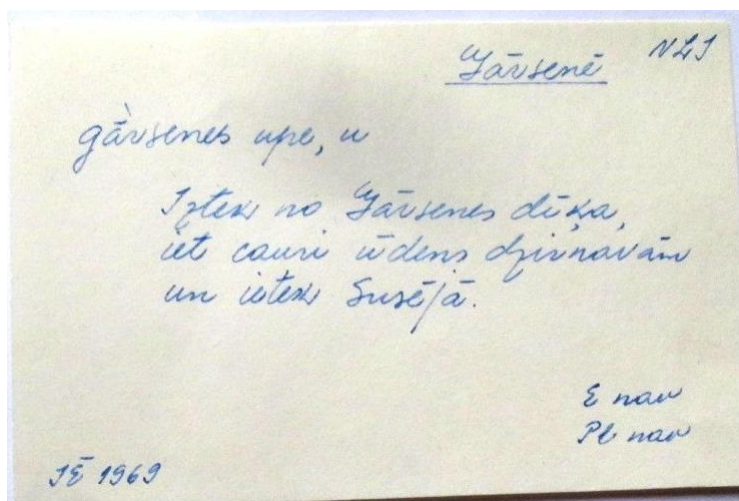
No kurienes tādas pretrunas rodas?

Salīdzinu dažu upju pamatdatus – garumu - km, kritumu metros un iztekas augstumu, kādi minēti vispār pieejamos izziņu avotos. Tikai cipari neko nedod, varētu atlikt tos uz topogrāfiskās kartes, taču arī tad telpiskā izklīde ir pārāk liela un lineāra aina nerodas. Vēl

viens no pamatdatiem ir nosaukums jeb toponīms. Izvēloties piemēram Ruoju, Rīgas līča baseinā, pat nosaukuma atlikšana uz kartes parāda četrus dažādus virzienus. Kļūst interesanti, kā tas radies, jo kādam pamatojumam tomēr jābūt. Uzkrātās informācijas apjoms ir pietiekams lai atrastu jebkura fakta liecības (plašāk skatīt 1. atsauci).

Troksnis, traucējumi iekļūst vai rodas ikvienā komunikācijas sistēmā, neskatoties uz tās veidu. 2)

Fona trokšņa jēdziens plašāk pazīstams no fizikas, taču tikpat labi attiecināms uz humanitārām zinātnēm. Tāpēc ikvienā šaubīgā gadījumā ir izmantojami visi materiāli. neatkarīgi no tēmas - vēsture vai ģeogrāfija un valodniecība. Tā dažādos filoloģiskos vākumos apkopoti tūkstošiem toponīmu bez lokalizācijas. Tieši starpdisciplinārā pieejā rodami daudzi risinājumi saskatot iespējas rast kopsaucēju. Bieži vien atsevišķa informācija, pat vēsturiskajā periodikā rodama norāde, paver negaidītu skatījumu no citas puses. Tas liek papildināt datubāzes ar aprakstošu informāciju.



2.attēls. Latvijas Universitātes Latviešu valodas institūta Vietvārdu kartotēkas kartīte no **Gārsenes pagasta**. Metadati norāda vācēja iniciāļus (pēc kuriem nepieciešamības gadījumā precizējama vākuma drošticamība), un datējums. Lauka pierakstos būtu meklējams arī informanta dati – vecums, vēsturiskā piederība teritorijai.

Apkopojot novēroto jāatzīst, ka metadati ir dažādi, tāpat ievērtējams nākamais datu slānis, kurš paskaidro metadatus. Iespēja pievērst dziļāku uzmanību nenovērtētai informācijai, rada situāciju no metadatiem veidot jaunu datu slāni. Piemēram, ikkatri ūdenstecei pienākas atzīme par tās regulēšanu. Attīstot šo sadaļu, veidojas viss ar meliorāciju saistīto darbību apraksts, pase. Kad zināms, kurā gadā izrakts katrs novadgrāvis, parādās sakarība ar nosaukuma migrāciju.

Metadatu veidi –

- tiešie, formālie; (normatīvo aktu nosacītie, pamatdatu specifikācija);
- historiogrāfija, rakstisko avotu analīze; (avotu drošticamība);

- informanti, teicēji; (mutvārdu folklorā, nepublicēti materiāli, aptaujas);
- psiholoģiskie, subjektīvie (kognitīvā joma, cilvēka faktors, gadījuma ietekmēti rezultāti).

Izmantojamie pētniecībā:

- aktīvie vai pasīvie;
- formālie un lietišķie...

Latvijas dabas ainavā dominējošais elements ir koks jeb dendrons. Kā ar izmēriem, tā laikā, tāpat četrās dimensijās. Domājot par koku, arī pašrocīgi stādot to, visbiežāk iztēlojamies stumbru un lapotni ar paēnu, ko tā sniedz, ziedus un augļus, ja tas ir augļu koks. Daudz retāk atceramies to daļu, kas nav acīmredzama, pazemes slēpto sakņu sistēmu. Taču tieši augsne, iežu sastāvs, nosaka augšanu un koka vainaga veidojumu. Kamēr saknes nebūs tikušas garām morēnas akmenim, līdz tā aizstiepsies līdz āderei, tad arī atbilstošajā vainaga daļā pastiprināsies augšana. Līdzīgi arī apslēptie metadati ietekmē ikdienā lietojamus datus. Tos, no kuriem skolēni un studenti rada savus darbus, sekojoši jebkuru projektu, teritoriju plānojumus, ĪADT aprakstus un visu pārējo...

Secinājumi

Cēlonis atšķirībām ir nekritiska datu veidošana no atšķirīgiem avotiem; ĢIS datu kvalitāti nosaka metadatu pielietojuma apmēri; pretrunu gadījumos tieši metadati palīdz saprast sajauktus datu slāņus; metadatu nozīme ir vairāk nekā tikai paskaidrot un formalizēt datus.

Ar pašreizējiem darba paņēmieniem, pie nepieciešamā labojumu apjoma, neskaitāmas situācijas citādāk nav atrisināmas; ticamākais gala risinājums panākams apvienojot dažādus izzinātos paņēmienus, tostarp attīstot metadatos rodamās iespējas.

Likumsakarīgs ir visbiežāk sastopamais jautājums – kāpēc uz ceļiem pie tiltiem ir citas upes nosaukums kā kartē? Te varētu lietot pretjautājumu – kāpēc tas vēl nav nomainīts...

Atsauces

- 1) Hidrogrāfisko datu saskaņošanas risinājumi, A.Liepiņš, LU78, 2020.g
- 2) The Mathematical Theory of Communication, Claude Shannon, University of Illinois Press, 1948;

SĒLIJAS ŠAURSLIEŽU DZELZCEĻI LIDAR DATOS

Aivars Markots¹, Brunis Lielkāja²

¹Latvijas Universitāte, e-pasts: Aivars.Markots@lu.lv

²ZS Zālītes; e-pasts: zszalites@inbox.lv

Pēc dzelzceļu tīkla pirmo līniju, kas pamatā bija platsliežu, izbūves, nākošā straujā dzelzceļu tīkla veidošana Latvijā, īpaši Sēlijā, saistāma ar 1. pasaules kara laiku, kad vācu karaspēks, lai nodrošinātu karaspēka, īpaši “iestrēgušās” frontes līnijas, apgādi ar nepieciešamajiem resursiem, strauji izbūvēja plašu šaursliežu dzelzceļu līniju tīklu, kas vēl ik pa laikam, cik zināms, tika pārveidots.

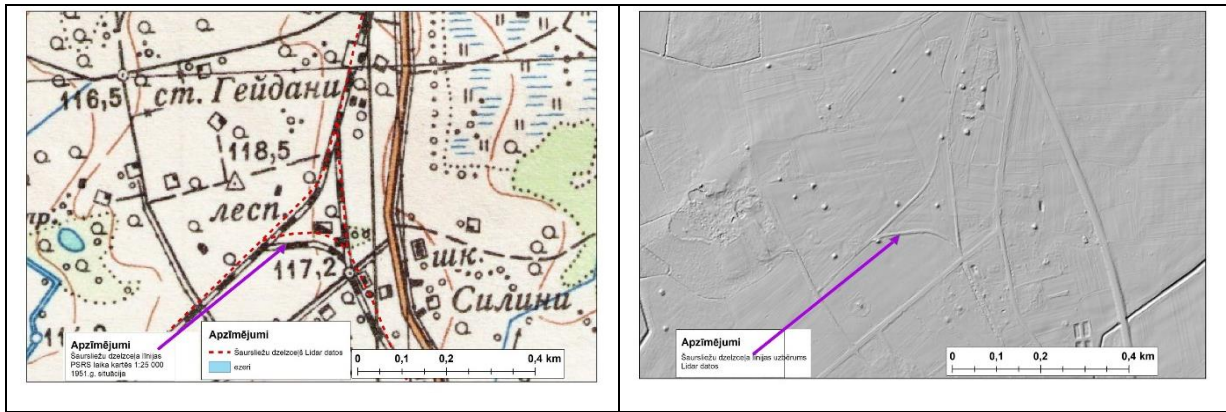
Pēc kara beigām katrai līnijai bija savs liktenis; daļu ātri nojauca, daļu atjaunoja, kā arī tika būvētas jaunas līnijas, sasaistot ar esošajām, lai teritorijā varētu sekmīgi realizēt dzelzceļa pamatfunkciju – pasažieru un/vai kravu jeb preču plūsmas nodrošināšana.

Kopumā ļoti daudzās kartēs, it īpaši senākās, ir arī atrodamas tās dzelzceļa līnijas, kuru dabā sen nav, jo tās tika veidotas, lai pildītu specifiskus uzdevumus un daļa arī bija būvētas no materiāliem, kas nenodrošināja ilgstošu funkcionēšanu. Šaursliežu dzelzceļa līnijas nebija arī sevišķi grūti ātri pārvietot jeb pārcelt uz citu vietu, īpaši, ja tas bija netālu.

Lai iegūtu pilnīgu priekšstatu par pētāmajā teritorijā vismaz īslaicīgi eksistējošo dzelzceļu tīklu, ir pieejams un analizēts liels daudzums kartogrāfisko izejmateriālu, meklējot tās dažādās karšu krātuvēs, muzejos un kolekcijās, kā arī interneta „dzīlēs”. Ir iegūts ļoti ticams analogās (papīra karšu) formās vai skenētu papīra karšu informācijas apjoms, ko var digitizēt un kas lielā mērā ir jau veikts, bet nav uzskatāms par pabeigtu.

Kopš 2020. gada vasaras visiem interesentiem ir pieejami Latvijas LiDAR dati, kurus var skatīt un pētīt vairākos Karšu pārlūkos, t.sk. – Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) un Latvijas Valsts mežu (LVM) veidotajos.

No LiDAR datiem iegūtais pārsteidzoši detālais zemes virsas reljefs kopumā ļoti labi parāda seno ceļu un būvju atrašanās vietas, tajā skaitā arī sen būvētu un sen likvidētu dzelzceļu (neatkarīgi, vai tā būtu Sēlija, vai Pierīga, vai Kurzeme) maršrūtus, ko var identificēt pēc būvētiem uzbērumiem, to savdabīgās formas un veidola. Dažādi kartogrāfiskie materiāli ir ierosinātāji un virzītāji uz precīzāku lokalizāciju, jo visbiežāk tajos objektu precizitāte nav atbilstoša mūsdienām, kaut konfigurācija un savstarpējais novietojums ir ļoti noderīgi pētniecības procesā (1.att).



1.attēls. Dzelzceļa tīkla līniju fragments PSRS laika (1951. gada situācija) kartē M 1:25 000, ar stacijas Geidāni lokāciju, ar LiDAR datus un dabā rekognoscētu posmu

Interesentiem un pētniekiem pieejamais salīdzinoši jaunais un nozīmīgais telpisko datu avots - lāzerskenēšanas (LiDAR) dati, kas ir īpaši vērtīgi šādu objektu telpiskajai lokalizācijai, jo ļoti detālos un precīzos reljefa datus parasti labi izceļas un pamanāmas cilvēka radītās reljefa formas un tieši reljefa modeļi noderīgi dzelzceļu (vai citu seno ceļu) līniju precizēšanai gan bez apsekošanas dabā vai pirms tās, kā arī lauka darbos apsekojot teritoriju dabā.

Tomēr daudzviet, ievērojamas laika distances noteiktās pārmaiņas ir centušās dzēst cilvēka aktīvās darbības pēdas un tās turpina pazust, tāpēc nozīmīgu pienesumu var gūt, izmantojot lauka metodes – apmeklējot šīs vietas, izbraucot kādreizējos ceļus, apsekojot infrastruktūra elementus, fiksējot tos un to stāvokli, izmantojot foto- un video- aparatūru, ar GPS uztvērējiem fiksējot izbrauktos ceļus un vietas. Ļoti svarīgi ir arī kontakti ar iedzīvotājiem un no viņiem iegūta informācija. Iegūtie dati tiek apkopo ĢIS datu krātuvēs.

Pilnveidojoties dzelzceļa tīklam, tā izbūve izsauca arī nozīmīgas izmaiņas reljefā: ierakumi, caurakumi, uzbērumi, tika veidotas caurtekas, tilti, estakādes utt. Tieši šīs apvidū veiktās izmaiņas bieži ir vieni no galvenajiem lieciniekiem par kādreiz bijušās transporta infrastruktūras klātbūtni un ir pietiekoši labi izsekojami lāzerskenēšanas datus.

Ir jau lielā mērā apzināti šie šaursliežu dzelzceļi, kas kartēs atrodami tikai atsevišķos un retos kartogrāfiskajos izdevumos, dabā to pazīmes vairs ļoti vājas un ortofotokartēs praktiski jau nemanāmas. Lāzerskenēšanas dati ir neatsverams avots šādu objektu telpiskajai lokalizācijai, jo precīzos reljefa datus parasti labi izceļas cilvēka radītās reljefa formas un reljefa modeļi noderīgi ceļu līniju precizēšanai gan bez apsekošanas, gan arī pirms apsekošanas dabā.

Kopumā dzelzceļa tīkla vēsture, atlikta kartēs un analizēta laika pārmaiņās, atspoguļo saimnieciskās dzīves vēsturi, teritorijas apdzīvotību un iedzīvotāju darbības raksturu. Apvidū arvien mazāk paliek to skaidri izteikto pazīmju, kas liecina: te kādreiz kūsāja dzīve un saimnieciskās darbības aktivitātes.

AUTOMATIC IDENTIFICATION OF DRAINAGE DITCHES IN LATVIA USING LiDAR DATA

Raitis Meļņiks

LSFRI Silava, Salaspils, Riga street 111, LV-2169, raitis.melniks@silava.lv

Research into the identification of the hydrological and man-made surface runoff network in a digital elevation model began as early as the last century, when the first water flow direction and accumulation algorithms were developed (Quinn et al. 1991; Tarboton 1997). In recent studies, conducted in the early part of this century, some authors (Heine et al. 2004; Tarboton, Daniel 2001; Lashermes et al. 2007) have pointed to the need for a more sophisticated view of watercourses and ditches in terrain, not only in terms of surface runoff but also in terms of their morphological characteristics. In the last decade, research in this area has mainly been carried out using aerial laser scanning data and also taking into account the morphometric characteristics of ditches. In the study (Roelens et al. 2016), LiDAR point clouds in the Netherlands have been used to identify agricultural ditches and their parameters.

Most of the long-term operational infrastructure in Latvia, including the drainage ditch network, has been developed before compliance with climate change was included in the planning process. It is therefore essential to obtain accurate data on the condition of the ditch network in order to be able to assess its suitability for foreseeable conditions and the need for improvement measures. The aim of this study is to develop a method for the identification of the ditch network and culverts for the needs of surface runoff modeling in Latvian conditions, using remote sensing data. The study area consists of 11 objects throughout Latvia, of which 3 are located on agricultural land and 8 on forest land. Drainage ditch network has been identified using a digital elevation model and technical condition of the ditches are assessed. Using the ditch network, locations of culverts in the aim of elevation model correction, have been identified, as well as the effectiveness of these methods has been assessed. The developed method allows to identify the ditch network with an accuracy of up to 96% on agricultural lands, but on forest lands — 90 to 95% depending on the type of ditches. The technical condition of the ditches can be assessed with the accuracy R^2 0.9383 and 0.9462; the depth and width of the ditches, respectively.

References

- Heine, R. A., Lant, C. L., Sengupta, R. R., 2004. Development and Comparison of Approaches for Automated Mapping of Stream Channel Networks. *Annals of the Association of American Geographers*, **94**(3), 477–490.
- Lashermes, B., Foufoula-Georgiou, E., Dietrich, W. E. 2007. Channel network extraction from high resolution topography using wavelets. *Geophysical Research Letters*, **34**(23).

- Quinn, P., Beven, K., Chevallier, P., & Planchon, O., 1991. The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models. *Hydrological Processes*, **5**(1), 59–79.
- Roelens, J., Dondeyne, S., Van Orshoven, J., Diels, J., 2016. Extracting cross sections and water levels of vegetated ditches from LiDAR point clouds. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **53**, 64–75.
- Tarboton, D. G. 1997. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resources Research*, **33**(2), 309–319.
- Tarboton, D. G., Ames, D. P., 2001. Advances in the Mapping of Flow Networks from Digital Elevation Data. *Bridging the Gap*, 1–10.

AUTOMATIZĀCIJA ĢEOGRĀFISKO PRODUKTU LOKALIZĀCIJĀ: TERRALEXICON KARŠU TULKOŠANAS RISINĀJUMS

Jānis Zālīte, Edgars Košovojs

SIA "Karšu izdevniecība Jāņa sēta", e-pasts: janis.zalite@kartes.lv

Lokalizāciju var definēt kā produktu pielāgošanu noteiktas ģeogrāfiskas vietas vajadzībām, kas izpaužas gan tulkošanā, gan grafisko failu apstrādē (Sandrini 2005). Lokalizācija aizvien ir bijusi nozīmīga ģeogrāfisko produktu, piemēram, karšu sagatavošanā, kur nepilnīgi izprasti lokālie faktori var pat saasināt ģeopolitiskus konfliktus (Alhorr et al. 2010). Tomēr palielinoties interneta komercijas popularitātei, lokalizācija aizvien vairāk tiek saistīta ar mārketinga stratēģiju, kur pēc vietējā pieprasījuma analīzes uzņēmumi veic nepieciešamās darbības interesējošā reģiona tirgus apgūšanai (Alhorr et al. 2010). Šai procesā integrējot automatizāciju, tiek ietaupīti resursi, un tādējādi uzņēmumam kļūst izdevīgāk radīt produktus arī ārpus ekonomiski spēcīgākajiem reģioniem.

Eiropas Savienības struktūrā būtisku lomu ieņem valodu daudzveidības jautājums. Lai gan pamatā valodu daudzveidība Eiropā tiek novērtēta kā vērtība, tomēr biznesa vidē tā var izraisīt fragmentāciju, kas neatbilst Eiropas Savienības nospraustajam mērķim izveidot vispārējo vienoto digitālo tirgu (Ansip 2016). Ņemot vērā, ka Eiropas Savienībā ir 24 oficiālās valodas, tieši valodas tehnoloģiju attīstībā tiek saskatīts lielākais potenciāls valodas barjeru samazināšanā (SRIA 2017). Biznesa lokalizācijas veicināšanai Eiropas Savienība novērtē automatizētās tulkošanas potenciālu, kas ļautu ātrāk un lētāk savienot Eiropas valstu tirgus (Ansip 2016). Tomēr praksē valodas tehnoloģiju risinājumi galvenokārt tiek izstrādāti lielākajām valodām, kamēr mazās valodas, kuru ieguvumi no valodu tehnoloģijām būtu vislielākie, izjūt piemērotu tehnoloģisko risinājumu trūkumu (EP 2018). Paplašinoties plaisai starp tehnoloģiju izstrādi dažādās valodās, ir novērota mazāko valodu tendence virzīties uz "digitālo izmiršanu" (SRIA 2017). Līdz ar to būtisku lomu valodu daudzveidības veicināšanā var ieņemt tādi automatizētas lokalizācijas risinājumi, kas tiek izstrādāti plašam valodu lokam.

Savu piedāvājumu problēmas risināšanai izvirzījuši divi vadoši Ziemeļvalstu un Baltijas reģiona kartogrāfijas un ģeotelpisko risinājumu uzņēmumi - SIA "Karšu izdevniecība Jāņa sēta" un "Regio" Ltd., Interreg projekta ietvaros izstrādājot automatizētās tulkošanas risinājumu TerraLexicon vektoru grafiskajiem failiem. Risinājums primāri paredzēts ģeogrāfisko nosaukumu tulkošanai karšu failos, taču nosaukumi tiek ne tikai tulkoti, bet arī pēc iztulkošanas tie tiek ievietoti attiecīgajā kartē.

Risinājuma tehnisko nodrošinājumu veido divas komponentes. Viena no tām ir nosaukumu tulkotājs, kura vajadzībām atsevišķā datubāzē tiek filtrēti nosaukumi nepieciešamajā valodā no atvērto datu portāla Wikidata. Salīdzinot ar citiem globāliem telpisko vienību datu avotiem, Wikidata izceļas ar lielu ģeogrāfisko nosaukumu skaitu, plašu valodu pārklājumu un iekšējo datu kvalitātes kontroli. Otra risinājuma komponente ir Adobe Illustrator spraudnis, kas nodrošina nosaukumu izgūšanu no karšu faila un ievietošanu tajā. Abas risinājuma komponentes savā starpā komunicē datu nodošanai un saglabāšanai.

TerraLexicon tulkošanas risinājums būs piemērots integrēšanai jebkādos procesos, kuros tiek apvienoti ģeogrāfiskie nosaukumi un vizuālais materiāls. Papildinot šīs iespējas ar līdzvērtīgu risinājuma kvalitāti starp dažādām valodām, risinājums veicinās ģeogrāfijas un valodu saikņošanu.

Literatūra

Alhorr, H.S., Singh, N., Kim, S.H., 2010. E-commerce on the global platform: strategic insights on the localization-standartization perspective. *Journal of Electronic Commerce Research*, 11(1): 6-13.

Ansip, A., 2016. How multilingual is Europe's digital single market? <https://medium.com/@JochenHummel/how-multilingual-is-europes-digital-single-market-9b8d908fce6c>, sk. 28.01.2021.

European Parliament (EP), 2018. Report on language equality in the digital age (2018/2028(INI)).

Sandrini, P., 2005. Website localization and translation. In: H. Gerzymisch-Arbogast, S. Nauert (eds.), EU High Level Scientific Conference Series, MuTra: Challenges of Multidimensional Translation. Advanced Translation Research Center, Saarbrücken: 131-138.

Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA), 2017. Language technologies for multilingual Europe: towards a human language project. Cracking the Language Barrier, Version 1.0.

Aktuālie jautājumi augsnes izpētē

OZOLU MEŽAUDŽU AUGŠŅU RAKSTUROJUMS UN TO IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

Kristaps Auziņš¹, Guntis Brūmelis², Oļģerts Nikodemus¹, Raimonds Kasparinskis¹

Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: kristaps.auzins@lu.lv,
olģerts.nikodemus@lu.lv, raimonds.kasparinskis@lu.lv

Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, e-pats: guntis.brumelis@lu.lv

Aktualizējoties klimata mainībai un to ietekmei uz atsevišķu koku sugu iespējamām izplatības areāla izmaiņām, zinātnieki Latvijā ir pievērsušies ozolu *Quercus robur* mežaudžu izplatības likumsakarību noskaidrošanai (Krampis, 2011, Brūmelis et al., 2019, Rendenieks et al., 2019). Šajos pētījumos tiek analizēts arī augsnes faktora loma ozolu audžu teritoriālā izplatībā (Ikauniece u.c., 2012, Ikauniece et al., 2013), bet augšņu nozīme ozolu audžu sastāva veidošanā un ozolu ietekme uz augsnēm šajos pētījumos ir maz apskatīta.

Laika posmā no 2017.gada vasaras līdz 2019.gada rudenim pēc nejaušības principa tika atlasīti 66 parauglaukumi, kuros veikti augšņu dziļrakumi un veģetācijas aprakstīšana. Detālāka izpēte veikta 41 parauglaukumā, kuros dominēja pieaugušās un pāraugušās ozolu mežaudzes. Katrā no šiem parauglaukumiem tika veikts augsnes dziļrakums un tika aprakstītas augsnes morfoloģiskās īpašības un atbilstoši Latvijas (Kārklīņš u.c., 2009) un PAK 2014 (IUSS Working...., 2014) augšņu klasifikācijām noteikts augsnes tips. Augsnes paraugi tika ievākti no augsnes nedzīvās zemsegas un minerālaugsnes (0-10 cm, 11–20 cm un 1 m dziļuma). Ievāktie augsnes paraugi tika analizēti Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes augšņu laboratorijā, kur tika noteikts augsnes pH_{KCl}, granulometriskais sastāvs, augiem pieejamā fosfora daudzums, kopējais slāpekļis un ogleklis, kā arī apmaiņas katjoni (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺).

Pētījuma gaitā tika meklētas pastāvošās sakarības starp ozolu audžu augsnes virskārtas minerālajiem slāņiem un ozolu audžu sastāva ietekmi uz augsnes minerālo virskārtu. Lai savstarpēji salīdzinātu virsējo augšņu slāņu īpašības, datiem, kuri veidoja normālo sadalījuma tika izmantots Stjūdenta t-testu, savukārt, tiem datiem, kuri neveidoja normālo sadalījumu veica Mann-Whitney t-testu. Rezultāti rāda, ka Na⁺ un K⁺ jonu, augiem pieejamam fosfora, kopējais oglekļa un slāpekļa saturs starp ozolu audžu minerālās virskārtas slāņiem (0 – 10 cm un 10 -20 cm) būtiski neatšķiras. Būtiskas atšķirības novērojamas efektīvā katjonu apmaiņas kapacitātes (eKAK), Ca²⁺ un Mg²⁺ jonu saturā. Tas parāda, ka ozolu audžu nobiru

degradācijas procesa produkti un augsnes dzīvnieki ietekmē augsnes Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu saturs pieaug augsnes minerālajā virskārtā. C:N attiecība rāda ka paaugstināta bioloģiskā aktivitāte ir augsnes 0-10 cm slānī.

Pētījumā arī tika noskaidrotas augsnes raksturlielumu un kokaudzes savstarpējās sakarības, kurā izpētei tika izmantota RDA analīze. Iegūtie RDA analīzes rezultāti norāda, ka augsnes pH_{KCl} un augiem pieejamā fosfora koncentrācija ir saistāma ar koku sugām, kurām raksturīga augsta nobiru kvalitāte (HighLT) (Maes et al 2019)– parastais osis (*Fraxinus excelsior*) un parastā goba (*Ulmus glabra*). Savukārt, ar smilts daļiņu attiecības palielināšanos saistāmas koku sugas ar zemu nobiru kvalitāti (LowLT) – parastais ozols (*Quercus robur*), parastā egle (*Picea abies*). Tāpat ir novērojams, ka koku sugas ar vidēju nobiru kvalitāti (MediumLT), sastopamas augsnēs ar relatīvi lielāku māla daļiņu saturu. Kokaudzes un krūmu sastāva ietekme uz augsnes 11–20 cm slāni vērtējama kā neliela.

Literatūra

- Brūmelis G., Artistova A., Elferts D., Kasparinskis R., Nikodemus O., Amatniece V., Rendenieks Z., 2019. Effects of stand – level of landscape factors on understory plant community traits in broad – leaved forest of the boreo – nemoral zone in Latvia. *Forest Ecology and Management*. 434, pp. 264 – 278.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Nikodemus, O., Amatniece, V. 2012. Augsnes faktora nozīme kokaudzes sastāva veidošanā ozolu (*Quercus robur* L.) mežaudzēs. *Mežzinātne* 26 (59), 41. – 60. lpp.
- Kārklīņš A., Gemste I., Mežals H., Nikodemus O., Skujāns R., 2009. Latvijas augšņu noteicējs (red. A.Kārklīņš), Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, 235. lpp.
- Krampis, I. 2011. Boreālā un nemorālā bioma kokaugu sugu reģionālā izplatība Latvijā. Rīga, Latvijas Universitāte.
https://www.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/zinas/KRAMPIS_KOPSAVILKUMS.pdf IUSS Working Group WRB 2014. World Reference Base for Soil Resource 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soils Resources Reports No 106. Rome: FAO.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Nikodemus, O., Straupe, I., Zariņš, J. 2013. Effect of Soil and Canopy Factors on Vegetation of *Quercus Robur* Woodland in the Boreo-Nemoral Zone: A Plant-Trait Based Approach. *Forest Ecology and Management* 295, pp. 43–50.
- Maes S.L., Blondeel H., Perring M.P., Depauw L., Brūmelis G., Brunet J., Decocq G., den Ouden J., Härdtle W., Hédal R., Heinken T., Heinrichs S., Jaroszewicz B., Kirby K., Kopecky M., Máliš F., Wulf M., Verheyen. 2019. Litter quality, land-use history, and nitrogen deposition effects on topsoil conditions across European temperate deciduous forests. *Forest Ecology and Management*. Vol. 433. 405 – 418.
- Rendenieks, Z., Brūmelis, G., Nikodemus, O., Elferts, D. 2019. Geographic determinants of spatial patterns of *quercus robur* forest stands in Latvia: Biophysical conditions and past management. *IForest - Biogeosciences and Forestry*. Vol. 12, N 4, pp. 349-356.

LAUKSAIMNIECĪBAS METOŽU PIELĀGOŠANA AUGŠŅU DEGRADĀCIJAS NOVĒRŠANAI

**Baiba Dirnēna, Kristaps Auziņš, Kristīne Afanasjeva, Oļģerts Nikodemus,
Raimonds Kasparinskis, Imants Kukuļš, Ivo Vinogradovs**

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e_pasts: baiba.dirnena@lu.lv

Latvija kopā ar vēl 23 citām Eiropas valstīm piedalās Eiropas kopējā pētniecības programmā "EJP Soil", kuras mērķis, ņemot vērā nozīmīgākos nākotnes izaicinājumus, tanī skaitā klimata pārmaiņas, nodrošināšanu ar ūdeni un pārtiku, ir sekmēt ilgtspējīgu lauksaimniecības zemju augsnes apsaimniekošanu. Viens no šīs programmas uzdevumiem ir izvērtēt Eiropas Savienības un katras programmā iesaistīto dalībvalsts zemes un augsnes izmantošanas un vides politikas mērķus un to ieviešanu lauksaimniecības augšņu apsaimniekošanā līdz 2050. gadam. Pētījums balstās uz dažādu ieinteresēto pušu viedokļu noskaidrošanu un izvērtēšanu. Minētā uzdevuma izpildes nolūkos tika veikta ieinteresēto pušu strukturizēta intervēšana, kas ietvēra jautājumus par esošās politikas efektivitāti, aktuālo augsnes risku identificēšanu un prioritārajām augsnes pārvaldības metodēm, ar kuru palīdzību šie riski varētu tikt novērsti, kā arī instrumentiem, kas palīdzētu motivēt nodrošināt ilgtspējīgas lauksaimniecības attīstību.

Pētījumā piedalījās 56 respondenti. Galvenās respondentu grupas bija valsts politikas veidotāji (5), pētnieciskās iestādes (3), nevalstiskās organizācijas (6) un zemnieki (41), kā arī citas ieinteresētās puses pārstāvji. Lai nodrošinātu kvalitatīvu datu pārklājumu, respondentu grupa zemnieki tika sadalīti pa reģioniem (Vidzeme, Zemgale, Kurzeme, Latgale), kuri savukārt atbilstoši apsaimniekotās lauksaimniecības zemes platībai (0 – 20 ha, 20 – 100 ha, 100 – 500 ha un 500+ ha) tika sadalīti mazākās grupās.

Pētījums atklāja, ka Latvijā nepastāv visaptveroša augsnes politika. Prioritāte valsts pārvaldē ir ES normatīvā regulējuma ieviešana un tā kā ES trūkst vienotas normatīvās bāzes augsnes resursu ilgtspējīgai izmantošanai un apsaimniekošanai, Latvijā nav izstrādāts normatīvais regulējums augsnes kartēšanas, pārvaldības un monitoringa nodrošināšanai. Atsevišķi zemes izmantošanas un apsaimniekošanas jautājumi ir integrēti vides, lauksaimniecības, enerģētikas un klimata politikā, tomēr augsnes izmantošanā un aizsardzībā nav definēti mērķi vai rādītāji, kā arī kontroles mehānisma, kas kontrolētu virzību uz mērķi. Valsts politikā lielāka uzmanība ir pievērsta siltumnīcefekta gāzu no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm emisiju (SEG) un augsnes erozijas samazināšanai, bet nav iekļauti jautājumi, kas saistīti ar augsnes auglības (augsnas paskābināšana, oglekļa saturs

samazināšana, augsnes sablīvēšanās, augsnes mitrināšana, augsnes bioloģiskās daudzveidības saglabāšana) samazināšanos.

Pēc zemnieku domām galvenie riski augsnes auglības nodrošināšanai Latvijā ir augsnes paskābināšanās, barības vielu zudums, organiskā oglekļa un bioloģiskās daudzveidības samazināšanās un paaugstinātas SEG emisijas no augsnes. Salīdzinot aptaujāto zemnieku atbildes starp reģioniem atklājās, ka Vidzemē un Kurzemē zemnieki uztraucās par organiskā oglekļa samazināšanos augsnē, Latgalē lielākais uzsvars tika likts uz augsnes paskābināšanos, bet Zemgales reģionā - uz augsnes bioloģisko daudzveidību. Daudzi zemnieki uzsver arī meliorācijas sistēmu degradāciju.

Kopumā zemnieki uzsvēra, ka galvenie risinājumi augsnes auglības paaugstināšanai un risku novēršanai ir zālāju saglabāšana un lauku atstāšana papuvē. Zemnieki piekrīt, ka minimāla augsnes apstrāde, kontrolēta tehnikas izmantošana un augu atlieku iestrādāšana augsnē novērš augsnes sablīvēšanos un nodrošina optimālu augsnes struktūru, kā arī sekmē augsnes erozijas ierobežošanu. Lai samazinātu augsnes piesārņošanu, zemnieki uzsvēra precīzās lauksaimniecības nozīmi. Latvijas zemnieki augsnes ielabošanā pievērta lielu uzmanību augsnes kalķošanas būtiskai nozīmei augsnes auglības nodrošināšanai. Vairāki zemnieki uzskata, ka vienīgā ilgtspējīgā saimniekošanas metode lauksaimniecībā ir jaukta tipa (zemkopība kopā ar lopkopību) saimniecību izveide, kas valstī būtu jāatbalsta. Pētījums parādīja, ka kopumā Latvijas zemnieki ir labi izglītoti par labas lauksaimniecības prakses paņēmieniem augsnes ilgtspējīgas apsaimniekošanas nodrošināšanā, bet to ieviešanu praksē traucē ekonomiskie nosacījumi, kā arī pašreiz valdošie atbalsta mehānismi.

Analizējot zemnieku ieteiktos instrumentus ilgtspējīgas lauksaimniecības attīstīšanā, secināms, ka zemnieki lielāko uzsvaru liek uz finansiālo atbalstu, kā arī izglītošanu par augsnes noplicināšanas un degradācijas cēloņiem un risinājumiem to novēršanai. Zemnieki vērtē, ka viņiem trūkst zināšanas par alternatīvām lauksaimniecības praksēm. Analizējot apsaimniekotās teritorijas platību grupas, tika novērotas atšķirības starp mazajām (līdz 100 ha) un lielajām (100+ ha) zemnieku saimniecībām. Mazo saimniecību īpašnieki uzsvēra, ka ir nepieciešams lielāks atbalsts tieši bioloģiskajām saimniecībām, jo tās, izmantojot individuālo pieeju saimniekošanā, iegulda vairāk laika un enerģijas nekā konvencionālās saimniecības, bet lielās saimniecības būtu vairāk jākontrolē un tās jāpiespiež mainīt saimniekošanas veidu. Turpretī lielo saimniecību īpašnieki uzsvēra, ka Eiropai būtu jāpārskata un jāuzlabo jau esošā subsīdiju un kompensāciju sistēma, kā arī jānodrošina Eiropas Savienībā vienlīdzīgas tirgus iespējas. Tāpat valstij būtu jāievieš atsevišķs atbalsts kūtsmēsli krātuvju un attīrīšanas iekārtu ierīkošanai, kā arī augsnes kalķošanai.

Kopumā var secināt, ka Latvijas lauksaimnieki apzinās pastāvošos augsnes noplicināšanas un degradācijas riskus un būtu gatavi mainīt savas saimniekošanas metodes un paradumus, ja tiktu finansiāli tas atbalstīts.

Pētījums veikts Eiropas Savienības HORIZON 2020 apvienotās pētījumu programmas projekta EJP SOIL Nr. 862695 „Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils” ietvaros.

LAUKSAIMNIECĪBAS ZEMJU ORGANISKO AUGŠŅU KARTĒŠANA LATVIJĀ: PROBLĒMAS UN RISINĀJUMI

Oļģerts Nikodemus, Elīna Bārdiņa, Santa Sukaruka, Ivo Vinogradovs

Latvijas Universitāte Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e_pasts: olgerts.nikodemus@lu.lv

Dažādos Latvijas un starpvalstu projektos, lai aprēķinātu siltumnīcas efekta izraisošo gāzu (SEG) emisijas no augsnes plaši izmanto padomju laikā sastādītās lauksaimniecības zemju augšņu kartes mērogā 1:10 000. Padomju laikā sastādītās augsnes kartes atspoguļo augsnes tipu un granulometriskā sastāva telpisko izplatību bijušo kolhozu un padomju saimniecību lauksaimniecības zemēm un arī kolhozu mežiem. CO₂ emisijas no augsnes aprēķināšanā uzmanība tiek pievērsta organisko augšņu izplatībai. Latvijā līdz šim nav veikta organisko augšņu izplatības kartēšana, bet tiek pieņemts, ka organisko augšņu definīcijai (Tubiello et al. 2016). atbilst visas hidromorfās augsnes (kūdraugsnes), kūdrainā aluviālā velēnu gleja, trūdaini kūdrainā velēnu gleja, trūdaini kūdrainā velēnu podzolētā gleja un daļēji trūdainā velēnu glejotā, trūdainā velēnu gleja, trūdainā velēnu podzolētā glejotā, trūdainā velēnu podzolētā gleja, jo šo augšņu izdalīšanas kritērijā organisko vielu daudzums pieļaujams no 10 – 50% (Kārklins u.c. 2009).

Vēsturisko augšņu kartēšanas datus analīze parādīja, ka, par pamatu izmantojot tikai vēsturiskās augšņu kartes, nav iespējams precīzi aprēķināt iespējamo CO₂ emisijas daudzumu no mūsdienās izmantojamām lauksaimniecības zemēm, jo augsnes kartes atspoguļo augšņu izplatību arī kolhozu mežu zemēs un pēcpadomju periodā aizaugušās lauksaimniecības zemēs, bet neatsoguļo to augšņu sastāvu, kas bija nodotas lietošanā kolhoznikiem un padomju saimniecību strādniekiem. Minēto informāciju papildinot ar Lauku atbalsta dienestā pieejamo informāciju par zemnieku pašreiz deklarētajiem lauku blokiem, neiegūstam akceptējamu informāciju par CO₂ emisijām, jo ļoti lielas lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības nav deklarētas, kā arī lauku bloku platība gadu no gada mainās. Lai iegūtu precīzu informāciju

par pašreizējo zemes izmantošanu, nepieciešams izmantot tālīzpētes datus, tas ir satelītuizņējumus un aerofotouzņējumus.

CO₂ emisijas aprēķiniem izmantojot tikai *Histosols* augšņu izplatības datus, mēs iegūstam ļoti neprecīzu informāciju par iespējamo CO₂ emisijām, jo starptautiskā organisko augšņu definīcija ietver daudz plašāku augšņu grupu klāstu.

Aprēķināto CO₂ emisijas apjomu ietekmē augšņu kartēšanas mērogs, tas ir minimālā kartētās augsnes kontūras lielums. Padomju laikā kartēšanas metodikā nebija noteikts minimālais kartēšanas kontūras lielums un tāpēc atkarībā no katra kartētāja pieredzes un reljefa artikulācijas minimālais kontūras lielums vēsturiskās augsnes kartēs atšķiras. Izvēloties mērogam 1:10 000 atbilstošu minimālo kontūras lielumu (0,3 ha), aprēķinātā CO₂ emisija no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm paugurainēs būtiski samazinās, jo daudzas izdalītās augsnes kontūras padomju laika kartē ir mazākas par 0,3 ha. Mūsu pētījums parādīja minimālās izdalītās kontūras būtisko nozīmi CO₂ emisijas aprēķināšanā.

Pētījuma laikā Taurenes pagastā tika veikta atkārtota augšņu kartēšana. Kartēšanas rezultāti parādīja, ka ļoti lielās platībās vēsturiskās augšņu kartēs izdalīto kūdras augšņu kontūras nesakrīt ar dabā konstatēto kūdras augšņu izplatību. Patiesībā kūdras augšņu kontūras aizņem daudz lielāku platību, salīdzinājumā ar vēsturiskajām augšņu kartēm. Minētā neatbilstība ir saistīta ar kartēšanas neprecizitātēm padomju periodā.

Mūsu pētījums parādīja, ka vēsturiskās augšņu kartes mērogā 1:10 000 var izmantot par pamatu jaunu karšu sastādīšanā. Tomēr lai nodrošinātu kvalitatīvu augsnes informāciju nepieciešams veikt jaunu augšņu kartēšanu. Izstrādājot jaunu Latvijas augšņu klasifikācijas sistēmu, augšņu apakštipu izdalīšanā vēlams iekļaut organisko augšņu izdalīšanas kritērijus, kas dotu iespēju precīzāk aprēķināt CO₂ emisijas no lauksaimniecības zemēm.

Literatūra

- Kārklīšs, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., Skujāns, R. 2009. Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava: Latvijas lauksaimniecības universitāte, 236 lpp.
- Tubiello, F.N., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S., Conchedda, G. 2016. A Worldwide Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Drained Organic Soils. *Sustainability*. 8 (4), 371.

Telpiskā plānošana un attīstība

SKOLU DATU BĀZES AKTUALIZĀCIJA PLĀNOŠANAI. METODOLOĢIJA UN PIELIETOJUMS

Armands Pužulis

Agroresursu un ekonomikas institūts, e-pasts: armands.puzulis@arei.lv

Skolu datu bāze. Latvijā trūkst kvalitatīvu ģeotelpisko sociāleconomisko pamatdatu, kas kalpo par bāzi plānošanas uz izpētes vajadzībām. Iepriekš veiktie darbi skolu kartēšanā ir Karšu izdevniecības Jāņa sēta (JS) dati, kas publicēti internetā kā skolu karte. <https://izm.kartes.lv/> Šajā portālā galvenā uzmanība ir vērsta uz perspektīvo skolu tīkla modelēšanu, kas balstās uz eksāmenu rezultātiem, skolēnu skaitu, skolotāju noslodzi, iedzīvotāju skaitu un prognozēm, skolu teritoriālo izvietojumu, sporta infrastruktūru, sasniedzamību. Lietotā skolu tipoloģija pēc veida un tipa ir jaukta un nav saistībā ar Izglītības un zinātnes ministrijas (IZM) iedalījumu.

Atjaunotā skolu datu bāze tika sagatavota Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) pētniecības projekta ietvaros. Tika izmantoti Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) ĢIS dati, kas veidoti galvenokārt 2004.-2008.g. (2015.-2020.g. ir veidoti 112 ieraksti no 1598 ierakstiem); un 2018.-2019.g. gada IZM skolu dati. Tā kā LĢIA datu bāze nebija atjaunota, tad vajadzēja papildus izskatīt visas skolas un papildināt LĢIA skolu punktu slāni. Bez tam, abas datu bāzes nebija savietojamas, ko noteica adrešu reģistra publiska nepieejamība (tas tika nopublicēts LĢIA tikai aprīļa sākumā) un pašu skolu izvietojuma un juridiskās atrašanās īpatnības.

Dati tika atlasīti no IZM internetā pieejamās – vispārējās izglītības iestādes (711), pirmsskolas izglītības iestādes (624) un profesionālās izglītības iestādes (60), kopā 1395 ieraksti. Analizējot skolas, tika ņemts vērā, skolēnu/audzēkņu ēdināšanas vajadzības. Tādēļ netika skatītas attālinātās mācību skolas un augstskolas.

Veidojot datubāzi, sākotnēji tika atlasītas LĢIA datu bāzes skolas, kas pēc nosaukuma sakrīta ar IZM aktuālo sarakstu. Tomēr, puse no tām nesakrīta un tika skatīta atsevišķi. Katra skola tika skatīta, vai tā reāli eksistē, vai nav apvienota ar citu skolu (tad dati par to neparādās), vai skola nav nomainījusi nosaukumu, atrašanās vietu (Rīgā). Dati par skolēnu skaitu, adresi utml., attiecās tikai uz skolu, kur tā bija juridiski reģistrēta. Dažkārt, piemēram, Cēsīs un Valmierā skolas, kas bija pašvaldības pārvaldībā, bija reģistrētas vienā adresē, bet to

fiziskā atrašanās vieta atšķirās. Tika izmantoti interneta resursi – pašvaldību mājaslapas, raksti internetā, lēmumi par skolu reorganizāciju, JS karšu portāls <https://balticmaps.eu>. Pēc tam tika pārbaudīta sakritība starp IZM un LĢIA datu bāzi. Tika papildināta LĢIA datu bāze, izdarīti labojumi skolu sākotnējā atlasē.

Kopumā tika izveidoti/papildināti 245 LĢIA datubāzes punkti. Tika piesaistīti IZM dati 1391 iestādei, No LĢIA datu bāzes 452 tika atlasītas kā likvidētas, reorganizētas vai arī bija nepilnas dienas ārpuskolas (piemēram, mūzikas, mākslas skolas, sporta skolas, interešu izglītības centri utml.) un augstskolas. Apvienojot abas datu bāzes tika analizētas 1843 iestādes.

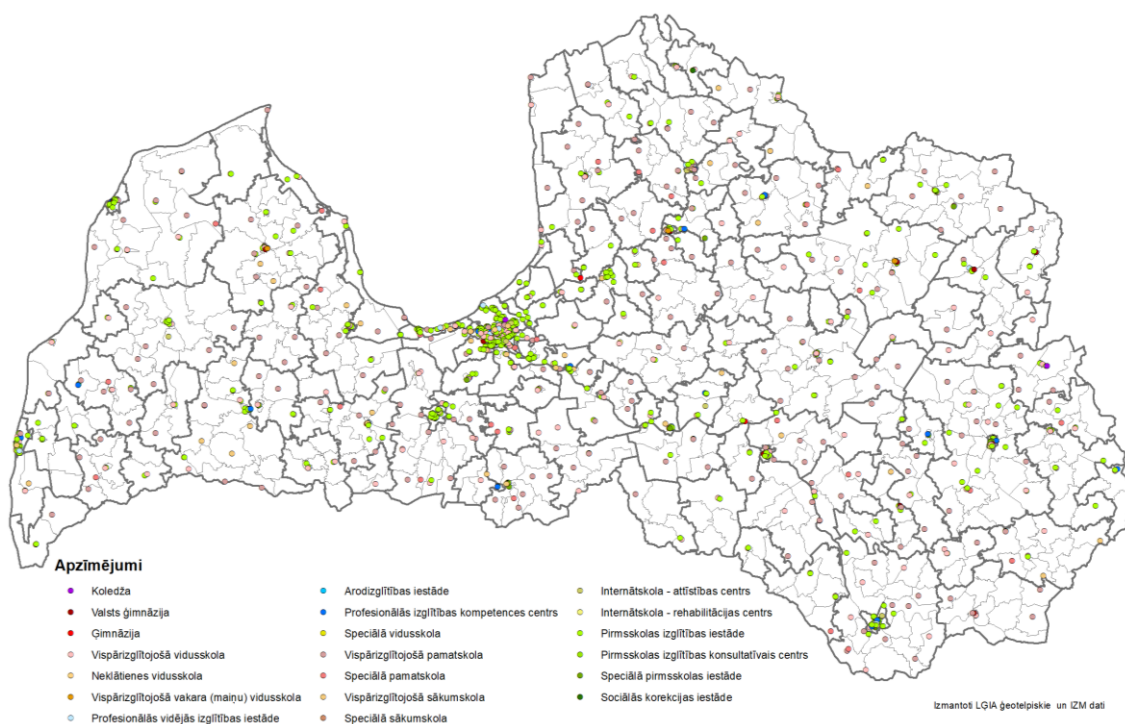
Balstoties uz datu bāzi izveidotas kartes, kas attēlo skolu izvietojumu balstoties uz datu bāzi. Turpmāk, datu bāzi var izmantot skolu tīkla analīzei, bet veicot papildus darbu, arī skolu tīkla attīstības vērtēšanai.

Skolu datu izmantošanas piemērs - vietējās pārtikas nodrošinājums skolēnu ēdināšanā, kas balstās uz bioloģisko lauksaimniecību (BLA).

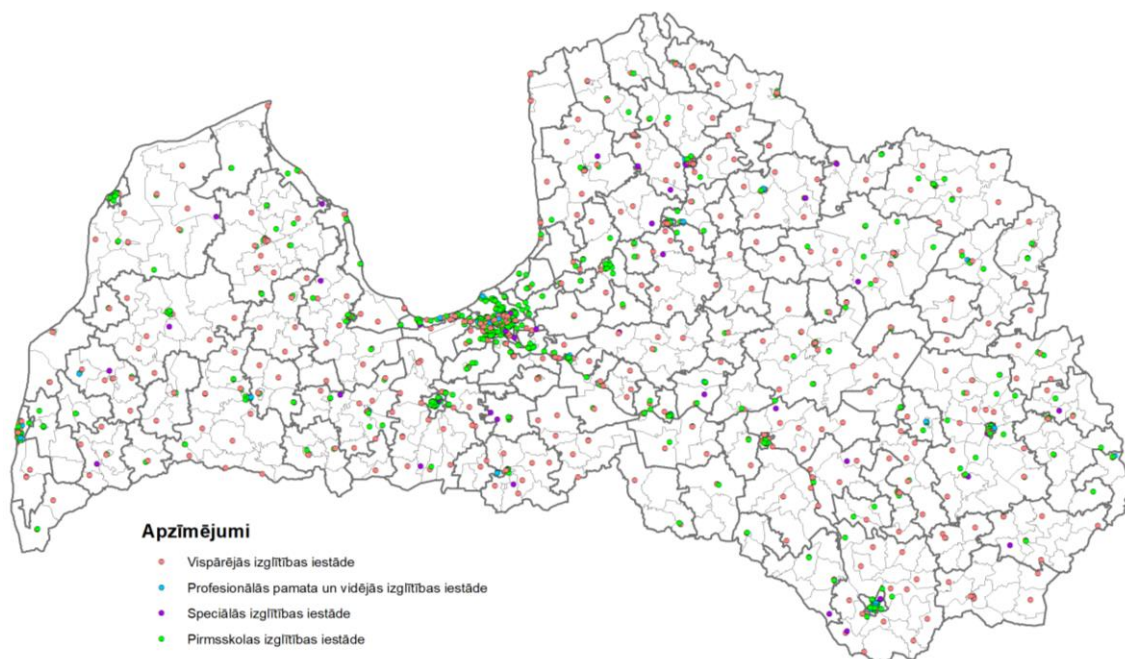
Ņemot vērā pētījuma vajadzības par vietējo pārtiku un zaļo iepirkumu tika veikta ĢIS analīze Ventspils un Gulbenes novadam. Pētījumā izmantoti Lauku atbalsta dienesta (LAD) telpiskie dati - atbalstam pieteikto BLA lauku telpiskie dati 2019.gadā. Tie satur informāciju par katru BLA pasākuma atbalsta saņēmēja apsaimniekoto lauku, kuram piesaistītajā datu bāzē pieejama informācija par atbalstīto lauka platību un kultūraugu veidu.

Tika izgriezti poligoni ar buferzonām dažādā attālumā no skolām, lai raksturotu lauku atrašanās vietas attiecībā pret skolām. Tika izvēlēti attālumi 10, 20, 30, 50 km. Attālumi tika mērīti pa gaisa līniju. Lai analizētu potenciālās pārtikas piegādes no LAD BLA datu bāzes, tika izvēlēti ilggadējie zālāji. Tika izgriezti lauku poligoni līdzīgi kā laukiem kopumā noteiktā attālumā no skolām. Tika sagatavota kartogrāfiskā vizualizācija.

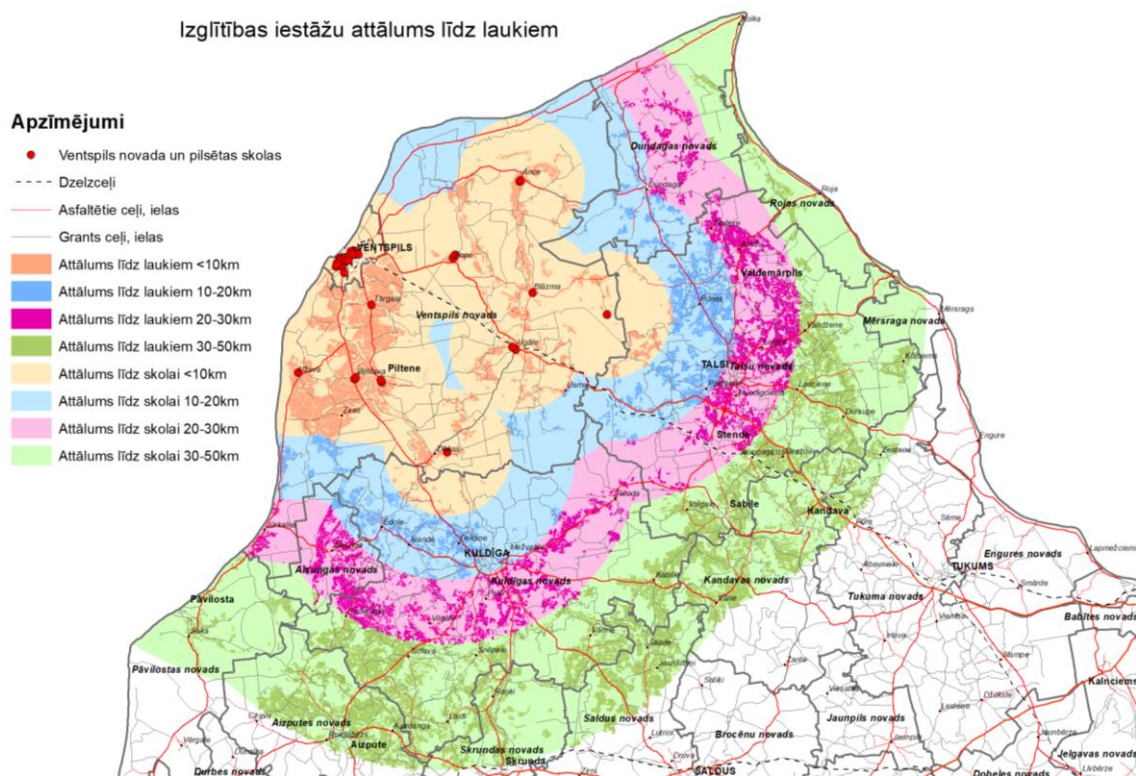
Pastāv metodoloģiska rakstura jautājumi skolu apvienošanas un attālās mācīšanās kontekstā. Aktuāls ir jautājums ir dažādu telpisko datu sasaiste, ko varētu nodrošināt valstī koordinēta datu savietojamība, ko nodrošinātu ģeotelpiskā reference. Pastāv datu aktualizēšanas problēma, jo projektos veidotie dati attiecas uz noteiktu laika momentu. Pašlaik esošā skolu tīkla plānošana ir maz balstīta telpiskajos datos. Skolu dati izmantojami ne tikai izglītības attīstības plānošanai, bet plānojot arī citas nozares un jomas.



1.attēls. Izglītības iestādes pēc tipa



2.attēls. Izglītības iestādes pēc veida



3.attēls. Izglītības iestāžu attālums līdz laukiem

BLĪVI APDZĪVOTU VIETU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS TERITORIJAS ATTĪSTĪBAS PLĀNOŠANĀ

Jānis Upenieks

LU Biznesa, vadības un ekonomikas fakultāte, e-pasts: upenieks.janis@gmail.com

Centrālā statistikas pārvalde 2019.gada 24.septembrī pirmo reizi publicē par blīvi apdzīvotām teritorijām. Šāda blīvi apdzīvotu vietu veidošana tiek uzskatīta par alternatīvu esošām administratīvām teritorijām (pašvaldības) un teritoriālām vienībām (pašvaldību pilsētās, pagasti un ciemi). Vispārīgie teritorijas plānošanas, izmantošanas un apbūves noteikumi stingri nosaka dažādus nosacījumus dažādās teritoriālās vienībās, taču šīm teritoriālām vienībām ir noteiktas robežas⁴. Blīvi apdzīvotas teritorijas, pēc autoram domām, parāda tuvāk realitātei vietas, kurās iedzīvotāji izvēlas izmitināties. Neskatoties uz administratīvi teritoriālo vienību robežām, pašvaldībām jāsniedz tās pakalpojumi visiem tās iedzīvotājiem – izglītība, veselība, drošība, pārvietošanās iespējas un citi pakalpojumi –, lai

⁴ Ministru kabineta noteikumi Nr.240. Vispārīgie teritorijas plānošanas, izmantošanas un apbūves noteikumi. <https://likumi.lv/ta/id/256866-visparigie-teritorijas-planosanas-izmantosanas-un-apbuves-noteikumi> [skatīts 29.01.2021.]

kur tie atrastos. Blīvi apdzīvoto teritoriju robežu noteikšanai pamatā ir apdzīvotas vietas definīcija 2017.gada 22.marta Komisijas īstenošanas regulā (ES) 2017/543, kurā noteikts, ka par kaimiņos vai netālu esošām ēkām uzskatāma ēku grupa, kurā neviena ēka neatrodas tālāk par 200 metriem no tuvākā kaimiņa.⁵

Pašlaik Latvijā notiek administratīvi teritoriālā reforma, kuras rezultātā no 119 pašvaldībām paliks 42 pašvaldības. Jaunizveidotajās pašvaldībās tiks lemts, vai novada iekšienē notiks monocentriska vai policentriska attīstība. Arī valstspilsētās ir svarīgi novērot attīstību apkaimēs. Iepriekšējā teritoriālā reforma notika 2009.gadā, kuras laikā arī tika pieņemts lēmums pārtraukt veidot teritoriālo reformu. Pieņemot šādu lēmumu, tika zaudēta iespēja sekot līdzi, vai veiktā reforma sasniedz iepriekš uzstādītos mērķus.

Vislielākā administratīvo teritoriju nesakritība ar blīvi apdzīvotu vietu teritorijām ir vērojama Ziemeļkurzemē un Rietumkurzemē, kur aptuveni 70 ciemos neveidojas blīvi apdzīvotas teritorijas. Konkrētās ciemu robežas ir noteiktas lielas, taču iedzīvotāju skaits tajās ir zems. Piemēram, Lielirbē pēc statistikas datiem dzīvo līdz desmit iedzīvotājiem. Ciemā Bīriņi, kas atrodas Limbažu novadā, 2019.gadā dzīvoja 132 iedzīvotāji, bet blīvi apdzīvotajā teritorijā dzīvo 181 iedzīvotājs. Līdz ar to blīvi apdzīvotās teritorijas var kalpot kā noderīgs palīglīdzeklis ciemu robežu izskatīšanai pašvaldībās.

Blīvi apdzīvotas teritorijas var tikt izmantotas pašvaldību ūdenssaimniecību aglomerācijas robežu plānošanā. It sevišķi tas attiecas uz Pierīgas pašvaldībām, jo iedzīvotāju skaits tajās pieaug, līdz ar to pastāvīgi jādomā, kā iedzīvotājiem nodrošināt nepieciešamos pakalpojumus.

Darba spēku kvalitāti raksturo šādi rādītāji:

- Vismaz 25 gadus vecu pastāvīgo iedzīvotāju vidējā izglītošanās laika indekss;
- Vismaz 18 gadus vecu pastāvīgo iedzīvotāju īpatsvars ar augstāko izglītību vai doktora grādu;
- Darba meklētāju/bezdarbnieku īpatsvars 15–74 gadus vecu ekonomiski aktīvo iedzīvotāju vidū.

Veicot strukturālās vienības, kuras varētu Latvijā nodrošināt labklājības pieaugumu, ir jāapzina, vai teritorijā ir iedzīvotāji, kas spējīgi strādāt zinātņu ietilpīgās teritorijās. Investoru piesaistei var izmantot datus par iedzīvotāju īpatsvaru ar augstāko izglītību.

Ekonomiskos rādītājus, savukārt raksturo šādi rādītāji:

- Darba ņēmēju mēneša vidējie un mediānas bruto darba ienākumi;
- Nodarbināto iedzīvotāju radītā pievienotā un produkcijas vērtība pēc faktiskās dzīvesvietas;

⁵ CSP pirmo reizi publicē datus par blīvi apdzīvotām teritorijām Latvijā. Centrālā statistikas pārvalde. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/iedzivotaji/teritoriala-eksperimentala/meklet-tema/2788->

- Vietējā darbības veida vienībās nodarbināto skaits, radītā pievienotā un produkcijas vērtība;
- Nodarbināto iedzīvotāju svārstmigrācija, radītā pievienotā un produkcijas vērtība;

Iedzīvotāju vidējie ienākumi raksturo viņu labklājību. Ja ienākumi iedzīvotājiem ir zemi, ir jādomā, vai nav nepieciešama intervence. Dažādu pakalpojumu sniedzēji, piemēram, interneta pakalpojuma sniedzēji, izvērtējot iedzīvotāju skaitu un vecuma struktūru, kā arī viņu vidējos ienākumus, plāno vai izvērst savus pakalpojumus šajās blīvi apdzīvotajās teritorijās.

Ir izveidota interaktīva karte, kurā publicēti šādi pieejami centrālās statistikas dati: iedzīvotāju skaits pa dažādiem gadiem (2000., 2011., 2016., 2017., 2018., 2019., 2020.), Iedzīvotāju skaita izmaiņas pa dažādām vecuma grupām, mēneša vidējie bruto un mediānas bruto ieņēmumi, darba ņēmēju skaits, pastāvīgo iedzīvotāju skaits pēc tautības 2020.gadā, kā arī radītā pievienotā vērtība un saražotā produkcijas vērtība. 2017.gadā. Interaktīvā karte ieejama šeit: <https://arcg.is/0K9brD>

Pirmskvartāra nogulumi, ģeoloģiskie procesi, biotas un klimats

PATOĻĢIJAS ZIVJU FOSĪLIJĀS NO AUGŠĒJĀ DEVONA AMATAS SVĪTAS NOGULUMIEM

Valters Alksnītis

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: v.alksnitis@gmail.com

Augšējā devona Franas stāva Amatas svītai raksturīgi pelēcīgi-dzeltenīgi smilšakmeņi, kā arī aleirolīti un māli. Amatas laikposmā dominēja transgresija (Lukševičs et al. 2012) un nogulumiežos atrod šīs jūras iemītnieku – galvenokārt zivju un bezžokļaiņu atliekas. Raksturīgākās vadfosīlijas ir bruņuzivis *Asterolepis radiata*, *Bothriolepis prima* un *B. obruchevi*, kā arī psammosteīds *Placosteus undulatus* (sin. *Psammolepis undulata*) (Brangulis et al. 1998).

Līdz šim fosīlajā materiālā, kas iegūts no augšējā devona Amatas svītas, patoloģijas atrastas un dokumentētas psammosteīdam *Psammosteus livonicus* Obruchev (Glinsky and Mark-Kurik 2016). Materiāls ievākts no nogulumiem Pasta muižas atsegumā (pēc Pļaviņu HES būvniecības applūdis) un Amatas reģionālā stāva (RS) nogulumiem no Jam-Tesovas atradnes Ļeņingradas apgabalā, Krievijā. Atjaunojies ir ārējais dentīna pauguriņu slānis koduma vai citas mehāniskas iedarbības rezultātā.

Dažādvairodžiem (Heterostraci), t.s. psammosteīdiem dažādas, pārsvarā plēsēju izraisītas, patoloģijas aprakstījuši vairāki autori pēc materiāla no vidējā devona nogulumiem (Lebedev et al. 2009; Johanson et al. 2013; Keating et al. 2015). Konstatēta galvenokārt dentīna slāņa atjaunošanās, kā arī dažādas kodumu pēdas. Atrastas arī parazitā darbības pazīmes – sīkas bedrītes – *Psammolepis venyukovi* kaulos no Gaujas svītas nogulumiem Igaunijā (Lukševičs et al. 2009).

Fosīlajā materiālā no Jam-Tesovas atradnes atrasts arī bruņuzivis *Asterolepis radiata* sānu jauktais kauls (MxL) ar kāda plakantārpa kāpura uzturēšanās radītu uztūkumu (Lukševičs et al. 2009). Citu dokumentētu patoloģiju materiālā no Amatas svītas šobrīd nav, tomēr fosīlajā materiālā no Franas stāva nogulumiem patoloģijas ir konstatētas – plēsēju radīti bojājumi atrasti bruņuzivij *Bothriolepis maxima* no Ogres svītas, bruņuzivij *Plourdosteus trautscholdi* no Dubņiku RS nogulumiem Krievijā, kā arī porolepiformās daivspurzivis *Holoptychius* sp. zvīnās no Dubņiku RS nogulumiem. Plēsēju kodumu radīti bojājumi atrasti

arī daivspurzivis *Glyptolepis* sp. zvīnās no vidusdevona Eifeļa stāva Arukilas RS nogulumiem (Lukševičs et al. 2009).

Parazītu, slimību un plēsēju radītās patoloģijas ir samērā labi pētītas zivju atliekās no Latvijas augšējā devona Famenas stāva Tērvetes un Ketleru svītas (Karatajūte-Talimaa 1963; Lebedjev 1993; Lukševičs et al. 2009; Alksnītis 2020), kā arī Krievijas Hovanščinas reģionālā stāva (Lebedev et al. 2009).

Jauns paleontoloģiskais materiāls no Amatas svītas nogulumiem Līgatnē iegūts 2019. un 2020.gadā. Materiālu pārsvarā veido psammosteīdu *Psammosteus (sensu lato)* sp., antiarhu bruņuzivju *Asterolepis* cf. *radiata*, kā arī porolepiformo daivspurzivju *Laccognathus panderi* ļoti fragmentāras fosīlās atliekas. Uz bruņuzivju *Asterolepis* cf. *radiata* dažādām bruņu plātnēm atrastās parazitisko organismu darbības pēdas lielākoties ir neliela izmēra (līdz 3 mm), iespējams, tās ir eksoparazītu uzturēšanās pēdas. Tās visos gadījumos ir novietotas uz kaula ārējās virsmas, apaļas formas, visbiežāk novietotas atsevišķi; kaula apakšējā virsmā nekādi izteikti bojājumi nav redzami. Uz dažiem kauliem atrasti līdzīga rakstura bojājumi, kuriem ir neregulāra forma, bojāts ir plašāks laukums un ar bojāto laukumu saistīti sīki urbumi (līdz 1 mm). Atrasti arī pēc dzīvnieka nāves (*post mortem*) radušies bojājumi uz kauliem, kā arī patoloģijas, kuru sākotnējais ierosinātais nav skaidrs. Uz bruņuzivju plātņu fragmentiem atrasti apaļas formas sīki (1-2 mm), sekli, vienlaidus izvietoti, pēc dzīvnieka nāves radušies bojājumi, kuri ir ļoti līdzīgi tiem, kas atrasti uz *Bothriolepis ornata* plātņu fragmentiem no augšējā devona Famenas stāva Tērvetes svītas nogulumiem (Alksnītis 2020).

Uz *Laccognathus panderi* zvīnām un kauliem atrasti kodumu bojājumi, kā arī sīki (līdz 1 mm) caurgrauzumi zvīņas virsējā blīvo kaulaudu slānī. Bojājums ir tuvu sensorās līnijas kanālam, tas šķeļ kaula ornamentējumu, redzamas arī reģenerācijas pazīmes. Šāda veida patoloģija atrasta citai daivspurzivij *Holoptychius* sp. gan no augšējā devona Tērvetes, gan Ketleru svītas nogulumiem. Uz psammosteīdu kaulu plātnēm atrastas skrambas ar virsējā dentīna slāņa atjaunošanos, kā arī koduma bojājums plātnes daļā bez dentīna slāņa ar bojātās vietas reģenerāciju kaula iekšējā virsmā. Atrastas arī pirms kaulu galīgas apglabāšanas plēsēju vai līķēdāju *post mortem* radītas dažāda izmēra skrambas. Interpretāciju par bojājumu izraisītājiem apgrūtina tas apstāklis, ka materiāls nereti tik fragmentārs, ka ir grūti noteikt, kādam kaulam katrs atrastais fragments piederīgs.

Pētījums daļēji finansēts no LZP projekta Nr. lzp-2018/2-0231 "Plūdmaiņu režīma un klimata ietekme uz vidējā-vēlā devona biotu epikontinentālajā Baltijas paleobaseinā" līdzekļiem. Autors izsaka pateicību prof. Ervīnam Lukševičam, Jurijam Ješkinam un Tomam Čakaram par fosīlā materiāla ievākšanu un nodošanu pētīšanai.

Literatūra

- Brangulis, A.J., Kuršs, V., Misāns, J., Stinkulis, Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija*. 1:500 000 mēroga ģeoloģiskā karte un pirmskvartāra nogulumu apraksts. Redaktors Misāns, J. Rīga: Valsts ģeoloģijas dienests, 71.
- Glinskiy, V.N., Mark-Kurik, E. 2016. Revision of *Psammosteus livonicus* Obruchev (Agnatha, Heterostraci) from the Devonian Amata Regional Stage of the NW of the East European Platform. *Estonian Journal of Earth Sciences*. 65, 1, 1–18.
- Johanson, Z., Smith, M., Kearsley, A., Pilecki, P., Mark-Kurik, E., Howard, C. 2013. Origins of bone repair in the armour of fossil fish: Response to a deep wound by cells depositing dentine instead of dermal bone. *Biology letters*. 9, 1–5.
- Karatajūte-Talimaa, V.N. 1963. Genus *Asterolepis* from the Devonian of the Russian Platform. In Grigelis, A., Karatajūte-Talimaa, V.N. (Eds): *The Data of Geology of the Lithuania*. Vilnius, Academy of Sciences of the Lithuanian SSR, 65–223.
- Keating, J.N., Marquart, C.L., Donoghue, P.C.J. 2015. Histology of the heterostracan dermal skeleton: insight into the origin of the vertebrate mineralised skeleton. *Journal of Morphology*. 276, 657–680.
- Lebedev, O. 1993. On the life-time damages in the skeletons of the Devonian fishes. In Vyalov, O.S., Fedonkin, M.A. (eds.) *Sledy zhiznedeyatel'nosti drevnikh organizmov*. Moscow, Nauku Publishers, 75–86 (in Russian).
- Lebedev, O., Mark-Kurik, E., Karatajūte-Talimaa, V.N., Lukševičs, E., Ivanov, A. 2009. Bite marks as evidence of predation in early vertebrates. *Acta Zoologica* (Stockholm). 90 (Suppl. 1.), 344–356.
- Lukševičs, E., Lebedev, O., Mark-Kurik, E., Karatajūte-Talimaa, V.N. 2009. The earliest evidence of host-parasite interactions in vertebrates. *Acta Zoologica* (Stockholm). 90 (Suppl. 1.), 335–343.
- Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., Mūrnieks, A., Popovs, K. 2012. Geological evolution of the Baltic Artesian Basin. In Dēliņa, A., Kalvāns, A., Saks, T., Bethers, U., Vircavs, V. (eds). *Highlights of groundwater research in the Baltic Artesian Basin*. Rīga, Latvijas Universitāte, 7–53.

Nepublicētā literatūra

- Alksnītis, V. 2020. Patoloģijas zivju fosilijās no Latvijas augšējā devona Famenas stāva nogulumiem. Maģistra darbs. Rīga, Latvijas Universitāte.

TERIGĒNO IEŽU MINERĀLU ASOCIĀCIJAS IZMAIŅAS AUGŠĒJĀ DEVONA FAMENAS STĀVA VERTIKĀLAJĀ GRIEZUMĀ

Vija Hodireva, Linda Venera

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Vija.Hodireva@lu.lv, Linda.Venera@lu.lv

Devona beigu posma – Famenas laikmeta – baseinā Latvijas teritorijā Latvijas–Lietuvas depresijā nogulsņējās dažāds terigēnais materiāls un veidojās ļoti atšķirīgi nogulumieži. Famenas laikmeta baseins rietumu–dienvidrietumu virzienā periodiski savienojās ar atklātu jūru, turklāt baseina maksimālo transgresiju laikā caur Pripetes ieplaku tam izveidojās arī savienojums ar jūru Krievijas vidienē (Stinkulis, Lukševičs 2018).

Biežas ģeoloģisko apstākļu un klimata izmaiņas gan materiāla cilmvietā, gan nogulsņēšanās baseina teritorijā radīja priekšnoteikumus relatīvi nelielā Famenas (Fm) laikposma baseina nogulumu dažādībai un atšķirībām vertikālajā griezumā. Kā konstatējuši

iepriekšējo pētījumu autori P.Liepiņš (1959), L.Savvaitova (1977, 1978), V.Kuršs (1992, 1998) un citi, detalizēti izstrādājot slāņkopas stratigrāfisko iedalījumu, raksturojot savdabīgās iežu iezīmes katrā no svītām, noskaidrojot nogulsnešanās izmaiņas un pārtraukumus, Fm slāņkopa veidojusies seklā epikontinentālā dažāda ūdens sāļuma jūrā, lielākoties arīda (karsta, sausa), kā arī atsevišķos laikposmos humīda klimata apstākļos (Lukševičs 2017; Stinkulis, Lukševičs 2018).

Tika pētīts Mūru un Tērvetes, kā arī Ketleru svītas nogulumu minerālais sastāvs. Šiem augšējā Famena stāva griezumā intervāliem raksturīgs liels daudzums terīgēnā materiāla, kas ar noteces ūdeņiem tika ienests nelielā lielākoties no ziemeļiem – Baltijas vairoga puses (Ļarska, Savvaitova 1974; Kuršs 1992; Brangulis u.c. 1998) – un iezīmēja griezumā intervālus, visbagātākos ar smiltsiežiem.

Mūru svītas Ķurbju atsegumā dominē smalkgraudaini smilšakmeņi, graudu šķirotība laba, savukārt Mūru svītas Vilces atsegumā sastopami ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi ar labu līdz ļoti labu šķirotības pakāpi. Līdzīgi arī Tērvetes svītas Klūnu atsegumā, kur dominē ļoti smalkgraudaini smilšakmeņi, nogulumu šķirotība lielākoties vidēji laba un laba, retāk – ļoti laba (Mačute 2019).

Ketleru svītas Cieceres atsegumā dominē ļoti smalkgraudaini līdz smalkgraudaini smilšakmeņi, kas ir vāji konsolidēti (Lukševičs, Zupiņš 2004), bet augstāk svītas griezumā – Ketleru atsegumā – sastopami ļoti smalkgraudaini līdz vidējgraudaini smilšakmeņi ar vidēju šķirotības pakāpi (Lebedev, Lukševičs 2017).

Mūru–Tērvetes laikposmā materiāla cilmvietā jeb sanešu avotā, kur izplatīti metamorfie un magmatiskie ieži un notikusi to aktīva ķīmiska dēdēšana (Kuršs u.c. 1997), klimats bija silts un mitrs (Lukševičs 2017).

Izsekojot minerālu asociāciju, īpaši terīgēno iežu smago minerālu asociāciju griezumā, konstatētas atšķirības galvenokārt to satura izmaiņās. Visos pētītajos iežos smago minerālu kopums ir līdzīgs. Alotīgēnos caurspīdīgos minerālus pārstāv cirkons, turmalīns, rutilis, staurolīts, granāts, kianīts, necaurspīdīgos jeb rūdu minerālus – galvenokārt ilmenīts, retāk magnetīts. Katrā pētītajā paraugā noteikts nosaukto minerālu saturs (procentuālās attiecības). Veikta arī to morfoloģiskā analīze, izmantojot optiskās, tai skaitā imersijas metodes, konstatējot izplatītāko minerālu tipomorfos paveidus un raksturīgas mineraloģiskas īpatnības.

Noturīgo un pret dēdēšanu nenoturīgo minerālu daudzuma attiecības nogulumos vistiešāk norāda uz ģeoloģiskās vides, tai skaitā paleoklimata, izmaiņām laika gaitā gan terīgēnā materiāla cilmvietā, gan sedimentācijas baseinā.

Smago minerālu asociācijā ir ļoti daudz noturīgu pret dēdēšanu minerālu, arī daudz turmalīna, kas varētu būt kā humīdu klimatisku apstākļu indikators, uz ko atsaucas V.Kuršs

1992.gadā, arī H.Vīdings 1983.gadā un citi pētnieki. Lielākais turmalīna daudzums attiecībā pret citiem smagajiem minerāliem konstatēts Mūru svītas Ķurbju atsegumā un Tērvetes svītas Klūnu atsegumā, kā arī atsevišķos paraugos no Ketleru svītas Cieceres un Ketleru atseguma. Visos pētītajos atsegumos turmalīnam tika novēroti trīs galvenie tipomorfe paveidi: prizmatiski graudi un to fragmenti, neregulāras formas graudi, kā arī ļoti noapaļoti graudi. Prizmatiskie turmalīna graudi var būt dažādu izmēru un saglabātības pakāpes – sastopami garenī graudi ar izteiktām prizmām to galos, atsevišķi graudu fragmenti, kā arī daļēji noapaļoti graudi, kam saglabājusies prizmatiskā forma. Graudiem raksturīgā krāsa ir gaiši zaļa līdz tumši zaļa, brūnganzaļa, retāk – melni zaļa. Šī paveida graudi lielākoties ir caurspīdīgi, atšķirībā no pārējo divu turmalīna paveidu graudiem. Neregulāras formas graudi ir vidēji noapaļoti līdz šķautņaini, to krāsa zaļa, tumši zaļa, brūnganzaļa un melni zaļa. Graudi lielākoties ir daļēji caurspīdīgi, taču vērojami arī caurspīdīgi un gandrīz necaurspīdīgi graudi. Noapaļotas formas graudi ir ieapaļi, parasti tumši zaļgani, zaļganmelni ar matētu virsmu. Šie graudi lielākoties ir gandrīz necaurspīdīgi. Analizētajos paraugos kopumā visbiežāk konstatēti neregulāras formas turmalīna graudi, savukārt ļoti noapaļoto graudu īpatsvars ir vismazākais.

Mūru un Tērvetes svītas terīgēnajos nogulumos ir vizemākais nenoturīgo smago minerālu, piemēram, granātu saturs, salīdzinot ar citiem Famenas stāva nogulumiem. Turpretī noturīgo pret dēdēšanu minerālu (cirkona, turmalīna, rutila) saturs ir maksimālais Famenas vertikālajā griezumā. Pretēja šo minerālu daudzuma attiecība raksturīga Ketleru svītas nogulumiem, kas liecina par mazāk aktīvu iežu dēdēšanu terīgēnā materiāla cilmvietā Baltijas vairoga teritorijā.

Pētījums veikts Latvijas Zinātnes padomes finansētā projekta “Plūdmaiņu režīma un klimata ietekme uz vidējā-vēlā devona biotu epikontinentālajā Baltijas paleobaseinā” (Izp-2018/2-0231) ietvaros.

Literatūra

- Brangulis, A. J., Kuršs, V., Misāns, J., Stinkulis, Ģ. 1998. *Latvijas ģeoloģija*. Rīga, VĢD.
- Lebedev, A.O., Lukševičs, E. 2017. *Glyptopomus bystrowi* (Gross, 1941), an “osteolepidid” tetrapodomorph from the Upper Famennian (Upper Devonian) of Latvia and Central Russia. *Paleobiodiversity and Paleoenvironments*, Vol. 97 (3), 615-632.
- Lukševičs, E. 2017. Kāds klimats valdīja Baltijā vēlajā devonā? *LU 75. zinātniskā konference: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, Latvijas Universitāte. 152-155.
- Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ. 2018. Nogulumiežu segas stratigrāfiskais iedalījums, uzbūve, sastāvs un reģionālās atšķirības. Devons. 3.1. nod. *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga. 52-53.
- Lukševičs, E., Zupiņš, I. 2004. Sedimentology, fauna, and taphonomy of the Pavāri site, Late Devonian of Latvia. *Latvijas Universitātes Raksti, sēr. Zemes un Vides zinātnes*, 679, 99-119.
- Mačute, S. 2019. *Akantožu (Acanthodei) atliekas no Latvijas augšējā devona siliciklastiskiem nogulumiem*. Maģistra darbs. Rīga, Latvijas Universitāte.

Stinkulis, Ģ., Lukševičs, E. 2018. Devona un karbona sedimentācijas baseini. Vēlā devona baseini. 6.4. nod. *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga. 156-157.

Viiding H., Konsa M., Kleesment A., Heinsalu H., Jurgenson E. 1983. Evolution of the southern slope of the Baltic Shield. In: *Terrigenous minerals of the Baltic sedimentary rocks*. Tallinn. 7-22.

Liepiņš, P. 1959. *Famenskije otlozenija Pribaltiki*. 140. (in Russian).

Liieldiena, E. K. 1967. O nektorih vprosah stratigrafii karbona jugo zapadnoj chasti Latvijas SSR po dannim mineralogicheskogo sostava otlozenij. In: *Voprosi geologii srednego i verhnego paleozoja Pribaltiki*. P.170-200. (in Russian).

Ļarska, L., Savvaitova, L. 1974. Strojenije i ihtiofauna Ketlerskoj sviti Latvii. In: *Regionalnaja geologija Pribaltiki*. P. 90-106. (in Russian).

Savvaitova, L. 1977. *Famen Pribaltiki*. 128. (in Russian).

Savvaitova, L. 1978. Ob etapnosti Famenskogo osadkonakoplenija v Pribaltike i nektorih rajonah Russkoi platformi. In: *Stratigrafija fanerozoja Pribaltiki*. 112-126. (in Russian).

Куршс В. М. 1992. *Девонское терригенное осадконакопление на Главном девонском поле*. Рига, 208.

Nepublicētā literatūra:

Kuršs V., Savvaitova L., Pupils M. 1997. Devona un karbona terigēno minerālu asociāciju veidošanās apstākļi un izmantošana kļiedņu (cirkona, ilmenīta, dimantu) iegulu meklēšanai. LU Ģeoloģijas institūts. Rīga. LUM Ģeoloģijas kolekcijas, ĢI fonds, Nr. 6059, 77.

ASSESSMENT OF KEY EXPLOITATION PARAMETERS OF THE LOWER SILURIAN GAS SHALES OF WEST LITHUANIA

Saulius Lozovskis, Saulius Šliaupa, Jurga Lazauskienė, Rasa Šliaupienė

Vilnius University, e-mail: saulius.lozovskis@gmail.com

Lithuania is situated in the central and eastern parts of the pericratonic Baltic Sedimentary Basin. The Lower Silurian shales are considered as a most prospective formation for gas exploration due to high amount of organic matter (more than 2%) and large thickness (120-200 m). Mineralogical composition and related petrophysical and mechanical properties were assessed for west Lithuanian shales that occur at the depths of 1500-2000 m. Thermal maturity of organic matter Tmax ranges from 432 to 455oC (oil window). Shales contain 37–57% of clay minerals. Illite predominates and chlorite is less abundant mineral. Quartz and feldspars compose about 35–45% of shale volume. The carbonate content ranges from 1% to 28%. TOC content is about 2%, while interpretation of well logs show higher average amount of TOC ranging from 2.5 to 8%. The Middle Llandovery “hot” shales of 4-11 m thick show anomalous TOC content up to 20%. The mineral brittleness index was calculated to range mainly from 0.35 to 0.40 (bellow the lower exploitation limit), while logging brittleness index varies from 0.40 to 0.60 (good quality). This difference is explained by logging coverage of the whole Lower Silurian section by contrast to selective drill coring of wells. The bulk

porosity decreases with depth from 16% to 3% (linear correlation $\text{Depth} = -0.0107 \times \text{Porosity} + 25.7$). The low cation exchange capacity (0.2-8.8 meq/100g) is accounted to specific mineral composition. The low erodibility (Roller Oven technique) is related to high shale compaction. The capillary suction time method was used to estimate the swelling capacity of shales. Rather low values are explained in terms of predominance of illite in clay fraction and high amount of detrital grains. In summary, the exploitation parameters estimated for west Lithuanian shales are classified as good and excellent.

VĒLĀ DEVONA AUGU DZĪVES LIECĪBAS KETLERU SVĪTAS SMILŠAKMEŅOS

Ervīns Lukševičs

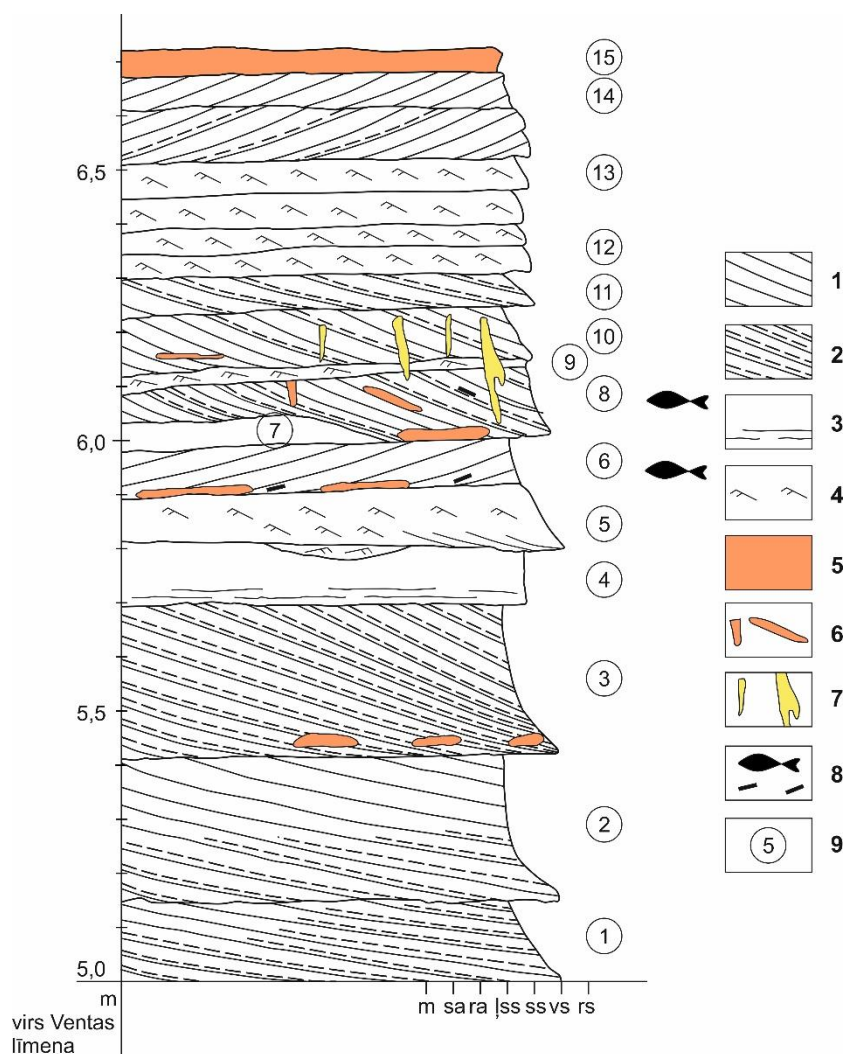
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: ervins.luksevics@lu.lv

Augšējā devona Famenas stāva Ketleru svīta ir viena no plašāk pētītajām stratigrāfiskajām vienībām Latvijā, tās nogulumi ir samērā labi paleontoloģiski raksturoti un bagātīgi satur mugurkaulnieku un pēdu fosilijas (Lukševičs 2015; Lukševičs et al. 2017). Šī pētījuma materiāls iegūts 2016.gadā Ketleru atsegumos Latvijas Gada ģeovietas pētījumu ietvaros; vēlāk individuālie vākumi šeit veikti 2017. un 2019.gadā.

Iespējamās pazīmes par augu eksistenci Ketleru laika posma beigu daļā pirmo reizi tika pamanītas 2015.gada 30.novembrī, kad Ģ.Stinkulis un šī ziņojuma autors novēroja garus subvertikālus veidojumus Ketleru svītas smilšakmenī nelielā alā ar sezonālu ūdenskritumu Ventas labajā krastā dažus desmitus metru leņķus Ketleru atsegumu sienas. Šie veidojumi tika interpretēti kā iespējamās rizokrēcijas – liecības par devona perioda augu saknēm. Vēlāk, 2016.gada izrakumu gaitā augu dzīves liecības atrastas arī Ketleru atseguma sienā; tajā pat laikā tika aprakstīti vairāki Ketleru svītas nogulumiežu griezumī, veikta atrasto rizokrēciju fotodokumentēšana un mērīšana, ievākti paraugi pētījumiem laboratorijā.

Ar augu saknēm vai to darbību saistītus biogēni sedimentogēnus veidojumus sauc par rizolītiem. Viens no rizolītu paveidiem ir rizokrēcijas – minerālvielu sakopojumi ap dzīvām vai atmirušām saknēm. Sakņu radītos vai ap tām radušos rizolītus identificē pēc vairākām pazīmēm, kas ļauj atšķirt tos no pēdu fosilijām – dzīvnieku alām, šahtām, tuneliem un citiem veidojumiem. Sakņu veidojumiem raksturīga galvenās vai sānu daļas sašaurināšanās distālajā virzienā; augšupejoša vai lejupejoša zarošanās; koncentriskas joslas iekšējās struktūrās; primāro un sānu atzarojumu diametra atšķirības (piem., Elick et al. 1998). Visiem Ketleru svītas smilšakmeņos atrastajiem veidojumiem raksturīgas vismaz trīs no šīm pazīmēm, dažiem – visas četras pazīmes. Tas ļauj secināt, ka šie veidojumi ir augu dzīves liecības – rizokrēcijas.

Ketleru svītas nogulumiežipētījumu objekta ziemeļu daļā atsedzas apmēram 2 m augstā sienā Ventas labajā pamatkrastā. Rizokrēcijas tika konstatētas 4,6 m garā joslā; dažas no tām atsegtas, attīrot smilšakmeņu sienu. Šie veidojumi ir izplatīti galvenokārt 10. slānī, bet dažī atrasti arī 8., 9. un 11. slānī (slāņu numerācija no apakšas; skat. 1.att.). Par slāņiem šajā griezumā tika pieņemtas slīpslāņojuma sērijas; 8., 10. un 11. slāni veido slīpslāņots smalkgraudains līdz ļoti smalkgraudains (8. slānī nedaudz rupjāks) gaiši pelēks smilšakmens ar lielu vizlas saturu; slīpo slānīšu krituma leņķi 14°–20°. Turpretī 9. slāni veido nedaudz smalkāks smilšakmens ar ripsnojuma tekstūru un mazāku vizlas daudzumu.



1.attēls. Ketleru svītas Varkaļu ridas nogulumiežu griezumā Ketleru atsegumu ziemeļu daļā.

Apzīmējumi: 1 – slīpslāņots smilšakmens; 2 – slīpslāņots smilšakmens ar vizlas kārtiņām uz slīpo slānīšu virsmām; 3 – horizontāli neskaidri slāņots smilšakmens; 4 – ripsnojuma zīmes; 5 – smilšains dolomīts (dolokrēts); 6 – dolomīta garoziņas; 7 – rizokrēcijas; 8 – zivju fosilās atliekas; 9 – slāņu numuri. Granulometriskā sastāva apzīmējumi: m – māls, sa – smalkgraudains aleirīts; ra – rupjgraudains aleirīts; |ss – ļoti smalkgraudaina smilts; ss – smalkgraudaina smilts; vs – vidēji graudaina smilts; rs – rupjgraudaina smilts.

Pavisam atzīmētas 16 individuālas rizokrēcijas; 12 no tām tika uzmērītas. Rizokrēciju garums variē no 3,5 līdz 22 cm; savukārt alā atrastā rizokrēcija sasniedz 90 cm. Pēc garuma/platuma attiecībām rizokrēcijas var dalīt divās grupās. Pirmo grupu veido stipri

iegarenas, neliela diametra (0,8–4,0 cm; vidēji 1,8 cm) rizokrēcijas, kuru garuma/platuma attiecība (L/W) sasniedz 11. Pie šīs grupas pieder galvenokārt nezarotas, subcilindriskas formas. Otrai grupai pieder relatīvi īsas un liela diametra (3–12 cm; vidēji 6 cm), pārsvarā zarotas rizokrēcijas ar L/W indeksu no 1,6 līdz 2,7. Zaroto rizokrēciju skaits (7 paraugs) ir nedaudz mazāks nekā nezaroto (9 paraugi). Gan zarotu, gan nezarotu rizokrēciju diametrs samazinās virzienā uz leju. Zarotām rizokrēcijām raksturīga lepujvērsta zarošanās, mēdz būt paresninājums vidusdaļā, bet atzarojumu diametrs tāpat samazinās virzienā uz leju. Lielākā daļa rizokrēciju šķērso slīpslāņoto sēriju šuvi (vienā gadījumā par divas šuves) un turpinās vismaz divās slīpslāņoto smilšakmeņu sērijās. Tikai vienā sērijā izplatīti 5 rizokrēciju paraugi. Lielākā daļa rizokrēciju sākas 10. slānī un turpinās uz leju līdz 9. vai (vienā gadījumā) līdz 8. slānim.

Lielākā daļa rizokrēciju (12 paraugi) ir orientētas subvertikāli (slīpi) vai vertikāli, bet četri paraugi – subhorizontāli, gar slīpo slānīšu virsmu, un vienā gadījumā – horizontāli. Krituma leņķis mainās plašā intervālā no 16° līdz 90°. Slīpi izvietotās rizokrēcijas vērstas dienvidrietumu-rietumu virzienā, krituma azimuts ir no 192° līdz 282° (vidēji 232°; mērījumu skaits $n = 8$). Rizokrēciju krituma azimuti būtiski, par 50° atšķiras no slīpo slānīšu krituma azimutiem, kas 8.-11. slānī ir visai līdzīgi un uzrāda dienvidu virzienu (azimuts vidēji 182°; mērījumu skaits $n = 4$).

Rizokrēcijas labi atšķiras no apkārtējā smilšakmens pēc lielākas konsolidācijas pakāpes, ko nosaka dolomīta un, iespējams, arī kalcīta cementa klātbūtne, un dzeltenīgas krāsas dēļ, ko visticamāk noteica dzelzs oksīdu un hidroksīdu, kā arī dolomīta klātbūtne. Šķērsriezumā rizokrēcijās redzama koncentriskā uzbūve ap cilindriskas formas tukšumiem atzarojumu vidū un dažādas krāsas koncentriskiem riņķiem ap dobumiem. Pētot tādu ķīmisko elementu kā slāpekļa, skābekļa, magnija, alumīnija, silīcija, kalcija, stroncija un dzelzs izplatību, izmantojot galda skenējošo elektronmikroskopu Phenom ProX ar iebūvēto disperģētās enerģijas rentgenstaru analīzes detektoru (EDX), ir noskaidrota kvarca, māla minerālu, dzelzs savienojumu un dolomīta (pārsvarā) vai kalcīta (reti) koncentrisko joslu zonāla uzbūve.

Visticamāk, pētītās rizokrēcijas veidojās pēc augu sakņu atmiršanas, par ko liecina dažādas krāsas koncentriski riņķi ap dobumiem, kas veido t.s. rizohalo – ķīmiskās reducēšanās zonas ap atmirušajām saknēm (Kraus and Hasiotis 2006). Dobums dažu rizokrēciju vidū ļauj secināt, ka sakņu organiskā viela ir sadalījusies pilnībā vēlāk, jau pēc rizokrēciju izveides.

Acīmredzot, augi, kuriem atbilst pētītās rizokrēcijas, veidojās ļoti sekla ūdens vai subaerālos apstākļos, visticamāk, plūdmaiņu kanālā, kas tika aizpildīts ar smalku smilti, vai tā tuvākajā apkārtņē. Kanāla mala varētu būt bijusi piemērota ātri augošiem hidrofīliem augiem, kas ir līdzīgi kosām. Subaerālās atsegšanās pazīmes 8.-11. slānī netika novērotas, tomēr vairākos slāņos ir novērotas dolomīta garoziņas, bet griezuma augšējā daļā 15. slāni veido

dolokrēts, kas varētu būt veidojies gruntsūdeņu ietekmē subaerālās atsegšanās apstākļos. Iespējams, ka saknes augušas ieslīpi pret nogāzi un straumi, lai noturētu auga virsūdens daļu vertikālu kaut vai vājajā straumē. Domājams, mitrā klimata sezona ir bijusi pietiekami ilgstoša, lai nodrošinātu samērā lielu augu ar apmēram 1-2 m garu virszemes daļu eksistenci. Tai sekoja sausā sezona, kad hidrofilie augi atmira un ap to saknēm veidojās rizokrēcijas. Ketleru svītas nogulumos atrastās rizokrēcijas uzrāda lielāku morfoloģisku līdzību ar kosveidīgo sakņu sistēmām (Husby and Wałkowiak 2012), bet skaidri atšķiras no tādu kokveida augu kā arheopterīdiju (pirmkailsēkļu), pseidosporohņāliju vai staipekņveidīgo saknēm (Berry and Marshall 2015), vai krūmveida un liānu formas aneirofītu (pirmkailsēkļu) saknēm (Stein et al. 2012).

Literatūra

- Berry, Ch.M., Marshall, J.E.A. 2015. Lycopside forests in the early Late Devonian palaeoequatorial zone of Svalbard. *Geology*, 43 (12): 1043–1046.
- Elick, J., Driese, S., Mora, C. 1998. Very large plant and root traces from the Early to Middle Devonian: Implications for early terrestrial ecosystems and atmospheric $p(\text{CO}_2)$. *Geology*, 26 (2): 143–146.
- Husby, Ch. E., Wałkowiak, R. 2012. An Introduction to the genus *Equisetum* (Horsetail) and the Class Equisetopsida (Sphenopsida) as a whole. Technical Report. *Plant Science Bulletin, The International Equisetological Association Paper*: 4–13.
- Kraus, M.J., Hasiotis, S.T. 2006. Significance of different modes of rhizolith preservation to interpreting paleoenvironmental and paleohydrologic settings: examples from Paleogene paleosols, Bighorn Basin, Wyoming, U.S.A. *Journal of Sedimentary Research*, 76 (4): 633–646.
- Lukševičs, E. 2015. The latest Famennian vertebrate and trace fossils from the Ketleri site, Latvia. *STRATA*, série 1, vol. 16. IGCP596–SDS Symposium (Brussels, September 2015), Abstracts, 81–82.
- Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ., Lebedev, O. 2017. Late Devonian vertebrate, plant and trace fossils from the Ketleri Formation, south-western Latvia: biostratigraphic and palaeobiogeographic significance. In: Žilińska, A. (ed.) 10th Baltic Stratigraphic Conference, Chęciny 12-14 September 2017, Abstracts and Field Guide. Warszawa, Faculty of Geology, University of Warsaw, 50–51.
- Stein, W.E., Berry, C.M., Hernick, L.V., Mannolini, F. 2012. Surprisingly complex community discovered in the mid-Devonian fossil forest at Gilboa. *Nature*, 483: 78–81.

PALEOVIDES REKONSTRUKCIJA PĒC PĻAVIŅU SVĪTAS IHNOFOSILIJU KOMPLEKSIEM TĀS IZPLATĪBAS LAUKUMA ZIEMEĻAUSTRUMU DAĻĀ

Sandijs Meškis

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: sm@kauktur.lv

Pļaviņu svītas nogulumus veido galvenokārt dolomīts un dolomītmerģelis, kas mijas ar kaļķakmeņu, smilšakmeņu, aleirolītu un māla starpslāņiem, vietām sastopamas arī ģipša starpkārtas, bet virzienā uz austrumiem Pļaviņu svītā pieaug kaļķakmeņu un merģeļu nozīme.

Pļaviņu laikposmā klastisko daļiņu un, iespējams, arī saldūdens pieplūde no Fenoskandijas (Baltijas) vairoga būtiski samazinājās (Sorokin 1978, 1981).

Pēc iežu sastāva, organismu kompleksa atšķirībām, kā arī, ņemot vērā griezumu cikliskās uzbūves likumsakarības, Pļaviņu svītu mūsdienās iedala vairākās ridās. Griezuma apakšējo daļu, kas atbilst Kokneses ridai, veido dolomītmerģeļi, māli, dolomīti un smilšakmeņi. Vēlāk, attīstoties plašai jūras transgresijai, izgulsnējās tūrāks karbonātiskais materiāls. Šo griezuma daļu Latvijā pārsvarā veido dolomīti, mazāk dolomītmerģeļi un klastiskie nogulumieži, bet Latvijas galējos austrumos un ziemeļaustrumos, kā arī Igaunijas dienvidaustrumos un Krievijā dominē kaļķakmeņi un merģeļi Augšējo svītas daļu Latvijā dala trīs ridās: Sēlijas, Atzeles un Apes (Gailīte u.c. 2000).

Lauciņu pamestajā karjerā sastopami mehāniski izturīgi kavernozi dolomīti un dolomīti ar māla starpkārtām. 2010. un 2011.gada laikā lauka pētījumos griezuma apakšējā daļā, kas, domājams, atbilst Sēlijas ridas pamatnei, tiek konstatētas zemas saglabātības ihnofosilijas (*Planolites* isp.). Dārzciema un Apes vecajā (pamestajā) karjerā Latvijas ziemeļaustrumu daļā konstatētas daudzveidīgas dažādu organismu fosilijas, kā arī žūšanas plaisas, viļņu ripsnojums un putna acs tekstūrās, bet pēdu fosilijas netiek konstatētas (Mešķis, 2013).

Lauka darbos 2019. un 2020.gadā Apes jaunajā karjerā griezuma apakšējā daļā tiek konstatētas ihnofosilijas: *Rhizocorallium* isp., *Lockeia* isp., *Bifungites* isp. un *Planolites* isp. Dārzciema karjerā nobirās tiek konstatēts bagātīgs ihnokomplekss ar *Thalassinoides* isp., *Lockeia* isp., *Phycodes* isp. un *Planolites* isp.. Gan Apes, gan Dāzciema karjeros konstatētais ihnofosiliju materiāls varētu atbilst *Cruziana* ihnofācijai. Savukārt Randātu atsegumā atrodamas *Rhizocorallium* un *Thalassinoides* eju sistēmas, tās izsekojamas griezuma vidus un augšējā daļā, bet pēdu fosiliju komplekss ir nepietiekams, lai viennozīmīgi varētu rast atbilstību *Glossifungites* ihnofācijai.

Cruziana ihnofācija raksturīga kontinentālā šelfa zonai, kurai piederīgās ihnoģintis ir horizontālās pārvietošanās pēdas (*repihnijas*), atpūtas pēdas (*kubihnijas*) un *Scolithos* vertikālās alas. *Glossifungites* ihnofācija raksturīga plūdmaiņu zonai ar augstu viļņošanās un straumes enerģiju, kas atbilst augšējai sublitorālei. Ihnofācijai piederīgās pēdas var raksturot kā dzīvošanas pēdas (*domihnijas*: *Glossifungites* un *Thalassinoides*); dažreiz šai fācijai pieskaita arī augu sakņu struktūras, kas norāda uz krasta klātbūtni ar nelielu ūdens dziļumu (Seilacher 2007).

Literatūra

- Mešķis S. 2013. Galvenā devona lauka rietumu daļas Pļaviņu reģionālā stāva ihnofosiliju komplekss. *Latvijas Universitātes Raksti, Zemes un Vides zinātnes*, 791.sējums, 75.-88. lpp.
- Seilacher A. 2007. *Trace Fossil Analysis*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag. 226 p.

Sorokin V. 1978. *Etapy razvitija severo-zapada Russkoj platformy vo franskom veke (Stages of development of the north-western part of the Russian Platform in the Frasnian)*. Rīga, Zinātne, 282 p. (in Russian)

Sorokin V. 1981. Pljaviniskij gorizont (Pļaviņas Regional Stage). Gr.: Sorokin, V. (ed.) *Devon i karbon Pribaltiki*. Rīga, Zinātne, 167-209. (in Russian)

Nepublicētā literatūra:

Gailīte, L. I., Kuršs, V., Lukševiča, L., Lukševičs, E., Pomeranceva, R., Savaitova, L., Stinkulis, Ģ., Zabele, A. 2000. *Latvijas pirmskvartāra nogulumu ģeoloģisko karšu apzīmējumi*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.

DOLOKRĒTI FLUVIĀLAJOS NOGULUMOS: AUGŠĒJĀ DEVONA ŠĶERVEĻA SVĪTA DIENVIDKURZEMĒ

Ģirts Stinkulis¹, Lauma Ķeipāne¹, Daiga Pipira²

1 – Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: girts.stinkulis@lu.lv

2 – Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

Šajā ziņojumā apkopoti līdz šim iegūtie dati par Šķerveļa svītu Latvijas teritorijā – tās uzbūvi, sastāvu un veidošanās apstākļiem. Diskutēti arī 2020.gadā veikto pētījumu rezultāti par vertikālām struktūrām Šķerveļa svītas nogulumiežos.

Šķerveļa svīta pēc pašreizējās devona stratigrāfiskās shēmas (Gailīte u.c. 2000; Lukševičs 2018) ir visjaunākā Famenas stāva un visas devona sistēmas slāņkopa. Tās vecums gan trūcīgā mugurkaulnieku un sporu materiāla dēļ nav precīzi zināms un pastāv iespēja, ka tā pieder devona Famenas stāvam līdz karbona Misisipi nodaļai. Šķerveļa svītas kopējais biezums ir līdz 24 m, tās apakšējā daļa (Gobdziņu rida) sastāv no smilšakmeņiem ar nevienmērīgu dolomīta cementu, bet augšējā daļa (Nīkrāces rida) – no aleirītiskiem un smilšainiem dolomītiem (Савваитова 1977; Stinkulis et al. 2019). Šķerveļa svīta ir sastopama 3400 km² plašā teritorijā Kurzemes dienvidrietumos, kā arī aptuveni līdzīga izmēra laukumā Lietuvas ziemeļrietumos un Baltijas jūras akvatorijā (abās teritorijās kopumā).

Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes ģeoloģijas studentu Inta Indāna (2004 un 2006) un Armanda Liberta (2010) veiktie pētījumi ir ļāvuši noskaidrot, ka Nīkrāces ridas dolomīti ir dolokrēti – cieti slāņveida ģeoloģiskie ķermeņi, kuru veidošanās ir notikusi subaerālās atsegšanās apstākļos. Daiga Pipira promocijas darbā (2015) ir veikusi apjomīgus, detalizētus Nīkrāces ridas dolokrētu pētījumus un noskaidrojusi, ka šie nogulumieži ir veidojušies vairāku subaerālās atsegšanās epizožu ietekmē. Secināts, ka dolokrētu veidošanos ietekmēja ūdens līmeņa pazemināšanās un klimata izmaiņas, kas labi korelē ar apledojuumu devona-karbona pārejas laikposmā (Brand et al. 2004). Visi šie pētījumi veikti Nīkrāces ridas atsegumā Lētīzas kreisajā krastā. Lauma Ķeipāne maģistra darbā (2018)

pētījusi Nīkrāces ridu Šķerveļa kreisajā krastā un abas Šķerveļa svītas ridas Ātrajā kalnā Ventas kreisajā krastā. Noskaidrots, ka Šķerveļa svītas nogulumiežos ir vairāki cikli. Katrs no tiem sākās ar fluviāliem apstākļiem, kad nogulsnējās smilts un aleirīts, tad sekoja subaerāla atsegšanās un ar to saistītie augšņu procesi un citas pēcsedimentācijas izmaiņas. Šajos apstākļos izveidojās dolomīta ieslēgumi Gobdziņu ridā, bet Nīkrāces ridas klastiskie nogulumi tika pilnīgi pārveidoti par dolokrētiem.

Ir noskaidrots, ka oglekļa stabilo izotopu attiecību $\delta^{13}\text{C}$ vērtības dolomīta ieslēgumos Gobdziņu ridā mainās no -4.97 līdz -7.35‰, bet skābekļa stabilo izotopu attiecību $\delta^{18}\text{O}$ vērtības no -2.65 līdz -4.17‰. $\delta^{13}\text{C}$ vērtības Nīkrāces ridas dolokrētos mainās no -1.32 līdz -6.55 ‰, bet $\delta^{18}\text{O}$ vērtības no 1.22 līdz -3.57‰. Vairākos intervālos Šķerveļa svītā virzienā uz augšu $\delta^{13}\text{C}$ vērtības samazinās, kas ir tipiski augšņu veidojumiem (Casado et al. 2014). Dažos no šiem intervāliem ir vērojamas arī iežu uzbūves un sastāva īpatnības, kas apstiprina subaerālās atsegšanās virsmu esamību. Lielākā daļa $\delta^{13}\text{C}$ līkņu intervālu ar negatīvo vērtību maksimumiem sakrīt ar $\delta^{18}\text{O}$ līkņu pozitīvo vērtību maksimumiem. Tas ir tipiski senajām augsnēm (paleosolēm) un norāda uz nokrišņu ūdeņu ietekmi, augšņu organisko vielu kādreizēju klātbūtni, kā arī uz iztvaikošanas procesiem (Pipira 2015; Stinkulis et al. 2019).

Gobdziņu ridas atsegto daļu Ātrajā kalnā pārstāv trīs fluviālie sedimentācijas cikli. To apakšējās daļas veido slīpslāņoti un paralēli slāņoti smilšaini un mālaini nogulumieži. Virzienā uz augšu tie pāriet jauktos klastiskos-dolomītiskos nogulumiežos vai masīvos dolokrētos. Pēdējie ir pārstāvēti augšējā Gobdziņu ridas ciklā (Stinkulis et al. 2019).

Nīkrāces ridu pārstāv līdz 5 m biezi dolokrēti, kas pēc sastāva ir smilšaini aleirītiski dolomīti. Var nodalīt divus dolokrētu tipus: 1) plātņaini dolokrēti, kuru slāņu biezums ir 0,4-2 m; 2) cauruļveida-kolonveida dolokrēti, kas veido 1-4 m biezus slāņus. Abos dolokrētu veidos ir daudzas augšņu procesu pazīmes: lamināras dolomīta garoziņas, ooīdi un pizoīdi ar tiltveida kontaktiem un mikrostalaktītu struktūrām, šo apaļo graudu izkārtojums apgrieztajā gradācijā, kā arī šūnveida dolokrēti. Nīkrāces ridas dolokrētos, neskatoties uz to būtiskajām pēcsedimentācijas izmaiņām, vietām ir novērojamas slīpslāņojuma un erozijas kanālu tekstūras. Aleirīta līdz smalkas smilts izmēra drupu graudu daudzums Nīkrāces ridas iežos parasti ir 10-30%, taču vietām sasniedz pat 70% daudzumu.

Smilšakmeņu un mālaino nogulumu sedimentācijas tekstūras, kā arī dolokrētu uzbūve un tajos esošais aleirīta un smilts piejaukums norāda, ka visi pētītie Šķerveļa svītas nogulumieži ir sākotnēji veidojušies kā fluviāli klastiskie nogulumieži. Vairākās epizodēs tie tika subaerāli atsegti un pakļauti dažādas intensitātes augšņu procesiem, kuru gaitā izgulsnējās karbonātu minerāli.

Dolomīta daudzums un augšņu procesu pazīmju daudzums pieaug Šķerveļa svītas griezumā uz augšu, kas norāda vai nu uz klimata izmaiņām, vai ilgākām subaerālās atsegšanās epizodēm. Visticamāk Šķerveļa svīta vai tikai tās augšējā daļa – Nīkrāces rida – atbilst Famenas laikmeta noslēguma leduslaikmetam, taču šī secinājuma pierādīšanai ir nepieciešama precīzāka iežu vecuma noskaidrošana (Stinkulis et al. 2019).

Viena no Šķerveļa svītas savdabīgākajām uzbūves iezīmēm ir vertikālas struktūras, ko nosaka karbonātu un smilšaini mālainā materiāla savstarpējās attiecības. Šīs struktūras ir sastopamas Gobdziņu ridā Ātrajā kalnā un Gobdziņu klintīs Ventas krastā, kā arī Nīkrāces ridā abos šajos griezumos, kā arī atsegumos Lētīžas un Šķerveļa krastā. 2020.gadā tās apsekotas visos šajos objektos, kā arī karjerā “Salnas” pie Skrundas novada Jaumuižas, kas ierīkots Šķerveļa svītas nogulumiežos.

Gobdziņu ridā ir sastopamas dolomīta dzīslas, kuras vietām uz leju sašaurinās un zarojas. Salnu karjerā novērots, ka Gobdziņu ridas augšējā daļā vertikālajām struktūrām dzīslām pārsvarā ir cauruļveida uzbūve – smilšains dolomīts veido “cauruļu” apvalku ar ārējo diametru līdz 30 cm un iekšējo diametru līdz 6 cm. “Cauruļu” iekšienē ir klastiskais materiāls – pārsvarā smilšakmens ar nelielu dolomīta piejaukumu. Vietās, kur vertikālās struktūras ir atsegtas pilnībā, to garums ir vismaz līdz 0,8 m. Nīkrāces ridā vertikālās struktūras ir vēl garākas, maksimāli 1,7 m Lētīžas atsegumā (Pipira 2015). Nīkrāces ridā šo struktūru uzbūve izpaužas kā smilšaini mālaina zilgana materiāla un smilšaini aleirītiska gaišbrūna un dzeltenīga dolomīta savstarpējās attiecības. Tās vietām cieši kontaktē viena ar otru, piešķirot dolokrētiem savdabīgu cauruļveida-kolonveida uzbūvi. 2020.gadā Lētīžas un Šķerveļa dolomīta atsegumos, kā arī Salnu dolomīta karjerā noskaidrots, ka visticamāk arī Nīkrāces ridā šīm struktūrām ir karbonātisks apvalks un smilšaini mālaina materiāla aizpildījums. Pēc izcelsmes tās ir vai nu karsta caurules, vai, visticamāk, augu sakņu struktūras – rizokrēcijas. Jebkurā gadījumā tās ir saistītas ar ilgstošiem subaerālās atsegšanās notikumiem Šķerveļa laikposma noslēgumā.

Literatūra

Brand, U., Legrand-Blain, M., Steel, M., 2004. Biochemostratigraphy of the Devonian-Carboniferous boundary global stratotype section and point, Griotte Formation, La Serre, Montagne Noire, France. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 205, 337-357.

Casado, A. I., Alonso-Zarza, A. M., La Iglesia, Á., 2014. Morphology and origin of dolomite in paleosols and lacustrine sequences. Examples from the Miocene of the Madrid Basin. *Sedimentary Geology*, 312, 50–62.

Lukševičs, E. 2018. Pirmskvartāra nogulumiežu (ediakara-juras) stratigrāfiskās shēmas un ģeoloģiskie griezumumi. Iekļauti: Lukševičs, E., Stinkulis, Ģ. 2018. Nogulumiežu segas stratigrāfiskais iedalījums, uzbūve, sastāvs un reģionālās atšķirības, II, 3.1., Grām.: *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Nikodemus, O., Kļaviņš, M., Krišjāne, Z., Zelčs, V. (zin. red.). Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, lpp. 38-58.

Stinkulis, G., Pipira, D., Ķeipāne, L., Vircava, I., Martma, T. 2019. Dolomitic palaeosols in a fluvial siliciclastic succession: Šķervelis Formation, Uppermost Famennian to Mississippian, south-west Latvia. *34th IAS Meeting of Sedimentology, Rome, 10-13 September. Department of Earth Sciences, Sapienza University. Abstracts. Submission ID 1050.*

Савваитова, Л. С. 1977. *Фамен Прибалтики*. Рига, Зинатне, 128 с.

Nepublicētā literatūra

Gailīte, L. I., Kuršs, V., Lukševiča, L., Lukševičs, E., Pomeranceva, R., Savaitova, L., Stinkulis, G., Zabele, A. 2000. *Latvijas pirmskvartāra nogulumu ģeoloģisko karšu apzīmējumi*. Rīga, Valsts ģeoloģijas dienests.

Indāns, I. 2004. *Šķerveļa svītas Nīkrāces ridas nogulumu un to veidošanās apstākļi*. Bakalaura darbs ģeoloģijā. Rīga, Latvijas Universitāte.

Indāns, I. 2006. *Nīkrāces ridas veidošanās apstākļu rekonstrukcijas*. Maģistra darbs ģeoloģijā. Rīga, Latvijas Universitāte.

Ķeipāne, L. 2018. *Devona Šķerveļa svītas dolokrēti atsegumos Ventas un Šķerveļa krastos*. Maģistra darbs ģeoloģijā. Rīga, Latvijas Universitāte.

Liberts, A. 2010. *Subaerālo apstākļu pazīmes devona Šķerveļa svītas nogulumiežos Lētīžas grīvas atsegumā*. Maģistra darbs ģeoloģijā. Rīga, Latvijas Universitāte.

Pipira, D. 2015. *Subaerālās atsegšanās notikumu pazīmes un veidojumi devona slāņkopā Latvijā*. Promocijas darbs ģeoloģijas doktora grāda iegūšanai. Rīga, LU, 134 lpp.

Kvartārģeoloģija un ģeomorfoloģija

AN INTEGRATED APPROACH FOR DETERMINATION OF POTENTIAL OF SAND AND GRAVEL IN QUATERNARY FORMATIONS

Audrius Armanavičius¹, Jonas Satkūnas²

¹ Nature research centre, Vilnius, Lithuania, e-mail: audrius.armanavicius@gmail.com

² Lithuanian Geological Survey, Vilnius, Lithuania

Mineral resources in the ground and their extraction are a significant economic indicator for countries, and the disciplined minerals extraction is a normal process with minimal impact on the environment and is an important economic lever. Taking into account the geology of the Lithuania, the main minerals resources used for construction and road industry - sand and gravel - are mainly discovered and exploited. According to the Lithuanian Geological Survey under the Ministry of Environment, the extraction of these resources has increased by 40% since from 7 (2010) to 11.4 (2019) million cubic meters (Lithuanian Geological Survey, 2020). As demand increases, so does mining, as well as illegal mining, which causes serious damage to the

environment and the economy. Using aerial photography technology (Fig. 1), illegal mining sites and their quantities were calculated throughout the territory of Lithuania, as well as the excavated resources and their quantities over 20 years were calculated.

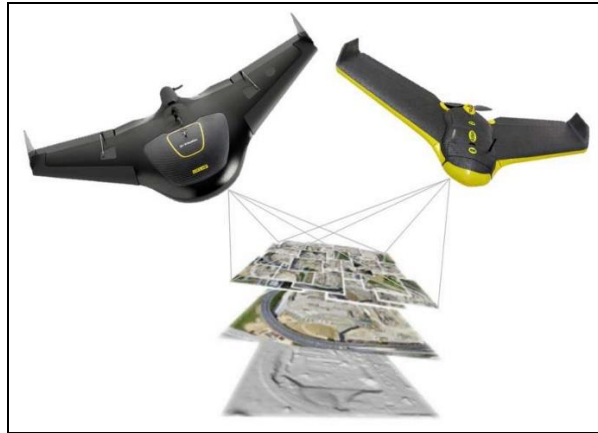


Figure 1. Aerial photogrammetry technology – unmanned aerial vehicles (UAV).

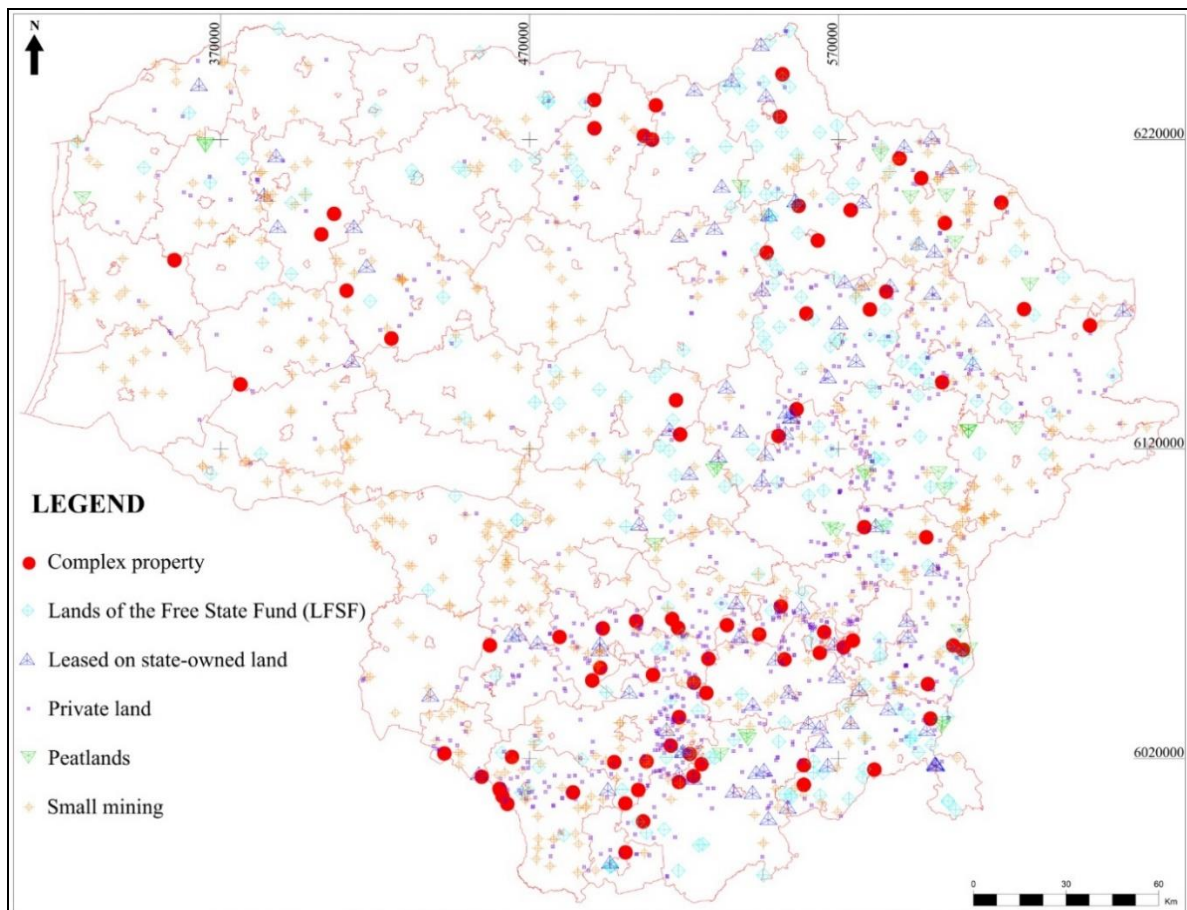


Figure 2. Plan of damaged land area.

The Lithuanian Geological Survey performed the state-damaged land management plan for 2014–2020 approved by the Minister of State and performed an audit of all areas damaged by the Lithuanian cadaster larger than 0.3 ha - “Collection and Systematization of Information on Damaged Lands” (Juozapavicius et al., 2015). The purpose of this project was to identify

the locations and condition of land affected by any mining operation; calculate excavated mineral resources; to collect and systematize information on damaged lands and to identify damaged lands first on the basis of the collected data. The results of this work showed that unattended damage affected 3,300 sites with an area greater than 0.3 hectare (Fig. 2).

The damage done to the country's economy and environment has been assessed. The estimated amount of minerals extracted is 15 million cubic meters and amounts to about € 70 million in damage (Table 1).

Table 1

Excavated mineral resources and taxes calculation in damaged areas

Mineral resources	Area (ha)	Volume (m ³)	Tariff, €/m ³	Taxes, €
Gravel	192.80	3,663,000	0,42	1538460
Sand	360.90	9,848,000	0,42	4136160
Sand and Gravel	3.80	129,000	0,42	54180
Peat	59.20	1,197,000	0,8	957600
Clay	1.30	6,400	0,86	5504
TOTAL	618.00	14,843,400		6691904

Aerial photography technology has proven its worth in the calculation of fossil resources and can be used for monitoring.

References

Lithuanian Geological Survey, 2020. Annual report 2019. Vilnius, 130;

Juozapavicius, G., Armanavicius, A. et al., 2015. Collection and systematization of information on damaged lands. Final report, Vilnius, 225.

**IS THE STRATIGRAPHIC RAUNIS SITE, CENTRAL LATVIA, RELIABLE?
USING SANDY BEDS FOR AGE DETERMINATION AND
PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION**

Edyta Kalińska¹, Helena Alexanderson^{2,3}, Māris Krievāns⁴

¹Nicolaus Copernicus University in Toruń, Faculty of Earth Sciences and Spatial Management ,
e-mail: edyta.kalinska@umk.pl

²Lund University, Department of Geology

³UiT Arctic University of Norway, Department of Geosciences

⁴University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences

Sand interbeds are an important component for establishing Quaternary stratigraphy, however their consideration in interstadial sediment sections seems limited. The Raunis key site, central-eastern Latvia represents an alternation of organic and mineral sediments and

these latter are a focus of presented study (Kalińska et al., 2020). The optically stimulated luminescence dating (OSL) method is used for the first time for age determination of clastic layers and combine with existing and new radiocarbon ages of organic horizons. Additionally, individual sand quartz grains are studied under scanning electron microscope (SEM) to assess the sediment origin.

Sandy interlayers reveal an age between 12 ka and 122 ka, but several samples have a broad and sometimes skewed dose distribution, which is likely an effect of incomplete sediment bleaching. Nevertheless, a fast OSL signal dominates in all dated samples and all samples fulfil standard methodological criteria, which means that dates are technically correct. The youngest sample of 12.0 ± 0.6 ka (Lund-16001) has non-skewed dose distribution and low overdispersion, thus arguing for the most reliable result among eight dated samples. An adjacent organic horizon from the same unit is dated too and reveals the newest AMS radiocarbon result of $14\,025 \pm 270$ cal y BP (Kalińska et al., 2020), which falls into end of the Bølling warming (Lowe et al., 2008). Earlier radiocarbon dating results show a wide time span between $16\,086 \pm 1552$ cal y BP and $8\,837 \pm 198$ y BP (Vinogradov et al., 1963; Zelčs and Markots, 2004, respectively) and their details can be found in Table 2 in Kalińska et al. (2020).

Three lithological units are visually seen at Raunis. The lowest unit (Unit 1) reveals sediment deformation and likely subglacial deposition with a limited shear stress, because sand quartz grains suggests a record of a low-energy aquatic environment on their surfaces. The age of ca. 59 ka is considered unreliable. Unit 2 consists of sand-gyttja alternation and lake deposition, which is seen through quartz grains with dulled surfaces and with a limited number of mechanical features. This latter points out at a low-energy aquatic deposition. Unit 2 is dated to 14–12 ka (by AMS and OSL, respectively) and has the most reliable ages. The OSL result correlates with the onset of the Younger Dryas cold period (van Hoesel et al. 2014), and considering slightly older AMS result the organic-mineral sediments were generally accumulated during the Greenland Interstadial 1 (GI-1), but more detailed specification is not possible. Another sand lens in this unit reveals an unreliable OSL age of 122 ka. Unit 3 was likely reworked and obtained OSL ages of 27–30 ka mark the maximum sediment age only. Considering sediment bleaching problem and luminescence age overestimation combined with the previous studies, the stratigraphic reliability of this key site is likely hampered for further regional correlation.

References

- Kalińska, E., Alexanderson, H., Krievāns, M., 2020. The Raunis section, central Latvia, revisited: first luminescence results and re-evaluation of a key Baltic States stratigraphic site. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, **102 (4)**, 376 – 396.
- Lowe, J.J., Rasmussen, S.O., Björck, S., Hoek, W.Z., Steffensen, J.P., Walker, M.J.C., Yu, Z.C., group INTIMATE. 2008. Synchronisation of palaeoenvironmental events in the north Atlantic region during the last Termination: a revised protocol recommended by the INTIMATE group. *Quaternary Science Reviews* **27**, 6–17.
- van Hoesel, A., Hoek, W.Z., Pennock, G.M., Drury, M.R. 2014. The younger Dryas impact hypothesis: a critical review. *Quaternary Science Reviews*, **83**, 95–114.
- Vinogradov, A.P., Devirts, A.L., Dobkina, E.I., Markova, N.G., 1963. Determination of the absolute age according to C14. *Geochemistry*. **9**, 795–812.
- Zelčs V, Markots A. 2004. Deglaciation history of Latvia. In: Ehlers J, Gibbard PL, editors. Quaternary Glaciations extent and chronology part I: Europe, Developments in Quaternary Science. Amsterdam: Elsevier; p. 225–243.

THE DEVELOPMENT OF THE STUDIES OF CONTEMPORARY GLACIERS AT THE UNIVERSITY OF LATVIA

Kristaps Lamsters, Jānis Karušs

Latvijas Universitāte, e-pasts: kristaps.lamsters@lu.lv

Since 2014 scientists from the University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, have conducted seven scientific expeditions to Iceland, Greenland, Svalbard and Antarctica developing the polar research field. The main focus in all expeditions has been on the geophysical surveys of contemporary glaciers combined with the surveys by unmanned-aerial vehicles. Additionally, the obtained samples have been analysed by various experts from several scientific institutions. The obtained results deal with the glacier thickness, supraglacial and subglacial topography, thermal structure, drainage system, glacier surface and ice margin changes, and various aspects of mineral and organic particles concentrated inside the cryoconite holes, and are published in 11 scientific articles indexed in the Scopus database (Lamsters et al., 2020a, b, c, d; Karušs et al., 2019; Lamsters et al., 2019; Chernov et al., 2018; Stivrins et al., 2018; Kalińska-Nartiša et al., 2017a, b; Lamsters et al., 2016). Several articles concerning the results of the expeditions in Iceland and Svalbard (Fig. 1) are submitted.



Figure 1. Participants of the summer expedition in Svalbard, 2019 at the front of the Nicolaus Copernicus University Polar Station. From the right: Kristaps Lamsters, Ingus Pērkons, Pēteris Džeriņš, Jānis Karušs, Ireneusz Sobota, Tomasz Grajewski, Przemek Koj, Piotr Weckwerth.

Considering the global significance of the polar studies due to ongoing climate changes, which have the greatest impact on the glacial environment of polar regions, the further development of such scientific studies is a responsibility at the national level. Thus, we encourage all stakeholders for the cooperation on scientific issues regarding the polar regions. The future expeditions of the members of the Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia, most likely will take place in the summer of 2021, and the scientific studies will be performed on the Irenebreen glacier in northwestern Svalbard and on the Qaanaaq Ice Cap, northwestern Greenland.

References

- Lamsters, K., Ustinova, M., Birzniece, L., Silamiķelis, I., Gaidelene, J., Karušs, J., Krievāns, M., Kasparinskis, M., Fridmanis, D., Muter, O. 2020a. Bacterial and Archaeal Community Structure in Benthic Sediments from Glacial Lakes at the Múlajökull Glacier, Central Iceland. *Polar Biology*, 43, 2085–2099. DOI: 10.1007/s00300-020-02770-8
- Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M., Ješkins, J. 2020b. High-resolution orthophoto map and digital surface models of the largest Argentine Islands (the Antarctic) from unmanned aerial vehicle photogrammetry. *Journal of Maps*, 16(2), 335–347. DOI:10.1080/17445647.2020.1748130
- Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M., Ješkins, J., 2020c. The thermal structure, subglacial topography and surface structures of the NE outlet of Eyjabakkajökull, east Iceland. *Polar Science*, 100566. DOI:10.1016/j.polar.2020.100566
- Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M. and Ješkins, J., 2020d. High-Resolution Surface and Bed Topography Mapping of Russell Glacier (sw Greenland) Using Uav and Gpr. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2, 757-763.

- Karušs, J., Lamsters, K., Chernov, A., Krievāns, M. and Ješkins, J., 2019. Subglacial topography and thickness of ice caps on the Argentine Islands. *Antarctic Science*, 31(6), 332-344. DOI:10.1017/S0954102019000452.
- Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M. and Ješkins, J., 2019. Application of Unmanned Aerial Vehicles for Glacier Research in the Arctic and Antarctic. In *Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference*. Vol I, 131 – 135. DOI: 10.17770/etr2019vol1.4130
- Chernov, A., Karušs, J., Lamsters, K., Krievāns, M., Otruba, Yu. 2018. First results of glacier monitoring on Woozle Hill (Galindez island, the Argentine islands, Antarctica) for the period April 2017-August 2018. In *12th International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, DOI: 10.3997/2214-4609.201803152
- Stivrins, N., Lamsters K., Karušs, J., Krievāns, M., Rečs, A., 2018. Spheroidal carbonaceous particles in cryoconite sediment on the Russell glacier, Southwest Greenland. *Baltica* 31 (2), 115-124, doi.org/10.5200/baltica.2018.31.11
- Kalińska-Nartiša, E., Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M., Rečs, A., Meija, R. 2017a. Fine-grained quartz from cryoconite holes of the Russell Glacier, southwest Greenland – a scanning electron microscopy study. *Baltica* 30 (2), 63 – 73, doi.org/10.5200/baltica.2017.30.08
- Kalińska-Nartiša, E., Lamsters, K., Karušs, J., Krievāns, M., Rečs, A., Meija, R. 2017b. Quartz grain features in modern glacial and proglacial environments: A microscopic study from the Russell Glacier, southwest Greenland. *Polish Polar Research* 38 (3), 265 – 289, doi.org/10.1515/popore-2017-0018
- Lamsters K., Karušs, J., Rečs, A., Bērziņš, D. 2016. Detailed subglacial topography and drumlins at the marginal zone of Múlajökull outlet glacier, central Iceland: evidence from low frequency GPR data. *Polar Science*, 10, 470–475, doi.org/10.1016/j.polar.2016.05.003

PAR DOBO PAUGURU IZCELSMI RUNDĒNU VELNA DOBES APKĀRTNĒ

Dainis Ozols

Dabas aizsardzības pārvalde, projekts “Dabas skaitīšana”, e-pasts: dainis.ozols@latnet.lv

Pētījuma mērķis ir mēģināt rast iespējamu skaidrojumu savdabīgu dobu pauguru izcelsmei Latgales augstienes austrumu daļā, Rundēnu paugurainē, sasaistot šo izcelsmi ar kopējo teritorijas reljefa veidošanās procesu.

Velna dobe (Valna dūbe) ir izteiksmīgākā no beznoteces ieplakām, kādas izplatītas paugurainajā augstienes reljefā. Tā atrodas iegarena, 400 m gara un 100 m plata paugura ZR galā. Pašas Velna dobes garums augšmalā ir 125 m, bet platums 70 m, bet līdzenā gultnes daļa ir 70 m gara un 35 m plata. Dobes dziļums ir no 4 m (apliecošā vaļņa Z daļā, kur atrodas ierobs valnī) līdz 16 m (pret paugura vidusdaļu), pārsvarā 7-10 m. Nogāžu stāvums vietumis sasniedz 40 grādus. Paugura virsotnes daļu veido divi subparalēli, saplūstoši vaļņi un tā DA daļā atrodas vēl viena neliela beznoteces ieplaka.

Visatzītākā ir dobo pauguru glaciokarsta izcelsmes versija (Āboltiņš et al., 1972 u.c.). Markots un Zelčs (2015) atzīmē: “Uzbīdījumu rezultātā veidojas sabīdījuma morēnas grēdas ar ledus kodoliem, kurus pārklāj virsledāja nogulumu. (..) Ledus kodoliem kūstot, veidojās glaciokarsta topogrāfija, kuras viens no morfoloģiskās izpausmes veidiem ir gredzenveida

pauguri.” Tiek pieļauta pingo izcelsmes hipotēze (Soms et.al., 2019), dziļu sasalmu, kas nepieciešams pingo izveidei, skaidrojot ar ledāja malā izplūstošo pārdzesēto zemledāja pazemes ūdeņu sasālšanu (Markots, Zelčs, 2015).

Šā brīža izpratnē kā neticamas un noraidāmas ir sekojošas dobo pauguru izcelsmes versijas – izplūstošas dabasgāzes sprādzienu, karsta izraisītu iegruvumu vai meteorītu kritienu rezultātā. Minētie procesi varētu izraisīt atsevišķu dobu formu veidošanos, bet ne lielu skaitu šādu veidojumu plašās Latgales augstienes teritorijās.

Izmantojot liela mēroga LIDAR lāzerskanēšanas datus (LVM, 2021) varam gūt detalizētu priekšstatu par reljefa formu daudzveidību. Pozitīvo mezoformu starpā prevalē plānā ieapaļi, salīdzinoši nelieli (100-300 m caurmērā) kupolveida pauguri, kā arī izteikti iegareni (50-100 m plati) pauguri ar platuma/garuma attiecību 1:2-1:3. Šie pauguri kārtojas subparalēlās vai šauros leņķos savienotās joslās, kuru ietvaros ir novērojamas pārejas no iecirkņiem, kuros dominē ieapaļas formas uz tādiem, kuros pārsvarā ir iegarenie reljefa veidojumi. Pozitīvās mezoformas nodala un izrobo dažāda izmēra un formas, pārsvarā neregulāras, starppauguru ieplakas. Jāatzīmē būtiska īpatnība, ka pozitīvās formas pārsvarā ir simetriskākas, ar plānā izliektām kontūrām, kamēr ieplaku formas pieskaņojas pozitīvo formu robežām. Tas liecina par akumulatīvo procesu lielāku nozīmību reljefa veidošanās gaitā. Starp pauguriem nereti ir novērojami dobi, Velna dobei līdzīgi, bet pārsvarā mazāk izteiksmīgi veidojumi.

Aprakstītā reljefa izplatības josla stiepjas vairāk kā 10 km RZR-ADA virzienā, un tai no Z un DR pusēm piekļaujas zvoncu (mālsegas platopauguru) izplatības areāli.

Zvonus sedz mālainu nogulumu slāņi, kas liecina, ka to virsotnes relatīvi ilgstoši ir bijušas klātas ar smalko drupu materiālu bagātiem ledusezeru ūdeņiem. Turpretim zvoncu teritorijai hipsometriski līdzīgā Velna dobes apkārtnē kartēšanas materiālos tiek attēlota kā morēnas un glacifluviālo nogulumu izplatības teritorija (Brangulis et.al., 2000). Mālaina smilts un liesa mālsmilts ar nelielu grants graudu un oļu piejaukumu ir novērojama dabā koku izgāzumos un pie zvēru alām Velna dobes paugura dažādās daļās.

Saprotot, ka pamatotu teoriju par teritorijas reljefa un nogulumu veidošanos izteikšanai pieejamais faktu materiāls vēl ir nepietiekams, tomēr varam izteikt sākotnējus pieņēmumus. Zvoncu mālsegas veidošanās laikā teritorija vēl bija klāta ar aprimušā ledus segu. Šis ledus veidoja krastus virs zvonciem esošajiem ledusezeriem. Ar drupu materiālu bagāto kušanas ūdeņu pieplūdi minētajiem ledusezeriem nodrošināja vēl aktīvās ledāja mēles Polockas un Austrumlatvijas zemienēs. Daļa šo straumju plūda arī caur pētījuma teritoriju – aprimušā ledus plaisās un tuneļos. No kustībā esošo ledusmēļu pamatnes nākošā materiāla plūsma dažādos laikos varēja būt ne tikai ūdens straumes, bet arī ar materiālu piesātināts plūdenis vai turbidītu straumes (Ozols, 2009). Samazinoties straumju spēkam un ātrumam daļa drupu

materiāla nogulsņējās aprīmušā ledus laukos, plaisās un tuneļos. Šis materiāls iespējams veido aprakstītos kupolveida un ieapaļos paugurus. Deglaciācijas turpinājumā notika apraktā un daļēji apraktā ledus kušana, veidojās ieplakas un dobes, stabilizējās pauguru nogāzes. Tad arī daļa pauguru ieguva iedobes. Apskatot LIDAR izolīniju karti lielā mērogā (1:2000), redzams, ka Rundēnu Velna dobe varētu būt veidojusies saplūstot divām vaļņveida reljefa formām, starp, kurām, to veidošanās gaitā atradusies neregulāri ķīļveida aprīmušā ledus forma.

Literatūra

Āboltiņš, O., Danilāns, I., Stelle, V., 1972. Rundānu dobie pauguri. Krāj.: Aizsargājamo teritoriju ģeoloģijas un reljefa raksturojumi un materiāli par atsevišķiem dabas pieminekļiem, I sējums. Tēmas Nr. 50 atskaite. Rīga, Vissavienības jūras ģeoloģijas un ģeofizikas zinātniskās pētniecības institūts (VNIIMORGEO) institūts, lpp. 88-95. LVGF nr. 9153.

Brangulis A., Juškēvičs V. u.c., 2000. Latvijas ģeoloģiskā karte. Mērogs 1: 200 000. Paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts ģeoloģijas dienests, R., 68 lpp.

LVM GEO WMS on lvmgeoserver.lvm.lv, 2021. gada 11. janvārī.

Markots, A., Zelčs, V., 2015. Rundēnu Velna dobe. Krāj.: Ģeoloģiskie un ģeomorfoloģiskie dabas pieminekļi. Ģeoloģisko dabas pieminekļu izvērtēšanas un priekšlikumu sagatavošanas robežu kļūdu labošanai noslēgums. Rīga: Latvijas Universitāte, 2015, lpp. 180-185.

Ozols, D., 2009. Subglacial meltwater discharge within and around North Latvia uplands during the Last glaciation. Polish Geological Institute Special Papers, 25 (2009), pp. 49-58.

Soms, J., Samoilova, V., Zelčs, V., 2019. Pušas gredzenveida paugurs – uzbūves, morfoloģijas un ģenēzes jautājumi. Latvijas Universitātes 77. zinātniskā konference. Krāj.: Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Rīga: Latvijas Universitāte, 2019, lpp. 178-182.

PUTEKŠŅU UN NEPUTEKŠŅU REFERENES TĪKLA IZVEIDE LATVIJAS TERITORIJAI

**Normunds Stivriņš, Jurijs Ješkins, Agrita Briede, Alekss Maksims, Dace Šteinberga,
Laimdota Kalniņa, Līva Trasūne, Nauris Jasiūnas**

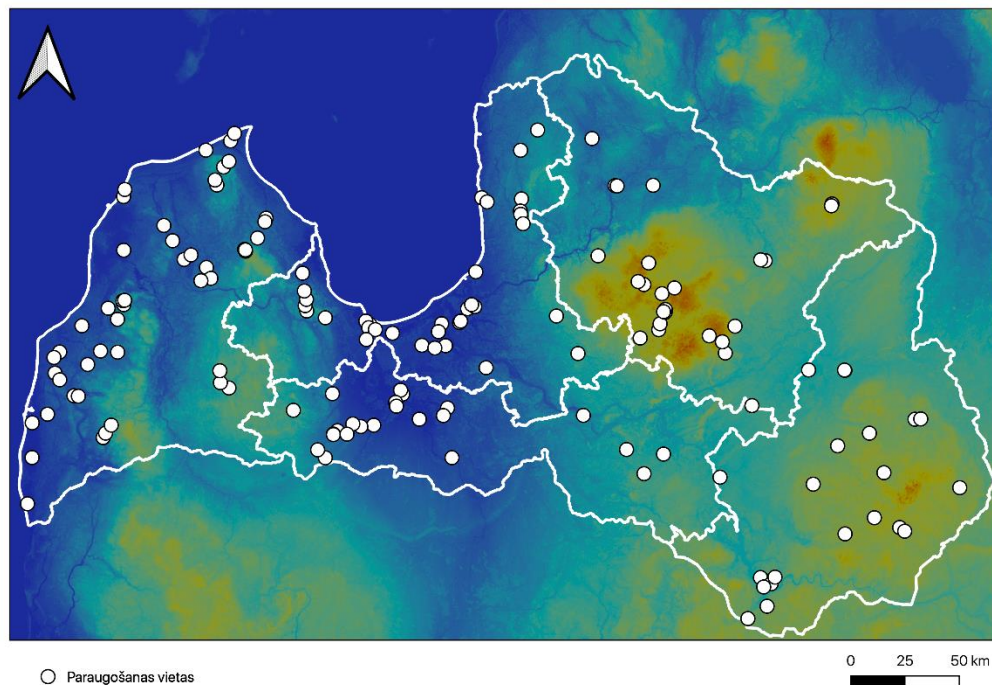
LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: normunds.stivrins@lu.lv

Laikā, kad modelēšanas pieeja ievērojami pieaug, izejas pamatdatu ievākšana un producēšana lielākajā daļā zinātnes jomu paliek mazāk pievilcīga, jo tā vienkārši ir pārāk laikietilpīga un darbietilpīga. Tomēr, lai modelētu klimatu, vides izmaiņas vai biotas izplatību, ir nepieciešami tieši šie ievaddati pret kuriem veikt modeļu validāciju. Piemēram, uz putekšņiem balstītās klimata rekonstrukcijas kalpo par pamatu klimata modeļu validācijai.

Lai uzlabotu spējas rekonstruēt vides izmaiņas un klimatu, ir uzsākts projekts (LZP 2020/2-0060) *“Putekšņu un citu mikroskopisko atlieku references tīkla izveide Latvijas teritorijai – fundamentāls pamats klimata, ainavas, veģetācijas un ūdens kvalitātes*

rekonstrukcijām un modelēšanai”, kura mērķis ir izstrādāt mūsdienu putekšņu un, pirmo reizi Baltijā, citu mikroskopisko atlieku (neputekšņu) references tīklu Latvijas teritorijai.

Putekšņi un neputekšņi katru gadu uzkrājas ezeros un dīķos. Vidēji virsējos 3 cm ūdenstilpju nogulās uzkrājušās mikroskopiskās, atliekas pēdējo 10 līdz 15 gadu laikā. Līdz ar to, analizējot virsējos ūdenstilpes paraugus, ir iespējams raksturot mūsdienu ainavas un ezeru ekosistēmu stāvokli. Kopumā tiks iegūti 78 ezeru un dīķu virsējie nogulumu paraugi, aptverot visu Latvijas teritoriju (1.att.). Katrai paraugošanas vietai tiks analizēti putekšņi un neputekšņi, iegūti instrumentālie klimatiskie dati, ainavu sastāvs (ar ĢIS) un veikta visu datu savstarpējā salīdzināšana. Svarīgi atzīmēt, ka ezeru izvietojums atbilst dažādiem kritērijiem un gradientiem, kas nosaka, ka šie dati būs izmantojami arī citās zinātņu jomās.



1.attēls. **Putekšņu un citu mikroskopisko atlieku references tīkla izveidē iekļautās paraugošanas vietas – ezeri/dīķi Latvijas teritorijā.** Pamata karte SRTM DEM. Siltākas krāsas norāda uz augstāku augstuma atzīmi, bet aukstākas krāsas atbilst zemākām augstuma atzīmēm. Baltie punkti norāda paraugošanas vietas (ezeri/dīķi).

Mūsdienu putekšņu datu rindas kalpos par priekšnoteikumu klimata, ainavas un veģetācijas rekonstrukcijām, bet neputekšņu validācija ar vides un klimatiskajiem lielumiem paver jaunus apvēršņus kvalitatīviem un kvantitatīviem pētījumiem.

Pētījums finansēts no LU ĢZZF projekta “Cilvēku resursu piesaiste zinātnisko pētījumu attīstībai zemes un vides zinātnēs (Dabas resursu ilgtspējīga izmantošana klimata pārmaiņu kontekstā)” un LZP 2020/2-0060 “Putekšņu un citu mikroskopisko atlieku references tīkla izveide Latvijas teritorijai – fundamentāls pamats klimata, ainavas, veģetācijas un ūdens kvalitātes rekonstrukcijām un modelēšanai”.

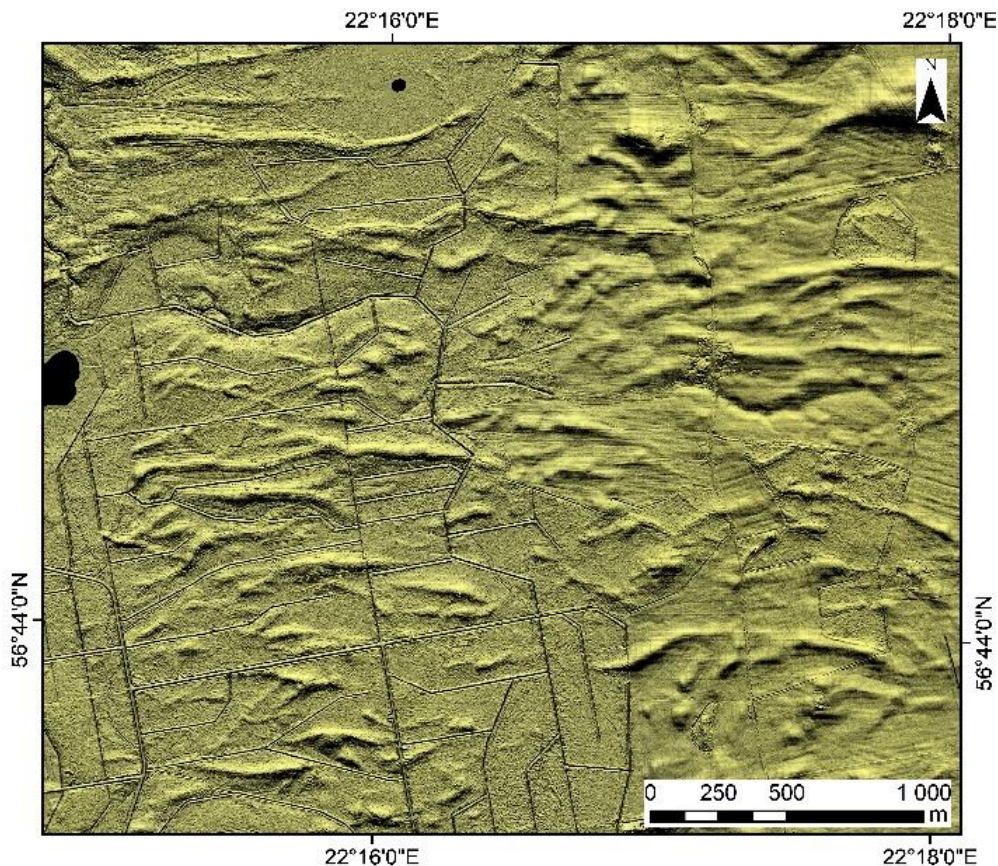
PLAISU AIZPILDĪJUMA GRĒDAS RIETUMLATVIJĀ

Zane Vītola, Kristaps Lamsters

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: zane.vitola3@inbox.lv

Rietumlatvijā – Kursas zemienē un Austrumkursas augstienes Vārmes nolaidenuma austrumu daļā ir izplatītas galvenokārt līdz 3 m augstas grēdas, kuru noteicošā orientācija atbilst R – A virzienam. Pēc iepriekš veiktajiem pētījumiem ir noteikts, ka tās atbilst Degīra morēnām (senāk arī Degēra) (Strautnieks, 1998), toties vadoties pēc jaunākajiem ārzemju pētījumiem (piemēram, Rea, B. R., Evans, D.J. 2011), autori ierosina apskatītās reljefa formas klasificēt kā plaisu aizpildījuma grēdas (Lamsters et al., in press). Plaisu aizpildījuma grēdas veidojas, morēnas nogulumiem piepildot plaisas, kas sniedzas augšup no ledāja pamatnes daļas (Benn, Evans, 2010).

Austrumkursas augstienes Vārmes nolaidenumā, kur ir sastopami pēdējā apledošanas glaciģēnie nogulumi, plaisu aizpildījuma grēdu izplatība ir visplašākā, savukārt Kursas zemienes rietumos un centrālajā daļā reljefa formas nav identificējas. Tas izskaidrojams ar to, ka virs potenciālajām grēdām uzguļ Ventas sprostezera glaciolimniskie nogulumi.



1.attēls. Plaisu aizpildījuma grēdu morfoloģija Kursas zemienē (sagatavots, izmantojot LĢIA digitālo reljefa modeli).

Kopumā tika izzīmētas 7067 reljefa formas, kuras definētas kā plaisu aizpildījuma grēdas. Vidēji to garums svārstās no 150 līdz 300 metriem, to minimālais garums ir 50 m, toties maksimālais garums sasniedz 600 m un vairāk, šādas grēdas gan nav novērojamas daudz. Pēc zemes reljefa modeļa analizēšanas un izpētes tika konstatētas 3 grēdu novietojuma tipi: šķērseniskas grēdas, krusteniskas grēdas un tādas, kuras uzguļ uz lielizmēra glaciālajiem lineamentiem. Visplašāk teritorijā ir izplatītas grēdas ar orientāciju R–A.

Lai noteiktu grēdu iekšējo uzbūvi tika veikti urbšanas darbi Lutriņu un Kabiles apkārtnē. Lutriņu apkārtnes urbumos dominē aleirītiski smilšains morēnas māls ar oļiem un grants graudiem, kurš atšķiras ar krāsu un granulometrisko sastāvu. Grēdu iekšējās uzbūves pētījumi, nogulumu granulometriskais sastāvs un oļu īpatnības, ļauj secināt, ka tās sastāv galvenokārt no zemledāja morēnas. Pētāmajā teritorijā, iespējams, ir novērojamas divu pēdējā apledojuma ledāju uzvirzīšanās fāžu morēnas slāņkopas, tomēr apakšējā, pelēcīgas krāsas morēna iegul dziļāk par plaisu aizpildījuma grēdu pamatni.

Mūsdienās plaisu aizpildījuma grēdas ir izplatītas pie pulsējošajiem ledājiem (Rea, Evans, 2011), tādēļ pagātnē izveidojušās grēdu izveide tiek saistīta ar ledāju uzplūdiem. Rietumlatvijas teritorijā plaisu aizpildījumu grēdu rašanās, iespējams, ir izskaidrojama ar ātriem Ventas ledus mēles uzplūdiem Linkuvas glaciālās fāzes laikā, kas izraisīja stiepes plaisu veidošanos ledāja ķermenī un to vēlāko aizpildīšanos ar ledāja gultnes materiālu (Lamsters et.al., 2021).

Literatūra

- Benn, D.I., Evans, D.J.A. 2010. Subglacial associations. Subglacial bedforms Glaciers and glaciation. Second edition. London, Hodder Education.
- Rea, B. R., Evans, D.J. 2011. An assessment of surge-induced crevassing and the formation of crevasse squeeze ridges. Journal of geophysical research, vol. 116, F04005.
- Strautnieks, I., 1998. Glacigenic landforms of the Eastern-Kursa upland and their genesis. Dissertation work. Summary. University of Latvia, The Habilitation and Promotion Council of Geological Sciences, Riga, pp. 20–34.
- Lamsters, K., Karušs, J., Vītola, Z., Džeriņš, P. In Press. Evidence of ice streaming in western Latvia as revealed by the assemblage of mega-scale glacial lineations and crevasse-squeeze ridges, Baltica.
- LĢIA. Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūra. Digitālais augstuma modelis. Aerolāzerskenēšana. Pieejams: http://map.lgia.gov.lv/index.php?lang=0&cPath=4_5&txt_id=126

JAUNI DATI PAR AUGŠDAUGAVAS SENIELEJAS TERASĒTO NOGĀŽU MORFOLOĢIJU

Valdis Vorslavs¹, Juris Soms¹, Vitālijs Zelčs²

¹Daugavpils Universitāte, e-pasts: valdis.vorslavs@inbox.lv; Juris.Soms@du.lv

²Latvijas Universitāte, e-pasts: Vitalijs.Zelcs@lu.lv

Augšdaugavas senielejas terasēto nogāžu morfoloģijas pētījumu rezultāti balstās gan uz datu kamerālo apstrādi, gan uz faktu materiāla ieguvi un pārbaudi *in situ* ģeomorfoloģiskos un ģeoloģiskos lauka pētījumos. Kamerālās studijas ietvēra augstas izšķirtspējas digitālā reljefa modeļa (DEM) sagatavošanu, reljefa analīzei un terašu identificēšanai nepieciešamo rastra formāta tematisko slāņu (*slope, hillshade, profile curvature*) atvasināšanu no DEM, daļēji automatizētu *TerEx* rīku izmantošanu terašu izlīdzināto virsmu identificēšanai un vektorizēšanai (Stout and Belmont, 2014), kā arī terasēto nogāžu morfoloģijas analīzi ĢIS vidē ar *ProfileGraph* rīku. Iegūtie ģeotelpiskie dati, kas raksturo terašu izvietojumu, tika augšupielādēti GPS iekārtā *TRIMBLE Juno 41/5* un tad dabā, ģeomorfoloģiskās rekognoscijas gaitā tika pārbaudīta ar ĢIS rīkiem identificēto terašu atbilstība reālai situācijai.

Iegūtie rezultāti parāda, ka Augšdaugavas senielejā visā tās garumā viennozīmīgi var identificēt tikai I virspalu terasi. Tajā daudzviet šurfos un ģeoloģiskajos zondējumos tika konstatētas oglītes. Pārrogļotā materiāla klātbūtne un zemes lauksaimnieciskās apstrādes pēdas sākotnēji ļāva izvirzīt darba hipotēzi, ka I virspalu terasē, iespējams, ir atrodamas ģeoarheoloģiskas liecības par līdumu zemkopības periodu Augšdaugavas senielejā. Tomēr pārrogļotā materiāla veiktā AMS ¹⁴C datēšana (Poznaņas Radiokarbons laboratorijā paraugs Nr. Poz-76256) šo pieņēmumu neapstiprināja. Proti, aprakto oglīšu vecums ir 255 ± 30 pirms mūsdienām jeb AD 1620.–1675. gads. Tas savukārt norāda, ka Mazajā ledus laikmetā Augšdaugavas senielejā norisinājās augstas magnitūdas eolie un fluviālie ģeomorfoloģiskie procesi, izraisot intensīvu nogulumu uzkrāšanos un aprakto augšņu veidošanos. Norādītās eolās aktivitātes liecības, acīmredzot, ir arī R – A virzienā, subparalēli senielejas pamatkrastu vērsumam orientētas, ļoti izstieptas garenkāpas, kas bieži vien pārsniedz 0,5 km garumu. Šo eolo formu lokālie kompleksi arī stiepjas pāri dažādu terašu virsmām, savukārt to orientācija, iespējams, skaidrojama ar senielejas radīto tuneļefektu gaisa masu pārnēsē.

Apkopojot rezultātus par pārējo terašu morfoloģiju, jāatzīmē, ka atšķirībā no I terases, II līdz VIII terases neveido gar ieleju nepārtrauktu joslu, bet ir izplatītas fragmentāri. Sevišķi fragmentēta un saposmota ir III un IV terase, kuras daudzos gadījumos nedz DEM šķērsprofilos, nedz dabā nav identificējamās kā tipiskas senas terases ar izlīdzinātu virsmu un izteiktu kroti. Bieži vien senielejā šo terašu fragmenti parādās kā erozijas palikšņi.

Atklāts paliek arī jautājums par augšējo terašu (VII un VIII) interpretāciju – vai tās ir uzskatāmas par glaciofluviālām terasēm (Eberhards, 2013) vai par kēmu terasēm (Zelčs *et al.*, 2014), kas veidojušās Augšdaugavas senielejas attīstības agrīnos posmos, t.i. vēlā Vislas apledošanas deglaciācijas Latvijā agrīno fāžu laikā. Pirmajā gadījumā tās varētu būt veidojušās, no lokāliem piededāja vai virsledāja baseiniem ledājūdeņiem plūstot Polackas sprostezera virzienā (Eberhards, 2013). Saskaņā ar G. Eberharda interpretāciju (*ibid.*), eroziju izraisījušas ūdens straumes nav plūdušas tieši no ledāja malas, bet no piededāja baseina, respektīvi, periglaciālos apstākļos. Savukārt otrajā gadījumā, pieņemot, ka tās ir kēmu terases (Zelčs *et al.*, 2014), tās varētu būt attīstījušās kā ledus kontakta malas veidojumi, ledājūdeņiem laterāli plūstot gar aprimušo (iespējams arī aprakto) ledu, kas aizpildīja Augšdaugavas pazeminājumu deglaciācijas agrīnajās fāzēs.

Kā diskutablākais moments attiecībā uz terašu veidošanos ir ticamos datējumos balstītas ģeohronoloģijas trūkums – neskatoties uz plašo smilšainu nogulumu ar augstu kvarca saturu izplatību Augšdaugavas senielejā, šajā teritorijā joprojām nav veikti nepieciešamie OSL, iespējams arī kosmogēnā vecuma ar berilija vai alumīnija izotopiem datējumi. Tie būtu akūti nepieciešami lai noskaidrotu nogulumu uzkrāšanās un iespējamo terašu veidošanās laiku. Jāpiezīmē tomēr, ka terases veidojošo nogulumu vecuma sasaiste ar terašu veidošanās laiku ir jāveic ar lielu piesardzību.

Noslēgumā jāuzsver, ka terašu nogulumos un virsmā ir konstatētas ilglaicīgā sasaluma pēdas. Tā, piemēram, VII virspalu terases nogulumos ir konstatēti ledus ķīļi un konvolūcijas tekstūras, bet terases virsmā izdalās glaciokarsta vai termokarsta ieplakas. II virspalu terases virsmā ir konstatētas struktūras, kas vizuāli līdzinās grunts sasaluma apstākļos sastopamajiem sala šķirošanas (angl. *frost sorting*) veidojumiem. Tas savukārt norāda uz ilgstošiem skarbiem klimatiskiem un subaerāliem, t.i. paraglaciāla klimata apstākļiem Augšdaugavas ielejas virspalu terašu attīstības laikā.

Literatūra

- Eberhards, G., 2013. Upju ieleju veidošanās un mūsdienu gultnes procesi Dienvidaustrumu Baltijā. Latvijas Universitāte, Rīga, 211 lpp.
- Stout, J. C. and Belmont, P., 2014. TerEx Toolbox for semi-automated selection of fluvial terrace and floodplain features from LiDAR. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 569–580.
- Zelčs, V., Soms, J. and Greiškalns, E., 2014. Kame terrace in the Upper Daugava depression at Rakuti, near Krāslava. In: Zelčs, V. and Nartišs, M. (eds.), *Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and fieldexcursion in Eastern and Central Latvia, August 17–22, 2014.* University of Latvia, Rīga, pp.61–66.

TRACING GLACIAL OUTBURST FLOODS: MEGAFLOOD-RELATED LANDFORMS AND SEDIMENTS IN NE POLAND

Piotr Weckwerth, Wojciech Wysota, Edyta Kalińska, Arkadiusz Krawiec

Nicolaus Copernicus University in Toruń, Faculty of Earth Sciences and Spatial Management,
Toruń, Poland

Geological processes with catastrophic environmental consequences are often initiated by climate changes. Such changes also occurred in the Pleistocene and intensified glacial processes, so they became extreme. These processes undoubtedly include cataclysmic glacial megafloods in NE Poland. Their morphological and sedimentological consequences caused to originate the characteristic subglacial and proglacial landscapes. The action of floodwater erosion and sediments accumulation resulted in Megaflood Landform System (MLS) development. This system includes a suite of subglacial and proglacial meltwater landform subsystems (SMLS and PMLS, respectively). The set of megaflood-related subglacial landforms is represented by flat-bottomed tunnel valleys ending at the Hańcza, Szeszupka and Prudziszki Gates (Fig. 1). Within these tunnel valleys erosive levels and glacial curvilineations of different scale were found. The Proglacial Megaflood Landform Subsystem (PMLS) contains the unique landsystem of first-order and second-order landforms depending on their sizes, the time of formation and location along the glacial flood pathway. The first-order landforms are spillways and outwash plains. These are composed of massive or horizontally stratified gravels with boulders (Fig. 2A) which passes downstream into large-scale cross-stratified sands and granules. The second-order landforms are represented by scabland-like features, expansion bar, megadunes, ice-block obstacle marks and clusters of kettle holes (Fig. 2B). These features are characterized by sedimentary successions which differ in terms of thickness and structures of the individual facies of planar and trough cross-stratified sands and gravels. The lithofacial analysis enabled to recognize the sedimentary environment conditions under which these sediments were deposited. Moreover, the geomorphological data and the morphometric analyses make it possible to quantification of the glacial megaflood magnitude (Weckwerth et al., 2019).

This study was carried out as part of the scientific project financed by the National Science Centre (NCN) in Poland, project no. 2018/31/B/ST10/00976.

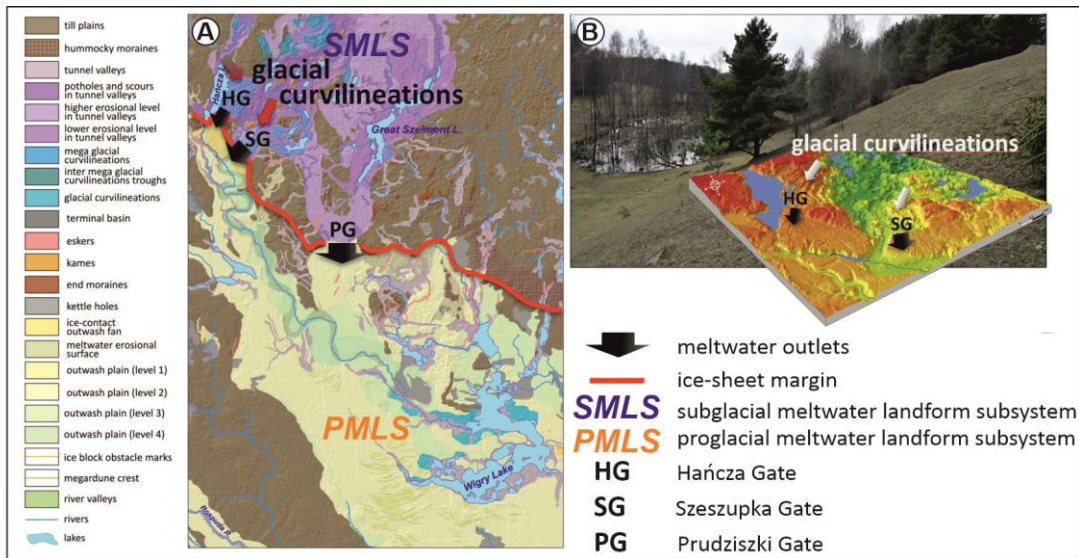


Figure 1. Geomorphological map of the Megaflow Landform System in NE Poland (A) and mega glacial curvilineations located in the Szeszupa Depression (B).



Figure 2. Deposits and landforms of Proglacial Megaflow Landform Subsystem: A – sedimentary succession in spillway proximal part, B – megadunes recognized in the distal part of outburst flood-related outwash plain (B).

References

Weckwerth, P., Wysota W., Piotrowski J.A., Adamczyk A., Krawiec A., Dąbrowski M., 2019. Late Weichselian glacier outburst floods in North-Eastern Poland: landform evidence and palaeohydraulic significance. *Earth-Sciences Review*, 194, 216-233.

JŪRAS PIEKRASTES UN KRASTA ZONAS ĢEOMORFOLOĢISKĀ TERMINOLOĢIJA LATVIEŠU VALODĀ

Vitālijs Zelčs

Latvijas Universitāte, e-pasts: vitalijs.zelcs@lu.lv

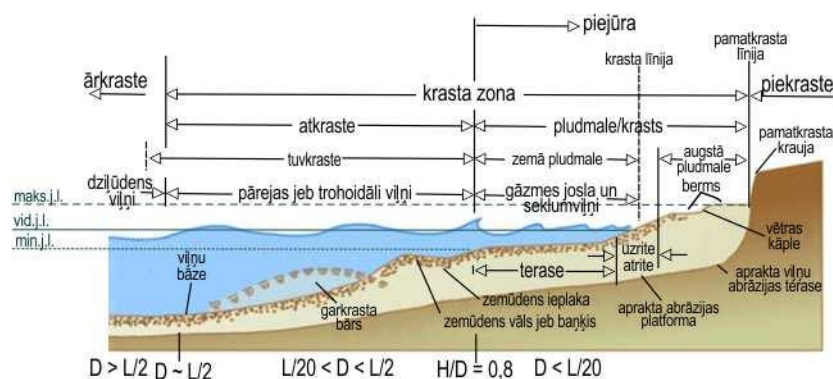
Laika gaitā ir radušās un pastāv nozīmīgas, brīžiem pat šķietami nepārvaramas atšķirības vienu un to pašu piekrastes un krasta zonas terminu lietojumā un izpratnē ne tikai dažādās cilvēka darbības jomās (jūras civiltiesībās, telpiskajā plānošanā, inženierbūvniecībā, zvejniecībā), bet pat ģeoloģijas un fizikālās ģeogrāfijas speciālistu vidū.

Bieži vien latviešu valodā šādas terminoloģiska rakstura neskaidrības ir radušās sakarā ar terminu satura aizgūšanu no krievu valodas un ilgo atsvešinātību no rietumvalstīs lietotās terminoloģijas. Arī termini svešvalodās ne vienmēr ir skaidri definēti, tāpēc tiem tulkojumos ir tikušas piešķirtas pretrunīgas paralēlās formas vai arī vērojama nepietiekami kritiska iedziļināšanās to skaidrojumos. Tas ir izraisījis neskaidrības latviešu jūras piekrastes un krasta zonas terminoloģijā, kas atspoguļojas gan zinātniskās publikācijās, vārdnīcās un citos izziņu izdevumos, gan arī Latvijas Nacionālajā terminoloģijas portālā un citās vietnēs (Danilāns, Veinbergs, 1995; Veinbergs, 1997; Eberhards, 2003; Letonica.lv; Termini.gov.lv). Piemēram, atšķirīgie termini “poberehye” un “priberezhye” no krievu valodas latviski ir tulkoti kā “krasts”, “krasta zona” un vienlaicīgi arī kā “piekraste”, kaut gan tikai pirmajam no tiem latviešu valodā atbilst termins “piekraste”, bet otrajam – “atkraste” (Feists, 2016).

Diemžēl, arī terminu tulkojumos no angļu valodas tiek pieļauta samērā brīva to lietošana dažādās nozīmēs, piemēram, “*coastal zone*” un “*coast*” tiek tulkots gan kā “jūras krasta josla”, “piekraste” un “piejūra”, “krasts” (Eberhards, 2003), gan arī kā “krasts”, “piekraste” (Belzēja et al., 1997, Letonica.lv). Termins “jūrmala” tiek attiecināts uz “...jūras seklūdens joslu, kas stiepjas gar tagadējo krastu...” (Eberhards, 2003: 3. lpp.), kaut gan jau agrāk šis termins ir definēts kā “...platāka vai šaurāka līdzenuma strēmele jūras pakrastē, kuras virsa lēzeni pazeminās no kontinenta uz jūru. Jūras pusē tā pāriet piekrastes (mūsdienu izpratnē – atkrastes, *autora piez.*) sēklē ar oļu vai smilts pamatu, bet kontinenta pusē tā atduras kāpu grēdas vai klinšu kraujas pamatnē” (Jūrmala, 1932–1933). Termins “*coastal dunes*” latviešu valodā tiek tulkots kā “krasta kāpas” (Eberhards, 2003), kaut gan tās pieguļ “krastam (pludmalei)”, plašākā nozīmē “krasta zonai (pludmalei + atkrastei)”, un pēc būtības ir “piekrastes kāpas”.

Piekraste (*coast* angļu; *bereg*, *poberezhye* krievu) ir nenoteikta platuma sauszemes josla, kas stiepjas no piekrastes līnijas jeb mūsdienu jūras pamatkrasta līnijas (*coastline* angļu) līdz pirmajam lielākajam reljefa pārliekumam (1.att.); neiekļauj krastu un pludmali (*shore*,

beach angļu), kas atrodas no piekrastes jūras virzienā (Gary et al., 1972). Dabā mūsdienu erozijas un dinamiski neitrāla krasta gadījumos šo demarkācijas līniju attiecīgi iezīmē stāvkrasta vai virs ūdens līmeņa visaugstāk novietotās pludmales noskalojuma kāples pamatne, bet pieauguma krasta gadījumā – ar pastāvīgu veģetāciju klātas piekrastes kāpas pret jūru vērsta piekāje.



1.attēls. Krasta zonas un tai pieguļošās teritorijas ieteicamā terminoloģija un kopsakarības ar jūras dziļuma (D), krasta zonas elementu viļņu garuma (L) un viļņu augstuma (H) kvantitatīvajiem parametriem.

Krasts (*shore* angļu; *bereg, beregovaya polosya, pl'yazh* krievu) ir šaura zemes josla, kas tieši robežojas ar ūdenstilpi, konkrētajā gadījumā – jūru vai lielu ezeru, un kura pārmaiņus atsedzas un pārklājās ar paisuma un stipra vēja radīto uzplūdu ūdeņiem (Gary et al., 1972).

Krasta līnija, ūdens līnija (*shoreline, waterline* angļu; *beregovaya liniya* krievu) – šķirtnes līnija starp ūdens klāto un atsegto krasta (pludmales) daļu. Tās telpiskais novietojums mainās līdz ar jūras līmeņa izmaiņām laikapstākļu un plūdmaiņu ietekmē.

Pludmale (*beach, shore* angļu; *pl'yazh; otmel'* krievu), *sin.* jūrmala, liedags – samērā līdzena, nolaidena, irdenu nogulumu josla, kas stiepjas sauszemes virzienā starp zemo ūdens līmeni un mūsdienu pamatkrasta līniju (*coastline* angļu). Izšķir augsto pludmali (*backbeach, backshore* angļu), kas ir pludmales augšējā daļa un aplūst tikai spēcīgu vētru (plūdmaiņu jūrās arī augsto paisumu) laikā, bet pārsvarā tajā ir subaerāli apstākļi; zemo pludmali (*beach face, foreshore* angļu), kas ir pludmales priekšējā nolaidenā daļa starp zemo ūdens līmeni un vidējo ūdens līmeni, pat mērena jūras vēja apstākļos tā ir pilnīgi vai daļēji applūdusi.

Atkraste (*shoreface; inshore* angļu) ir nenoteikta platuma krastam (pludmalei) pieguļoša akvatorijas josla, kas stiepjas jūras virzienā krietni aiz bangojuma joslas. “Atkraste” novērš pārpratumus, ko var radīt vārds “piekraste”, ar ko parasti apzīmē zemes daļu gar krastu (Feists, 2016). Atkraste kopā ar pludmali (krastu) veido krasta zonu (*shorezone* angļu; *beregovaya zona* krievu). Tajā norisinās viļņu transformācija, vējuzplūdi un plūdmaiņu izraisītās ūdens līmeņa svārstības, sanešu garkrasta un šķērskrasta

pārvietošana un nogulsnešana, pludmales erozija, dažādu subaerālu un subakvālu krasta zonas reljefa formu veidošanās.

Tuvkraste (*nearshore* angļu; *priberezhnye* krievu) ietver atkrasti un nenoteikta platuma šauru pārejas joslu uz ārkrasti. Ārkraste (*offshore* angļu, *predbrezhnye* krievu) ir relatīvi līdzena mainīga platuma zona, kas stiepjas no tuvkrastes līdz kontinentālā šelfa malai.

Šī pētījuma nolūks ir aktivizēt Zemes zinātņu terminu latviešu valodā unificēšanu un skaidrojumu (definīciju) uzlabošanu, kā arī rosināt akadēmiskas diskusijas par terminoloģijas pilnveidošanu. Ņemot vērā tēžu ierobežoto apjomu, nav iespējams sniegt visu terminu izvērstu skaidrojumu, tālab aprobežojamies tikai ar dažu nozīmīgāko terminu interpretāciju.

Literatūra

Belzēja, Z., Birzvalka, I., Jurka, L., Mozere, R., Raškevičs, R., Treilons, A., 1995. *English–Latvian dictionary*, 3rd improved edition. Rīga, “Jāņa sēta”, 1324 lpp.

Danilāns, I., Gavena, I. (red.), 1995. *Latviešu – krievu, krievu – latviešu ģeoloģisko terminu vārdnīca*. Rīga, Latvijas Universitāte, 278 lpp.

Danilāns, I., Veinbergs, I., 1995. Krasts, krasta zona. Grām.: Kavacs, G. (atb. red.), *Enciklopēdija Latvija un latvieši. Latvijas daba*, 4. sēj. Latvijas Enciklopēdija, Rīga, 22. lpp.

Eberhards, G., 2003. *Latvijas jūras krasti*. Latvijas Universitāte, Rīga, 293 lpp.

Gary, M., R. McAfee, R. Jr. and Wolf, C. L. (eds.), 1972. *Glossary of Geology*. American Geological Institute, Washington, D.C., 805 pp. plus bibliography (52 pp.)

Jūrmala, 1932–1933. Grām.: Švābe, A., Būmanis, A., Dišlers, K. (galv. red.), *Latviešu konversācijas vārdnīca*, VIII. A. Gulbja apgādībā, Rīga, 14759. lpp.

Veinbergs, I., 1997. Piekrastes zona, piekraste. Grām.: Kavacs, G. (red.), *Enciklopēdija Latvija un latvieši. Latvijas daba*, 4. sēj. Preses nams, Rīga, 122. lpp.

Zenkovich, V. P., Popov, B. A. (nauch. red.), 1980. *Morskaya geomorfologiya. Terminologicheskiy spravochnik*. Moskva, Mysl', 280 s.

Elektroniskie resursi

Feists, V., 2016. “Atkraste”, "uzstādījums", "salauztā slotaskāta krimināllieta" – 2015. gada vārds, nevārds un spārnotais teiciens. <https://www.rlb.lv/sakums?b=1&lbu=63568>, skatīts 06.01.2021.

Letonica.lv, skatīts 06.01.2021

Termini.gov.lv, skatīts 06.01.2021

Lietišķā ģeoloģija

KĀ ATPAZĪT KĻŪDAS PAZEMES ŪDENS LĪMEŅU LAIKRINDĀS UN /VAI TĀS LABOT

**Aija Dēliņa, Inga Retiķe, Jānis Bikše, Andis Kalvāns, Konrāds Popovs, Alise Babre,
Marta Jemeljanova, Artjoms Zelenkevičs, Artūrs Baikovs, Zanita Avotniece**

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: aija.delina@lu.lv

Pazemes ūdens līmeņu laikrindu analīze ir pamats daudziem hidroģeoloģijas pētījumiem kā lokālā, tā reģionālā mērogā (Baena Ruiz et al. 2018; Gelj et al. 2019; Jarsjö et al. 2020; Marandi et al. 2012; Noorduyn et al. 2019). Lokāli ilgtermiņa pazemes ūdens līmeņu svārstību analīze ļauj novērtēt, piemēram, ūdens ieguves (t.sk. karjeru darbības) un meliorācijas ietekmi, vai var palīdzēt identificēt no pazemes ūdeņiem atkarīgās ekosistēmas un plānot to aizsardzību. Savukārt reģionālā mērogā pazemes ūdens laikrindu analīze ļauj novērtēt dzeramā ūdens nodrošinājumu, pētīt klimata mainības ietekmi vai modelēt dažādus iespējamus nākotnes izmaiņu scenārijus (Bakker and Schaars 2019, Naranjo-Fernández et al. 2020, Obergfell et al. 2019).

Latvijā apjomīgākās datu rindas par pazemes ūdeņu līmeņiem glabājas VSIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” datubāzēs, kas glabā informāciju par pazemes ūdens līmeņu novērojumiem kopš 1959.gada līdz mūsdienām. Laika gaitā ir mainījušās gan līmeņu mērīšanas metodes (manuālus mērījumus nomaina automātiskie līmeņu mērītāji), gan datu uzturētāji un datubāzes (sākotnēji ar roku rakstītās atskaites tikušas digitalizētas).

Likumsakarīgi, ka datu rindās ir dažāda izmēra iztrūkumi un ieviesušās kļūdas, kuru avots ir gan kļūdaini manuālie mērījumi un no darba izgājušas mēriekārtas, gan datubāzes izveides un migrācijas procesi. Šķietami kļūdainu datu rindu izslēgšana no turpmākās analīzes ir vieglākais un biežāk lietotais paņēmiens, tomēr tādā gadījumā netiek izmantoti vērtīgi, gadu desmitiem ievākti tiešie novērojumi un zūd telpiskais pārklājums.

Vislielākā vērtība ir iespējami ilgām un nepārtrauktām pazemes ūdens līmeņu laikrindām, tādēļ šī pētījuma ietvaros (1) tika identificētas un sistematizētas biežāk satopamās kļūdas pazemes ūdens līmeņa laikrindās pēc to rašanās cēloņa, (2) tika izstrādāta pieeja kā vizuāli identificēt šīs kļūdas un visbeidzot (3) tika piedāvāti risinājumi kā rīkoties ar identificētajām kļūdām. Pētījumu papildina arī ticamības līmeņu piesaiste kļūdu identificēšanas un lēmumu pieņemšanas procesam. Pētījuma rezultāti būs noderīgi ikvienam, kas strādā ar ilgtermiņa pazemes ūdens līmeņa novērojumiem.

Pētījumu finansē Latvijas Zinātnes padome, projekts "Laiktelpiskā pazemes ūdeņu sausuma prognozēšana ar jauktiem modeļiem daudzslāņu sedimentācijas baseinā klimata pārmaiņu ietekmē", projekta Nr. lzp-2019/1-0165.

Izmantotā literatūra

- Obergfell, C., M. Bakker, and K. Maas. 2019. Identification and explanation of a change in the groundwater regime using time series analysis. *Groundwater*, **57(6)**, pp. 886-894. <https://doi.org/10.1111/gwat.12891>.
- Bakker M., Schaars F. 2019. Solving groundwater flow problems with time series analysis: you may not even need another model. *Groundwater*, **57(6)**, pp. 826-833.
- Baena-Ruiz, L., Pulido-Velazquez, D., Collados-Lara, A. J., Renau-Pruñonosa, A. and Morell, I. 2018. Global Assessment of Seawater Intrusion Problems (Status and Vulnerability), *Water Resour. Manag.*, **32(8)**, pp. 2681–2700, doi:10.1007/s11269-018-1952-2.
- Gejl, R.N., Rygaard, M., Henriksen, H.J., Rasmussen, J., Bjerg, P.L. 2019. Understanding the impacts of groundwater abstraction through long-term trends in water quality. *Water Research* **156**, pp. 241-251. DOI: 10.1016/j.watres.2019.02.026
- Jarsjö, J., Andersson-Sköld, Y., Fröberg, M., Pietróń, J., Borgström, R., Löf, Å., Kleja, D.B. 2020. Projecting impacts of climate change on metal mobilization at contaminated sites: Controls by the groundwater level. *Science of the Total Environment*, **712**, 135560
- Noorduijn, S. L., Cook, P. G., Simmons, C. T. and Richardson, S. B. 2019. Protecting groundwater levels and ecosystems with simple management approaches, *Hydrogeol. J.*, **27(1)**, pp. 225–237, doi:10.1007/s10040-018-1849-4.
- Marandi, A., Karro, E., Raidla, V. and Vaikmäe, R. 2012. Conceptual model of groundwater quality for the monitoring and management of the Voronka groundwater body, *Estonia, Est. J. Earth Sci.*, **61(4)**, pp. 328, doi:10.3176/earth.2012.4.11.
- Naranjo-Fernández N., Guardiola-Albert C., Aguilera H., Serrano-Hidalgo C. and Montero-González E. 2020. Clustering Groundwater Level Time Series of the Exploited Almonte-Marismas Aquifer in Southwest Spain. *Water*, **12**, 1063; doi:10.3390/w12041063.

ZEMES IEGRUVUMA CĒLOŅI VECSAULES CIEMA APKĀRTNĒ

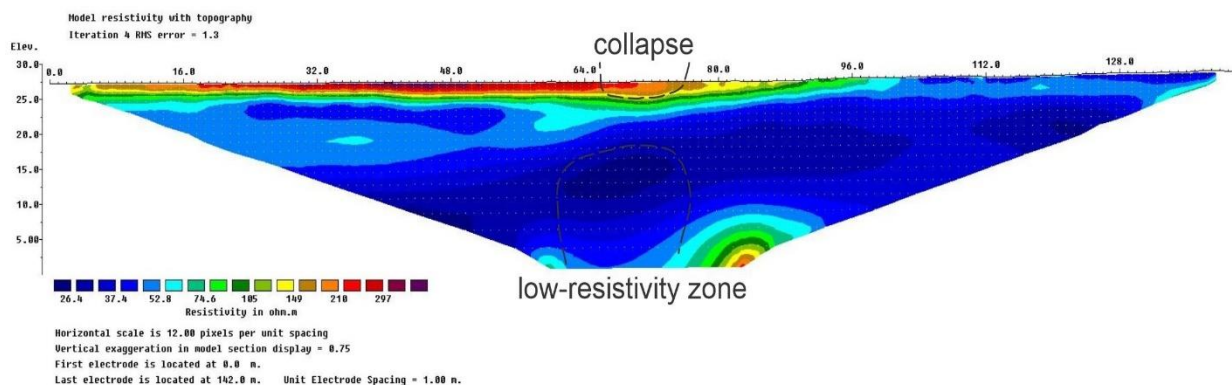
Pēteris Džeriņš, Jurijs Ješkins

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: peteris.dzerins@gmail.com

Skaistkalnes pagastā atrodas viens no aktīvākajiem karsta reģioniem Latvijā ar aptuveno karsta procesu intensitāti 1 karsta kritene uz km² 10-20 gados (Трацевская, 1986). 2020.gada decembra sākumā Saulē, Vecumnieku novadā, aptuveni 10 km uz dienvidrietumiem no Skaistkalnes notika zemes iegruvums, kura rezultātā izveidojās piltuvveida bedre. Šī teritorija atrodas ārpus iepriekšējos pētījumos identificētās aktīvās karsta zonas.

Lai noskaidrotu zemes iegruvuma ģenēzi, tā tuvumā tika veikta ģeofizikālā izpēte, izmantojot Elektriskās Pretestības Tomogrāfiju (EPT). Papildus tika veikta teritorijas aerofotogrammetrija un izveidots virsmas modelis, lai aprēķinātu iebrukušā materiāla tilpumu.

Pēc izveidotā zemes virsmas modeļa tika aprēķināts, ka iebrukuma laukums ir 72 m² un aptuvenais tilpums – 134 m³. EPT rezultāti liecina, ka zem izveidojušās bedres pamatiežos konstatēta zemākas pretestības zona, kas turpinās līdz elektroizpētes maksimālajam izpētes dziļumam (27 m), un, iespējams, turpinās arī dziļāk (1.attēls).



1.attēls. EPT profils gar iegruvumu.

Literatūra

Трацевская, Л.П., Венска, В.К., Тиханенок, А.П., Лищук, В.И., Селиванов, И.Г. 1986. По изучение экзогенных геологических процессов (II этап), Рига, Управление геологии Латвийской ССР

PAZEMES ŪDENS LĪMEŅA MODELĒŠANA, IZMANTOJOT IMPULSA ATBILDES FUNKCIJU

Marta Jemeljanova, Jānis Bikše, Andis Kalvāns

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte,

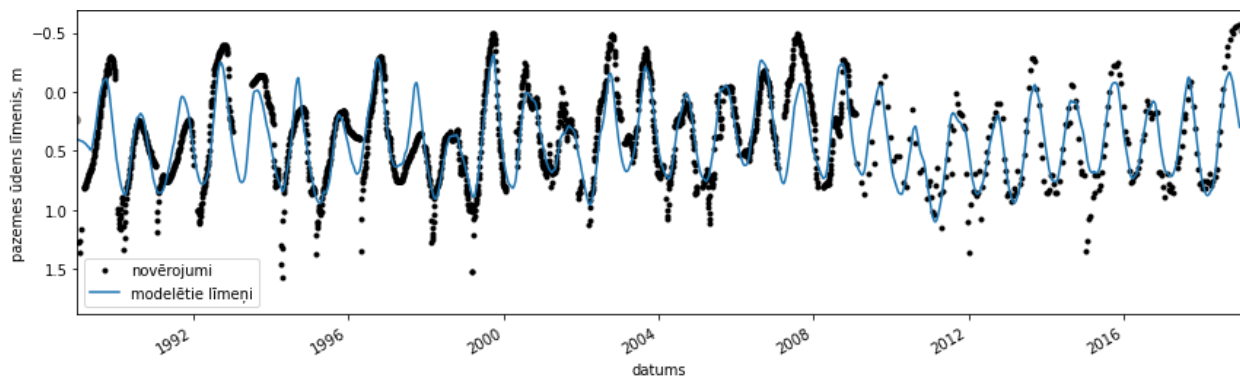
e-pasts: Marta.Jemeljanova@lu.lv; Janis.Bikse@lu.lv; Andis.Kalvans@lu.lv

Pazemes ūdens līmeņa sakarību modelēšanu iespējams veikt pēc vairākām metodēm, tajā skaitā modelēt, izmantojot impulsa atbildes funkciju (IRF). Pēc būtības ar IRF tiek aprēķināts, pēc cik ilga laika nokrišņu un evapotranspirācijas svārstības atspoguļojas pazemes ūdens līmeņa izmaiņās.

Metode ir balstīta uz IRF, kas definē impulsa (nokrišņu un evapotranspirācijas vienības) ietekmi uz pazemes ūdens līmeni laika vienībā, un metoodatu reizinājumu summas, kā arī trokšņu modeļa - neizskaidrotajām svārstībām (von Asmuth et al., 2002; Zaadnordijk et al., 2019). Metodes priekšrocība ir nelielais neatkarīgo (nokrišņu un potenciālās iztvaikošanas) un atkarīgo (kalibrācijas pazemes ūdens līmeņu) laika rindu skaits, simulācijas ātrums un iespēja izmantot pazemes ūdens līmeņu laika sērijas ar neregulāru soli. Modelis tika izstrādāts, izmantojot brīvpieejas pakotni *Python* programmēšanas valodai *Pastas* (Collenteur et al.,

2019). Pētījumā tika izmantoti pazemes ūdens līmeņa novērojumu dati no Nacionālās vides monitoringa programmas, kā arī E-OBS gridētie meteoroloģisko novērojumu dati (Cornes et al., 2018) laika periodam no 1991. līdz 2019.gadam.

Tika iegūtas pazemes ūdens līmeņa laika sērijas ar ikdienas soli. Salīdzinot novērojumu un modelētos pazemes ūdens līmeņu datus (1.att.), var secināt, ka, lai arī kopumā simulācijā ir redzamas galvenās tendences (70,3% novērojumu izskaidro meteoroloģisko datu ietekme), modelis ne vienmēr spēj reproducēt ekstrēmus; nereti tās ir svārstības, kas saistītas ar antropogēniem faktoriem.



1.attēls. Stacijas “Rimeikas” urbuma 9600 novērojumu un modelēto līmeņu salīdzinājums.

Pazemes ūdens līmeņu datu rindās bieži raksturīgi iztrūkumi, vai arī mērījumi veikti ar atšķirīgiem laika intervāliem (Zaadnoordijk et al., 2019), tāpēc modeļa rezultātus var izmantot, lai aizstātu tiešo novērojumus, kad ir nepieciešami homogēni pazemes ūdens līmeņu dati. Salīdzinot ar tiešajiem novērojumiem, IRF aprēķinātās pazemes ūdens līmeņa svārstību laika rindas ir iespējams plašāk vispārināt, jo tās nesatur partikulāras, tikai vienam novērojumu urbumam raksturīgas svārstības.

Pētījums veikts ar Latvijas Zinātnes padomes finansiālu atbalstu projekta “Laiktelpiskā pazemes ūdeņu sausuma prognozēšana ar jauktiem modeļiem daudzslāņu sedimentācijas baseinā klimata pārmaiņu ietekmē” (GURU) (LZP-2019/1-0165) ietvaros.

Literatūra

Collenteur, R.A., Bakker, M., Calje, R., Klop, S.A., Schaars, F. 2019. Pastas: Open Source Software for the Analysis of Groundwater Time Series. *Groundwater*, **57(6)**, 877-885.

Cornes, R. C., van der Schrier, G., van den Besselaar, E. J. M. and Jones, P. D.: An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Data Sets, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123(17), 9391–9409, doi:10.1029/2017JD028200, 2018.

von Asmuth, J.R., Bierkens, F.P., Maas, K. 2002. Transfer function-noise modeling in continuous time using predefined impulse response functions. *Water Resources Research*, **38(12)**, pp. 23-1 – 23-12.

Zaadnoordijk, W.J., Bus, S.A.R., Lourens, A., Berendrecht, W.L. 2019. Automated Time Series Modeling for Piezometers in the National Database of the Netherlands. *Groundwater*, **57(6)**, 834-843.

GRUNTS PIESĀRŅOJUMA KARTĒŠANA, IZMANTOJOT ĢEORADARU, INČUKALNA DIENVIDU GUDRONA DĪĶA APKĀRTNĒ

**Jurijs Ješkins, Jānis Karušs, Kristaps Lamsters, Viesturs Zandersons,
Dmitrijs Poršņovs**

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte

Inčukalna gudrona dīķi gadiem ilgi ir kalpojuši par Rīgas naftas pārstrādes rūpnīcu toksisko vielu izgāztuvi. Piesārņojums ir plaši izplatījies nogulumos un ietekmējis gruntsūdens kvalitāti un ķīmisko sastāvu. Šobrīd aktīvi notiek sanācijas darbi Dienvidu gudrona dīķa likvidēšanai. Esošajā pētījumā tika pielietota radiolokācijas metode grunts piesārņojuma kartēšanā. Ģeoradara interpretācija tika izmantota elektroizpētes rezultātu modelēšanā ar mērķi identificēt piesārņojuma izplatību Dienvidu gudrona dīķa apkārtējā teritorijā.

Inčukalna gudrona dīķu ģeofizikālie pētījumi ir norisinājušies jau XX gadsimta 90s gados (Aleksans et al. 1993). Šo pētījumu rezultāti sniedza būtisku informāciju par ģeoloģisko situāciju teritorijā, atklājot vietas, kur potenciāli piesārņojums var izplatīties arī dziļākos slāņos. Inčukalna teritorijā ir sarežģīts ģeoloģiskais griezumš – griezumā 15–25 metru dziļumā esošus vidēja devona Gaujas svītas smilšakmeņus pārklāj morēna. Vietām, morēnas sega ir ļoti plāna un pat iztrūkst. Virs morēnas atrodas Baltijas ledus ezera nogulumi (smilts un grants slāņkopa), savukārt augšā tos pārsedz eolie nogulumi. Morēnas iztrūkums veido atsevišķas vietas, kur notiek kvartāra gruntsūdeņu infiltrācija pamatiežos – hidroģeoloģiskie logi. Kopā ar gruntsūdeņiem migrē arī piesārņojums no gudrona dīķiem. Dīķi tika ierīkoti smilts-grants karjeros un pirms to ierīkošanas netika pielietotas piesārņojuma izplatības ierobežošanas metodes – piemēram, hidroizolācijas ierīkošana. Līdz ar to, piesārņojums var brīvi migrēt grunts slāņos.

Šajā pētījumā tika izmantots ģeoradars *Zond-12e* ar 75 MHz un 300 MHz antenām. Pētījuma laikā tika veikti vairāki eksperimenti gan antenu un ģeoradara konfigurācijas parametru izvēlē, gan arī izpētes stratēģijā. Gala rezultātā tika ierīkoti 11 radiolokācijas profili ar kopējo garumu 5,5 km. Profilu līniju atrašanās vietas tika noteiktas, izmantojot augstās precizitātes reāla laika GNSS uztvērēju *Emlid Reach RS2*. Koordinātas tika piefiksētas LKS92/Latvia TM koordināšu sistēmā ar LAS 2000,5 vertikālo references sistēmu. Lai precizētu elektromagnētiska impulsa izplatīšanas ātrumu nogulumos, tika izmantota CMP (common-middle point) metode (Karušs un Bērziņš 2015). Ģeoradara dati tika apstrādāti *Prism 2.60* datorprogrammā.

Rezultātā radarogrammās tika apstiprināts ģeoloģiskais griezumš, kas iepriekš tika izveidots pēc urbumu datiem. Pēc ģeoradara datu interpretācijas vietām tika konstatēts

morēnas slāņa iztrūkums, kas apstiprina hipotēzi par hidroģeoloģisko logu. Dažos profilos tika konstatēts, ka signāla penetrācijas dziļums nav pietiekams – signāls tiek izkliedēts augšējās eolo un Baltijas ledus ezera nogulumos. Šāda izkliede ir raksturīga gruntīm ar augstu elektrovadītspēju. Ņemot vērā, ka gudrona vielām arī piemīt augstā elektrovadītspēja, varam pieņemt hipotēzi, ka šajos nogulumos ir augsts piesārņojuma daudzums. Izklijes intensitāte pieaug profilos, kas atrodas tuvāk gudrona dīķim.

Gala rezultātā ģeoradara profilu interpretācija kalpoja par pamatu ģeoloģiska modeļa izveidei elektroizpētes interpretācijas veidošanā. Šāda informācija tiek izmantota lai precizēt elektroizpētes rezultātus un paaugstināt piesārņojuma izplatības modeļa ticamību.

Pētījuma rezultātā tika secināts, ka ģeoradars kombinācijā ar elektroizpēti var kalpot par efektīvu metodi grunts piesārņojuma kartēšanā. Šāda kombinācija ļauj precīzi noteikt piesārņojuma esamību un tā izplatīšanas ceļus. Ģeoradara pielietošanai šādos apstākļos ir būtiski apgrūtinājumi, jo piesārņojums var izmainīt grunts elektromagnētiskās īpašības un paaugstināt grunts elektrovadītspēju. Signāls šādos nogulumos tiek izkliedēts.

Pētījums izstrādāts LZP projekta “Kompleksu ģeofizikālo datu integrēšana un izmantošana grunts piesārņojuma kartēšanā” (lzp-2020/2-0171) ietvaros.

Literatūra

Aleksans, O., Levin, I., Anikejeva, R., Semjonov, I., Gosk, E. 1993. Incukalns waste pools – problem or asset? DGU Service report no. 37, pp.32.

Karušs, J., Bērziņš, D. 2015. Ground-penetrating radar study of the Cenas tīrelis bog, Latvia: Linkage of reflections with peat moisture content. Bulletin of the Geological Society of Finland, 87, 87–98, <http://dx.doi.org/10.17741/bgsf/87.2.004>.

KLIMATA MAINĪBAS IETEKME UZ JŪRAS ŪDENS INTRŪZIJAS PAZEMES ŪDENS NESĒJSLĀŅOS ATTĪSTĪBU LIEPĀJĀ

Andis Kalvāns, Aija Dēliņa, Konrāds Popovs

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Andis.Kalvans@lu.lv

Jūras ūdens intrūzija augšējā devona Mūru-Žagares ($D_3mr-žg$) ūdens nesējslānī Liepājā, kas izpaudās kā ūdens sāļuma būtisks pieaugums, ir labi zināma problēma (Spalvins *et al.*, 2004; Retike and Bikše, 2018). Jūras ūdens intrūzija strauji attīstījās 20. gs. otrajā pusē, bet pēc ūdens ieguves sistēmas pārkārtošanas intrūzijas attīstības ātrums samazinājās (Spalvins *et al.*, 2004). Savukārt 21. gadsimta sākumā, atsevišķos monitoringa punktos jau tika novērota pakāpeniska pazemes ūdens sāļuma samazināšanās, kas liecina par intrūzijas atkāpšanos (Bikše *et al.*, 2016).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, kā nākotnē mainīsies intrūzijas izplatība, ņemot vērā klimata mainības ietekmi. Pētījumā tika izveidots Liepājas apkārtnes hidroģeoloģiskais modelis Aquaveo GMS platformā, kas izmanto ASV Ģeoloģijas dienesta Modflow kodu. Modeļa ziemeļu un dienvidu robežas aptuveni sakrīta ar pazemes ūdens plūsmas līnijām, savukārt austrumu robeža – ar pazemes ūdensšķirtni Rietumkursas augstienē. Modeļa apgabals ir 80×54 km liels un šūnas izmērs 200×200 m, aktīvo šūnu skaits bija 456 069. Modeļa apgabalā tika izdalīta centrālā 30×30 km liela zona detalizētu aprēķinu veikšanai. Modeli veido 7 hidroģeoloģiskās vienības no augšdevona Jonišķu-Akmenes ūdens nesējslāņa modeļa pamatnē līdz kvartāra smilts un morēnas slānim, augšā, ar telpiski mainīgām nesējslāņa un sprostsāņa īpašībām.

Tika definēti 3 kvazistacionāri modeļa scenāriji: pagātne, mūsdienas un nākotne. Pazemes ūdens līmeņu sadalījums tika aprēķināts kalibrējot modeļa parametrus, t.sk. pazemes ūdens barošanas, attiecībā pret līmeņa novērojumiem. Kalibrēto modeli izmantojām nestacionārai intrūzijas attīstības aprēķināšanai, kā indikatoru izmantojot hlorīda (Cl^-) koncentrāciju. Mūsdienu un nākotnes scenārija sākuma stāvoklis tika definēts izmantojot iepriekšējā scenārija rezultātus.

Klimata mainības ietekme tika aprēķināta izmantojot delta-izmaiņas pieeju, tas ir nākotnes klimats tika raksturots ar mērogošanas koeficientu modificējot mūsdienu apstākļus raksturojošajām gaisa temperatūras un nokrišņu daudzumu vērtībām. Mēs izmantojām GeoERA programmas (<https://geoera.eu/>) Tactic projekta WP3 ietvaros (*F. S. Weiland, B. van den Hurk and T. Kroon at Deltares, Netherlands*) iegūtos mēneša vidējos mērogošanas koeficientus, kas tika aprēķināti no ISMIP klimata modeļu ansambļa, atbilstoši +3 °C globālās temperatūras izmaiņu scenārijam 2100. gadā.

Mēs pieņemām, ka proporcija starp pazemes un virszemes noteci nākotnē nemainīsies, bet mainīsies pieejamais ūdens apjoms – nokrišņu un evapotranspirācijas starpība. Izmantojot ERA5-land (Copernicus Climate Change Service (C3S), 2019) reanalīzes datus, mēs ieguvām rezultātu, ka nākotnē pazemes ūdens barošanās varētu palielināties pat par 50% salīdzinot ar mūsdienu apstākļiem. Šo skaitli mēs tālāk izmantojām, lai modificētu hidroģeoloģiskā modeļa pazemes ūdens papildināšanās apjomu nākotnes scenārijam.

Rezultātā mēs aprēķinājām, ka kopējā hlorīda jona masa, kas no jūras ir iespiedusies Mūru-Žagares ($D_{3mr-žg}$) ūdens nesējslānī 2100. gadā varētu būt pat 4 reizes mazāka kā 20. gs. 80-tajos gados. Bet intrūzijas izplatība samazināsies ievērojami mazāk sāļā ūdens un saldūdens sajaukšanās rezultātā. Interesanti, ka, lai gan modelī tika iestrādāts Mūru-Žagares ($D_{3mr-žg}$) ūdens nesējslāņa atsegums Baltijas jūras gultnē, modelētā, jūras ūdens iespiešanās

notika caur to pārsedzoši morēnas sporstslāni – modelis uzrādīja augstāko Cl^- koncentrāciju tieši krasta zonā.

Veicot aprēķinu pagātnes scenārijam konstatējām, ka ir nepieciešams nereālistiski ilgs laiks, lai modelētā intrūzijas attīstība atbilstu novērojumiem. Tāpēc var secināt, ka kāds no modeļa pieņēmumiem ir neprecīzs. Iespējams jau dabiskos apstākļos jūras ūdens bija iespiedies Mūru-Žagares ($D_{3mr-žg}$) ūdens nesējslānī zem Baltijas jūras. Vai arī karbonātiskajā ūdens nesējslānī ūdens plūsma notiek pa karsta procesu paplašinātu plaisu tīklu, kā rezultātā intrūzija attīstījās ievērojami straujāk kā modelēts. Alternatīvi, ūdens ieguves apjoms 20. gs. vidū iespējams bija lielāks, kā uzrādīts dokumentos, kā rezultātā kalibrētie modeļa rezultāti ir neprecīzi.

Pētījums bija iespējams pateicoties projektu VSIA LVGMC līgums Nr. LVGMC 2020/17, Latvijas Zinātnes padomes grants Nr. lzp-2019/1-0165 un LU zinātnes bāzes finansējuma projekta Nr ZD2016/AZ03 līdzekļiem.

Literatūra

Bikše J, Retiķe I, Kalvāns A. 2016. Historical evolution of seawater intrusion into groundwater at city Liepāja, Latvia. *XXIX Nordic Hydrological Conference 8-10 August 2016, Kaunas, Lithuania* **21**: 171

Copernicus Climate Change Service (C3S). 2019. C3S ERA5-Land reanalysis. *Copernicus Climate Change Service* Available at: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home> [Accessed 20 April 2020]

Retiķe I, Bikše J. 2018. New Data on Seawater Intrusion in Liepāja (Latvia) and Methodology for Establishing Background Levels and Threshold Values in Groundwater Body at Risk F5. *E3S Web of Conferences* **54**: 00027 DOI: 10.1051/e3sconf/20185400027

Spalvins A, Slangens J, Janbickis R, Lace I, Eglite I, Skibelis V. 2004. Hydrogeological model for well field Otanki of Liepāja, Latvia. *Scientific Proceedings of Riga Technical University in series 'Computer Science'* **21** (46): 162–171

SEISMISKĀ MOMENTA TENZORA VĒRTĒJUMS, PAMATOJOTIES UZ STACIJAS IEROBEŽOTO SKAITU KAĻIŅINGRADAS ZEMESTRĪCĒI 2004.G. 21.SEPTEMBRĪ

Dmytro Malytskyy¹, Valērijs Ņikuļins²

¹Carpathian Branch of Subbotin Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine,
Lvova, e-pasts: dmalytskyy@gmail.com

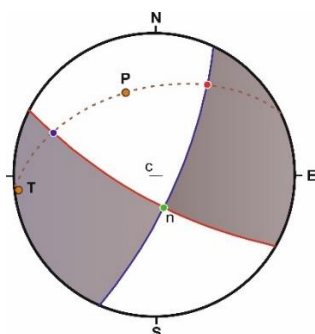
²Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, e-pasts: valerijs.nikulins@lvgmc.lv

Izmantojot *viļņu formas inversijas* (WFI) metodi (Malytskyy 2010; Malytskyy & Kozlovskyy, 2014; Malytskyy & D'Amico, 2015; Malytskyy, 2016), 2004.g. 21.septembrī (plkst. 13:32 UTC) Kaļiņingradas zemestrīcē tika iegūts cilmvietas mehānisma risinājums.

Metode tika pārbaudīta, lai to izmantotu kā diskriminantu Baltijas austrumu reģionā, lai atpazītu seismisko notikumu (tektoniskās zemestrīces vai sprādziens rūpnieciskajā karjerā un Baltijas jūrā) ģenēzi, pamatojoties uz ierobežotu staciju skaitu. Tas ir svarīgi, jo Austrumbaltijas reģionā ir ļoti rets seismiskais tīkls un slikti apstākļi seismoloģiskā monitoringa veikšanai augsta trokšņa līmeņa un sarežģītu ģeoloģisko apstākļu dēļ (Nikuļins, 2020).

VFI metode tika izmantota platjoslas kanāliem. Zemestrīces cilmvietas mehānisma risinājuma rezultāti (vērsums (*strike*) = 119°; kritums (*dip*) = 73°; *rake* = -163°) ļāva: 1) konstatēt zemestrīces cilmvietas mehānismu kā *labās puses nobīdi*, 2) novērtēt cilmvietas optimālo dziļumu līdz 3,0 km, 3) novērtēt kompresijas ($P_{az} = 340^\circ$; $P_{pl} = 29^\circ$), stiepes ($T_{az} = 252^\circ$; $T_{pl} = 1^\circ$) asu parametrus un asi, kas atbilst divu mezglu plakņu krustojumam ($B_{az} = 162^\circ$; $B_{pl} = 66^\circ$).

Iegūtie rezultāti sakrīt ar vadošo seismoloģisko aģentūru rezultātiem. Seismotektoniskā analīze parādīja, ka zemestrīces hipocentrs ir saistīts ar *Jantarnenskas* lūzuma zonu un *Bakalinas* fleksūras zonu. VFI metode parādījusi, ka tā varbūt izmantota, kā potenciālais diskriminants seismisko notikumu ģenēzes atpazīšanai.



1. attēls. Kaļiņingradas zemestrīces cilmvietas mehānisms 2004. gada 21. septembrī (13:32 UTC).

Apzīmējumi: c – diagrammas centrs; n – plakņu krustojuma punkts; P – kompresijas ass pielikuma punkts; T – stiepes ass pielikuma punkts; punktveida līnija – polu plakne; sarkanā līnija – mezgla priekšrocības plakne; zilā līnija – sekundārā plakne.

1.tabula. Dažādu seismoloģisko aģentūru salīdzinošie rezultāti Kaļiņingradas 2004.gada 21.septembra zemestrīces fokusa mehānisma risināšanā.

Apzīmējumi: ZUR_RMT - Šveices seismoloģijas dienests; MED_RCMT - Med-Net Regional Centroid Moment Tensor; GCMT - HRVD/GCMT, CMT Globālais projekts; IGF - Polijas Zinātņu akadēmijas Ģeofizikas institūts; Mal & Nik - pētījuma autori; N_{sta} - seismisko staciju daudzums; P – saspiešanas ass; T – sastiepuma ass; B – nulļu plaknes ass.

Aģentūra	Plakne	Strike	Dip	Rake	H, km	P		T		B		N_{sta}
						Az	PI	Az	PI	Az	PI	
ZUR_RMT	1	26.0	86.0	26.0	15.0	157	15	253	21	33	64	
	2	294.0	64.0	176.0								
MED_	1	211.0	85.0	-8.0								

RCMT	2	302.0	82.0	-175.0	20.5	166	9	257	3	3	80	19
GCMT	1	22.0	83.0	-5.0	20.2	338	8	247	1	148	82	40
	2	113.0	85.0	-173.0								
IGF	1	204.7	84.3		20.0							
	2	113.4	77.3									
Mal & Nik	1	119.0	73.0	-163.0	3.0	340	29	252	1	162	66	4
	2	23.0	73.0	-17.0								

Literatūra

Malytskyy, D., 2010. Analytic-numerical approaches to the calculation of seismic moment tensor as a function of time, *Geoinformatika*, 1, pp. 79-85. (In Ukrainian).

Malytskyy D. & Kozlovskyy E., 2014. Seismic waves in layered media, *J. of Earth Science and Engineering*, 4, 311-325.

Malytskyy D. & D'Amico S., 2015. Moment tensor solutions through waveforms inversion, ISBN: 978-88-98161-13-3, Mistral Service S.a.S., Earth and Environmental Sciences.

Malytskyy, D., 2016. Mathematical modeling in the problems of seismology, *Naukova Dumka*, Kyiv, 277 p. (in Ukrainian).

Nikulins V., 2020. Seismological Monitoring in Latvia. Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre, 54(I), 50-66. <https://doi.org/10.31905/BKETRT2R>

SEISMISKĀ NOTIKUMA ĢENĒZES ANALĪZE LIETUVĀ 2015. G. 12. JŪNIJĀ

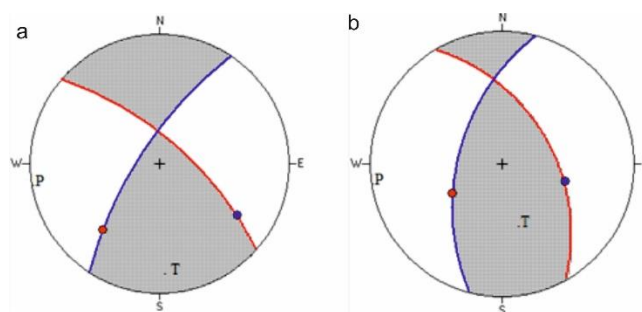
Dmytro Malytskyy¹, Valērijs Nikulins²

¹Carpathian Branch of *Subbotin* Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, Lvova, e-pasts: dmalytskyy@gmail.com

²Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, e-pasts: valerijs.nikulins@lvgmc.lv

2015.gada 12.jūnijā Lietuvā, dienvidrietumu Klaipēdā, notika seismiskais notikums (laiks $t_0 = 08:18:26.4$; Lat = 55.52° N, Lon = 21.40° E; H = 0.9 km; ML = 2.6) ar neskaidru ģenēzi. Šī seismiskā notikuma epicentrs atradās rajonā, kur notiek naftas un ģeotermālo resursu iegūšana. Pētījuma teritoriju raksturo tektonisko lūzumu sistēma (Paškevičius, 1997) un tektoniskais mezgls dienvidaustrumos no Klaipēdas. Šajā rajonā nav karjeru, kuros varētu veikt spridzināšanas darbus. Šeit nav notikušas tektoniskās zemestrīces ne vēsturiski, ne pēdējos gados. Tāpēc iepriekš tika izteikts viedoklis par šīs zemestrīces inducēto raksturu (Nikulins & Assinovskaya, 2018).

Lai precizētu šīs inducētās zemestrīces ģenēzi, tika novērtēts tās cilmvietas mehānisms. Zemestrīces cilmvietas mehānisma risinājuma divi varianti (1.att.) tika iegūti, pamatojoties uz *viļņu formas inversijas* (VFI) metodi (Malytskyy, 2010; Malytskyy & D' Amico, 2015) un pēc tam *seismiskā momenta tenzora* (SMT) definīciju. Šim nolūkam izmantoti divi (PABE un SLIT) un trīs seismisko staciju (PABE, SLIT un MTSE) ieraksti no Baltijas virtuālajā seismiskajā tīklā (Nikulins, 2020).



1.attēls. **Zemestrīces cilmvietas mehānisma risinājuma divi varianti 2015. g. 12. jūnijā:**
 a) saskaņā ar PABE un SLIT staciju datiem; b) saskaņā ar PABE, SLIT un MTSE staciju datiem.

Tektoniskas situācijas analīze parādīja, ka ticamāks ir otrais variants zemestrīces cilmvietas mehānisma atrisināšanai, izmantojot 3 seismiskās stacijas. Šis risinājums 1.tabulā tiek iezīmēts tumšā krāsā. Šajā gadījumā 2.plaknei vērsuma azimuts ir 194° . Divu tektonisko lūzumu azimuti ir līdzīgi virzieni: *Gargzdai* - 193° un *Lankupiai* - 175° .

Inducētās zemestrīces lokalizācija parādīja, ka elipses kļūdu lielākā ass ir orientēta gar azimutu 52° . Elipses lielās ass garums ir 46 km un elipses mazākās ass garums ir 16 km. Lokalizācijas kļūdu elipse pārklāj minēto lūzumu dienvidu malu. Tas dod autoriem pamatojumu pieņemt *Gargzdajas* lūzuma dienvidu daļu, kā inducētās zemestrīces iespējamo izcelšanas vietu. Zemestrīces cilmvietas mehānisms ir definēts kā *reverse right-lateral oblique*.

Piemērotās VFI metodes priekšrocība dod iespēju izmantot ierobežotu staciju skaitu. Tas ir tieši svarīgi Baltijas austrumu reģionam, kurā ir rets seismisko staciju tīkls.

1.tabula. **Lietuvas zemestrīces (12.06.2015) cilmvietas mehānisma parametri**
 (laiks cilmvietā $t_0 = 08:18:26.4$; Lat = 55.52°N , Lon = 21.40°E ; H = 0.9 km; ML = 2.6), pamatojoties uz viļņu formu inversiju. Apzīmējumi: φ – *strike*; δ – *dip*; λ – *rake*; P_{Az} – kompresijas azimuts; P_{Pl} – kompresijas ass slīpuma leņķis; T_{Az} – stiepes azimuts; T_{Pl} – stiepes ass slīpuma leņķis.

Stacijas	Zemestrīces cilmvietas parametri									
	Plakne 1			Plakne 2			Kompresijas un stiepes parametri			
	φ	δ	λ	φ	δ	λ	P_{Az}	P_{Pl}	T_{Az}	T_{Pl}
PABE, SLIT	311	68	20	213	71	156	83	-2	351	-29
PABE, SLIT, MTSE	330	47	56	194	52	120	83	-3	347	-66

Literatūra

Malyskyy, D., 2010. Analytic-numerical approaches to the calculation of seismic moment tensor as a function of time, *Geoinformatika*, 1, pp. 79-85. (In Ukrainian).

Malyskyy D. & D'Amico S., 2015. *Moment tensor solutions through waveforms inversion*, ISBN: 978-88-98161-13-3, Mistral Service S.a.S., Earth and Environmental Sciences.

Nikulins V., Assinovskaya B., 2018. Seismicity of the East Baltic region after the Kaliningrad earthquakes on 21 September 2004. *Baltica*, 31(1), 35 – 48.

Nikulins V., 2020. Seismological Monitoring in Latvia. Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre, 54(I), 50-66. <https://doi.org/10.31905/BKETRT2R>

Paškevičius J., 1997. The Geology of the Baltic Republics. Vilnius University, p. 387.

TRACER TESTS AND ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY FOR KARST INVESTIGATION IN NORTH LITHUANIA

Vytautas Minkevičius¹, Saulius Lozovskis², Vidas Mikulėnas², Jonas Satkūnas¹

¹Nature Research Centre, Lithuania, ²Lithuanian Geological Survey,

e-mail: vytautas.minkevicius@lgt.lt

Karst processes are related to Upper Devonian gypsum layers in North Lithuania. These layers are covered mainly with Quaternary cover (Satkūnas et al. 2007). Dissolution of gypsum causes formation of gaps and cavities in underground. Development and growth of the cavities causes formation of the subsidences or even sinkholes (Marcinkevičius, Bucevičiūtė, 1997). Different methods for investigation of karst phenomena are used. One of them is electrical resistivity tomography (ERT) and the other – tracer test. A tracer can be defined as a distinguishable chemical compound which is added to aquatic system having known input function. In this study surface water and solution of sodium chloride were selected as tracers. The first test area is located near Kirkilai village and the second area – near Karajimiškis village in Biržai municipality (Fig.1).

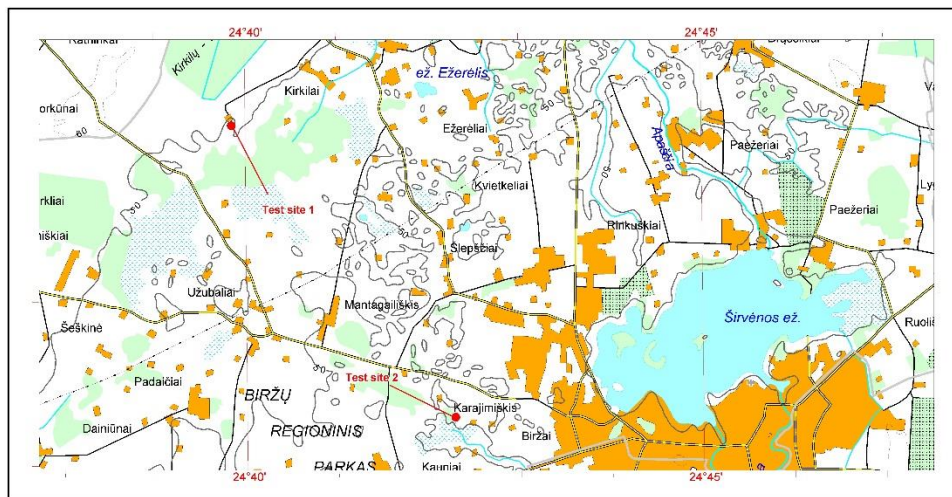


Figure 1. Location of tracer test sites

ERT was performed in “dry” conditions at Test site 1. The ERT line was located near the dry sinkhole and the first ERT profile was measured (Fig.2).

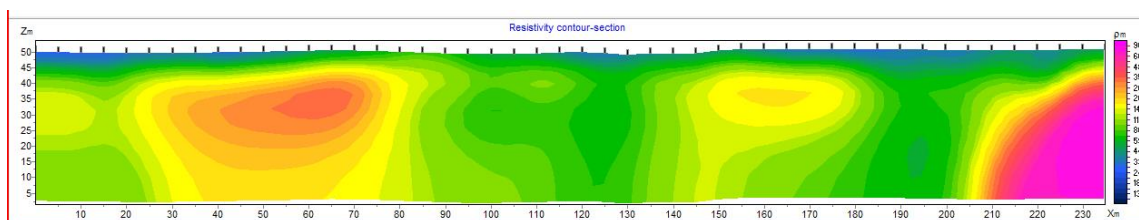


Figure 2. "Dry" ERT profile at Test site 1.

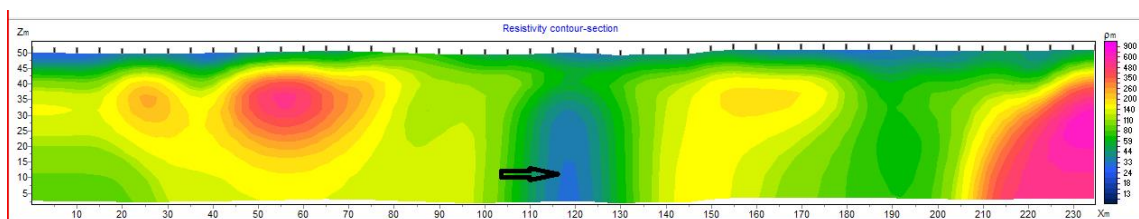


Figure 3. "Wet" ERT profile at Test site 1.

Then the dry sinkhole was filled with surface water after re-establishment of the flow. The second ERT profile measurement was performed (Fig.3). There were no changes in ERT line locations or even positions of electrodes. Comparing these two profiles, a decrease in resistance can be seen. This indicates the pathway of the water flow through the cavity.

Similar test was performed at Test site 2. The solution of sodium chloride was used as a tracer. The results at this site were not so obvious, but the main pathways can be distinguished. The tracers and ERT can be used for detection of cavities and flow pathways under certain conditions.

Literature:

Marcinevičius V., Bucevičiūtė S. 1997. Sulphate karst of North Lithuania. *Engineering Geology and the Environment*. Vol.1. A.A. Balkema. Rotterdam. Brookfield ISBN 9054108789

Satkūnas J., Marcinkevičius V., Mikulėnas V., Taminskas J. 2007. Rapid development of karst landscape in North Lithuania – monitoring of denudation rate, site investigations and implications for management, *GFF*, 129:4, 345-350, DOI: 10.1080/11035890701294345

APPLICATION OF ERT SURVEYING TO SOIL CONTAMINATION MAPPING: A CASE STUDY OF SOUTHERN ACID TAR LAGOON, INČUKALNS, LATVIA

Viesturs Zandersons, Jānis Karušs, Kristaps Lamsters, Dmitrijs Poršņovs,
Juris Ješkins

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

Contaminated areas are a widespread phenomenon in the former USSR republics. Today, such areas pose a threat to the quality of the environment and the health of the surrounding population. Chemical pollution is prevalent in Latvia as well, however, its distribution and composition have not been fully understood even in areas of national

importance, where soil pollution can cause serious environmental problems. Inčukalns's acid tar lagoon was a sand quarry where toxic industrial waste from the production of mineral oils was dumped from the 1970s to the 1980s. The pond contained around 64000 m³ of tars, consisting mostly of mineral oils, asphaltenes, sulfonic and sulphuric acids (Schultze & Semjonovs 2015).

Classically, the evaluation and monitoring of ground pollution are conducted via direct soil sampling or groundwater sampling in monitoring wells (Yurkevich et al. 2017). However, by using such an approach, only pointwise data are obtained. The distribution of soil pollution is being studied mainly by these geophysical techniques: ground-penetrating radar (e.g. Porsani et al. 2004) and electrical resistivity tomography (ERT) (e.g. Meju 2000). In this study we focused on ERT to inquire about the full extent of soil contamination near the historically polluted Inčukalns acid tar lagoon.

We performed geophysical survey of an area of around 500x250 m large just west of the southern Inčukalns acid tar lagoon. ERT was carried out using multichannel SyscalPro Switch (IRIS Instruments, France) instrument and 72 stainless steel electrodes with Wenner electrode configuration array. Electrodes were placed with 2 meters spacing in five 500 meter long profiles, each of which contained 5-6 roll-along successive arrays to ensure consistent measurement depth of about 12 m. Data processing of the results was performed in the RES2DINV software. Data were quality checked by removing the outliers and inverted with Quasi-Newton method, using least of squares inversion approach (Loke and Barker 1996). Model was constrained using a sharp boundary, as previously determined by deepest point of reflection from the ground penetrating radar survey data. Inversion was validated by numerous groundwater monitoring wells in the proximity of the research area (Schultze & Semjonovs 2015).

ERT cross sections replicated the subsurface geology very well. Distinct boundary of groundwater level was observed. We also observed multiple low-resistivity areas of about 100-200 Ωm in the middle of part the each obtained ERT cross-sections. These results correlated well with the largest values of surfactants and chemical oxygen demand from the groundwater monitoring wells. We thus conclude that these low-resistivity areas can be associated with acid tar contamination. According to the survey, acid tar is mostly found in the middle part of the cross section, in a depression-like structure of the underlying till sediments.

We conclude that ERT method is very effective at describing the extent of soil contamination. Continuing our research, we are planning to incorporate other geophysical methods, such as GPR or seismic survey data, while integrating them with unsupervised machine learning algorithms, to improve our interpretation of the ERT data.

This study was supported by fund “Geophysical data integration and application to soil contamination mapping” (Izp-2020/2-0171).

References

Loke, M.H., Barker, R.D. 1996. Rapid Least-Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosections Using a Quasi-Newton Method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131–152.

Meju, M.A. 2000. Geoelectrical investigation of old abandoned, covered landfill sites in urban areas: model development with a genetic diagnosis approach. *Journal of Applied Geophysics*. 44, 115150

Porsani, J.L., Filho, W.M., Elis, V.R., Shimeles, F., Dourado, J.C., Moura, H.P. 2004. The use of GPR and VES in delineating a contamination plume in a landfill site: a case study in SE Brazil. *Journal of Applied Geophysics*, 55, 199-209.

Schultze un Semjonovs 2015. Information on the risks of impact of Inčukalns sulfuric acid tar ponds on surface and groundwater bodies. „Carrying out research works of remediation works of historically polluted sites,, Inčukalns sulfuric acid tar ponds ”sulfuric acid / soil mixture and development of proposals for technical-methodical solutions”. Riga, PA “INTERGEO”. – in Latvian

Yurkevich, N.V., Abrosimova, N.A., Bortnikova, S.B., Karin, Y.G., Saeva, O.P. 2017. Geophysical investigations for evaluation of environmental pollution in a mine tailings area. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 99, 1328-1345.

Ekosistēmas un ugunsgrēki (Ecosystems and fires)

PAST FOREST FIRES AND CLIMATE IN THE EASTERN FENNOSCANDIAN BOREAL FOREST

Tuomas Aakala

School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland,
email: tuomas.aakala@gmail.com

Forest fires were common in the eastern Fennoscandian forests during the past several centuries, before they were almost completely eliminated ca. 100-150 years ago. This high frequency of fires in the past was driven by human use of the land and culture of fire use: forests had little value for the people, contributing to careless use of fire. Many livelihoods led to ignitions in the nearby forests, especially the widespread practices of slash-and-burn agriculture and tar extraction. Forest age structures, tree species compositions and fire-scarred trees in the remaining old forests still carry this legacy of earlier significance of fires.

The mechanism linking forest fires and weather is clear: dry fuels ignite easier and promote the spread of fires, but this connection has been variably visible in the analyses of past fires. Tree rings offer a particularly useful means of studying past fires and their relationship with climatic variability, as they provide a spatially accurate record of fires at annual, or sometimes even at seasonal resolution. However, the relationships between fire and climate have remained elusive in many individual tree ring based fire history reconstructions. The role of bottom-up drivers of forest dynamics, such as landscape composition (proportion and arrangement of water bodies, peatlands, etc.), and soil hydrological characteristics clearly play a role, and have likely hampered the assessment of the role of climatic variability. In contrast to these local controls, climate exerts a top-down effect on fires, influencing them in a similar manner over large regions. Hence, the role of climatic variability on forest fires should become visible in the synchrony of fire history over larger regions, partly overriding the local influences of fire.

To assess the role of climate on fire occurrence during this period of high fire occurrence, we compiled all available fire history reconstructions in eastern Fennoscandia (i.e., Finland and the adjacent areas in Russia), over the period 1550–1900. We analyzed the role of climate for forest fires, using paleoclimate reconstructions of temperature and precipitation, and focused on the synchrony of fires, i.e., the proportion of forest fire histories

that recorded fires in different parts of the region. We analyzed these data at different time scales, from individual years to decades.

Our findings supported the expectation that exceptionally warm summer temperatures and low precipitation drove large-scale synchrony of fires. However, we also identified relationships between these climatic variables and the occurrence of fires at approx. decadal time scales, so that low-frequency fluctuation in climate produced fluctuations in fire occurrence over similar time scales. Thus, over large scales the return intervals of forest fires and the associated ecological consequences all have had a climate-driven decadal-scale variability.

ENHANCING LONG-TERM BIODIVERSITY RECONSTRUCTIONS FROM MIRES WITH MODERN POLLEN-PLANT RELATIONSHIPS

**Ansis Blaus¹, Triin Reitalu¹, Siim Veski¹, Pille Gerhold^{2,3}, Inga Hiiesalu²,
Jhonny Capichoni Massante²., Anneli Poska¹., Jüri Vassiljev¹**

¹Department of Geology, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia,
e-mail: ansis.blaus@taltech.ee

²Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, Tartu, Estonia

³Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Estonian University of Life Sciences,
Tartu, Estonia

Sedimentary pollen is a rich source of information about past vegetation, which, in turn, is crucial for reconstructing past ecosystems, climate and biodiversity. Long-term reconstructions are important for understanding and predicting the scope of ongoing diversity changes, dynamics and historical evolution of community assemblages in changing environments (Birks et al., 2016; Woodbridge et al., 2020). To reduce cavities and better interpret historical reconstructions, modern pollen-plant relationships can be used to study coherence between pollen and surrounding vegetation in various spatial scales.

The present study focuses on the multifaceted modern pollen-plant diversity and environmental gradient relationships in spring fens and investigates modern pollen signal from different mire types in Estonia, NE Europe. Some of the key biodiversity measures - taxonomic richness, composition and relatively unexplored functional diversity (FD) and phylogenetic diversity (PD) are calculated from the modern pollen data and plant data. Composition relationships are assessed with the help of Procrustes analysis and Procrustes correlations. FD and PD are characterized as the standardized effect sizes of mean pairwise trait and phylogenetic distances (SESmpd), respectively. Additionally, we examine the community weighted means (CWMs) of plant functional traits and environmental gradients

with the help of Ellenberg indicator values (Ellenberg, 1991) in pollen and plant data. All the diversity variables were applied on sedimentary pollen from various mires for long-term millennial-scale reconstructions, that would allow to better interpret the historical trends of biodiversity and changes in community structure under different environmental gradients. Indicator Value method (IVM) was used to find indicator pollen taxa for modern forested and open fens, and for bogs.

The results from the modern systems show that pollen diversity of herbaceous taxa mostly reflects local plant diversity (0.5–10 m radius). Woody taxa had no significantly positive pollen-plant diversity correlations in our investigated system. The results of Protest correlations suggest stronger woody pollen-plant coherence at a larger spatial extent of plant data. CWM of plant functional traits such as specific leaf area, leaf dry matter content, seed number and clonality showed strongest modern pollen-plant correlations. These might be the potential traits to consider for studying historical community assemblages under changing climate and environmental gradients. Herbaceous taxa show strong positive association for PD but it was highly influenced by the presence of sporophytes.

The reconstructions show that climate and other abiotic factors have considerably influenced community trait composition, FD and PD through time. Changes in the FD of woody plants are mostly related to long-term changes in climate while the FD of herbaceous taxa follows closely the different development stages of the local mire environment. Different phylogenetic groups (angiosperms vs gymnosperms) respond differently to climate and environmental gradients. Ellenberg-based reconstructions of environmental gradients showed that gradients of moisture, nutrient content and soil reaction well corresponded to different site development phases. Proportions of indicator taxa investigated in sedimentary pollen data from various mires aided the interpretation on mire historical phases, succession and site openness.

We suggest that woody and herbaceous taxa pollen-based diversity estimates should be calculated separately in palaeoecological studies as they represent different spatial scales and might be governed differently by local and regional factors. We show that FD, PD and Ellenberg indicators have a potential for application on sedimentary pollen as they comprehend different angles for better understanding of historical communities' functional properties and evolutionary relatedness responses to environmental changes. Modern pollen signal from our investigated mires provides useful information for reconstructing peatland development patterns.

References:

- Birks, H. J. B., Felde, V. A., Bjune, A. E., Grytnes, J.-A., Seppä, H., & Giesecke, T. (2016). Does pollen-assemblage richness reflect floristic richness? A review of recent developments and future challenges. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **228**, 1–25. doi:10.1016/j.revpalbo.2015.12.011.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulissen, D. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, **18**, 9–166.
- Woodbridge, J., Fyfe, R., Smith, D., et al. (2020). What drives biodiversity patterns? Using long-term multidisciplinary data to discern centennial-scale change. *Journal of Ecology*, **00**: 1–15. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13565>

MICROPLASTIC WASTE ACCUMULATION IN LAKE SEDIMENTS

**Inta Dimante-Deimantovica^{1,2}, Natalja Buhhalko³, Normunds Stivrins⁴, Saija Saarni⁵,
Marta Barone¹, Natalija Suhareva¹, Alvis Vianello⁶, Wojciech Tylmann⁷**

¹Latvian Institute of Aquatic Ecology, Latvia e-mail: inta.dimante-deimantovica@lhei.lv

²Norwegian Institute for Nature Research, Norway

³Tallinn University of Technology Department of Marine Systems, Estonia

⁴University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, Latvia

⁵University of Turku, Department of Geography and Geology, Finland

⁶Aalborg University, Department of the Built Environment, Denmark

⁷University of Gdansk, Faculty of Oceanography and Geography, Poland

A significant presence of plastics in the environment is considered as one of the major challenges in the Anthropocene. In this study we compared sediments from 5 lakes in Latvia (Baltic States, Northern Europe) to analyse and describe plastic pollution accumulation. Studied lakes represented both protected and heavily influenced by human activities lakes. Sediment cores were collected using Kayak/HTH gravity-type corer from deepest parts of the lakes, core was divided into 1 to 1,5 cm sections. Material was used for chronology (dated with ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb and spheroidal carbonaceous particles – SCP) and microplastic analysis. Sediments with microplastic particles were treated with 30% hydrogen peroxide, then underwent density separation using heavy liquid, after that 5% sodium dodecyl sulfate was applied followed by enzymatic and Fenton reactions, finally once again density separation was done. Particles within the size range of 100-500 µm were analysed using µFTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) system Spotlight 400 (Perkin Elmer). Plastic polymers possibly introduced by sampling device, field and laboratory environment were excluded from further analysis. For contamination and control – blank and control samples were treated and analysed.

We could find microplastic particles in every lake sediment sample throughout the core, however protected areas have less deposited microplastic in the sediments. Large particles are not

common in sediments, most of them are fibres. Most dominating microplastic types were different rubber particles, PVA, PE, PVP, EPDM, PA, PS, PP and so called bio-polymers (e.g. PLA).

This research is funded by the European Regional Development Fund, 1.1.1.2 Post-doctoral project No.1.1.1.2/VIAA/2/18/359, Latvian Environmental Protection Fund (1-08/86/2019) and Academy of Finland, grant no. 321869.

TRENDS AND PATTERNS IN ANNUALLY BURNED FOREST AREAS AND FIRE WEATHER ACROSS THE EUROPEAN BOREAL ZONE IN THE 20TH AND EARLY 21ST CENTURIES

**Igor Drobyshev^{1,2}, Nina Ryzhkova², Jonathan Eden³, Mara Kitenberga⁴,
Guilherme Pinto¹, Henrik Lindberg⁵, Folmer Krikken⁶, Yves Bergeron²**

¹Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden;

e-mail: igor.drobyshev@slu.se

²Institut de recherche sur les forêts, Chaire de recherche du Canada en en aménagement forestier durable, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Québec, Canada

³Centre for Agroecology, Water and Resilience, Coventry University, United Kingdom

⁴Latvian State Forest Research Institute Silava, Salaspils, Latvia

⁵Hämeen University of Applied Sciences, Finland

⁶Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, Netherlands

Fire remains one of the main natural disturbance factors in the European boreal zone (EBZ) and understanding climatic forcing on fire activity is important for projecting effects of climate change on ecosystem services in this region. We analyzed the available records of annually burned areas (ABA) in 16 administrative regions of EBZ (countries or administrative units within countries) and fire weather variability to test for their spatio-temporal patterns over the 1901-2017 period. We clustered ABA chronologies in Euclidian space to identify regions of EBZ with temporally synchronous fire activity. We then selected one 117-year long ABA chronology from each cluster, representing its member with the highest correlation between the observational fire record and climatological proxy for fire weather (monthly drought code, MDC). For each cluster, we identified large fire years (LFY), i.e. years with the ABA being above the 10% percentile of its long-term distribution. The climatic forcing of these events was tested in superimposed epoch analysis operated on the gridded 500 hPa pressure fields. Finally, we tested for (a) temporal trend in synchrony of LFY's across clusters, (b) temporal trends in MDC values, and (c) spatial variability in July MDC over the EBZ.

Over the 1992-2017 period, EBZ exhibited large variability in forest fire activity with the fire cycles varying from ~1600 (St. Petersburg region) to ~37000 years (Finland). The clustering of administrative units in respect to their ABA, suggested the presence of sub-regions with synchronous annual variability in ABAs. LFYs in each of the clusters was associated with the development of the high pressure cell over or in immediate proximity of the regions in question in July, indicating climatic forcing of LFYs. Contingency analysis indicated that there was no long-term trend in the synchrony of LFYs observed simultaneously in several administrative units.

We documented a trend towards higher values of MDC for the months of April and May in the western section of EBZ (April) and southern-eastern sections of the Baltic Sea region (May). Trends in MDC during the summer months were largely absent. The geographical pattern of July MDC values, analyzed through principal component analysis over the entire EBZ, indicated the presence of a dipole, i.e. alternative behavior, of the July MDC values over the Scandinavian Peninsula and the eastern section of the EBZ. The dynamics of summer precipitation likely acts a “synchronizing factor” in respect to the EBZ-wide forest fire activity. The significant positive correlation between biome-wide fire activity index and June SNAO (Summer North Atlantic Oscillation) ($r=0.41$) pointed to the importance of large-scale atmospheric circulation, in particular – the summer European blocking pattern, in controlling forest fires across EBZ. Despite exhibiting strong gradients in climate conditions, modern and historical patterns of forest use, the infrastructure and human population densities, the forest fire activity of the European boreal zone remains strongly connected to the annual climate variability. Higher frequency of strongly positive SNAO states in the future will likely synchronize years with a large area burned across the EBZ.

THE ROLE OF PLANT TRAITS IN FIRE REGIME DYNAMICS IN SIBERIAN BOREAL FORESTS

Angelica Feurdean

Department of Physical Geography, Goethe University, Frankfurt am Main, Germany,
email: angelica.feurdean@gmail.com

Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre (BiK-F), Frankfurt am Main, Germany

Boreal forests are among the ecosystems most significantly impacted by wildfires as a consequence of climate warming. A large proportion of the global boreal forest area is located in Siberia, however, its vast extent and restricted access limit datasets recording changes in

wildfire activity, especially from a longer-term perspective. Such long-term records of wildfire activity are vital to understanding how fire regimes vary with changes in climate, vegetation composition and human-vegetation interaction, as well as the impacts of wildfires on boreal forests. Here, I present results from new fossil records of fire, vegetation and climate derived charcoal morphologies, pollen, and testate amoebae from southern boreal Siberian combined with information derived from experimentally burning experiments and fire-related functional traits of key boreal tree species and statistical approaches. The primary aim is to explore how patterns in fire regime (biomass burned, fire frequency, fire type) have changed over the Holocene and understand how interactions between fire regime, climate, and plant traits of dominant tree species control the distribution of Eurasian boreal forests.

DEVELOPMENT OF FOREST FIRE RISK ASSESSMENT MODEL FOR FORESTS OF LATVIA

Gintars Krūmiņš¹, Māris Nartišs²

¹Latvian State Forests, e-mail: G.Krumins@lvm.lv

²Department of Geography, University of Latvia, Riga, Latvia

Since 1922 the occurrence and area affected by forest fires in Latvia has decreased although the total area of forest land has nearly doubled, suggesting improvement of the fire suppression system as well as changes in socioeconomic situation (Donis et al., 2017). So far forest fire risk in Latvia has been predicted on the basis of meteorological conditions, but other fire affecting factors have not been taken into account. Accurate forest hazard area monitoring is required to prevent and limit large future fires.

The objective of this research is to create a functional multi-factor fire risk assessment model for forests of Latvia, which could be used for forecasting, preventing potential forest fires and planning forest protection infrastructure. The overall methodology applied in the study was composed of two parts: forest fire affecting factor analysis and various method evaluation for factor weight value assigning. Weight value assignment were performed on the basis of three selected study areas – Latvian State Forest (LVM) districts, which are different in geographic location and historical fire tendencies. Development of model performed with geographic information systems (Figure 1), using acquired data from several institutions and companies. In this study, different methods were used – Jaccard index, analytic hierarchy process (AHP) and maximum likelihood classification methods for assigning the weight values of fire affecting factors.

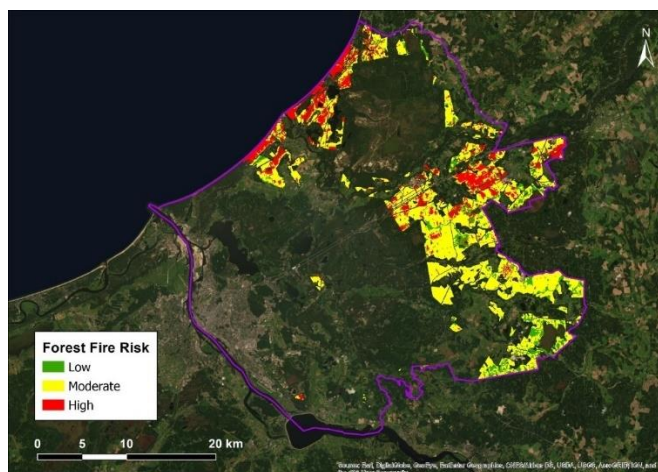


Figure 1. Latvian state forest fire risk zonation map using AHP method in Ropažu district near Riga

By the use of historical fire sites, obtained fire risk results were evaluated in the fourth study area. The results indicate that the most important factors affecting the fire risk in forests of Latvia are forest type, average rainfall and air temperature in summer. AHP method was verified as the best method for developing the Latvian fire risk assessment model, 43% of burned areas were classified in high forest fire risk class. Study area (Fig. 1) indicates that most of Latvian forest areas are in moderate risk class because of significant factor characteristics - slight climate differences and the proportion of forest types in Latvia.

References

Donis, J., Kitenberga, M., Šņepsts, G., Matinsons, R., Zariņš, J., Jansons, Ā. 2017. The forest fire regime in Latvia during 1922-2014. *Silva Fennica*. 51(5), 1-15.

LATE HOLOCENE ECOSYSTEM CHANGE AND DISTURBANCE DYNAMICS IN CENTRAL EUROPEAN MOUNTAIN FORESTS

**Niina Kuosmanen¹, Petr Kuneš², Karen Halsall³, Helena Svitavska-Svobodova⁴,
Jana Beranova², Gian Hannon³, Peter Fleischer⁵, Richard Chiverrell³, Jennifer L. Clear⁶**

¹Geosciences and Geography, Faculty of Science, University of Helsinki, Helsinki, Finland,
email: kuosmanen.niina@gmail.com

²Department of Botany, Charles University, Prague, Czech Republic

³School of Environmental Sciences, University of Liverpool, Liverpool, United Kingdom

⁴Institute of Botany, Czech Academy of Science, Prague, Czech Republic

⁵Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovakia

⁶Department of Geography and Environmental Science, Liverpool Hope University, Liverpool,
United Kingdom

To investigate the late Holocene stand-scale forest dynamics and disturbance history in temperate mountain forests in High Tatra mountains in Slovakia, we sampled transect of four small forest hollows ranging from lower elevation sites Diera Hollow at 982 m a.s.l. (circa 1500 cal. Yr BP) and Lomnica Hollow at 974 m a.s.l. (circa 1100 cal. Yr BP) to Smokovec Hollow at 1067 m a.s.l. (circa 4700 cal. Yr BP) and to Velicka Hollow at treeline at 1354 m a.s.l. (circa 3200 cal. Yr BP).

We used pollen analysis to reconstruct the changes in forest composition during the study period. As disturbance is one of the key factors shaping mountain forest dynamics, the analysed pollen records was employed to create disturbance index based on plant ecological indices (Kuneš et al., 2019). These indices for disturbance are be attributed to pollen taxa and used to calculate disturbance frequency. Fire history was analysed using macroscopic charcoal counts and charcoal area measurements. To investigate the role of natural drivers and anthropogenic influence in the ecosystem change, we assess the role of climate, forest fires and human impact as the potential drivers on the past forest dynamics. For the climate variable for the past 1000 years we used climate reconstruction from the tree-ring records from the region and human indicator pollen taxa was used to indicate human activity in the area.

Results demonstrate opening of the landscape circa 800 cal yr BP. Presence of the human indicator pollen taxa suggest landscape opening in connection to anthropogenic activity in the region. In addition, the charcoal records demonstrate change in the fire regime coinciding with the opening of landscape and it is plausible that change in the fire regime is connected to the intensified human activity in the region.

References

Kuneš, P. Abraham, V. & Herben, T. 2019. Changing disturbance-diversity relationships in temperate ecosystems over the past 12 000 years. *Journal of Ecology* **107**, pp.1678-1688.

ROLE OF VEGETATION ON FIRE BEHAVIOUR IN BOREAL AND COLD TEMPERATE FORESTS OF FENNOSCANDIA DURING THE HOLOCENE

**Chiara Molinari¹, Christopher Carcaillet^{2,3}, Richard H.W. Bradshaw⁴,
Gina E. Hannon⁴, Veiko Lehsten^{1,5}**

¹ Department of Physical Geography and Ecosystem Science, Lund University, Sweden,
e-mail: chiara.molinari@nateko.lu.se

² School of Environmental Sciences, University of Liverpool, Liverpool, UK

³ PSL Research University, École Pratique des Hautes Études (EPHE), Paris, France

⁴ Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés
(Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE), France

⁵ Department of Macroecology and Landscape Dynamics, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Switzerland

The long-term ecological interactions between fire (reconstructed by means of sedimentary charcoal records from lake and peat bogs) and the composition of dominant trees and shrubs (based on pollen reconstructions from the same sites) in boreal and cold temperate Fennoscandian forests is explored by means of a statistical approach. We hypothesized that fire-prone taxa should abound during periods and in regions characterized by higher fire disturbance, while fire-intolerant taxa should dominate when and where biomass burning is low.

The overall patterns found across Fennoscandia suggest that there was low but increasing fire activity during the early Holocene, while a low and decreasing trend characterized the middle Holocene. During the late Holocene biomass burning increased, with a peak around 500 cal yr BP. This maximum is then followed by a downturn during the last centuries.

Generally, Ericaceae (mainly *Calluna*), *Pinus*, *Betula* and *Populus* are strongly positively correlated with multi-millennial variability of biomass burning, confirming their fire-prone character (taxa adapted/favoured by burning, Mallik *et al.*, 1984; Bradshaw *et al.*, 2010; Rogers *et al.*, 2015). Positive but much weaker (and not always significant) relationships exist between long-term trends in biomass burning and *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Juniperus*, *Carpinus* and *Salix*, fire-tolerant taxa that survive low/moderate intense fires because of specific functional traits or their rapid, enhanced regeneration after fire (Goldammer & Furyaev, 1996; Niklasson *et al.*, 2002). A strong negative significant correlation is instead detected between biomass burning and *Picea*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, which are fire-intolerant taxa and can locally disappear for a short time after a fire (Nikolov & Helmisaari, 1992; Fréjaville *et al.*, 2013).

This large-scale analysis demonstrate that tree and shrub dominance was closely linked to biomass burning since the onset of the Holocene in the study regions, although human activities probably altered the strength of fire-vegetation interactions during more recent millennia. Thus, all past fire-climate studies must consider key functional interactions between fuel type and long-term changes in fire regime.

References

- Bradshaw, R.H.W., Lindbladh, M., Hannon, G.E., 2010. The role of fire in southern Scandinavian forests during the late Holocene. *Int. J. Wildland Fire* **19** (8), pp. 1040-1049.
- Fréjaville, T., Curt, T., Carcaillet, C., 2013. Bark flammability as a fire-response trait for subalpine trees. *Front. Plant Sci.* **4**, 466.
- Goldammer, J.G., Furyaev, V.V., 1996. *Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, ISBN 978-94-015-8737-2.

- Mallik, A.U., Hobbs, R.J., Legg, C.J., 1984. Seed dynamics in *Calluna-Arctostaphylos* heath in north-eastern Scotland. *J. Ecol.* **72** (3), pp. 855-871.
- Niklasson, M., Lindbladh, M., Björkman, L., 2002. A long-term record of *Quercus* decline, logging and fires in a southern Swedish *Fagus-Picea* forest. *J. Veg. Sci.* **13** (6), pp. 765-774.
- Nikolov, N., Helmisaari, H., 1992. Silvics of the circumpolar boreal forest tree species. In: Shugart, H.H., Leemans, R., Bonan, G.B. (Eds.), *A Systems Analysis of the Global Boreal Forest*. Cambridge University Press, pp. 13-84.
- Rogers, B.M., Soja, A.J., Goulden, M.L., Randerson, J.T., 2015. Influence of tree species on continental differences in boreal fires and climate feedbacks. *Nat. Geosci.* **8**, pp. 228-234.

CHARCOAL-BASED RECORDS OF LATE QUATERNARY FIRE ACTIVITY IN TROPICAL HIGHLANDS AND LOWLANDS OF EASTERN AFRICA

Colin Courtney-Mustaphi

Geocology, Department of Environmental Science, University of Basel, Switzerland,
e-mail: colin.courtney-mustaphi@unibas.ch

Subfossil charcoal observed and quantified from Quaternary sediments provide useful information on past fire activity, vegetation change, and archaeological studies in fire-prone ecosystems across the world (Whitlock and Larsen, 2001; Conedera et al., 2009). Fires are a major abiotic component of maintenance, abrupt change, and adaptation for vegetation communities in the tropics; yet, there are fewer paleofire reconstruction studies and research methodologies for these ecosystems and depositional environments (Leys et al., 2017; Hawthorne et al., 2018; Marchant et al., 2018). Eastern Africa hosts a high diversity of ecosystems from mangrove, coastal rainforest, dry forests, savannahs, scrublands, as well as Afromontane forests, ericaceous and Afroalpine vegetation. These ecosystems have very different fire regimes, burning at frequencies of more than once per year in high productivity savannahs, to multi-annual and decadal scales in woody savannahs and dry forests, and >centennial scales in moist montane forests. Charcoal records from wetlands in lowland savannahs (Githumbi et al., 2018a and b; Seki et al., 2018) and highlands (Finch et al., 2016; Courtney Mustaphi et al., 2020; Githumbi et al., in press) of eastern Africa show high spatiotemporal variability. The local-scale signals of biomass burning require a suite of taphonomic studies to help understand the various drivers of fires and change vegetation-fire feedbacks and the complexity of human-environmental interactions. We will present recent developments in palaeofire studies in eastern Africa and identify and discuss knowledge gaps and multidisciplinary opportunities for further study. Fires are frequent on African landscapes and fire is the most commonly applied land-management tool with consequences for biodiversity and ecological outcomes (Hempson et al., 2017), carbon, erosion, hazard

reduction, policy regimes, and aesthetics. Environmental histories and long-term contexts of rates and trajectories of environmental change are important to stakeholders from pastoralists, farmers, landowners, protected area and cultural heritage managers, and infrastructure.

References

- Conedera, M., Tinner, W., Neff, C., Meurer, M., Dickens, A.F. and Krebs, P., 2009. Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quaternary Science Reviews*, **28** (5-6), pp.555-576.
- Courtney Mustaphi CJ, Kinyanjui R, Shoemaker A, Mumbi C, Muiruri V, Marchant L, Rucina S, Marchant R. in press 2020. A 3000-year record of vegetation changes and fire at a high-elevation wetland on Kilimanjaro, Tanzania. *Quaternary Research*. doi: 10.1017/qua.2020.76
- Finch, J., Marchant, R., Courtney Mustaphi, C.J., 2017. Ecosystem change in the South Pare Mountain bloc, Eastern Arc Mountains of Tanzania. *The Holocene*, **27** (6), pp.796–810.
- Githumbi, E.N., Courtney Mustaphi, C.J., Yun, K.J., Muiruri, V., Rucina, S.M., Marchant, R., 2018a. Late Holocene wetland transgression and 500 years of vegetation and fire variability in the semi-arid Amboseli landscape, southern Kenya. *Ambio*, **47** (6), pp.682–696.
- Githumbi, E., Kariuki, R., Shoemaker, A., Courtney Mustaphi, C., Chuhila, M., Richer, S., Lane, P., Marchant, R., 2018b. Pollen, people and place: paleoenvironmental, archaeological, and ecological perspectives on vegetation change in the Amboseli landscape, Kenya. *Frontiers in Earth Science*, **5**, p.113.
- Githumbi, E., Courtney Mustaphi, C., Marchant, R., in press. Late Pleistocene and Holocene Afromontane vegetation variability at a headwater wetland within the Eastern Mau Forest, Kenya. *Journal of Quaternary Science*.
- Hawthorne, D., Courtney Mustaphi, C.J., Aleman, J.C., Blarquez, O., Colombaroli, D., Daniau, A.-L., Marlon, J.R., Power, M., Vannière, B., Han, Y., Hantson, S., Kehrwald, N., Magi, B., Yue, X., Carcaillet, C., Marchant, R., Ayodele, O., Githumbi, E.N., Muriuki, R.M., 2018. Global Modern Charcoal Dataset (GMCD): a tool for exploring proxy-fire linkages and spatial patterns of biomass burning. *Quaternary International*, **488**, pp.3-17.
- Hempson, G., Parr, C., Archibald, S., Anderson, T., Courtney Mustaphi, C.J., Dobson, A., Donaldson, J., Morrison, T., Probert, J., Beale, C., 2018. Continent-level drivers of African pyrodiversity. *Ecography*, **42** (6), pp.889-899.
- Leys, B.A., Commerford, J.L. and McLauchlan, K.K., 2017. Reconstructing grassland fire history using sedimentary charcoal: Considering count, size and shape. *PLoS ONE*, **12** (4), p.e0176445.
- Marchant, R., *et al.*, 2018. Drivers and trajectories of land cover change in East Africa: human and environmental interactions from 6000 years ago to present. *Earth-Science Reviews*, **178**, pp.322-378.
- Seki, H.A., Shirima, D.D., Courtney Mustaphi, C.J., Marchant, R., Munishi, P.K.T., 2018. The impact of land use and land cover change on biodiversity within and adjacent Kibasira Swamp in Kilombero valley, Tanzania. *African Journal of Ecology*, **53** (6), pp.518-527.
- Whitlock, C. and Larsen, C., 2001. Charcoal as a fire proxy. In: Smol J.P. et al. (eds.) Tracking environmental change using lake sediments Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators (pp. 75-97). Springer, Dordrecht.

SOIL GREENHOUSE GAS FLUXES ALONG FIRE CHRONOSEQUENCE IN HEMIBOREAL FOREST OF NORTHWESTERN ESTONIA

**Argo Orumaa¹, Kajar Köster², Egle Köster¹, Kristi Parro¹, Kalev Jõgiste¹,
Frank Berninger³, Jukka Pumpanen², Marek Metslaid¹**

¹Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia

²Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

³Department of Environmental and Biological Sciences, University of Eastern Finland,
Joensuu, Finland

Disturbances are playing a key role in the development of forest ecosystems as they influence structure, composition and functioning of forests. Forest fire is one of the most important disturbance in hemiboreal forests, affecting vegetation and topsoil. The objective of this study was to evaluate changes of soil greenhouse gas (CO₂, CH₄ and N₂O) emissions after forest fire.

The study areas are located in northwestern Estonia, in Vihterpalu (59°13' N 23°49' E) and Nõva (59°10' N 23°45' E). There are six different sample areas where fire occurred in 1837, 1940, 1951, 1982, 1997 and 2008. Fire in all areas were over 200 ha large and stand replacing. In every sample area, three sample plots were established (altogether 18 sample plots for six sample areas). Distance between sample plots were at least 200 m.

To characterize the soil C and N content 5 soil cores (50 cm long and 5 cm in diameter) were taken from each sample plot. Soil greenhouse gas fluxes were measured manually once a month from May to October in 2016. Manual chamber measurements were performed on two collars in each sample plot (altogether 36 collars). The collars (diameter 22 cm and height 5 cm) were placed at 2 cm depth in the organic soil layer above the rooting zone to avoid damage to roots. To reduce air leakage from below the collar, all collars were sealed with sand placed around the collars. Portable chamber (24 cm height and 22 cm in diameter) made of plexiglass and covered with non-transparent plastic was used for CO₂ efflux measurements. The CO₂ concentration was recorded during a 5 min chamber deployment time with a diffusion type CO₂ probe (GMP343, Vaisala Oyj, Vantaa, Finland). The CH₄ and N₂O fluxes were sampled with a 50 mL polypropylene syringe (BD Plastipak 60, BOC Ohmeda, Sweden) connected to the same chamber. Gas fluxes were extracted just before chamber deployment (at 0 min) and at 1, 5, 10 and 15 min after chamber deployment. The gas was injected into 12 mL glass vials (Soda glass Labco Exetainer, Labco Limited, UK) to be analysed by an Agilent Gas Chromatograph (7890A GC, Agilent Technologies, USA) equipped with a flame ionization detector (FID) and an autosampler (Verity GX-271 Liquid Handler, Gilson, USA).

Soil temperature and soil moisture were measured during the flux measurements 10–20 cm from the collars at 10 cm depth with a digital thermometer (P 300w temperature probe, Dostmann Electronic GmbH, Germany) and with a soil moisture sensor (Thetaprobe ML3, Delta-T Devices Ltd, UK). Statistical analyses were performed in program Microsoft Excel and model environment R.

The soils in our study acted as sources of CO₂ and sinks for CH₄ and N₂O. Highest average CO₂ efflux was measured in sample area where fire occurred in 1940. Lowest average CO₂ efflux value was recorded in sample area where fire occurred most recently (2008). Soil respiration in fire areas were affected by time since fire and soil temperature. Highest uptake of CH₄ was measured in the area where fire occurred most recently (2008) and lowest uptake was measured in the oldest area (1837). CH₄ uptake was not affected by any factors included in the data analyses. Sample areas turned out to be N₂O sinks except sample area where fire occurred in 1982 where forest soil acted as N₂O source. The uptake of N₂O was highest in the area where the fire occurred in 2008. Factors that affected N₂O fluxes were time since fire, aboveground and belowground biomass. Highest soil temperature values and lowest soil moisture values were measured in the most recently burned area where the fire occurred in 2008.

**WHAT HAPPENS TO PEAT DURING BOG FIRES:
THERMAL TRANSFORMATION PROCESSES OF PEAT ORGANIC MATTER
AND POSSIBLE IMPACTS OF IT?**

Viesturs Ozols, Inese Silamikele, Laimdota Kalnina, Karina Upska, Maris Klavins

University of Latvia Academic Center of Natural Sciences, Riga, Latvia, email: maris.klavins@lu.lv

It is a very simple question: What happens to peat during bog fires? How bog fires affect the bog ecosystems? However, the answer is by far not so easy as very few studies are dedicated to the studies of peat transformation during bog fires. Bog fires can be considered as serious natural phenomena, considering their significant dimensions (from local scale fires, to regional), major increase during last decades due to bog transformation to agricultural lands, accidents and human activities. Bog fires results in destruction of valuable and unique ecosystems, landscapes, change of hydrological regime in bogs, threats to forest and other ecosystems. During bog fires changes happens to peat as the major material forming the basis of bogs as the peat is subjected to high temperature transformation of the peat organic matter, finally to mineralization of peat. It can be supposed that peat after bog fires have significantly

different properties than original peat and thus can influence the peat capacity to support life on bogs, peat revegetation after bog fires and, of course, can influence the quality of peat if it is mined and used for production of growth substrates.

The aim of the study is to analyse the impacts of the bog fires on the peat, humic matter properties to advance the understanding of the fire impacts on the peat properties and bog as an ecosystem as well as on peat application possibilities.

As the study material peat samples from burnt sites were used and thermally treated peat, modelling burning in laboratory conditions. To reveal peat transformation during bog fires, thermogravimetric analysis were done, amounts of bitumens and tars, humic acids, mineral matter in peat samples were estimated as well as Fourier transform infrared spectra were obtained. During bog fires thermal modification of peat properties take place, ending up in full mineralization of peat and release of mineral substances. Bog fires result in development of peat char and bitumens and tars, significant changes in structure and properties of peat humic acids. However, from perspective of application of peat as substrate and from perspective of impacts on bog ecosystems, the effects are negligible. Increase of mineral matter concentration in peat after bog fires as well as presence of peat char stimulates rapid revegetation of burnt sites in bogs, however, impacts on bog ecosystem structure is undeniable.

IMPACT OF POSTFIRE MANAGEMENT ON FOREST REGENERATION, SOIL RESPIRATION, C AND N CONTENT IN A MANAGED HEMIBOREAL FOREST, ESTONIA

**Kristi Parro¹, Kajar Köster^{1,2}, Kalev Jõgiste¹, Getter Renel³, Katrin Seglinš¹,
Allan Sims¹, John A. Stanturf⁴, Marek Metslaid¹**

¹Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia

²Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

³Rakvere City Government, Rakvere, Estonia

⁴Centre for Forest Disturbance Science, USDA Forest Service, USA

Fire plays an important role in the development of boreal and hemiboreal forests by altering soil and light conditions, affecting seedbanks, and removing seed trees (Parro et al. 2015). Boreal forests are an important carbon (C) sink and fire is the main natural disturbance, directly affecting the C-cycle via emissions from combustion of biomass and organic matter and indirectly through long-term changes in C-dynamics including soil respiration (Parro et al. 2019).

Two permanent study areas are located in northwestern Estonia: Vihterpalu (59°13' N, 23°49' E) where fire occurred in 1992 (550 ha burned), and Nõva (59°10' N, 23°45' E) where fire occurred in 2008 (800 ha burned). Forests belong to the *Vaccinium uliginosum* and *Calluna* site types, with sandy and dry soils, and dominated by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.).

Forest regeneration permanent sample plots were established in Vihterpalu (n=18) in 2002 and in Nõva (n=30) in 2008 to study the effects of fire and management on forest regeneration. Three types of sample plots were set up in both study areas: (1) unburned control (CO) (n=6 in both areas); (2) burned and uncleared (BU), areas without management after fire (n=6 in both areas); (3) burned and cleared (BC), areas harvested after fire (n=6 in both areas). In addition, at Nõva, two other types of plots were established: (4) burned and uncleared areas with dead trees (BUD), all trees were dead and left after fire (n=6); and (5) burned and uncleared areas with live trees (BUA), all trees were live and left after fire (n=6). Abundance of natural regeneration was analyzed on all plots. For all residual trees and natural regeneration were recorded species, height, and coordinates.

Birch (*Betula* spp.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), common aspen (*Populus tremula* L.) were found in sufficient number to be included in the statistical analyses. Regeneration abundance was significantly ($P<0.05$) affected by postfire management and tree species. Postfire management, time since fire, and tree species significantly ($P<0.05$) affected the height of trees.

Although regeneration is most successful in burned areas without clearing, the question remains as to how much residual live and dead overstory to retain that would provide most diverse forests with abundant regeneration and fast height growth (Parro et al. 2015). Soil respiration, C and N content in both study areas, two sample plots were established in each of three treatment areas: (1) unburned control (CO); (2) burned and uncleared (BU), areas without management after fire; and (3) burned and cleared (BC), areas were harvested after fire. In each sample plot, soil respiration was measured and soil temperature was recorded at the time of respiration measurements. In each sample plot, soil samples were taken to estimate soil C and N content.

Soil respiration was significantly higher on CO plots than burned plots. No difference in respiration rates was detected on BC plots compared to BU plots. Soil respiration was lower on younger than older burned sites but the difference was not significant. There was no significant relationship between soil respiration and soil temperature.

Soil C stocks were greatest in CO areas, followed by BU areas and lowest on BC areas. Total soil C stocks were significantly lower ($p<0.05$) in the recently burned areas compared to other areas. In the older burned area the soil C levels had returned to CO levels, but soil C

levels in the managed plots in the more recently burned area were significantly lower than CO areas. Soil C content and soil respiration were significantly correlated ($p=0.008$).

Similar to soil C stocks, soil N stocks were significantly lower ($p<0.05$) in the recently burned site BC and BU areas compared to other areas. Soil N recovered in a similar pattern to soil C in that the CO plot N content was similar while soil N in managed plots of the older burned site recovered to higher levels when compared to the more recently burned site. Unlike soil C, soil respiration and soil N content were not significantly correlated ($p=0.139$).

20 years post-fire was insufficient time for recovery of soil respiration (Parro et al. 2019).

References

Parro, K., Metslaid, M., Renel, G., Sims, A., Stanturf, J. A., Jõgiste, K., Köster, K., 2015. Impact of postfire management on forest regeneration in a managed hemiboreal forest, Estonia. *Canadian Journal of Forest Research*, 45 (9), 1192-1197.

Parro, K., Köster, K., Jõgiste, K., Seglinš, K., Sims, A., Stanturf, J. A., Metslaid, M., 2019. Impact of post-fire management on soil respiration, carbon and nitrogen content in a managed hemiboreal forest. *Journal of Environmental Management*, 233, 371–377.

VARIATION OF PEAT PROPERTIES AFTER PEAT FIRES

Oskars Purmalis, Viesturs Ozols, Inese Silamiķele

University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, e-mail: oskars.purmalis@lu.lv

Researchers have been interested in the studies of peat fires and their effects since 1960s, which characterized by both ecological and economical perspectives. Peat – a natural resource found in forests as a soil, is used, for example, in horticulture. In regard to fires, peat can function as a material (fuel) that helps to spread fire, as it takes a relatively large effort to extinguish it after its ignition. Both peat burning and smouldering is well known; however, it is important to distinguish both terms. Burning can be recognized visually, while smouldering is difficult to be detected as the process takes place under the surface. Various groups of researchers have studied smouldering phenomenon and its temperature, speed rate and other parameters. These studies show that the decomposition rate is 3-12 cm/h, but this may vary significantly, depending on the site-specific conditions. Undoubtedly, the most crucial factors are peat humidity, type of material and weather conditions. Data in literature about temperature investigations show 400-600 °C during smouldering, but temperatures for burning can be relatively two times lower, while spreading with a much faster rate. To assess the differences between burning and smouldering, properties, such as C/N ratios, pH, ash content and spectral characterization are used. Therefore, the aim of this study is to analyse and assess the different peat properties to describe samples that are collected both after

burning and smouldering. Conditions in nature are more heterogenous in comparison to laboratory experiments where peat is prepared in blocks/boxes. Detected properties and other post-fire indicators may vary in wide range and sometimes can be difficult to clearly detect the changes. Therefore, the main criteria for analysis was collecting peat samples after natural fires and compare results from precisely prepared experiments from literature.

Various peat samples were collected to characterize both the differences in peat and to determine the changes in thermal decomposition properties of peat after burning. Analysis of the organic matter content shows that samples originate from typical raised bog and have low ash content. As in the cases of combustion, samples of burned peat have higher ash content. Depending on different site specific conditions, ash content in burned peat varies from 0.38% to 9.0%. In oxidation reactions increases the amount of mineral content, which reflects to increased proportion of ash content and corresponding electrical conductivity of water extracts. The conductivity of water extracts shows positive correlation ($R^2 = 0.954$) with changes in ash content. Along with these effects there is also a change in the pH values . Elevation is one of the reasons for pH differences that can vary from 3.9 to 8.0 (Zaccone et al., 2014), however for most of the studied samples these differences are insignificant from 0.05 to 1.03.

Table 1. **Properties of peat samples after peat fires**

Bog	Burned	Organic matter, %	Ash content, %	pH	Electrical conductivity, $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH (KCl)	C/N
T1 (Trišautpurvs)	+	97.98	2.02	5.97	49.7	4.40	30.34
T2	+	97.81	2.19	5.87	21.68	3.60	49.78
T3	+	99.60	0.40	5.82	26.7	3.52	67.53
T4	+	99.54	0.46	5.26	43.0	3.74	72.34
T5	+	99.20	0.80	5.59	36.1	3.59	52.84
T6	+	99.30	0.70	5.85	18.94	3.50	64.33
Kalnasala	+	90.38	9.62	6.28	85.7	5.32	45.75
Extr.site	+	94.66	5.34	5.70	31.8	3.17	50.24
Saklaura	+	91.70	8.30	5.20	102.2	3.73	42.85
Sauka 1	+	96.19	3.81	4.61	73.9	3.17	75.75
Sauka 2a	+	98.50	1.50	4.79	45.7	3.48	46.03
Sauka 2b	+	97.49	2.51	4.76	65.6	3.58	55.38
Sauka 3		99.61	0.39	4.88	36.1	3.25	102.09
Sauka 4A		99.70	0.30	5.34	26.15	3.21	100.99
Sauka 4B	+	98.78	1.22	5.13	35.0	3.03	41.31
Sauka 4C		99.55	0.45	5.56	20.74	3.27	78.00
Olaine 1		98.21	1.79	5.73	20.81	3.72	102.43
Olaine 2	+	97.83	2.17	5.39	37.8	3.26	71.18

Same as literature, studied burned peat show decrease of C/N ratio (Zaccone et al., 2014). These changes is due to N enrichment, especially for burning peat where during thermal degradation first decomposes lower thermal stability plant constituent (i.e., cellulose), thus leading to a preferential loss of C, O and H, and to a relatively enrichment of peptide derived N compounds.

This study was funded by the University of Latvia project “Studies of impact by peatland burning on the environment and bog recovery intensity” with partners JSC ‘Latvia’s State Forest’, The Nature Conservation Agency and Latvian Peat Association.

References

Huang, X., Rein, G., 2016. Thermochemical conversion of biomass in smouldering combustion across scales: The roles of heterogeneous kinetics, oxygen and transport phenomena. *Bioresource Technology*, **207**, pp. 409–421.

Zaccone, C., Rein, G., D’Orazio, V., Hadden, R., Belcher, C., Miano, T. (2014). Smouldering fire signatures in peat and their implications for palaeoenvironmental reconstructions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **137**, pp. 134-146.

FUNCTIONAL DIVERSITY CHANGES IN BOREAL FORESTS THROUGH THE LAST 10000 YEARS

**Triin Reitalu¹, Normunds Stivrins^{1,2}, Niina Kuosmanen³, Jennifer L. Clear⁴,
Heikki Seppä³**

¹Department of Geology, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia,
e-mail: triin.reitalu@taltech.ee

²Department of Geography, Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia,
Riga, Latvia

³Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁴Department of Geography and Environmental Science, Liverpool Hope University, Liverpool,
United Kingdom

Boreal forests have generally low plant diversity. However, because of the high abundance of gymnosperms that are functionally and phylogenetically distant from angiosperms, the functional and phylogenetic diversity of boreal forests can be relatively high (Lososova et al., 2020). In the current study, we examine the functional diversity patterns in boreal forests through the last 10 000 years along a 700 km transect from central southern Finland to northwestern Russia.

Pollen data from eight forest hollows (2 in Finland and 6 in Russia) were used to characterize plant functional diversity. Functional diversity was characterized using plant trait values such as seed weight, height, clonality, leaf area, mycorrhizal status that have been

measured from extant plants. Two aspects of plant functional diversity were examined: functional composition or community mean trait value and functional alpha diversity reflecting the range of variation in the community. High functional alpha diversity indicates that the coexisting species are functionally more different than expected by random and is often associated with niche differentiation among the species. Low functional alpha diversity indicates that the coexisting species are functionally similar than expected by random and is associated with environmental filtering allowing only species with certain traits to coexist. In addition to trait-based functional aspects, we examined changes in environmental gradients through time using Ellenberg indicator values (EIVs) together with pollen data. The methodology followed Reitalu et al. (2015).

The results show that most of the traits show tendency towards functional convergence indicating the importance of environmental filtering. The results for several traits show that the forest tree functional diversity is relatively similar among the studied sites at present day but that in the mid-Holocene 8000-4000 cal. Yr BP, there were great differences between the boreal forest sites in terms of both functional composition and alpha diversity. During the mid-Holocene, the sites differed from each other in terms of leaf area, specific leaf area, plant height, clonality and mycorrhizal status. The results of EIVs suggest that the differences are connected to larger climatic (temperature) gradients in the area during the mid-Holocene, compared to present day.

References

- Lososová, Z., Divíšek, J., Chytrý, M., Götzenberger, L., Těšitel, J., & Mucina, L., 2021. Macroevolutionary patterns in European vegetation. *Journal of Vegetation Science*, in press <https://doi.org/10.1111/jvs.12942>
- Reitalu, T., Gerhold, P., Poska, A., Pärtel, M., Väli, V., & Veski, S., 2015. Novel insights into post-glacial vegetation change: Functional and phylogenetic diversity in pollen records. *Journal of Vegetation Science*, 26(5), pp. 911–922. <https://doi.org/10.1111/jvs.12300>

FOREST FIRES AND ECOSYSTEM DYNAMICS: A MULTIMILLENNIAL PERSPECTIVE FROM BOREAL EUROPE

Heikki Seppä

Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Finland,

email: heikki.seppa@helsinki.fi

With its abundant lakes and bogs and their organic sediments, the boreal forest ecosystem of northern Europe provides a rich collection of charcoal records to investigate the importance of forest fires over millennial time scales. Most comprehensive understanding

about the past forest fires can be achieved by synthesizing data from a large number of sites, and, when possible, combining the charcoal data with pollen data to explore the interactions and causal links between past vegetation and forest fires. When this kind of large-scale data syntheses, or meta-analyses, are done, it is also important to be aware of the biases and pitfalls associated with the sedimentary charcoal data. Among the most relevant of them are the spatial imprecision of charcoal data, which results from the fact that charcoal particles are airborne and carried by wind over variable distances, and generally poor chronological precision of the sediment records, especially if they are solely based on radiocarbon dating.

When the sedimentary charcoal-based forest fire records from many sites from different parts of northern Europe are combined and the resulting data syntheses are explored, the main impression is that of remarkable temporal variability. The occurrence of forest fires, in most cases, displays distinct variability over millennial time scales, so that it is impossible or meaningless to give any specific estimate about the average frequency of forest fires in the past, although such an estimate could be valuable for example for nature-based forest management practices. Equally remarkable is the regional variability of the occurrence of the forest fires. This is reflected, for example, in fact that the periods of highest and lowest fire frequency do not occur simultaneously in different parts of the boreal ecosystem of Europe. The reasons of these changes in the temporal and spatial occurrence of past forest fires are differences in regional and local climate, vegetation, fuel availability, and, at least over the last few millennia, in the time-transgressive spreading of agriculture and human impact in northern Europe.

EVIDENCE OF FIRES REFLECTED BY THE CHANGES OF PEAT PROPERTIES IN SAKLAURA BOG

**Inese Silamiķele, Laimdota Kalniņa, Nils Iivanovs, Oskars Purmalis,
Viesturs Ozols, Aija Ceriņa, Gintars Krūmiņš**

Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia, e-mail: Inese.Silamikele@lu.lv

Saklaura Bog is an active raised bog with practically untouched by human activity, with characteristic hummock-bog pools microrelief complexes and dystrophic lakes. Bog occupies 2903 (Krauklis, 1998) in the Lowland of Central Latvia, in the Metsepole Plain. It is part of the North Vidzeme Biosphere Reserve Nature Reserve "Ziemeļu purvi" and borders the Rongu Mire in Estonia (800 ha). As the effects of climate change and anthropogenic activity increase, ecosystem conditions are changing. Evidence of these changes in the historical time section,

including changes in human economic activity, vegetation composition, and the hydrological level, can be found by studying the properties of peat in the geological sections of the bog.

Fires happened in Saklaura Bog several times during different periods. Three peat sections were studied to find out evidence about burning and its effect on the peat properties, where fires were fixed during the last 40 years (Ivanovs, 2020; Silamiķele et al., 2020). A multidisciplinary approach and five investigation methods were used in the study of combustion sites. It includes determination of peat botanical composition and decomposition degree, natural moisture, loss on ignition (LOI) method, macroscopical charcoal and microscopical charcoal dust determination method, and pollen analysis. The evaluation of the obtained results revealed that the Saklaura Bog burned not only three times during the last 40 years – in 1978, 1992 and 2018, but also several times during peatland development, including at the beginning of the bog formation about 2000 years ago. The ash content and natural density were determined in the study of the peat characteristic properties. It was found that the highest ash values are concentrated in the upper part of the section (3-6 cm deep) in the 1978. burning site, which corresponds to a fire 40 years ago.

Although typically the highest ash concentrations are usually closer to the top of the peat layer, where is a large amount of undecomposed plant biomass. Low moisture level and the accumulation of ash in the lower peat layers, in this case, the amount of ash in the top layer of peat itself (0-3 cm) is much smaller than at a depth of 3-6 cm.

Against the background of the total peat section, in the depth interval 0-2 cm have relatively high concentrations of ash, which usually should be in the top layer. However, the data from the depth interval 3 to 6 cm, where the effect of fire is visible - burning at a depth of 4 cm, therefore, there are high ash values at depths of 3, 5 and 6 cm. The highest values of natural density in the area of 1978 burning were observed at a depth of 0-2 cm (0.17 g/cm³), indicating the high level of dryness of the top layer, which is presumably formed after burning. It would be interesting to know what will happen in future, because currently changes have been made in the former fire area - a drainage ditch from Lielezers to the nearby forest is clogged, thus allowing increase the moisture level in the study area. Regarding the level of ash in the 1992 burn, it also shows the highest ash concentrations on the surface of the peat section (0-5 cm depth). the highest natural density in the 1992 burn site, is in the peat section's upper layers (about 0.12 g/cm³).

In the 2018 burn site, as in the previous ones, the highest ash value (4.65%) is in the upper peat section layer in the range of 0-5 cm. Results of the peat analysis at a depth of 10 and 15 cm revealed relatively high ash content (3.48% and 2.5%) against the general background. It is possible that in 2018 the heat of combustion was able to dry them even at

such depths and to promote an increased ash concentration. The natural density was highest in the top layer (0.085 g/cm³), which could appear due to the recent fire's effects.

It also shows that the vegetation above this burn layer has not yet recovered and peat has not started to accumulate. On the other hand, 3 cm thick, slightly decomposed raised bog-type peat has already accumulated above the 1978 fire. According to the botanical composition analyses, the peat layer raised bog-type dwarf shrub peat accumulated just above the interval where burning signs with the highest charcoal and peat density value was found. Raised bog-type dwarf shrub peat botanical composition point on burnt-damaged bog vegetation recovery, indicating intensive dwarf shrub development and establishing of drier conditions. It is quite a rare peat type and not characteristic for peat accumulated under wet conditions (Liv et al., 2005; Sillasoo et al., 2011; Liv et al., 2012). Botanical composition in this peat layer is represented by *Sphagnum fuscum* remains – 25%, *Sph. angustifolium* – 10% and dwarf shrubs (*Oxycoccus* + *Calluna*) – 65%.

Low decomposed *Sphagnum fuscum* peat has accumulated above this layer of dwarf shrub peat. Similar vegetation regeneration and peat formation were found in other study sites. A total of 2 cm thick low decomposed raised bog-type dwarf shrub peat has accumulated just above the 1992 burning interval, but covered with *Sphagnum fuscum* peat on the surface.

Combusting of peat influenced not only vegetation but also peat botanical composition what these plants formed. After intensive burning of bog, vegetation and micro-relief are changed.

Several publications emphasize that fires most often affect drained bogs, but sometimes also untouched bogs. In drained bogs, the impact of fire is more significant than in untouched ones, because a deeper layer of peat burns out and the bog burns in larger areas. However, we have studied many bogs and discovered that in drained bogs and peat fields the fire quickly runs over and does not burn deeply, only 2-3 cm. In them fires can be extinguished faster because there is better access. In study was found out that average fire in peatlands is distributed approximately 0,5-1 ha. During the last 50 years, the largest peatland areas damaged by fire are in pristine mires (300-500 ha), including fire (2018) in Saklaura bog. Therefore, we urge you not to stick to this assumption and always to carefully consider each individual case, because each bog and peatland is different.

This study was funded by the University of Latvia project “Studies of impact by peatland burning on the environment and bog recovery intensity” with partners JSC ‘Latvia’s State Forest’, The Nature Conservation Agency and Latvian Peat Association.

References

- Ivanovs, N. 2020. Ugunsgrēku ietekme uz kūdras īpašībām un veģetāciju Saklaura purvā. LU, bakalaura darbs.
- Krauklis, I. 1998. Saklaura purvs. Latvijas Daba. Enciklopēdija "Latvija un latvieši", V, 29.
- Liv, S. Nilsen Line Johansen Liv G. Velle. 2005. Early stages of *Calluna vulgaris* regeneration after burning of coastal heath in central Norway. *Applied Vegetation Science* 8: 57-64.
- Liv, G., Velle, Liiv, S., Nilsen, Vigdis, Vandvik, 2012. The age of *Calluna* stands moderates post-fire regeneration rate and trends in northern *Calluna* heathlands. *Applied Vegetation Science* 15, 119–128
- Sillasoo, Ü., Väliiranta, M., Tuittila, E.-S. 2011. Fire history and vegetation recovery in two raised bogs at the Baltic Sea. *Journal of vegetation science*, 22, 6.
- Silamiķele, I., Kalniņa, L., Stivriņš, N., Purmalis, O., Ceriņa, A., Maksims, A., Ozols, V., Krūmiņš, G., 2020. Purvu degumu ietekmētās vides un purva atjaunošanās intensitātes pētījumi. LU efektīvas sadarbības projekts. Atskaite. LU ĢZZF.

VEGETATION RESPONSE TO DRAINAGE AND FIRE IN SAKLAURA MIRE FROM ZIEMEĻU MIRES NATURE RESERVE

Līga Strazdiņa, Māra Pakalne

LU Botāniskais dārzs, e-pasts: liga.strazdina@lu.lv

Fire impact on peatlands has been studied often, as the mire burning is common globally and affects many processes, including vegetation structure and composition, activity of peat-forming *Sphagnum* mosses (Noble et al., 2019), hydrological conditions like water table depth and periodicity (Lukenbach et al., 2017), water repellency of peat, carbon storage amounts (Moore et al., 2017) etc. Vegetation succession in Latvia in post-burned peatlands was surveyed before, e.g. in Bažu Mire (Čičendajeva, 2006) or Ķemeru Mire (Kuciņa, 2003; Čerļenoka, 2014). Still the post-fire trends of species response, survival and recovery in relation to mire drainage are analysed insufficiently.

Saklaura or Oļļa Mire with 2949 ha is the largest of seven raised bogs in Ziemeļu Mires Nature Reserve (Latvijas Universitāte, 2018a). Together with the mires of Nigula Nature Reserve in Estonia, it forms the Transborder Area "North Livonia". Three fires have been registered in the area during the last 45 years: in 1978 (burned area 2 ha), in 1992 (burned area 100 ha) and in 2018 (burned area 240 ha) (LU ĢZZF, 2020). Additional negative effect to vegetation composition in mire is drainage that was established here in different parts since 1855 (Stašulāne (ed.), 2008). Some of the main ditches were blocked in autumn of 2018 to restore degraded raised bog habitats and protect rare species (Latvijas Universitāte, 2018b).

Vegetation was monitored in four different burn-age categories at Saklaura Mire. Species composition in tree, shrub, dwarf shrub, herb, moss and lichen layer was investigated

in 120 plots to find changes over time, and associate them with different burn-age category and drainage impact.

Although the species richness was not very high, 39 species in total, vegetation composition significantly differed among studied burn-age categories. The post-fire succession followed strong trend from the recent burning to almost recovered situation in past burned area. Plots that were affected earlier both by fire and drainage had the largest cover of trees and shrubs, and also of lichens. The total species richness was relatively high in these plots due to occurrence of mixed vegetation – characteristic to active mires (e.g. *Drosera rotundifolia*, *Polytrichum strictum*) or drained peatlands where species composition is more similar to bog woodland (like *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pleurozium schreberi*). Plots of the most recently burned category had more bare peat and lowest species diversity, mostly dominated by *Sphagnum* species that were the only fire survivors in moist depressions. Control plots had the highest total bryophyte species cover and cover of *Sphagnum*. Gramionoids were poorly represented and showed no strong relation to any of monitored plot types. Obtained results of given study might help to understand consequences of peatland burning as a potential for carbon storage balance which is strongly related to vegetation composition and species recovery properties after severe impacts.

References

- Čerļenoka, K. 2014. Veģetācijas atjaunošanās gaita Lielajā Ķemeru tīrelī pēc 1999. gada ugunsgrēka. Bakalaura darbs. Rīga, LU BF, Botānikas un ekoloģijas katedra, 31 lpp.
- Čičendajeva, M. 2006. Piroģenā sukcesija Bažu purvā 12 gadu laikā. Maģistra darbs. Rīga, LU BF, Botānikas un ekoloģijas katedra, 44 lpp.
- Kuciņa (Kostočko), M. 2003. Agrīnās veģetācijas sukcesijas pēc deguma Lielajā Ķemeru tīrelī. Bakalaura darbs. Rīga, LU BF, Botānikas un ekoloģijas katedra, 34 lpp.
- Latvijas Universitāte, 2018a. Dabas lieguma “Ziemeļu purvi” Dabas aizsardzības plāns. “Prioritāro mitrāju biotopu aizsardzība un apsaimniekošana Latvijā”, 109 lpp.
- Latvijas Universitāte, 2018b. Wetlands in “Ziemeļu Mires” Nature Reserve. LIFE Wetlands, “Conservation and Management of Priority Wetland Habitats in Latvia”, project booklet, 20 pp.
- LU ĢZZF, 2020. Purvu degumu ietekmētās vides un purva atjaunošanās intensitātes pētījumi. Projekta pārskats. 48 lpp.
- Lukenbach, M. C., Hokanson, K. J., Devito, K. J., Kettridge, N., Petrone, R. M., Mendoza, C. A., Granath, G., Waddington, J. M., 2017. Post-fire ecohydrological conditions at peatland margins in different hydrogeological settings of the Boreal Plain. *Journal of Hydrology*, **548**, pp. 741–753.
- Moore, P. A., Lukenbach, M. C., Kettridge, N., Petrone, R. M., Devito, K. J., Waddington, J. M., 2017. Peatland water repellency: Importance of soil water content, moss species, and burn severity. *Journal of Hydrology*, **554**, pp 656–665.
- Noble, A., Palmer, S. M., Graves, D. J., Crowle, A., Holden, J., 2019. Peatland vegetation change and establishment of re-introduced *Sphagnum* moss after prescribed burning. *Biodiversity and Conservation*, **28**, pp 939–952.
- Stašulāne, I. (red.), 2008. Ādama stāsts. Mazsalacieša dzīve, ieradumi un tikumi Ā. Purmaļa autobiogrāfijā 19. un 20. gs. mijā. SIA Apgāds „Zinātne”, Rīga, 221 lpp.

Problēmas un risinājumi vides zinātnes pētījumos

VERTIKĀLO APZAĻUMOŠANAS SISTĒMU TEMPERATŪRAS MAZINĀŠANS POTENCIĀLS

Laura Babrāne

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: lb18153@edu.lu.lv

Urbanizētas teritorijas aizvien vairāk klāj zemes virsmu, kas, samazinot apzaļumotās teritorijas, rezultējas ar to, ka pilsētās ir novērojama augstāka vidējā temperatūra jeb veidojas siltumsalas efekts. Tas ir saistīts ar tādām struktūrām, kā ēkas, ceļi un cita veida infrastruktūra, kas absorbē un atkārtoti izstaro vairāk saules siltumu, nekā dabiskās ainavas, piemēram, meži un ūdenstilpes. Kā potenciāls problēmas mazināšanai gan Eiropā, gan pasaulē arvien izplatītāka kļūst vertikālu apzaļumošanas sistēmu jeb vertikālu dārzu uzstādīšana uz daudzstāvu ēku sienām. Ņemot vērā, ka pilsētās nereti trūkst brīvu teritoriju, kuras varētu atvēlēt parku vai rekreācijas teritoriju izveidei, šis tiek uzskatīts kā labs risinājums - veidot zaļās zonas vertikāli, padarot pilsētvidi patīkamāku un neaizņemot vietu horizontālā līmenī.

Galvenokārt tiek izdalītas divas kategorijas – zaļās fasādes un vertikālās apzaļumošanas sistēmas (VAS). Zaļās fasādes veido augi, kas ar saknēm stiprinās zemē un vijās uz augšu, kā piemēram, Latvijā plaši izplatītais pieclapu mežvīns, Baltijas efeja vai nereti arī vīnogu stādi, kas klāj dzīvojamo māju sienas un vijas uz augšu stiprinoties ar stīgām, piesūcekņiem, gaisa saknītēm vai cita veida augu stiprināšanās orgāniem pie sienas (Manso, Castro-Gomes 2015, Radić et al. 2019). Taču, lai mazinātu vītenaugu negatīvo ietekmi uz sienas kvalitāti, var tikt uzstādītas arī konstrukcijas (pie pašas sienas vai mazliet atstātas), pie kurām augiem pieķerties un vīties uz augšu.

Dzīvā sienas sistēma jeb vertikālais dārzs stipri atšķiras no zaļajām fasādēm un var ievērojami atšķirties arī savās starpā – pēc konstrukciju veida. Šīs sienas tiek speciāli veidotas, projektētas, dizainētas un uzturētas. Augi tiek audzēti speciālos paneļos – modulārā sistēmā vai viendabīgā ģeotekstila pamatnē. Sistēmā ietilpst arī apūdeņošanas sistēma, kas var būt automatizēta, organiska vai neorganiska augšanas vide augiem, kā arī paši augi.

Augu fasāžu veidošana vai VAS uzstādīšana ietekmē temperatūru vairākos veidos tiešā sienas tuvumā. Pirmkārt, VAS platforma veido ēnojumu sienai kā barjera, aizkavējot tās straujo uzsilšanu. Arī zaļās fasādes augu slānis veido ēnojumu, taču temperatūras

samazināšanas ietekme ir atkarīga no augu sugām (Koyama et al. 2013), slāņa blīvuma, lapu lieluma (Wong et al. 2010) un arī tonējuma (Tan et al. 2015). Otrkārt, izmantojot dzīvās sienas un netiešās zaļās fasādes (kas atrodas ar nelielu atstatumu no ēkas) temperatūra samazinās ne tikai sienai, bet arī atstarpē starp augu sienu un ēkas sienu brīvi cirkulē gaiss, kas ir vēsāks nekā vidējā gaisa temperatūra. Un treškārt arī evapotranspirācijas rezultātā, augu izdalītais un no augsnes iztvaikojošais ūdens, samazina temperatūru tiešā sienas tuvumā.

Arī VAS temperatūras samazināšanas efektivitāte var būt atkarīga no dažādiem faktoriem, piemēram, konstrukcijas veida (moduļu vai ģeotekstila sistēmas), augšanas vides veidam (organiskas kūdras, neorganiskas) un biežumam, kas galvenokārt veido papildus slāni un aizkavē saules radiācijas radītā siltuma pārnesi uz ēkas sienu, kā arī lapotnes blīvumam (Wong et al. 2010).

Jo lielāku saules radiāciju siena saņem, jo lielāku temperatūras samazinājumu var panākt, izmantojot augu sienu sistēmas. Lielāko efektu iespējams gūt šauros ielu kanjonos, izmantojot gan vertikālās augu sistēmas, gan arī vēl vienu mūsdienās populāru risinājumu – jumtu dārzus. Taču, teritorijai palielinoties, augu ietekme uz temperatūras izmaiņām plašākā teritorijā samazinās (Alexandri, Jones 2008).

Vislielākās temperatūras izmaiņas novērojamas siltajā gada periodā, silta klimata valstīs, kur temperatūra dienas laikā ir augsta un tās pazemināšanai ir būtiska nozīme, lai mazinātu pilsētu siltumsalās efektu un uzlabotu iedzīvotāju labsajūtu. Taču vēsāka klimata valstīs dzesējošais efekts nozīmīgs ir vasarā, lai arī tas var būt salīdzinoši īsāks periods. Latvijā ziemā vēl pagaidām VAS pilsētvidē nav izveidotas, jo tas galvenokārt ir līdzekļu un resursu ietilpīgs process. Taču, veicot kvalitatīvu pētījumu un monitorējot ar pieclapu mežvīnu apaugušas daudzdzīvokļu mājas Latvijā, tika manītas būtiskas atšķirības temperatūras sadalījumā uz sienas. Salīdzinot temperatūru vietās, kur sienu klāj augu slānis un kur siena bez apauguma, karstajās vasaras dienās temperatūras atšķirības līdz par 10°C.

Izmantotā literatūra

Alexandri, E. and Jones, P. (2008) 'Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates', *Building and Environment*, 43(4), pp. 480–493.

Koyama, T. et al. (2013) 'Identification of key plant traits contributing to the cooling effects of green façades using freestanding walls', *Building and Environment*. Elsevier Ltd, 66, pp. 96–103.

Manso, M. and Castro-Gomes, J. (2015) 'Green wall systems: A review of their characteristics', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 41(January), pp. 863–871.

Radić, M., Dodig, M. B. and Auer, T. (2019) 'Green facades and living walls-A review establishing the classification of construction types and mapping the benefits', *Sustainability (Switzerland)*, 11(17), pp. 1–23.

Tan, C. L. et al. (2015) 'Impact of plant evapotranspiration rate and shrub albedo on temperature reduction in the tropical outdoor environment', *Building and Environment*. Elsevier Ltd, 94(P1), pp. 206–217.

Wong, N. H. et al. (2010) 'Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls', *Building and Environment*. Elsevier Ltd, 45(3), pp. 663–672.

ILGGADĪGO ZĀLĀJU IZMANTOŠANAS PRAKSES KLIMATA PĀRMAIŅU ADAPTĀCIJAI BIOLOĢISKĀS LOPKOPĪBAS SEKTORĀ EIROPAS SAVIENĪBĀ

Līga Dzedule¹, Solvita Rūsiņa²

¹ Agroresursu un ekonomikas institūts, e-pasts: liga.dzedule@arei.lv

² LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: solvita.rusina@lu.lv

Lopkopība ir viena no klimata pārmaiņu jutīgajām un klimata pārmaiņas veicinošajām nozarēm, bet vienlaikus tā nodrošina ievērojamu apjomu no pasaulē saražotās pārtikas (Rojas-Downing et al., 2017). Turklāt nozares uzturēšanai nepieciešama liela lauksaimniecībā izmantojamās zemes platība. Ja konvencionālajā lopkopībā lielāko daļu nepieciešamās rupjās barības veido aramzemē sētie zālāji un citi lopbarības kultūraugi, tad bioloģiskajā lopkopībā nozīmi joprojām nezaudē arī ilggadīgie zālāji.

Vienlaikus ilggadīgie zālāji, pateicoties to spējai piesaistīt lielu CO₂ apjomu un kalpojot kā alternatīva lopbarības ražošanai aramzemē, samazina klimata pārmaiņu ietekmi. Ilggadīgo zālāju veidošana ir viena no nozīmīgām stratēģijām augsnes oglekļa krājumu palielināšanā līdzās agromežsaimniecībai, organisko vielu iestrādei augsnē, starpkultūru audzēšanai, augu sekas ievērošanai, bio-ogles iestrādei augsnē u.c. (Wiesmeier et al., 2020). Bioloģiskās lauksaimniecības paplašināšana arī var dot ieguldījumu klimata pārmaiņu mazināšanā (Scialabba & Müller-Lindenlauf, 2010; Gattinger et al., 2012). No otras puses, ilggadīgo zālāju ierīkošana un uzturēšana klimata pārmaiņu ietekmē kļūst sarežģītāka, jo tie ir viena no klimata pārmaiņu visvairāk ietekmētajām un no tām atkarīgajām ekosistēmām.

Klimata pārmaiņas galvenokārt raksturo galveno siltumnīcas efektu izraisošo gāzu koncentrācijas palielināšanās atmosfērā un izmaiņas temperatūras un nokrišņu režīmā (Dumont et al., 2014). Tas, kā zālājus ietekmē klimata pārmaiņas, atkarīgs no reģiona, zālāja botāniskā sastāva, augsnes, apsaimniekošanas prakses un pārmaiņu intensitātes. Jau 2011.gadā prognozēts, ka Eiropas ziemeļu daļā tuvākajās desmitgadēs klimata pārmaiņu ietekmē pagarināsies zālāju augšanas periods, augi labāk pārziemos, pagarināsies ražas vākšanai piemērotais periods. Sagaidāma arī negatīva ietekme – zālāji biežāk var ciest no sausuma un karstuma izraisīta stresa, kaitēkļiem un slimībām, kas novedīs pie ražas kvalitātes pasliktināšanās (Olesen et al., 2011).

Tādēļ tiek izstrādātas ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas modelēšanas pieejas, lai plānotu zālāju apsaimniekošanu saimniecības līmenī dažādos klimata scenārijos (Dusseux

et al., 2015). Tā kā ilggadīgie zālāji nodrošina ne vien regulējošos, bet arī daudzus citus nozīmīgus ekosistēmu pakalpojumus, tad to ierīkošanai un apsaimniekošanai ir jābūt multifunkcionālai. Ir zināms, ka ekstensīvi apsaimniekoti dabiskie zālāji nodrošina kopumā lielāku ekosistēmu pakalpojumu klāstu nekā intensīvi apsaimniekoti sētie zālāji (Bengtsson et al., 2019) tādēļ bioloģiskās daudzveidības palielināšana ilggadīgajos zālajos ir potenciāla stratēģija ilggadīgo zālāju izmantošanā klimata pārmaiņu adaptācijai. Zinātniskajā literatūrā tiek minētas divas ilggadīgo zālāju izmantošanas prakses, kas vienlaicīgi ir labvēlīgas gan klimata pārmaiņu adaptācijai, gan vispusīgu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanai. Viena no tām ir zālāju izmantošanas ekstensifikācija (Haas, et al., 2001), kas ietver minerālmēsļu un augu aizsardzības līdzekļu apjoma, kā arī pļaušanas un ganīšanas slodzes samazināšanu. Tomēr saimniecības līmenī lielāki ieguvumi vides aizsardzībā un klimata pārmaiņu mazināšanā ir zālāju apsaimniekošanas modeļiem, kuros vienlaicīgi ir gan ekstensīvi, gan intensīvi izmantoti zālāji, nekā modeļos, kur visi zālāji tiek ekstensificēti (Nemecek et al., 2011). Par ekstensifikāciju var uzskatīt arī holistisko ganīšanu, kas ietver ekstensīvu porcijveida ganīšanu, atgriežoties iepriekš noganītā vietā tikai pēc 30 dienām (De Faccio Carvalho, 2013). Otra pieeja ir veidot intensīvus ilggadīgos zālājus, sabalansējot augu funkcionālās grupas, jo to daudzveidība var mazināt klimata pārmaiņu radīto vides apstākļu stresu, piemēram, sausuma periodus (Fischer et al., 2020; Komainda et al., 2020).

Zālāju izmantošanas prakses ir cieši saistītas ar ieinteresēto personu rīcību un pieņemtajiem lēmumiem, tāpēc viens no pēdējos gados aktualizētiem virzieniem zālāju pētījumos ir ieinteresēto personu attieksmes un uztveres pētījumi zālāju apsaimniekošanas kontekstā (Tindale et al., 2020). Par aizvien aktuālāku tendenci zālāju apsaimniekošanā kļūst atšķirīgu zinātnes virzienu, piemēram, lauksaimniecības un ekoloģijas, savienošana un dažādu nozaru ekspertu iesaistīšana, lai meklētu piemērotākos un ilgtspējīgākos risinājumus zālāju izmantošanai (Molnár et al., 2020).

Izmantotā literatūra

Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., ... Lindborg, R. (2019). Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>

De Vliegheer, A. & van Gils, B. 2010. MultiSward. Multi-species swards and multi-scale strategies for multifunctional grassland-base ruminant production systems. D1.1 Report on roles and utility of grassland in Europe. https://www.multisward.eu/content/download/3080/32112/version/1/file/D1.1_FINAL.pdf

Dumont, B., Urra, D. A., Niderkorn, V., Lüscher, A., Porqueddu, C., Picon-Cochard, C. 2014. Effects of climate change on forage quality of grasslands and their use by grazing animals.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01611403/document>

- Dusseux, P., Hubert-Moy, L., Corpetti, T., & Vertès, F. (2015). Evaluation of SPOT imagery for the estimation of grassland biomass. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 38, 72–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.12.003>
- Fischer, F. M., Chytrý, K., Těšitel, J., Danihelka, J., & Chytrý, M. (2020). Weather fluctuations drive short-term dynamics and long-term stability in plant communities: A 25-year study in a Central European dry grassland. *Journal of Vegetation Science*, 31(5), 711–721. <https://doi.org/10.1111/jvs.12895>
- Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Niggli, U. (2012). Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44), 18226 LP – 18231. <https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109>
- Haas, G., Wetterich, F., & Köpke, U. (2001). Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1), 43–53. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00160-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00160-2)
- Komainda, M., Küchenmeister, F., Küchenmeister, K., Kayser, M., Wrage-Mönnig, N., & Isselstein, J. (2020). Drought tolerance is determined by species identity and functional group diversity rather than by species diversity within multi-species swards. *European Journal of Agronomy*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126116>
- Molnár, Z., Kelemen, A., Kun, R., Máté, J., Sáfián, L., Provenza, F., ... Vadász, C. (2020). Knowledge co-production with traditional herders on cattle grazing behaviour for better management of species-rich grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 57(9), 1677–1687. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1365-2664.13664>
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D., Gaillard, G., Schaller, B., & Chervet, A. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems*, 104(3), 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.07.007>
- Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., ... Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34(2), 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Scialabba, N. E.-H., & Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2), 158–169. <https://doi.org/DOI:10.1017/S1742170510000116>
- Tindale, S. J., Elliott, J., Elings, M., Gallardo-Cobos, R., Hunter, E., Lieberherr, E., ... Frewer, L. J. (2020). A systematic review of European farmer and non-farmer attitudes towards landscapes, ecosystem services, and agricultural management practices: Implications for permanent grassland management. *BioRxiv*, 2020.06.12.148585. <https://doi.org/10.1101/2020.06.12.148585>
- Wiesmeier, M., Mayer, S., Burmeister, J., Hübner, R., & Kögel-Knabner, I. (2020). Feasibility of the 4 per 1000 initiative in Bavaria: A reality check of agricultural soil management and carbon sequestration scenarios. *Geoderma*, 369, 114333. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114333>

KRITISKO SLODŽU MODEĻU PIEEJAS IZMANTOŠANA PASKĀBINĀŠANĀS RISKA NOVĒRTĒŠANAI NELIELOS MELIORĒTOS MEŽA SATECES BASEINOS UZ KŪDRAS AUGSNĒM

Zane Kalvīte^{1,2}, Iveta Šteinberga², Ivars Kļaviņš^{1,2}, Laura Voitiņa², Aigars Indriksons³

¹ LVMI "Silava", e-pasts: zane.kalvite@silava.lv

² LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

³ LLU Meža fakultāte

Baltijas jūras reģiona valstīs aptuveni 10 mlj. ha kūdrainās un applūstošās minerālaugsnēs ir veikta meliorācija mežsaimniecības vajadzībām (Paavilainen and Päivänen 1995). Tā kā meža meliorācijas sistēmas grāvji ir nozīmīga hidroloģiskā tīkla sastāvdaļa, būtiska ir šo ūdeņu kvalitāte, lai neveicinātu ar grāvjiem saistīto ūdensobjektu kvalitātes pasliktināšanos, paskābināšanos un eitrofikāciju.

20.gadsimta 70.gados Skandināvijā kā zivju bojāejas galvenais cēlonis tika konstatēta sēra nogulsnešanās izraisīta ūdens paskābināšanās, ar ko arī aizsākās šīs problēmas izpēte Skandināvijā, nedaudz vēlāk arī citur Eiropā un Ziemeļamerikā (Bishop et al. 2008; De Vries et al. 2015). Paskābināšanos var izraisīt gaisa piesārņojums, un tā ietekmes mazināšanai Eiropas Savienības valstīs ir noteiktas pieļaujamās emisijas gaisa piesārņojošām vielām.

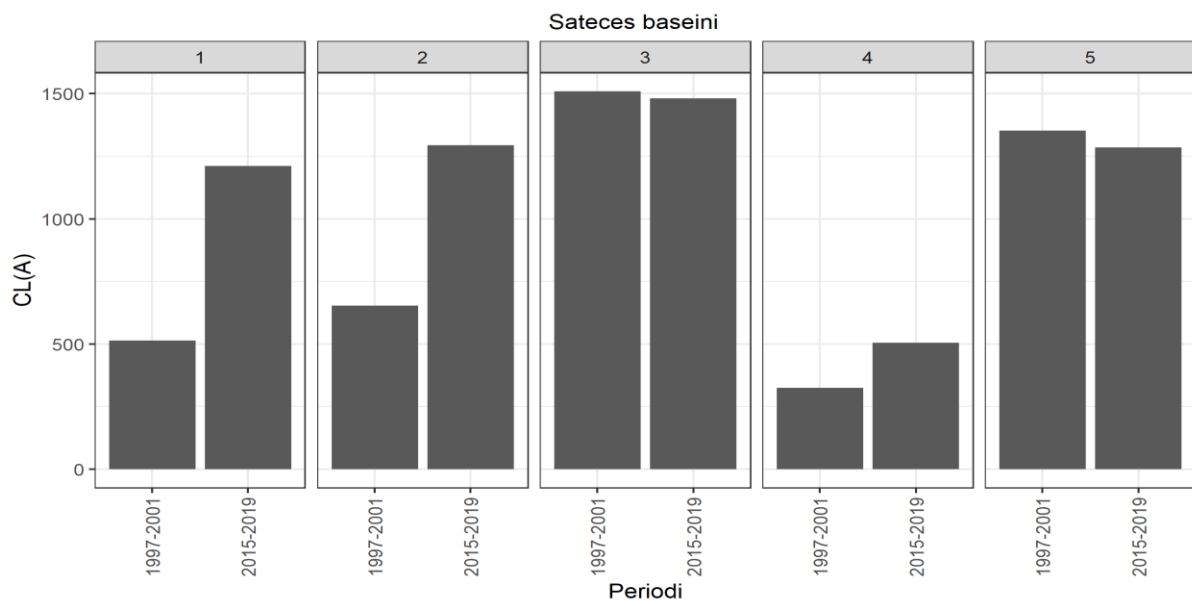
Izmantojot kritisko slodžu pieeju, iespējams veikt kvantitatīvas aplēses par piesārņojošo vielu potenciālo ietekmi. *Steady-State Water Chemistry* (SSWC) kritisko slodžu modelis tiek izmantots vairākās Eiropas valstīs, lai kartētu reģionus, kas ir jutīgi pret antropogēnas izcelsmes sēra un slāpekļa izraisītu paskābināšanos (Henriksen and Posch 2001). Modelis aprēķina paskābināšanās kritisko slodzi (CL(A)), balstoties uz sēra un slāpekļa savienojumu ienesi vidē, ko kompensē bāziskie katjoni. CL(A) iespējams aprēķināt gan tikai nokrišņiem, izmantojot to ķīmisko sastāvu, gan ūdens videi – ezeram, upei vai, piemēram, meliorācijas sistēmas grāvim.

Šī pētījuma mērķis bija aprēķināt un novērtēt paskābināšanās risku mazos mežainos sateces baseinos, kā arī nokrišņu radīto paskābināšanās risku, izmantojot SSWC modeli. Lai aprēķinātu paskābināšanās risku sateces baseinos, izmantoti noteces apjoma un grāvju ūdens ķīmiskie rādītāji; savukārt, lai aprēķinātu nokrišņu radīto paskābināšanās risku, izmantoti nokrišņu ķīmiskie rādītāji.

Pētījuma teritorija atrodas Latvijā, Vidzemes augstienē, zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas mežu novadā, kur piecos relatīvi nelielos (30-131 ha) mežainos sateces baseinos uzstādītas automātiskās pārgāznes noteces raksturošanai no ģeogrāfiski atdalīta meža meliorācijas sistēmas sateces baseina. Notece mērīta uz meliorācijas sistēmu maģistrālajiem grāvjiem, un reizi mēnesī noteces mērījumu punktus veikta ūdens paraugu ņemšana un analīze šādos laika periodos: no 1997. līdz 2001. gadam un no 2015. līdz 2019. gadam. Šiem

periodiem paskābināšanās riska aplēsēm izmantoti attiecīgo periodu nokrišņu ķīmisko rādītāju dati. Sateces baseinos dominē mezotrofi un eitrofi skujkoku meži uz minerālaugsņēm un nosusinātām kūdras augsņēm. Jāpiebilst, ka pētījuma teritorijā ir bagātīga Ca^{2+} un Mg^{2+} jonu izplūde pazemes spiedes ūdeņos.

Vislielākās CL(A) atšķirības starp periodiem tika konstatētas 1. un 2. sateces baseinā, turpretim pārējos sateces baseinos, kā arī nokrišņos būtiskas atšķirības netika novērotas (att.). Gada vidējās vērtības norāda, ka specifiskie vides apstākļi pētāmajā teritorijā nodrošina labu bufer-kapacitāti pret gaisa piesārņojumu – turklāt vismaz piecpadsmit reizes lielāku paskābināšanās kritisko slodzi, salīdzinot ar nokrišņiem. Kopumā pētāmās teritorijas sateces baseinos ir zems paskābināšanās risks, skābo nokrišņu ietekme ir potenciāli nenozīmīga.



Paskābināšanās kritisko slodžu (CL(A)) aprēķinātās vērtības piecos meža meliorācijas sateces baseinos analizētajos laika periodos

Literatūra

Bishop, K., Rapp, L., Köhler, S., Korsman, T. 2008. Testing the steady-state water chemistry model predictions of pre-industrial lake pH with paleolimnological data from northern Sweden. *Sci Total Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.10.007>

De Vries, W., Hettelingh, J.P., Posch, M. 2015. Critical Loads and Dynamic Risk Assessments: Nitrogen, Acidity and Metals in Terrestrial and Aquatic Ecosystems. *Environmental Pollution*, 25, p. 662 (Springer Netherlands).

Henriksen, A., Posch, M. 2001. Steady-State Models for Calculating Critical Loads of Acidity for Surface Waters. *Water, Air, & Soil Pollution Focus.* <https://doi.org/10.1023/A:1011523720461>

Paavilainen, E., Päivänen, J. 1995. Peatland forestry: ecology and principles.

AUTOTRANSPORTA RADĪTĀ ATMOSFĒRAS PIESĀRŅOJUMA NOVĒRTĒJUMS AUTOCEĻA A7 ĶEKAVAS POSMĀ

Tomass Kampmanis

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

Autotransporta radītās emisijas atmosfērā pēdējo 20 gadu laikā ir būtiski palielinājušās, jo strauji pieaug autotransporta izmantošana un saistīto pakalpojumu pieprasījums visā pasaulē (Marino et al. 2016). Autotransporta radītais atmosfēras piesārņojums, salīdzinājumā ar citām nozarēm, nesamazinās un rada būtisku ietekmi uz vidi un klimata pārmaiņām. Autotransports Eiropā rada gandrīz vienu ceturto daļu no siltumnīcefektu gāzu emisijām un ir galvenais gaisa piesārņojuma avots pilsētās, īpaši cieta daļiņu (PM) un slāpekļa dioksīda (NO₂) gadījumā, kā arī, autotransports ir viens no galvenajiem trokšņa piesārņojuma avotiem Eiropā (Dzikuč et al. 2017; European Environment Agency 2018). Piesārņojošo vielu emisijas atšķiras, - atkarībā no transportlīdzekļa veida, izmantotās degvielas, motora tilpuma, emisijas standarta, braukšanas apstākļiem un transportlīdzekļa ātruma (Singh et al. 2018).

Kopš 2012. gada Latvijā autotransporta sektora radītās siltumnīcefekta gāzu emisijas palielinās. Autotransporta sektors 2012. gadā bija “atbildīgs” par 2,514 milj. tonnu emisiju, toties līdz 2017. gadam emisiju daudzums ir pieaudzis līdz 3,122 milj. tonnu (European Environment Agency 2019).

Kā pētāmā teritorija ir izvēlēts autoceļa A7 Ķekavas posms, kurš ir viens no noslogotākajiem posmiem Latvijā. Autoceļš A7 ir valsts nozīmes automaģistrāle, kas iet caur Ķekavu, savieno Rīgu un Lietuvas robežu. 2009.-2019.gada novērojumi liecina, ka šajā posmā vērojams augsts kravu transporta īpatsvars, tas variē robežās no 14% līdz 17%, savukārt diennakts plūsmas intensitāte Ķekavas posmā sasniedz vismaz 17000 transporta vienību, līdz ar to tiek trīskārt pārsniegta šī autoceļa projektētā noslodze (VAS „Latvijas Valsts ceļi” 2018).

Pētījuma datu iegūšanai Ķekavas posma iekšienē tika izmantota manuālā skaitīšanas metode. Manuālā skaitīšana tika veikta vienas stundas intervālā, dažādās sezonās, nedēļas dienās un diennakts stundās. Lai iegūtu nepieciešamos datus tika izvēlētas 5 monitoringa vietas. Monitoringa punkti tika izvēlēti pie lielākajiem atzariem, kur autotransporta plūsma sazarojas, kā arī tur, kur nav pieejami Latvijas Valsts ceļu dati. Darbā, lai varētu aprēķināt autotransporta radītās emisijas tika izmantota COPERT metodika.

Darba ietvaros iegūtās autotransporta emisijas nav attiecināmas uz visu autotransporta kustību Ķekavā, jo iegūtās autotransporta emisijas ir no dominējošā tranzīta ceļa A7.

Ķekavas posmā dominējošais piesārņojuma apjoms veidojas no vieglajām automašīnām, tās veido 88% no kopējām emisijām, savukārt kravas automašīnas veido 9%, bet autobusi 3%.

Autotransports Ķekavas posmā gada laikā piesārņojošo vielu griezumā visvairāk emitē slāpekļu oksīdu (NO_x) savienojumus, tie veido 58% no kopējām emisijām, to galvenais avots ir vieglās automašīnas, kuras veido 87% no NO_x emisijām. Pēc tam seko oglekļa oksīda (CO) emisijas, kuru piesārņojuma apjoms veido 36% no kopējā emisiju apjoma, to galvenais avots ir vieglās automašīnas, kuras veido 93% no CO emisijām. Toties, gaistošo organisko savienojumu, kā piemēram, benzola, 1,3-butadiēna, etāna, formaldehīda u.c. savienojumu (VOC), cieto daļiņu (PM_x) un metāna (CH₄) emisiju apjoms gada laikā veido 6% no kopējām emisijām, kā arī pie šiem piesārņotājiem vieglās automašīnas emitē visvairāk, tās attiecīgi veido 73% no emisijām (1. tab.).

1.tabula. Autotransporta radītās emisijas gada laikā pa transportlīdzekļu klasēm

Transportlīdzekļu klase	CO emisijas visā posmā, t	NO _x emisijas visā posmā, t	PM _x emisijas visā posmā, t	VOC emisijas visā posmā, t	CH ₄ emisijas visā posmā, t	Kopā emisijas, t
Vieglās automašīnas	5.17	7.9	0.3	0.29	0.06	13.7
Smagās automašīnas	0.28	0.85	0.05	0.1	0.04	1.32
Autobusi	0.12	0.34	0.02	0.03	0.01	0.52

Literatūra

Dzikuč, M., Adamczyk, J., Piwowar, A. 2017. Problems associated with the emissions limitations from road transport in the Lubuskie Province (Poland). Atmospheric Environment. (160), 1-8.

European Environment Agency. 2019. EEA greenhouse gas - data viewer. Copenhagen Denmark. Sk. 18.04.2020. Pieejams <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

European Environment Agency. 2018. Progress of EU transport sector towards its environment and climate objectives. Copenhagen, Denmark. Sk. 19.03.2019. Pieejams <https://www.eea.europa.eu/publications/progress-of-eu-transport-sector-1>

Marino, C., Nucara, A., Pietrafesa, M., Pudano, A. 2016. The Assessment of Road Traffic Air Pollution by Means of an Average Emission Parameter. Environmental Modeling & Assessment. (21), 53-69.

Singh, V., Kumar Sahu, S., Kesarkar, A.P., Biswal, A. 2018. Estimation of high resolution emissions from road transport sector in a megacity Delhi. Urban Climate. (26), 109-120.

VAS "Latvijas Valsts ceļi". 2018. Satiksmes intensitāte valsts autoceļos (galvenajos, reģionālajos, vietējos) laikā no 2008. līdz 2018. gadam. Rīga, Latvija. Sk. 12.03.2019. Pieejams https://lvceļi.lv/informacija-un-dati__trashed/#satiksmes-intensitate

FAKTORIZĀCIJAS(PMF) METODES POTENCIĀLS ATMOSFĒRAS AEROSOLU AVOTU NOVĒRTĒŠANĀ RĪGĀ

Aleksandra Kaniščeva¹, Iveta Šteinberga²

¹Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: a.kanischeva@gmail.com

²Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: iveta.steinberga@lu.lv

Aerosoli jeb PM daļiņas ir vieni no galvenajām gaisu piesārņojošām vielām pilsētvidē. Tie sastāv, galvenokārt, no cietām vai šķidrām daļiņām, kas ir suspendētas gaisā – dūmi, putekļi u.c.. Aerosoli veicina hronisku un akūtu elpceļu slimības, kā arī kairina elpceļu audus (Pepper et al., 1996; Withgott & Brennan 2007; Botkin & Keller, 2005), atkarībā no to sastāva negatīvi ietekmē dabas vidi, t. sk. kultūraugus, kā arī sausā SO₂ depozicija, ko klasificē kā vienu no aerosoliem, veicina nokrišņu paskābināšanos, kas savukārt var izraisīt neatgriezeniskās izmaiņas ekosistēmās (Botkin & Keller, 2005). Svarīgi atzīmēt, ka ilgtermiņa aerosolu cieto daļiņu paaugstinātas koncentrācijas cieši korelē ar mirstību no kardiovaskulārām slimībām un saslimstību ar vēzi (Pope et al., 2002; Turner et al., 2011).

2018. gadā 48% Eiropas pilsētu iedzīvotāju bija pakļauti PM₁₀ koncentrācijām, un 74% PM_{2.5} koncentrācijām, kas pārsniedz Pasaules Veselības Organizācijas ieteiktās vērtības. Kaut arī Eiropas prasības ir zemākas, 15% iedzīvotāju dzīvo vidē kur pārsniegti arī šie lielumi. Rīga ir šādas pilsētas piemērs (European Environmental Agency (EEA), 2020). Tā piedzīvoja vairākus šo vielu robežlielumu pārsniegumus pēdējos gados – šī situācija nav jauna, un šī tendence saglabājas jau gadiem ilgi. 2020. gadā Rīgai atkal draudēja tiesas process ar Eiropas Savienību, jo gada robežvērtības bija atkal pārsniegtas, kas atspoguļots pēdējos pārskatos (LVGMC, 2020; The Baltic Times, 2019). Turklāt saņemta kārtēja vēstule no Eiropas Komitejas, kur pašvaldībai ieteikts izvērtēt esošo monitoringa sistēmu, jo tajā atrasti trūkumi (European Commission, 2020). Eiropā kopēji PM piesārņojums lēnām samazinās, bet Latvijā tas pieaug (European Environmental Agency (EEA), 2020).

Esam pārejas procesā – top jaunie Nacionālais attīstības plans, Vides politikas nostādnes un Rīgas attīstības programma. Gaisa kvalitātes uzlabošanai jābūt vienam no svarīgākajiem un prioritārajiem mērķiem Rīgas attīstībā. Aktuāls ir jautājums cik un kā katrs piesārņojuma avots iegulda kopejā koncentrācijā, jo, tikai iegūstot šos datus, var veikt attiecīgas korekcijas rīcības plānos un veikt secinājumus par to efektivitāti, diemžēl paļauties tikai uz monitoringa datiem nevar – tie nesniedz informāciju par emisijas avotiem. ASV Vides Aizsardzības Aģentūras izstrādātais brīvi pieejamais faktORIZācijas (PMF, ang. *Positive matrix factorization*) modelis, iespējams, ļaus šo problēmu atrisināt.

Modeļa galvenā priekšrocība ir tā pieejamība. Nomērītās aerosolu koncentrācijas tiek analizētas pēc to sastāva – metāli, organiskie savienojumi, citi savienojumi. Šādās kompleksās

datu kopās ir liels mainīgo skaits, bet PMF modelī to skaitu var būtiski samazināt, kas atvieglo datu apstrādi. Avotu tipi tiek identificēti salīdzinot tos ar izmērītiem (datu bāzes) profiliem - avots tiek noteikts pēc katra parauga sastāva, turklāt var izmantot arī kādas noteiktas vielas un savienojumus, lai novērtētu konkrētu avotu. PMF nodrošina arī plašu nenoteiktības novērtējumu un diagnostiku, kā arī samērā labi strādā ar trūkstošiem datiem un vērtībām (United States Environmental Protection Agency, [bez.dat.]).

Veicot modelēšanu jau ar konkrētiem datiem, būs iespējams izvērtēt, vai VARAM 2020. gada Gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plānā 2020.-2030. gadam sniegtais avotu sadalījums sakrīt ar modelēšanas rezultātiem, kā arī iezīmēt fokusa avotus turpmākiem attīstības dokumentiem.

Izmantotie avoti

Botkin D., B. & Keller, E., A. 2005. *Environmental Science*. United States of America, John Wiley & Sons, Inc.

European Commission, 2020. May infringements package: key decisions. Brussels. Pieejams: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/EN/INF_20_859

European Environmental Agency (EEA) 2020. Indicator Assessment. Exceedance of air quality standards in Europe. Brussels. Pieejams: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exceedance-of-air-quality-limit-2/assessment>

LVGMC, 2020. Pārskats par gaisa kvalitāti 2019. gadā. Rīga. Pieejams: https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Gaiss/Gaisa_kvalitate/Parskati/parskats_parr_gaisa_kvalitati_Latvija_2019g.pdf

Pepper I.,L., Gerba., C.,P. & Brusseau, M., L. 1996. *Pollution Science*. United States of America, Academic Press.

Pope, C., A., Burnett, R., T., Thun, M., J. Calle, E.,E., Krewski D., Ito K. & Thurston G.,D. 2002. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA*. 287(9), 1132-1141.

The Baltic Times, 2019. European Commission might take legal action against Latvia over air pollution – ministry. LETA. Pieejams: https://www.baltictimes.com/european_commission_might_take_legal_action_against_latvia_over_air_pollution_-_ministry/

United States Environmental Protection Agency, [bez.dat.]. *Positive Matrix Factorization Model for environmental data analyses*. Pieejams: <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>

Withgott, J. & Brennan, S. 2007. *Environment*. United States of America, Pearson education, Inc.

PASKĀBINĀŠANĀS RISKA NOVĒRTĒJUMS ATJAUNOŠANAS CIRTĒS, IZMANTOJOT KRTISKO SLODŽU MODELĒŠANAS METODI

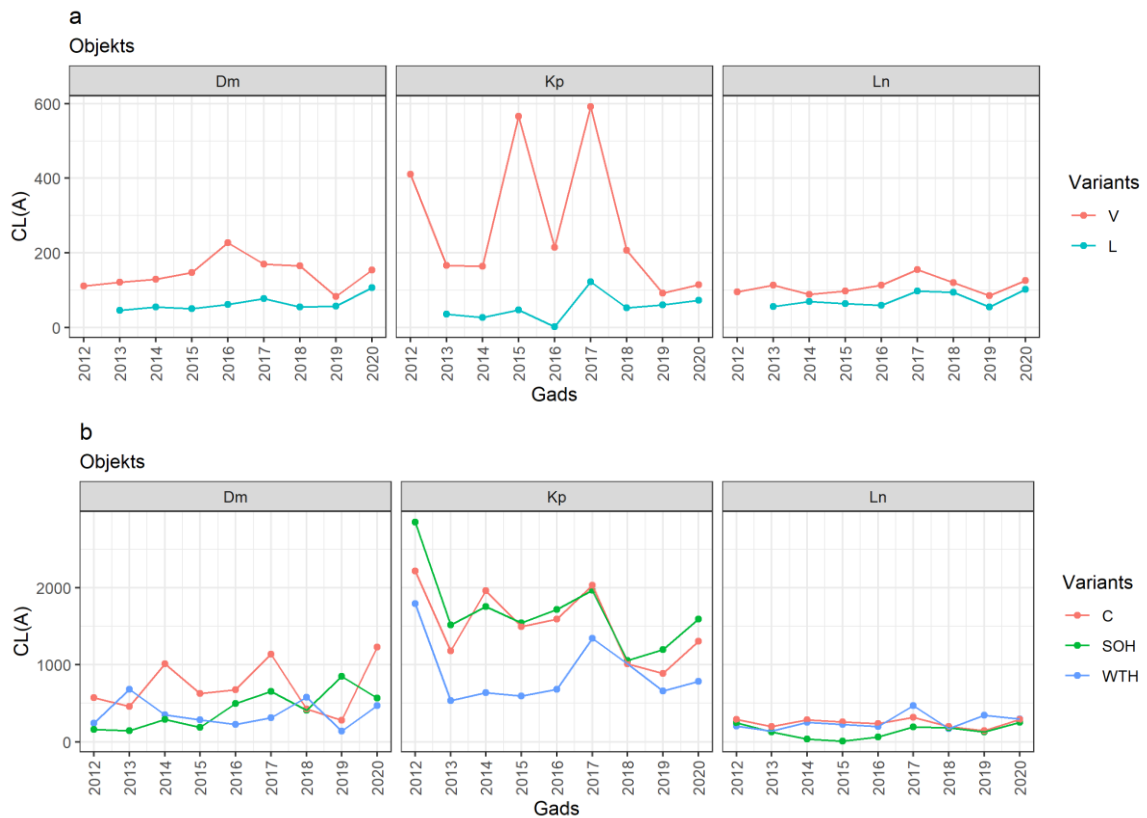
Ivars Kļaviņš^{1,2}, Iveta Šteinberga², Zane Kalvīte^{1,2}

¹ LVMI "Silava", e-pasts: ivars.klavins@silava.lv

² LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Palielinoties atjaunojamo energoresursu patēriņam, par ikdienas praksi mežsaimniecībā kļūst arī mežsaimniecības blakusproduktu ieguve (koku zari, galotnes, celmi, saknes). No meža ekosistēmas izvācot palielinātu biomasas daudzumu, šīs darbības var ietekmēt vielu aprites ciklus, barības vielu bilanci, kā arī radīt vides paskābināšanās riskus. Lai novērtētu šādas mežsaimniecības intensifikācijas ietekmi uz vielu apriti, 2012. gadā tika ierīkoti trīs pētījuma objekti zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas mežu novadā trijos Latvijā izplatītos meža tipos: damaksnī (*Hylocomiosa*); platlapju kūdrenī (*Oxalidosa turf. mel.*) un lānā (*Myrtillosa*). Katrā objektā tika ierīkoti trīs dažādas mežizstrādes intensitātes parauglaukumi – WTH (izvesta visa koku virszemes biomasas); SOH (izvesti tikai koku stumbri); C (kontrolē, nav veikta mežizstrāde). Pēc vienu gadu ilgas retrospekcijas datu iegūšanas (augšnes ūdens un nokrišņu ķīmiskais sastāvs) 2013. gada sākumā tika veikta mežizstrāde; 2015. gada sākumā izcirtumi lānā un damaksnī atjaunoti ar priedi, bet šaurlapju kūdrenī – ar egli.

Visos trīs objektos tika novērota tendence - augšnes ūdens pH samazināšanās, it īpaši divus līdz četrus gadus pēc atjaunošanas cirtes, vairākos parauglaukumos novērojot būtiskas atšķirības salīdzinājumā ar retrospekcijas periodu. Lai novērtētu augšnes paskābināšanās risku, tika izmantota kritisko slodžu pieeja – *Steady-State Water Chemistry (SSWC)* modelis. *SSWC* novērtē vides paskābināšanās risku, ko rada antropogēnas izcelsmes sēra un slāpekļa savienojumi, kas pētāmajā vidē nokļūst nokrišņu veidā; to kompensē bāzisko katjonu klātbūtne. Lai novērtētu nokrišņu ietekmi uz konkrētajām meža ekosistēmām, tika aprēķināta paskābināšanās kritiskā slodze (CL(A)) nokrišņiem pētījuma objektos, kur nokrišņu paraugi ievākti izcirtumā jeb atklātā laukā (L) un zem koku vainagiem (V) (att. a daļa). Pētījuma teritorijā ir raksturīga būtiska ar bāziskiem katjoniem bagāta pazemes spiedes ūdens pieplūde kopējā ūdens bilanci, tāpēc CL(A) pētījuma objektos aprēķināta, izvēloties augšnes ūdeni kā pētāmo vidi (att. b daļa).



Paskābināšanās kritiskās slodzes (CL(A)) nokrišņos (“a”) un augsnes ūdenī (“b”) trīs dažādas intensitātes mežizstrādes pētījumu 2012.-2020. gadā (Dm – damaksnis; Kp – šaurlapju kūdrenis; Ln – lāns; V – nokrišņi caur koku vainagiem; L – nokrišņi atklātā laukā (cirsmā); C – kontrole; SOH – izstrādāti tikai koku stumbri; WTH – izstrādāta visa koku virszemes biomasa)

Nokrišņiem, kas nonāk paraugu uztvērējā caur koku vainagiem (V), CL(A) tika konstatēta lielāka nekā atklātā laukā (L). Starp dažādiem izstrādes variantiem ievērojamākās atšķirības iezīmējas šaurlapju kūdrenī, kur WTH parauglaukumā tika novērots vislielākais CL(A) kritums pēc atjaunošanas circes, turpretim SOH parauglaukumā CL(A) vērtības novērotas līdzīgas C parauglaukumam. Damaksnī netika novērotas viennozīmīgas tendences, izņemot pirmos trīs gadus pēc atjaunošanas circes, kur, iespējams, WTH parauglaukumā CL(A) ir augstāka nekā SOH parauglaukumā mazāka ciršanas atlieku daudzuma dēļ. Līdzīga tendence iezīmējās lānā otrajā gadā pēc atjaunošanas circes, kas bija novērojama līdz pat sestajam novērojumu gadam pēc mežizstrādes.

Kopumā CL(A) dinamika augsnes ūdenī starp pētījuma objektiem norādīja uz meža tipu trofiskuma līmeņiem – vislielākais paskābināšanās risks tika konstatēts lānā, īpaši SOH parauglaukumā, kur CL(A) tika konstatēts tuvu nullei. Damaksnī un šaurlapju kūdrenī abi izstrādes varianti kritiski nepazemināja CL(A). Iegūtie rezultāti liecina par SSWC modeļa potenciālo pielietojumu, lai preventīvi novērstu paskābināšanās risku, piemērojot vēlamās mežsaimnieciskās darbības.

IMPLEMENTATION OF CIRCULAR ECONOMY ASSUMPTIONS IN THE WASTEWATER MANAGEMENT IN LATVIA

Rūta Ozola-Davidāne, Māris Kļaviņš

Department of Environmental Science, University of Latvia,

e-mail: Ruta.Ozola-Davidane@lu.lv; Maris.Klavins@lu.lv

The wastewater sector is currently facing many challenges related to the implementation of the circular economy model, which is the European Union's political priority. The wastewater sector is an important element in the circular economy, especially thinking about the recovery of raw materials such as phosphorus. Also, necessary actions for the transition to the circular economy model have been taken by the government of Latvia. National policy documents such as Circular Economy Strategy for Latvia and Order of the Cabinet of Ministers on September 4, 2020, No. 489 "On the Action Plan for the Transition to a Circular Economy 2020-2027" include key objectives for the reduction of temporarily stored sewage sludge amount, development of sustainable sludge management and implementation of phosphorus recovery from sewage sludge. Attracted funding to achieve these goals include EU Life program, ERDF projects, CF, etc. funding with a total amount of 35 million EUR. However, in Latvia treated sewage sludge, which is one of the main sources of phosphorus, is mainly stored in temporary storage or is used in agriculture, composting, greening, and recultivation of degraded areas. This kind of application is not only ineffective but also can cause environmental problems such as eutrophication in surface waters. This study presents an overview of the wastewater management system progress in Latvia, indicating good practice examples and challenges to determine the level of transformation towards the circular economy model.

The study was funded by the project: „Monitoring of water and sewage management in the context of the implementation of the circular economy assumptions “(MonGOS), no. PPI/APM/2019/1/00015/U/00001/ZU/00002 (2020-2022), which is financed by the Polish National Agency for Academic Exchange (NAWA) under the International Academic Partnerships Programme.

Ilgtermiņa vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā

RĪGAS LĪČA MAKROFĪTU EKOĻĢIJA DAUDZGADĪGĀ ASPEKTĀ ECOLOGY OF MACROPHYTES IN THE GULF OF RIGA – A LONGTERM ASPECT

Elmīra Boikova, Irīna Kuļikova, Vita Līcīte, Uldis Botva

LU Bioloģijas institūts, e pasts: Elmira.Boikova@lu.lv, Irina.Kulikova@lu.lv, Vita.Licite@lu.lv

Eitrofikācija arvien ir Baltijas jūras un Rīgas jūras līča pamatproblēma. Vidēji līdz 80% eitroficējošo vielu veido difūzais piesārņojums (pamatā lauksaimniecība sateces baseinā), kā arī upju ūdeņu ieplūde. Ievērojami mazāku slodzi rada gaisa un kuģu emisijas. Ūdeņu struktūrdirektīvas (2000/60EC) kontekstā Jūras Ekoloģijas laboratorija kopš 1999. gada veic pētniecisko monitoring Rīgas līča litorāla/sublitorāla zonā, apvienojot zemūdens ekoloģisko kartēšanu makrofitu audžu kvalitātes novērtējumam kompleksā ar mikrobiālās ķēdes, fitoplanktona (hlorofils *a*), hidroķīmisko parametru attīstības tendencēm daudzgadīgā aspektā. Lai arī Rīgas jūras līcis kopumā ir eitrofs, sakarā ar Lielupes, Daugavas, Gaujas upju ūdeņu virzību gar Vidzemes piekrasti, tas nosaka līča piekrastē atšķirīgu slodzi kopumā. Tā laika posmā no 1999. līdz 2018. gadam izvērtējot t.s. vides trofisko indeksu, iezīmējas tā neliela samazināšanās tendence, ar zemāku eitrofikācijas slodzi Mērsraga novērojumu griezumos salīdzinot ar Saulkrastu griezumiem. Trofiskais indekss attiecīgi vidējais daudzgadīgais ir 4.46 un 5.20. Izvērtējot datu kopu, iezīmējas, ka būtiskāk ir samazinājies amonija jonu saturs un hlorofila *a* koncentrācija planktonā. Tomēr, tajā pašā laikā, veicot makrofitu biomasas daudzgadīgu izvērtējumu, rezultāti neuzrāda makrofitu audžu kvalitātes pieaugumu un Saulkrastu griezumos t.s. līča piekrastes biotopu atslēgas suga *Fucus vesiculosus* savā attīstībā un izplatībā ir būtiski kavēta salīdzinājumā ar Mērsraga biotopiem, Tā Mērsragā šīs brūnaļģes vertikālās izplatības robeža sasniedz pat 9 m dziļumu, Saulkrastos tikai 3-4 m. Vēl būtiskākas izmaiņas saglabājas bez pozitīva trenda *F.vesiculosus* produktivitātes salīdzinājumā. Tā Mērsraga griezumos vidējā biomasa 3 m (optimālais attīstības dziļums) sasniedz 294,0 g sausā svara/m², bet Saulkrastu griezumos – tikai 54,0 g sausā svara/m². Vadoties pēc ŪSD ekoloģiskā kvalitātes klašu iedalījuma Mērsraga makrofitu audzes ir kvalitatīvi labā stāvoklī, bet Saulkrastos – sliktā pat daudzgadīgā aspektā.

ANTROPOGĒNĀ PIESĀRŅOJUMA IETEKME UZ DIATOMEJU UN TRĪSUĻODU KĀPURU DAUDZVEIDĪBU VOLENZĒ EZERĀ, BERNES KANTONĀ, ŠVEICĒ

Ieva Grudzinska-Elsberga^{1,2}, Hendrik Vogel³, Flavio Anselmetti³, Oliver Heiri²

¹ Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Rīga, Latvija, e-pasts: ieva.grudzinska@lu.lv

² Bāzeles universitāte, Bāzele, Šveice, e-pasts: ieva.grudzinska-elsberga@unibas.ch

³ Bernes universitātes Ģeoloģijas institūts un Oeschger klimata pētījumu centrs, Berne, Šveice

Volenzē ezers tika mākslīgi izveidots 1920. gadā, būvējot Mülbergas hidroelektrostaciju un uzpludinot upi Āri leļpus Bernei (Šveice). Ūdenskrātuves virsmas laukums ir ~2,5 km², vidējais dziļums ir ap 9–10 m, bet tās maksimālais dziļums pie hidroelektrostācijas aizsprosta sasniedz 18 m. Ūdenskrātuves sezonālā ūdens temperatūra svārstās no 5 °C ziemā līdz gandrīz 20 °C vasarā (DelSontro et al., 2010). Gada vidējā caurplūde ir ap 122 m³ s⁻¹ (~40–400 m³ s⁻¹), vidējais ūdens apmaiņas laiks ūdenskrātuvē ir aptuveni 2 dienas (7,2–0,7 dienas) (Albrechts et al., 1998). Volenzē ūdens kolonna parasti ir labi sajaukta, tādēļ tā pastāvīgi ir piesātināta ar skābekli (DelSontro et al., 2010). Tomēr iepriekšējie pētījumi ziņo par satraucoši augstiem metāna emisijas rādītājiem (DelSontro et al., 2010; Hiller et al. 2014), kā arī par nogulumu piesārņojumu ar smagajiem metāliem (Wildi et al., 2004; Hunzinger, 2011). Upe Āre sākas centrālajos Alpos, satekot diviem ledājkūšanas strautiem. Pirms tās ūdeņi sasniedz Volenzē ūdenskrātuvi, tā iztek cauri diviem ezeriem – Brinzas un Tūnas, kā arī Āres ielejai starp Tūnas ezeru un Volenzē ūdenskrātuvi, kas atrodas ekonomiski spēcīgi attīstītā reģionā.

Ņemot vērā iepriekšējo pētījumu datus, mēs izvirzījām hipotēzi, ka, palielinoties antropogēnajai slodzei 20.gs. vidū (iedzīvotāju skaita pieaugums, lauksaimniecības un rūpniecības attīstība), ir būtiski ietekmēta Volenzē ezera ekosistēma. Mūsu mērķis bija noskaidrot, kā un cik lielā mērā mainījušās diatomeju un trīsuļodu sugu sabiedrības Volenzē ezerā laika gaitā kopš upes aizsprosta izveidošanas, un cik liela ietekme uz sugu daudzveidību ir bijusi nepietiekami attīrītu rūpniecisko un sadzīves notekūdeņu novadīšanai Ārē.

Lauka darbi nogulumu paraugu paņemšanai no trīs paralēliem urbumiem, izmantojot Pistona tipa urbi, tika organizēti 2014. gadā. Nogulumu absolūtā vecuma noteikšanu veica ar radioizotopu ²¹⁰Pb un ¹³⁷Cs metodi. Savukārt ar rentgena fluorescences (XRF) palīdzību tika noteikts smago metālu relatīvā daudzuma izmaiņas nogulumos. Lai noteiktu piesārņojumu ietekmi uz dzīvajiem organismiem (piemēram, zoobentosu un fitoplanktonu), ezera nogulumos tika analizētas trīsuļodu kāpuru galvas kapsulu un diatomeju vāciņu atliekas.

Kopā tika identificētas 45 dažādu trīsuļodu grupu fosilijas. Lielākā daļa no tām ir raksturīgas mazām ūdenstilpēm ar stāvošu ūdeni (*Chironomus anthracinus* – tips, *Polypedilum nubeculosm* – tips, *Tanytarsus lugens* – tips). Tomēr tika atrasti arī daži trīsuļodu kāpuri (piemēram, *Eukiefferiella*, *Tvetenia*, *Synorthocladus*), kas galvenokārt sastopami upēs

vai arī ezera litorālē uz akmeņiem un citiem cietiem substrātiem. Trīsuļodu kāpuru galvas kapsulu analīzes rezultāti norāda uz ļoti augstu piesārņojuma līmeni apmēram no 1940. līdz 1950. gadam, kad trīsuļodu sugu sastāvs pilnībā nomainījās. Šīs izmaiņas norāda uz ārkārtīgi lielu augu barības vielu un organiski noārdāmo vielu slodzi Volenzē. Aptuveni no 1965. gada trīsuļodu kāpuru sabiedrība lēnām atveseļojās. Diatomeju analīžu datus tika novērota līdzīga tendence. 20.gs. vidū ievērojami palielinājās planktona diatomeju (*Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa*) īpatsvars, kas liecina par barības vielu daudzuma pieaugšanu ūdenstilpē. Pirmās vēsmas par ekosistēmas atveseļošanos parādās 1960. gados, piemēram, pieaug bentiskās *Diatoma ehrenbergii* procentuālais daudzums, bet ezerā joprojām dominē planktona diatomejas. Ievērojamas izmaiņas diatomeju sugu sastāvā vērojamas tikai 1980.gadu pašās beigās.

Tomēr mūsdienu trīsuļodu grupas un diatomeju sugu sastāvs joprojām atšķiras no sākotnējās Volenzē faunas un floras, kas tika novērota uzreiz pēc aizsprosta izveidošanas, pēc tā varam secināt, ka ekosistēma vēl nav attīstījusies atpakaļ sākotnējā stāvoklī.

Pētījums izstrādāts ar Šveices Federālā Vides biroja (Bundesamt für Umwelt BAFU) Klimata departamenta atbalstu.

Izmantotā literatūra

Albrecht A., Reiser R., Luck A., Stoll J. M. A., and Giger W. (1998) Radiocesium dating of sediments from lakes and reservoirs of different hydrological regimes. *Environmental Science & Technology* 32: (13), 1882–1887, doi:10.1021/es970946h.

DelSontro T., McGinnis D. F., Sobek S., Ostrovsky I., Wehrli B. (2010) Extreme methane emissions from a Swiss hydropower reservoir: contribution from bubbling sediments. *Environmental Science & Technology* 44: 2419–2425, doi:10.1021/es9031369.

Hiller R.V., Bretscher D., DelSontro T., Diem T., Eugster W., Henneberger R., Hobi S., Hodson E., Imer D., Kreuzer M., Künzle T., Merbold L., Niklaus P. A., Rihm B., Schellenberger A., Schroth M. H., Schubert C. J., Siegrist H., Stieger J., Buchmann N., Brunner D. (2014) Anthropogenic and natural methane fluxes in Switzerland synthesized within a spatially explicit inventory. *Biogeosciences* 11: 1941–59. doi:10.5194/bgd-10-15181-2013

Hunzinger L. (2011) *Verlandungsstudie Wohlensee Kurzfassung*. Flussbau AG, Bern, 1–12.

Wildi W., Dominik J., Loizeau J.-L., Thomas R., L., Favarger P.-Y., Haller L., Perroud A., Peytremann C. (2004). River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 9: 75–87, doi:10.1111/j.1440-1770.2004.00236.x

ENTOMOLOĢISKA RAKSTURA KOLEKCIJU UN BIBLIOTĒKU MATERIĀLA MODERNIZĒŠANA – LĪDZŠINĒJĀ IEGŪTĀ PIEREDZE UN POTENCIĀLS TURPMĀKAJOS ILGTERMIŅA VIDES UN EKOLOĢISKAJOS PĒTĪJUMOS LATVIJĀ

**Uģis Kagainis^{1,2}, Inese Cera¹, Vendija Grīna¹, Edīte Juceviča¹, Aina Karpa¹,
Ināra Melece¹, Ineta Salmane¹, Jānis Saulītis², Voldemārs Spuņģis², Dmitry Telnov¹,
Viesturs Melecis^{1,3}, Līga Jankevica¹**

¹ LU Bioloģijas institūts, e-pasts: Ugis.Kagainis@lu.lv, Inese.Cera@lu.lv, Vendija.Grina@lu.lv,
Edite.Jucevica@lu.lv, Asilus@inbox.lv, Inara.Melece@lu.lv, Ineta.Salmane@lu.lv,
Dmitrijs.Telnovs@lu.lv, Viesturs.Melecis@lu.lv, Liga.Jankevica@lu.lv,

² LU Bioloģijas fakultāte, e-pasts: Janis.Saulitis@inbox.lv, Voldemars.Spungis@lu.lv,

³ LU Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte.

Ilgtermiņa un vides ekoloģiskie pētījumi nav iedomājami bez dzīvās dabas daudzveidības raksturošanas, līdz ar to arī organismu taksonu identificēšanas, kā rezultātā iespējams precīzāk raksturot biotas atbildes reakcijas uz vides izmaiņām. Pēdējos 10 gados pētījuma aktualitāti pasaulē strauji atgūst dabas vēstures materiāla izmantošana, veicot etalonu eksemplāru (tostarp arī kukaiņu) revīziju, datu etiķešu digitalizēšanu, kā arī pašu eksemplāru fotografēšanu. Tādējādi muzejos un institūtos deponēto materiālu iespējams piedāvāt ērti pieejamu plašākam interesentu lokam visā pasaulē. Digitalizētais materiāls no reģionāla līmeņa un vidēja izmēra kolekcijām iegūst plašāku pielietojumu un kļūst konkurētspējīgāks ar pasaules mēroga apjomīgām muzeju kolekcijām.

Gan ar kukaiņiem, gan citiem organismiem saistīta izstrādājamā ilgtermiņa vides un ekoloģiskā pētījuma viens no kvalitātes noteicošajiem faktoriem ir ērta piekļuve pie zinātniskās literatūras bāzes. Lielā daļā gadījumu literatūras avota pilntekstam vienīgais piekļuves veids plašākam pētnieku lokam ir, izmantojot muzeja vai bibliotēkas piedāvātās elektroniskās kopijas. Kaut arī nesenāki publicēti dokumentu elektroniskās kopijas mēdz būt samērā viegli pieejamas, daļa grāmatu un žurnālu “paliek bezsaistē”. Neskatoties uz starptautisko digitālo arhīvu (piemēram, *JStore*, *BHL* u.c.) plašo piedāvājumu, senāk publicētiem vai izteikti reģionāla rakstura publikāciju elektroniskajiem pilntekstiem lielākajā daļā gadījumu joprojām ir neiespējami piekļūt un šos darbus izmantot dažādu pētījumu, tostarp ilgtermiņa vides un ekoloģiskajos pētījumu ietvaros.

Kā ikdienas darba neaizstājams uzskates materiāls LU Bioloģijas institūta Bioindikācijas laboratorijas ilggadējās darbības rezultātā uzkrāts ievērojami liels etalonu kolekciju apjoms. Paralēli, kopš 19.g.s. 60.-to gadu sākuma uzkrāts Latvijas Entomoloģijas biedrības (LEB) izdots vēsturisks bibliotēkas materiāls. Šī darba ietvaros tika izvirzīts mērķis

uzsākt entomoloģiska rakstura kolekciju un LEB vēsturiskā bibliotēkas materiāla modernizēšanu līdz noteiktai stadijai.

Šī darba ietvaros entomoloģiskās kolekcijas (IBULC) tika sagatavotas digitalizēšanas darbiem: pārskaitīti etalonu eksemplāri, veikta dzimtu un augstāka ranga taksonu nosaukumu transformēšana, atbilstoši mūsdienu nomenklatūrai, par iegūtajiem rezultātiem sagatavots pārskats. Kolekcijā aptvertas apmēram dažādas 3700 sugas. Kopumā saskaitīti vairāk kā 59 tūkstoši identificēti kukaiņu un citu posmkāju grupu eksemplāri. No tiem eksemplārs nozīmēts par sugas pirmapraksta tipisko eksemplāru. Vēl bez nosauktajiem, apm. 500000 eksemplāri kolekcijā tiek glabāti līdz sugai vēl neidentificētā stāvoklī. Tā pat tika veikta LEB izdevumu *Latvijas Entomologs*, *Latvijas Entomoloģijas Arhīvs*, *Acta Hydroentomologica* un LEB izdevumu kopā ietilpstošo papildizdevumu (*Supplementum*) pilna skenēšana, ieskenētā materiāla transformēšana OCR (Optical Character Reader) formātā pdf dokumentu paplašinājumā, kā arī apkopošana interesentiem pieejamā platformā vispasaules tīmeklī. Kopumā tika modernizēti 66 LEB izdevumi, kuros aptvertas aptuveni 670 publikācijas, monogrāfijas u.c. bibliogrāfiskās vienības.

IBULC kolekciju, kā arī LEB bibliotēkas modernizācijas ietvaros veiktajiem darbiem ir augsta nozīme. Kolekcijā atjaunotā nomenklatūra ļauj ar tajā ietilpstošajiem eksemplāriem strādāt atbilstoši mūsdienu taksonomijai. Sagatavotais pārskats krietni uzlabo kolekciju pielietojamību interesentiem no visas pasaules, kā arī ceļ to konkurētspēju. Saglabātie eksemplāri pielietojami plaša spektra mūsdienīgiem pētījumiem, no kuriem primāri jāmin ar sugu precīzu identificēšanu saistītus pētījumus gan bioloģijā plašākā nozīmē, gan arī vides un ekoloģiskajos ilgtermiņa pētījumos. Tostarp materiāls izmantojams mūsdienīgu pētījumu ietvaros arī genoma analīzēm molekulārās ekoloģijas kontekstā, stabilo izotopu analīzēm, kā arī biomehānikā un biomimikā. LEB bibliotēkas modernizācijas rezultātā, savukārt, pētījumu izstrādes gaitā pieejama elektronisko literatūras avotu kopiju kolekcija. Šāda elektroniska bibliotēka ne tikai dod iespēju piekļūt vēsturisku pētījumu rezultātiem, no kuriem daļa ir izmantojami ilgtermiņa pētījumu kontekstā, bet arī ļauj ātri un ērti analizēt OCR formātā transformēto tekstu, tādējādi veikt sarežģītākas literatūras bāzes meta-analīzes darbības.

Izmantotā literatūra

- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D.G. (2009) Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement.. PLoS Med 6(7): e1000100. DOI:10.1371/ journal.pmed.1000097
- Spuris Z. (1997) Reminiscences and Remarks about the Journal *Latvijas Entomologs* and Similar Publications. *Latvijas Entomoloģijas Arhivs* 4: 36-41.
- Suarez V.A., Tsutsui N.D. (2004) The value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience* 54 (1): 66–74. DOI:10.1641/0006-3568(2004)054[0066:TVOMCF]2.0.CO;2

Thomson S.K. (2005) Natural History Museum Collections in the 21st Century. Actionbioscience.org. American Institute of Biological Sciences, Washington, DC.

LATVIJA UZ EIROPAS INOVĀCIJU STRATĒGIJAS IEVIEŠANAS SLIEKŠŅA BIODAUDZVEIDĪBAS ILGTERMIŅA IZMAIŅU PĒTĪJUMOS

Viesturs Melecis, Gunta Sprinģe

LU Bioloģijas institūts, e-pasts: viesturs.melecis@lu.lv, gunta.springe@lu.lv

Biodaudzveidības izmaiņu ilgtermiņa pētījumi saskaras ar virkni problēmu. Tās saistītas ar pētījumu vietas un parauglaukumu izvēli telpiski heterogēnu ainavu ekosistēmu apstākļos, paraugu skaita, ievākšanas laika un biežuma izvēli, jo pētījumu mērķis ir nevis lokālu, bet gan reģionālu izmaiņu raksturošana. Šī mērķa sasniegšanai nereti nepieciešamas ļoti lielas paraugkopas. Ņemot vērā milzīgo sugu daudzveidību, ar kuru jāsasaskaras pētniekam un to, ka sugu, it īpaši bezmugurkaulnieku, noteikšanai nepieciešams iesaistīt augsti kvalificētus ekspertus, sugu daudzveidības ilgtermiņa izmaiņu pētījumi ir ļoti darbietilpīgi un relatīvi dārgi.

Viens no galvenajiem Eiropas ilgtermiņa ekoloģisko pētījumu tīkla konsorcijs mērķiem ir izstrādāt vienotu Viseiropas biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumu stratēģiju un izveidot pētījumiem nepieciešamo infrastruktūru. Kopš 2016. gada darbs pie šo mērķu īstenošanas notiek jau četru secīgu HORIZON2020 projektu ietvaros, kuros piedalās arī Latvijas Universitāte. Pašreiz aktivitātes notiek divos projektos eLTER PLUS, “eLTER Advanced Community Project” un eLTER PPP, “eLTER Preparatory Phase Project”, kuru izpilde turpināsies līdz 2025. gadam. Viens no eLTER PLUS projekta mērķiem ir biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumu parametru izvēle un vienotas metodikas izstrādāšana. Līdz šim vairumā LTER dalībvalstu, tai skaitā arī Latvijā, biodaudzveidības ilgtermiņa pētījumi notikuši, izmantojot tradicionālās metodēs. Lielu pētījumu vietu, tai skaitā LTSER platformu, kas Latvijā pārstāvēta ar Engures ezera sateces baseinu, veģetācijas pētījumos pamatā izmantoti esošo kartogrāfisko materiālu, piemēram mežaudžu plānu, digitalizācija (Medene, 2012). Tālīzpētes metožu izmantošana ir fragmentāra (Vīksne, 1997; Auniņš et al. 2000; Brižs, 2012). Veģetācijas uzskaitē izmantota kvadrātu metode (Krautmane, 2010), putnu sugas uzskaitēs izmantotas galvenokārt vizuālā novērojuma metodes (Vīksne et al., 2011), kukaiņu uzskaites veiktas ar entomoloģiskā tīkliņa pļavienu metodi (Melecis et al., 2014). Augsnes dzīvnieku uzskaitē izmantota fototermoelektoru metode (Jucevica, Melecis, 2006). Hidroekosistēmās ūdens paraugi aļģu analīzēm tiek ievākti ar batometra, bentisko organismi – ar gruntssmēlējumiem atkarībā no grunts veida. eLTER PLUS projekts paredz tradicionālo metožu aizstāšanu ar inovatīvām metodēm, kuru pamatā ir modernās tehnoloģijas. Augu segas raksturošanai tiks

izmantotas tālzipētes metodes (Wanga, Gamona, 2019; Cavender-Bares et al. 2020), kas mūsdienās dod iespējas atšķirt dominējošās koku sugas, bet mazāka mēroga precīzākai veģetācijas, piemēram zālāju un purvu augāja analīzei paredzēts izmantot dronu tehnoloģijas (Ancin-Murguzur et al., 2020; Doughty et al., 2019). Putnu un, iespējams arī sikspārņu un taisnspārņu (sienāžu, siseņu) sugu daudzveidības analīzēm paredzēts ieviest akustisko signālu reģistrācijas un dešifrēšanas metodes (Hill et al., 2018). Naktstauriņu sugu reģistrācijai uz apgaismotas balta ekrāna virsmas tiek izstrādātas automātiskās optiskās sugu atpazīšanas metodes. Lielo zīdītājdzīvnieku sugu reģistrācijai paredzēts izmantot koku stumbriem piestiprināmas automātiskās foto un video kameras, kādas jau šobrīd pasaulē plaši izmanto. Laika ziņā visietilpīgākajām kukaiņu faunas analīzēm paredzēts izmantot Malēzes lamatas, taču sugu noteikšanai ievāktu materiālu nav paredzēts šķirot un noteikt sugas zem mikroskopa. Materiāls tiks homogenizēts un sugu noteikšanai izmantotas modernās bārkodinga metodes. Fundamentālas izmaiņas projektā paredzētas augsnes organismu un ūdens organismu sugu daudzveidības analīzēs, izmantojot e-DNS (*environmental DNA*) metodes. Minētās metodes, rēķinot pēc izmaksām šobrīd, ir aptuveni līdzīgas, taču klasisko metožu nomaīņa ar inovatīvajām metodēm daudzos gadījumos dod iespēju nodrošināt novērojumu temporālo nepārtrauktību, palielināt paraugu skaitu, kā arī būtiski samazina darba stundu skaitu, kas pētniekam jāpavada, veicot tīri mehāniskas manipulācijas dabā un laboratorijā, tai skaitā veicot organismu uzskaites un paraugu šķirošanu. Līdz ar to automātiskās reģistrācijas un analīzes metodes ļauj optimizēt pētījumu telpiskās un temporālās shēmas un nodrošināt precīzāku biodaudzveidības komponentu ilgtermiņa izmaiņu vērtējumu.

Izmantotā literatūra

Ancin-Murguzur, F.J., Munoz, L., Monz, C., Hausner, V.H. 2020. Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing*, 6 (1):105–113.

Auniņš, A., Zviedre, E., Brūmelis, G. 2000. Preliminary results of remote sensing based vegetation mapping of Lake Engures (Engure), Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*, 54, 170-176.

Brižs J. 2012. engures ezera aizauguma novērtējums izmantojot tālzipētes un ĢIS metodes, Maģistra darbs. Latvijas Universitāte.

Cavender-Bares, J., Gamon, J. A., Townsend, P.A. 2020. *Remote Sensing of Plant Biodiversity*. Springer, (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33157-3>

Doughty, C.L., Cavanaugh, K.C. 2019. Mapping Coastal Wetland Biomass from High Resolution Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Imagery. *Remote Sens.* 11(5), 540; <https://doi.org/10.3390/rs11050540>

Hill, A. P., Prince, P., Piña Covarrubias, E., Doncaster, C. P., Snaddon, J. L., & Rogers, A. (2018). AudioMoth: Evaluation of a smart open acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *Methods in Ecology and Evolution*, 9, 1199–1211. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12955>.

- Juceviča E., Melecis V., 2006. Global warming affect Collembola community: A long-term study. *Pedobiologia*, 50, 2: 177-184.
- Krautmane S. 2010. Randu pļavu augu sugu ilgtermiņa dinamika un indikatīvās izmaiņas uz dabisko un antropogēno faktoru fona. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte.
- Medene A. 2012. Engures ezera sateces baseina mežu raksturojums. Tēzes. LU 70. Zinātniskā konference. Zemes un vides zinātņu sekcijas apakšsekcija „Ilgtermiņa vides un ekoloģiskie pētījumi Latvijā”.
- Melecis, V., Karpa, A., Vilks, K. 2014. Increase in abundance and species richness of flies (Diptera, Brachycera) in the Lake Engure Nature Park, Latvia: effects of climate warming? *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Section B, 68, 46-67.
- Vīksne J. 1997. The Bird Lake Engure. Publ. House “Jāņa sēta”, Rīga
- Vīksne, J., Janaus, M., Aivars, M. 2011. Factors influencing the number of breeding water birds in Lake Engure, Latvia. Section B., 65, 127-137.
- Wanga, R., Gamona, J.A. 2019. Remote sensing of terrestrial plant biodiversity. *Remote Sensing of Environment*, 231, 111218.

DZERAMĀ ŪDENS KVALITĀTE AKĀS AUSTRUMLATVIJĀ

Oskars Purmalis, Elvis Kreicis, Viesturs Ozols

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: oskars.purmalis@lu.lv

Globālā mērogā ūdenim kā resursam, tā pieejamībai un kvalitātei ir nozīmīga loma un tam veltīts ne tikai viens no ANO ilgtspējīgas attīstības mērķiem - “Nodrošināt ūdens un sanitārijas pieejamību visiem un ilgtspējīgu pārvaldību”, bet arī Pasaules Veselības organizācija atzīmē, ka daļai pasaules iedzīvotāju arī mūsdienās nav pieejams dzeramais ūdens pietiekošā apjomā. Turklāt tiek lēsts, ka līdz pat 2 miljardiem iedzīvotāju izmanto ūdeni, kas piesārņots ar fekālijām un turpinoties populācijas pieaugumam, aizvien lielākam skaitam varētu trūkt šis resurss. Līdz ar to ūdens kvalitātes jautājumi ir aktuāli, ar atšķirībām dažādās valstīs, tai skaitā veidojot ūdens kvalitātes standartus. Latvijā veidojot šos standartus tikušas ņemtas vērā ES direktīvas, kas attiecināmas uz dzeramo ūdeni un tā kvalitāti. Mūsu valstī tiek izmantoti dažādi avoti dzeramā ūdens ieguvei un daļai no šiem avotiem tiek veikts arī regulārs monitorings, tomēr akas kā dzeramā ūdens avots netiek regulāri novērtēts, ja vien nav citu specifisku prasību noteiktām lietošanas jomām. Tāpēc ūdens kvalitātes novērtējums akās Latvijā ir aktuāls, un atbilst šī pētījuma mērķim par dzeramā ūdens kvalitātes novērtējumu akās Austrumlatvijā.

Pētījuma gaitā izlases veidā tika apsektas akas, ievākti ūdens paraugi, kuros tika raksturota tādu potenciālo slimību ierosinātāju kā zarnu enterokoku, *Escherichia coli* klātbūtne un raksturoti ūdens hidroķīmiskie parametri. Āku kopējais dziļums, ūdens līmeņa dziļums variē visai plašās robežās tādējādi arī var variēt dominējošais ūdensguves veids, to proporcijas, un

līdz ar to arī ūdens ķīmiskais sastāvs. Lai gan dažās akās ūdens līmenis atradās 0,2 m dziļumā un divos gadījumos ūdens piesātinājuma līmenis pat bija līdz zemes virsmai, tomēr bija arī atsevišķas akas ap 10 m dziļas, kamēr dziļāk novietotais ūdens līmenis bija 18,3 m. Dzeramā ūdens standartu ūdenim nav izstrādāti un var būt gadījumi, kad neieklājoties dzeramā ūdens standartos, kas paredzēti krāna ūdenim, vēl nenozīmē, ka šāda ūdens izmantošana uzturā ir kaitīga. Aplūkojot tādas biogēno elementu koncentrācijas kā nitrāti, nitrīti un amonija joni var novērot, ka pētītajās akās pieļaujamais nitrātu apjoms netiek pārsniegts, kaut gan atsevišķās akās šī vērtība pārsniedz 30 mg/l un vairumā gadījumu saistāmā ietekme varētu būt no fermām vai nesenā pagātnē esošas lopu turēšanas. Nitrīti nevienā gadījumā nepārsniedz normatīvus (0,5 mg/l), un dominējoši šīs vērtības bija zem 0,01 mg/l, tomēr atsevišķos gadījumos nedaudz pārsniedza 0,2 mg/l, tomēr arī šīs paaugstinājuma iemesls visbiežāk saistīts ar netālu novietotām lopkopības ietekmēm. Atšķirībā no iepriekš minētajiem parametriem, amonija jonu gadījumā ir novērojama normatīvu pārsniegumi (krāna ūdenim), kas pie augstākas slāpekļa koncentrācijas un ierobežota skābekļa pieejamības ir likumsakarīgi, tomēr amonija jonu gadījumā nav tik izteikta korelācijas ar lopkopības ietekmēm, esot paaugstinātām vērtībām arī pilsētu teritorijā, kapu tuvumā un potenciālām ietekmēm no kanalizācijas. Fosfātjonu koncentrācijas ir ar izteiktu variabilitāti, un kopumā nav vērtējamas kā ļoti augstas, taču 13 % no pētītajām akām šī koncentrācija pārsniedza 1 mg/l. Pie atlikušajiem dzīvības procesu nodrošināšanai būtiskajiem biogēnajiem elementiem tika konstatētas salīdzinoši zemas dzelzs koncentrācijas Austrumlatvijā esošo aku ūdenī, bet silīcija koncentrācijas vērtējamas kā vidēji augstas, sevišķi seklākās akās un ir salīdzināmas ar iepriekš veiktajiem pētījumiem (Kļaviņš et al., 1996).

Citiem noteiktajiem parametriem arī novērojama variabilitāte, liecinot, ka ūdens sastāvs un tā kvalitāte var atšķirties pētītā reģiona ietvaros, un dažos gadījumos mēdz būt arī izteikti paaugstināts kāds no noteiktajiem parametriem, un, piemēram, trīs no pētītajām akām hlorīdjonu koncentrācija pārsniedz 100 mg/l. Savukārt, vienā akā krāsainība platīna-kobalta skalā sasniedza vērtību 115, kurā dominējoši krāsainību nodrošināja organisko vielu klātbūtne.

Attiecībā uz mikrobioloģisko piesārņojumu *Escherichia coli* klātbūtne tika konstatēta tikai 2 akās un arī tā bija tikai viena un deviņas koliformas, taču zarnu enterokoki tikai 23% no pētītajām akām nebija konstatējami. Aplūkojot potenciāli ietekmējošos faktorus zarnu eneterokoku klātbūtnei, kas mikrobioloģiski tiek saistīta dzīvnieku izcelsmes klātbūtni, tika konstatēta ļoti tieša saistība tieši ar fermu un lopkopības tuvumu. Atsevišķi individuāli gadījumi bija saistāmi ar pilsētas teritoriju, atkritumu apsaimniekošanas vietas un kapsētas tuvumu.

Iegūtie rezultāti aku novērtējuma laikā atspoguļo seklo gruntsūdeņu kvalitāti, un cilvēku saimniekošanas ietekmes ir konstatējamas arī ūdens horizontā, no kura papildinās ūdens krājumi akās, kuras tiek izmantotas ūdens ieguvei. Tomēr šāda aku apsekojuma laikā tika

novērotas dažādas kvalitātes akas, to vērtējos arī kā objektu. To ietekmē dažādi aspekti, ietverot ierīkošanas vecumu, pārseguma kvalitāti, nodrošinājumu pret dažādu materiālu iekrišanu, tai skaitā dzīvnieku, un to cik bieži tiek atvērtas.

Pateicības. Pētījums tapis Valsts reģionālās attīstības aģentūras finansētā projekta “Dzeramā ūdens kvalitātes novērtējums akās Latvijā” ietvaros.

Izmantotā literatūra

Kļaviņš, M., Rodinovs, V., Cimdiņš, P., Kļaviņa, I., Purite, M., Druvietis, I., 1996. Well water quality in Latvia. *Intern. J. Environmental Studies*, **50**, pp. 41-50.

CIK SLIEKU SUGU MĪT LATVIJĀ?

Jānis Ventīņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte. E-pasts: Janis.Ventins@edu.lu.lv

Slieku (Annelida, Lumbricidae) sugu noteikšanai vēsturiski tiek izmantotas to ārējās morfoloģiskās pazīmes. Tradicionālā taksonomija parasti atspoguļo sugu adaptāciju noteiktiem vides apstākļiem, bet mazākā mērā to filoģenētisko izcelsmi. Tomēr sistemātika, kas balstās tikai uz morfoloģiju, ir nepilnīga dēļ augstās pazīmju homoplāzijas. Savukārt ģenētisko metožu pielietošana ļauj izdalīt kriptisko sugu kompleksos (*cryptic species*) apslēptās sugas. Mūsdienu ģenētiskie pētījumi, kas balstās uz mitohondriālā DNS svītrkoda (*DNA barcoding*) metodi liecina, ka slieku daudzveidība pasaulē ir ievērojami lielāka kā tika uzskatīts pirms gadiem trīsdesmit vai četrdesmit.

Latvijā ir konstatētas 8 pie Lumbricidae dzimtas piederošas slieku ģintis ar 13 sugām un vienu pasugu. Sugu identifikācija līdz šim ir notikusi vadoties vienīgi pēc to morfoloģiskajām pazīmēm. Latvijas sugu saraksts ir saskaņots ar R.V.Sima 1983.g. un R.J.Blekmora 2008.g. koriģētajiem slieku sugu sarakstiem. Tomēr citviet Eiropā veiktie ģenētiskie pētījumi liek domāt, ka sugu daudzveidība arī pie mums varētu būt lielāka. Ļoti iespējams, ka tuvākajā laikā zaļās tīrumsliekas *Allolobophora chlorotica* divas krāsu morfas (abas sastopamas Latvijā) tiks atdalītas kā atsevišķas sugas. Lai nešaubīgi atšķirtu mēslu slieku *Eisenia fetida* no tās dvīņu suga *E.andrei*, ir jāveic molekulāri ģenētiskās analīzes. Abas sugas ir sastopamas daudzās Eiropas valstīs un, iespējams, arī pie mums. Skandināvijas dižsliekas nu jau tiek dalītas divās pastāvīgās sugās *Lumbricus terrestris* un *L.herculeus*. Nesenie pētījumi liecina, ka nominālsugas *L.rubellus* kompleksā (*L.rubellus s.l. – sensu lato*) ir vismaz 5–7 kriptiskās sugas. Augsta iekšsugas variabilitāte konstatēta arī *L.castaneus*.

Jaunas sugas ir nozīmīgas un interesantas ne tikai kāda reģiona faunistiskā kontekstā. Gan *L. terrestris*, gan *L. rubellus*, gan *E. fetida* un arī vairākas citas slieku sugas bieži tiek izmantotas ekotoksikoloģijā. Liela nozīme ir pētījumos izmantoto modeļorganismu ģenētiskajai homogenitātei, kas nodrošina līdzīgu reakciju uz stresa faktoriem. Kriptisko līniju esamība apgrūtina bioindikāciju vai pat liek apšaubīt pētījumos ar nominālsugām iegūtos rezultātus, jo atšķirīgām līnijām var atšķirties to fizioloģiskā un ekoloģiskā reakcija uz vides faktoru izmaiņām.

Vides un ilgtspējības attīstības pārvaldība

VIDES PĀRVALDĪBAS PĀRSKATA INSTRUMENTA ATTĪSTĪBA MUNICIPALAJĀ VIDĒ: VALMIERAS PILSĒTAS PIEMĒRS

Līga Bieziņa, Jānis Kauliņš, Raimonds Ernšteins

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Vides zinātnes nodaļa, e-pasts: liga.biezina@inbox.lv,
janis.kaulins@lu.lv, raimonds.ernsteins@lu.lv

Vides pārvaldības mērķis ir sekmēt pašvaldības ilgtspējīgas attīstības sabalansētu pārvaldību. Vides pārvaldības pārskata kā inovatīva plānošanas instrumenta vides jomas attīstībai un kā vides inofmācijas komunikācijas instrumenta municipālajā vidē uzdevums būtu pašvaldības plānošanas dokumentu un vides pārvaldības mērķgrupu rīcību summas ietekmes uz vidi novērtējums, kas palīdz definēt vides pārvaldības ilgtermiņa pamatnostādnes un tās novērtēšanu. Vides pārvaldības pārskata sagatavošana ir uzsākta Valmieras pilsētas pašvaldības vides pārvaldības sekmēšanai, kur Valmieras pilsētā kā pārvaldības pārskata modeļteritorijā tiek plānota vides pārvaldības integrācija pašvaldības realizētajās rīcībpolitikās, vienlaikus plānojot tā vispārināšanu akadēmiskajā un konkretizēšanu praktiski metodiskajā aspektā.

Vides pārvaldības pārskats tiek plānots kā pašvaldības attīstības pārvaldības un plānošanas disciplinārās pieejas dokuments, kas ietver vides nozares un tās pārvaldības sistēmisku un sistemātisku situāciju analīzi, sniedz novērtējuma kopsavilkumu un rekomendācijas vides pārvaldībā visām vietējām sabiedrības mērķgrupām, netieši kā sabiedrības-vides-sabiedrības savstarpējo ietekmju novērtēšanai un tiešai vides nozares integrēšanai visos vietējās pašvaldības plānošanas dokumentos.

Vides pārvaldības pārskata izstrāde Valmieras pilsētas pašvaldībā uzsākta, izmantojot pētījuma un rīcībpolitikas (*Research & Development*) metodiku. 2015.gada 29.janvārī Valmieras pilsētas pašvaldības dome apstiprināja labas gribas aktu attīstīt pilsētu ilgtspējīgi un videi draudzīgi – Valmieras vides deklarāciju. Turpmāk vides pārvaldības pārskata sagatavošana sākotnēji plānota no trim posmiem: I) situācijas novērtējuma; II) attīstības plānošanas; III) sākotnējā vides pārvaldības pārskata izstrāde (1.tab.).

1.tabula. Vides pārvaldības pārskata izstrādes posmi

Posms	Laiks	Vides komunikācijas stratēģijas izstrādes posms
I) situācijas novērtējums	2016.gads	Padziļinātās mājsaimniecību intervijas un socioloģiskā mājsaimniecību aptauja par videi draudzīgu rīcību
II) attīstības plānošana	28.06.2017.	Seminārs ar Valmieras pilsētas pašvaldības vadību un nodaļu vadītājiem, vienojoties par Vides pārvaldības pārskata kā vides komunikācijas vides informācijas instrumenta un vides pārvaldības plānošanas dokumenta izstrādi
	2017.gads	Valmieras pilsētas pašvaldības plānošanas dokumentu studijas
	2017.gads	Vides pārvaldības pārskata projekta/ pilotversijas izstrāde
III) Sākotnējā vides pārvaldības pārskata izstrāde	2019.gads	Daļēji strukturētās intervijas ar pašvaldības amatpersonām
	2019.gads	Datu bāzu studijas
	2019.gads	Fokusa grupu diskusijas sākotnējā vides pārvaldības pārskata aprobācijai

I posms. Situācijas novērtējums

2016.gada jūnijā projekta SUSTINNO ietvaros tika veiktas 10 padziļinātās mājsaimniecību intervijas Valmierā. 2016.gada septembrī un oktobrī tika veikta reģionālā videi draudzīgas rīcības anketēšana Valmierā, saņemot 373 aizpildītas anketas. Pētījuma posma mērķis bija vērtēt videi draudzīgu rīcību Valmieras mājsaimniecībās, balstoties uz nacionālās un reģionālo (Valmiera un Liepāja) socioloģisko aptaujas anketu rezultātiem. Pētījuma rezultāti ļauj izdarīt secinājumus, ka lielākā daļa respondentu sevi uzskata par videi draudzīgiem, taču augstā vides apziņa ne vienmēr īstenojas ar videi draudzīgu rīcību. Šīs vērtību-rīcību neatbilstības iemesli ir saistīti ar psiholoģiskajām, sociālajām un fiziskajām barjerām, kas ierobežo videi draudzīgas rīcības attīstību un izplatību sabiedrībā. Tādēļ vides pārvaldības pasākumus nepieciešams plānot, apsverot lēmumu pieņemšanas sociālpsiholoģiskos faktorus, paredzot labas prakses piemēru demonstrēšanu, iedrošināšanu, stimulējošus mehānismus un kaitīgo rīcību izskaušanu.

II posms. Attīstības plānošana

Lai uzsāktu darbu pie vides pārvaldības pārskata sagatavošanas Valmieras pilsētas modeļteritorijā, paredzot tā 28.06.2017. seminārs ar Valmieras pilsētas pašvaldības vadību un nodaļu vadītājiem, vienojoties par Vides pārvaldības pārskata kā vides komunikācijas vides

informācijas un vides pārvaldības rīcībpolitikas instrumenta izstrādi. Seminārā panākta vienošanās par interesi ieviest vides pārvaldības pārskatu pašvaldības pārvaldības praksē.

2017.gadā tika veiktas arī Valmieras pilsētas pašvaldības plānošanas dokumentu studijas, kā arī Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes Vides zinātnes maģistrantūras 1.kursa studentes Sintija Ancāne un Gerda Kalniņa, balstoties uz veiktajām dokumentu studijām, kursā „Vides pārvaldība” izstrādāja Valmieras Vides pārvaldības pārskata pilotprojektu saskaņā ar šādu pārskata struktūru: I) pašvaldības ilgtspējīgas attīstības dimensiju raksturojums; II) vides pārvaldības pārskata vieta pašvaldības kopējās attīstības plānošanā; III) vides pārvaldības segmenti vietējā teritorijā: mērķgrupu raksturojums; IV) vides sektoru raksturojums; V) pārvaldības realizācijas instrumenti; VI) vides pārvaldības uzraudzība: monitoringa sistēma; VII) vides pārvaldības nozariskā vs.integratīvā realizācija.

III posms. Sākotnējā vides pārvaldības pārskata izstrāde

Lai, balstoties uz vides pārvaldības pārskata pilotprojektu, izstrādātu sākotnējo Valmieras vides pārvaldības pārskatu 2019.gadā tiek plānots izvērtēt pilotprojekta informācijas nepilnības un, balstoties uz konstatētajiem trūkumiem, organizēt papildus daļēji strukturētās intervijas ar Valmieras pilsētas pašvaldības amatpersonām, veikt pieejamo datu bāzu analīzi, kā arī organizēt fokusa grupu diskusijas ar vides pārvaldības mērķgrupu pārstāvjiem sākotnējā vides pārvaldības pārskata aprobācijai. Paralēli plānota arī salīdzināšana ar līdzīgiem pētījumiem citu pašvaldību teritorijās.

Valmieras pilsētas pašvaldības vides pārvaldības instrumenti

Dziļāka analīze ir veikta Valmieras pilsētas pašvaldības izmantotajiem vides pārvaldības instrumentiem. Ir tikusi identificēta instrumentu izmantošana visās astoņās vides pārvaldības instrumentu grupās. Vides pārvaldība tiek regulēta ar šādiem Valmieras pilsētas pašvaldības obligātajiem **plānošanas instrumentiem**: Valmieras pilsētas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2015.-2030.gadam; Valmieras pilsētas attīstības programma 2015.-2020.gadam; Valmieras pilsētas teritorijas plānojums (no 2017.gada); un šādiem brīvprātīgajiem plānpšanas instrumentiem: Valmieras pilsētas transporta infrastruktūras attīstības koncepcija (izstrāde tuvojas nobeigumam); Valmieras pilsētas pašvaldības vides komunikācijas stratēģijas/programmas sagatavošana (turpinās izstrāde); Valmieras mārketinga un komunikācijas stratēģija.

Valmieras pilsētas pašvaldībā nav atsevišķas vides vai vides pārvaldības struktūrvienības, taču identificējami šādi **institucionālie un administratīvie vides pārvaldības instrumenti**: vides komunikācijas speciālists Zīmolveidības un sabiedrisko attiecību nodaļā; vides pārvaldība integrēta Attīstības pārvaldes un Nekustamā īpašuma apsaimniekošanas pārvaldes uzdevumos; pašvaldības policija kā uzraugošā un kontrolējošā institūcija; pašvaldības kapitālsabiedrības kā

videi draudzīgas rīcības mediatori; pašvaldības policijas pārvaldītais Operatīvās informācijas centrs kā vides pārvaldības informācijas mediators.

Kā **politiskos un likumdošanas jeb normatīvos vides pārvaldības instrumentus** iespējams identificēt Valmieras vides deklarāciju; Valmieras pilsētas pašvaldības energopolitiku; sakārtotu atkritumu apsaimniekošanas sfēru; sakārtotu ūdenssaimniecības pakalpojumu sfēru; pašvaldības līdzfinansējumu daudzdzīvokļu māju energoefektivitātes uzlabošanas pasākumu veikšanai, renovācijai, pagalmu labiekārtošanai. Secināms, ka, kombinējot plānošanas un normatīvos instrumentus, detalizēta un uzmanīga pieeja Valmieras pilsētas pašvaldībā identificējama gandrīz katram vides sektoram.

Valmieras pilsētas pašvaldībā tika identificēti šādi finanšu **un ekonomiskie instrumenti**: administratīvā soda instrumenti par pārkāpumiem; atbalstoši un veicinoši pasākumi (akcijas), vides pārvaldības prasību ieviešanas sekmēšanai; pašvaldības budžets un piesaistītā ārējā finansējuma līdzekļi. Pašvaldība izteikusi vēlmi samazināt akciju kā vides pārvaldības instrumenta nozīmi. Taču finanšu un ekonomisko instrumentu izmantošanā skaidri identificējama tā sauktā „burkāna un pātagas” pieeja efektīvākai vides pārvaldības mērķu sasniegšanai.

Valmieras pilsētas pašvaldība leņjas ar šādiem **infrastrukturā un tehnoloģiskajiem vides pārvaldības instrumentiem**: kvalitātes vadības sistēmu; energopārvaldības sistēmu; SIA “ZAAO” piedāvātajiem pakalpojumiem un iespējām; SIA “Valmieras ūdens” pakāpeniski nodrošināto iespēju gandrīz visiem Valmieras iedzīvotājiem izmantot centralizēto ūdensapgādi un kanalizāciju.

Komunikācijas instrumenti tiek dalīti četros blokos: vides informācijas, vides izglītības, vides līdzdalības un videi draudzīgas rīcības blokā. Kā vides informācijas instrumenti īpaši izceļami ir šādi instrumenti: Pašvaldības mājaslapa www.valmiera.lv sadaļas „Jaunumi” - „Zaļā Valmiera”, „Pašvaldības ziņas”, „Uzņēmējdarbības ziņas”, „Izglītības ziņas”; mobilā lietotne „Mana Valmiera”; pašvaldības informatīvais izdevums „Valmiera”; pašvaldības konti sociālajos tīklos – Twitter, Facebook, Draugiem, kā arī informācija pilsētvidē. Plaši izmantoti tiek arī vides izglītības, sabiedrības līdzdalības un videi draudzīgas rīcības instrumenti, kam ar topošo vides komunikācijas stratēģiju tiek plānota koordinēta pārvaldība.

Valmieras pilsētā identificēti šādi vides pārvaldības sadarbības instrumenti: Vides komunikācijas process kā daļa no Kvalitātes vadības sistēmas (ISO 9001:2015); Vides komunikācijas plāna sagatavošana; plānošanas sanāksmes ar iesaistītajām pusēm; pašvaldības dome un tās pastāvīgās komitejas; vides komunikācijas neoficālā Ekokoordinatoru padome; sadarbība Vides deklarācijas ietvaros. 2.tabula strukturē vides pārvaldības instrumentus, tai skaitā Valmieras vides pārvaldības instrumentus, pēc to integrētās vai disciplinārās pieejas:

2.tabula. Vides pārvaldības disciplinārie vs integrētie instrumenti

Integrētie instrumenti	Disciplinārie instrumenti
Politiskie un likumdošanas instrumenti	
<p>Pašvaldības dome ar 13 deputātiem; 5 deputātu komitejas (izglītības, kultūras un sporta; saimniecisko un transporta lietu; attīstības un uzņēmējdarbības lietu; sociālo un veselības lietu; finanšu); 25 deputātu komisijas; Starptautiskie (Starptautiskie līgumi; Divpusējās un daudzpusējās sadarbības (deleģēšanas) līgumi; ES regulas; Direktīvas; Konvencijas); Nacionālie (Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam; Nacionālais attīstības plāns 2014.-2020.gadam); Reģionālie (Vidzemes plānošanas reģiona ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030; Vidzemes plānošanas reģiona attīstības programma 2015 – 2020; Vidzemes plānošanas reģiona pašreizējās situācijas analīze 2015); Vietējie (Valmieras pilsētas domes likumi, pašvaldības saistošie noteikumi; Valmieras pilsētas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2015.-2030. gadam; Ikgadējais uzraudzības ziņojums (monitorings) par 2015. gadu; Valmieras pilsētas saistošie noteikumi; Saistošo noteikumu projekti.</p>	<p>Konvencijas (Orhūsas; Agenda21; Rio deklarācija; Bruntlandes konvencija); Nacionālie (Vides politikas pamatnostādnes 2014.-2020. gadam; Likums par piesārņojumu; Vides aizsardzības likums; Atkritumu apsaimniekošanas likums; Likums par ĪADT; Dabas resursu nodokļa likums).</p> <p>Vietējie (Valmieras pilsētas domes likumi, pašvaldības saistošie noteikumi; Valmieras pilsētas Vides deklarācija; Valmieras pilsētas pašvaldības energopolitika; Kvalitātes vadības sistēmas politika; Valmieras pilsētas pašvaldības Ētikas kodekss; Teritorijas attīstības ieceres sociālekonomiskais novērtējums (par jauno rūpniecisko teritoriju); Vidzemes industriālā parka izveides vispārīgs stratēģiskais ietekmes uz vidi novērtējums; 2013.10.31. Valmieras pilsētas pašvaldības Saistošie noteikumi Nr.182 „Par koku ciršanu ārpus meža Valmieras pilsētas administratīvajā teritorijā”; 2012.10.25. Valmieras pilsētas pašvaldības Saistošie noteikumi Nr.133 „Kārtība, kādā ar nekustamo īpašuma nodokli apliek vidi degradējošas, sagruvušas vai cilvēku drošību apdraudošas būves” (ar grozījumiem); 2011.08.12.Valmieras pilsētas pašvaldības Saistošie noteikumi Nr.119 „Par atkritumu apsaimniekošanu Valmieras pilsētā” (ar grozījumiem) uc.</p>
Plānošanas instrumenti	
<p>Valmieras pilsētas attīstības programma 2015.-2020.gadam; Valmieras pilsētas attīstības programmas 2015.-2020.gadam integrētās teritoriju investīciju projektu idejas; Valmieras pilsētas attīstības programma 2015.-2020.gadam; teritorijas plānojums (no 2017.gada); Gaujas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns 2016.-2021.gadam; Gaujas upju baseinu apgabala plūdu riska pārvaldības plāns 2016.-2021.gadam.</p>	<p>Valmieras pilsētas teritorijas plānojums (no 2017.gada), tā Vides pārskats; Vides pārskats Gaujas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plānam un plūdu riska pārvaldības plānam 2016.-2021.gadam.</p>
Ekonomiskie un finanšu instrumenti	
<p>Ikgadējais budžets; Projekti – Latvijas mēroga un ES finansētajos. Eiropas Reģionālās attīstības fonda (ERAF) līdzfinansētie projekti; Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta (KPFI) līdzfinansētie projekti; Centrālā Baltijas jūras reģiona pārrobežu sadarbības programma; Sadarbības projekti – Latvijas Pašvaldību savienība; Baltijas Pilsētu Savienība);</p>	<p>Vides aizsardzības pasākumu budžets kā atsevišķa pašvaldības speciālā budžeta sastāvdaļa; Vides projekti. Centrālās Baltijas jūras reģiona pārrobežu sadarbības programmas projekta “INSURE-Inovatīva ilgtspējīga attīrīšana” kā speciāla budžeta sastāvdaļa; par daļību ES projektā “Gaujas Nacionālā parka teritorijas kā starptautiska tūrisma galamērķa atpazīstamības veidošana” kā speciāla budžeta sastāvdaļa;</p>
Administratīvie un institucionālie instrumenti	
	<p>Vides komunikācijas speciālists Valmieras pilsētas pašvaldības domē. Līgumi/projekti ar vides konsultantiem un zinātniekiem, kas tiek piesaistīti pētnieciskiem darbiem; Sadarbības līgumi.</p>
Infrastuktūras instrumenti	
<p>Tehniskā infrastruktūra (Veloceliņu izveidošana kā pilsētā tā uz tuvākajiem ciemiem ap Valmieras pilsētas teritoriju). Sociālā infrastruktūra (Valmieras integrētā bibliotēka; “SOS ciemats”; Ekoskolas (tai skaitā Vidzemes augstskola) un ekobērnodārzi; Valmieras Kultūras centrs; Sporta būve - Vidzemes olimpiskais centrs, Valmieras peldbaseins, Jāņa Daliņa stadions; Valmieras muzejs; Gaujas Nacionālais parks.</p>	<p>Tehniskā infrastruktūra (Atkritumu poligons “Daibe”; Atkritumu šķirošanas 2 laukumi; Konteineri šķīrotajiem atkritumiem daudzdzīvokļu māju iekškvartālos - Ekopunkti; Centralizēti ūdensapgādes un kanalizācijas tīkli; Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas; Veloceliņi; Pilsētas zaļās teritorijas; Gaujas Nacionālais parks); Sociālā infrastruktūra (Dabas/izglītojošas takas).</p>

Komunikācijas instrumenti	
<p>Informācija un izglītība (Vides komunikācijas speciālists Valmieras pilsētas pašvaldības domē; pašvaldības portāls; Plašsaziņu līdzekļu iesaistīšana; Laikraksts "Liesma"; Mūžizglītības programma; Pašvaldības atskaite vēlētājiem; NVO; Ekoskolas un ekobērnudārzi); Sabiedrības līdzdalība (Pašvaldības plānošanas dokumentu sabiedriskās apspriešanas; Detālpilnojumumu sabiedriskās apspriešanas; Būvniecības ieceru sabiedriskās apspriešanas; Ar kultūrvēsturisku objektu vai teritoriju izmaiņu ieceru sabiedriskās apspriešanas); Regulāras iedzīvotāju socioloģiskas aptaujas pilsētas portālā un sociālajos tīklos; Iedzīvotāju iesniegumi un ziņojumi sociālajos tīklos); Videi draudzīga rīcība (Pašvaldības līdzdalība un ierosinājumi "zaļākam" dzīvesveidam; Gadatirgus ar tikai vietējo ražotāju un zemnieku produkciju</p>	<p>Vides komunikācijas speciālists Valmieras pilsētas pašvaldības domē; Vides informācija un izglītība; Vizuālie instrumenti un stendi; Izglītības sadarbība; Vides/sabiedrības līdzdalība; Sabiedriskās apspriešanas; Regulāras iedzīvotāju socioloģiskās un tematiskās aptaujas; Iedzīvotāju iesniegumi; Videi draudzīga rīcība; Energoefektivitātes pasākumi pašvaldības ēkās; Ūdens diena, Zemes stunda, Mobilitātes nedēļa; Lielā talka; Lielgabariņa atkritumu savākšanas akcija; Meža stādīšanas, koku stādīšanas talkas, putnu būrišu taisīšana un uzstādīšana; Gadatirgi ar vietējo ražotāju produkciju.</p>

Vides pārvaldība, aptverot gandrīz visus vides sektorus, integrēta gandrīz visās Valmieraspilsētas pārvaldības jomās. Kā vides pārvaldības mērķi Valmierā var identificēt integrētu vides pārvaldību. Taču, lai integrēta vides pārvaldība būtu kvalitatīva un sistēmiski organizēta, nepieciešams veidot vides pārvaldības/ vides nozari – sakārtot un apzināt visu vides jomu, arī turpmāk saglabāt vides pārvaldības/ vides nozares koordinējošo funkciju, kas koordinētu vides pārvaldības integrāciju visās pārvaldības jomās Valmieras pilsētā.

VIDES PĀRVALDĪBAS PROCESS VIDES INVESTĪCIJU PLĀNOŠANĀ LATVIJĀ

Zanda Krūkle

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, e-pasts: zanda.krukles@varam.gov.lv

Raksta ietvaros tiek pētītas vides investīcijas Latvijā, analizējot to plānošanas procesu nacionālā līmenī un salīdzinot ar vides pārvaldības cikla "5P" pieeju, lai noteiktu, vai un kā vides investīciju plānošanā tiek izmantota minētā pieeja. Vides investīcijas pētījuma ietvaros tiek skatītas kā Eiropas Savienības (turpmāk – ES) fondu un struktūrfondu investīcijas, konkrēti, Kohēzijas fonda un Eiropas Reģionālā un attīstības fondu investīcijas, 2021. – 2027.gada plānošanas perioda ietvaros. Pētījuma tēmas aktualitāti nosaka tas, ka 2019. – 2020.gadā noritēja nākošā gada plānošanas perioda plānošana, bet jau no 2021.gada notiks ES fondu projektu sagatavošana un ieviešana.

Vides pārvaldības process ir pētīts, veicot praktisko pētījumu Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas Investīciju politikas departamentā, nodrošinot minēto investīciju plānošanu un ieviešanas uzraudzību. Pētījuma ietvaros ir praktiski veiktas un aprakstītas vides investīciju plānošanas darbības, kā arī veikta darbību un ar tiem saistīto procesu analīze

attiecībā uz dažādām vides jomās (t.i., ūdenssaimniecība, atkritumsaimniecība un aprites ekonomika, piesārņojuma pārvaldība, pielāgošanās klimata pārmaiņām, kā arī bioloģiskās daudzveidības aizsardzība). Pēc tam vides investīciju plānošanas process ir salīdzināts ar R.Ernšteina (Ernšteins, 2008; Ernšteins et.al., 2014) izstrādāto un aprakstīto "5P" vides pārvaldības cikla pieeju, kuras ietvaros izšķir vairākus secīgus un integratīvi saistītus procesus, kur "P1" ir problēmanalīze, "P2" – politikas definēšana, "P3"- plānošana, "P4" – pārvalde, "P5" – pārbaude. "P1" posmā tiek veikta vides stāvokļa analīze, SVID analīze, iekšējās attīstības potenciāla analīze, u.tml. "P2" procesa posmā tiek definēts politikas mērķis, principi, vērtības un nodomi, u.tml. "P3" posmā tiek noteiktas darbības virzieni un to priekšnoteikumi, atbilstošākie politikas īstenošanas instrumenti, resursi, rādītāji, kā arī sagatavots konkrēts plāns (piemēram, plānošanas dokuments). Savukārt "P4" un "P5" procesa posmos attiecīgi notiek izveidotā plāna ieviešana, uzraudzība, monitorings, kā arī noteikto rīcību pārskatīšana (ja nepieciešams), tomēr šie pēdējie divi procesa posmi pētījuma apjoma ierobežojuma dēļ netiek detalizētāk pētīti.

ES fondu investīciju plānošana Latvijā sākas ar Nacionālā attīstības plāna (turpmāk – NAP) 2021. – 2027.gadam izstrādi, kas nosaka Latvijas attīstības prioritātes turpmākajiem gadiem. Ievērojot to, ka NAP ir galvenais starpnozaru attīstības plānošanas dokuments Latvijā, tas ir pamats turpmākai investīciju sadalei. NAP nosaka attīstības virzienus un satur galvenos nacionāli svarīgos attīstības uzdevumus, kā arī iekļauj katram uzdevumam plānojamo investīciju sadalījumu. NAP tiek izstrādāts Pārresoru koordinācijas centra vadībā, nozaru ministrijām nodrošinot to pārziņā esošo sektoru vajadzību apzināšanu, pamatošanu un investīciju apjoma noteikšanu. Vienlaikus jāatzīmē, ka NAP balstās uz pieņēmumiem par faktiskām iespējām nodrošināt plānoto attīstību, t.sk., ņemto vērā Latvijai pieejamo ES fondu investīciju portfeli. Atbilstoši NAP investīciju piedāvājums tiek izvērsts un iekļauts ES fondu un struktūrfondu plānošanas dokumentā – Darbības programmā (turpmāk – Programma), kas tiek izstrādāta atbilstoši ES fondu Kopējo noteikumu regulā (Eiropas Parlaments un Padome. 2019a) noteiktajai formai un prasībām. Tajā konkrētāk apraksta un pamato katras jomas problēmjaūtājumus, specificē ieguldījumu atbalstu, mērķgrupas, finansējumu, rādītājus, ietekmi un klimata mērķiem, u.tml.

Lai sagatavotu gan NAP, gan Programmu, Vides investīciju plānošanas process sākas ar datu analīzi, identificējot šī brīža stāvokli analizējamā jomā. Šai vajadzībai tiek izmantoti statistikas dati (piemēram, EUROSTAT, Centrālā statistikas pārvaldes, Latvijas vides un meteoroloģijas centra datu bāzes un dati), dažādi sektora progresa un monitoringa, un ES direktīvu izpildes ziņojumi (piemēram, uzņēmumu sagatavotās atskaites, valsts līmeņa atskaites par Komunālo notekūdeņu direktīvas statusu, Vides politikas pamatnostādņu

stratēģiskā ietekmes uz vidi novērtējuma monitoringa ziņojumi), Eiropas Komisijas (turpmāk – EK) sagatavotie progressa un monitoringa ziņojumi (piemēram, dalībvalsts Vides politikas īstenošanas pārskati un faktu lapas, agrās brīdināšanas ziņojumi) dalībvalstīm izdotās specifiskās rekomendācijas, plānošanas dokumenti (piemēram, Upju baseinu apsaimniekošanas plāni, gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plāns), dažādu aptauju un pētījumu dati, u.c. No augstākminētajiem dokumentiem un datiem tiek identificēta informācija par sektora un integratīvajām problēmām un attīstības vajadzībām.

Iegūtie dati tiek salīdzināti ar ES sektoru regulējošo direktīvu, regulu, nacionālo normatīvo aktu prasībām un starpvalstu līgumiem vides jomā, kā arī izvirzītajiem īstermiņa un ilgtermiņa mērķiem (piemēram, klimatneitralitātes sasniegšana 2050.gadā, poligonos apglabāto atkritumu apjoma samazināšana līdz 10% 2035.gadā, u.tml.) un ES līmeņa politikas dienaskārtības aktualitātēm (piemēram, ES *Zaļais kurss*), jo tajos noteikto prasību snieguma nodrošināšana ir viens no ES fondu investīciju plānošanas stūrakmeņiem un tās prioritāti tiek ņemtas vērā nosakot nodomus un investīciju mērķus, kas ir nākošais pārvaldības procesa solis.

Pēc mērķu noteikšanas tiek izstrādāts konkrēts investīciju ieviešanas plāns. Tas tiek izstrādāts, par pamatu ņemot veikto problēmanalīzi un attīstības vajadzības, t.sk., sektora plānošanas dokumentos noteiktās vajadzības un to prioritātes, kā arī analizējot, kuras no mērķu sasniegšanai nepieciešamajām darbībām dos vislielāko efektu, ja tiks sniegts finansiāls atbalsts attiecīgas infrastruktūras izveidei vai tehnoloģiju attīstībai, un novērtējot, vai ir nepieciešami citi instrumenti (politikas un likumdošanas, plānošanas, ekonomiskie, institucionālie un administratīvie, kā arī komunikācijas instrumenti) jomas attīstības virzībai. Pēc atbilstošo instrumentu noteikšanas tiek sagatavoti konkrēti atbalstāmo darbību priekšlikumi, kas tiek izvērtēti pret ES fondu regulējuma prasībām un attiecīgā sektora attīstības principiem, t.sk., izslēdzot neatbalstāmas aktivitātes (piemēram, ieguldījumus atkritumu apglabāšanas infrastruktūrā, kas ir vizemākais atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas līmenis, kurā ieguldījumi nav atļauti saskaņā ar ES fondu regulējumu (Eiropas Parlaments un Padome, 2019a, Eiropas Parlaments un Padome 2019 b)). Pēc atbalstāmo darbību izvēles tiek definētas mērķgrupas, kas saņems labumu no veiktajiem ieguldījumiem, kā arī investīciju rādītāji un to starpvērtības. Rādītāji prioritāri tiek noteikti atbilstoši jau regulējumā (Eiropas Parlaments un Padome, 2019b) definētajiem ES līmeņa rādītājiem, kas ļauj noteikt kopējo ieguldījumu intervenci ES līmenī. Minētā informācija tiek iekļauta Programmas projektā un nodoti sabiedriskai apspriešanai un neformālā viedokļa saņemšanai no Eiropas Komisijas, un pēc viedokļu uzklaušanās un precizējumu veikšanas, atbilstoši plānošanas dokumentu izstrādes kārtībai, tiks nodoti saskaņošanai valdībā un iesniegti EK apstiprināšanai.

Faktiskais nacionālā līmeņa vides investīciju plānošanas procesa izvērtējums, t.sk., soļu apraksts, ļauj secināt, ka Vides investīciju plānošanas process tiek veikts saskaņā ar vides pārvaldības procesa (cikla) pieeju. Vienlaikus faktiskais process ir pielāgots nacionālā līmeņa specifikai, kas ir arī atšķirīga no reģionālā vai lokālā līmeņa plānošanas pieejas, ievērojot būtisko “no augšas uz apakšu” procesa nozīmību un finansējuma devēja (ES) izvirzītos nosacījumus un mērķus tā noteiktās politikas dienaskārtības īstenošanai.

Literatūra

Ernšteins R. Sustainable coastal development in Latvia: Collaboration communication and governance imperative. In: Sustainable Coastal Development: Collaboration Governance, Latvia University Publisher, Riga, pp. 159-179, 2008

Ernšteins R., Kauliņš J., Zīlniece I., Municipal Development Planning and Environmental governance in Latvia: Methodology for Integrated Approach and Complementary Development of Instruments, Sabiedrība un kultūra, 16, pp. 321 – 339, 2014

Eiropas Parlaments un Padome. 2019a. Eiropas Parlamenta un Padomes regula, ar ko paredz kopīgus noteikumus par Eiropas Reģionālās attīstības fondu, Eiropas Sociālo fondu Plus, Kohēzijas fondu un Eiropas Jūrlietu un zivsaimniecības fondu un finanšu noteikumus attiecībā uz tiem un uz Patvēruma un migrācijas fondu, Iekšējās drošības fondu un Robežu pārvaldības un vīzu instrument. Priekšlikums. Sk. 10.01.2020. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018PC0375&from=EN>

Eiropas Parlaments un Padome. 2019b. Eiropas Parlamenta un Padomes regula par Eiropas Reģionālās attīstības fondu un Kohēzijas fondu. Priekšlikums. Sk. 10.01.2020. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018PC0372&from=EN>

SABIEDRĪBAS IESAISTE KLIMATA POLITIKAS VEIDOŠANĀ LATVIJĀ

Linda Zuze

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: linda.zuze@outlook.com

Lai raksturotu un analizētu sabiedrības iesaisti klimata politikas veidošanā Latvijā, izpētītas aktuālās līdzdalības formas nesenajā klimata politikas dokumentu plānošanas procesā, kā arī identificētas aktīvās iedzīvotāju pārstāvētās interešu grupas politikas veidošanas procesā, analizēta interešu grupu aktivitāte un dalība klimata politikas dokumentu veidošanas procesā pieejamo līdzdalības instrumentu kontekstā.

Veiktas četras intervijas ar ministriju pārstāvēm, kas piedalījušās klimata politikas dokumentu izstrādē. Interviju mērķis: izprast sabiedrības iesaistes pieejas un pieredzi, īstenojot iesaistes aktivitātes valsts plānu un stratēģiju politikas dokumentu izstrādes procesā. Ar ekspertiem un nevalstisko organizāciju pārstāvjiem veiktas četras intervijas, lai iegūtu priekšstatu par interešu pārstāvniecības procesu. Četrās sarunās: ar Rīgas domes Mājokļu un vides departamenta pārstāvi; ar Pārresoru koordinācijas centra pārstāvjiem; ar Valsts kancelejas konsultanti stratēģiskās komunikācijas jautājumos un Valsts sekretāra vietnieci

vides aizsardzības jautājumos diskutēts par iespējām un izaicinājumiem, īstenojot jaunas sabiedrības līdzdalības formas.

Pētījums lielā mērā balstīts uz publiski pieejamo dokumentu izvērtēšanu, pamatā izskatot nesenākos klimata politikas plānošanas dokumentus un ar tiem saistītos dokumentus, kas attiecas tieši uz sabiedrības iesaisti, piemēram, izziņas par atzinumos sniegtajiem iebildumiem. Ietverti arī pieejamie dokumenti par ministriju koordinētajām konsultatīvajām padomēm un citi ministriju publicētie materiāli. Pētījumā analizēti dokumenti, kas saistīti ar šo plānu un stratēģijas izstrādi: LATVIJAS PIELĀGOŠANĀS KLIMATA PĀRMAIŅĀM PLĀNS LAIKA POSMAM LĪDZ 2030.GADAM; LATVIJAS NACIONĀLAIS ENERĢĒTIKAS UN KLIMATA PLĀNS 2021.-2030. GADAM ; LATVIJAS STRATĒGIJA KLIMATNEITRALITĀTES SASNIEGŠANAI LĪDZ 2050.GADAM.

Lai iegūtu informāciju par aktīvākajiem interešu pārstāvjiem, dokumentu analīzei izveidota matrica, kur summāri apkopots aktīvo interešu pārstāvju īstenotās dalības biežums dažādās līdzdalības formās, tādējādi iegūstot iesaistes intensitātes rādītāju. Par interešu pārstāvjiem, kas aktīvi vairāk nekā vienā pozīcijā, apkopota informācija par pārstāvētajām interesēm. Atsevišķi apkopotas arī indivīdu pārstāvētās intereses, ārpus organizāciju aktivitātes.

Sabiedrības tiesības uz informācijas pieejamību vides jautājumos un iespēju piedalīties lēmumu pieņemšanā, kas saistīti ar vides jautājumiem, kopš 2001. gada 30. oktobra Latvijā nosaka spēkā esošā Apvienoto Nāciju Organizācijas Eiropas Ekonomikas komisijas konvencija „Par pieeju informācijai, sabiedrības dalību lēmumu pieņemšanā un iespēju vērsties tiesu iestādēs saistībā ar vides jautājumiem” jeb Orhūsas Konvencija. Arī atsevišķos likumos ietverta sabiedrības līdzdalības komponente, piemēram Vides aizsardzības likums, kas nosaka sabiedrības līdzdalības tiesības tādu dokumentu sagatavošanā, kas var ietekmēt vidi.

Atsevišķi neizdalot klimata politikas plānošanas procesus, Latvijā sabiedrības iesaisti plānošanas procesā tiesiski nosaka Ministru kabineta noteikumi Nr. 970 «Sabiedrības līdzdalības kārtība attīstības plānošanas procesā», nosakot sabiedrības līdzdalību visos attīstības plānošanas procesa posmos: procesa ierosināšanā; dokumenta izstrādē; lēmuma pieņemšanas procesā; dokumenta ieviešanā; dokumenta uzraudzībā un novērtēšanā; aktualizācijā.

Paredzētas dažādas sabiedrības līdzdalības formas: piedaloties starpinstitūciju darba grupās un konsultatīvajās padomēs; piedaloties sabiedriskajā apspriedē; iesaistoties publiskajā apspriešanā; iesaistoties diskusiju grupās, forumos un citās līdzdalības aktivitātēs (piemēram, videokonferencēs un sabiedriskās domas aptaujās); rakstiski sniedzot viedokli par attīstības plānošanas dokumentu tā izstrādes stadijā; sagatavojot atzinumu attīstības plānošanas dokumentam pirms lēmuma pieņemšanas lēmēj institūcijas noteiktajā kārtībā; sniedzot iebildumus un priekšlikumus lēmēj institūcijas noteiktajā kārtībā lēmuma pieņemšanas procesā.

Minēto noteikumu mērķis ir sekmēt efektīvu, atklātu, ietverošu, savlaicīgu un atbildīgu sabiedrības līdzdalību attīstības plānošanas procesā, tādējādi paaugstinot plānošanas procesa kvalitāti un plānošanas rezultātu atbilstību sabiedrības vajadzībām un interesēm .

Savukārt, valsts pārvaldes iekārtas likums nosaka, ka valsts iestāde savā darbībā iesaista sabiedrības pārstāvjus - sabiedrisko organizāciju un citu organizētu grupu pārstāvjus vai atsevišķas kompetentas personas.

Lai izprastu sabiedrības iesaistes aktualitāti klimata politikas veidošanā, tā aplūkota Latvijas Nacionālā attīstības plāna kontekstā. Latvijas Nacionālā attīstības plāna 2021.-2027. gadam viena no 6 prioritātēm ir izvirzīta “Kvalitatīva dzīves vide un teritoriju attīstība”, kas tieši attiecas uz vides pārvaldību. Šīs prioritātes viens no četriem rīcības virzieniem ir “Daba un vide – “Zaļais kurss””, kur viens no 3 izvirzītajiem mērķiem ir klimatnoturīga attīstība [257]. Turpat blakus ir mērķis, kas attiecas tieši uz sabiedrības iesaistes veicināšanu klimata politikas veidošanā: [259] Īstenota vides, ilgtspējīgas dabas resursu apsaimniekošanas un enerģētikas politika, kas balstīta uz taisnīgumu un savstarpējo uzticēšanos, sabiedrības atbalstu dabas un klimata aizsardzības pasākumiem, nosakot skaidrus un atklātus valsts un iedzīvotāju sadarbības modeļus un iesaistīšanos lēmumu pieņemšanā.

No tā var secināt, ka klimata politikas veidošanā sabiedrības iesaiste identificēta kā svarīga komponente, toties neviens no sekojoši izvirzītajiem uzdevumiem šajā rīcības virzienā nerisina sabiedrības līdzdalības modeļu definēšanu lēmumu pieņemšanas procesā. Uz sabiedrības līdzdalību komunikācijas instrumentu izpratnē attiecināts viens uzdevums: Sabiedrības iesaistes veicināšana politikas lēmumu pieņemšanā parādās citu rīcības virzienu uzstādīto mērķu sasniegšanas plānošanā: [428] Gudras, efektīvas un atvērtas pārvaldības īstenošana visos publiskās pārvaldes procesos, par galveno izvirzot cilvēka vajadzības un valsts proaktīvu rīcību, īstenojot pierādījumos balstītus risinājumus un starpnozaru koordinētu sadarbību, izmantojot jaunas metodes un digitālās iespējas, pārvaldei sniedzot saprotamu un pieejamu informāciju, nodrošinot iespējas cilvēkiem līdzdarboties politikas veidošanā un panākot līdzsvarotu sabiedrisko grupu pārstāvību.

Sabiedrības iesaistes iespējas jaunāko klimata politikas dokumentu veidošanā īstenošanas dažādās formās. Visbiežāk ministrijas īsteno sabiedrības informēšanu, kā informācijas kanālu izmantojot mājaslapu, kur publicēti dokumenti, lai ikviens ar tiem varētu iepazīties un sniegt rakstiskus ieteikumus. Līdzdalības atgriezenisko saiti īsteno apkopojot priekšlikumus, un norādot, vai priekšlikumi ņemti vērā. Rīkotas arī klātienē un virtuālas tikšanās gan plānošanas dokumenta izstrādes laikā, uzklāusot ierosinājumus, gan plānošanas dokumentam veltīti publicitātes pasākumi tiek īstenoti pēc tā pieņemšanas, lai plašāks sabiedrības loks ar

tiem varētu iepazīties. Taču visbiežāk agrīnākajā plānošanas procesa stadijā iztrūkst sākotnējās sadarbības komponentes.

Ministriju koordinētas konsultatīvās padomes un darba grupas, kas dod iespēju plašai interešu pārstāvniecībai, minēts kā viens no efektīvākajiem sabiedrības iesaistes instrumentiem Latvijas ziņojumā UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), kas vērtē klimata politikas komunikāciju. Īpaši atzinīgi novērtēta Vides konsultatīvās padomes un Klimata pārmaiņu finanšu instrumenta konsultatīvās padomes darbība. Klimata un vides jautājumi ir cieši saistīti un to risināšanu nošķirt ne vienmēr iespējams arī politikas veidošanas kontekstā, taču ir izveidotas vairākas padomes un darba grupas ne tikai vides jautājumu risināšanai, bet arī specifiski uz klimata politikas jautājumu loku attiecināmas darba grupas. Kopumā konsultatīvo padomju darbība skar gan klimata politikas pielāgošanās jomu, gan jautājumus, kas skar ietekmes uz klimata pārmaiņām samazināšanu. Lielākoties interešu pārstāvji atvērtā veidā tiek aicināti pieteikties darba grupās, izsludinot publisku aicinājumu ministriju informācijas kanālos.

Kopumā identificēti vairāki desmiti dažādu interešu pārstāvji, kas piedalās padomēs, kuru darbība skar vides un klimata politikas lauku. Katras atsevišķās padomes ietvaros pārstāvēto interešu diapazons ir atšķirīgs, taču visplašākā interešu pārstāvniecība realizēta Nacionālā enerģētikas un klimata padomē, kuras izveidi noteica Ministru prezidenta birojs, izstrādājot būtisku klimata politikas dokumentu - Nacionālo enerģētikas un klimata plānu 2030. gadam. Sarunā ar Ekonomikas ministrijas pārstāvi, kas piedalījās minētā dokumenta izstrādes procesā, iegūtas atziņas par konsultatīvo padomi kā vērtīgu instrumentu, kas dod pienesumu politikas dokumentu plānošanas procesā, paaugstinot dokumenta izstrādes efektivitāti un kvalitāti: "Sabiedrības iesaisti būtu vērtīgi rosināt jau uzreiz dokumenta izstrādes sākumā. Tādējādi jau sākotnēji izdiskutējot sarežģītos jautājumus un ministrijām tālāk tiktu virzīts jau izsvērts dokuments, kam nevajadzētu veikt tik daudz labojumus. Novērojumi par sabiedrības iesaisti: vissvarīgākais ir izstrādes laikā jau sākotnēji komunicēt par plāna saturu ar sabiedrību, lai neradītu papildu pārpratumus par satura formulējumu un rosinātu veiksmīgāku diskusiju."



Apkopojot pieejamo informāciju par interešu pārstāvju aktivitāti pārstāvētajām interesēm klimata politikas veidošanā, iezīmējas ne vien vides aizsardzības, atjaunīgās enerģijas virzīšanas, bet arī tām konfliktējošu interešu virzīšana, kas ir svarīgi klimatneitralitātes vides ilgtspējas kontekstā. Vadošu lomu aktīvā interešu pārstāvniecībā ieņem pašvaldību atbildības un iesaistes jautājumu virzīšana. Nevalstiskā organizācija "Latvijas Pašvaldību savienība" ne tikai iesaistās dažādu darba grupu un padomju darbībā, bet arī īpaši aktīvi izteikusi priekšlikumus un iebildumus apspriedes procesā, vērtējot Latvijas pielāgošanās klimata pārmaiņām plānu laika posmam līdz 2030.gadam. To varētu uzskatīt kā rādītāju nepieciešamībai papildus instrumentiem vai jaunu formu ciešākai sadarbībai ar pašvaldībām nacionālo plānu izstrādes procesā.

Aktīvo interešu pārstāvju vidū vērojama dažādu nozaru un interešu līdzdalība. Piemēram, vides organizācija "Zaļā brīvība" aktīvi piedalījies ne tikai Vides konsultatīvajā padomē, bet konsultatīvajā padomē, kas specifiski izveidota, lai strādātu pie Nacionālā enerģētikas un klimata plāna 2021.-2030. gadam. Organizācija uzsver ambiciozāku klimata politikas mērķu

nepieciešamību un intervijā ar organizācijas pārstāvi iezīmējas vides aizsardzības pārstāvniecības ierobežotība plašo interešu dalībnieku aktivitātes jūklī, uzsverot nepieciešamību klimata politikas veidošanā lielāku svaru piešķirt vides aizsardzības skatījumam.



Apkopojot informāciju par interešu pārstāvju aktivitāti padomēs un dokumentu apspriedēs, jāatzīmē, ka arī atsevišķu indivīdu aktivitāte ir novērojama, tomēr tā ir salīdzinoši retāka nekā organizāciju un uzņēmumu aktivitāte.

Sabiedrības līdzdalības īstenošanai klimata politikas veidošanā, skatot līdzdalības iespējas valsts stratēģiju un plānošanas dokumentu veidošanā, efektīvākais instruments sadarbībā ar ministrijām ir darba grupu un konsultatīvo padomju forma, kas gan ir ierobežotas piekļuves forma. Lai gan atsevišķās padomēs un darba grupās tiek izsludināta publiska dalībnieku pieteikšanās, vai tas nodrošina atvērtu līdzdalības pieeju jebkuram indivīdam? Līdz ar to mēs varam vērot atsevišķu interešu pārstāvju aktivitāti, taču, vai sabiedrības līdzdalībai klimata politikas veidošanas īstenošanai arī atsevišķiem indivīdiem ir pieejami efektīvi instrumenti?

Indivīdiem ir iespējas izteikties par plānošanas dokumentu saturu tā apspriedes procesā rakstiski vai klātienē apspriedēs, kas ir neregulāras iesaistes iespēja.

Nesenais Francijas pilsoņu klimata asamblejas piemērs rāda, ka atsevišķu iedzīvotāju iesaiste var dot nozīmīgu papildinājumu klimata politikas veidošanā. Pilsoņu asamblejas dalībnieki - nejauši izlozēti 150 iedzīvotāji izstrādāja priekšlikumus jautājumos, kas skar patēriņu, mobilitāti, mājokļus un būves, ražošanu un darbu, pārtiku un lauksaimniecību, kā arī konstitūciju un pārvaldību. 2020. gada nogalē Francijas prezidents īstenoja pirms gada solīto un pieņēma gandrīz visus priekšlikumus - no 149 priekšlikumiem tikai trīs ir noraidīti. Lai arī iedzīvotāju izpratne par klimata pārmaiņu jautājumiem sākotnēji ir bijusi dažāda, koprades aktivitātes, informētības veicināšana, kā arī plašās diskusijas ir veicinājušas izpratni par klimata jautājumiem. Ir pierādījies, ka alternatīvas sabiedrības iesaistes formas sadarbībā ar motivētu pārvaldību un spēcīgu politisko gribu var sniegt vienojošu rīcībpolitikas redzējumu.

Pieejamas dažādas sabiedrības līdzdalības iespējas klimata politikas veidošanas līdzdalības īstenošanai dokumenta izstrādes posmā, taču atgriezeniskā saite ir vāja un reti tieši agrīna iesaistes iespēja ir veicināta. "Sabiedrības iesaisti būtu vērtīgi rosināt jau uzreiz dokumenta izstrādes sākumā. Tādējādi jau sākotnēji izdiskutējot sarežģītos jautājumus un ministrijām tālāk tiktu virzīts jau kvalitatīvāks dokuments, kam nevajadzētu veikt tik daudz labojumus," norāda Ekonomikas ministrijas pārstāve.

Sabiedrības iesaistes aktīvākie īstenotāji klimata politikas dokumentu izstrādes procesā ir dažādu nozaru organizācijas un uzņēmumi, kā arī novērojama neliela atsevišķu indivīdu aktivitāte. Vai kāds sadarbības modelis indivīda interešu pārstāvniecībā tieši piedaloties politikas veidošanā neveicinātu sabiedrisko līdzdalību kopumā? "Virzot klimata politiku, arī NVO darbībā nākas saskarties ar esošās politikas ietvaru un smagnējumu, tāpēc, lai ieviestu drosmīgus risinājumus, jaunas sadarbības formas politikas veidošanas procesā varētu būt ļoti vērtīgas," aicina "Zaļās brīvības" pārstāve. Sabiedrībai ne vienmēr pieejama aktuālā informācija par iesaistes instrumentu saturisko procesu, piemēram, konsultatīvo padomju darbību. Spēcīgāka sadarbības saiknes veidošana kopumā būtu veicināma un veidotu konkrētāku kopainu par sabiedrības interešu kopumu, kas dotu iespēju veidot jau sākotnēji iekļaujošākus un mērķtiecīgākus valsts plānus un stratēģijas. Uz jaunu līdzdalības formu iespējām norāda ne tikai ārvalstu prakses piemēri, bet arī globālās sabiedrības komunikācijas izmaiņas pandēmijas ietekmē. Ziņojums par sabiedrības līdzdalības iespēju nodoršināšanu apstākļos, kad ierastās sadarbības formas, piemēram, klātienē diskusijas un apspriedes ir ierobežotas, rosina īstenot jaunas digitālās līdzdalības iespējas.

Meža ekoloģija un pārvaldība

PRIVĀTO MEŽU ĪPAŠNIEKU IEINTERESĒTĪBA BIOĻĢISKĀS DAUDZVEIDĪBAS SAGLABĀŠANĀ MEŽA ĪPAŠUMOS

Ģirts Baranovskis^{1,3}, Didzis Elferts², Guntis Brūmelis², Oļģerts Nikodemus¹

¹Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: olģerts.nikodemus@lu.lv

²Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, e-pasts: didzis.elferts@lu.lv, guntis.brumelis@lu.lv

³Dabas aizsardzības pārvalde, e-pasts: girts.baranovskis@gmail.com

Privāto zemju iesaistīšana bioloģiskās daudzveidības aizsardzības stratēģijās ir plaši izmantota pieeja daudzās valstīs. Zemes īpašnieku līdzdalība daudzveidības aizsardzības programmās var būt brīvprātīga vai piespiedu kārtā. Latvijas bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas normatīvais regulējums paredz, ka noteiktās situācijās (piemēram, mikroliegumu izveidošana) var tikt ieviesti stingri meža apsaimniekošanas ierobežojumi bez zemes īpašnieku akcepta. Tas izraisa konfliktus ar meža īpašniekiem, kas var negatīvi ietekmēt bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas mērķu sasniegšanu. Tāpēc mūsu pētījuma mērķis bija noskaidrot faktorus, kas nosaka privāto mežu īpašnieku attieksmi pret bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu savā zemē. Informācijas iegūšanai no privāto mežu īpašniekiem tika izmantota 386 īpašnieku anketēšana. Iegūto datu analīzei izmantota OLS modeļi. Rezultāti liecina, ka finansiālā atkarība no meža ciršanas ienākumiem ir galvenais faktors, kas izraisa zemes īpašnieku negatīvo attieksmi pret bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu Latvijas privātajās zemēs. Taču ir arī daudzi citi faktori, kas ietekmē zemes īpašnieka vēlmi pieņemt aizsardzības pasākumus privātajos mežos, piemēram, privātā meža īpašuma lielums, zemes īpašnieka izglītība, vispārējās aizsardzības vērtības un citi. Pētījums rāda, ka bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā privātajos meža īpašumos svarīgi ir ieviest uz mērķa vērstu sabiedrībai pieņemamu kompensācijas shēmu par ierobežojumiem privātajos mežos. Augsts potenciāls ir brīvprātīgi balstītiem bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas mehānismiem Latvijā, kas varētu papildināt esošos (uz normatīvo pieeju balstītos) bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas instrumentus.

KOKSNES PELNU UN AMONIJA NITRĀTA IENESES MEŽAUDZĒS IETEKME UZ ELEMENTU SATURU SKUJĀS UN LAPĀS

^{1,2} Ilze Kārklīņa

¹ Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", e-pasts: ilze.karklina@silava.lv

² LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: ik13082@edu.lu.lv

Lai palielinātu mežaudzes produktivitāti un iegūtu papildus krājas pieaugumu, meža augsnes ielabošanā var izmantot koksnes pelnus un slāpekli saturošu minerālmēslojumu. Koksnes pelnu izkliedei egļu audzēs jau ir konstatēts pozitīvs efekts uz radiālo pieaugumu (Okmanis et al., 2018). Koksnes pelnu ķīmiskās īpašības ir atkarīgas no koku sugas un sadegšanas temperatūras. Pelni satur dažādus koku augšanai nepieciešamus elementus, izņemot slāpekli (Pitman, 2006). Tādēļ meža augsnes bagātināšanai izmanto arī slāpekli saturošu minerālmēslojumu. Koku lapu un pēdējā gada skuju ķīmiskās analīzes norāda uz audzes nodrošinājuma ar dažādiem elementiem, kaut gan arī iepriekšējā gada skuju var arī būt piemērots indikators (Rautio et al., 2017).

Pētījuma mērķis ir novērtēt koksnes pelnu un amonija nitrāta izmantošanas ietekmi uz elementu saturu vainaga materiālā. Parauglaukumi ierīkoti mežaudzēs, kur valdošā suga ir parastā priede *Pinus sylvestris L.*, parastā egle *Picea abies (L.) H.Karst.* vai bērzs *Betula spp.* Mežaudzēs ierīkoti parauglaukumi, kur izmēģinājuma laukumos izklidēti koksnes pelni, amonija nitrāts vai arī abi augsnes ielabošanas līdzekļi, bet kontroles platībās nav veikta izkliede. Skuju un lapu paraugi ievākti no trīs kokiem katrā parauglaukumā. Parauglaukumos ievākti arī augsnes paraugi, pH līmeņa un elementu koncentrācijas noteikšanai, lai novērtētu sakarības starp augsnes skābumu/elementu koncentrāciju un elementu saturu vainaga materiālā.

Mežaudzēs, kur izmantoti koksnes pelni, elementu koncentrāciju izmaiņas vainaga materiālā variē. Lielākajā daļā parastās egles mežaudžu konstatēts magnija satura pieaugums parauglaukumos, kur izmantoti koksnes pelni, bet bērza un parastās priedes audzēs – kālija satura palielināšanās. Parauglaukumu, kur izklidēts amonija nitrāts, vainaga materiālā noteiktas salīdzinoši augstākas kopējā slāpekļa koncentrācijas nekā paraugos no kontroles platībām, turklāt daļā no objektiem atšķirības kopējā slāpekļa saturā novērtētas kā statistiski būtiskas. Tas norāda uz pozitīvu izklidētā minerālmēslojuma ietekmi uz mežaudžu nodrošināšanu ar slāpekli. Salīdzinot elementu saturu vainaga materiālā starp valdošajām koku sugām, augstākas koncentrācijas noteiktas lapu paraugos no bērzu audzēm. Atsevišķās audzēs konstatētas arī statistiski būtiska korelācija starp elementu saturu augsnē un vainaga materiālā.

Literatūra

Okmanis, M., Kalvis, T., and Lazdina, D., 2018. Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment. In 17th International Scientific Conference:

Engineering for Rural Development, 23-25 May, 2018, pp. 1902–1908. Jelgava, Latvia: Latvia University of Life Sciences and Technologies. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N491

Pitman, R.M., 2006. Wood ash use in forestry – a review of the environmental impacts. *Forestry*, 79(5), pp. 563–588.

Rautio, P., Fürst, A., Stefan, K., Raitio, H., and Bartels, U., 2017. Part XII: Sampling and Analysis of Needles and Leaves. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany.

PARASTĀS PRIEDES *PINUS SYL VESTRIS* MEZOTROFO UN MEZOEITROFO MEŽAUDŽU NEMORALIZĀCIJAS PROCESS MAINĪGĀ VIDĒ LATVIJĀ

Dārta Kaupe, Māris Laiviņš

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts "Silava",

e-pasts: darta.kaupe@inbox.lv

Latvijā pašlaik 76.5% priedes audžu (audzes, kurās priedes īpatsvars koku stāvā ir lielāks par 40%) aug mezotrofās un mezoeitrofās augtenēs, to platība ir 783 tūkst. ha. 30 gadus esam veikuši ilglaicīgus novērojumus un pētījumus ekstensīvi apsaimniekotās vecās (vecākās par 100 gadiem) mezotrofās un mezoeitrofās priežu mežaudzēs. Pētījumā konstatēts, ka šajā laikā notikušas būtiskas mežaudzes sugu sastāva izmaiņas (kokaudze, paauga un sējeņi), kas dod iespēju izdalīt divas priežu mežaudžu transformācijas rindas.

Urbānā vidē pilsētmežos (Rīga, Ogre, Ventspils) ir tendence veidoties saliktām priedes audzēm, kur audzes pirmo stāvu veido vecas priedes, bet otro stāvu – parastā kļava *Acer platanoides* ar platlapu sugu *Quercus robur*, *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *T.platyphyllos* un *Acer pseudoplatanus* nelielu piejaukumu. Priedes indivīdu skaits kokaudzē ir sarucis līdz 30-35%, kļavas indivīdu skaits ir 70-65%, bet parastās kļavas sējeņu skaits vietām pārsniedz 100 tūkst. ind/ha.

Ārpilsētas mežos pusdabiskās pieaugušās un pāraugušās priežu audzēs intensīvi ieviešas parastā egles *Picea abies*, tie ir dažāda vecuma un augstuma egles indivīdi, kas koku stāvā pakāpeniski nomaina priedi. Savukārt vecākos mežos zem 120-180 gadus vecu priežu un egļu audzes pirmā stāva, otro stāvu kopā ar egli pamazām sāk veidot platlapu koku sugas – *Acer platanoides* un *Ulmus glabra*.

Latvijā gan urbānā vidē, gan ārpilsētas vidē vecās priežu, kā arī jauktās priežu un egļu mežaudzēs pašlaik notiek intensīva vietējo (pilsētmežos – arī citzemju) platlapu koku sugu invāzija (Laiviņš, 1999; Laiviņš un Jankevica, 1998). Šīs pārmaiņas ir saistītas ar augāja nemoralizācijas procesu, kas atspoguļo skujkoku mežaudžu transformācijas tendences hemiboreālās zonas Austrumbaltijas reģionā.

Literatūra

Laiviņš, M. 1999. Latvijas boreālo priežu mežu sinantropizācija un eitrofikācija. *Latvijas Veģetācija*. Latvijas Universitāte. Biogeogrāfijas laboratorija. **1**, pp 4-100.

Laiviņš, M., Jankevica, A. 1998. Ogres pilsētas skujkoku mežu transformācija. *Mežzinātne*. Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts "Silava". **8 (41)**, pp 58-81.

MEŽA PUTNU POPULĀCIJU INDEKSU ATBILSTĪBA MEŽIZSTRĀDES APJOMIEM

Viesturs Ķerus¹, Ainārs Auniņš²

¹Latvijas Ornitoloģijas biedrība, e-pasts: viesturs@lob.lv

²Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, Zooloģijas un dzīvnieku ekoloģijas katedra

Kopš 2005. gada Latvijā tiek īstenotas ligzdojošo putnu uzskaites. Tās ļauj aprēķināt parastāko ligzdojošo sugu populāciju indeksus (t.i., populāciju pārmaiņu relatīvo pārmaiņu rādītājus), kas reprezentatīvi Latvijai kopumā, taču nesniedz informāciju par populāciju pārmaiņu cēloņiem.

Mēs pārbaudījām, vai pārmaiņas putnu populāciju indeksos atbilst pārmaiņām mežizstrādes apjomos. Analīzei atlasījām visas (ne tikai meža) putnu sugas, izslēdzot tās sugas, kuru populācijas indeksa standartklūda ir lielāka par 100%. Izmantojot vispārīnātos lineāros modeļus (GLM) aprēķinājām, cik lielā mērā populāciju indeksus izskaidro iepriekšējās ziemas augstums (negatīvo grādu dienu kopsūma), kopējais mežizstrādes apjoms un atsevišķu koku sugu izstrādes apjoms. Modeļu sniegums tika salīdzināts, izmantojot Akaikes informācijas kritēriju (AIC).

Mežizstrādes intensitātes pārmaiņas putnus un to dzīvotnes var ietekmēt dažādos veidos. Lai gan maz ticams, ka koksnes ieguves apjoms pats par sevi ietekmē putnu populācijas, mūsu rezultāti sniedz priekšstatu, kuras sugas varētu būt jutīgākās pret pārmaiņām mežizstrādes intensitātē, un dod pamatu padziļinātiem pētījumiem.

IZAICINĀJUMI RĪGAS PILSĒTAS UN PIEPILSĒTAS MEŽU APSAIMNIEKOŠANĀ

Oļģerts Nikodemus, Ivo Vinogradovs

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: olgerts.nikodemus@lu.lv, ivo.vinogradovs@lu.lv

Rīgas pilsētas un piepilsētas mežu plānošana un apsaimniekošana pašlaik un nākotnē saskarsies ar ļoti daudziem izaicinājumiem. Tie ir saistīti ar pilsētas mežu daudzfunkcionalitāti un atšķirīgiem risinājumiem šo funkciju nodrošināšanā, dažādu interešu

grupu interesēm un viedokļiem par pilsētas mežiem un to apsaimniekošanu, kā arī Rīgas mežos konstatētajiem ekoloģiskajiem procesiem: mežaudžu eitrofikāciju un sinantropizāciju, kas ierobežo priežu audžu dabisku atjaunošanos.

Projekta “Vadlīnijas meža ainavu dizaina plāna izveidei ainaviski un rekreatīvi vērtīgajās Rīgas pilsētas un Pierīgas meža teritorijās” ietvaros, balstoties uz Latvijas normatīvajiem aktiem, starptautiskām konvencijām, PEFC un FSC standartu nosacījumiem, zinātnisko pētījumu rezultātiem un dažādu valstu mežu apsaimniekošanas plānu un vadlīniju analīzes rezultātiem, 2020. gadā tika sagatavotas vispārīgās vadlīnijas mežu ainava dizaina plāna izstrādāšanai, kā arī konkrētas vadlīnijas meža kopšanai Mežaparkā, Juglas un Anniņmuižas mežā. Lai konstatētu nozīmīgākās problēmas pilsētas mežu apsaimniekošanā un atrastu iespējamus risinājumus, Rīgas pilsētas un piepilsētas meži tika apsekoti dabā. Izstrādājot vadlīnijas, to autori piedalījās semināru diskusijās ar ieinteresētām pusēm (apkaimes iedzīvotājiem, nevalstiskajām organizācijām, pārstāvjiem no SIA “Rīgas meži” un zinātniskajām institūcijām) dabā un arī telpās.

Vispārīgās vadlīnijas ietver meža zonējuma izdalīšanas kritērijus, dizaina principus un rekomendācijas teritorijas apsaimniekošanai, kurās savukārt ir aprakstītas prasības meža kokaudzes stāvu un krūmu stāva izciršanai un atjaunošanai. Piekrītot meža plānotāja Dēvida Andisona (*David W. Anderson*) viedoklim, ka “stratēģiski izstrādāti vispārēja līmeņa noteikumi stipri ierobežo iespējas radīt radošus, lokāli optimālus un adaptīvus risinājumus mainīgajiem apstākļiem (Anderson, 2003), precizētas vadlīnijas mežu apsaimniekošanai ir izstrādātas Mežaparkam, Juglas un Anniņmuižas mežam. Šo vadlīniju izstrādāšana parādīja, ka vispārējās vadlīnijas sniedz vispārējos principiālos dizaina risinājumus pilsētas un piepilsētas mežu apsaimniekošanā, bet konkrēta meža plānošanai un apsaimniekošanai ir jāveic atsevišķa konkrētas vietas ainavisko, bioloģisko un kultūrvēsturisko aspektu analīze. Savukārt jau konkrētu vietu attīstībai, kur ir sagaidāmas būtiskas izmaiņas mežaudžu struktūrā vai arī teritorijas labiekārtošanā ieteicams meža nogabaliem izstrādāt precīzu ainavu dizaina plānu (projektu), piesaistot ainavu arhitektus, ekologus, bioloģiskās daudzveidības ekspertus, mežsaimniekus un atsevišķos gadījumos arī kultūrvēstures speciālistus.

Literatūra

Anderson, D.W. 2003. Tactical forest planning and landscape design. In ‘Towards Sustainable Management of the Boreal Forest’. (Eds PJ Burton, C Messier, DW Smith, WL Adamowicz) pp. 433–480.

MEŽA SUKCESIJAS MODEĻA LANDIS II SIMULĀCIJAS REZULTĀTU VALIDĀCIJA LAIKA POSMĀ NO 1961.-2020. GADAM PSRS LIMBAŽU MEŽNIECĪBAS TERITORIJĀ

Gatis Patmalnieks, Andris Ziemelis

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: gp18017@lu.lv; az08112@lu.lv

Aizvien vairāk pieaug nepieciešamība pēc meža ainavu attīstības modeļu izmantošanas ekoloģiskajos pētījumos. Līdz šim Latvijā meža dinamiskā attīstības modeļošana ir veikta salīdzinoši maz, taču pēdējos gados veiktie pētījumi aizvien biežāk norāda uz nepieciešamību šos modeļus izmantot. Tie var kalpot kā analītiskais instruments lēmumu pieņemšanā meža apsaimniekošanā (Gustafson et al. 2010). Taču viens no būtiskākajiem trūkumiem šo modeļu izmantošanā ir spēja tos validēt. Modeļa validācija būtu definējama kā spēja novērtēt modeļa patiesību un parasti to definē kā konkrētā modeļa darbības novērtējumu, pamatojoties uz modeļa izejas datu salīdzinājumu ar pieejamiem empīriskajiem datiem. Ekoloģiskajiem modeļiem, kas simulē nākotnes notikumus, acīmredzami, validācija ir ierobežota vai pat nav iespējama, un tā būtu jāinterpretē kā realitātes vienkāršošana un tā simulācijas virziena atainojuma atbilstība realitātei (Rykiel 1996; Oreskes 1998).

Latvijas apstākļos 2020.gadā tika aprobēts LANDIS-II meža dinamiskās attīstības modelis un veikta šī modeļa pilna parametrizācija meža dabiskai sukcesijai un normatīvā regulējuma ietekmei uz to (Ziemelis 2020). Savukārt šī darba mērķis ir validēt šo modeli un tā parametrizāciju, izdarot secinājumus par šī modeļa atbilstību Latvijas apstākļiem.

LANDIS-II modeļa validācija veikta laika posmam no 1961.-2021.gadam, veicot 60 gadu ilgu simulāciju ar 1 gada simulācijas periodu, izmantojot vēsturiskos meža inventarizācijas datus par 1961.gadu. Validācijas modeļteritorija izvēlēta pašreizējā Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta teritorijā, kura 1961.gadā bija PSRS Limbažu MRS teritorijā esošs meža masīvs 850 ha platībā (1. attēls). Modelī ņemta vērā 2020.gadā noteiktā parametrizācija (Ziemelis 2020), integrējot iespēju robežās 1961. gada normatīvu un plānošanas nosacījumus. Izvērtējot 1961.gada esošo mežsaimnieciskās darbības intensitātes un ekonomiskās intereses, ņemti vērā trīs atjaunošanās nosacījumi: (1) dabiskā atjaunošana nejauši atlasītos nogabalos (~45% no kopējo nogabalu skaita); (2) mākslīgā atjaunošana ar egli un priedi nejauši atlasītos nogabalos (~45%); (3) atjaunošana ar priedi vai egli nogabalos, kuros tas minēts un rekomendēts 1961. gada inventarizācijā (~10%).

Šī darba ietvaros tika aprobēta jauna metode, kura ļauj modeļa līmenī atspoguļot koku sugu telpisko izplatību, izmantojot vien meža inventarizācijas datus. Ir zināms, ka pašreiz meža inventarizācijas datus izmanto gan meža vērtību aprēķināšanā, gan Eiropas nozīmes īpaši

aizsargājamo biotopu kartēšanā, kā arī normatīvo aktu ievērošanā (kam šie dati ir paredzēti). Taču neskatoties uz to, ka šiem datiem ir telpiskā piesaiste, tiem nav dešifrēta informācija par katras sugas telpisko novietojumu, faktiski ir zināma tikai mežaudzes telpiskā izplatība, kura atsevišķos gadījumos ir vērtējama pat par neatbilstošu situācijai dabā, līdz ar to, izmantojot LANDIS-II simulācijas modeli, meža inventarizācijas dati ir jāpielāgo modeļa izmantošanai.

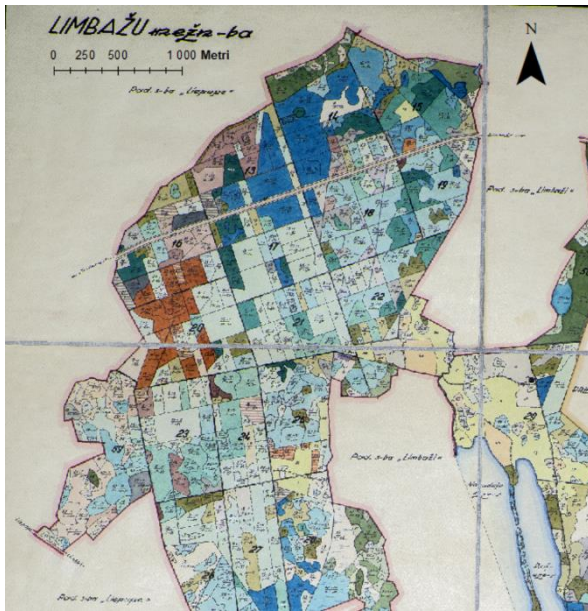
Līdz šim pētījumos Latvijā, kuros izmantots LANDIS-II simulācijas modelis (Patmalnieks, Ziemelis 2020; Ziemelis 2020), meža inventarizācijas dati tika izmantoti daļēji, eksportējot koku sugu tīraudzes un šos laukus izmantojot kā mācību laukus satelītuizpētumu dešifrācijā ar mašīnmācīšanās algoritmiem. Šai metodei, salīdzinot ar inventarizācijas datiem, ir konstatējamas būtiskas neatbilstības, visticamāk tādēļ, ka satelītdati sevī ietver informāciju ne vien par konkrētu sugu atstarošanās spektru, bet gan arī par citiem faktoriem, kā augsni, mitrumu un koku vitalitāti.

Izveidotā metode balstās uz varbūtības teoriju, kuru koeficienti tiek pārņemti no mežaudzes formulas. Piemēram, mežaudzes formula $4B2Ba2A1Os1Oz$ tiek izteikta katrai minētai koku sugai varbūtībās 0,4; 0,2; 0,1; 0,1, attiecinoši uz kopējo nogabala platību. Ņemot vērā, ka vektordati tiek pārveidoti un modelī importēti rastra attēla veidā, nogabala platība tiek izteikta vēlamās šūnas izmēra kvadrantos, līdz ar to, ņemot vērā kumulatīvās varbūtības vērtības, katram kvadrantam tiek noteikta tikai viena raksturīgā koku suga, kas kopējā telpiskā vienībā un proporcionāli mežaudzes formulai, izveido koku sugu izplatību nogabalos. Izmantojot šo metodi, tika digitālizēti 1961.gada (2.att.) un 2021.gada (3.att.) meža inventarizācijas dati. Lai noteiktu un interpretētu modeļa rezultātu ar pašreizējo faktisko situāciju izmantots Fragstats 4.2. modelis ainavu izmaiņu raksturošanai un citas statistiskās metodes.

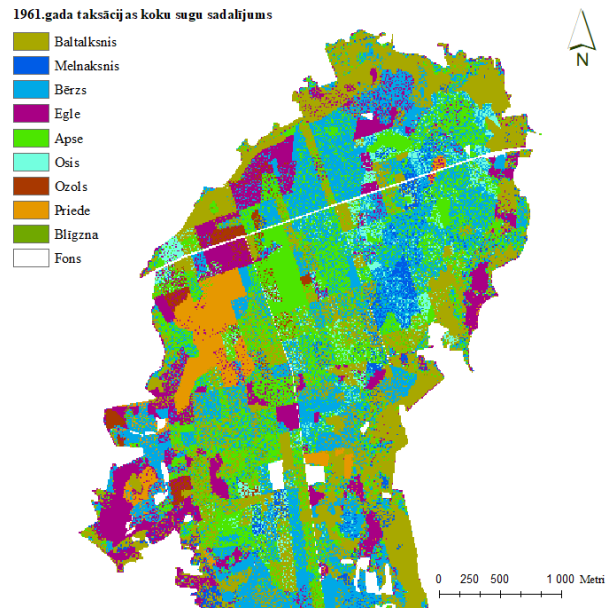
LANDIS-II modeļa simulācijas datus par 2021.gadu (4.attēls) konstatēs, ka, salīdzinot ar 1961.gada situāciju, palielinās koku sugu daudzveidība, kopējā meža platība (apmežojas), un atsevišķu koku sugu izplatība (egles un bērza), samazinoties priedes, apses un baltalkšņa izplatībai. Tieši tāds pat rezultāts tiek konstatēts, salīdzinot pašreizējo meža valsts reģistrā reģistrēto informāciju (3.attēls) ar vēsturiskajiem datiem. Līdz ar to ainavas līmenī būtu atzīstams, tas, ka LANDIS-II modeļa izmantošanai ir acīmredzams potenciāls vizualizēt noteiktu pasākumu un lēmumu ietekmi uz ticamām meža ainavas izmaiņām.

Savukārt, salīdzinot nogabalu dominējošo sugu atbilstību, secināts, ka nogabalu līmenī LANDIS-II simulācijas nogabali ar pašreizējo situāciju atbilst vien 33% gadījumos. Šīs neatbilstības skaidrojamas ar to, ka, norādot kā simulācijas parametru – nejaušu nogabalu atlasī, kuros tiks veikta mākslīgā atjaunošana ar egli un priedi, bija priekšnoteikums tam, ka ainavā dramatiski palielināsies egļu un citās sugas samazināsies, bet noteikt to, kuros tieši

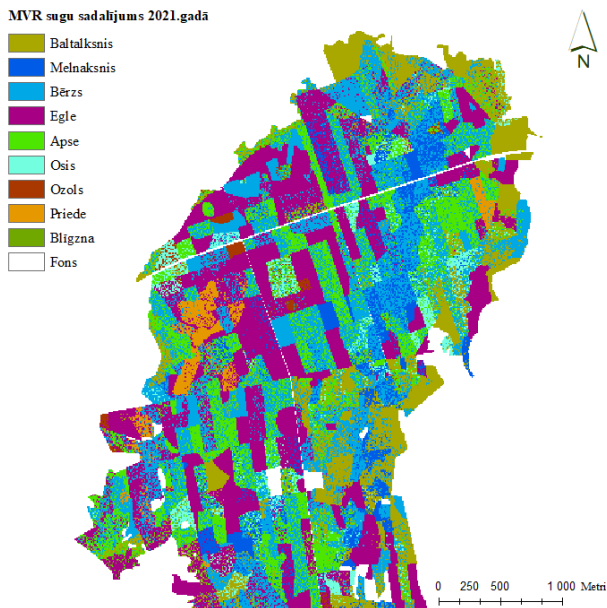
nogabalos un tā daļās notiks sugu nomaīņa pie konkrētajiem plānošanas dokumentiem paredzēt nebija iespējams.



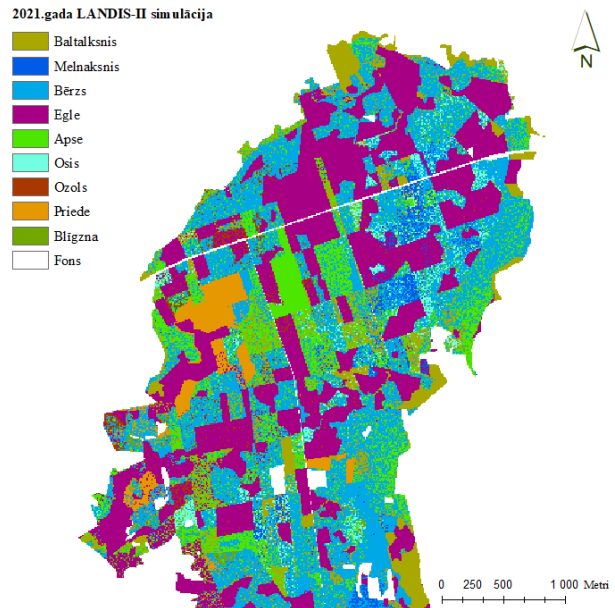
1. attēls. 1961.gada PSRS Limbažu MRS teritorijas meža masīvs.



2. attēls. Modelteritroija ar 1961.gada taksācijas koku sugu sadalījuma varbūtību.



3. attēls. Meža valsts reģistra datu sugu izplatība 2021.gadā.



4. attēls. LANDIS-II simulācijas sugu izplatība 2021.gadā.

No pētījuma rezultātiem kopumā secināms, ka LANDIS-II simulācijas modelim ar 2020.gadā izveidoto parametrizāciju ir potenciāls vizualizēt noteiktu pasākumu un lēmumu ietekmi uz ticamām Latvijas meža ainavas izmaiņām.

Izmantotā literatūra

Gustafson, E. J., Sturtevant, B. R., Shvidenko, A. Z., Scheller, R. M. 2010. Using Landscape Disturbance and Succession Models to Support Forest Management. Chapter 5. *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation*. London, New York, Heidelberg Dordrecht Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12754-0_5

Patmalnieks, G., Ziemelis, A. 2020. Forest management impact on black stork (*Ciconia nigra* L.) habitat landscape changes in the future scenario. *The 62nd International Scientific Conference of Daugavpils University. Environmental science. Abstract*. Daugavpils, DU Akadēmiskais apgāds „SAULE”, 131.

Oreskes, N. 1998. Evaluation (Not Validation) of Quantitative Models. *Environmental Health Perspectives*. 106(12), 1453-1460.

Rykiel, Jr. E. J. 1996. Testing ecological models: the meaning of validation. *Ecological Modelling*. 90, 229-244. [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(95\)00152-2](https://doi.org/10.1016/0304-3800(95)00152-2)

Ziemelis, A. 2020. Meža apsaimniekošanas režīmu ietekme uz meža sukcesijas gaitu Gaujas nacionālā parka teritorijā laika posmā no 2020. līdz 2520. gadam. LU Maģistra darbs. <http://dSPACE.lu.lv/dSPACE/handle/7/51049>

APMEŽOŠANĀS PROCESA IZPĒTE IZMANTOJOT SATELĪTU ATTĒLUS – PIEMĒRI NO LATVIJAS REĢIONIEM

Zigmārs Rendenieks

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: zigmars.redenieks@lu.lv

Latvijas teritorijā apmežošanās process vairāku faktoru ietekmē ar dažādu intensitāti norisinās jau kopš 2. pasaules kara. Agrākie pētījumi (Vasiļevskis, 2007; Penēze, 2009) ir parādījuši, ka meža platību izmaiņas 20. gadsimta laikā dažādos Latvijas reģionos bijušas atšķirīgas.

Šī procesa telpiskās izpausmes – ar mežu klāto teritoriju platību un telpiskās konfigurācijas izmaiņas – ir iespējams analizēt vairākos veidos – gan veicot plašu teritoriju automatizētu kartēšanu un zemes seguma veidu klasifikāciju, gan mazāku teritoriju kartēšanu, izmantojot attēlu manuālu digitizāciju. Arī telpiskā raksta analīzi iespējams veikt automatizēti, izmantojot aprobētus telpiskā raksta indikatorus vai aprakstot meža teritoriju telpiskās konfigurācijas izmaiņas detālā mērogā (nelielās platībās). Protams, jebkuras telpiskās struktūras analīze ir vistiešākajā mērā atkarīga no izvēlēta mēroga. Šajā pētījumā izmantota detālā izmaiņu analīze periodam 1967.-2017.g., balstoties uz Corona KH-4B, Landsat 5 un Landsat 8 satelītu attēlu informāciju un papildus datu avotiem.

Šim nolūkam tika izvēlētas trīs pētījuma teritorijas dažādos Latvijas reģionos, kurās tika detālāk pētītas meža klāto platību izmaiņas saistībā ar lokālajiem apstākļiem un konkrētām telpiskās struktūrām šajās teritorijās. Šajā gadījumā “ar mežu klātajām platībām” saprasti tie

attēlu pikseļi, kuros vizuāli izdalāms kokaugu segums attēla uzņemšanas brīdī. Pētījuma teritorija "Biksti" reprezentē Austrumkursas augstieni, pētījuma teritorija "Drabeši" – Vidzemes augstieni un pētījuma teritorija "Rugāji" – Austrumlatvijas zemieni. Katras pētījuma teritorijas platība ir 6830 ha.

Pētījuma teritorijā "Biksti" summārās meža platības izmaiņas periodā 1967.-1991.g. bija -0,5% (no 1967.g. meža teritoriju platības), savukārt periodā 1991.-2017.g. pieauga par 3,2% (no 1991.g. meža teritoriju platības). Pētījuma teritorijā "Drabeši" meža platību pieaugums pirmajā periodā bija ievērojams (+33%), savukārt nākamajā periodā meža teritoriju platība samazinājās par 8,6%. Arī trešajā pētījuma teritorijā "Rugāji" lielākais meža teritoriju platību pieaugums norisinājās periodā 1967.-1991.g., sasniedzot 31,9%; periodā 1991.-2017.g. pieaugums bija 3,7%. Kā redzams pēc šiem skaitļiem, Drabešu un Rugāju teritorijas uzrāda līdzīgas izmaiņas, savukārt Bikstu teritorijā liels meža klāto platību pieaugums 1967.-1991. g. periodā netika novērots.

Šie rezultāti apliecina, ka meža teritoriju platību izmaiņas izteikti atšķiras periodos 1967.-1991.g. un 1991.-2017.g. Līdzīga tendence novērota arī agrākā pētījumā Latvijas austrumu daļā (Rendenieks et al., 2020), kurā meža teritoriju platība periodā 1967.-1989.g. pieauga par 18,5%, savukārt periodā 1989.-2015.g. 8,7%. Pieaugušās mežistrādes intensitātes ietekmē periodā 1991.-2017.g. meža klāto platību pieauguma temps samazinās vai pat reversējas, savukārt meža zemju kopplatība pastāvīgi pieaug.

Augstas izšķirtspējas satelītu attēlu dati sniedz unikālu informāciju par vēsturiskajām zemes seguma un lietojuma veidu izmaiņām, kuras šādā formā nebūtu iespējams iegūt no citiem avotiem. Kombinējot automatizētās plašu teritoriju kartēšanas un analīzes metodes ar detālākiem, lokāliem zemes seguma un lietojuma veidu izmaiņu pētījumiem sniedz dziļāku ieskatu zemes kā resursa apsaimniekošanas likumsakarībām dažādos telpiskos mērogos.

Pētījums veikts ERAF projekta „Atbalsts pēcdoktorantūras pētniecības īstenošanai” (vienošanās Nr.1.1.1.2/16/I/001) pētniecības pieteikuma "Jauno meža zemju nozīme ainavas telpiskās struktūras izmaiņās Latvijā no 1967. līdz 2017. gadam" (līguma Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/277) ietvaros.

Literatūra

Penēze, Z. (2009). Latvijas lauku ainavas izmaiņas 20. un 21. gadsimtā: cēloņi, procesi un tendences. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte.

Rendenieks, Z., Nīta, M. D., Nikodemus, O., & Radeloff, V. C. (2020). Half a century of forest cover change along the Latvian-Russian border captured by object-based image analysis of Corona and Landsat TM/OLI data. *Remote Sensing of Environment*, 249, 112010.

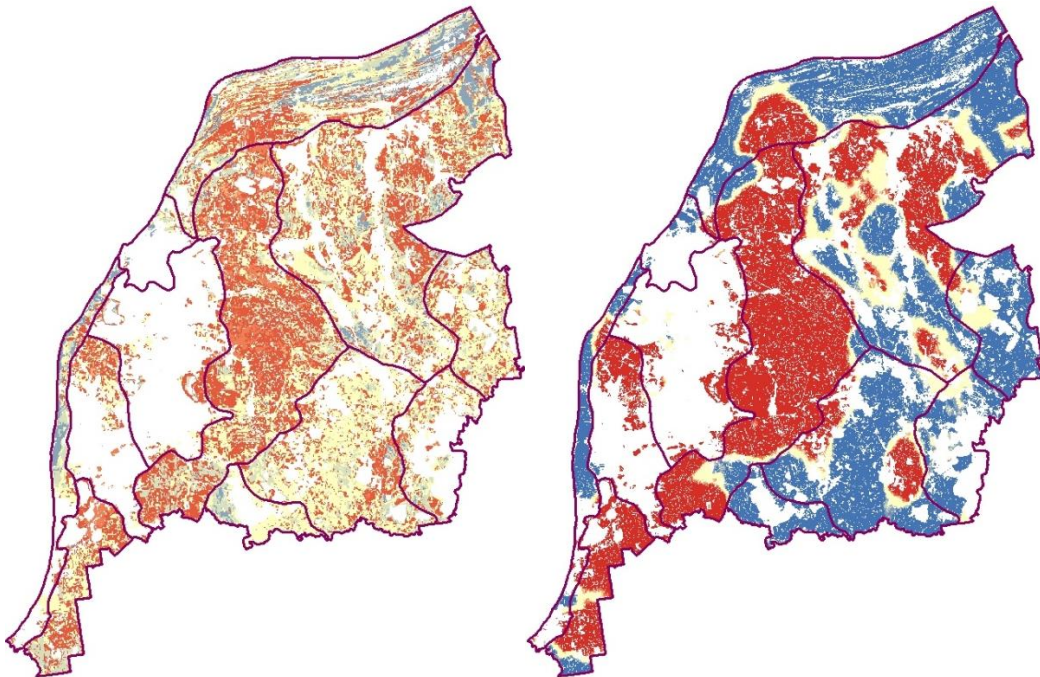
Vasiļevskis, A. (2007). Latvijas valsts mežu apsaimniekošana, 1918-1940. Nacionālais apgāds.

EKOSISTĒMU PAKALPOJUMU POTENCIĀLA VĒRTĪBU IZMANTOŠANA AINAVU TELPU IZDALĪŠANĀ MEŽA AINAVĀS: VENTSPILS NOVADA PIEMĒRS

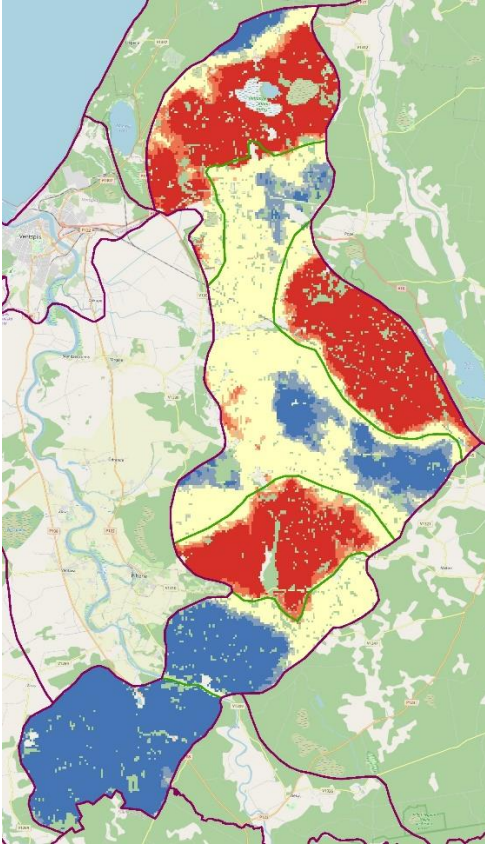
Ivo Vinogradovs, Anita Zariņa

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Ģeogrāfijas nodaļa, e_pasts:
ivo.vinogradovs@lu.lv; anita.zarina@lu.lv

I. Vinogradova stažēšanās laikā AS “Latvijas valsts meži” (marts-augusts 2020.) veiktā pilot-pētījuma ietvaros Ventspils novadā tika aprobēta vidi regulējošo ekosistēmas pakalpojumu apzināšanas un kartēšanas metode. Izmantojot 3 dimensiju matricas pieeju, balstoties literatūras studijās un meža zemju biofizikālo datu kopu (meža augšanas apstākļu tipos, trofiskuma gradācijā, audzes vecumā un sugu sastāvā) analizē tika izstrādāti piemēri 4 vidi regulējošo pakalpojumu (hidroloģisko ciklu un ūdens plūsmu kontrole; mikroorganismu, aļģu, augu un dzīvnieku veiktā filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija; atmosfēras un okeānu ķīmiskā sastāva regulācija; dzīvotņu uzturēšana) apzināšanai meža nogabalu līmenī un izveidotas pakalpojumu potenciāla sadalījuma kartes (I līmeņa) pētījuma teritorijai (1.attēls). Balstoties uz biofizikālo datu klāsterācijas analīzi tika izstrādāts piedāvājums meža zemju ainavu rajonēšanai, izdalot ainavu reģionus un apvidus, kā arī viena apvidus piemērā veidojot iestrādnes ainavu telpu – potenciālās meža apsaimniekošanas plānošanas telpiskās vienību – izdalīšanai (2. attēls). Iegūtie rezultāti un atziņas ir izmantojami kā pamats turpmākai zinātniskai diskusijai ar mērķi integrēt ainavu ekoloģijas zināšanas meža resursu pārvaldībā.



1. attēls. Ventspils novada ainavu apvidi un ekosistēmu pakalpojuma “mikroorganismu, aļģu, augu un dzīvnieku veiktā filtrācija/ piesaiste/ uzglabāšana/ akumulācija” sadalījums (pa kreisi) un karsto punktu analīzes rezultāti (pa labi).



2. attēls. Ainavu telpu sadalījums Lejasventas ainavu apvidū.

DZIĻĀS MAŠĪNMĀCĪŠANĀS ALGORITMA IZMANTOŠANA AIZSARGĀJAMO TERITORIJU IETEKMES NOTEIKŠANĀ UZ SAUSOKŅU IZPLATĪBU ZIEMEĻKURZEMĒ

Andris Ziemelis

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: az08112@students.lu.lv

Pēdējos gados attāļajā izpētē ar vien biežāk tiek izmantota datorredze, kas ļauj rastra attēlos detektēt lietotājam vēlamos objektus, piemēram, aisbergus, kuģus, transportlīdzekļus, ēkas, ūdenstilpes vai pat atsevišķus dzīvnieku indivīdus, ja ir pietiekami augstas izšķirtspējas attēli. Kopumā jāsecina, ka ir salīdzinoši liela izvēle un iespējas kā veikt objektu detektēšanu rastra attēlos. Visbiežāk tiek lietoti *TensorFlow* un *PyTorch*, kas ir atvērtie pirmkodi (angļu: open source), pieejamie modeļi, tādi kā R-CNN, FasterR-CNN, RetinaNet, SingleShotDetector, YOLOv3 un citi.

Objektu detektēšanas procesā lietotājs parasti saskaras ar diviem izaicinājumiem: 1) detektējamie objekti ir pārāk mazi, kas apgrūtina struktūru atpazīšanu, 2) attēlos izplatītas

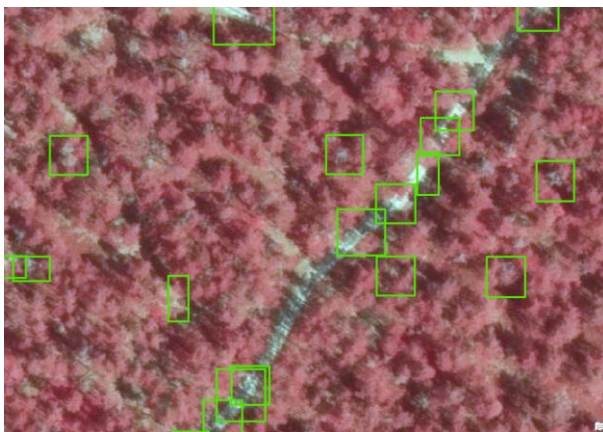
ēnas, gaismas un citi ārējie faktori, kas izmaina pikseļu vērtības. YOLOv3 modelis daļēji atrisina iepriekšminētos izaicinājumus. Tas ir salīdzinoši ātrs un precīzs reālā laika objektu detektēšanas modelis, kas izmanto Darknet-53 pamattīklu (angļu: backbone network), spējot atpazīt salīdzinoši mazus objektus.

Pētījuma mērķis ir noteikt aizsargājamo teritoriju ietekmi uz sausokņu izplatību inventarizētajās meža zemēs. Lai realizētu darba mērķi, veikti sekojoši darba uzdevumi: 1) veikta YOLOv3 modeļa trenēšana, 2) veikta objektu detektēšana rastra attēlā, 3) analizēta sausokņu izplatība atkarībā no aizsargājamās dabas teritorijas apsaimniekošanas režīma.

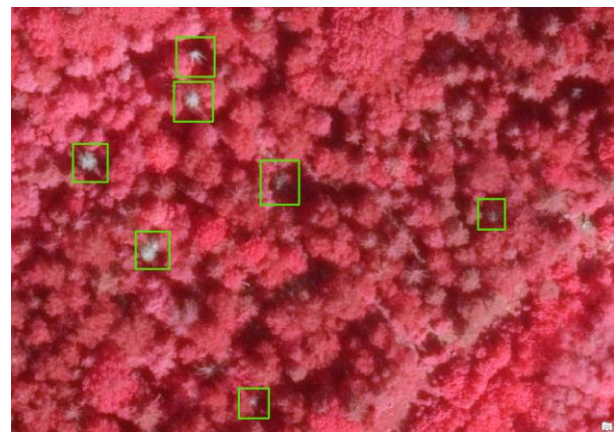
Pētījuma teritorija atrodas Ziemeļkurzemē, visā ADTI karšu lapā Nr.4233, iekļaujot Slīteres Nacionālo parku, piecus dabas liegumus, divus dabas pieminekļus un vairākus mikroliegumus. Izmantojot LVM ĢEO servisa publicēto IR 7 cikla ortofoto karti ar 25 cm precizitāti, iezīmēti un eksportēti 773 objekti, kas identificē sausokņus. 15% no izeksportētajiem objektiem izmantoti modeļa validācijai, savukārt atlikušie 85% - YOLOv3 modeļa trenēšanai.

Secīgi tam, izmantojot iegūto YOLOv3 modeli, detektēti sausokņi visā IR 7 cikla ortofoto kartē ADTI karšu lapas Nr.4233 robežās. Trenēšanas un detektēšanas procesā izmantota CUDA atbalstīta videokarte GeForce GTX 1060 6gb. Detektētie objekti pārkonvertēti punktveida objektos, izsakot to skaitu karšu lapas Nr.4233 1x1km kvadrantos. Noteikts sausokņu vidējais skaits uz hektāru atkarībā no apsaimniekošanas režīma.

Rezultātā iegūts YOLOv3 modelis ar detektēšanas precizitāti 46%. Nepārprotami, ka iegūtais detektēšanas modelis nav izcils, savukārt, analizējot neprecizitātes iemeslus, secināts, ka modelis saskaras ar izaicinājumiem, kurus rada rastra attēlā sastopamās koku vainaga ēnas skrajās mežaudzēs, kā arī uz ceļiem (1.att.). Savukārt noteiktās lokālās meža masīva vietās detektēšana vērtējama kā ļoti laba un sakrīt ar lietotāja norādītajiem objektiem trenēšanas procesā, pārsniedzot lietotāja spējas pašam detektēt objektus (2.att.).



1.attēls. Kļūdainie Yolov3 modeļa detektētie objekti (ēnas).



2.attēls. Pareizi Yolov3 modeļa detektētie objekti (sausokņi).

Ņemot vērā, ka modeļa neprecizitātes ir sistēmiskas un iekļauj visu detektēšanas teritoriju, detektēšanas rezultāti tika analizēti. Konstatēts, ka viskoncentrētākā sausokņu vieta ar 818 kokiem 1x1 km kvadrantā atrodas Slīteres Nacionālajā parkā, karšu lapā Nr.4233-53-51 (3.att.). Turpretim arī ārpus aizsargājamām dabas teritorijām sastopama salīdzinoši augsta detektēto objektu koncentrēšanās, piemēram, karšu lapā Nr.4233-43-23, kurā detektēts 591 objekts (4.att.). Konkrētajās vietās, iespējams, ir kaitēkļu ietekme.



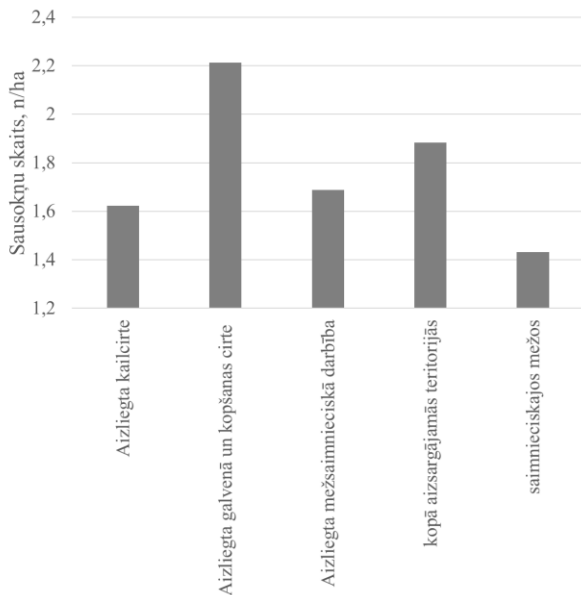
3.attēls. Fragments no YOLOv3 modeļa detektētajiem objektiem karšu lapā Nr.4233-53-51, t.i. Slīteres Nacionālajā parkā.



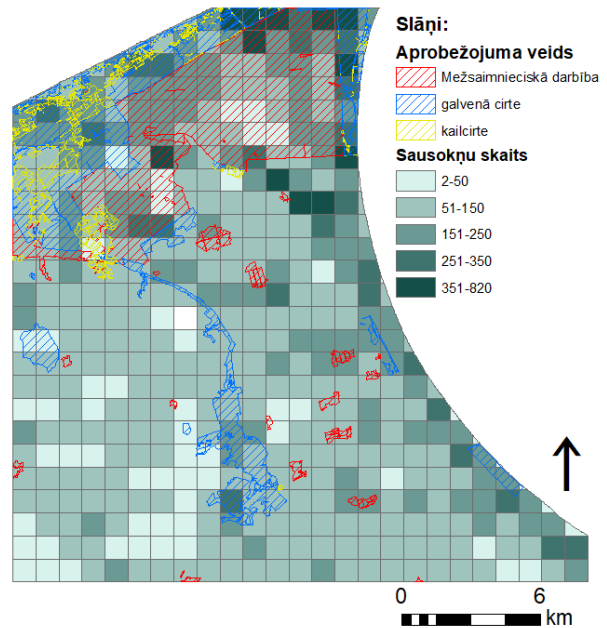
4.attēls. Fragments no YOLOv3 modeļa detektētajiem objektiem karšu lapā Nr.4233-43-23, t.i. ārpus aizsargājamām dabas teritorijām.

Analizējot sausokņu izplatību atkarībā no aizsargājamām teritorijām un to apsaimniekošanas režīmiem, secināts, ka vidēji uz vienu hektāru aizsargājamās dabas teritorijās, salīdzinot ar saimnieciskajiem mežiem, ir par 0,4 sausokiem vairāk. No apsaimniekošanas režīmiem vispozitīvākā ietekme uz sausokņu izplatību ir galvenās un kopšanas cirtes aizliegumam (5.att.). Konkrētajā situācijā mežsaimnieciskās darbības teritorijā būtisku daļu aizņem purvs, kurā koki paši par sevi ir maz, līdz ar to, no konkrētās pētījuma teritorijas neizriet apstiprinājums tam, ka stingrākais ierobežojuma veids visbūtiskāk ietekmētu sausokņu izplatību (6.att.).

Kopumā secināms, ka datorredzei ir liels potenciāls sausokņu un citu ģeotelpisko dabas objektu detektēšanā un to izmantošanai dažādu jautājumu atbildēšanai. Neapšaubāmi, esošais detektēšanas modelis ir jāuzlabo, iegūstot augstākas precizitātes rezultātu. Ņemot vērā, ka sausokņi ir vitāli nozīmīgi putniem un saprokslītajām sugām, norādot uz dabisko procesu klātbūtni, t.sk. saimnieciskās darbības neesamību, sausokņus var izmantot kā ģeotelpiskos indikatorus, piemēram, jaunas aizsargājamās dabas teritorijas veidošanas procesā.



5.attēls. Sausokņu skaits inventarizētajās meža zemēs atkarībā no apsaimniekošanas režīma.



6.attēls. Detektēto objektu skaits 1x1 km kvadrantos un mežsaimnieciskās darbības ierobežojumi aizsargāmās dabas teritorijās inventarizētajā meža zemē.

DIVGADĪGU-TRĪSGADĪGU JAUNAUDŽU AIZZĒLUMA BOTĀNISKAIS SASTĀVS UN STĀDVIETAS SAGATAVOŠANAS VEIDS

Austra Zuševica, Kārlis Dūmiņš, Santa Neimane, Dagnija Lazdiņa

Latvijas valsts mežzinātnes institūts "Silava", e-pasts: austra.zusevica@silava.lv

Jaunaudzēs veģetācijas struktūra būtiski atšķiras no briestaudžu un veco audžu mežu veģetācijas (Kuuluvainen & Gauthier, 2018). Iemesls tam ir vides faktoru izmaiņas, kas ietver palielinātu gaismas daudzumu, izmainītu mikrovidi (Schmalholz & Hylander, 2009; Hart & Chen, 2008). Šie apstākļi var izmainīt mežam tipisko lakstaugu un briofitu sugu sastāvu un segumu jaunaudzēs, kas rezultējas ar ilgāku laiku līdz meža ekosistēma atjaunojas (Bergdtedt, Hagner, & Milberg, 2008).

Šī darba mērķis bija noskaidrot kā koku stādvieta sagatavošanas metodes, vāgu un pacilu veidošana, ietekmē zemeszemes veģetācijas sastāvu. Kopā Kurzemē un Zemgalē apsekoja 12 nogabalus otrajā un trešajā gadā pēc jaunaudžu atjaunošanas trijos meža tipos – šaurlapju kūdrēnī, mētru ārenī un slapjajā damaksnī. Katrā nogabalā izvietoja 9 parauglaukumu ņemšanas vietas, kuros veģetāciju noteica trijos 25 m² parauglaukumos. Kopumā pētījumā apsekoja

324 parauglaukumus. Veģetācijas analīzei noteica visas sastopamās sugas, to segumu un atrašanās vietu koku stādvieta sagatavošanas rezultātā izveidotajā mikro reljefā, ko iedalīja neapstrādātā zemsedzē un zemsedzes pazeminājumā un paaugstinājumā. Pēc tam, izmantojot datubāzes, sugas sagrupēja pēc augšanas formas, raksturīgās dzīvotnes, vidējā augstuma un Ellenberga indikatora vērtībām (Kleyer, et al., 2008).

Mikro reljefs veido heterogēnāku vidi jaunaudzē, nodrošinot vietas ar augstāku mitruma pakāpi, par ko liecina sastopamās lakstaugu un briofītu sugas. Izcirtumiem raksturīgās augsta aizzēluma sugas kā *Rubus ideaus*, *Pteridium aquilinum* un *Calamagrostis* spp. visvairāk ir sastopamas uz neskartas augsnes, bet šo sugu temporāla ienākšana neizslēdz mežiem raksturīgo sugu klātesamību, kas ir sastopamas zemākā veģetācijas augstumā zem tām. Salīdzinot ar neapstrādātu zemsedzi uz mikro reljefa paaugstinājumiem ir lielāks ruderālo sugu īpatsvars, bet pazeminājumos lielāks purvaiņu mežiem raksturīgo sugu segums. Sīkrūmu segums pārsvarā ir visaugstākais uz neapstrādātas zemsedzes, bet dažos gadījumos lielāks segums vērojams uz mikro reljefa paaugstinājumiem. Var secināt, ka izmantotās stādvieta sagatavošanas metodes kopumā palielina sugu bioloģisko daudzveidību kā arī ekosistēmai tipisko sugu dažādību, jo daudzviet uz zemsedzes apstrādātās daļas ir sastopamas sugas, tajā skaitā tipiskas purvaiņu meža tipa un purva sugas, kuras nav sastopamas uz neapstrādātas zemsedzes.

Izmantotā literatūra

Bergdtedt, J., Hagner, M., & Milberg, P. (2008). Effects on vegetation composition of a modified forest harvesting and propagation method compared with clear cutting, scarification and planting. *Applied Vegetation Sciences*, 159-168.

Hart, S. A., & Chen, H. Y. (2008). Fire, logging and overstory affect understory abundance, diversity and composition in boreal forests. *Ecological monographs*.

Kleyer, M., Bekker, R., Knevel, I., B. J., Thompson, K., Sonnenschein, M., . . . Peco, B. (2008). The LEDA traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. *Journal of ecology*, 1266-1274.

Kuuluvainen, T., & Gauthier, S. (2018). Young and old forest in the boreal: critical stages of ecosystem dynamics and management under global change . *Forest ecosystem* .

Schmalholz, M., & Hylander, K. (2009). Succession of bryophyte assemblages following clear-cut logging in boreal spruce-dominated forests in south-central Sweden. Does retrogressive succession occur? . *Canadian Journal of Forest Research* .

