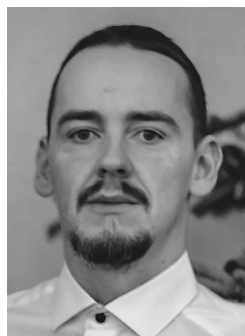


MEŽA PLATĪBU DINAMIKA LATVIJAS AUSTRUMU PIEROBEŽĀ (1967–2015)



Zigmārs Rendenieks ir ģeogrāfs, ieguvis doktora grādu Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē (2015). Strādā par pēcdoktorantūras pētnieku un pēta zemes lietojuma izmaiņas Latvijā, izmantojot tālīzpētes datus. Latvijas Ģeogrāfijas biedrības biedrs kopš 2013. gada.

Raksturvārdi: tālīzpēte, zemes segums, lauksaimniecības zemes, meži, apmežošanās.

Latvijas lauku ainavu izmaiņas pēdējo 50 gadu laikā un izpēte

Latvijas lauku ainava un meži 20. gadsimtā piedzīvojuši daudzas izmaiņas un satricinājumus. Postījumi divos pasaules karos, iedzīvotāju izsūtīšanas un piespiedu kolektīvizācija spēcīgi ietekmēja Latvijas laukus, veicinot apsaimniekoto lauksaimniecības zemju pamešanu. Visuzskatāmākās sekas šim procesam ir pamesto zemju apmežošanās, kas Latvijas meža kopējo platību pēdējo 90 gadu laikā gandrīz dubultojusi¹. Šis process turpinās arī mūsdienās.

Noritot vairākiem kolhozu un padomju saimniecību apvienošanas viļņiem 60. un 70. gados, notika nomaļāko zemju un apdzīvoto vietu pamešana, izveidojot jaunus apdzīvojuma centrus un koncentrējot lauksaimnieciskās ražošanas pūliņus uz tām zemēm, kuras varēja efektīvāk apstrādāt mehanizēti

un kurās bija iespējama plaša mēroga zemju nosusināšana (līdzenumi ar piemērotu augsni un pietiekoši attīstītu ceļu tīklu). Šajā laikā notika lielas pārmaiņas zemes lietojuma veidu telpiskajā struktūrā – apvienojot laukus, tika veidoti lieli tūrumu masīvi, tika apartas ganības un notika plaša mēroga meliorācijas projekti. Lauksaimnieciskās platības uz pauguriem, mežu ielokos vai tālu no ceļiem bieži tika pamestas, koncentrējoties uz līdzenumiem². Tā rezultātā marginalizētās zemes gadu desmitu laikā apauga ar krūmiem un kokiem, ļaujot meža platībām palielināties, līdz tās sasniedza 52,1% no sauszemes platības.

Latgale ir vēsturiski mazāk mežainais Latvijas apgabals, kurā dominējušas lauksaimniecībā izmantojamās zemes – 1923. gadā šeit mežs klāja tikai aptuveni 15% sauszemes. Pēc Otrā pasaules kara šeit tika radikāli izmainīta tradicionālā ciemu (sādžu) apdzīvojuma struktūra, un mežaino platību īpatsvars, kaut izteikti palielinājies, joprojām ir zemāks nekā citos Latvijas vēsturiskajos apgabalos.

¹ Meža apsaimniekošana 2019.

² Boruks 2003.

Ir daudz pētījumu par zemes seguma un ainavu izmaiņām pēc Padomju Savienības sabrukuma. Tie pievēršas gan zemes seguma izmaiņu procesiem un to sekām^{3, 4}, gan šos procesus virzošajiem spēkiem⁵. Šādi pētījumi visbiežāk pamatojas uz datiem, kas iegūti, analizējot satelītattēlus ar precīziem automātiskās klasifikācijas algoritmiem. Tomēr ir maz tādu pētījumu, kuri analizē ainavu izmaiņas padomju periodā, izmantojot telpiskos datus. Šāds trūkums galvenokārt ir skaidrojams ar precīzu, telpiski piesaistītu datu trūkumu. Padomju laikā publicētās kartes šim nolūkam neder, jo tajās ir sastopami apzināti sagrozījumi, turklāt tās ir kartogrāfiski ģeneralizēti produkti. Latvijā veiktie pētījumi^{6, 7} pārsvarā ir balstīti uz statistikas datu analīzi un vēsturisko karšu kā datu avota izmantošanu.

Šī pētījuma mērķis bija kartēt un analizēt meža platību dinamiku Latvijas austrumu pierobežā no 1967. gada līdz 2015. gadam. Jaunu un daudzsoļu datu izmantošana un inovatīvas apstrādes un analīzes metodes šim pētījumam piešķir papildu aktualitāti.

Jaunas metodes un dati meža platības dinamikas kartēšanā

Veicot kvantitatīvus pētījumus par zemes seguma izmaiņām Latvijā padomju laikā, ierobežojums ir augstas izšķirtspējas datu pieejamība. Slepēnības dēļ Padomju Savienībā precīzas kartes, nemaz nerunājot par augstas izšķirtspējas satelītattēliem, nebija pieejamas. Tomēr kopš 1996. gada ir pieejami ASV satelītattēli no *Corona* misijas. *Corona* (sākotnējais nosaukums – *Discoverer*) bija amerikāņu militārās izlūkošanas fotogrāfisko satelītu paaudze, kuras ietvaros laika posmā no 1961. līdz 1972. gadam 95 veiksmīgās misijās tika iegūti simtiem tūkstošu attēlu, kas pārklāja visu pasauli, bet galvenokārt aukstā kara pretinieku nometni – PSRS un Ķīnu. Šie attēli tika uzņemti uz melnbaltas filmas, kuras ruļļi kapsulās tika nomesti no orbītas un notverti

kritienā ar speciāli aprīkotu lidmašīnu. Šis process prasīja augstu pilotu meistarību un arī veiksmi. Attēlu izšķirtspēja vēlākajos kameru modeļos (KH-4A un KH-4B) sasniedza 2,5 m⁸. Šie attēli no 1967. gada izmantoti šajā pētījumā.

Situācijas raksturošanai pētījuma teritorijā (1. att.) izmantoti arī *Landsat* programmas satelītattēli – *Landsat 5* (1989) un *Landsat 8* (2015). *Corona* attēliem tika veikta fotogrammetriskā apstrāde un izveidota ortofoto mozaika ar 2,5 m izšķirtspēju. *Landsat* attēliem veikta atmosfēriskā korekcija un izveidotas mozaikas ar 30 m izšķirtspēju (1989 un 2015). Izmantoto izejas datu dažādības un arī attēla trokšņu līmeņa dēļ *Corona* attēlos meža platību kartēšanā tika izmantota attēlu segmentācijas pieeja, kas izpaužas kā objektu izdalīšana attēlos pretstatā atsevišķu attēla šūnu (pikseļu) klasifikācijai. Tālākajos soļos izdalītie objekti tika klasificēti meža un nemeža objektos, izmantojot spektrālos un tekstūras rādītājus. Šādi tika samazināta kļūdaini klasificēto objektu proporcija – meža platību dinamikas kartēs klasifikācijas precizitāte sasniedza 90 un 93%.

Tika iegūtas kartes, kurās attēlotas meža platības (2. att.), un no tām izveidotas divas izmaiņu kartes – pa vienai katram pētījuma periodam (1967–1989 un 1989–2015). Šajās kartēs katra laika posma ietvaros visa pētījuma teritorija iedalīta četrās klasēs: 1) stabils mežs (meža segums bez izmaiņām), 2) stabils nemežs (nemeža segums bez izmaiņām), 3) meža platību pieaugums un 4) meža platību zudums. Šādi iespējams attēlot un arī skaitliski raksturot meža platību dinamiku vienā kartē. Šo kategoriju platības tika precizētas, izmantojot klasifikācijas kļūdu matricu.

Lai novērtētu izmaiņas meža teritoriju ainavu ekoloģiskajā struktūrā, tika aprēķināti meža teritoriju telpiskā raksta indikatori. Morfoloģiskā telpiskā raksta analīze (MSPA) iedala ainavas struktūrelementus septiņās klasēs pēc to funkcionēšanas: kodolzonas, plankumi, cilpas, koridori, robi, malas un atzari. Šo elementu platības tiek izteiktas skaitliski, ļaujot novērtēt ainavas telpiskās struktūras izmaiņas noteiktā laika posmā.

³ Kuemmerle et al. 2011.

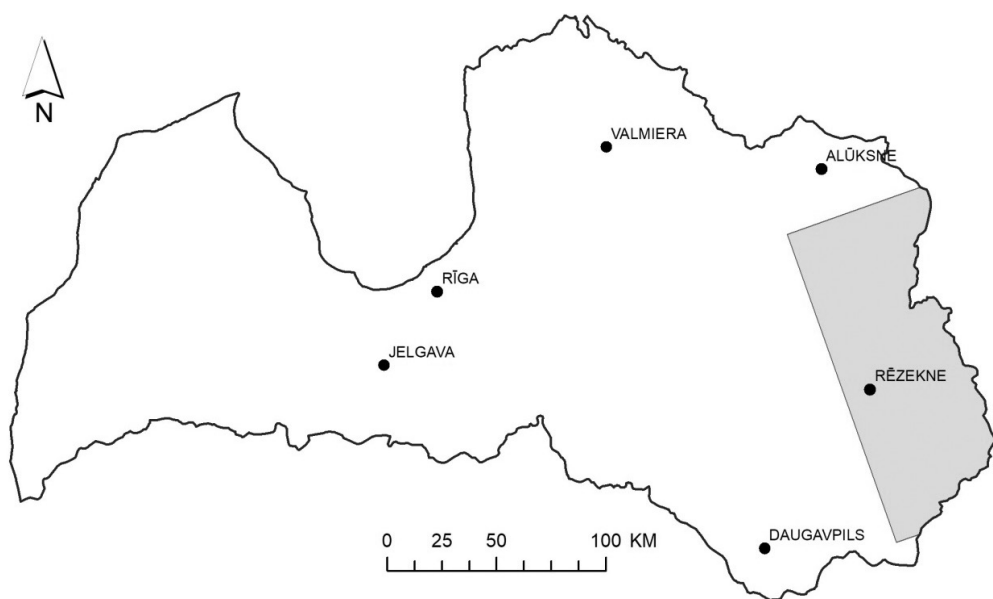
⁴ Potapov et al. 2015.

⁵ van Vliet et al. 2015.

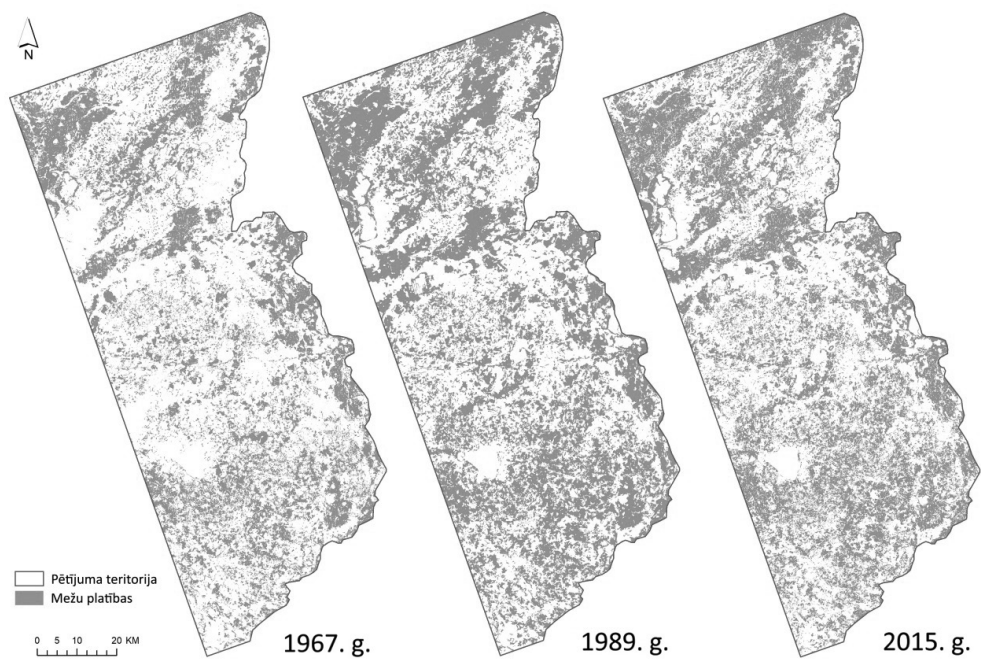
⁶ Penže 2009.

⁷ Fescenko et al. 2014.

⁸ Grosse et al. 2005



1. attēls. Pētījuma teritorija



2. attēls. Meža platības pētījuma teritorijā 1967., 1989. un 2015. gadā

Tabula. Precizētās meža platību izmaiņas pētījuma teritorijā 1967.–1989. un 1989.–2015. gadā

1967–1989	Platība (1000 ha)	SE	Proporcija (%)	SE
Stabils mežs*	195,5	16,6	25,0%	2,1%
Stabils nemežs	388,1	29,9	49,6%	3,8%
Meža pl. pieaugums	157,8	18,7	20,1%	2,4%
Meža pl. zudums	41,8	6,6	5,3%	0,8%
1989–2015				
Stabils mežs	251,7	17,2	32,1%	2,2%
Stabils nemežs	379,2	22,2	48,4%	2,8%
Meža pl. pieaugums	56,3	5,9	7,2%	0,8%
Meža pl. zudums	96,1	10,1	12,3%	1,3%

* Stabils mežs – teritorija, kurā pētītajā periodā bijis meža segums. SE – standartkļūda.

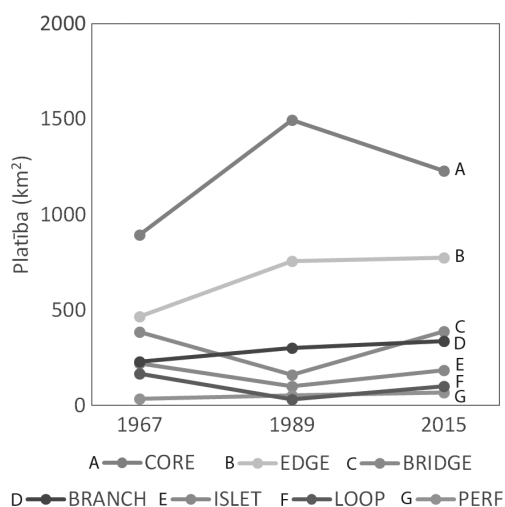
Meža platību dinamika un konstatēto izmaiņu sekas

Pētījuma rezultāti arī parādīja, ka pēdējā pusgadsimta laikā meža platības pieaugušas galvenokārt padomju periodā (1967–1989). Sākot ar 1967. gadu, kad pieejami senākie satelītuizpētījumi, kas pārsedz visu pētījuma teritoriju, meža platības pieaugušas par 20,1%. Sekojošajā laika posmā pēc neatkarības atgūšanas (1989–2015) meža platību pieaugums bija daudz zemāks – 7,2%. Teritorijas, kurās meža segums izzudis, veido 5,3% (1967–1989) un 12,3% (1989–2015) no pētījuma teritorijas kopējās platības (tabula).

Protams, šajā pētījumā konstatētās izmaiņas raksturo Latvijas austrumu pierobežas reģionu un stipri izteiktas reģionālas atšķirības meža platību dinamikā Latvijā kopumā liedz šos secinājumus vispārināt. Pētījumā par Latvijas lauku ainavu izmaiņām 20. gadsimtā⁹ noskaidrots, ka 1929.–2001. gadā meža platības visvairāk pieaugušas Vidzemes, Idumejas, Augšzemes un Latgales augstienē, kā arī Mudavas zemienē, vismazāk – Zemgales līdzenumā.

Šāds meža platību pieaugums dažu gadu desmitu laikā ir ietekmējis arī šo teritoriju vizuālo veidolu un ainavu ekoloģisko struktūru. Pētījumā konstatētais kodolzonu platību pieaugums, kā arī atsevišķu plankumu un koridoru proporcijas samazināšanās (3. attēls) norāda uz meža teritoriju defragmentāciju, kas notiek,

saslēdzoties meža masīviem un mazākiem meža puduriem. Īpaši izteikts šis process ir bijis mozaīkveida ainavās Latgales augstienē. Papildus šiem procesiem otrajā pētījuma periodā – no 1989. līdz 2015. gadam – izteikti pieauga mežizstrādes intensitāte, kas pārsvarā notikusi valsts mežos, t. i., lielajos meža masīvos. Tādējādi abi procesi – gan dabiskā apmežošanās, gan intensīva mežizstrāde – notiek paralēli dažādās teritorijās.



3. attēls. Ainavu ekoloģiskās struktūras elementu platību izmaiņas pētījuma periodā (CORE – kodolzonas, ISLET – plankumi, PERF – robi, EDGE – malas, LOOP – cilpas, BRIDGE – koridori, BRANCH – atzari)

⁹ Penēze 2009.

Jautājums, vai ES maksājumi, kas Latvijas zemniekiem ir pieejami kopš 2004. gada, ir būtiski ietekmējuši zemju pamešanas tempus, joprojām nav pilnībā atbildēts. Oļģerts Nikodemus u. c., pētot Latvijas centrālo daļu¹⁰, secinājuši, ka ES platību maksājumiem ir bijis ierobežots efekts uz lauksaimniecības zemju pamešanas tempu, bet mazāk izteikts tas bijis marginālajās teritorijās ar augstu zemju pamešanas risku.

Latvijas mežu ilgtspējīgā apsaimniekošanā nākotnē svarīgi būs pieņemtie lēmumi par jauno meža zemju – to meža platību, kuras izveidojušās pēdējo 50 gadu laikā, – apsaimniekošanu. Tā kā aptuveni 75% šo jauno meža zemju pieder privātajiem īpašniekiem, pieaugoša nozīme nākotnē būs meža īpašnieku kooperācijai un meža īpašumu konsolidācijai, kas ļaus efektīvāk apsaimniekot šobrīd sadrumstalotos meža īpašumus atbilstoši ilgtspējīgas mežsaimniecības principiem.

¹⁰ Nikodemus et al. 2007.

Tāpat pagaidām neatbildēts ir jautājums par to, kādas būs ilgtermiņa ekoloģiskās sekas šādām dramatiskām ainavu pārmaiņām, kuras norisinājās 20. gs. otrajā pusē. Pētījumā konstatēta meža masīvu saslēgšanās un jaunu puduru izveidošanās, aizaugot aramzemēm un ganībām, izmaina ainavu ekoloģisko struktūru, kas nevar neietekmēt ekoloģiskās plūsmas un bioloģisko daudzveidību Latvijā.

Corona attēlu izmantošana ļauj veidot garākas augstas izšķirtspējas datu laikrindas zemes seguma izmaiņu pētījumos, un šādi garāku laika posmu pētījumi sniedz pilnīgāku skatījumu uz ainavu izmaiņu procesiem, virzošajiem spēkiem un šo procesu sekām mūsdienās un nākotnē.

Šis pētījums veikts ar ERAF finansiālu atbalstu pasākuma 1.1.1.2. *Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts* ietvaros projektā *Jauno meža zemju nozīme ainavas telpiskās struktūras izmaiņās Latvijā no 1967. līdz 2017. gadam* (Nr. 1.1.1.2/VIAA/2/18/277).

VĒRES

Boruks, A. (2003) *Zeme, zemnieks un zemkopība Latvijā*. Jelgava : LLU.

Fescenko, A.; Nikodemus, O.; Brūmelis, G. (2014) Past and contemporary changes in forest cover and forest continuity in relation to soils (Southern Latvia). *Polish Journal of Ecology*, 62, 4, 625–639.

Grosse, G.; Schirmermeister, L.; Kunitsky, V. V.; Hubberten, H. W. (2005) The use of CORONA images in remote sensing of periglacial geomorphology: an illustration from the NE Siberian coast. *Permafrost and Periglacial Processes*, 16, 2, 163–172.

Kuemmerle, T.; Olofsson, P.; Chaskovskyy, O.; Baumann, M.; Ostapowicz, K.; Woodcock, C. E.; Houghton, R. A.; Hostert, P.; Keeton, W. S.; Radeloff, V. C. (2011) Post-Soviet farmland abandonment, forest recovery, and carbon sequestration in western Ukraine. *Global Change Biology*, 17, 3, 1335–1349.

Meža apsaimniekošana (2019) Pieejams: <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/-meza-apsaimniekosana?nid=1472#jump> (20.07.2019.).

Nikodemus, O.; Bell, S.; Penēze, Z.; Krūze, I. (2010) The influence of European Union single area payments and less favoured area payments on the Latvian landscape. *European Countryside*, 2, 1, 25–41.

Penēze, Z. (2009) *Latvijas lauku ainavas izmaiņas 20. un 21. gadsimtā: cēloņi, procesi un tendences: Promocijas darbs*. Rīga : LU.

Potapov, P. V.; Turubanova, S. A.; Tyukavina, A.; Krylov, A. M.; McCarty, J. L.; Radeloff, V. C.; Hansen, M. C. (2015) Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive. *Remote Sensing of Environment*, 159, 28–43.

van Vliet, J.; de Groot, H. L.; Rietveld, P.; Verburg, P. H. (2015) Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 133, 24–36.

Summary

Zigmārs Rendenieks

Forest Area Dynamics on the Eastern Border of Latvia (1967–2015)

Rural landscapes of Latvia have experienced multiple shocks during the 20th century – two World wars, deportations of rural inhabitants, forced collectivization. These events impacted land use patterns, facilitating farmland abandonment, which in most cases resulted in natural reforestation of former agricultural lands. Unique data from the declassified *Corona* spy satellite provided high-resolution images (up to 2.5m) and land cover information from 1967 and Landsat 5 and Landsat 8 images for 1989 and 2015, respectively. We used photogrammetric orthorectification for *Corona* images and, after mosaicking of all images we performed image segmentation and assigned forest and non-forest classes to image objects. To determine changes in land cover, we produced two change maps depicting stable forest, stable non-forest, forest gain and forest loss areas for 1967–1989 and 1989–2015. Our classification accuracy reached 90% and 93%, respectively. We found that during the Soviet rule (1967–1989) adjusted forest area increased by 20.1%, but in the following period (1989–2015) by 7.2% of the studied area. The main conclusion from these results is that land use change during the Soviet era needs to be studied more extensively since most of land cover changes happened during that time. Agricultural lands on the eastern border of Latvia are characterized as marginal for farming and have a higher risk of abandonment compared to the rest of the country. We also found that the overall increase in forested areas resulted from de-fragmentation of forests by increasing core areas of forest tracts and merging of smaller forest patches. However, the ecological consequences of such changes remain unclear. The use of *Corona* images enable the extension of high-resolution time series in land cover change research and provides the opportunity for more comprehensive analysis of land use change processes and of the forces driving it in past and the future.