



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
**ĢEOGRĀFIJAS UN
ZEMES ZINĀTŅU
FAKULTĀTE**



**80. Latvijas Universitātes
starptautiskā zinātniskā
konference 2022**



Ģeomātika
2022. gada 4. februāris

LiDAR datu pielietojuma lietderības izvērtējums lielo ligzdu meklēšanā

Evaluation of LiDAR data utility in search for large nests

Pēteris Daknis

Didzis Elferts

Andris Avotiņš

Aigars Kalvāns

levads

Pētījums izstrādāts 2021. gadā kā bakalaura darbs LU ĢZZF, darba vadītājs Prof., Dr. biol. Didzis Elferts.

Pētījumā izmantoti Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras brīvpieejā izliktie Latvijas teritorijas lāzerskenēšanas (LiDAR) dati un Aigara Kalvāna dati par zivjērgļu *Pandion haliaetus* ligzdu atrašanās vietām.

Zivjērgļu ligzdas kā izpētes objekts izvēlētas to novietojuma galotnēs dēļ, kā potenciāli labāk saskatāmās lielās ligzdas LiDAR datos.



Pētījuma tēmas aktualitāte:

- ligzdu atrašana nepieciešama aizsargājamo putnu sugu aizsardzības nodrošināšanai;
- kopš 2020. g. pieejami LiDAR dati visai valsts teritorijai un to detalizācija ir pietiekama, lai lielās ligzdas datus būtu izšķiramas;
- visas lielās ligzdas būvē aizsargājami putni;
- ligzdu meklēšanas klasiskās lauka apsekojumu metodes ir ļoti laukietilpīgas;
- publikācijas par līdzīgiem pētījumiem nav atrastas.

Pētījuma mērķis

Analizējot zināmo lielo ligzdu (un tuvākās apkārtnes) LiDAR datus, noskaidrot mainīgos, kuru vērtību diapazons var tikt izmantots, kā lielās ligzdas klātbūtnes pazīme.

Izvērtēt iespējamību pazīmju kombināciju izmantot automatizētai atbilstošu parametru kopu (potenciālo nezināmo ligzdu) atrašanai datos.



Pētījuma uzdevumi:

- izmantojot aptuveni 70 % zināmo lielo ligzdu koordinātas (izveidošanas datus), atlasīt un raksturot LiDAR datu atribūtus un to attiecības, kas izmantojamas, kā ligzdas klātbūtni raksturojošas pazīmes;
- izmantojot atlasītos atribūtu vērtību diapazonus, izveidot piemērotu iespējamības prognozēšanas modeli, verificēt to ar testa datiem;
- kvantificēt rezultātus, novērtējot modeļu veikspēju un aplēšot izmantojamo pieejamo LiDAR datu apmēru.



Zivjērgļa *Pandion haliaetus* ligzdas I

Zivjērgļa ligzda priedē,
purva malā.

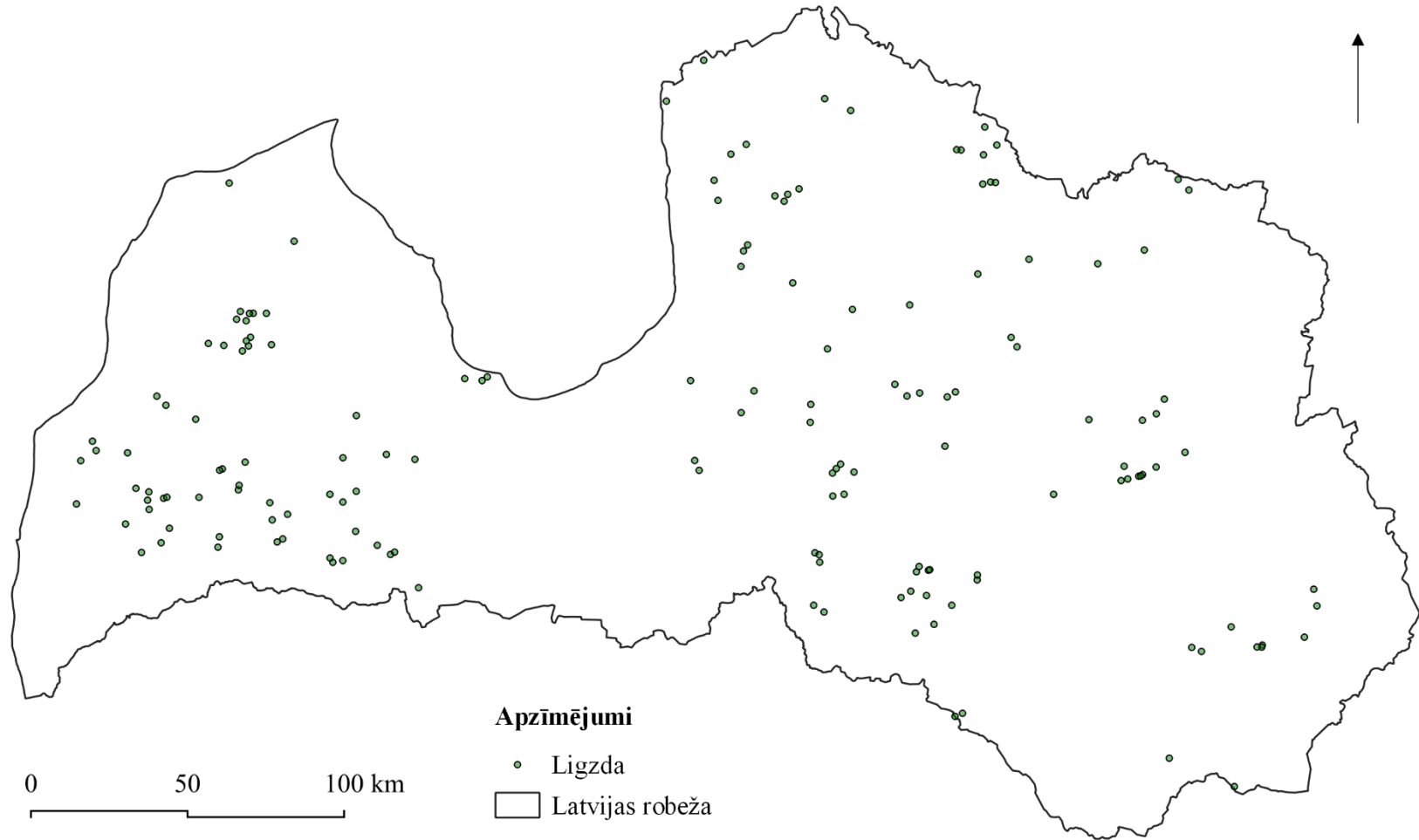
Foto: Ilze Priedniece



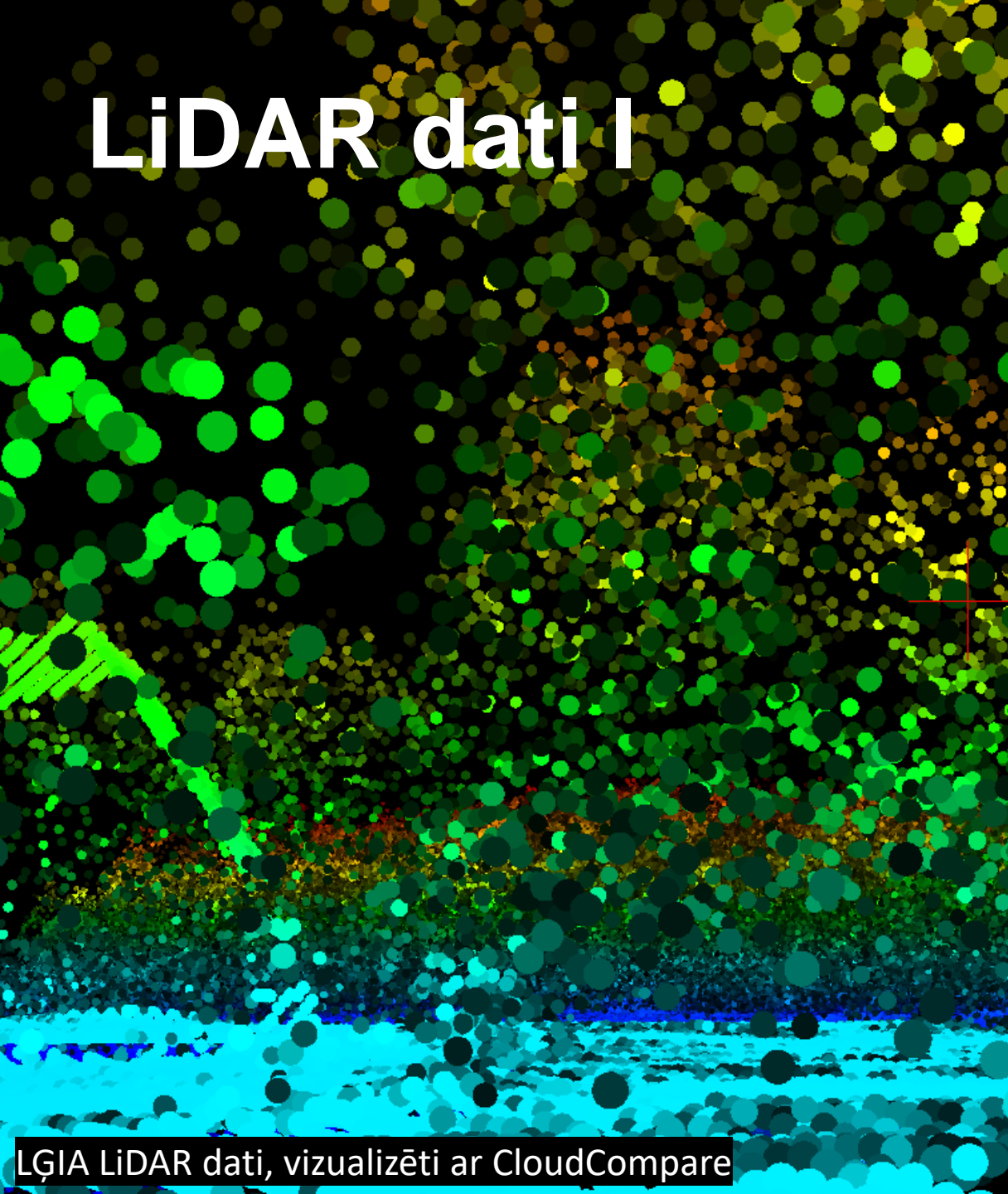
Zivjērgļa *Pandion haliaetus* ligzdas II

Paraugkopā iekļauto
zivjērgļu ligzdu (n=161)
telpiskais izvietojums.

(Izmantota Envirotech
Latvijas robežas
pamatne no GIS Latvija
10.2 un A. Kalvāna
zivjērgļu ligzdu dati.)

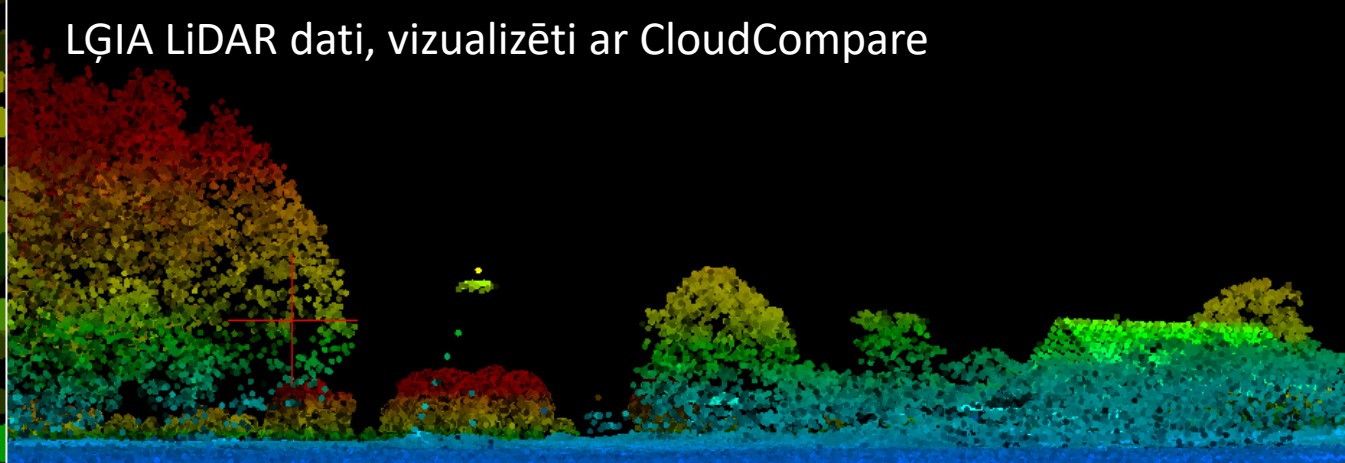


LiDAR dati I

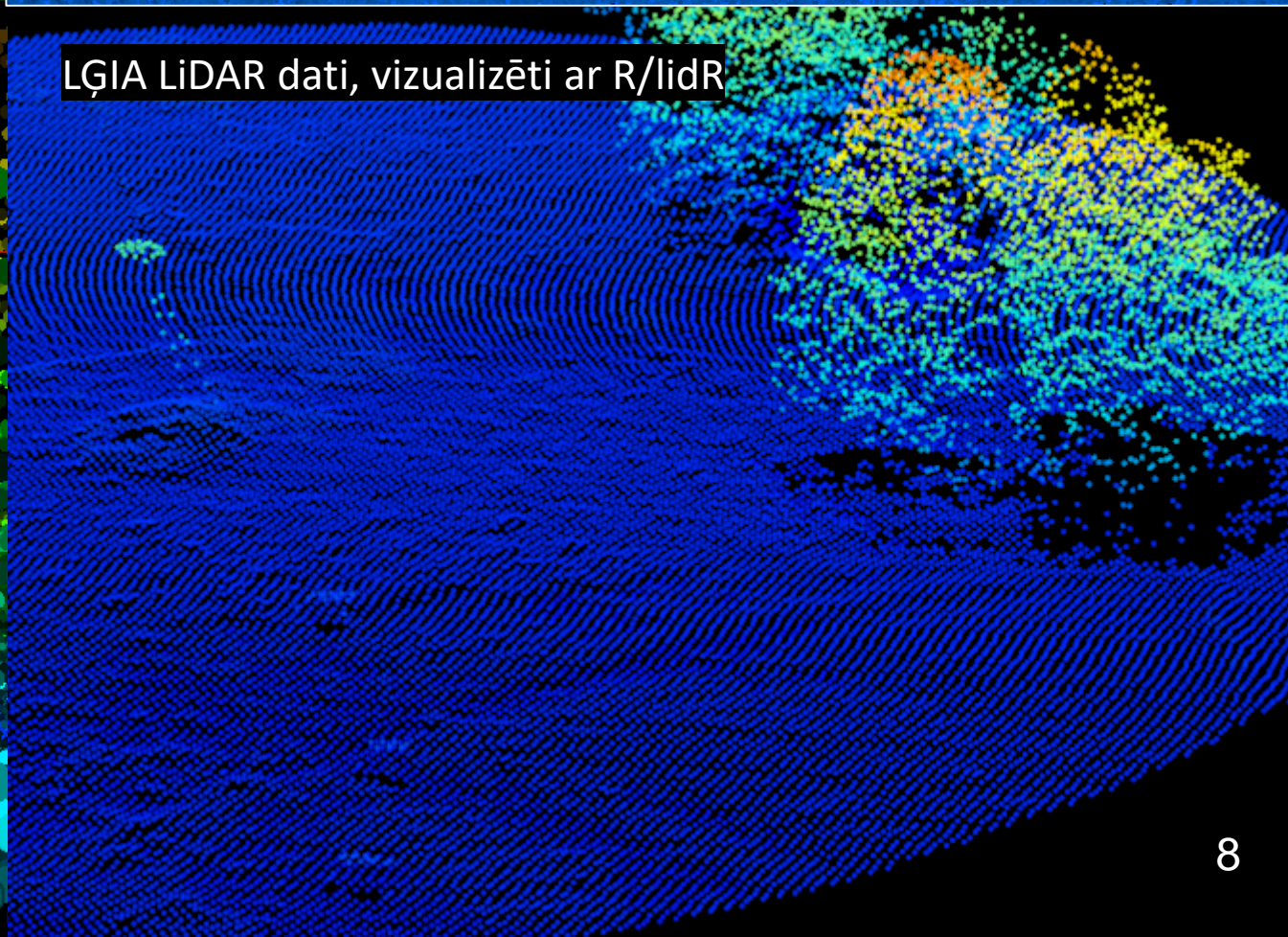


LĢIA LiDAR dati, vizualizēti ar CloudCompare

LĢIA LiDAR dati, vizualizēti ar CloudCompare



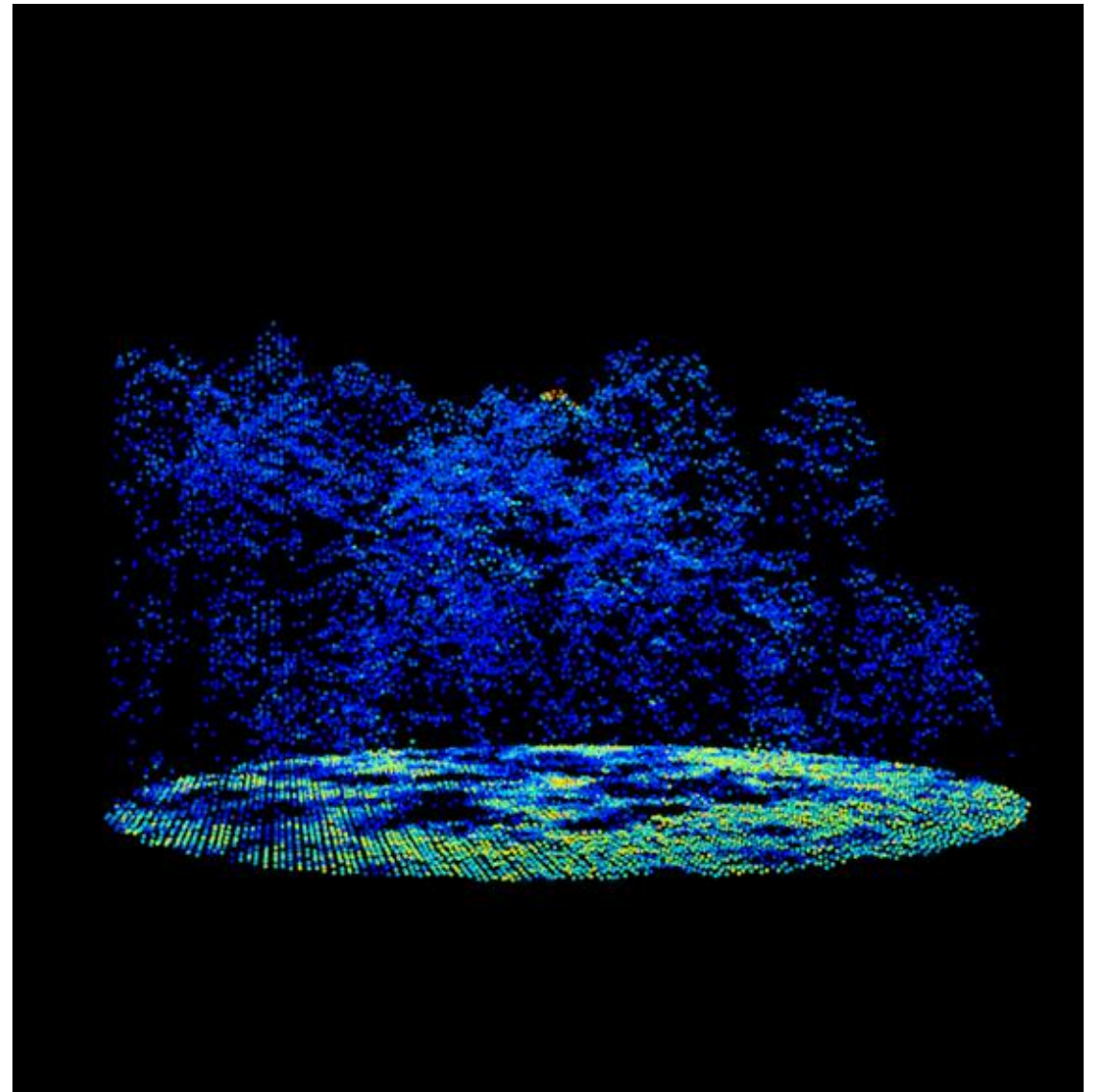
LĢIA LiDAR dati, vizualizēti ar R/lidR



LiDAR dati II

Sadalot paraugkopu pēc ligzdu vizuālās izdalīšanās pakāpes pēc punktu intensitātes uz veģetācijas fona, kā izmantojami atlasīti 60 % (n=97) no visiem paraugiem (n=161).

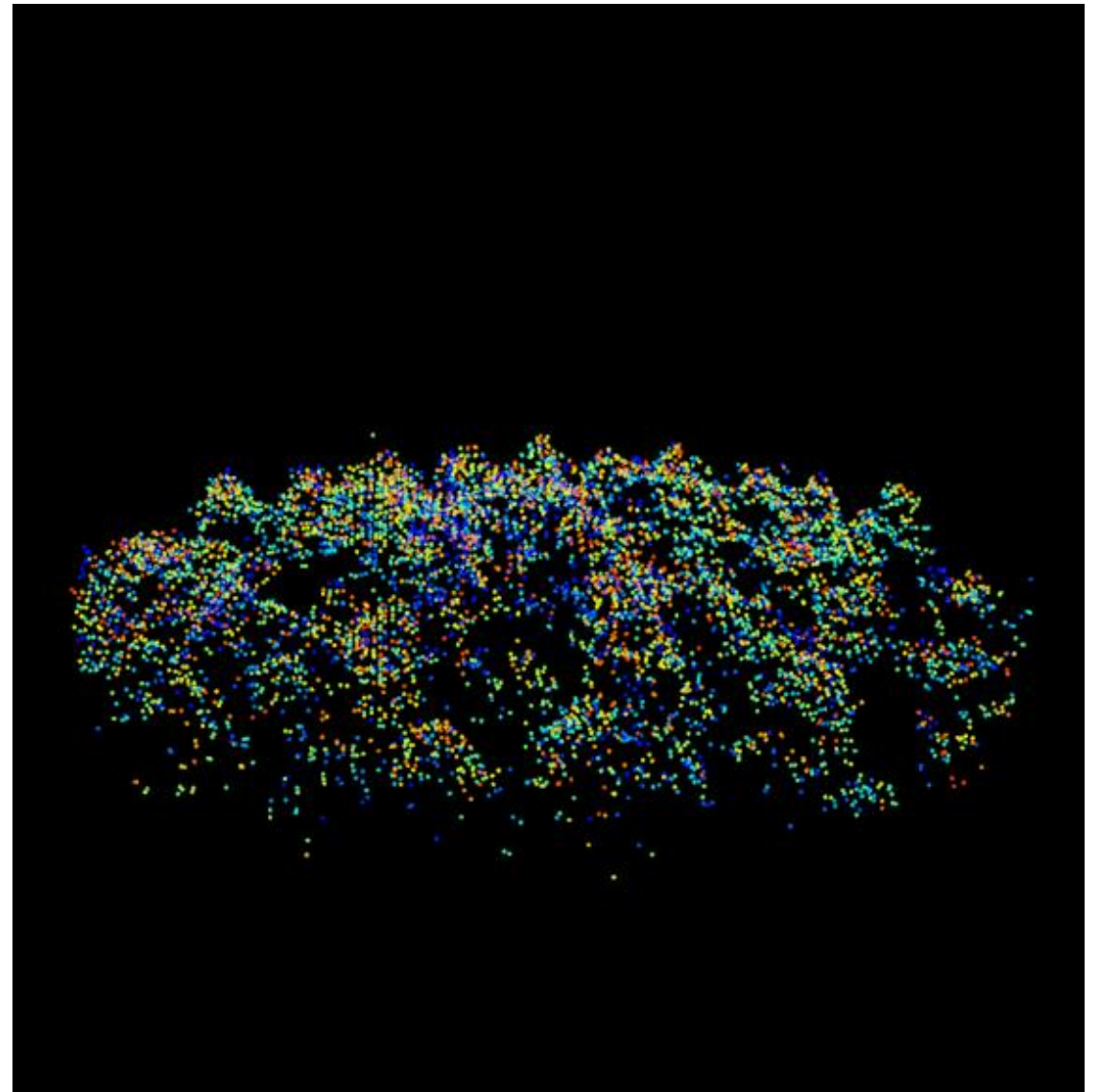
Attēlā izmantojama parauga piemērs. Vizualizācijā izmantoti LĢIA LiDAR dati.



LiDAR dati III

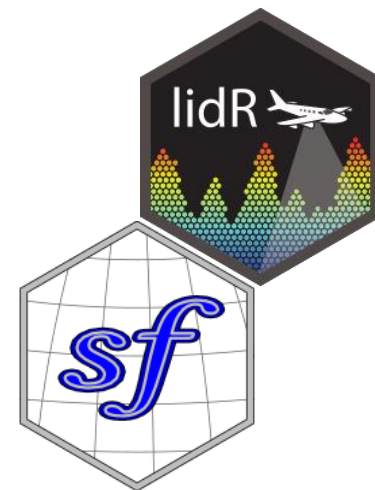
40 % (n=64) no visiem paraugiem (n=161) atzīti par neizmantojamiem.

Attēlā neizmantojama parauga piemērs. Vizualizācijā izmantoti LĢIA LiDAR dati.



Darba plūsma un metodes I

- Vairums darbību ar LiDAR datiem, to lejupielāde, ielasīšana, atlase, normalizācija, koku vainagu projekciju aprēķināšana, veikta ar *R* programmas paketes **lidR** standarta vai pielāgotām funkcijām, papildus, atsevišķām darbībām, izmantojot *R* bāzes funkcijas un citas paketes.
- Mainīgie modeļu izveidei iegūti, aprēķinot interesējošos punktu raksturlielumus parauga līmenī un koku vainagu projekciju līmenī, tam izmantojot **sf** paketes funkcionalitāti.
- Izveidoti binārās loģistiskās regresijas modeļi, kā arī vispārējais jaukta efekta lineārais klasifikācijas koka modelis, kuri pārbaudīti ar AIC testu un verificēti ar testa datiem.

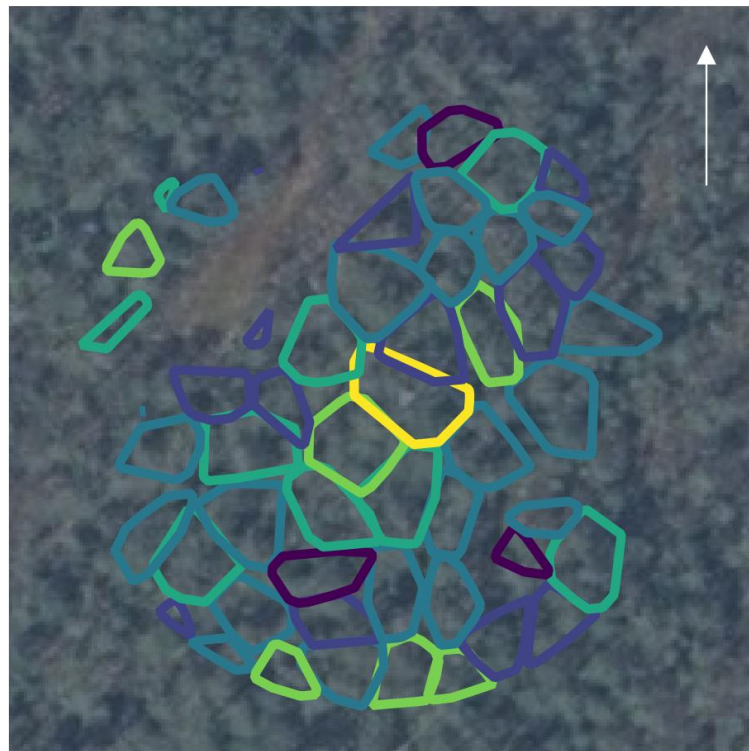


Darba plūsma un metodes II

Noteikts ligzdas koks.

Aprēķināti tādi mainīgie, kā:

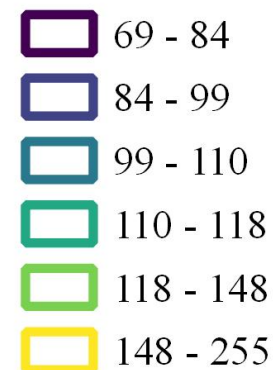
- parauga punktu maksimālā intensitāte;
- parauga punktu mediānā intensitāte;
- koka punktu, kuru intensitātes vērtība pārsniedz noteiktu robežvērtību, skaits;
- koka punktu intensitātes standartnovirze;
- koka punktu maksimālā intensitāte;
- Koka punktu maksimālā augstuma un maksimālās intensitātes summa;
- mainīgo savstarpējās attiecības.



Apzīmējumi

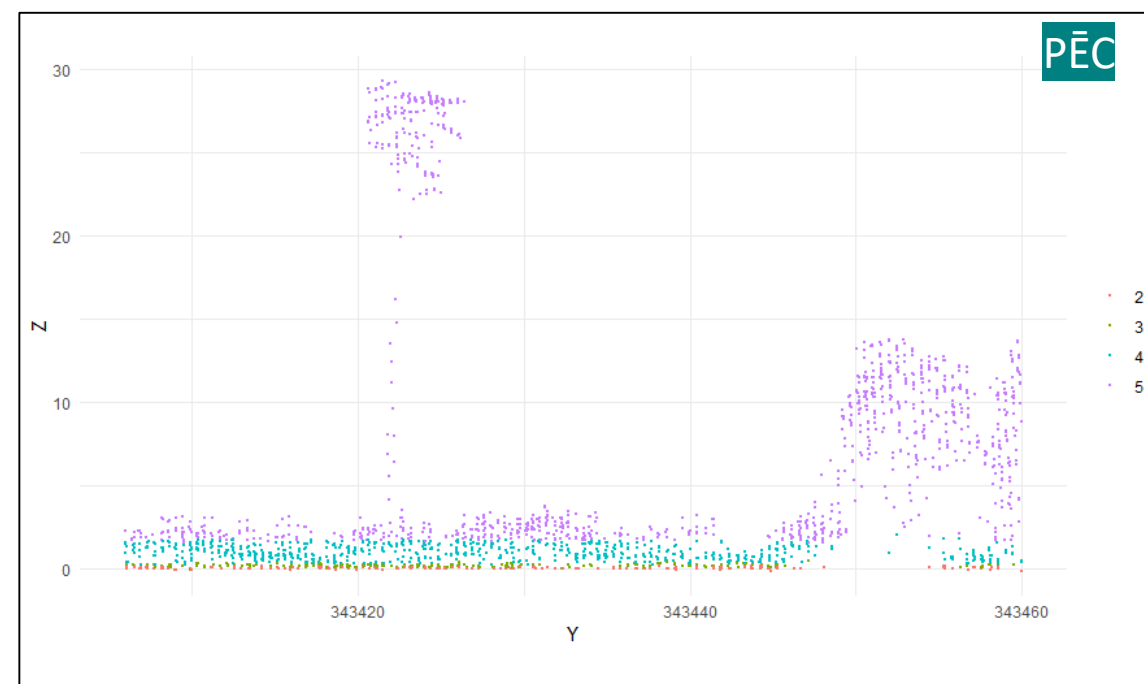
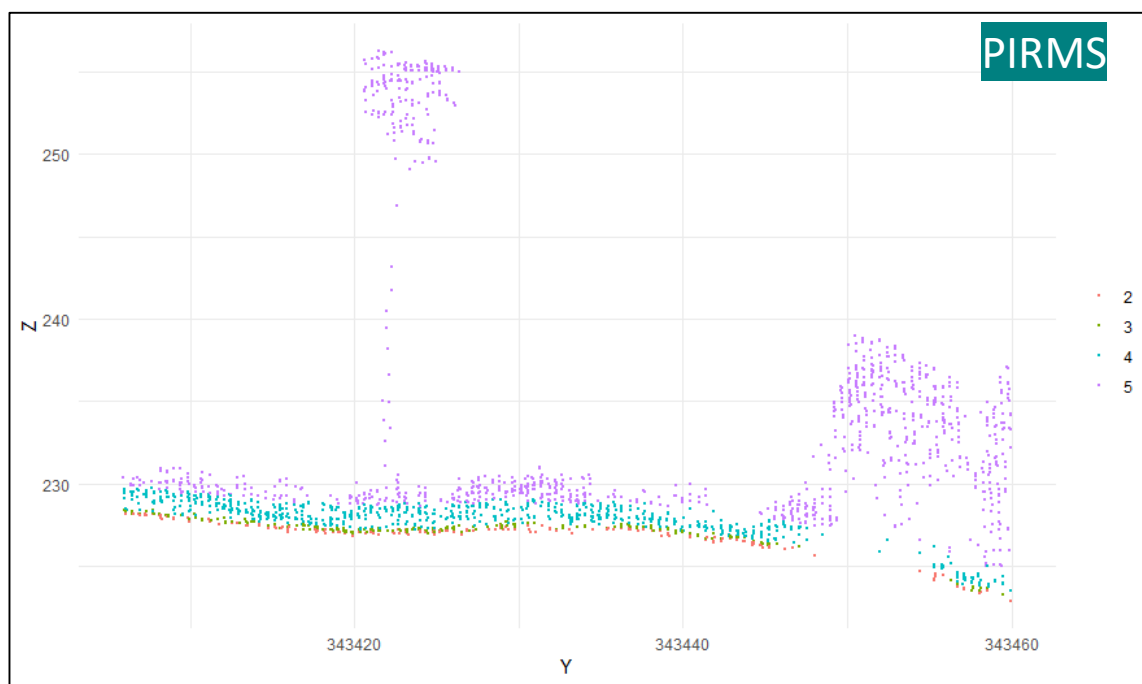
0 10 20 m

Koku vainagu projekcijas,
paraugs PH102.
Maksimālās intensitātes
vērtības:



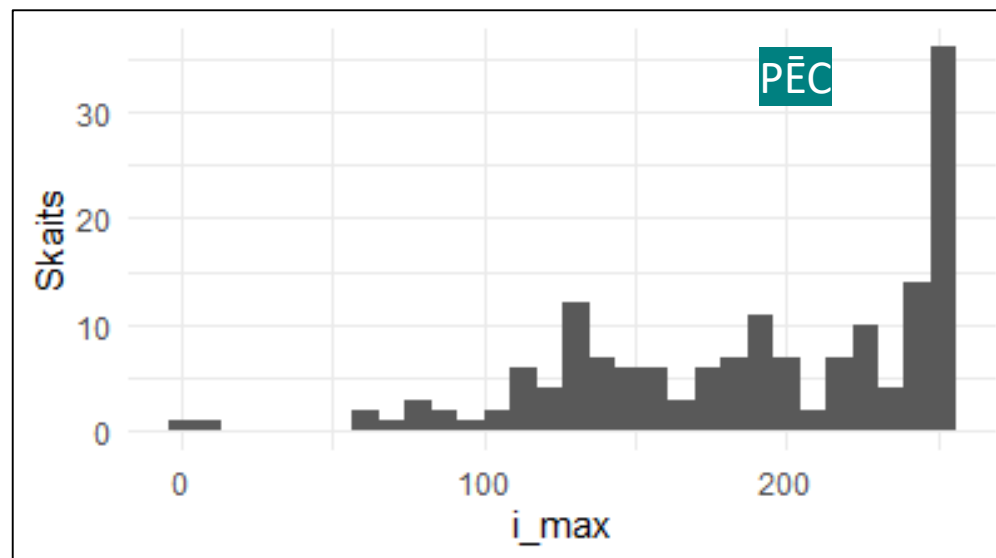
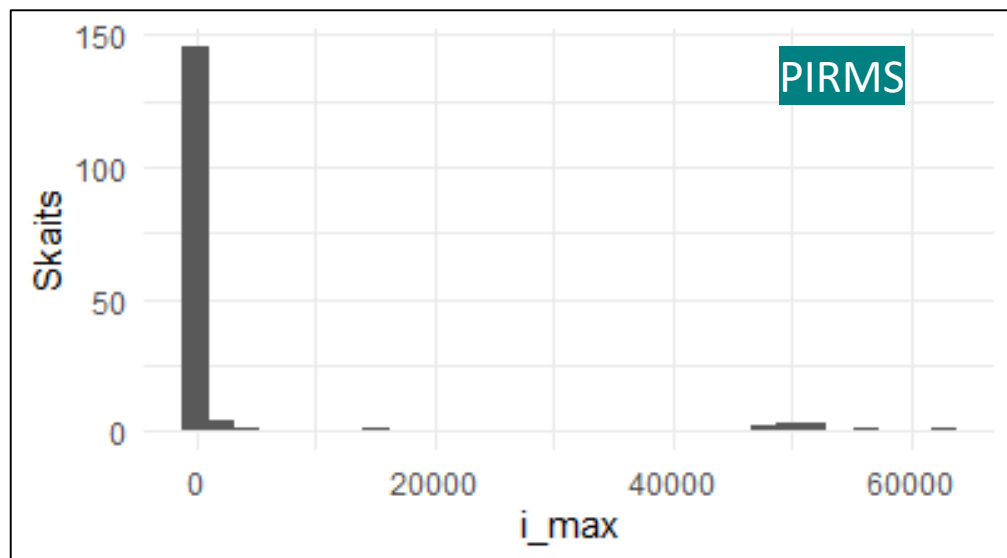
Darba plūsma un metodes III

Koordinātu Z vērtību salīdzināmībai starp paraugiem, veikta zemes līmeņa nullēšana.



Darba plūsma un metodes IV

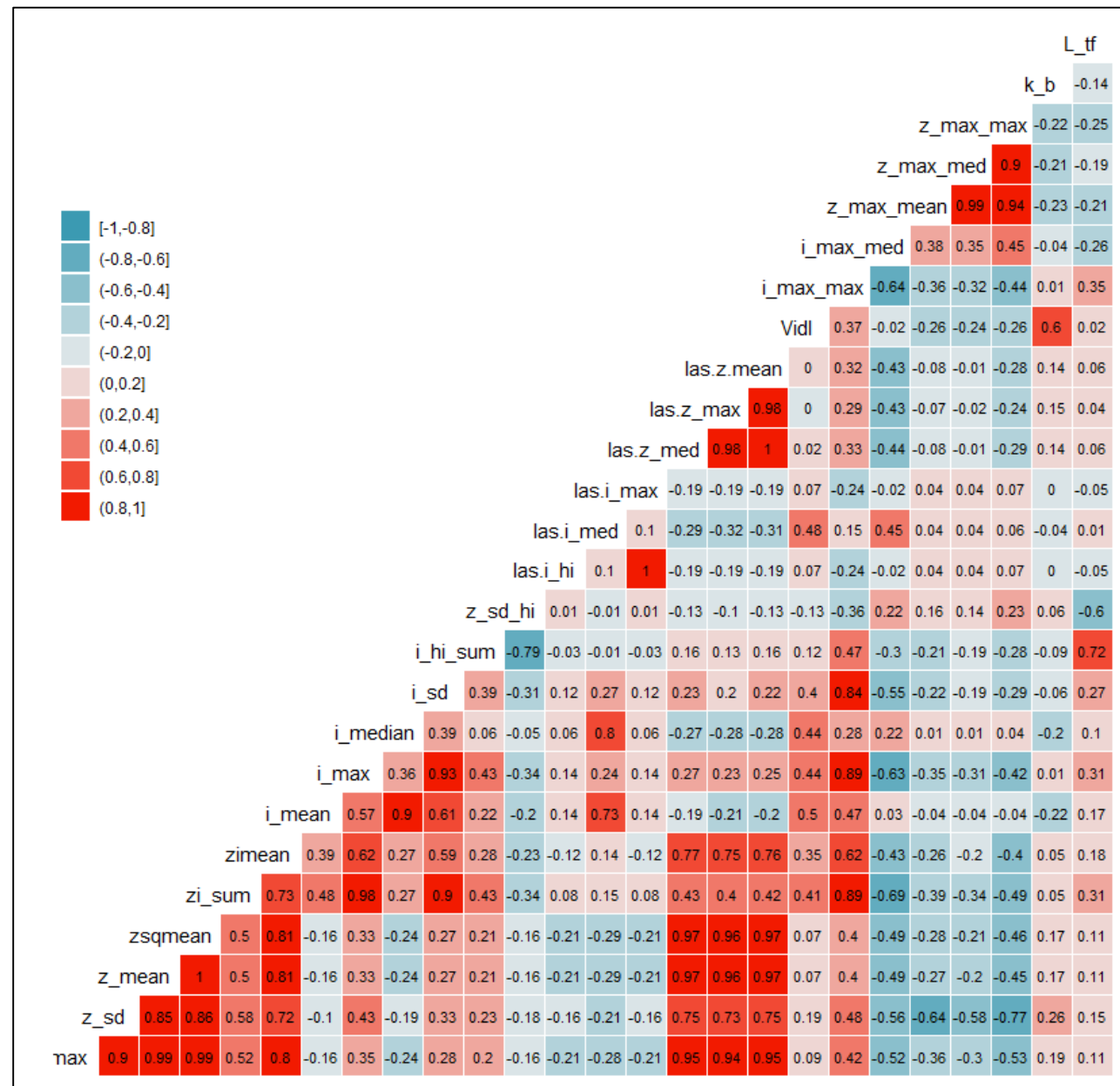
Konstatēts, ka vairumam paraugu ($n=126$) maksimālā intensitātes vērtība nepārsniedz 255, taču daļai paraugu ($n=35$) ir robežās no 256 – 63000. Lai paraugi būtu salīdzināmi, veikta visu paraugu intensitātes vērtību normalizācija, katra punkta intensitātes vērtību dalot ar parauga maksimālo vērtību un reizinot ar 255



Rezultāti

Rezultāti sastāv no vispārīgas aplēses par LiDAR datu pielietojamību mērķim un izveidoto prognozēšanas modeļu veikspējas novērtējuma.

Attēlā visu aprēķināto mainīgo korelācijas matrica, L_{tf} apzīmē ligzdas esamību.



LiDAR datu pielietojamība I

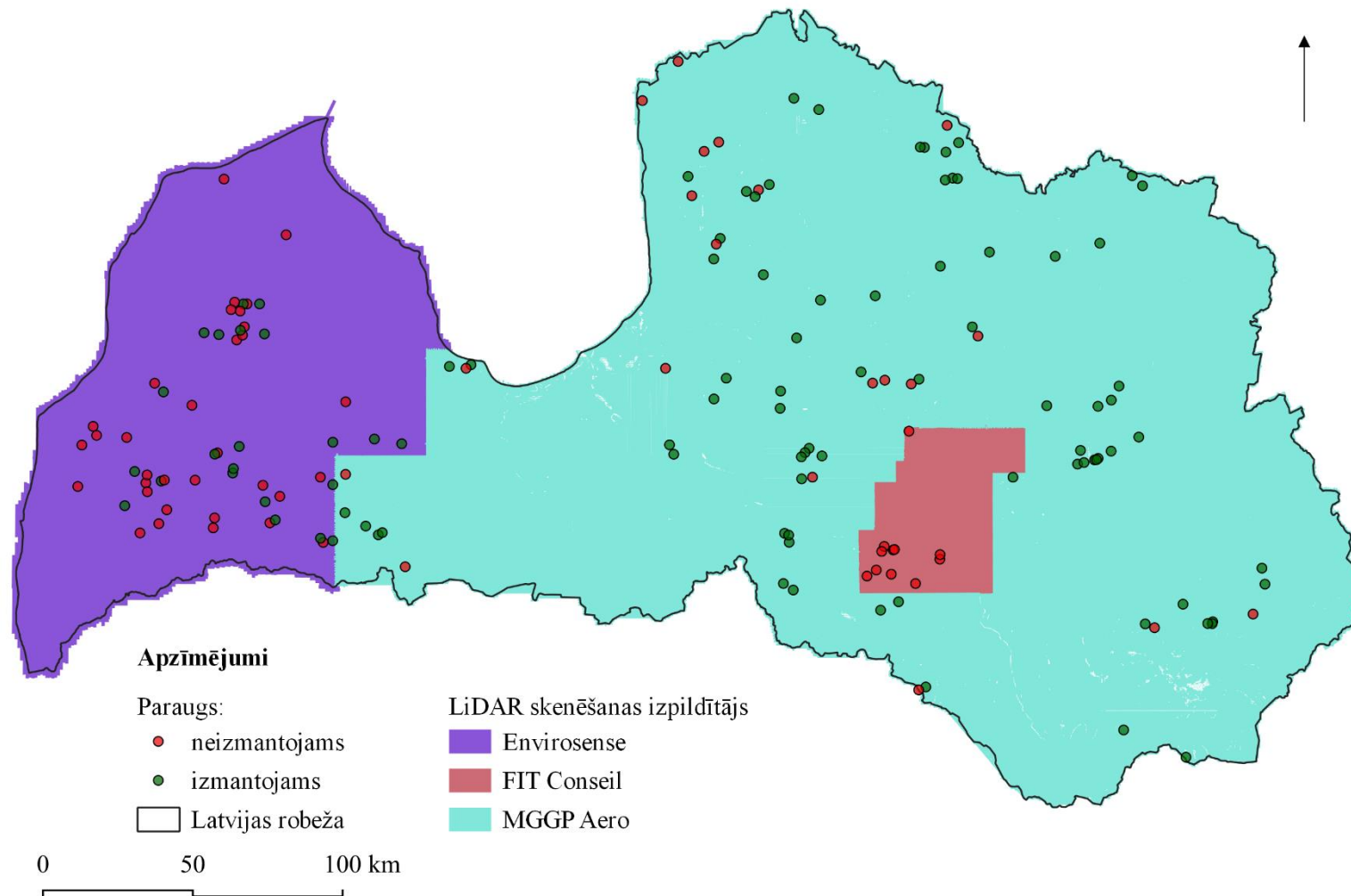
Izpildītāju ietekme ir nepārprotama, tostarp izpildītāja “Fit Conseil” skenētajos datos nav neviena derīga parauga. Sadalījumā pēc gadiem aizvien redzama negatīva izpildītāju ietekme. Sadalījumā pa mēnešiem paraugu skaits katrā mēnesī ir pārāk atšķirīgs, lai izdarītu salīdzinošus secinājumus, taču var secināt, ka maijs atstāj labvēlīgu ietekmi un, salīdzinot jūniju ar oktobri B, kuros ir līdzīgs paraugu skaits, jūnijs atstāj nelabvēlīgu ietekmi.

	Kopā	Neizmantojami	Izmantojami	Piezīmes		
Pēc izpildītāja:						
Envirosense	55	33	60%	22	40%	Visi 2016. g. aprīlī, maijā, jūnijā
FIT Conseil	11	11	100%	0	0%	Visi 2015. g. oktobrī
MGGP Aero	95	20	21%	75	79%	
Pēc gada:						
2013. gads	8	1	13%	7	88%	
2014. gads	15	4	27%	11	73%	
2015. gads	15	12	80%	3	20%	FIT Conseil (n=11)
2016. gads	57	33	58%	24	42%	Envirosense (n=55)
2017. gads	16	2	13%	14	88%	
2018. gads	19	1	5%	18	95%	
2019. gads	31	11	35%	20	65%	
Pēc mēneša:						
Aprīlis	14	6	43%	8	57%	
Maijs	72	17	24%	55	76%	
Jūnijs	23	17	74%	6	26%	
Septembris	6	0	0%	6	100%	
Oktobris A	32	18	56%	14	44%	FIT Conseil (n=11)
Oktobris B	21	7	33%	14	67%	Bez Fit Conseil datiem
Novembris	14	6	43%	8	57%	

LiDAR datu pielietojamība II

Lāzerskenēšanas
izpildītāju ietekme uz
datu pielietojamību.

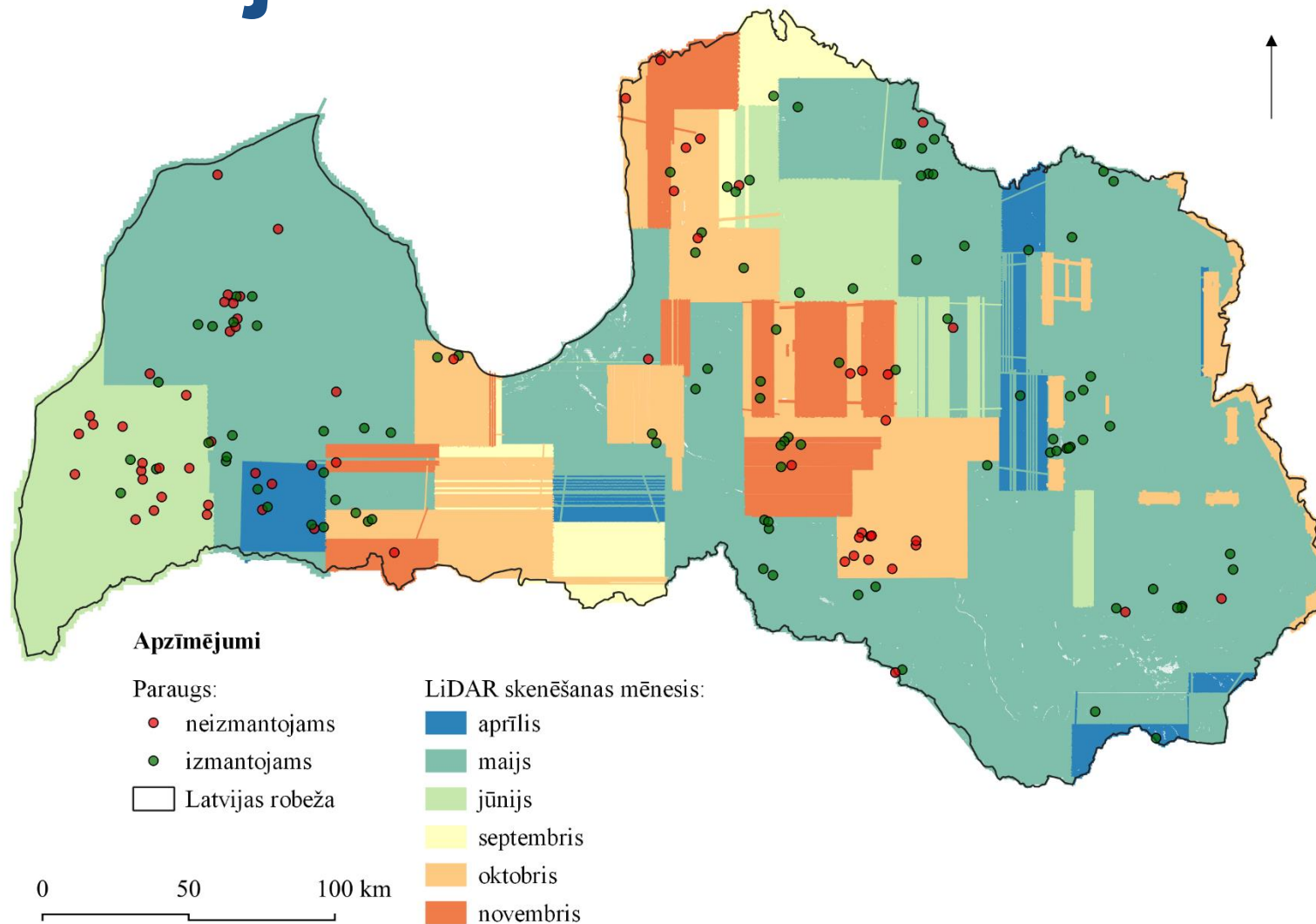
(Izmantoti LĢIA publicētie
lāzerskenēšanas uzlidojumu metadati,
Envirotech Latvijas robežas pamatne
no GIS Latvija 10.2 un A. Kalvāna
zivjērgļu ligzdu dati)



LiDAR datu pielietojamība II

Lāzerskenēšanas izpildes kalendāro mēnešu ietekme uz datu pielietojamību.

(Izmantoti LĢIA publicētie lāzerskenēšanas uzlidojumu metadati, Envirotech Latvijas robežas pamatne no GIS Latvija 10.2 un A. Kalvāna zivjērgļu ligzdu dati)



Modeļu veikspējas novērtējums

Paskaidrojumi:

glm2 – binārās loģistiskās regresijas modelis,

glmertree – vispārējais jaukta efekta lineārais klasifikācijas koka modelis,

PP – pareizi pozitīvs,

PN – pareizi negatīvs,

KP – kļūdaini pozitīvs,

KN – kļūdaini negatīvs,

$F_1 = 2 * (\text{precizitāte} * \text{pārklājums} / (\text{precizitāte} + \text{pārklājums}))$

Rādītājs	Modelis glm2	Modelis glmertree				
Kļūdu matrica:						
<table border="1"> <tr> <td>PP</td> <td>KP</td> </tr> <tr> <td>KN</td> <td>PN</td> </tr> </table>	PP	KP	KN	PN		
PP	KP					
KN	PN					
Precizitātes tests:	0,975	0,972				
Precizitāte =PP/(PP+KP):	0,667	0,612				
Pārklājums =PP/(PP+KN):	0,839	0,968				
F ₁ mērs:	0,743	0,750				



Secinājumi I

- Pieejamie LĢIA LiDAR dati ir lietderīgi lielo ligzdu atrašanai galotņu līmenī, pielietojot aprakstīto metodi. Modeļa pašreizējā veiktspēja, trīs no piecām prognozēm izdarot pareizi, dod iespēju sastādīt maršrutu no punkta uz punktu tā vietā, lai pārmeklētu teritoriju pilnībā.
- Darbā aprakstītais modelis LiDAR datus pamana tās pašas ligzdas, kuras datus var vizuāli pamanīt cilvēks, bet ne vairāk. Tomēr arī tas sniedz priekšrocības, jo veicot prognozēšanu dati nav jāapskata, tiek izslēgtas manuālās kļūmes un kopumā process ir nesalīdzināmi ātrāks, tāpēc iespējams aptvert lielākas teritorijas.

Secinājumi II

- Esošo LĢIA LiDAR datu lietderīgumu šim izmantojumam limitē datu tehniski strukturālās atšķirības, kuras ietekmē lāzerskenēšanas izpildītāju mainība un, iespējams, arī datu ieguves sezona, taču to potenciāli varētu kompensēt, uzlabojot modeļus.
- Apzinot LiDAR datu izmantojamību negatīvi ietekmējošos faktoros un iegūstot piemērotus LiDAR datus, kuros šie faktori ir izslēgti, specifiski lielo ligzdu galotņu līmenī atrašanas mērķim, datu lietderība vērtējama kā ļoti augsta.

Rekomendācijas

- Esošo modeli iespējams uzlabot, ieviešot papildus mainīgo, kurš raksturotu, vai augstās intensitātes punkti koncentrējas vainaga augšdaļā, jeb ir izkaisīti.
- Lai izveidotu modeli, kurš potenciāli darbotos uz paraugiem, kuros ligzdas nav iespējams vizuāli izdalīt, nepieciešams iegūt precīzas ligzdu telpiskās koordinātas.



Pateicības

Autors izsaka pateicību darba vadītājam **Didzim Elfertam** par atsaucību, ļoti operatīvām atbildēm, palīdzību ar R kodu, un iesaistīšanos problēmu risināšanā. **Aigaram Kalvānam** par zivjērgļu ligzdu datiem. **Andrim Avotiņam** par konsultācijām, ieteikumiem un tehnisko atbalstu darba izstrādes agrīnajā stadijā. **Aivaram Markotam** par iepazīstināšanu ar LiDAR datiem. **Ģimenei** par pacietību un atbalstu.



Paldies par uzmanību!

Foto: Ivars Brediks



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN
ZEMES ZINĀTŅU
FAKULTĀTE