

Latvijas mežos valdošo koku sugu krājas noteikšana, izmantojot LiDAR datus, aerofoto un satelītu stereo attēlus (pēc koka augstuma un CHM augstumu metrikām)

Grigorijs Goldbergs

PhD, pētnieks

grigorijs.goldbergs@edi.lv

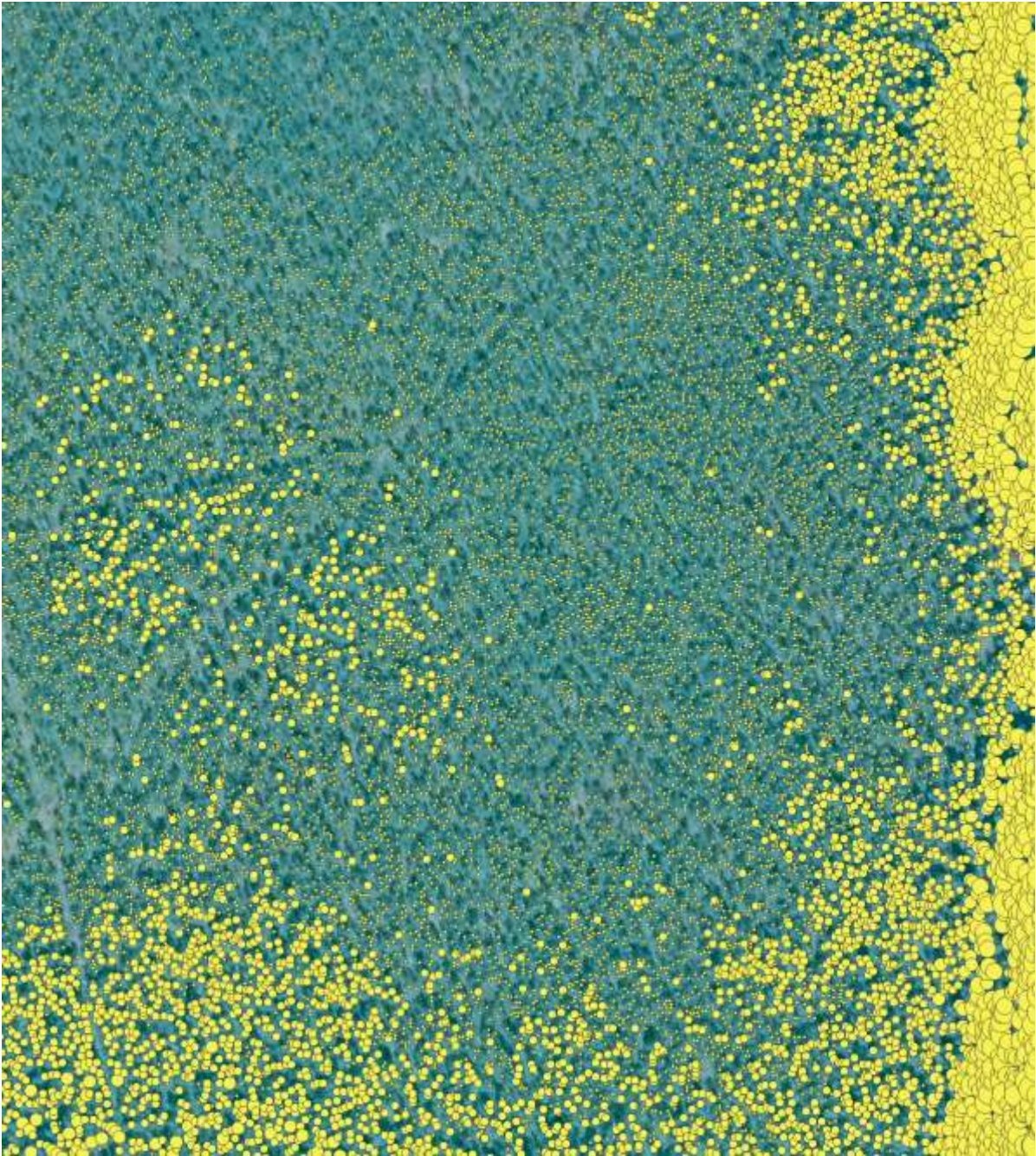
“Satellite remote sensing-based forest stock estimation technology” (grant number No. 1.1.1.1/18/A/165).

Mērķis

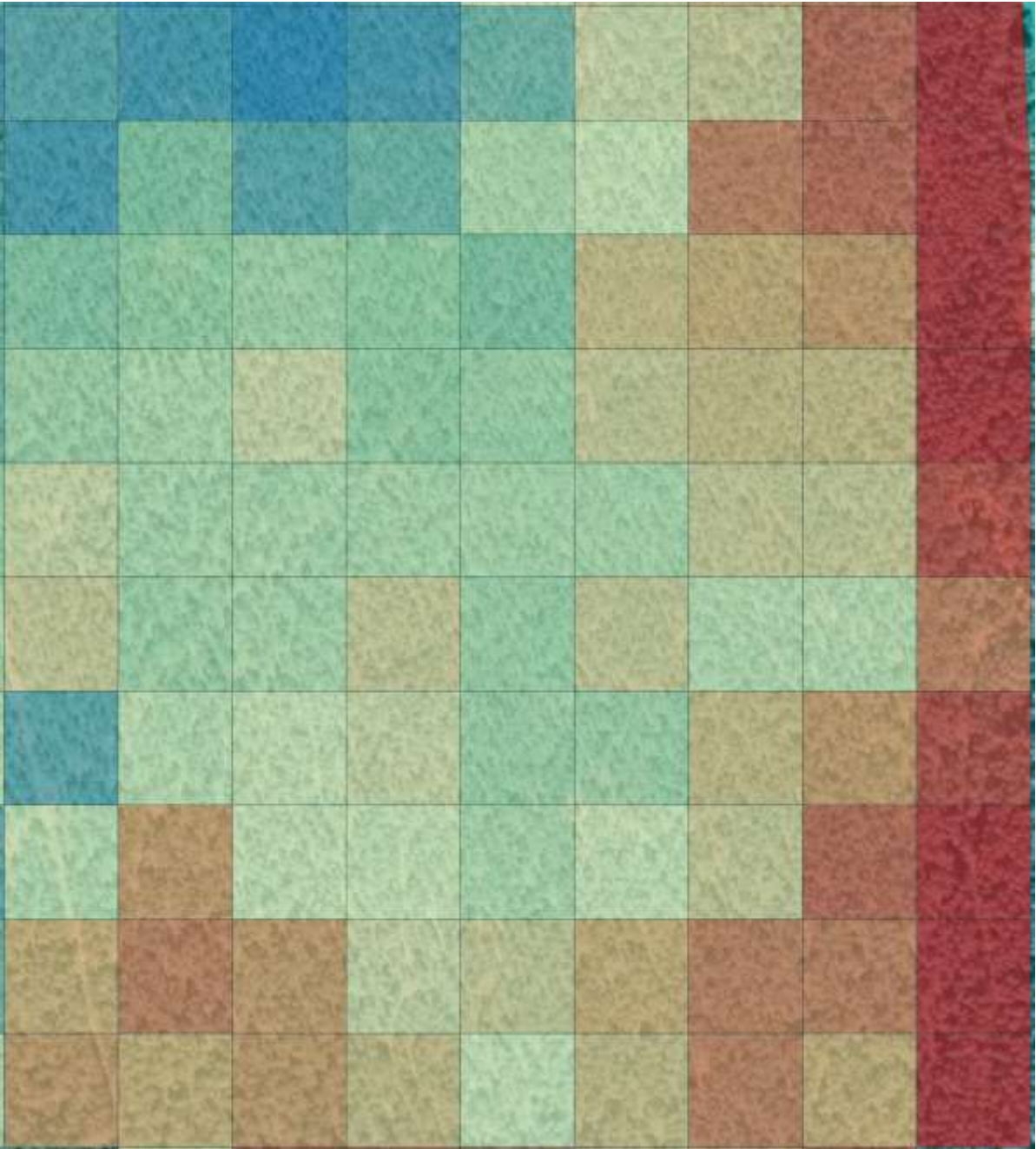
Vai ir iespējams veikt krājas (koku stumbru) noteikšanu izmantojot vainagu virsmas modeļus (CHM), iegūtas no stereo aerofoto un satelītu ainām?

- pēc viena parametra – koka augstums/vainagu augstumu metrikām
- salīdzināt ar LiDAR punktu mākoņu vainagu augstumu metrikām
- izmantojot LVM meža inventarizācijas datu, *harvester* un LiDAR datus kā reference datu avotus

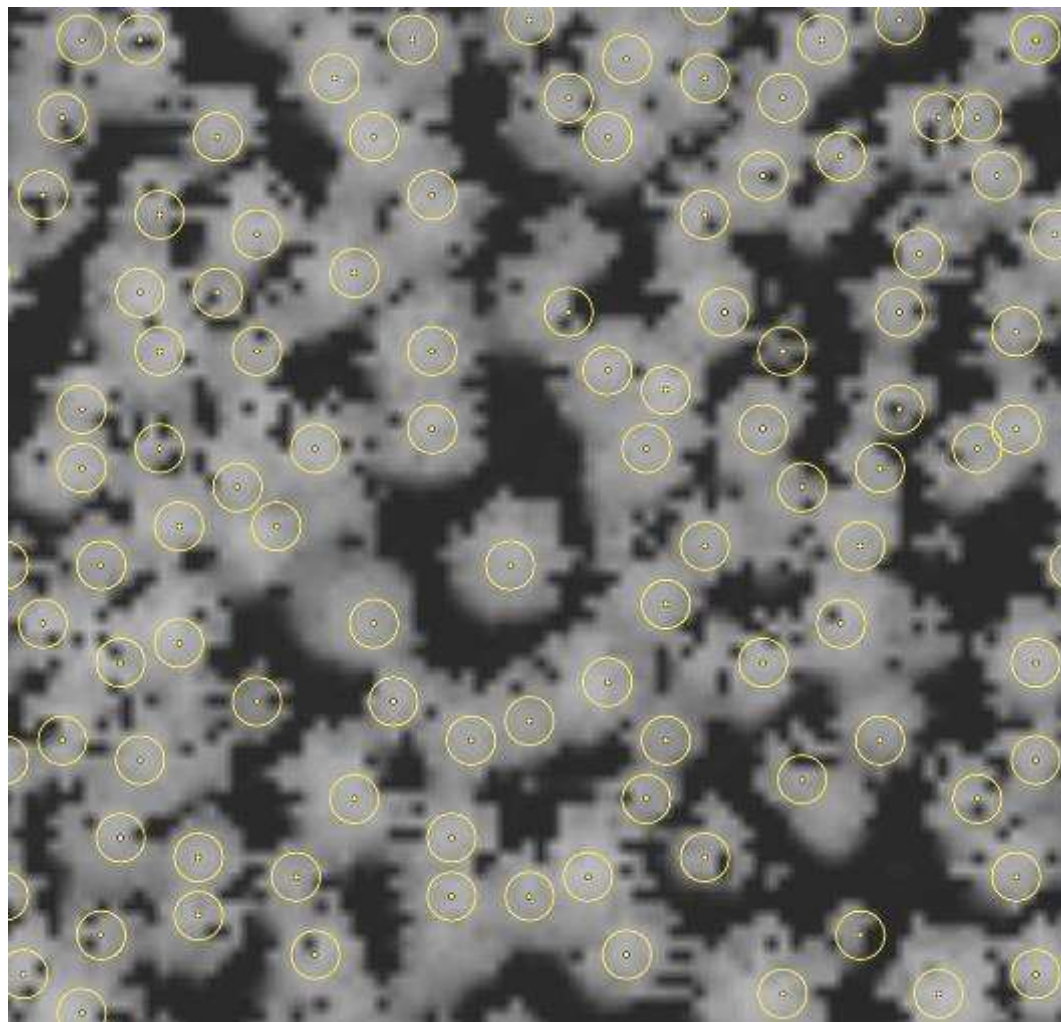
Krājas noteikšana: Atsevišķo koku identificēšanas (ITD) metodēm



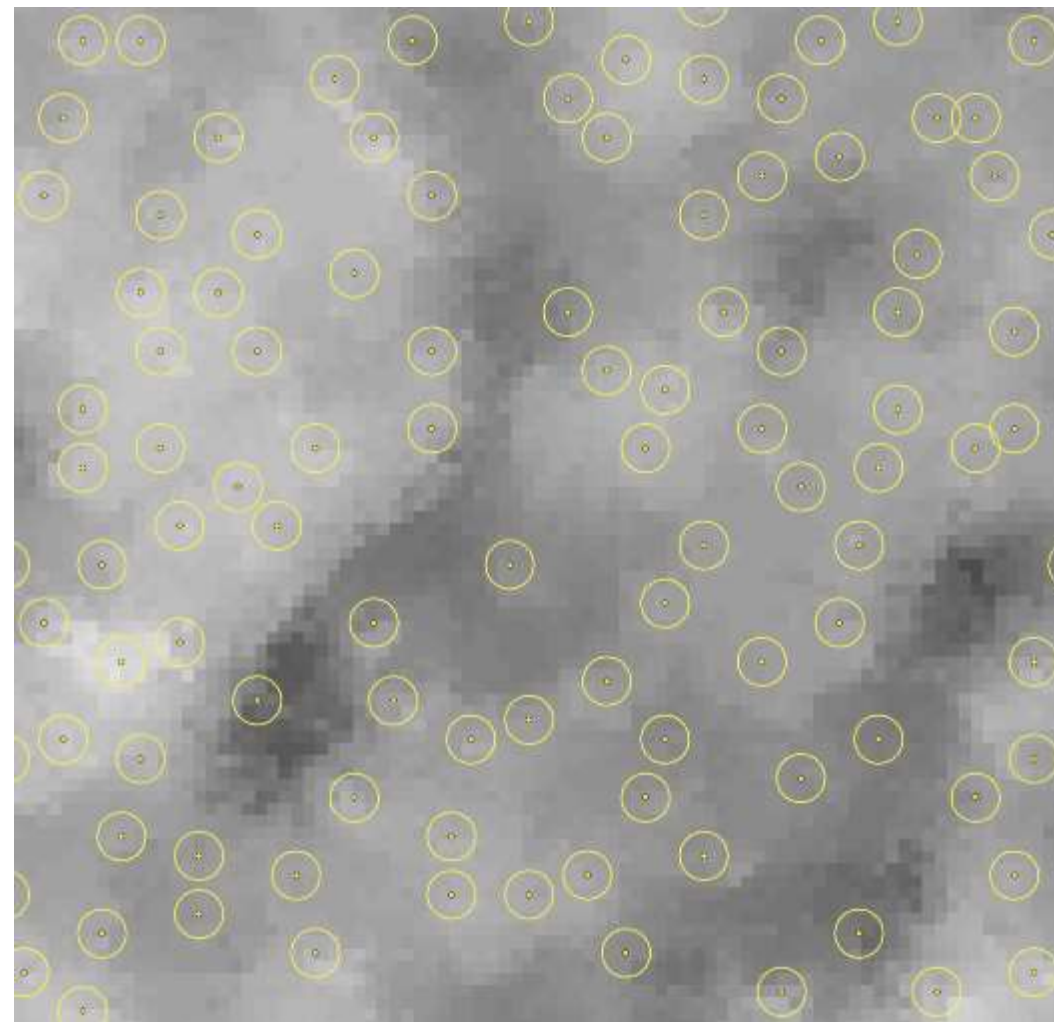
Laukumu-balstītām metodēm – ABA (0.25ha)



Vainagu augstumu modeļu salīdzinājums



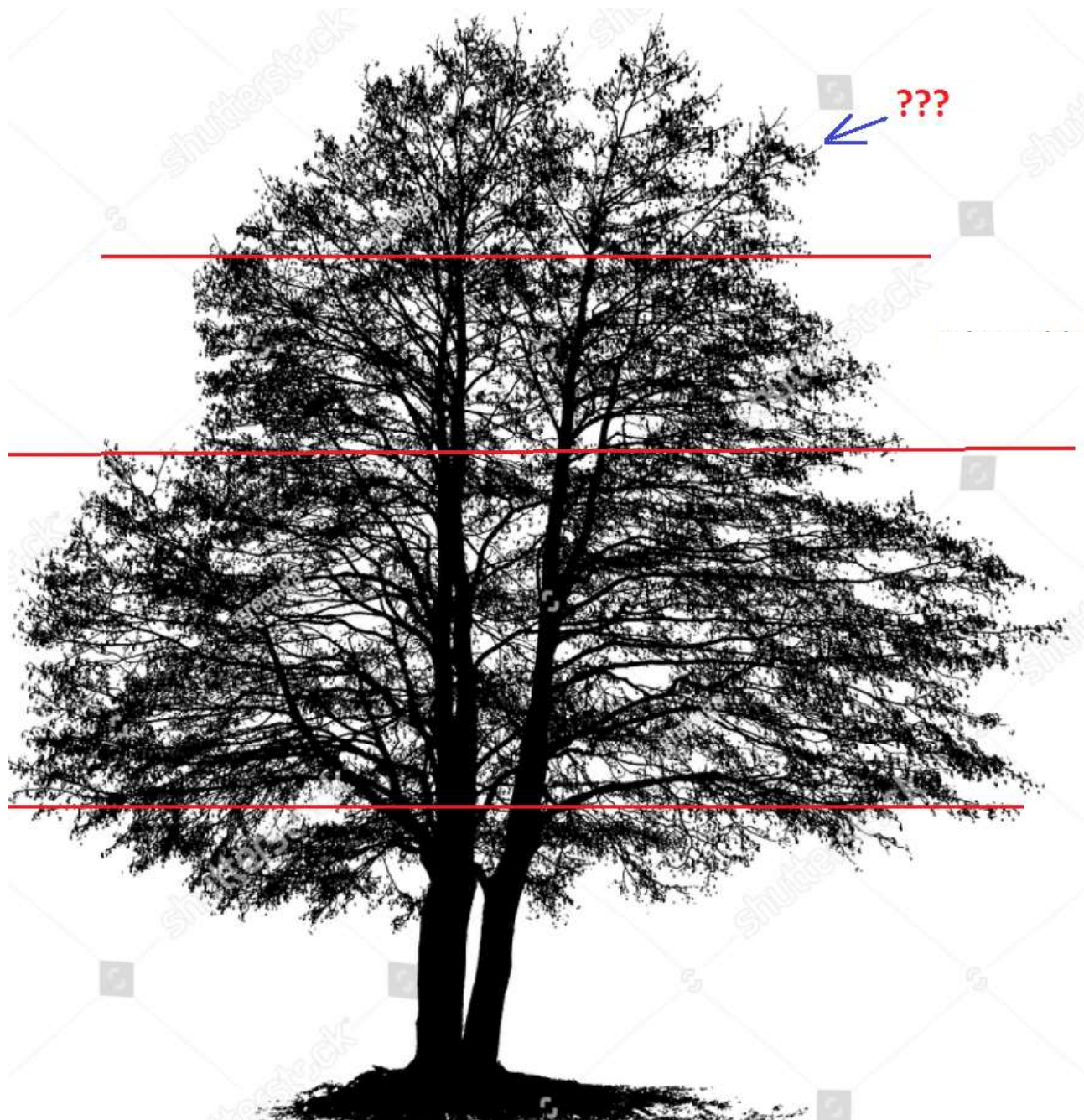
LiDAR CHM



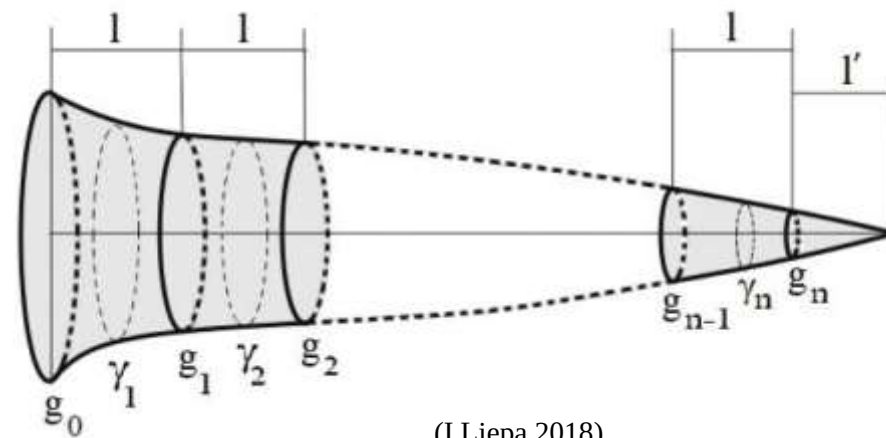
GeoEye1 stereo satelīta CHM 0.5m

Darba plūsma

1. *Harvester* dati: Raukuma koeficients > koka pilnais augstums
Harvester dati: Regresijas vienādojums > koka tilpums pēc koka augstuma
meža inventarizācijas dati > četru valdošo koku (*priede, egles, bērzs, melnalkšnis*) sugu laukumi
2. Atsevišķo koku identificēšana (LiDAR) ar Canopy Maxima metodi > katra ident. koka tilpumu aprēķins un precizitātes kontrole ar LVM inventarizācijas datiem
3. Laukumu-balstītā metode: valdošo koku sugu regulāro laukumu (0.25 ha un 1ha) izveide; katram laukumam > kopīgā koku tilpuma aprēķins pēc atsevišķo koku identificēšanas (2)
4. Laukumu-balstītā regresijas vienādojums : laukuma kopīga koku tilpums pret **vainagu augstumu metrikām**



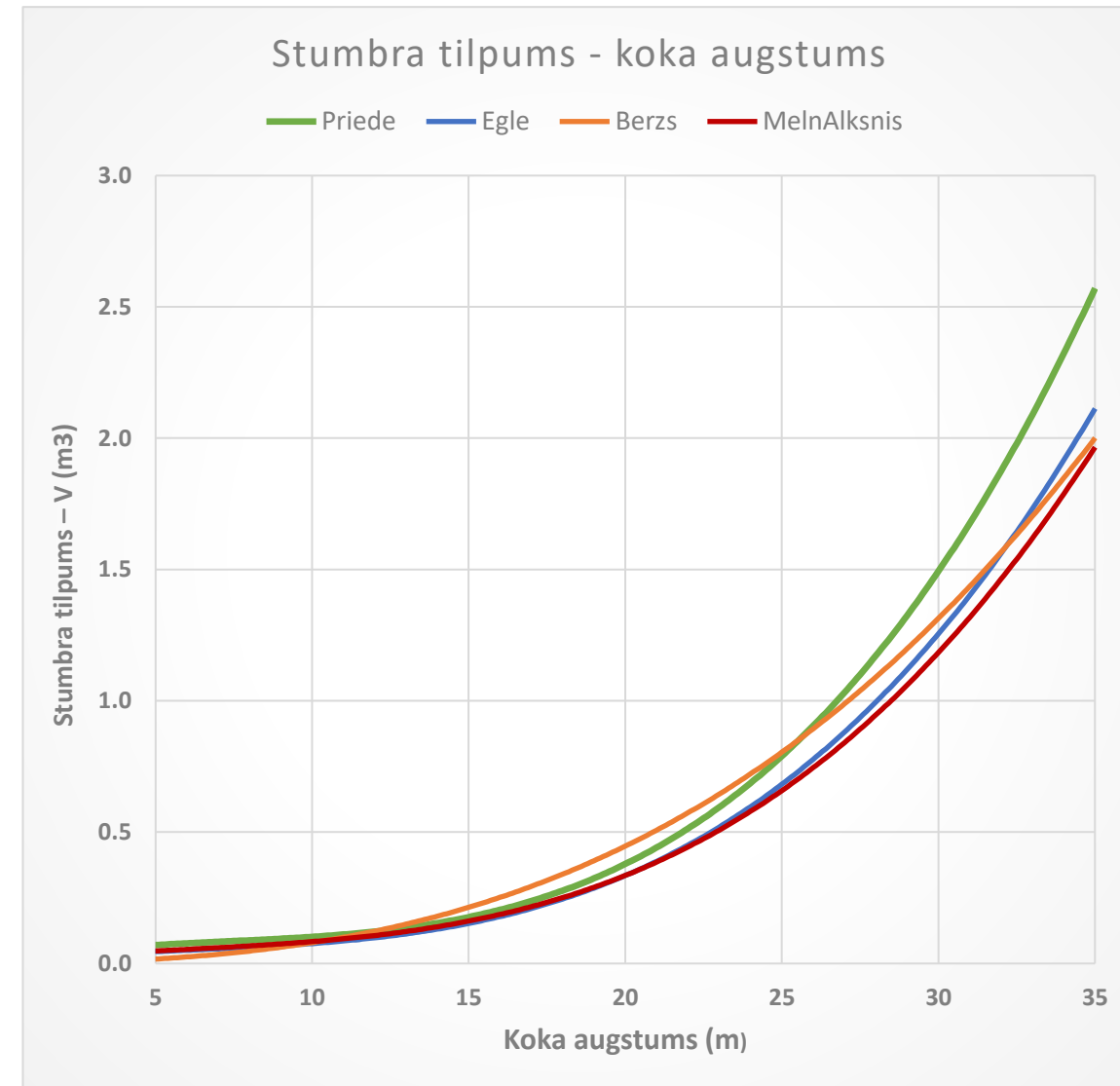
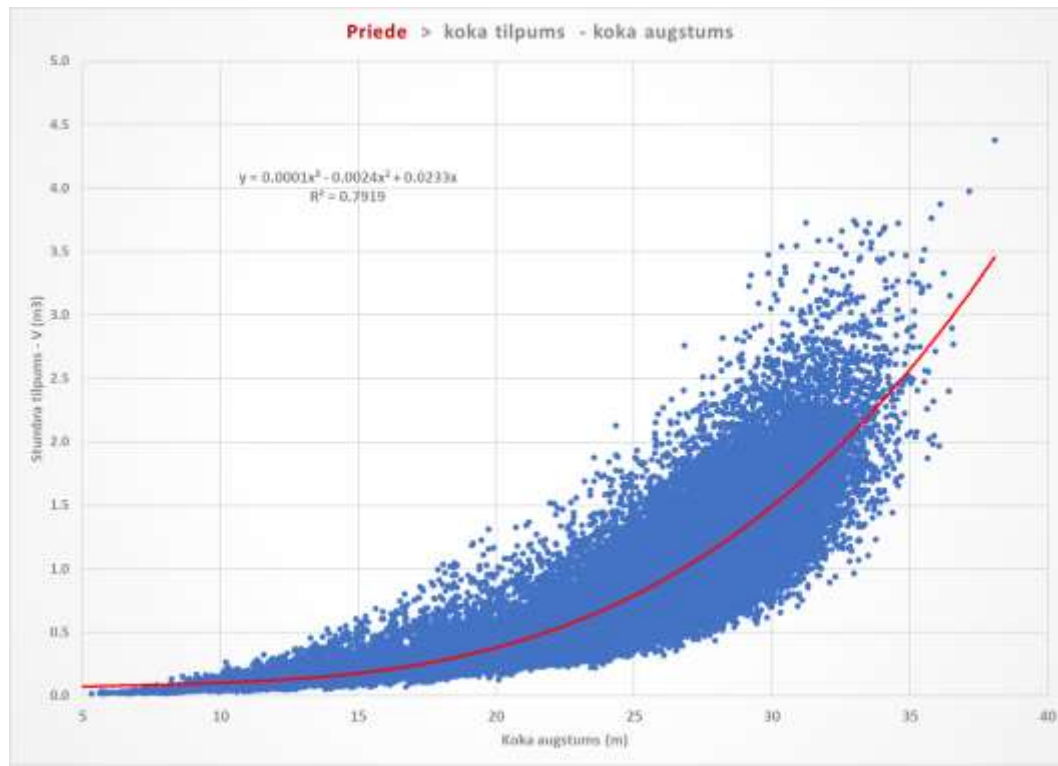
Koka galotnes raukuma koeficienta noteikšana



(I.Liepa 2018)

Harvester dati: Regresijas vienādojums > koka tilpums pēc koka augstuma

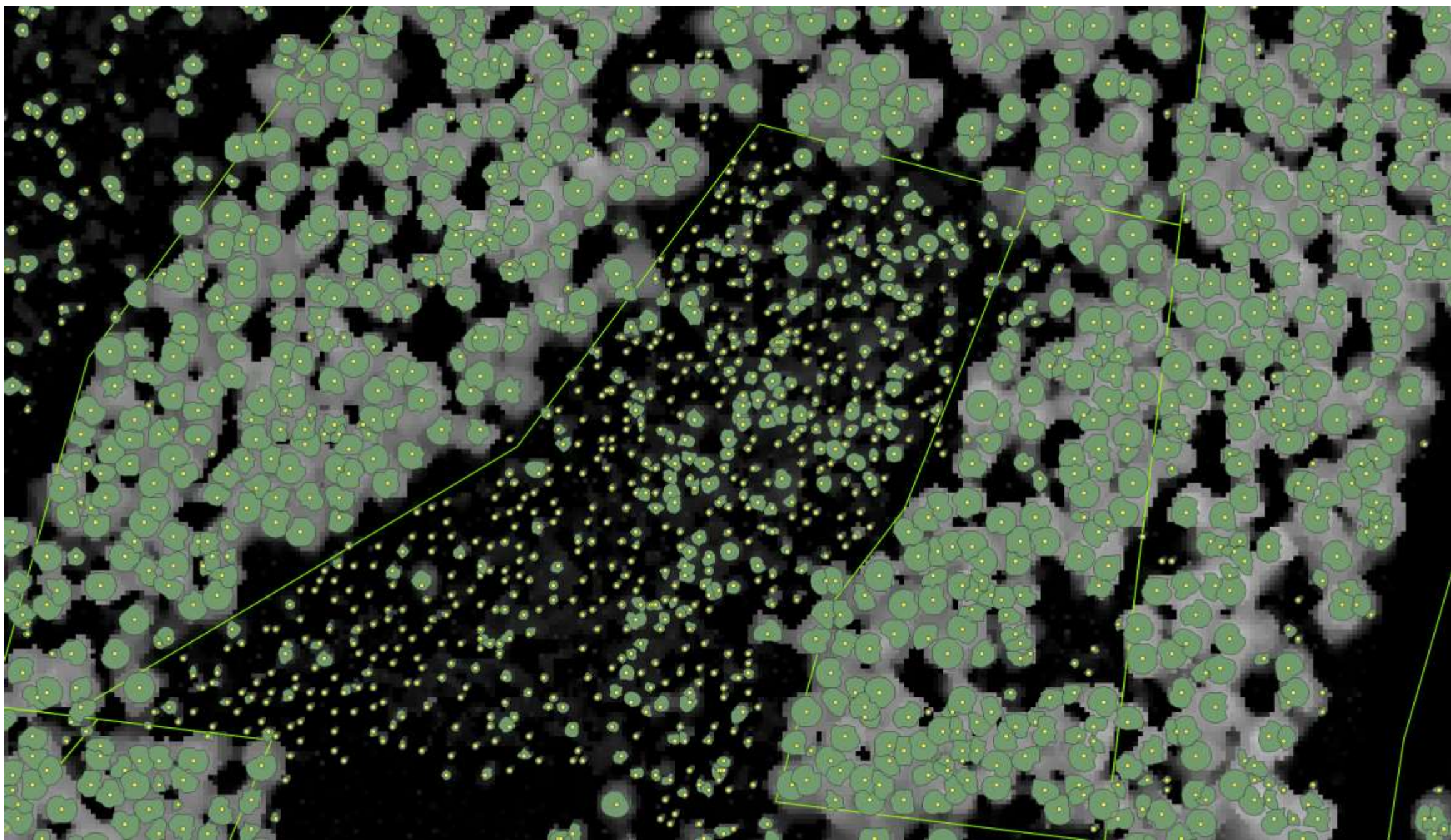
	Nr.Obs	Ht R^2	RMSE (m ³)	RMSe % of Mean	DBH R^2	RMSE (m ³)	RMSe % of Mean
Priede	47084	0.79	0.25	31%	0.95	0.12	15%
Egle	85206	0.90	0.13	32%	0.93	0.10	24%
Berzs	66158	0.71	0.22	42%	0.92	0.12	23%
Melnalksnis	22983	0.83	0.16	32%	0.93	0.10	21%



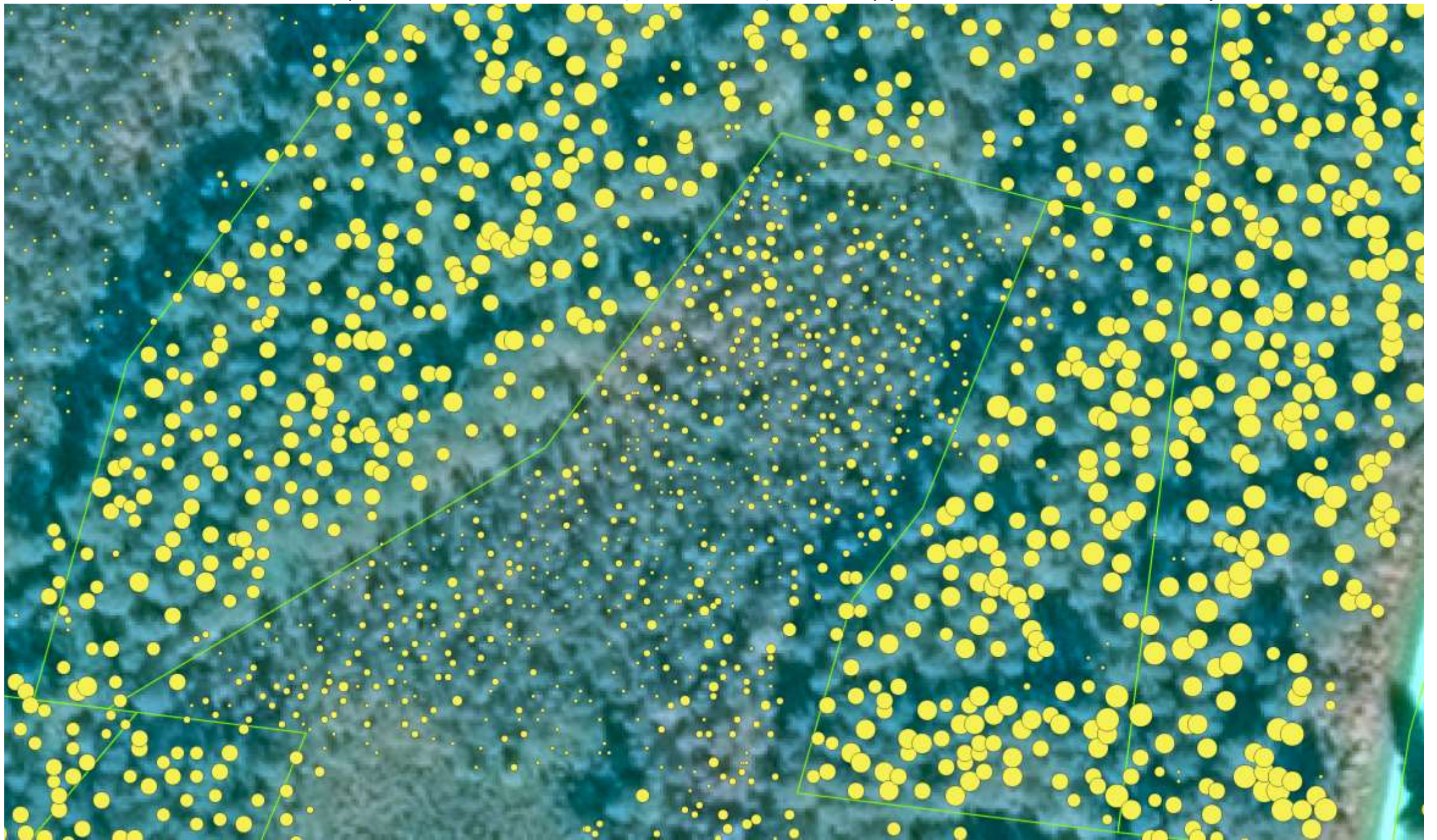
Woodstock – meža inventarizācijas poligoni k10 >= 8 (4 koku sugas)



Atsevišķo koku identificēšana (LiDAR CHM) ar Canopy Maxima metodi

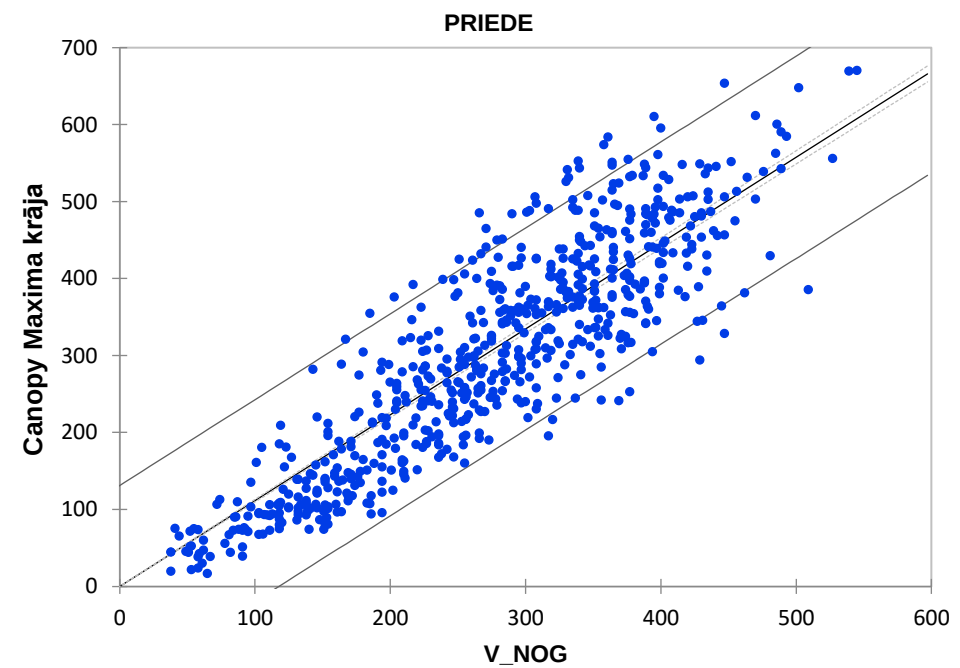
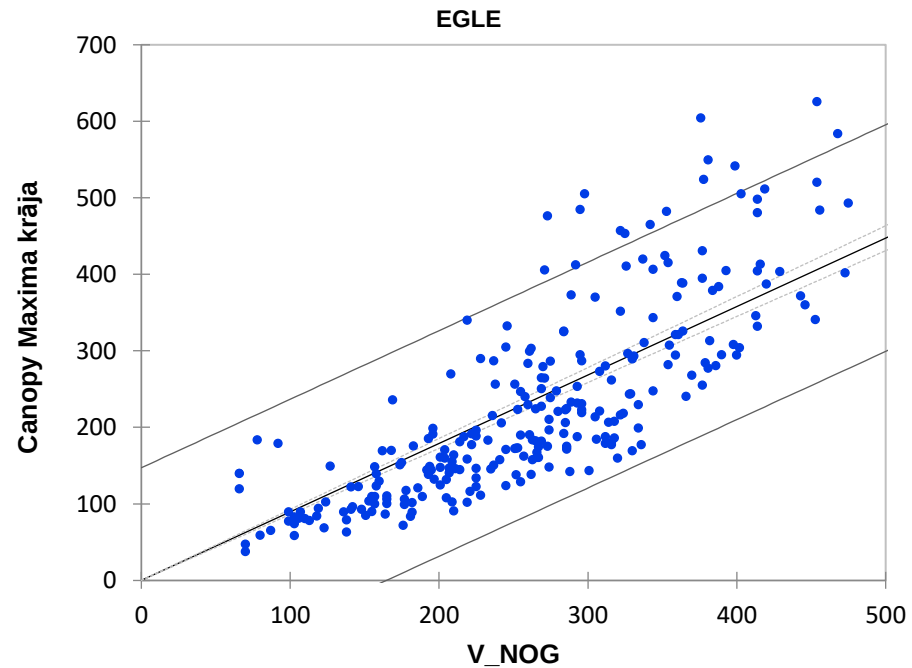


Atsevišķo koku identificēšana (LiDAR CHM) ar Canopy Maxima metodi – koku tilpums

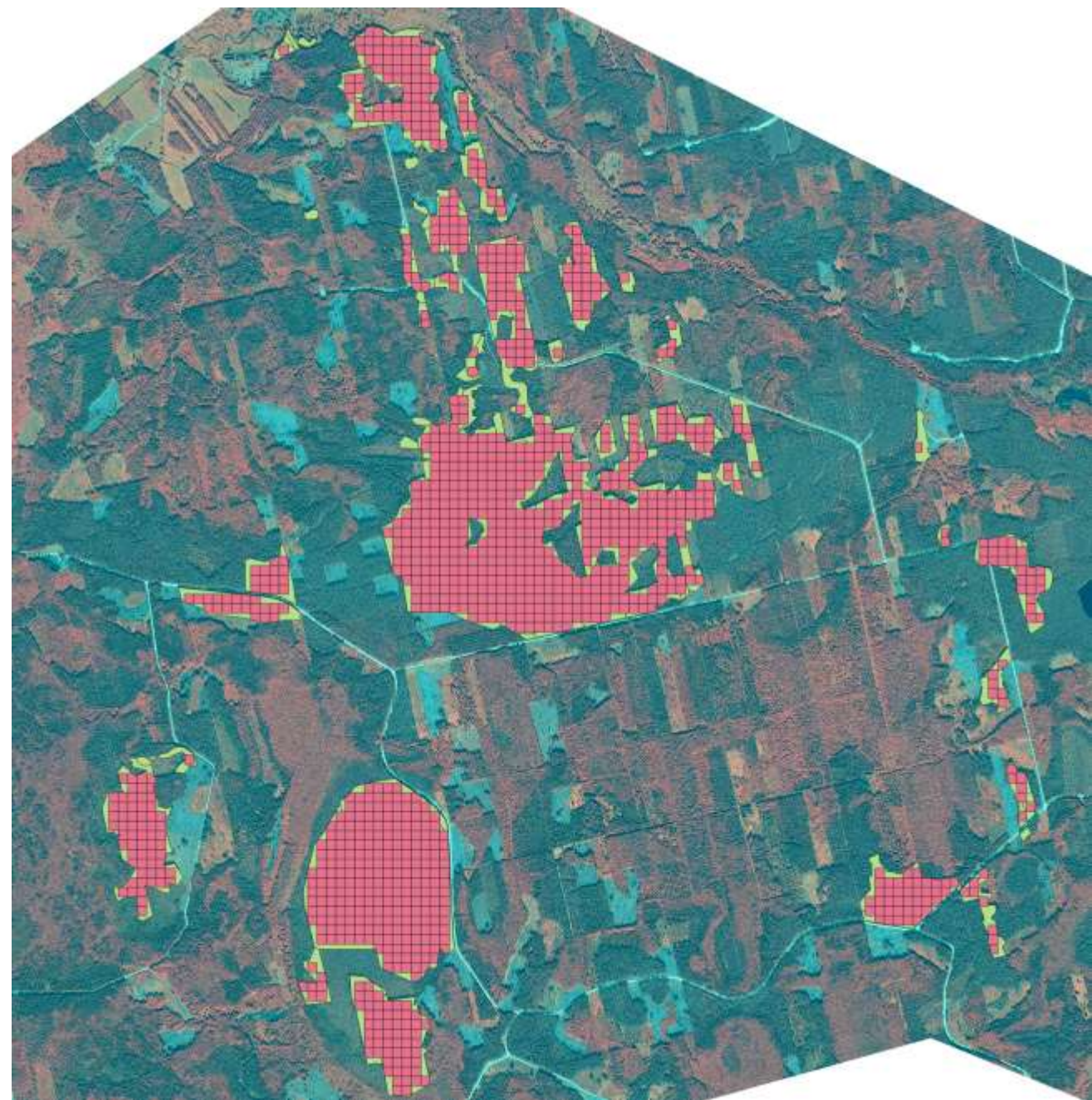
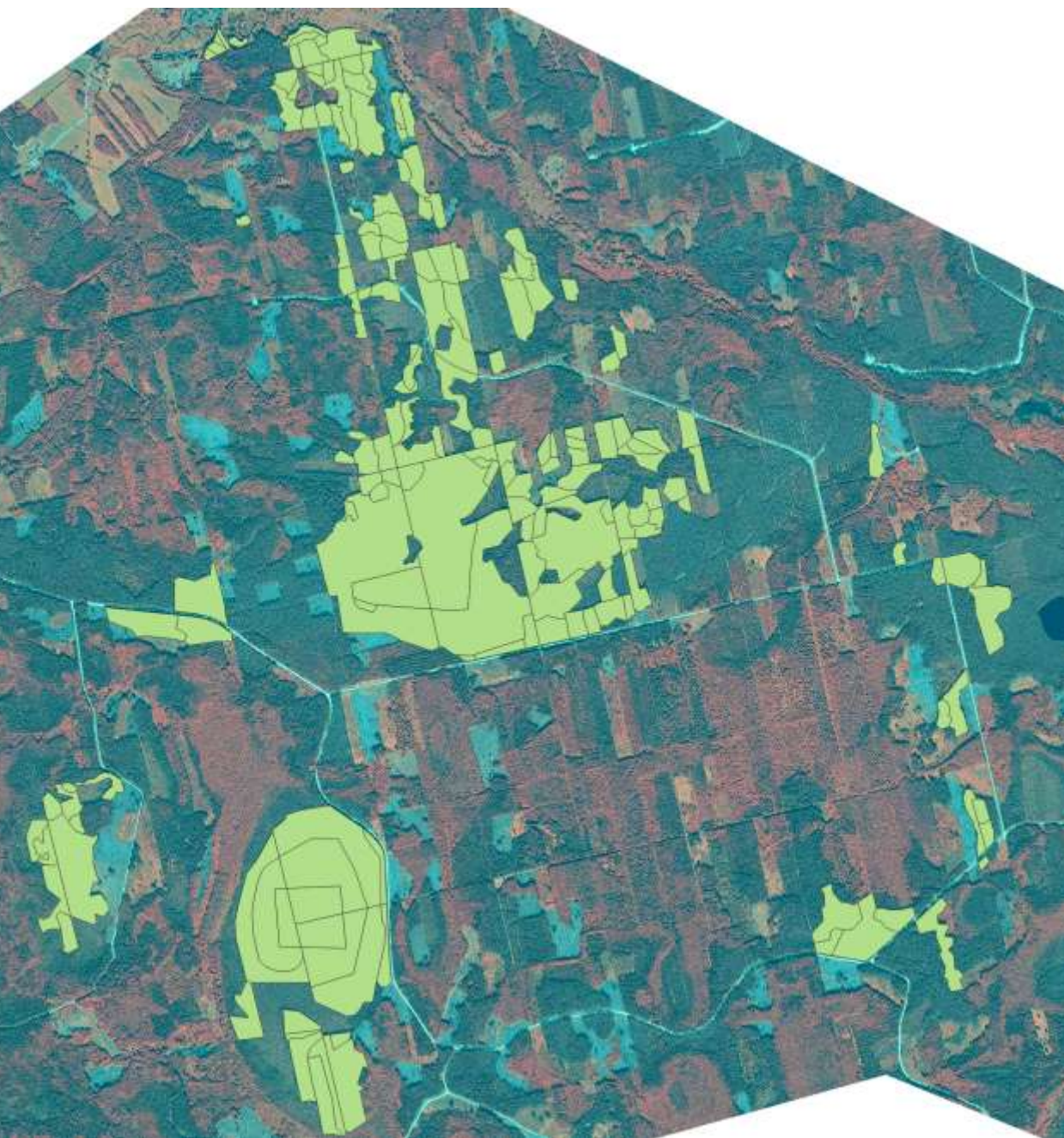


Atsevišķo koku balstīta aprēķināta krāja attiecībā uz Meža inventarizācijas krāju (V_NOG m³ * ha⁻¹)

	Obs.nr	R ²	RMSe m ³ * ha ⁻¹	Mean m ³ * ha ⁻¹	RMSe % of mean	Bias	Bias %
Priede	677	0.96	66	273	24%	27	10%
Egle	267	0.91	74	260	28%	-29	-11%
Bērzs	141	0.95	52	197	26%	2.6	1%
Melnalksnis	116	0.89	87	270	32%	3.1	1%

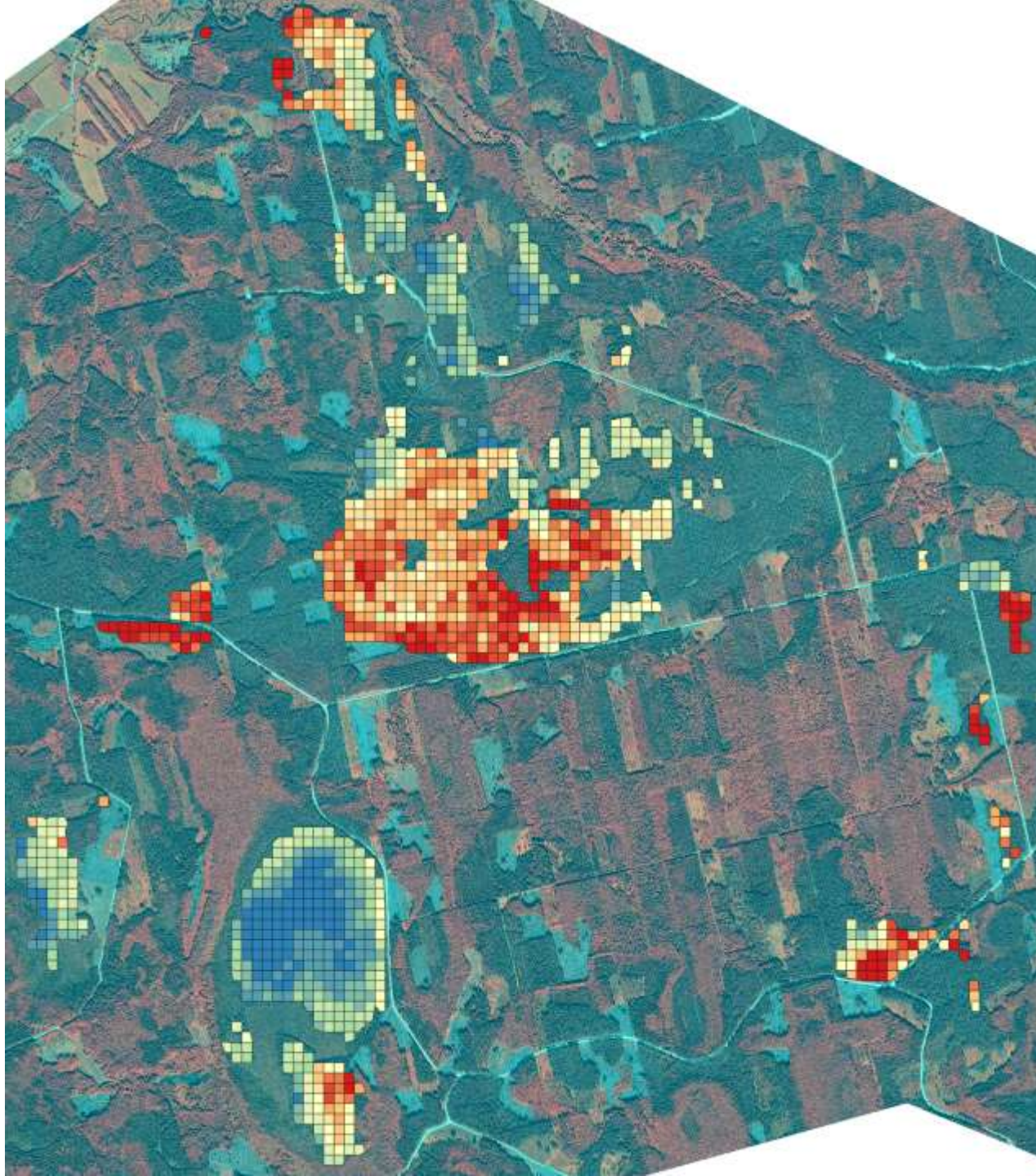


Laukumu-balstītā metode - 0.25Ha režģis (*priede*)



Canopy Maximas (yellow dots) ITD based (LiDAR 0.75m CHM) > Reference ABA Stem Volume



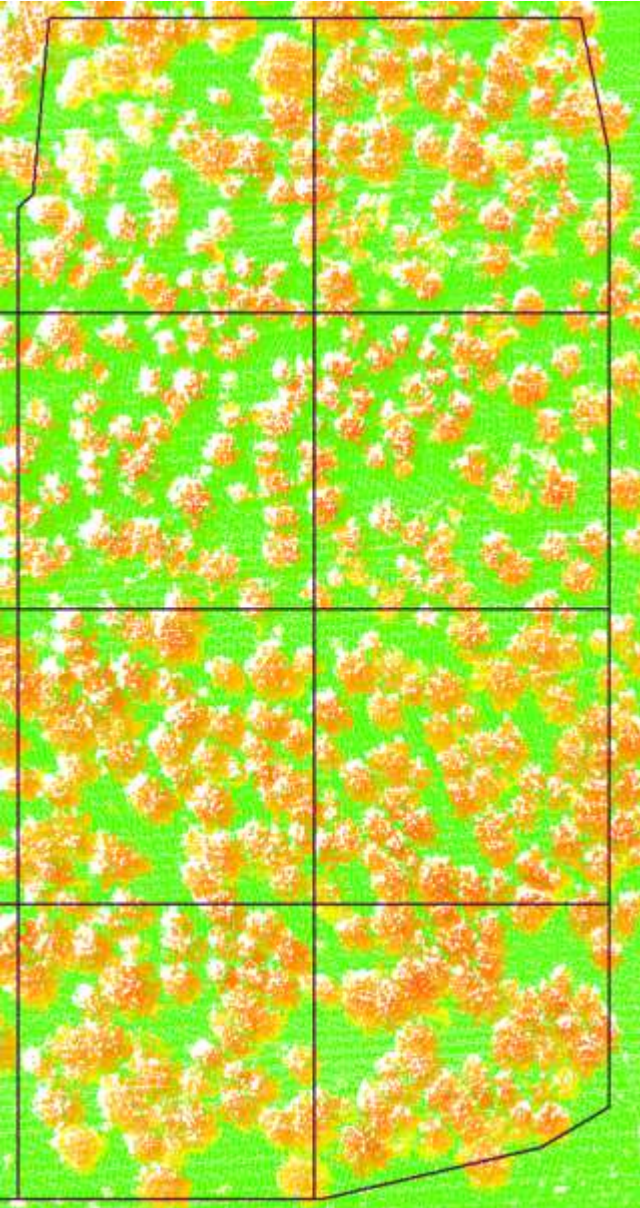


Priede Reference polygons (0.25 ha)
Stumbru tilpums (kopā)

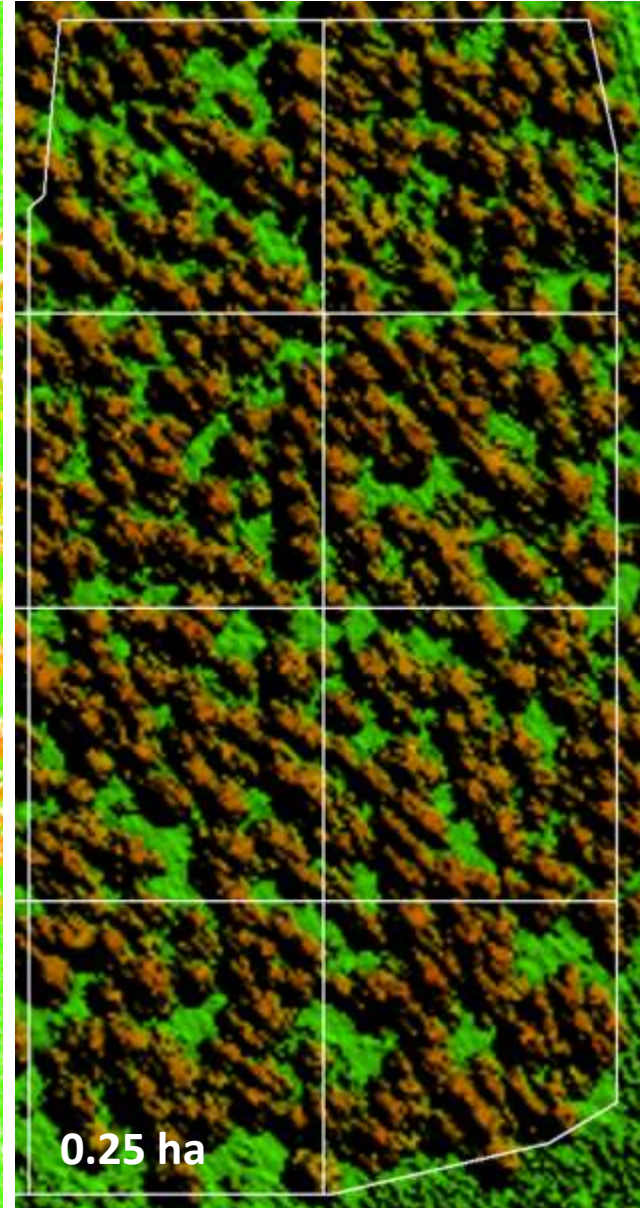
✓	0.3 - 8.6 [93]
✓	8.6 - 13.8 [92]
✓	13.8 - 19.2 [92]
✓	19.2 - 25.1 [92]
✓	25.1 - 33.1 [92]
✓	33.1 - 53.7 [92]
✓	53.7 - 72.1 [93]
✓	72.1 - 85.8 [92]
✓	85.8 - 94.6 [92]
✓	94.6 - 103.9 [92]
✓	103.9 - 116.4 [92]
✓	116.4 - 127.5 [92]
✓	127.5 - 210.7 [93]

Laukumu-balstītā metode – augstumu metriku/rādītāju savākšana

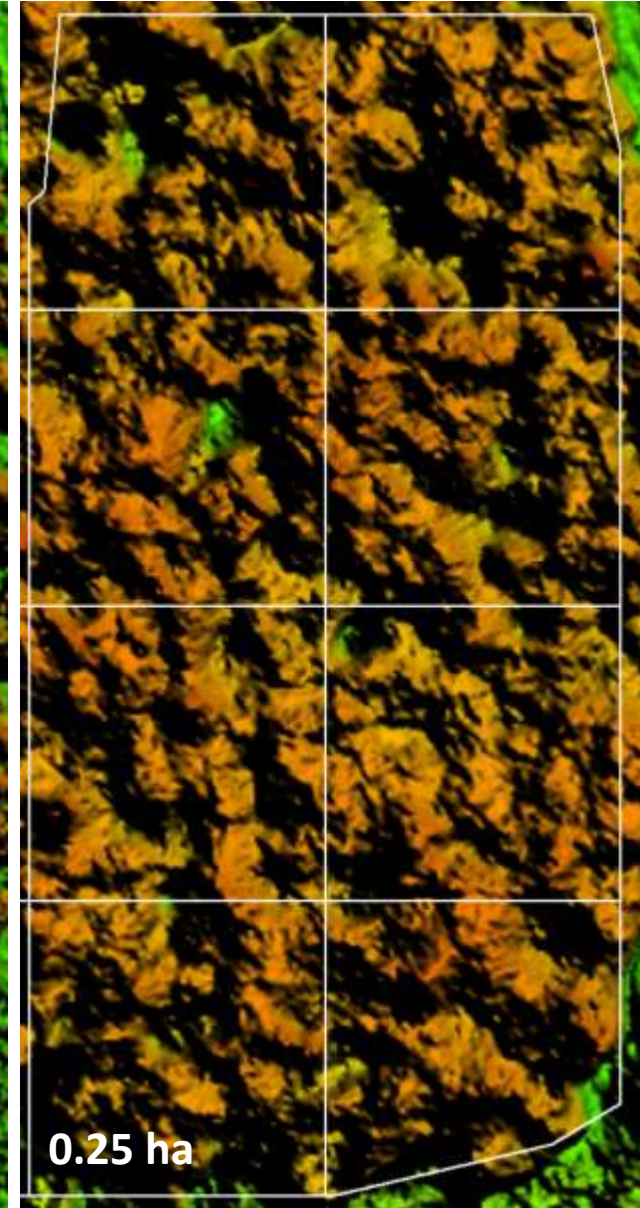
LiDAR (Point Cloud) Priede



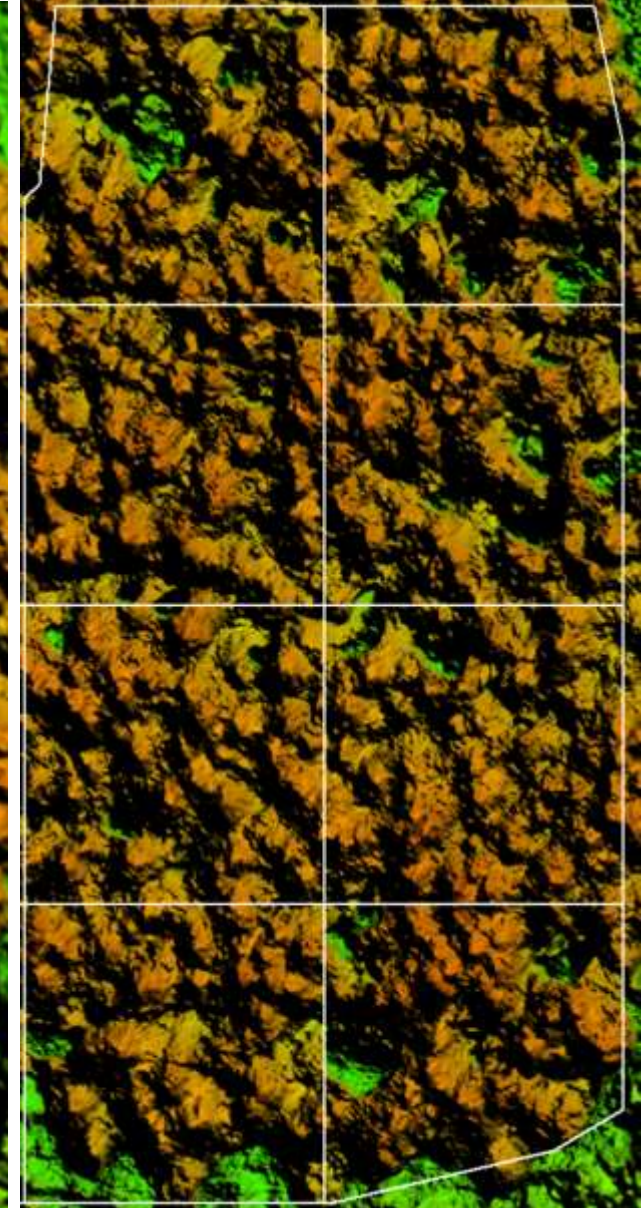
CHM GRIDs: LiDAR (0.75m)



GeoEye (0.5m)



UltraCam (0.25m)

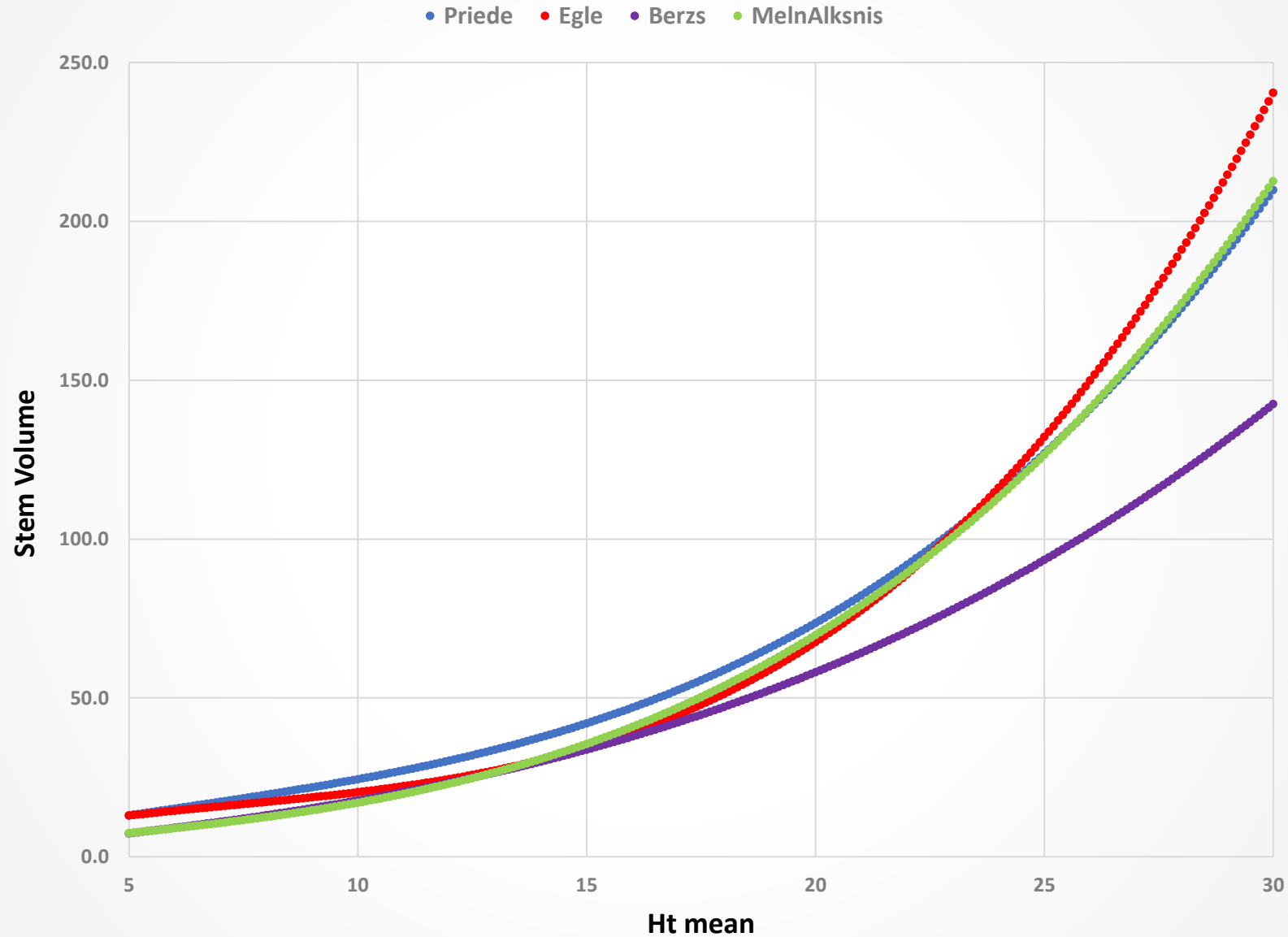


Krāja (ABA) – Rezultāti

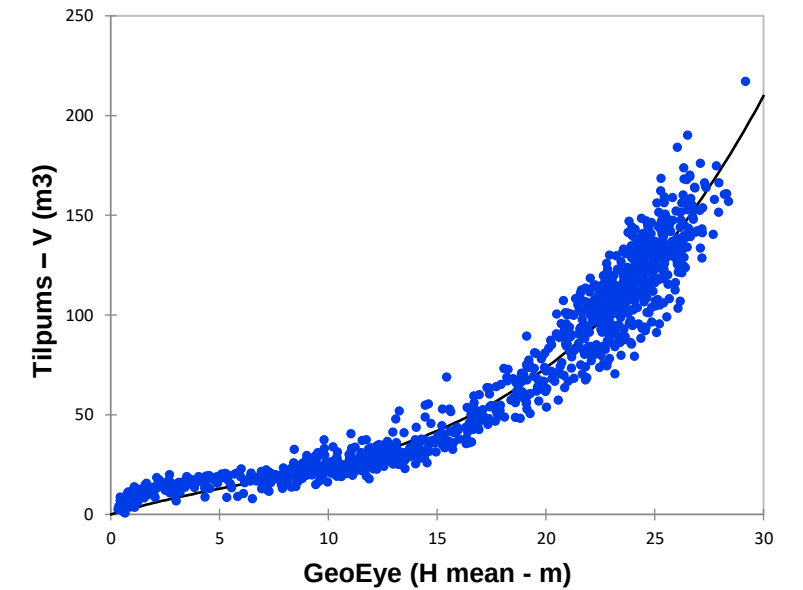
Models	Nr.of plots	Best predictor variable	R ²	RMSe (m ³ *ha ⁻¹)	RMSe% of mean
PINE					
LiDAR point cloud	1087	P50	0.93	47	17%
LiDAR grid 0.75m	1087	P60	0.94	44	16%
GeoEye grid 0.5m	1087	Mean	0.95	44	15%
UltraCam 0.25m	1087	Mean	0.96	38	13%
SPRUCE					
LiDAR point cloud	379	P75	0.93	27	15%
LiDAR grid 0.75m	379	P60	0.9	24	14%
GeoEye grid 0.5m	372	Mean	0.91	33	17%
UltraCam 0.25m	372	Mean	0.9	34	18%
BIRCH					
LiDAR point cloud	223	QMCH	0.90	32	19%
LiDAR GRID 0.75m	223	Mean	0.93	27	16%
GeoEye 0.5m	223	Mean	0.89	34	19%
UltraCam 0.25m	223	Mean	0.87	38	21%
BLACK ALDER					
LiDAR point cloud	338	P60	0.90	54	19%
LiDAR GRID 0.75m	338	P75	0.90	53	19%
GeoEye 0.5m	338	Mean	0.94	44	16%
UltraCam 0.25m	338	Mean	0.93	46	17%

Krāja (ABA) – GeoEye H_{mean} (0.25ha)

GeoEye Mean Ht vs Stem Volume (0.25ha)

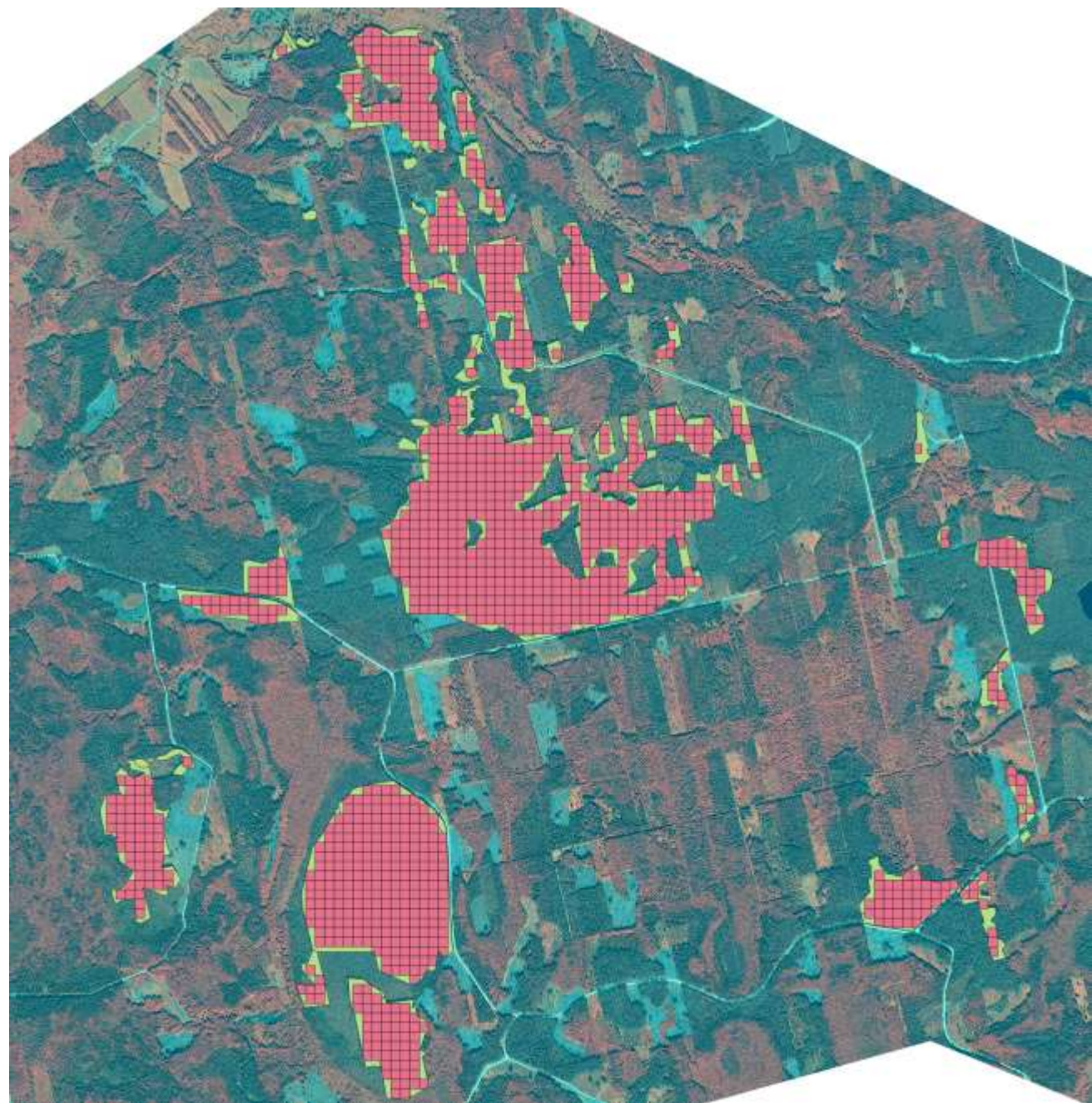
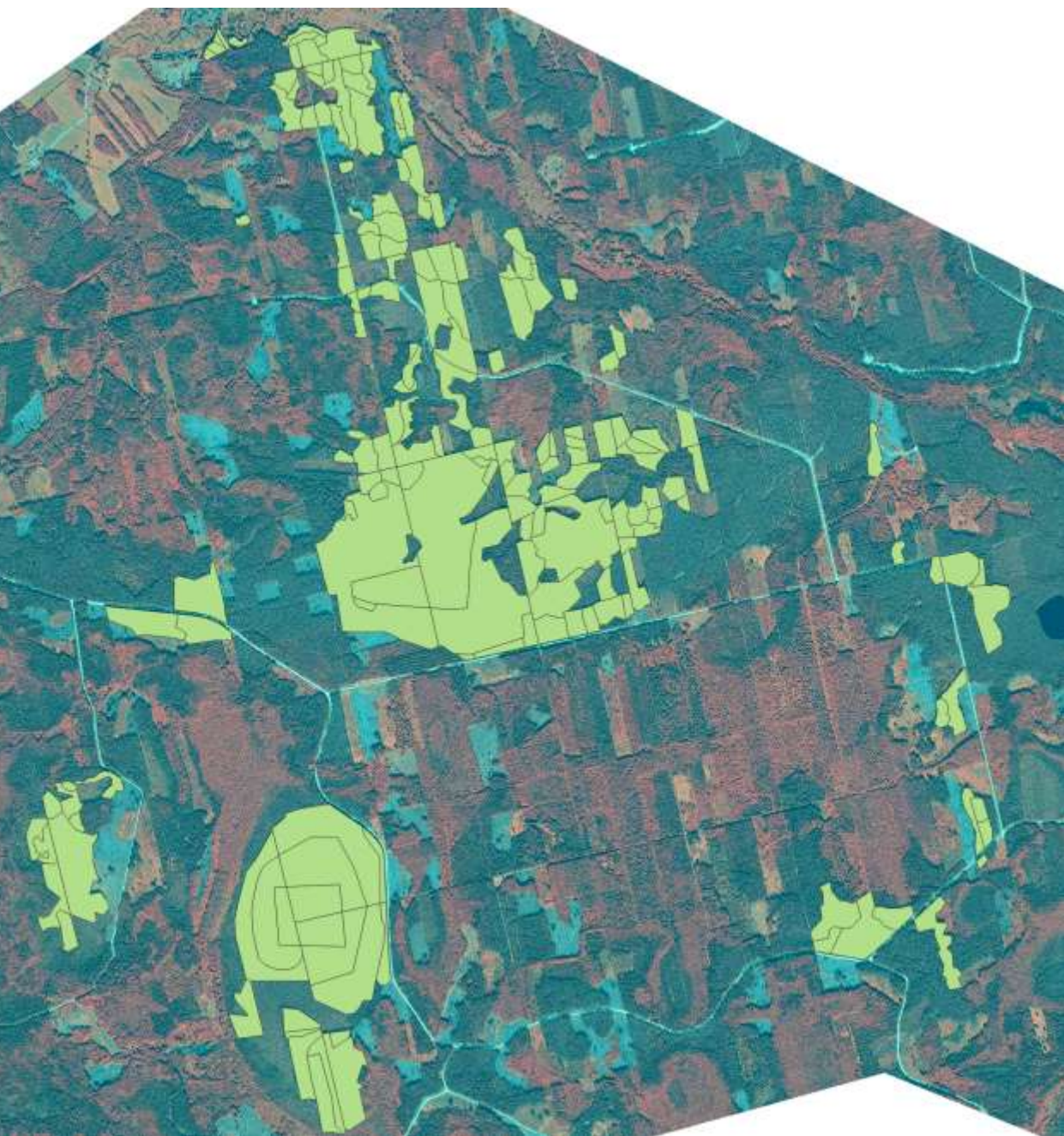


Pine Stem volume (0.25ha) vs GeoEye Ht mean



$$VOL_{pine} = 3.27 * H_{mean} + (-0.19) * (H_{mean})^2 + 1.04E-02 * (H_{mean})^3$$

Laukumu-balstītā metode – stands (nogabalu) vs plots(reg.šunu)



Secinājumi

1. *Harvester* dati – Ļauj iegūt maksimālā daudzumā koku stumbra savstarpējo parametru (DBH, Ht, Stem volume) regresijas un korelācijas;
2. Atsevišķo koku noteikšana (ITD):

LiDAR-based Canopy Maxima nodrošina 100 +/-10% visa pirmā stāva koku dešifrēšanu;

Atsevišķo koku apjomu noteikšana izmantojot tikai vienu parametru (koka augstums) pēc *harvester* $Ht > Vol$ regresijas vienādojuma;

Atsevišķo koku noteikšanas metodes var tiks izmantoti reference krājas aprēķiniem un apmācītu poligonu izveidei priekš ABA.

3. Krājas noteikšana ar Laukumu balstītām metodēm (ABA):

Fotogrammetriskā ceļā iegūtie virsmas modeļu augstuma metrikas nodrošina līdzīgu krājas noteikšanu precizitāti attiecībā uz LiDAR 3D mākoņa augstumu metrikām;

Stereo aerofoto un satelītu datu iegūtie virsmas modeļi var tiks izmantoti krājas/koku biomasu regulārai (LGIA 3 gadu aerofoto) noteikšanai un izmaiņu monitoringam.

Problēmas un ierobežojumi

1. Harvester dati – Koka pilnais augstums (raukuma noteikšana)
2. Atsevišķo koku noteikšana (ITD):
 - Lidar CHM izšķirtspējas izvēlē
 - Canopy Maxima uzstādījumi > ITD algoritma izvēle
 - Otra stāva koku neiespējamā identificēšana - nenovērtēšana (underestimation)
 - LiDAR no 20% (skujkokiem) līdz 35% (lapkokiem) no visa koku skaita
3. Laukuma balstītas metodes (ABA) – koku sugas robežu un laukuma noteikšana
4. Stereo satelītu bildes > mākoņi un optimālas B/H ratio izvēle, CHM completeness
5. LiDAR un stereo attēlu iegūšana bezlapu lapkoku gadalaikā (CHM completeness).

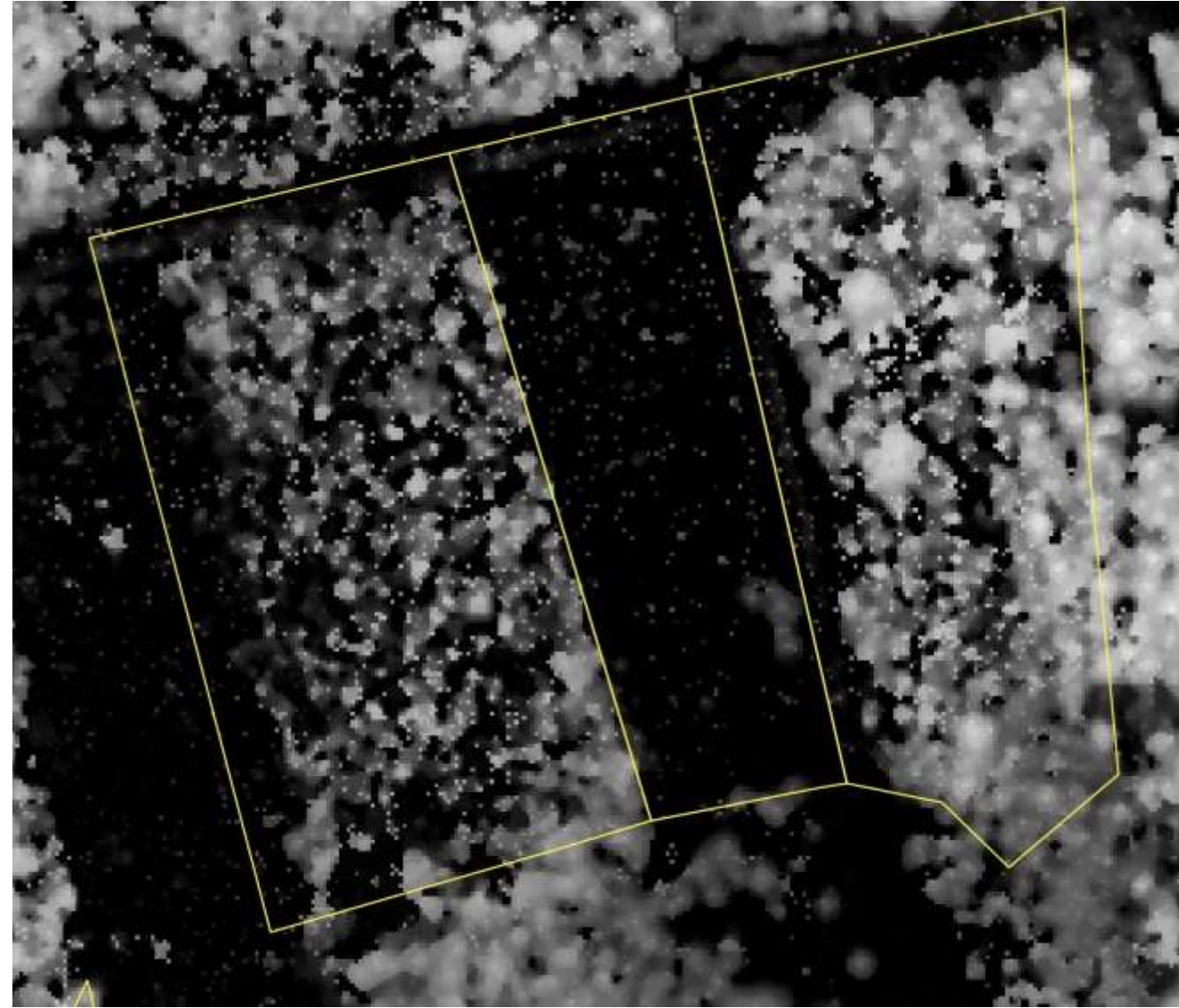
***Paldies par uzmanību un
sadarbību!***



GeoEye 08.2020



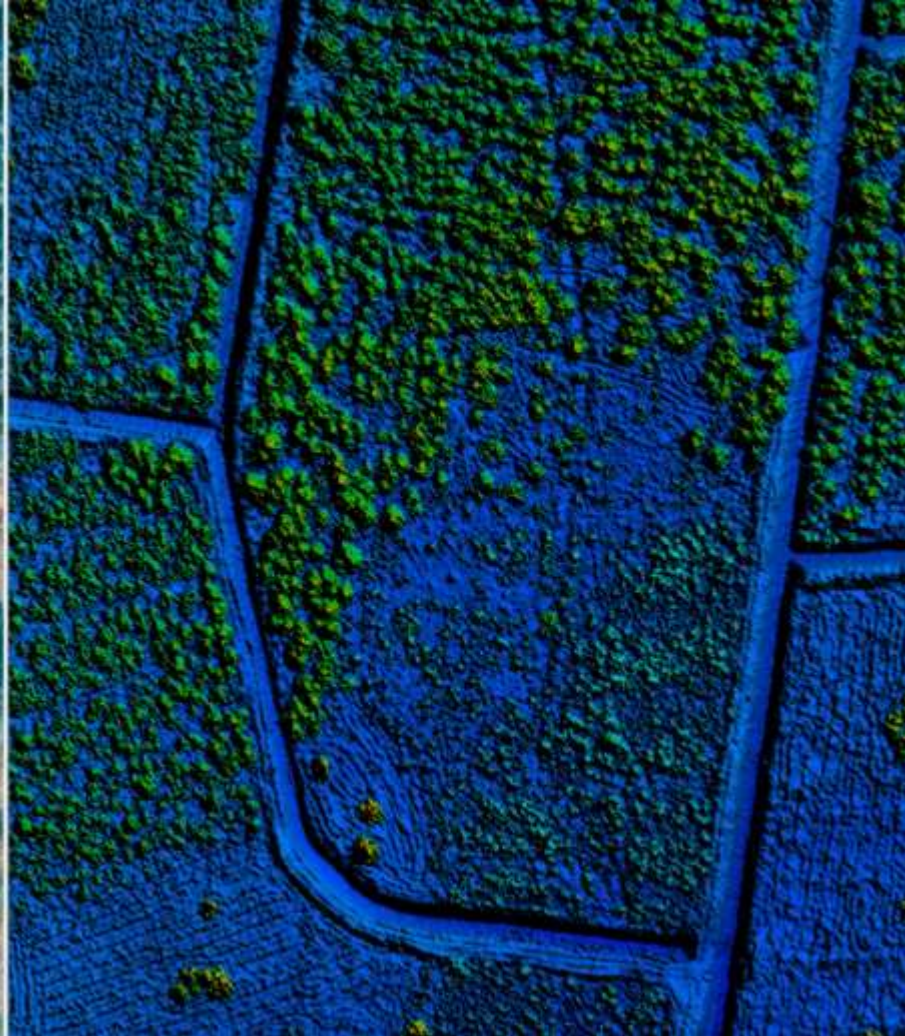
LiDAR (12.05.17)



GeoEye 08.2020



LiDAR CHM



GeoEye CHM

