

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekts „Satelītdatos balstīta jauna mežaudzes krājas  
novērtēšanas tehnoloģija (**WoodStock**)” Nr.1.1.1.1/18/A/165

Noslēguma seminārs

ELEKTRONIKAS UN  
DATORZINĀTŅU  
INSTITŪTS



Ints Mednieks (mednieks@edi.lv)  
Rīgā, 2022-02-28



# Projekts WoodStock

**Nosaukums:** Satelītdatos balstīta jauna mežaudzes krājas novērtēšanas tehnoloģija

**Mērķis:** Izstrādāt izmaksu efektīvu tehnoloģiju **koksnes krājas novērtēšanai mežā**, kas izmantotu optiskos un radara satelītdatus

**Izpildes laiks:** 2019-03 - 2022-02 (36 mēn.)

**Kopējie ieguldījumi:** 498026 EUR

**Izpildītāji:** Elektronikas un datorzinātņu institūta (EDI) Kosmosa tehnoloģiju laboratorija  
SIA «Baltic Satellite Service» (BSS)

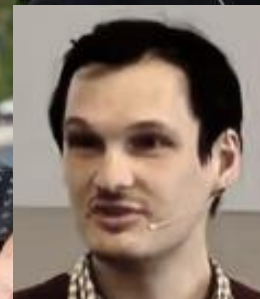
**Sadarbojamies ar:** AS Latvijas Valsts meži, Sodra, SIA Rīgas Meži, LVMI Silava, Airbus, Digital Globe, IceEye



## Projekta izpildītāji

**EDI:** Pētniece, PhD Linda Gulbe  
Pētnieks, Dr.sc.comp. Juris Siņica-Siņavskis  
Pētnieks, PhD Grigorijs Goldbergs  
Projekta vadītājs, Dr.sc.comp. Ints Mednieks  
Zin.asistente, Mg.geogr. Gunta Grūbe  
Eksperts (ārējais), Bc.oec. Arnis Kadakovskis

**BSS:** Pētniece, Mg. Ilze Bargā  
Pētnieks, Bc. Andrejs Grišanovs  
Pētnieks, Mg. Juris Zariņš



# Projektā paveiktais

Izstrādāti **tehnoloģijas prototipi mežaudzes krājas novērtēšanai** no satelītu un LiDAR datiem, izmantojot pieejamos meža inventarizācijas datus, kas ietver metodes:

- **koku sugu noteikšanai** no Sentinel-2 un meža inventarizācijas datiem (LVM)
- **mikroaudžu izdalīšanai** mežā (no LiDAR, GeoEye-1 datiem)
- **koku augstuma modeļu** (CHM) izveidošanai (no LiDAR, GeoEye-1, Pléiades 1 datiem)
- **meža blīvuma** (šķērslaukuma) novērtēšanai (no LiDAR, Sentinel-1, Iceye datiem)
- **koksnes krājas** novērtēšanai (3 pieejas):
  - Veidojot regresijas vienādojumus tieši starp datiem un krāju inventarizācijas datus
  - Izmantojot uz laukuma statistiku balstītu metodi
  - Identificējot atsevišķus kokus augstuma modelī un veidojot regresijas modeļus

# Izmantotie dati

❖ - pirkti

## Satelītu dati:

- Sentinel-2 (MS, 10m izšķirtspēja) → sugu identificēšanai (3 sezonu ainās)
- ❖ Stereo GeoEye-1 dati (RGB-NIR, 0,5m izšķirtspēja) → augstuma modelim, mikroaudžu izdalīšanai
- ❖ Stereo Pléiades -1 dati (RGB-NIR, 0,5m izšķirtspēja) → augstuma modelim
- ❖ Iceye SAR dati (X-band, 6m izšķirtspēja) → parametru novērtēšanai
- Sentinel-1 SAR dati (C-band, 20m izšķirtspēja) → parametru novērtēšanai

## Lidmašīnu dati:

- LiDAR LAS (LĢIA) → augstuma modelim
- Aerofotogrāfēšanas stereo ainās (LĢIA) (RGB-NIR, 0,25m izšķirtspēja) → augstuma modelim, mikroaudžu izdalīšanai

## References dati:

- Meža inventarizācijas dati (LVM, VMD)
- Harvesteru dati (LVM)

# Koku sugu identifikācija

Izmantotie dati:

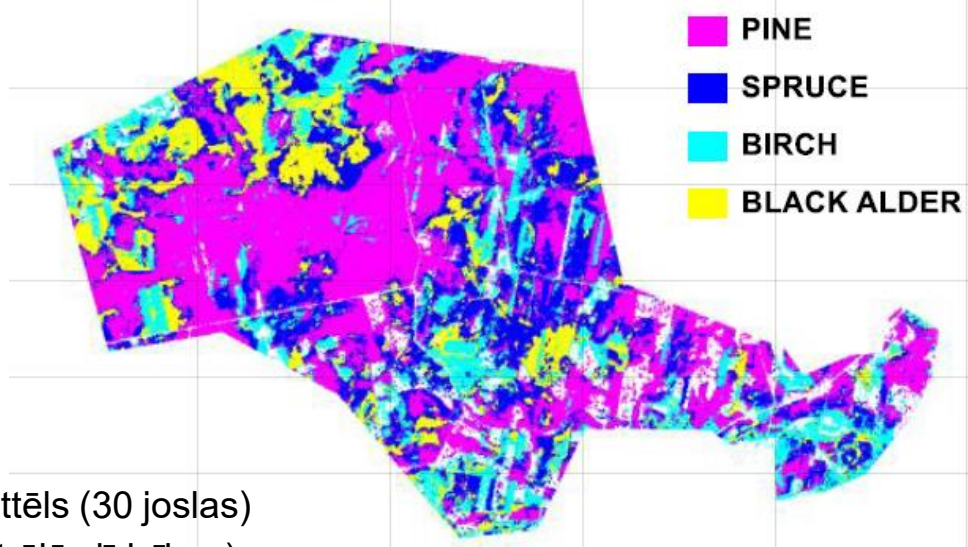
- Sentinel-2 (MS, 10m izšķirtspēja) →
- Meža inventarizācijas dati (LVM, VMD)

Pieeja:

- Izveidots pētāmā rajona 3 sezonu datu kombinēts attēls (30 joslas)
- Klasterizācija (attēla pikseļu sagrupēšana pēc spektrālās līdzības)
- Atlasīti inventarizācijas nogabali, kuros dominē viena suga
- Klāsteriem piešķirtas sugas, balstoties uz pārklājumu ar atlasīto nogabalu daudzstūriem
- Pārējiem klāsteriem piešķirta suga pēc spektrālās līdzības, izveidots sugu attēls
- Precizitāte pārbaudīta pret citiem inventarizācijas datiem un eksperta atzīmētiem rajoniem

Ierobežojums: darbojas tikai ar sugām, kas pietiekami pārstāvētas pētāmā rajona inventarizācijas datos. Reālos apstākļos izvēlētajā pētījumu rajonā: priede, egļe, bērzs, melnalksnis

Publikācija: J.Sinica-Sinavskis, R. Dinuls, J. Zarins, and I. Mednieks, "Automatic tree species classification from Sentinel-2 images using deficient inventory data," 2020 17th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC), Tallinn, Estonia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/BEC49624.2020.9276810



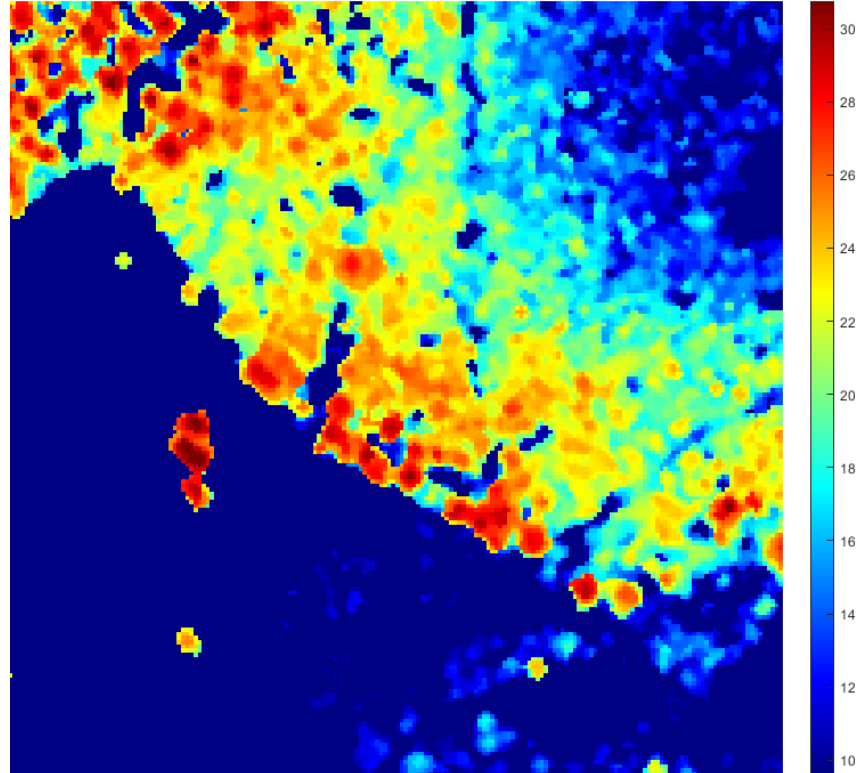
# Augstuma modeļu veidošana

Izmantotie dati:

- ❖ Stereo GeoEye-1 dati (RGB-NIR, 0,5m izšķirtspēja)
- ❖ Stereo Pléiades -1 dati (RGB-NIR, 0,5m izšķirtspēja)
- LiDAR LAS (LĢIA)
- Stereo ainas (LĢIA) (RGB-NIR, 0,25m izšķirtspēja)

Pieejas:

- LAS datu tieša apstrāde ar pašu izstrādātu programmu → CHM (izšķirtspēja 1m) visai Latvijai
- LAS datu tieša apstrāde, izmantojot FUSION programmu paketi
- Veidojot fotogrammetriskos modeļus no stereo datiem (Pléiades-1, GeoEye-1, LĢIA stereo ainas)



Publikācija: Grigorijs Goldbergs “Impact of Base-to-Height Ratio on Canopy Height Estimation Accuracy of Hemiboreal Forest Tree Species by Using Satellite and Airborne Stereo Imagery “ MPDI Open Acces Journals. 27 July 2021. <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/15/2941> , Remote Sens. 2021, 13(15), 2941; <https://doi.org/10.3390/rs13152941>





# Mikroaudžu izdalīšana mežā

Izmantotie dati:

- Augstuma modelis CHM - 0,5m izšķirtspēja
- Augstas izšķirtspējas multispektrālie dati (RGB-NIR) - 0,5m izšķirtspēja

Pieeja:

- Izmantota JSEG segmentācija
- Sākotnēja segmentācija, izmantojot augstuma modeli
- Segmentu tālāka sadalīšana, izmantojot multispektrālos datus



Publikācija: Linda Gulbe, Juris Zarins, Ints Mednieks "Automated delineation of microstands in hemiboreal mixed forests using stereo GeoEye-1 data " MPDI Open Access Journals, Remote Sens. 2022 (iesniegts, tiek gatavoti labojumi)





# Parametru noteikšana

## Šķērslaukuma noteikšanas precizitāte no radara (SAR) datiem

No SAR datiem:

- Biezība
- Šķērslaukums
- Krāja

No CHM:

- Biezība
- Šķērslaukums
- Krāja

Tree species	Training parameters	Test sample size	Absolute error 90 <sup>th</sup> percentile, m <sup>2</sup> /ha	Absolute error 99 <sup>th</sup> percentile, m <sup>2</sup> /ha	Average value, m <sup>2</sup> /ha	Relative error 90 <sup>th</sup> percentile, %	Relative error 99 <sup>th</sup> percentile, %
Bērzs	Iceye (statistics 11x11)*	38	6.50	8.63	15.67	41	55
Bērzs	Sentinel-1 (statistics 21x21)**	38	6.49	7.61	15.67	41	49
Bērzs	Sentinel-2 (value 11x11)***	38	6.36	7.64	15.67	41	49
Egle	Iceye (statistics 11x11)	293	9.26	16.44	24.42	38	67
Egle	Sentinel-1 (statistics 5x5)	293	9.53	13.62	24.42	39	56
Egle	Sentinel-2 (statistics 5x5)	293	8.78	13.02	24.42	36	53
Melnalksnis	Iceye (statistics 11x11)	57	10.72	11.30	24.89	43	45
Melnalksnis	Sentinel-1 (value 1x1)	57	9.03	10.57	24.89	36	42
Melnalksnis	Sentinel-2 (value 1x1)	57	9.88	10.91	24.89	40	44
Priede	Iceye (statistics 11x11)	937	5.58	8.79	23.39	24	38
Priede	Sentinel-1 (statistics 21x21)	937	5.74	8.59	23.39	25	37
Priede	Sentinel-2 (statistics 5x5)	937	5.57	8.49	23.39	24	36

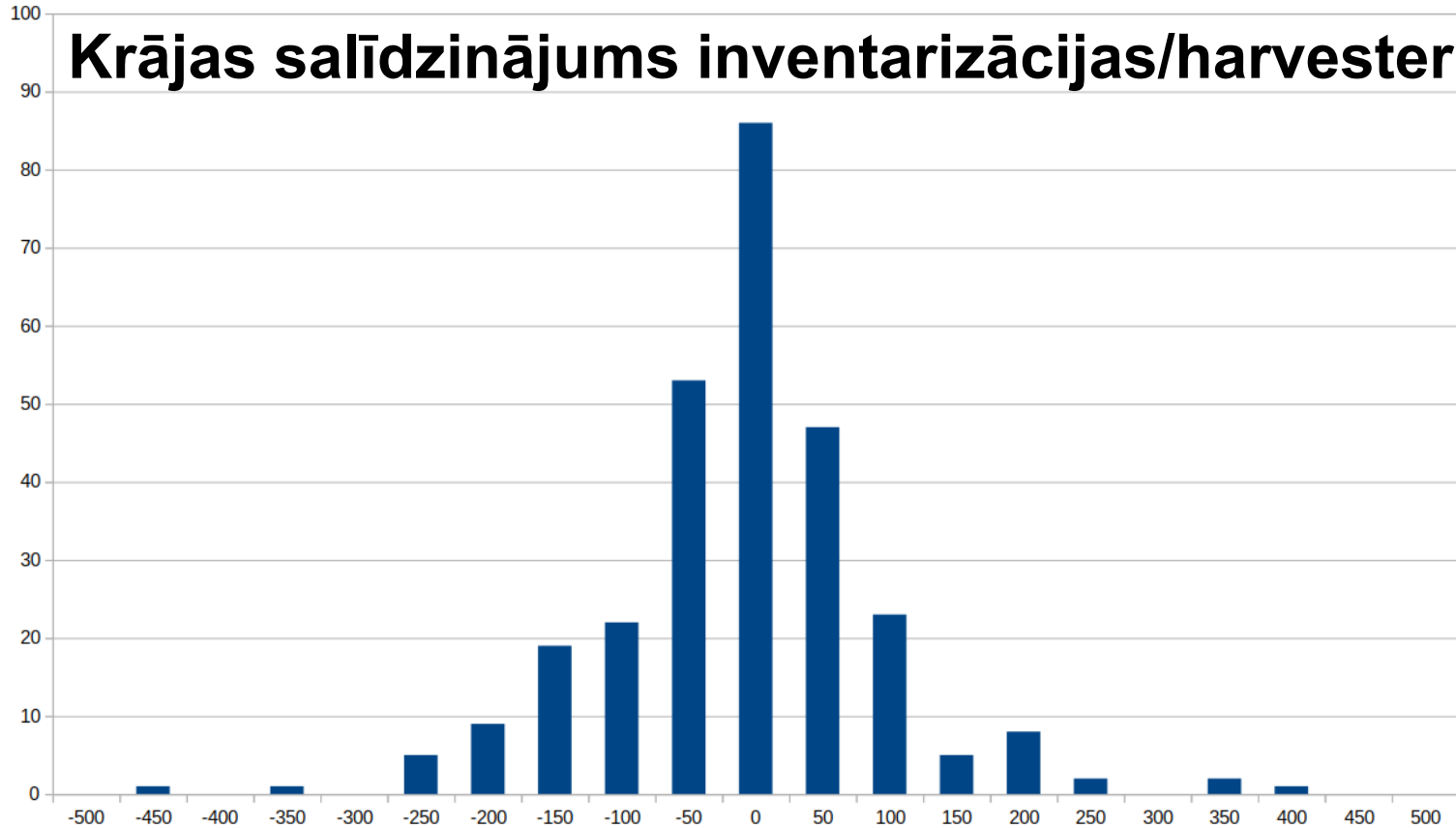
\*Iceye: atsevišķi CW un CCW virzieni

\*\*Sentinel-1: atsevišķi ascending un descending orbītas; VH, VV un VH/VV polarizācijas

\*\*\*Sentinel-2: joslas B02, B03, B04 un B08



# Krājas salīdzinājums inventarizācijas/harvesteru datos



m<sup>3</sup>/ha

## Projekta galvenie rezultāti

- Izstrādāti programmu prototipi, ko var izmantot produktu/pakalpojumu radīšanai:
  - Koku sugu identificēšanai
  - Mikroaudžu izdalīšanai
  - Augstuma modeļa veidošanai no LiDAR datiem
  - Krājas noteikšanai (2 varianti)
- Publicēti raksti ar zinātniskām atziņām- 3
- Uzkrātas zināšanas LiDAR, MS, SAR datu izmantošanā mežu analīzei

# Galvenās atziņas

- Krājas un citu parametru noteikšanas precizitāte no analizētajiem tālzipētes datiem nevar apmierināt MK noteikumu prasības
- Reālo inventarizācijas datu precizitāte arī tās nenodrošina (atšķiras no harvesteru datiem)
- Krājas noteikšanu ar līdzīgu precizitāti, kādu nodrošina taksatori, var veikt, izmantojot brīvpieejas tālzipētes datus
- Koku sugu identifikācijai nepieciešami multispektrāli dati ar augstu izšķirtspēju un spektra joslu skaitu
- Mikroaudžu izdalīšana nepalielina krājas noteikšanas precizitāti, bet tās var izmantot plānošanai
- Ierobežojumi:
  - Pieejamajos tālzipētes datos nav informācijas par 2.stāvu (to varētu panākt ar biežāku LiDAR punktu mākonī)
  - Satelītu datus bez mākoņiem visā Latvijas teritorijā grūti savākt 3 sezonās (~80% 2021.g.)
- Inventarizāciju ar pietiekamu precizitāti varētu veikt ar lidmašīnas vai dronu palīdzību, izmantojot LiDAR un multispektrālu sensorus
- ❖ Secinājums- jāattīsta iespējas apstrādāt ļoti augstas izšķirtspējas (VHR) dronu datus



# Projekts ForestRisk

**Nosaukums:** Uz tālzpēti balstīta meža riska faktoru uzraudzības sistēma

**Mērķis:** izstrādāt programmatūras rīkus meža riska faktoru novērtēšanai, uzraudzībai un prognozēšanai, izmantojot uz satelītiem un bezpilota lidaparātiem (UAV) bāzētu tālzpēti

**Izpildes laiks:** 2022-03 - 2023-11 (21 mēn.)

**Kopējie ieguldījumi:** 431726 EUR

**Izpildītāji:** Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI)

LVMI Silava

SIA «Baltic Satellite Service» (BSS)