

Tālizpēte un mašīnmācīšanās purvu biotopu uzraudzībai (PurvEO)

Projekta pieteikuma numurs VRAA ir: 1-08/182/2020

Projekta līguma numurs 6-1/21/75

Gala ziņojums

Saturs

1. Nodevums A: meža atdalīšanas darbplūsma	3
1.1. Uzdevuma formulējums	3
1.2. Darbplūsmas ievades dati un parametri	4
1.3. Parametru pielāgošanas eksperimenti	6
1.4. Rezultātu analīze	9
1.5. Secinājumi	15
Nodotie rezultāti	15
2. Nodevums B: zemeszemes segmentācijas darbplūsma	15
2.1. Uzdevuma formulējums	15
2.2. Darbplūsmas izstrāde	16
2.3 Rezultātu analīze	17
2.3.1. Purva biotopu 7110* vai 7120 rezultāti	18
2.3.2. Purva biotopu 7140 rezultāti	20
2.4. Secinājumi	21
Nodotie rezultāti	22

1. Nodevums A: meža atdalīšanas darbplūsma

1.1. Uzdevuma formulējums

Uzdevuma ietvaros veiksīm LĢIA Lidar punktu mākoņa apstrādi, lai izveidotu uzdevumam piemērotu reljefa un apauguma augstuma modeli. Izveidosim divus bināras maskas slāņus, kas ļaus nošķirt mežu no nemeža atbilstoši Meža likumam un Noteikumiem par zemes lietošanas veidu klasifikācijas kārtību un to noteikšanas kritērijiem.

Meža likumā norādītie parametri:

“Ekosistēma visās tās attīstības stadijās, kur galvenais organiskās masas ražotājs ir koki, kuru augstums konkrētajā vietā var sasniegt vismaz piecus metrus un kuru pašreizējā vai potenciālā vainaga projekcija ir vismaz 20 procentu no mežaudzes aizņemtās platības.”

“Par mežu neuzskata:

*1) zemi, ko aizņem esošu autoceļu zemes nodalījuma josla, dzelzceļa zemes nodalījuma josla, elektrisko tīklu un elektronisko sakaru tīklu gaisvadu līniju trase, gāzes vadu, naftas vadu trase, ūdensvadu trase un kapsēta, kā arī mākslīgas vai dabiskas izcelsmes koku rindu, kuras **platums ir mazāks par 20 metriem**, augļu dārzu, parku, kokaudzētavu.”*

*2) atsevišķi no meža esošu platību, kas atbilst meža definīcijai šā likuma 1.panta 34.punkta izpratnē un ir **mazāka par 0,5 hektāriem**.”*

Noteikumos par zemes lietošanas veidu klasifikācijas kārtību un to noteikšanas kritērijiem norādītie parametri:

*“Zeme, kurā dominē koki visās attīstības stadijās, kuru **augstums konkrētajā vietā var sasniegt vismaz septiņus metrus** un kuru pašreizējā vai potenciālā vainagu projekcija ir vismaz 20 procenti no mežaudzes aizņemtās platības.”*

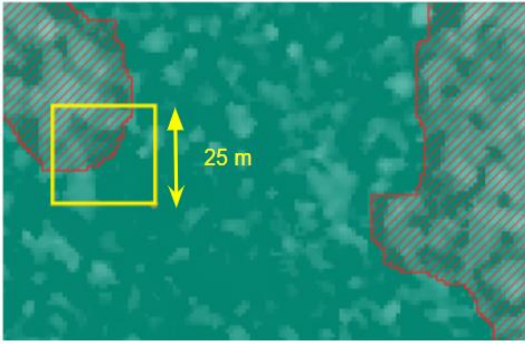
Ierobežojumi:

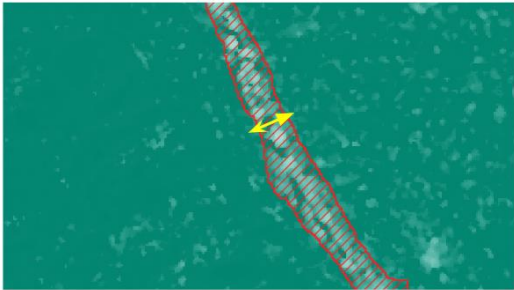
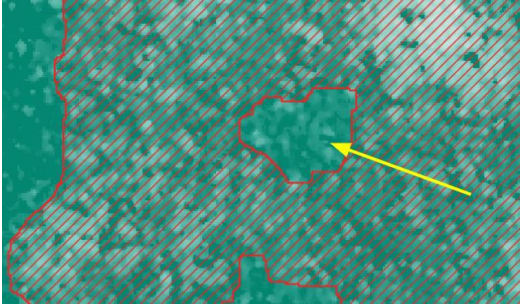
- Tālizpētes datus ir novērojuma pašreizējā koku vainaga projekcija. Potenciālās vainaga projekcijas iekļaušanai būtu nepieciešami modelēšanas algoritmi.
- Ja nav pieejamas mežaudzes robežas, tad trūkst parauglaukuma izmērs, kura ietvaros rēķināt pašreizējo vainagu projekciju.
- Zemes pārseguma detektēšanas darbplūsmas nenosaka zemes lietojumu, tādēļ nav iespējams atšķirt koku vainagu noseģumu meža teritorijās no augļu dārziem, parkiem un citiem līdzīgiem zemes pārseguma tipiem, neiekļaujot papildu kontekstuālo analīzi.

1.2. Darbplūsmas ievades dati un parametri

Darbplūsma ir realizēta Python programmēšanas valodā un ir palaižama, izmantojot Python skriptu.

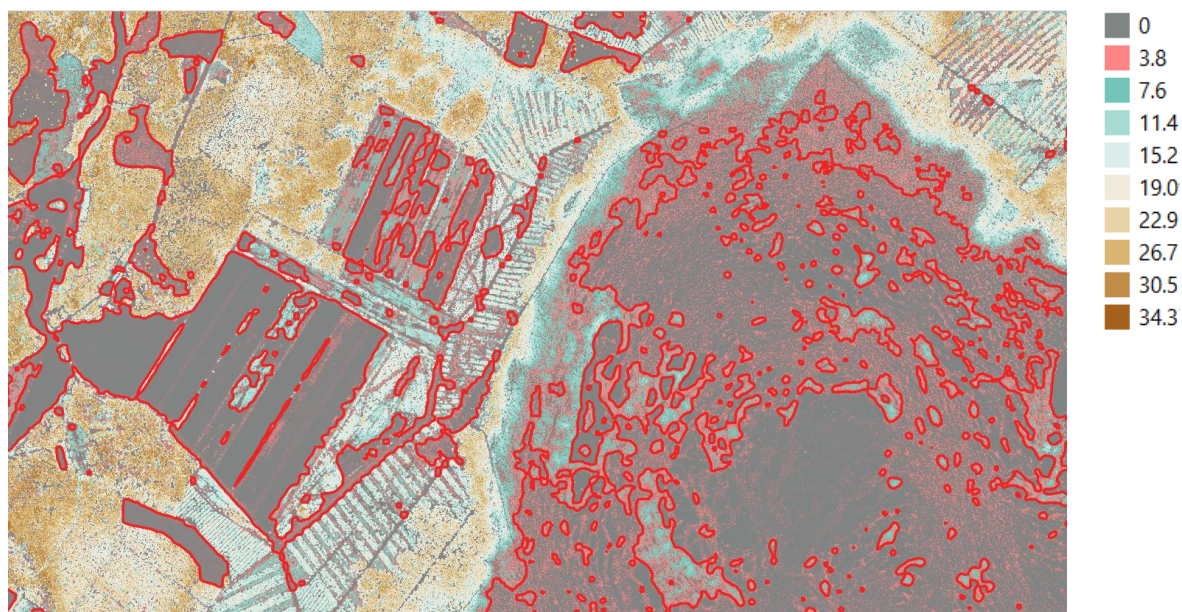
Ievades datus lietotājam nepieciešams sagatavot pirms darbplūsmas palaišanas. To iespējams izdarīt, izmantojot brīvpiekļuves programmatūru kā FUSION un QGIS.

Ievade	Raksturlielumi	Vērtība/piezīmes
Ievades dati	1. Normalizētais digitālais virsmas modelis, nDSM (obligāts), telpiskā izšķirtspēja 1m/pikseli vai mazāk, pikseļu vērtības izteiktas metros virs reljefa.	
	2. Zaļās veģetācijas binārā maska (neobligāta, rekomendējama), telpiskā izšķirtspēja un pārklājums tāds pats kā nDSM.	Bez zaļās veģetācijas maskas algoritms pilsētvidē producēs neprecīzus rezultātus, taču pie purvu robežām tik un tā darbosies korekti.
Darbplūsmas ievades parametri	1. Minimālais koku vainagu projekciju noseģums (<i>CC</i>).	$CC=0.2$ saskaņā ar Meža likumu.
	2. References apgabala izmērs attiecībā pret kuru tiek rēķināts <i>CC</i> : <i>CCRefSize</i> . References apgabals ir kvadrātveida un jānorāda vienas malas izmērs metros.	Meža likumā nav norādīts, taču fragmentētu ainavu gadījumā būtiski ietekmē meža noteikšanas rezultātus. Datu slāņi ir veidoti, izmantojot 25 m, taču tika veikti arī papildu eksperimenti (skatīt nākamo nodaļu).
	 A satellite-style image of a forest with a yellow square highlighting a 25m reference area. A double-headed yellow arrow next to the square is labeled '25 m'.	
3. Minimālais pieļaujamais mežaudzes laukums (<i>minArea</i>).	$minArea=0.5$ ha saskaņā ar Meža likumu. Iespējams norādīt 0, ja netiek izmantots.	

	<p>4. Minimālais koku augstums (<i>heightTh</i>).</p>	<p><i>heightTh</i>=5 m saskaņā ar Meža likumu; <i>heightTh</i>=7 m saskaņā ar noteikumiem par zemes lietošanas veidu klasifikācijas kārtību un to noteikšanas kritērijiem.</p>
	<p>5. Minimālais audzes platums (<i>minWidth</i>).</p> 	<p><i>minWidth</i>=20 m. Iespējams norādīt 0, ja netiek izmantots.</p>
	<p>6. Maksimālais pieļaujama cauruma laukums (<i>maxHoleSize</i>).</p> 	<p><i>maxHoleSize</i>=0.3 ha. Iespējams norādīt 0, ja netiek izmantots.</p>

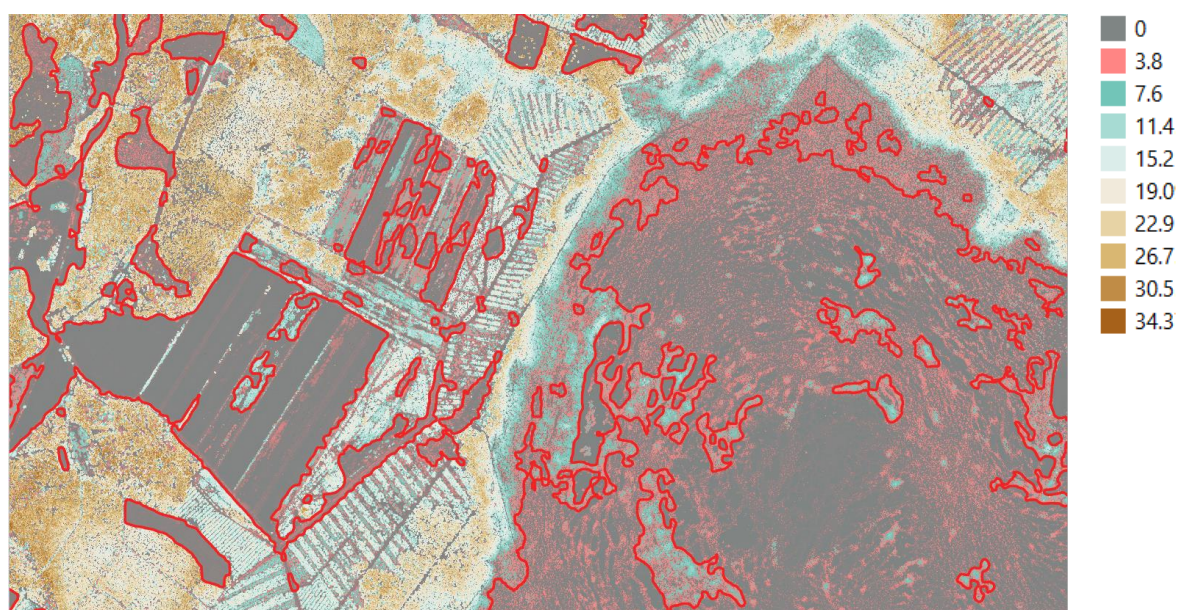
1.3. Parametru pielāgošanas eksperimenti

Algoritma darbības rezultātus ietekmē ievades parametru vērtības. Zemāk parādītajos attēlos



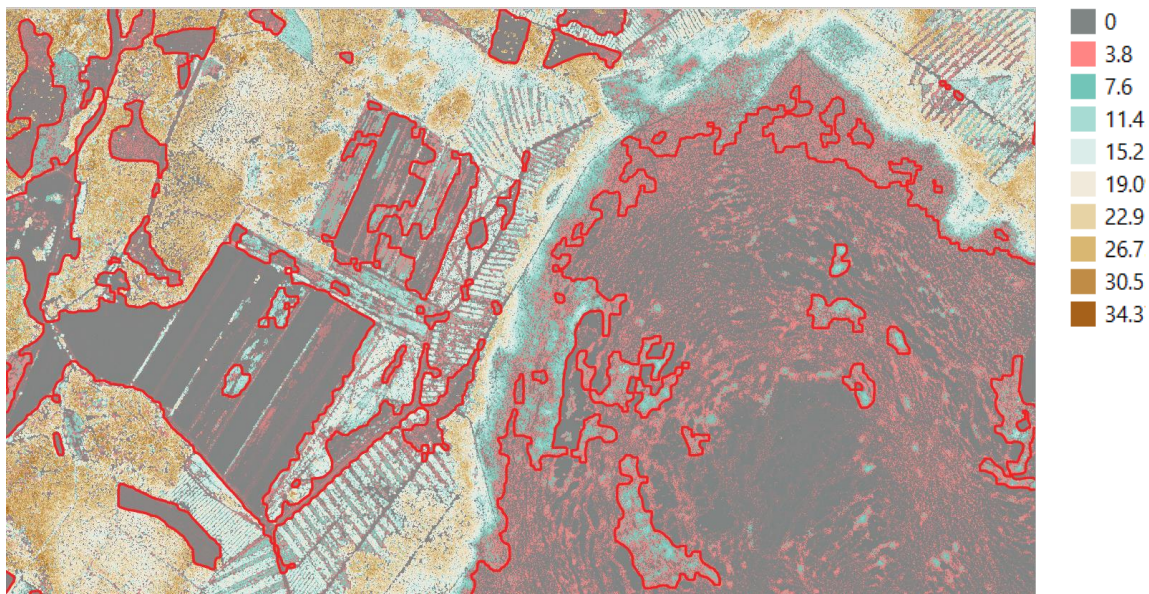
rezamas mežu robežas izmaiņas atkarībā no dažādām parametru vērtībām.

Att. 1.1. Fonā CHM, kur pikseļu vērtības norādītas metros virs reljefa. Sarkanā līnija: algoritma noteiktās mežu teritoriju robežas, izmantojot sekojošas parametru vērtības. Tikai nDSM kā ievades dati, CC=0.2, CCRefSize=25, minArea=0, heightTh=5, minWidth=0, maxHoleSize=0.



Att 1.2. Fonā CHM, kur pikseļu vērtības norādītas metros virs reljefa. Sarkanā līnija: algoritma noteiktās mežu teritoriju robežas, izmantojot sekojošas parametru vērtības. Ievades

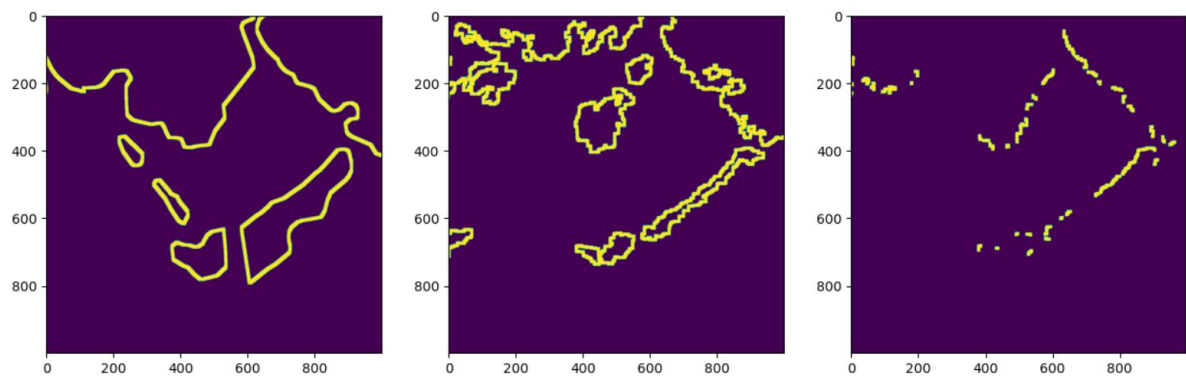
dati: tikai nDSM, CC=0.2, CCRefSize=25, minArea=0.5, heightTh=5, minWidth=0, maxHoleSize=0.05.



Att 1.3. Fonā CHM, kur pikseļu vērtības norādītas metros virs reljefa. Sarkanā līnija: algoritma noteiktās mežu teritoriju robežas, izmantojot sekojošas parametru vērtības. Ievades dati: tikai nDSM,CC=0.2, CCRefSize=25, minArea=0.5, heightTh=5, minWidth=25, maxHoleSize=0.05.

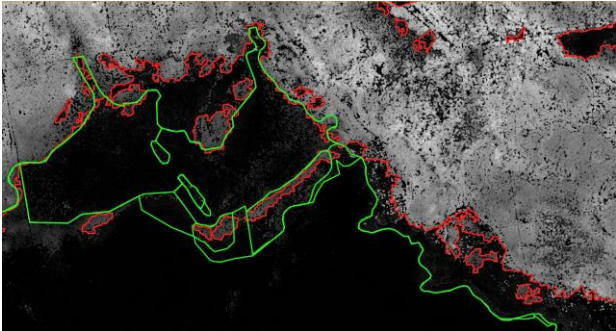
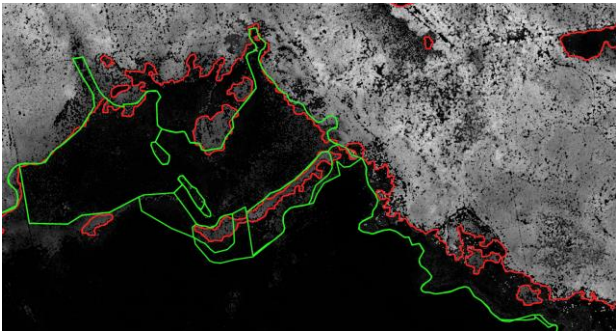
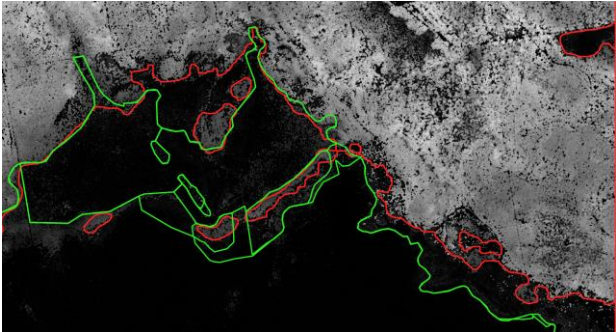
Viens no kritiski svarīgākajiem parametriem ir CCRefSize. Ja nav dotas jau eksistējošas zemes gabala robežas, kuru ietvaros rēķināt koku vainagu faktisko noseģumu, tad aprēķinos nepieciešams lietot salīdzinoši neliela izmēra references apgabalu kā parādīts iepriekšējā nodaļā. Meža likumā šāda apgabala izmērs nav specificēts, taču robežgadījumos starp mežu un purvu nozīmīgi ietekmē robežu. Jo fragmentārāka ainava, jo lielāka ir CCRefSize ietekme.

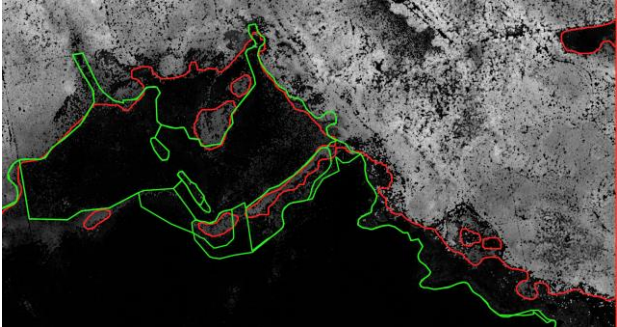
Pētījuma ietvaros tika veikti CCRefSize pētījumi, salīdzinot algoritma rezultātus ar jau iezīmētajām mežu robežām no DAP resursiem. Parametru testos tika izmēģinātas vairākas CCRefSize vērtības sākot no 10 metriem līdz 100 metriem ar soli 5 metri. Pie katras CCRefSize vērtības tika sarēķināta robeža, izmantojot izstrādāto algoritmu un aprēķināts, cik procentu no atrastās robežas pārklājas ar DAP mežu robežām purvu tuvumā. Tiek uzskatīts, ka abas robežas pārklājas, ja tās atrodas vismaz 30 metru attālumā vienai no otras. Attēlā 1.4. parādīta vizualizācija robežu pārklāšanās noteikšanai. Pārklāšanās tiek izteikta procentos, izdalot algoritma robežas garumu, kas pārklājas ar DAP robežu, ar DAP robežas garumu. Vēl kā papildu metriku tika izmantota purva laukuma salīdzināšana starp DAP kartēm un algoritma rezultātiem.



Att.1.4. Pa kreisi: DAP 7110 biotopa robeža, vidū: algoritma atrastā robeža, ja CCRefSize=10 metri, pa labi: algoritma robežas daļas, kuras atrodas lielākais 30 metru attālumā no DAP biotopa robežas.

Testi tika veikti 2 TKS lapām Cenas tīreļa apkārtnē: 4221-14, 4221-24.

CCRefSize	Robežu pārklāšanās	Laukumu atšķirība	Paraugs (zaļš - DAP 7110 biotopa robeža, sarkans - algoritma atrastā meža robeža)
10 m, testos maksimālā robežu pārklāšanās	62%	171 ha	
25 m, jēgpilna robeža pēc vizuālā novērtējuma	54%	168 ha	
45 m, testos tika noteikta minimālā purva laukuma atšķirība	46%	166 ha	

51 m, tika izmantota publikācijā [1]	45%	166 ha	
--------------------------------------	-----	--------	--

Tabula 1.1: CCRefSize parametra pielāgošanas eksperimenta rezultāti, izmantojot DAP 7110 biotopa robežas.

[1] Waser, L. T., Fischer, C., Wang, Z., & Ginzler, C. (2015). Wall-to-wall forest mapping based on digital surface models from image-based point clouds and a NFI forest definition. *Forests*, 6(12), 4510-4528.

Tabulā varam novērot, ka labākā CCRefSize vērtība ir atkarīga no optimizējamā parametra un būtu nosakāma, analizējot praktisko situāciju robežās starp purvu un mežu, nevis šādu skaitlisku eksperimentu rezultātā, kur notiek algoritmiska parametra pielāgošana ar roku iezīmētajām robežām.

1.4. Rezultātu analīze

Gala rezultātā tika sagatavoti 2 meža teritoriju slāņi visai Latvijas teritorijai.

Faila nosaukums: ForestMap7mv2022.shp

Aprēķinos lietotie parametri:

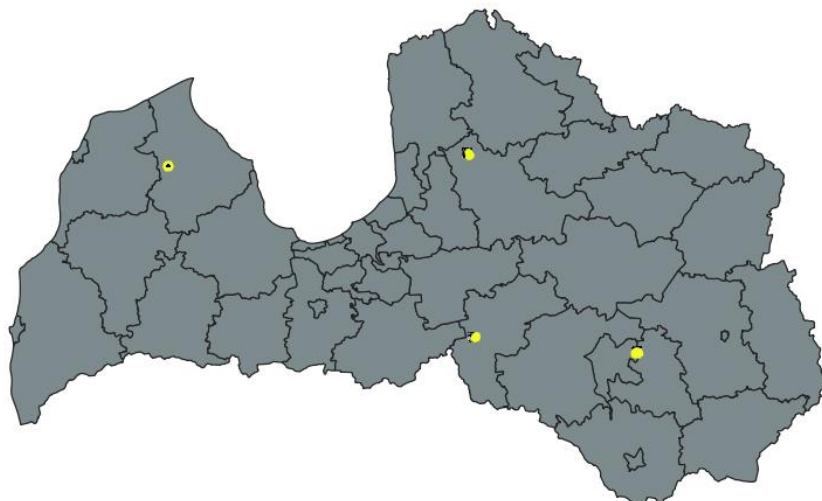
- CC=0.2
- CCRefSize=25
- minArea=0.5
- heightTh=7
- minWidth=20
- maxHoleSize=0.3
- Ir lietota TKS lapu apvienošana.

Faila nosaukums: ForestMap5mv2022.shp

Aprēķinos lietotie parametri:

- CC=0.2
- CCRefSize=25
- minArea=0.1
- heightTh=5
- minWidth=10
- maxHoleSize=0.1
- Nav lietota TKS lapu apvienošana.

Skaitliskai rezultātu analīzei tika izvēlētas 4 testa teritorijas dažādos Latvijas apgabalos, skat. att. 1.5.



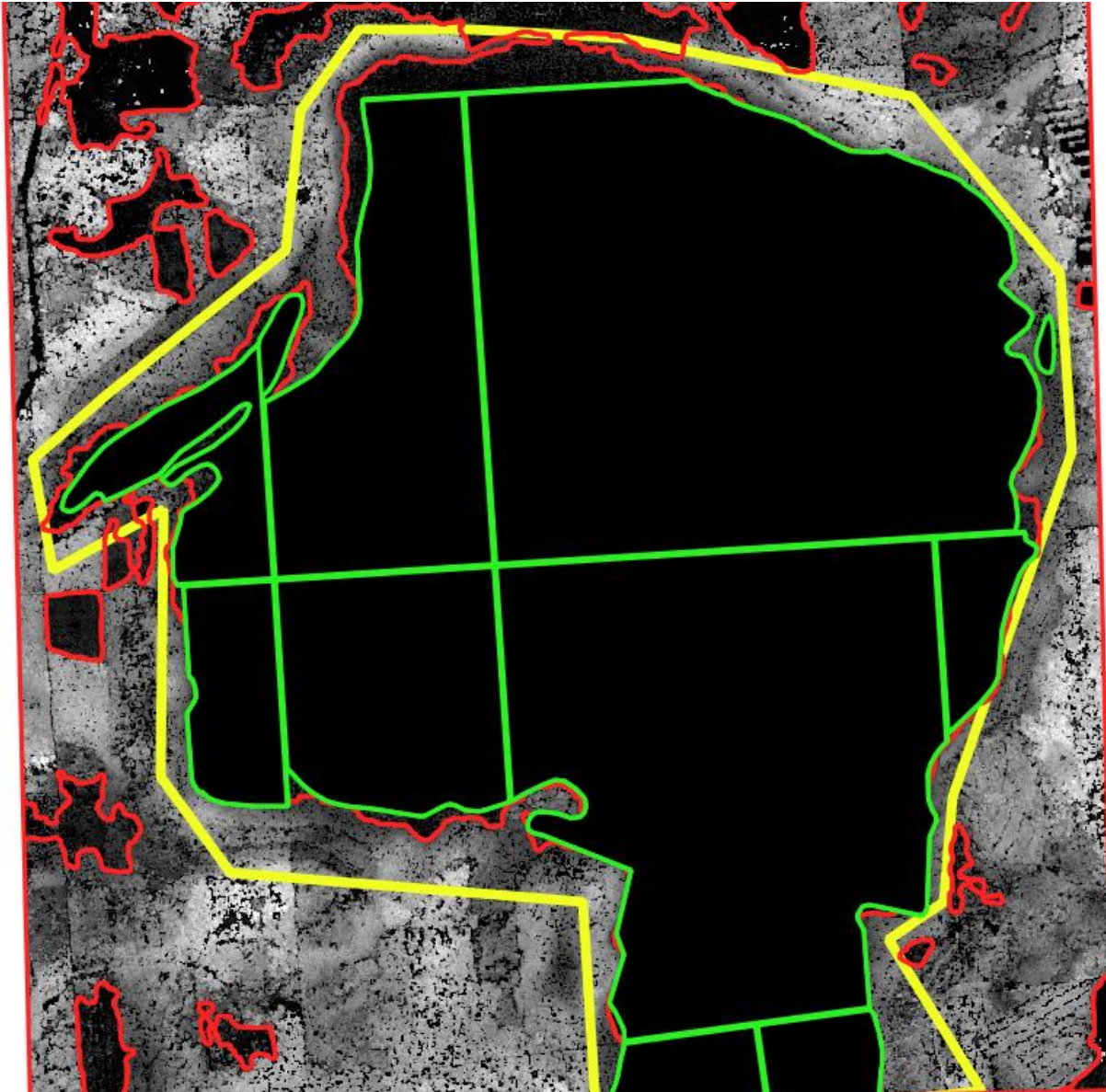
Att. 1.5. 4 testa teritorijas attēlotas ar dzeltenu. Precīzas atrašanās vietas norādītas tabulā 1.2.

Nosaukums, TKS lapas numurs	Purva platība saskaņā ar DAP 7110 un 7112 biotopu kartēm (ha)	Robežas sakritība (%)	Purva teritorija atpazīta kā purva teritorija (ha, % pret otro kolonnu)	Purva teritorija atpazīta kā mežs (ha, % pret otro kolonnu)	Meža teritorija atpazīta kā purvs (ha, % pret otro kolonnu)
Zvaguļu purvs, 4231-21	225	63	219 ha, 97%	6 ha, 3%	11 ha, 5%
Purvi pie Stalbes, 4341-33	237	64	190 ha, 80%	14 ha, 6%	41 ha, 17 %
Medņu purvs, 3441-22	685	57	661 ha , 96%	23 ha, 3%	48 ha, 7%
Aklais purvs, 3341-34	312	63	279 ha, 89%	15 ha, 5%	43 ha, 14%

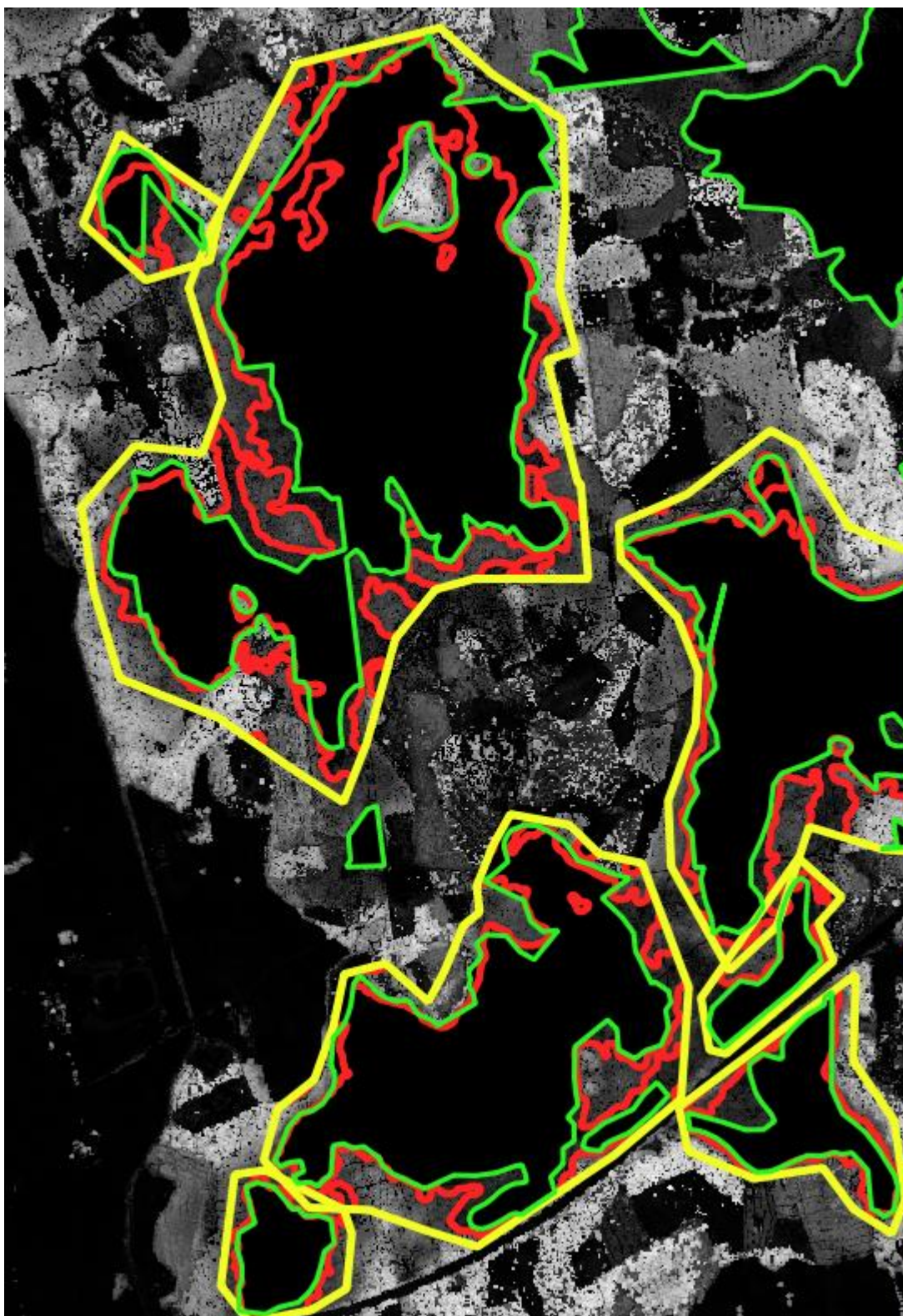
Tabula 1.2. Mežu teritoriju robežu precizitātes novērtējumi 4 testa teritorijām, izmantojot parametrus kā ForestMap7mv2022.shp.

Tabulā 1.2. parādītās vērtības identificē tendenci, ka algoritms purvu teritorijas iezīmē lielākas, salīdzinot ar DAP datiem, taču jāņem vērā algoritmu parametru ietekme.

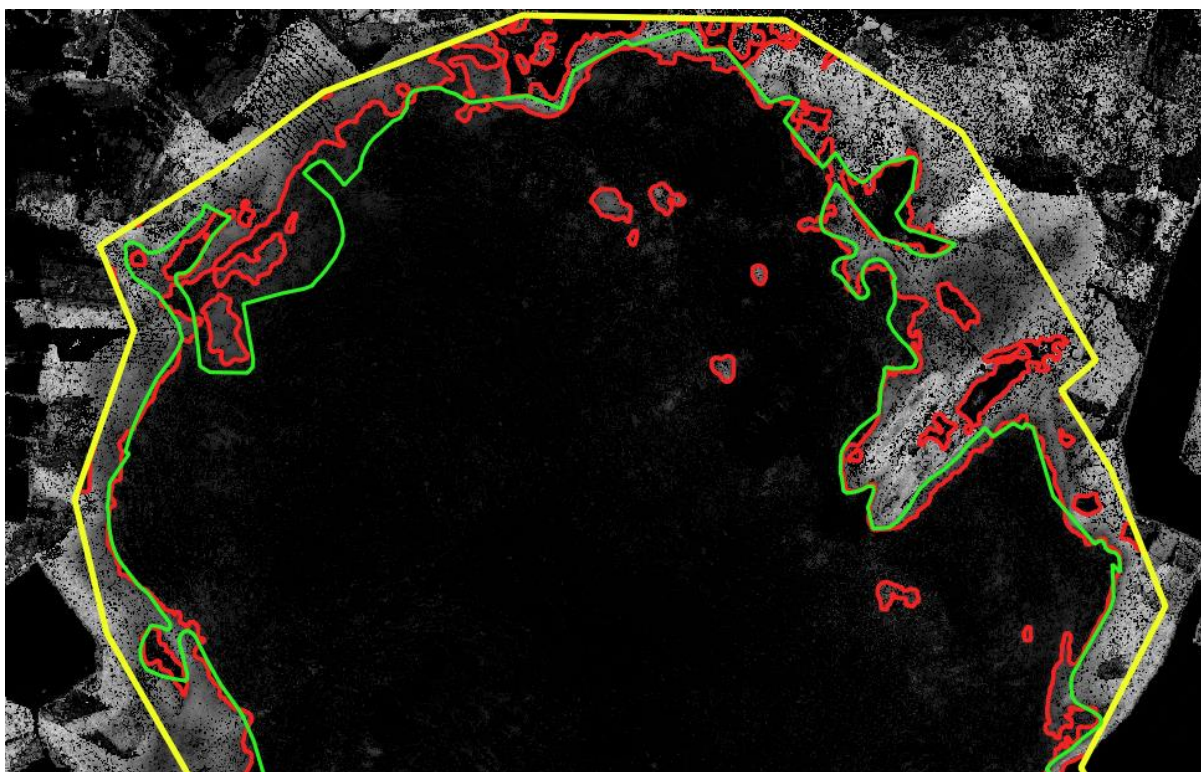
Attēlos zemāk parādītas algoritma noteiktās un references robežas testa teritorijām.



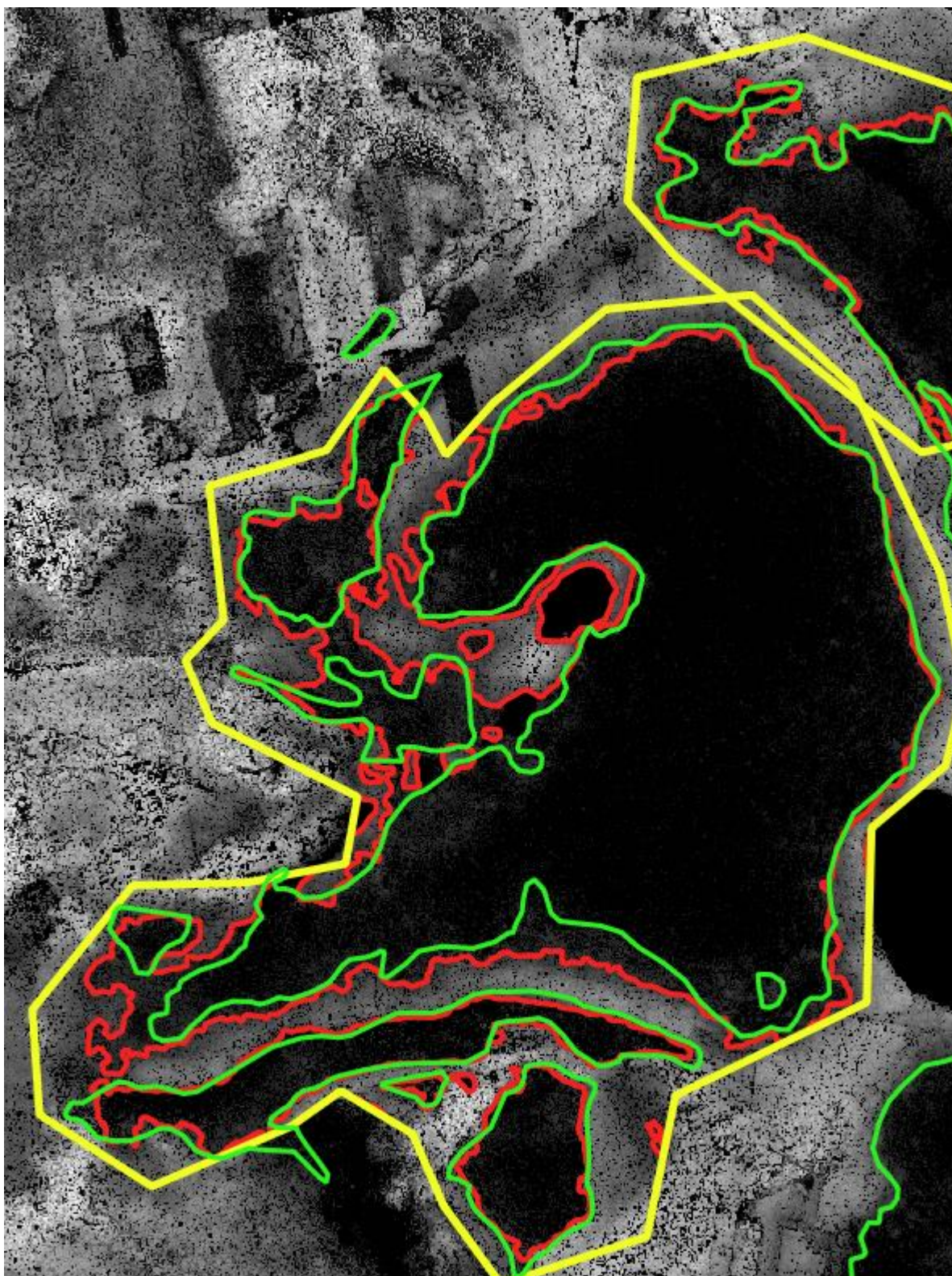
Att. 1.6. Dzeltenā līnija ierobežo teritoriju, kurā veikti skaitliskie aprēķini. Zaļā līnija: DAP 7110 biotopa robeža, sarkanā līnija: algoritma noteiktā robeža.



Att. 1.7. Dzeltenā līnija ierobežo teritoriju, kurā veikti skaitliskie aprēķini. Zaļā līnija: DAP 7110 biotopa robeža, sarkanā līnija: algoritma noteiktā robeža.



Att. 1.8. Dzeltenā līnija ierobežo teritoriju, kurā veikti skaitliskie aprēķini. Zaļā līnija: DAP 7110 biotopa robeža, sarkanā līnija: algoritma noteiktā robeža.



Att. 1.9. Dzeltenā līnija ierobežo teritoriju, kurā veikti skaitliskie aprēķini. Zaļā līnija: DAP 7110 biotopa robeža, sarkanā līnija: algoritma noteiktā robeža.

1.5. Secinājumi

1. Fragmentāru ainavu gadījumā, kā tas ir bieži novērojams starp mežu un purvu teritorijā, rezultātus kritiski ietekmē CCRefSize parametrs. Saskaņā ar skaitliskajiem eksperimentiem un zinātniskajām publikācijām, nonācām pie dažādām CCRefSize vērtībām, atkarībā no izmantotā optimizācijas parametra.
2. Darbplūsma ir ērti lietojama Python vidē, taču nepieciešamas papildu konsultācijas ar DAP speciālistiem par CCRefSize parametra iestatīšanu.
3. Darbplūsmai ir tendence iezīmēt mazākas meža teritorijas salīdzinot ar DAP 7110 biotopu robežām, taču to ietekmē algoritma parametri.
4. Algoritma noteiktajām robežām ir augstāka telpiskā detalizācija.
5. Realizētā darbplūsma ļauj noteikt kvalitatīvas robežas tikai starp mežu teritorijām un purviem vai lauksaimniecības zemēm. Pilsētu teritorijās obligāti nepieciešama zaļās veģetācijas maska, savukārt, autoceļu pareizai apstrādei algoritmam būtu nepieciešami papildinājumi.

Nākošie soļi:

- Izstrādātās kartes ir izmantojamas, lai salīdzinātu meža teritoriju robežas ar jau iezīmētajām robežām, taču ir kritiski nepieciešamas konsultācijas par CCRefSize pareizu iestatīšanu.

Nodotie rezultāti

- Datu kopas, lejuplādējamas te: <https://makonis.edi.lv/s/AJqwC5YtGMcxT6X>

Failu aprakstu skat. failā "MezaSlanuApraksts.docx".

2. Nodevums B: zemsedzes segmentācijas darbplūsma

2.1. Uzdevuma formulējums

Robustas purvu veģetācijas zemsedzes segmentācijas kartes izveide, kas ietver sekojošos soļus:

- liela apjoma Sentinel attēlu izgūšana, automātiskas mākoņu un to ēnu atpazīšanas darbplūsmas izveide;
- automātisku radiometriskās kalibrācijas procedūru realizācija;
- kvalitātes kontroles procedūru realizācija;
- meteoroloģisko apstākļu ietekmes risināšana;

- fenoloģiskā cikla ietekmes risināšana;
- līdzīgu zemesdzemes grupu atrašana un apvienošana;
- izveidotās datnes tiks nodotas sadarbības iestādei.

2.2. Darbplūsmas izstrāde

Lai varētu izveidot robustas purvu veģetācijas zemesdzemes segmentācijas karti, tika veikti sekojoši darbi:

- liela apjoma Sentinel attēlu izgūšana, automatiskas mākoņu un to ēnu atpazīšanas darbplūsmas izveide;
 - Ir izveidota liela apjoma Sentinel attēlu izgūšanas programma, ar kuras palīdzību ir izgūti attēli visai Latvijai dažādās sezonās.
 - Izveidota un pārbaudīta automatizēta mākoņu un ēnu atpazīšanas programma.
 - Ir veikta manuāla mākoņu atpazīšanas kvalitātes pārbaude.
 - Izveidots 3x3km² divu sezonu datu kubu komplekts, kas nosedz visu Latviju.
- automatisku radiometriskās kalibrācijas procedūru realizācija;
 - Izvēlēta darbplūsma, kas ir neatkarīga no atmosfēras ietekmes uz zemesdzemes spektrālo parakstu. Tā balstās uz vienā laikā uzņemtu attēlu klāsterēšanu, t.i., netiek veidotas mozaikas no attēliem, kas iegūti dažādos laikos. Apstrādei tiek izmantoti Sentinel 2 L1C apstrādes līmeņa produkti, tādējādi izvairoties no radiometriskās kalibrācijas algoritmu kļūdām.
- kvalitātes kontroles procedūru realizācija;
 - Ir izveidota kvalitātes kontroles procedūra, ko vispirms veic darbplūsmas izstrādātājs un pēc tam projekta zinātniskais vadītājs. Procedūra balstās uz kvalitatīvu darbplūsmas rezultātu novērtējumu.
- meteoroloģisko apstākļu ietekmes risināšana;
 - Izvēlēta darbplūsma (nelielu datu kubu klāsterēšana), kas ļauj neņemt vērā nokrišņu ietekmi, jo datu apstrāde tiek veikta nelielās, ģeogrāfiski tuvos apgabalos, kuros meteoroloģiskā ietekme ir pietiekami līdzīga, lai to varētu neņemt vērā.
- fenoloģiskā cikla ietekmes risināšanā;
 - Klāsterēšanā tiek izmantoti divu līdz trīs sezonu dati, tādējādi tiek ņemta vērā fenoloģiska cikla ietekme uz zemesdzemes spektrālo parakstu.
- līdzīgu zemesdzemes grupu atrašana un apvienošana (tiks izmantoti K-Means, ISODATA, Dynland un citi algoritmi un tehnoloģijas);

- Izveidota darbspūsma, programmatūra
- Apstrādāta ar Kmeans klāsterētāju 1/6 Latvijas teritorijas
- Apstrādāta ar tehnoloģiju Dynland šajā pašā teritorijā.
- Pieņemts lēmums turpināt klāsterēt ar tehnoloģiju Kmeans, jo:
 - tehnoloģija ļauj apstrādāt datus būtiski ātrāk
 - nav skaidri redzamu Dynland priekšrocību

- izveidoto datņu nodošana sadarbības iestādei

- Ir sagatavota nodošanai visas Latvijas teritorijas purvu biotopu 7110*+7120 karte

2.3 Rezultātu analīze

Ir sagatavoti sekojoši slāņi analīzei par Latviju LKS 92 sistēmā:

- 1) "Jaunatrasta_purviem_raksturiga_zemsedze_7110_7120" ir attēlots purvu biotopiem raksturīgais zemsedzes datu slānis, kurā DAP datus nav uzrādīti biotopi 7110* vai 7120, bet mūsu klasifikātors ir atradis spektrāli līdzīgu zemsedzi kā biotopiem 7110* vai 7120.
- 2) "Jaunatrasta_purviem_raksturiga_zemsedze_7140" ir attēlots purvu biotopam raksturīgais zemsedzes datu slānis, kurā DAP datus nav uzrādīts biotops 7140, bet mūsu klasifikātors ir atradis spektrāli līdzīgu zemsedzi kā biotopam 7140.
- 3) "Neatrasta_purviem_raksturiga_zemsedze_7110_7120" ir attēlots purvu biotopiem neraksturīgais zemsedzes datu slānis, kurā DAP datus ir uzrādīti biotopi 7110* vai 7120, bet mūsu klasifikātors nav atradis biotopiem 7110* vai 7120 spektrāli līdzīgu zemsedzi.
- 4) "Neatrasta_purviem_raksturiga_zemsedze_7140" ir attēlots purvu biotopam 7140 neraksturīgais zemsedzes datu slānis, kurā DAP datus ir uzrādīts biotops 7140, bet mūsu klasifikātors nav atradis biotopam 7140 spektrāli līdzīgu zemsedzi.
- 5) "DAP_rasterized_7110_7120", kurā ir attēloti purva biotopa 7110* vai 7120 datu slānis no DAP.
- 6) "DAP_rasterized_7140", kurā ir attēlots purva biotopa 7140 datu slānis no DAP.
- 7) "Latvija_Labels_B7110_7120", kurā ir attēlots datu slānis, kurā klasifikātors ir detektējis purva biotopus 7110* vai 7120.
- 8) "Latvija_Labels_B7140", kurā ir attēlots datu slānis, kurā klasifikātors ir detektējis purva biotopu 7140.
- 9) "Latvija_credibility_B7110_7120", kurā ir attēlots ticamības datu slānis, ar kādu klasifikātors ir detektējis purva biotopus 7110* un 7120.
- 10) "Latvija_credibility_B7140", kurā ir attēlots ticamības datu slānis, ar kādu klasifikātors ir detektējis purvu biotopu 7140.
- 11) ESRI Satellite (ArcGIS/World_Imagery) - ESRI ģeotelpisks datu attēlojums.

Tālāk paanalizēsīm dažādās Latvijas daļās purvu biotopu iegūtos rezultātus.

2.3.1. Purva biotopu 7110* vai 7120 rezultāti

Iesākumā apskatīsim fragmentu no purva (purva centra koordinātes : LKS92 373877, 369691), kurā apskatīsim purvu biotopus 7110* vai 7120.



(a) Jaunatrastā purvu biotopiem 7110* vai 7120 raksturīgā zemsedze



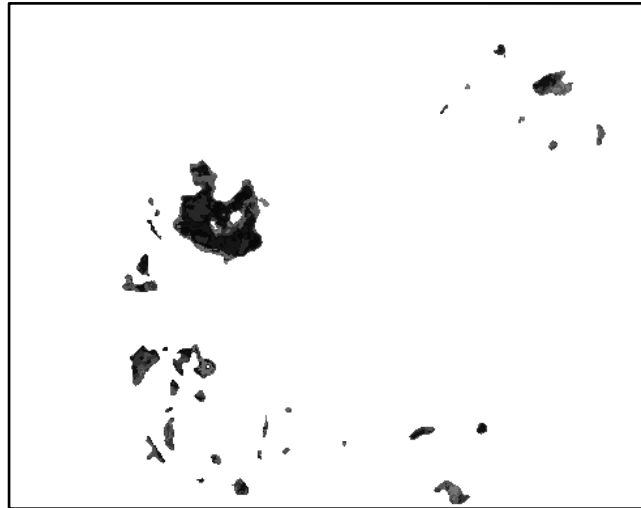
(b) Neatrastā purvu biotopiem 7110* vai 7120 raksturīgā zemsedze



(c) DAP dati



(d) Klasifikācijas rezultāts



(e) Klasifikācijas rezultāta ticamības attēls

Att. 2.1.

Attēlā 2.1e ticamība ir norādīta ar gaišumu; jo tumšāka krāsa, jo klasifikācijas rezultāta ticamība ir augstāka.

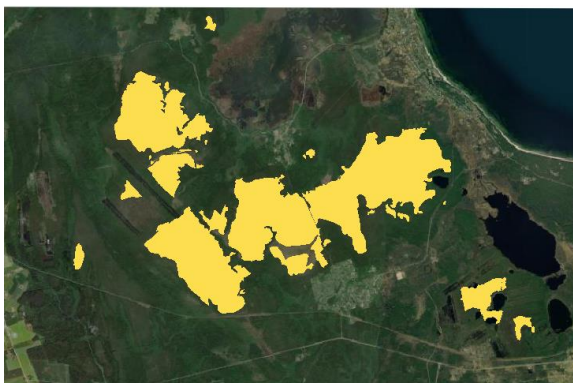
Apskatīsim fragmentu no cita purva (purva centra koordinātes : LKS92 466503, 313227)



(a) Jaunatrastā purva biotopiem 7110* vai 7120 raksturīgā zemsedze



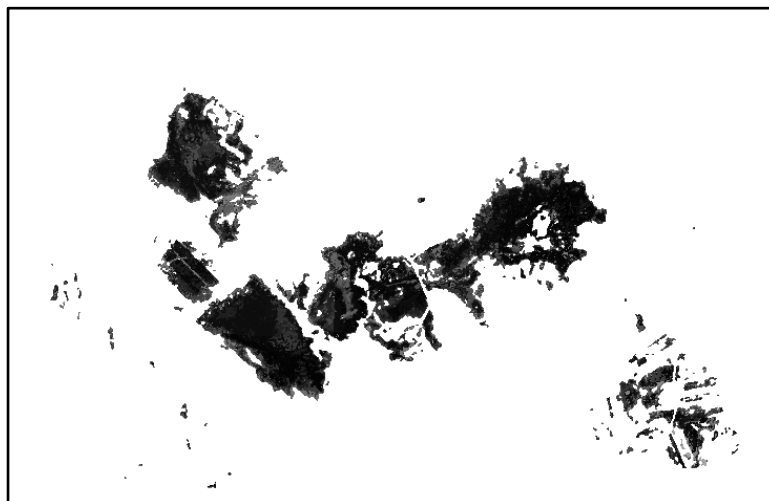
(b) Neatrasta purva biotopiem 7110* vai 7120 raksturīgā zemsedze



(c) DAP dati



(d) Klasifikācijas rezultāts



(e) Klasifikācijas rezultāta ticamības attēls

Att 2.2.

Attēlā 2.2e ticamības ir norādītas ar krāsām, jo ir tumšāka krāsa, jo ticamības ir augstāka. No iegūtajiem rezultātiem varam redzēt, ka purva biotopi pēc spektrālās līdzības ir atrasti droši.

2.3.2. Purva biotopu 7140 rezultāti

Purva biotopam 7140 raksturīgā zemsedze (LKS92 467542, 312208)



(a) Jaunatrastā purva biotopam 7140 raksturīgā zemsedze



(b) Neatrastā purva biotopiem 7140 neraksturīgā zemsedze



(c) DAP dati



(d) Klasifikācijas rezultāts



(e) Klasifikācijas rezultāta ticamības attēls

Att 2.3.

Šajā attēlā var redzēt, ka ir atrasts jauns purva biotopa apgabals, kā arī ir transformētas esošā purva robežas.

2.4. Secinājumi

- Ir atklātas teritorijas ar purvu biotopam 7110* vai 7120 spektrāli līdzīgu zemsedzi ārpus references (DAP) datu teritorijām
- References datu biotopa 7110* vai 7120 teritorijās ir atklāti apakšapgabali, kas nav raksturīgi 7110* vai 7120 biotopiem
- Ir atklātas teritorijas ar purvu biotopam 7140 spektrāli līdzīgu zemsedzi ārpus references datu teritorijām
- References datu biotopa 7140 teritorijās ir atklāti apakšapgabali, kas nav raksturīgi 7140 biotopiem
- Daļa jaunatklātās purviem spektrāli raksturīgās zemsedzes atklāta mitrās kailcirtēs.

Nodotie rezultāti

- Datu kopas, lejuplādējamas te: <https://makonis.edi.lv/s/HMgFsCarti9nLpa> , t.sk.
 - Purvu biotopiem (7110* un 7120, 7140) spektrāli raksturīgie zemsedzes slāņi katram biotopam (GeoTIFF, Latvijas teritorija LKS92 koordinātu sistēmā)
 - Purvu biotopiem (7110* un 7120, 7140) spektrāli raksturīgie zemsedzes slāņu ticamības katram biotopam (GeoTIFF, Latvijas teritorija LKS92 koordinātu sistēmā)
 - Salīdzinājuma slāņi ar DAP 2021. gada 24. novembra biotopu (7110* un 7120, 7140) karti:
 - DAP references datos neatklātie purviem raksturīgās zemsedzes apgabali
 - DAP references datos neatklātie purviem raksturīgās zemsedzes apgabali

Failu aprakstu skat. failā "readme.txt".