

# Eiropas Savienības sauszemes un saldūdeņu biotopu platību izmaiņu uzraudzības metodika, izmantojot attālās izpētes datus un valsts reģistrus

Dr.phys. Dainis Jakovels, Mg.biol. Rūta Abaja,  
Mg.phys. Agris Brauns, Jevgēnijs Filipovs

**2022. gada 15. novembris**

# Saturs

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ievads .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>Pieejamie dati un to potenciālais pielietojums .....</b>                        | <b>4</b>  |
| <b>Attālās izpētes dati un datu produkti .....</b>                                 | <b>4</b>  |
| Brīvpieejas satelītu dati un to iegūšanas iespējas .....                           | 4         |
| Brīvpieejas satelītu datu produkti .....                                           | 12        |
| Nacionālie ortofoto un lāzerskenēšanas dati .....                                  | 21        |
| Citi augstas izšķirtspējas attālās izpētes dati .....                              | 24        |
| Augstas izšķirtspējas datu produkti .....                                          | 31        |
| <b>Valsts reģistru dati .....</b>                                                  | <b>38</b> |
| Valsts meža dienests .....                                                         | 38        |
| Lauku atbalsta dienests .....                                                      | 38        |
| Valsts zemes dienests .....                                                        | 39        |
| Zemkopības ministrijas nekustamo īpašumi .....                                     | 39        |
| <b>Datu kombinēšanas iespējas .....</b>                                            | <b>39</b> |
| <b>Ieteikumi datu strukturēšanai un glabāšanai .....</b>                           | <b>40</b> |
| <b>Eiropas Savienības biotopu platību un kvalitātes monitoringa iespējas .....</b> | <b>41</b> |
| Mežu biotopi .....                                                                 | 41        |
| Virsjū biotopi .....                                                               | 48        |
| Parkveida biotopi .....                                                            | 53        |
| Zālāju biotopi .....                                                               | 57        |
| Saldūdeņu biotopi .....                                                            | 64        |
| Jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopi .....                                   | 70        |
| Piejūras un iekšzemes kāpu biotopi .....                                           | 75        |
| Purvu biotopi .....                                                                | 80        |
| Iežu atsegumu biotopi .....                                                        | 86        |
| <b>Datu kvalitātes kontroles mehānismi .....</b>                                   | <b>87</b> |
| <b>Darba laika apjoma un izmaksu kalkulācija .....</b>                             | <b>88</b> |
| <b>Kopsavilkums un ieteikumi .....</b>                                             | <b>89</b> |
| <b>Literatūras saraksts .....</b>                                                  | <b>90</b> |

# Ievads

Metodika ir sagatavota saskaņā ar Dabas aizsardzības pārvaldes un Nodibinājuma "Vides risinājumu institūts" noslēgtā pakalpojuma līguma Nr. 7.7/279/2022 prasībām. Darbs finansēts un veikts Dabas aizsardzības pārvaldes īstenotā Latvijas vides aizsardzības fonda projekta "Biotopu kvalitātes un platību izmaiņu uzraudzības monitoringa metodikas aktualizēšana" (Reģ.Nr.1-08/27/2022) ietvaros

Pakalpojuma kopējais mērķis ir aktualizēt Eiropas Savienības (ES) sauszemes un saldūdeņu biotopu platību izmaiņu uzraudzības metodiku "Īpaši aizsargājamo biotopu platību izmaiņu uzraudzība, izmantojot attālās izpētes datus un valsts reģistrus", kuru 2013.gadā izstrādājuši A.Auniņš un V.Lārmanis.

Šo metodiku ir paredzēts izmantot turpmākam Natura 2000 teritoriju monitoringam un valsts (fona) monitoringam. Iespēju robežās metodika paredz arī ES nozīmes biotopu kvalitātes un to ietekmējošos faktoru novērtējumu. Galvenais fokuss metodikas izstrādē ir veltīts attālās izpētes pielietojumam tieši ES nozīmes biotopu platību izmaiņu vērtējumam, lai nodrošinātu nepieciešamos datus Natura 2000 standarta datu formu aktualizēšanai un Eiropas Padomes Direktīvas 92/43/EEK (1992. gada 21. maijs) par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību (Biotopu direktīva) ziņojumu sagatavošanai. Minēto datu formu aktualizēšanu un Biotopu direktīvas ziņojuma sagatavošanu nepieciešams veikt reizi sešos gados.

Atšķirībā no iepriekšējās metodikas, šī aktualizētā metodika ietver labās prakses un piemērus no citām Eiropas boreālā reģiona valstu pieejām ES biotopu platību un kvalitātes novērtēšanā, kuras potenciāli iespējams pārņemt Latvijā. Apkopojums par citu Eiropas boreālā reģiona valstu pieeju attālās izpētes pielietojumam ES biotopu monitoringā atsevišķi D. Jakoveļa un R. Abajas (2022) iepriekš sagatavotā nodevumā šī paša pakalpojuma līguma ietvaros.

Metodikas sākumā ietverts apskats par attālās izpētes datiem, to veidiem un pielietojuma iespējām. Valsts reģistra dati apskatīti tikai tie, kas potenciāli var sniegt lielāku pienesumu ES sauszemes un saldūdeņu biotopu platības un kvalitātes izmaiņu novērtēšanai. Metodika piedāvā ieskatu par šo abu datu veidu – attālās izpētes un valsts reģistra datu kombinēšanas iespējām, kā arī šo datu vispārējiem strukturēšanas un glabāšanas ieteikumiem.

Pamatsaturs metodikai balstīts uz ES nozīmes biotopu klasifikācijas rokasgrāmatā (Auniņš 2013) minētajām pazīmēm. Metodikas aprakstā biotopu grupas iedalītas sekojoši: meži, virsāji, parkveida biotopi, zālāji, saldūdens biotopi, jūras piekrastes un iesāļu augtņu biotopu, piejūras un iekšzemes kāpu biotopu, purvi, iežu atsegumi. Katrai grupai apkopotas pamatpazīmes un tālāk raksturotas biotopu grupas vai to veidu izdalīšanas iespējas attālās izpētes vai valsts reģistru datus. Biotopu kvalitātes pazīmju novērtēšanas iespējas balstītas pazīmēs, kas minētas ES nozīmes biotopu inventarizācijas un monitoringa anketās. Katram biotopa veida vai kvalitātes pazīmes parametram pretī norādītas to novērtēšanas iespējas, izmantojot attālās izpētes un/vai valsts reģistra datus.

Metodikas noslēgumā aprakstīti datu kvalitātes kontroles mehānismi un darbam provizoriski paredzamais laika apjoms un izmaksas, kā arī kopējie secinājumi par metodikas pielietojamību paredzētajam mērķiem un turpmākiem ieteikumiem tās pielietošanā un attīstīšanā.

## Pieejamie dati un to potenciālais pielietojums

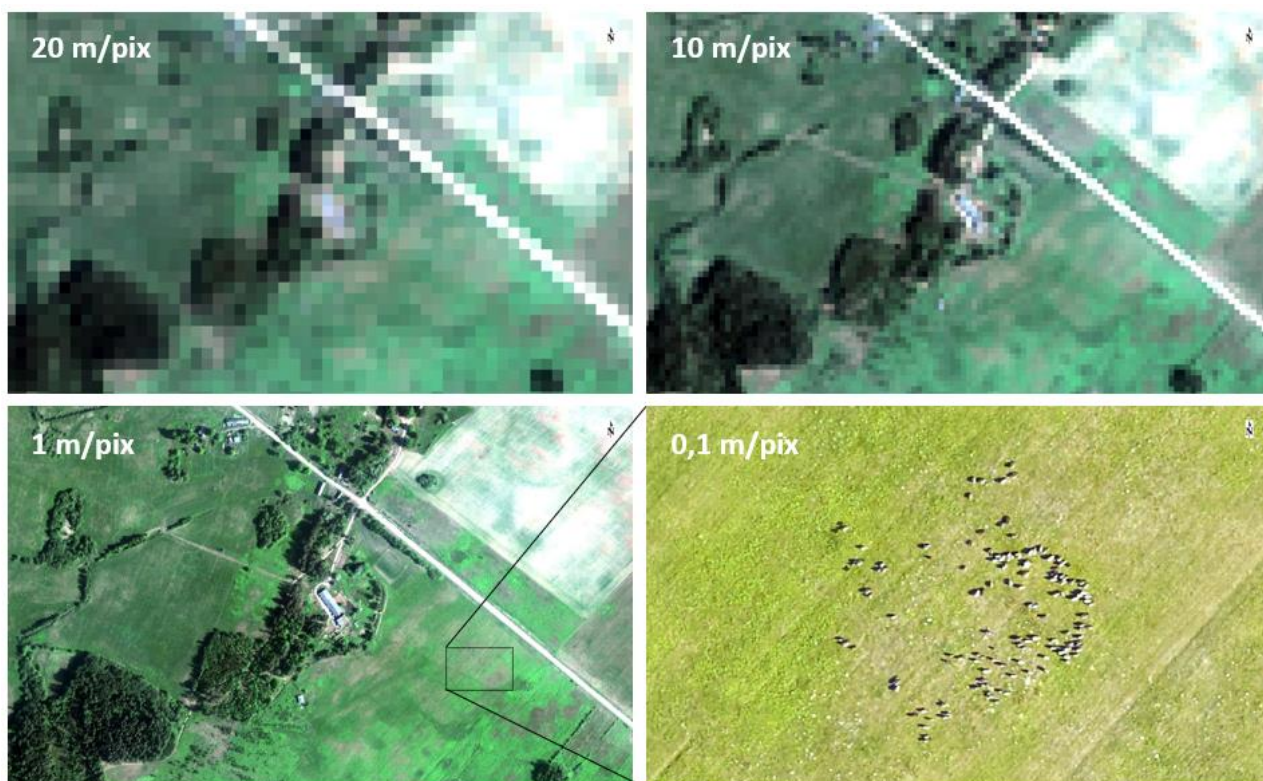
Šī sadaļa sniedz ieskatu pieejamos attālās izpētes datos un no tiem iegūstamos datu produktos, kas ir, vai potenciāli būtu noderīgi biotopu raksturlielumu novērtēšanai, kā arī ir piemēroti datu kombinēšanai un strukturēšanai un glabāšanai.

### Attālās izpētes dati un datu produkti

Galvenais akcents šajā sadaļā ir uz brīvpieejas satelītdatiem un citiem brīvpieejas datiem. Datiem ir norādīti to limiti un iespējas, un doti piemēri, kur konkrētie dati apliecinājuši to piemērotību konkrētu biotopu, vai tiem nozīmīgu parametru izdalīšanā un vērtēšanā.

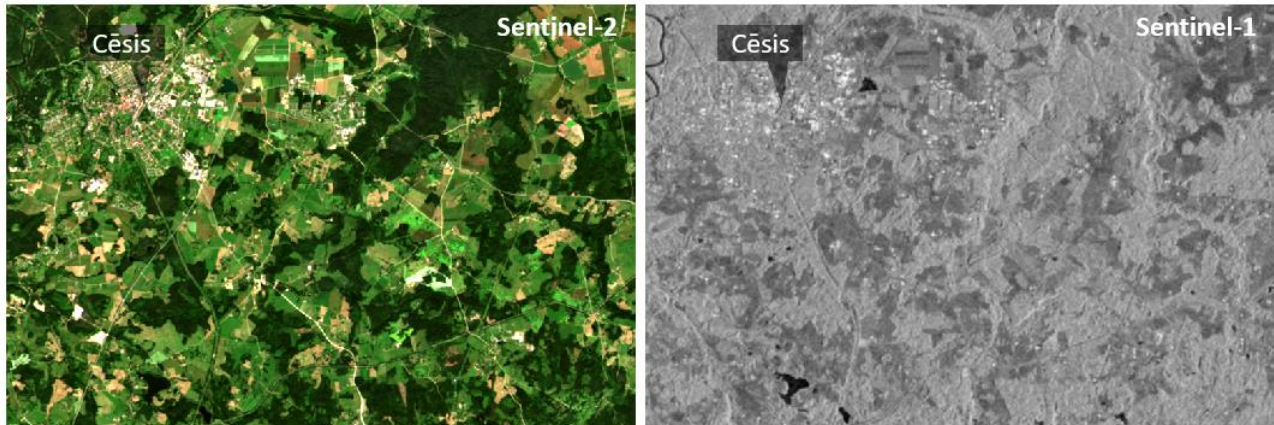
### Brīvpieejas satelītu dati un to iegūšanas iespējas

Sentinel un Landsat satelītu dati ir šobrīd piemērotākie brīvpieejas satelītu dati biotopu monitoringam, jo nodrošina augstāko telpisko izšķirtspēju 10...30 m/pikseli, ja salīdzina ar citiem brīvi pieejamiem satelītdatiem. Telpiskā izšķirtspēja nosaka, cik mazi objekti būs redzami uz pārējā attēla fona. Piemērs Sentinel-2 20 m/pikseli un 10 m/pikseli telpiskās izšķirtspējas datus redzamai detalizācijai salīdzinājumā ar augstas izšķirtspējas 1 m/pikseli un 10 cm/pikseli attālās izpētes datiem redzams 1. attēlā. Šobrīd 10 m/pikseli ir labākā brīvi pieejamo datu telpiskā izšķirtspēja, augstākas izšķirtspējas dati jau ir maksas datu segments. Publiskam sektoram pieejamo satelītdatu maksimālā telpiskā izšķirtspēja ir 30 cm/pikseli, augstākas izšķirtspējas dati tiek ievākti ar lidaparātiem. Brīvpieejas satelītu dati šobrīd nav piemēroti atsevišķu objektu (piem., koku, māju, dzīvnieku) izšķiršanai, tomēr tie var tikt izmantoti Zemes seguma veida noteikšanai, kā arī izmaiņu novērošanai lielākā nogabalā (piem., mežaudzes vai lauka līmenī).



1. attēls. Salīdzinājums dažādas telpiskās izšķirtspējas attālās izpētes datos redzamai detalizācijai (Avots: Vides risinājumu institūts).

Pieejamos brīvpieejas satelītu datus var iedalīt divos veidos – optiskie un radara. Attēlā zemāk parādīti salīdzinājumam Sentinel-2 optiskie un Sentinel-1 radara dati (2. attēls). Krāsu jeb RGB attēls ir pierastākā optisko datu reprezentācija, tie ir samērā vienkārši un tieši interpretējami, tomēr to pieejamību nosaka bezmākoņu laika apstākļi. Optiskie dati ir labi piemēroti Zemes seguma un veģetācijas tipu klasifikācijai, kā arī stāvokļa novērtēšanai. Radara dati ir trokšņaināki un grūtāk interpretējami, tomēr to galvenā priekšrocība ir datu pieejamības regularitāte, jo to neietekmē mākoņainība. Šie dati ir piemēroti izmaiņu monitoringam, kam nepieciešams noteikts novērojumu biežums un regularitāte.



2. attēls. Salīdzinājums Sentinel-2 optiskiem un Sentinel-1 radara datiem Cēsu apkārtnē.

#### Optiskie Sentinel-2 un Landsat-8/9 satelītu dati

Optiskie dati tiek ievākti ne tikai redzamās gaismas diapazonā, kas nodrošina krāsu jeb RGB attēlu, bet arī infrasarkanā spektra diapazonā, kas dod papildus iespējas Zemes seguma klasifikācijai un stāvokļa novērtēšanai. Biotopu monitoringam piemērotākie ir divu satelītu optiskie dati – Sentinel-2, kuru pārvalda Eiropas Kosmosa aģentūra (ESA), un Landsat-8/9, kuru operē Nacionālā aeronautikas un kosmosa administrācija (NASA). Abu optisko satelītu datu galveno raksturlielumu salīdzinājums parādīts 1. tabulā. Sentinel-2 pārspēj Landsat-8/9 visos raksturlielumos, tāpēc tas šobrīd būtu primāri lietojamais optisko satelītu datu avots. Landsat-8/9 var tikt izmantots kā alternatīva, ja Sentinel-2 dati nav pieejami, bet tādā gadījumā jāreķinās ar datu apstrādes darblūsmas pielāgošanu, tai skaitā arī zemāku telpisko izšķirtspēju.

1. tabula. Galveno raksturlielumu salīdzinājums Sentinel-2 un Landsat-8/9 datiem.

|                                            | Sentinel-2        | Landsat-8/9    |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------|
| Augstākā telpiskā izšķirtspēja             | 10 m/pikseli      | 15 m/pikseli   |
| Krāsu jeb RGB attēla izšķirtspēja          | 10 m/pikseli      | 30 m/pikseli   |
| Infrasarkano spektrālo kanālu izšķirtspēja | 10...20 m/pikseli | 30 m/pikseli   |
| Infrasarkano spektrālo kanālu skaits       | 6                 | 3              |
| Pārlidošanas biežums                       | Reizi 5 dienās    | Reizi 8 dienās |

Sentinel-2 satelīta dati tiek ievākti ar diviem satelītiem, kas spēj nodrošināt pārlidošanas un datu ievākšanas biežumu reizi piecās dienās tai pašai orbītai. Tomēr Latvijas platuma grādos novērojama dubulta vai pat trīskārša orbītu pārklāšanās, kas nozīmē, ka datu biežums parasti ir aptuveni 2...3 reizes lielāks. Piemēram, nesen veiktā Vides risinājumu institūta (VRI) pētījumā Sentinel-2 datu pieejamībai Burtnieka ezeram tika konstatēts, ka sešu mēnešu periodā (maijs - oktobris 2022) ezers pilnībā vai daļēji redzams 109 satelīta ainās jeb vidēji 18 ainas/mēnesī. Tomēr tikai 15 no tām bija bezmākoņu ainas. VRI iepriekšējā pieredze rāda, ka Sentinel-2 dati spēj nodrošināt vismaz vienu bezmākoņu novērojumu mēnesī interesējošam objektam Latvijā, tomēr mēdz būt arī izņēmuma mēneši nepiemērotu laikapstākļu dēļ.

Sentinel-2 satelīts šobrīd nodrošina augstāko brīvi pieejamo datu telpisko izšķirtspēju – 10 m/pix, kas tiek nodrošināta trim redzamās gaismas spektrāliem kanāliem, kā arī vienam

infrasarkanā (IS) spektrālā diapazona kanālam. Tādējādi ir iespējams ne tikai izveidot krāsu ortofoto ar 10 m/pikseli telpisko izšķirtspēju, bet arī attiecīgās izšķirtspējas veģetācijas indeksa novērtējumu. Ja Zemes seguma vai veģetācijas tipu klasifikācijā nepieciešama augstāka spektrālā izšķirtspēja (spektrālo kanālu skaits), tad jāreķinās ar 20 m/pikseli telpisko izšķirtspēju attiecīgajam kartējumam.

Sentinel-2 optiskie dati ir labi piemēroti biotopu platību un arī kvalitātes izmaiņu novērtēšanai, ja interesē izmaiņas reizi gadā vai retāk. Sentinel-2 spektrālo kanālu specifikācija un populārākie pielietojumi skatāmi 2. tabulā.

2. tabula. Sentinel-2 spektrālie kanāli un to pielietojums.

| Numurs | Pielietojums                   | Spektrālais diapazons (nm) | Telpiskā izšķirtspēja (m/pikseli) |
|--------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| B1     | Atmosfēras korekcija           | 433-453                    | 60                                |
| B2     | Zilais                         | 458-523                    | 10                                |
| B3     | Zaļais                         | 543-578                    | 10                                |
| B4     | Sarkanais                      | 650-680                    | 10                                |
| B5     | Veģetācijas stresa indeksi     | 698-713                    | 20                                |
| B6     | Veģetācijas stresa indeksi     | 733-748                    | 20                                |
| B7     | Veģetācijas stresa indeksi     | 773-793                    | 20                                |
| B8     | Veģetācijas un mitruma indeksi | 785-900                    | 10                                |
| B8A    | Veģetācijas un mitruma indeksi | 855-875                    | 20                                |
| B9     | Atmosfēras korekcija           | 935-955                    | 60                                |
| B10    | Atmosfēras korekcija           | 1360-1390                  | 60                                |
| B11    | Mitruma indekss                | 1565-1655                  | 20                                |
| B12    | Minerālu segumu izšķiršana     | 2100-2280                  | 20                                |

#### *Radara Sentinel-1 satelītu dati*

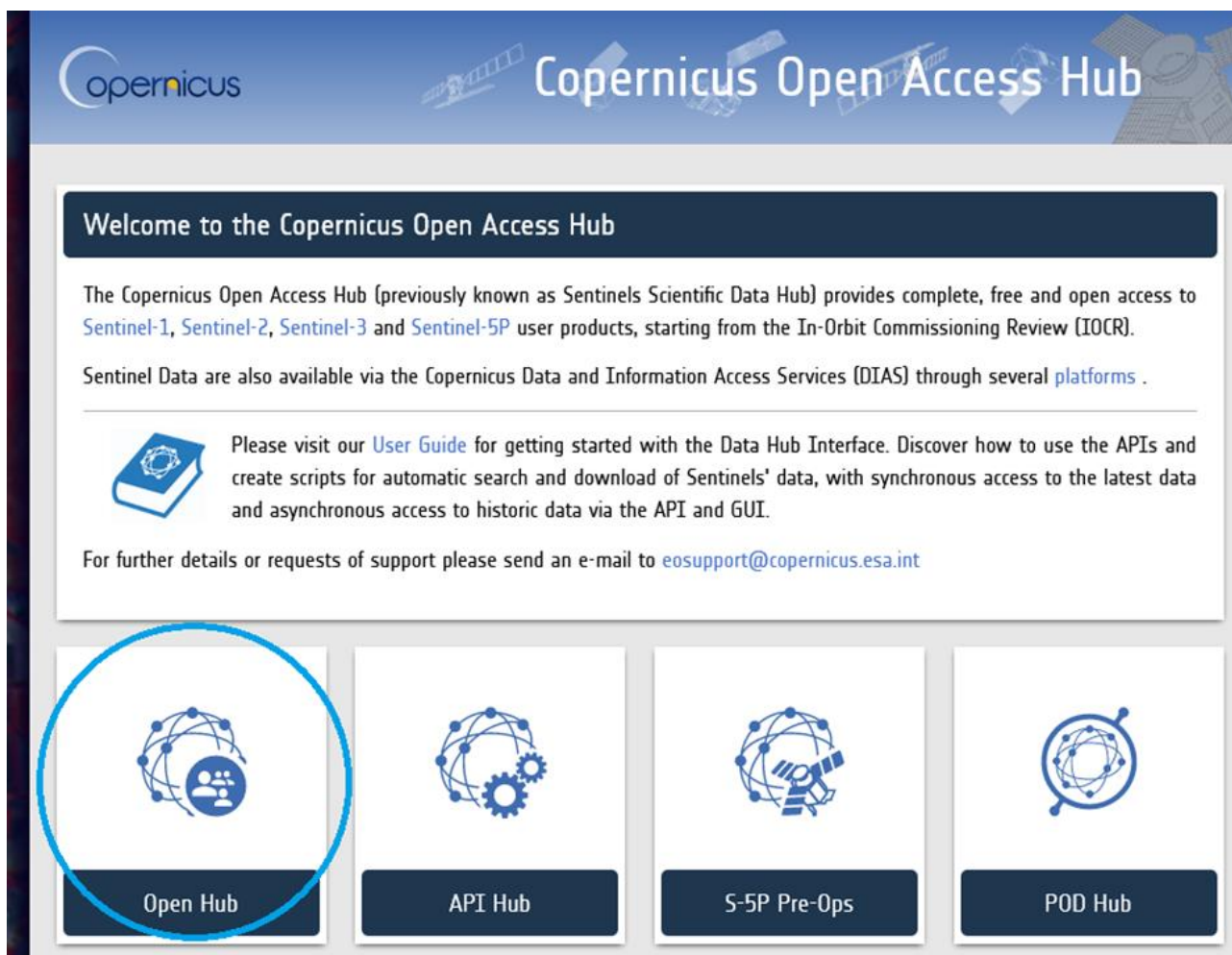
Radara datu galvenā priekšrocība ir ievākšanas regularitāte, ko neietekmē laikapstākļi, jo to ievākšanai tiek izmantots aktīvais sensors. Atstarotā radara signālu ietekmē vairākas virsmas seguma īpašības (dielektriskā pretestība, raupjums, kā arī mitrums), to apstrāde un interpretācija ir daudz sarežģītāka.

Sentinel-1 satelīta radara dati tiek ievākti ar diviem satelītiem, kas nodrošina novērojumu biežumu reizi sešās dienās. Šobrīd viens no diviem satelītiem nedarbojas, bet ESA plāno atjaunot divu satelītu konstelāciju 2023. gadā. Radara datu telpiskā izšķirtspēja ir 20 m/pikseli. Galvenie Sentinel-1 satelītu datu pielietojumi, kas varētu būt saistoši biotopu monitoringā ir:

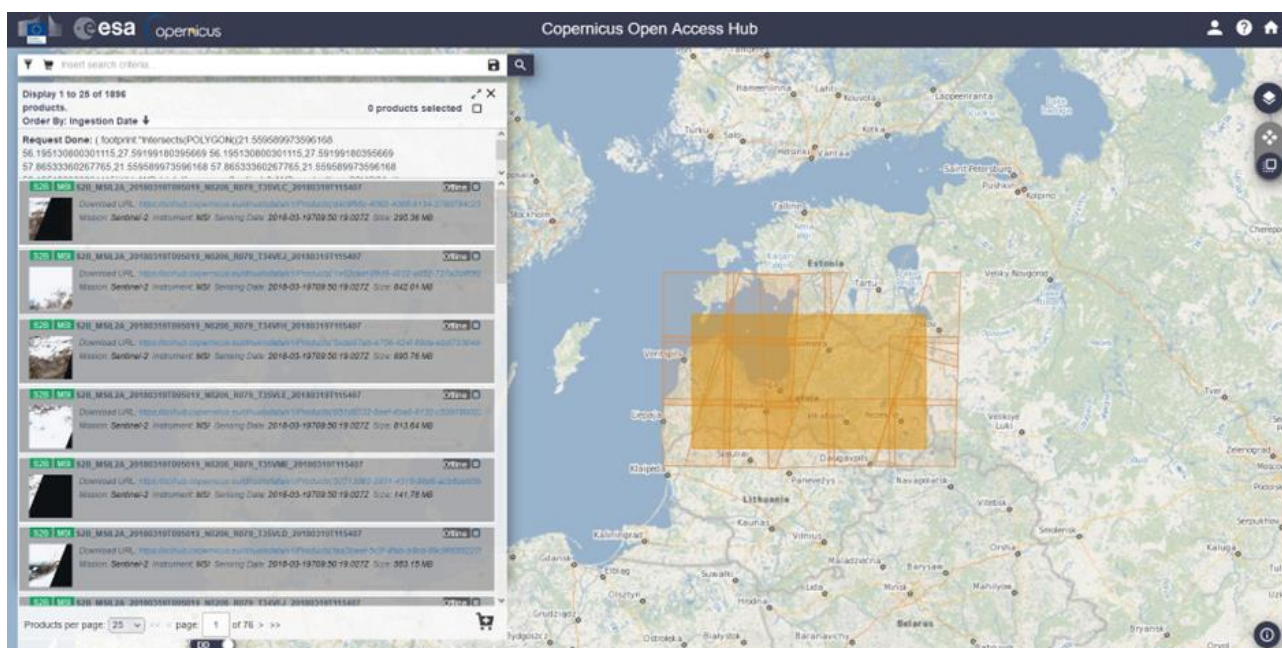
- Zālāju pļaušanas un uzaršanas monitorings
- Lauksaimniecības kultūru monitorings
- Applūstošo teritoriju monitorings

#### *Sentinel datu meklēšanas un lejuplādes iespējas*

Sentinel-1 un Sentinel-2 datu pieejamību nodrošina no speciāli izveidota Copernicus brīvpieejas datu centra ([Copernicus Open Access Hub](#)). Šis ir primārais datu ieguves avots, kuru uztur Copernicus programma sadarbībā ar ESA. Lai varētu piekļūt datiem un tos lejupielādēt ir nepieciešama vienkārša reģistrēšanās Copernicus brīvpieejas servisa pakalpojumam (3. attēls). Pēc reģistrācijas ir iespējams filtrēt datus pēc sensora veida, laika perioda un interesējošā reģiona.



3. attēls. Copernicus datu centra mājas lapa ar atzīmētu izvēlni Sentinel datu iegūšanai.



4. attēls. Copernicus datu centra mājas lapa, kurā parādīta lietotāja iespējas atlasīt Sentinel satelītu datus.

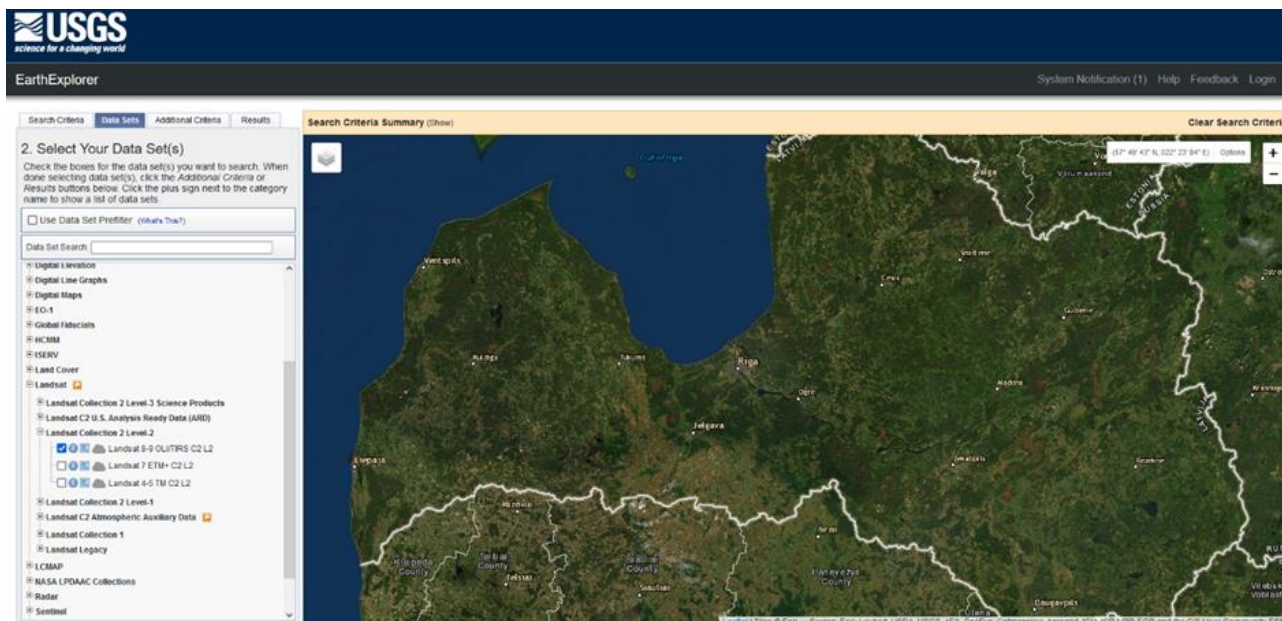
Ir iespējama arī automatizēta datu filtrēšana un lejupielāde, izmantojot [Copernicus datu centra API Hub](#) (4. attēls). Sīkāka informācija un lietošanas piemēri atrodami centra mājas lapā.

Kā alternatīvas datu ieguves un apstrādes vides tiek minētas DIAS platformas, kas izveidotas, lai lietotājiem būtu iespēja piekļūt un apstrādāt Copernicus programmas datus bez vajadzības tos lejupielādēt. DIAS platformas ir maksas pakalpojums, taču tās sniedz iespēju ne tikai piekļūt datiem to nelejupielādējot, bet arī izveidot datu apstrādes vidi, kur datus apstrādāt, tādējādi mazinot nepieciešamību pēc savu serveru vai jaudīgu datorsistēmu izveides. DIAS platformas ir ar pievilcīgiem datu apstrādes un piekļuves rīkiem, jo dažādie servisu abonēšanas plāni ļauj rezervēt nepieciešamo skaitļošanas resursu apjomu uz noteiktu laiku vai maksāt par serveru noslodzi, tikai kad tie tiek darbināti. Šobrīd pieejamas piecas DIAS platformas:

- [CREODIAS](#)
- [ONDA](#)
- [Mundi](#)
- [Sobloo](#)
- [WeKEO](#)

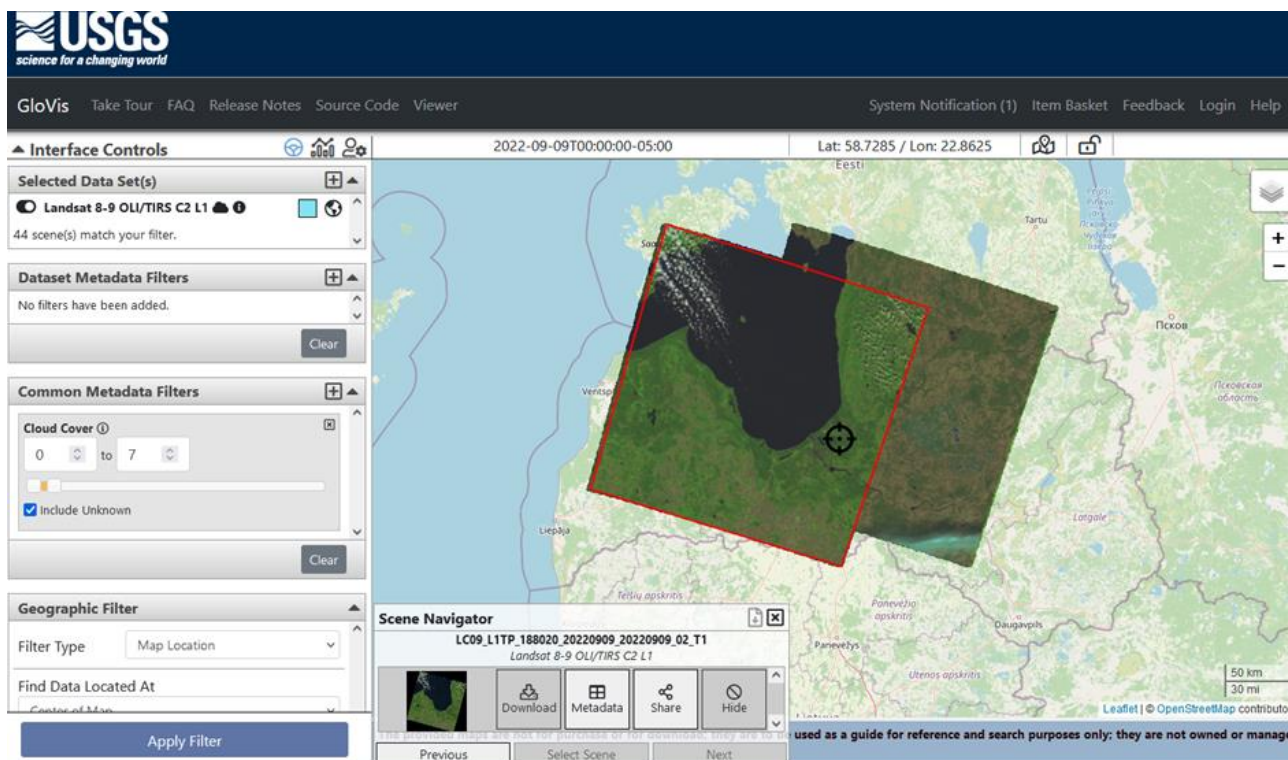
#### *Landsat datu meklēšanas un lejupielādes iespējas*

Primārā vietne, kurā piekļūt NASA\USGS satelītu datiem un datu arhīvam ir [USGS Earth Explorer](#). USGS Earth Explorer vietne ļauj pielāgot meklēšanas parametrus Landsat datiem (5. attēls). Pēc reģistrēšanās vietnē iespējams meklēt datus, izvēloties reģionu kartē, ievadot koordinātas vai ievadot vietas nosaukumu. Turklāt ir arī iespēja izvēlēties dažādas datu kopas (piem., "Landsat 4-5 TM", "Landsat 7 ETM+", "Landsat 8/9") un pēc tam atlasīt tādus parametrus kā mākoņu pārklājuma procentuālais apmērs un veidot laika diapazonu filtru.



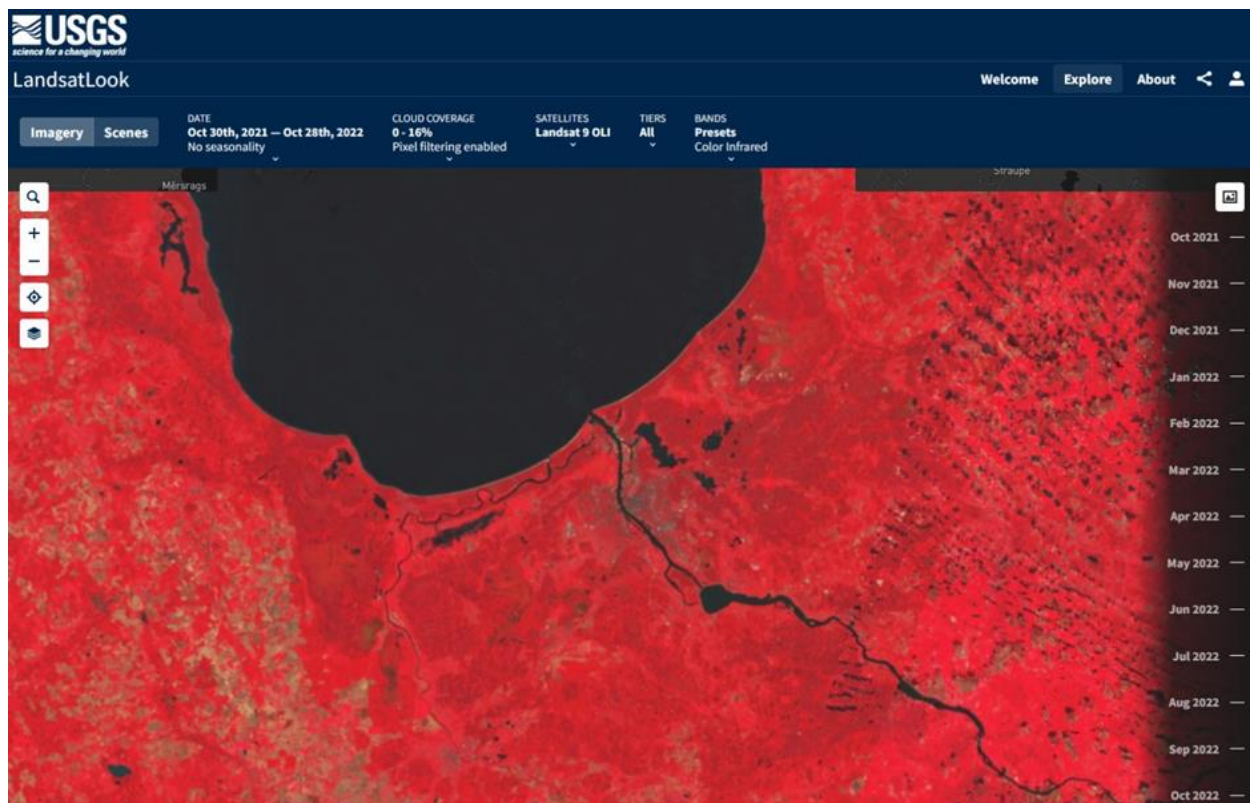
5. attēls. EarthExplorer vietnes logs ar atvērtu datu izvēlni sadaļu.

Līdzīgi EarthExplorer platformai tiek uzturēta arī GloVis platforma, kas ļauj atlasīt un lejupielādēt Landsat programmas datus, tos vispirms vizualizējot tiešsaistes interaktīvajā rīkā (6. attēls). GloVis rīks daudzējādā ziņā funkcionālītātē pārklājas ar iepriekš minēto EarthExplorer, tādēļ platformu izvēlēti datu iegūšanai nosaka katra lietotāja individuālais skatījums uz lietotāju lietošanas ērtumu. Jāatzīmē fakts, ka GloVis sistēmā pieejami praktiski tikai Landsat 8/9 dati, bet EarthExplorer piedāvā daudz plašāku zemes novērošanas datu klāstu.



6. attēls. GloVis rīks Landsat datu iegūšanai.

Vēl viens veids kā salīdzinoši īsā laikā aplūkot un izpētīt Landsat datu arhīva datus pilnā izšķirtspējā ir [LandsatLook](https://landsatlook.usgs.gov/). Šis rīks ļauj filtrēt, apskatīt un veidot bezmākoņu kompozītus no Landsat arhīva datiem. Šāds rīks noder ātrai informācijas pārbaudei, kur nav nepieciešamas papildu darbības ar datiem, bet ir pietiekami ar vizuālu informācijas izvērtēšanu (7. attēls).

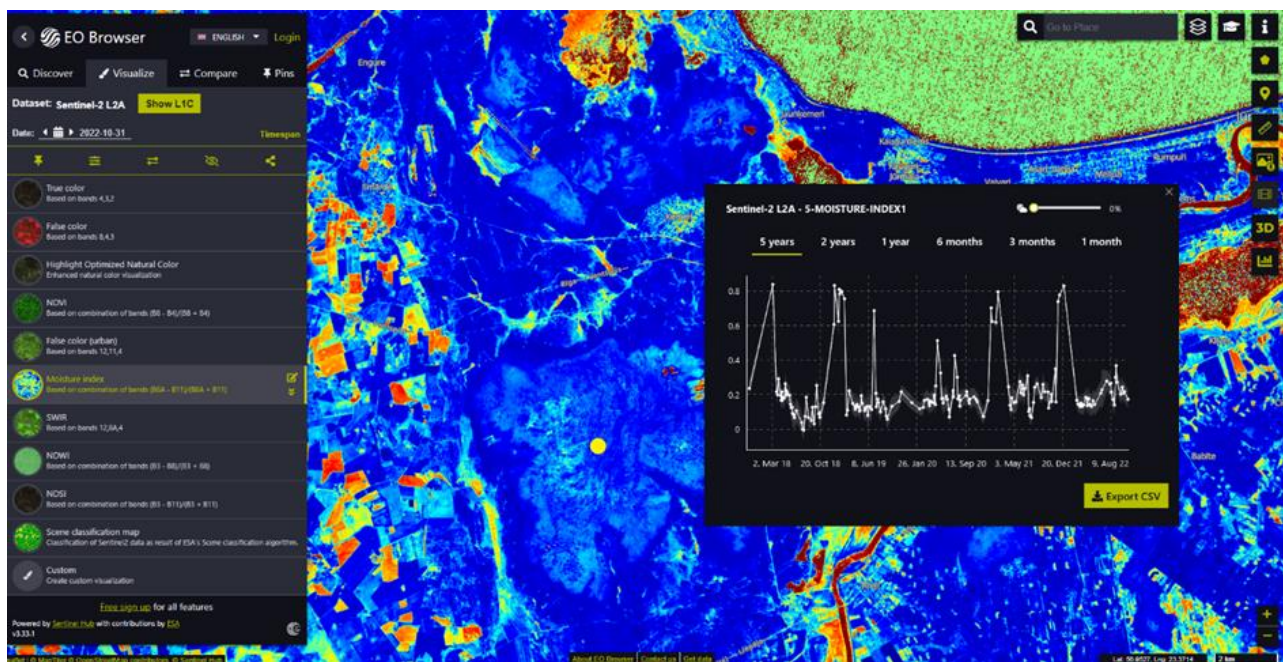


7. attēls. LandsatLook ekrānloga piemērs, kurā atlasīti nesenākie Landsat dati un izveidots kompozīts no ainām, kurām mākoņu klājums nav lielāks par 16%.

### Citas iespējas brīvpieejas datu skatīšanai

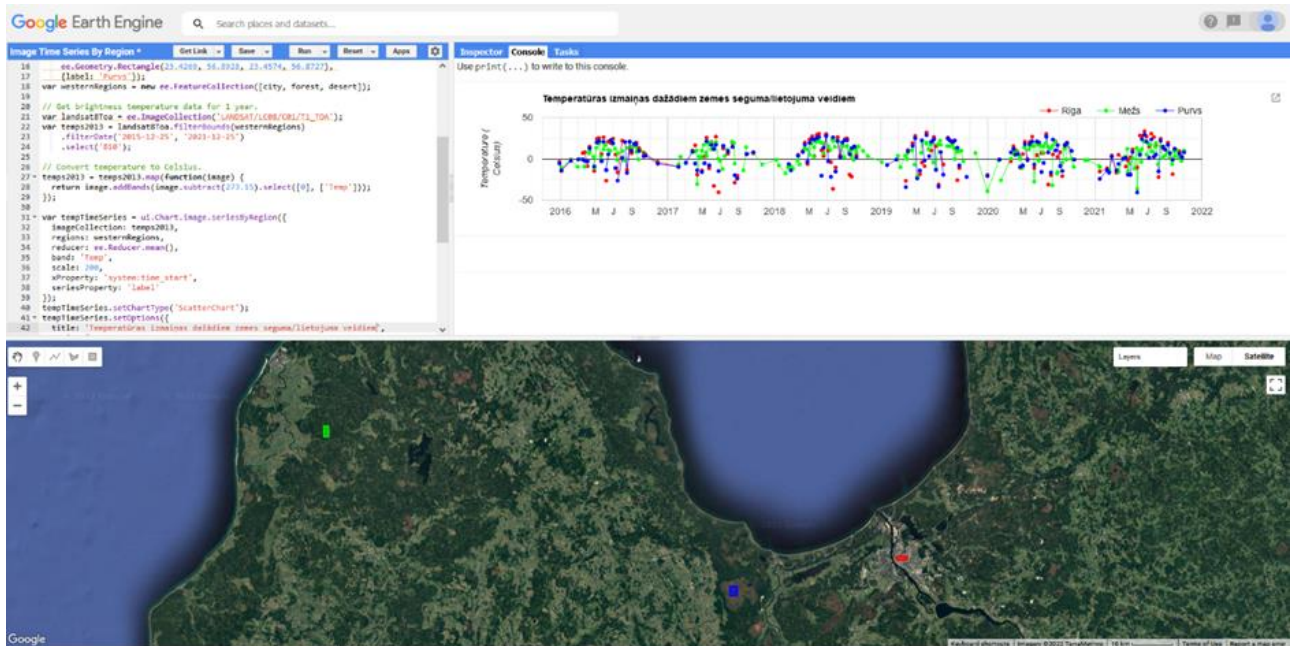
[Sinergise Sentinel Hub](#) EO Browser - Sinergise Sentinel Hub EO pārlūks ļauj pārlūkot un salīdzināt pilnas izšķirtspējas attēlus no plaša datu kolekciju klāsta (Sentinel, Landsat, Copernicus u.c.). Funkcionalitāte ir vienkārša: dodieties uz sev interesējošu apgabalu, atlasiet vēlamo laika diapazonu un mākoņa pārklājumu un pārlūkprogrammā pārbaudiet iegūtos datus (8. attēls). Iespējams izmēģināt dažādas vizualizācijas (piemēram, NDVI, NDWI, EVI un citus) vai izveidot kādu sev vēlamu vizualizāciju, lejupielādēt augstas izšķirtspējas attēlus, veidot laikā mainīgus satelītattēlu video vai grafiski attēlot veģetācijas indeksa izmaiņas kādā konkrētā apgabalā.

Sentinel Hub pakalpojumi nodrošina iespēju veikt ātru un efektīvu analīzi. EO Browser ir Sinergise Sentinel Hub funkcionalitātes demonstrācija, ko var izmantot bez maksas, padarot šīs funkcijas pieejamas gandrīz ikvienam. Savukārt, ja rodas nepieciešamība pēc papildu pakalpojumiem, resursiem vai datiem, ir iespējams abonēt SentinelHub API un programmatiski mijiedarboties ar SentinelHub serveri, veikt sarežģītākas datu apstrādes un analīzes operācijas.



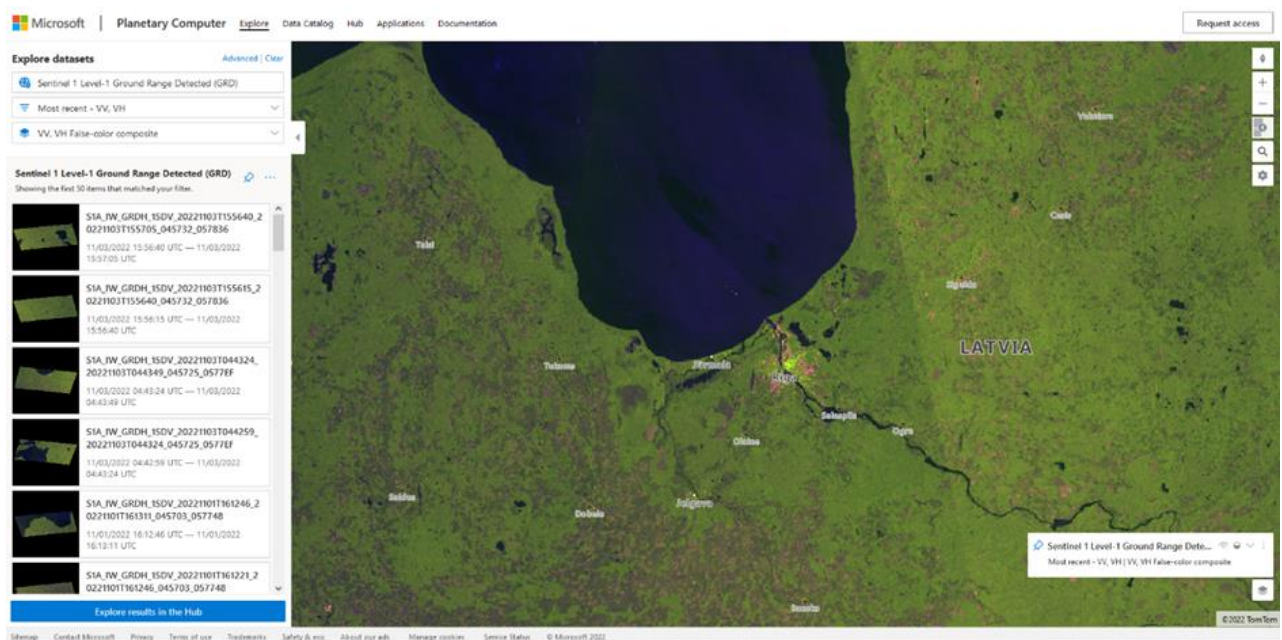
8. attēls. SentinelHub EO Browser logs, kurā atvērts Sentinel-2 mitruma indeksa datu produkts un iegūts grafiks ar šī indeksa izmaiņām pēdējo piecu gadu laikā.

[Google Earth Engine](#) ir rīks, kas radījis plašu rezonansi zemes novērošanas jomā visā pasaulē (9. attēls). Produkts tiek piedāvāts bez maksas interesentiem un pētniecības institūcijām un aptver vairāk kā 900 dažādu globālu un lokālu datu kopu, kas saistītas ar tādām jomām kā zemes novērošana/satelīt dati, klimatiskie dati. Tās ietver vēsturiskos novērojumus un modeļus, dažāda veida demogrāfiskos datus un daudzus citus. Turklāt šo datu apstrāde ir zibenīga, pateicoties tam, ka datu apstrādei tiek izmantots plašais kompānijas "Google" serveru tīkls visā pasaulē. Milzīgais datu un procesēšanas iespēju apjoms ļauj veikt liela mēroga globālus un lokālus aprēķinus ļoti īsā laikā – procesi, kas aizņēma stundas vai pat dienas uz standarta aparatūras tiek paveikti dažu sekunžu laikā Earth Engine platformā. Jāatzīst gan, ka mijiedarbība ar datiem nav tik vienkārša kā tas ir, piemēram, SentinelHub gadījumā, jo ir nepieciešamas priekšzināšanas programmēšanā. Darbību veikšana Google Earth Engine vidē notiek izmantojot JavaScript vai Python programmēšanas valodas, kurām pieejams bagātīgs klāsts ar lietošanas piemēriem un lielisku platformas dokumentāciju.



9. attēls. Google Earth Engine saskarne, kurā ievadīts kods, kas parāda temperatūru salīdzinājumu laikā dažādiem zemes seguma tipiem.

[Microsoft Planetary Computer](#) ir, sava veida, kompānijas "Microsoft" atbilde Google Earth Engine produktam (10. attēls). Ārēji abas platformas piedāvā milzīgu datu klāstu, kā arī resursu šo datu apstrādei, bet detaļās šie produkti atšķiras gan to uzbūvē, gan lietotāju saskarnē. Planetary Computer lietotāja mijiedarbība ar datu serveriem notiek izmantojot Python programmēšanas valodu un JupyterHub vidi. Kā mākoņprocesēšanas vide kalpo Microsoft Azure mākoņpakalpojums. Produkts joprojām ir izstrādes procesā, bet ir pieejams lietotājiem.



10. attēls. Microsoft Planetary Computer grafiskā vide, kurā izvēlēti Sentinel-1 satelīta dati.

## Brīvpieejas satelītu datu produkti

Brīvpieejas datu produkti ir jau interpretēti satelītu dati, kas var tikt tieši vai netieši izmantoti biotopu raksturlielumu novērtēšanai.

### *Copernicus servisi un to datu produkti*

Copernicus jeb Sentinel satelītu datu pielietojuma veicināšanai tiek attīstīti vairāki Copernicus servisi, kas nodrošina dažādu datu produktu regulāru sagatavošanu. Biotopu monitoringam saistošākie būtu datu produkti, kas atrodami Copernicus Zemes monitoringa servisā -

<https://land.copernicus.eu/>

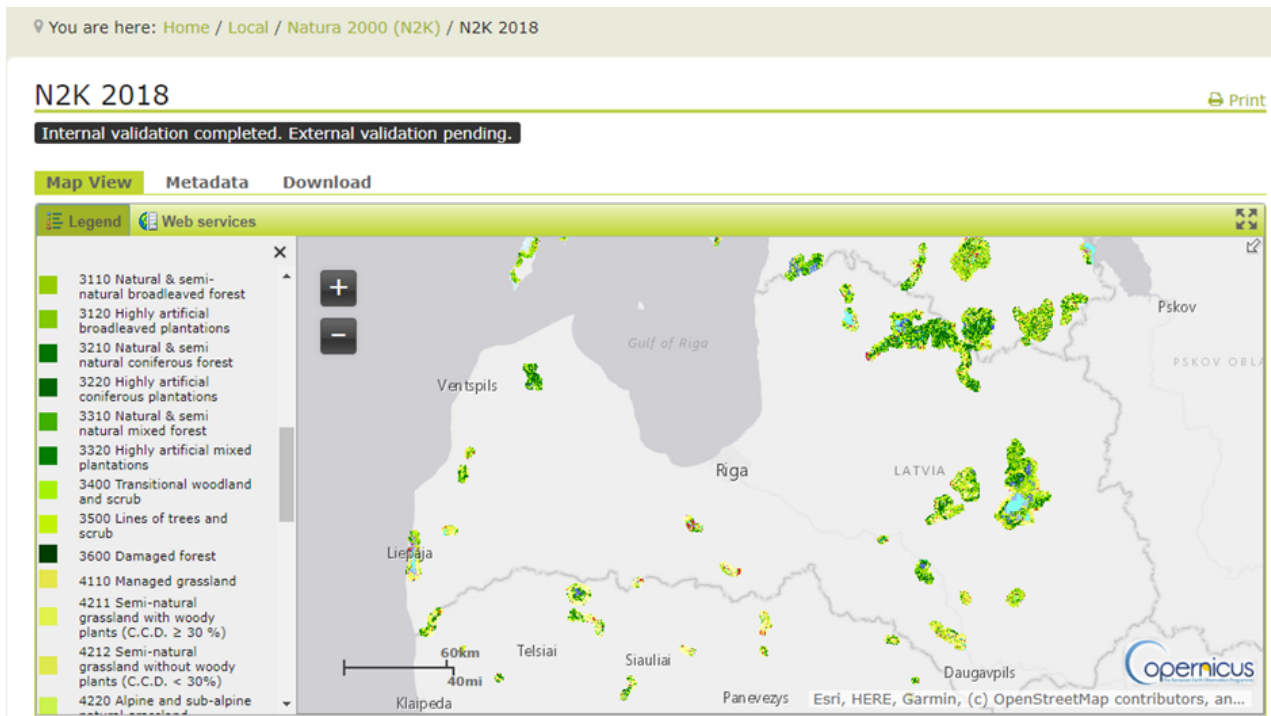
**CORINE Land Cover (CLC) klasifikācija** ir Eiropas mēroga Zemes seguma klasifikācija, kas tiek veikta reizi sešos gados (pēdējais datu produkts pieejams no 2018. gada) un ietver 44 Zemes seguma un lietojuma klases, kā arī tiek sagatavots izmaiņu novērtējums starp diviem CLC klasifikācijas datu produktiem. Jāmin, ka minimālā izmaiņu laukuma vienība, kas tiek detektēta ir 5 ha, bet klasifikācijas datu produktam minimālā kādas klases nogabala platība ir 25 ha. Tas nozīmē, ka CLC datu produktu izšķirtspēja var nebūt piemērota biotopu monitoringam. Tomēr tiek strādāts pie uzlabotas CLC+ pieejas ieviešanas, kuras ietvaros tiek pārskatīta klasifikācijas shēma, lai klases būtu iespējams automatizēti izšķirt no pieejamiem datiem, kā arī plānots uzlabojums izšķirtspējā. Jāmin, ka šādu pieeju ar detalizētāku CLC+ klasifikāciju šobrīd testē Zviedrijas vides aģentūra, lai izmantotu biotopu platību izmaiņu novērtēšanā. Tā ir potenciāla iespēja pielāgot nacionālo CLC+ klasifikāciju biotopu monitoringa vajadzībām. Saite uz pieejamiem datu produktiem: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

**Augstas izšķirtspējas datu produkti (High Resolution Layers)** tiek gatavoti četriem Zemes seguma veidiem – mežiem, zālājiem, pastāvīgām ūdenstilpēm un applūstošām vietām, kā arī apbūvētām vietām. Datu produkti tiek atjaunoti reizi trīs gados ar izšķirtspēju 20 m/pikseli, kā arī tiek novērtētas izmaiņas. Lai arī datu produkti pieejami kopš 2012. gada, tomēr 2018. gada kartējums uzskatāms par jauno references gadu, jo to precizitāte ir būtiski uzlabota. To sagatavošana notiek automatizēti no Sentinel-2 un Sentinel-1 datiem. Mežu datu produktu gadījumā pieejami datu slāņi mežu platību izmaiņām, lapotnes seguma blīvumam, dominējošam lapu tipam un meža tipam. Domājams, ka šie Copernicus servisa datu produkti varētu tikt izmantoti arī biotopu platību izmaiņu novērošanai, ja to klasifikācijas precizitāte ir apmierinoša attiecīgajam pielietojumam. Saite uz pieejamiem datu produktiem:

<https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers>

**Natura 2000 teritoriju Zemes seguma un lietojuma klasifikācija** dažām teritorijām Latvijā ir pieejama pie lokāliem datu produktiem Copernicus Zemes novērošanas servisā (11. attēls). Zemes seguma klasifikācija un izmaiņu kartējums pieejams trīs novērošanas gadiem – 2006, 2012 un 2018. Izmatota CLC klasifikācijas shēma, bet kartējuma detalizācija ir augstāka – minimālā kartēšanas vienība ir 0,5 ha. Attēlā zemāk var redzēt Natura 2000 teritorijas Latvijā, kurām pieejami šie Zemes seguma un lietojuma klasifikācijas datu produkti. Saite uz pieejamiem datu produktiem: <https://land.copernicus.eu/local/natura>

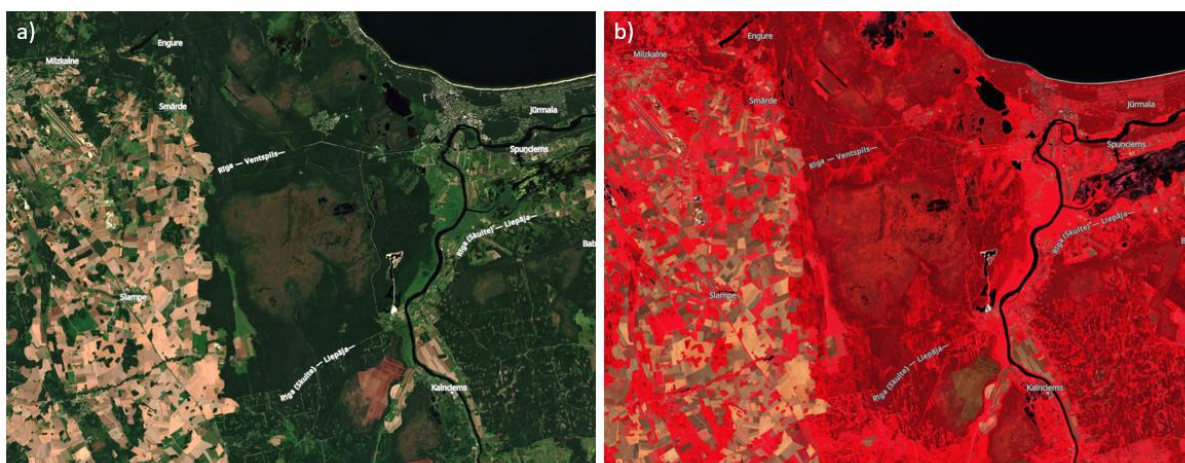
Jāmin, ka Copernicus Zemes monitoringa datu produktu piedāvājums un arī sagatavošanas metodika ir nemitīgā attīstībā. Ja arī šobrīd pieejamie datu produkti nav piemēroti biotopu platību izmaiņu monitoringam, ieteikums būtu regulāri sekot datu produktu piedāvājumam un aktualitātēm Copernicus Zemes monitoringa servisā. Piem., 2018. gada ciklā pirmo reizi sāka izmantot Sentinel satelītu datus, kas jāva būtiski uzlabot datu produktu kvalitāti. Paredzams, ka arī nākotnē tiks strādāts pie augstākas izšķirtspējas un regulārāku datu produktu sagatavošanas, kā arī klasifikācijas detalizācijas un precizitātes uzlabošanas.



11. attēls. Ekrānšāviņš Nature 2000 teritorijām, kurām ir pieejams detalizēts Zemes seguma un lietojuma kartējums Copernicus Zemes novērošanas servisā.

### Spektrālo datu indeksi

Optiskie dati tiek ievākti gan redzamās gaismas, gan arī infrasarkanā spektra diapazonā, kas sniedz papildus iespējas Zemes seguma un jo īpaši veģetācijas analīzei. Attēlā zemāk redzams Ķemeru Nacionālais parks standarta redzamās gaismas krāsu attēlā, kā arī neīsto krāsu attēlā, kur zilais spektra kanāls ir aizvietots ar infrasarkanā spektra kanālu (12. attēls). Šādos neīsto krāsu attēlos ir labāk izšķirami dažādi veģetācijas tipi, tie var tikt izmantoti kā pamata kartes dažādu Zemes seguma veidu kartēšanai.



12. attēls. Ķemeru Nacionālais parks 12-08-2022 Sentinel-2 datos: a) standarta krāsu attēls, b) neīsto krāsu attēls, kur zilais spektra kanāls aizvietots ar infrasarkanā.

Kvantitatīvai Zemes seguma novērtēšanai bieži izmanto dažādus spektrālos indeksus, kas bieži vien tiek aprēķināti no diviem spektrāliem kanāliem. Populārākie spektrālie indeksi ir:

- **NDVI jeb normalizētais veģetācijas indekss**, ko aprēķina no sarkanā un infrasarkanā spektra diapazona kanāliem, Sentinel-2 spektrālo datu gadījumā formula ir:

$$NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

Veģetācijas indekss ir visbiežāk izmantotais spektrālais indekss, jo tam ir laba korelācija ar veģetācijas segumu jeb blīvumu attiecīgajā attēla pikselī. Zemas vērtības 0...0,1 parasti atbilst Zemes segumam bez veģetācijas, 0,2...0,4 skrajai veģetācijai, kas nedominē Zemes segumā, >0,6 blīvai veģetācijai. NDVI vērtības <0 raksturīgas ūdenim.

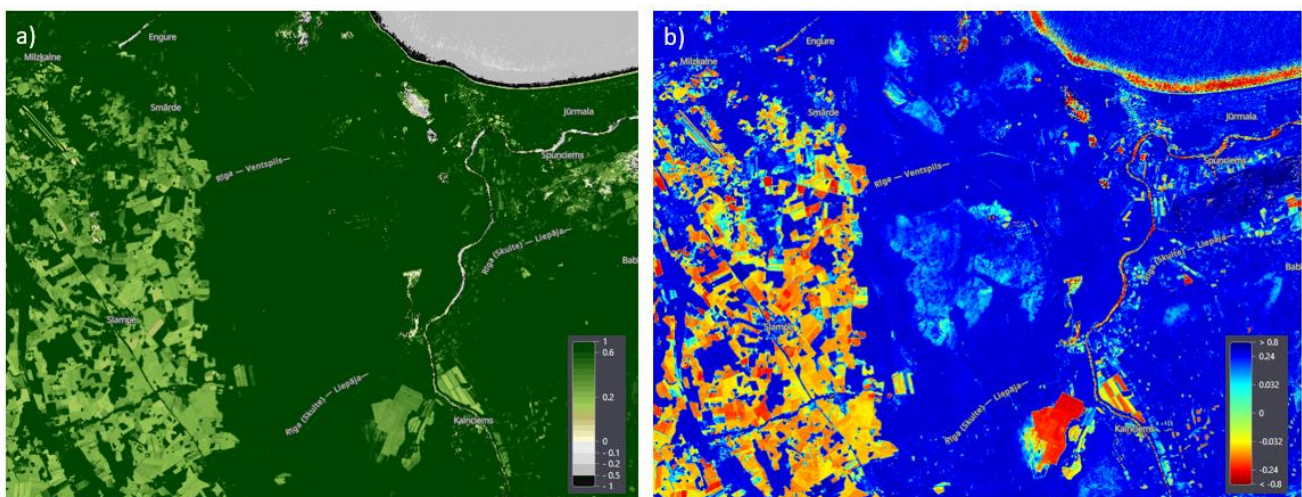
NDVI ir samērā stabils indekss, kuru bieži izmanto izmaiņu novērtēšanai laikā. Šādā gadījumā salīdzina NDVI vērtības vairākās Sentinel-2 datu ainās. NDVI vērtību būtiska samazināšanās var būt signāls veģetācijas zudumam vai arī kādai cilvēka darbībai, piemēram, zālāju pļaušanai.

- **Mitruma indekss**, ko aprēķina no diviem infrasarkanā spektra diapazona kanāliem, Sentinel-2 spektrālo datu gadījumā formula ir:

$$MI = (B8A - B11) / (B8A + B11)$$

Mitruma indekss var tikt izmantots veģetācijas mitruma monitorēšanai, bet jāņem vērā, ka tā vērtības ietekmē Zemes seguma izmaiņas, tai skaitā arī veģetācijas indeksa izmaiņas. Negatīvas vērtības raksturīgas augsnei bez veģetācijas, bet vērtības diapazonā -0,2...0,4 raksturīgas sausuma radītam stresam veģetācijā, augstas vērtības 0,4...1 raksturīgas veģetācijai bez sausuma stresa. Mitruma indekss un arī citi ūdens indeksi varētu būt piemēroti hidroloģiskā režīma raksturošanai biotopu veģetācijā.

Attēlā zemāk redzams piemērs veģetācijas indeksa NDVI un mitruma indeksa MI kartējumam Ķemeru Nacionālā parka no 12-08-2022 Sentinel-2 ainas (13. attēls).



13. attēls. Ķemeru Nacionālais parks 12-08-2022 Sentinel-2 datos: a) veģetācijas indeksa NDVI, b) mitruma indeksa MI novērtējums.

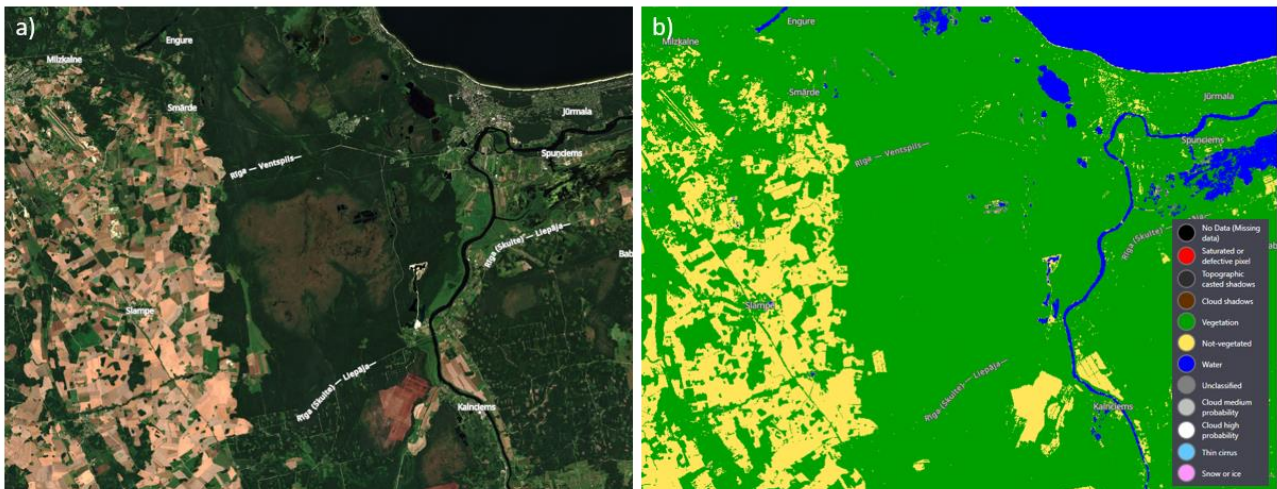
### Zemes seguma klasifikācija

Zemes seguma klasifikācijā katram attēla pikselim tiek piešķirta kāda klase. Vienkāršākā Zemes seguma klasifikācija Sentinel-2 ainām, kas pieejama lejuplādējot atmosfēriski koriģētus Sentinel-2 Level-2A datus, parādīta 14. attēlā. Šajā klasifikācijas datu produktā tiek izdalītas šādas zemes seguma klases:

- Veģetācija
- Neveģetācija
- Ūdens
- Sniegs vai ledus

Pārējās klases atbilst attēla pikseliem, kurus klāj mākoņi vai to ēnas un nav novērojamas bezmākoņu ainās. Klasifikācijas pamatā ir *lēmumu koka* (*decision tree*) tipa algoritms, kas kā ievades datus izmanto spektrālo datu indeksus un atsevišķus spektrālos kanālus. Šo klasifikācijas datu produktu var izmantot, lai monitorētu veģetācijas pastāvīgumu vai detektētu

brīžus, kad tā pazūd (parasti cilvēka saimnieciskās darbības rezultātā), kā arī ūdens virsmas izmaiņas gan pastāvīgās ūdenstilpēs, gan arī applūstošās teritorijās.



14. attēls. Ķemeru Nacionālais parks 12-08-2022 Sentinel-2 datos: a) standarta krāsu attēls, b) Zemes seguma klasifikācija, kas pieejama kā papildus datu slānis atmosfēriski koriģētiem Sentinel-2 Level-2A datu produktiem.

Detalizētākai Zemes seguma klasifikācijai tiek trenēti uzraudzītās (*supervised*) klasifikācijas algoritmi. Algoritmu un datu kopu izvēle mēdz atšķirties, nav viennozīmīgas atbildes, kurš ir labākais vai piemērotākais risinājums. Izvēlētais risinājums bieži vien atkarīgs no klasificējamo objektu specifiskācijas, pieejamiem datiem, kā arī cilvēka pieredzes. Tāpēc šajā metodikā netiks uzsvērts viens konkrēts risinājums, bet tiks iezīmētas vadlīnijas, kam sekot.

Uzraudzītās klasifikācijas algoritmu izvēlē populārākie varianti ir:

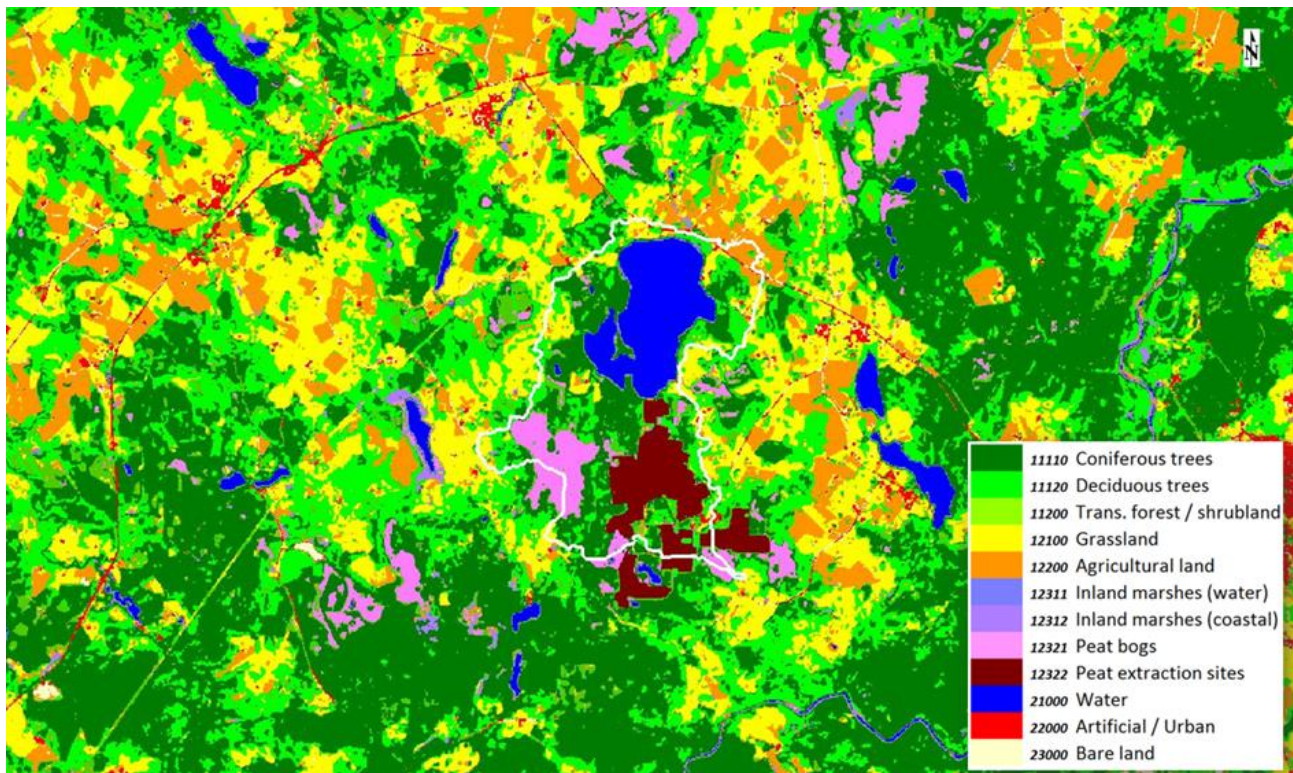
- *Random Forest* – bieži izmantots algoritms Zemes seguma klasifikācijai, samērā vienkāršs un ātrdarbīgs;
- *Support Vector Machine* – mazāk populārs algoritms Zemes seguma klasifikācijai, bet var būt mazāk jutīgs pret pārlieku pielāgošanos mazas un trokšņainas references jeb treniņa datu kopas gadījumā;
- *Neironu tīkli* – populāra izvēle Zemes seguma klasifikācijai, bet nepieciešama liela un reprezentatīva references datu kopa, jo ir tendence pārlieku pielāgoties, ja references datu kopa ir par mazu vai nav reprezentatīva.

References jeb treniņu datu kopai jābūt pietiekami lielai, vēlams vairāki simti vai pat tūkstoši paraugu (punktu) katrai klasei un pietiekoši reprezentatīvai. Reprezentativitāti parasti var nodrošināt ar datiem no ģeogrāfiski attāliem nogabaliem, kā arī vizuāli apskatoties krāsu izmaiņu attēlos. References datu punktu izvēlē jāizvairās no neviennozīmīgu punktu izvēles, kur var būt sajaukums starp dažādām Zemes seguma klasēm vai arī punkts atrodas tuvu dažādu klašu robežai. References datu kopas izveide atkarīga no rīka, ko izmanto klasifikācijai, kas nosaka arī nepieciešamo datu formātu.

Ievades datu kopas izvēle ir atkarīga no klasificējamā objekta. Piemēram, ūdens seguma veida noteikšanai pietiek ar vienu ainu, jo ūdens ir spektrāli atšķirīgs no citiem seguma veidiem. Turpretī zālāju izdalīšanai nepieciešami dati no visas veģetācijas sezonas, jo galvenā atšķirība no lauksaimniecības zemes ir tā, ka zālāji netiek uzarti un tajos nevar novērot labības nogatavošanos un novākšanu. Respektīvi, zālāju un lauksaimniecības zemju klasifikācijai nepieciešamas vairākas ainas no dažādiem attiecīgajam seguma veidam raksturīgiem brīžiem veģetācijas sezonā.

Piemērs detalizētākai Zemes seguma klasifikācijai (Jakovels *et al.*, 2016 ) ar 12 klasēm redzams 15. attēlā. Uzraudzītās klasifikācijas pamatā bija *Support Vector Machine* algoritms, kas tika trenēts izmantojot pieejamos references datus no dažādiem publiskiem datu

reģistriem. Ievades datu kopai tika izmantotas visas pieejamās Sentinel-2 datu ainas no veģetācijas sezonas, lai varētu aptvert izvēlēto klašu fenoloģisko variāciju. Klasifikācijas precizitāte atsevišķām klasēm variēja no 70 līdz 99% ar vidējo klasifikācijas precizitāti 92%. Zālāju un mežu klasifikācijai rezultāts sasniedza >90% precizitāti. Šajā gadījumā ar zālāju ir saprasta ar zāles tipa veģetāciju segta teritorija, kurā nav novēroti aršanas vai tamlīdzīgi veģetācijas zuduma gadījumi. Zemāko precizitāti novēroja mitrzemēm (70%), jo šajā gadījumā bija problēma ar korektiem references datiem. Augsto purvu klasifikācijas precizitāte bija 78%, jo arī šajā gadījumā problēma bija ar korektiem references datiem – pāreja starp mežu un purvu var nebūt viennozīmīga. Jāmin, ka izcirtumi bieži vien tika klasificēti kā augstie purvi spektrālās līdzības dēļ. Optimāla klasifikācijas rezultāta iegūšana bieži vien ir iteratīvs process, kas ietver vairākkārtēju algoritmu uzlabošanu, analizējot klasifikācijas kļūdas un attiecīgi pielāgojot references datu kopu. Būtiski ņemt vērā, ka ne visas sākotnēji plānotās Zemes seguma klases ir iespējams savstarpēji izšķirt.

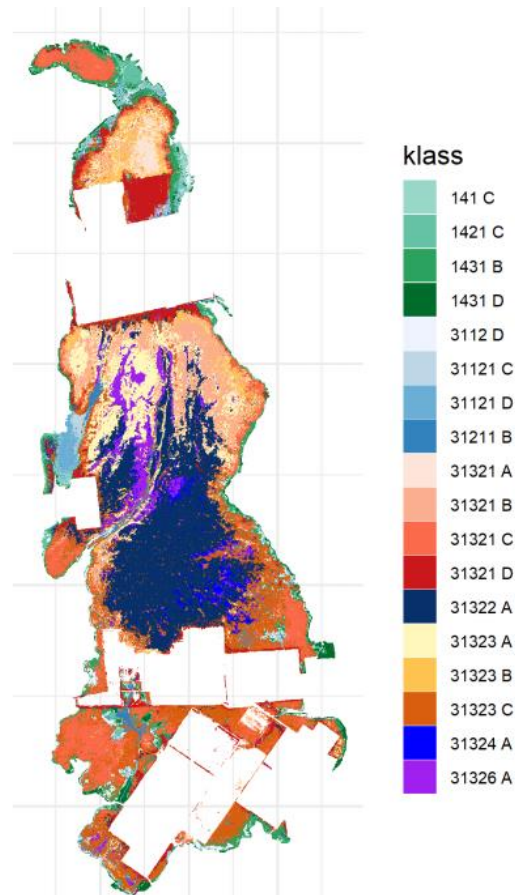


15. attēls. Zemes seguma klasifikācija Ungura apkārtnē no 2015.-2016. gada Sentinel-2 datiem (Jakovels et al. 2016).

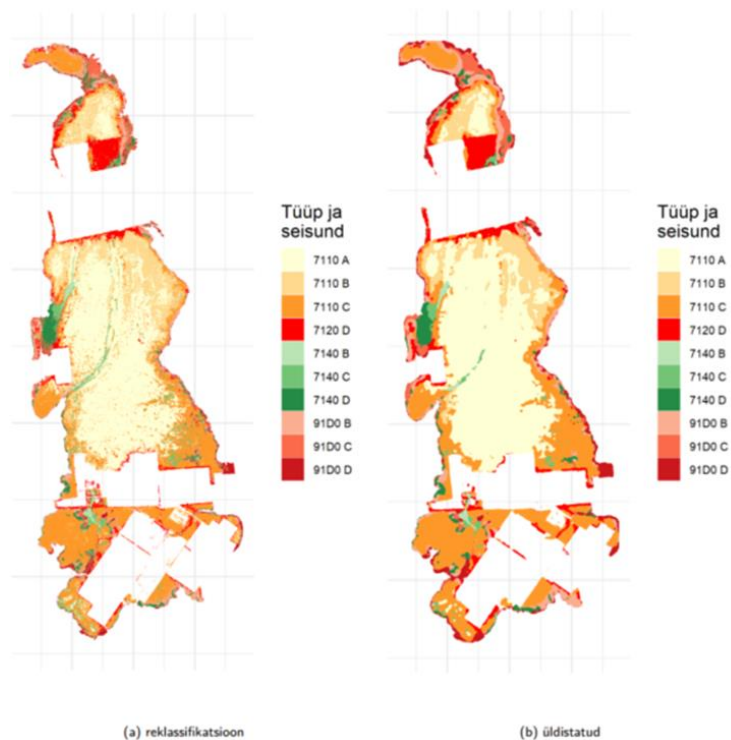
#### *Biotopu vai atsevišķu veģetācijas tipu klasifikācija*

Iepriekš minēto Zemes lietojuma klasifikāciju iespējams papildināt ar sīkāku klašu dalījumu, ja ir pieejami atbilstoši references dati. Piemēram, mežu gadījumā sīkāka klasifikācija varētu būt atbilstoši vainagu segumam vai arī dominējošai koku sugai, purvu gadījumā iespējams izdalīt atsevišķus biotopus. Šajā gadījumā kā pozitīvs piemērs minama, Igaunijas vides aģentūras (Keskkonnaagentuur) pieredze, ar ko padalījās Meelis Leivits:

- 1) **Augsto purvu biotopu klasifikācijas piemērs** (EEA, 2021), kur izmantoja publiski pieejamos lāzerskenēšanas datus un Sentinel-2 satelīta datus, lai kartētu purvu biotopus, pie tam purvu biotopiem tika izdalītas vairākas kvalitātes klases (apzīmētas ar burtiem A-D). Izmantojot esošos purvu inventarizācijas datus apmācībai, tika izveidots mašīnāpmācības *Random Forest* algoritms. Pilotteritorija bija Elbu Soo purvs, iegūtie rezultāti uzrādīja klasifikācijas kļūdu 10,5%. Rezultāti ir apkopoti vēl nepublicētā ziņojumā (EEA, 2021), **tāpēc zemāk redzami attēli** (16., 17. attēli) **nevar tikt iekļauti pārpublicētā publiskā materiālā bez autoru piekrišanas.**

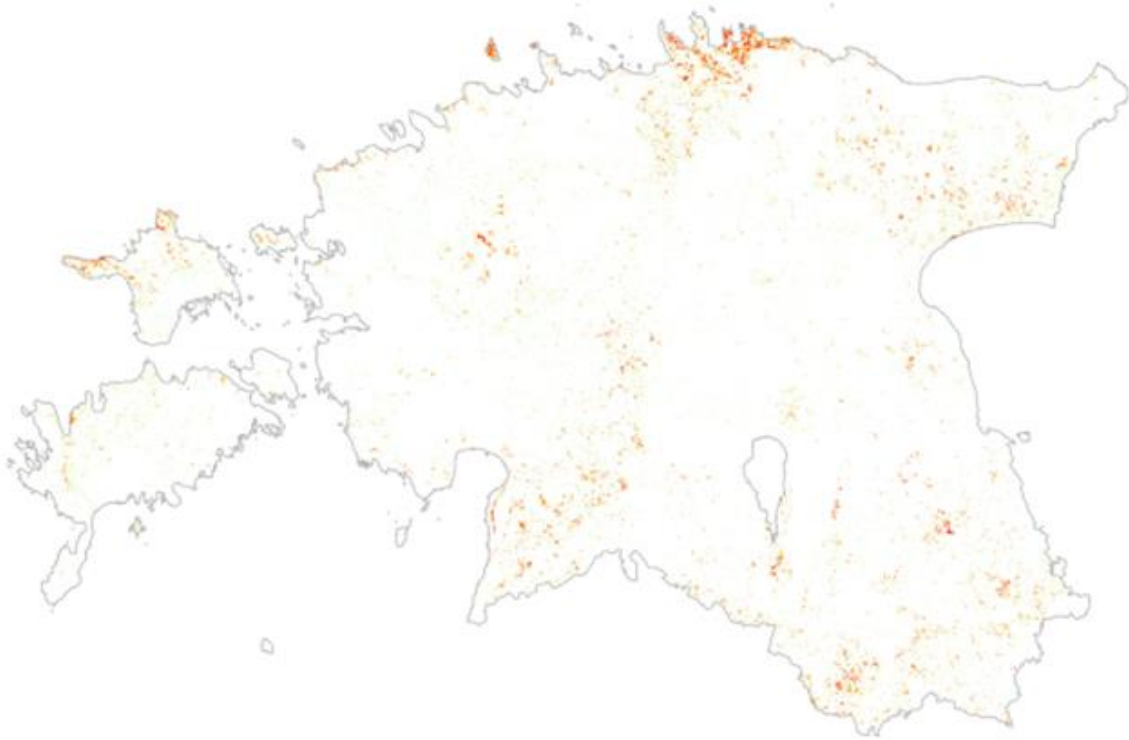


16. attēls. Piemērs Elbu Soo purva Igaunijā klasifikācijai biotopos (augu sabiedrību līmenī) no Sentinel-2 datiem, izmantojot mašīnāpmācību (Avots: LOODUSDIREKTIIVI SOOELUPAIKADE SEIRE, 2021).



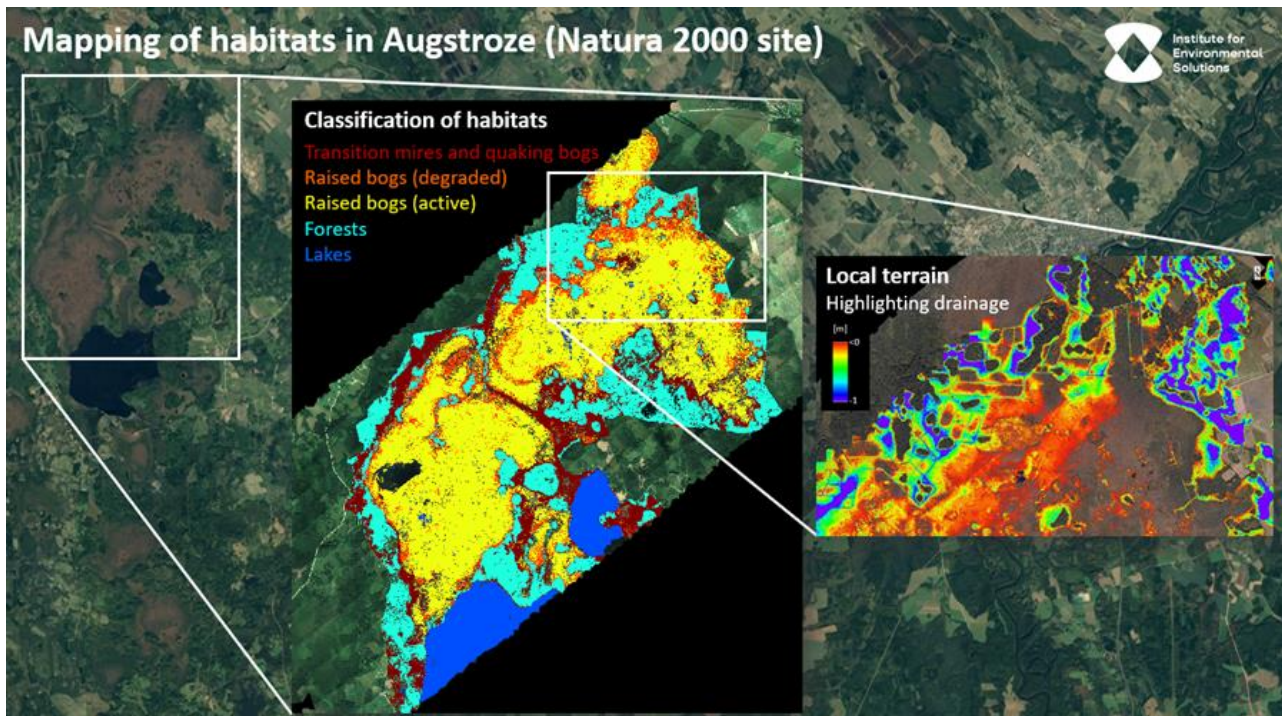
17. attēls. Piemērs Elbu Soo purva Igaunijā reklasifikācijai Eiropas līmeņa biotopu veidos no iepriekš iegūtā rezultāta, kur a) tīrs reklasifikācijas rezultāts, b) rezultāts pēc pēcapstrādes (LOODUSDIREKTIIVI SOOELUPAIKADE SEIRE, 2021).

- 2) **Mežu biotopu klasifikācijas piemērs** (Leivits, 2022), kur izmantoja publiski pieejamos lāzerskenēšanas datus un Landsat-8 satelīta datus, lai testētu dažādu mežu biotopu kartēšanas iespējas Igaunijas mērogā. Šajā gadījumā kā references dati tika izmantota mežu biotopu inventarizācijas datu bāze, lai apmācītu MAXENT algoritmu. Attēlā zemāk parādīts piemērs 9010 biotopu potenciālai izplatībai Igaunijā (18. attēls). Vairumā gadījumu iegūtā klasifikācijas precizitāte bija >90%, visos - virs 80%.



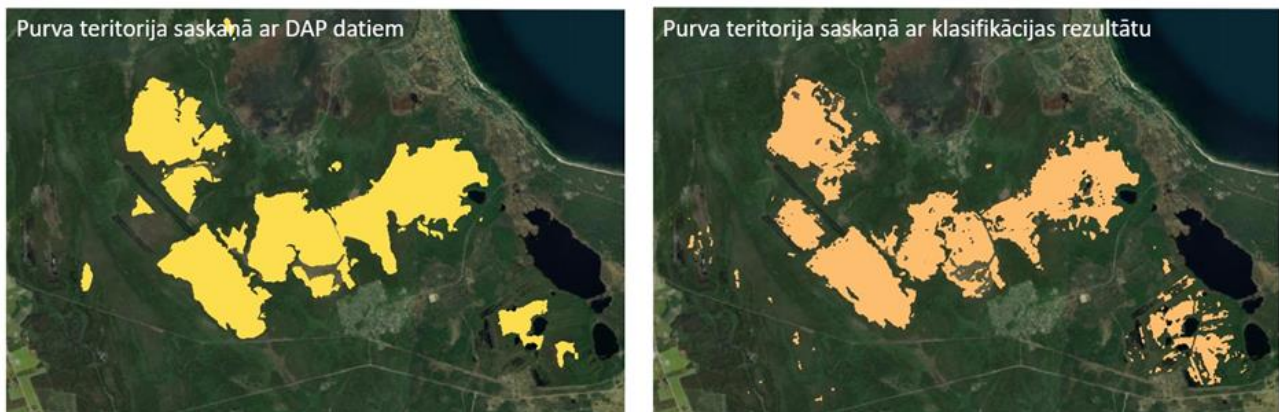
18. attēls. 9010 biotopa izplatības prognoze, no attālās izpētes datiem, izmantojot MAXENT algoritmu, kur krāsa apzīmē biotopa izplatības varbūtību – 0 (balta) līdz 1 (sarkana).

Vides risinājumu institūts sadarbībā ar Latvijas Universitātes pētniekiem demonstrēja un testēja purvu klasifikāciju biotopu un tiem atbilstošu veģetācijas sabiedrību līmenī, lai adaptētu GEST analīzes metodiku SEG monitoringam, LVAFA projekta "Attālaizpētē balstītas SEG monitoringa metodikas izstrāde purviem" ietvaros. Zemāk redzams piemērs Augstrozes Natura 2000 teritorijas klasifikācijai biotopu līmenī (19. attēls). Šajā gadījumā tika izmantoti augstas izšķirtspējas spektrālie un lāzerskenēšanas dati, kas ievākti ar lidaparātu, kā arī *Support Vector Machine* balstīts algoritms biotopu klasifikācijai.



19. attēls. Piemērs Augstrozes Natura 2000 teritorijas klasifikācijai biotopu līmenī no attālās izpētes datiem (Avots: Vides risinājumu institūts).

Attiecīgo pieeju iespējams adaptēt arī pieejamiem brīvpieejas datiem - Sentinel-2 spektrāliem datiem un nacionāliem lāzerskenēšanas datiem. Tomēr jārēķinās ar attiecīgo datu izšķirtspēju. Cita LVAFA projekta "Tālīzpēte un mašīnmācīšanās purvu biotopu uzraudzībai (PurvEO)" ietvaros Elektronikas un datorzinātņu institūts sadarbībā ar Dabas aizsardzības pārvaldi, testēja iespējas purvu robežu automatizētai izdalīšanai no brīvpieejas attālās izpētes datiem – nacionālās lāzerskenēšanas datiem un Sentinel-2 datiem. Attēlā zemāk redzams piemērs automatizētam purva teritorijas kartējumam no Sentinel-2 spektrāliem datiem, izmantojot vadītu mašīnāpmācības algoritmu, kā arī salīdzinājums ar pieejamiem references datiem no Dabas aizsardzības pārvaldes (20. attēls).

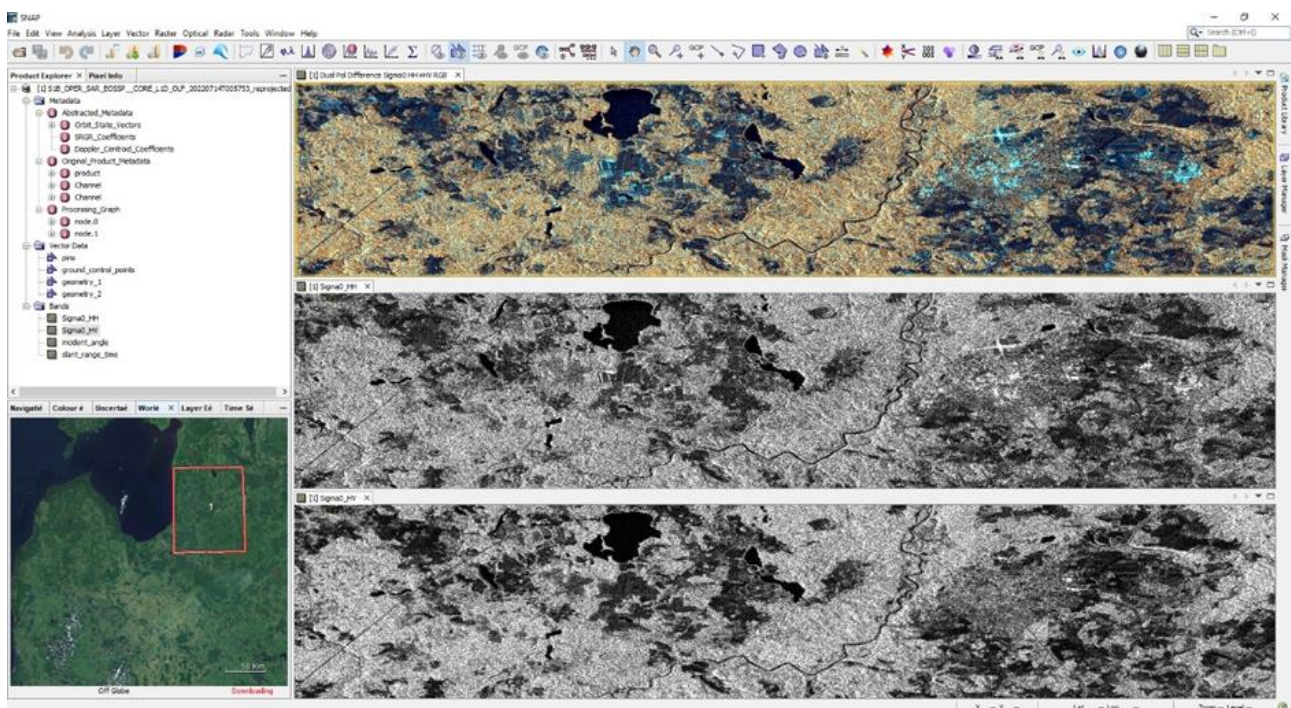


20. attēls. Salīdzinājus augstā purva un augstā degradētā purva teritorijai no DAP references datiem un klasifikācijas rezultāta. (Avots: <https://www.edi.lv/projects/talizpete-un-masinmacisanas-purvu-biotopu-uzraudzibai-purveo/>)

Šobrīd biotopu vai atsevišķu veģetācijas tipu klasifikācija, izmantojot brīvpieejas attālās izpētes datus un mašīnāpmācības algoritmus, notikusi eksperimentālā veidā dažādu projektu ietvaros, demonstrējot attiecīgās pieejas potenciālu. Šo pieeju ieviešanai biotopu platību izmaiņu monitoringā nepieciešams veikt papildus testus ar izveidoto pieeju testēšanu citās attālākās teritorijās, izmantojot citu sezonu datus un salīdzinot rezultātus laikā.

### SNAP – rīks Sentinel datu apstrādei

Reizē ar Sentinel programmas satelītu izstrādi un palaišanu orbītā Eiropas kosmosa aģentūra sadarbībā ar nozares ekspertiem "Brockmann Consult" uzsāka programmatūras izveidi, ar kuras palīdzību būtu iespējams apstrādāt un darboties ar datiem, kas iegūti no palaistajiem satelītiem. ESA SNAP programmatūra, galvenokārt, paredzēta Sentinel-1, Sentinel-2 un Sentinel-3 satelītu datu apstrādei, bet programma atļauj ielasīt un darboties arī ar citiem, biežāk lietotajiem, satelītu datiem (piem. Landsat). SNAP programmatūru nevajadzētu uztvert kā patstāvīgu GIS apstrādes programmu, bet gan programmu, ar kuru iespējams veikt Sentinel grupas satelītu datu priekšapstrādi, pielietojot iepriekš izstrādātus algoritmus dažādu parametru noteikšanai no satelītu attēliem, automatizētu datu apstrādes procesu, datu nolasišanu un izvadi. Pieejami vairāki iebūvēti tematiskie moduļi, kas noder analizējot jūru/okeānu un saldūdeņu datus kā arī veģetāciju un augsni. Ir iespējams veikt ierastās operācijas ar rastra datiem, daļēji tiek atbalstīti vektor-formāta dati. Programmā iebūvēti arī atsevišķi attēlu segmentācijas jeb klasifikācijas algoritmi. SNAP šobrīd ir viena no ērtākajām SAR datu priekšapstrādes programmām (atbalsta populārākos SAR sensorus), kas pieejama bez maksas (21. attēls).



21. attēls. Programmas SNAP logs ar atvērtiem SAR sensora datiem.

Programmas viena no priekšrocībām ir iespēja darbības izsaukt komandrindu vidē, kas lieti noder liela apjoma datu apstrādei, jo iespējams automatizēt datu apstrādes procesu. Pieejama arī iespēja procesu paralēla darbināšana, kas paātrina procesu darbību, izmantojot visus datora vai servera pieejamos resursus. Šajos gadījumos jāpievērš uzmanība operatīvās atmiņas (RAM) lietojumam.

#### Papildu uzzīnai:

- SNAP programmu iespējams lejupielādēt sekojošajā saitē: <http://step.esa.int/main/download/snap-download/>
- Izglītojoši materiāli SNAP programmas lietojumam un satelītdatu apstrādē atrodami sekojošajā saitē: <https://step.esa.int/main/doc/tutorials/>
- SNAP programmatūrai ir arī aktīva lietotāju kopiena, kas līdzdarbojas ar programmatūras izstrādātājiem publiskā forumā: <https://forum.step.esa.int/>

## Nacionālie ortofoto un lāzerskenēšanas dati

Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) ir iestāde, kura ir atbildīga par ģeodēzijas, kartogrāfijas un ģeotelpiskās informācijas jomu Latvijas teritorijā. Aģentūra cikliski ievāc tālzpētes datus, veic apstrādi un atvasina datus balstītus produktus. Galvenie datu veidi ir ortofotokartes un lāzerskenēšanas dati.

### Ortofotokartes

Ortofotokartes ir ģeometriski pareizs Zemes virsmas fotogrāfiskais attēls, kas novērš visus izkropļojumus, ko attēla uzņemšanas laikā rada ainavas slīpums un reljefa formas. Tas nozīmē, ka fotoattēlu var uzskatīt par līdzvērtīgu kartei, kurā var veikt mērījumus. Ortofotokartes izgatavo no aerofotogrāfijām, apstrādājot tās specializētās datorprogrammās un izmantojot fotogrammetrijas paņēmienus. Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) nodrošina šo datu ciklisku ievākšanu, ietverot vairākas datu ievākšanas sezonas, lai atjaunotu ortofoto informāciju visā Latvijas teritorijā. Septiņi datu ievākšanas cikli ir pabeigti, kur, sākot ar 3. ciklu, izņemot 4. ciklu, datus ir pieejama infrasarkanā spektra josla. Katra cikla raksturojumu: datu ievākšanas periodu, joslu skaitu un telpisko izšķirtspēju var apskatīt 3. tabulā. Kartes Latvijas teritorijai sagatavo Latvijas LKS-92 TM koordinātu sistēmā.

3. tabula. Ortofoto datu ievākšanas ciklu raksturojums.

| Cikls | Periods   | Periods                                                                              | Joslu skaits | Telpiskā izšķirtspēja (m/pikseli) |
|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| 1     | 1994-1999 | Melnbalta ortofotokarte                                                              | 1            | 1                                 |
| 2     | 2003-2005 | RGB krāsu ortofotokarte                                                              | 3            | 1                                 |
| 3     | 2007-2008 | RGB krāsu un infrasarkanā ortofotokarte                                              | 4            | 0,5                               |
| 4     | 2010-2011 | RGB krāsu ortofotokarte                                                              | 3            | 10                                |
| 5     | 2013-2015 | RGB krāsu un infrasarkanā ortofotokarte<br>0,4m/pix, Rīgai un tās apkārtnē 0,25m/pix | 4            | 0,4/0,25                          |
| 6     | 2016-2018 | RGB krāsu un infrasarkanā ortofotokarte<br>0,4m/pix, Rīgai un tās apkārtnē 0,25m/pix | 4            | 0,4/0,25                          |
| 7     | 2019-2021 | RGB krāsu un infrasarkanā ortofotokarte<br>0,4m/pix, Rīgai un tās apkārtnē 0,25m/pix | 4            | 0,4/0,25                          |

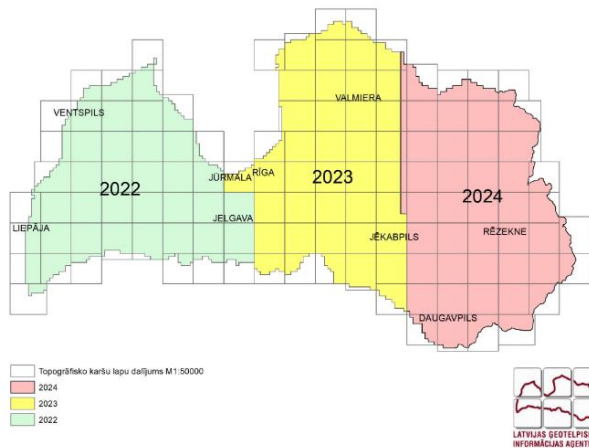
Ortofotokartes izgatavo atbilstoši noteiktai karšu lapu nomenklatūrai:

Aerofotografēšanas 1. un 2. cikla Latvijas ortofotokartes tiek sagatavotas Latvijas koordinātu sistēmā LKS-92 TM atbilstoši TKS-93 karšu lapu dalījumam (mēroga 1:10 000 karšu lapa atbilst 5 x 5 kilometriem dabā). Sākot ar aerofotografēšanas 3. ciklu, Latvijā ortofotokartes tiek sagatavotas Latvijas koordinātu sistēmā LKS-92 TM atbilstoši TKS-93 karšu lapu dalījumam (mēroga 1:5 000 karšu lapa atbilst 2,5 x 2,5 kilometriem dabā).

Ortofotokartes mērogā 1:2 000 (atsevišķās vietās – mērogā 1:1000) pieejamas TIFF formātā ar piesaisti LKS-92 TM koordinātu sistēmai. Ģeoreferencēts TIFF formāts var tik lietots, lai veiktu sava veida analīzi, kā arī savu produktu attīstīšanai ar lokālu vai mākonī bāzētu datoru, izmantojot kāda ražotāja radītu vai pašradītu programmatūru.

Ortofotokartes līdz 6. ciklam ieskaitot ir pieejamas **Atvērto datu formā**. Ortofotokartes var pieprasīt sūtīt iesniegumu uz **E-pieteikumi**.

Šogad tika uzsākti darbi pie aerofoto 8. cikla datu ievākšanas. Darbu laika periods ir no 2022. gada līdz 2024. gadam. Aerofotografēšana visai Latvijas teritorijai tiks veikta ar 20 cm/pix izšķirtspēju, kā arī multispektrālā krāsu spektrā. 8. cikla plānoto un paveikto darbu shēmas var apskatīt attēlos zemāk (22., 23. attēls).



22. attēls. 8. cikla aerofoto skenēšanas plānoto darbu shēma 2022-2024. gada periodā. (Avots: Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra).

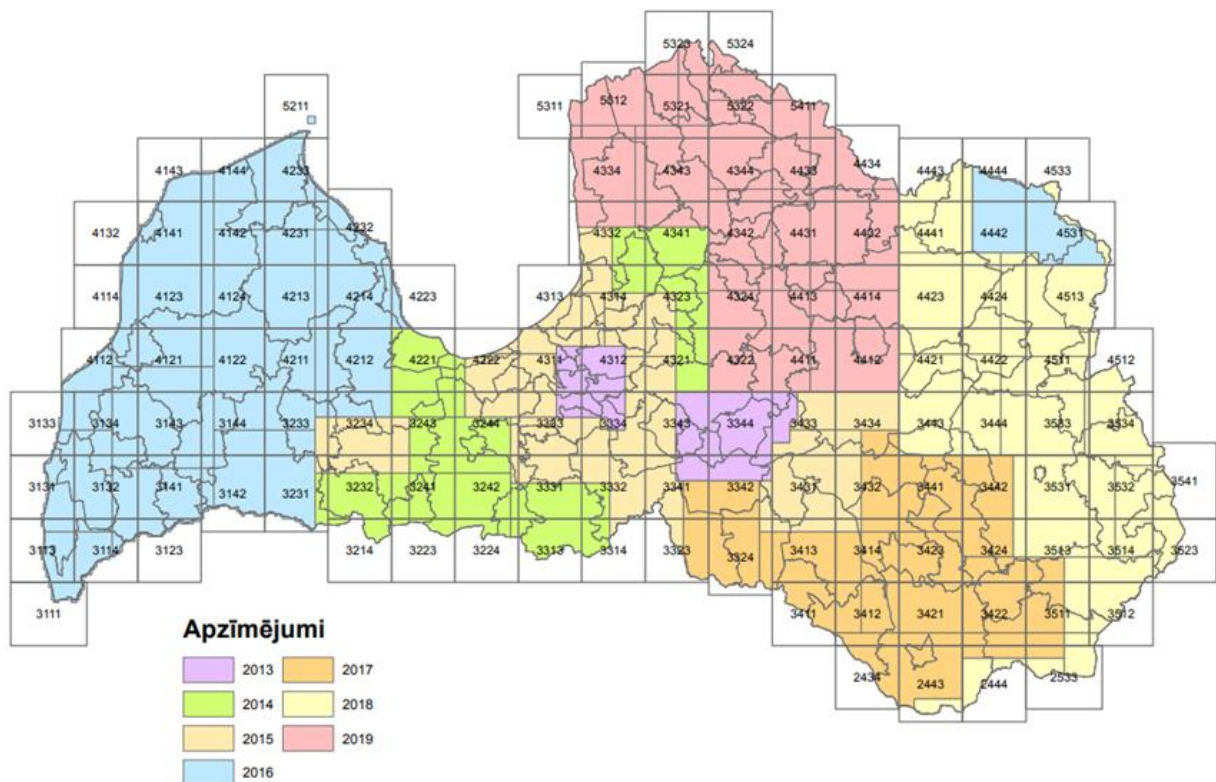


23. attēls. 8. cikla aerofoto skenēšanas paveikto darbu shēma 2022. gada periodā. (Avots: Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra).

### Aerolāzerskenēšana

Aviolāzerskenēšana – precīza un efektīva Zemes virsmas datu saņemšanas metode no gaisa kuģa ar LiDAR (*Light Detection and Ranging* – gaismas uztveršana un noteikšana) tehnoloģiju. LiDAR – tālzipētes tehnoloģija, kur tiek izmantoti redzamās gaismas un infrasarkanā apgabala viļņi. Svarīgākā lāzera funkcija ir nepārtraukta stara ģenerēšana, un šī stara atstarošanās pret objektu, kas ļauj veikt attāluma noteikšanu līdz objektam.

Aerolāzerskenēšanas datu ievākšanu visai Latvijas teritorijai LĢIA uzsāka sākot ar 2013. gadu. Uz doto brīdi dati ievākti un priekšapstrādi viena cikla ietvaros, pabeidzot darbus 2019. gadā. Lāzerskenēšanas pamatdatu shēma ir redzama 24. attēlā.



24. attēls. Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras lāzerskenēšanas pamatdatu ievākšanas shēma 2013-2019. gada periodā. (Avots: Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra).

### *LĢIA pieejamie digitālo augstumu modeļu produkti*

**Digitālā augstuma modeļa pamatdati** ir klasificētu aerolāzerskenēšanas punktu kopums, kur katram punktam ir zināmas plaknes koordinātas (X,Y) un augstums virs jūras līmeņa (Z). Modeļa dati ir piesaistīti koordinātu sistēmai LKS-92 TM un Latvijas normālo augstumu sistēmai LAS-2000,5. Pamatdati iegūti ar aerolāzerskenēšanas metodi. Kopējais iegūto punktu blīvums ne mazāks par 4 p/m<sup>2</sup>, zemes virsmu raksturojošo punktu vidējais blīvums ne mazāks par 1,5 p/m<sup>2</sup> (digitālā augstuma modeļa pamatdati pieejami **atvērto datu formā**). Dati pieejami LAS datu formātā un ir automātiski klasificēti pa līmeņiem: zemes virsma, zemā veģetācija, augstā veģetācija, būves.

**Digitālais virsmas modelis** ir punktu kopums, Zemes virsmas pacēluma modelis, kas ietver veģetāciju, saimniecisku objektu un citu objektu virsotnes:

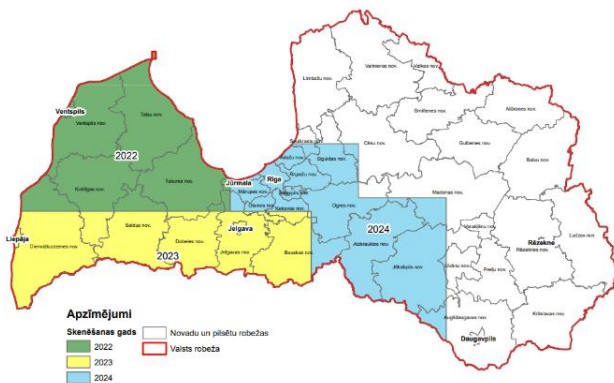
- no aerolāzerskenēšanas datiem sagatavotā digitālā virsmas modeļa vizualizēti attēli ar izšķirtspēju 25 cm (pieejams rastra datu formāts - TIFF un ECW) (**paraugs**);
- no aerolāzerskenēšanas datiem sagatavotais digitālais virsmas modelis ar izšķirtspēju 1 m (pieejams rastra datu formāts - TIFF) (**paraugs**);

**Digitālais reljefa modelis** ir Zemes virsmas punktu kopums, bez veģetācijas, saimniecisko un citu objektu virsotnēm:

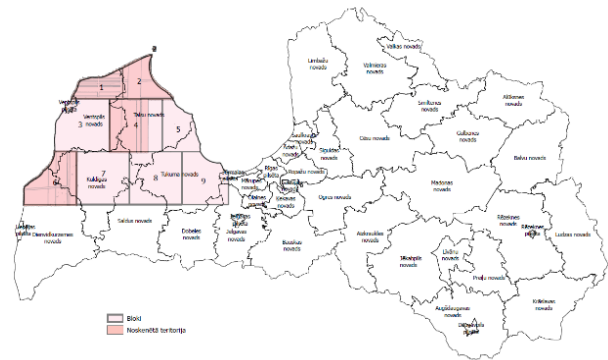
- digitālā reljefa modeļa pamatdati ar regulāro tīkla soli 20 m no datiem, kas iegūti ar lāzerskenēšanas metodi (pieejams teksta ASCII datu formāts) (dati pieejami **atvērto datu formā**);
- digitālā reljefa modeļa pamatdati ar regulāro tīkla soli 5 m no datiem, kas iegūti ar lāzerskenēšanas metodi (pieejams teksta ASCII datu formāts);
- no aerolāzerskenēšanas datiem sagatavotā digitālā reljefa modeļa vizualizēti attēli ar izšķirtspēju 25 cm (pieejams rastra datu formāts - TIFF un ECW) (**paraugs**);
- no aerolāzerskenēšanas datiem sagatavotais digitālais reljefa modelis ar izšķirtspēju 1 m (pieejams rastra datu formāts - TIFF) (**paraugs**);
- digitālais reljefa modelis aeronavigācijas vajadzībām ar horizontālo soli trīs loka sekundes.

**Digitālais reljefa modelis, vizualizēts horizontāļu** veidā - vispārīgās reljefa formas vektorfailu formātā. Horizontāles ataino vispārīgas reljefa formas un atspoguļo arī mākslīgus uzbērumus, kuri augstāki par 3 m. Solis starp horizontālēm - 1 m, uzsvērtās horizontāles - ik pa 10 m. Dati ir papildināti ar augstumatzīmēm un kritumrādītājiem. Horizontāles ir sadalītas līmeņos pēc augstumu vērtībām (pieejamie datu formāti - DGN, Esri Shapefile, Esri File Geodatabase).

LĢIA 2022. gada pavasarī uzsāka Latvijas teritorijas aerolāzerskenēšanas 2. cikla datu ieguvu sešu gadu laika periodā. Lāzerskenēšanas kopējais iegūto punktu blīvums – ne mazāk par 6 p/m<sup>2</sup>. Datu ievākšana sāka Kurzemes reģionā. Otrā cikla plānoto darbu (līdz 2024. gadam) un paveiktā darba shēmas var apskatīt 25., 26. attēlos.



25. attēls. 2. cikla lāzerskenēšanas plānoto darbu shēma 2022-2024. gada periodā. (Avots: Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra).



26. attēls. 2. cikla lāzerskenēšanas paveikto darbu shēma 2022. gada periodā. (Avots: Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra).

**LĢIA Karšu pārlūks.** 2010. gadā LĢIA publicēja Karšu pārlūku, kurā visi interesenti bez maksas var vienkopus apskatīt aģentūras sagatavotos ģeotelpiskās informācijas pamatdatus. 2021. gadā tika sagatavota Karšu pārlūka atjaunotā versija v5 jeb "**LĢIA Kartes**".

"LĢIA Kartes" ir skatāmi LĢIA sagatavotie ģeotelpiskās informācijas pamatdati Latvijas teritorijai, kā arī atsevišķu citu datu turētāju (Valsts zemes dienesta, Dabas aizsardzības pārvaldes u.c.) sagatavotie ģeotelpiskās informācijas pamatdati.

"LĢIA Kartes" bez datu pārlūkošanas ir iespējams veikt arī citas dažādas darbības, pielietojot rīkjoslas:

- atlasīt karšu slāņus;
- meklēt pēc adreses, vietvārda, administratīvās teritorijas, kadastra numura, karšu nomenklatūras vai koordinātām;
- dalīties ar lokāciju;
- zīmēt savu objektu;
- pievienot ārējo slāni (SHP, GPX, KML formāta datnes, kā arī WMS saites);
- noteikt atrašanās vietu;
- sagatavot izdrukas.

### Citi augstas izšķirtspējas attālās izpētes dati

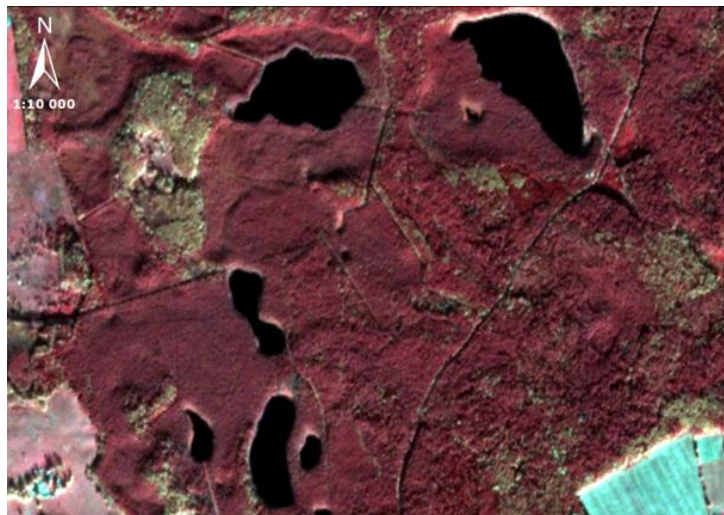
Brīvpieejas attālās izpētes dati ļauj veikt biotopu platību izmaiņu novērošanu tikai piedāvātas telpiskās un spektrālās izšķirtspējas ietvaros. LĢIA misijas ortofoto un lāzerskenēšanas datu telpiskā izšķirtspēja ir pietiekama biotopu izmaiņu novērtēšanai, bet informācija tiek iegūta cikliski, vairāku sezonu ietvaros, nosedzot visu Latvijas teritoriju. LĢIA ortofoto dati satur 4 viļņa garuma spektrālajā dimensijā, kas var būt nepietiekami, lai veiktu nepieciešamo spektrālo analīzi biotopu platību izmaiņu novērtēšanai. Ja rodas nepieciešamība aizpildīt trūkumus brīvpieejas informācijā, attālās izpētes datu tirgū pastāv dažādi augstas izšķirtspējas datu komercpiedāvājumi satelītu jomā, kā arī aviācijā bāzēti datu ievākšanas piedāvājumi, kas var būt pilota vai bezpilota vadīti.

### Augstas izšķirtspējas satelītdati

Šo datu pieejamais klāsts ir ļoti plašs. Datu telpiskās izšķirtspējas variē, sākot ar 20 cm/pix izšķirtspēju un beidzot ar 6 m/pix. Piedāvājumā, pārsvarā, ir multispektrālie augstas rezolūcijas satelītsensoru dati, kuriem, bez redzamās gaismas joslām, var būt pieejama informācija pāris joslās no tuvā infrasarkanā, īsviļņu infrasarkanā, vai pat termālā spektra

diapazonā. Hiperspektrālo satelītdata misija uz doto brīdi ir viena. Itālijas Kosmosa aģentūra 2019. gada martā palaida hiperspektrālo sensoru orbītā zem misijas nosaukuma "PRISMA". Dati satur 237 spektrālās joslas, 400 – 2505 nm spektrālajā diapazonā. Telpiskā rezolūcija ir 30 m/pix un viens panhromātiskais 5 m/pix kanāls, kas ļauj uzlabot 30 m kanāliem telpisko izšķirtspēju uz 5 m/pix. PRISMA hiperspektrālās informācijas ieguve patstāvīgi notiek Itāļu Kosmosa aģentūras izvēlētajās vietās, tikai komercpasūtījuma ietvaros aģentūra ieslēdz satelītu norādītajās vietās.

Pēdējo laiku veiksmes stāst ir PLANET augstas izšķirtspējas satelītdatai ([www.planet.com](http://www.planet.com)). Šīs kompānijas miniatūro satelītu konstelāciju kopums sniedz aktuālu ainu pieejamību katru dienu, nosedzot visu planētu, jau kopš 2020. gada. Telpiskā rezolūcija variē no 50 cm/pix līdz 3 m/pix. PlanetScope satelītdatai ar 3 m/pix telpisko rezolūciju un 4 joslu spektrālo dimensiju tiek ievākti katru dienu, nepārtraukti. Turpretī, 50 cm/pix ļoti augstas izšķirtspējas SkySat misijas satelītdatai tiek ievākti pēc pasūtījuma. Šogad PlanetScope misija tiek uzlabota, palaižot orbītā jaunās paaudzes satelītus, kuriem ievērojami ir uzlabots ainas asums, kā arī pievienotas klāt vairākas redzamās gaismas spektra joslas, kā arī tuvās infrasarkanajās gaismas diapazons. PLANET nodrošina interaktīvu platformu datu apskatīšanai, datu pieprasījumu veidošanai, kā arī lejuplādei. Piedāvājumā ir 30 dienu izmēģinājuma pieraksts, kura ietvaros var apskatīt priekšskatījuma režīma datu arhīvu. PLANET datu piemēru neīsto krāsu kombinācijā ar 3m/pix telpisko izšķirtspēju var aplūkot 27. attēlā.



27. attēls. 2018-10-19 datuma PLANET datu piemērs Gulbja salas purva teritorijā.

Tehnoloģiski vismodernākās komercsatelītsensoru datu misijas ir apkopotas 4. tabulā.

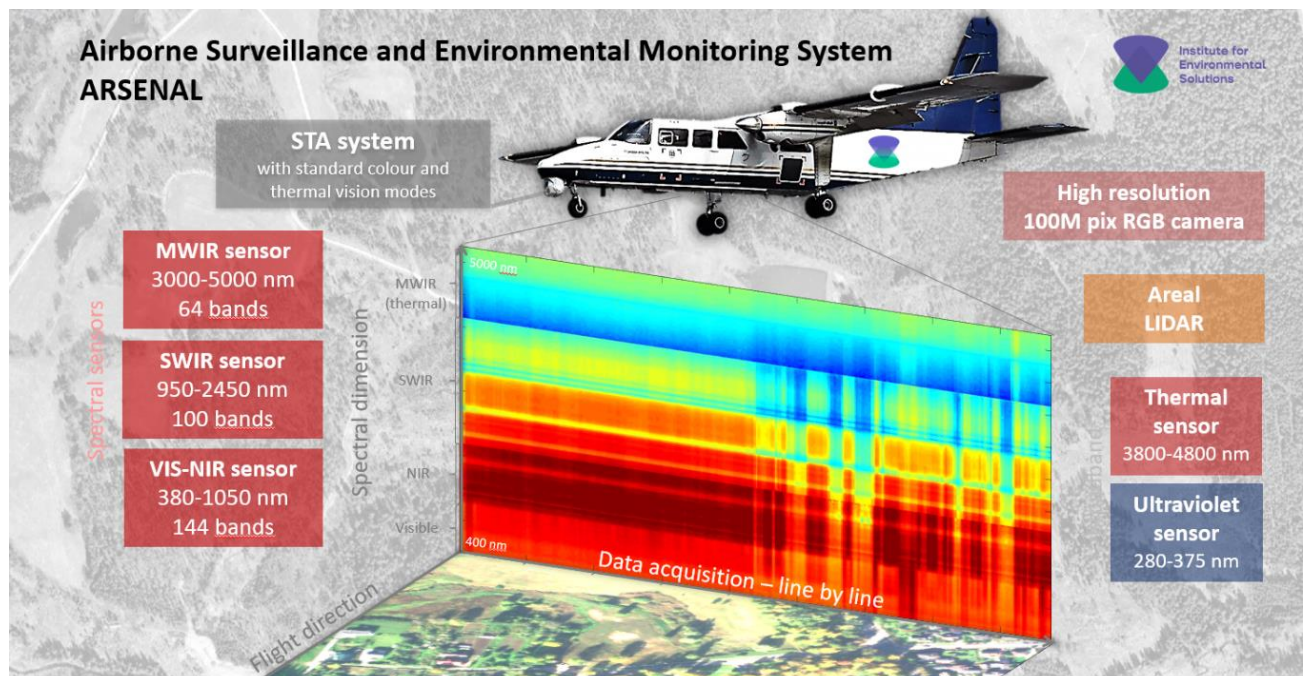
4. tabula. Komercsatelītsensoru datu misijas un galvenie parametri

| Misijas nosaukums  | Joslu skaits | Telpiskā izšķirtspēja (m/pikseli) |
|--------------------|--------------|-----------------------------------|
| Pleiades Neo       | 6            | 0,3 - 1,2                         |
| SuperView Neo      | 6            | 0,3 - 1,2                         |
| WorldView - 3      | 16           | 0,3 - 3,7                         |
| GeoEye-1           | 5            | 0,5 - 1,84                        |
| Pleiades-1A and 1B | 5            | 0,5 - 2                           |
| SuperView-1        | 5            | 0,5 - 2                           |
| KOMPSAT-3A         | 6            | 0,55 - 5,5                        |
| KOMPSAT-3          | 5            | 0,7 - 2,8                         |
| QuickBird          | 5            | 0,65 - 2,62                       |
| Satellogic         | 4            | 0,7                               |
| Gaofen-2           | 5            | 0,8 - 3,2                         |
| TripleSat          | 5            | 0,8 - 3,2                         |
| IKONOS             | 5            | 0,8 - 3,8                         |
| SPOT-6             | 4            | 1,5 - 6                           |
| SPOT-7             | 4            | 1,5 - 6                           |

### Aviācijā bāzēti augstas izšķirtspējas dati

Šos datus var iegūt ar pilota vadāmu lidaparātu, vai arī bezpilota jeb dronu palīdzību. Pilotu vadāmi lidaparāti jeb lidmašīnas salīdzinoši spēj nest lielus svarus, līdz ar to iekšienē var integrēt vairākus augstas kvalitātes aviācijā bāzētus augstas izšķirtspējas sensorus. Mūsdienās ir izgudroti un ir pieejami tirgū bezpilota lidaparāti, kas ir pielīdzināmi pilotu vadāmu lidmašīnu nestspējai. Šo gaisa spēkratu izmaksas ir pielīdzināmas lidmašīnu izmaksām un pat dārgākas.

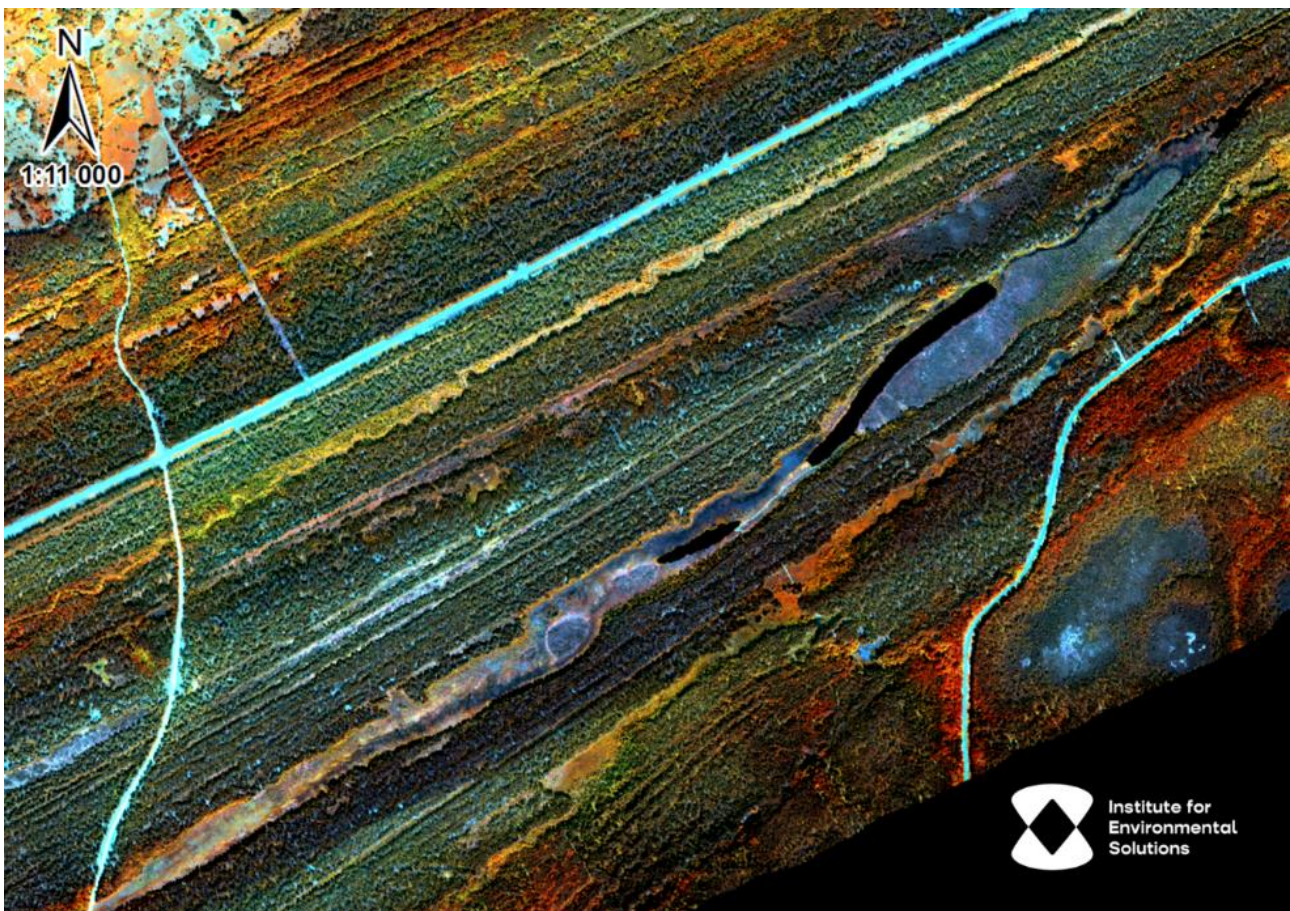
Atkarībā no pilota vadāma gaisa spēkrata lieluma un nestspējas, tiek integrēti viens vai vairāki augstas izšķirtspējas datu sensori. Vairāki, kopā integrēti, augstas rezolūcijas sensori vienā nesējā, veido attālās izpētes un novērošanas laboratorijas. Uz doto brīdi, Latvijā vienīgā un Eiropas mērogā sava veida unikāla aviācijā bāzēta attālās izpētes un novērošanas laboratorija ir Vides risinājumu institūta attālās izpētes stacija ARSENAL (skatīt 2015. gadā attīstītās vadlīnijas ES nozīmes biotopu kartēšanai un stāvokļa novērtējumam, izmantojot attālās izpētes datus. Projekts "Inovativās attālās izpētes metodes adaptēšana ES nozīmes aizsargājamo biotopu kartēšanai un stāvokļa novērtēšanai", Reģ. Nr. 1-08/159/2014). ARSENAL lidojošās attālās izpētes un novērošanas laboratorijas pieejamo sensoru kopumu var aplūkot 28. attēlā.



28. attēls. Vides novērošanas un monitoringa laboratorija ARSENAL: instrumenti un to parametru uzskaitījums. (Avots: Vides risinājumu institūts).

Visizplatītākais aviācijā bāzēts datu avots ir augstas telpiskās izšķirtspējas redzamās gaismas kameras. RGB sensori uztver gaismu platās joslās zilajā, zaļajā un sarkanajā gaismas spektrā. RGB kamera ir pieejama ARSENAL sastāvā, kas var tikt integrēta kā individuāls sensors, mazāka mēroga lidmašīnā. Redzamās gaismas aviodatu sensori ir kadru tipa kameras, kas uzņem kadrus pēc uzstādītā laika. Parasti šāda veida kameras ir saintegrētas ar pozicionēšanas sensoriem, līdz ar to katrs kadrs satur centra koordināti. Pēc apstrādes rezultātā, ar gataviem vai pašu programmētiem rīkiem, tiek ģenerētas mozaīkas (viens liels ģeolokalizēts attēls), kā arī, izmantojot fotogrametrijas pieeju, var izveidot punktu mākonī, kas tālāk jau tiek pielietots 3D modeļu, vai arī digitālā virsmas modeļa izstrādē. Lidojot maksimāli pieļaujamā augstumā, ar 100 Mpix kameru var iegūt RGB mozaīku 3 cm/pix izšķirtspējā. Attālā izpētē RGB sensoru datus parasti izmanto vizuālam teritorijas novērtējumam, references datu ieguvei, citu sensoru datu produktu verificācijai. Vizuāli atšķirīgu zemes seguma un objektu gadījumā, augstas izšķirtspējas RGB dati var tikt izmantoti objektorientētai un pikseļorientētai klasifikācijai.

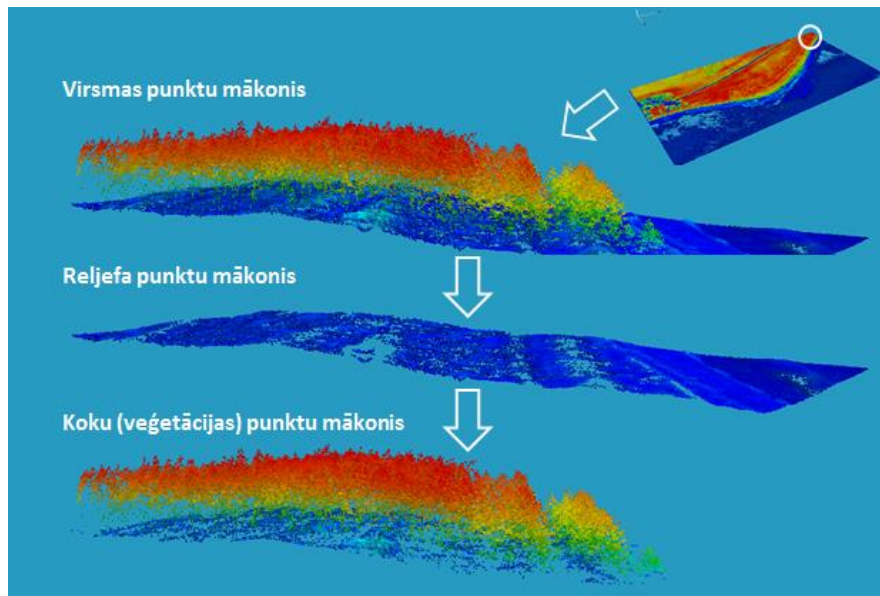
Papildus iespējas zemes seguma un veģetācijas analīzei sniedz optiskie attālās izpētes dati, kas tiek ievākti ne tikai redzamās gaismas robežās, bet arī infrasarkanajā gaismas diapazonā. Aviācijā bāzētu multispektrālo un hiperspektrālo kameru piedāvājums ir ļoti plašs. Izmaksas atkarīgas no sensoru galveno elementu kvalitātes un uztveramās gaismas diapazona. Multispektālie sensori parasti veic mērījumus redzamās gaismas robežās un infrasarkanās gaismas diapazonā, ietverot nozīmīgākās spektra diapazona joslas. Hiperspektrālie sensori tiek projektēti, lai ievāktu datus nepārtrauktās, pēc iespējas šaurākās joslās, nosedzot paredzēto spektrālo diapazonu. Rodas iespēja izvēlēties informatīvākās joslas paredzētajam uzdevumam, vai arī izmantot visas joslas, kā arī precīzāk aprēķināt izvēlētos spektrālos indeksus. VRI attālās izpētes lidojošās laboratorijas sastāvā ir trīs augstas kvalitātes hiperspektrālie sensori, kas iegūst datus redzamās gaismas un tuvā infrasarkanā spektra robežās, īsviļņu infrasarkanā, kā arī vidējo īsviļņu infrasarkanā spektra diapazonā. Visu hiperspektrālo sensoru datus saintegrējot kopā, var iegūt informāciju ar 1 m/pix telpisko rezolūciju un 310 spektrālās joslās no 380 līdz 5000 nm viļņu garuma. Hiperspektrālo datu sniegtās iespējas var apskatīt 29. attēla piemērā.



29. attēls. Slīteres nacionālā parkā esošo vīgu kompleksa daļas neīsto krāsu attēls, kurš kombinēts no infrasarkanās, zaļās un sarkanās gaismas viļņu garumu joslām. (Avots: Vides risinājumu institūts).

Zemes virsmas objektu augstuma un struktūras analīzei izmanto aktīvo LIDAR sensoru, kura primārais datu faila saturs ir punktu mākonis, kas ietver informāciju par dažādiem augstuma līmeņiem, kā arī katrs punkts ietver atstarotās gaismas intensitātes mērījumu viļņa garumā, kurā lāzers tiek raidīts. LIDAR sensors var uzģenerēt vairākus punktus no viena raidītā stara. Tas nozīmē, ka stars ir sasniedzis vairākas virsmas dažādos augstuma līmeņos. Priekšapstrādes rezultātā katram lāzerskenēšanas punktam tiek piešķirta klase. Nofiltrējot zemākos punktus var iegūt informāciju par reljefu. Pārējos punktus, sagrupējot pēc viendabīguma vai izkliedes telpā un intensitātes vērtībām attiecīgajā viļņa garumā, nodala

zemo veģetāciju, augsto veģetāciju, kā arī būves. Katras klases kvalitāte ir atkarīga punktu mākoņa biežības un klasificēšanas algoritmiem. Datu attēli, kas visbiežāk tiek izmantoti attālas izpētes analizē ir normalizēts zemes virsmas attēls (nDSM) un zemes reljefa attēls (DTM). Piemēru punktu mākonim var apskatīt 30. attēlā.

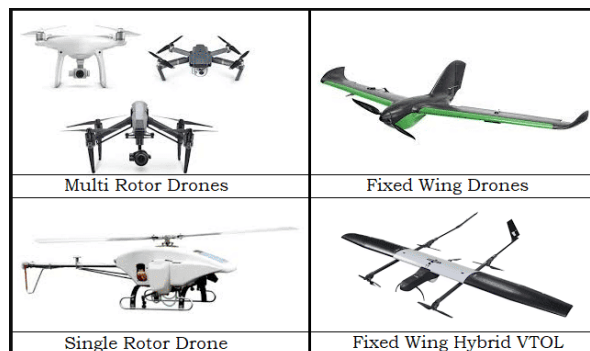


30. attēls. Lāzerskenēšanas punktu mākoņa piemērs dažādos līmeņos (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

#### *Aviācijā bāzētu bezpilota lidaparātu jeb dronu augstas izšķirtspējas dati*

Šie dati pēdējo desmit gadu laikā ir guvuši popularitāti attālas izpētes jomā. Piedāvājums bezpilota lidaparātiem (droniem) un augstas izšķirtspējas sensoriem ir kļuvis ļoti plašs. Vides uzraudzības tradicionālie lauka apsekojumi ir laikietilpīgi un savā ziņā datus nepilnīgi, ja runa ir par grūti pieejamām un teritoriāli lielām platībām. Jaunākie pētījumi bezpilota lidaparātu jomā, miniaturizētas attēlveidošanas sistēmas un mākslīgais intelekts padara vides uzraudzību daudz elastīgāku, pieejamāku un precīzāku (Manfreda *et al.*, 2018). Bezpilota lidaparātu sistēmas (bezpilota lidaparāts aprīkots ar vienu, vai vairākiem sensoriem) sniedz iespēju iegūt datus par lielām platībām, ņemot vērā drona izturību enerģijas resursa kontekstā. Iegūtie dati sniedz iespēju iegūt analizē pielietojamu kartogrāfisko materiālu, vai arī kalpot kvalitatīvam vizuālam novērtējumam.

Latvijā jau pāris gadus darbojas ES nozīmes un ir izstrādāts nacionālas nozīmes regulējums, kas ir jāievēro, pilotējot bezpilota gaisa kuģu sistēmas. Personai, kas vada bezpilota lidaparātu ir jāapgūst zināšanas un ir jānokārto teorētiskais eksāmens. Praktiskā eksāmena nepieciešamība ir atkarīga no spēkrata lieluma, lietošanas nolūka un vides (<https://uas.caa.lv>). Tirdzniecībā piedāvājumā ir dažāda lieluma un veida bezpilota lidaparāti. Bezpilota lidaparāti pēc tipa dalās četrās grupās, kuras var apskatīt 31. attēlā.



31. attēls. Bezpilota lidaparātu tipi. (Avots: <https://www.aaisydney.com.au/>)

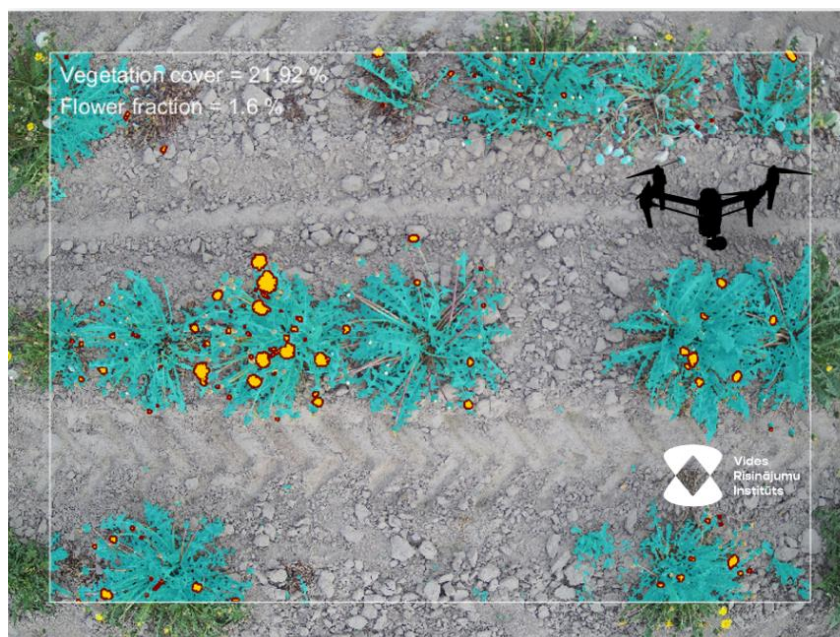
Izvēloties spēkratu ir jāņem vērā teritoriju lielums, ko plānots aptvert, un šo teritoriju pieejamība, jo bezpilota gaisa kuģiem pēc viņu tipa ir savas stiprās un vājās puses.

Visizplatītākais bezpilota lidaparātu veids ir multi-rotoru droni, kas ir viegli apgūstami, paceļas un nolaižas vertikāli, un spēj lidot salīdzinoši stipra vēja apstākļos. Šos dronus, ņemot vērā viņu nestspēju un sensoru saderību, var aprīkot ar vairākām datu iegūšanas ierīcēm. Piemēru bezpilota lidaparāta sistēmai, kura ietver vairākus dažāda veida sensorus, var apskatīt 32. attēlā.



32. attēls. DJI Matrice 600 drons, aprīkots ar Velodyne lidar, Hyperspektrālo kameru, redzamās gaismas RGB kameru un pozicionēšanas sensoru Applanix (Lin *et al.* 2021).

Bezpilota lidaprāta sistēmas parasti tiek veidotas, ietverot vienu vai vairākus attālās izpētes datu sensorus. Ja runa ir par attēlveidošanas sensoriem, tad visizplatītākais datu avots ir RGB redzamās gaismas augstas izšķirtspējas kameras. Lidojot ļoti zemā augstumā un pietiekami lēni, var iegūt attēlus līdz pat milimetra izšķirtspējai. Šāda veida datu iegūšanas tehnika ir ļoti laikietilpīga un riskanta, lielākoties ir pieļaujama ļoti atklātās un līdzenās teritorijās, piemēram, zālājos un lauksaimniecības zemēs. Neskatoties uz to, datorredzes algoritmi, kas ir bāzēti uz kontrastainu krāsu nošķiršanu, ļauj automatizēti šāda veida datus nošķirt lapas no ziediem un noteikt to platību parametrus. Pieneņu lapotnes un ziedu segmentāciju ar dronu iegūtos datus var apskatīt 33. attēlā.



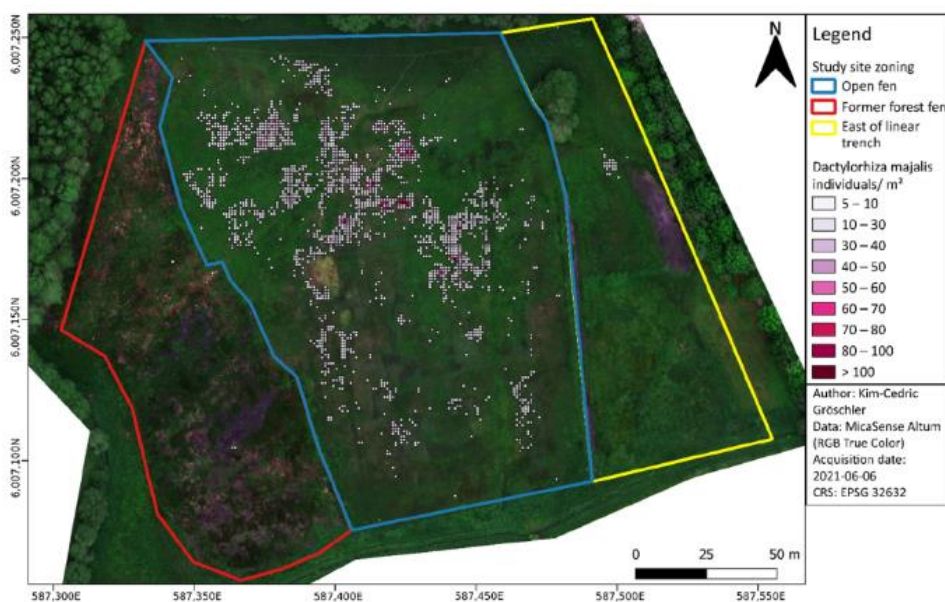
33. attēls. Pieneņu lapotnes un ziedu segmentācija. (Avots: Vides risinājumu institūts)

Šāda pieeja ir visvienkāršākā un ļoti labi darbojas lauksaimniecības teritorijās, kur platības ir attīrītas no nevēlamiem objektiem, kas krāsu gammās ir ļoti līdzīgi ar kādu no mērķa objektiem.

Ja runa ir par sarežģītākām ekosistēmām kā zālāji, datorredzes algoritmus kombinē ar padziļinātās objektu apmācības algoritmiem, kas dod iespēju segmentēt ziedkopas, kā arī klasificēt tās, ņemot vērā struktūras pazīmes (Gallmann *et al.* 2021). Redzamās gaismas attēlveidošanas sensori lielākoties ir kadru tipa kameras, kas uzņem kadrus pēc uzstādītā laika, ņemot vērā lidošanas augstumu un ātrumu. Parasti šāda veida kameras ir sasaistītas ar pozicionēšanas sensoriem. Rezultātā katrs kadrs satur centra koordināti ar dimensiju, kas raksturo drona atrašanos augstumā virs jūras līmeņa. Pēcāpstrādē ar gataviem vai pašu programmētiem rīkiem, tiek radītas mozaikas (viens liels ģeolokalizēts attēls), kā arī, izmantojot fotogrammetrijas pieeju, var izveidot punktu mākonī, ko tālāk pielieto 3D modeļu vai digitālā virsmas modeļu izstrādē (DSM).

Zemes reljefa modeļi iegūti ar fotogrammetrijas paņēmieni parasti ir neprecīzi, sevišķi mežu un bieziem krūmiem bagātās teritorijās. Tāpēc, lai iegūtu normalizētu zemes objektu augstuma modeli, ir jāmeklē cieti datu avoti zemes reljefa kontekstā, jo zemes reljefa izmaiņas notiek samērā lēni tieši dabīgu procesu iedarbībā. Šādu pieeju nevar izmantot, ja teritorijā ir gaidāma, vai jau ir notikusi cilvēka izraisīta zemes reljefu mainoša saimnieciskā darbība. Precīzākas datu kopas, no kurām var iegūt objektu augstuma standartattēlus, iegūst ar LIDAR sensoriem. Miniaturu LIDAR sensoru piedāvājums ir samērīgi plašs un izmaksu ziņā stipri pārsniedz redzamās gaismas kameru izmaksas.

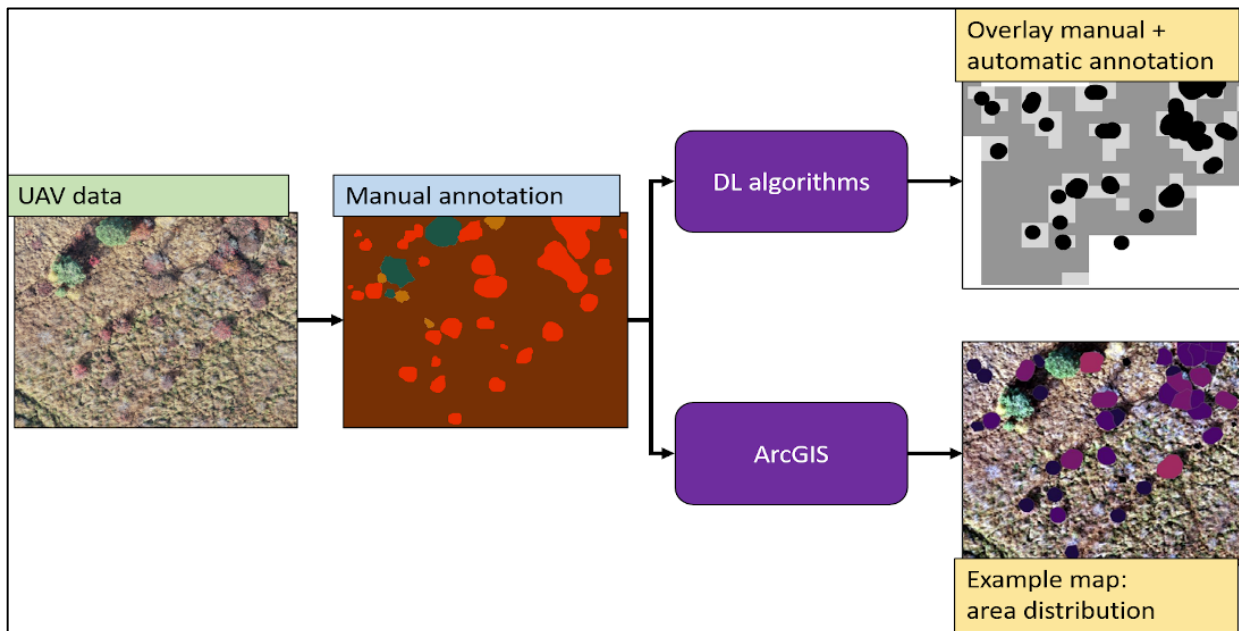
Papildus iespējas zemes seguma un veģetācijas analīzei sniedz optiskie attālās izpētes dati, kas tiek ievākti ne tikai redzamās gaismas robežās, bet arī infrasarkanajā gaismas diapazonā. Miniaturu multispektrālo un hiperspektrālo kameru datu telpiskā izšķirtspēja parasti ir nedaudz mazāka, salīdzinot ar RGB redzamās gaismas sensoriem, toties paver lielākas iespējas objektu klasifikācijā. Bieži vien, lai noteiktu biotopa platību izmaiņas, vai arī kvalitātes stāvokli, pietiek noteikt un kvantificēt kādu indikatoru attiecīgajā platībā. K.C. Gröschler un N. Oppelt (2022) izstrādājuši uz drona bāzētu multispektrālo datu monitoringa pieeju, kura, balstīta uz rozā krāsas indeksu, segmentē orhidejas (*Dactylorhiza majalis*) procentuālo izplatību. Šo segmentāciju izmanto biotopa kvalitātes novērtēšanai. Minētās orhidejas segmentācijas rezultāts ir redzams 34. attēlā.



34. attēls. Orhidejas *Dactylorhiza majalis* kartējums ar dronu iegūtos multispektrālos datus (Avots: Gröschler un Oppelt, 2022).

Bezpilota lidaparātu sistēmu dati augstās telpiskās izšķirtspējas dēļ ļauj lietot vai izstrādāt segmentācijas jeb klasifikācijas algoritmus, kas ir bāzēti ne tikai uz pikseļa vērtībām vai to kombinācijām, bet arī uz struktūras īpašībām. Ievērojamu popularitāti objektu noteikšanā ir guvuši mašīnāpmācības algoritmi, kas plaši tiek izmantoti tieši bezpilota lidaparātu sistēmu datiem.

Sekojojot līdzīgai tendencei, piedāvājumā esošās informācijas sistēmu programmatūras tiek attīstītas, iekļaujot iespēju lietot mašīnāpmācības pieeju. Pēdējo gadu laikā lielu ieguldījumu šajā jomā ir veikusi ESRI kompānija, iekļaujot savā programmu sistēmā vairākus mašīnāpmācības algoritmus. Tas paver iespēju lietotājam bez programmēšanas iemaņām veikt objektu noteikšanas apmācību, norādot pietiekami reprezentatīvu objektu kopu algoritmu apmācībai. S. Kentsch ar zinātnieku komandu (2021) pētījuma ietvaros izveidoja pieeju, ar kuru, izmantojot vienu no ArcGIS Pro vidē pieejamiem padziļinātās apmācības algoritmiem, ieguva kartogrāfisku materiālu par invazīvu melleņu krūmu izplatību Vācijas mitrāju teritorijā. Dzīlās mācīšanās tīkli tika izmantoti ar pārsūtišanas apmācību, lai automātiski noteiktu melleņu krūmus, kas sasniedza patiesās pozitīvās vērtības (TPV) 93,83% un kopējo precizitāti (OA) 98,83%. Invazīvo melleņu krūmu izplatības vienkāršota noteikšanas shēma ir redzama 35. attēla.



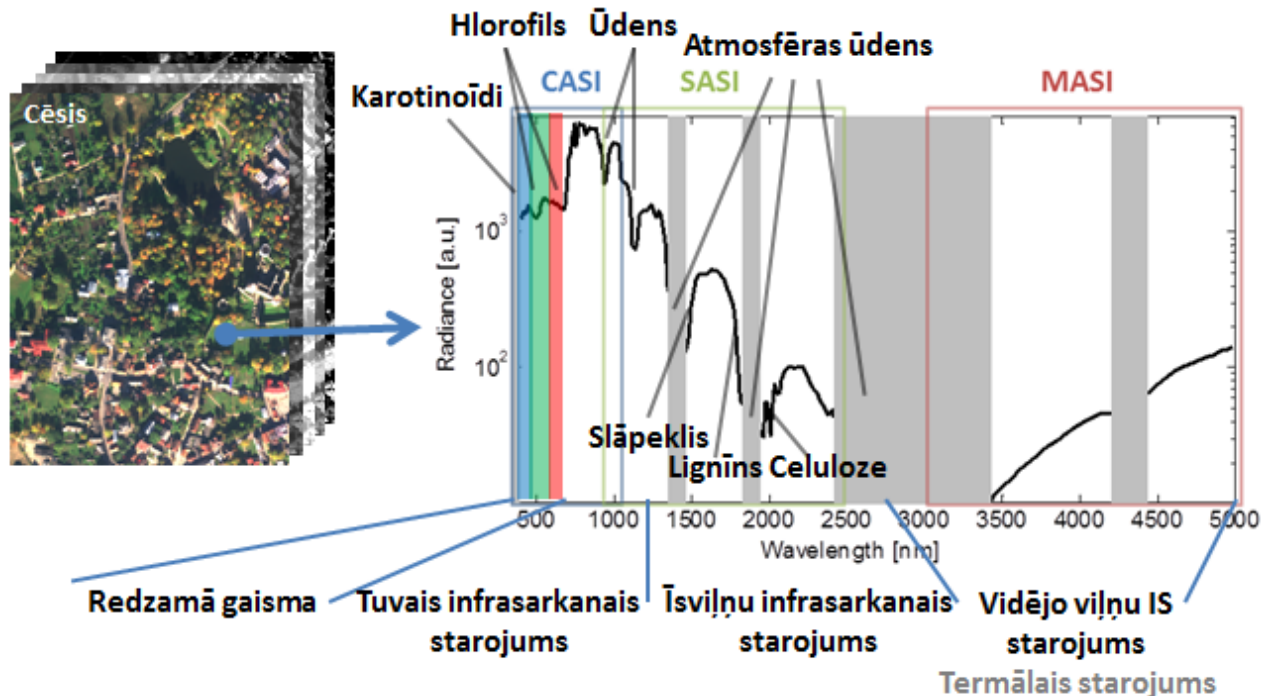
35. attēls. Invazīvo melleņu krūmu izplatības vienkāršota noteikšanas shēma ar dronu ievāktos datos (Avots: Kentsch et al. 2021).

## Augstas izšķirtspējas datu produkti

### Spektrālās informācijas produkti

Hiperspektrālos attēlošanas datos, katram attēla pikselim tiek iegūts atstarotās un izstarotās gaismas spektrs starojuma (*radiance*) vienībās, ko tālāk iespējams pārvērst atstarotās gaismas (*reflectance*) spektrā un izmantot spektrālai analīzei. Ar ARSENAL iegūta starojuma spektra piemērs redzams 36. attēlā. Redzamā gaisma šajā gadījumā veido tikai mazu daļu (400-700 nm) no kopējā 380-5000 nm spektra diapazona. Hromoforas ir gaismu absorbējošas molekulas un to savienojumi, kas atstarotā spektra līknei piešķir formu un kuru koncentrāciju iespējams novērtēt ar spektrālās analīzes metodēm. Veģetācijai raksturīgākas hromoforas ir hlorofils un karotinoīdi redzamās gaismas, kā arī ūdens, slāpeklis, lignīns un celuloze infrasarkanā starojuma spektra daļā. Trīs pelēki iekrāsotās joslas īsviļņu infrasarkanā spektra

diapazonā atbilst izteiktām ūdens absorbcijas joslām, parasti tiek izmantotas atmosfēras ūdens nodalīšanai (atmosfēras korekcijai), bet veģetācijas tiešā novērtēšanā vai klasifikācijā nav izmantojamas. Vidējo viļņu infrasarkanā spektra diapazons ir īpatnējs ar to, ka tajā izstarotais jeb termālais starojums sāk dominēt pār atstaroto gaismu, šo diapazonu var izmantot arī virsmas temperatūras novērtēšanai. Pelēkā josla pie 4300 nm atbilst izteiktai oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) absorbcijas joslai.



36. attēls. ARSENAL hiperspektrālo attēlu kopa un starojuma spektra piemērs vienam attēla pikselim (VRI, 2015).

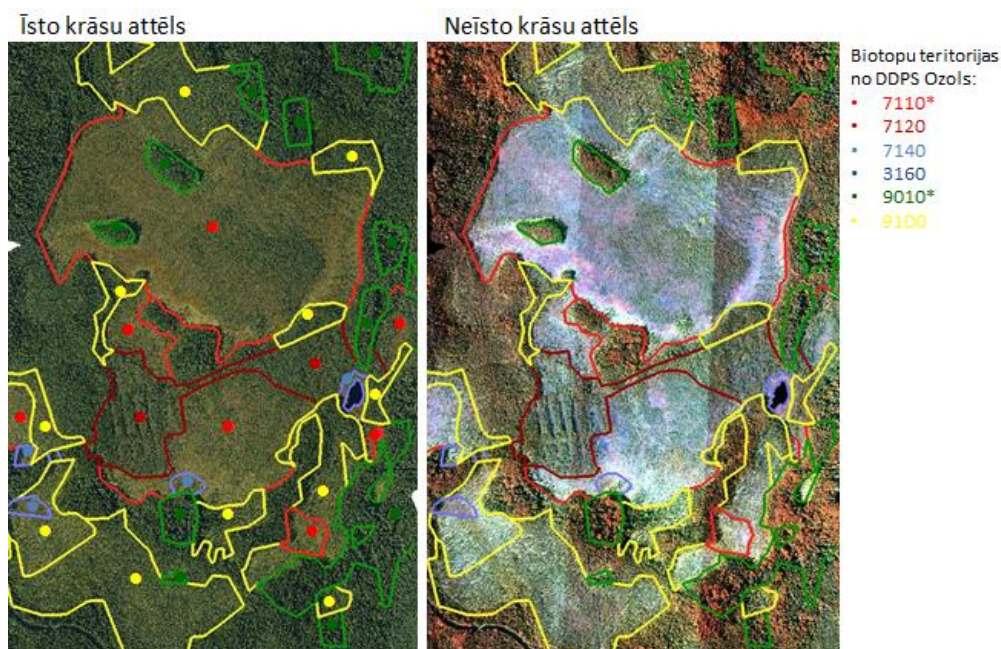
Hiperspektrālie dati ir izmantojami šaurjoslas veģetācijas indeksu aprēķināšanai (skatīt 5. tabulu), kas reprezentē veģetācijas hromoforu (piem., hlorofila) koncentrāciju, kā arī sniedz informāciju par veģetācijas veselības/stresa stāvokli. Visbiežāk izmantojamais veģetācijas indekss veģetācijas slāņa izdalīšanai, hlorofila koncentrācijas un zaļās biomasas novērtēšanai ir normalizētais veģetācijas indekss (NDVI), ko aprēķina no diviem spektrāliem kanāliem sarkanā un infrasarkanā spektra diapazonā, attiecīgi 675 nm, kur hlorofilam vērojams absorbcijas maksimums, un 845 nm, kur veģetācijai raksturīga maksimāla gaismas atstarošanās.

5. tabula. Izplatītākie veģetācijas indeksi (VRI, 2015).

| Veģetācijas indekss (akronīms)                                      | Viļņa garums [nm] | Reference                   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>Normalizētās starpības veģetācijas indeksi – (b1-b2)/(b1+b2)</b> |                   |                             |
| Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)                       | 850, 670          | Tucker 1979                 |
| Modified Normalized Difference Vegetation Index (mNDVI)             | 750, 705          | Gitelson <i>et al.</i> 1996 |
| Photochemical Reflectance Index (PRI)                               | 531, 570          | Gamon <i>et al.</i> 1992    |
| Normalized Difference Water Index (NDWI)                            | 859, 1240         | Gao 1996                    |
| Short Infrared Water Stress Index (SIWSI)                           | 859, 1640         | Fensholt <i>et al.</i> 2003 |
| Normalized Difference Infrared Index (NDII)                         | 850, 1600         | Klemas <i>et al.</i> 1983   |
| Normalized Dry Matter Index (NDMI)                                  | 1649, 1722        | Wang <i>et al.</i> 2011     |
| Normalized Difference Nitrogen Index (NDNI)                         | 1681, 1510        | Serrano <i>et al.</i> 2002  |
| Normalized Difference Lignin Index (NDLI)                           | 1680, 1754        | Serrano <i>et al.</i> 2002  |
| Dry Matter Content Index (DMCI)                                     | 2305, 1495        | Romero <i>et al.</i> 2012   |

|                                                           |                                     |                                 |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Normalized Difference Leaf Mass per Area Index (NDLMAI)   | 1340, 1710                          | le Maire <i>et al.</i> 2008     |
| Normalized Difference Tillage Index (NDTI)                | 1650, 2215                          | Van Deventer <i>et al.</i> 1997 |
| Normalized Difference Foliar Water Content Index (NDFWCI) | 1062, 1393                          | Feret <i>et al.</i> 2011        |
| <b>Spektrālo kanālu attiecības indeksi – b1/b2</b>        |                                     |                                 |
| Water Index (WI)                                          | 900, 970                            | Penuelas <i>et al.</i> 1997     |
| Moisture Stress Index (MSI)                               | 1599, 819                           | Hunt <i>et al.</i> 1989         |
| Simple Ratio Water Index (SRWI)                           | 860, 1240                           | Zarco-Tejada <i>et al.</i> 2003 |
| Reciprocal of Moisture Stress Index (RMSI)                | 860, 1650                           | Hunt <i>et al.</i> 1989         |
| Vogelmann Red Edge Index 1 (VOG1)                         | 740, 720                            | Vogelmann <i>et al.</i> 1993    |
| <b>Cita veida indeksi</b>                                 |                                     |                                 |
| Structure Insensitive Pigment Index (SIPI)                | $R(800)-R(445) / R(800)-R(680)$     | Penuelas <i>et al.</i> 1995     |
| Plant Senescence Reflectance Index (PSRI)                 | $R(680)-R(500) / R(750)$            | Merzlyak <i>et al.</i> 1999     |
| Cellulose Absorption Index (CAI)                          | $0.5*(R(2000) + R(2200)) - R(2100)$ | Daughtry 2001                   |
| Carotenoid Reflectance Index 1 (CRI1)                     | $1/R(510) - 1/R(550)$               | Gitelson <i>et al.</i> 2002     |
| Carotenoid Reflectance Index 2 (CRI2)                     | $1/R(510) - 1/R(700)$               | Gitelson <i>et al.</i> 2002     |
| Anthocyanin Reflectance Index 1 (ARI1)                    | $1/R(550) - 1/R(700)$               | Gitelson <i>et al.</i> 2002     |

Īsto krāsu attēlā, kā cilvēks to pieradis redzēt savām acīm, veģetācija ir zaļā krāsā, dažādās tās nokrāsās. No spektrāliem datiem iespējams izveidot neīsto krāsu attēlu, aizvietojojt īsto krāsu kanālus ar specifiskiem, kas labāk izceļ atšķirības starp dažādām veģetācijas grupām. Piemēram, 37. attēlā redzams Krievu purvs Mežolē īsto krāsu attēlā un neīsto krāsu attēlā ( $R = 845 \text{ nm}$ ,  $G = 550 \text{ nm}$ ,  $B = 675 \text{ nm}$ ) - kur ar hlorofilu bagāta veģetācija (šajā gadījumā lapu koki) iezīmējas sarkanā krāsā, skujukoki zaļā, bet mitra vai ar hlorofilu nabadzīga/reta veģetācija zilā krāsā.

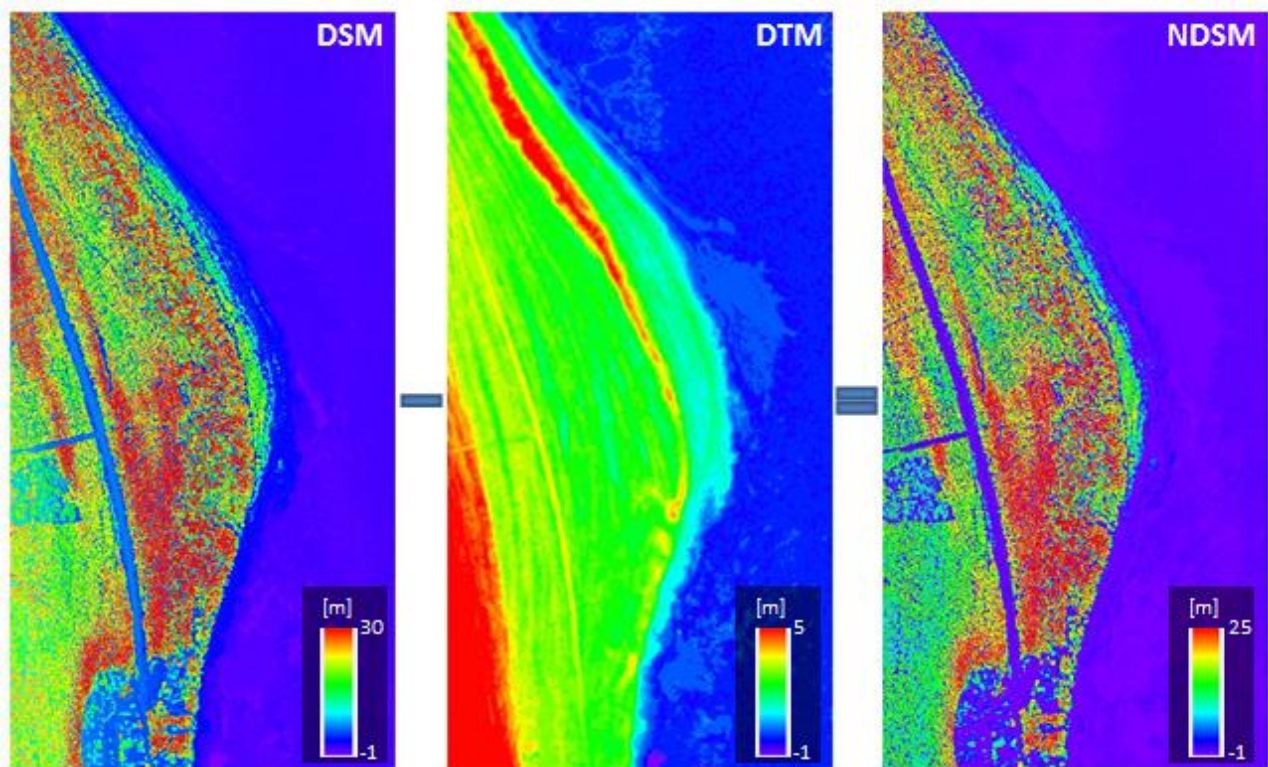


37. attēls. Krievu purvs Mežolē – īsto krāsu attēls un neīsto krāsu attēls, kur  $R = 845 \text{ nm}$ ,  $G = 550 \text{ nm}$ ,  $B = 675 \text{ nm}$  (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

Veģetācijas funkcionālo grupu, sugu klasifikācijai pārsvarā tiek izmantoti spektrālie dati. Klasifikācijas metodes var iedalīt uzraudzītās (*supervised*) un neuzraudzītās (*unsupervised*) apmācīšanās metodēs. Uzraudzītās apmācīšanās algoritmu darbībai ir nepieciešamas paraugkopas to apmācībai – jādefinē klases. Klasifikācijas rezultātā iespējams katru attēla pikseli (punktu) pieskaitīt kādai no definētām klasēm vai novērtēt un meklēt spektrāli līdzīgos attēla apgabalus interesējošai klasei. Otrā pieeja parasti ir labāka gadījumos, kad nav pilnīgas informācijas par teritorijā atrodamajām klasēm vai arī interesē novērtēt kādas augu grupas, sugas potenciālo izplatību apkārtnē. Neuzraudzītās apmācības algoritmu darbībai nav jānodēfīnē klases, bet var izvēlēties cik klasēs teritorija tiks sadalīta pēc spektrālās līdzības principa. Šādu pieeju mēdz izmantot bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai (Turner *et al.* 2003, Baldeck *et al.* 2013), kā arī gadījumos, kad konkrētā vietā ir grūti ievākt vai interpretēt lauka datus.

#### Lāzerskenēšanas datu produkti

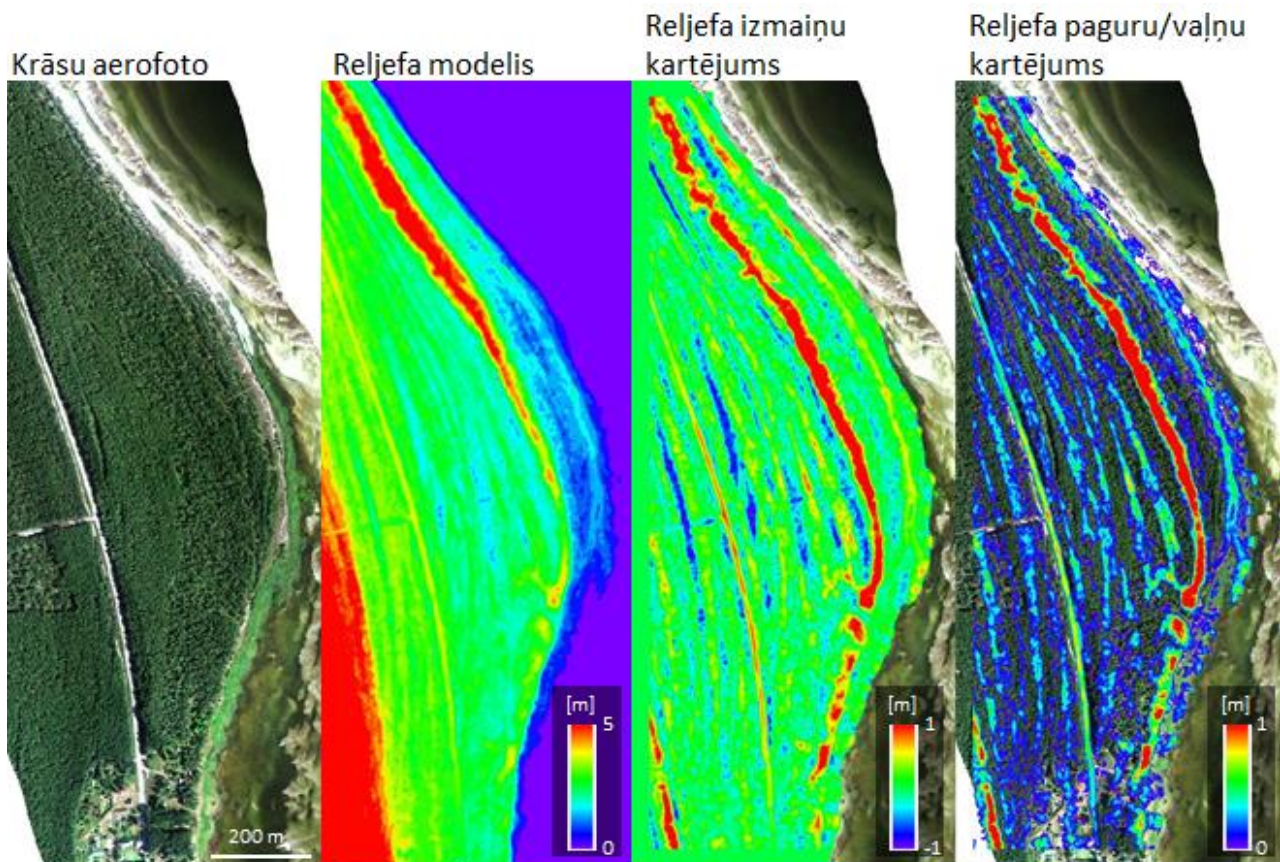
Lāzerskenēšanas dati tiek ievākti ar aktīvo LiDAR sensoru, kura primārais datu faila saturs ir punktu mākonis. Primārās apstrādes rezultātā punkti tiek sagrupēti klasēs. Sagrupētos lāzerskenēšanas punktu slāņus pārveidojot attēlos, tiek iegūti attiecīgi virsmas (DSM), reljefa (DTM) un normalizētais virsmas (NDSM) modelis (38. attēls).



38. attēls. Virsmas (DSM), reljefa (DTM) un normalizētā virsmas (NDSM) modeļa piemērs Engures piekrastei (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

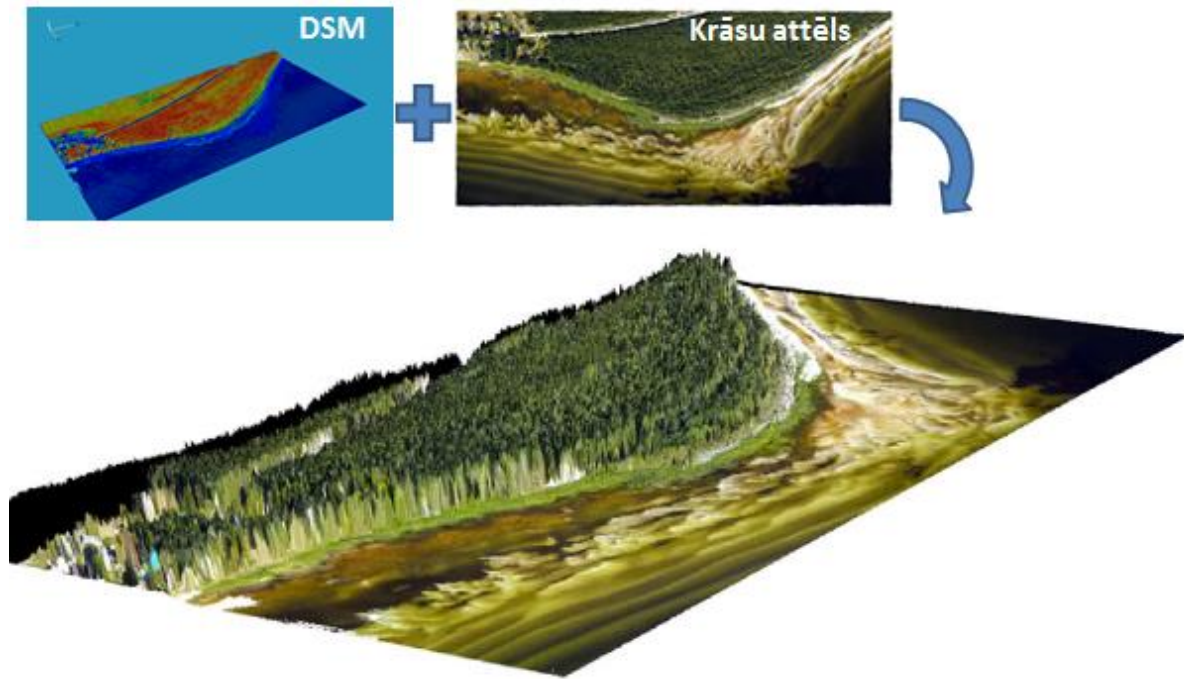
Reljefa modelis (DTM) var tikt izmantots apvidus zemes virsmas raksturošanai. Lai labāk izceltu lokālus paaugstinājumus (paugurus, vaļņus vai kāpas) vai pazeminājumus (bedres, grāvjus) ar reljefa filtrēšanu iespējams aprēķināt reljefa lokālo izmaiņu kartējumu, tādējādi izceļot, piemēram, kāpas – skatīt 39. attēlu. Šādā gadījumā nulles vērtība atbilst vidējam lokālam reljefam, negatīvās vērtības lokāliem pazeminājumiem, bet pozitīvās paaugstinājumiem. Detaļu izmēru reljefa lokālo izmaiņu kartējumā nosaka filtrēšanā izmantotā kerneļa izmērs. Pie reljefa izmaiņu novērtēšanas pieskaitāma arī nogāžu noteikšana un augstuma, slīguma novērtēšana no reljefa modeļa, kas ir svarīgs parametrs specifisku biotopu, piem., 9180\*, raksturošanai. Reljefa modeļi var izmantot arī lagūnas (1150\*) biotopa robežu novērtēšanai. Šajā gadījumā spektrālie dati tiek izmantoti esošās ūdens virsmas noteikšanai

un iezīmēšanai, bet reljefa modeli sekojoši izmanto lagūnas ieplakas un potenciāli applūstošās teritorijas novērtēšanai.



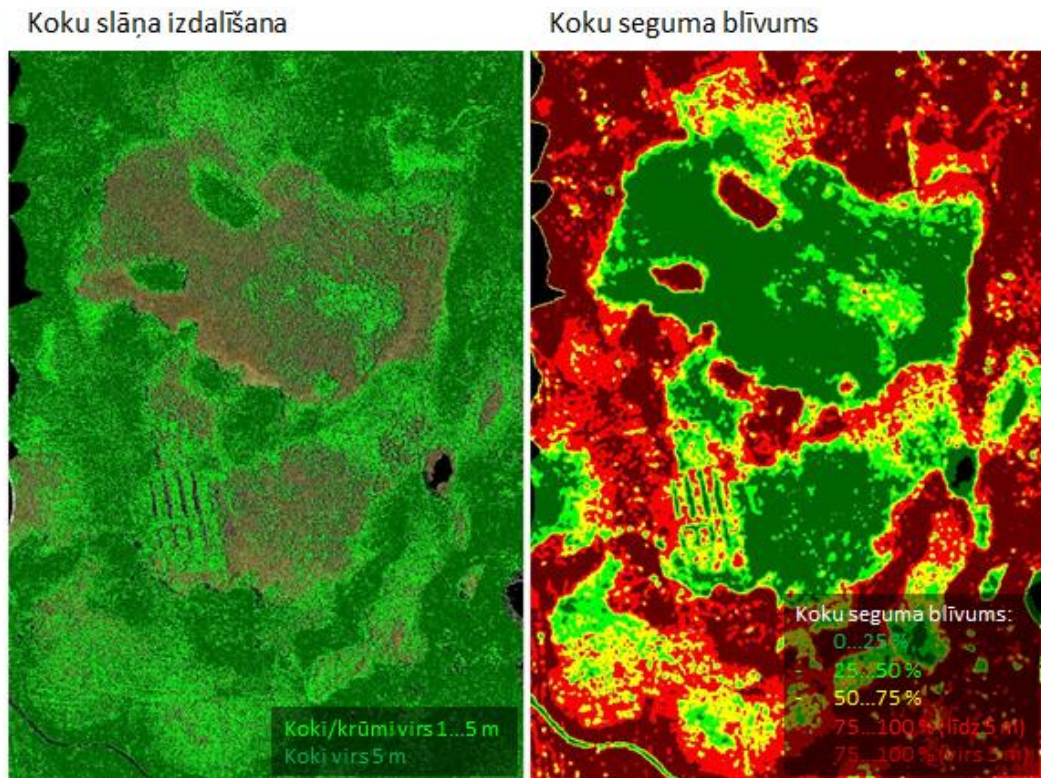
39. attēls. Engures piekrastes krāsu aerofoto, reljefa modelis, no tā aprēķinātais reljefa lokālo izmaiņu kartējums un paaugstinājumu (pauguru/vaļņu jeb kāpu) reprezentācija uz aerofoto (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

Virsmas modelis (DMS) var tikt izmantots pētāmās teritorijas 3D reprezentācijai apvienojumā ar krāsu attēlu, skatīt piemēru 40. attēlā. Tādējādi iespējams iegūt telpisku priekšstatu par interesējošo apvidu, kā arī veikt tā virtuālu izpēti. Krāsu attēla vietā iespējams izmantot neīsto krāsu attēlu ( $R=845$  nm,  $G=550$  nm,  $B = 675$  nm), kur tiek labāk izceltas atšķirības starp dažādām veģetācijas grupām.

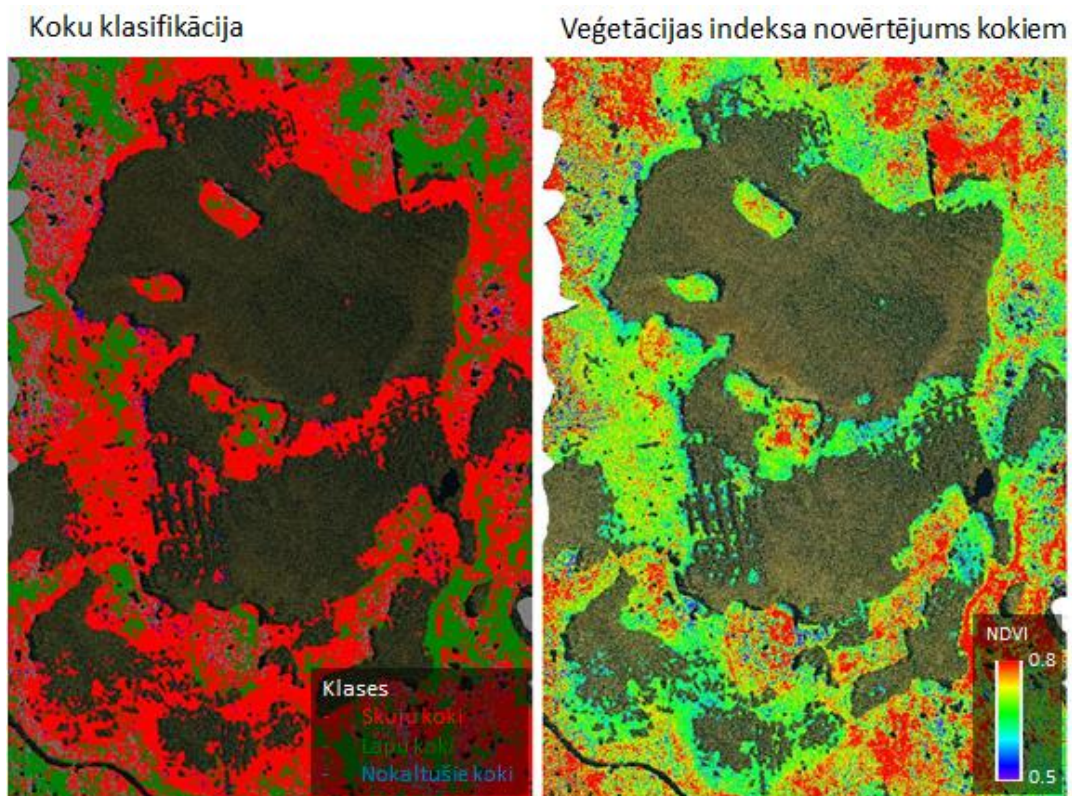


40. attēls. Engures piekrastes 3D reprezentācija (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

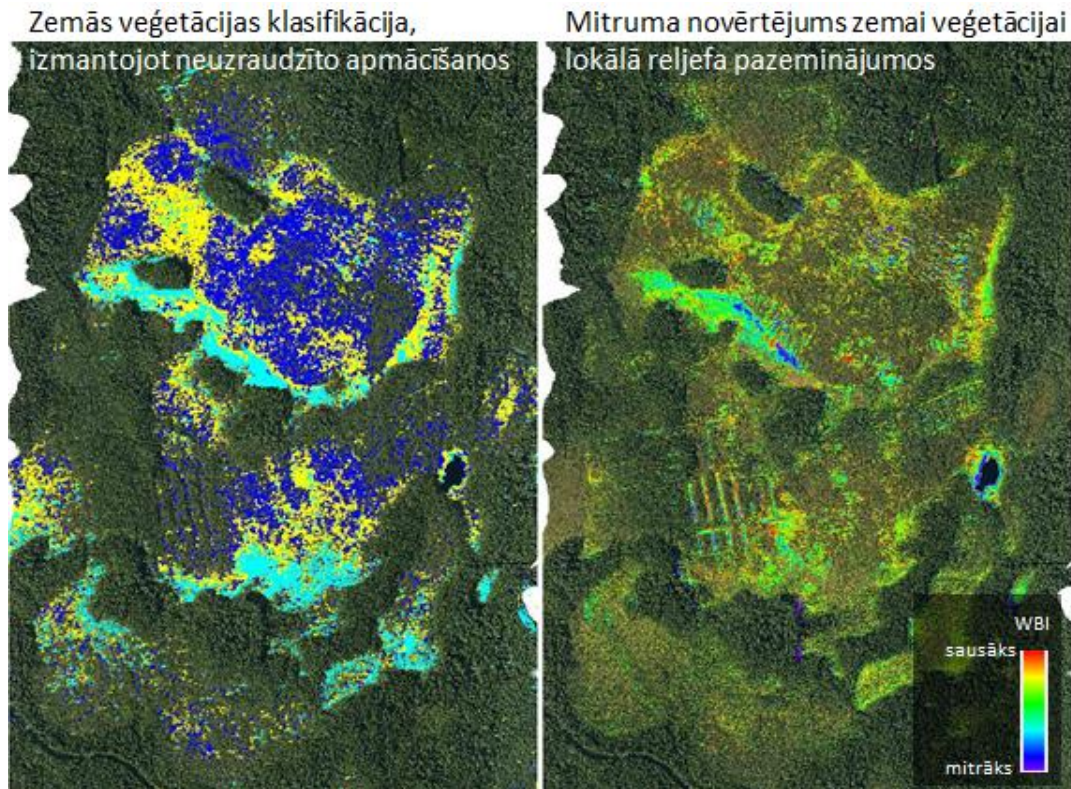
Hiperspektrāliem un lāzerdatiem ir savas stiprās un vājās puses, jo īpaši, veģetācijas novērtēšanas un klasifikācijas uzdevumos. Pirmajā datu apstrādes solī no spektrāliem datiem tiek nodalīts veģetācijas un neveģetācijas slānis, no lāzerdatiem tiek klasificēta veģetācija augstuma klasēs, atsevišķi nodalot kokus un krūmus no zemās veģetācijas, kas būtiski atvieglo tālāko klasificēšanu no spektrāliem datiem un uzlabo rezultātu. Datu produktu jeb slāņu rezultāts Krievu purvam Mežolē kopīgai hiperspektrālo un lāzerdatu lietošanai redzams 41-43. attēlā. Koku slāņa izdalīšana, izmantojot NDVI un NDSM, ļauj tālāk novērtēt koku stāva biezību jeb seguma blīvumu, kas ir viens no pamatkritērijiem (jābūt <75%) purva definēšanai, skatīt 41. attēlu. Koku stāva biezība nosakāma rēķinot procentuālo koku seguma blīvumu noteiktā apgabalā (5 m rādiusā) ap noteiktu punktu. Koku klasifikācijai lapu un skuju kokos, kā arī nokaltušajos kokos ir izmantojama uzraudzītā apmācīšanās, atzīmējot katras klases paraugkokus pēc vizuāla novērtējuma augstas izšķirtspējas aerofoto vai neīsto krāsu attēlā. Lapu un skuju koku klasifikācijas rezultāts labi korelē ar normalizētā veģetācijas indeksa kartējumu koku slānim, skatīt 42. attēlu. Zemā veģetācija purvos parasti neveido lielas homogēnas platības, tāpēc spektrālos datus ir atrodama jauktā veidā. Reprezentatīvu paraugkopu ievākšana uzraudzītās apmācīšanās algoritmam ir sarežģīta to pieejamības un dažādības dēļ. Šādos gadījumos var izvēlēties neuzraudzītās apmācīšanās klasifikāciju – Krievu purva zemās veģetācijas klasifikācijas rezultāts redzams 43. attēlā, labi korelē ar mitruma novērtējumu zemai veģetācijai lokālā reljefa pazeminājumos. Interesējošus purva veidojumus, piemēram, slīkšņas un liekņas iespējam meklēt pēc spektrālās līdzības, ja zināms kāds reprezentējošs parauglaukums, kuru var izmantot algoritma apmācībai.



41. attēls. Krievu purvs Mežolē – koku slāņa izdalīšana un koku stāva biezības jeb procentuālā seguma blīvuma kartējums (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).



42. attēls. Krievu purvs Mežolē – koku klasifikācija ar uzraudzītās apmācīšanās metodi un veģetācijas indeksa novērtējums koku slānim (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).



43. attēls. Krievu purvs Mežolē – zemās veģetācijas klasifikācija ar neuzraudzītās apmācīšanās metodi un mitruma novērtējums zemei veģetācijai lokālā reljefa pazeminājumos (Avots: Vides risinājumu institūts, 2015).

## Valsts reģistru dati

Šajā sadaļā uzskaitīti biotopu platību kartēšanai un monitoringam noderīgi ministriju padotībā esošu valsts pārvaldes iestāžu reģistru dati.

**Valsts meža dienests** (VMD) ir zemkopības ministra padotībā esoša valsts pārvaldes iestāde, kas uzrauga meža apsaimniekošanu un izmantošanu. VMD uztur meža platību datubāzi, kas var būt noderīga biotopu platību izmaiņu kartēšanai, kā arī dažādu iegūto produktu validācijai. Datubāze satur informāciju par koku sugu sastāvu, augstumu, vecumu attiecīgajā mežu augšanas apstākļu tipā. Šie parametri ir piesieti ģeogrāfiski noteiktam zonējumam dabā (nogabali), sniedzot iespēju ātri un efektīvi iegūt references datus dažādu biotopu indikatoru platību klasifikācijai. Piemēram, tāds parametrs kā koku audzes vecums no attālās izpētes tiešā veidā nav iegūstams. References datu kopas koku sugu vai tipu klasifikācijai veido, izvēloties valdošās sugas poligonu, kurā procentuālais sastāvs audzē nav mazāks par 80%. Poligonu forma arī ir svarīgs faktors. Šis parametrs ir jāpatur prātā, izvēloties attālas izpētes datus klasifikācijai. Sentinel-2 datu telpiskās izšķirspējas (20m/pix) gadījumā, garenas formas references datu poligoni nesatur nevienu tīru pikseli, ja to platums nepārsniedz 40m. Atvērto datu portālā ir pieejami VMD meža dati, sadalīti virsmežniecību teritorijās SHP failu formātā. Datubāze ir saīsinātā formā, toties augstāk minētie parametri ir pieejami. Valsts reģistra meža dati ir pieejami šajā [saitē](#).

**Lauku atbalsta dienests** (LAD) katru gadu saņem pieteikumus Eiropas Savienības atbalsta maksājumiem zālāju apsaimniekošanā. Līdz noteiktam datumam katram zemes lietotājam, kas vēlas saņemt atbalsta maksājumus, ir jāiesniedz visa nepieciešamā dokumentācija, ieskaitot platības poligons digitālā formātā (SHP fails). Ik gadu LAD pārvaldībā veidojas laba references informācija par lauksaimniecības platībās audzētiem kultūraugiem un apsaimniekotām zālāju teritorijām. Datubāze satur informāciju arī par bioloģiski vērtīgiem zālājiem, kas ir pieteikti apsaimniekošanas atbalstam. Protams, ir jāņem vērā, ka norādītais darbības veids ne vienmēr atbilst patiesībai. LAD pienākums ir neatbilstības kontrolēt.

LAD pieteiktās platības var noderēt vizuālam novērtējuma dronu navigācijai. Tāpat šī reģistra datus izmanto references ievadinformācijai dažādiem attālā izpētē bāzētiem datu produktiem. Kas attiecas uz zālāju biotopu izmaiņu novērtējumu, šī datubāze ir labs avots, lai kontrolētu, cik daudz bioloģiski vērtīgie zālāji tiek apsaimniekoti, kā arī, cik daudz ilggadīgie zālāji tiek transformēti par citu zemes lietojuma veidu. Šai informācijai var sekot internetā, izmantojot LAD piedāvāto servisu ([karte.lad.gov.lv](http://karte.lad.gov.lv)). LAD pārvaldītos un uzturētos datus var iegūt, piesakoties LAD caur iesniegumu kā zinātniska vai valsts rakstura institūcija. LAD piedāvātais interaktīvais serviss ir redzams 44. attēlā.



44. attēls. Fragments. Lauku atbalsta dienesta piedāvātais interaktīvais serviss.

**Valsts zemes dienests (VZD)** ir valsts pārvaldes iestāde, kura nodrošina nekustamo īpašumu valsts kadastra darbību. 2021. gādā VZD uzsāka atvērto datu politiku, dodot iespēju sabiedrībai bez maksas lietot VZD aktuālos teksta un telpiskos datus par adresācijas objektiem visā Latvijas Republikas teritorijā. Adrešu reģistra teksta dati ir publicēti \*.csv formāta datnēs, savukārt Adrešu reģistra telpiskie dati, tai skaitā administratīvo teritoriju un to teritoriālo vienību robežu dati, ir publicēti *shape* faila formāta datnes. Šeit [saite](#) uz VZD telpiskajiem datiem. Biotopu izmaiņu novērtēšanas kontekstā, šie dati var tik izmantoti kontrolei, piemēram, pārbaudīt vai biotopa teritorijā ir radusies būve bez Dabas aizsardzības pārvaldes un Valsts vides dienesta ziņas.

**Zemkopības ministrijas nekustamo īpašumi (ZMNĪ)** ir Zemkopības ministrijas pakļautībā esoša iestāde, kas meliorācijas un hidrotehniskās būves valstī. Tostarp ZMNĪ uztur meliorācijas kadastra informācijas sistēmu, kurā telpiskos datus reģistrētas meliorācijas un hidroetniskās būves. Biotopu platību un kvalitātes izmaiņu novērtēšanai šie dati var noderēt kā palīgmateriāls hidroloģiskā režīma novērtēšanā. Piemēram, stipri aizaudzis grāvis no attālās izpētes datiem nav nosakāms. Šeit pieejama [saite](#) uz meliorācijas kadastra informācijas sistēmas servisu.

## Datu kombinēšanas iespējas

Datu kombinēšana nepieciešama, lai uzlabotu esošo biotopu kartējumu precizitāti, kā arī nodrošinātu labāku rezultātu platību izmaiņu monitoringā.

Par labākajiem šobrīd pieejamajiem references datiem var uzskatīt nacionālās biotopu kartēšanas rezultātu. Vienkāršākais veids to aktualitātes pārbaudīšanai ir informācijas salīdzināšana ar aktuālo valsts reģistru datu bāzi, identificējot biotopu platības, kur kaut kādu

iemeslu dēļ tie varētu būt zuduši. Cits piemērs references datu precizēšanai ir meža robežas noteikšana no lāzerskenēšanas datiem, skatīt 41. attēlu. Šie ir vienkāršākie piemēri datu kombinēšanai no dažādiem datu avotiem, lai uzlabotu vai aktualizētu pieejamos references datus.

Platību izmaiņu monitorēšanai ir jēga kombinēt datus, kas var sniegt kādu pievienoto vērtību, visos gadījumos aktuālajiem datiem jāreprezentē attiecīgais novērojumu periods. Piem., lai varētu izmantot lāzerskenēšanas datus platību izmaiņu salīdzināšanai, tad attiecīgiem datiem jābūt ievāktiem abos biotopu novērojumu periodos.

Satelītdatu priekšrocība ir datu ievākšanas regularitāte, kas nodrošina iespēju monitorēt izmaiņas. Sentinel-2 gadījumā labāka Zemes seguma klasifikācijas rezultāta iegūšanai ieteicams ievades datus kombinēt vairākas Sentinel-2 ainas, parādot iespējamās variācijas dažādos biotopos sezonas griezumā.

Sentinel-2 optisko un Sentinel-1 radara datu kombinēšana parasti tiek veikta jau klasifikācijas rezultātiem. Šo datu kombinēšana ievades datus nav ieteicama, jo satelītu dažādo skatu leņķu dēļ objektiem uz Zemes var novērot nobīdes.

Kombinējot datus no dažādiem datu avotiem kā ievades datus svarīgi izvēlēties kopīgās datu kopas telpisko izšķirtspēju un projekciju. Ievades dati dažādiem algoritmiem tiek sagatavoti rastru jeb attēlu formātā, tādēļ bieži vien tiek izvēlēta zemākās attēlu datu kopas izšķirtspēja – šajā gadījumā Sentinel-2 datu 10 vai 20 m/pix telpiskā izšķirtspēja. Izvēlēta izšķirtspēja noteiks arī sagatavoto datu produktu izšķirtspēju.

## Ieteikumi datu strukturēšanai un glabāšanai

Datu strukturēšanā ieteikums ņemt vērā Eiropas Parlamenta un Padomes 2007.gada 14.marta Direktīvu 2007/2/EK, ar ko izveido Telpiskās informācijas infrastruktūru Eiropas Kopienā (INSPIRE) un saistošos Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumus.

Attālās izpētes datus parasti iegūst attēlu formā un tos glabā ģeotelpisko rastru formātā. Datiem no dažādiem avotiem formāti mēdz atšķirties. Praktiskais ieteikums izvēlēties vienotu rastru formātu, kurā tiek glabāti ievāktie attālās izpētes dati. Izvēlētais formāts atkarīgs no lietotāja paradumiem un izmantojamās programmatūras.

Datu uzglabāšanas un arī apstrādes efektivitātes paaugstināšanai ieteicams izvēlēties piemērotu datu tipu (int-integer, int8, int16, int32, int64, float16, float32, float64). Veselu skaitļu uzglabāšana datora/servera/cietā diska atmiņā aizņem salīdzinoši mazāk resursu nekā daļskaitļu uzglabāšana. Šeit, kā piemēru, var minēt, veģetācijas indeksa NDVI datu produktu. Standarta apstrādes ceļā šī produkta vērtības variē no -1 līdz 1 un datu produkts (rastrs) parasti ir ierakstīts ar daļskaitļu datu tipu (float), lai būtu iespējams saglabāt vērtības, kuru pierakstam nepieciešams decimālatdalītājs. Bet šo pašu produktu iespējams ierakstīt arī veselo skaitļu (integer) tipa produktā - pareizinot, piemēram, float datu produktu ar 10, 100, 1000 vai 10000 attiecībā, cik zīmīgos ciparus nepieciešams saglabāt nezaudējot produkta kvalitāti, un šo produktu saglabāt veselo skaitļu datu tipā. Tādējādi netiek zaudēta vērtīgā informācija, ko sevī ietver produkts, arī attēlu apstrādes programmas to attēlos tāpat kā float tipa produktu. Šāda konvertācija dod iespēju vairākus gigabaitus lielu faila apjomu samazināt līdz dažiem desmitiem vai simtiem megabaitu, kas ir uzskatāms par ievērojamu datu apjoma efektīvizāciju, kuras laikā netiek zaudēta informācija. Pretēji notiek, ja izmanto atsevišķus datu kompresijas algoritmus.

Ja datu produktu ir plānots publicēt kā attēlu, tad ieteicams pieturēties pie attēlu publicēšanas industrijas standarta, kur attēla izšķirtspēja punktos ir ne mazāka par 300 dpi, kas nodrošina kvalitatīvu attēlu, kurā iespējams izšķirt nepieciešamās detaļas.

## Eiropas Savienības biotopu platību un kvalitātes monitoringa iespējas

Šajā sadaļā apskatīti biotopu veidi un tos raksturojošie parametri, katram identificējot piemērotāko attālās izpētes un/vai valsts reģistra datu veidu tā novērtēšanai. Krāsas indikators iezīmē, ka:

- parametru iespējams novērtēt no attālās izpētes / valsts reģistra datiem;
- parametru varētu novērtēt no attālās izpētes / valsts reģistra datiem, bet nepieciešama priekšizpēte;
- parametru visticamāk nevarēs novērtēt no attālās izpētes / valsts reģistra datiem.

### Mežu biotopi

*Šī grupa ietver vecus, cilvēka darbības maz skartus mežus (veci skujkoku un platlapju meži, nogāžu un gravu meži, staignāju meži, purvaini meži u.c.), kuros mīt, piemēram, melnais stārķis un plēsīgie putni, jo koki ir pietiekoši resni, lai izturētu lielo līgzdu svaru. Ilgstoši netraucētās vietās var atrast sūnu, ķērpju un sēņu sugas, kas ļoti lēni izplatās un vairs nav sastopamas mežos, kuros regulāri notiek saimnieciskā darbība. Šajā grupā ietilpst arī reti sastopami mežu veidi, piemēram, - ozolu, liepu, skābaržu meži un mežainās piejūras kāpas.*

Šādi mežu biotopi kopumā ir 11:

- 2180 Mežaina piejūras kāpas;
- 9010\* Veci vai dabiski boreāli meži;
- 9020\* Veci jaukti platlapju meži;
- 9050 Lakstaugiem bagāti egļu meži;
- 9060 Skujkoku meži uz osveida reljefa formām;
- 9080\* Staignāju meži;
- 9160 Ozoli meži (ozolu, liepu un skābaržu meži);
- 9180\* Nogāžu un gravu meži;
- 91D0\* Purvaini meži;
- 91E0\* Aluviāli meži (aluviāli krastmalu un palieņu meži);
- 91F0 Jaukti ozolu, gību, ošu meži gar lielām upēm

ES nozīmes biotopu noteikšanas vadlīnijās Latvijā nav skaidri definēts telpiskajos datos vērtējams kritērijs, kas nošķir mežu ekosistēmu no citām ekosistēmām. Atsevišķos biotopu aprakstu piemēros ir minēts 75% koku veģetācijas projektīvā seguma kritērijs, kā arī kokaudzes vidējais augstums – virs 5 metriem, kas to nošķir no, piemēram, purvu biotopiem. Abus minētos raksturlielumus iespējams noteikt no lāzerskenēšanas datiem, izveidot automatizētu pieeju mežu ekosistēmu izdalīšanai. Piemērs, meža un purva ekosistēmas automatizētai nodalīšanai dabas liegumā "Mežole" no lāzerskenēšanas datiem redzams 41. attēlā (VRI, 2015). Izmantojot digitālo objektu augstuma modeli, kas iegūts no lāzerskenēšanas datiem, iespējams, klasificēt kokus pēc augstuma, kā arī tālāk pēc koku seguma blīvuma. Šajā gadījumā meža definīcijai pēc augstāk minētiem kritērijiem atbilst sarkanos toņos iekrāsotā teritorija, jo tur veģetācijas augstums ir >5 m, kā arī vainagu segums ir >75%. Ja attiecīgajā teritorijā starp augstiem objektiem var būt arī cilvēka radīti objekti, tad to nošķiršanai no kokiem var izmantot veģetācijas indeksu no pieejamiem spektrāliem datiem.

Vairumam ES meža biotopu piemērotākā apsaimniekošana ir neiejaukšanās biotopa dabiskajos procesos. Tādēļ katra liecība par jebkādu saimnieciskās darbības veikšanu meža biotopā ir lielākoties uzskatāma par biotopu degradējošu vai pat iznīcinošu. Šādas nevēlamas darbības ir intensīvās mežsaimniecības ciršu veidi, ar būvniecību saistītās darbības, kā arī citas vietas dabisko reljefu vai hidroloģiju radikāli mainošas darbības. Saimnieciskās darbības veikšana parasti rezultējas veģetācijas seguma laicīgā vai pastāvīgā zudumā, tāpēc šajā gadījumā svarīgs ir novērojumu biežums. Sentinel-2 satelītdati ir piemēroti šādu izmaiņu detektēšanai. Attēlā zemāk ir redzami divi Sentinel-2 datu produkti, kuru izveidei izmantots viss pieejamais

satelītu datu arhīvs 2016.-2022. gadam (45. attēls). Katrā novērojumu gadā tiek nokartētas vietas, kur veģetācijas indekss ir mazāks par 0.5 visās Sentinel-2 ainās. Iegūtais rezultāts parāda, kurā gadā pastāvējis veģetācijas zudums vai neesamība novērots pirmo un pēdējo reizi. Šādi datu produkti ļauj labi identificēt un nokartēt vietas, kur novērots veģetācijas zudums saistībā ar saimniecisko darbību.



45. attēls. Piemērs veģetācijas zuduma detektēšanai no Sentinel-2 datu arhīva, parādot gadu, kurā izveidojies izcirtums.

Visu ES nozīmes mežu biotopu savstarpējā izšķiršanā būtiski ir sekojoši kritēriji:

### 1) Mežaudzē dominējošo koku vecums ●

Kokaudzes vecums pirmajā vai otrajā stāvā vairumā gadījumu pārsniedz tajā sastopamo koku sugu ciršanas vecumu (ar atsevišķiem izņēmumiem dažu mežu biotopu apakšvariantiem, kur šis vecuma sliekšnis ir zemāks, piemēram, 9010\* 5. variants).

No attālās izpētes datiem nevar tieši novērtēt koku vecumu, bet ir iespējams izmantot satelītdatus (skatīt 45. attēlu), lai retrospektīvi skatītos, vai interesējošās audzēs nav novērojams koku zudums vai būtiski traucējumi. Sentinel datu arhīvu iespējams izmantot laika periodam kopš 2015. gada, turpretī Landsat dati ar dažādu datu ievākšanas biežumu ir pieejami kopš 1972. gada. Piemēram, Global Forest Watch iniciatīva (<https://www.globalforestwatch.org/>) izmanto Landsat datus, lai sekotu mežu seguma izmaiņām kopš 2000. gada, vienā no viņu pētījumiem (Turubanova *et al.* 2015) tiek analizēta meža seguma izmaiņas Austrumeiropas valstīs (tai skaitā arī Latvijas teritorijā) periodā 1985.-2012. gads.

● Risinājums: izmantot mežu valsts reģistra datus pieejamo informāciju mežaudzē dominējošo koku vecuma novērtēšanai, bet satelītdatus izmantot attālinātai pārbaudīšanai, vai interesējošos nogabalos nav novērojama nesaskaņota izciršana vai nozīmīgs veģetācijas zudums, kas varētu ietekmēt dominējošo koku vecumu.

### 2) Mežaudzē dominējošo koku sugu sastāvs ●

Dominējošo koku sugu sastāvs ir būtiska pazīme, pēc kuras nošķirami mežu biotopu veidi. Atsevišķu meža biotopu nodalīšanā izšķiroši svarīga pazīme ir vienas konkrētas koku sugas dominances īpatsvars, piemēram, 9050 Lakstaugiem bagātu egļu mežu biotopam, kuram pirmajā un otrajā koku stāvā egles veido ne mazāk kā 50% no vainagu projekcijas.

Sentinel-2 optiskie dati ir piemēroti koku sugu klasifikācijai homogēnas mežaudzēs ierobežotas telpiskās izšķirtspējas dēļ. Individuālu koku izdalīšanai un sugas novērtēšanai mēdz izmantot augstas izšķirtspējas attālās izpētes datus ( $< 1 \text{ m/pix}$ ) gan no spektrāliem optiskiem sensoriem, gan lāzerskenera, gan arī kombinētā veidā. Koku sugu klasifikācijas precizitāte ir atkarīga no audzes struktūras un sarežģītības, automatizētas attālinātas pieejas izveidei būtu nepieciešama priekšizpēte. Jāņem vērā, ka attālā izpēte ir piemērota tikai pirmā stāva koku sugu novērtēšanai.

● **Risinājums:** izmantot valsts mežu reģistra datus pieejamo informāciju dominējošo koku sugu sastāva novērtēšanai interesējošos nogabalos, satelītdatus izmantot atbilstības pārbaudei un nesakritību identificēšanai, ko tālāk sekojoši iespējams pārbaudīt klātienē. Šajā gadījumā var izmantot Sentinel-2 brīvpieejas optiskos datus kā ievades datus un valsts mežu reģistra datus vadītās apmācības algoritma trenēšanai.

### 3) Boreāla vai nemorāla rakstura zemsedzes veģetācija ●

Ir atsevišķi mežu biotopu veidi, kas pēc kokaudzes sastāva to vainagu projektīvā seguma var būt vienādi vai līdzīgi. Šādos gadījumos izšķiroši svarīgi ir spēt nošķirt tos pēc zemsedzē sastopamo sugu sabiedrības atšķirībām, atpazīstot un novērtējot biotopam raksturīgo zemsedzes sugu projektīvā seguma attiecības, kuras vai nu liecina vairāk par boreāliem vai nemorāliem apstākļiem mežā.

Attālās izpēte ir piemērota tikai augstākā mežu stāva veģetācijas novērtēšanai, bet zemsedze vairumā gadījumu nebūs redzama šādos datos. Attālā izpēte nav piemērota attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.

● **Risinājums:** zemsedzes veģetāciju mežos iespējams novērtēt no dabas ekspertu klātienēs vizītēs iegūtās informācijas.

### 4) Ģeoloģija un ģeomorfoloģija ●

Daļai mežu biotopu izšķiroši svarīga pazīme ir to atrašanās uz vai pie noteiktas izcelsmes ģeomorfoloģiskām reljefa formām. Piemēram, 2180 Mežainas piejūras kāpas var atrasties tikai Piejūras zemienē, ko no iekšzemes norobežo dabā konstatējama Baltijas ledus ezera senkrasta nogāze. Savukārt, samērā līdzīgs šim meža biotops 91T0 Ķērpjiem bagāti egļu meži var atrasties tikai iekšzemes kāpu masīvos, kas atrodas ārpus zonas starp pašreizējo Baltijas jūras krasta līniju un Baltijas ledus ezera senkrasta robežu. Savukārt, 9060 Skujkoku meži uz osveida reljefa formām ir biotops, kura izdalīšanai būtiska ir osu reljefa formas atpazīšana. 9180\* Nogāžu un gravu mežiem ir būtiski identificēt stāvās nogāzes, kas ir priekšnoteikums šī biotopa izdalīšanai. Bet vairākiem citiem mežu biotopu veidiem, kas saistīti ar aluviāliem procesiem ir nozīmīgs lielāku vai mazāku upju tuvums, uz kuru applūšanas iespējas lielā mērā var attālināti vērtēt daļēji arī pēc to krastmalu reljefa formām.

Lāzerskenēšanā iegūts reljefa modelis var tikt izmantot automatizētai reljefa formu izdalīšanai. Piemēram, 38. attēlā parādīts princips kāpu reljefa formu izdalīšanai, ko tālāk var izmantot kontekstā ar citu pieejamo informāciju – attālumu līdz jūrai, Baltijas ledus ezera senkrasta robežu.

● **Risinājums:** Lāzerskenēšanā iegūto reljefa modeli izmantot reljefa formu kartēšanai, kā arī attiecīgo biotopu robežu precizēšanai kontekstā ar citu pieejamo informāciju par ģeoloģiju un ģeomorfoloģiju.

### 5) Hidroloģija ●

Vairumam meža biotopu ir skaidri definēti hidroloģiskā režīma apstākļi, kas nošķir vienu biotopa veidu no cita, vai arī atdala to apakšvariantus. Ir mežu biotopi, kas sastopami uz

sausām minerālaugsnēm un ir tādi, kas atrodami tikai uz mitrām vai slapjām, vai periodiski applūstošām augsnēm.

Lāzerskenēšanā iegūtais reljefa modelis ir galvenais ievades datu slānis hidroloģiskai modelēšanai, lai novērtētu potenciāli applūstošas vietas. No lokāla reljefa modeļa (skatīt 38. attēlu) ir iespējams nokartēt paugurus (potenciāli sausas) un ieplakas (potenciāli mitras vietas). Mitruma režīms mežā maina arī spektrālo un termālo signālu, tomēr nepieciešama priekšizpēte, lai saprastu, vai attiecīgie attālās izpētes dati ir pielietojami hidroloģiskā režīma netiešai un attālinātai novērtēšanai.

● **Risinājums:** Lāzerskenēšanā iegūtais reljefa modelis tiek izmantots hidroloģiskā režīma modelēšanai vai arī lokālo pauguru un ieplaku kartēšanai.

## 6) Struktūra

Visiem mežu biotopiem (ar atsevišķiem un skaidri atrunātiem izņēmuma gadījumiem dažiem to apakšvariantiem) izšķiroši nozīmīgi ir vērtēt to atbilstību dabiskā meža biotopa (DMB) pazīmēm. Tās ir dažādas meža struktūras pazīmes, kā arī noteiktu un konkrētām biotopa veidam raksturīgo dabiskā meža biotopu indikatorsugu konstatēšana tajā. Ir mežu biotopi, kurus par ES nozīmes aizsargājamu biotopu var atzīt tikai tad, ja tas atbilst dabiskam vai potenciāli dabiskam mežu biotopam. Citiem biotopiem nav obligāti jāizpilda DBM vai potenciāli DMB kritērijs, bet ir vismaz trīs konkrētām biotopa veidam raksturīgās struktūras pazīmes jānovēro - tā sauktā 3-punktu metode. Visas šīs pazīmes ir uzskaitītas ES nozīmes meža biotopu inventarizācijas un monitoringa anketā, kuras zemāk uzskaitītas 6. tabulā un katrai pretī komentēta iespēja šo pazīmi novērtēt ar attālās izpētes metodēm.

6. tabula. Vispārējās mežu biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes meža biotopu inventarizācijas un monitoringa anketas), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biotops ietilpst starpkāpu ieplakas ģeomorfoloģiskajā formā                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Jā / nē                                   | ● Starpkāpu ieplakas iespējams izdalīt no lokālā reljefa datu produkta, skatīt 39. attēlu.                                                                                                                                               |
| Biotopa novietojums reljefā:<br>1. Līdzens;<br>2. Viļņots (lēzens, pakāpenisks);<br>3. Ļoti nelīdzens (krasas augstuma izmaiņas);<br>4. Ūdensteces/-tilpes krasta nogāze;<br>5. Paliene;<br>6. Lēzena ieplaka;<br>7. Lēzens pacēlums;<br>8. Grava;<br>9. Piejūras kāpas;<br>10. Iekšzemes kāpas;<br>11. Vēja pārpūtes līdzenums;<br>12. Cits | Jā / nē                                   | ● Minētos raksturlielumus varētu automatizēti novērtēt no reljefa (lokālā reljefa), ja subjektīvo novērtējumu (lēzens, stāvs u.tml.) varētu izteikt kvantitatīvos raksturliumos (piem., slīpuma leņķis, lokālā reljefa variācija u.tml.) |
| Biotopam raksturīgā zemsedzes veģetācija                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | % no biotopa platības                     | ● Zemsedzes veģetācija mežu biotopos nebūs redzama un tāpat arī novērtējama no attālās izpētes datiem vairumā gadījumu, šajā gadījumā nepieciešama dabas eksperta klātienēs vizīte dabā.                                                 |

|                                                                                 |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dažādvecuma kokaudzes struktūra                                                 |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Koku vecums nav tieši novērtējams no attālās izpētes datiem, šajā gadījumā var izmantot mežu reģistra datus, kā arī lāzerskenēšanas datus iegūtu objektu augstuma modeli attālinātai pārbaudei, skatīt 38. attēlu.</li> </ul>                                                                                                                                             |
| Īslaicīgi vai pastāvīgi pārplūstoši laukumi                                     |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplūšanas riska novērtēšanai var izmantot reljefa modeli hidroloģiskā režīma modelēšanai vai lokālā reljefa modeli ieplaku identificēšanai, ko tālāk var analizēt kontekstā ar citiem pieejamiem datiem.</li> </ul>                                                                                                                                                       |
| Atbilstošs pamežs, paauga un 2.stāvs                                            |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti mežu otrā stāva struktūras novērtēšanai. Teorētiski to varētu darīt ar zemu lidojošu dronu un lāzerskeneri, bet nepieciešama priekšizpēte iespēju un limitu novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                                                   |
| Mežaudzei raksturīga pašizrobošanās                                             |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati (objektu augstuma modelis) vai arī spektrālie dati var tikt izmantoti koku lapotnes kartēšanai, no kā tālāk iespējams kvantitatīvi novērtēt atvērums skaitu un lielumu.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| Avoksnainu platību īpatsvars                                                    |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zemsedzē dominē ekspansīvās, invazīvās un ruderālās sugas                       |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Atsegti substrāta laukumi (2180, 91T0, sausu augšanas apstākļu 9010*)           | % no biotopa platības                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati (objektu augstuma modelis) vai arī spektrālie dati var tikt izmantoti koku lapotnes kartēšanai, no kā tālāk iespējams kvantitatīvi novērtēt atvērums un robu gan lapotnē, gan zemsedzē, vērtējot atsegto kailas augsnes laukumu lielumu.</li> </ul>                                                                                                  |
| Liela izmēra (caurmērā virs 25cm; 91D0 un 9080* virs 20cm) stumbeņi un sausokņi | Vidēji gabali/ha izteikti klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (nav);</li> <li>- 1-5 gab.;</li> <li>- 6-10 gab.;</li> <li>- &gt;10 gab.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Iespējams detektēt augstas izšķirtspējas spektrālos datus (&lt;1 m/pix) vai krāsu attēlos (&lt;10 cm/pix), stumbeņa diametra novērtēšanai būtu vajadzīgi augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas dati; automatizētai detektēšanai nepieciešama priekšizpēte, mašīnāpmācības modeļa trenēšana; potenciāls pielietojums no drona ievāktiem attālās izpētes datiem.</li> </ul> |
| Ciņi ap koku pamatnēm                                                           |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Iespējams detektēt augstas izšķirtspējas spektrālos datus (&lt;1 m/pix) vai krāsu attēlos (&lt;10 cm/pix), automatizētai detektēšanai nepieciešama priekšizpēte, mašīnāpmācības modeļa trenēšana; potenciāls pielietojums no drona ievāktiem attālās izpētes datiem; detektēšana iespējama skrajās mežaudzēs vai atvērumos..</li> </ul>                                   |
| Bioloģiski veci + lieli (virs 50cm caurmērā) koki                               |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Koku augstuma un caurmēra novērtēšanai nepieciešami augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas dati; automatizētai novērtēšanai nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums no drona ievāktiem attālās izpētes datiem.</li> </ul>                                                                                                                                       |
| Stāvoši koki ar piepēm (dzīvi un nokaltuši)                                     |                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Piepju detektēšana uz kokiem teorētiski iespējama no augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas datiem, būtu jāveic priekšizpēte, tomēr liela iespējamība, ka vairums piepju nebūs detektējamas.</li> </ul>                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Priedes ar deguma rētām                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● Iespējams detektēt atsevišķos gadījumos no augstas izšķirtspējas krāsu attēliem, tomēr attiecīgais raksturlielums nav piemērots novērtēšanai no attālās izpētes datiem.</p>                                                                                     |
| Liela izmēra (caurmērā virs 25cm; 91D0 un 9080* virs 20cm) kritālas                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● Iespējams detektēt augstas izšķirtspējas krāsu attēlos (&lt;10 cm/pix) vai lāzerskenēšanas datus; automatizētai detektēšanai nepieciešama priekšizpēte, mašīnāpmācības modeļa trenēšana; potenciāls pielietojums no drona ievāktiem attālās izpētes datiem.</p> |
| Vecu lazdu puduri                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● Teorētiski varētu mēģināt detektēt augstas izšķirtspējas drona datus, bet būtu vajadzīga priekšizpēte; maza varbūtība pozitīvam rezultātam.</p>                                                                                                                 |
| Atvērumi vainaga klājā, lauces                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● Lāzerskenēšanas dati (objektu augstuma modelis) vai arī spektrālie dati var tikt izmantoti koku lapotnes kartēšanai, no kā tālāk iespējams kvantitatīvi novērtēt atvērumus.</p>                                                                                 |
| Lēni auguši mazi koki                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● No attālās izpētes lāzerskenēšanas datiem varētu identificēt mazus kokus, bet nevarētu noteikt augšanas ātrumu.</p>                                                                                                                                             |
| Dzeņveidīgo sakalti un dobumaini koki (t.sk. kritālas, stumbegi, sausokņi)                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                              | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                             |
| Dabisko mežu biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas                                                                                                                                                                                                            | Katras identificētās sugas kopskaita klases:                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                             |
| Dažādu organismu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- atsevišķi eksemplāri/ daži;</li> <li>- vidēji daudz;</li> <li>- ļoti daudz.</li> </ul>                                                                                              | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                             |
| Invazīvās sugas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Vārpainā korinte</i>;</li> <li>- <i>Baltais grimonis</i>;</li> <li>- <i>Sīkziedu sprigane</i>;</li> <li>- <i>Kanādas zeltslotiņa</i>;</li> <li>- <i>Sosnovska latvānis</i>;</li> <li>- Cita</li> </ul> | Vispirms novērtē vai vispār ir/nav invazīvās sugas biotopa platībā. Ja ir, tad katru sugu vērtē 10 ballu skalā, kur 1 ir 0,1% apmērā no biotopa platības sastopama, bet 10 – suga izņem vairāk nekā 80% no biotopa platības. | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai, jo attiecīgās invazīvās sugas atradīsies zemsedzē vai pamežā.</p>                                                                                                                               |
| Ekspansīvās, ruderālās sugas                                                                                                                                                                                                                                        | Vispirms novērtē vai vispār ir/nav šīs sugas biotopa platībā. Ja ir, tad katru sugu vērtē 4 ballu skalā, kur 1 ir mazāk nekā 1% segums biotopā, bet 4 – segums lielāks nekā 20%.                                             | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti zemsedzi raksturojošu parametru novērtēšanai mežu biotopos.</p>                                                                                                                                                              |
| Ir atbilstoši augsnes mitruma apstākļi                                                                                                                                                                                                                              | % no biotopa platības                                                                                                                                                                                                        | <p>● Augsnes piesātinājumu ar ūdeni var testēt spektrālos datus pēc mitruma indeksa vērtībām, tam vajadzīga priekšizpēte iespēju un limitu apzināšanai.</p>                                                                                                          |
| Bebru darbības ietekme                                                                                                                                                                                                                                              | % no biotopa platības. Ietekmes intensitāti vērtē ballēs:                                                                                                                                                                    | <p>● Augstas izšķirtspējas datus varētu identificēt nogāztus kokus un dambjus, applūstošo teritoriju apzināšanai varētu izmantot spektrālos vai termālos datus; vajadzīga priekšizpēte iespēju un limitu apzināšanai.</p>                                            |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antropogēni ietekmēta zemsedze                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja)</li> <li>- 2 (vidēji stipra)</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul> <p>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.</p>                                                                                                                                                                                                                                  | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti zemsedzi raksturojošu parametru novērtēšanai mežu biotopos.</p>                                                                                                                             |
| Dabisks traucējums - vējgāze                                          | <p>% no biotopa platības. Ietekmes intensitāti vērtē ballēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja)</li> <li>- 2 (vidēji stipra)</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Sentinel-2 optiskie dati tiek izmantoti vējgāžu radīto postījumu attālinātai apzināšanai; veģetācijas zuduma analīze.</p>                                                                                                      |
| Dabisks traucējums - kukaiņu postījumi                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja)</li> <li>- 2 (vidēji stipra)</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>● Sentinel-2 optiskie dati var tikt izmantoti kukaiņu radīto postījumu apzināšanai vēlīnā stadijā, kad novērojamas vizuālas izmaiņas koku lapotnē; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze.</p>                                      |
| Nesenas degšanas ietekme                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>● Sentinel-2 optiskie dati tiek izmantoti izdegušo platību kartēšanai; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze.</p>                                                                                                                  |
| Vērojama palu vai palu izraisīto gruntsūdeņu līmeņa svārstību ietekme |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>● Palu riska novērtēšanai var izmantot reljefa modeli hidroloģiskā režīma modelēšanai vai lokālā reljefa modeli ieplaku un pauguru identificēšanai, ko tālāk var analizēt kontekstā ar citiem pieejamiem datiem.</p>             |
| Nesen zāgēti koki (ar sūnu neapauguši celmi)                          | <p>Vidēji gabali/ha izteikti klasēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (nav);</li> <li>- 1-5 gab.;</li> <li>- 6-10 gab.;</li> <li>- &gt;10 gab.</li> </ul> <p>Papildus vērtē ietekmi un tās intensitāti ballēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja)</li> <li>- 2 (vidēji stipra)</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul> <p>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.</p> | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti raksturlieluma novērtēšanai; celmu identificēšana ir iespējama no augstas izšķirtspējas (drona) datiem, bez vecuma un trupēšanas līmeņa novērtēšanas.</p>                                   |
| Koku un krūmu sugu sastopamība:                                       | <p>Vērtē 4 ballu skalā:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (segums zem 1%);</li> <li>- 2 (segums 1-10%);</li> <li>- 3 (segums 10-20%);</li> <li>- 4 (segums virs 20%)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>● Koku un krūmu sugu klasifikācija ir iespējama 1. stāvā, bet ne 2. stāvā un zemsedzē; nepieciešama priekšizpēte; nepieciešami augstas izšķirtspējas spektrālie un/vai lāzerskenēšanas dati; potenciāls pielietojums dronam.</p> |
| Zemsedzi raksturojošo sugu sastopamība                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti zemsedzi raksturojošu parametru novērtēšanai mežu biotopos.</p>                                                                                                                             |

## Virsāju biotopi

*Virsāji ir bioloģiski un kultūrvēsturiski nozīmīgi biotopi, kas izveidojušies reģionos ar mazu gada vidējās augstākās un zemākās temperatūras atšķirību un mērenu, bet regulāru nokrišņu daudzumu un kuros nabadzīgās, skābās dažāda mitruma smilts augsnēs sastopama galvenokārt viršu dzimtas augu sabiedrību mozaīka. Augsnēm raksturīga podzolēšanās. Pie virsāju biotopiem pieskaitāmi ne vien biotopi 4010 Slapji virsāji un 4030 Sausi virsāji, bet arī divi jūras piekrastes biotopi 2320 Piejūras zemienes smiltāju līdzenumu sausi virsāji un 2140\* Pelēkās kāpas ar sīkkrūmu audzēm. Lielākā daļa virsāju, izņemot jūras piekrastes virsājus 2140\*, ir radušies sekundāri, lielākoties cilvēka darbības rezultātā – izcērtot vai nodedzinot mežu un pēc tam šīs vietas nogānot vai uzturot ar citiem paņēmieniem, piemēram, militārajām aktivitātēm.*

Sīkkrūmu segumam teritorijā jābūt vismaz 25%, lai to nodalītu kā virsāju biotopu. Ar krūmiem un kokiem aizaudzis virsājs neatbilst ES aizsargājamam biotopam, ja koku segums ir lielāks par 70-75%, un to vidējais augstums pārsniedz 5 m. Attiecīgo raksturlielumu iespējams novērtēt un platības automatizēti nokartēt no lāzerskenēšanas datiem, skatīt piemēru 41. attēlā.

Galvenais tūlītējas virsāju izzušanas iemesls mūsdienās ir to apbūve vai apmežošana. Pakāpenisku biotopa zudumu var noteikt pēc to atkārtotas un progresējošas kvalitātes pazemināšanās. Apbūve parasti ir saistīta ar veģetācijas pastāvīgu zudumu, ko iespējams detektēt no izmaiņām NDVI, izmantojot līdzīgu pieeju kā mežu zuduma kartēšanai (skatīt 45. attēlu). Apmežošana ir pretējs process, kas saistīts ar veģetācijas indeksa pieaugumu ilgākā laikā. Šajā gadījumā varētu izmantot NDVI indeksa izmaiņu analīzi laikā, bet ir vajadzīga priekšizpēte.

Virsāju biotopu savstarpējā nošķiršanā ir nozīmīgi sekojoši kritēriji:

### 1) Hidroloģija ●

Pastāvīgi mitri vai mainīga mitruma apstākļi palīdz nošķirt 4010 Slapjus virsājus no pārējiem trim virsāju biotopiem.

Lāzerskenēšanā iegūtais reljefa modelis ir galvenais ievades datu slānis hidroloģiskai modelēšanai, lai novērtētu potenciāli applūstošas vietas. No lokāla reljefa modeļa (skatīt 39. attēlu) ir iespējams nokartēt paugurus (potenciāli sausas) un ieplakas (potenciāli mitras vietas). Mitruma režīms maina arī spektrālo un termālo signālu, tomēr nepieciešama priekšizpēte, lai saprastu, vai attiecīgie attālās izpētes dati ir pielietojami hidroloģiskā režīma netiešai un attālinātai novērtēšanai.

● Risinājums: Lāzerskenēšanā iegūtais reljefa modelis tiek izmantots hidroloģiskā režīma modelēšanai vai arī lokālo pauguru un ieplaku kartēšanai.

### 2) Ģeoloģija un ģeomorfoloģija ●

Šis kritērijs palīdz nošķirt piejūras virsājus no iekšzemes sausajiem virsājiem. No Baltijas ledus ezera krasta līnijas virzienā uz jūras pusi meklējami 2320 Piejūras zemienes smiltāju līdzenumu sausi virsāji un 2140\* Pelēkās kāpas ar sīkkrūmu audzēm, bet virzienā uz iekšzemi – biotops 4010 Sausi virsāji. Savukārt abus piejūras zemienes virsāju biotopus vienu no otra var nošķirt pēc tiem raksturīgajām reljefa formas atšķirībām.

Lāzerskenēšanā iegūts reljefa modelis var tikt izmantot automatizētai reljefa formu izdalīšanai. Piemēram, 39. attēlā parādīts princips kāpu reljefa formu izdalīšanai, ko tālāk var izmantot kontekstā ar citu pieejamo informāciju – attālumu līdz jūrai, Baltijas ledus ezera senkrasta robežu.

● Risinājums: Lāzerskenēšanā iegūto reljefa modeli izmantot reljefa formu kartēšanai, kā arī attiecīgo biotopu robežu precizēšanai kontekstā ar citu pieejamo informāciju par ģeoloģiju un ģeomorfoloģiju.

### 3) Veģetācija ●

Viršajos, lielākoties Latvijā sīkkrūmu segumu veido virši, tomēr var būt arī dažas citas sīkkrūmu sugas, kuru nošķiršana no viršiem ir būtiska virsāju biotopu apakšvariantu izdalīšanā. 4010 Slapju virsāju izšķiršanai ir būtiska arī divu citu biotopam raksturojošo sugu konstatēšana, kas nav sila virsis un zilganā molīnija. Piekrastes virsājiem arī ir būtiski izšķirt divas to raksturīgās sugas, no kurām viena var būt sila virsis.

Brīvpieejas Sentinel-2 optisko datu telpiskā izšķirtspēja (10 m/pix) varētu būt nepietiekama virsāju veģetācijas klasifikācijai veģetācijas skrajuma un specifikas dēļ, bet tos varētu izmanto, lai novērtētu veģetācijas kopējo blīvumu viršajos. Biotopu raksturojošo sugu attālinātai identificēšanai nepieciešami dati ar augstu telpisko izšķirtspēju (<10 cm/pix). Šī uzdevuma veikšanai piemērotākie varētu būt dati, kas iegūti no drona, bet ir vajadzīga priekšizpēte.

● **Risinājums:** Sentinel-2 optiskie dati virsāju veģetācijas blīvuma novērtēšanai, augstas izšķirtspējas (<10 cm/pix) dati (vēlams drona dati <1 cm/pix) biotopu raksturojošo sugu detektēšanai, izmantojot neironu tīklos balstītu algoritmu objektu detektēšanai un atpazīšanai. Nepieciešama priekšizpēte iespēju un limitu izzināšanai.

### 4) Struktūra un apsaimniekošana

Teritorijas lietojumam ir nozīme attiecībā pret virsāju izdalīšanu atsevišķās vietās. Piemēram, ceļmalu un izcirtumu malās augošus virsājus neietver ES nozīmes biotopos, taču ilgstoši sausi virsāji blakus tādiem antropogēnas izcelsmes lineāriem objektiem, kā transporta un komunikāciju trases, kā arī militāros poligonos esošie virsāji pieder šai biotopu grupai Latvijā. Virsāju biotopu struktūra un apsaimniekošana ļauj novērtēt to kvalitāti. Visas virsāju kvalitāti raksturojošās pazīmes ir apkopotas 7. tabulā, kurā tās apkopotas no tiem atbilstošajām virsāju biotopu inventarizācijas un monitoringa anketām.

7. tabula. Vispārējās virsāju biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes kāpu un sausu virsāju, slapjo virsāju biotopu inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji                                                                                                                                                                                                                         | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs                      | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reljefs:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Līdzens;</li> <li>- Viļņots (lēzens, pakāpenisks);</li> <li>- Ļoti nelīdzens (krasas augstuma izmaiņas);</li> <li>- Iekšzemes kāpas;</li> <li>- Piejūras kāpas;</li> <li>- Vēja pārpūtes līdzenums</li> </ul> | Jā / nē                                                        | <p>● Minētos raksturlielumus varētu automatizēti novērtēt no reljefa (lokālā reljefa), ja subjektīvo novērtējumu (lēzens, stāvs u.tml.) varētu izteikt kvantitatīvos raksturlielumos (piem., slīpuma leņķis, lokālā reljefa variācija u.tml.)</p> |
| Lēni augošu priežu grupas un skrajaudzes                                                                                                                                                                                                                               |                                                                | <p>● Priežu detektēšanai būtu nepieciešami augstas izšķirtspējas dati, tai skaitā lāzerskenēšanas dati, bet nevarētu noteikt augšanas ātrumu, ja nu vienīgi pār lapotnes 3D formas novērtējuma, kam nepieciešama priekšizpēte.</p>                |
| Vismaz 2 vai 3 raksturīgās sugas:                                                                                                                                                                                                                                      | Vispirms novērtē ir/nav un pēc tam sekojošās klasēs novērtē to | <p>● No augstas izšķirtspējas datiem varētu kartēt biotopam raksturīgās sugas, bet ir vajadzīga priekšizpēte; jāņem vērā, ka minimālais detektējams objekts ir saistīts ar</p>                                                                    |

|                                             |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | kopējo projektīvo segumu biotopā:                                                                                                                          | attālās izpētes datu telpisko izšķirtspēju; potenciāls pielietojums drona datiem.                                                                                                                                                                                                                            |
| Augājam raksturīga mozaīkveida struktūra    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mazāk nekā 20%;</li> <li>- 20-60%;</li> <li>- Vairāk par 60%.</li> </ul>                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Datu produkts, ko iespējams novērtēt, ja ir iegūts apmierinošs raksturīgo sugu kartējums.</li> </ul>                                                                                                                                                                |
| Lakstaugu stāva segums                      | % no biotopa platības                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spektrālie dati lakstaugu klasifikācijai, nepieciešama priekšizpēte, lai novērtētu, vai Sentinel-2 dati ir pietiekami vai arī nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati.</li> </ul>                                                                                 |
| Koku un krūmu stāva segums                  |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati automatizētai koku un krūmu stāva izdalīšanai, skatīt 41. attēlu.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| Ātri augošas priedes, garākas par 1m        |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati koku identificēšanai, spektrālie dati koku sugu klasificēšanai; nepieciešama priekšizpēte.</li> </ul>                                                                                                                                          |
| Zemie kārkli un/vai sikkrūmi                |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Potenciāli lāzerskenēšanas un/vai spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                                                           |
| Zemie kārkli un/vai purvmirte               |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Potenciāli lāzerskenēšanas un/vai spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                                                           |
| Sfagnu segums                               |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgā veģetācijas tipa detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                               |
| Zaļsūnu segums                              |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgā veģetācijas tipa detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                               |
| Izteikta zilganās molīnijas dominance       |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgā veģetācijas tipa detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                               |
| Augāja augstums                             | Vidējais augstums centimetros sekojošās klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zem 15 cm;</li> <li>- 15-25 cm;</li> <li>- Virs 25 cm.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Teorētiski varētu mēģināt novērtēt no augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas datiem, kas ievākti ar dronu; nepieciešama priekšizpēte; tomēr varētu būt problēmas precīza reljefa novērtēšanā, lai varētu noteikt objektu augstumu ar prasīto precizitāti.</li> </ul> |
| Nobiru slānis                               | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir tad nosaka, cik % no biotopa platības.                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                                                                       |
| Kūlas slānis                                |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati kūlas klātbūtnes detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                                         |
| Sūnu un ķērpju stāva segums                 |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; bet var mēģināt veikt priekšizpēti no augstas izšķirtspējas spektrāliem datiem.</li> </ul>                                                                                       |
| Atmiris virsājs                             |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgā veģetācijas tipa detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                                                                               |
| Vecas, vēja appūstas priedes                |                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Priežu detektēšanai būtu nepieciešami augstas izšķirtspējas dati, tai skaitā lāzerskenēšanas dati, bet nevarētu noteikt to vecumu, ja nu vienīgi 3D vērtējot to lapotnes formu, kam nepieciešama priekšizpēte, bez garantēta vēlāmā rezultāta.</li> </ul>           |
| Smilšu vai minerālgrunts laukumi bez augāja | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Veģetācijas indekss, kas iegūts no spektrāliem datiem; jāizvērtē, vai Sentinel-2</li> </ul>                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                                                                       | izšķirtspēja (10 m/pix) ir pietiekama, vai arī nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati.                                                                                                                                                      |
| Atklāta kūdra                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (ļoti maz);</li> <li>- 2 (maz);</li> <li>- 3 (vairāk nekā 20%)</li> </ul>                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attiecīgās Zemes seguma klases detektēšana no spektrāliem datiem; jāizvērtē, vai Sentinel-2 izšķirtspēja (10 m/pix) ir pietiekama, vai arī nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati.</li> </ul>      |
| Veci smiltāju kāpuniedres ceri                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgā veģetācijas tipa detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums droniem.</li> </ul>                                                 |
| Atklāts ūdens                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attiecīgās Zemes seguma klases detektēšana no spektrāliem datiem.</li> </ul>                                                                                                                          |
| Humusa slānis: <ul style="list-style-type: none"> <li>- vienlaidus;</li> <li>- mozaīkveidā.</li> </ul>                      | Vispirms novērtē ir/nav vispār. Ja ir, tad katrai apakšsadaļai vai tā atbilst/neatbilst un cik % no biotopa platības.                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                  |
| Virša vecumstruktūra: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. fāze;</li> <li>- 2-3. fāze;</li> <li>- 4. fāze</li> </ul> | Novērtē un atzīmē, kuras no fāzēm ir biotopā sastopamas                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                         |
| Lapu koki un krūmi (tai skaitā stādītie)                                                                                    | Vispirms novērtē ir/nav un pēc tam sekojošās klasēs novērtē to kopējo projektīvo segumu biotopā: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mazāk nekā 10%;</li> <li>- 10-15%;</li> <li>- Vairāk par 15%.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati automatizētai koku un krūmu stāva izdalīšanai, skatīt 41. attēlu.</li> </ul>                                                                                                     |
| Grīņu sārtenes vecumstruktūra                                                                                               | Vērtē ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (juvenili augi);</li> <li>- 2 (pieauguši augi)</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                         |
| Invazīvo augu dominance un sastopamība                                                                                      | Kopējais visu invazīvo augu segums % no biotopa platības. Atsevišķi ballēs novērtē katru augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, bet jāskatās katra invazīvā suga atsevišķi; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem.</li> </ul> |
| Ekspansīvo, ruderālo augu dominance un sastopamība                                                                          | Kopējais visu ekspansīvo, ruderālo augu % no biotopa platības. Atsevišķi ballēs novērtē katru augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, bet jāskatās katra invazīvā suga atsevišķi; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem.</li> </ul> |
| Dažādu organismu retas un īpaši aizsargājamās sugas                                                                         | Katras identificētās sugas kopskaita klases: <ul style="list-style-type: none"> <li>- atsevišķi eksemplāri/ daži;</li> <li>- vidēji daudz;</li> <li>- ļoti daudz.</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                         |
| Apbūve                                                                                                                      | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Veģetācijas indekss, kas iegūts no spektrāliem datiem; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze laikā.</li> </ul>                                                                                          |
| Kempingi                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Veģetācijas indekss, kas iegūts no spektrāliem datiem; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze laikā.</li> </ul>                                                                                          |

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Izbradāšana (pastaigas, izjādes)                                                                                   | - 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);                                                                                                                                                                                                                                                                              | ● Veģetācijas indekss, kas iegūts no spektrāliem datiem; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze laikā.                                                                                                                     |
| Sadzīves atkritumi                                                                                                 | - 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)                                                                                                                                                                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums drona datiem.                                                                                                               |
| Takas, veloceliņi                                                                                                  | Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.                                                                                                                                                                                                                                  | ● Veģetācijas indekss, kas iegūts no spektrāliem datiem; veģetācijas indeksa izmaiņu analīze laikā; jāizvērtē, vai Sentinel-2 izšķirtspēja (10 m/pix) ir pietiekama, vai arī nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati. |
| Dzīvotņu fragmentācija cilvēka darbības dēļ                                                                        | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                                                                                                                                    | ● Augstāk minēto datu produktu analīze.                                                                                                                                                                                 |
| Meliorācijas grāvji                                                                                                | - 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)                                                                                                                                                                                                               | ● Lāzerskenēšanas dati lokālā reljefa iegūšanai un grāvju izdalīšanai; salīdzināšana ar meliorācijas datu bāzi.                                                                                                         |
| Izbraukāšana kopumā un atsevišķi:<br>- Ar nemotorizētu transporta līdzekli;<br>- Ar motorizētu transporta līdzekli | Vispirms novērtē ir/nav kopumā. Ja ir, tad vērtē ietekmes intensitāti ballēs:<br>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)<br>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva. Apakšsadaļām vērtē tikai ir/nav. | ● No veģetācijas indeksa datiem un izmaiņu analīzes laikā ir iespējams kopumā novērtēt izbraukāšanas intensitāti, bet nevar pateikt kādā veidā bojājumi radušies.                                                       |
| Organiskā materiāla uzkrāšanās                                                                                     | Jā / nē                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ● Attālās izpētes dati nav nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                                                                           |
| Izcirti koki, krūmi                                                                                                | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir tad nosaka, cik % no biotopa platības.                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Izmaiņu analīze lāzerskenēšanas vai veģetācijas indeksa datus, identificējot koku/krūmu pazušanu.                                                                                                                     |
| Dedzis                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Izmaiņu analīze spektrālos datus, identificējot deguma vietas.                                                                                                                                                        |
| Noplauti virši                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Sentinel-2 radara koherences signāla izmaiņu analīze; nepieciešama priekšizpēte, jo attiecīgā pieeja tiek lietota pļaušanas gadījumu detektēšanai zālājos.                                                            |
| Pļaušana                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Sentinel-2 radara koherences signāla izmaiņu analīze; nepieciešama priekšizpēte, jo attiecīgā pieeja tiek lietota pļaušanas gadījumu detektēšanai zālājos.                                                            |
| Ganīšana                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Iespējams analizēt izmaiņas veģetācijas indeksā laikā; nepieciešama priekšizpēte.                                                                                                                                     |
| Ir atbilstošs mitruma režīms                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Mitruma indeksa novērtējums no spektrāliem datiem, analīze laikā; nepieciešama priekšizpēte.                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jebkura vecuma deguma pazīmes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Svaigs degums;</li> <li>- Uz koku stumbriem deguma rētas;</li> <li>- Apsviluši koku stumbri;</li> <li>- Atrodamas oglītes;</li> <li>- Izteikti makstainās spilves ciņi ar sfagniem starp tiem;</li> <li>- Izteikti dzegužlinu ciņi vai pleķi;</li> <li>- Pēc deguma nav sfagnu zemsedzē</li> </ul> | Jā / nē kopumā. Ja kopumā ir jā, tad specifiski katrai apakšsadaļai jānovērtē ir/nav. Pēdējai apakšsadaļai - sfagnu segumam jānovērtē sekojošās trīs sadaļā: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nav;</li> <li>- Daļēji atjaunojušies;</li> <li>- Atjaunojušies.</li> </ul> | ● Spektrālie dati ir piemēroti degušu vietu detektēšanai, kā arī atjaunošanās procesa monitoringam; nepieciešama priekšizpēte.                                   |
| Raksturojošās sīkkrūmu, sūnu, ķērpju sugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Vērtē 4 ballu skalā: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (segums zem 1%);</li> <li>- 2 (segums 1-10%);</li> <li>- 3 (segums 10-20%);</li> <li>- 4 (segums virs 20%)</li> </ul>                                                                                            | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; tomēr var veikt priekšizpēti, izmantojot augstas izšķirtspējas drona datus. |
| Raksturojošās lakstaugu sugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; tomēr var veikt priekšizpēti, izmantojot augstas izšķirtspējas drona datus. |
| Raksturojošās sūnu un ķērpju sugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; tomēr var veikt priekšizpēti, izmantojot augstas izšķirtspējas drona datus. |

## Parkveida biotopi

6530\* Parkveida pļavas un ganības, 9070 Mežainas ganības un 5130 Kadiķu audzes zālajos un virsajos kopumā dēvēti par parkveida biotopiem ekoloģiski un kultūrvēsturiski pieder pie vienas zemkopības sistēmas. Šie biotopi bieži viens otram piekļaujas vai arī pārsedzas un laika gaitā pārvēršas cits citā. Parkveida biotopu sevišķā iezīme ir specifisks, ekstensīvas zemkopības ietekmē attīstījies koku un krūmu stāvs. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvam šo biotopu izdalīšanā nav izšķirošas nozīmes. Dabā parkveida biotopi var pārsegties ar dažādiem zālāju, virsāju vai mežu biotopiem.

Parkveida biotopiem nav vienota pazīme, pēc kuras tos nodalīt telpiski no pārējiem biotopu veidiem, jo to telpisko skatu būtiski ietekmē šo biotopu kvalitātes stāvoklis un pārklāšanās ar mežiem, virsājiem vai zālājiem.

## Galvenie kritēriji biotopa 5130 Kadiķu audzes zālajos un virsajos izdalīšana ir:

Zviedrijas kadiķu sastopamība ne mazāk kā piecu dzīvotspējīgu kadiķu grupās zālajos vai virsajos. Koku vainagu klāja segums pret kopējo biotopa platību nevar būt lielāks par 75%, to vidējais augstums nepārsniedz 7m. Biotopa platības izzīmēšanai nepieciešama informācija par individuālu kadiķu izvietojumu teritorijā un to augstumu, lai katram kadiķim varētu telpiski izzīmēt aplveida rādiusā katra kadiķa trīs augumu projekciju. Biotops ir izdalāms, ja kadiķi ap kuriem izzīmētās trīs augumu projekcijas kopumā (saskaroties vai pārklāloties) aizņem vismaz 0,1 ha vai lielāku vienlaidu platību. Pie šī biotopa nepieskaita kadiķu pamežu mežaudzēs, slapjos virsajos un purvos, kā arī mākslīgi veidotus apstādījumus apdzīvotās vietās un parkos.

Koku vainagu klāja segumu iespējams novērtēt no lāzerskenēšanas datiem, skatīt 41. attēlu. Kadiķu detektēšana attālās izpētes datos varētu būt iespējama, bet jāveic priekšizpēte. Visticamāk Sentinel-2 satelīta dati (10 m/pix) nav pietiekami kadiķu detektēšanai, nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati (<1 m/pix).

● Risinājums: Lāzerskenēšanas dati koku un krūmu tipa veģetācijas izdalīšanai, spektrālie dati koku/krūmu sugu klasifikācijai un atsevišķu kadiķu detektēšanai; nepieciešama priekšizpēte;

potenciāls pielietojums drona datiem. LIDAR datus izmanto arī koku vainagu klāja seguma novērtēšanai, izmantojot 41. attēlā demonstrēto pieeju.

### **Galvenie kritēriji biotopa 6530\* Parkveida pļavas un ganības izdalīšanai ir:**

Parkveida vai skrajmežu kokaudzēm raksturīgās formas vecu koku esamība. Raksturīgākās seno parkveida pļavu un ganību koku sugas parastais ozols, parastā liepa, goba un vīksna. Atsevišķi vai grupās augošus vecus kļajumā augošus kokus pēc plašās vainaga formas un sugas spektrālā paraksta var mēģināt identificēt, izmantojot augstas izšķirtspējas spektrālos un/vai lāzerskenēšanas datus, tomēr būtu jāveic priekšizpēte, vai sasniedzamā precizitāte ir pietiekama attiecīgā biotopa novērtēšanai. Visticamāk, Sentinel-2 brīvpieejas datu izšķirtspēja ir nepietiekama šim uzdevumam. Sekmīgi izdalot ainavā senos parkveida kokus, biotopa robežas izzīmē, novērtējot katra koka augstumu un tam apkārt izveidojot aplveida rādiusā izzīmētu trīs tā augumu projekciju. Koki, kuriem šīs projekcijas saskarās vai pārklājas un kopā aizņem vismaz 0,1 ha vai lielāku vienlaidu platību, definē šī biotopa robežas.

Jāmin, ka Zemes seguma klasifikācijā šis biotopa veids parasti klasificējas kā mežs. Zemesdzes novērtēšana no attālās izpētes datiem ir ierobežota vai pat neiespējama šajā gadījumā.

● **Risinājums:** Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un/vai spektrālo datu izmantošana individuālu koku identificēšanai, sugas noteikšanai un arī vainagu diametra novērtēšanai; būtu jāveic priekšizpēte, vai iegūstamā precizitāte ir pietiekama biotopa attālinātai novērtēšanai.

### **Galvenie kritēriji biotopa 9070 Mežainas ganības izdalīšanai ir:**

Ainava ar koku stāvu, kas var variēt no meža, skrajmeža līdz koku un krūmu grupām vai savrupiem kokiem un kas var sastāvēt no dažādām kokaugu sugām. To mozaikā var būt arī kļaju zālāju fragmenti (ne lielāki par 0,1 ha). Kokaugi šai biotopa veidā ir jaunāki un tajā ir maz vai nav seno, reliktu parkveida ainavas koku. Būtiskākais, lai šādā ainavā pašlaik ir novērojamas pastāvīgu ganību vismaz divas pazīmes - specifiskas formas koki un krūmi un zemesdzes struktūra. Pie šī biotopa pieskaita tikai cilvēka uzraudzītas ganības.

Zemes seguma klasifikācijā šis biotopa veids arī klasificējas kā mežs. Zemesdzes novērtēšana no attālās izpētes datiem ir ierobežota vai pat neiespējama šajā gadījumā.

● **Risinājums:** Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un/vai spektrālo datu izmantošana individuālu koku identificēšanai, sugas noteikšanai un arī vainagu diametra novērtēšanai; būtu jāveic priekšizpēte, vai iegūstamā precizitāte ir pietiekama biotopa attālinātai novērtēšanai.

Visus trīs minēto parkveida biotopu kvalitātes novērtējumam ir nozīmīgas līdzīgas pazīmes, kas apkopotas 8. tabulā. Tajā minētas arī iespējas šīs pazīmes novērtēt ar attālās izpētes tehnoloģijām, vai izmantojot datu reģistros pieejamo informāciju. Šo biotopu tūlītējas iznīcināšanas iemesli ir līdzīgi, kā zālāju vai mežu biotopiem, bet pakāpeniskas izzušanas iemeslus var identificēt šo biotopu kvalitātes izmaiņu novērtējumos.

8. tabula. Vispārējās parkveida biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes parkveida biotopu inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klāja platība bez koku un krūmu seguma         | % no biotopa platības                     | ● Lāzerskenēšanas dati automatizētai koku un krūmu stāva un atvērto vietu izdalīšanai, skatīt 41. attēlu.                      |

|                                                                                                                  |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Platība ar zālājam raksturīgu zemsedzi                                                                           |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spektrālie dati vai lāzerskenēšanas intensitātes datu produkts zemsedzes klasifikācijai atvērtās vietās; nepieciešama priekšizpēte; koku radītās ēnas varētu apgrūtināt zemsedzes klasifikāciju.</li> </ul>     |
| Platība zem koku un krūmu vainaga klāja (biotopam piederīgie un sekundārie kokaugi kopā)                         |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas dati automatizētai koku un krūmu stāva izdalīšanai, skatīt 41. attēlu.</li> </ul>                                                                                                               |
| Platība zem sekundāro koku un krūmu vainagu klāja                                                                |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Jāveic priekšizpēte, vai no lāzerskenēšanas datiem iespējams izšķirt sekundāros kokus un krūmus; iespējams risinājums – izmaiņu salīdzināšana laikā.</li> </ul>                                                 |
| Platība zem kadiķu vainaga klāja                                                                                 |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati individuālu kadiķu izdalīšanai; jāveic priekšizpēte; kadiķu detektēšana varētu būt potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul>                    |
| Biotopam piederīgā kokaudze ir dažāda vecuma                                                                     | Jā / nē                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Valsts mežu reģistra datu analīze, kombinācijā ar lāzerskenēšanā iegūtu objektu augstuma modeļa analīzi; jāveic priekšizpēte.</li> </ul>                                                                        |
| Biotopam piederīgās kokaudzes 1. stāva koku sugas                                                                | Secīgi norāda koku sugu akronīmus no biežāk un retāk sastopamajām                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati individuālu koku izdalīšanai un sugas noteikšanai; jāveic priekšizpēte.</li> </ul>                                                                     |
| Visas biotopam piederīgās kokaudzes 2.stāva un pameža koku sugas secībā no relatīvi biežāk uz retāk sastopamajām | Secīgi norāda sugu akronīmus latīniski no biežāk uz retāk sastopamajām                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti 2. stāva un pameža novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                         |
| Senie parkveida ainavas 1. stāva koki (dzīvi un atmiruši kopā)                                                   | Vērtē gab./ha klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (nav);</li> <li>- 1-5;</li> <li>- 6-10;</li> <li>- Vairāk par 10</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati individuālu koku izdalīšanai un to vainagu struktūras analīzei; nepieciešama priekšizpēte; varētu būt potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul> |
| Senie parkveida ainavas 2. stāva un pameža koki un krūmi (dzīvi un atmiruši kopā)                                |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti 2. stāva un pameža novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                         |
| Stāvoši nokaltuši koki un stubeņi, kas resnāki par 50 cm                                                         |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati; nepieciešama priekšizpēte, potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul>                                                                           |
| Kritālas, kas resgalī resnākas par 50 cm                                                                         |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati; nepieciešama priekšizpēte, potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul>                                                                           |
| Lieli, dzīvi 50 cm vai resnāki koki                                                                              |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati; nepieciešama priekšizpēte, potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul>                                                                           |
| Dobumaini, par 50 cm resnāki koki                                                                                |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                   |
| Koki un krūmi, kuru forma ilgstoši veidojusies dzīvniekiem apkožot zaros/ atvases                                |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati individuālu koku izdalīšanai un to vainagu struktūras analīzei; nepieciešama priekšizpēte; varētu būt potenciāls pielietojums drona datiem.</li> </ul> |
| Ganību dzīvnieku bojāti dzīvu koku stumbri                                                                       |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                                                   |
| Ganību dzīvnieku iestaigātas takas un atsegti augsnes laukumi                                                    |                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti zemsedzes bojājumu novērtēšanai šajā gadījumā.</li> </ul>                                                                                                           |

|                                                                                               |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kokaudzes, kurās noganišanas ietekmē ieviešanas vai pastāv zālājam raksturīgas iezīmes        | % no biotopa platības                                                                                                                     | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                        |
| Atmiruši senās parkveida ainavas 1. stāva koki (stāvoši un nokaltuši kopā)                    |                                                                                                                                           | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati kombinācijā ar lāzerskenēšanas datiem; nepieciešama priekšizpēte; varētu būt potenciāls pielietojums drona datiem.  |
| Atmiruši senās parkveida ainavas 2. stāva un pameža koki un krūmi (stāvoši un nokrituši kopā) |                                                                                                                                           | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                        |
| Koku un krūmu stāvs, kam ganību dzīvnieku izēsts horizonts vainagu lejas daļā                 |                                                                                                                                           | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                        |
| Atmiruši kadiķi                                                                               | Īpatsvars % no kopējā kadiķu skaita                                                                                                       | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati kombinācijā ar lāzerskenēšanas datiem; nepieciešama priekšizpēte; varētu būt potenciāls pielietojums drona datiem.  |
| Invazīvās sugas                                                                               | Vispirms vērtē ir/nav. Ja ir, tad atsevišķi ballēs novērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, jo invazīvās sugas visticamāk būs atrodamas zemsedzē.                  |
| Ekspansīvās, ruderālās sugas                                                                  | Vispirms vērtē ir/nav. Ja ir, tad atsevišķi ballēs vērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-4.                            | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, jo attiecīgās sugas visticamāk būs atrodamas zemsedzē.                 |
| Noganišanas ietekmē izveidojušās lauces mežā un krūmājos (<0,1ha)                             | Jā / nē                                                                                                                                   | ● Lāzerskenēšanas dati automatizētai koku un krūmu stāva un atvērto vietu izdalīšanai, skatīt 41. attēlu.                                                   |
| Parkveida biotopu lietussargsugas                                                             | Atzīmē katru lietussargsugas atrašanās gadījumu, norādot – atrasto lietussargsugu, koordināti, koka sugu, uz kuras atrasta lietussargsuga | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                 |
| Dažādu organismu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas                                     | Katras identificētās sugas kopskaita klases:<br>- atsevišķi eksemplāri/daži;<br>- vidēji daudz;<br>- ļoti daudz.                          | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                 |
| Apsekotās platības īpatsvars, kurā ir biotopam atbilstoši augsnes mitruma apstākļi            | Īpatsvars % no kopējās platības                                                                                                           | ● No spektrāliem datiem iegūtu mitruma un veģetācijas indeksu analīze ilgākā laikā kontekstā ar meteoroloģisko informāciju; nepieciešama priekšizpēte.      |
| Apsekotās platības īpatsvars, kurā nesen notikusi sekundāro koku un krūmu izciršana           |                                                                                                                                           | ● Izmaiņu analīze augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas vai spektrālos datus, ja tie ir ievākti pirms un pēc attiecīgā notikuma; nepieciešama priekšizpēte. |
| Apsekotās platības īpatsvars, kurā vajadzīga hidroloģisko apstākļu atjaunošana                |                                                                                                                                           | ● No spektrāliem datiem iegūtu mitruma un veģetācijas indeksu analīze ilgākā laikā                                                                          |

|                                                                                       |                                               |                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |                                               | kontekstā ar meteoroloģisko informāciju; nepieciešama priekšizpēte.                                                                                                   |
| Apsekotās platības īpatsvars, kurā vajadzīga patstāvīgas apsaimniekošanas atjaunošana |                                               | ● Novērtējams no augstāk uzskaitītiem datu produktiem.                                                                                                                |
| Apsekotās platības īpatsvars, kurā vajadzīga sekundāro koku un krūmu izciršana        |                                               | ● Novērtējams no augstāk uzskaitītiem datu produktiem, ja priekšizpēte parāda, ka iespējams izdalīt sekundāros kokus un krūmus.                                       |
| Kokiem klātā daļa, kura tiek noganīta (skata atsevišķi no klājām daļām)               | Īpatsvars % no kopējas kokiem klātās platības | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                           |
| Kokiem klātā daļa, kura tiek pļauta (skata atsevišķi no klājām daļām)                 |                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                           |
| Klājā daļa, kura tiek pļauta                                                          | Īpatsvars % no kopējas klājās platības        | ● Sentinel-2 radara koherences signāla izmaiņu analīze; nepieciešama priekšizpēte, jo attiecīgā pieeja tiek lietota pļaušanas gadījumu detektēšanai atklātos zālajos. |
| Klājā daļa, kura tiek noganīta                                                        |                                               | ● Iespējams analizēt izmaiņas veģetācijas indeksā laikā; nepieciešama priekšizpēte.                                                                                   |

## Zālāju biotopi

*Veidojušies ilgstošas tradicionālās apsaimniekošanas (pļaušana, ganīšana) ietekmē, bez uzaršanas, sēšanas un mēslošanas ar minerālmēsliem. Atšķirībā no intensīvi apsaimniekoti zālājiem, tiem raksturīga ļoti liela sugu daudzveidība - te aug 1/3 daļa no visām Sarkanās Grāmatas sugām. Latvijā ir izdalīti vairāk nekā 10 aizsargājamo zālāju biotopu, piemēram, piejūras zālāji, smiltāju zālāji, palieņu zālāji, mēreni mitras pļavas, sugām bagātas ganības un ganītas pļavas, u.c. No attālās izpētes perspektīvas šos biotopus primāri definē dažāda veida atklāta lakstaugu veģetācija.*

Zālāji ir ekosistēmās, kurās augu biomasu saražo daudzgadīgas graudzāles, grīšļi un citas lakstaugu sugas un tajās notiek zāles biomasas iznešanas no ekosistēmas ar savvaļas dzīvnieku vai cilvēku veiktas apsaimniekošanas starpniecību. Zālājus no mežu ekosistēmām ES aizsargājamo biotopu kontekstā Latvijā nošķir pēc pazīmes, ja vairāk nekā 75% no teritorijas sedz krūmi un koki, un tajā vairs nav sastopama zālājam raksturīgā sugu kompozīcija un veģetācijas struktūra. Šo iespējams automātiski nokartēt no lāzerskenēšanas datiem, skatīt 38. attēlu. Grūtāk rodami telpiski nošķirami kritēriji zālāju nošķiršanai no purvu biotopiem, jo mitros zālājus un zāļu purvus vēsturiski līdzīgi apsaimniekoja un tie var pāriet no viena otrā. Primārais kritērijs dabiska zālāja nošķiršanai no purva ir veģetācijas sugu sastāvs un struktūra. Šajā gadījumā piemērotākie būtu spektrālie attālās izpētes dati ar zāles tipa veģetāciju klātu teritoriju tālākai klasifikācijai, vajadzīga priekšizpēte, lai noskaidrotu Sentinel-2 optisko datu iespējas un limitus.

Zemes seguma klasifikācijā zālājus un lauksaimniecības platībām nošķir, analizējot spektrālos datus gada griezumā. Lauksaimniecības platībās galvenās spektrālās izmaiņas rodas uzaršanas dalījumā, kā arī labības nogatavošanās un novākšanas brīdī, kas arī ir šo divu Zemes seguma klašu izšķiršanas pamatā.

Dabiska zālāja atšķiršanai no kultivēta zālāja vai atmatas būtiski novērtēt tajā sekojošas pazīmes: 1) konstatēt dabisko zālāju indikatorsugas, nozīmīga ir arī šo konstatēto sugu sastopamības biežums un viendabīgums zālājā; 2) zālāja veģetācijas struktūra ar labi veidotu, saslēgtu velēnu un raksturīgu veģetācijas stāvokumu, kurā nav sēto un agresīvo graudzāļu vai slāpekli mīlošu divdīgļlapju sugas, kā arī svešzemju sugas neveido vairāk par 60% no visa zālāja lakstaugu kopējā seguma; 3) augsnes auglība ir lielākoties mazauglīga. Dabiski zālāji lielākoties Latvijā ir vairāk nekā 20 gadus pastāvējuši kā pļavas vai ganības un šajā laikā nav bijuši aparti. Minētos parametrus nevar novērtēt no attālās izpētes datiem, tomēr no Sentinel

datiem iespējams detektēt aršanas gadījumus. Resp., satelītdati ir piemēroti dabīgo zālāju uzraudzīšanai, lai konstatētu uzaršanas gadījumus vai arī sekotu to plaušanai.

Dabisku zālāju tūlītēji iznīcina tā aparšana, apmežošana un apbūve, bet lēnāk tā izzušana notiek tam atbilstošas apsaimniekošanas iztrūkuma un hidroloģiskā režīma izmaiņu gadījumā. Pakāpenisku zālāju biotopu izzušanu var novērtēt pēc atkārtotas zālāju kvalitāti raksturojošu parametru novērtēšanas - to kvalitātes samazināšanās.

Savā starpā dabisko zālāju biotopus nošķir pēc sekojošiem kritērijiem:

### 1) Veģetācija ●

Katram dabisko zālāju biotopam ir sava raksturīgo sugu sabiedrība. Tam raksturīgo sugu kopums, sastopamības biežums zālājā nosaka gan biotopa veidu, gan palīdz nošķirt tā apakšvariantus. Primāri būtiski zālāju biotopus prast nošķirt pēc tajos sastopamajām dominējošo un raksturīgo graudzāļu/ grīšļu sugām, pārējās lakstaugu sugas ir sekundāri, bet ne mazāk nozīmīgas biotopu veidu un to apakšvariantu savstarpējai nodalīšanai.

Attālās izpētes dati nav piemēroti dabisko zālāju indikatīvo sugu novērtēšanai, bet var tikt izmantoti vispārējām zālāju monitoringam, lai novērtētu, vai dabiskos zālāju veģetācijā nav novērojamas negaidītas izmaiņas.

● Risinājums: Veģetācijas indeksa laikrindu analīze kontekstā ar pieejamo references informāciju, lai detektētu negaidītu izmaiņu gadījumus. Piem., uzaršana būs redzama kā nozīmīgs NDVI kritums  $<0.2$  uz ilgāku laiku.

### 2) Hidroloģija ●

Hidroloģiskais režīms daļai zālāju ir izšķiroši nozīmīgs to atzīšanai par dabisku zālāju biotopu. Tā, piemēram, 1630\* Piejūras zālājiem viens no būtiskiem izdalīšanas kritērijiem ir to applūšana ar iesāju jūras ūdeni. Līdzīgi arī 6450\* Paliņu zālājiem ir jābūt applūstošiem no tuvējām pavasara palos pārplūstošām upēm. Lai arī primāri vairumu dabisko zālāju veidus izdala pēc to veģetācijas raksturojuma, to raksturīgās veģetācijas veidošanos priekšnosaka hidroloģiskie apstākļi. Tāpēc daļa zālāju biotopu būs raksturīgi vairāk sausākiem, dabiski drenētiem apstākļiem, bet citi mitrākiem vai mainīga mitruma režīma apstākļiem. Zālāju mitruma apstākļi daudzos gadījumos ir galvenais kritērijs dabisko zālāju apakšvariantu izdalīšanai, uz kuru galvenokārt norāda tieši tam specifiskās pazīmes veģetācijas sugu kompozīcijā.

Applūšanas riku modelēšanai tiek izmantots lāzerskenēšanā iegūts reljefa modelis, kas vienkāršākā pieejā var tikt izmantots arī lokālā reljefa analīzei, izdalot ieplakas un paugurus. Ja zālāju mitruma režīma rezultātā mainās veģetācijas tips, tad dažādo veģetācijas tipu klasifikācijai var izmantot spektrālos datus, bet nepieciešama priekšizpēte. Spektrālie dati tiek izmantoti arī mitruma indeksa novērtēšanai, ko var izmantot hidroloģiskā režīma monitorēšanai.

● Risinājums: Lāzerskenēšanā iegūtais reljefa modelis tiek izmantots hidroloģiskā režīma modelēšanai vai arī lokālo pauguru un ieplaku kartēšanai. Mitruma indeksa laikrindu analīzi kontekstā ar meteoroloģisko informāciju var izmantot hidroloģiskā režīma monitoringam.

### 3) Ģeoloģija un ģeomorfoloģija ●

Biotopam 6110\* Lakstaugu pioniersabiedrības seklās kaļķainās augsnēs minimālās tā izšķiršanas prasības ir vietas, kur dolomīta vai kaļķakmens atseguma sienas slīpums ir vienāds vai mazāks par 45 grādiem. Gadījumos, kad šis biotops var būt konstatējams seklās grantainās augsnēs, šis kritērijs gan vairs nav attiecināms.

Lāzerskenēšanas dati sniedz informāciju par reljefu, var tikt izmantoti pauguru un ieplaku izdalīšanai, kā arī reljefa slīpuma novērtēšanai. Jāmin, ka augsnes tipu parasti nevar tieši novērtēt no attālās izpētes datiem, jo to sedz veģetācija, tāpēc šim nolūkam jāizmanto augsnes informācija no pieejamās augšņu datu bāzes.

● **Risinājums:** Reljefa slīpuma novērtēšana no lāzerskenēšanas datiem, bet augsnes informācija no pieejamās augšņu datu bāzes.

#### 4) Augsnes ●

Augsnes auglība, tās skābuma/bāziskuma īpašības pastarpināti ietekmē to pamatnošķiršanas kritēriju - veģetācijas raksturojumu, taču ne mazāk būtisks tas ir virknei dabisko zālāju apakšvariantu izdalīšanā.

Attālās izpētes metodes var tikt izmantotas augsnes vienkāršotai klasifikācijai vietās, kur to nesedz veģetācija, tomēr no spektrāliem datiem nevar novērtēt augsnes auglību un skābumu/bāziskumu.

#### 5) Zālāja teritoriālais novietojums

Dabisko zālāju teritoriālais novietojums Latvijas mērogā var būt palīdzīga pazīme biotopa 6210 Sausi zālāji kaļķainās augsnēs divu apakšvariantu savstarpēju nošķiršanu - rietumu un austrumu Latvijai raksturīgajos. Savukārt biotopam 6430 Eitrofas augsto lakstaugu audzes sekundāra pazīme ir to atrašanās slapjās augsnēs upju un ezeru krastos un mēreni mitrās līdz mitrās augsnēs mežmalās. Primārā noteikšanas pazīme joprojām ir šim biotopam raksturīgā veģetācija.

Visus dabisko zālāju biotopus Latvijā novērtē pēc vienotas pieejas novērtējot to veģetācijas sastāvu, sastopamās indikatorsugas un to kvalitāti raksturojošās pazīmes, kas apkopotas 9. tabulā. Tajā minētas arī iespējas šīs pazīmes novērtēt ar attālās izpētes tehnoloģijām, vai izmantojot datu reģistros pieejamo informāciju.

9. tabula. Vispārējās bioloģiski vērtīgo un Eiropas nozīmes zālāju biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes zālāju biotopu inventarizācijas un monitoringa anketas), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji                                                                                                                                                                                        | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs                                                                                                                                                                                     | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Iepriekšējā apsaimniekošana                                                                                                                                                                                                           | Piezīmju veidā apraksta vēsturisko zālāja apsaimniekošanu un norāda vienu no sekojošiem ziņu avotiem: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apsaimniekotājs;</li> <li>- Zinātājs;</li> <li>- Eksperta viedoklis</li> </ul> | ● No Sentinel satelītdatu arhīva (kopš 2015. gada) iespējams analizēt, vai interesējošos zālājos nav novēroti aršanas gadījumi, kā arī novērtēt, vai tie tika pļauti. Šim nolūkam iespējams izmantot veģetācijas indeksa laikrindu analīzi vai arī Sentinel-1 radara koherences laikrindu analīzi.                        |
| Pašreizējā apsaimniekošana novērtēšanas laikā: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nepļauts;</li> <li>- Nopļauts;</li> <li>- Zāle vēl pļāvā;</li> <li>- Siens vēl pļāvā;</li> <li>- Atāls;</li> <li>- Stipri noganīts</li> </ul> | Vispirms novērtē vai vispār ir pašreizējā apsaimniekošana ar Jā / nē / nezinu. Ja atbilde ir jā, tad katrai apakšsadaļai pretī novērtē ar jā/nē.                                                                              | ● No Sentinel datiem iespējams analizēt, vai interesējošos zālājos nav novēroti aršanas gadījumi, kā arī novērtēt, vai tie tika pļauti. Šim nolūkam iespējams izmantot veģetācijas indeksa laikrindu analīzi vai arī Sentinel-1 radara koherences laikrindu analīzi. Ganišanas detektēšanai ir nepieciešama priekšizpēte. |
| Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>noganišanu</b> :                                                                                                                                                                                     | Šo atzīmē tikai, ja iepriekš ar jā atzīmēts,                                                                                                                                                                                  | ● Ganišanas detektēšana no attālās izpētes datiem joprojām ir izaicinājums, nepieciešama                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplokā;</li> <li>- Piesieti;</li> <li>- Visu gadu;</li> <li>- Sezonā;</li> <li>- Atālā;</li> <li>- Zirgi;</li> <li>- Liellopi;</li> <li>- Aitas;</li> <li>- Kazas;</li> <li>- Brieži;</li> <li>- Jaukts;</li> <li>- citi</li> </ul>                                                | <p>ka ir pašreizēja apsaimniekošana. Pēc tam šo sadaļu kopumā vērtē ar jā / nē / nezinu. Ja atbilde ir jā, tad tālāk pēc šiem trīs variantiem atzīmē, katrai uzskaitītājai apakšsadaļai - jā / nē / nezinu.</p> | <p>priekšizpēte. Ganišanas veida novērtēšana no attālās izpētes datiem nav iespējama, ja vien nav skaidri izšķirami un datu ievākšanas reizē fiksēti ganību dzīvnieki, iegūtajos datos.</p>                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>plaušanu</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehanizēti;</li> <li>- Ar rokām/zirgu;</li> <li>- Smalcina;</li> <li>- Atstāj uz lauka;</li> <li>- Appļauj pēc ganišanas;</li> <li>- Sienu savāc;</li> <li>- Ruļļos;</li> <li>- Zārdos;</li> <li>- Savāc nežāvētu</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● No Sentinel datiem iespējams analizēt, vai interesējošos zālāji ir pļauti. Šim nolūkam iespējams izmantot veģetācijas indeksa laikrindu analīzi vai arī Sentinel-1 radara koherences laikrindu analīzi. Igaunijā šāda attālināta pieeja tiek izmantota subsīdiju kontrolei. Jāmin, ka no attālās izpētes datiem var konstatēt tikai pļaušanas faktu, bet pārējo darbību novērtēšana ir ierobežota vai neiespējama.</p> |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>mēslošanu</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kūtsmēsli;</li> <li>- minerālmēsli</li> </ul>                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● No Sentinel datiem iespējams analizēt veģetācijas indeksa izmaiņas laikā, kur mēslošana var radīt nozīmīgu kāpumu; nepieciešama priekšizpēte attiecīgā raksturlieluma attālinātai novērtēšanai; nebūs iespējams izšķirt mēslošanas veidu.</p>                                                                                                                                                                          |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>krūmu ciršanu</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Iespējams detektēt no spektrāliem vai lāzerskenēšanas datiem, ja ir bijušas datu ainas pirms un pēc notikuma; vajadzīga priekšizpēte.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>dedzināšanu</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrolēti;</li> <li>- Nekontrolēti;</li> <li>- Dedzina savāktu sienu</li> </ul>                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Iespējams detektēt dedzināšanas faktu spektrālos datos; vajadzīga priekšizpēte; dedzināšanas veidu visticamāk nevarēs noteikt.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>ecēšanu</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>pievelšanu</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Pašreizējā apsaimniekošana ar <b>kalķošanu</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Kultūrvēsturiskie un ainavas elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Žogs;</li> <li>- Šķūnītis;</li> <li>- Tiltiņš;</li> <li>- Seklie grāvīši;</li> <li>- Akmeņi/to krāvumi;</li> <li>- Cits</li> </ul>                                                                                                   | <p>Jā / nē - kopumā un ja atbildē ir jā, tad atzīmē, kurš no apakšminētajiem elementiem ir konstatēts</p>                                                                                                       | <p>● Iespējams izšķirt no augstas izšķirtspējas ortofoto datiem; automatizētai detektēšanai būtu nepieciešama priekšizpēte.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Smilšu laukumi</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Jā / nē</p>                                                                                                                                                                                                  | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, objekta izmēra dēļ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Skudru pūžņi</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Izteikti augsti ciņi</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurmju rakumi                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Izteikta velēna                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Indikatorsugām augsta sastopamība                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Dominē biotopam raksturīgās sugas                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Augsto lakstaugu stāvs izteikts                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti lakstaugu klasifikācijai pēc augstuma                                                                      |
| Vidējais lakstaugu stāvs izteikts                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti lakstaugu klasifikācijai pēc augstuma                                                                      |
| Zemo/rozetveida/ložņājošo lakstaugu stāvs izteikts                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti lakstaugu klasifikācijai pēc augstuma                                                                      |
| Kaila zeme                                                                                                                                                                                                                                            | Kopējais segums % no biotopa platības                                                                                                                                            | ● Spektrālie dati Zemes seguma klasifikācijai                                                                                                            |
| Kūlas segums                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Ķērpji                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Sūnas                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Lakstaugi                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  | ● Spektrālie dati Zemes seguma klasifikācijai                                                                                                            |
| Koki, krūmi                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                  | ● Spektrālie dati un lāzerskenēšanas dati Zemes seguma klasifikācijai                                                                                    |
| Sukulenti                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Ekspansīvās sūnu sugas                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Kūlas dziļums                                                                                                                                                                                                                                         | cm                                                                                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                               |
| Vienlaidus kūlas slānis                                                                                                                                                                                                                               | Vērtē biotopa platības īpatsvaru, kurā novērojama dotā pazīme, attiecībā pret visu biotopa platību poligonā (!platības īpatsvaru, kurā pazīme novērojama nevis pazīmes segumu!). | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                      |
| Dabisko zālāju indikatorsugas ar augstu sastāvu/ sastopamību                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; tomēr katra suga jāvērtē atsevišķi; potenciāls drona pielietošanai. |
| Koki/krūmi:<br>- Atvases;<br>- Lielie koki, krūmi (necirsti);<br>- Izklaidus;<br>- Puduros;<br>- No poligona malām;<br>- Gar ūdenstecēm;<br>- Grāvjos;<br>- Stādīta jaunaudze;<br>- Sena parkveida ainava (bioloģiski veci zaraini koki);<br>- kadiķi | % no biotopa platības. Ja atzīme ir lielāka par vērtību 0%, tad katrai apakšsadaļai vērtē papildus jā / nē.                                                                      | ● Koku un kūmu detektēšanai var izmantot lāzerskenēšanas un/vai spektrālos datus, detalizētāki to novērtēšanai vajadzīga priekšizpēte.                   |
| Krūmu projektīvais segums                                                                                                                                                                                                                             | % no biotopa platības                                                                                                                                                            | ● Lāzerskenēšanas dati krūmu izdalīšanai, izmantojot 41. attēlā demonstrēto pieeju.                                                                      |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Invazīvās sugu dominance                                             | % no biotopa platība. Atsevišķi ballēs novērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                                                                                                                                                   | ● Ir atsevišķas invazīvas sugas (piemēram., latvānis), kuru klātbūtni zālajos var identificēt no spektrāliem datiem; jāveic priekšizpēte; potenciāls dronu pielietojums.                                                                                                                         |
| Ekspansīvo lakstaugu sugu dominance                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Atsevišķas sugas, kuru klātbūtni zālajos varētu identificēt no spektrāliem datiem; jāveic priekšizpēte; potenciāls dronu pielietojums.                                                                                                                                                         |
| Ekspansīvo sūnu sugu dominance                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Grāvji, regulēta upe                                                 | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē % no biotopa platības īpatsvara un tā ietekmes intensitāti ballēs:<br>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)<br>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva. | ● Lāzerskenēšanas dati lokālā reljefa novērtēšanai un attiecīgo struktūru izdalīšanai.                                                                                                                                                                                                           |
| Pārpuvojas                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Spektrālie dati (mitruma indekss) mitruma režīma monitorēšanai laikā; jāveic priekšizpēte.                                                                                                                                                                                                     |
| Vilņu vai straumes ietekme                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Bebri                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Pali                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Sentinel-2 optiskie vai Sentinel-1 radara dati applūstošo teritoriju monitorēšanai.                                                                                                                                                                                                            |
| Pārgana                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Nepietiekami gana                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Vēlu pļauj                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● No Sentinel datiem iespējams analizēt, vai interesējošos zālāji ir pļauti, kad tas ir noticis. Šim nolūkam iespējams izmantot veģetācijas indeksa laikrindu analīzi vai arī Sentinel-1 radara koherences laikrindu analīzi. Igaunijā šāda attālināta pieeja tiek izmantota subsīdiu kontrolei. |
| Smalcina                                                             | Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.                                                                                                                                                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                                       |
| Bieži pļauj                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● No Sentinel datiem iespējams analizēt, vai interesējošos zālāji ir pļauti, kad tas ir noticis. Šim nolūkam iespējams izmantot veģetācijas indeksa laikrindu analīzi vai arī Sentinel-1 radara koherences laikrindu analīzi. Igaunijā šāda attālināta pieeja tiek izmantota subsīdiu kontrolei. |
| Atstāj zāli/sienu uz lauka                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                              |
| Meža cūku rakumi                                                     | Vērtē ietekmes intensitāti ballēs:<br>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (maz);<br>- 2 (vidēji);<br>- 3 (daudz)                                                                                                                                                                                        | ● Veģetācijas traucējumu detektēšana no veģetācijas indeksa laikrindām, tomēr attālināti nevar novērtēt cēloni.                                                                                                                                                                                  |
| Skudru pūžņi                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                                       |
| Kurmju rakumi                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                                       |
| Cīgi                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                                                       |
| Zālāja topogrāfija:<br>- Līdzens;<br>- Vilņots (lēzens, pakāpenisks) | Jā / nē                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ● Minētos raksturlielumus varētu automatizēti novērtēt no reljefa (lokālā reljefa), ja subjektīvo novērtējumu (lēzens, stāvs u.tml.) varētu izteikt kvantitatīvos raksturlielumus (piem., slīpuma leņķis, lokālā reljefa variācija u.tml.)                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ļoti nelīdzens (krasas reljefa augstuma izmaiņas)</li> <li>- Applūstošs;</li> <li>- Mitras ieplakas;</li> <li>- Mitruma apstākļus dažādība;</li> <li>- Pārmitra augsne;</li> <li>- Izteikta ganību struktūra;</li> <li>- Ļoti plašs vienlaidus zālājs;</li> <li>- Zālājs lielāks par 10 ha;</li> <li>- Zālājs kompleksa sastāvā;</li> <li>- Jebkura izmēra nabadzīgs sausieņu zālājs atklātā ainavā</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |
| Potenciāls putnu bioloģiski vērtīgais zālājs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Jā / nē / nezinu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai |
| Veģetācija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Uzskaita konkrētām zālāja biotopam tipiskā vietā 25m<sup>2</sup> parauglaukumā visas sastopamās augu sugas un katru sugu novērtē to sekojošās klasēs vērtējot to % segumu parauglaukumā:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- + (&lt;1%);</li> <li>- 1 (1-5%);</li> <li>- 2 (6-25%);</li> <li>- 3 (26-50%);</li> <li>- 4 (51-75%);</li> <li>- 5 (&gt; 75%).</li> </ul> <p>Parauglaukumam fiksē koordinātas, nogāzes krituma virzienu un slīpumu, kā arī tajā kopējo koku, krūmu, lakstaugu un sugu stāva, kailas augsnes un kūlas projektīvo segumu parauglaukumā.</p> | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai |
| Dabisko zālāju indikatorsugas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Vispirms atzīmē vai tādas biotopā vispār ir /nav. Ja ir, tad katrai sugai novērtē tās sastopamību sekojošās klasēs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (daži eksemplāri);</li> <li>- 2 (vidēji bieži, nevienmērīgi);</li> <li>- 3 (bieži, vienmērīgi);</li> <li>- 4 (dominē).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai |

|                                       |                                                                                                                                                                                                   |                                                                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ES zālāju biotopu raksturojošās sugas | Atzīmē katru attiecīgajam zālāju biotopam minēto raksturīgo sugu novērtējot to sekojošās sastopamības ballēs:<br>- 1 (segums <1%);<br>- 2 (sedz 1-10%);<br>- 3 (sedz 10-20%);<br>- 4 (sedz >20%). | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|

## Saldūdeņu biotopi

*Piesārņojuma maz ietekmēti ezeri (ezeri ar mieturālgū augāju, distrofi ezeri, u.c.), neregulētas upes (piemēram, upju straujtecēs un dabiski upju posmi) un karsta kitenes). Latvijā kopumā ir pieci ES nozīmes ezeru biotopi un divi upju biotopu veidi.*

Saldūdens biotopus kopumā vieno to dabiskais vai maz pārveidotais hidroloģiskais režīms un to dabiskas izcelsmes reljefa padziļinājumos uzkrātais (ezeru gadījumā) vai ar noteci esošais (upju gadījumā) virszemē novērojama saldūdens pildījums. No brīvpieejas Sentinel-2 datiem iespējams kartēt atklāto ūdens teritoriju atvērtās vietās, tai skaitā novērtēt sezonālās atšķirības un izmaiņas laikā. Tomēr nav iespējams noteikt ūdenstilpes izcelsmi, ja vien nav pieejams pietiekami ilgs datu arhīvs situācijās, kad datus nepieciešamas nodalīt dabiskas izcelsmes ūdenstilpes no cilvēka radītām. Jāmin, ka attālās izpētes pieeja ir pielietojama tikai atklātām vietām – pārsvarā ezeriem un samērā lielām upēm. Upju gadījumā novērtēšanu ierobežo krastos augošie koki.

Savstarpēji dabiskie saldūdens biotopi ir ļoti atšķirīgi. Ezeru biotopu savstarpējai nošķiršanai primārie kritēriji ir 1) to veģetācijas sabiedrību (gan virsūdens, gan zemūdens augāja) atšķirības pēc sugu sastāva; 2) ūdens dzidrība vai krāsainība; 3) ūdens elektrovadītspējas radītāji; 4) ūdens pH vērtība. Bet biotopam 3190\* Karsta kitenes - izšķirošs kritērijs ir ezeru ģeoloģiskā izcelsme. Upju biotopus savstarpēji nošķir to atšķirīgais biotopu formulējums. Ja biotops 3260 Upju straujtecēs un dabiski upju posmi ir biotops, kurā var ietilpt dabiska hidroloģiskā režīma raksturojošās upes vai to posmi, tad 3270 Dūņaini upju krasti ar slāpekli mīlošu viengadīgu pioniersugu augāju ir nevis pašas upes kā tādas, bet gan lielāko Latvijā sastopamo upju krastmalas, kurās sezonas mazūdens periodā atsedzas vismaz 2m plati dūņaini laukumi.

Tūlītēji saldūdeņu biotopu iznīcināšanas iemesli ir upju un ezeru grunts vai krastu cilvēka radītas pārveidnes, dabisko floru un faunu iznīdējošs piesārņojums un dabiskā ūdens līmeņa nolaišana, vai tieši otrādi pacelšana, upju gadījumā apturot tām vitāli nozīmīgo straumes dabisko plūdumu. Saldūdeņu kvalitāti ietekmējošās pazīmes, kas var novest pie šo biotopu pakāpeniskas degradācijas vai pat iznīcināšanas, kā arī pretēji - stāvokļa uzlabošanās apkoptas 10. tabulā. Tajā norādītas iespējas šīs pazīmes novērtēt ar attālās izpētes iespējām.

10. tabula. Vispārējās saldūdens biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes saldūdeņu inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs                         | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ezera ūdens krāsa                              | Nosaka pēc standartizēta krāsu kodu šifrējuma no 1-5 ballu skalā. | ● Iespējams novērtēt no Sentinel-2 spektrāliem datiem, monitorēt tās variāciju un izmaiņas laikā.                              |
| Ūdens ziedēšana ezerā                          | Vērtē sekojošās ballēs:<br>- 1 (nav novērojama);                  | ● Iespējams monitorēt no Sentinel-2 spektrāliem datiem, novērtēt ziedēšanas intensitāti.                                       |

|                                                                           |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 (nelielā platībā līčos, krastā);</li> <li>- 3 (visā ezerā)</li> </ul>      |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Ūdens caurredzamība ezerā                                                 | Novērtē ar Seki disku, metri no ūdens virsmas līdz līmenim, kur vairs diska krāsu iedaļas nav savstarpēji nošķiramas. | ● Ierobežotas iespējas netieši novērtēt no spektrāliem datiem; jāveic priekšizpēte.                                                                                                                                                                           |
| Ezera platība                                                             | ha                                                                                                                    | ● Sentinel-2 spektrālie dati ir piemēroti ūdens virsmas platības novērtēšanai un arī izmaiņu monitorēšanai laikā.                                                                                                                                             |
| Vilņi valdošo vēju virzienā var sasniegt ezera krastu (augājs nav blīvs)  | Jā / nē / daļēji                                                                                                      | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                                                                    |
| Ezera ūdens līmeņa izmaiņas nav vizuāli konstatējamas                     | Ir / nav                                                                                                              | ● Reljefs, kas iegūts no lāzerskenēšanas datiem, kombinācijā ar ūdens virsmas klasifikāciju no spektrāliem datiem var tikt izmantoti ūdens līmeņa novērtēšanai un monitorēšanai laikā.                                                                        |
| Ezera ūdens līmenis ir paaugstināts (par to liecina krastā kalstoši koki) |                                                                                                                       | ● Reljefs, kas iegūts no lāzerskenēšanas datiem, kombinācijā ar ūdens virsmas klasifikāciju no spektrāliem datiem var tikt izmantoti ūdens līmeņa novērtēšanai un monitorēšanai laikā; nokaltušus kokus iespējams detektēt no veģetācijas indeksa laikrindām. |
| Ezera ūdens līmenis ir redzami atkāpies                                   |                                                                                                                       | ● Reljefs, kas iegūts no lāzerskenēšanas datiem, kombinācijā ar ūdens virsmas klasifikāciju no spektrāliem datiem var tikt izmantoti ūdens līmeņa novērtēšanai un monitorēšanai laikā.                                                                        |
| Ezera piekrastē ir bebru darbības pēdas                                   |                                                                                                                       | ● Augstas izšķirtspējas ortofoto dati no drona vizuālai novērtēšanai; jāveic priekšizpēte detektēšanas potenciālai automatizēšanai.                                                                                                                           |
| Ezera piekraste ar sauszemei raksturīgo veģetāciju ir apludināta          |                                                                                                                       | ● Reljefs, kas iegūts no lāzerskenēšanas datiem, kombinācijā ar ūdens virsmas klasifikāciju no spektrāliem datiem var tikt izmantoti ūdens līmeņa novērtēšanai un monitorēšanai laikā.                                                                        |
| Mežs                                                                      |                                                                                                                       | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem.                                                                                                                                          |
| Krūmājs                                                                   |                                                                                                                       | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem.                                                                                                                                          |
| Atsevišķi krūmi                                                           |                                                                                                                       | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem; atsevišķu krūmu detektēšanai nepieciešami augstas izšķirtspējas dati (<10 cm/pix)                                                        |
| Blīva niedru audze                                                        |                                                                                                                       | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem.                                                                                                                                          |
| Atsevišķi koki                                                            |                                                                                                                       | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem; atsevišķu krūmu detektēšanai nepieciešami augstas izšķirtspējas dati (<1 m/pix)                                                          |
| Koku josla                                                                |                                                                                                                       | ● Datu produkts, kas iegūstams no augstāk minētajiem.                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   |                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kailcirte                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, veģetācijas indeksa laikrindas analīze, skatīt 45. attēlu.    |
| Augstais purvs                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām.                            |
| Pārejas purvs                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām.                            |
| Slikšņa                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām.                            |
| Aramzeme                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām.                            |
| Zālājs                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām.                            |
| Bebraine                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām; nepieciešama priekšizpēte. |
| Pilsētas apbūve                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām; papildus info par vietu.   |
| Ciema apbūve                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām; papildus info par vietu.   |
| Viensētu apbūve                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem, vairākas ainas no dažādām sezonām; papildus info par vietu.   |
| Rekreācijas teritorija:<br>- labiekārtota;<br>- neiekārtota                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                   | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Ezera seklūdens daļā virsūdens augāja nav vai tas ir ļoti skrajš                                                                                                                                                                                                                          | % no krasta līnijas garuma                                                                                                                        | ● Klasifikācija no spektrāliem datiem, nepieciešama priekšizpēte.                                                 |
| Ezera seklūdens daļā veidojas dūņas                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                   | ● Klasifikācija no spektrāliem datiem, nepieciešama priekšizpēte.                                                 |
| Ezera biotopu raksturojošas augu sugu audzes sastopamība                                                                                                                                                                                                                                  | % no ezera seklūdens daļas                                                                                                                        | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Ezera perimetra īpatsvars, kurā nepieciešama raksturīgā augāja atjaunošana                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                   | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Grunts sastāvs ezera piekrastes seklūdens joslā upes gultnē:<br>- Laukakmeņi (>10cm);<br>- Grants (1-10 mm);<br>- Oli, akmeņi (1-10cm)<br>- Māls, smilšmāls;<br>- Smilts (līdz 1mm);<br>- Kūdra;<br>- Detrits;<br>- Dūņas;<br>- Sapropelis<br>- Dolomīts;<br>- Mergelis;<br>- Smilšakmens | Vērtē pret krasta līnijas garumu vismaz 5m platā piekrastes joslā sastopamības klasēs:<br>- Reti (<10%);<br>- Daudz (10-50%);<br>- Dominē (> 50%) | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Ezera piekrastē rupjš detrits un nesadalījušās koku lapas:<br>- Nav atrodamas;<br>- atrodamas reti;<br>- Uzkrājušās <1cm biezā kārtā;<br>- Uzkrājušās >1cm biezā kārtā                                                                                                                    | Jā / nē                                                                                                                                           | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Izsniegtas atļaujas piesārņojošām darbībām ezerā                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                   | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intensīva rekreācija                                                 | Vispirms vērtē Jā/ nē.<br>Ja atbildē ir jā, tad ietekmei vērtē ballēs:<br>- 0 (neitrāla);<br>- 1 (maza);<br>- 2 (vidēja);<br>- 3 (liela)                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                  |
| Pirtis, sausās tualetes (līdz 50m no ezera)                          |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                  |
| Notekūdeņu iepludināšana                                             |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Termālie dati ziemā vai citā vēsā laikā ieplūšanas vietu detektēšanai; dati ievācam ar lidojošu platformu, piem., dronu; attālināti nevar noteikt iepludināšanas paveidu. |
| Barības vielām bagātu ūdeņu iepludināšana                            |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Termālie dati ziemā vai citā vēsā laikā ieplūšanas vietu detektēšanai; dati ievācam ar lidojošu platformu, piem., dronu; attālināti nevar noteikt iepludināšanas paveidu. |
| Ietekošas meliorācijas sistēmas                                      |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Termālie dati ziemā vai citā vēsā laikā ieplūšanas vietu detektēšanai; dati ievācam ar lidojošu platformu, piem., dronu; attālināti nevar noteikt iepludināšanas paveidu. |
| Līdz 300m no krasta atrodas fermas (bijušās, esošās)                 |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Telpisko datu analīze no iepriekš minētiem datu produktiem.                                                                                                               |
| Līdz 300m no krasta atrodas kailcirtes                               |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Telpisko datu analīze no iepriekš minētiem datu produktiem.                                                                                                               |
| Aramzemes ezeram tieši piegulošajā sauszemes daļā                    |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Telpisko datu analīze no iepriekš minētiem datu produktiem.                                                                                                               |
| Ganības ar lielu lopu skaitu ezeram tieši piegulošajā sauszemes daļā |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                  |
| Dažādu organismu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas            | Uzskaita katru konstatēto sugu, fiksē to koordinātas, vitalitāti, eksemplāru skaitu vai aizņemto platību, sastopamību ezerā (vērtē klasēs                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                  |
| Viršūdens augu joslas platums ezerā                                  | m                                                                                                                                                                                                                                       | ● Klasifikācija no spektrāliem datiem, nepieciešama priekšizpēte.                                                                                                           |
| Iegrimušo augu joslas platums ezerā                                  |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Peldlapu un brīvi peldošo augu joslas platums ezerā                  |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Klasifikācija no spektrāliem datiem, nepieciešama priekšizpēte.                                                                                                           |
| Viršūdens augu joslas sastopamības dziļums ezerā                     |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Iegrimušo augu joslas sastopamības dziļums ezerā                     |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Peldlapu un brīvi peldošo augu joslas sastopamības dziļums ezerā     |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Vaskulāro augu sastopamība ezerā                                     | Vērtē katru konstatēto sugu sekojošās klasēs:<br>- 1 (ļoti reti; <1%);<br>- 2 (reti; 1-3%);<br>- 3 (diezgan reti; 3-10%);<br>- 4 (nereti; 10-25%);<br>- 5 (diezgan bieži; 25-50%);<br>- 6 (bieži; 50-75%);<br>- 7 (ļoti bieži; 75-100%) | ● Klasifikācija no spektrāliem datiem sugām, kas aug virs ūdens un veido samērā lielus viendabīgus laukumus, nepieciešama priekšizpēte.                                     |
| Mieturajīgu sastopamība ezerā                                        |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Ūdenssūnu sastopamība ezerā                                          |                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                         |
| Upes vidējais platums                                                | Vērtē metros norādot konkrēto klasi:<br>- līdz 1 m:                                                                                                                                                                                     | ● Lokālais reljefa modelis upes platuma novērtēšanai                                                                                                                        |

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-5 m;</li> <li>- 5-10m;</li> <li>- Virs 10 m</li> </ul>                                                               |                                                                                                                                                                                                                     |
| Upes vidējais dziļums                                                                                           | Vērtē metros norādot konkrēto klasi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Līdz 0,3m;</li> <li>- 0,3-1 m;</li> <li>- 1-1,5m;</li> <li>- Virs 1,5m</li> </ul> | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                          |
| Dabīga upes gultne                                                                                              | Jā / nē                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, ja vien netiek norādīti papildus kritēriji, kā šo pazīmi skaidri nošķirt no atropogēni ietekmētas gultnes virsmas reljefa modeļa datus. |
| Antropogēni pārveidota, bet dabiskojusies upes gultne                                                           |                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                          |
| Antropogēni pārveidota upes gultne                                                                              |                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                          |
| Upe ar vecupju kompleksu                                                                                        |                                                                                                                                                                 | ● Lokālais reljefa modelis                                                                                                                                                                                          |
| Upes straumes ātrums: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt; 0,2 m/s;</li> <li>- &lt; 0,2 m/s</li> </ul> | % no posma garuma atbilstoši vienai/otrai vai abām norādītajām apakšklasēm                                                                                      | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                          |
| HES ietekmēts upes posms                                                                                        | % no upes posma garuma                                                                                                                                          | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                    |
| Bebru dambju vai citu nosprostojumu ietekmēts posms                                                             | % no upes posma garuma                                                                                                                                          | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                    |
| Labais upes krasts: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dabisks;</li> <li>- Pārveidots</li> </ul>          | Jā / nē. Ja atbilde ir jā, tad novērtē % no upes posma garuma.                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                    |
| Kreisais upes krasts: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dabisks;</li> <li>- Pārveidots</li> </ul>        |                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                    |
| Upes noēnojums                                                                                                  | Jā / nē. Ja atbildē ir jā, tad atsevišķi atzīmē vai tas ir: neliels/ optimāls / liels.                                                                          | ● Lāzerskenēšanas dati; iespējams dažādas pieejas un detalizētāks novērtējums, nekā prasīts anketā; jāvienojas par noēnojuma definīciju.                                                                            |
| Koku lapotne saslēgusies virs upes                                                                              | Jā / nē. Ja jā, tad vērtē, cik m garā posmā                                                                                                                     | ● Lāzerskenēšanas dati; vainagu seguma analīze.                                                                                                                                                                     |
| Smilšaini, dūņaini nogulumi uz akmeņiem upē                                                                     | Jā/ nē. Ja jā, tad vērtē % no upes posma garuma                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                          |
| Lapu/zaru sanesumi upē                                                                                          |                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                                 |
| Koku sagāzumu ietekmēts upes posms                                                                              | m                                                                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                                 |
| Upē iekritušo koku skaits lauksaimniecības zemēm caurtekošā posmā                                               | Jā / nē. Ja jā, tad vērtē iekritušo koku skaitu klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt;4;</li> <li>- 5-12;</li> <li>- &gt;12</li> </ul>           | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                                 |
| Upē iekritušo koku skaits meža zemēm caurtekošā posmā                                                           |                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                                 |
| Upē gultnes un negatīvās straumes ātruma izmaiņas                                                               | Vērtē % no posma garuma sekojošās klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-5%;</li> <li>- 6-10%;</li> <li>- Virs 10%</li> </ul>                       | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                                 |

|                                                                                |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Upē sakritušie koki rada nosprostojumu                                         | Jā / nē                                                                                                                                                          | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Upes gultne paplašinājusies                                                    |                                                                                                                                                                  | ● Lāzerskenēšanā iegūta reljefa izmaiņu novērtēšana, ja pieejami dati pirms un pēc notikuma.                                                                                                                   |
| Upes straume ir kavēta                                                         |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Upē ir bebru uzpludinājums                                                     |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Upē ir atsevišķi krasta izgriezumi                                             |                                                                                                                                                                  | ● Lokālais reljefa modelis upes krastu analīzei                                                                                                                                                                |
| Sadzīves atkritumi upē:<br>- Organiskas izcelsmes;<br>- Neorganiskas izcelsmes | Vispirms vērtē Jā/ nē. Ja atbildē ir jā, tad ietekmei vērtē ballēs:                                                                                              | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Bebru graužti koki upes krastos                                                | - 0 (neitrāla);<br>- 1 (maza);<br>- 2 (vidēja);<br>- 3 (liela)                                                                                                   | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Bebru alas upes krastos                                                        |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Drenu izvadi upē                                                               | Vispirms vērtē Jā/ nē. Ja atbildē ir jā, tad ietekmei vērtē ballēs:<br>- 0 (neitrāla);<br>- 1 (maza);<br>- 2 (vidēja);<br>- 3 (liela)<br>Papildus norāda skaitu. | ● Termālie dati ziemā vai citā vēsā laikā ieplūšanas vietu detektēšanai; dati ievācam ar lidojošu platformu, piem., dronu; attālināti nevar noteikt iepludināšanas paveidu; pielietojams atklātos upes posmos. |
| Peldvietas/ atpūtas vietas upes krastos                                        | Jā / nē                                                                                                                                                          | ● Vizuāli novērtējams no pieejamiem ortofoto                                                                                                                                                                   |
| Krūmu ciršana upes krastos                                                     |                                                                                                                                                                  | ● Izmaiņu detektēšana lāzerskenēšanas vai spektrālos datos; jāveic priekšizpēte.                                                                                                                               |
| Laivu pietātne pie upes                                                        |                                                                                                                                                                  | ● Vizuāli novērtējams no pieejamiem ortofoto                                                                                                                                                                   |
| Viršūdens augi upē                                                             | Kopējais projektīvais segums % no biotopa                                                                                                                        | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Peldlapu augi upē                                                              |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati varētu būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam                                                                                            |
| Iegrīmušie augi upē                                                            |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Alģes upē                                                                      | Katrai sugai vērtē kopējo projektīvo segumu % no biotopa                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Sūnas upē                                                                      |                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Vaskulārie augi upē                                                            | Katrai sugai vērtē kopējo projektīvo segumu % no biotopa pēc to novērojuma katrā no klasēm:<br>- Viršūdens augi;<br>- Peldlapu augi;<br>- Iegrīmušie augi        | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |
| Bezmugurkaulnieku sugu sastopamība upēs                                        | Vērtē katru konstatēto sugu sekojošās klasēs:<br>- 1 (atsevišķi eksemplāri);<br>- 2 (organismu sastopami daudzskaitlīgi)                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                                                     |

## Jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopi

*Biotopi, kas atrodas gan jūras krastā, gan tiešā jūras ūdens ietekmē. Biotopus, kas atrodas jūrā, kā piemēram, smilts vai akmeņu sēkļus jūrā, šī metodika neapskata. Šīs metodikas ietvaros aplūkoti seši jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopi:*

- 1150\* Lagūnas;
- 1210 Viengadīgu augu sabiedrības uz sanesumu joslām;
- 1220 Daudzgadīgs augājs akmeņainās pludmalēs;
- 1230 Jūras stāvkrasti;
- 1310 Viengadīgu augu sabiedrības dūņainās un zemās smilšainās pludmalēs;
- 1640 Smilšainas pludmales ar daudzgadīgu augāju.

Šajā biotopu grupā ir apvienoti stipri atšķirīgi biotopi, to vienojošais apstāklis ir agrāka vai pašreizēji novērojama jūras ietekme. Visi šie biotopi atrodas Piejūras zemienē, tiešā saskarē ar jūru - tās piekrastē. Daļa no tiem ir raksturojami kā īslaicīgi mikrobiotopi, savukārt citi ir relatīvi ilglaicīgi biotopi. Jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopi ir vienoti funkcionējošs komplekss, kas sauszemē veido jūras krastam paralēlas dažāda platuma joslas. Baltijas jūras piekrastē biotopu joslas ir platākas nekā Rīgas jūras līča krastos. Tie ir ļoti dinamiski biotopi. Jūras piekrastes biotopu robežas un atrašanās vieta no gada uz gadu var mainīties jūras un vēja darbības iespaidā. Cilvēku darbības tūlītēja ietekme pie šo biotopu izzušanas ir reti attiecināma. Vienīgais gadījums, uz ko tā varētu būt attiecināma ir no jūras izskaloto aļģu un citu organisko sanesumu savākšana, kas var ierobežot vai pat atsevišķās vietās liegt izveidoties 1210 biotopam. Kā arī ostu, piestātņu paplašināšanas vai pārveides darbības var mainīt pastāvīgo vai viengadīgo jūras piekrastes biotopu veidošanās un atrašanās vietas, to izplatību.

Galvenie kritēriji jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopu izšķiršanai ir:

### 1) Ilglaicīgums ●

Divi no šīs grupas biotopiem ir viengadīgi (1210 un 1310 biotopi), tie katru gadu veidojas no jauna un var dinamiski mainīt savu lokācijas vietu no gada uz gadu. Šo biotopu atrašanās vietu, to aizņemto platību un kvalitāti ir nepieciešams novērtēt katru gadu no jauna. Pārējie jūras piekrastes un iesāļu augteņu biotopi ir ilglaicīgāki, tomēr arī tie pāris gadu periodā var izzust un veidoties no jauna, atkarībā no jūras ietekmes dinamikas.

Šo biotopu platības novērtēšana ir iespējama no attālās izpētes spektrāliem datiem, kartējot veģetāciju piekrastē. Tomēr Sentinel-2 spektrālo datu telpiskā izšķirtspēja (10 m/pix) varētu būt nepietiekama šo biotopu platības novērtēšanai, būtu nepieciešami augstākas izšķirtspējas dati, piemēram, dati no nacionālās ortofoto ievākšanas vai arī dati no drona interesējošā brīdī. Visos gadījumos ir nepieciešama priekšizpēte, lai noskaidrotu attālās izpētes datu iespējas un limitus. Visticamāk, biotopu kvalitāti nevarēs novērtēt no attālās izpētes datiem.

● Risinājums: augstas izšķirtspējas spektrālo datu izmantošana augu sabiedrību kartēšanai piekrastē, potenciāls pielietojums drona datiem, nepieciešama priekšizpēte.

### 2) Iesāja ūdenstilpe ●

Lagūnas ir specifisks, sekla ūdenstilpes veids, kas ārēji līdzinās ezeram, tomēr pēc savas izcelsmes ir veidojies jūrai, nodalot tās daļu ar smilšu strēli - sauszemes joslu. Lagūnu ūdens ieguve joprojām daļēji vai pilnībā ir saistīta ar jūras ūdens pieplūdi. Jūras līmeņa svārstību iespaidā lagūnā ūdens ieplūst vai arī pazeminās, vai pat izsīkst. Nokrišņu un iztvaikošanas rezultātā ūdens temperatūra un sāļums lagūnās svārstās. Šī iemesla dēļ lagūnas biotopa robežas vērts noteikt pēc to vidējā vai maksimālā ūdens līmeņa robežu atzīmes noteiktajā biotopa vērtēšanas periodā. Pārējie pieci šeit aplūkoti jūras piekrastes biotopi ir sauszemes biotopi.

Attālās izpētes dati ir piemēroti ūdenstilpju ūdens spoguļa izmaiņu monitorēšanai. Piemēram, Sentinel-2 optiskie dati var nodrošināt 1...4 novērojumus mēnesī, kas ir pietiekami ūdenstilpes izmaiņu raksturošanai. Būtiski ņemt vērā, ka no attālās izpētes datiem nebūs iespējams novērtēt ūdens sāļumu.

● **Risinājums:** Sentinel-2 optiskie dati ūdenstilpju ūdens spoguļa kartēšanai un izmaiņu monitorēšanai laikā.

### 3) Ģeoloģija un ģeomorfoloģija ●

1230 Jūras stāvkrasta nodalīšanu no pārējiem jūras piekrastes biotopiem nosaka reljefs. Proti, tas var būt jebkurš jūras krasts, kas ir pacelts virs jūras līmeņa tiešā jūras krasta tuvumā. Biotopa izšķiršanai ir nozīme no kāda materiāla stāvkrasts veidots. Ja stāvkrastu veido pamatieži (galvenokārt, māls, dolomīts, smilšakmens), tad jebkura augstuma stāvkrasts ir atzīstams par stāvkrastu. Savukārt, ja to veido kvartāra nogulumi (galvenokārt, smilts, grants, morēnas materiāls), tad par stāvkrastu to atzīst, pārsniedzot 4 m augstumu un 45° slīpumu. Pārējo jūras piekrastes biotopu izšķiršanā reljefam un vietas ģeoloģijai nav tik izšķiroša nozīme.

Piekrastes ģeomorfoloģijas novērtēšanai piemērotākie ir lāzerskenēšanas dati. No tiem iespējams novērtēt nogāžu slīpumus, lokālo pauguru augstumus un ieplaku dziļumus. Nepieciešamas ņemt vērā, ka no attālās izpētes datiem visticamāk nevarēs noteikt materiālu, no kāda stāvkrasts veidots, ja to sedz veģetācija.

● **Risinājums:** Lāzerskenēšanas dati lokālā reljefa novērtēšanai, lai novērtētu stāvkrastu augstumus un nogāžu slīpumus.

### 4) Pludmales materiāls ●

Pārējos četru biotopu savstarpējā nošķiršanā ir būtisks pludmali veidojošo materiālu segums: 1) ar/bez sanesām pludmalē neatkarīgi no pašas pludmales veidojošā materiāla (1210 biotopa nodalīšanai); 2) ar akmeņainu (vismaz 20%) vai oļainu (vismaz 80%) pludmali (1220 biotopa nodalīšanai); 3) smilšaina vai smilšaini dūņaina pludmale (1310/1640 biotopi). Sanesu gadījumā būtiski nošķirt vai to kaudzes ir veidotas mākslīgi vai dabiski. Tikai dabiski veidojušās sanesu kaudzes atbilst 1210 biotopam. Papildus būtisks kritērijs šo biotopu izdalīšanai ir veģetācija. Visiem šiem biotopiem būtisks kaut neliels, bet eksistējošs augājs. Pludmales materiāla jeb Zemes seguma klasifikāciju ir iespējams veikt no augstas izšķirtspējas datiem, novērtējot spektrālās atšķirības starp dažādām materiālu klasēm. Visticamāk, Sentinel-2 satelītu spektrālo datu telpiskā izšķirtspēja nebūs pietiekama pludmales materiālu kartēšanai, ieteicams izvēlēties augstākas izšķirtspējas datus – potenciāls pielietojums dronam.

● **Risinājums:** augstas izšķirtspējas spektrālo datu izmantošana pludmales materiāla kartēšanai piekrastē, potenciāls pielietojums drona datiem, nepieciešama priekšizpēte.

### 5) Veģetācija ●

Veģetācijas esamība nav izšķiroša pazīme lagūnu un jūras stāvkrastu biotopu izdalīšanai, bet jūras piekrastes biotopiem pludmalēs vai uz sanesumu joslām jūras krastā ir būtiski konstatēt viengadīgajiem biotopiem (1210 un 1310) vismaz vienu biotopam raksturīgo sugu, lai to atzītu par biotopu. Savukārt daudzgadīgajiem biotopiem (1220 un 1640) nepieciešamas vismaz 10% daudzgadīgo augu sugu segums, bez minētajiem substrāta kritērijiem, šo biotopu izdalīšanai. Būtiski ņemt vērā apstākļi, sevišķi viengadīgajiem biotopiem, ka to augājs pilnībā izveidojas tikai veģetācijas sezonas beigās. Šo biotopu novērtēšanai ieteicams izvēlēties augustu, septembri, oktobri kā piemērotāku laika posmu biotopa ikgadējai identificēšanai. Ne visiem jūras piekrastes biotopiem vērtē to kvalitāti, piemēram, 1230 Jūras stāvkrastiem.

Atsevišķu biotopu indikatorsugu izšķiršana no attālās izpētes datiem ir iespējama, ja augu vai grupu izmērs ir samērojams ar sensoru izšķirtspēju. Šajā gadījumā sugu izšķiršanai būtu nepieciešama augstākā iespējamā telpiskā izšķirtspēja, ko var nodrošināt ar drona datiem. Jāveic priekšizpēte iespēju un limitu novērtēšanai.

Kritēriji jūras piekrastes un iesāļu augtņu biotopu kvalitātes vērtēšanai apkopoti 11. tabulā kopā ar to novērtēšanas iespējām, izmantojot attālo izpēti un pieejamos datu reģistrus.

11. tabula. Vispārējās jūras piekrastes un iesāļu augtņu biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji                                               | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs                                                      | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lagūnas biotopa vienlaidus platība                                                           | ha                                                                                             | ● Sentinel-2 spektrālie dati lagūnas ūdens spoguļa un krasta veģetācijas izmaiņu monitoringam.                                                               |
| Platība, kur lagūnā sastopama vismaz viena raksturojošā augu suga                            | % no biotopa platības                                                                          | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Atklāts ūdens lagūnā                                                                         |                                                                                                | ● Sentinel-2 spektrālie dati lagūnas ūdens spoguļa izmaiņu monitoringam.                                                                                     |
| Platība ar mozaikveida augāja struktūru lagūnā                                               |                                                                                                | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Aizaugums ar kokiem/krūmiem lagūnā                                                           |                                                                                                | ● Lāzerskenēšanas dati kombinācijā ar spektrālajiem datiem koku un krūmu izdalīšanai.                                                                        |
| Laukakmeņu vai to grupas pludmalē                                                            |                                                                                                | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Peļķes un ieplakas pludmalē                                                                  |                                                                                                | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Vismaz 3 raksturīgās sugas (1640)                                                            |                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Vismaz 2 raksturīgās sugas (1310)                                                            |                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Vismaz 1 raksturīgā suga (1210, 1220)                                                        |                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Koku un krūmu projektīvais segums                                                            |                                                                                                | ● Lāzerskenēšanas dati kombinācijā ar spektrālajiem datiem koku un krūmu izdalīšanai.                                                                        |
| Lagūnas krasta līnijas īpatsvars, kur dominē:<br>- zems augājs;<br>- augāja nav.             | % no krasta līnijas                                                                            | ● Iepriekš minēto datu produktu analīze.                                                                                                                     |
| Viengadīgi augi lagūnas krastos                                                              | Vērtē sekojošās klasēs:<br>- 1 (maz);<br>- 2 (vidēji);<br>- 3 (daudz)                          | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Lagūnas krasta līnijas apsaimniekošana:<br>- Pļauj;<br>- Gana;<br>- Krūmu ciršana;<br>- Cits | Vispirms kopumā novērtē ir/nav apsaimniekošana. Ja ir, tad apakšsadaļu katru novērtē ar jā/nē. | ● Sentinel laikrindas datu (veģetācijas indekss Sentinel-2 un radara koherence Sentinel-1 gadījumā) analīze, izmaiņu novērtēšana; nepieciešama priekšizpēte. |
| Mākslīgi objekti jūrā un krastā, kas nepārprotami ietekmē dabiskos procesus lagūnā           | Vispirms vērtē ar jā/nē. Ja atbilde ir jā, tad uzskaita gabalos, cik šādi objekti ir.          | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                             |
| Lagūnas eutrofikācija                                                                        | Vispirms vērtē jā/nē. Ja atbilde ir jā, tad vērtē ballēs:<br>- 1 (maza);<br>- 2 (būtiska)      | ● Jāveic priekšizpēte, vai no iepriekš minētiem datu produktiem, parametru izmaiņām laikā var novērtēt eutrofikāciju.                                        |
| Lagūnas saistība ar jūru                                                                     | Vispirms vērtē jā/nē. Ja atbilde ir jā, tad vērtē ballēs:                                      | ● Iepriekš minēto datu produktu analīze.                                                                                                                     |

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (epizodiska);</li> <li>- 2 (regulāra)</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                           |
| Meliorācijas grāvju ietekme lagūnā                                                                      | Vispirms vērtē jā/nē un ietekmēs pozitīvo vai negatīvo raksturu. Pēc tam tās raksturu ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (maza);</li> <li>- 2 (būtiska)</li> </ul>                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                |
| Biotopu raksturojošās sugas                                                                             | Atzīmē katram attiecīgajam jūras piekrastes biotopam minēto raksturīgo sugu novērtējot to sekojošās sastopamības ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (segums &lt;1%);</li> <li>- 2 (sedz 1-10%);</li> <li>- 3 (sedz 10-20%);</li> <li>- 4 (sedz &lt;20%).</li> </ul> | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                |
| Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas                                                         | Uzskaita katru konstatēto sugu, fiksē tās atradni koordinātēs, novērtē vitalitāti, eksemplāru skaitu vai aizņemto platību.                                                                                                                                                          | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                                |
| Ekspansīvās sugas                                                                                       | % no biotopa platības. Atsevišķi ballēs novērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                                                                                                              | ● Jāveic priekšizpēte; no spektrāliem datiem iespējams identificēt augus un to grupas, kuru izmērs ir samērojams ar sensora izšķirtspēju; potenciāls pielietojums dronam. |
| Invazīvās sugas                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Jāveic priekšizpēte; no spektrāliem datiem iespējams identificēt augus un to grupas, kuru izmērs ir samērojams ar sensora izšķirtspēju; potenciāls pielietojums dronam. |
| Pludmales platums                                                                                       | m                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ● Iepriekš minēto datu produktu analīze.                                                                                                                                  |
| Biotopa platums                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Iepriekš minēto datu produktu analīze.                                                                                                                                  |
| Pludmales tips: <ul style="list-style-type: none"> <li>- zema/mitra;</li> <li>- augsta/sausa</li> </ul> | Atzīmē vienu no uzskaitītajiem pludmales tipiem                                                                                                                                                                                                                                     | ● Jāveic priekšizpēte, vai attiecīgajam parametram ir korelācija ar reljefu.                                                                                              |
| Pludmalē dominē oļi un grants                                                                           | Jā / nē                                                                                                                                                                                                                                                                             | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Pludmalē dominē smilts                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Pludmalē dominē smilts, oļu un grants sajaukums                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Pludmalē atsedzas pagulošie ieži                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Notiek aktīva smilts pārpušana/akumulācija pludmalē                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                          |
| Avoti, pazemes ūdeņu atslodzes vietas                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas termālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                         |
| Lokāla rakstura moli, alģu ķērāji u.c. krastam perpendikulāri objekti                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Krasta nostiprinājumi (subparalēli krastam)                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |

|                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ostu infrastruktūra (moli, pietātnes u.c.)                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Organiskā materiāla sanesumi                                                                | Vispirms vērtē jā/nē. Ja atbilde ir jā, tad vērtē daudzumu ballēs:                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Veci smiltāju kāpuniedres ceri                                                              | - 1 (maz);<br>- 2 (vidēji);<br>- 3 (daudz).                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Viengadīgi augi starp akmeņiem                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Daudzgadīgi augi starp akmeņiem                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Sanesumu augstums                                                                           | cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                          |
| Sanesumu platums                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Augāja augstums                                                                             | Vērtē klasēs:<br>- < 15 cm;<br>- 15-25 cm;<br>- > 25 cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                    |
| Izbradāšana                                                                                 | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                                                                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Zveja/makšķerēšana                                                                          | - 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                          |
| Rekreācijas objekti biotopā                                                                 | - 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Organiskā materiāla uzkrāšanās                                                              | Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.                                                                                                                                                                                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                          |
| Krasta nostiprinājumi, pārveidojumi u.c.                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Sanesu materiāla novākšana                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Izbraukāšana ar:<br>- Nemotorizētu transporta līdzekli;<br>- Motorizētu transporta līdzekli | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs:<br>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)<br>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva. Atsevišķi novērtē ar jā/nē uzskaitītos transporta līdzekļu veidus. | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Sadzīves atkritumi                                                                          | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |

|                |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Krasta erozija | tā ietekmes intensitāti<br>ballēs:<br>- 0 (pazīme<br>novērota, bet<br>ietekme<br>neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji<br>stipra);<br>- 3 (ietekme<br>stipra) |  Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa<br>salīdzinājums starp vismaz divām datu<br>ievākšanas reizēm. |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Piejūras un iekšzemes kāpu biotopi

Atrodas uz vēja veidotām smilšu kāpām. Daļā biotopu joprojām notiek aktīva smilšu kustība (priekškāpas, pelēkās kāpas, klajas iekšzemes kāpas). Augu valsts ir piemērojusies regulārai aprakšanai smiltīs, mīt sugas, kam mājvietu veidošanai nepieciešami atklāti smilšu laukumi, piemēram, jūrmalas smilšvabole, smilšu krupis. Šeit aplūkoti seši kāpu biotopi:

- 2110 Embrionālās kāpas;
- 2120 Priekškāpas;
- 2130\* Ar lakstaugiem klātas pelēkās kāpas;
- 2170 Pelēkās kāpas ar ložņu kārkli;
- 2190 Mitras starpkāpu ieplakas;
- 2330 Klajas iekšzemes kāpas.

Piejūras un iekšzemes kāpu biotopu grupā ir apvienoti pastāvīgi un ļoti dinamiski biotopi, kurus vieno to atrašanās uz kāpām, ietverot gan mūsdienu kāpu pirmējās stadijas tiešā jūras krasta tuvumā, gan daļēji nostiprinājušos sekundāro kāpu biotopus, gan relatīvi stabilus terciāro kāpu biotopus. Šajā biotopu grupā ietilpst arī kāpu sistēmu mitrās komponentes – starpkāpu ieplakas. Lielākā daļa kāpu biotopu Piejūras zemienē ir savstarpēji saistītas sukcesijas stadijas, tāpēc bieži grūti nodalāmi viens no otra. Biotopi veido jūras krastam paralēlas dažāda platuma joslas. Baltijas jūras atklātajā piekrastē šīs joslas lielākoties ir platākas, salīdzinot ar tādu pašu biotopu joslu platumiem gar Rīgas jūras līci.

Visbiežākie iemesli tūlītējam kāpu biotopu zudumam ir to apbūve, vai smilšu ieguve, atsevišķās vietās biotops var iepriekšējā vietā zust dabisku procesu rezultātā: jūras pārskalots, noskalots vai pārpūsts. Daļēji šīs izmaiņas var detektēt salīdzinot satelītdatu laikrindas, un augstākas izšķirtspējas datus, kā arī piemēram būvniecības reģistru datus. Citi faktori, kas pamazām var novest pie biotopa izzušanas ir aplūkoti zemāk pie faktoriem, kas vērtē kāpu biotopu kvalitāti.

Galvenie kritēriji kāpu biotopu savstarpējai izšķiršanai ir:

### 1) Ģeoloģija un ģeomorfoloģija

Vispirms būtiski nošķirt piejūras kāpas no iekšzemes kāpām. Visi piejūras kāpu biotopi atrodas Piejūras zemienē, savukārt biotopu 2330 Klajas iekšzemes kāpas no pārējiem kāpu biotopiem primāri nošķir to atrašanās ārpus Piejūras zemienes. Biotopu 2190 Mitras starpkāpu ieplakas primāri no pārējiem kāpu biotopiem nodala tā atrašanās nevis uz kāpu reljefa formām, bet gan tieši ieplakās, kas veidojušās starp kāpu valņiem Piejūras zemienē. Starpkāpu ieplaku ietverošo kāpu valņu nogāzei ir jābūt garākai par 1 m, lai to atzītu par biotopu. Pārējos piejūras kāpu biotopus daļēji var nošķirt pēc to kāpu reljefa, tomēr tas nav izšķirošais kritērijs. 2110 Embrionālās kāpas no pārējiem piejūras biotopiem var nošķirt pēc to mikroreljefas formas - tās pēc būtības ir vēja darbības rezultātā izveidojušies nelieli smilšu pauguriņi jūras piekrastē. Taču pie tām nepieskaita ūdens saskārtus smilšu valņus, kas var veidoties augstākās pludmalēs. Embrionālās kāpas neveido vienota kāpu valņa formu. Vienota kāpu valņa forma ir raksturīga pazīme priekškāpām vai pelēkajām kāpām.

Lāzerskenēšanas dati ir piemēroti reljefa formu analīzei un automātiskai izdalīšanai. Ja ir pieejamas ainas no dažādiem laika posmiem, tad ir iespējams novērtēt izmaiņas reljefā. Nozīmīgi ņemt vērā, ka no attālās izpētes datiem nav iespējams novērtēt attiecīgo reljefa formu izveidošanās cēloni.

- Risinājums: Lāzerskenēšanas dati reljefa formu analīzei, skatīt piemērus 41. attēlā.

## 2) Veģetācija ●

Veģetācijas saslēgums, raksturīgās sugas, atsevišķu sugu vai to grupu segums ir nākamais izšķirošais kritērijs, kas savstarpēji nodala piejūras kāpu biotopus un palīdz definēt pārējo kāpu biotopu atbilstību Eiropas nozīmes aizsargājamā biotopa kvalifikācijai. Ja pelēkās kāpas raksturo samērā stabili izveidojies lakstaugu, sūnu un ķērpju segums, tad priekškāpām raksturīgs ir tikai lakstaugu segums. Biotopu 2170 Pelēkās kāpas ar ložņu kārklu, no biotopa 2130 nošķir sekojošās tam raksturojošās pazīmes: ir zemo kārklu audzes vismaz 25% no augāja segumā, koku segums biotopā ir mazāks par 50% un sīkkrūmu segums ir mazāks par 25%. Pēdējās divas pazīmes ir nepieciešamas, lai šo biotopu nodalītu no piekrastes mežu un virsāju biotopiem. Savukārt 2330 Klaju iekšzemes kāpu gadījumā kritērijs to nodalīšanai no mežu biotopiem ir maksimāli pieļaujamais 70% koku un krūmu segums. Mitru starpkāpu ieplaku biotopam vienīgie pieļaujamie kokaugi ir zemie kārkli un purvmirtes. Embrionālo kāpu, priekškāpu un ar lakstaugiem klāto pelēko kāpu biotopu precīzai savstarpējai nošķiršanai būtiska ir šiem biotopiem raksturīgo sugu sastopamība. 2130\* Ar lakstaugiem klātu pelēko kāpu biotopa apakšvariantu nodalīšanā būtisks ir veģetācijas saslēguma raksturs – skrajas vai saslēgtas veģetācijas stāvoklis biotopā. Embrionālo kāpu biotopu apakšvariantu nodalīšanai svarīgs ir veģetācijas sugu sastāvs.

Attālās izpētes dati ir piemēroti veģetācijas novērtēšanai un izmaiņu monitorēšanai laikā. Koku un krūmu izdalīšanai ieteicams izmanto lāzerskenēšanas datus, kombinācijā ar veģetācijas indeksu, kas iegūts no spektrāliem datiem. Dažādu veģetācijas grupu klasifikācijai piemērotākie ir spektrālie dati, tomēr ir jāveic priekšizpēte, lai novērtētu iespējas un limitus, kā arī saprastu, cik un kuru laika posmu pieejamās ainas izvēlēties. Sentinel-2 spektrālo datu izšķirtspēja (10 m/pix) varētu būt nepietiekama, ieteicams izvēlēties augstākas izšķirtspējas spektrālos datus (<1 m/pix).

- Risinājums: Priekšizpētē izvērtēt, kuru biotopu klasifikācijai un monitoringam pietiek ar brīvpieejas lāzerskenēšanas un Sentinel-2 optiskiem datiem; augstākai detalizācijai vai mazāku objektu izšķiršanai ieteicams izvēlēties augstas izšķirtspējas spektrālos datus (<1 m/pix), potenciāls pielietojums dronam.

## 3) Hidroloģija ●

Uz kāpām izvietotajiem biotopiem hidroloģiskie apstākļi ir sausi, taču 2190 Mitru starpkāpu ieplaku biotopam ir būtiska ne tikai atbilstošā reljefa forma, bet arī pastāvīgi vai periodiski mitrumi apstākļi starpkāpu ieplakā.

Lāzerskenēšanas dati ir piemēroti automatizētai reljefa formu analīzei un pauguru/ieplaku izdalīšanai. Mitruma statusa monitorēšanai iespējams izmantot mitruma indeksu, kas iegūts no Sentinel-2 spektrāliem datiem, vai arī analizēt Sentinel-1 radara signāla izmaiņas, tomēr abos gadījumos nepieciešama priekšizpēte.

- Risinājums: Lokālā reljefa datu produkts (skatīt 41. attēlu) pauguru un ieplaku izdalīšanai; Sentinel-2 mitruma indekss veģetācijas mitruma statusa novērtēšanai.

Visiem kāpu biotopiem ir būtiski novērtēt to kvalitāti. Tās raksturojošie parametri un novērtēšanas iespējas ar attālās izpētes metodēm apkopotas 12. tabulā.

12. tabula. Vispārējās piejūras un iekšzemes kāpu biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji                                                                                                                                                                                                    | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reljefs:<br>- Daudz smilšu pauguriņu;<br>- Atsevišķi smilšu pauguriņi;<br>- Vairāki kāpu valņi;<br>- Kāpa;<br>- Līdzens;<br>- Ļoti nelīdzens/krasas augstuma izmaiņas;<br>- Viļņots/lēzens/pakāpenisks;<br>- Iekšzemes kāpas;<br>- Piejūras kāpas | Jā / nē                                   | ● Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa analīze                                                                                                |
| Kāpas:<br>- Augsta (>2m);<br>- Zema (<2m)                                                                                                                                                                                                         |                                           | ● Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa analīze – kāpu pauguru izdalīšana no lokālā reljefa.                                                   |
| Notiek aktīva smilšu pārpūšana/akumulācijas pludmalē                                                                                                                                                                                              |                                           | ● Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa salīdzināšana starp dažādiem datu ievākšanas periodiem.                                                |
| Atsevišķi smilšu pauguri (2110)                                                                                                                                                                                                                   |                                           | ● Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa analīze – kāpu pauguru izdalīšana no lokālā reljefa.                                                   |
| Embrionālo kāpu josla (2110)                                                                                                                                                                                                                      |                                           | ● Lāzerskenēšanas datus iegūta reljefa analīze – kāpu pauguru izdalīšana no lokālā reljefa.                                                   |
| Avoti, pazemes ūdeņu atslodzes vietas                                                                                                                                                                                                             |                                           | ● Augstas izšķirtspējas termālie dati; nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                             |
| Priežu grupas un/ vai skrajaudzes                                                                                                                                                                                                                 |                                           | ● Lāzerskenēšanas datus iegūts objektu augstuma modelis kombinācijā ar spektrāliem datiem priežu identificēšanai; nepieciešama priekšizpēte.  |
| Atklāta smilts                                                                                                                                                                                                                                    |                                           | ● Smilts seguma detektēšana no spektrāliem datiem.                                                                                            |
| Atklāts ūdens (2190)                                                                                                                                                                                                                              |                                           | ● Atklāta ūdens detektēšana no spektrāliem datiem.                                                                                            |
| Biotopa platums (ja līnijveida poligons)                                                                                                                                                                                                          | m                                         | ● Augstāk minēto datu produktu analīze                                                                                                        |
| Raksturojošās sugas:<br>- Vismaz 2 (2110);<br>- Vismaz 3 (2120, 2130*, 2170, 2330)                                                                                                                                                                | % no biotopa platības                     | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                              |
| Koku un krūmu segums                                                                                                                                                                                                                              |                                           | ● Lāzerskenēšanas dati kombinācijā ar spektrāliem datiem koku un krūmu izdalīšanai.                                                           |
| Vidējais lakstaugu stāva segums                                                                                                                                                                                                                   |                                           | ● Spektrālie dati attiecīgās Zemes seguma klases izdalīšanai, nepieciešama priekšizpēte.                                                      |
| Augājam raksturīga mozaīkveida struktūra                                                                                                                                                                                                          |                                           | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati attiecīgās parametra novērtēšanai, nepieciešama priekšizpēte.                                         |
| Nobiru slānis                                                                                                                                                                                                                                     |                                           | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem. |
| Kūlas slānis                                                                                                                                                                                                                                      |                                           | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem. |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sūnu stāva segums                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem.                             |
| Ķērpju stāva segums                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums augstas izšķirtspējas drona datiem.                             |
| Humusa slānis                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                               |
| Smilšu laukumi bez seguma                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Smilts seguma detektēšana no augstas izšķirtspējas spektrāliem datiem.                                                                                                  |
| Lapu koki un krūmi                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Zemes seguma klasifikācija no spektrāliem datiem kombinācijā ar objektu augstuma modeli no lāzerskenēšanas datiem.                                                      |
| Augāja augstums:<br>- <15 cm;<br>- 15-25 cm;<br>- >25 cm | Atzīmē atbilstošo augstuma klasi.                                                                                                                                                                                                                                                                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                               |
| Veci smiltāju kāpuniedres ceri                           | Jā/ nē. Ja atbilde ir jā, tad daudzumu vērtē klasēs:<br>- 1 (maz);<br>- 2 (vidēji);<br>- 3 (daudz)                                                                                                                                                                                               | ● Jāveic priekšizpēte; no spektrāliem datiem iespējams identificēt augus grupas, kuru izmērs ir samērojams ar sensora izšķirtspēju; potenciāls pielietojums dronam.       |
| Invazīvās sugas                                          | % no biotopa platības. Atsevišķi ballēs novērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                                                                                                                           | ● Jāveic priekšizpēte; no spektrāliem datiem iespējams identificēt augus un to grupas, kuru izmērs ir samērojams ar sensora izšķirtspēju; potenciāls pielietojums dronam. |
| Ekspansīvās sugas                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Jāveic priekšizpēte; no spektrāliem datiem iespējams identificēt augus un to grupas, kuru izmērs ir samērojams ar sensora izšķirtspēju; potenciāls pielietojums dronam. |
| Dažādu grupu retās un īpaši aizsargājamās sugas          | Uzskaita katru konstatēto sugu, fiksē tās atradni koordinātēs, novērtē vitalitāti, eksemplāru skaitu vai aizņemto platību.                                                                                                                                                                       | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                               |
| Izbradāšana (pastaigas, izjādes)                         | Vispirms<br>Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs:<br>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);<br>- 1 (vāja);<br>- 2 (vidēji stipra);<br>- 3 (ietekme stipra)<br>Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva. | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Zveja/ makšķerēšana                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                                                                               |
| Krasta nostiprinājumi, pārveidojumi u.c.                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Rekreācijas objekti biotopā                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Apbūve                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Kempingi                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Takas, veloceliņi                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                                       |
| Bebru darbība (2190)                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ● Augstas izšķirtspējas dati vizuālai novērtēšanai, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                            |

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Izrakts dīķis (2190)                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Zemes izmaiņu monitorēšana Sentinel-2 datu laikrindās.</li> </ul>                                                                                                                          |
| Ierīkotas laipas vai takas (2190)                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas dati vizuālai novērtēšanai, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                    |
| Izbraukāšana ar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nemotorizētu transporta līdzekli;</li> <li>- Motorizētu transporta līdzekli</li> </ul> | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja);</li> <li>- 2 (vidēji stipra);</li> <li>- 3 (ietekme stipra).</li> </ul> Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva. Atsevišķi novērtē ar jā/nē uzskaitītos transporta līdzekļu veidus. | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                               |
| Sadzīves atkritumi                                                                                                                               | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja);</li> <li>- 2 (vidēji stipra);</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                               |
| Krasta erozija                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas reljefu salīdzināšana starp dažādām datu ievākšanas reizēm.</li> </ul>                                                                                                     |
| Dzīvotņu fragmentācija cilvēka darbības dēļ                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti tiešā ceļā attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, pastāv iespējas netieši definējot pazīmes, šo kritēriju analizēt.</li> </ul>                          |
| Meliorācijas grāvji (2190) ieplakā                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas reljefu analīze; grāvju struktūru izdalīšana</li> </ul>                                                                                                                    |
| Meliorācijas grāvji (2190) ieplakas malā                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas reljefu analīze; grāvju struktūru izdalīšana</li> </ul>                                                                                                                    |
| Mākslīgie aizsprosti uz grāvjiem (2190)                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lāzerskenēšanas reljefu analīze; nepieciešama priekšizpēte.</li> </ul>                                                                                                                     |
| Krasta nostiprinājumi (subparalēli krastam)                                                                                                      | Jā / nē                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                               |
| Lokāla rakstura moli, alģu ķērāji u.c. krastam perpendikulāri objekti                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                               |
| Ostu infrastruktūra (moli, piestātnes u.c.)                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</li> </ul>                                                                               |
| Pilnībā aizbērts grāvis ieplakas malā (2190)                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai, ja vien nav palikušas reljefa augstuma modeli izšķiramas darbības pazīmes pirms un pēc tās veikšanas.</li> </ul> |
| Svaigs degums                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spektrālie dati deguma vietas kartēšanai; nepieciešama priekšizpēte deguma vecuma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                 |
| Senāks degums                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spektrālie dati deguma vietas kartēšanai; nepieciešama priekšizpēte deguma vecuma novērtēšanai.</li> </ul>                                                                                 |
| Apsvīlušī koku stumbri (2190)                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai</li> </ul>                                                                                                        |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biotopu raksturojošās sugas                                                          | Atzīmē katram attiecīgajam jūras piekrastes biotopam minēto raksturīgo sugu novērtējot to sekojošās sastopamības ballēs:<br>- 1 (segums <1%);<br>- 2 (sedz 1-10%);<br>- 3 (sedz 10-20%);<br>- 4 (sedz <20%). | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Klajās kāpas ar atsevišķiem kokiem/krūmiem vai bez tiem (līdz 0,5m)                  | % no biotopa platības                                                                                                                                                                                        | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Organiskā materiāla uzkrāšanās                                                       |                                                                                                                                                                                                              | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                                                   |
| Koku un krūmu stāva segums, neskaitot zemos krūmus                                   |                                                                                                                                                                                                              | ● Lāzerskenēšanas dati kombinācijā ar spektrāliem datiem koku un krūmu izdalīšanai.                                                                          |
| Zemie kārkli vai purvmirte poligonā (2190)                                           |                                                                                                                                                                                                              | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Izteikta parastās niedres dominance (2190)                                           |                                                                                                                                                                                                              | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                                          |
| Apsaimnieko ar:<br>- Ganišanu;<br>- Pļaušanu;<br>- Izcērt kokus, krūmus<br>- Dedzina | % no biotopa platības kopumā un novērtē ar jā / nē apakšsadaļas.                                                                                                                                             | ● Sentinel laikrindas datu (veģetācijas indekss Sentinel-2 un radara koherence Sentinel-1 gadījumā) analīze, izmaiņu novērtēšana; nepieciešama priekšizpēte. |

## Purvu biotopi

Pārmitrām vietām raksturīga savdabīga augu un dzīvnieku valsts. Tie nereti veidojušies ļoti lēnām, ilgā laika periodā - augstajos purvos kūdra veidojas ar ātrumu 1mm gadā. Šajā grupā ietilpst astoņi biotopi, arī pārejas purvi un slīkšņas, kaļķainie zāļu purvi ar lielu orhideju bagātību, kā arī avoti un avoksnāji:

- 7110\* Neskarti augstie purvi;
- 7120 Degradēti augstie purvi, kuros iespējama vai noris dabiskā atjaunošanās;
- 7140 Pārejas purvi un slīkšņas;
- 7150 *Rhynchosporion albae* pioniersabiedrības uz mitras kūdras vai smiltīm;
- 7160 Minerālvietām bagāti avoti un avoksnāji;
- 7210\* Kaļķaini zāļu purvi ar dižo aslapi;
- 7220\* Avoti, kuri izguļsnē avotkaļķus;
- 7230 Kaļķaini zāļu purvi.

Purviem ir raksturīgs pastāvīgs vai ilgstošs mitrums, specifiska augu valsts, kā arī kūdras veidošanās un uzkrāšanās, taču ir gadījumi, kad kūdras slānis purvā var vēl nebūt izveidojies. Vairumā gadījumu būtiskākie indikatori, lai atšķirtu mežu biotopus no purvu biotopiem (izņemot 7160 un 7220\*), ir koku stāva vidējais augstums, kas nepārsniedz 5 m, kā arī raksturojošās augu sugas un augu sabiedrības. Atsevišķi purvu biotopi var aizņemt mazāk nekā 0,1 ha platību, piemēram, 7210\*, kam minimālā platība var būt 4 kvadrātmetri vai avotu biotopi, kuriem var būt punktveida raksturs. Avotu biotopiem nosacījums minimālās platības noteikšanai ir vismaz 10 m<sup>2</sup> vienā vietā vai vismaz trīs avotu izplūdes vietas 0,5 ha platībā. Purvu biotopus iznīcina to kūdras izstrāde, vai cita iemesla radikāla purviem raksturīgā hidroloģiskā režīma maiņa. Dažkārt susinātos purvus (reti neskartus purvus) var pilnībā skart postošs ugunsgrēks, kas iznīcina biotopam raksturīgo veģetāciju. Arī avotu biotopiem galvenie apdraudošie faktori, kas var novest pie biotopa tūlītējas iznīcības, ir saistīti ar tā hidroloģiskā režīma maiņu. Tās var būt darbības, kas avota tuvumā būtiski pārveido zemes virskārtu, sablīvē to, kā arī kailcirtes. Dažkārt avotu biotopa izzušana var būt saistīta ar to appludināšanu - mākslīgi vai bebru darbības iespaidā. Gadījumos, ja avots pilnībā ticis iebetonēts, iegrodots vai citādi būtiski zaudēji savu dabisko izskatu izplūdes vietā - tas zaudē aizsargājama biotopa statusu. Citi purvu un avotu biotopu pakāpeniskas izzušanas iemesli ir novērtējami pēc to kvalitātes izmaiņu parametriem.

Galvenie kritēriji purvu biotopu savstarpējai izšķiršanai ir:

### 1) Hidroloģija ●

Šajā biotopu grupā vispirms vērts nošķirt divus avotu izcelsmes biotopus no purvu biotopiem. Avotu biotopi veidojas pazemes ūdeņu izplūdes vietās, kur sastopami avoti vai avoksnāji. Tiem var būt atšķirīgs ūdens ķīmisko savienojumu saturs. Pēc minerālvielu satura ūdenī avotu un avoksnāju biotopus nošķir vienu no otra. Proti, 7160 Minerālvielām bagāti avoti un avoksnāji neizgulsnē avotkalķi, bet ir bagāti ar sēra vai dzelzs savienojumiem. Pretēji raksturo 7220\* biotopu, kura galvenā atpazīšanas pazīme ir saldūdens kalķiežu izgulsnēšana plēksnīšu vai lielāku struktūru veidā, vai kalķa izgulsnējumi. Avotu biotopu izdalīšanai nav noteicošs apkārtējās veģetācijas kopējā seguma atšķirības - tie var iekļauties gan zālāju, gan mežu ekosistēmās un pārklāties ar citiem biotopiem.

Biotopa 7140 Pārejas purvu un slīkšņas apakšvariantu nodalīšanai ir būtiski novērtēt vai purvs atrodas augsta purva kompleksa perifērijā, vai arī ir veidojies aizaugot vai pāraugot ezeru.

Lāzerskenēšanas dati ir piemēroti automatizētai reljefa formu analīzei un pauguru/ieplaku izdalīšanai. Mitruma statusa monitorēšanai iespējams izmantot mitruma indeksu, kas iegūts no Sentinel-2 spektrāliem datiem, vai arī analizēt Sentinel-1 radara signāla izmaiņas, tomēr abos gadījumos nepieciešama priekšizpēte. Avotu detektēšanai var izmantot augstas izšķirtspējas termālos datus, tomēr to detektēšana ar šādu metodi ir iespējama tikai atklātās vietās.

● Risinājums: Lokālā reljefa datu produkts (skatīt 41. attēlu) pauguru un ieplaku izdalīšanai; Sentinel-2 mitruma indekss veģetācijas mitruma statusa novērtēšanai, augstas izšķirtspējas termālie dati avotu detektēšanai.

### 2) Veģetācijas segums ●

Noteiktas grupas veģetācijas segums vai tā iztrūkums ir izšķirošs purvu biotopu savstarpējai nodalīšanai. Augsto purvu biotopus no pārējiem purvu biotopiem nošķir augsts sfagnu sūnu segums un atšķirības sīkkrūmu segumā. 7110\* Neskartam augstam purvam ir vidēji jābūt vairāk nekā 80% sfagnu segumam un neviendabīgam, nenaslēgtam sīkkrūmu segumam. Savukārt 7120 Degradētu augsto purvu, kuros iespējama vai noris dabiskā atjaunošanās sfagnu segums būs zemāks un tajā izteikti var dominēt sīkkrūmi (virši, ārkauša kasandras vai purva vaivariņi). 7140 Pārejas purvu biotopam nozīmīgs ir sfagnu segums, kam jābūt lielākam par 25% un koku vai krūmu segumam - zemākam par 75%. Šis pats kritērijs koku un krūmu segumam attiecas arī uz 7230 Kalķainu zāļu purvu izdalīšanu, taču šim biotopam sfagnu segumam jābūt mazākam par 25%. Biotopa 7210\* Kalķaini zāļu purvi ar dižo aslapi izdalīšanai primāri nozīmīgi ir sasniegt vismaz 50% dižās aslapes segumu no kopējā lakstaugu seguma biotopā. Sevišķi reti sastopamajam biotopam 7150, kas atrodams tikai augsto purvu kompleksos būtiski konstatēt mozaīkveidā izkārtotus atklātas kūdras laukumus.

Attālās izpētes dati ir piemēroti veģetācijas novērtēšanai un izmaiņu monitorēšanai laikā. Koku un krūmu izdalīšanai ieteicams izmanto lāzerskenēšanas datus, kombinācijā ar veģetācijas indeksu, kas iegūts no spektrāliem datiem. Dažādu veģetācijas grupu klasifikācijai piemērotākie ir spektrālie dati, tomēr ir jāveic priekšizpēte, lai novērtētu iespējas un limitus, kā arī saprastu, cik un kuru laika posmu pieejamās ainas izvēlēties. Sentinel-2 spektrālo datu izšķirtspēja (10 m/pix) varētu būt nepietiekama, ieteicams izvēlēties augstākas izšķirtspējas spektrālos datus (<1 m/pix).

● Risinājums: Priekšizpētē izvērtēt, kuru biotopu klasifikācijai un monitoringam pietiek ar brīvpieejas lāzerskenēšanas un Sentinel-2 optiskiem datiem; augstākai detalizācijai vai mazāku objektu izšķiršanai ieteicams izvēlēties augstas izšķirtspējas spektrālos datus (<1 m/pix), potenciāls pielietojums dronam.

### 3) Veģetācijas sastāvs

Visiem purvu un avotu biotopiem būtiski konstatēt tiem raksturīgās augu sugas un to sabiedrības. Sevišķi tas attiecas uz 7110\*, 7120, 7140, 7160 un 7230 biotopiem. Visiem purvu biotopiem ir būtiski novērtēt to kvalitāti. Tās raksturojošie parametri un novērtēšanas iespējas ar attālās izpētes metodēm apkopotas 13. tabulā.

13. tabula. Vispārējās purvu biotopu pazīmes, kuras būtiskas biotopa identificēšanai un kvalitātes novērtēšanā (ņemtas no ES nozīmes inventarizācijas un monitoringa anketām), to novērtēšanas iespējas ar attālo izpēti.

| Anketā minētie biotopu raksturojošie kritēriji             | Anketā prasītā kritērija novērtējuma mērs | Attālās izpētes tehnoloģija, datu kopas, ar kurām iespējams (vai potenciāli iespējams) novērtēt šo biotopam nozīmīgo kritēriju                  |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ciņu/grēdu/liekņu mikroreljefs                             | % no biotopa platības                     | ● Reljefa formu izdalīšana no lāzerskenēšanas lokālā reljefa datu produkta                                                                      |
| Ciņu mikroreljefs                                          |                                           | ● Reljefa formu izdalīšana no lāzerskenēšanas lokālā reljefa datu produkta                                                                      |
| Makstainās spilves – sfagnu mikroainava                    |                                           | ● Sfagnu seguma klasifikācija no spektrāliem datiem; jāveic priekšizpēte, vai Sentinel-2 spektrāliem datiem ir pietiekama telpiskā izšķirtspēja |
| Izcirsti koki/krūmi                                        |                                           | ● Attiecīgo izmaiņu detektēšana no dažādos laika periodos iegūtiem lāzerskenēšanas vai spektrāliem datiem.                                      |
| Klajš, ar atsevišķiem lieliem kokiem/ krūmiem vai bez tiem |                                           | ● Lāzerskenēšanas dati koku seguma izdalīšanai.                                                                                                 |
| Lapu koku un krūmu stāva segums, neskaitot zemos krūmus    |                                           | ● Lāzerskenēšanas dati koku seguma izdalīšanai, spektrālie dati koku tipa klasifikācijai.                                                       |
| Purvam neraksturīga, strauji augoša priede                 |                                           | ● Attālās izpētes dati varētu nebūt piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                                             |
| Zemie kārkli, purvmirte vai zemais bērzs                   |                                           | ● Lāzerskenēšanas dati koku seguma izdalīšanai, spektrālie dati veģetācijas tipu klasifikācijai; nepieciešama priekšizpēte                      |
| Notiek apsaimniekošana                                     |                                           | ● Nepieciešama priekšizpēte, vai un kādas apsaimniekošanas darbības var redzēt attālās izpētes datos.                                           |
| Blīvas niedru audzes                                       |                                           | ● Spektrālie dati niedru audžu izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte.                                                                          |
| Sfagnu "salas" ar kokiem                                   |                                           | ● Spektrālie dati sfagnu zemes seguma izdalīšanai; lāzerskenēšanas dati koku izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte                             |
| Dižās aslapes ģeneratīvie dzimumi (7210*)                  |                                           | ● Spektrālie dati dižās aslapes seguma izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte.                                                                  |
| Dižās aslapes segums >80% (7210*)                          |                                           | ● Spektrālie dati dižās aslapes seguma izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte.                                                                  |
| Izteikta zilganās molīnijas dominance                      |                                           | ● Spektrālie dati dižās aslapes seguma izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte.                                                                  |
| Liekņās sastopamas:<br>- Lāmas;<br>- Slikšņas;<br>- Akači  | Jā / nē                                   | ● Reljefa formu izdalīšana no lāzerskenēšanas lokālā reljefa datu produkta un analīze kombinācijā ar spektrāliem datiem; jāveic priekšizpēte.   |
| Ietilpst mitras starpkāpu ieplakas reljefa formā           |                                           | ● Ieplaku reljefa formu izdalīšana no lāzerskenēšanas lokālā reljefa datu produkta; mitruma novērtēšana no spektrālā mitruma indeksa.           |
| Kūdras slāņa plīšana                                       |                                           | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                                             |
| Jebkura vecuma degšanas pazīmes                            |                                           | ● Deguma detektēšana un vecuma klasifikācija no spektrāliem datiem, nepieciešama priekšizpēte.                                                  |
| Svaigs degums                                              |                                           | ● Deguma detektēšana no spektrāliem datiem.                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Apsviluši koku stumbri                                                                                                                                                                                                                           |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Uz koku stumbriem deguma rētas                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Atrodamas oglītes                                                                                                                                                                                                                                |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Izteikti makstainās spilves ciņi ar sfagniem starp tiem                                                                                                                                                                                          |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Izteikti dzegužlinu ciņi vai pleķi                                                                                                                                                                                                               |                                                                     | ● Spektrālie dati dižās aslapes seguma izdalīšanai; nepieciešama priekšizpēte.                                    |
| Pēc deguma zemsedzē sfagni                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai                                        |
| Nepārprotami minerālgrunts pacēlumi                                                                                                                                                                                                              |                                                                     | ● Reljefa formu izdalīšana no lāzerskenēšanas lokālā reljefa datu produkta; nepieciešama priekšizpēte.            |
| Ūdens noteces joslas/ gruntsūdens atslodzes vietas purva perifērijā                                                                                                                                                                              |                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas termālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.                 |
| Dabiskas ūdensteces purvā                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte.                            |
| Atsevišķi akači/ezeriņi                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     | ● Atklāta ūdens detektēšana no spektrāliem datiem.                                                                |
| Akaču/ezeriņu komplekss                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     | ● Atklāta ūdens detektēšana no spektrāliem datiem.                                                                |
| Dabiska atklāta purva ainava vienā laukumā                                                                                                                                                                                                       |                                                                     | ● Augstāk minēto datu produktu analīze.                                                                           |
| Dabiska atklāta purva ainava vairākos laukumos                                                                                                                                                                                                   |                                                                     | ● Augstāk minēto datu produktu analīze.                                                                           |
| Dabiski atklātai purva ainavai reljefs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Līdzens (sfagņu paklājs);</li> <li>- Ciņu mikroreljefs;</li> <li>- Slikšņas (t.sk. Atklāti ūdens laukumi);</li> <li>- Ciņu/grēdu-liekņu mikroreljefs</li> </ul> |                                                                     | ● Lāzerskenēšanā iegūta reljefa analīze.                                                                          |
| Meliorācijas grāvji: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Purva perifērijā vai blakus</li> </ul>                                                                                                                           |                                                                     | ● Meliorācijas grāvju izdalīšana no lāzerskenēšanas reljefa.                                                      |
| Nesena grāvja tīrīšana vai rakšana: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Purva perifērijā</li> </ul>                                                                                                                       |                                                                     | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam. |
| Ierīkotas takas ar dēļu segumu                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     | ● Augstas izšķirtspējas attālās izpētes dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.          |
| Ir pilnībā aizbērts grāvis: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Purva perifērijā</li> </ul>                                                                                                                               |                                                                     | ● Lāzerskenēšanā iegūtu reljefu salīdzināšana starp dažādiem laika posmiem.                                       |
| Kūdras ieguve: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrāk;</li> <li>- Tagad</li> </ul>                                                                                                                                                       |                                                                     | ● Sentinel-2 datu arhīvs atklātas kūdras detektēšanai un izmaiņu monitorēšanai.                                   |
| Izmanto dzērveņu lasīšanai                                                                                                                                                                                                                       |                                                                     | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                                       |
| Parastā baltmeldra pioniersabiedrība uz mitras kūdras vai smiltīm                                                                                                                                                                                | m <sub>2</sub>                                                      | ● Augstas izšķirtspējas attālās izpētes dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.          |
| Meliorācijas grāvji veidi: A – mazie sekļie; B – kartu grāvji; C – dziļie, platie grāvji                                                                                                                                                         | Atzīmē atbilstošo veidu purvā vai tā perifērijā esošajiem grāvjiem. | ● Meliorācijas grāvju izdalīšana no lāzerskenēšanas reljefa.                                                      |

|                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Izmīdīšana                                                                                                                                   | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam.</p> <p>● Mitruma indeksa izmaiņu monitorēšana; nepieciešama priekšizpēte.</p> |
| Bebru darbība: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Ezerā;</li> <li>- Purva perifērijā</li> <li>- Ūdenstecē</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja);</li> <li>- 2 (vidēji stipra);</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul>                                           |                                                                                                                                                                                                    |
| Meža cūku rakumi                                                                                                                             | Ja vērtība ir no 1-3, tad papildus jānovērtē vai ietekmes daba ir pozitīva vai negatīva.                                                                                                                                  | <p>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                                         |
| Sadzīves atkritumi                                                                                                                           | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē tā ietekmes intensitāti ballēs:                                                                                                                                                 | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                           |
| Mākslīgie aizsprosti uz grāvjiem: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Purva perifērijā</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 (pazīme novērota, bet ietekme neitrāla);</li> <li>- 1 (vāja);</li> <li>- 2 (vidēji stipra);</li> <li>- 3 (ietekme stipra)</li> </ul>                                           | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                           |
| Purvam raksturīgās priedes (gan augstās, gan zemās)                                                                                          | Vispirms novērtē ir/nav. Ja ir, tad vērtē sekojošās klasēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maz;</li> <li>- Vidēji;</li> <li>- daudz</li> </ul>                                                                  | <p>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                                         |
| Biotopa raksturīgās un tipiskās sugas                                                                                                        | Atzīmē katru sugu novērtējot to sekojošās sastopamības ballēs: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 (segums &lt;1%);</li> <li>- 2 (sedz 1-10%);</li> <li>- 3 (sedz 10-20%);</li> <li>- 4 (sedz &gt;20%).</li> </ul> | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                 |
| Svešzemju augu sugas                                                                                                                         | Atsevišķi ballēs novērtē katru konstatēto augu sugu sastopamību ballēs no 1-10.                                                                                                                                           | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                 |
| Biotopa direktīvas I pielikuma sugas                                                                                                         | Minēt konstatētās sugas biotopā, to koordinātes, aizņemto platību m <sup>2</sup> , skaitu un vitalitāti.                                                                                                                  | <p>● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                                 |
| Gaišāšana                                                                                                                                    | Jā / nē                                                                                                                                                                                                                   | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                           |
| Pļaušana                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                           | <p>● Ar pļaušanu saistīto izmaiņu detektēšana veģetācijas indeksa vai radara koherences laikrindas datos; nepieciešama priekšizpēte.</p>                                                           |
| Purviem raksturīgas formas egles                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                           | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                           |
| Purviem raksturīgas formas priedes                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           | <p>● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.</p>                                                                                                           |
| Atklātas kūdras duļķes                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                           | <p>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                                         |
| Dižās aslapes audzes atrodas (7210*): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Purvā;</li> <li>- Starpkāpu ieplakā;</li> </ul>               |                                                                                                                                                                                                                           | <p>● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.</p>                                                                                         |

|                                                                                                                        |                                                                                                               |                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Dabiskas ūdenstece<br>seklūdes daļā;<br>- Avotā;<br>- Izstrādātā karjerā                                             |                                                                                                               |                                                                                                     |
| Dabiskota ūdenstece                                                                                                    |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas lāzerskenēšanas un spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte.              |
| Bijusi saldūdens kalķiežu ieguve:<br>- Biotopā;<br>- Tieši blakus                                                      |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Saldūdens kalķiežu ieguve pašlaik (blakus biotopam)                                                                    |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Biotops atrodas (7220, 7160):<br>- Mežā;<br>- Ilggadīgā zālājā;<br>- Atmatā;<br>- Aramzemē                             |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Novietojums reljefā (7220, 7160):<br>- Līdzenums;<br>- Nogāze;<br>- Nogāzes pakāje;<br>- Virspalu terase;<br>- paliene |                                                                                                               | ● Lāzerskenēšanā iegūta reljefa analīze.                                                            |
| Avots tek pa savu gravu (7220, 7160)                                                                                   |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                   |
| Kritalas avotā (7220, 7160)                                                                                            |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Dabisko mežu indikatorsugas un speciālistu sugas (7220, 7160)                                                          | Norāda konstatētās sugas un vērtē klasēs:<br>- atsevišķi eksemplāri/daži;<br>- vidēji daudz;<br>- ļoti daudz. | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avotu izteku avotstraupu skaits poligonā                                                                               | Atzīmē sekojošo:<br>- Nav<br>- 1<br>- 2<br>- Vairāki                                                          | ● Augstas izšķirtspējas termālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam.   |
| Avota debits                                                                                                           | Mazs / vidējs / liels                                                                                         | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avotu cirks                                                                                                            | Jā / nē                                                                                                       | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                   |
| Avots ir augšuplūdes                                                                                                   |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avotu ir lejuplūdes                                                                                                    |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avots apskalo šūnakmeni                                                                                                |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati var būt nepiemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                   |
| Atsegts šūnakmens                                                                                                      |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Atsegti citi akmeņi avotā                                                                                              |                                                                                                               | ● Augstas izšķirtspējas spektrālie dati, nepieciešama priekšizpēte; potenciāls pielietojums dronam. |
| Avots satur dzelzs savienojums                                                                                         |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avots satur sēra savienojumus                                                                                          |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |
| Avotā ir saldūdens kalķu izgulsnējumi:                                                                                 |                                                                                                               | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                         |

|                                                                         |                |                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Irdeni (zemjaini);<br>- Cietā veidā                                   |                |                                                                                                          |
| Avotu biotopa platība punktveidā                                        |                | ● Aprēķināms no augstāk minētiem datu produktiem, ka avota vietu iespējams detektēt no termāliem datiem. |
| Avotu biotopa platība līnijveidā                                        |                | ● Aprēķināms no augstāk minētiem datu produktiem, ka avota vietu iespējams detektēt no termāliem datiem. |
| Avotu izmanto ūdens ņemšanai:<br>- Grodos;<br>- Urbumā;<br>- caurulēs   |                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                              |
| Avots ir kulta vieta (monētas avotā, kokos iesietas lentas, dzija u.c.) |                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                              |
| Avota biotopā sastopamas pūslenes                                       |                | ● Attālās izpētes dati nav piemēroti attiecīgā raksturlieluma novērtēšanai.                              |
| Avotu biotopa platība                                                   | m <sub>2</sub> | ● Aprēķināms no augstāk minētiem datu produktiem, ka avota vietu iespējams detektēt no termāliem datiem. |

### Iežu atsegumu biotopi

*Smilšakmens atsegumi, dolomītu (karbonātiežu) atsegumi un netraucētas alas. Ne tikai reti sastopami dabas apstākļu dēļ, bet atsegumi ir arī mājvieta retām augu un sūnu sugām, bet alas - ziemošanas vieta sikspārņiem.*

Šos biotopus ar attālās izpētes tehnoloģijām no gaisa nav iespējams precīzi identificēt un novērtēt to kvalitāti, jo tās ir vertikāli orientētas un maz eksponētas horizontālā plaknē. Pastāv iespējas daļēji šo biotopu potenciālai identificēšanai izmantot augstas izšķirtspējas virsmas reljefa modeļa datus, tomēr ar šiem datiem vien nebūs pietiekoši. Biotopu vērtē pēc tā ieža atseguma virskārtas, kas pilnīgāk novērtējama aplūkojot to vertikālo plakni, novērtējot ieža virskārtas mikroreljefu, plaisas, nogrūzumus, alas un uz tā sastopamo veģetāciju. Vietās, kur ieži ir eksponēti klajos apstākļos, šīs vertikālās plaknes novērtēšanai attālināti var izmantot dronus, tomēr vairums iežu atsegumi atrodas daļēji vai pilnībā kokiem un krūmiem klātā ainavā, kas liedz šo tehnoloģiju droši un sistemātiski izmantot iežu atsegumu biotopu izpētē. Ņemot vērā šos faktorus, metodika neaplūko attālās izpētes tehnoloģiju iespējas šīs biotopu grupas identificēšanā un kvalitātes novērtēšanā.

## Datu kvalitātes kontroles mehānismi

Datu kvalitātes kontrolei nepieciešami references dati, kas tiek uzskatīti par patiesību, kā arī tie reprezentē attiecīgā raksturlieluma vērtību un ģeogrāfisko variāciju. References dati var tikt izmantoti gan apmācībai, gan arī validācijai. Šādos gadījumos apmācības un validācijas datu kopas jānošķir, visbiežāk izmantotā proporcija ir – 80% datu apmācībai, 20% validācijai. Algoritmu apmācībai nepieciešamo datu apjomu nosaka izmantojamais algoritms. Piem., vienkāršākiem un robustākiem mašīnāpmācības algoritmiem (*Support Vector Machine* un *Random Forest*) labu rezultātu sasniegšanai parasti pietiek ar pāris simtiem punktu katrai identificējamai klasei, turpretī neironu tīkliem parasti nepieciešami vairāki tūkstoši references punktu katrai klasei. Nepieciešamo references datu apjomu parasti nosaka eksperimentējot, vairākos atkārtojumos pakāpeniski palielinot apmācības datu kopu, izvērtējot algoritma performances rādītājus. Ja klasifikācijas precizitāte turpina palielināties, tad ir vērts palielināt apmācības references datu kopu ar jauniem piemēriem līdz tiek sasniegta vajadzīgā performance. Ja novērojams, ka precizitāte nepalielinās vai pat samazinās, tad jāmēģina saprast, vai attiecīgā klase ir izšķirama no pārējām attiecīgajos attālās izpētes datos, vai arī ir kāda cita problēma.

Ierobežotu references datu kopu gadījumā (parasti, kad paraugu skaits ir ap 100 vai pat mazāks katrai klasei) tiek izmantota krosvalidācija, kuras ietvaros algoritms tiek trenēts vairākas reizes ar dažādām treniņa datu kopām, bet joprojām izmantojot nošķirtas validācijas datu kopas. Šajā gadījumā galīgo klasifikācijas precizitāti izsaka kā vidējo vērtību no vairākām klasifikācijas atkārtojumu reizēm, bieži vien piecām.

Dažkārt pieejamie references dati var būt neprecīzāki par attālās izpētes datos novērtētiem raksturlielumiem. Piemēram, purva robežas novērtēšana pēc koku augstuma un vainagu seguma tiks precīzi novērtēta no lāzerskenēšanas datiem (skatīt piemēru 40. attēlā), cilvēks dabā vai no ortofotokartēm to nevarēs tikpat precīzi izdarīt. Tāpēc katrā gadījumā ieteicams kritiski izvērtēt pieejamo references informāciju, novērtēt, vai tā ir uzskatāma par absolūto patiesību, vai to ir iespējams manuāli/automātiski uzlabot, izmantojot pieejamos attālās izpētes datus.

Attālās izpētes datu priekšrocība, ka ievāktie dati tiek saglabāti, tātad iegūtos datu produktus iespējams atkārtoti pārbaudīt vai atjaunināt pēc uzlabotas metodikas. Turpretī biotopu anketās rakstītais ir eksperta interpretācijas rezultāts, kas ir subjektīvs un var saturēt neprecizitātes un kļūdas. Tomēr attālās izpētes tehnoloģijas nespēj nodrošināt to pašu informācijas detalizāciju, ko sniedz biotopu anketas. Attālās izpētes datiem var iezīmēt divus pielietojuma veidus:

- 1) biotopu platību un kvalitātes monitorings to iespēju robežās;
- 2) pieejamās references informācijas uzlabošana, kā arī pārbaude.

Papildus informācijai par attālās izpētes datu produktu validāciju ieteicams skatīties šo brīvpieejas kursu no EO4GEO iniciatīvas: "Validation of EO Products"

<http://www.eo4geo.eu/training/validation-of-eo-products/>

## Darba laika apjoma un izmaksu kalkulācija

Darba laika apjoma un izmaksu kalkulācija ir iespējama tikai pēc uzdevuma specifiskācijas sagatavošanas. Aktualizētajā metodikā ir iezīmēti raksturlielumi, kuru novērtēšana ir iespējama vai arī ir potenciāli iespējama no attālās izpētes datiem. Jāmin, ka daudzos gadījumus biotopu raksturlielumu noteikšana no attālās izpētes datiem būs neiespējama vai arī ierobežota. Vairumā gadījumu ir nepieciešama priekšizpēte, lai noskaidrotu, vai attiecīgā raksturlieluma novērtēšana no attālās izpētes datiem ir iespējama, kā arī kāda datu ievākšanas platforma un sensori būtu piemērotākie.

Šādā gadījumā izmaksu novērtēšanai var izmantot salīdzinošo metodi, izvērtējot pēc būtības līdzīgu risinājumu izstrādei nepieciešamos resursus. Izmaksu aplēsēm par pamatu var ņemt Eiropas Kosmosa aģentūras līgumpētījumu pamatus, kur:

- Priekšizpētes līgumpētījumi parasti ilgst 12...15 mēnešus un to izmaksas ir 50...100 tūkstoši eiro; šo pētījumu mērķis ir pārbaudīt, vai attiecīgā uzdevuma izpildei ir iespējams izmantot attālās izpētes datus, kādas ir iespējas un limiti;
- Attālās izpētes datus balstīta rīka vai pakalpojuma izstrāde parasti ilgst 12...24 mēnešus un to izmaksas ir 100...150 tūkstoši eiro, kā rezultātā top funkcionējošs prototips, kuru gala lietotājs notestē izstrādes procesā.

Izstrādes ilgumā jāņem vērā ne tikai algoritmu un programmatūras izveide, bet arī nepieciešamība ievākt atbilstošus references datus algoritmu trenēšanai un validēšanai, kam parasti jāatvēr vismaz viena veģetācijas sezona.

Izstrādes procesā biotopus vajadzētu dalīt pa grupām, deviņas esošās varētu iedalīt 5 tematiskās grupās atbilstoši Zemes seguma veidam:

- 1) Mežu biotopi;
- 2) Zālāju biotopi;
- 3) Purvu biotopi;
- 4) Saldūdeņu biotopi;
- 5) Piekrastes biotopi.

Katrā tematiskā grupā būtu jāveic priekšizpēte, nodrošinot/ievācot nepieciešamos references datus, kā arī dažādus attālās izpētes datus, lai varētu izvērtēt atbilstošāko pieeju katra raksturlieluma novērtēšanai. Piemēram, plānot datu ievākšanu ar brīvpieejas Sentinel satelītiem (10...20 m/pix), augstas izšķirtspējas satelītiem/lidaparātiem (<1 m/pix), kā arī ar droniem. Iegūtie rezultāti jāutu nodefinēt, kuru raksturlielumu novērtēšanai kādas pieejas ir piemērotākās. Kopējās nepieciešamās izmaksas priekšizpētei varētu būt robežās 250...500 tūkstoši eiro.

Rīka vai pakalpojuma izstrāde tālāk atkarīga no izmantojamo datu veida, kā arī novērtējamo raksturlielumu skaita un specifikas, izmantojamiem algoritmiem datu apstrādē. Ja ir vērojamas līdzības datu apstrādes pieejās, tad attiecīgās metodes var pielietot dažādu biotopu raksturlielumu novērtēšanai. Tālāko izstrādi var pakārtot datu veidam, kuru izvēlās noteiktu parametru automatizētai novērtēšanai, piemēram, platību izmaiņu monitorēšana no Sentinel-2 brīvpieejas datiem, izvēloties raksturlielumus, kurus iespējams novērtēt no attiecīgajiem datiem. Cita pieeja būtu katrai tematiskai interesējošo raksturlielumu novērtēšana, kombinējot attālās izpētes datus no dažādām platformām. Abos gadījumos tie būtu 3...5 rīka izstrādes cikli ar kopējām izmaksām 450...750 tūkstoši eiro.

Jāmin, ka līdzīga pieeja ar vairākiem priekšizpētes atkārtojumiem tiek pieņemta arī citās Boreālā reģiona valstīs. Piemēram, Igaunijā tika veikta priekšizpēte purvu un mežu biotopu tematiskās grupās.

## Kopsavilkums un ieteikumi

Attālās izpētes dati var tikt izmantoti vairāku biotopu raksturojošu parametru automatizētai novērtēšanai, lai varētu novērtēt to platības un arī kvalitātes izmaiņas. Tomēr jāuzsver, ka daudzi biotopu raksturojošie parametri ir nosakāmi ekspertu klātienes vizītēs dabā. Attālās izpētes datus jāuzskata kā papildinošu pieeju biotopu monitoringam, nevis standarta pieejas aizvietošanu.

Attālās izpētes datu galvenā priekšrocība ir to pieejamība un biežums, kas ļauj detektēt vairumu izmaiņu dažādos Zemes seguma veidos. Sentinel-2 satelītu optiskos datus, kuru telpiskā izšķirtspēja ir 10 m/pix un kuriem jauna aina tiek ievākta reizi piecās dienās, var uzskatīt par labākajiem pieejamajiem brīvpieejas satelītdatiem, kas var tikt izmantoti biotopu platību un kvalitātes izmaiņu monitoringam. Lai arī praktiski izmantojamo datu apjomu ierobežo mākoņainība, tomēr Sentinel-2 datu gadījumā parasti var rēķināties ar 1...4 bezmākoņu novērojumiem mēnesī veģetācijas sezonas laikā.

No citiem brīvpieejas datiem ieteicams izmantot nacionālās lāzerksenēšanas datus, kas sniedz labākās iespējas reljefa formu un ar to saistītai analīzei, kā arī koku un krūmu seguma kartēšanai. Valsts reģistru datus ir pieejama aktuālā informācija, lai identificētu potenciālās vietas, kur biotopi ir zuduši.

Biotopu platību un kvalitātes izmaiņu novērtēšanai no pieejamiem brīvpieejas datiem nepieciešams veikt priekšizpēti, lai noskaidrotu iespējas un limitus dažādo raksturlielumu novērtēšanā. Citās Boreālā reģiona valstīs arī šobrīd tiek veikta priekšizpēte projektu veidā, lai testētu attālās izpētes datu iespējas dažādām biotopu grupām (Jakovels un Abaja, 2022). Priekšizpētes rezultātā būtu iespējams noteikt specifiku attiecīgajos datos balstīta rīka vai pakalpojuma izstrādei.

Būtiski ievērot, ka daudzu biotopu raksturojošu parametru novērtēšanai brīvpieejas datu telpiskā izšķirtspēja ir par vāju, atsevišķu augu vai to grupu identificēšanai nepieciešami augstas izšķirtspējas dati. Piemērota platforma šādu datu iegūšanai būtu bezpilota lidaparāts jeb drons.

Kā potenciāls gala rezultāts attālinātam biotopu monitoringam varētu būt vairāku līmeņu pieeja:

- 1) Brīvpieejas Sentinel satelītu un citu datu valsts mēroga biotopu platību izmaiņu skrīnings, lai identificētu potenciālās vietas, kur biotopi ir izzuduši vai arī varētu parādīties; šajā gadījumā būtu jāvienkāršo biotopu identificēšanas kritēriji, atstājot tos, kurus iespējams novērtēt no attiecīgiem datiem;
- 2) Identificēto vietu padziļināta novērtēšana ar augstas izšķirtspējas attālās izpētes datiem, kas ievākti no drona; dati būtu izmantojami gan platību novērtēšanai, gan arī klātienes vizīšu plānošanai;
- 3) Klātienes vizīšu plānošana, izmantojot iepriekš iegūto attālās izpētes informāciju maršruta plānošanai un parauglaukumu izvēlei.

Būtiski piebilst, ka visa sniegtā informācija ir aktuāla uz metodikas publicēšanas brīdi. Pēc laika tā būs novecojusi, jo nemitīgi norit attālās izpētes tehnoloģiju un iespēju attīstība. Paredzams, ka biotopu platību un kvalitātes novērtēšanas kritēriji daļā no gadījumiem, kas metodikā atzīmēti, kā potenciāli iespējami, pēc turpmākiem Latvijā vai citviet pasaulē veiktiem priekšizpētes un citiem pētījumiem būs drošticami novērtējami ar attālās izpētes metodēm. Tāpat aprakstā minētās darba izmaksas ir cieši saistītas ar aktuālo vispārējo tirgus situāciju, kura arī ir nemitīgi mainīga dažādu faktoru ietekmē, kā piemēram, kopējās inflācijas rādītāji.

## Literatūras saraksts

- Auniņš, A. (red.), 2013.** Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums, Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Auniņš, A., Lārmanis V., 2013.** Īpaši aizsargājamo biotopu platību izmaiņu uzraudzība, izmantojot attālās izpētes datus un valsts reģistrus, Latvijas Dabas fonds, 11 lpp.
- Baldeck, C. A., Asner, G. P., 2013.** "Estimating vegetation beta diversity from airborne imaging spectroscopy and unsupervised clustering." *Remote Sensing* 5(5) 2057-2071.
- Daghtry, C.S.T., 2001.** "Discriminating crop residues from soil by shortwave infrared reflectance." *Agronomy Journal* 93(1), 125-131.
- EEA, 2021.** LOODUSDIREKTIIVI SOOELUPAIKADE SEIRE 2021. a. Aruanne. Riikliku keskkonnaseire elustiku mitmekesisuse seireprogrammi seiretöö.
- Fensholt, R., Sandholt, I., 2003.** "Derivation of a shortwave infrared water stress index from MODIS near- and shortwave infrared data in a semiarid environment." *Remote Sensing of Environment* 87(1), 111-121.
- Féret, J.-B., François, C., Gitelson, A., Asner, G. P., Barry, K. M., Panigada, C., Richardson A. D., Jacquemoud S., 2011.** "Optimizing spectral indices and chemometric analysis of leaf chemical properties using radiative transfer modeling." *Remote Sensing of Environment* 115(10), 2742-2750.
- Gallmann, J., Schüpbach, B., Jacot, K., Albrecht, M., Winizki, J., Kirchgessner, N., Aasen, H., 2021.** Flower mapping in grasslands with drones and deep learning. *Frontiers in plant science*, 12.
- Gamon, J. A., Penuelas, J., Field, C. B., 1992.** "A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency." *Remote Sensing of Environment* 41(1), 35-44.
- Gao, Bo-Cai, 1996.** "NDWI—a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space." *Remote Sensing of Environment* 58(3), 257-266.
- Gitelson, A. A., Kaufman, Y. J., Merzlyak, M. N., 1996.** "Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS." *Remote Sensing of Environment* 58(3), 289-298.
- Gitelson, A. A., Zur, Y., Chivkunova, O. B., Merzlyak, M. N., 2002.** "Assessing Carotenoid Content in Plant Leaves with Reflectance Spectroscopy." *Photochemistry and Photobiology* 75(3), 272-281.
- Gröschler, K.C., Oppelt, N., 2022.** Using Drones to Monitor Broad-Leaved Orchids (*Dactylorhiza majalis*) in High-Nature-Value Grassland. *Drones*, 6(7), p.174.
- Hunt, E. R., Rock, B. N., 1989.** "Detection of changes in leaf water content using near-and middle-infrared reflectances." *Remote Sensing of Environment* 30(1), 43-54.
- Jakovels, D., Abaja, R., 2022.** Apkopojums par attālās izpētes pielietojumu Eiropas boreālā reģiona valstīs ES biotopu monitoringā, Priekuļu pagasts, Vides risinājumu institūts, 19 lpp.
- Jakovels, D., Filipovs, J., Brauns, A., Taskovs, J., Erins, G., 2016.** August. Land cover mapping in Latvia using hyperspectral airborne and simulated Sentinel-2 data. In *Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2016)* (Vol. 9688, pp. 553-563). SPIE.
- Kentsch, S., Cabezas, M., Tomhave, L., Groß, J., Burkhard, B., Lopez Caceres, M.L., Waki, K., Diez, Y., 2021.** Analysis of UAV-acquired wetland orthomosaics using gis, computer vision, computational topology and deep learning. *Sensors*, 21(2), p.471.
- Klemas, V., Smart, R. M., 1983.** "The influence of soil salinity, growth form and leaf moisture on the spectral radiance of *Spartina alterniflora* canopies." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 48, 77-84.
- Laime, B. (red.), 2017.** Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 1. sējums. Piejūra, smiltāji un virsāji. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.
- Leivits, 2022.** Loodusdirektiivi metsaelupaikade kaardistamise võimalused kasutades kaugseire andmeid ja masinõppe meetodeid. <https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/2022->

[04/Loodusdirektiivi%20metsaelupaikade%20kaardistamise%20v%C3%B5imalused%20kasutades%20kaugseire%20andmeid%20ja%20masin%C3%B5ppe%20meetodeid.pdf](#)

**le Maire, G., François, C., Soudani K., Berveiller, D., Pontailier, J.-Y., Bréda, N., Genet, H., Davi, H., Dufrêne, E., 2008.** "Calibration and validation of hyperspectral indices for the estimation of broadleaved forest leaf chlorophyll content, leaf mass per area, leaf area index and leaf canopy biomass." *Remote Sensing of Environment* 112(10), 3846-3864.

**Lin, Y. C., Zhou, T., Wang, T., Crawford, M., Habib, A., 2021.** New orthophoto generation strategies from UAV and ground remote sensing platforms for high-throughput phenotyping. *Remote Sensing*, 13(5), 860.

**Manfreda, S., McCabe, M.F., Miller, P.E., Lucas, R., Pajuelo Madrigal, V., Mallinis, G., Ben Dor, E., Helman, D., Estes, L., Ciruolo, G., Müllerová, J., 2018.** On the use of unmanned aerial systems for environmental monitoring. *Remote sensing*, 10(4), p.641.

**Merzlyak, M. N., Gitelson, A. A., Chivkunova, O. B., Rakitin, V.Y.U. 1999.** "Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening." *Physiologia Plantarum* 106(1), 135-141.

**Ministru kabineta noteiktumi Nr.350, 2017.** Noteikumi par īpaši aizsargājamo biotopu veidu sarakstu. Izdoti saskaņā ar Sugu un biotopu aizsardzības likuma 4. panta 2. punktu. Spēkā esoši kopš 28.06.2017.

**Peñuelas, J., Pinol, J., Ogaya R., Filella, I., 1997.** "Estimation of plant water concentration by the reflectance water index WI (R900/R970)." *International Journal of Remote Sensing* 18(13), 2869-2875.

**Priede, A. (red.), 2017.** Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 4. sējums. Purvi, avoti un avoksnāji. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.

**Romero, A., Aguado, I., Yebra, M., 2012.** "Estimation of dry matter content in leaves using normalized indexes and PROSPECT model inversion." *International Journal of Remote Sensing* 33(2), 396-414.

**Rūsiņa, S. (red.), 2017.** Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 3. sējums. Dabiskās pļavas un ganības. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.

**Turubanova, S., Potapov, P., Krylov, A., Tyukavina, A., McCarty, J.L., Radeloff, V.C. and Hansen, M.C., 2015.** Using the Landsat data archive to assess long-term regional forest dynamics assessment in Eastern Europe, 1985-2012.

**Tucker, C. J., 1979.** "Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation." *Remote Sensing of Environment* 8(2), 127-150.

**Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E., Steininger, M., 2003.** "Remote sensing for biodiversity science and conservation." *Trends in Ecology & Evolution* 18(6), 306-314.

**Serrano, L., Penuelas, J., Ustin, S. L., 2002.** "Remote sensing of nitrogen and lignin in Mediterranean vegetation from AVIRIS data: Decomposing biochemical from structural signals." *Remote Sensing of Environment* 81(2), 355-364.

**Urtāns, A.V. (red.), 2017.** Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 2. sējums. Upes un ezeri. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.

**Van Deventer, A. P., Ward, A. D., Gowda, P. H., Lyon, J. G., 1997.** "Using Thematic Mapper data to identify contrasting soil plains and tillage practices." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63, 87-93.

**Vides risinājumu institūts (VRI), 2015.** "Vadlīnijas ES nozīmes biotopu kartēšanai un stāvokļa novērtējumam, izmantojot attālās izpētes datus". *LVAFA projekts „Inovātīvas attālās izpētes metodes adaptēšana ES nozīmes aizsargājamo biotopu kartēšanai un stāvokļa novērtēšanai”*.

**Vogelmann, J. E., Rock, B. N., Moss, D. M. 1993.** "Red edge spectral measurements from sugar maple leaves." *International Journal of Remote Sensing* 14(8), 1563-1575.

**Wang, L., Hunt, E. R., Qu, J. J., Hao, X., Daughtry, C.S.T. 2011.** "Towards estimation of canopy foliar biomass with spectral reflectance measurements." *Remote Sensing of Environment* 115(3), 836-840.

**Zarco-Tejada, P. J., Rueda, C. A., Ustin, S. L. 2003.** "Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods." *Remote Sensing of Environment* 85(1),109-124.