

Apkopoījums par attālās izpētes pielietojumu Eiropas boreālā reģiona valstīs ES biotopu monitoringā

Dr.phys. Dainis Jakovels, Mg.biol. Rūta
Abaja

2022. gada 5. septembris

Saturs

ievads	3
Apkopojums	5
Igaunija.....	5
Lietuva.....	10
Somija	10
Zviedrija.....	14
Secinājumi	16
Literatūras saraksts	17
PIELIKUMS	20

Ievads

Apkopojums ir sagatavots Dabas aizsardzības pārvaldes un Nodibinājuma "Vides risinājumu institūts" noslēgtā pakalpojuma līguma Nr. 7.7/279/2022 ietvaros atbilstoši tehniskās specifikācijas 1.punktam.

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.

Šajā dokumentā ir apkopota un izanalizēta citu Eiropas boreālā reģiona valstu – Lietuvas, Igaunijas, Somijas un Zviedrijas - pieeja ES biotopu platību izmaiņu un kvalitātes monitoringa metodēm, tajā skaitā veikšanas biežums, analizējamie parametri, datu analīzes pamatprincipi, izmantotie dati, to avotus u.tml., izmantojot tālīzpēti.

Apkopojumā iekļautā informācija tika iegūta trīs veidos:

1. Analizējot informācijas avotus, kas norādīti katras valsts jaunākajā Biotopu direktīvas 17.panta ziņojumā. Tajos tika meklētas norādes par tiešu vai pastarpinātu attālās izpētes pielietojumu ziņojuma sagatavošanā.
2. Analizējot publiski pieejamos informācijas avotus – zinātniskās publikācijas, atskaites u.tml. dokumentus. Tie tika atlasīti, izmantojot atbilstošus atslēgas vārdus un meklējot norādes par četrās iepriekšminētajās valstīs veiktajiem pētījumiem, kuros biotopu kvantitātes un/vai kvalitātes novērtēšanai pielietota attālā izpēte.
3. Intervējot amatpersonas un speciālistus, kas pētāmajās valstīs atbild par ES biotopu platību izmaiņu un kvalitātes monitoringu vai piedalās tajā. Daļēji strukturēto interviju mērķis bija iegūt padziļinātāku ieskatu Biotopu direktīvas 17. panta ziņojumu gatavošanas kārtībā, identificēt iesaistītās puses, izmantotos datus un metodes un noskaidrot, vai nākotnē ziņojumu gatavošanā plānots izmantot attālo izpēti.

Apkopojuma sagatavošanas laikā līdz 2022. gada 5. septembrim intervijām atsaucās Zviedrijas, Igaunijas un Somijas pārstāvji (skatīt 1.tabulu). Diemžēl ieteiktais Lietuvas pārstāvis darba izpildes laikā neatsaucās ne uz e-pasta, ne telefona zvaniem.

1. tabula. Eiropas boreālā reģiona valstu pārstāvju kontakti saziņai par attālās izpētes pielietojumu ES biotopu novērtēšanā, kas izmantoti pieredzes apkopojuma izveidei

Valsts	Kontaktpersona	E-pasts	Pārstāvētā iestāde
Zviedrija	Camilla Jönsson	Camilla.Jonsson@naturvardsverket.se	Naturvårdsverket (SE); The Swedish Environmental Protection Agency (EN)
Zviedrija	Ola Inghe	Ola.Inghe@naturvardsverket.se	Naturvårdsverket (SE); The Swedish Environmental Protection Agency (EN)
Igaunija	Meelis Leivits	Meelis.Leivits@Envir.ee	Keskonnaagentuur (EE); Republic of Estonia, Environment Agency (EN)
Somija	Hanna-Leena Keskinen	Hanna-Leena.Keskinen@gov.fi	Ympäristöministeriö (FI); Ministry of the Environment, Finland (EN)
Somija	Petteri Vihervaara	petteri.vihervaara@syke.fi	Suomen ympäristökeskus (FI); Finnish Environment Institute (EN)

Valsts	Kontaktpersona	E-pasts	Pārstāvētā iestāde
Lietuva	Zygimantas Obelevicius	zygimantas.obelevicius@vstt.lt	Valstybinę saugomų teritorijų tarnybą (LT); State service for protected areas, Lithuania (EN)

Intervijas notika, balstoties uz iepriekš sagatavotiem jautājumiem (skatīt Pielikumā), ZOOM platformā un, saņemot dalībnieku piekrišanu, tām tika veikts ieraksts.

Līdz apkopojuma iesniegšanas brīdim tas reprezentē aktuālo minēto publisko un interviju ceļā gūto informāciju par Igaunijas, Lietuvas, Somijas un Zviedrijas pieredzi attālās izpētes pielietojumā ES biotopu monitoringā.

Apkopojums

Zemāk apkopota vispirms katras valsts (izņemot Lietuvas) intervijās gūtā informācija par biotopu monitoringa un Biotopu direktīvas 17.panta ziņojuma sagatavošanas praksi, pielietojot vai plānojot pielietot attālo izpēti. Tālāk seko apkopotī dažādi publiski pieejami piemēri par attālās izpētes datu izmantošanu dažādu biotopu kartēšanā un kvalitātes novērtēšanā pētītajās Eiropas boreālā reģiona valstīs, kā arī kopsavilkums.

Igaunija

Intervijas piedalījās Meelis Leivits no Igaunijas vides aģentūras (Keskkonnaagentuur). Igaunijā par Biotopu direktīvas 17. panta ziņojuma sagatavošanu atbild Igaunijas vides aģentūra sadarbībā ar Igaunijas Vides ministrijas Dabas aizsardzības departamentu. Meelis Leivits ir viens no galvenajiem atbildīgajiem, kurš apkopo ziņojumam nepieciešamo informāciju.

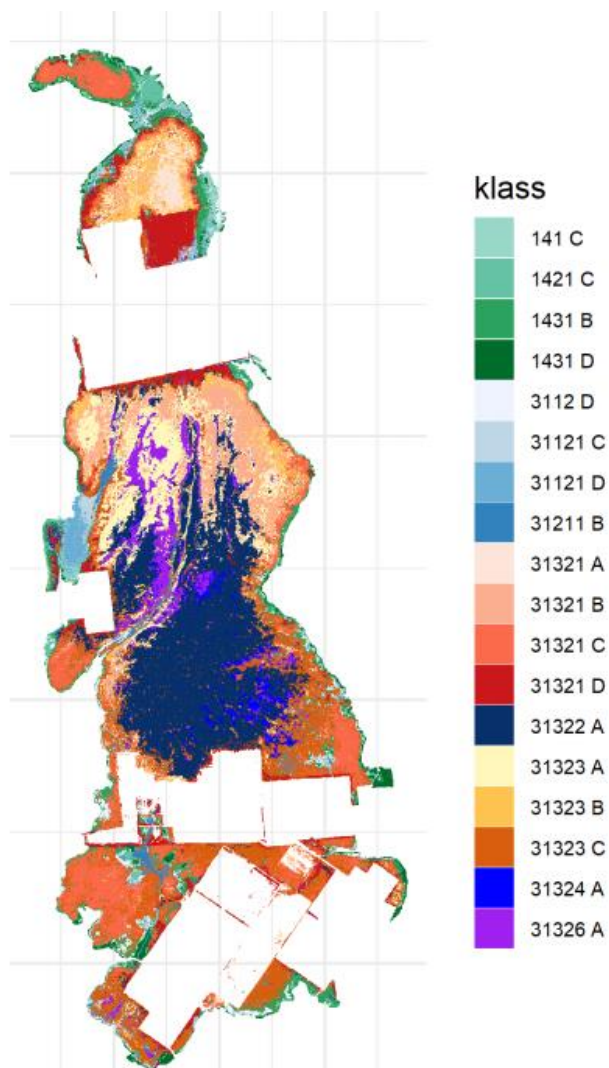
Igaunijā ir atšķirīga pieeja sauszemes biotopiem un iekšzemes ūdeņu biotopiem. M. Leivits vērtējumā saldūdeņu biotopiem ziņojums nav sevišķi kvalitatīvs, jo no dažādām institūcijām saņemtie dati ir atšķirīgas kvalitātes. Tiek domāts kā uzlabot saldūdens biotopu ziņojuma kvalitāti. Sauszemes biotopu dati ziņojuma sagatavošanā pamatā ir balstīti uz valsts nacionālā biotopu monitoringa sistēmas datiem, kurus iegūst randomizēti atlasot un pēc tam dabā apsekojot atlasītos punktus – vietas. Mežu biotopu gadījumā nacionālais monitorings šādi notiek reizi 5 gados, atlasot 1200 punktus par 11 biotopu veidiem, proporcionāli to platībai. Minimālais atlasīto punktu skaits uz biotopu veidu ir 75 apskates punkti. Citu biotopu grupu nacionālā monitoringa atlases kritērijus M.Leivits nevarēja pateikt, jo tas nav viņa ikdienas pienākums, šo darbu organizē citi kolēģi.

Saskaņā ar M.Leivits sniegto informāciju, ziņojuma sagatavošanai Igaunijā tiek izmantotas šādas datu bāzes un kopas:

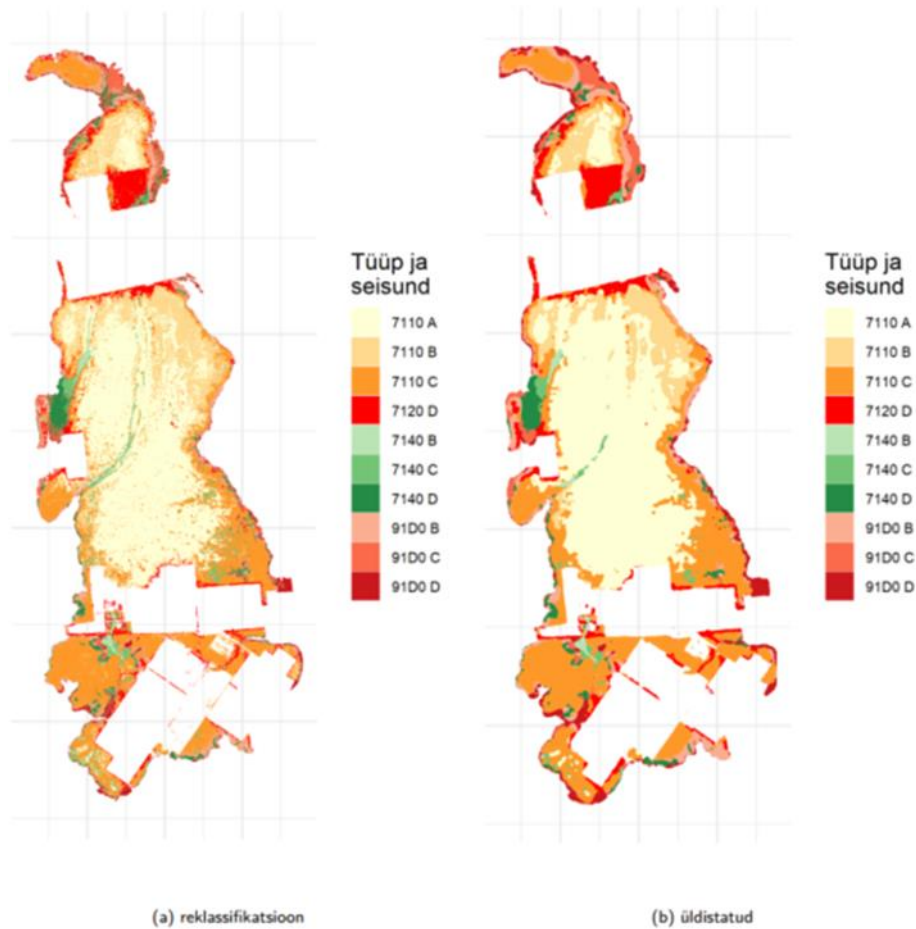
- KESE (kese.envir.ee) – valsts monitoringa datu krātuve;
- EELIS (<https://keskkonnaagentuur.ee/eelis>) – oficiālā datubāze sugu un biotopu datu uzkrāšanai;
- EstHUB (<https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Spatial-Data/National-Satellite-Data-Centre-ESTHub-p654.html>) – satelītdatu piekļuves portāls;
- Geoportaal (<https://geoportaal.maaamet.ee/eng/Spatial-Data-p58.html>) – citu GIS balstītu datu pieejas portāls.

No M. Leivits sniegtās informācijas varēja secināt, ka šobrīd attālās izpētes dati netiek izmantoti biotopu kartēšanā un stāvokļa novērtēšanā. Tomēr ir bijuši pāris projekti/aktivitātes, kuru ietvaros demonstrēts attālās izpētes datu un mašīnāpmācības potenciāls biotopu kartēšanai, tajā skaitā:

1) Augsto purvu 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 1. un 2. attēli nevar tikt iekļauti publiskā ziņojumā bez autoru piekrišanas.](#)

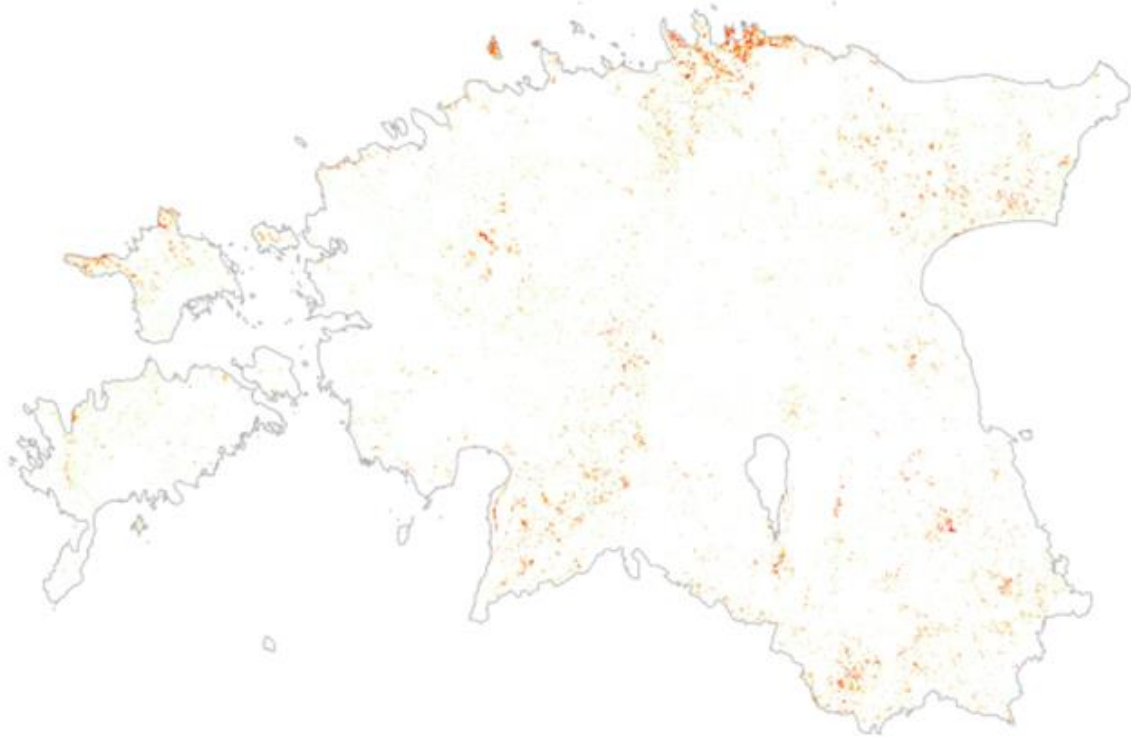


1. attēls. Piemērs Elbu Soo purva Igaunijā klasifikācijai biotopos (augu sabiedrību līmenī) no Sentinel-2 datiem, izmantojot mašīnāpmācību (EEA, 2021)



2. attēls. Piemērs Elbu Soo purva Igaunijā reklasifikācijai Eiropas līmeņa biotopu veidos no iepriekš iegūtā rezultāta, kur a) tīrs reklasifikācijas rezultāts, b) rezultāts pēc pēcāpstrādes (EEA, 2021)

2) Mežu biotopu 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. Vairumā gadījumu iegūtā klasifikācijas precizitāte bija >90%, visos - virs 80%.



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

2022. gada vasarā plānots plašāks pētījums par purvu biotopu kartēšanu no attālās izpētes datiem. Ir doma, ka nākotnē šāda pieeja varētu papildināt esošo biotopu monitoringa pieeju, tomēr M. Leivits bija skeptisks, ka tā varētu tikt pilnībā aizstāta ar attālās izpētes datiem. Eksperts uzskata, ka vienalga tiks turpināta esošā prakse ar izvēlētu parauglaukumu apsekošanu dabā.

Šobrīd Igaunijā interesējošo attālās izpētes datu produktu sagatavošana tiek deleģēta iepirkumu veidā. Piemēram, Tartu Universitāte ik gadu veicot satelītdatos balstītu izcirtumu monitoringu. No sarunas varēja noprast, ka nav sadarbības ar citām igauņu pētniecības grupām, kas darbojas attālās izpētes jomā.

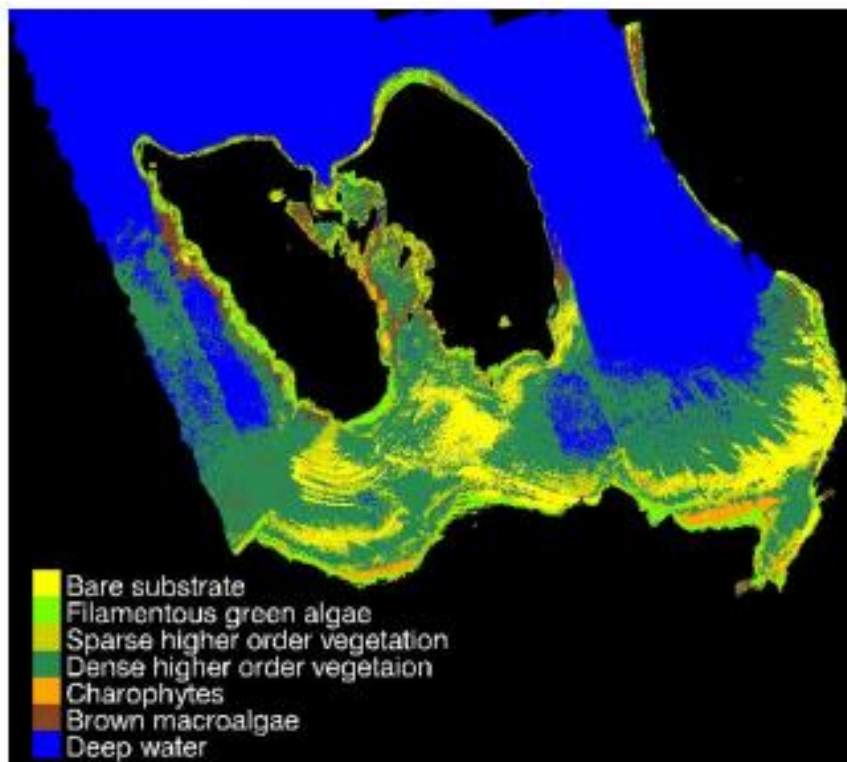
Zemāk ir atrodams pārskats par dažādu igauņu pētniecības grupu aktivitātēm attālās izpētes jomā, ko var sasaistīt ar atsevišķu biotopu kartēšanu vai to kvalitāti raksturojošu parametru novērtēšanu.

Sipelgas *et al.* (2020, 2021) no TalTech testējuši Sentinel-2 un -1 pielietojumu applūstošo teritoriju monitoringam ar mērķi kartēt palienes. Testiem un demonstrācijām tika izvēlētas vairākas teritorijas Igaunijā, izmantoti satelītu dati no 2016.-2018.g. perioda. Sentinel-2 datu gadījumā applūdušās teritorijas tika kartētas, izmantojot vienu no ūdens indeksiem - MNDWI, bet Sentinel-1 datu gadījumā tika analizētas izmaiņas atstarotajā radara signālā. Tika demonstrēts, ka ar šādu pieeju applūdušās teritorijas varot kartēt ar >90% precizitāti, vidējais kappā koeficients - 0.78. Gan Sentinel-1, gan Sentinel-2 dati var tikt izmantoti applūstošo teritoriju monitoringam, kur attiecīgie datu slāņi tālāk var tikt izmantoti palieņu kartēšanai.

Ansper un Alikas (2018) no Tartu Observatorijas ir demonstrējuši Sentinel-2 datu izmantošanu hlorofila a koncentrācijas attālinātai novērtēšanai ezeros, lai iegūto informāciju varētu izmantot ziņojuma sagatavošanai par ezeru ekoloģisko stāvokli ES Ūdens pamatdirektīvas ietvarā. Hlorofila a koncentrācijas novērtēšanas pamatā ir empīriski veidoti algoritmi, izmantojot Sentinel-2 spektrālo informāciju un references datus vairākām paraugošanas kampaņām. Šajā

gadījumā Sentinel-2 dati var tikt izmantoti ezeru biotopu kvalitātes aspektu (piem., eitrofikācijas) novērtēšanai. Nākamajos grupas pētījumos (Ansper-Toomsalu *et al.*, 2020) demonstrēts, kā satelītu altimetrija ezeru ūdens līmeņa novērtēšanai var tikt izmantota kā papildinošs elements ezeru ekoloģiskā statusa novērtēšanai. Igauniju un Vides risinājumu institūta (Latvija) kopīgajā pētījumā (Soomets *et al.*, 2020) demonstrēts, ka ar ezeriem vai ūdens tiptiem specifiskiem algoritmiem iespējams iegūt precīzāku ūdens kvalitāti raksturojošo parametru (piem., hlorofila a) novērtējumu, sasniedzot R2 0,84 līdz 0.97.

Vahtmae un Kutser (2013) no Igaunijas jūras institūta demonstrējuši augstas izšķirtspējas spektrālo datu izmantošanu piekrastes zemūdens biotopu kartēšanai līdz 2 m dziļumam, ko ierobežo ūdens caurredzamība. Sākotnēji tika izdalītas piecas klases, bet vēlākos pētījumos (Vahtmae *et al.*, 2020) izdalāmo klašu skaits palielināts līdz septiņām, skatīt attēlu zemāk. Klasifikācijas pamatā ir empīrisks algoritms, analizējot spektrālo informāciju un pieejamos references datus par dažādām augu sabiedrībām.



4. attēls. Piemērs zemūdens biotopu kartēšanai no augstas izšķirtspējas spektrāliem datiem (Vahtmae *et al.*, 2020)

Tamm *et al.* (2016) no KappaZeta / Tartu Universitātes ir izveidojuši pieeju zālāju pļaušanas gadījumu monitorēšanai no Sentinel-1 radara datiem. Pieejas pamatā ir radara koherences laikrindu analīze. Šī pieeja tiek izmantota Igaunijā lauksaimniecības subsīdiju kontrolē, lai attālināti uzraudzītu zālāju apsaimniekošanas praksi. Vienā no jaunākajiem rakstiem viņi ziņo par 73,3% precizitāti atsevišķu pļaušanas gadījumu detektēšanai, kā arī 94,8% precizitāti pļaušanas gadījuma detektēšanai sezonas griezumā (Komisarenko *et al.*, 2022). Šobrīd pieeja balstās kombinētā Sentinel-1 radara un Sentinel-2 optisko datu izmantošanā. Šobrīd šie dati tiek izmantoti lauksaimniecības subsīdiju kontrolei, bet potenciāli var tikt izmantoti arī bioloģiski vērtīgo zālāju kontrolei, lai saprastu vai un kādas darbības tajos ir veiktas. Kopā ar Vides risinājumu institūta pētniekiem (Latvija) demonstrēts, kā šī Sentinel-1 radara datus balstītā pieeja var tikt izmantota arī zālāju uzaršanas gadījumu detektēšanai (Voormansik *et al.*, 2020).

Kaasiku et al. (2021) no Tartu Universitātes demonstrēja, kā iespējams novērtēt piekrastes putniem piemērotas dzīvotnes ligzdošanai piekrastes zālajos, izmantojot Sentinel-1 radara datus. Izveidots empīrisks modelis, izmantojot Sentinel-1 radara datus un references informāciju par putnu ligzdošanas vietām, demonstrējot 88% jutību un 74% specifiku piemērotu dzīvotņu noteikšanai. Jāmin, ka arī intervētais biotopu eksperts Meelis Leivits ir pētījis putnu dzīvotņu izmaiņas purvos, izmantojot lāzerskenēšanas datus (Leivits & Leivits, 2009).

Villoslada et al. (2020) testēja ar bezpilota lidaparātu ievāktu multispektrālo datu izmantošanu piekrastes zālāju biotopu augu sabiedrību klasifikācijai un kvalitātes novērtēšanai Silma dabas rezervātā. Izmantojot *Random Forest* mašīnāpmācības algoritmu, tika sasniegti labākie klasifikācijas rezultāti (kappa koeficients 0.89).

Lietuva

Ziņojuma sagatavošanas gaitā neizdevās noorganizēt interviju ar Lietuvas pārstāvjiem, kā arī rast piemērus attālās izpētes datu izmantošanai biotopu monitoringā. Zemāk uzskaitīti piemēri no Lietuvas pētniecības grupām, kur tiek demonstrēts potenciāls attālās izpētes datu pielietojums atsevišķu biotopu novērtēšanai. Visbiežāk publikācijas ir saistītas ar ūdens ekosistēmu izmaiņu un kvalitātes novērtēšanu.

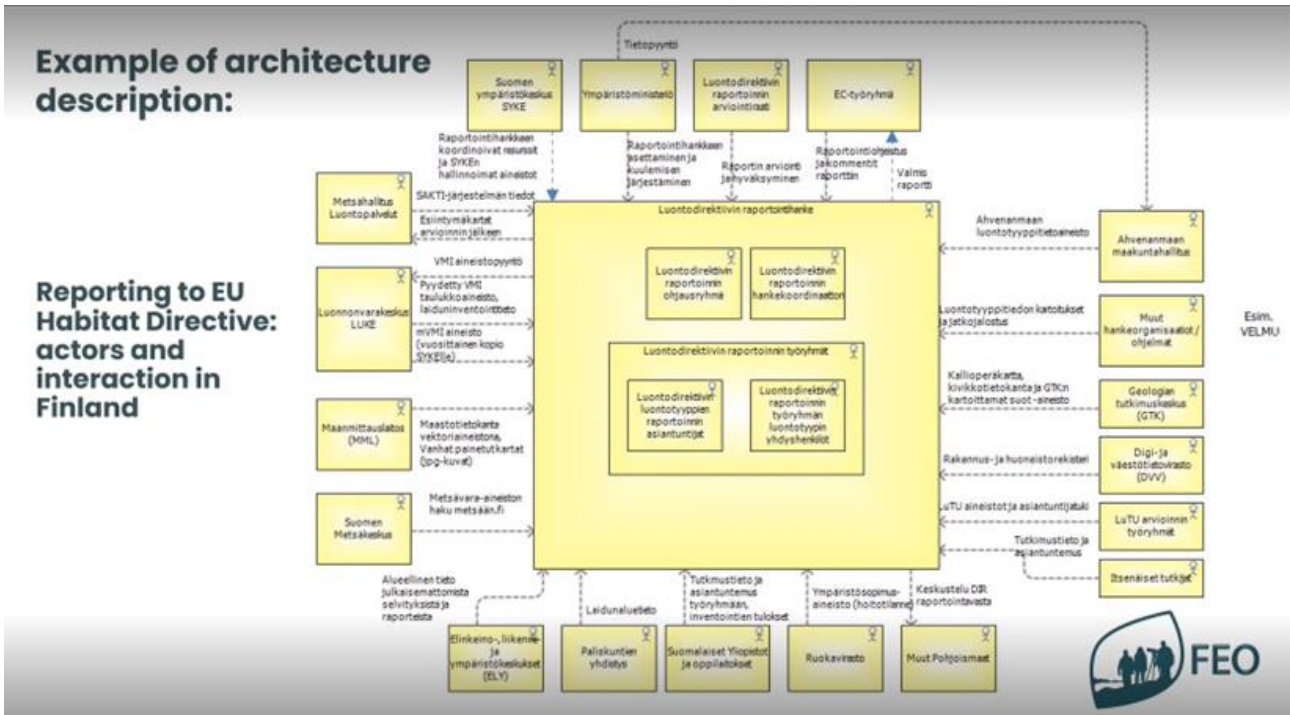
Klaipēdas Universitātes pētnieki publicējuši vairākus pētījumus par ūdens kvalitātes novērtēšanu no satelītdaliem Kuršu lagūnā (Vaiciute et al., 2021; De Santi et al., 2019), kā arī piedalījušies Eiropas mēroga pētījumā projekta EOMORES ietvaros kopā ar iepriekš pieminētiem Igaunijas pētniekiem no Tartu Universitātes par Sentinel satelītu datu izmantošanas iespēju ezeru ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanai ES Ūdens pamatdirektīvas ietvarā (Papathanasopoulou et al. 2019). Jāmin, ka pie līdzīgas tēmas strādājuši arī Viļņas Universitātes pētnieki, kas testējuši chl-a koncentrācijas novērtēšanas iespējas no Sentinel-2 datiem Lietuvas ezeros, demonstrējot novērtēšanas kļūdu RMSE 17 līdz 53 mg/m³, bet R2 0.5 līdz 0.8 robežās.

Poļu un lietuviešu pētnieki (Gozdowski et al. 2020) demonstrējuši Zemes seguma izmaiņu novērtēšanu no satelītdatiem un to izmantošanu biotopu stāvokļa izmaiņu novērtēšanā. Pilotteritorija bija Klaipēdas reģions, kurā tika salīdzinātas Zemes seguma izmaiņas starp 1984. un 2018. gadu, izmantojot brīvpieejas Landsat un Sentinel optiskos datus. Zemes seguma referencei tika izmantoti 2018.gada Corine Land Cover dati. Zemes seguma klasifikācijai izmantoja ISODATA mašīnāpmācības algoritmu. Citā pētījumā (Sujevotiene & Dabasinskas, 2022) izmantota Corine Land Cover datu analīze, novērtējot arī Zemes seguma izmaiņu ietekmi uz dabīgiem biotopiem un daudzveidību.

Edvardsson et al. (2019) pētījuši mitruma dinamiku Čepkeliai purva ekosistēmā, kur vēsturiskie aerofoto tika izmantoti, lai manuāli kartētu purva zemsedzi un izmaiņas vairāku desmitu gadu periodā.

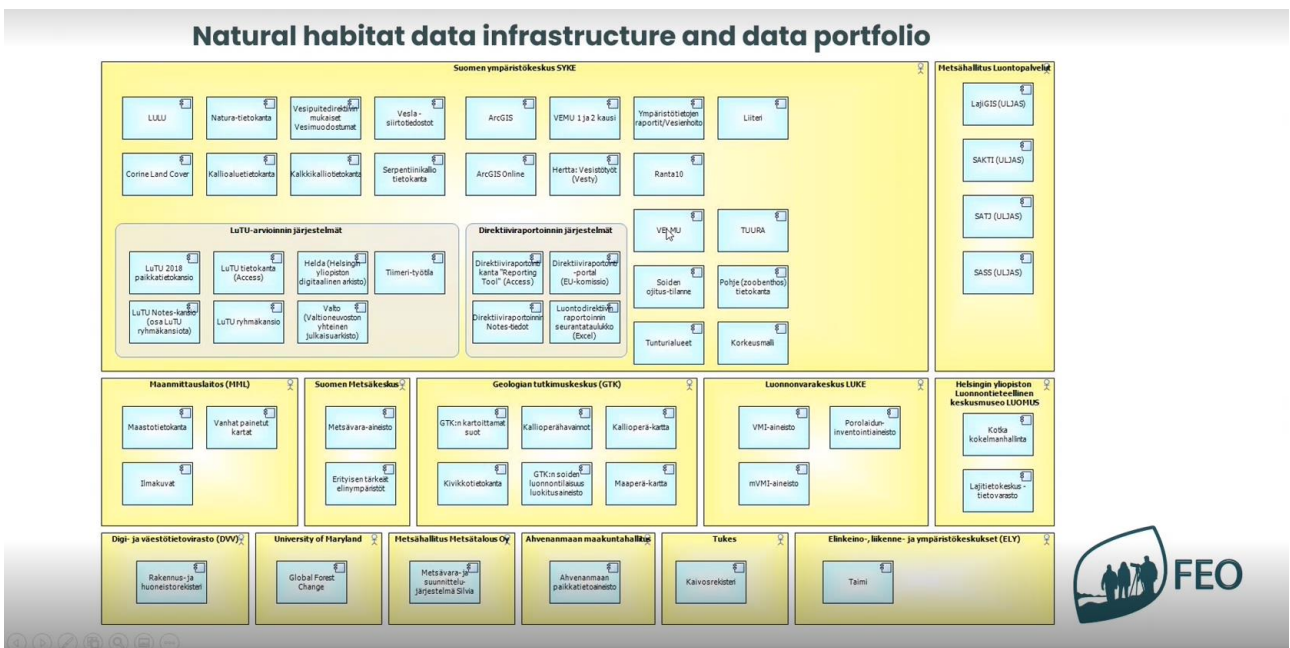
Somija

Intervijā piedalījās Petteri Vihervaara no Somijas vides institūta (SYKE - Finnish Environmental Institute). Somijā par Biotopu direktīvas 17. panta ziņojuma sagatavošanu atbild Somijas vides institūts (SYKE) Somijas Vides ministrijas virsuzraudzībā. Taču datus ziņojuma sagatavošanai piegādā virkne dažādu institūciju (5. attēls). Ziņojuma sagatavošanu organizē biotopu darba grupās. Katrai grupai ir savs vadošais eksperts, kas grupas iekšienē koordinē darbu. Līdzšinējā ziņojumu sagatavošana ir bijusi galvenokārt ekspertu vērtējumā balstīta. Daļa no ziņojumam izmantotiem datiem ir GIS dati un daļa dabā veiktu novērojumu, monitoringu dati. Attālās izpētes dati līdz šim ir minimāli vai nemaz izmantoti šim uzdevumam. Kopumā GIS un attālās izpētes datu pielietojums ziņojuma sagatavošanā un biotopu stāvokļa monitoringā Somijā nav bijis sistemātisks.



5. attēls. Shematiskā attēlojums (somiski) Somijas Biotopu direktīvas 17. panta ziņojuma sagatavošanas struktūrai – atbildīgajām iestādēm, to piegādātajiem datu veidiem un ziņojuma sagatavošanas darba grupām. Avots: FAO projekta prezentācijas ekrānuzņēmums no intervijas ar Petteri Vihervaara.

Nozīmīgākās institūcijas, kas Somijā uzkrāj un piegādā datus biotopu stāvokļa novērtēšanai Biotopu direktīvas 17.panta ziņojuma sagatavošanai ir SYKE, LUKE (Natural Resources Institute Finland) un Metsähallitus (6. attēls). Pēdējās divas institūcijas ir atbildīgas par mežu un lauksaimniecības zemju stāvokļa novērtējumu un datu piegādi. Mežu inventarizācijai Somijā reizi 5 gados tiek ievākti LIDAR dati. Saldūdens biotopiem SYKE atbild par tā kvalitātes novērtējumu un tas galvenokārt tiek veikts ar tiešajiem mērījumiem dabā.



6. attēls. Shematiskā uzskaitījums (somiski) organizācijām un to uzturētājam, piegādātajām datu kopām, kuras tiek izmantotas Somijas Biotopu direktīvas 17. panta ziņojuma sagatavošana. Avots: FAO projekta prezentācijas ekrānuzņēmums no intervijas ar Petteri Vihervaara.

Līdz 2024. gada aprīlim Somijā šobrīd tiek īstenots apjomīgs Somijas Vides ministrijas finansēts projekts Finnish Ecosystem Observatory (FAO - <https://feosuomi.fi/en/feo-finnish-ecosystem-observatory/>). FAO projektā ir mērķis gan uzlabot biotopu monitoringa metodes, Biotopu direktīvas ziņojuma sagatavošanas un arī biotopu monitoringa veikšanas procesu koordinēšanu un datu savietojamību starp dažādajiem datu piegādātājiem valstiskā līmenī. Vienlaikus šis process tiek sinhronizēts ar Eiropas Savienības prasībām pilnveidot datu kopas un formātus, kā arī izveidot ilgtermiņa vienotu monitoringa sistēmu biotopu stāvokļa novērtēšanai pēc biotopu atjaunošanas. Par biotopu monitoringa pilnveidi atbildīgā persona FAO projektā ir Aapo Ahola (aapo.ahola@syke.fi). Nākotnē Somijā biotopu monitoringu sistēmu plānots balstīt sekojošā komplektācijā: vispārīgā līmeņa attālā izpēte (satelītdati), mērķtiecīga attālā izpēte ar aviodatiem vai dronu datiem lokālā līmenī, vispārīga līmeņa lauka pētījumi, apjomīgi dati par indikatorsugām valsts mērogā un mērķēti speciāli lauka pētījumi.

Atsevišķa nozīmīga aktivitāte FAO projektā ir veltīta tieši attālās izpētes pielietošanā un integrēšanā biotopu stāvokļa novērtēšanai, kuru vada Saku Anttila (saku.anttila@syke.fi). P. Vihervaara intervijā atzīst, ka publiski redzami attālās izpētes datu pielietošanas piemēri ir atsevišķu pētījumu vai demonstrāciju rezultāts, bet līdz šim netiek pielietoti rutīnas monitoringā. Vislielāko potenciālu attālās izpētes pielietojumā Somijā šobrīd saskata tundras un purvu biotopu monitoringam, kā arī ir labi piemēri krokainās rozēs un niedru izplatības degradējošās ietekmes novērtēšanai jūras piekrastes biotopos ar aviācijā ievāktiem datiem. Īss uzskaitījums par šiem perspektīvajiem attālās izpētes datu pielietošanas piemēriem biotopu monitoringā Somijā uzskaitīts šeit: <https://feosuomi.fi/en/remote-sensing-in-support-of-biodiversity-monitoring-a-story-map/>; kā arī šeit vairāk par purvu hidroloģijas un apšu detektēšanu kā bioloģiskās daudzveidības karstajiem punktiem: <https://feosuomi.fi/en/igarss-2021-finnish-ecosystem-observatory-feo-operationalizing-remote-sensing-analyses-for-threatened-habitats-and-biodiversity-monitoring/>

No publiski pieejamās informācijas (Vihervaara *et al.*, 2017) redzams, ka atbildīgā institūcija - Finnish Environment Institute izvērtējusi no attālās izpētes datiem novērtējamu Essential Biodiversity Variables (EBV) konceptu nacionālā biotopu monitoringa aspektā. EBV šajā kontekstā ir parametri (kopā 22), ko iespējams novērtēt no attālās izpētes datiem, lai tālāk tos izmantotu bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai. Attēlā zemāk parādīti piemēri attālās izpētes datiem un EBV, kurus no tiem varētu novērtēt (7. attēls). Jāmin, ka vēlākā pētījumā (Forsis *et al.*, 2021) demonstrēta attālās izpētes datus balstītu indikatoru izmantošana, lai novērtētu bioloģisko daudzveidību, kā arī novērtētu oglekļa bilanci. P. Vihervaara atzina, ka EBV koncepts šobrīd netiek pielietots biotopu monitoringa kontekstā, nepieciešams akcepts attiecīgo indikatoru izmantošanai no biotopu ekspertu puses. Tomēr EBV figurē starp monitorējamiem indeksiem FEO rekomendācijās.

Remote sensing instruments	Spatial Resolution	Biodiversity indicators
Coarse spatial resolution		
MODIS, AVHRR, MERIS, Sentinel-3	250 - 1200 m	Algae (marine and inland waters) (Box 1), Organic matter (Box 1), Pollen season ^{**} (Hogda et al. 2002)
Medium to high spatial resolution		
Landsat, SPOT 5&6, IRS LISS, RapidEye, Sentinel-2	5-30 m	Forest fragmentation, Fragmentation of pristine mires, Lichen pastures, Tree line, Tree species composition [†] , High Nature Value Farmland ^{**†} (Hazeu et al. 2014), Farmland birds ^{**†} (Prins et al. 2005), Soil sealing [†] , Lichen pastures (Colpaert et al. 2003, Johansen & Karlsen 2005), Seals (LaRue et al. 2011), Bird and butterfly habitats ^{**†} , Butterfly range shifts ^{**†} , Shoreline vegetation
High temporal resolution data		
DMC, IRS AWIFs, MODIS, AVHRR, Sentinel-2	22-1000m	Tree species composition, Pollen season ^{**†}
Very high spatial resolution		
IKONOS, QuickBird GeoEye, WorldView	0.5-1 m Pancromatic	Dead wood ^{**†} , Dead wood on wooded mires ^{**†} , Forest vegetation, Shoreline vegetation (Box 2), Traditional rural biotopes ^{**†} , High Nature Value Farmland, Tree species composition, Field margins and buffer strips ^{**†,***} , Urban biotopes, Bird and butterfly habitats ^{**†,***} , Butterfly range shifts ^{**†} , Seals
	2-4 m Multispectral	
RPAS	2-10 cm	
Hyperspectral		
Airborne instruments like AISA, AVIRIS	1-2 m (depending on flight height)	Field margins and buffer strips ^{**†,***} , Forest vegetation [†] , Shoreline vegetation, Tree species composition [†] , Weeds on spring cereal weeds ^{**†} , Urban biotopes
Hyperion	30 m	
Active remote sensing data		
SARs: ERS-1 & 2, ASAR, Radarsat 1-2; TerraSAR-X, Cosmo-Skymed, Sentinel-1, LiDAR (not in satellites atm)	1-100m	Forest age structure [†] , Forest birds ^{**†} , Wildlife richness ^{**†} , Exposed rocky and esker habitats ^{†,***} Tree species composition (Korpela et al. 2010, Puttonen et al. 2010), Extent of palsa mires (Bartsch et al. 2007), Visibility depth, Rocky habitat and esker species ^{†,***}

[†]) Existing GIS datasets that are based on satellite images can be applied (e.g. NFI, CLC)

^{**}) Other existing GIS datasets are needed to provide better information (e.g. in-situ data, statistics)

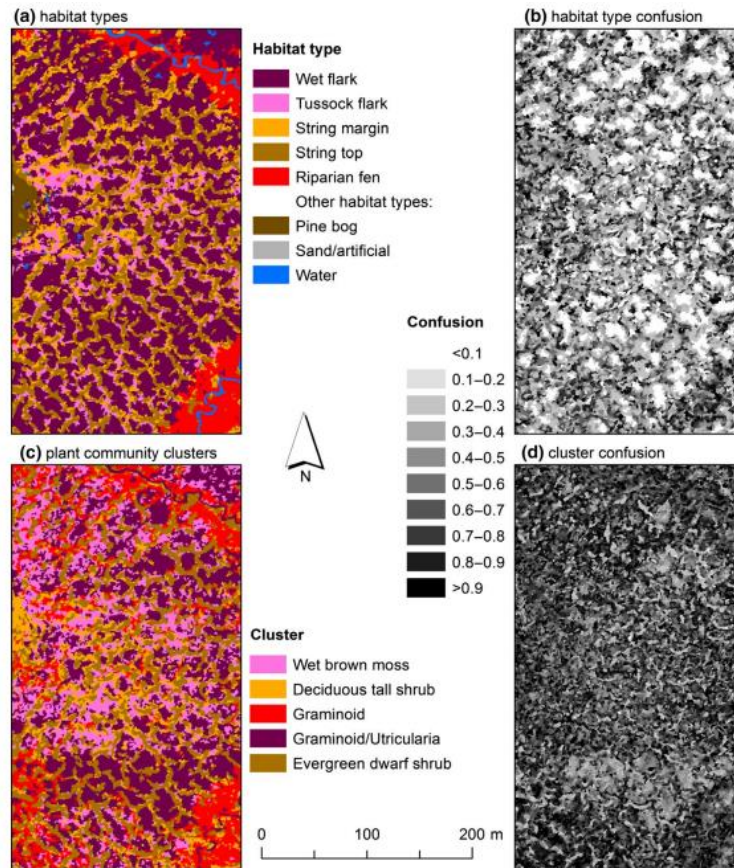
^{***}) Benefits significantly from the use of RPAS = Remotely piloted aerial systems

7. attēls. Zemes novērošanas datu pielietojums EBV novērtēšanā (Vihervaara *et al.*, 2017)

Somu pētņieki (Lopatin *et al.* 2016) testējuši iespējas attālinātai mežu apsaimniekošanas kontrolei, lai pārbaudītu atbilstību PEFC sertifikācijai. Viņi atzinuši, ka attālās izpētes datos balstīta pieeja nevarētu aizvietot tradicionālās lauka vizītes, bet varētu iekonomēt ~ 20 h darba katrā lauka vizītē, palielināt sertifikācijas caurskatāmību, noklāt visu interesējošo teritoriju, kā arī efektīvāk plānot lauka vizītes. Citā pētījumā (Mayra *et al.*, 2021) tika demonstrēta lāzerskenēšanas un hiperspektrālo datu izmantošana koku klasifikācijā, izmantojot 3D neironu tīklus, demonstrējot kopējo klasifikācijas precizitāti līdz 87%.

Rasanen *et al.* (2019) testējuši dažādu augstas izšķirtspējas attālās izpētes datu pielietojumu purvu veģētācijas kartēšanai, piemērs klasifikācijas rezultātam un izvēlētajām veģētācijas klasēm redzams 8. attēlā zemāk. Kopējā demonstrētā klasifikācijas precizitāte bija 72%. Citā pētījumā (Torabi Haghghi *et al.*, 2018) demonstrēta purvu drenāžas izveides un izstrādes monitorēšana, izmantojot veģētācijas indeksus (NDVI), kas aprēķināti no satelītu spektrāliem datiem.

Rautio *et al.* (2018) demonstrējuši augstas izšķirtspējas termālo datu pielietojumu derīgo izrakteņu ieguves ietekmei uz apkārtējām ūdens ekosistēmām.

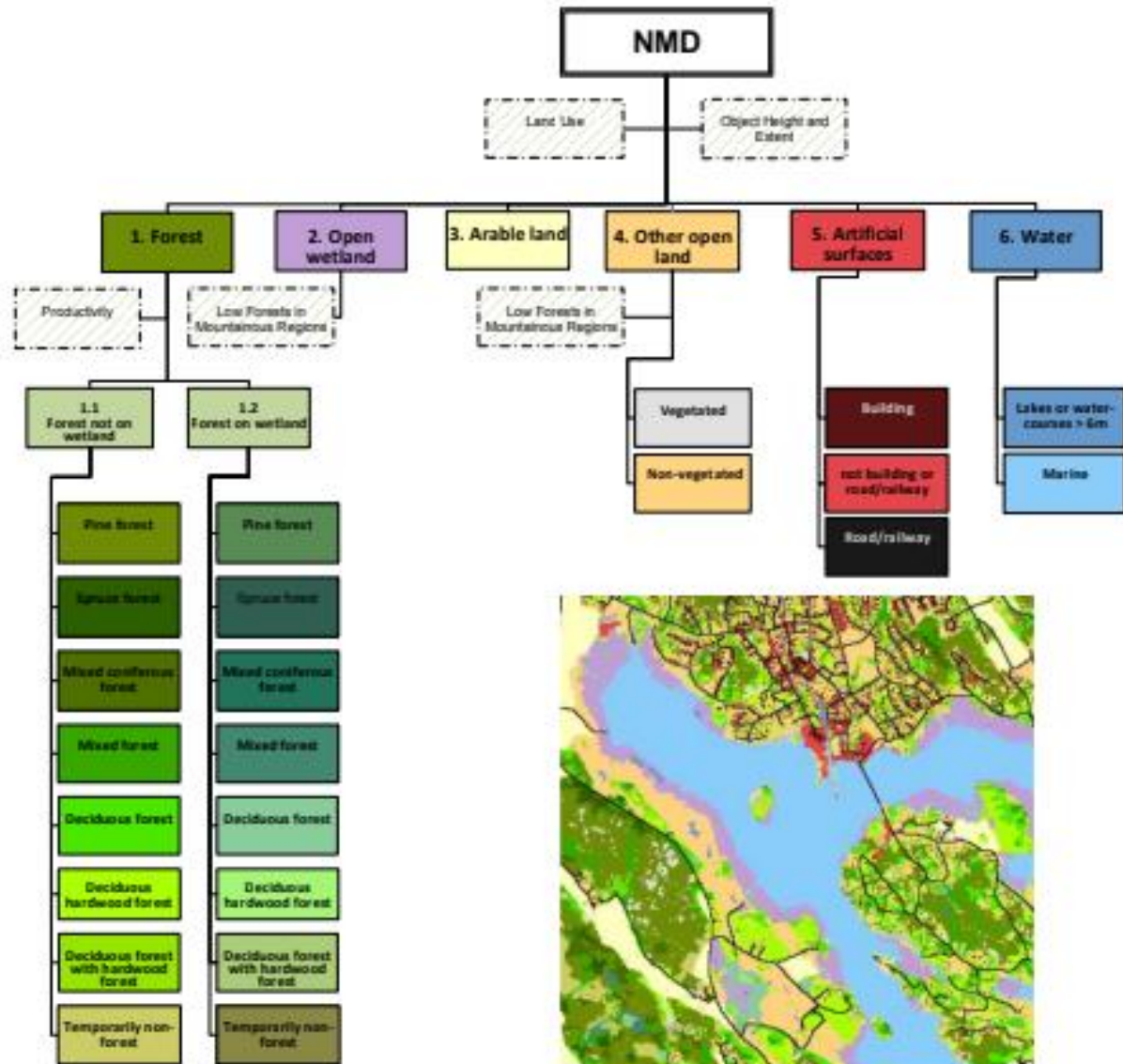


8. attēls. Piemērs purvu veģetācijas klasifikācijai no attālās izpētes datiem (Rasanen *et al.*, 2019).

Zviedrija

Intervijā piedalījās Ola Inghe un Camilla Jonsson no Zviedrijas vides aizsardzības aģentūras (Naturvårdsverket). Biotopu izplatības un stāvokļa apzināšanai izmanto pieejamos datus no dažādiem avotiem, bet joprojām monitorings balstās uz klātienēs vizītēm un parauglaukumu apsekošanu. Attālās izpētes datus - publiski pieejamos ortofoto un lāzerskenēšanas datus - izmanto, lai manuāli kartētu biotopus Natura 2000 teritorijās, ko līgumdarbu veidā pasūta Metria AB (<https://metria.se/>). Iegūto informāciju izmanto lauka apsekojumu plānošanai. Atjauninājumi vai izmaiņas tiek veiktas, ja eksperts norāda uz kļūdu vai novecojušu informāciju kartējumā.

Tieša biotopu kartēšana no satelītdatiem netiek veikta, uzskata, ka tikai no tālāzpētes datiem biotopus nevarētu nokartēt. Tomēr netiešā veidā no Zemes seguma klasifikācijas varētu gūt informāciju par izmaiņām biotopu izplatībā un stāvoklī. Uzskata, ka Corine Land Cover ir pārāk neprecīzs un nepraktisks veids šim nolūkam. Pašlaik strādā pie detalizētas un uzlabotas Zemes seguma klasifikācijas valsts mērogā (Allard, 2017), kuras pamatā būtu automatizēta datu apstrāde no publiski pieejamiem datiem, tai skaitā Sentinel satelītu datiem (SEA, 2020). Esot sākuši ar 25 klašu izdalīšanu, bet šobrīd jau plānojot Zemes seguma klasifikāciju veikt ar 54 klasēm (SEA, 2020). Attēlā zemāk redzama klasifikācijas nomenklatūra, kur mežs (*skog*) tiek iedalīts 16 dažādās klasēs atkarībā no koku tipa un augšanas apstākļiem (9. attēls). Šogad rudenī plānota nākamā iterācija uzlabotai Zemes seguma kartēšanai Zviedrijā.



9. attēls. Zemes seguma klases Zviedrijas uzlabotai Zemes seguma klasifikācijai (SEA, 2020)

Abi intervētie eksperti norādīja, ka par saldūdeņu un piekrastes ūdeņu biotopu kartēšanu atbildīgā institūcija ir Zviedrijas jūras un ūdens pārvaldības aģentūra. Šī aģentūra pērn ir publicējusi rakstu (Huber *et al.* 2021) par Sentinel-2 un bezpilota lidaparātu izmantošanas iespējām zemūdens veģetācijas monitoringam, balstoties uz rezultātiem, kas iegūti Zviedrijas mēroga kartēšanā. Ziņotā klasifikācijas precizitāte bija 60 līdz 77%. To ietekmēja ūdens caurspīdība, kā arī dziļums, kādā veģetācija atradās. Citas zviedru grupas pētījumā (Husson *et al.* 2016) tika testēta virsūdens veģetācijas kartēšana no augstas izšķirtspējas dronu datiem, sasniedzot 93 līdz 99% precizitāti ūdens un veģetācijas izšķiršanai, 62 līdz 90% precizitāti dažādu morfoloģiski atšķirīgu augu izšķiršanai. Automatizētās datu apstrādes pieejas pamatā tika izmantots *Random Forest* algoritms.

Mockel *et al.* (2016), sadarbojoties ar Lund University pētniekiem, testēja bioloģiskās daudzveidības novērtēšanu no augstas izšķirtspējas hiperspektrāliem datiem ganītos sausajos zālajos Olandes salā, demonstrējot līdz 20% RMSE labākajā gadījumā. Jāmin, ka labākais rezultāts tika iegūts, izmantojot *Partial Least Squares* regresijas modeli, nevis spektrālās heterogenitātes novērtējumu, kas neatbilst citiem līdzīgiem pētījumiem.

Svensson et al. (2018) no Zviedrijas lauksaimniecības universitātes izmantojuši Landsat satelītdata arhīvu, lai analizētu dabīgo boreālo mežu zudumus 50-60 gadu periodā. Pētāmā teritorija bija 46000 km². Citā pētījumā (Udali et al., 2021) testējuši Sentinel-1 radara datu pielietojumu mežu tipu un trīs galveno sugu izšķiršanai. Skuju un lapu koku meži tika izšķirti ar 94% precizitāti ($K = 0.86$), bet trīs galvenās koku sugas (egle, priede un bērzs) ar 66% precizitāti ($K = 0.54$).

Secinājumi

Eiropas boreālā reģiona valstu pieredze rāda, ka biotopu monitoringu pamatā nodrošina dati no biotopu klātienēs vizītēm lauka apstākļos. Attālās izpētes dati tiek izmantoti kā papildus datu slāņi vizīšu gatavošanās procesā, kā arī tiek īstenoti vairāki pilotprojekti attālās izpētes datu izmantošanas potenciāla testēšanai. Attālās izpētes datu izmantošanai biotopu monitoringam var izdalīt četras galvenās pieejas:

- 1) Manuāla publisko ortofoto un lāzerskenēšanas datu produktu analīze, lai manuāli iezīmētu potenciālās biotopu robežas, kas ļauj sagatavot biotopu pamata karti interesējošai teritorijai (piem., Natura 2000 teritorijām) vai arī plānot parauglaukumu izvēli klātienēs vizītēm. Šajā gadījumā rezultāts ir atkarīgs no biotopu eksperta pieredzes un datu interpretācijas, kā arī pieejamo datu aktualitātes. Tomēr ir iespējams iegūt augstas detalizācijas biotopu kartējumu.
- 2) Tieša biotopu vai augu kopienu kartēšana no pieejamiem satelītdatiem (parasti optiskiem spektrāliem datiem no Landsat vai Sentinel satelītiem), izmantojot biotopu inventarizācijas datus mašīnāpmācības algoritmu apmācībai. Šādu pieeju šobrīd testē Igaunijas vides aģentūra purvu biotopiem (skatīt Igaunijas piemērus zemāk), iepriekš testēts mežu biotopiem. Jāizvērtē katra biotopa izšķiršanas iespēja izmantotajos datos, respektīvi, nepieciešama priekšizpēte.
- 3) Zemes seguma detalizētāka klasifikācija, saprotot kādas klases iespējams automatizēti izšķirt no pieejamiem datiem. Zemes seguma kartējumus un izmaiņas ir tālāk iespējams izmantot biotopu platību izmaiņu novērtēšanai. Šādu pieeju šobrīd testē Zviedrijas vides aģentūra (skatīt Zviedrijas piemērus zemāk). Šajā gadījumā klases ir vispārīgākas, netieši attiecināmas uz noteiktiem biotopu veidiem, izmantojot papildus informāciju. Pieejas priekšrocība ir pieejamā priekšizpētes informācija par dažādu Zemes seguma klašu izšķiršanas spēju. Zemes seguma klasifikācija tiek veikta Eiropas līmenī jau kopš 1990. gada CORINE Land Cover programmas ietvaros, šobrīd notiek aktīvas diskusijas, kā pielāgot šo klasifikāciju (izveidot jaunu CLC+ programmu), lai datu procesu varētu automatizēt. Uzkrātā pieredze dažādu Zemes seguma klašu izdalīšanai no satelītdatiem skatāma Copernicus Land Monitoring Service mājas lapā (<https://land.copernicus.eu/>). Gan Zviedrijā, gan Somijā notiek pētījumi par detalizētāku un regulāru Zemes seguma klasifikāciju, ko varētu izmantot arī CORINE Land Cover atskaitēm, tai skaitā arī citam monitoringam, kas saistīts ar Zemes seguma izmaiņām.
- 4) Bioloģiskās daudzveidības rādītāji (Essential Biodiversity Variables), kurus izvēlējušies attālās izpētes un ekoloģijas eksperti no GEO BON, kurus iespējams novērtēt no satelītu datiem. Šajā tematikā atrodamas daudzas publikācijas augsta līmeņa žurnālos (Skidmore et al. 2015, 2021), izveidojot sarakstu ar EBVs. Pieejas pamatā ir bioloģiskās daudzveidības monitoringa vēlmju un satelītdata piedāvāto iespēju salāgošana, lai varētu regulāri automātiski ģenerēt interesējošos datu produktus. Šādu pieeju šobrīd testē Somijas vides institūts. Šajā gadījumā rādītāji tieši neatbilst konkrētiem biotopiem, bet var tikt izmantoti gan to platību, gan kvalitātes izmaiņu novērtēšanai.

Automatizētās datu apstrādes pamatā bieži vien tiek izmantoti mašīnāpmācības algoritmi. Algoritma izvēle ir saistīta ar uzdevuma sarežģītību un pieejamiem referenču datiem. Piem., neironu tīklu - īpaši dziļās mašīnāpmācības algoritmu - trenēšanai nepieciešams daudz vairāk

references datu nekā standarta variantiem, piem., *Random Forest* vai *Support Vector Machine*. Pirms mašīnāpmācības algoritma trenēšanas ieteicams izvērtēt uzdevuma sarežģītību, pārbaudīt, vai interesējošo objektu/klasi var izšķirt ar vienkāršiem loģiskiem nosacījumiem.

Literatūras saraksts

Allard, A., 2017. NILS–A Nationwide Inventory Program for Monitoring the Conditions and Changes of the Swedish Landscape. In *The Roles of Remote Sensing in Nature Conservation* (pp. 79-90). Springer, Cham.

Ansper, A. and Alikas, K., 2018. Retrieval of chlorophyll a from Sentinel-2 MSI data for the European Union water framework directive reporting purposes. *Remote Sensing*, 11(1), p.64.

Ansper-Toomsalu, A., Alikas, K., Nielsen, K., Tuvikene, L. and Kangro, K., 2021. Synergy between Satellite Altimetry and Optical Water Quality Data towards Improved Estimation of Lakes Ecological Status. *Remote Sensing*, 13(4), p.770.

De Santi, F., Luciani, G., Bresciani, M., Giardino, C., Lovergine, F.P., Pasquariello, G., Vaiciute, D. and De Carolis, G., 2019. Synergistic Use of synthetic aperture radar and optical imagery to monitor surface accumulation of cyanobacteria in the Curonian Lagoon. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(12), p.461.

Edvardsson, J., Baužienė, I., Lamentowicz, M., Šimanauskienė, R., Tamkevičiūtė, M., Taminskas, J., Linkevičienė, R., Skuratovič, Ž., Corona, C. and Stoffel, M., 2019. A multi-proxy reconstruction of moisture dynamics in a peatland ecosystem: A case study from Čepkeliai, Lithuania. *Ecological Indicators*, 106, p.105484.

EEA, 2021. LOODUSDIREKTIIVI SOOELUPAIKADE SEIRE 2021. a. Aruanne. Riikliku keskkonnaseire elustiku mitmekesisuse seireprogrammi seiretöö

Forsius, M., Kujala, H., Minunno, F., Holmberg, M., Leikola, N., Mikkonen, N., Autio, I., Paunu, V.V., Tanhuanpää, T., Hurskainen, P. and Mäyrä, J., 2021. Developing a spatially explicit modelling and evaluation framework for integrated carbon sequestration and biodiversity conservation: Application in southern Finland. *Science of the Total Environment*, 775, p.145847.

Gozdowski, D., Žukovskis, J., Kaziukonytė, K. and Razinkovas-Baziukas, A., 2020. Evaluation of land cover changes in Southwestern Lithuania from 1984 to 2018 using medium spatial resolution satellite imagery. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(6).

Grendaitė, D., Stonevičius, E., Karosienė, J., Savadova, K. and Kasperovičienė, J., 2018. Chlorophyll-a concentration retrieval in eutrophic lakes in Lithuania from Sentinel-2 data. *Geologija. Geografija*, 4(1).

Huber, S., Hansen, L.B., Nielsen, L.T., Rasmussen, M.L., Sølvsteen, J., Berglund, J., Paz von Friesen, C., Danbolt, M., Envall, M., Infantes, E. and Moksnes, P., 2021. Novel approach to large-scale monitoring of submerged aquatic vegetation: A nationwide example from Sweden. *Integrated Environmental Assessment and Management*.

Kaasiku, T., Praks, J., Jakobson, K. and Rannap, R., 2021. Radar remote sensing as a novel tool to assess the performance of an agri-environment scheme in coastal grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 56, pp.464-475.

Komisarenko, V., Voormansik, K., Elshawi, R. and Sakr, S., 2022. Exploiting time series of Sentinel-1 and Sentinel-2 to detect grassland mowing events using deep learning with reject region. *Scientific Reports*, 12(1), pp.1-15.

Leivits, M. and Leivits, A., 2009. Use of sequential aerial photography and LiDAR for mapping Scots Pine (*Pinus sylvestris*) encroachment and change detection in bird habitats from 1950 to 2007 in Nigula mire (Estonia). In *Proceedings of 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE)*.

Leivits, 2022. Loodusdirektiivi metsaelupaikade kaardistamise võimalused kasutades kaugeire andmeid ja masinõppe meetodeid. <https://keskkonnaportaal.ee/sites/default/files/2022-04/Loodusdirektiivi%20metsaelupaikade%20kaardistamise%20v%C3%B5imalused%20kasutades%20kaugeire%20andmeid%20ja%20masin%C3%B5ppe%20meetodeid.pdf>

- Lopatin, E.,** Trishkin, M. and Gavrilova, O., **2016.** Assessment of compliance with PEFC forest certification indicators with remote sensing. *Forests*, 7(4), p.85.
- Mäyrä, J.,** Keski-Saari, S., Kivinen, S., Tanhuanpää, T., Hurskainen, P., Kullberg, P., Poikolainen, L., Viinikka, A., Tuominen, S., Kumpula, T. and Vihervaara, P., **2021.** Tree species classification from airborne hyperspectral and LiDAR data using 3D convolutional neural networks. *Remote Sensing of Environment*, 256, p.112322.
- Möckel, T.,** Dalmayne, J., Schmid, B.C., Prentice, H.C. and Hall, K., **2016.** Airborne hyperspectral data predict fine-scale plant species diversity in grazed dry grasslands. *Remote Sensing*, 8(2), p.133.
- Papathanasopoulou, E.,** Simis, S.G.H., Alikas, K., Ansper, A., Anttila, J., Barillé, A., Barillé, L., Brando, V., Bresciani, M., Bučas, M. and Gernez, P.M., **2019.** Satellite-assisted monitoring of water quality to support the implementation of the Water Framework Directive. EOMORES white paper.
- Räsänen, A.,** Juutinen, S., Tuittila, E.S., Aurela, M. and Virtanen, T., **2019.** Comparing ultra-high spatial resolution remote-sensing methods in mapping peatland vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 30(5), pp.1016-1026.
- Rautio, A.B.,** Korkka-Niemi, K.I. and Salonen, V.P., **2018.** Thermal infrared remote sensing in assessing groundwater and surface-water resources related to Hannukainen mining development site, northern Finland. *Hydrogeology Journal*, 26(1), pp.163-183.
- SEA, 2020.** Nationella marktäckedata 2018. Basskikt.
- SEA, 2020.** National Land Cover Database (NMD). Product Description.
- SEA, 2021.** Produktbeskrivning Nationella marktäckedata 2.0. Testprodukter.
- Sipelgas, L.,** Aavaste, A. and Uiboupin, R., **2020.** Mapping recurrent flooding zone along estonian inland waters from Sentinel-1 and-2. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, pp.627-632.
- Sipelgas, L.,** Aavaste, A. and Uiboupin, R., **2021.** Mapping Flood Extent and Frequency from Sentinel-1 Imagery during the Extremely Warm Winter of 2020 in Boreal Floodplains and Forests. *Remote Sensing*, 13(23), p.4949.
- Skidmore, A.K.,** Pettoirelli, N., Coops, N.C., Geller, G.N., Hansen, M., Lucas, R., Múcher, C.A., O'Connor, B., Paganini, M., Pereira, H.M. and Schaepman, M.E., **2015.** Environmental science: Agree on biodiversity metrics to track from space. *Nature*, 523(7561), pp.403-405.
- Skidmore, A.K.,** Coops, N.C., Neinavaz, E., Ali, A., Schaepman, M.E., Paganini, M., Kissling, W.D., Vihervaara, P., Darvishzadeh, R., Feilhauer, H. and Fernandez, M., **2021.** Priority list of biodiversity metrics to observe from space. *Nature ecology & evolution*, 5(7), pp.896-906.
- Soomets, T.,** Uudeberg, K., Jakovels, D., Brauns, A., Zagars, M. and Kutser, T., **2020.** Validation and comparison of water quality products in baltic lakes using sentinel-2 msi and sentinel-3 OLCI data. *Sensors*, 20(3), p.742.
- Sujetovienė, G. and Dabašinskis, G., 2022.** Interactions between changes in land cover and potential of ecosystem services in Lithuania at temporal and spatial scale. *Ecological Complexity*, 49, p.100984.
- Svensson, J.,** Andersson, J., Sandström, P., Mikusiński, G. and Jonsson, B.G., **2019.** Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conservation Biology*, 33(1), pp.152-163.
- Tamm, T., Zalite, K., Voormansik, K. and Talgre, L., 2016. Relating Sentinel-1 interferometric coherence to mowing events on grasslands. *Remote Sensing*, 8(10), p.802.
- Torabi Haghighi, A.,** Menberu, M.W., Darabi, H., Akanegbu, J. and Kløve, B., **2018.** Use of remote sensing to analyse peatland changes after drainage for peat extraction. *Land Degradation & Development*, 29(10), pp.3479-3488.
- Udali, A.,** Lingua, E. and Persson, H.J., **2021.** Assessing Forest Type and Tree Species Classification Using Sentinel-1 C-Band SAR Data in Southern Sweden. *Remote Sensing*, 13(16), p.3237.
- Vahtmäe, E. and Kutser, T., 2013.** Classifying the Baltic Sea shallow water habitats using image-based and spectral library methods. *Remote Sensing*, 5(5), pp.2451-2474.

Vahtmäe, E., Paavel, B. and Kutser, T., **2020**. How much benthic information can be retrieved with hyperspectral sensor from the optically complex coastal waters?. *Journal of Applied Remote Sensing*, 14(1), p.016504.

Vihervaara, P., Auvinen, A.P., Mononen, L., Törmä, M., Ahlroth, P., Anttila, S., Böttcher, K., Forsius, M., Heino, J., Heliölä, J. and Koskelainen, M., **2017**. How essential biodiversity variables and remote sensing can help national biodiversity monitoring. *Global Ecology and Conservation*, 10, pp.43-59.

Villoslada, M., Bergamo, T.F., Ward, R.D., Burnside, N.G., Joyce, C.B., Bunce, R.G.H. and Sepp, K., **2020**. Fine scale plant community assessment in coastal meadows using UAV based multispectral data. *Ecological Indicators*, 111, p.105979.

Voormansik, K., Zalite, K., Sünter, I., Tamm, T., Koppel, K., Verro, T., Brauns, A., Jakovels, D. and Praks, J., **2020**. Separability of mowing and ploughing events on short temporal baseline Sentinel-1 coherence time series. *Remote Sensing*, 12(22), p.3784.

PIELIKUMS

Eiropas boreālā reģiona valstu pārstāvju interviju jautājumi par attālās izpētes pielietojumu ES biotopu monitoringā

Vispārīgi jautājumi par Biotopu direktīvas 17.panta ziņojuma sagatavošanu

- Kuras institūcijas un kādu uzdevumu veikšanai ir iesaistītas ziņojuma sagatavošanā?
- Kā tiek organizēts ziņojuma sagatavošanas process – kādus soļus ietver?
- Ja darbs tiek organizēts pa biotopu grupām – kāds šo grupu dalījums un ar ko atšķiras darbs starp grupām?
- Kādi ir galvenie dati, kas tiek pielietoti biotopu platības un kvalitātes izmaiņu ziņošanai (attālā izpēte, dati, datubāzes)?

Jautājumi par attālās izpētes pielietošanu

- Vai un kā attālā izpēte tiek pielietota biotopu platības un kvalitātes novērtēšanai nacionālā vai lokālā līmenī?
- Kāda ir jūsu pieredze attālās izpētes pielietošanā un atsauksmes?
- Vai ir kādi pētījumi (notikuši, notiekoši vai plānoti) saistībā ar attālās izpētes pielietošanu biotopu novērtēšanā?

Jautājumi par kartogrāfisko datu un datubāžu pielietošanu

- Kādas nacionāla mēroga kartogrāfiskās datubāzes izmanto ziņojuma sagatavošanā? Kas uztur šīs datubāzes un vai to izveidē tiek pielietota attālās izpēte?
- Kādiem biotopiem, biotopu grupām šīs datubāzes izmanto?
- Kādam mērķim šos GIS datus ziņojuma sagatavošanā izmanto – platības vai kvalitātes novērtēšanai?

Ja nevar tik detalizēti atbildēt uz šiem jautājumiem – vai var ieteikt speciālistu, kas konkrēto darbu veicis, lai ar viņu sazinātos.