

Järvien vedenalaisen kasvillisuuden linjakartoitus

Menetelmän tausta ja tulokset sekä maastotyöhje



Jari Ilmonen, Seppo Hellsten, Minna Kuoppala, Mervi Laaksonen, Mikko Suonio
ja Lippi Vertio.



30.9.2022

Tämä raportti on tuotettu Freshabit LIFE IP (LIFE14 IPE/FI00023) -hankkeessa (2016-2022)
(<https://www.metsa.fi/projekti/freshabit/>)

Teksti ja kuvat: Jari Ilmonen¹, Seppo Hellsten², Minna Kuoppala², Mervi Laaksonen¹, Mikko Suonio¹ ja Lippi Vertio¹.

¹Metsähallitus, Luontopalvelut

²Suomen ympäristökeskus, Vesikeskus

Hanke on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta. Aineiston sisältö heijastelee sen tekijöiden näkemyksiä, eikä Euroopan komissio tai CINEA ole vastuussa aineiston sisältämien tietojen käytöstä.

Sisällys

Summary in English	3
OSA I: Tausta, lähestymistapa ja keskeiset tulokset	4
1. Johdanto	4
2. Vesikasvillisuuden inventointiin ja seurantaan käytetyt menetelmät.....	4
3. Menetelmän tavoitteet ja käyttötarkoitus	5
4. Linjasukellusmenetelmän ja päävyöhykemenetelmän tulosten vertailu Puruvedellä	7
5. Yhteenveto ja kehittämismahdollisuuksia	10
OSA II: Maastokartoitusmenetelmän kuvaus	12
1. Tausta.....	12
2. Tutkimusalan muodostaminen	12
3. Kasvillisuusruutujen sijoittaminen linjalle	15
4. Työnkuvaus	17

Summary in English

A line survey method for submerged vegetation in lakes. Background, results, and guidance for field work.

A line survey method for assessment and monitoring of aquatic vegetations was developed in Freshabit LIFE IP (2016-2022), a project funded by the EU LIFE integrated projects programme. This report describes the method. The method is based on line surveys with sampling plots, which are studied by wading with an aquascope or scuba diving, depending on depth. Demanded effort and results are compared between the line survey method and the more commonly used method for river basin management status assessment for lakes, the main belt transect method. The line survey method is considerably more labour-intensive than the main belt transect method, but provides more accurate data for submerged vegetation. Thus, the line survey method is suitable for sites where accurate species data is considered useful, e.g. status assessment or monitoring for specific Natura 2000 lake sites, or rare and threatened aquatic plant species. Details of the field survey methodology are also described.

OSA I: Tausta, lähestymistapa ja keskeiset tulokset

1. Johdanto

FRESHABIT LIFE IP -hankkeessa (2016-22) kehitettiin kartoitusmenetelmää karujen kirkasvetisten järvien tilan arvioinnin tarkentamiseksi. Menetelmän tarkoituksena oli kerätä tarkkaa, toistettavissa olevaa tietoa luontodirektiivin luontotyyppin ”*Hiekkamaiden niukkamineraaliset niukkaravinteiset vedet* (Littorelletalia uniflorae)” tilan arviointiin ja seurantaan sellaisissa tapauksissa, joissa esimerkiksi vesienhoidossa käytetyn päävyöhykemenetelmän (Kuoppala ym. 2008) tarkkuus ei riitä ja tarvitaan tarkkaa tietoa lajiston monimuotoisuudesta ja harvalukuisista lajeista. Käyttämämme menetelmä on sovellettu merellä tehdyistä VELMU -kasvillisuuskartoituksista (Arnkil ym. 2022). Linjakartoitusmenetelmää oli kokeiltu aikaisemmin, tässä hankkeessa halusimme kehittää siitä valmiin, ohjeistetun menetelmän.

Kesällä 2016-17 FRESHABIT LIFE IP -hankkeessa kartoitettiin vesikasveja Etelä-Konnevedellä ja Puruveden Hummonselällä. Molemmilla järvilla tutkittiin kumpanakin vuotena noin 20 tutkimusala, joissa kasvit kartoitettiin matalilla alueilla kahlaamalla ja syvemmällä sukeltamalla. Putkilokasvien ja vesisammalten lisäksi kartoitettiin näkinpartaislevät. Vuonna 2016 menetelmää kehitettiin kokeilemalla erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi lajiston määritystason, ruutukoon ja havaintomenetelmien suhteen. Maastokaudella 2017 menetelmä hiottiin valmiiksi Etelä-Konnevedellä ja Puruveden Hummonselällä ja sitä sovellettiin vielä kesällä 2018 Etelä-Päijänteellä.

Kasvillisuuden kartoituksen yhteydessä selvitettiin myös, missä määrin samalla voidaan saada havaintoja vedenalaisista kulttuuriperintökohteista ja kuinka niitä olisi tarkoituksenmukaista dokumentoida. Lähtökohtana oli se, että kasvikartoittajat saivat perehdytystä järvien potentiaaliseen vedenlaiseen kulttuuriperintöön, jota opittaisiin pitämään silmällä vesikasvialoilla. Ensimmäisellä maastokaudella 2016 maastotöissä mukana oli myös meriarkeologiksi valmistunut kartoittaja, joka perehdytettiin vesikasvilajistoon.

Hankkeessa tutkimusaloilta kerättiin vesikasvien lisäksi runsaasti aineistoa mm. pohjaeläimistä ja kaloista sekä rantavyöhykkeen kasvillisuudesta. Tässä julkaisussa käsitellään kuitenkin vain tutkimusaloilta kerättyä vesikasviaineistoa ja siihen käytettyjä menetelmiä verraten tuloksia miltei samanaikaisesti päävyöhykemenetelmällä tehtyihin kartoituksiin Puruvedellä.

2. Vesikasvillisuuden inventointiin ja seurantaan käytetyt menetelmät

Vesikasvilajiston kartoitukseen ja seurantaan on olemassa monenlaisia lähestymistapoja, joissa eroina on menetelmien erilaisen työmäärän lisäksi mm. mittakaava ja lajiston erottelukyky (Kuoppala ym. 2008, Kanninen 2012). Aluekartoitusmenetelmässä inventoidaan kartoituksen tavoitteiden mukaan ennalta määritellyn alueen vesikasvilajisto ja lajien runsaudet. Menetelmä on nopea toteuttaa, mutta

sen tuottama tieto on epätarkkaa etenkin syvemmällä kasvavien lajien osalta. Kartoitusta voidaan toisaalta tehdä myös rannalta ulospäin eteneviltä linjoilta esimerkiksi linjan pituuden tai syvyyden mukaan sijoitelluilta ruuduilta, mikä tuottaa tarkempaa aineistoa. Ruutuja tarvitaan edustavan otoksen saamiseksi paljon, mikä tekee menetelmästä suhteellisen työlään ja kalliin. Toisaalta kaukokartoitusmenetelmillä voidaan saada kattavaa aineistoa suurilta alueilta ilmasta näkyvän kasvillisuuden osalta, mutta ei lajitason aineistoa muuta kuin selkeimpien, yhtenäistä kasvillisuustyyppejä muodostavista lajeista (esim. järviruoko).

Vesipuidedirektiivin mukaiseen järvien vesikasviseurantaan on Suomessa vakiintunut ns. päävyöhykemenetelmä (Kuoppala ym. 2008, Järvinen ym. 2022). Menetelmässä tutkitaan 5 m leveitä, paikannettuja linjoja, jotka jaetaan osiin eli päävyöhykkeisiin kasvillisuuden pääelumuotojen perusteella. Linjoilta arvioidaan havaittujen kasvilajien yleisyys ja peittävyys. Inventointi tehdään yleensä matalalla kahlaten ja syvemmällä veneestä käyttäen esim. vesikiikaria ja heittoharaa kasvilajien havaitsemisen apuvälineenä. Linjoja tehdään 6-25 kpl/järvi vesimuodostuman koosta riippuen. Tutkittavat alueet sijoitellaan edustavasti mm. maankäytön ja kuormituksen mukaan, mutta suojaista rehevöitymisherkkiä alueita saa olla korkeintaan joka kolmas linja. Linjoilta mitataan myös päävyöhykkeiden syvyyden ala- ja ylärajat.

Kannisen (2012) tekemien menetelmävertailujen mukaan aluekartoitusmenetelmällä voidaan havaita enemmän vesikasvilajeja lyhyemmässä ajassa päävyöhykemenetelmään verrattuna. Myös harvinaisten lajien havaitseminen on todennäköisempää. Toisaalta pienissä järvissä suurin osa (80%) järven lajistosta voidaan tavoittaa 15 päävyöhykelinjalla, ja menetelmä soveltuu hyvin järven tilan arviointiin. Kaukokartoitusmenetelmien (ilmakuvat, satelliittikuvat) hyöty rajoittuu lähinnä ilmaversoiskasvillisuuden peittävyysarviointiin, erittäin kirkkaissa järvissä jossain määrin pohjaversoiskasvillisuuden arviointiin, mutta menetelmän etuna on vertailu eri ajanjaksojen välillä, jos kuva-aineistoa on olemassa. Sopivan menetelmän valinta riippuukin tavoitteista, ja eri menetelmiä yhdistelemällä voidaan saada paras kattavuus.

Freshabit LIFE IP -hankkeessa järville kehitetyn, ruutuihin perustuvan kahlaamalla ja sukeltamalla tehtävän inventointimenetelmän tavoitteena oli mahdollisimman hyvä tarkkuus ja toistettavuus sekä lajien ja niiden runsauksien erottelukyky. Menetelmän lähtökohtana oli merellä tehtävän VELMU-ohjeistuksen mukainen sukelluslinjakartoitus järvien olosuhteisiin soveltaen (Arnkil ym. 2022). Järviympäristö eroaa Itämerestä merkittävästi, esimerkiksi makrofyyttivyöhyke rajoittuu selvästi matalammalle ja Itämeren rikas leväyhteisö puuttuu, eikä järvissä ole pohjalle riuttoja muodostavia simpukkalajeja. Koko kartoitusmenetelmä voidaan kohdentaa verrattain matalalle, alle 10 m syvyyseen veteen kirkkaissakin järvissä, ja toteuttaa kahlaamisen ja sukeltamisen yhdistelmänä.

3. Menetelmän tavoitteet ja käyttötarkoitus

Käyttämämme menetelmän tavoitteena kerätä tarkkaa, suoraan havainnoitua tietoa vesikasveista, syvyydestä ja pohjanlaadusta sekä muista kartoituksen yhteydessä havaittavista ilmiöistä (esim. vedenalaiset kulttuuriperintökohteet, päällislevästön tai kiintoaineen runsaus) mahdollisimman tarkkaan toistettavilta näytealoilta. Menetelmällä voidaan saada havaintoja paitsi systemaattisesti kasvillisuuden rakenteesta ja koostumuksesta, myös harvinaisista lajeista pinnalta tehtyä havainnointia tarkemmin. Lisäksi menetelmässä kasvihavainnot voidaan yhdistää suoriin, tarkkoihin pohjanlaatu- ja syvyyshavaintoihin. Menetelmä soveltuukin vesikasvikartoituksen lisäksi järvien hydro-morfologisen tilan kartoitukseen suppeilla alueilla, esimerkiksi hankkeen vaikutuksia

arvioitaessa. Ruutuihin perustuva kasvilinjakartoitus sisältää sekä samankaltaisuuksia että eroja vesien tilan seurannassa käytettyyn päävyöhykemenetelmään.

Päävyöhykemenetelmän tavoitteena on vesistön ekologisen tilan arviointi ja sen etuna on, että sitä käytetään laajalti ja tulokset ovat vertailukelpoisia. Menetelmän käyttöön on järjestetty koulutusta 2000-luvun puolivälistä lähtien ja aineistoa on kertynyt sadoilta järviltä. Menetelmä on myös suhteellisen nopea, kun havainnointi tehdään kahlaamalla ja veneestä vesikiikaria ja/tai haraa/haravaa käyttäen. Linjojen sijoittamisesta ja määrästä on selkeät säännöt järven koon ja muiden olosuhteiden perusteella (Järvinen ym. 2019). Linjapaikat valitaan aina karttatarkastelun perusteella, jotta vältetään mahdollisimman hyvin maastossa tapahtuvalta subjektiiviselta valinnalta, mutta maastossa voidaan soveltaa linjojen tarkkaa sijoittumista tarpeen mukaan välttämättä sijoittamista kaikkein rehevimmille alueille ja esim. luusuoihin. Menetelmän suurimpana heikkoutena monimuotoisuuden havainnoinnin kannalta voidaan pitää epäherkkyyttä harvinaisten lajien havaitsemisen suhteen, sekä pinnalle näkymättömän upos- ja pohjakasvillisuuden lajikohtaisten runsauksien arvioimisen vaikeutta.

Käyttämämme sukeltamalla ja kahlaamalla tehdyn ruutumenetelmän suurin etu päävyöhykelinjaan nähden on tarkkuus. Linjoilta saadaan tarkasti paikannettua tietoa kasvillisuudesta, syvyydestä ja pohjanlaadusta suoraan havainnoituna, ja harvinaiset sekä harvalukuiset kasvilajit tulevat herkemmin havainnoiduiksi, jos ne sijaitsevat linjalla tai sen välittömässä läheisyydessä. Menetelmän tavoitteena on ennen kaikkea vesikasvillisuuden monimuotoisuuden havainnointi ja sitä voidaan käyttää hyvin myös seurantaan. Menetelmän rajoitteena on suhteellinen hitaus ja työläys päävyöhykelinjaan nähden sekä sukeltamiseen liittyvät rajoitteet, kuten päivittäisten sukellusten määrä/sukeltaja sekä sukelluskaasun täyttömahdollisuus. Menetelmässä havainnointi keskittyy myös verraten suppealle alueella linjoille, joiden ulkopuolella voi jäädä tärkeitäkin lajeja havaitsematta. Monimuotoisuusselvityksissä menetelmään olisikin syytä yhdistää aluekarttoitus esimerkiksi linjojen kattamalla 100 metrin rantaviivan alueella.

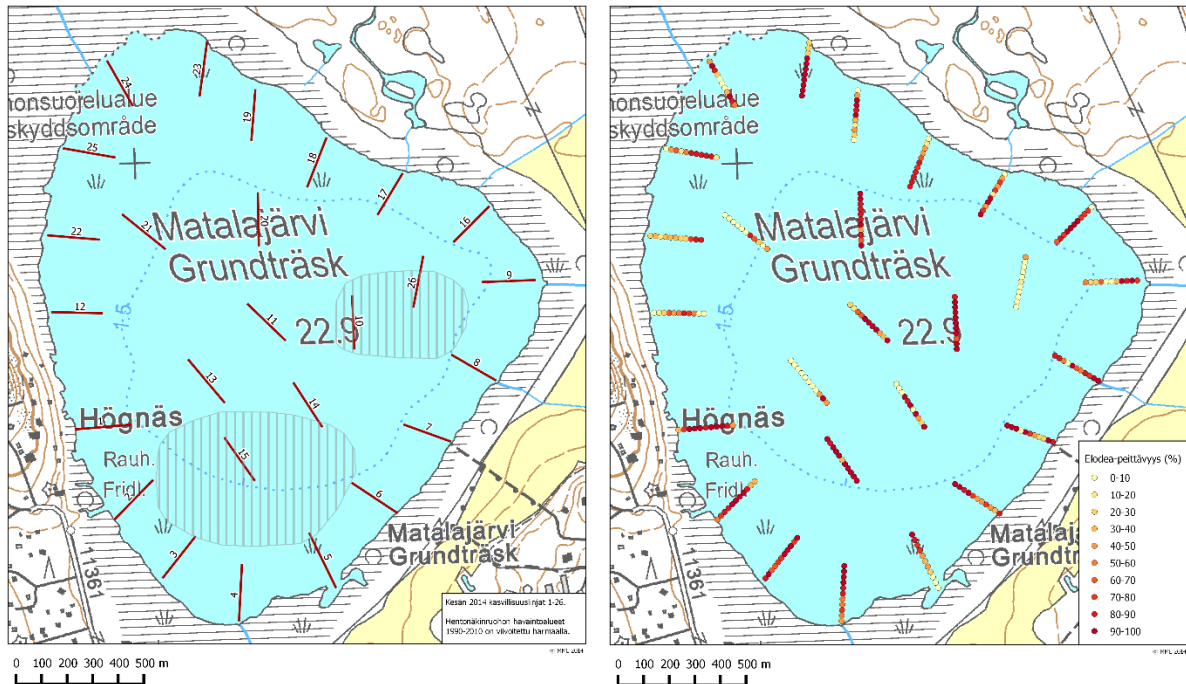
Menetelmää ei ole tarkoitettu päävyöhykemenetelmän korvaajaksi, mutta sitä voidaan käyttää tarvittaessa täydentävänä tai tarkentavana menetelmänä silloin, kun pohjakasvillisuudesta ja sen syvyydjakaumasta tarvitaan tarkempaa tietoa, tai kun tavoitteena on löytää erityisen harvalukuisia lajeja. Menetelmää voi käyttää esimerkiksi:

- Natura 2000 -järvien tilan arvioinnin tarkentamiseen
- Järvenlahtien tilan arviointiin ja seurantaan hoitohankkeiden yhteydessä (esim. harvinaisten lajien seuranta, pohjakasvillisuuden muutokset)
- Vieraslajien runsauden arviointiin ja seurantaan
- Harvalukuisen ja uhanalaisen lajiston tilan arviointiin ja seurantaan.

Menetelmää voi tarpeen mukaan soveltaa olosuhteiden ja tavoitteiden mukaan. Esimerkiksi Espoossa sijaitsevan Nuuksion kansallispuistoon kuuluvan Matalajärven vesikasvikartoitusta tehtiin jo vuonna 2014 vastaavalla linjakartoitusmenetelmällä järven tilan selvittämiseksi ja järvelle levinneen kanadanvesiruton (*Elodea canadensis*) runsauden arvioimiseksi. Järvessä on esiintynyt myös valtakunnallisesti vaarantuneeksi luokiteltua luontodirektiivin lajia, hentonäkinruohoa (*Najas tenuissima*) ja silmälläpidettävää jousivitaa (*Potamogeton rutilus*) ja se on ollut muutenkin kasvistollisesti monimuotoinen.

Järven syvyyssvaihtelu on varsin niukkaa (havaittu enimmäissyvyys 1,1 m) ja vesikasvillisuus runsasta, jolloin kasvillisuuden tai syvyyden vaihteluun perustuvat säännöt (ks. osa 2) eivät ole käyttökelpoisia. Matalajärven kartoituksessa päädyttiin 10 m tasavälein tehtäviin ruutuihin sadan metrin linjan

alkupisteestä loppupisteeseen, yhteensä 11 ruutua/linja. Järven pohja on kauttaaltaan upottavaa mutaa eikä kahlaaminen ole mahdollista, joten pintaan näkyvä kasvillisuus inventoitiin veneestä. Linjat sijoiteltiin ympäri järven rannasta ulospäin ja järven keskelle. Järven vesiala on noin 70 ha ja linjoja tehtiin vuonna 2014 yhteensä 26, joten kasvillisuudesta saatiin varsin kattava kuva kolmen päivän työllä (kuva 1).



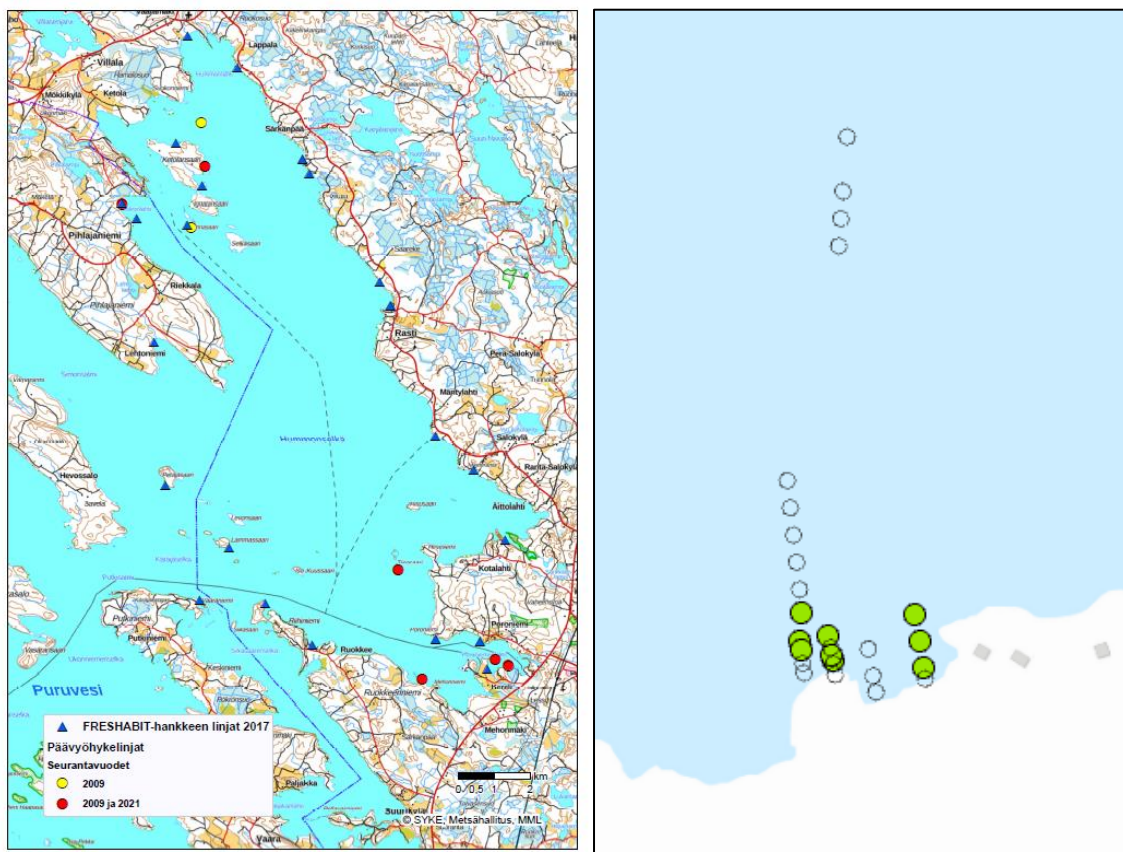
Kuva 1. Kasvillisuuslinjojen sijoittuminen (vas.) ja kanadanvesiruton peittävyys ruuduilla (oik.) Metsähallituksen Espoon Matalajärvellä vuonna 2014 tekemässä kartoituksessa.

4. Linjasukellusmenetelmän ja päävyöhykemenetelmän tulosten vertailu Puruvedellä

Linjasukellusmenetelmän tuloksia Puruveden Hummonselän alueelta vuodelta 2017 verrattiin vuonna 2009 ja 2021 tehtyihin päävyöhykelinjoihin. Päävyöhykelinjat oli tehty koko Puruveden alueelle, joten Hummonselän alueelle osui vuodelta 2009 8 kpl ja vuodelta 2021 6 kpl linjoja. Ainoastaan 6 kpl linjoista toistettiin, vaikka seurantaohjeen mukaan linjojen tulee sijoittua samoille paikoille (kuva 2). Mikäli Hummonselkä olisi ollut oma vesimuodostumansa, sille olisi nykyisen seurantaohjeen mukaan pitänyt sijoittaa keski-suurena järvi muodostumana (5–40 km²) yhteensä 12 linjaa kahteen otosalueeseen jaettuna, mikä olisi lisännyt lajiston monimuotoisuutta (Järvinen ym. 2022). Samalla alueella inventoitiin Freshabit -hankkeessa kesällä 2017 yhteensä 22 tutkimus-alaa (leveys 100 m), joille sijoitettiin kullekin enintään kuusi korkeintaan 100 metrin pituista linjaa syvyysoista riippuen. Tutkimusaloilta tutkittiin yhteensä 132 linjaa ja näiltä 808 2*2 metrin kokoista kasvillisuusruutua.

Menetelmien vertailun yleisiä tuloksia on esitetty taulukossa 1. Päävyöhykelinjojen teko on nopeaa ja työ määrä kuudelle linjalle oli vain 1/20 osa 22 sukelluslinjamenetelmään käytetystä ajasta. Teoriassa kartoitettu pinta-ala on päävyöhykemenetelmässä selvästi suurempi, mutta päävyöhykelinjalla

kyseessä on vain karkeahko arvio ja sukelluslinjamenetelmässä havainnot ovat tarkasti paikannettuissa ruuduissa. Yllättäen löydetty lajimäärä päävyöhykemenetelmällä 2021 ja sukelluslinjamenetelmällä 2017 oli miltei sama, mutta päävyöhykemenetelmällä vuonna 2009 se jäi neljänneksen alhaisemmaksi korostaen mahdollisesti tekijöiden välistä eroa. Sukelluslinjoilla saatiin selkeämpi kuva sekä uposlehtisten että pohjalehtisten suurimmista kasvusyvyyksistä ja esiintymispaikoista (kuva 2).



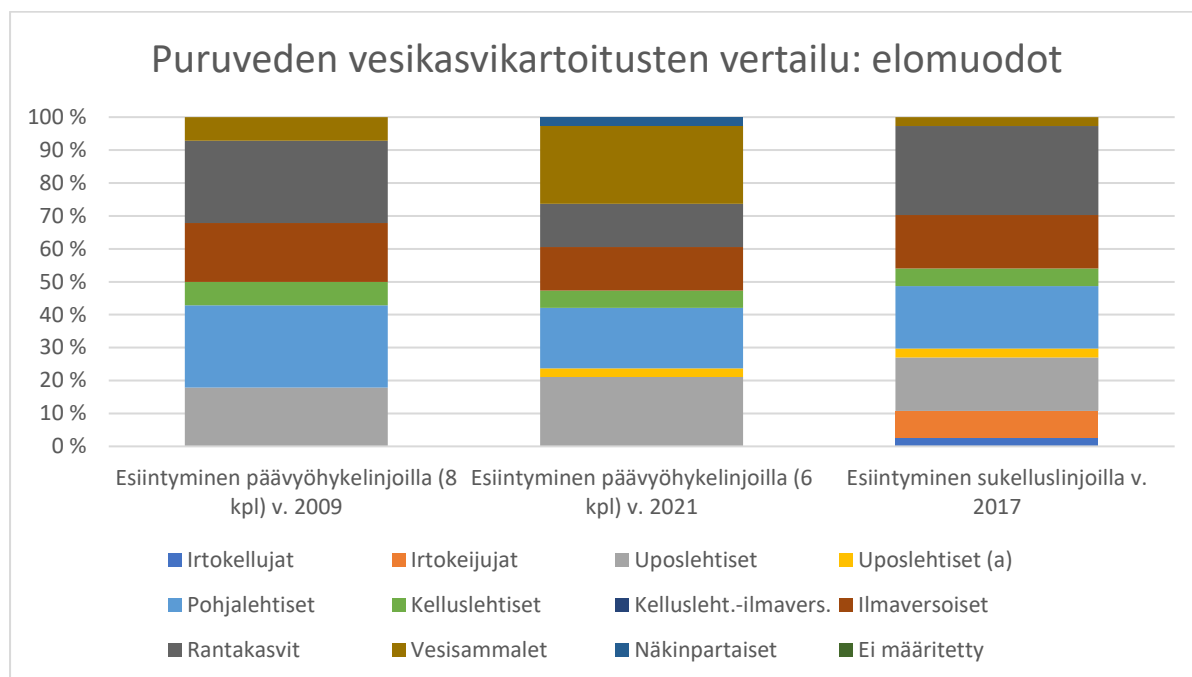
Kuva 2. Vasemmalla Puruvesen Hummonselällä tehtyjen sukelluslinjojen 2017 ja päävyöhykelinjojen sijainti 2009 ja 2021. Oikealla erään Puruvesen koalan tutkittujen kasvillisuusruutujen sijainti ympyröin kuvattuna. Vihreällä on korostettu ne ruudut, joissa havaittiin pohjaversoisia.

Taulukko 1. Sukelluslinjojen ja päävyöhykelinjojen tunnuslukujen vertailuarvoja.

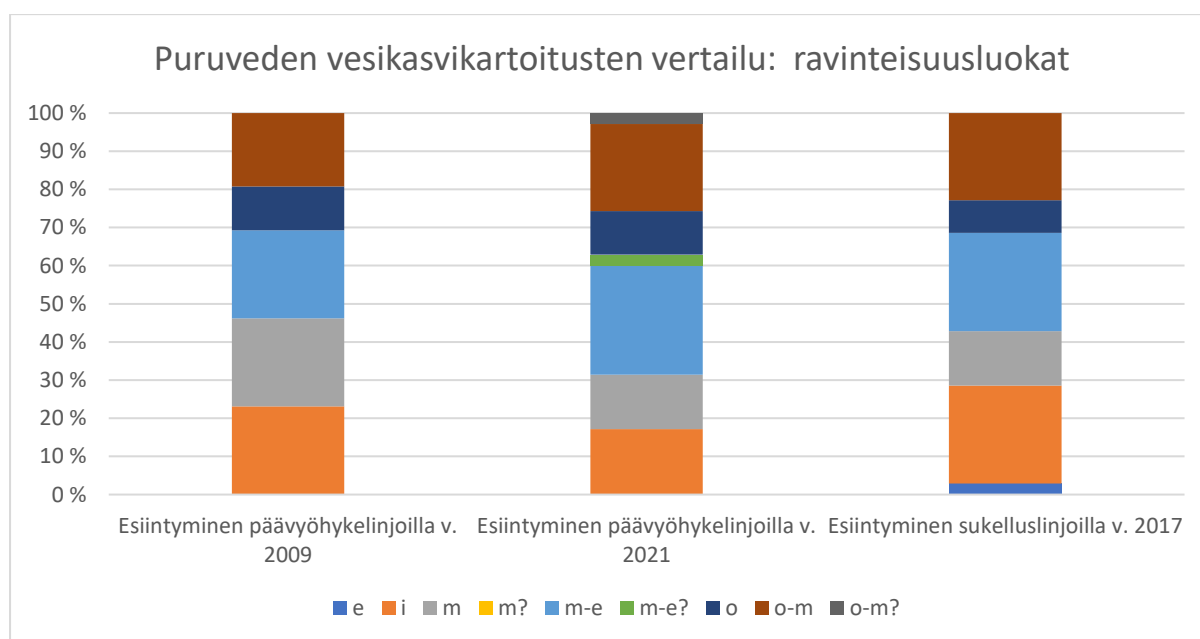
Menetelmien tunnusluvut	Päävyöhykelinjat 2009 (8 linjaa)	Päävyöhykelinjat 2021 (6 linjaa)	Sukelluslinjat 2017 (22 alaa)
Ajankäyttö (henkilötyöpäivää)	4	4	78
Kartoitettu ala	7 160	5 705	3 232
Lajimäärä VPD-seurantojen lajilistalla	28	38	37
Max. es.s yv. uposlehtiset (m)	6,4	5,1	6,75
Max. es. syv. pohjalehtiset (m)	5,3	4,8	5,75

Hummonselän ekologista tilaa ei voitu vähäisen päävyöhykelinja-aineiston perusteella virallisesti laskea, mutta lajiston elomuotojakautumaa ja indikaattoriarvoa tarkasteltiin kuvissa 3 ja 4. Suuri osa

vuoden 2021 runsaasta lajistosta selittyy vesisammalten runsaudella ja kuvastaa lajimääritystason eroja. Varsinaisten vesikasvien eli uposlehtisten, pohjalehtisten ja kelluslehtisten määrässä ei ole suuria eroja. Lajiston indikaattoriarvo on myös hyvin samankaltainen eri menetelmien välillä ja lähinnä päävyöhykelinjoilta 2021 löytynyt suuri vesisammalten määrä muuttaa tilannetta. Todennäköisesti kaikilla menetelmillä päädyttäisiin samaan ekologiseen tilaluokkaan.



Kuva 3. Vesikasvilajiston jakautuminen eri elomuotoluokkiin.



Kuva 4. Vesikasvilajiston jakautuminen eri vaateliaisuusluokkiin.

5. Yhteenveto ja kehittämismahdollisuuksia

Tässä kuvattu vesikasvillisuuden linjakartoitusmenetelmä järville kehitettiin Freshabit LIFE IP -hankkeessa aikaisempien kokeilujen ja merellä käytettyjen kartoitusmenetelmien pohjalta. Päävyöhykeaineistoihin vertailemalla havaittiin, että vesistön tlasta molemmat menetelmät antavat samankaltaisen kuvan ja jonkin alueen kasvilajien kokonaismäärän ja ekologisen tilan arvioimiseksi päävyöhykemenetelmä on nopeampana menetelmänä parempi. Linjakartoitusmenetelmällä voidaan kuitenkin saada huomattavasti tarkempi kuva kasvillisuudesta ja se soveltuukin tarkempaa seurantaan vaativiin kohteisiin ja esimerkiksi vieraslajien sekä harvinaisten ja uhanalaisten lajien tilan arviointiin ja seurantaan.

Hankkeessa testattiin myös, onko vedenalaisen kulttuuriperinnön kartoitusta kannattavaa tehdä vesikasvillisuuden kartoituksen ohella. Usein ajatellaan, että maastoon mennessä on järkevää tehdä havaintoja mahdollisimman kattavasti kustannustehokkuuden takaamiseksi. Hankkeen lähtökohta oli, että opastamalla biologeja kulttuuriperintökohteiden tunnistamiseen voidaan saada maastossa liikkussa havaintoja ennestään tuntemattomista kohteista. Kolmen maastokauden vesikasvikartoituksissa tehtiin vain muutamia havaintoja vedenalaisesta kulttuuriperinnöstä, näistäkin osa ennestään tunnetuista kohteista. Linjamenetelmän kaltainen, satunnaistettu kasvillisuuden kartoitusmenetelmä (ks. osa 2) ei ole tulokellinen kulttuuriperintökohteiden kartoituksessa, mikä edellyttäisi ennemmin taustaselvityksen pohjalta kohdennettua kartoitusta. Kuitenkin biologit kokivat myös kulttuuriperintökohteisiin perehtymisen mielekkääksi.

Linjakartoitusmenetelmää voidaan soveltaa kulloinkin vallitseviin olosuhteisiin sopivaksi esimerkiksi linjojen sijoittelun osalta, menetelmää voidaan myös täydentää kaikuluotaamalla. Freshabit LIFE IP -hankkeessa kaikuluodattiin jokainen tutkimusala Lowrance HDS Gen3 -luotaimella. Luotausaineistoa syötettiin verkon kautta toimivaan BioBase -palveluun (<https://www.biobasemaps.com/>) syvyyden ja pohjanlaadun tarkentamiseksi. Ohjelmistolla on mahdollista arvioida myös vesikasvillisuuden tilavuutta vesipatsaassa, biovolyyminä. Aineistoa ei toistaiseksi ole ehditty hyödyntää kattavasti, mutta kaikuluotaus todettiin potentiaalisesti hyödylliseksi lisäksi kartoitukseen.

Freshabit LIFE IP -hankkeessa kehitetyssä vesikasvillisuuden linjakartoitusmenetelmässä on mahdollisuuksia monenlaiseen, tarkkuutta vaativaan vesikasvillisuuden kartoitukseen ja seurantaan. Toivomme, että menetelmä saa laajempaa käyttöä ja sitä kehitetään edelleen.

Viitteet

Arnkil, A., Arponen, H., Ehrnsten, E., Haapamäki, J., Karvinen, V., Keskinen, E., Kiviluoto, S., Korpi, M., Kostamo, K., Kurvinen, L., Könönen, K., Laaksonen, R., Laine, A., Lanki, M., Lappalainen, J., Lehtonen, P., Nieminen, A., O'Brien, K., Riihimäki, A., Rousi, H., Salo, E. & Westerborn, M. 2022. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma VELMU. Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2022. Versio 14.02.2022. SYKE & Metsähallitus. URL: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/velmu/Menetelmat_ja_tulokset (sivulta ladattava tiedosto).

Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Mykrä, H., & Mitikka, S. 2022. Jokien ja järvien biologinen seuranta - näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Versio: 18.5.2022. Suomen ympäristökeskus. 47 s. URL: https://www.ymparisto.fi/download/Jokienjarvienbiologisenseurannanohje_tarkistettu_1852022pdf/%7BB948034F-7F9D-4EAB-A153-92FA2DDEDBBE%7D/29725

Kanninen, A. 2012. Aquatic macrophytes in status assessment and monitoring of boreal lakes. Jyväskylä: University of Jyväskylä. Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science. 50 s.

Kuoppala, M., Hellsten, S. & Kanninen A. 2008. Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus. Suomen ympäristö 36/ 2008.

OSA II: Maastokartoitusmenetelmän kuvaus

1. Tausta

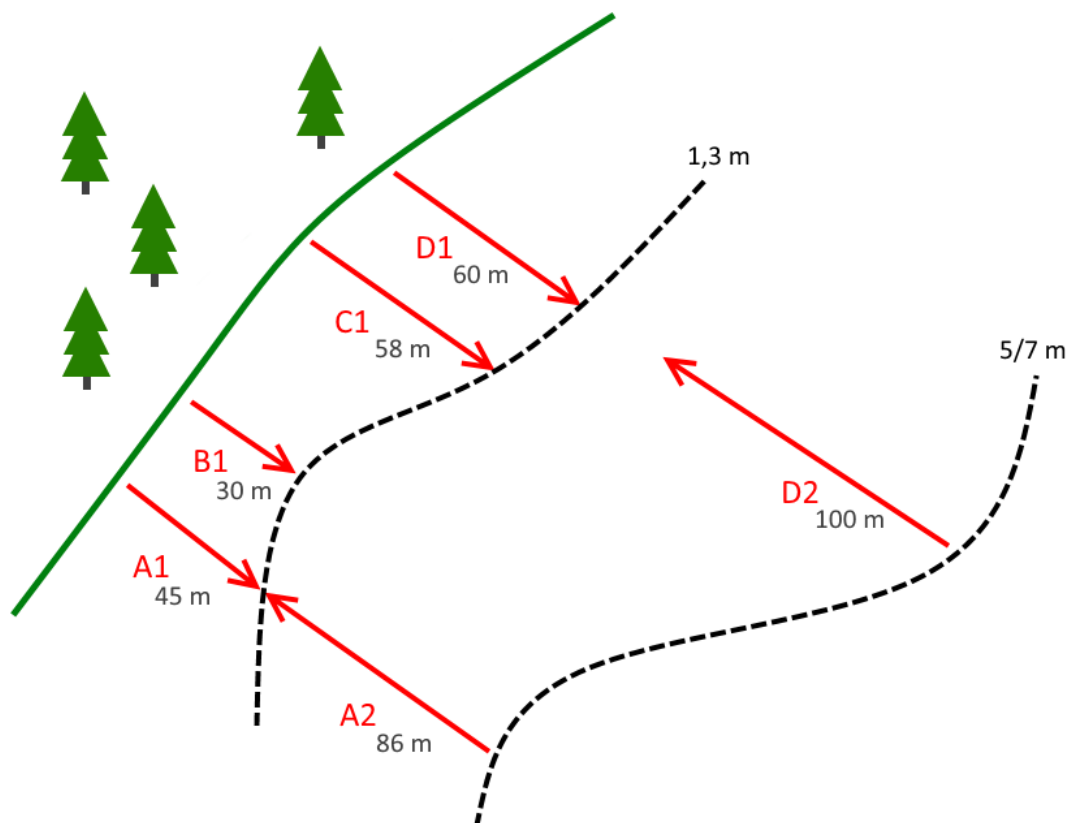
Koska menetelmää ei ole vakioitu tai standardoitu, tässä kuvataan miten kartoituksen suunnittelu ja maastotyöt toteutettiin hankkeessa vuosina 2016-2018. Kartoitusmenetelmä ja kohteet määritettiin etukäteen linjojen sijoittumisen tarkkuudella, mutta mm. linjojen määrää ja sijaintia jouduttiin maastossa paikoitellen muuttamaan olosuhteiden (mm. sää, rannan saavutettavuus, käytössä olevat kiinteistöt yms.) tai ajan puutteen vuoksi. Jokaiselta tutkimusosalta tehtiin kuitenkin vähintään kaksi kahluu- ja kaksi sukelluslinjaa. Menetelmää voi siis soveltaa tavoitteiden ja olosuhteiden mukaan tutkimusalojen sijoittelusta tutkittavien linjojen määrään asti.

Menetelmä sopii kirkkaisiin tai kohtuullisesti ruskeavetisiin järviin ja lampiin, missä kasvillisuutta voidaan havainnoida näköhavaintojen perusteella pinnalta käsin vesikiikarilla ja veden alla sukeltamalla. Tässä esitetään rantaviivasta ulospäin etenevä tapa, mutta menetelmää voi soveltaa myös niin, että linja alkaa ja päättyy avoveteen, esimerkiksi matalilla, rehevillä järvillä (osa 1 kuva 1; Matalajärven linjat 2014).

2. Tutkimusalan muodostaminen

Jokainen tutkimusala koostui neljästä linjasta, jotka satunnaistettiin 100 metrin mittaiselle rantakaistaleelle siten, että linjojen väliin jäi vähintään 20 metriä (kuva 1). Linjat kulkivat rannalta kohti ulappaa ja päättyivät joko 5 metrin syvyyteen (Konnevesi) tai 7 metrin syvyyteen (Puruvesi). Syvyydet valittiin edellisen vuoden kartoitustyön perusteella; Konnevedellä vesikasveja ei tuolloin havaittu yli viiden metrin syvyydessä, kun taas Puruvedellä niitä kasvoi seitsemän metrin syvyyteen asti. Linjojen tavoiteltua maksimisyvyyttä voi siis arvioida joko aikaisempien kasvillisuustietojen perusteella tai niiden puuttuessa järven näkösyvyyden mukaan, jos se tunnetaan. Kirkkaimmissakaan Suomen järvissä putkilokasvillisuus ei yleensä ulotu 10 metriä syvemmälle.

Linjojen paikat oli piirretty valmiiksi maasto-GPS:n karttaan (kuva 2). Linja vedettiin uppoavan narun avulla siten, että linjan molempiin päihin laitettiin painot ja muihin kuin rantaviivalle jäävään päähän poijut. Apuna käytettiin Flexi-taluttimia siten, että poiju kiinnitettiin Flexiin, ja paino toiseen päähän. Tämä esti poijun narua sotkeentumasta varsinaiseen linjanaruun. Linjanaru oli tussilla merkattu metrin välein, jolloin linjalle sijoittuvat ruudut oli helppo paikantaa.



Kuva 1. Tutkimusalan muodostaminen.

Rannalta vesirajasta lähtevät kahluulinjat merkittiin kirjaimin ja numeroin (A1-D1). Mantereella tehtävillä aloilla linjan kirjaimet A:sta D:hen kulkivat vastapäivään (kuten kuvassa 1), saarissa taas myötäpäivään. Linjaa vedettiin suurimpaan mahdolliseen kahluusyvyyteen eli noin 1,3 metrin syvyyteen asti. Jos ranta oli hyvin loiva, linjaa vedettiin 100 metrin päähän asti. Jos vielä tällöinkään ei päästy 1,3 metrin syvyyteen, tehtiin linjan perään toinen linja (esim. A2), jota jatkettiin kunnes haluttu syvyys saavutettiin. Jokaisen linjan aloituspiste ja lopetuspiste paikannettiin GPS:n avulla sekä linjaa perustettaessa että purettaessa (kuva 2). Lisäksi kirjattiin linjan pituus, jos se jäi alle 100 metrin. Kahluulinjan paikantamisessa käytettiin Garmin GPSMAP GPS-laitteen laskemaa reittipisteiden keskiarvoa, joka on tarkempi kuin yksittäinen reittipiste (kuva 3). Ennen reittipisteen tallentamista odotettiin, että reittipisteiden keskiarvo -toiminto arvioi näytteen luotettavuudeksi 100 prosenttia, mikä saattoi kestää muutaman minuutin, jos satelliitteja oli huonosti käytettävissä.



Kuva 2. Alan kasvillisuuslinjat alkupisteineen GPS-laitteessa.



Kuva 3. Reittipisteiden keskiarvo -toiminto GPS-laitteessa.

Sukelluslinjoja tehtiin jokaiselle alalle kaksi, yleensä uloimmaisille linjoille (A ja D). Jos rannan muoto ei mahdollistanut uloimpien linjojen sukeltamista, linjat vedettiin B- tai C-linjojen kohdalle. Linjat merkittiin kirjaimin ja numeroin (esimerkiksi A2 ja D2, jos kahlatessa oli tehty ainoastaan linjat A1 ja D1). Sukelluslinjoista ensimmäinen aloitettiin aina syvästä päästä, ja sitä jatkettiin 100 metriä, jos kahluulinjan pää ei tullut sitä ennen vastaan (ks. kuva 1). Jos kahluulinjan pää tuli vastaan ennen 100 metrin täyttymistä, linja lopetettiin kahluulinjan päähän (ks. kuva 1, linja A2). Jos ranta oli hyvin jyrkkä, ja linjat jäivät alle sadan metrin mittaisiksi (kuten kuvassa 1 linja A2), molemmat linjanarut laskettiin tällä tavoin.

Jos ranta oli loivempi, aloitettiin toisen linjan vetäminen matalasta päästä siten, että sukelluslinja alkoi matalassa päässä samasta kohdasta mihin kahluulinja loppui. Linjanaru laskettiin aina siten, että linjan loppupiste (100 metrin kohta narussa) oli rannan päädyssä, ja linjan nollakohta ulapan päädyssä. Tämä tehtiin sen takia, että sukeltaminen on turvallisempaa syvältä matalaan päin. Sukelluslinjojen paikantamisessa käytettiin yksittäisiä tallennettuja reittipisteitä, joita otettiin kolme jokaisen linjan aloitus- ja lopetuspisteestä sekä linjaa perustettaessa että purettaessa. Yhteensä jokaiselle pisteelle tuli siis 6 paikannuspistettä. Yksittäisiä reittipisteitä käytettiin siksi, että reittipisteiden keskiarvon ottaminen vaatii paikallaan pysymistä, ja venettä on mahdoton pitää täysin paikallaan reittipisteen keskiarvon ottamisen vaatimaa aikaa. Pisteiden ottamisella sekä linjaa perustettaessa että purettaessa varmistettiin myös, ettei linja ollut siirtynyt esimerkiksi tuulen tai aallokon vaikutuksesta.

Joillakin rannoilla linjan vetäminen narun avulla ei ollut järkevää. Tällaisia paikkoja olivat esimerkiksi erittäin jyrkät, ruovikkoiset tai liejupohjaiset rannat. Tällöin jokainen kahlaamalla tehtävä ruutu paikannettiin erikseen reittipisteiden keskiarvon avulla, ja ruutujen välinen etäisyys mitattiin maasto-GPS:n avulla (kuva 4). Etäisyyden mittaaminen tehtiin siirtämällä GPS-laitteessa kursori tarkasteltavan reittipisteen päälle, jolloin etäisyys kursorin osoittamaan pisteeseen näkyy näytön yläreunassa. Kuvassa 4 mitattu etäisyys on 92 metriä. Sukeltaessa ruudut paikannettiin aina linjanarun avulla.



Kuva 4. Etäisyyden mittaaminen reittipisteeseen GPS-laitteella.

3. Kasvillisuusruutujen sijoittaminen linjalle

Kasvillisuusruutuna käytettiin neljän neliömetrin ruutua (kuva 5). Se paikannettiin linjan suuntaisesti metrimerkintöjen avulla kahden metrin pituiseksi ja metrin verran narun molemmin puolin ulottuvaksi. Pinta-ala on sama kuin meri-inventoinneissa mutta muoto erilainen (VELMU menetelmäohjeistus, 2021). Merellä käytetään 1 m pitkää ja 2 m linjan molemmin puolin ulottuvaa ruutua, järvillä toimittaessa 2 m pitkä ruutu koettiin helpommaksi hahmottaa. Linjanaru sijoittui ruudun keskelle niin, että sen molemmille puolille jäi metrin levyinen puolikas ruudusta. Rannasta lähtevän kahluulinjan ensimmäinen 2*2 m kasviruutu sijoitettiin heti vesirajaan eli linjan alkuun (nollakohta narussa). Sukelluslinja aloitettiin aina syvästä päästä, jolloin aloitusruutu tuli linjan ulapan päähän. Sukeltajan tyypikertymän kannalta on turvallisempaa edetä syvältä matalaan päin tai tehdä syvimät sukellukset ensin, mutta järvissä kartoitettavilla syvyyksillä tällä ei kutienkaan ole käytännön kannalta merkitystä ja linjat voidaan tehdä myös toisin päin. Ensimmäisen ruudun jälkeen kasviruutu tehtiin, jos jokin seuraavista kriteereistä täyttyi:

- 1) Syvyys: jos edellisen ruudun alkureunan ja linjanarun seuraavan metrimerkin välillä on vähintään 0,5 m syvysero
- 2) Etäisyys: jos edellisen ruudun alkureunasta on mennyt 20 m ilman uutta ruutua
- 3) Jos kasvittoman ruudun (2x2 m) jälkeen tulee uudestaan kasvillisuutta
- 4) Jos linjalla havaitaan raani (*Littorella uniflora*), ruutu ja sitä seuraavat kaksi ruutua kartoitetaan. Raani on verraten harvinainen, ja luontotyyppin tyyppilajina siihen kiinnitettiin erityistä huomiota.

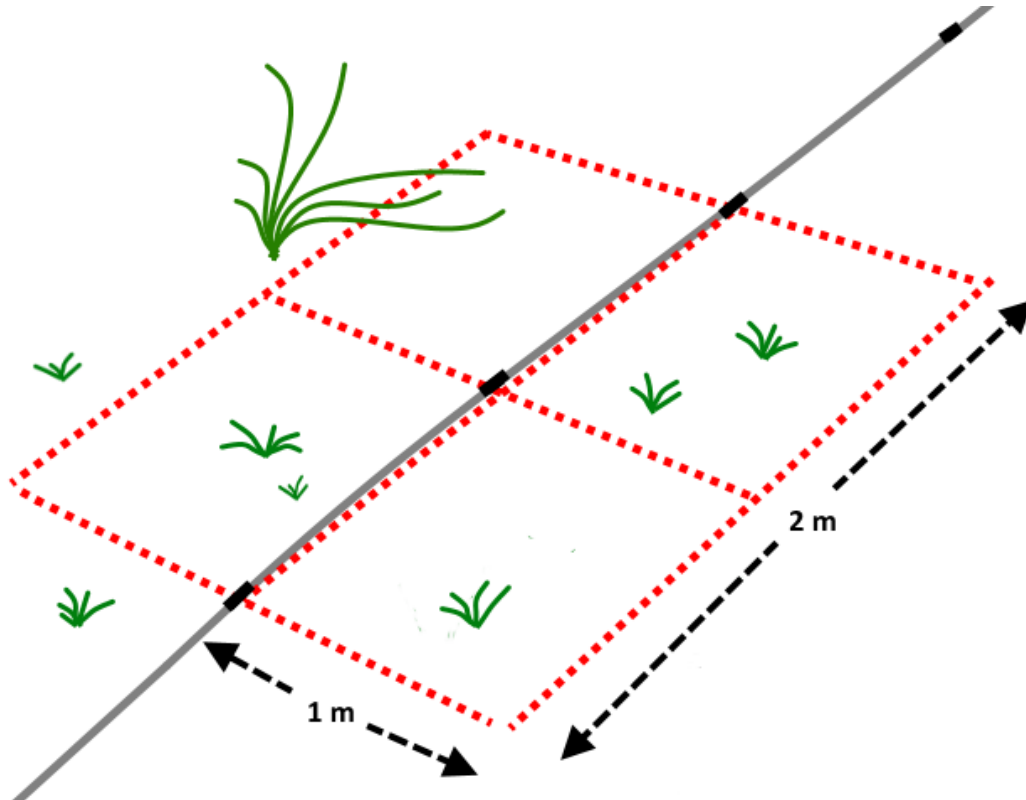
Ruutuja tehdessä liikuttiin metrin hyppäyksin, eli ruutu aloitettiin aina linjanarun metrimerkin kohdalta. Kasviruutujen väliin jätettiin aina vähintään metri, minkä avulla varmistettiin, että ruutujen kasvillisuudessa ei ollut päällekkäisyyttä. Kriteerin 4 (ruudussa raani) mukaan tehtyjen ruutujen väliin jätettiin 2 metriä väliä. Jos samaan ruutuun sopi useampi kriteeri (käytännössä tämä koski lähinnä kriteereitä 1 ja 3), merkittiin kriteeriksi kasvillisuuden muutoksen liittyvä kriteeri 3. Ruudun kasvillisuuteen laskettiin mukaan myös sellaiset kasvit, jotka osuivat ruudulle vain osittain (esimerkiksi ulpukan lehdet voivat osua ruudulle, vaikka se ei aloita kasvuaan ruudun sisäpuolelta, ks. kuva 5). Lisäksi kirjattiin ylös lajit, jotka eivät osuneet ruutuihin, mutta löytyivät alalta. Ruutujen ulkopuolelta löytyneet lajit kirjattiin sen linjan lisätietokenttään, jonka läheisyydessä lajihavainto tehtiin. Jos

havainnon jälkeen kartoitettujen linjojen läheltä löydettiin kasvillisuusruudun ulkopuolelta kyseistä lajia, kirjausta ei tehty uudestaan toisen linjan lisätietoihin. Jos alalta ruudun ulkopuolelta kirjattu laji havaittiin myöhemmin alan kasvillisuusruudulta, lajin kirjaus linjan lisätietokentästä poistettiin.

Kasviruuduista kirjattiin seuraavat tiedot:

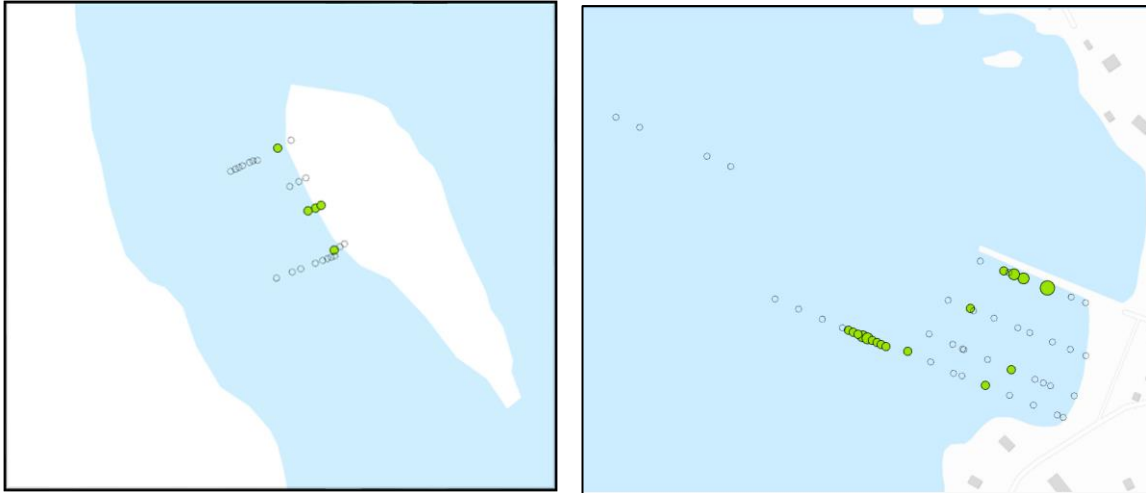
- 1) Makrofyyttien (mukaan lukien vesisammalet ja näkinpartaislevät) peittävyys (5 % tarkkuudella). Peittävyydet katsottiin erikseen joka lajille, eli yhteispeittävyys voi olla suurempi kuin 100 %.
- 2) Pohjanlaatuluokkien (turve, lieju, hienojakoinen, hiekka, sora, pienet kivet, isot kivet, lohkareet, kallio, karie, puuaines) peittävyys (5 % tarkkuudella).
Pohjasedimenttiluokat (turve, lieju, hienojakoinen, hiekka, sora, pienet kivet, isot kivet, lohkareet, kallio) summautuvat sataan prosenttiin, karie ja puuaines tulivat niiden päälle.
- 3) Veden syvyys ruudun alku- ja loppureunassa. Alkusyvyys mitattiin rannan puoleisesta reunasta, loppusyvyys ulapan puoleisesta reunasta.
- 4) Ruudun paikannus (sijainti linjanarulla tai gps-paikannus)
- 5) Kriteeri, jolla ruutu on tehty (edelliset 4 kriteeriä)
- 6) Menetelmä (vesikiikarointi, laitesukellus)

Puuainekseksi määriteltiin puu, joka oli halkaisijaltaan yli 5 cm. Muu puuaines, kuten ohuet oksat ja kaarnanpalat määriteltiin karikkeeksi. Hienojakoinen aines erotettiin hiekasta sen sormituntuman perusteella; hienojakoinen aines ei tunnu karkealta sormissa, hiekka tuntuu. Sedimenttiluokista turvetta käytettiin vain rannan välittömässä läheisyydessä olevilla ruuduilla, syvemmällä myös karkea eloperäinen aines luokiteltiin liejuksi (karkeadetrituslieju).



Kuva 5. Kasvillisuusruudun muodostaminen linjalle.

Yllä kuvatuilla vesikasvilinjan perustamisperiaatteilla ja ruutujen sijoittamiskriteereillä syntyy vaihtelevan kokoisia kartoitusalueita ja ruutumääriä. Jyrkillä rannoilla linjojen pituus ja ruutujen määrä jää pienemmäksi kuin loivapiirteisillä rannoilla, missä kartoitusala saattaa venyä rannasta ulospäin satojen metrien pituiseksi (kuva 6).



Kuva 6. Karttaleikkeet Konnevedeltä jyrkästä rantaprofiilista (vasen) ja Puruvedeltä loivasta rantaprofiilista (oikea). Kummallakin tutkimusalueella on tehty neljä linjaa kahlaten ja kaksi sukeltaen. Ympyrät kuvaavat kasvillisuusruutujen sijoittumista tutkimuslinjoilla, ja vihreän ympyrän koko pohjaversoiskasvillisuuden peittävyyttä ruudulla. Molempien leikkeiden mittakaava on sama, ja Puruvedellä matka rannasta uloimpaan tutkittuun kasvillisuusruutuun on noin 400 m.

4. Työnkuvaus

Kahluulinjat tehtiin vesikiikarin, pienen haran ja mittakepin avulla. Työ alkoi linjan vetämisestä ja päätepisteiden paikantamisesta, minkä jälkeen tehtiin varsinainen kartoitus (kuva 6). Työ jakaantui siten, että toinen työntekijä kartoitti ruutuja ja toinen kirjasi tiedot ylös tabletille Alleco Oy:n kehittämälle Allure-aineistonkeruualustalle (<https://alleco.fi/aineistonkeruualusta-allure/>) (kuva 7). Molemmilla kartoittajilla oli kelluntapuku päällä. Kartoituksen jälkeen linjanaru poistettiin, ja poiston yhteydessä paikannukset tehtiin uudestaan. Maastossa määrittämättä jääneet lajit kerättiin mukaan minigrip-pusseihin, joihin merkittiin päiväys, alan numero, linja ja kasvuruudun numero eli sen paikka linjalla. Näytteitä kerättiin lähinnä näkinpartaislevistä ja vesisammalista.

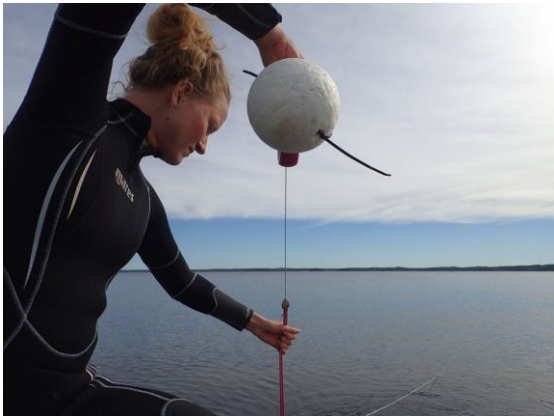


Kuva 6. Kahluulinjan rannanpuoleinen pää painoineen.



Kuva 7. Vesikiikarointia ja tietojen kirjaamista kahluulinjalla.

Sukeltaminen aloitettiin laskemalla linjanarut (kuva 8). Tällöin toinen kartoittajista ajoi venettä ja kirjasi ylös GPS-pisteiden numerot paperiseen sukelluslomakkeeseen, toinen laski narut ja otti linjan päistä paikannukset GPS-pisteinä. Linjasukellukset tehtiin yhdellä sukeltajalla siten, että toinen kartoittaja valvoi sukellusta veneestä. Sukeltaja oli kiinni pintaköydessä, johon kiinnitettiin poijuja näkyvyyden parantamiseksi (kuva 9). Sukelluksen valvoja seurasi muuta veneliikennettä alueella ja sukeltajan etenemistä vedessä. Hänen tehtävänä oli myös pitää sukelluspöytäkirjaa ja nostaa sukelluslippu ennen sukellusta. Sukeltaja kirjasi havaintonsa kasvivuuduista kirjoituslomalustalle teipatuille vedenkestäville paperilomakkeille. Havainnot siirrettiin myöhemmin Allure-ohjelmaan. Sukeltaja keräsi kasvinäytteet pieniin purkkeihin, ja kasvit siirrettiin merkittyihin minigrip-pusseihin veneessä. Sukelluksen jälkeen linjanarut kerättiin pois ja linjan päädyt paikannettiin uudestaan.



Kuva 8. Sukelluslinjaa painoineen ja kohoineen lasketaan veneestä.



Kuva 9. Sukeltajan pintaköyttä lasketaan veneestä.

Maastotyöpäivän jälkeen GPS-pisteet siirrettiin tietokoneelle. Allureen kerätyt tiedot muunnettiin Excel-tiedostoiksi, joihin kerättiin myös GPS-pisteiden paikannukset. GPS-pisteet tallennettiin Exceliin maantieteellisinä koordinaatteina, apuna käytettiin DNR-GPS-ohjelmaa.

LIITE 1. Tarvikelista veneeseen

vesikiikarit

mittakeppi, jossa pieni hara ja asteikko 10 senttimetrin tarkkuudella

tabletti, sille vesitiivis pussi

3 sadan metrin uppoavaa linjanarua, jotka merkattu metrin välein

4 ämpäriä (naruille ja yksi ylimääräinen näytteille ym.)

kelluntapuvut, rasvaa niiden vetoketjuihin

pelastusliivit

2 GPS:ää, varapattereita

poijuja (vähintään 6, linjojen päihin ja sukeltajan pintaköyteen)

Flexi-taluttimia (vähintään 4)

2 kg painoja linjanarujen päihin (vähintään 4)

ilmastointiteippiä

kirjoituslustoja

sukelluspöytäkirjoja

sukelluslomakkeita, ylimääräisiä vedenkestäviä papereita

puukko, narua, jousihakoja, lyijykyniä, vedenkestäviä tusseja

kannellinen laatikko pikkutavaroille

sukelluslippu, tanko lipulle

näytteenottopurkit sukellukseen, verkkopussi

minigrip-pusseja näytteille

luuppi

henkilökohtaiset sukellustarvikkeet (puvut, sukat, hanskat, maski, sukellustietokone, puukko, räpylät,

regu, pullo, liivi, painot ja painovyö, ylimääräisiä o-renkaita)

suojapeite sukelluspulloille

ketju ja lukko arvokkaiden tavaroiden kiinnittämiseen

sukeltajan pintaköysi

ankkuri ja köysi

pidempi köysi kiinnittymiseen

kiristyshihna pullojen kiinnittämiseen veneeseen

karttaplotteri veneeseen

paperikartat kansiossa, kompassi

hapenantolaite

varatankki bensaa

työkalupakki

kännykkä

ea-laukku

kamera

lisäksi veneessä kaikuluotain

Muita: kasviopas vedenkestävässä pussissa, nippusiteitä, aurinkorasvaa ja -lasit