

Opinnäytetyö (AMK)

Ympäristötekniikka

2025

Niklas Turva

Kartoitusaluksen prototyypin
kehittäminen spatiaalisesti tarkan
meriluontotyyppitiedon
tuottamiseen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2025 | 25 sivua

Niklas Turva

Kartoitusalueen prototyypin kehittäminen spatiaalisesti tarkan meriluontotyyppitiedon tuottamiseen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa uudenlainen makrolevien kartoitusalue, jonka pohjalta voidaan kehittää uudenlainen menetelmä spatiaalisesti tarkan meriluontotiedon tuottamiseen. Työ toteutettiin osana Biodiversea LIFE-IP hanketta Metsähallitukselle. Kartoitusalueen periaate on mahdollistaa uuden kustannustehokkaamman ja tarkemman kartoitusmenetelmän kehitys.

Työssä käsiteltävä kartoitusalue ”Lutunen” perustuu akustisen syvyysanturin ja syvyyssäädettävän vedenalaisen kameran yhdistelmään. Aluksesta on haluttu tehdä mahdollisimman autonominen, jotta kartoitus olisi mahdollisimman helppoa. Yksi määrittävä tekijä suunnittelussa oli myös aluksen helppo liikuteltavuus, joten sen pohjana on kumivene keulamoottorilla.

Alukseen on tehty muutoksia kenttäkokeilujen pohjalta. Aluksen osia ja osien sijoituksia on muutettu työn edetessä. Työn tuloksena saatiin kenttätöissä toimiva kartoitusalue, jolla on saatu kerättyä kesän 2025 aikana tietoa erilaisilta kartoituskohteilta.

Asiasanat:

Menetelmäkehitys

Kaikuluotaus

Meriympäristö

Luontokartoitus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and Environmental Engineering

2025 | 25 pages

Niklas Turva

Development of a survey vessel prototype for producing spatially accurate marine habitat data

The aim of this thesis was to design and implement a new type of macroalgae survey vessel that could serve as a platform for the development of a new method for producing spatially accurate marine habitat data. The work was done as part of the Biodiversea LIFE-IP project for Metsähallitus. The purpose of the survey vessel is to facilitate the development of a more cost-effective and accurate survey method.

The survey vessel "Lutunen" was developed in the scope of this thesis, based on a combination of an acoustic depth probe and a depth-adjustable underwater camera. The vessel was designed to be as autonomous as possible to make the surveying as effortless as possible. Another defining factor in the design was the ease of transport, achieved by using an inflatable boat equipped with a trolling motor.

Modifications were made to the vessel based on field trials. The vessel's components and their placements were adjusted as the work progressed. As a result, a survey vessel suitable for field work was obtained, and it has been used to collect data from various sites during the summer of 2025.

Keywords:

Method development

Sonar

Marine environment

Nature survey

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Kartoitusmenetelmät ja teknologiat	9
2.1 Käytetyt menetelmät	9
2.2 Kartoitusaluksen periaatteen vertaaminen muihin menetelmiin	10
3 Tuotekehitysprosessi	12
3.1 Lähtökohdat ja tavoitteet	12
3.2 Suunnittelutyön eteneminen	12
3.3 Alukseen valikoituneet osat	13
3.3.1 Plotteri ja anturi	13
3.3.2 Moottori	15
3.3.3 Aluksen runko	16
3.3.4 Kameroiden syvyyden säätö	16
3.3.5 Kamera	16
3.3.6 Akkulaatikko	17
3.4 Osien kustannukset	18
3.5 Kenttätestauksien havainnot ja tulokset	18
4 Kartoitusaluksen käyttöönotto kenttätöissä	20
5 Mahdollinen tulevaisuuden kehitystyö ja toimivuuden arviointi	21
5.1 Mahdollinen tulevaisuuden kehitystyö	21
5.2 Toimivuuden arviointi	22
Lähteet	23

Kuvat

Kuva 1. Syvyystieto ennen anturin paikan vaihtamista (Wester 2025).	14
---	----

Kuva 2. Syvyystieto anturin paikan vaihtamisen jälkeen (Wester 2025)	14
Kuva 3. Kuva pikakiinnikelevyn asennuksesta.	15
Kuva 4. Takilan sijoittelu (Hoikkala 2025)	16
Kuva 5. Kartoitusaluksen prototyypin lopullinen versio syyskuussa 2025.	22

Taulukot

Taulukko 1. Alukseen hankittujen osien kustannukset.	18
--	----

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Biomassa	Eloperäisen aineksen kokonaismäärä
Ekosysteemipalvelu	Ekosysteemin tarjoama hyöty
Flada	Matalavetinen mereen yhteydessä oleva meren lahti, joka on maankohoamisen seurauksena osittain sulkeutumassa merestä.
Interpoloida	Tiedon päättelemistä tunnettujen arvojen väliin.
Makrofyytti	Vesikasvi, joka on silmin nähtävissä.
Makrolevä	Monisolainen, silmällä nähtävä levä.
Spatiaalinen	Paikkasidonnainen.

1 Johdanto

Viimeisen 20 vuoden aikana luontokadon on ymmärretty olevan ilmastonmuutoksen ohella suuri riski ympäristölle. Globaalin ympäristönmuutoksen myötä meri muuttuu koko ajan, siksi tiedon tarve meriekosysteemeistä on kasvanut entisestään. Tietoa käytetään ilmaston huomioivan ennallistamisen ja suojelun tueksi. (Ympäristöministeriö 2024)

Vedenalainen kasvillisuus tarjoaa lukuisia ekosysteemipalveluita maailmanlaajuisesti. Esimerkiksi meriruohot muodostavat merkittävän osan maailman hiilivarastoista. Makrofytyt toimivat myös veden puhdistajina ja elinympäristöinä eliöstölle. (Angove 2020, 13) Kasvillisuutta on käytetty vedenlaadun ja elinympäristöjen ominaisuuksien kuvaamiseen (Appelgren & Mattila 2005, 2).

Tämän opinnäytetyön aiheena on kameraan ja akustiseen syvyysanturiin perustuvan puoliautonominen kartoitusalue Lutusen prototyypin kehitysprosessin kuvaus. Aluksella on tarkoitus kerätä kuva-, syvyys- ja paikkatietoaineistoa, joiden avulla voidaan luoda spatiaalisesti tarkkaa vedenalaista meriluontotyyppitietoa. Työssä toteutettavan laitteen päätavoitteena on mahdollistaa uuden kartoitusmenetelmän kehittäminen, joka olisi kustannustehokkaampi ja kattaisi laajempia alueita kuin nykyiset menetelmät matalikkojen vedenalaisten kasvien ja luontotyyppien kartoituksissa. Menetelmän on myös oltava toistettava. Opinnäytetyössä tarkastellaan aluksen teknisiä tietoja ja sen soveltuvuutta luontokartoituksissa. Opinnäytetyön aihe on saatu Metsähallitukselta ja työ liittyy Biodiversea LIFE-IP hankkeeseen. Biodiversea LIFE-IP -hanke on suurin Itämeren monimuotoisuuden turvaamiseen liittyvä hanke, jonka päätavoitteena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja tehostaa meriluonnon suojelua meri- ja rannikkoalueilla Suomessa (SYKE 2022).

Vesikasveihin vaikuttaa ihmisten aiheuttamat paineet – kuten ilmaston lämpeneminen, vedenlaadun heikkeneminen ja ihmisten aiheuttamat satunnaiset paikalliset häiriöt esimerkiksi ankkuria laskiessa. (Angove 2020, 13) Suomessa hieman alle neljännes meriluontotyypeistä on arvioitu uhanalaiseksi (SYKE 2022). Vaikka vedenalaisella kasvillisuudella on suuri ekologinen ja taloudellinen rooli, on maailman rannikkokosteikoista ja meriruohoniityistä menetetty yli 65 %, ja noin 40 % rakkohaurumetsistä on taantumassa (Pauch ym. 2024, 2). Rakkohauruvaltaiset pohjat ovatkin luokiteltu Suomessa uhanalaiseksi luontotyyppiä (Kontula & Raunio, 2018, 19), mutta pinta-alan muutoksesta ja nopeudesta kaivataan lisätietoa. Tässä opinnäytetyössä esiteltävä kartoitusalue Lutunen voisi auttaa tähän tietopuutteeseen.

2 Kartoitusmenetelmät ja teknologiat

2.1 Käytetyt menetelmät

Merenpohjan biologisiin kartoituksiin on olemassa jo erilaisia menetelmiä, joista yleisiä ovat drop-videomenetelmä, robottikamera (ROV, eli Remotely Operated Vehicle) ja linjasukellukset. Drop-videomenetelmässä kamera lasketaan merenpohjan lähelle ja videolta tunnistetaan lajisto ja pohjan laatu. (SYKE 2022) Tämä menetelmä sopii etenkin suurten alueiden kartoitukseen, koska tiedon kerääminen on nopeaa. Menetelmällä voidaan kartoittaa hyvin esimerkiksi vesikasvien esiintymistä. Joidenkin lajien kartoitus tällä menetelmällä on kuitenkin vaikeaa. Lajien koko vaikuttaa menetelmällä tuotettujen havaintojen luotettavuuteen, joten vain tiettyjä suurempia lajeja saadaan tunnistettua videolta. Menetelmässä käytetään digitaalista kameraa, joka on suljettuna vesitiiviiseen koteloon. GPS:n avulla määritetään videoinnin aloituskohta, joka merkitään kenttäkaavakkeelle. Kun videointi on valmis, ajolinjan lopetus piste määritetään. (Menetelmäohjeistus 2012, 20) Videoiden onnistumiseen vaikuttaa veneen kuskin ja kameran laskijan taidot, sekä ympäristöolosuhteet. Toimintavarma kalusto ja videon laatu ovat myös tärkeitä, kun halutaan tuottaa laadukasta aineistoa. Jokaiselta näytepisteeltä tuotetaan hyvälaatuista videokuvaa pohjasta minuutin ajan. Kameran pitää osoittaa noin 45 astetta alaviistoon. Videoaineiston laadunvarmistus lähtee jo kenttätoiminnasta. (Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025, 38-39) Videot analysoidaan jälkikäteen sisätiloissa (Menetelmäohjeistus 2012, 20).

Robottikamera toimii samalla periaatteella, mutta robottikameraa voidaan ohjailta alukselta käsin (SYKE 2022). ROV-laitteistolla kuvatut videot ovat pidempiä kuin drop-video menetelmällä. ROV:illa ajetaan esimerkiksi 10-30 minuutin pituisia kierroksia tai linjoja. ROV:ssa tulee olla paikannuslaitteisto, jolla saadaan ajatun matkan videolle jatkuvaa sijaintitietoa. ROV vaatii tilaa ja

energiaa, joten se edellyttää yleensä kookkaampia aluksia, ja sen käyttö vaatii tyypillisesti kolme henkilöä. Yksi henkilö on vastuussa kaapelin hallinnasta, toinen avustaa ja toimii kirjurina ja kolmas henkilö on ROVin operaattori. Kuvatut videot tulisi olla kuvattu tarpeeksi läheltä pohjaa ja rauhallisella tahdilla, jotta videoiden analysointi jälkeensä olisi mahdollisimman helppoa.

(Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025, 39-40)

Linjasukelluksissa vedetään puolestaan 100 metrin mittainen köysi, jota tutkimussukeltaja seuraa. Sukeltaja kirjaa jo sukelluksen aikana tunnistetut lajit ylös ja ottaa näytteitä myöhempää lajintunnistusta varten. (SYKE 2022)

Matalissa vesissä kartoituksia voidaan tehdä myös kahlaamalla tai snorklaamalla. (Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025, 28)

Kasvillisuuslinjoja voidaan tehdä myös SUP-laudalla, kun pohja on tasainen ja matala. SUP-laudalla mukana pidetään ankkuria, vesikiikaria ja/tai haraa.

Ankkurin avulla pysähdytään pisteelle. Näytepisteen arviointi voidaan tehdä hyvässä näkyvyydessä vesikiikarilla. Jos näkyvyys on huono, niin käytetään haraa arvioinnin tekemiseen. 10 metrin välein on sijoitettu ruutuja, joista kasvillisuus arvioidaan. Ruutujen pinta-ala voi olla 1 m^2 tai 4 m^2 .

(Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025, 28-33)

Tietoa voidaan kerätä myös pistemäisten kasvillisuusruutujen avulla. Sukellus- tai kahlauspisteeltä otetaan ylös koordinaattien lisäksi samat tiedot kuin sukelluslinjaltakin. Pistemäisesti arvioitaessa näytteen pinta-alan voi sijoittaa $2 \times 2\text{ m}$ ruuduksi. Arvion voi tehdä esimerkiksi vesikiikarilla pohjassa seisten tai SUP-laudalta, jos pohja on pehmeää eikä pölyä. (Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025, 35-36)

2.2 Kartoitusalueen periaatteen vertaaminen muihin menetelmiin

Opinnäytetyön tuloksena syntyneen kartoitusalueen Lutusen toimintaperiaate on nykyisistä menetelmistä lähimpänä drop-videomenetelmää. Eroina näiden välillä on, että Lutunen kuvaa huomattavasti pidempiä, noin tunnin pituisia

linjoja ja soveltuu etenkin mataliin vesialueisiin. Lutusella päästään myös paikkoihin joihin isommalla veneellä on vaikea päästä. Lutusella on mahdollisuus päästä huomattavasti matalammille alueille, kun suuremmalla aluksella. Kartoitusalus voidaan myös ottaa käyttöön suuremman aluksen kyydistä tai maalta käsin, joten sen liikuteltavuus mahdollistaa pääsyn erillisille kohteille, esimerkiksi fladoille.

Lutusen toisena etuna on sen mahdollisuus tallentaa videoiden tai kuvien lisäksi myös syvyys- ja paikkatietoa. Kun videot saadaan yhdistettyä paikkatietoon ja syvyystietoon, on siitä mahdollista saada tarkkaa kuvaa suuremman alueen kasvillisuudesta ja luontotyypeistä. Lutusen tuottama paikkatieto on tiheää pisteaineistoa. Tämän avulla voidaan interpoloida pisteet kokopeittäväksi aineistoksi. Pisteiden tiheyttä voidaan säätää anturin asetuksista. Mahdollisuus olisi myös saada kasvien korkeustiedosta kasviesiintymän biomassa. Biomassasta voidaan arvioida niittyjen tai esiintymien kykyä sitoa hiilidioksidia (Lammerant ym. 2023, 3).

Lutusen kartoitusmahdollisuus ulottuu matalimmillaan alueille, joita muuten snorklattaisiin tai kahlattaisiin, mutta yltäen samalla syvempiin paikkoihin. Lutusella voidaan kartoittaa alueita, joissa vettä on 0,5 – 5 m kasvien yläpuolella. Syvempiin paikkoihin ei päästä syvyyden seuraamiseen käytetyn kameran johdon pituuden takia, ja alle 0,5 m syvyyksissä moottori saattaa osua kasveihin, kiveen tai pohjaan.

Lutunen on myös kustannustehokas muihin menetelmiin verrattuna. Sen yksi päätavoite on tuottaa mahdollisimman paljon tietoa lyhyessä ajassa. Tietoa kertyy huomattavasti enemmän samassa ajassa, kuin esimerkiksi drop-videomenetelmällä. Lutunen menetelmänä vaatii kenttätöissä kaksi ihmistä, jotta alus saadaan nostettua veteen. Toisen ihmisen on hyvä olla myös näköyhteyden päässä koko kartoituksen ajan työturvallisuussyistä.

3 Tuotekehitysprosessi

3.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Tiedonkeruu perustuu vedenalaiseen kameraan ja akustiseen syvyysanturiin. Aluksen pitää tuottaa siis tarkkaa kuvaa pohjan kasvillisuudesta, syvyystietoa pohjasta ja kasvien korkeudesta sekä paikkatietoa aluksen kulkemista kartoitusreiteistä. Kuvan pitää olla tarpeeksi tarkkaa, jotta valokuvista/videosta voidaan tunnistaa kasvien lajit ja luontotyyppi. Aluksesta on pyritty saamaan myös mahdollisimman autonominen, jotta kartoitus olisi mahdollisimman tehokasta. Tavoitteina oli myös toteuttaa laite kaupallisilla kuluttajatuotteilla, sekä mahdollistaa kameran syvyyden säätely. Aluksen pitää olla myös nopeasti koottava ja mahduttava pieneen tilaan kuljetuksen ajaksi. Itse alukseksi on valikoitunut Talamex TLX-300 kumivene. Kumivene sopii aluksen pohjaksi sen hyvän liikuteltavuutensa vuoksi.

Alukselta toivottiin myös, että sen avulla voitaisiin selvittää makroleväesiintymien biomassa. Tämä saataisiin selville syvyystiedosta, josta saataisiin erotettua kasvien korkeus pohjan syvyydestä.

Koska tiedonkeruu perustuu kameraan ja syvyysanturiin – on niiden soveltuvuus selvitettävä hyvin. Alukseen on asennettu kaksi kameraa, jotka ovat AquaSpy-kalakamera ja GoPro Hero 11 -actionkamera. Kalakamera toimii kartoitusten aikana näyttönä, minkä avulla saadaan reaaliaikaista kuvaa pohjasta pinnalle. Kalakameraa hyödynnetään kameran syvyyssäädössä, koska sen avulla voidaan nähdä pohja. GoPro:lla kerätään kuvatietoa kasveista TimeLapse-ominaisuudella.

3.2 Suunnittelutyön eteneminen

Suunnittelutyö alkoi selvittämällä laitteeseen halutut ominaisuudet.

Tärkeimmiksi ominaisuuksiksi toimeksiantajan toiveesta nousivat itseohjautuva moottori, kamera syvyyssäädöllä ja syvyysanturi. Itseohjautuva moottori nousi esiin, koska aluksesta halutaan mahdollisimman autonominen. Itseohjautuva

moottori vapauttaisi kartoittajan aluksen jatkuvasta ohjaamisesta, jotta kartoituksen seuraamiselle jäisi enemmän aikaa. Kamerassa syvyysäättö koettiin myös tärkeäksi, koska samankaltaisia menetelmiä on toteutettu jo, mutta niissä ei ole ollut toistaiseksi vielä mahdollisuutta kameran syvyyden säätämiseen. Syvyysanturi puolestaan on kriittinen syvyystiedon keräämiseen. Toimeksiantaja asetti anturille myös kehyksen. Anturin pitäisi olla kuluttajalle myytävä anturi, eikä erityisesti tutkimuskäyttöön räätälöity. Tämä rajoite asetettiin budjetin vuoksi, mutta taustalla oli myös halu kokeilla, miten kaupallinen tuote pärjäisi tässä käytössä.

Seuraavaksi tehtiin suunnitelma siitä, miten alus tulisi toimimaan ja mitä osia se vaatisi. Ensimmäinen suunnitelma oli, että kumiveneen takaosaan asennetaan moottori ja etuosaan vinssi, johon kamera kiinnitettäisiin. Tässä suunnitelmassa ongelmaksi osoittautui sopivan vinssin löytäminen ja keulamoottorin asentaminen veneen peräosaan.

Suunnitelma muuttui, kun keulamoottori päätettiin sijoittaa normaaliin tapaan veneen keulaan. Vinssin sijasta päädyttiin myös sähkökäyttöisen takilan käyttöön sen nopeamman nostonopeuden ja yleisen soveltuvuuden takia. Takilan saisi helpommin asennettua kumiveneen peräpenkkiin, kun moottori asetetaan keulaan.

3.3 Alukseen valikoituneet osat

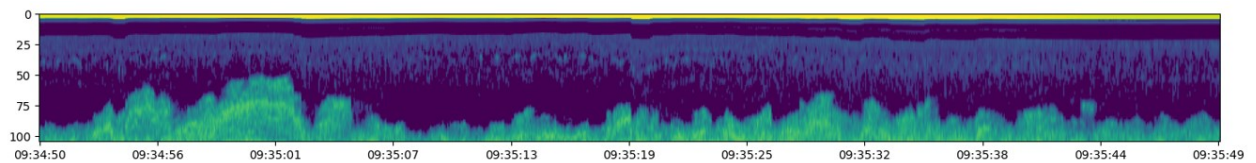
3.3.1 Plotteri ja anturi

Plotterina aluksessa on Lowrance Elite FS 9 ja se toimii 12 V virralla. Plotteri mahdollistaa valmiiden reittien pitämisen kartalle, joten alusta operoidessa venettä ei tarvitse ohjata manuaalisesti ja ajatut reitit tallentuvat plotterin SD-kortille, josta ne voidaan siirtää paikkatietojärjestelmään tai ajaa myöhemmin identtinen reitti uudelleen.

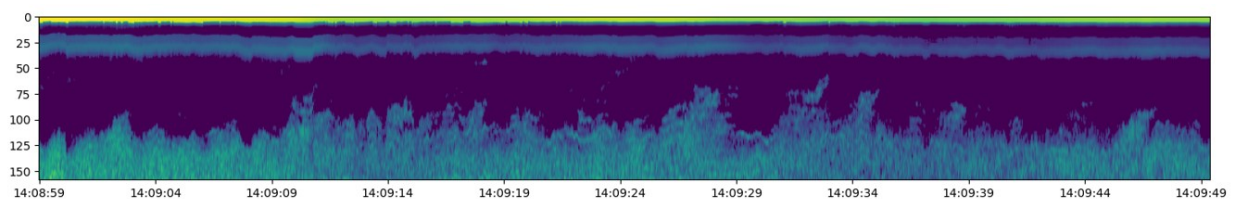
Näytöllä voidaan seurata myös kaikuanturin (Active Imaging 3-in-1) luomaa syvyystietoa. Kaikuanturi antaa kuvaa veden ja kasvillisuuden korkeudesta.

Kaikuanturilla voidaan tuottaa CHIRP, SideScan ja DownScan kuvaa. (Ruoto 2025)

Kaikuanturin sijoitus oli alkuperäisessä suunnitelmassa aluksen etuosassa, moottorin lähellä (Kuva 1). Alkuperäisenä oletuksena oli, ettei moottori häiritsisi anturia niin paljon, ja reaaliaikaisen anturitiedon avulla saataisiin seurattua pohjaa paremmin kartoitusten aikana. Anturin tuottamasta tiedosta kuitenkin huomattiin, että moottorin tuottama häiriö on liian suuri, eikä reaaliaikainen syvyystieto auttanut merkittävästi kartoituksen aikaisessa kameran syvyyssäädössä. Samalla huomattiin myös aallojen vaikuttavan anturiin enemmän keulassa, koska anturi liikkuu vertikaalisesti keulan mukana, kun aluksen painopiste on aluksen perässä. Aallokko tuotti paikoitellen syvyys- ja paikkatietoon aukkoja. Anturi siirrettiin tämän takia aluksen perälle. Aluksen perässä anturiin ei kohdistunut niin paljon häiriötä moottorista tai ympäristön olosuhteista (Kuva 2).



Kuva 1. Syvyystieto ennen anturin paikan vaihtamista (Wester 2025).



Kuva 2. Syvyystieto anturin paikan vaihtamisen jälkeen (Wester 2025)

Ylemmässä syvyysdatassa on selvästi enemmän häiriötä, kuin alemmassa kuvassa, jossa anturia on siirretty. Häiriön vuoksi biomassan arvioiminen on haastavampaa, joten siitä olisi hyvä päästä eroon kokonaan.

Anturin ja plotterin valintaan vaikuttivat niiden hinta. Aluksen tarkoituksena oli pitää kustannukset mahdollisimman alhaisina ja tarkempi anturi ei olisi

mahtunut budjettiin. Laitteiden valintaan vaikutti myös niiden yhteensopivuus BioBase maps-ohjelman kanssa, jonka avulla voidaan luoda automaattisesti karttoja kasvillisuuden biomassasta. Nämä kartat voidaan siirtää tämän jälkeen muihin GIS- työkaluihin. (BioBase 2025)

3.3.2 Moottori

Alukseen valittiin MotorGuide Xi3 FW 55 lb keulamoottori. Moottori on tarkoitettu makealle vedelle, mutta moottori kestää myös Itämeren murtovedet. Moottori toimii 12 V voimalla ja se pystytään liittämään Lowrance Elite FS 9 plotteriin NMEA2000 verkkon ja MotorGuide Pinpoint NMEA 2000 Gatewayn avulla. Yhteyden avulla keulamoottoria voidaan ohjata plotterin näytöltä ja moottorille voidaan luoda ajoreittejä. (Ruoto 2025) Moottori asennetaan pikakiinnikelevyn päälle, jolloin aluksen kokoonpano maastossa helpottuu huomattavasti. Pikakiinnikelevyssä (Kuva 3) on pikakiinnike moottorille ja levy asennetaan kumiveneen etupenkin päälle kulmarautojen ja kahden sokan avulla.



Kuva 3. Kuva pikakiinnikelevyn asennuksesta.

3.3.3 Aluksen runko

Aluksen pitää olla nopeasti koottava maasto-olosuhteissa, joten itse alukseksi on valikoitunut Talamex TLX-300 kumivene. Kumivene sopii aluksen pohjaksi sen hyvän liikuteltavuutensa vuoksi. Kumiveneessä on alumiininen pohja.

3.3.4 Kameroiden syvyyden säätö

Kameroiden syvyyden säätämiseksi veneeseen tulee Scotty Depthpower 1101 sähkötoiminen takila, jonka nostonopeus on 6,8 kg painon kanssa n. 62 m minuutissa (Ruoto 2025). Nostonopeuden on hyvä olla nopea mahdollisten kivien tai muiden esteiden varalle.



Kuva 4. Takilan sijoittelu (Hoikkala 2025)

3.3.5 Kamera

Alukseen asennetaan kaksi kameraa, joista toinen on tarkoitettu tarkempaan kohteen kuvaamiseen ja toisella saadaan reaaliaikaista tietoa pohjasta

katsottavaksi kartoitusten aikana. Reaaliaikainen kuva tulee AquaSpy-kalakamerasta ja vedenalaista kuvaa nauhoittaa GoPro Hero 11. GoProlla saadaan 4k-resoluution kuvaa.

Kamerat on asennettu viemäriputken sisään takilapainon kanssa. Viemäriputken tarkoituksena on tehdä kamerakiinnityksestä tukevampi ja kameran liikkeestä vakaampi.

3.3.6 Akkulaatikko

Akuksi alukseen valittiin 100Ah AGM-akku, joka vaihtui nopeasti 100Ah litium-akkuun, sen kevyemmän painon takia. Painavan AGM-akun siirtely ja nostelu kenttätöissä koettiin työturvallisuusriskiksi. Lopulliseksi akuksi alukseen vaihdettiin Ultramax LiFePO4 litium-akku sen kevyemmän painon vuoksi.

Akku on asennettu laatikkoon, joka sisältää muiden laitteiden pistokkeet, sulakkeet ja muut liitännät. Laatikosta virtansa saa takila, moottori ja plotteri. Laatikko sisältää myös NMEA2000 verkon. Moottorissa on 60 A sulake, plotterissa, NMEA2000 verkossa ja takilassa on puolestaan kaikissa 3 A lattasulakkeet.

NMEA2000-verkko on standardi vene-elektronikalle, joka mahdollistaa tiedonsiirron eri valmistajien tuotteiden välille. Verkko mahdollistaa laitteiden tiedonsiirron molempiin suuntiin, eli laitteet voivat ”keskustella” keskenään. NMEA 2000-verkon etuna on, että tiedonsiirto ja verkon virta kulkee samassa kaapelissa. Tieto siirtyy NMEA2000 verkossa 250 kb/s nopeudella, joka on 50 kertaa nopeampi kuin NMEA 0183 verkossa. (Garmin n.d.)

3.4 Osien kustannukset

Aluksen osat hankittiin suunnitelmien pohjalta. Kaikkia osia ei tarvittu ostaa, vaan joitain osia oli jo valmiina Metsähallituksen varastossa ja rakennustarvikkeita saatiin Turun Ammattikorkeakoulun Meriympäristötutkimusryhmän laboratoriolta. Metsähallituksella oli valmiina tämän projektin käyttöön kumivene, karttakortti, GoPro-kamera ja kamerakotelo.

Hankittujen osien kustannuksiksi tuli noin 4 700 € (Taulukko 1). Laskelmissa on otettu huomioon vain kartoitusaluksen lopulliseen prototyyppiin päätyneiden osien kustannukset.

Taulukko 1. Alukseen hankittujen osien kustannukset.

Hankittujen osien kustannukset:	
Osa:	Hinta (€)
Lowrance Elite FS 9 + anturi	999,9
MotorGuide Xi3 + Pikakiinnitysalusta	1499
NMEA Starter Kit	119,9
MotorGuide Pinpoint NMEA 2000 Gateway	199,9
Scotty 5-1101 Takila	799,9
Patriot takilapaino 5 kg	44,9
Aqua Spy kamera	279
Ultramax Litium-akku 100Ah	499
Oceanflex kaapelointipaketti	189
Laattasulake 3A 5kpl	1,99
Vesitiivis sulakepidin	5
Laatikko akulle	49,9
Viemäriputki	2,95
Yhteensä:	4690,34

3.5 Kenttätestauksien havainnot ja tulokset

Kartoitusalue ”Lutunen” on ollut testattavana luontokartoitustöissä kesä-/elokuussa 2025 ja sillä on tehty luontokartoituksia ja tarkkailtu potentiaalisia meriajokas (*Zostera marina*) istutuskohteita.

Kenttätestauksissa selvisi minkälaisiin olosuhteisiin laite soveltuu. Laite vaatii toimiakseen hyvät tuuli- ja aaltoolosuhteet, jotta ohjaaminen on hallittavissa. Yli 6 m/s tuulet osoittautuivat avoimilla paikoilla haastavaksi, mutta myös kovat puuskat tai suuremmat aallot vaikeuttavat kartoitusta. Haastaviksi paikoiksi osoittautuivat myös kohteet, joissa kasvit ylsivät lähelle veden pintaa. Tällaisia kohteita olivat esimerkiksi matalat fladat ja rehevöityneet lahdet. Fladoissa ongelmaksi osoittautui etenkin pinnalle kasvaneet näkinpartaislajit (**Charophyta**) ja rehevöityneissä lahdissa aluksen moottori jäi usein jumiin mm. runsaaseen tähkä-ärviä (**Myriophyllum spicatum**) kasvustoon.

Kenttätöiden näkökulmasta hyviä paikkoja alukselle ovat esimerkiksi jyrkät kalliorannat tai muut kovemman pohjan alueet.

Tiedonkäsittelyssä puolestaan selvisi, että aikaisemmin mainittu BioBasemaps-ohjelma ei sovellu tähän käyttöön maantieteellisten rajoitusten vuoksi. Ohjelma ei toimi ollenkaan Suomen rannikkovesissä, joten sitä ei voitu hyödyntää tähän käyttöön. Vaihtoehtoisena menetelmänä tiedonkäsittelyyn on yritetty kehittää ohjelmaa, jolla kerättyä tietoa kasvien korkeudesta voitaisiin hyödyntää. Ongelmia ilmeni myös kaikuluotaimen pohjan tulkinnassa. Anturi ei toimi samalla tavalla kaikilla pohjatyypeillä, koska sen automaattisesti tekemiin pohjatulkintoihin vaikuttaa ilmeisesti pohjan kovuus.

4 Kartoitusaluksen käyttöönotto kenttätöissä

Kartoitusalus rakennetaan aina uudelleen, kun saavutaan uudelle kohteelle. Ensin kumivene täytetään ja siihen asennetaan penkit. Tämän jälkeen penkkeihin kiinnitetään moottorin kiinnityslevy ja siihen keulamoottori. Tämän jälkeen asetetaan akkulaatikko, takila ja anturiteline paikoilleen. Viimeisenä voidaan kiinnittää herkimmät osat, eli plotteri akkulaatikon päälle ja kamerakiinnike takilan koukkuun. Ennen laitteiden käynnistämistä varmistetaan, että plotterissa on oikea muistikortti ja kaapeleiden oikea asennus. Tämän jälkeen on vielä hyvä tarkistaa moottorin toiminta kauko-ohjaimella.

Kun laite otetaan käyttöön, käynnistetään ensin plotteri ja varmistetaan, että muistikortilla on tilaa. GoPro-kameran aika on myös tarkistettava ennen lähtöä. Ennen anturin datan tallentamista, varmistetaan myös anturin asetuksista plotterilta, että tallennettu tieto siirtyy muistikortille SL2-tiedostotyyppinä. Kun kaikki on valmista, voidaan käynnistää GoPro ja anturin tallennus samanaikaisesti päälle. Kun kamera ja anturi tallentavat varmistetusti kuvaa ja syvyystietoa, voidaan lähteä liikkeelle joko plotterille piirretyn reitin ja autopilotin avulla tai kauko-ohjaimella ohjaten.

Kartoituksen tai muun työn aikana aluksen kyydissä on aina henkilö, joka ohjaa alusta ja kameran syvyyttä. Kameran syvyysäättö tapahtuu takilan vivusta (syvemmälle) ja vihreästä napista (ylemmäs).

Kun kartoitus on valmis, lopetetaan kameran ja syvyystiedon tallennus, ja tämän jälkeen laite voidaan purkaa.

5 Mahdollinen tulevaisuuden kehitystyö ja toimivuuden arviointi

5.1 Mahdollinen tulevaisuuden kehitystyö

Tulevaisuudessa alus voisi pohjautua kumiveneen sijasta kiinteään pohjaratkaisuun, joka olisi riittävän kompakti mahtuakseen vielä pakettiauton kyytiin, ja samalla tarpeeksi kevyt, jotta se olisi vielä kahden ihmisen nostettavissa. Tämä nopeuttaisi maastotöitä huomattavasti, kun aluksen kokoamiseen ja purkamiseen vaadittu aika vähenee. Kiinteämpi ratkaisu voisi myös vakauttaa alusta, koska nykyinen kumivene pohjainen ratkaisu on hyvin herkkä vaihtuville aalto- ja tuuliolosuhteille. Esimerkiksi kiinteä kovamuovinen runko antaisi myös mahdollisuudet sähkölaitteiston parempaan suojaamiseen sateelta, sekä mahdollisuuden kiinnittää valmiiksi joitakin kevyempiä osia kiinteästi alukseen. Tämänlainen kokonaisuus olisi toiminnaltaan varmempi ja mahdollisesti nopeampi ottaa käyttöön kenttätöissä.

Aluksen laitteistoa voitaisiin myös päivittää, sillä nykyisessä plotterissa (Lowrance FS Elite 9) on vain yksi muistikorttipaikka, mikä rajoittaa hieman karttakortin käyttöä. Plotterin oma taustakartta ei ole kovin tarkka ja olisikin hyvä, että plotteriin saataisiin kaksi muistikorttia. Toinen muistikortti olisi syvyysanturin datan tallennusta varten ja toinen karttakortille. Kartoitusalueeseen voisi sopia esimerkiksi Lowrancen HDS-plotteri, jossa on kaksi muistikorttipaikkaa.

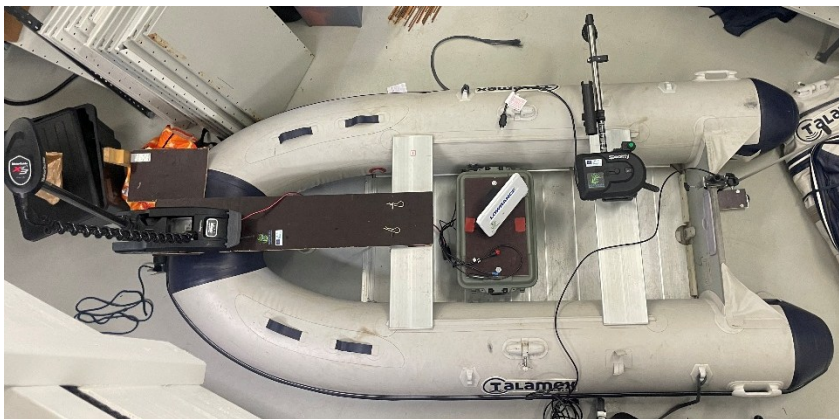
Jo olemassa oleviin osiin voisi tehdä myös päivityksiä. Akkulaatikkoon voitaisiin tulevaisuudessa lisätä auringon-/sateensuoja. Suojan lisäksi jännitemittari ja USB-laturiportti olisivat hyödyllisiä lisäyksiä. Jännitemittarin avulla akun tilaa voidaan seurata ja USB-portista voidaan ladata AquaSpy-kalakameran tai GoPro-kameran akkuja kartoituksen aikana, jos sille on tarvetta.

Kamerakiinnikettä voitaisiin myös päivittää. Nykyinen ratkaisu on toiminut hyvin tähän mennessä, mutta kalakameraa joudutaan säätämään kartoitusten välissä sen epävakaa kiinnityksen takia. Viemäriputki, johon kamerat ja takilapaino on

asennettu, voisi olla myös pidempi ja halkaisijaltaan suurempi, jotta takilapaino ja kamerat mahtuisivat siihen paremmin. Nykyisessä putkessa on myös pieni kulma, joten siinäkin mielessä putki olisi hyvä vaihtaa. Eli suurempi suora putki toimisi kamerakiinnikkeen runkona paremmin, ja se samalla mahdollistaisi kameroiden vakaamman kiinnityksen.

Tulevaisuudessa laitetta voitaisiin soveltaa myös muihin ympäristöselvityksiin LuTu-luontotyyppi-arvioinnin lisäksi. Laitteella voisi olla potentiaalia esimerkiksi ihmispaineen vaikutuksen arviointiin vedenalaisissa ekosysteemeissä tai sen käyttöä voitaisiin laajentaa sisävesikohteisiin. Ihmispainetta voisi arvioida tekemällä vuosittain kartoituksia alueilta, joissa on havaittu kaukokartoituksen avulla yleisiä venereittejä kasvillisuuden seassa. Tällä menetelmällä voitaisiin saada tehokkaasti tietoa pitkien veneilyväylien kasvillisuuden muutoksista.

5.2 Toimivuuden arviointi



Kuva 5. Kartoitusaluksen prototyypin lopullinen versio syyskuussa 2025.

Kartoitusalus "Lutunen" (Kuva 5) toimi kesän 2025 kenttäkokeilujen ja kenttätöiden pohjalta hyvin. Se on pysynyt pääsääntöisesti toimintakunnossa vaihtelevista kartoituskohteista huolimatta, ja sillä on saatu kerättyä tasalaatuaista video-/kuvadataa kohteesta riippumatta. Kartoitusalus vaatii vielä hieman kehitystä, jotta sen käyttö olisi yksinkertaisempaa ja helposti toistettavaa.

Lähteet

- Angove, C. 2020. Relationships between species traits and ecosystem processes in brackish aquatic plant communities. Väitöskirja. Bio- ja ympäristötieteiden tiedekunta. Helsingin yliopisto. 13. Viitattu 14.4.2025. <https://core.ac.uk/reader/323319690>
- Appelgren, K. & Mattila, J. 2005. Variation in vegetation communities in shallow bays of the northern Baltic Sea. Husö biologinenasema. Åbo Akademi. 2. Viitattu 14.4.2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377005001063>
- BioBase. 2025. Kotisivut. Viitattu 23.4.2025. <https://www.biobasemaps.com/>
- Garmin. n.d. What is NMEA 2000? Viitattu 22.8.2025 <https://support.garmin.com/fi-FI/?faq=6XZXEf5UOu6iKUadGkNsd7>
- Kontula, T & Raunio, A. 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Helsinki. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö. Viitattu 5.9.2025. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161234>
- Lammerant, R.; Norkko, A. & Gustafsson, C. 2023. A functional perspective on the factors underpinning biomass-bound carbon stocks in coastal macrophyte communities. 3., Tvärminnen eläintieteellinen asema. Helsingin Yliopisto. Viitattu 24.9.2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113623004178>
- Pauch, R.; Hale, J.; Kiffney, P.; Sanderson, B.; Azat, S.; Barnas, K.; Chesney, W.; Cosentino-Manning, N.; Ehinger, S.; Lowry, D. & Marx, S. 2024. Review of ecological valuation and equivalency analysis methods for assessing temperate nearshore submerged aquatic vegetation. Conservation Biology. Viitattu 15.4.2025. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.14380>
- Ruoto: Lowrance Elite FS 9". Viitattu 23.4.2025. https://www.ruoto.fi/veneily/lowrance-elite-fs-9-yhdistelmalaite-kosketusnaytolla-9/p/000-15693-001/?gad_source=1&gbraid=0AAAAADng_43ecebIn0OV2frpUNEWGDBs4&gclid=CjwKCAjwn6LABhBSEiwAsNJrjIZUkMCsa6aeACFMBR6WvwUFJllpXqsvccG0qN88lf1NcUqXSyOuLxoC1qEQAvD_BwE

Ruoto: MotorGuide Xi3 FW 54” 12V GPS Sonar. Viitattu 23.4.2025.

https://www.ruoto.fi/veneily/motorguide-xi3-55lb-fw-54-12v-gps-sonar-keulasahkomoottori-12v/p/940700100/940700100/?gad_source=1&gbraid=0AAAAADng_43ecebln0OV2frpUNEWGDBs4&gclid=CjwKCAjwn6LABhBSEiwAsNJrjnLdBwsLoHg2ES91yQvjFXySDHL2coifPRfV-oXAJEyX5-XWIDBoCualQAvD_BwE#description

Ruoto: Scotty 5-1101 Dephtpower Depthmaster. Viitattu 23.4.2025.

<https://www.ruoto.com/spin-fishing/scotty-5-1101-depthpower-depthmaster-electric-downrigger/p/062017211015/#description>

SYKE. 2022. Biodiversea LIFE-IP – meriluonnon puolesta. Viitattu 15.4.2025.

<https://www.syke.fi/fi/projektit/biodiversea-life-ip-meriluonnon-puolesta>

SYKE. 2022. Itämeren luontotyyppien uhanalaisuus. Viitattu 5.9.2025.

<https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/luontotyyppien-monimuotoisuus/luontotyyppien-uhanalaisuus/itameri>

SYKE. Vedenlaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma. Viitattu

21.8.2025. <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/suojelu-ja-tutkimusohjelmat/velmu-ohjelma#biologiset-kartoitusmenetelmat>

Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma Velmu. 2025.

Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2025. Viitattu 30.10.2025.

https://zenodo.org/records/15147679/files/VELMU_menetelm%C3%A4ohjeistus_2025.pdf?download=1

Ympäristöministeriö. 2024. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuutta

kartoittava Velmu- ohjelma juhlii 20- vuotista taivaltaan – uudistettu

karttapalvelu julkaistu. Viitattu 22.4.2025. <https://ym.fi/-/vedenalaisen-meriluonnon-monimuotoisuutta-kartoittava-velmu-ohjelma-juhlii-20-vuotista-taivaltaan-uudistettu-karttapalvelu-julkaistu>

