

Ympäristötehokas kalankasvatus ja ympäristövaikutusseurantamenetelmien kehittäminen

Loppuraportti
12.11.2015
Markus Kankainen

HANKKEEN DIARINUMERO:	4430/3561/2014
HANKKEEN KESTO	21.11.2014-30.9.2015
RAHOITTAJA	Varsinais-Suomen ELY-keskus Suomen elinkeinokalatalouden toimintaohjelma, Elinkeinokalatalouden markkinoinnin ja rakennepolitiikan edistäminen
HANKKEEN TEKIJÄ	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2015 alkaen Luonnonvarakeskus
YHTEYSHENKILÖ	Tutkija Markus kankainen Luonnonvarakeskus Itäinen Pitkätatu 3, 20540 Turku Puh:0405122652 sähköposti: markus.kankainen@luke.fi



**EU investoi kestävään
kalatalouteen**

Johdanto

Ympäristövaikutusten arviointi ja havaintojen hyödyntäminen kalankasvatuksen ympäristöluvituksessa on eräs keskeisimpiä kehityskohteita suomalaisen kalatuotannon kestäväälle kasvulle. Kaikki merkittävä kalankasvatus vaatii ympäristösuojelulain mukaisen ympäristöluvan. Ympäristölupaehdoissa säädellään kalankasvatuksen tuotantomäärää perustuen erilaisiin epäsuoriin rajoitteisiin. Näin ollen ympäristöluvissa säädellään käytännössä kotimaisen kalatuotannon määrää ja arvoa, koska merkittävässä mittakaavassa kalankasvatus on ainoa tapa tuottaa elintarvikekalaa Suomessa.

Ympäristövaikutusten arviointi on keskeisin ympäristöluvitusta ohjaava tekijä. Uusien tai vanhojen uusittavien ympäristölupahakemusten yhteydessä tehtäviin ympäristövaikutusarvioihin ei ole käytössä toistaiseksi seurantamenetelmää joka mittaisi luotettavasti kalankasvatustilanteen aiheuttamaa ympäristövaikutusta. Kalankasvatuksen alueellisista ympäristövaikutuksista ei saada tarkkaa tietoa nykyisellä seurantajärjestelmällä, vaikka ruokinnasta aiheutuva kuormitus voidaankin laskea tarkkaan käytettyjen rehujen kautta. Nykyiset seurantajärjestelmät eivät muun muassa erota muiden kuormittajien ja kalankasvatustilanteiden aiheuttamaa ympäristövaikutusta. Kalankasvatustilanteiden tulisi aiheuttamisperiaatteen perusteella vastata ainoastaan omista ympäristövaikutuksista, joka pitäisi huomioida myös ympäristöluvituksessa.

Tuotantomäärien mitoittaminen ympäristölupakäytännöissä mahdollisimman suureksi ympäristön tilaa vaarantamatta on sekä yritystaloudellisesti että kansantaloudellisesti keskeistä. Millään muilla kalatalouden alkutuotantoon liittyvillä toimenpiteillä ei voida vastaavassa mittasuhteessa vaikuttaa kotimaisen kalatuotannon arvon kasvuun eli bruttokansantuotteeseen, työpaikkoihin tai kauppataseeseen. Erityisesti avoimilla merialueilla, mutta myös hyvissä tuotantopaikoissa välisaaristossa tuotantomääriä olisi mahdollista nostaa nykyistä huomattavasti suuremmiksi ympäristön siitä silti kärsimättä.

Luotettavaa ja aktiivista mutta myös ennakoivaa seurantajärjestelmää olisi mahdollista hyödyntää toimialan ympäristöluvituksessa. Tuotantomääriin vaikuttavien ympäristölupien kriteerejä on perusteltu ympäristöluvissa muunmuassa varovaisuusperiaatteeseen perustuen, joka osoittaa, että ympäristövaikutuksia ei tunneta. Sikäli kun tärkeimpiä ympäristövaikutuksia seurattaisiin uudella seurantajärjestelmällä, tuotantomääriä olisi mahdollista nostaa tai laskea perustuen havaittuihin todellisiin ympäristövaikutuksiin.

Luotettavilla seurantamenetelmillä ja avoimella viestinnällä ympäristövaikutuksista ja monitoroinnin tuloksista voidaan välttää oletuksiin ja julkisuudessa mielikuviin perustuvat arviot tuotannon ympäristövaikutuksista.

Kun ympäristövaikutuksista viestitään avoimesti se vaikuttaa erityisesti kalatuotannon sosiaaliseen hyväksyntään ja kasvattaa siten kotimaisen kalan kysyntää. Hankkeen tavoitteena on luotettavan ympäristöseurantajärjestelmän lisäksi pyrkiä luomaan sekä yleisölle että viranomaisille avoimia viestintä ja tiedonsiirtoratkaisuja kalankasvatuksesta, sen ympäristövaikutuksista sekä muista seurattavista olosuhdetiedoista joita voidaan hyödyntää muissakin asiayhteyksissä.

Ympäristövaikutusten vähentäminen ja tuotantoteknisten ratkaisujen kokeileminen on toinen keskeinen tämän pilottitutkimuksen ja esiselvityksen tavoite. Ympäristövaikutuksia pienentämällä on mahdollista lisätä vastaavasti tuotannon määrää. Kansallisen sijainninhjaussuunnitelman mukaan erityisesti avoimilla merialueilla olisi mahdollista lisätä tuotantoa kestävästi. Kankainen ja Vielma (2014) sekä Kankainen ja Mikalsen (2014) ovat raportoineet että avoimilla merialueilla mahdolliset ruokintaratkaisut olisivat joko automatisoitu ruokinta kestävästä rehulautasta tai veneestä ruokinta. Molemmilla ruokintatavoilla on mahdollista päästä ympäristöä vähän kuormittavaan tuotantoon. Seurantaan ja tarkkailuun perustuvalla ruokinnalla saavutetaan yleisesti parempia rehutehokkuuksia, samalla kuin kalojen kasvuominaisuudet pysyvät hyvinä ja kalojen hyvinvointiin pystytään reagoimaan aktiivisesti. Teknisten laitteiden käyttöönotto on kuitenkin käytännössä ja kustannustehokkaasti haastavaa avoimilla merialueilla, minkä takia menetelmien käyttöönottoa tulee selvittää ja kokeilla Itämeressä todellisissa tuotanto-olosuhteissa.

Hankkeen tavoitteet

Hankkeen yleistavoitteena oli parantaa kalankasvatuksen ympäristötehokkuutta sekä ympäristöarviointimenetelmiä. Hankkeessa pilotoitiin lisäksi monitorointiin perustuvaa tuotannonohjauslaitteistoa avomeriolosuhteissa.

Hankkeen yksityiskohtaisemmat tavoitteet ja tehtäväkokonaisuudet:

1. *Kalankasvatustilastojen kuormituksen ja ympäristövaikutusten seurantaohjelmien kehittäminen ja ympäristövaikutusten arviointi pilottilaitoksella Kustavissa*
2. *Esiselvitys ja pilottitutkimus avomerelle soveltuvasta monitorointiin perustuvasta ympäristötehokkaasta ruokinnanohjauksesta*
3. *Kalankasvatukseen ja monitorointiin liittyvien viestintäratkaisujen kehittäminen ja tiedon hyödyntäminen*

Hankkeen rahoitus ja aikataulu

Varsinais-Suomen ELY-keskus myönsi päätöksellään 25.2.2015 Luonnonvarakeskukselle (Luke) ”Ympäristötehokas kalankasvatus ja seurantaohjelmien kehittäminen” hankkeelle 299 000 euroa avustusta. Rahoitus saatiin Suomen elinkeinokalatalouden toimintaohjelman toimenpiteestä III.1: Alan ammattikunnan toimet. Myönnetty rahoitus kattoi 100 % hyväksytyjen kustannusten kokonaismäärästä. Kuluista 51 000 oli varattu palkkoihin, 100 000 euroa seurantaohjelmään liittyviin investointeihin, 120 000 ostopalveluihin, 5 000 euroa kotimaanmatkoihin, 15 000 euroa ulkomaanmatkoihin ja 8 000 muihin kuluihin. Ostopalveluihin sisältyi Suomen ympäristökeskukselta (Syke) tilattu selvitys, 90 000 euroa, ympäristöseurantaohjelmien kehittämisestä sekä käytännössä tapahtuneesta mittauskampanjasta. Lisäksi ostopalveluissa on monitorointilaitteiston huoltoon ja asennuksiin liittyviä kustannuksia noin 30 000 euroa. Hankkeessa tehtiin kolme ulkomaanmatkaa Norjaan jossa hankkeeseen osallistuneiden yritysten ja tutkimuslaitoksen henkilöstö tutustuivat ruokinnanohjauslaitteistoihin.

Hanke toteutui pääosin rahoitussuunnitelman mukaisesti; Tuen saaja on esittänyt rahoittajalle hankkeen aikana tukipäätöksen velvoittamia hankinta ja -matkasuunnitelmia.

Hankkeelle haettiin ja myönnettiin jatkoaikaa kuukausi alkuperäiseen suunnitelmaan nähden. Osa hankkeeseen liittyvistä kustannuksista kohdistui lokakuulle, joten rahoittaja myönsi hankkeelle jatkoaikaa hakijan esittämän muutoshakemuksen perusteella elokuun lopusta 2015 lokakuun loppuun.

Hankkeen toteuttajat ja seurantaryhmä

Hanketta koordinoi Luonnonvarakeskus (Luke). Luke:lle hankittiin hankkeessa kalankasvatuksen ruokinnanohjaukseen ja tuotanto-olosuhteita mittaavia tutkimuslaitteita joita voidaan jatkossa hyödyntää toimialan kehitystyöhön. Ympäristövaikutusten seurannan kehittämiseen liittyvä selvitys hankittiin ostopalveluna Suomen ympäristökeskukselta (Syke). Syke myös teetäti Kustavissa Utskärs fisk/ Brandö laxin hallinnoimalla laitoksen ympäristössä mittauskampanjan yhteistyössä Lounais-Suomen vesi ja ympäristötutkimus oy:n ja Varsinais-Suomen (VS) ELY ympäristö-yksikön kanssa. Mittauskampanjassa arvioitiin kalankasvatuksen ympäristövaikutuksia. Utskär fiskin laitoksella pilotoitiin myös Luke:n ruokinnan monitorointilaitteistoa. Luke ja Brandö lax sopivat hankkeen aikana sekä hankeyhteistyöstä sekä strategisesta yhteistyöstä merialueen kasvatukseen liittyvistä jatkokehitystoimista. Kalavaltanen Oy:n/ Offshore fish farm Finland Oy:n edustajat osallistuivat hankkeessa järjestettäviin kalankasvatuslaitteistoihin liittyviin tutustumismatkoihin. Investointihankintapäätösten jälkeen yhteistyötä on tehty erityisesti monitorointilaitteistojen toimittajien eli Steinvikin Ab:n sekä EHP-tekniikka Oy:n kanssa. Kalankasvattajaliitto, yksittäiset kalankasvatusyritykset, Ilmatieteenlaitos, sekä merirakentamiseen erikoistuneet yritykset ovat lisäksi osallistuneet aktiivisesti hankkeeseen.

Hankkeelle perustettiin seurantaryhmä, johon kuuluivat Anssi Ahvonen Luonnonvarakeskuksesta, Anu-Maria Sandelin Kalankasvattajaliitosta, Mirva Wideskog VS ELY ympäristöyksiköstä, Ville Salonen Aluehallintovirastosta, Kari Ranta-aho VS ELY kalatalousyksiköstä. Seurantaryhmän kokoukseen osallistuivat myös projektia vetänyt Luke:n tutkija Markus Kankainen ja Syke:n edustaja Juhani Kettunen sekä Brandö lax ab:n edustajat Peter Granberg tai Pia-Lindberg Lumme. Lisäksi kokouksiin osallistui hankkeeseen osallistunut tutkija Jari Setälä. Seurantaryhmän kokouksista sekä hankkeen muista asioista tiedotettiin myös Timo Haloselle Maa- ja metsätalousministeriöön sekä Rainer Lahdelle Ympäristöministeriöön. Seurantaryhmä kokoontui hankkeen aikana kaksi kertaa, ensimmäisen kerran hankkeen alussa 1.4.2015 ja toisen kerran hankkeen lopussa 24.9.2015. Ensimmäisessä seurantaryhmän kokouksessa keskusteltiin hankkeen suunnitelmasta ja toteutuksesta ja jälkimmäisessä seurantaryhmän kokouksessa keskusteltiin miten hankkeen tuloksia ja investoituja välineistöä voidaan hyödyntää.

Toteutus

1. Kalankasvatuslaitosten kuormituksen ja ympäristövaikutusten seurantajärjestelmän kehittäminen ja ympäristövaikutusten arviointi pilottilaitoksella Kustavissa

Johdanto

Kalankasvatuksen vesistövaikutusten arviointi on haastava tehtävä. Tämä johtuu siitä, että kuormituksen leviäminen ja vasteet laitoksen ympäristössä ovat monimutkaisia hydrodynaamisia ja ekologisia prosesseja. Myös niiden kattava mittaaminen on kallista. Laitosten ympäristövaikutusten arviointiin käytetäänkin monasti asiantuntija-arvioita. Arvioihin jäävät epävarmuudet otetaan usein huomioon käyttämällä varovaisuusperiaatetta. Ympäristön kannalta tällainen varman päälle -menettely voi olla perusteltua. Taloudellisesta ja sosiaalisesta näkökulmasta mainittu menettely ei välttämättä toimi yhtä hyvin. Pahimmillaan pieneksi mitoitettu ympäristölupa tekee viljelytoiminnasta kokonaan kannattamatonta. Tämä ei ole toivottava tilanne silloin, kun ympäristö kestäisi myös taloudellisesti kannattavan toiminnan. Toivottava ei ole myöskään tilanne, jossa luvittaja ja luvan saaja eivät tulkitse luvan mitoituksen perusteluita samalla tavoin.

Luonnonvarakeskus (LUKE) tilasi keväällä 2015 Suomen ympäristökeskukselta (SYKE) osatutkimuksen hankkeeseen: *Ympäristötehokas kalankasvatus ja ympäristövaikutus -seurantamenetelmien kehittäminen*. Osatutkimuksen tärkeimpänä tavoitteena oli demonstroida työkaluja, joiden avulla ympäristövaikutusten seurannasta tulisi nykyistä läpinäkyvämpi prosessi (Loppuraportti, Liite 1).

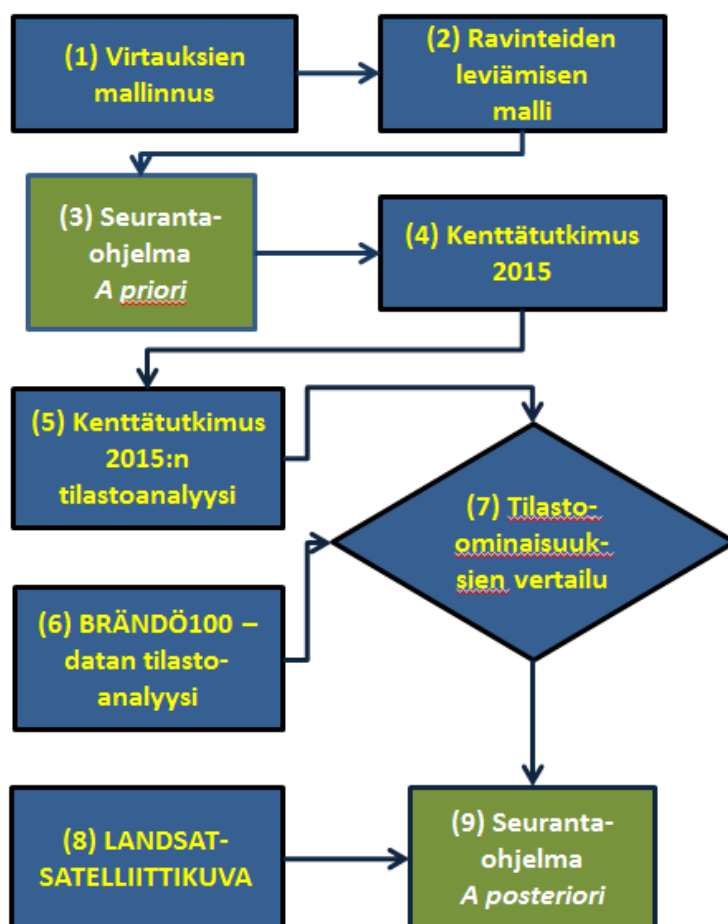
Työssä oletettiin, että vaikutusarvioinnin haasteisiin voitaisiin vastata käyttämällä uusia mallintamis- ja mittausmenetelmiä, jotka ovat viime vuosina kehittyneet vauhdilla. Tavoitteena oli myös konkreettisen esimerkin avulla demonstroida uudentyyppistä vesistövaikutusten arviointia ja seurantaohjelman suunnittelua. Työn tavoitteena oli esimerkin avulla havainnollistaa työkaluja ja prosessia, joiden avulla kalankasvatuksen ympäristövaikutusten arvioinnista ja seurannasta tulisi nykyistä läpinäkyvämpi ja yksikäsitteisemmin kuvattava prosessi. Esimerkkitapauksena käytettiin 2014 toimintansa aloittanutta, Kustavissa sijaitsevaa Loukkeenkarin kalankasvattamoaa, jonne suunniteltiin ympäristövaikutuksia arvioiva seurantajärjestelmä.

Työn ja menetelmien kuvaus

Työ eteni vaiheittain (Kuva 1). Ensin kalankasvatuslaitoksen vaikutusalueelle konstruointiin virtaus- ja vedenlaatumallit. Niiden avulla ennustettiin veden virtaukset laitoksen ympäristössä ja laitokselta purkautuvien kokonaisravinteiden leviäminen. Mallinnustulosten perusteella suunniteltiin ja hankittiin

ulkopuoliselta toimittajalta kasvukauden pituinen, intensiivinen *a priori* mittauskampanja. Sillä todennettiin kokonaistypen, kokonaisfosforin, liukoisten ravinnefraktioiden, veden lämpötilan, happipitoisuuden ja suolapitoisuuden jakaumat laitoksen ympärillä tyypillisissä tuulitilanteissa. Kampanja toteutettiin kesällä 2015.

Mittaukset tehtiin kokoomanäytteistä pinta- ja pohjakerroksissa. Mittauskampanjan tulokset analysoitiin tilastollisesti ja niitä verrattiin laitoksen läheisyydessä 14 vuotta toimineen BRÄNDÖ100-havaintopisteen tilastollisiin ominaisuuksiin. BRÄNDÖ100-havaintopisteessä mitattu aikasarja jaettiin komponentteihin, joita käytettiin pitemmän aikavälin havainnoinnin suunnittelussa. Tämän jälkeen saatuja tuloksia arvioitiin vielä 18.8.2015 alueelta otettuun satelliittikuvan antamaan havaintojakaumaan. Lopuksi Loukkeenkarin laitokselle laadittiin eri tietolähteistä yhdistelmänä koostettu *posteriori* seurantasuunnitelma.



Kuva 1. Kalankasvatuksen ympäristöseurantajärjestelmän kehittämisen vaiheet ja eteneminen.

Tulokset ja niiden hyödynnettävyys

Sekä mallinnuksen että mittauskampanjan avulla päädyttiin tulokseen, jonka mukaan Loukkeenkarin laitoksen kuormitus ei erotu mittauksissa. Kaikki lähestymistavat johtavat samanlaiseen johtopäätökseen. Olemassa olevan aineiston perusteella laitoksella ei voida osoittaa olevan ympäristöään rehevöittävää vaikutusta.

Ensiksikin, mallinnuksen mukaan kuormituksen laimentuminen on niin tehokasta, että ennustettu hetkellinen pitoisuusnousu on suurimmillaan selvästi alle mittaustarkkuuden. Kun esimerkiksi kokonaisfosforin mittaustarkkuus on suuruusluokkaa 2 µg/l, olivat ennustetut ja mitatut pitoisuusnousut suurimmillaankin alle 0.2 µg/l. Tutkimusalueella veden päävirtaussuunta on rannikkoa pitkin pohjoiseen. Niinpä laitoksen mahdolliset pitkäaikaiset vaikutukset, jos niitä ilmenee, ovat todennäköisesti laitoksen pohjoispuolisilla rannoilla.

Toiseksi, mittauskampanja todensi ennusteen myös siltä osin, että kasvukaudella ei havaittu merkitseviä pitoisuuden kohoamisia.

Kolmanneksi, vesipatsaan muuttujen vaihtelu vuonna 2015 oli vähäistä mittausajankohtien välillä, ja etenkin alueellinen vaihtelu kasvattamon läheisyydessä (50-1000m) oli pientä eri näytteenotto-kerroilla.

Neljänneksi, fosfaatin, kokonaisfosforin ja *a*-klorofyllin mitatut pitoisuudet tai varianssikomponentit eivät poikenneet merkittävästi Brändö100 -vertailupisteen pitkän aikavälin havainnoista. Pitoisuusgradienttien puuttuminen sekä pieni vaihtelu kasvattamon lähiympäristössä sekä sama pitoisuus taso kuin Brändö100 – asemalla osoittavat, ettei ympäristössä voitu havaita kasvattamonrehevöittävää vaikutusta.

Viidenneksi, myös satelliittikuvan tulkinta osoitti, etteivät voimakkaat leväkukinnat esiintyneet laitoksen läheisyydessä, vaikka ne olivat voimakkaita ulkomerellä.

Tulosten mukaan vuosien välinen pitoisuusvaihtelu oli pientä verrattuna kuukausittaiseen tai satunnaiseen vaihteluun. Tästä vedettiin se johtopäätös, että jatkossa seurantaa ei kannata tehdä joka vuosi vaan seurata laitoksen mahdollisia vaikutuksia intensiivisemmin esim. 6 vuoden välein. Esitettiin, että lähivuosina uudeksi seurantavälineeksi otettaisiin uusien satelliittien tuotteet.

Tutkimustulosten perusteella ELY- Ympäristö -vastuualueen asiantuntijat esittävät loppuseminaarissa, että Loukkeenkarin laitoksen kuormitusmäärä voitaisiin viisinkertaistaa nykyisestä siten että ympäristön tila ei muutu, jolloin laitoksen tuotantomäärä olisi noin 1,5 miljoonaa kiloa. Tämä osoittaa että avomeren reunaan hyvälle virtausolosuhteille voidaan sijoittaa kestävästi hyvinkin suuria kalankasvatustiloja ja tuotantomääriä voidaan arvioida tässä hankkeessa kehitetyillä menetelmillä.

Virtausmallinnuksiin perustuvaa ennakoarviointimenetelmää ja seurantajärjestelmää voidaan hyödyntää jatkossa arvioitaessa ekologisesti ja taloudellisesti kestäviä tuotantomääriä; virtausmallinnuksilla voidaan muun muassa arvioida useiden samalla alueella toimivien laitosten tai muiden kuormittajien yhteisvaikutusta.

Muun muassa sateliittiseurantaa voidaan hyödyntää kustannustehokkaasti arvioitaessa laitoksen aiheuttamia vaikutuksia sen toiminnan aikana.

2. Esiselvitys ja pilottitutkimus avomerelle soveltuvasta monitorointiin perustuvasta ympäristötehokkaasta ruokinnanohjauksesta

Johdanto

Tarkkailuun tai tietoon perustuvat ruokinta- ja tuotannonohjausjärjestelmät yleistyvät maailmalla. Ne parantavat rehutehokkuutta ja muita tuotannollisia ominaisuuksia, jotka johtavat ympäristövaikutusten vähenemiseen ja taloudellisiin hyötyihin. Tiedonsiirtoratkaisuiden ansiosta ruokintaa on mahdollista ohjata ja seurata yrityksen rannalla sijaitsevasta toimipisteistä, jolloin ruokintaa voidaan valvoa ja ruoka-annostelu voidaan optimoida tehokkaaksi. Kalankasvatusyrityksillä, joilla on useita laitoksia tai laitokset ovat kaukana, paikalle ei tarvitse välttämättä mennä päivittäin ruokkimaan kaloja, jolloin esimerkiksi polttoaineen kulutus ja matkustamiseen käytettävä aika vähenee.

Tämän hankkeen tavoitteena oli selvittää, minkälainen monitorointiin perustuva ruokinnanohjaus saattaisi soveltua Itämeren avoimiin tuotanto-olosuhteisiin. Hankkeessa pilotoitiin ruokinnanohjaukseen käytettävää videolaitteistoa Loukkeenkarin laitoksella Kustavissa. Lisäksi hankkeessa investointiin erilaisiin veden laatua ja tuotanto-ominaisuuksia mittaavaan laitteistoon, joilla voidaan arvioida kalojen käyttäytymistä ja ruokinnan onnistumista erilaisissa olosuhteissa. Monitorointilaitteistoa voidaan myös hyödyntää kalankasvatuslaitosten paikanvalintaan.

Erilaiset tiedonsiirtoteknologian mahdollistavat ruokinnan etäohjauksen. Hankkeessa selvitettiin erilaisia tiedonsiirtoratkaisuja. Tiedonsiirtoratkaisut ovat sidonnaisia tiedon määrään sekä etäisyyteen.

Ruokintatekniikat merialueella

Hankkeen alussa arvioitiin tarkemmin mitkä ruokintatekniikat olisivat soveliaita avomerikasvatukseen Itämeressä. Ruokintavaihtoehdot voi tiivistää seuraaviin viiteen eri toimintatapaan;

- 1. Ruokinta veneestä ruokahaluperusteisesti*
- 2. Ruokinta automaatilla ruokahaluperusteisesti*
- 3. Ruokinta automaatilla kasvuennusteisiin perustuen*
- 4. Ruokinta automaatilla hukkarehulaskuriin perustuen*
- 5. Ruokinta automaatilla etähavainnointiin ja ruokahaluun perustuen*

Suomessa on käytössä nykyisissä merikasvatuspaikoissa 4 ensimmäistä ruokintatekniikkaa. Kaikissa vaihtoehdoissa, ruokahaluperusteista automaattia lukuun ottamatta, voidaan hyödyntää olosuhdetietoja kuten lämpö ja happitietoja, kalojen ruokinnan optimoimiseksi. Vaihtoehdoissa 2-4 voidaan käyttää etäyhteyttä esimerkiksi ruokinnan keskeyttämiseen. Vaihtoehdoissa 1 ja 5 on mahdollista seurata miten rehu kohtaa kalat käytännössä.

Maailman avoimilla merialueilla kalat ruokitaan tavallisesti veneestä (vaihtoehto 1) tai miehitetyltä tai miehittämättömältä ruokintalautalta havainnointiin perustuen (vaihtoehto 5). Erittäin kovissa olosuhteissa tai verrattain pienillä kasvatuslaitoksilla tavallisesti kalat ruokitaan veneestä. Yhä useammin kuitenkin suurilla avomerilaitoksilla kaloja ruokitaan suurista rehulautoista putkiruokinnalla, Erityisesti lohikasvatuksessa havainnointi toteutetaan vedenalaisilla ja pinnassa sijaitsevilla videokameroilla. Ruokintaa seurataan ja ohjataan kalankasvatuslaitoksissa lisäksi muun muassa happi-, lämpötila, virtaama- sekä rehukulutusantureiden avulla. Kalabiomassoja voidaan arvioida biomassalaskureiden avulla ja ruokinnanohjausta päivittää siten että kaloille annetaan juuri oikea määrä rehua niiden kokoon ja kasvuun nähden.

Yhä useammin erityisesti pienet alle muutaman miljoonan kilon yksiköt ovat miehittämättömiä; jolloin kalojen ruokinta suoritetaan etäisesti yrityksen toimistosta joka saattaa sijaita missä vaan. Etäruokinnan hyöty on erityisesti, että paikalle ei tarvitse ajaa päivittäin. Toisaalta investoinnit ruokintalauttaan ovat huomattavat jolloin tuotantoyksikön tulee olla riittävän suuri kannattavaan toimintaan (Kankainen ym 2014).

Avomeriolosuhteissa ruokinta veneestä ei välttämättä ole aina mahdollista esimerkiksi myrskyjen aikana. Tällöin ruokinta on teoriassa mahdollista tehdä etäisesti, silloin kun se on rehutehokkuuden ja kasvun kannalta järkevää. Etäohjattulla ja valvotulla ruokinnanohjauksella ruokinta voidaan kuitenkin lopettaa, mikäli olosuhteet ovat liian vaativat ja rehua kuluisi hukkaan tai se ei ole kalojen terveyden kannalta järkevää.

Hankkeen tutkimus ja pilotointi-investoinnit

Kamerainvestoinnit

Hankkeessa investoitiin ja kokeiltiin videoseurantalaitteita Utskärs fisk:in hallinnoimalla Loukkeenkarin kalankasvatuslaitoksella. Laitteet ostettiin perehtymisen ja tarjouskilpailun jälkeen Steinvik ab:ltä. Asennuksen osallistui Brandö laxin, Luken ja Steinvik ab:n henkilöstöä sekä muita alihankkijoita.

Laitteilla voidaan seurata kalojen käyttäytymistä, muun muassa ruokinnan aikana, pinnan alla (3 kpl kameroita) ja pinnan päällä (1 yleisvalvontakamera). Lisäksi laitteet sisältävät syvyys, kompassi, happi ja lämpötila anturit. Toimistolta on mahdollisuus ohjata vinssiä (kuva 6), jolloin kaloja on mahdollista tarkkailla eri syvyyksistä. Vinssi tulee asentaa päävirtauksen suuntaisesti, että kameralla voidaan tarkkailla rehupellettien liikettä.

Kameroita ehdittiin koekäyttämään kasvukaudella 2015 syyskuusta-marraskuulle. Kuvan laatu sekä pinta että vedenalaiskameroissa oli hyvä ja veden kirkkaus oli kyseisellä kasvatuspaikalla riittävä. Näkyvyyteen vaikuttivat erityisolosuhteet kuten kovat tuulet tai lähellä pintaa auringon paiste. Näkyvyys oli hyvä jopa yli 25 metrissä. Pintakameran toimintaan vaikutti kovissa olosuhteissa väliaikaisesta kiinnityksestä johtuva huojunta, vaikka pääsääntöisesti myös se toimi hyvin. Kamera oli kiinnitetty altaan reunaan kiinnitettyyn energijärjestelmään (Kuva 4). Tavallisesti pintatarkkailukamerat ovat kiinnitetty joko rantaan tai tukeviin rehulauttoihin, jolloin tämä ongelma poistuu.

Kirjolohen ruokinnan aikana vedenalaiskamera tulisi saada ohjattua ruokinnan ja kalaparven alle; kuitenkin silloin kun kirjolohet syövät erittäin aktiivisesti, parvien aiheuttama energia ja virtaukset tekevät rehupellettien seuraamisesta vaikeaa. Kirjolohi syö huomattavasti esimerkiksi lohia aktiivisemmin. Koska ruokinta suoritettiin pilotoinnin aikana veneestä, haasteena oli että vedenalaiskameroita ei aina voitu ohjata ruokinnan alapuolelle, joten ei voida vielä tarkasti arvioida, kuinka hyvin kamerat toimivat kun rehu ohjataan esimerkiksi putkiruokkimella keskelle kasvatuskassia ja kamerat on asennettu oikeaoppisesti päävirtaamien suuntaisesti. Pintakameralla pystyy parhaimmillaan tarkasti seuraamaan kalojen ruokintaa ja ruokintalaitteiden

toimivuutta. Siian ruokintaa olisi mielenkiintoista ja mahdollisesti hyödyllistä seurata vedenalaiskameroiden avulla.

Kameroilla saatiin lisäksi hankkeen aikana tietoa verkkokassien liikkeistä kovissa olosuhteissa sekä kalojen käyttäytymisestä, esimerkiksi olosuhteista, kuten ilman kirkkaudesta tai veden happipitoisuudesta riippuen. Kameralla voitiin myös tarkistaa kassin leväisyyttä ja tai eheyttä esimerkiksi hylkeiden aiheuttamien hyökkäysten jäljiltä. Samalla voitiin myös todeta, onko kassi kiinni pohjassa ja onko pohjassa mahdollisesti kiviä tai muita esineitä jotka saattaisi aiheuttaa vaurioita kasseille.

Kameroille teetätettiin ja asennettiin väliaikainen energiaratkaisu joka toimi invertterin, akkujen ja aurinkopaneelien avulla. Vaikka energiatuotto ja varaus pyrittiin mitoittamaan laitteiden oletettujen kulutusarvojen perusteella, tehot eivät riittäneet videolaitteiston aktiiviseen käyttöön. Erityisesti vedenalaiskameroiden vinssien sähkömoottorien todettiin kuluttavan jonkin verran virtaa. Järjestelmään asennettiin loppuvaiheessa kaukosäätö, jonka avulla virta on mahdollista katkaista kameroista; muuten ne toimivat silloinkin kun kameroita ei katsella. Lisäksi, koska aurinkopaneelit lataavat akkuja tehokkaasti vain aurinkoisella säällä, erityisesti syksyisin järjestelmät toimivat vain hyvän sään sattuessa. Yleisesti kaloja ruokitaan suurista rehulautoista jolloin energia myös monitorointilaitteistoille otetaan niissä sijaitsevista generaattoreista. Näin ollen aurinkopaneelijärjestelmät ovat energiatarvetta täydentäviä laitteita.

Kamerajärjestelmän kokonaisinvestointikustannus radioverkon (kts alla) rakentamisen kanssa oli noin 66 000 euroa. Josta noin 15 000 euroa oli radioverkon asentamisen ja laitteiston osuus ja 15 000 euroa toimistolaitteiden ja ohjelmistojen osuus. Yksittäisen kasvatusaltaan hinnaksi muodostuu näin ollen karkeasti arvioituna noin 12 000 euroa. Yleisesti vedenalaiskameroiden yhteyteen asennetaan joka kasvatusaltaalle myös erilliset pintakamerat kuvaamaan allaskohtaista ruokintaa, mutta tässä tapauksessa kokeilimme ainoastaan yhtä yhteistä valvontakameraa kaikille kolmelle altaalle. Tämäkin järjestely toimii riittävän tarkasti jos kamera voidaan sijoittaa oikein ja se ei ole altis merenkäynnille.



Kuva 2 Laitteisto asennettiin Brandö lax ab:n kalustolla



Kuva 3 Kasvatusallaskohtaiset tiedonkeruu ja -siirto -yksiköt



Kuva 4 Väliaikainen energiantuottojärjestelmä



Kuva 5 Vedenalaista kameraa ohjaava vinssi



Kuva 6 Etäohjaus- ja tarkkailulaitteisto Brandö laxin toimistossa 30 kilometrin päässä kasvatuslaitokselta

Mittaristoinvestointi

Hankkeessa investointiin myös olosuhdetietoja mittaavaan laitteistoon. Tavoitteena on saada tietoa olosuhteiden ja kasvatusvälineistön sekä kalojen käyttäytymisen kausaalisuhteista. Mittarilaitteistoa voidaan hyödyntää myös tuotantopaikka -suunnitteluun ja ympäristövaikutusten eli kestävien tuotantomäärien arviointiin.

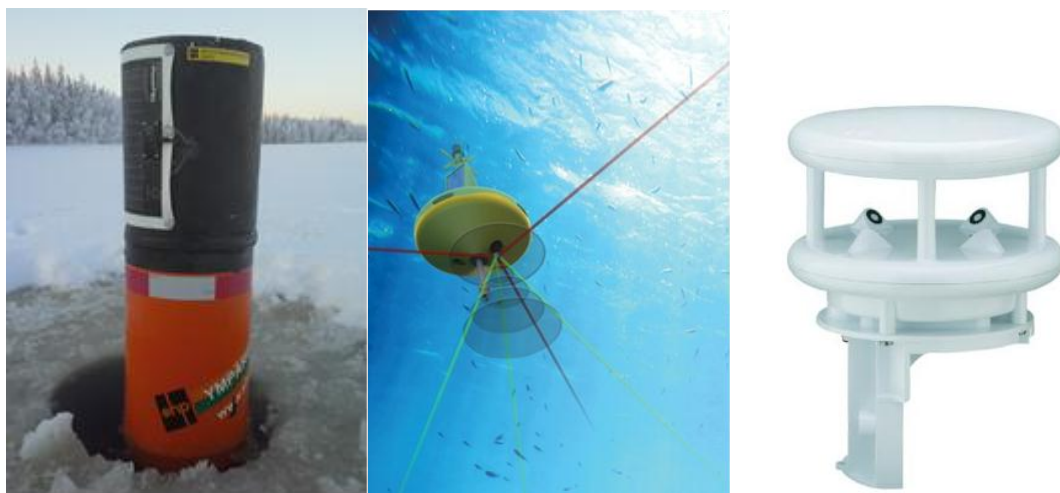
Mittarit kiinnitetään ankkuroitavaan poijuun (Kuva 7). Poijussa sijaitseva lähetin lähettää tiedot internet verkossa sijaitsevalle palvelimelle, jonne tiedot myös taltioituvat. Tietoja voi seurata aktiivisesti palvelimelta internetyhteyden kautta. Laite välittää tiedot siihen asennettavalla frekvenssillä. Hankittu laite toimii GSM

verkossa datasiirtoliittymällä, mutta siihen voidaan asentaa myös satelliitin kautta välittyvä tiedonsiirtoratkaisu. Laitteet toimivat akuilla, joita ladataan aurinkokennoilla, joten sen voi sijoittaa itsenäisesti sinne mistä tietoa tarvitaan. Mittauslaitteisto on asennuksen ja koekäytön ajaksi sijoitettu Perämerelle jossa arvioidaan samalla mahdollista talvivarastointipaikkaa mittaamalla veden lämpötilaa (alijäähtymistä) kahdelta syvyydeltä (Kuva 8).

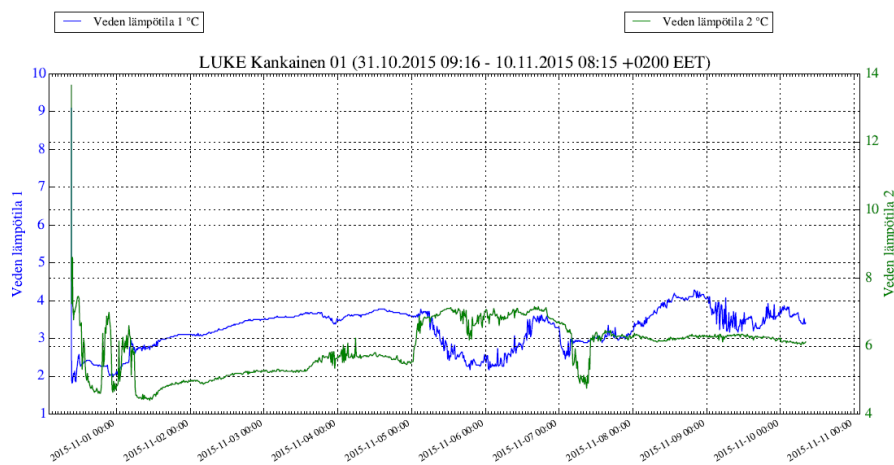
Mittauspoiju sisältää seuraavat mittarit:

1. *Lämpötila kahdelta syvyydeltä.*
2. *Happi kahdelta syvyydeltä*
3. *Syvyyssmittaus alempaan vesikerrokseen sijoitettaville antureille*
4. *Virtausnopeus ja suunta koko vesikerroksesta*
5. *Sameus*
6. *Sähkönjohtavuus ja suolaisuus*
7. *Tuulennopeus, voimakkuus ja suunta*
8. *Ilmalämpötila*

Kaikki mittaussuureet ovat sekä yrittäjien että viranomaisen ja muiden tutkimuslaitosten käytettävissä. Mittariston hinta käyttöliittymän, pitkä aikaisen takuun sekä asennus ja huoltosopimuksen kanssa oli noin 55 000 euroa.



Kuva 7 Mittauspoiju, virtaus mittarin toimintaperiaate ja poijun päälle sijoitettava tuuli ja ilma-anturi



Kuva 8 Ensimmäinen lämpötilamittaus metrin ja toinen neljän metrin syvyydessä

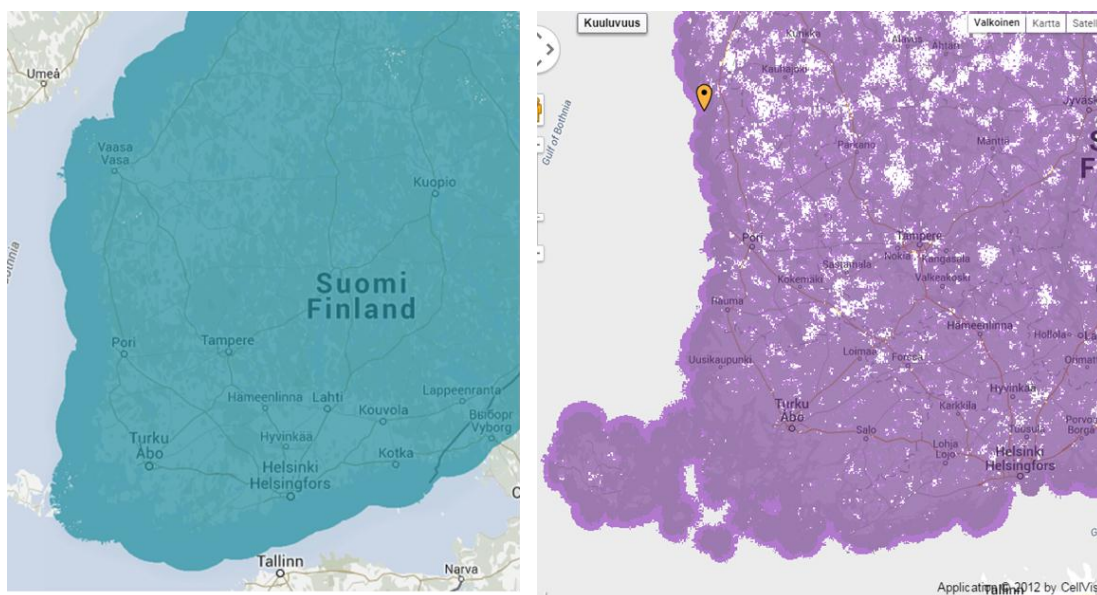
Tiedonsiirtoratkaisut

Tiedonsiirtoratkaisut valitaan siirrettävän tiedon määrän ja sijainnin perusteella. Tiedonsiirtoratkaisuihin vaikuttaa myös tiedonsiirron luotettavuus, riippumattomuus ja hinta. Hankkeessa selvitettiin alustavasti erilaisia tiedonsiirtovaihtoehtoja kalankasvatusruokinnan etäohjaukselle. Mikäli siirrettävän tiedon määrä ei ole hyvin suuri, voidaan hyödyntää esimerkiksi Ukko verkkoa (vanha NMT), jonka kattavuus kuvassa vasemmalla. Ukkoverkossa palvelun tarjoaja lupaa käytännön tiedonsiirtokapasiteetiksi noin 3-10Mbit/s. Toinen mahdollisuus on käyttää GSM verkkoa, jonka kattavuus kuvassa oikealla; suurin osa GSM kuuluvuusalueesta on nykyisin niin sanottua 4G nopeusvyöhykettä jolloin nopeudeksi kerrotaan 5-50 Mbit/s. GSM verkko 4G alueella saattaa olla nopeampi hyvässä sijainnissa ja jos muita käyttäjiä ei ole pienentämässä verkon kapasiteettia, mutta Ukkoverkko on huomattavasti kattavampi erityisesti merialueella. Kummankaan verkon kattavuusalueet eivät ulotu koko avomerialueelle.

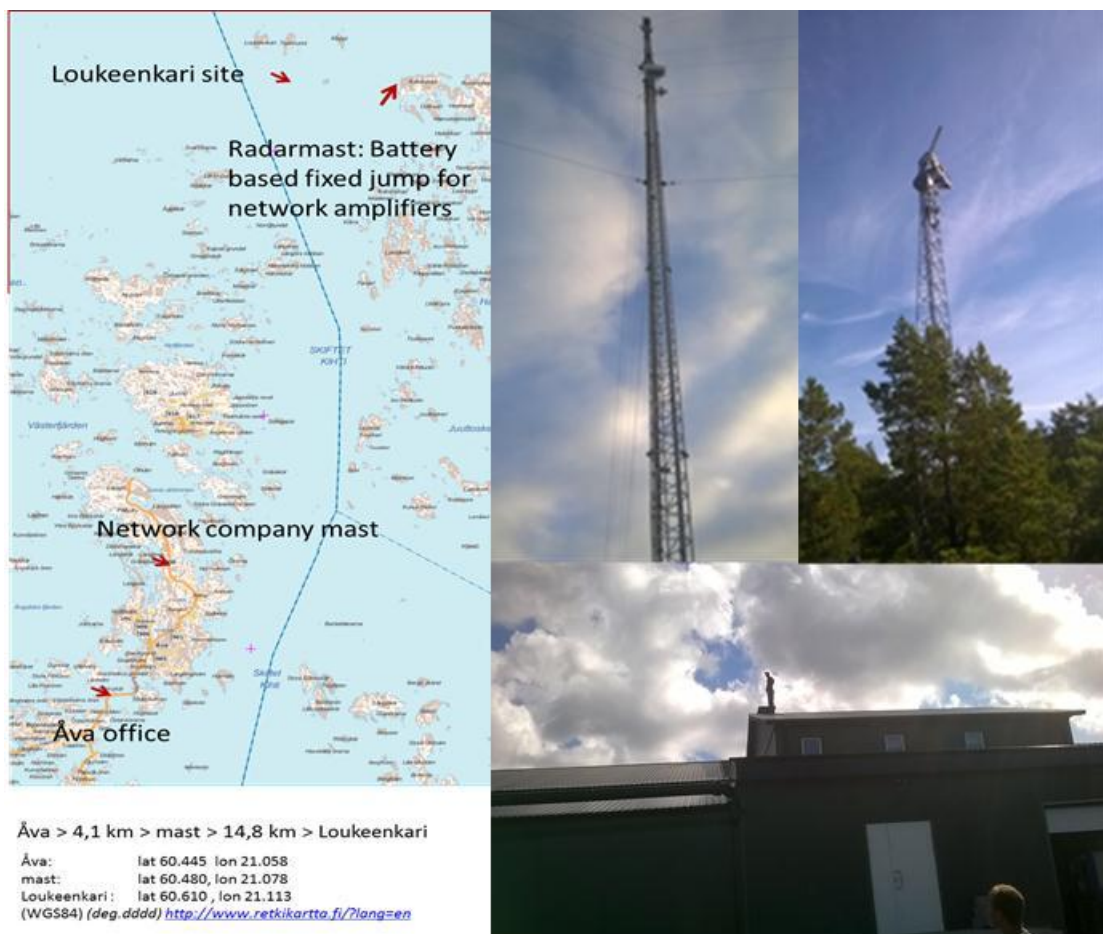
Kuitenkin, koska monitorointilaitteistoksi valittiin videoseurantalaitteet, ainoaksi vaihtoehdoksi todettiin toistaiseksi yksityisen radioverkon rakentaminen. Valituilla radiolähettimillä tietoa voidaan lähettää jopa 220 Mbit/s. Yksi korkealaatuinen jatkuva videokuva vaatii kaistaa noin 5 Mbit/s ja koska verkon kautta ohjataan samanaikaisesti videokuva useista kasvatusaltaista, muut vaihtoehdot osoittautuivat tiedonsiirtokapasiteetiltaan liian pieniksi. Radioverkon saa rakennettua periaatteessa minne tahansa joten sitä ei sido vastaavalla tavalla yksityisten yritysten tarjoamat katealueet. Toisaalta linkkimastoihin tarvittaviin solmukohtiin tulee saada rakennuslupa.

Hankkeessa (Kuva 10) pisimmän linkin pituus oli noin 20 kilometriä. Loukkeenkarin laitokselta tieto siirrettiin ensin noin 2 kilometrin päässä Katanpäässä sijaitsevaan tutkamastoon. Ensimmäisen linkin tulisi olla melko lähellä kasvatuslaitosta erityisesti jos aallokko heiluttaa lähettimiä paljon. Katanpäästä tieto siirrettiin Åvan saarella sijaitsevaan Soneran linkkimastoon (20 km) ja edelleen Brandö laxin toimistoon (4km). Mitä kauempina linkit ovat toisistaan, sitä korkeammalle radioverkon vahvistimet tulee sijoittaa, koska tiedonsiirto heikkenee, jos se saa heijastuksia vedestä. Muutenkaan lähettimien ja vastaanottimien välissä ei saa olla esteitä.

Verkon rakentamisen kustannukset riippuvat täysin sen sijainnista; esimerkiksi onko käytettävissä olemassa olevia mastoja joita on mahdollista vuokrata tai tuleeko rakentaa omia mastoja ja energiajärjestelmiä lähettimille. Hankkeessa oli mahdollista vuokrata ja hyödyntää olemassa olevia mastoja. Verkon rakentamisen kustannukset lähettimien ja asennuksineen, olivat näin ollen noin 22 000 euroa; joka pitää sisällään kolmen vuoden mastonkäyttövuokran.



Kuva 9 Vasemmalla Ukkoverkon katealue oikealla GSM verkko



Kuva 10 Radioverkko rakennettiin Loukeenkarin laitokselta Åvan toimistoon

3. Kalankasvatukseen ja monitorointiin liittyvien viestintäratkaisujen kehittäminen ja tiedon hyödyntäminen

Hankesuunnitelman oletukseni oli että avoimella viestinnällä saavutetaan hyötyjä yritykselle, toimialalle, sekä muille sidosryhmille. Avoimella seurannalla ja viestinnällä voidaan parantaa toiminnan julkisuuskuvaa.

Hankkeen aikana kerättiin kuva ja videomateriaalia joita voi hyödyntää sekä yrityksen että toimialan viestinnässä. Palvelimelle tai verkkosivuille siirrettyä vedenalaista videokamerakuvaa tuotannosta voisi hyödyntää esimerkiksi arvioitaessa kalojen hyvinvointia tuotantoympäristössään. Hankkeen aikana valvova eläinlääkäri tarkasti kalojen hyvinvoinnin videoiden välityksellä.

Kalankasvatuslaitoksella liittyvään monitorointiin liittyvät olosuhdetiedot voisivat olla sekä tutkimuslaitosten, viranomaisen että julkisten käyttäjien hyödynnettävissä erilaisten palvelimien kautta. Mittausaineiston

hyödyntämisestä on keskusteltu muun muassa Finnmarin eli vesialueiden tutkimuksen konsortion partnereiden kanssa.

Elinkeinon kehittämisen liittyvässä suunnittelutyöryhmässä julkisuuskuva ja tuotteen imagon parantaminen koettiin erääksi keskeisemmäksi kehittämistoimeksi: Hankkeessa tallennettua materiaalia ja palveluita voidaan jatkossa hyödyntää tähän tarkoitukseen. Ohjausryhmän kanssa keskusteltiin muun muassa kalankasvatustoimintaa esittelevän videon tekemisestä.

Hankkeen ulkomaanmatkaraportointi

Yleistä hankkeesta ja matkakohteiden valinnasta

Hankkeen tavoitteena oli selvittää ja kokeilla minkälaista kalankasvatuksen tuotannonohjaus- ja monitorointitekniikkaa voisi soveltaa Suomessa avomeriolosuhteissa siten että rehutehokkuus olisi mahdollisimman hyvä. Erilaisia teknisiä ratkaisuja tarkasteltiin globaalisti. Norjassa kalankasvatusteollisuuden kasvaessa on ollut mahdollista panostaa myös tuotekehitykseen, joka oli havaittavissa myös teknisten innovaatioiden ja niihin liittyvien tuotteiden ja toimintamallien tarjonnassa.

Perehdyttyämme useisiin ratkaisuihin, valitsimme eri välinevalmistajien joukosta kaksi tiedettävästi lohikalojen tuotannossa suurinta kalankasvatusratkaisuiden kokonaisvaltaista tarjoajaa maailmassa, Akvagroup ja Steinvik; jonka tarjoamiin järjestelmiin tutustuttiin tarkemmin Norjassa, lisäksi teimme messumatkan Trondheimiin jossa pääsimme tutustumaan muidenkin valmistajien tuotteisiin ja hintoihin:

Hankkeessa hankittiin ja kokeiltiin Steinvikin välineistöä, perustuen muun muassa näissä matkoissa kerättyihin kokemuksiin. Hankkeeseen ja matkoihin osallistui Luke:n lisäksi asiantuntijoita Kalavaltanen/Offshore fish farm Finland Oy:sta sekä Brandö lax/ Utskär fisk Ab Oy:sta. Kyseisillä yrityksillä on tai on valmisteilla kasvatusta avoimille merialueille.

Matkakuvaukset kohteittain

1. Tutustuminen Akvagroupin tuotannonohjausjärjestelmään Norjalaisella merikasvatustaloksella

Aika ja paikka: 13.4. -15.4.2015 Mo i Rana / Norja

Osallistajat: Kalavaltanen Oy 3 hlö, LUKE 2 hlö, Brandö lax Ab 2 hlö

Matkakertomus

Mo i ranassa sijaitsee Akvagroupin toimipiste sekä yhtiön omistama Polarcirkel tehdas, jossa valmistetaan erilaisia kalankasvatukseen liittyviä kasvatusrakenteita ja veneitä polyeteenistä. Polyeteeni on lohikaloilla käytetyin rakenne merelle käytettyjen kalankasvatusaluiden valmistuksessa ja niiden on sertifioitu kestävän kovia olosuhteita.

Ensisijaisena matkan tavoitteena oli kuitenkin tutustua Akvagroupin tarjoamaan ruokinnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmään käytännössä. Kyseisistä ohjelmistoista ja ratkaisuista oli jo pidetty esittelytilaisuus videovälityksellä, mutta retken tarkoituksena oli tutustua välineistöön Akvagroupin asiakkaan toimipaikassa merikasvatuslaitoksella.

Kasvatuslaitokset sijaitsivat Mo i ranan leveysasteilla ulkosaaristossa. Kyseinen yritys kasvatti lohta neljässä tuotantolaitoksessa yhteensä noin 15 miljoonaa kiloa vuodessa. Laitoksia ruokittiin radioverkkoyhteyksien välitykseltä yrityksen toimistosta. Radioverkko oli rakennettu ainoastaan yritykseen käyttöön. Itse laitokset olivat miehittämättömiä; niissä oli suurehkot rehulautat tai putkiruokkimet rannassa, joita ohjattiin etäyhteyksien avulla. Ruokinta hoidettiin perustuen video seurantaan, kalankasvuennusteisiin; ruokintasuunnitelmaan sekä aktiiviseen olosuhdetietoon kuten happi ja lämpötilamittauksiin.



Kuva 11 Kuvia Polarcirkel tehtaasta sekä kalankasvatusyrityksen tuotannonohjausjärjestelmästä

2. Tutustuminen Steinvikin tuotannonohjausjärjestelmään Norjalaisella merikasvatustuotantolaitoksella

Aika ja paikka 6.5. -7.5.2015 Haugesund / Norja

Osallistujat: LUKE 2 hlö, Brandö lax 2 hlö

Matkakertomus

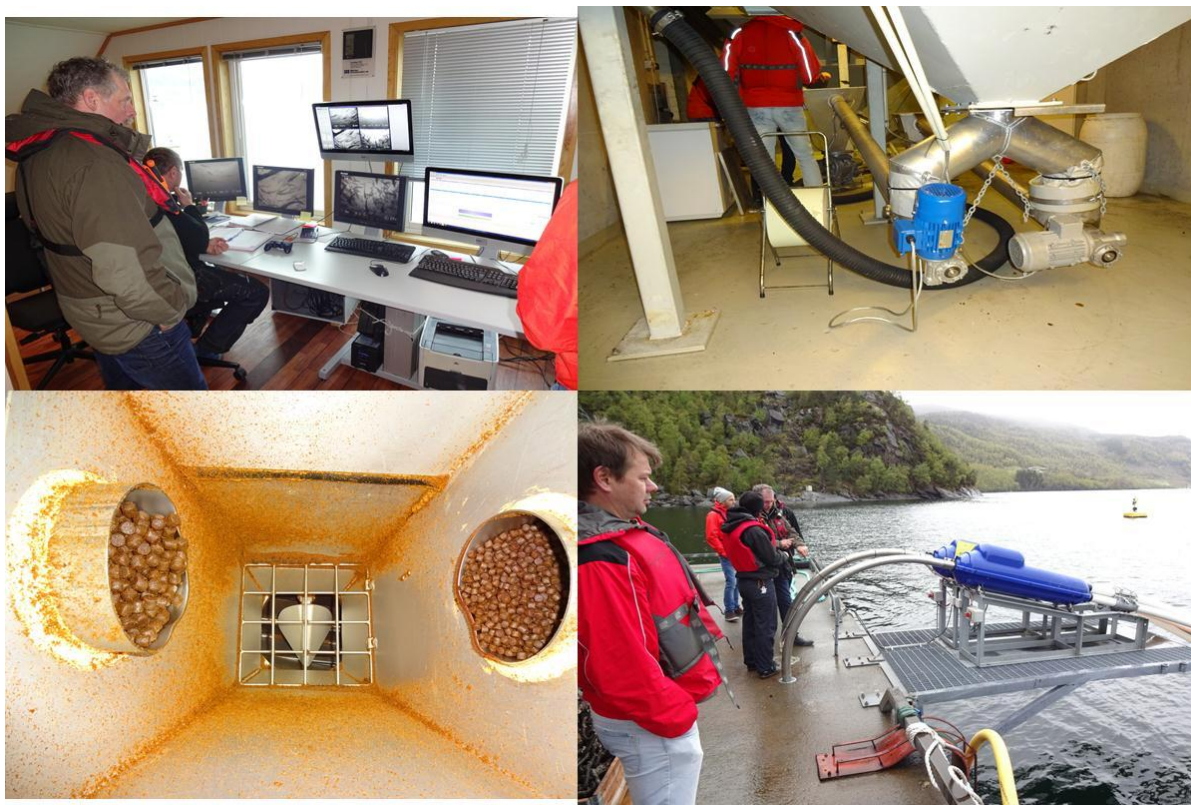
Haugesundissa sijaitsee Steinvikin päätoimipiste. Steinvik oli 2015 vuodenvaihteessa tehnyt suuren yrityshankinnan ostamalla OCEA nimisen kalankasvatusjärjestelmiä myyvän yrityksen. Haugesundin toimistolla esiteltiin Steinvikin tuotannonohjaus-, tiedonsiirto- ja monitorointilaitteisto -ratkaisuja, jonka jälkeen tutustuttiin yrityksen tehtaaseen jossa valmistetaan monitorointilaitteistoja, muun muassa vedenalaisia videokameroita.

Seuraavana päivänä tutustuttiin tarkemmin tekniseen laitteistoon käytännössä kahdella laitoksella, joissa lohja ruokittiin putkiruokkimilla rehusiloista Steinvikin monitorointia, ohjelmistoa ja

automaatiota hyväksi käyttäen. Toisella laitoksella kaloja ruokittiin miehitetyltä rehulautalta. Laitoskäynnillä myös perehdyttiin yksityiskohtaisemmin miten laitteita käytetään ja huolletaan.



Kuva 12 Kuvia lohenkasvatustaloksista



Kuva 13 Kuvia ohjelmisto- ja tuotantovälineratkaisuihin

3. Akvanor -messut Trondheimissa ja tutustuminen tuotannonohjauslaitteistoihin Hitran edustalla

Aika ja paikka 18.8. -20.8.2015 Trondheim/ Norja

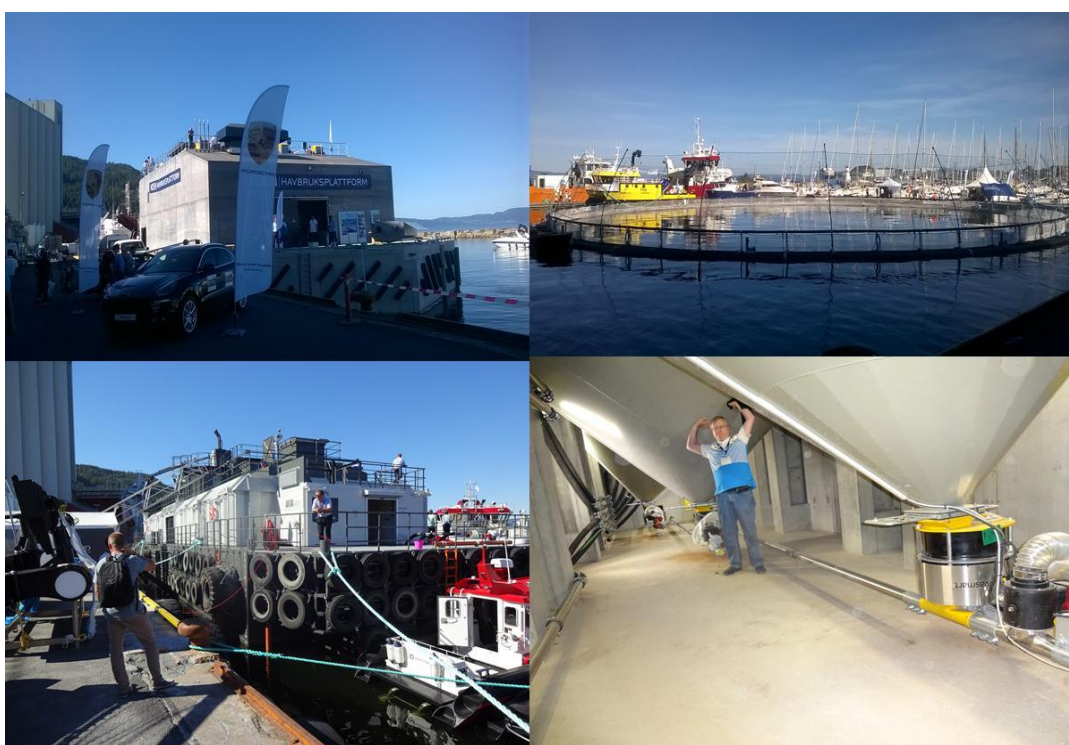
Osallistajat: Kalavaltanen 3 hlö, LUKE 3 hlö, Brandö lax 2 hlö

Matkakertomus

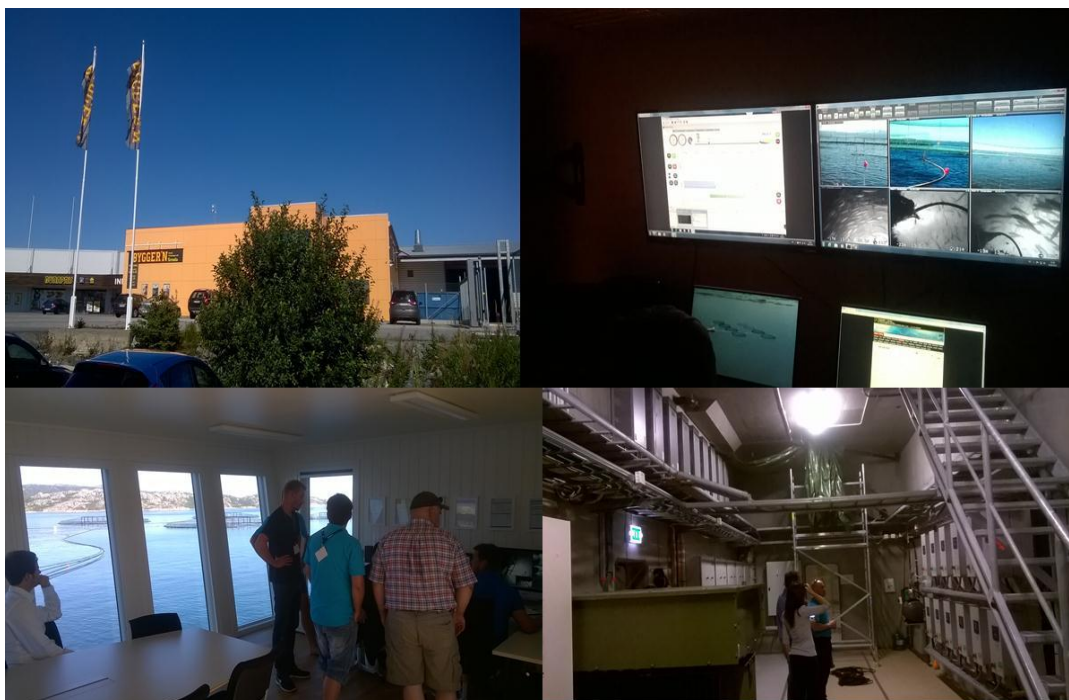
Trondheimin Akvanor messut järjestetään joka toinen vuosi. Ne ovat tiettävästi suurin toimialan messutapahtuma. Matkan tavoitteena oli tutustua erilaisiin tuotantovälineistöihin sekä neuvotella jo sovitusta tulevista hankinnoista.

Viimeisenä matkapäivänä käytiin tutustumassa kalankasvatuslaitoksiin Trondheimin ulkosaaristossa Hitran saaren lähistöllä; Matkalla tutustuttiin sekä miehittämättömiin että miehitettyihin ruokintalauttaratkaisuihin.

Erään suuren kasvatusyrityksen laitoksia ruokittiin ostoskeskuksesta sijaitsevasta toimistosta, joka ei sijaitse edes rannassa; trendi näkyisikin olevan että yritykset pyrkivät keskittämään useiden laitosten ruokinnanohjaukseen samaan toimistoyksikköön. Kaloja voidaan jo ruokkia ja valvoa yli tuhannen kilometrin päästä. Joillakin suurillakin merikasvatuslaitoksilla työskentelee vain tarvittaessa paikalle meneviä "laitoshoitajia" jotka huoltaa ja tarkastaa teknisten laitteistojen toimivuutta, mutta eivät osallistu lainkaan esimerkiksi kalojen ruokintaan. Yhä useampia perinteisesti kalankasvatukseen liittyviä työtehtäviä; kuten rehujen ja kalojen siirrot tai verkkokassien pesu, ulkoistetaan asiaan erikoistuneille yrityksille.



Kuva 14 Kuvia Akvanor messuilta



Kuva 15 Kuvia käytännönkasvatuksesta Trondheimin ulkosaaristosta

Arviointi, jatkotoimenpiteet ja liittyminen muihin toimialan kehittämistoimenpiteisiin

Hanke on toteutettu hankesuunnitelman mukaisesti. Hankesuunnitelmassa päämäärä ja osatavoitteet olivat selkeät, mutta menetelmät eivät. Hankkeen kaikissa tutkimusosioissa luonteenomaista oli ensin perehtyä, parhaimpiin menetelmiin ja toimintamalleihin jolla voidaan ratkaista keskeisiä tutkimuskysymyksiä. Hankkeessa hankittiin työkaluja ja kokemuksia sekä tehtiin yhteistyötä yrittäjien, tutkimuksen ja muiden sidosryhmien kanssa kalankasvatuksen ympäristötehokkuuden ratkaisemiseksi.

Luonnonvarakeskus jatkaa tutkimus- ja kehittämistyötä yhdessä yritysten ja muiden tutkimuslaitosten kanssa. Hankkeen aikana solmittiin muun muassa strateginen yhteistyösopimus Brandö laxin kanssa. Tavoitteena on merialueella sijaitsevien tuotantotaloudellisten haasteiden ratkaiseminen. Hankkeen ansiosta tutkimuslaitoksella on käytössään mittauslaitteistoa jota voidaan hyödyntää jatkossa monissa asiayhteyksissä. Lisäksi tutkimuslaitos on keskustellut yhteistyöstä usean merellä toimivan kalankasvatusyrityksen kanssa.

Syken ja Luken jatkoyhteistyön tavoitteena on soveltaa tässä hankkeessa kehitettyä menetelmää kalankasvatustuotosten ympäristövaikutusten arvioinnissa. Päämääränä on määrittää kestävä tuotantomäärä usealle uudelle kalankasvatustuotokselle, joka lisäisi merkittävästi Suomen kalatuotannon omavaraisuutta.

Hankkeessa on myös tehty tiivistä yhteistyötä valvojan ympäristöviranomaisen kanssa. Heille on esitetty menetelmiä ja työkaluja, joilla voidaan jatkossa arvioida tehokkaammin kalankasvatustuotosten ympäristövaikutuksia.

Luke:n ja Syke:n asiantuntijat ovat esittäneet tutkimustuloksia toimialan tapaamisissa ja osallistuneet toimialan kehittämiseen liittyviin toimenpiteisiin (Liitteet 2 ja 3); Muun muassa Euroopan meri ja kalatalousrahaston toimenpiteiden suunnitteluun. Hankkeen lopussa pidettiin sidosryhmille kehittämistyöpaja, jossa arvioitiin ja kirjattiin edelleen kehittämistoimenpiteiksi hallinnolle, miten kalankasvatustuotosten ympäristövaikutusarviointia, tuotannollisia haasteita ja avointa viestintää voidaan kehittää.

Julkaisut

Hankkeesta on suunnitteilla kaksi julkaisua tutkimuslaitosten selvityssarjaan; Syken tutkimustulokset ovat tämän loppuraportin liitteenä

1. *Juhani Kettunen, Risto Lignell, Janne Ropponen, Olli Malve, Niina Kotamäki (SYKE)*
Kalankasvatuksen ympäristöseurantajärjestelmän kehittäminen (KALA-MONITOR2020 -hanke), Loppuraportti
2. *Markus Kankainen, Jari Riihimäki (Luke) Pia-Lindberg Lumme, Peter Granberg, Karl-Johan Henriksson,* Monitorointiin perustuva etäruokinnanohjaus avomerellä - Kokemuksia pilottihakkeesta, Raporttisuunnitelma.

Liite 1 Syken Loppuraportti

Liite 2 Syken Loppuseminaariesitelmä

Liite 3 Luken Loppuseminaariesitelmä