

Kalankasvatuksen investointi- kustannukset ja kilpailukyky avomerellä Suomessa

Markus Kankainen ja Rune Mikalsen



RIISTA - JA KALATALOUS
TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

12/2014

RIISTA- JA KALATALOUS

TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

12 / 2014

Kalankasvatuksen investointikustannukset ja kilpailukyky avomerellä Suomessa

Markus Kankainen ja Rune Mikalsen



Hanke on osittain Euroopan kalatalousrahaston (EKTR) rahoittama.
EU investoi kestävään kalatalouteen (komission asetus EY 498/2007).



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2014

Kannen kuvat: AKVA group

Julkaisujen myynti:
www.rktl.fi/julkaisut
www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:
www.rktl.fi/julkaisut/
ISBN 978-952-303-176-0 (Painettu)
ISBN 978-952-303-177-7 (Verkkojulkaisu)

ISSN 1799-4764 (Painettu)
ISSN 1799-4748 (Verkkojulkaisu)

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Abstract	6
1. Johdanto.....	7
1.1. Kalan tuotanto kasvaa avomerellä	7
1.2. Avomerikalankasvatuksen määrittely	7
1.3. Kalankasvatus Suomen merialueilla ja avomerikasvatus maailmalla	8
1.4. Miten investointi- ja kannattavuusarviointi toteutettiin.....	8
2. Tuotanto-olosuhteet ja avomerikasvatus Suomen merialueella.....	10
2.1. Yleiset tuotanto-olosuhteet ja erityispiirteet Suomen rannikkoalueella	10
2.2. Tuotanto-olosuhteet tarkasteltavissa tuotantopaikoissa	11
3. Investoinnin kuvaus	13
3.1. Verkkoaltaat	13
3.2. Verkot ja verkkojen käsittely	13
3.3. Ruokinta.....	15
3.3.1. Ruokinta rehulautalta	15
3.3.2. Ruokinta veneestä.....	16
3.4. Ankkurointi ja kiinnitysjärjestelmä.....	17
3.5. Työveneet	18
3.6. Muut välineet ja laitteistot.....	19
3.6.1. Tuotannon tarkkailu ja ohjaus.....	19
3.6.2. Ruokintajärjestelmät ja tuotannon suunnitteluohjelmistot	20
4. Investointikustannukset ja muut tuotannon tehokkuuteen vaikuttavat tekijät avomerikasvatuksessa.....	21
4.1. Avomerilaitoksen investointikustannukset	21
4.2. Miten olosuhteet vaikuttavat investointikustannuksiin.....	23
4.3. Etäisyydestä, ruokintatavasta ja tuotantomäärästä johtuvat logistiset kustannukset ja avomerikasvatuksen kilpailukyky	23
4.4. Ruokintatavan ja tuotanto-olosuhteiden vaikutus tuotannon tehokkuuteen.....	25
5. Riskinarviointi	26
5.1. Tuotantoriskit Itämeren avomerikasvatuksessa	26
5.1.1. Hylkeet, linnut ja karkulaiset	26
5.1.2. Myrskyt, tuuli, virtaukset ja aallot.....	26
5.1.3. Jää.....	26
5.1.4. Ankkurointi ja merenpohja-analyysit	26
5.2. Vakuutukset, standardit ja takuu.....	27
6. Yhteenveto.....	28
Viitteet.....	29
Liite	30

Tiivistelmä

Kalankasvatus lisääntyy avoimilla merialueilla. Niillä olosuhteet aiheuttavat haasteita tuotannon järjestämiselle. Tuotannon tulee olla kannattavaa ja kilpailukykyistä, jotta yrityksillä on motivaatio investoida avomerikasvatukseen.

Tässä raportissa arvioidaan avomerikasvatustilakannan ja kasvatuksen kannattavuutta Suomessa. Kasvatustilakannan investointikustannukset ja kasvatuksen kannattavuutta Suomessa. Kasvatustilakannan investointilaskelma perustuu kalankasvatustilakannan myyvän AKVA group -yhtiön tarjoukseen, joka on tehty todellisten tuotantopaikkojen olosuhdetietoihin perustuen. Tuotantopaikat, joiden arviointiin avomerikasvatustilakannan kestävyys perustuu, sijaitsevat ulkosaaristossa avomeren reunassa. Raportissa arvioidaan lisäksi, miten avomerikasvatustilakannan kannattavuus poikkeaa nykyisestä tuotannosta logististen kustannusten osalta ja miten tuotantomäärä sekä erilaiset ruokintaratkaisut vaikuttavat kasvatustilakannan kilpailukykyyn.

Asiasanat: avomeri, investointi, Itämeri, kalankasvatus, kilpailukyky

Kankainen, M. & Mikalsen, R. 2014. Kalankasvatustilakannan investointikustannukset ja kilpailukyky avomerellä Suomessa. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 12/2014. 30 s.

Sammandrag

Fiskodling i öppna havsområden ökar. Förhållandena där medför utmaningar när det gäller produktionsarrangemangen. Produktionen måste vara lönsam och konkurrenskraftig för att företagen ska vara motiverade att investera i fiskodling ute till havs.

I denna rapport bedöms lönsamheten i en fiskodlingsanläggning ute till havs, investeringsskostnaden i arbetsbåtar och odlingens lönsamhet i Finland. Investeringskalkylen för en fiskodlingsanläggning bygger på bolaget AKVA groups offert som säljer lösningar för fiskodling. Offerten är gjord utifrån förhållandena på verkliga produktionsplatser för 300, 600 och 1000 ton produktion. Bedömningen av odlingsanläggningarnas hållbarhet baserar sig på produktionsplatser som finns i havsbandet angränsande till det öppna havet. I rapporten uppskattar man dessutom hur lönsamheten för fiskodling ute till havs skiljer sig från den nuvarande produktionen för logistikkostnadernas del och hur produktionsmängden samt de annorlunda matningslösningarna påverkar odlingens konkurrenskraft.

Nyckelord: öppet hav, investering, Östersjön, fiskodling, konkurrenskraft

Kankainen, M. & Mikalsen, R. 2014. Kalankasvatuksen investointikustannukset ja kilpailukyky avomerellä Suomessa (Investeringskostnaderna i fiskodling i öppet hav och dess konkurrenskraft i Finland). *Vilthushållning och fiskeri – Undersökningar och utredningar* 12/2014. 30 s.

Abstract

In this report we introduce a subjective example (by the AKVA group) of the investment in fish farming offshore units in the Baltic Sea. We evaluate the investment items needed and the investment costs, and finally compare the competitiveness of offshore farming to the present production system. Investment decisions are made according to real sites in Finnish coast based on existing knowledge of the production environment. Baltic production conditions provide an extra challenge in planning offshore farming operations.

For the investment cost per fish to be reasonable enough to allow profitable business, the production volume of offshore units needs to be large. Allowing larger production units offshore, however, may enable improvement in the efficiency of production operations, to the likely benefit of offshore units compared to the present dispersed production system. We evaluated the investment costs and competitiveness for offshore production units of 300, 600 and 1,000 tonnes.

Keywords: Baltic Sea, competitiveness, fish farming, investment, offshore

Kankainen, M. & Mikalsen, R. 2014. Offshore fish farm investment and competitiveness in Finland. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 12/2014. 30 p.

1. Johdanto

1.1. Kalan tuotanto kasvaa avomerellä

Maailmalla kalan kysyntä ja tuotanto ovat kasvaneet tasaisesti noin 2 miljardia kiloa vuosittain viimeisen 30 vuoden aikana. Koska kalastusta ei voida enää lisätä kestävästi, kalankasvatus on ainoa tapa vastata lisääntyvään kysyntään. Merialueet on tunnustettu potentiaalisimmiksi paikoiksi tuottaa ruokaa maailman kasvavalle väestölle tulevaisuudessa. Maailman pinta-alasta noin 70 % on vettä. Vesi on toistaiseksi vajaasti hyödynnetty luonnonvara, toisin kuin maa-alueet, joilla tilankäyttö on paljon kilpaillumpaa. Kala on moninkertaisesti resurssitehokkaampi tapa tuottaa proteiinia kuin esimerkiksi linnut tai nisäkkäät, joten kalantuotanto säästää niukkoja ja arvokkaita luonnonvaroja.

Ensisijaisesti kalankasvatukselle soveltuviksi tuotantoalueiksi valitaan suojaisat alueet rannikon läheisyydestä ja sisävesiltä, koska niillä tuotanto-olosuhteet ovat kasvatuksen kannalta helpoimpia. Muu vesialueiden käyttö ja lisääntyvä kasvatus kuitenkin ohjaa tuotantoa ulommille merialueille. Useissa maissa avomeri on ainoa mahdollinen hyödynnettävä vesialue, jos sisävesiä tai suojaavaa saaristoa ei ole.

Suomessa maa ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön yhteistyönä on laadittu Kansallinen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma, jossa on määritetty alueita, joille suurimuotoisempaa kalankasvatustuotantoa voidaan sijoittaa. Suunnitelmassa huomioitiin suuri määrä erilaisia merenkäyttöön ja kalankasvatuksen ympäristövaikutuksiin liittyviä kriteereitä, joiden perusteella tulevaisuuden kasvualueet tunnustettiin avoimilta merialueilta. Suunnitelmassa arvioitiin myös, että huomattavasti nykyistä suuremmat laitoskohtaiset tuotantomäärät ovat ympäristövaikutuksiltaan mahdollisia kalankasvatukseen soveltuvilla, tunnustetuilla alueilla (maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö 2014, Setälä ym. 2014).

1.2. Avomerikalankasvatuksen määrittely

Tyypillistä avomeren kalankasvatustiloksille ovat ankarat tuotanto-olosuhteet ja/tai pitkät huoltoetäisyydet rantaan. Yleisesti avomerikasvatustiloksiksi (offshore) lasketaan sellaiset laitokset, jotka sijaitsevat täysin suojattomilla alueilla sekä myös laitokset, jotka sijaitsevat osittain suojaisilla paikoilla avomeren läheisyydessä (Ryan 2004, Kankainen ym. 2014). Tässä yhteydessä kalankasvatustiloksella tarkoitetaan yhdessä paikassa sijaitsevaa tuotantoyksikköä, jossa saattaa olla useita verkkoaltaita.

Avomerikasvatukseen löytyy maailmalla monenlaisia tuotantomenetelmiä; kasvatusaltaat voivat olla pinnassa tai ne voidaan upottaa pinnan alle suojaan kovilta myrskyiltä. Myös ankkurointi, työveneet sekä ruokintamenetelmät määritellään olosuhteiden perusteella (Kankainen ja Niukko 2014, Kankainen ym. 2014).

1.3. Kalankasvatus Suomen merialueilla ja avomerikasvatus maailmalla

Nykyisin valtaosa Suomen merialueen tuotannosta sijaitsee väli- ja ulkosaaristossa. Tuotantolaitokset ovat ympäristölupien vuoksi pieniä verrattuna maailmalla sijaitseviin kasvatuslaitoksiin. Yrityksillä on tavallisesti rannassa toimipaikka lähellä kasvatuslaitoksia. Toimipaikassa ovat rehuvarastot, venelaiturit, perkaamo sekä muita toimitiloja ja varastoja. Kalankasvatusyrittäjät ovat ostaneet useita kasvatuslaitoksia rannassa sijaitsevan toimipaikkansa läheisyydestä, jotta kokonaistuotantomäärät olisivat niin suuria, että toiminta olisi kannattavaa.

Tyypillisellä merikasvatuslaitoksella nailonista valmistetut verkot on pingotettu muoviin (polyeteeni) kehikoihin, jotka kelluvat pinnassa. Kalojen ruokinta tapahtuu tavallisesti erilaisilla verkkoallaskohtaisilla ruokintalaitteilla, kuten pendeleillä tai betteneillä. Jotkut yritykset myös ruokkivat kaloja veneestä annostelemalla. Suurimmat työalukset Suomessa kantavat noin 20 tonnin kuorman, mutta useimmin käytössä on pienempiä huoltoveneitä. Veneissä on tavallisesti nosturit verkkojen käsittelyyn ja kalojen nostamiseen. Kasvatusaltaat ja kalat tuodaan rannikon suojaan talvisäilytys- tai perkauspaikoille ennen jääpeitteen muodostumista. Suomessa merilaitoksen keskivuosituotanto on noin 50 tonnia.

Maailman avomeriolosuhteissa käytetään enimmäkseen vastaavaa mutta järeämpää kasvatustekniikkaa erityisesti alueilla, joilla on jonkin verran suojaa. Suurilla avomerikasvatusyksiköillä ruokinta hoidetaan usein ruokintalautoilta, joilta rehu välitetään kasvatusaltauksiin automaattisesti ruokintaputkien avulla. Kestävyystandardien perusteella ruokintalautat kestävät jopa 7-metrisiä aallokoita. Täysin avoimilla alueilla, joilla olosuhteet saattavat olla todella vaativia, käytetään tavallisesti kokonaan tai osittain upotettavia kasvatusratkaisuja, jotta välineet ja kalat saadaan suojaan pinnan myrskyiltä. Näissä tapauksissa ruokinta tapahtuu tavallisesti veneestä, kun paikalle päästään (Kankainen ym. 2014).

Veneiden koko on kasvanut maailmalla avoimilla kasvatuspaikoilla tuotantoyksiköiden kasvun myötä, ja käytössä on jopa yli 40-metrisiä työveneit. Myös työnteon turvallisuus vaikeissa olosuhteissa edellyttää suurempien veneiden suunnittelua. Esimerkiksi Norjassa laitosten vuosituotanto avoimilla alueilla on keskimäärin noin 1 000 tonnia ja suurimmissa laitoksissa tuotetaan yli 4 000 tonnia kalaa vuodessa. Koska laitosten tuotantomäärät ovat isoja, on mahdollista investoida suurempaan ja kalliimpaan kasvatusvälineistöön kilpailukykyisesti.

1.4. Miten investointi- ja kannattavuusarviointi toteutettiin

Riskien ja tuotannon kannattavuuden tunnistaminen on tärkeää ennen investointeja. Suomessa on muutamia kasvatuslaitoksia, jotka sijaitsevat melko avoimilla alueilla, mutta kokemukset erittäin avoimista olosuhteista on vähäisiä. Avomerialueilla sekä tuotantorakenteet että tuotantotapa tulee arvioida uudestaan. Suuret tuotantomäärät ja kehittyneet kasvatusmenetelmät avoimilla alueilla antavat mahdollisuuden järjestää tuotanto tehokkaasti.

Investointi- ja kannattavuusarviointeja varten perehdyttiin ensin maailmalla käytössä oleviin avomerikasvatusmenetelmiin (Kankainen ym. 2014) sekä Suomessa vallitseviin tuotantoolosuhteisiin (Kankainen ja Niukkanen 2014). Tässä yhteydessä myös keskusteltiin yrittäjien kanssa, joilla on pitkäaikainen kasvatuskokemus merikasvatuksesta Suomen olosuhteissa.

Aquabest-hankkeen (Kankainen ja Mikalsen 2014) rahoituksella pyydettiin tarjous avomerikasvatuslaitoksen investoinnista Suomessa vallitseviin olosuhteisiin. Tarjous pyydettiin kolmelta suurimmalta merikasvatusratkaisuja tarjoavalta yritykseltä, joilla on kokemusta pohjoisista tuotanto-olosuhteista. Tarjous oli ”todellinen”, koska se toteutettiin kahteen mahdolliseen tuotantopaikkaan, joihin yrittäjät olivat suunnitelleet tuotantoaan. Investointiin vaikuttavista tekijöistä keskusteltiin yrittäjien kanssa ja tuotantopaikat käytiin arvioimassa paikan päällä. Investointilaskelmat tehtiin erikokoisille tuotantomäärille; 300, 600 ja 1 000 tonnille, koska tuotantoluvan suuruudesta ei ollut tässä vaiheessa tietoa. Tuotantomäärä vaikuttaa olennaisesti investointien valintaan, kustannuksiin ja kasvatuksen kannattavuuteen. Laskelmat arvioitiin erikseen sekä veneestä että paikan päällä sijaitsevasta ruokintalautasta tehtävälle ruokintatavalle. Investointisuunnittelun sekä tarjouksen teki AKVA group, joka on maailman suurin merikasvatuslaitteiden ja kokonaisratkaisujen myyjä. Tarjouksessa eriteltiin tarkasti kaikki tarvittavat komponentit, joita tarvitaan kasvatuksessa (Kankainen ja Mikalsen 2014).

Investointi on kuitenkin vain eräs kustannustekijä, joka tulee huomioida avomerikasvatukseen siirryttäessä. Näin ollen avomerikasvatuksen logistisia kustannuksia ja niiden vaikutuksia kirjolohen tuotantokustannukseen arvioitiin samassa yhteydessä. Laskelmassa arvioidaan muun muassa tuotantoyksiköiden määrän, huoltoetäisyyden, ruokintamenetelmien sekä tuotantomäärien vaikutusta tuotantokustannukseen. Logististen kustannusten vaikutusta arvioitiin esimerkkien kautta, koska jokainen tapaus on erityislaatuinen. Investointikustannusten lisäksi kannattavuuslaskentaan on tarvittu arvioita muuttuvien tuotantokustannuksien, kuten polttoaineen ja työn, hinnoista. Yrittäjien kanssa on arvioitu myös tuotantolaitteiston tehokkuuteen liittyviä tekijöitä. Näitä ovat muun muassa ruokintalaitteiden ja veneiden kapasiteetti, veneiden nopeus ja polttoainekulutus. Kannattavuuslaskennassa käytetyt arvot on esitetty liitteessä.

2. Tuotanto-olosuhteet ja avomerikasvatus Suomen merialueella

2.1. Yleiset tuotanto-olosuhteet ja erityispiirteet Suomen rannikkoalueella

Vaikka Itämeri ei ole suuri verrattuna valtameriin, se voi olla tuotanto-olosuhteiltaan erityisen haastava kalankasvatustuotannolle. Aallonkorkeudet voivat olla yli 7-metrisiä ja yksittäisten aaltojen tiedetään olleen yli 14 metriä (Itämeriportaali 2014). Virtaukset eivät ole niin voimakkaita kuin suurimmillaan valtamerissä, mutta myös Itämerellä löytyy sijainteja, joissa virtaukset tulee ottaa huomioon ankkuroinnin ja verkkoaltaiden tilavuuden suunnittelussa. Tilavuuden suunnittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä, että verkkoaltaat tulee painottaa, muotoilla tai pingottaa siten, että virtaukset eivät pääse painamaan verkkoja niin, että tuotantotilavuus verkkoaltaissa pienenee. Suurissa kasvatuslaitoksissa, joissa on useita verkkoaltaita virtaavissa paikoissa, verkkoaltaiden vastus on todella suuri. Siksi laitoksilla käytetään useita ankkurilinjoja ja jopa kymmeniä tonneja painavia ankkureita (Kankainen ym. 2014).

Itämeren erityispiirteitä ovat terävät aallot ja jää. Itämerellä tuuli ei pääse vaikuttamaan yhtä pitkältä matkalta kuin valtamerialueilla ja myös tuulen suunnat voivat muuttua suhteellisen nopeasti. Lisäksi saaristo ja mataluus erityisesti rannikon läheisillä alueilla vaikuttavat aaltoihin. Näiden vaikutuksesta Itämerellä aallokko voi olla terävämpää ja aallonpituus lyhempää kuin valtamerillä. Valtamerialueiden pitkillä aalloilla kehikot voivat mahdollisesti kellua aaltojen mukana paremmin kuin Itämerellä. Itämeren rannikon läheiset alueet saattavat olla haasteellisia tuotantopaikkoja, vaikka aallonkorkeus olisikin pienempi kuin valtamerillä. Yleisesti ottaen saaret, karit ja matalikot voivat kuitenkin antaa tarvittavan suojan kasvatukselle vaimentamalla aallokkoa. Kehikkojen käyttäytymistä Itämeren tiheässä aallokossa on syytä selvittää.

Avomerikasvatuslaitteisto tuotaisiin todennäköisesti saariston suojaan ennen jään muodostumista, kuten nykyisessäkin tuotannossa. Saarten suojassa jäät eivät liiku paljon, joten tuotantolaitteet eivät vaurioidu yhtä helposti kuin ulommilla vesialueilla. Liikkuvat jäälautat ja kerrostuneet jäät aiheuttaisivat valtavan kuormituksen kasvatuslaitteille, jos ne jätettäisiin mereen alttiiksi ajojaille. Mikään käytössä oleva kasvatuslaitteisto ei kestäne jäiden aiheuttamia suuria kuormia, joita voi muodostua avoimilla alueilla. Kerrostuneen jään tiedetään tarttuneen ankkuriketinkeihin ja repineen ankkureita pohjasta jopa kymmenen metrin syvyydestä, joten tuotantopaikan valinnassa tulee huomioida, ettei laitoksia sijoiteta alueille, joilla jää pakkautuu pohjaan asti, koska tuolloin edes ankkureita ei voida jättää merenpohjaan. Jos tuotantolaitteisto tulee tuoda suojaan ennen talvea, kasvatusjärjestelmä tulisi suunnitella siten, että se olisi mahdollisimman helppo purkaa syksyllä ja asentaa keväällä kasvatuskauden alussa. Merialueen ja kalankasvatustuotannon suunnittelussa on myös huomioitava, että rannikon suojista tulee löytyä riittävästi talvehtimipaikkoja, jossa tuotantolaitteistoa voidaan säilyttää talvella.

Eräs ehdotettu kasvatusratkaisu avomerellä Suomessa on tuotantolaitteiston upottaminen jääkerroksen alle syksyllä (Kankainen ym. 2014), jolloin erillisiä talvehtimipaikkoja ei tarvittaisi. Näin ollen kasvatuslaitteistoa ei olisi tarvetta kuljettaa syksyisin ja keväisin. Tämä vaihtoehto olisi periaatteessa mahdollinen alueilla, joilla on riittävän syvää eivätkä jäät ker-

rostu liian syvälle. Kasvatuslaitteiston ja etenkin kalojen jättäminen talvella pitkiksi ajoiksi ilman valvontaa on todettu kuitenkin erittäin riskialttiiksi, jos olosuhteita ei tiedetä tarkkaan. Esimerkiksi veden lämpötilan ja muiden veden ominaisuuksien vaihteluista jääpeitteen alla ja eri syvyyksissä ei ole riittävästi tietoa, ja toisinaan olosuhteet ovat ennakoimattomia. Kasvatusalaita ja kaloja on mahdollista käydä tarkkailemassa jään päältä tai jopa kelirikkoaikana jäänkestävien veneiden, hydrokopterien tai moottorikelkkojen avulla. Rannikon läheisillä alueilla esiintyy yleensä kestävä jääpeite. Ulappa-alueille ei välttämättä kuitenkaan muodostu kantavaa jääpeitettä, vaan jäät voivat esiintyä lauttoina. Jääolosuhteita on syytä selvittää tapauskohtaisesti.

2.2. Tuotanto-olosuhteet tarkasteltavissa tuotantopaikoissa

Investoitavan kasvatusvälineistön valinta perustuu aina tuotantopaikan olosuhteisiin. Tämän raportin kalankasvatuksen investointilaskelman olosuhdetiedot arvioitiin kahden potentiaalisen avomeren tuntumassa sijaitsevan kalankasvatuslaitospaikan perusteella. Sijainnit valittiin sekä vesiviljelyn kansallisen sijainninhjaussuunnitelman että yrittäjien toiveiden perusteella. Olosuhdetiedot perustuvat tuotantopaikan lähistöllä olevien mittausasemien ja eri selvitysten tietoihin. Lisäksi olosuhteita on arvioitu yrittäjien paikallistuntemuksen perusteella. Kalankasvatuslaitoksen perustamisen kannalta tärkeitä alueilla olevia olosuhdetietoja on kerätty taulukkoon 1. Paikat sijaitsevat pohjoisella Saaristomerellä Kustavissa ja Perämerellä Simossa. Nykyään pohjoisen Saaristomeren paikkaan on perustettu avomerikasvatuslaitos. Tavoitteena kahden toisistaan poikkeavan sijainnin valinnassa oli verrata erilaisia tuotanto-olosuhteita, mutta koska alueet osoittautuivat tuuli- ja aalto-olosuhteiltaan melko samankaltaisiksi, päätettiin tehdä vain yksi investointilaskelma. Tuuliolot voivat olla yleisesti kuitenkin kovempia myöhäissyksyllä ja talvella kuin aikaisemmin kasvatuskaudella. Olosuhteiden vaikutusta investoinnin arvoon on arvioitu erikseen.

Tuotantopaikkojen olosuhteet ja niiden perusteena olevat tiedot on esitetty yksikohteisemmin kalankasvatuksen tuotanto-olosuhteita Suomen rannikolla käsittelevässä raportissa (Kankainen ja Niukkanen 2014). Simon paikassa syvyys on hieman pienempi kuin Kustavissa, minkä takia tarvittaisiin mahdollisesti enemmän matalampia verkkoalaita saman tuotantotilavuuden saavuttamiseksi, mutta tämä tulisi määrittää tarkemmin yksityiskohtaisemmassa suunnitelmassa. Simon paikasta ulommille alueille tultaessa ahtojään kerrostuminen käy todennäköisemmäksi, jolloin ainakin niistä paikoista kasvatusvälineistö sekä ankkurointijärjestelmä tulisi poistaa talveksi jopa pohjan läheltä. Pohjois-Saaristomerellä, lähellä Kustavia, saattaa esiintyä voimakkaita virtauksia lähellä tuotantopaikkaa, mikä kannattaa huomioida ankkuroinnissa, jos verkkoalaita tulee paljon.

Pohjanlaatututkimukset tulisi tehdä tarkemmin, jotta voitaisiin valita paikkaan sopiva ankkurointi. Myös aallokon käyttäytyminen ja virtaukset kyseisessä paikassa tulisi mitata tai arvioida paremmin ennen lopullista ankkurointijärjestelmän tai tuotantolaitteiston valintaa. Investointilaskentaan valitut verkkoalait ja ruokintalautta on standardoitu kestävämmän oletetun maksimiaallokot, mutta epäselvää on, vaikuttaako Itämeren terävä aallokko kasvatuslaitteisiin vastaavalla tavalla kuin aallokko suuremmilla merillä.

Ryan (2004) on luokitellut merikasvatuspaikkoja olosuhteiden perusteella luokkiin 1–4. Kyseiset paikat 1 ja 2 eivät sijaitse täysin avoimella merellä (luokka 4), mutta ovat ko-

kemusten perusteella yleisesti avoimempia tuulille kuin esimerkiksi Norjassa ja Välimerellä sijaitsevat avomerikasvatuslaitokset, jotka on pyritty sijoittamaan osittain suojaan pahimmilta myrskysuunnilta (luokka 3).

Taulukko 1. Paikkakohtaiset olosuhdetiedot, joiden perusteella investointilaskelma on tehty

Olosuhdetekijä	Paikka 1 (Kustavi)	Paikka 2 (Simo)	Lisätieto
Merkitsevä aallonkorkeus (maks)	4 m	4 m	Perämerellä aallonkorkeus vaihtelee alueittain, laskee rannikkoa kohden
Yksittäinen aalto (maks)	7,5 m	7,5 m	Myöhäissyksyllä/talvella mahdollisesti suurempia kuin kasvatuskaudella
Virtaus	1 m/s	0,5 m/s	Oletettu alueen maksimi kasvatuskaudella
Tuuli	25 m/s	23 m/s	Maksimi kasvatuskaudella (10 minuutin keskiarvo)
Tuuli	19 pv	17 pv	Kovan tuulen päiviä (≥ 15 m/s) keskimäärin yhteensä huhti-lokakuussa
Merenpohja	kova/pehmeä	pehmeä/(kova?)	
Syvyyden vaihtelu	10-30 m	9-15 m	Kasvatuspaikalla
Tuotantomäärä	300/600/1000	300/600/1000	Tonnia (lisäkasvua)
Jäiden ahtaumat	Ei	Ei/Kyllä	Simon paikkaa ulommilla alueilla todennäköisempiä

3. Investoinnin kuvaus

3.1. Verkkoaltaat

Joustavat muovikehot, jotka kestävät hyvin meren dynaamista räsitusta, on todettu käytännössä toimivaksi kasvatusmenetelmäksi avoimilla alueilla. Nykyisin materiaali on useimmiten polyeteeniä (PE). AKVA group teki ensimmäiset (Polarcirkel) kehot jo vuonna 1974, ja sen jälkeen se on myynyt kalankasvatukseen yli 42 000 kehoa. Ensin muovikehot olivat pieniä, mutta nykyisin suurimmat pyöreät kehot ovat ympärysmitaltaan yli 200 metrisiä, ja kelluvien putkien halkaisija on 500 mm (kuva 1).

AKVA group käyttää kelluntaputkien kiinnityksessä tarkoitukseen muokattuja (PIM, Pressure Injection Moulded) polyeteenistä tehtyjä kiinnikkeitä, joilla liitetään toisiinsa tarvittava määrä kelluntaputkia sekä verkkoaltaan reuna-aita. Myös tässä yhteydessä PE-materiaalin käytön on todettu vähentävän huollon tarvetta ja pidentävän altaiden ja kiinnikkeiden kestoaikaa; esimerkiksi suolaisilla vesillä ei korroosio pääse vaikuttamaan laitteiden kestävyYTEEN kuten teräskiinnityksissä.

AKVA group on kehittänyt vuonna 1999 vastaavasta PE-materiaalista PIM-työskentelytason, joka voidaan kiinnittää kelluttaviin putkiin. Työskentelytaso tekee altaasta vakaamman ja parantaa työnteon turvallisuutta. Pohjoisilla alueilla PE-kehikoiden etu on, että jäätä ei muodostu polyeteeniin yhtä voimakkaasti kuin teräsrakenteisiin. Kiinnittyvä jää kuormittaa ja rikkoo rakenteita sekä vaikuttaa kasvatusaltaiden tasapainoon ja kelluntaominaisuuksiin.



Kuva 1. Suuret mutta joustavat (PE) muovikehot avomeriolosuhteisiin.

Muovikehikoita on mahdollista käyttää myös verkkoaltaan muodon ylläpitämiseen alueilla, joilla on kovat virtaukset. Tässä konseptissa (Sinker tube concept) upotettava kehikko, läpimitaltaan 200–280 mm, täytetään teräsvaijereilla (20–70 kg/m) ja verkkoallas kiinnitetään siihen alaosastaan. Näin ollen kovissa olosuhteissa verkon tilavuus eli kasvatuskapasiteetti voidaan säilyttää. Painottamalla verkko muotoonsa voidaan myös estää esimerkiksi hylkeiden hyökkäyksiä. Tätä konseptia ei kuitenkaan laskettu investointiin tässä yhteydessä, koska yrittäjillä oli kokemusta kevyemmistä painotusmenetelmistä, joita on helpompi käsitellä olemassa olevilla työveneillä. Kyseisillä alueilla virtaamat eivät ole erittäin voimakkaita.

AKVA group tarjoaa myös upotettavia kasvatusratkaisuja, mutta tässä yhteydessä olosuhteiden ei arvioitu olevan niin kovia, ettei kasvatusaltaita voisi pitää pinnassa. Tanskassa, Norjassa ja Ahvenanmaalla pinnassa olevat muovikehikot ovat toimineet hyvin samankaltaisissa olosuhteissa.

Investointiin valittiin muovikehikko, jonka halkaisija on 400 mm ja paksuus 24 mm. Kehän ympärysmitta oli 90 metriä, jotta kehikoita olisi vielä käytännöllistä käsitellä keskisuurella työveneellä ja verrattain matalilla vesialueilla. Tämänkokoisessa 15 metriä syvässä verkkoaltaassa voidaan tuottaa noin 100–150 tonnin kirjolohimäärä.

3.2. Verkot ja verkkojen käsittely

Nailonista tehdyt verkot valittiin investointilaskelmaan, koska niitä on kevyt käsitellä ja ne ovat verrattain kestäviä. Pääsyy verkkomateriaalin valinnalle oli, että nailonverkot ovat kevyitä nostaa kasvukauden päätyttyä rantaan ja niitä on helppo puhdistaa. Arvioitu käyttöikä nailonista tehdyille verkoille on 4–7 vuotta (kuva 2).

Econet on AKVA groupin uusi, kestävä tuote, joka säilyttää muotonsa kovissa olosuhteissa. Niitä ei kuitenkaan valittu kasvatuskonseptiin tässä yhteydessä, koska Econetit ovat painavia ja jäykkiä käsitellä. Ympärysmitaltaan 90 metrin kehikoihin soveltuvat nailonverkotkin painavat niin paljon, että nosturit ovat pakollisia työvälineitä veneissä. Verkkojen paino lisääntyy, mikäli niihin on kiinnittynyt paljon kasvustoa.



Kuva 2. Nailonista tehdyt kasvatusverkot ovat kevyitä käsitellä (vasen kuva). Paikalla tapahtuvaan verkonpuhdistukseen on kehitetty teknisiä verkkopesureita (oikea kuva).

Nailonverkkoja voi puhdistaa paikan päällä erilaisilla puhdistuslaitteilla tai ne voidaan tuoda rantaan pestäviksi, kuivattaviksi ja antifouling-käsittelyyn kasvustontorjunta-aineilla. Verkkojen puhdistus saattaa olla tarpeellista myös kasvukaudella, jos verkkoihin kiinnittyy paljon kasvustoa eikä happipitoinen vesi pääse tehokkaasti vaihtumaan verkkoaltaissa. Siten varmistetaan kalojen hyvinvointi; puhtaiden verkkojen on arvioitu vähentävän kuolleisuutta ja parantavan kalojen kasvua sekä rehutehokkuutta. Jos käytettävissä ei ole teknisiä verkkoaltaiden puhdistimia tai esimerkiksi sukeltajia, altaat on myös mahdollista vaihtaa.

Tekniset imurit puhdistavat kasvustot verkosta paineilmalla. Edistysellisimpiä ja suurimpia pesureita voidaan hallita kauko-ohjatusti. Pieniä pesureita pystyy käsittelemään yksi työntekijä. Suuret pesulaitteet sisältävät tavallisesti vedenalaisen kameran, jolla voidaan seurata työn tulosta ja verkkojen kuntoa.

Investointeihin on eritelty myös verkonpesuautomaatti, joka voi olla tarpeellinen, jos yksiköitä on useita ja kasvustoa muodostuu kasvukaudella paljon. Pitkällä aikavälillä automaatin investointikustannus saattaa tulla halvemmaksi kuin sukeltajien työkustannukset tai rannassa tapahtuvan verkkojen vaihtamisen ja pesun työkustannukset. Investointilaskelman verkkopesuri on 2 metriä leveä, toimii dieselmootorilla ja sisältää tarkkailukameran ja päätteen, jolta on mahdollisuus seurata puhdistustyön tulosta.

Investointilaskelmassa verkkoihin sisältyy allasverkkojen lisäksi myös lintuverkot ja köydet, joilla verkot kiinnitetään altaisiin. Verkkoaltaiden syvyydeksi määriteltiin 15 (+1,3) metriä eteläisen esimerkkituotantopaikan syvyyden perusteella. Verkkoaltaiden tarvittava määrä riippuu tuotettavasta kalamäärästä (investoinnit laskettiin 300, 600 ja 1 000 tonnin vuosituoannoille), lisäksi investointiin laskettiin yksi varakasvatusverkko.

3.3. Ruokinta

3.3.1. Ruokinta rehulautalta

Suurissa kalankasvatusyksiköissä ruokintalautat ovat yleistyneet. Lautat ovat käytännöllisiä suurissa avomerikasvatuslaitoksissa, koska rehua voidaan kuljettaa ja varastoida kerralla paljon. Edistysellisimmissä ruokintalautoissa on suuret rehusiilot ja tuotannon sekä ympäristötekijöiden seurantaan perustuvat tekniset ruokintaohjausjärjestelmät. Ruokinta ohjataan kulkevan kasvatusaltaalle lautalta rehuputkia pitkin tavallisesti ilmanpaineen avulla. Maailmalla on myös laitteistoja, joissa rehu kuljetetaan veden mukana kasvatukseen; nämä on erityisesti tarpeen, jos kaloja ruokitetaan pinnan alle. Suurimmissa lautoissa on henkilökunnalle oleskelutilat pitkiä työvuoroja varten. Energia tuotetaan dieselgeneraattorien ja aurinkokennojen avulla. Ruokintalauttoihin on myös mahdollista asentaa tiedonsiirtoon tarvittavat välineet, jolloin ruokintaa voidaan ohjata etäyhteydellä rannasta. Tavallisesti lautoissa ei ole omaa moottoria, koska lauttaa ei juuri siirrellä. Suurimpiin rehulauttoihin voidaan kerralla varastoida jopa 1 000 tonnia rehua. Näihin lauttoihin rehut tuodaan tavallisesti suoraan suurilla bulkkialuksilla, eikä niin sanottuja työveneitä käytetä rehun kuljetukseen. Pienissä yksiköissä ei tavallisesti käytetä ruokintalauttoja, koska niiden investointikustannus on suuri suhteessa tuotantoon.

Ruokintalauttojen etuna esimerkiksi veneestä ruokintaan on, että tuotantoa voidaan tarkkailla ja rehua voidaan annostella halutulla tavalla, jolloin tuotannon tehokkuutta voidaan pa-

rantaa. Kalojen ruokahalua on mahdollista tarkkailla muun muassa videokuvan avulla. Samoin erilaisiin ongelmatilanteisiin voidaan puuttua nopeasti, kun ne havaitaan. Ruokintalautoilla on mahdollista tuottaa melko kovissa olosuhteissa energiaa, jota tarvitaan ruokintajärjestelmiin sekä tarkkailulaitteisiin.

Investointilaskentaan sisällytettiin Wavemaster-ruokintalautta (kuva 3), jonka hetkellinen rehukapasiteetti on 150 tonnia 1 000 tonnin tuotannolle, ja pienille tuotantomäärille valittiin 94 rehutonnin lautta AJ94 Classic. Nämä lautat on sertifioitu kestämään 7-metrisiä aaltoja. Lautan tarkempi kuvaus ja varustetaso on esitetty julkaisussa Kankainen ja Mikalsen (2014).



Kuva 3. Edityksellisissä ruokintalautoissa on suuret rehusiilot, energiantuotanto, ruokinnanohjaus sekä tuotantotarkkailujärjestelmät ja oleskelutilat henkilöstölle.

3.3.2. Ruokinta veneestä

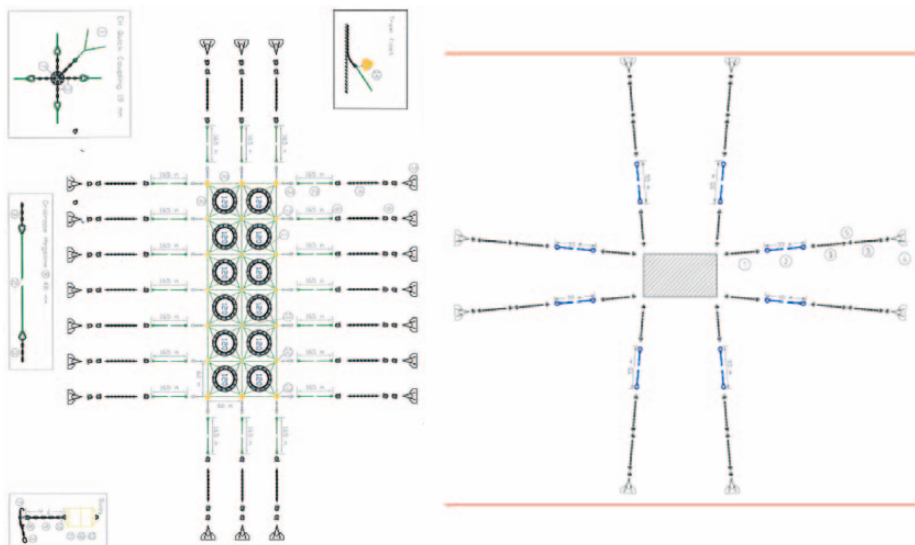
Jos tuotanto-olosuhteet ovat todella rajut, jolloin pinnassa ei voida pitää edes ruokintalauttoja, ruokinta tapahtuu yleensä veneestä silloin, kun kasvatuspaikalle olosuhteiden puolesta pääsee. Jos kasvatusaltaat ovat pinnassa, ruokinta tapahtuu tavallisesti ilmapuhaltimilla. Veneestä ruokinnan etu on, että kalliita ruokintajärjestelmäinvestointeja ei tarvita. Avomeriolosuhteissa pieniä yksiköitä ruokitaan tavallisesti huoltoveneestä. Tämän ruokintatavan haitta on, että ruokinta voidaan toteuttaa vain silloin, kun vene on kasvatuspaikalla. Siten kalojen kasvua ja rehutehokkuutta on vaikea pitää yhtä hyvänä kuin tarkkailuun perustuvalla optimoidulla ruokintasuunnitelmalla. Erilaisten tarkkailulaitteiden ja muiden välineiden käyttö vaatii energiaa, jota on tavallisesti vaikea järjestää ja pitää olosuhteilta suojassa ilman säänkestävää lautta tai vastaavaa rakennetta. Ruokinta veneestä vie myös aikaa, koska jokainen kasvatusyksikkö joudutaan ruokkimaan erikseen. Myös veneestä tapahtuvassa ruokinnassa voidaan hyödyntää edistyneitä ruokinnansuunnittelun järjestelmiä.

3.4. Ankkurointi ja kiinnitysjärjestelmä

Investointilaskelman ankkurointikustannukset perustuvat alustaviin arvioihin. Koska merenpohjan laadusta ja esimerkiksi virtaamista ei tehty tarkempaa selvitystä, on vaikea arvioida, millaiset ankkurit tai kiinnikkeet ovat tarpeen. Perinteinen koura-ankkurointi on sopiva alueilla, joilla on riittävä sedimenttikerros, johon ankkuri pureutuu. Jos pohja on kalliota, voidaan kiinnikkeet porata siihen. Joissain tapauksissa avomerilaitosten yksittäiset ankkurit painavat yli 10 tonnia. Suuntaan, josta tuulet ja virtaukset rasittavat laitosta eniten, laitetaan tavallisesti kestävin ankkurointi. Kaikuluotaus ja pohjanäytetutkimukset sekä virtausarvioinnit ovat tavanomaisia selvityksiä, kun määritellään paikkaan sopivaa ankkurimenetelmää. Kankainen ym. (2014) ovat kirjoittaneet tarkemmin, minkälaisia paikkakohtaisia etukäteisselvityksiä esimerkiksi Norjassa suurilla avomerikasvatuslaitoksilla tehdään ennen ankkurointijärjestelmän valintaa.

Laitos kiinnitetään ankkureihin joustavalla kiinnitysjärjestelmällä (mooring system), joka koostuu tavallisesti ketjuista, poijuista sekä köysistä. Suurien poijujen avulla vähennetään ankkureihin ja verkkoaltaisiin kohdistuvaa suoraa rasitusta. Veden nosteen ja poijujen aiheuttaman jouston avulla altaat pysyvät pinnassa. Yleinen altaiden kiinnitystapa on niin sanottu ristiinankkurointi, jolloin kiinnitysköydet muodostavat päälinjat, joihin verkkoaltaat kiinnitetään (kuva 4). Yhdessä ankkurointijärjestelmässä voi olla yli kymmenen verkkoallasta. Ruokintalautat kiinnitetään vastaavalla tavalla.

Raportin investointisuunnitelman kiinnitysjärjestelmät sisältävät kaikki tarvittavat poijut köydet, ketjut ja hakaset vajaan 30 metrin syvyydessä tapahtuvaan ankkurointiin. Ankkureiden kustannus on arvioitu erikseen.



Kuva 4. Vasemmalla verkkoaltaiden, oikealla ruokintalautan kiinnitysjärjestelmän kuvaus.

3.5. Työveneet

Suomessa merialueilla suurimmilla kalankasvattajilla on käytössä yli kymmenenmetrisiä työveneitä, joissa on nosturit ja jopa noin 20 tonnin kantavuus. Tavallisesti huoltoveneet ovat pienempiä. Norjassa suojaisissa avomeriyksiköissä on käytössä nopeita 14-metrisiä katamaraani-veneitä (kuva 5). Veneiden hinta vaihtelee varustetasosta ja teknisistä ratkaisuista johtuen noin 0,5 ja 2 miljoonan euron välillä. Kalankasvatukseen tarkoitettuja työveneitä on valmistettu myös Suomessa (Kankainen ym. 2014).

Nykyisin avoimien kasvatuspaikkojen lisääntyessä on kyseenalaistettu edellä mainitun kokoisten työveneiden turvallisuus kovissa olosuhteissa. Maailmalla avomeriyksiköiden kasvaessa onkin siirrytty suurempiin aluksiin, joiden pituus voi olla jopa 40 metriä. Myös nostureilta vaaditaan enemmän tehoa yksiköiden kasvaessa, ja usein kasvatuslaitoksilla on monta työvenettä nostamassa verkkoja. Veneen tärkeä ominaisuus on, että se pystytään pitämään paikallaan ja vakaana kovassa merenkäynnissä, ettei vene ajaudu kasvatusaltaiden päälle ja riko niitä tai aiheuta vaaraa työskentelevälle henkilöstölle. Itämerellä monen työveneiden käyttö nopeuttaisi verkkoaltaiden siirtoa saariston suojaan syksyisin, jos kasvatusaltaita on paljon. Kalankasvatusyrityksillä on lisäksi tarvetta eri toimintoihin erikoistuneisiin veneisiin, kuten pieniin mutta merikelpoisiin nopeisiin veneisiin, joita käytetään tarkkailuihin ja huoltotoimintoihin. Laskimme investointikustannuksen yhdelle 14-metriselle työvenelle sekä avomerikelpoiselle pienelle huoltovenelle.



Kuva 5. Tyypillinen Norjassa käytössä oleva työvene. Suurempia veneitä tarvitaan todella avoimilla alueilla.

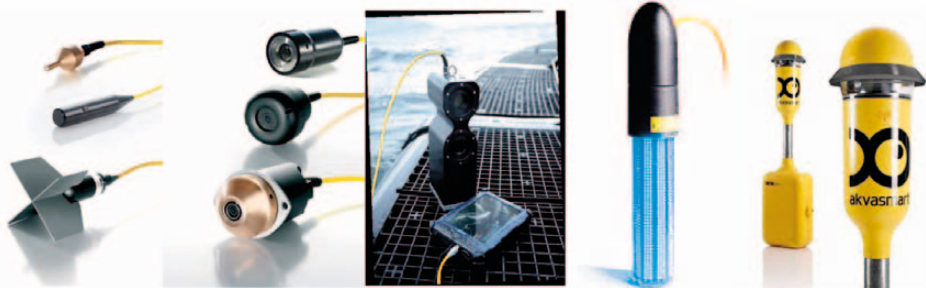
3.6. Muut välineet ja laitteistot

3.6.1. Tuotannon tarkkailu ja ohjaus

Olosuhteita ja tuotantoa tarkkailevat sensorit ja laitteet varmistavat optimaalisen tuotannon-ohjauksen ja terveellisen ympäristön kaloille. Kalojen käyttäytymistä ja veden laatua voidaan tarkkailla reaaliajassa. Siten tuotantoa on mahdollista ohjata aktiivisesti perustuen välittömään tietoon tuotannosta, mikä nostaa tuotannon tehokkuutta ja vähentää riskejä sekä ympäristövai-
kutuksia.

Vedenalaisilla kameraratkaisuilla voidaan välittää esimerkiksi ruokinnasta ja kalojen käyttäytymisestä tietoa päätteelle, jolta ruokintaa hallitaan. Rehulaskimista voidaan välittää tietoa ruokintalaitteille, jotta ruokinta olisi mahdollisimman tehokasta eikä rehua menisi hukkaan. Ympäristöantureiden, kuten lämpötila-, happi- ja virtaama-antureiden, avulla arvioidaan veden laatua, jotta voidaan turvata kalojen hyvinvointi. Biomassalaskureilla voidaan arvioida ja tarkistaa ruokintatavoitteita sekä arvioida kasvunopeutta tai ennustaa biomassoja ruokintaa ja myyntiä varten. Vedenalaisilla lampuilla voidaan vaikuttaa sukukypsyyteen tai kalojen aktiivisuuteen (kuva 6).

Jotta kyseiset laitteet toimivat, sähkön saatavuus tulee varmistaa. Jos sähköä ei ole saatavilla yleisestä verkosta, mikä on kaukaisilla kasvatuspaikoilla tavallista, sähkö tulee tuottaa generaattorien tai esimerkiksi aurinko- tai tuulivoiman avulla. Tiedonsiirto vaatii myös oman järjestelmänsä, jos tuotanto-ohjaus halutaan siirtää esimerkiksi rannassa sijaitsevaan ohjausyksikköön tai jopa internetiin. Tähän investointilaskelmaan on laskettu sekä hapenseuran-
tasensorit että ruokintakamerat jokaiselle kasvatusaltaalle.



Kuva 6. Vasemmalta vedenlaatusensorit, kameravaihtoehtoja, biomassalaskin, vedenalainen valo ja langaton tiedonsiirtoyksikkö.

3.6.2. Ruokintajärjestelmät ja tuotannon suunnitteluohjelmistot

Ruokintalautalla sijaitsevalla ruokintajärjestelmällä on mahdollista ruokkia useita altaita samanaikaisesti. Ruokintalaitetta ohjataan tietokoneella, joka annostelee ja puhaltaa tai pumppaa tarvittavan rehumäärän kasvatusyksiköille rehuputkia pitkin. AKVA groupin Akvacontrol-ohjelmisto on sovitettu Akvasmart-ruokintajärjestelmään (kuva 7). Ohjelmiston avulla tuotantoa ja ruokintaa voidaan ohjata ja seurata reaaliaikaisten tuotantotietojen perusteella.



Kuva 7. Akvasmart-ruokintajärjestelmää voidaan ohjata Akvacontrol-tuotannosuunnitteluohjelmiston avulla.

4. Investointikustannukset ja muut tuotannon tehokkuuteen vaikuttavat tekijät avomerikasvatuksessa

4.1. Avomerilaitoksen investointikustannukset

Investointikustannukset laskettiin erisuuruisille tuotantomäärille, jotta voidaan arvioida tuotantomäärän vaikutusta investointi- ja tuotantokustannukseen. Kansallisen vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelman perusteella Suomessa avomeren reunalla sijaitsevien laitosten ympäristön kannalta kestävät tuotantomäärät voisivat olla 300–600 tonnia lisäkasvua yhdessä tuotantopaikassa. Täysin avoimilla alueilla mittaluokaltaan suuremmat tuotantomäärät olisivat mahdollisia, joten investointiarvio tehtiin myös 1 000 tonnille (taulukko 2).

Eroittelimme investointikustannuskokonaisuudet kasvatuslaitteisiin, ruokintajärjestelmään sekä veneisiin. Ruokintajärjestelmän valinta vaikuttaa olennaisesti kokonaisinvestointikustannuksiin; ruokintalauttainvestointi on suuruusluokaltaan yhtä suuri kuin kasvatukseen tarvittavat altaat, verkot ja ankkurointi 1 000 tonnin tuotantoyksikössä. Jos ruokintatavaksi valitaan veneestä ruokinta, oletimme, että työveneeseen asennetaan ruokintajärjestelmä, minkä takia hinta arvioitiin normaalityövenettä kalliimmaksi. Veneestä ruokittaessa ruokintalauttainvestointia ei tarvita. Ruokintalauttaruokinnan kokonaisinvestointikustannukseen on siten laskettu altaat, ruokintalaittekustannukset sekä työ- ja huoltovene. Veneestä ruokinnan kokonaisinvestointeihin on laskettu kasvatusrakenteet, huoltovene sekä työvene, johon on asennettu ruokintajärjestelmä.

Taulukko 2. Avomerikasvatuslaitoksen investointikustannusarvio

Tuoteryhmä	Kuvaus	Poistoaika	1000 tonnia	600 tonnia	300 tonnia
Kasvatusaltaat					
Muovikehikot (PE)	12/ 6/ 3 kappaletta, 400 mm/90 m	5	444 000	244 800	122 400
Kiinnitysjärjestelmä kasvatusaltille		5	114 000	120 000	72 000
Ankkurit	20/ 18/ 12 kappaletta	5	100 800	90 720	60 480
Verkot	15 metriä syviä, nailonia	5	228 000	114 000	57 000
Verkkopesuri		5	114 000	114 000	114 000
Asennus ja valvonta		5	68 400	40 800	32 400
Rahti		5	36 000	18 000	9 000
			1 105 200	742 320	467 280
Ruokinta ja -ohjaus					
Lautta, ruokintajärjestelmä ja levittäjät	Rehulautta AJ 150/ AJ 96/AJ 96	10	756 000	664 800	540 000
Kiinnitysjärjestelmä lauttaan		5	72 000	72 000	72 000
Ankkurointi	8 kappaletta	5	40 320	40 320	40 320
Ruokintaputket	3000 m/1500 m/1000 m	5	11 520	5 760	3 840
Sensorit ja valvonta		5	96 000	96 000	96 000
Tuotannosuunnitteluohjelmisto		5	23 700	23 700	23 700
Asennus ja koulutus		5	28 200	28 200	28 200
Rahti		5	24 000	18 000	12 000
			1 051 740	948 780	816 060
Veneet					
Työvene	14 m katamaraani ja nosturi	10	720 000	720 000	720 000
Työvene ja ruokintalaite	Sama ja rehuuokintalaite	10	1 080 000	1 080 000	1 080 000
Avomerikelpoinen tarkkailuvene		10	120 000	120 000	120 000
Lauttaruokinnan investointikustannukset yhteensä €			2 996 940	2 531 100	2 123 340
Lauttaruokinnan investointikustannukset €/kg kalaa			0,48	0,68	1,13
Veneestä ruokinnan investointikustannukset yhteensä €			2 305 200	1 942 320	1 667 280
Veneestä ruokinnan investointikustannukset €/kg kalaa			0,37	0,52	0,89

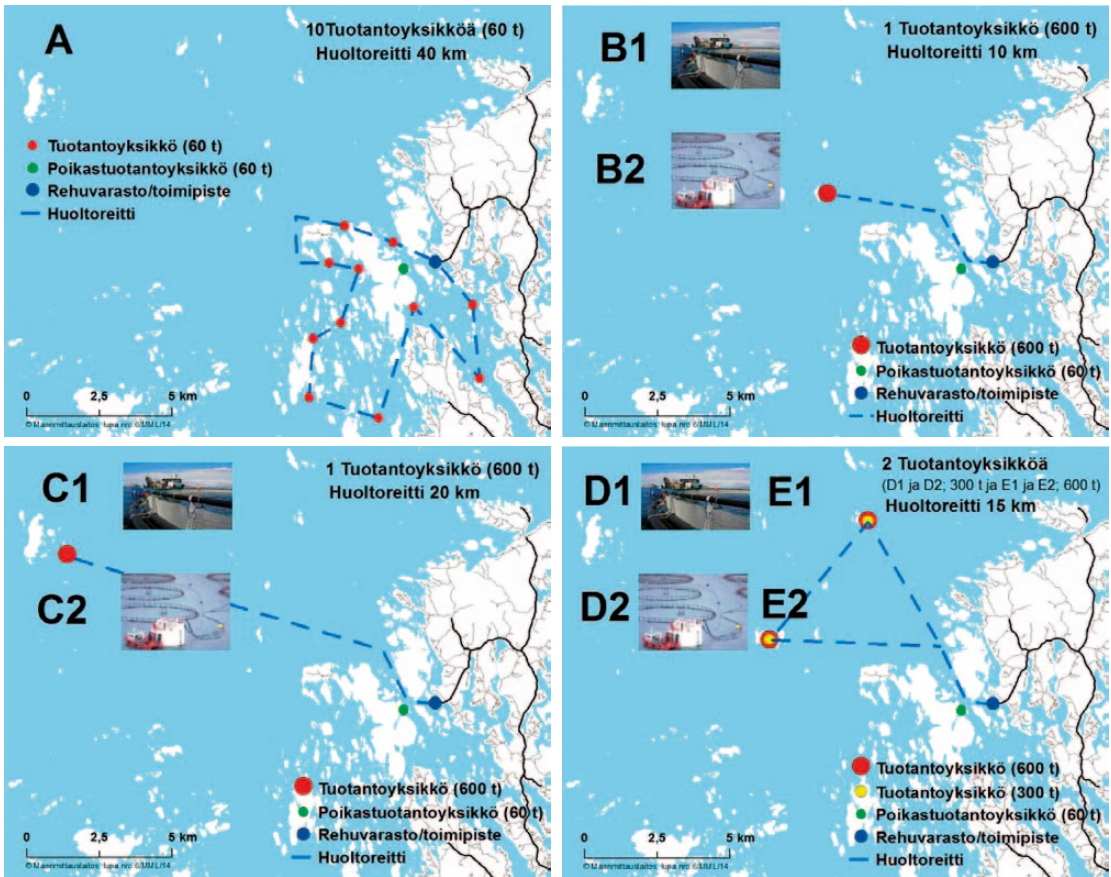
4.2. Miten olosuhteet vaikuttavat investointikustannuksiin

Investointilaskelmat tehtiin ensin PE-putkikehikoille, jotka on sertifioitu kestämään kolmen metrin aallokkoa (putken halkaisija 315 mm) ja 1 m/s virtausta 15 metriä syvillä verkoilla. Näin 300 tonnin tuotannolle kehikoiden kustannusarvio oli noin 65 000 €. Tämän jälkeen kuitenkin päätettiin vaihtaa kehikot luokkaa kestävämpiin halkaisijaltaan 400 mm:n putkiin, jotka on sertifioitu kestämään 4-metrisiä aaltoja ja 1 m/s virtaamaa 20 metriä syvillä verkoilla (jolloin vastus eli rasitus on huomattavasti edellistä suurempi). Näiden kehikoiden arvioitiin maksavan saman tilavuuden saavuttamiseksi 82 000 €. Näin ollen aallonkestävyys kasvatti kehikoiden investointikustannusta 26 %. Olosuhteet vaikuttavat myös ankkurointijärjestelmän sekä veneiden ja ruokintajärjestelmien investointikustannuksiin.

4.3. Etäisyydestä, ruokintatavasta ja tuotantomäärästä johtuvat logistiset kustannukset ja avomerikasvatuksen kilpailukyky

Avomerikasvatuksen tuotantokustannukseen vaikuttavat investointikustannuksen lisäksi erityisesti etäisyydestä johtuvat kustannukset, kuten työaika ja polttoainekulut, jotka lisääntyvät etäisyyksien kasvaessa. Toisaalta, jos avomerikasvatuksen tuotantoluvat voivat olla suurempia, tuotannon tehokkuus kasvaa.

Kuvassa 8 on havainnollistettu esimerkkejä, joiden perusteella on laskettu, miten etäisyys, ruokintajärjestelmän valinta, kasvatusyksiköiden määrä sekä tuotantomäärä vaikuttavat logistisiin kustannuksiin. Kannattavuuslaskennassa on hyödynnetty tämän raportin investointitietoja sekä aikaisemmissa hankkeissa saatua tietoa kustannuksista ja tuotannon tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä (liite).



Kuva 8. Perinteistä suomalaista merikasvatusta (A), jossa yrittäjillä on monia pieniä yksiköitä, verrataan yhteen avomeriyksikköön (B), jossa kasvatetaan sama määrä kalaa, sekä kauempana sijaitsevaan yksikköön (C). Vertailu esitetään myös vaihtoehtoon (D), jossa tuotanto on jaettu kahteen avomerikasvatussyksikköön, ja vaihtoehtoon (E), jossa tuotantomäärä on kaksinkertainen. Vaihtoehto 1 kuvaa veneestä ruokintaa ja vaihtoehto 2 ruokintalauttainvestointia.

Avomeriyksiköt voivat olla kilpailukykyisiä nykytuotantoon verrattuna, jos tuotantoyksiköt ovat riittävän suuria (taulukko 3). Ruokintalautta on investointiarvoltaan niin suuri, ettei edes 600 tonnin yksikkömäärä ole riittävä kompensoimaan investointikustannuksia. Kun kokonaistuotantomäärä nousee miljoonaan kiloon, yrityksen kilpailukyky paranee huomattavasti. Tässä laskelmassa ei ole kuitenkaan huomioitu oletettavia tuotannon tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä; esimerkiksi kasvun ja rehutehokkuuden on huomattu paranevan ja kuolleisuuden vähenevän, mikäli ruokintalauttainvestointeihin liittyvät edistykselliset ruokinnanohjausjärjestelmät otetaan käyttöön.

Taulukko 3. Avomerkasvatuksen kilpailukyky perinteiseen tuotantoon verrattuna.

Vaihtoehto	A	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
Kustannustekijät	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg
Henkilökustannukset	0,07	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02
Kalojen ja altaiden siirrot	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ruokinta/valvonta	0,05	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01
Polttoainekustannukset	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Siirrot	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ruokinta/valvonta	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Vene ja ruokintainvestointi	0,53	0,55	0,67	0,55	0,67	0,55	0,92	0,23	0,46
Vene	0,14	0,32	0,22	0,32	0,22	0,32	0,22	0,19	0,13
Ruokintalaitteet	0,06	0,03	0,25	0,03	0,25	0,03	0,50	0,02	0,30
Kasvatusaltaat	0,33	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,02	0,02
Logistiset kustannukset yhteensä	0,63	0,59	0,70	0,61	0,71	0,61	0,96	0,28	0,49
Tuotantokustannuksen muutos	0,00	-0,04	0,07	-0,02	0,08	-0,03	0,33	-0,35	-0,14

4.4. Ruokintatavan ja tuotanto-olosuhteiden vaikutus tuotannon tehokkuuteen

Edistyksellisellä ruokintatekniikalla voidaan parantaa rehutehokkuutta. Monet suomalaiset kalankasvattajat, jotka ovat siirtyneet ohjattuun ja valvottuun ruokintaan, ovat raportoineet, että rehukustannukset ovat pienentyneet kalakiloa kohti. Myös maailmalla automatisoitujen ruokintalautojen käyttö lisääntyy, mikä tarkoittaa, että ne ovat entisiä toimintatapoja tehokkaampia erityisesti, jos kaloja on ruokittu ennen runsaasti. Jos ruokintaa ei voida tehdä päivittäin veneestä ruokkimalla, esimerkiksi olosuhteiden ollessa huonot, myös kalan kasvun hidastuminen saattaa heikentää tuotannon tehokkuutta. Erityisesti Suomessa, missä kasvatuskausi on talven vuoksi lyhyt, kasvunopeudella on suuri merkitys kannattavuuteen. Ruokintalautoilla sijaitsevilta kauko-ohjatuilta automaateilta ruokintaa voidaan periaatteessa tehdä myös silloin, kun paikan päälle ei päästä.

Veden lämpötila vaikuttaa kalojen kasvuominaisuuksiin. Avoimet merialueet Itämerellä lämpenevät rannikon alueita hitaammin, mutta säilyttävät lämpönsä pidempään syksyllä. Keskikesällä lämpötilat eivät ulapalla tavallisesti nouse yhtä korkealle kuin matalilla alueilla. Avoimilla alueilla sijaitsevilla laitoksissa kirjolohi kasvaa nopeasti eikä kesällä tarvitse pitää ruokintataukoja vastaavalla tavalla kuin rannikon läheisyydessä. Avomerellä kasvatuskausi voidaan kuitenkin joutua pitämään lyhyempänä, jotta kalat ja tuotantolaitteisto saadaan turvaan ennen syysmyrskyjä. Kankainen ym. (julkaisematon) ovat alkaneet arvioida Itämeren avointen alueiden tuotanto-olosuhteiden vaikutusta kalankasvatuksen tehokkuuteen ja kannattavuuteen.

5. Riskinarviointi

5.1. Tuotantoriskit Itämeren avomerikasvatuksessa

5.1.1. Hylkeet, linnut ja karkulaiset

Erityisesti hylkeet ovat aiheuttaneet suuria vahinkoja merikasvatuslaitoksilla Suomessa. Hylkeet eivät kuitenkaan pääse kaloihin helposti käsiksi, mikäli kasvatusaltaat ovat suuria ja ne on painotettu muutoonsa hyvin. Pinnalla sijaitsevat verkot estävät lintujen pääsyn kaloihin, ja lisäksi ne voivat vaikeuttaa hylkeiden pääsyä kasvatusaltaisiin. Kasvatusverkkojen materiaalivalinnalla, huoltotoimilla sekä vaihtamalla rikkinäiset verkot uusiin voidaan välttää hylkeiden pääsy altaisiin. Videovalvonnan avulla voidaan reagoida nopeasti, jos hylje tai linnut pääsevät kuitenkin kasvatusaltaaseen tai kasvatusverkkoon tulee reikiä, josta kalat pääsevät karkaamaan.

5.1.2. Myrskyt, tuuli, virtaukset ja aallot

Rajut myrskyt voivat vaurioittaa kasvatuslaitteistoa. Hyvällä olosuhdeselvityksiin perustuvalta riskinarvioinnilla, suunnittelulla sekä asennuksella voidaan välttää riskien toteutuminen. Esimerkiksi tuotantovälineistö ja ankkurointiratkaisut tulee valita pahimpien mahdollisten olosuhteiden perusteella. Kuitenkin joitain odottamattomia riskejä voi toteutua; näihin voidaan varautua esimerkiksi vakuuttamalla tuotanto kyseisten riskien varalta. Mikäli tuotanto- paikan riski on suuri, se tulee myös huomioida pääoman tuottovaatimuksessa ennen investointipäätöstä.

5.1.3. Jää

Itämerellä jää aiheuttaa erityisen haasteen merituotannolle. Liikkuvien jäiden massat ovat niin suuria, että käytössä olevat kasvatusjärjestelmät tuskin kestävät liikkuvien jäiden aiheuttamaa rasitusta. Tuotantolaitteisto tulee näin ollen saattaa suojaan ennen kuin jäät muodostuvat. Syvillä alueilla on myös teoriassa mahdollista upottaa kasvatuslaitteisto jään alle. Jään muodostumista eri rannikkoalueilla ovat arvioineet muun muassa Kankainen ja Niukko (2014). On myös huomattava, että syksyllä myrskyt lisääntyvät, mikä aiheuttaa haasteita välineiden käsittelylle ja siirtämiselle erityisesti avoimilta alueilta.

5.1.4. Ankkurointi ja merenpohja-analyysit

Merenpohja-analyysit ovat tärkeitä kestäväen ankkurointitavan valinnassa. Lisäksi koko ankkurointijärjestelmä tulisi suunnitella olosuhteiden perusteella, huomioiden suurimpien aallokoiden ja virtausten suunnat. Itämerellä kiinnitysjärjestelmä tulisi olla nopea purkaa ja asentaa keväisin ja syksyllä. Jos ankkurointijärjestelmän osia jätetään talveksi mereen, tulee varmistaa, ettei jäätä pääse muodostumaan kyseisiin köysiin tai kettinkeihin, jotta ankkurit pysyisivät paikallaan kevääseen asti.

5.2. Vakuutukset, standardit ja takuu

Kaloja, kasvatustoimintoja ja kasvatuslaitteita voidaan vakuuttaa riskien ja onnettomuuksien varalta. Erään vakuutusyhtiön tarjonnan perusteella sellaisia asioita, joita kalankasvatuksessa voidaan vakuuttaa, on paljon (FP Marine Risks 2014): saastuminen, haittaeläimien syömät kalat tai haittaeläimien tai muiden eliöiden aiheuttamat vauriot kaloissa, myrskyvauriot, jäätyminen, veden nopea jäähtyminen (alijäähtyminen), jään aiheuttamat vahingot, hapettomuus, veden kemialliset muutokset, taudit, tulvat, mekaaniset ja elektroniset vauriot, maansortuminen, kuivuus, tulipalo, salama, räjähdykset, maanjäristykset, varkaudet ja vahingonteot, tuotevastuu, kasvatuslaitteet ja veneet, velvoitteet, kalojen kuljetukset, rahti ja muita asiaan liittyviä riskejä. Vakuutuksen hinta riippuu vakuutettavista kohteista, riskin suuruudesta sekä omavastuusuudesta.

Tässä raportissa esitellyt tuotantovälineistöt on standardoitu sekä ISO 9001- että norjalaisella NS9415-sertifioinnilla. Takuu on yksi vuosi käyttöönotosta, mikäli asennus on tehty asennusohjeiden mukaan.

6. Yhteenveto

Tässä raportissa esitetty avomerikasvatuksen investointi- ja kannattavuuslaskenta perustuu yhden tavarantoimittajan investointisuunnitelmaan sekä kuvitteellisiin esimerkkilaskelmiin siitä, miten tuotanto avomerellä voitaisiin mahdollisesti järjestää, joten tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Investointilaskelma perustuu kuitenkin oikeisiin olosuhdetietoihin ja tuotantopaikkoihin. Investointikohteissa saaret sekä matalikot saattavat jonkin verran antaa suojaa kasvatukselle, jolloin kyseessä voidaan sanoa olevan niin sanottu luokan 3 avomerikasvatuspaikka (Ryan 2004), joka ei siis sijaitse täysin avoimella ulapalla kaukana rannikosta. Tämänkaltaisen luokan 4 kasvatustoimintamallin kustannus- ja kannattavuusrakenne tulisi arvioida erikseen.

Veneestä ruokinta oli lähtökohtaisesti lauttaruokintaa edullisempaa, koska laskelmissa ei huomioitu ruokin-nanohjausjärjestelmän mahdollisia tuotannon tehokkuuden hyötyjä. Jos investointilaskelman mukaiseen ruokintajärjestelmään rehulautalta investoidaan, tuotantomäärän tulisi olla yli 600 tonnia kalaa vuodessa, jotta tuotanto olisi nykyistä kasvatustoimintaa kannattavampaa. Investointikustannukset olivat 1 000 tonnin laitokselle noin 3,0 miljoonaa euroa ruokintalautalla ja 2,3 miljoonaa euroa veneestä ruokkien; 300 tonnin laitokselle vastaavat investoinnit olisivat 2,1 miljoonaa ja 1,7 miljoonaa euroa, jolloin investointikustannus tuotettua kalakiloa kohti olisi huomattavasti nykyistä suurempi. Näin ollen kalankasvatuseräin kilpailukyky heikkenee, jos avomerelle ei saada riittävän suuria tuotantolupia. Jos nykyiset yritykset voivat liittää avomerikasvatuseräin osaksi nykyisiä toimintojaan esimerkiksi investoimatta huoltoalukseen, uudet avomerikasvatuseräin voivat olla kuitenkin hyvinkin kannattavia.

Viitteet

- FP Marine Risks 2014. <http://www.fp-marine.com/aquaculture> [Luettu 7.11.2014].
- Itämeriportaali 2014. Aaltoennätykset Itämerellä, Korkeimmat Itämerellä mitatut aallot. http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/yleiskuvaus/veden_liikkeet/aallokko/fi_FI/aaltoennatyksia/ [Luettu 6.11.2014].
- Kankainen, M. & Mikalsen, R. 2014. Offshore fish farm investment and competitiveness in the Baltic Sea. *Reports of Aquabest Projects 2/2014*. 27 s. + 2 liitettä. http://www.aquabestproject.eu/media/13851/aquabest_2_2014_report.pdf [Luettu 14.11.2014].
- Kankainen, M. & Niukko, J. 2014. Kalankasvatuksen tuotanto-olosuhteet Suomen rannikolla. *Riista- ja kala-talous – Tutkimuksia ja selvityksiä 8/2014*. 40 s.
- Kankainen, M., Vielma, J. & Niukko J. 2014. Kalankasvatuksen avomeritekniikat ja niiden soveltuvuus Suomeen. *Riista- ja kala-talous – Tutkimuksia ja selvityksiä* (hyväksytty).
- Maa- ja metsätalousministeriö & ympäristöministeriö 2014. Kansallinen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma. http://www.mmm.fi/attachments/elinkeinokalatalous/pcy2BcprR/Kansallinen_vesiviljelyn_sijainninhjaussuunnitelma_2014-06-16.pdf.pdf [Luettu 10.11.2014].
- Ryan, J. 2004. *Farming the Deep Blue*. Bord Iascaigh Mhara – The Irish Sea Fisheries Board. 67 s. + liitteet.
- Setälä, J., Kankainen, M., Suomela, J., Vielma, J. & Tarkki, V. 2014. Vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelman ympäristöselostus. *RKTL:n työraportteja 24/2014*. 73 s. + liitteet.

Liite

Logististen kustannusten laskennassa käytetyt kustannustekijät sekä tuotannon tehokkuuteen vaikuttavat oletukset

Yleiset kustannustekijät	Henkilökustannukset €/kg	Polttoainekustannus €/l	Korko %	Poistoaika
	20	1,50	5,00 %	7,66
Allaskustannukset	€/allas, laitoskoko 300 tonnia	€/allas, laitoskoko 600 tonnia	€/allas, laitoskoko 1000 tonnia	
100 tonnin kapasiteetti per allas	156 000	124 000	92 100	
Venekustannukset	Avomerityövene ruokintajärjestelmällä	Avomerityövene	Normaali työvene	Huoltovene
	1 080 000	720 000	540 000	120 000
Ruokinnan tehokkuus	Henkilöitä	Rehukapasiteetti tonnia	Venekulutus l/h	Nopeus km/h
	2	20	50	25
Kalojen ja altaiden siirtotehokkuus	Henkilöitä	Rehukapasiteetti tonnia	Venekulutus l/h	Nopeus km/h
	4	100	50	5
Ruokintatapavaihtoehdot	Rehukapasiteetti tonnia	Investointikustannus €* 816 000/ 950 000/ 1 050 000	Lisäinvestointi per allas €	Työaika h/tonni
Pendeliruokinta (Vaihtoehto A)	1	150 000	10 000	0,5+
Veneestäruokinta (Vaihtoehto 1)	4	135 000		1+
Ruokintalautta (Vaihtoehto 2)	90		2 000	0,125+

*Sisältää 120 000 € tuotannonohjausjärjestelmän, investointikustannukset eri tuotantomäärille 300 t/600 t/1000 t



Itella Green

JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0295 301 000

www.rktl.fi