



Kalat kiertävät tehokkaasti –loppuraportti

Tiivistelmä ja johtopäätökset hankkeesta ja tuloksista

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Itämeren ravinnekuormituksen vähentäminen	6
1.2	Kalastuksen haasteita Saaristomerellä	8
1.3	Saaristomerен kalatalousalue	9
1.4	Tutkimusongelma.....	10
1.5	Tutkimuskysymykset	11
2	KIERTOTALOUS.....	13
2.1	Kiertotalouden ja kestäväen kehityksen eroja.....	13
2.2	Kiertotalous kestäväen kehityksen edistäjänä.....	14
2.3	Tuotteen elinkaari ja kierron sulkeminen.....	15
2.4	Eri materiaalien kierrätysprosessit	17
3	KIERTOTALOUS JA TOIMITUSKETJUT	19
3.1	Suljetun kierron toimitusketju.....	20
3.2	Suljetun kierron eri sektoreiden yhteistyö.....	21
4	BIOTALOUS	24
4.1	Biotalousden kehitys.....	25
4.2	Uusiutuva energia ja biokaasu	26
4.3	Biokaasun valmistus	27
4.4	Biokaasun tuotanto maatilalla	28
4.5	Ravinnekierto	29
4.6	Maanparannus	31
5	VÄHEMPIARVOINEN KALA.....	32
5.1	Kalamäärät ja pyyntitavat	32
5.2	Hoitokalastus.....	33
5.3	Hyödyntäminen elintarvikkeeksi	35
5.4	Hyödyntäminen bioenergiaksi ja lannoitteeksi	36
5.5	Kalan toimitusketju ja varastointi	37
6	TUTKIMUSMENETELMÄT	40

6.1	Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen eroja	40
6.2	Tapaustutkimuksen ja toimeksiantotutkimuksen ominaisuuksia	41
6.3	Empirian keruu	42
6.4	Tutkimuksen laadun arviointi.....	44
7	NYKYTILANNE	46
7.1	Kalastusajat ja saalismäärät.....	46
7.2	Kalastusta edistävät tekijät	48
7.3	Yhteistyön ja innovoinnin edut	49
7.4	Kalastusta haittaavat tekijät.....	51
7.5	Case Livia.....	55
7.6	Case Qvidja	57
8	VÄHEMPIARVOISEN KALAN PYNNIN VAIKUTUKSET.....	59
8.1	Pyyntiin vaikuttavat tekijät	59
8.2	Pyynnin sosioekonomiset vaikutukset	61
8.3	Potentiaali biokaasun tuotannossa.....	65
8.4	Toimitusketju ja varastointimahdollisuudet	68
8.5	Vaikutukset Itämeren ravinnekuormaan	73
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	75
9.1	Tulokset ja aiempi kirjallisuus	75
9.2	Tutkimuksen käytännön hyödyt.....	78
9.3	Jatkotutkimustarpeet	81
	LÄHTEET	82
10	LIITTEET	91
	Liite 1: Kalastajien haastattelukysymykset	91
	Liite 2: Noodit	92
	Liite 3: Koodikirjasto.....	93
	Liite 4: Särkikalojen kiertoseminaari 14.5.2019.....	94
	Liite 5: Biokaasulaskuriraportti	95

Kuvioluettelo

Kuvio 1	Vastuullinen kiertotalous	16
Kuvio 2	Kiertotalousmalli	18
Kuvio 3	Kiertokulun mahdollistajat	21
Kuvio 4	Kiertotalouden uudelleenkäyttöpalvelujen rooli	22
Kuvio 5	Biotalousen osa-alueet	24
Kuvio 6	Biokaasunvalmistusprosessi maatilalla ja lopputuotteet	27
Kuvio 7	Särkikalan hyödyntämisen prosessikuvaukset	38
Kuvio 8	Särkifood Oy:n toimitusketju	51
Kuvio 9	Livian biokaasulaitoksen prosessikuvaus	56
Kuvio 10	Qvidjan biokaasulaitoksen prosessikuvaus	58
Kuvio 11	Kevään arvioidut vähempiarvoisen kalan saalismäärät pyyntivälineittäin.....	60
Kuvio 12	Vähempiarvoisen kalan kilohintatoiveet	62
Kuvio 13	Kalastusalueet ja landauspaikat.....	70
Kuvio 14	Ulkopuolisen palveluntarjoajan eri roolit kiertotalouden mahdollistajana.....	78
Kuvio 15	Vähempiarvoisen kalan elintarvike- ja energia-arvoketjut	79

Taulukkoluetelo

Taulukko 1	Kalastajien haastatteluajankohdat	43
Taulukko 2	Tapaamisajankohdat asiantuntijoiden kanssa.....	44
Taulukko 3	Mahdolliset kalastuskuukaudet ja sivuansiot	46
Taulukko 4	Esimerkkilaskelmia yhden rysän tuotoista tyhjennyskerroittain	64
Taulukko 5	Vähempiarvoisen kalan pyytämiseen vaikuttavia tekijöitä	65
Taulukko 6	Tuorlan maaseutuopiston oma energiatuotanto ja kokonaiskulutus	66
Taulukko 7	Livian energiahyödyt tasaisella 10 % tehon nousulla laskettuna	67
Taulukko 8	Qvidjan energiahyödyt tasaisella 10 % tehon nousulla laskettuna.....	68
Taulukko 9	Toiminnasta aiheutuvien kustannusten arviointia	71
Taulukko 10	Landauspaikkojen etäisyydet Qvidjaan	72
Taulukko 11	Hapotuskontin sijoitusvaihtoehdot	73
Taulukko 12	Fosforin ja typen arvioidut poistomäärät vuodessa	74
Taulukko 13	Hoitokalastuksen käytännönhyödyt.....	81

1 JOHDANTO

1.1 Itämeren ravinnekuormituksen vähentäminen

Itämeren tila on huono, ja sitä pidetään maailman saastuneimpana merenä. Se on listattu yhdeksi herkeimmistä merialueista Australian koralliriutan, Ecuadorin Galapagos-saarten ja 14 muun merialueen kanssa (IMO 2018). Suurin Itämeren saastumisongelmista on rehevöityminen, joka johtuu pääosin ihmistoiminnan aiheuttamasta typen ja fosforin korkeista määristä meressä. Suurin osa ravinnekuormasta on peräisin maataloudesta, jonka tuottamat ravinteet valuvat jokia pitkin mereen. Vain 30 prosenttia tyydestä ja 5 prosenttia fosforista päätyvät Itämereen muista lähteistä, kuten ilmakehästä tai laivojen käsittelemättömistä jätevesistä. (HELCOM 2007; HELCOM 2018.) Rehevöitymisen huomaa selvästi hellekesinä, jolloin sinileväkukinnot kasvavat ja leviävät hyvinkin näkyviksi ja laajoiksi leväautoiksi etenkin Suomenlahdella. Vuosina 2011–2016 tehdyssä kartoituksessa avioitiin että 97 prosenttia Itämerestä kärsii jonkinasteisesta rehevöitymisestä (HELCOM 2018).

Syyt Itämeren huonoon nykytilaan Hyytiäisen ym. (2015) mukaan johtuvat osaksi maantieteellisistä seikoista kuten meren mataluudesta ja kapeasta yhteydestä Atlantin valtameriin, mutta myös Itämeren valuma-alueen suuresta väestömäärästä. Alueella asuu 85 miljoonaa ihmistä ¹yhdeksässä EU-maassa sekä Venäjällä. Saaristomerellä ja rannikolla ongelmaa lisää veden vähäinen vaihtuvuus ja mataluus. Rannikolla syvyys on yleensä alle 10 metriä ja 23 metrin keskisyyvyys saavutetaan vasta avomerellä. (I samma båt 2013.) Lisäksi kuormituksen vaikutusta lisää valuma-alueen vähäjärvisyys, minkä vuoksi ravinteet pääsevät kulkeutumaan nopeasti jokiin ja niiden kautta rannikkovesiin. Tilanne on huono etenkin Aurajoen ja Paimionjoen valuma-alueilla. (Salmi ja Kipinä-Salokannel 2010.)

Itämeren huono tila on ymmärretty, ja sitä on yritetty suojella vuodesta 1974 alkaen, jolloin Itämeren yhdeksän valtiota ja EU perustivat Itämeren merellisen ympäristön suojelukomission eli Helsingin komission (HELCOM). Komission laatimien sopimusten avulla on yritetty vähentää päästöjä, mutta toimenpiteiden vaikutukset ovat olleet hitaita ja heikosti havaittavia, eikä asetettuihin tavoitteisiin olla päästy (Hyytiäinen ym. 2015). Sopimusten tarkoituksena on, että valtiot ymmärtävät Itämeren taloudelliset, sosiaaliset ja kulttuuriset arvot sekä sitoutuvat suojelemaan ja parantamaan Itämeren alueen merellisen ympäristön arvoja kansojensa hyväksi (Finlex 1993).

¹ Itämeren ympäröivät valtiot ovat Suomi, Ruotsi, Tanska, Saksa, Puola, Latvia, Liettua, Viro ja Venäjä

Vuonna 2007 asetettiin maakohtaiset rajoitukset, joilla pyritään saavuttamaan hyvä ravinnetilanne vuoteen 2021 mennessä. Tavoitteena on poistaa Itämerestä yhteensä 15 250 tonnia fosforia ja 135 000 tonnia typpeä, joista Suomen osuudet ovat 150 tonnia fosforia ja 1 200 tonnia typpeä. (HELCOM 2007.) Rehevöitymisen vähentämisessä on huomionarvoista, että laskelmien mukaan ravinteiden poistokustannukset alittavat keskimäärin siitä saatavat hyödyt. Kannattavinta ravinteiden poisto on Suomelle, Ruotsille ja Saksalle, joilla ei ole taakkana jokien tuomaa ravinnekuormaa Itämeren ulkopuolisista maista kuten Valko-Venäjältä ja Ukrainasta. (Hyytiäinen ym. 2015.)

Typpi- ja fosforipitoisuuksia pidetään yleisinä rehevöitymisen indikaattoreina. Tehdyissä mittauksissa veden laatu on ollut pääosin hyvä Selkämerellä, Perämerellä ja Merenkurkussa 1990-luvulta lähtien, mutta Saaristomerellä ja Suomenlahdella pitoisuudet ovat paikoitellen hyvinkin korkeita. (Ympäristö 2018.) Tarvetta suojelutyölle on edelleen, koska typen määrä on keskimäärin vähentynyt vain 7 prosenttia ja fosforin määrä on edelleen 44 prosenttia raja-arvojen yläpuolella, koska vuosittain mereen pääsee edelleen 826 000 tonnia typpeä ja 30 900 tonnia fosforia (HELCOM 2018).

Runsas ravinteet lisäävät vedessä olevan orgaanisen aineen määrää, joka lahotessaan kuluttaa vedestä happea. Happikato voi aiheuttaa kalojen joukkokuolemia. Toisaalta etenkin särkikalat hyötyvät lisääntyneistä ravinnemääristä ja lämpimistä vesistä, mutta arvokalat yleensä kärsivät tilanteesta. (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010.) Lisääntynyt särkikalakanta aiheuttaa ammattikalastajille lisätyötä ja haittaavat arvokkaampien lajien pyyntiä. Jopa puolet saaliista saattaa olla särkikalaa, joka usein heitetään takaisin mereen koska särkikalojen markkina-arvo ei kata kalastuskustannuksia. (Setälä 2011; Vielma ym. 2013.) Koska särkikaloille ei ole kaupallista kysyntää, jäävät ne mereen lisäämään sisäistä ravinnekuormaa. Syntyy negatiivinen kehä, jossa hyödyntämättömät kalalajit lisääntyvät ja arvokalakannat entisestään pienenevät. Poistamalla merestä kaupallisesti arvottomia kalalajeja parannetaan arvokalakantojen elinolosuhteita ja vähennetään ravinnekuormaa.

Mitkään yksittäiset teot tai tekijät eivät merkittävästi vähennä ravinnekuormaa, vaan siihen tarvitaan monimuotoista toimintaa ja eri tahojen uudenlaista yhteistyötä. Vähempiarvoisten kalojen kannan hoito eli hoitokalastus on yksi vaihtoehto. Hoitokalastuksella saadaan vähennettyä tehokkaasti ravinteita, koska yhdessä tonnissa kalaa on keskimäärin 27 kg typpeä ja 8 kg fosforia (Mäkinen 2008). Vaikka kaloilla ei olisi arvoa elintarvikkeena, ne sisältävät arvokkaita raaka-aineita, joita voidaan hyödyntää biotaloudessa joko energiana tai luonnonmukaisena lannoitteena maanparannuksessa.

Koska suurimmat päästöt tulevat maataloudesta, pitäisi vähennystoimenpiteet keskittää kuormittumisen ehkäisyyn ja jo meressä olevien ravinteiden kierrättämiseen takaisin

maaperään. Suomessa on ympäristönsuojelulle ja kiertotaloudelle poliittista tahtoa ja vuosille 2016–2020 on asetettu tavoitteeksi kiertotalouden edistäminen panostamalla hiiletömään ja uusiutuvaan energiaan, kiertotalouden edistämiseen, vesistöjen kunnostamiseen ja ²sinisen biotalouden edistämiseen (MMM 2019). Esimerkiksi vesien- ja Itämeren tilan parantamiseksi on varattu 5,5 miljoonaa euroa, jolla keskitytään muun muassa ravinteiden kierrätykseen maataloudessa ja Saaristomerien tilan parantamiseen (YM 22.5.2018). Lisäksi Itämeri ja vesiensuojelu saivat merkittävä lisärahoituksen syksyn 2019 budjettiriihessä, jolloin vesiensuojeluun annettiin vuosille 2019–2021 yhteensä 45 miljoonaa euroa (Valtioneuvosto 29.8.2018).

1.2 Kalastuksen haasteita Saaristomerellä

Saaristomeri on Suomen rannikon tärkein kalantuotantoalue, jossa ammattikalastuksella on pitkät perinteet ja suuri paikallinen merkitys saariston elinvoiman ja kulttuurin ylläpitäjinä. Vuonna 2013 Saaristomerellä toimi 89 ³päätoimista ja 201 sivutoimista kalastajaa. Kalastajien lukumäärä on puolittunut 1980-lukuun verrattuna kalastuksen kannattavuuden heikennyttyä reaaliensioiden ja kalasaaliiden pienenemisen vuoksi. Myös harmaahylkeet ja merimetsot verottavat saalismääriä sekä aiheuttavat muutoksia kalojen normaaliikäyttytymisessä. (I samma båt 2013.) Itämerellä laskettiin vuonna 2012 ennätykselliset 28 255 harmaahyljettä (RKTL Tiedote 9.1.2013), ja niiden kanta on lähes kolminkertaistunut vuoden 2000 jälkeen. Suurin osa hylkeistä on Saaristomerien ja Ahvenanmaan alueella. (I samma båt 2013.)

Tärkeimmät rannikon saalislajit ovat siika, ahven ja kuha, joita rannikkoalueilla kalastetaan pääasiassa verkoilla ja rysillä, joiden pyyntikapasiteetti on pienempi kuin troolikalastuksessa avomerellä (Luke 23.5.2018). Vuotuinen kalasaalis oli vuonna 2000 Saaristomerellä vielä noin 1 200 tonnia, mutta vuonna 2009 enää keskimäärin 700 tonnia. Vuonna 2011 Saaristomerien kalasaalis nousi hetkellisesti 800 tonniin särkikalan poistokalastuksen ja kuorepyynnin vuoksi. Kalojen jalostus lisäisi kalastajien tuloja, mutta suurin osa saaliista myydään pyöreänä eli käsittelemättömänä tai korkeintaan perattuna. Alan kiinnostavuus onkin vähentynyt ja kalastajien keski-ikä on jo yli 50 vuotta. (I samma båt 2013.) Toisaalta suurivolyyminen särkikalojen poistokalastus rysillä on luonut alalle uusia mahdollisuuksia (Setälä ym. 2012).

² Sininen biotalous tarkoittaa uusiutuvien vesiluonnonvarojen kestävää käyttöä ja vesiosaamiseen perustuvaa liiketoimintaa (MMM 2019)

³ Päätoimisen kalastajan verotettavasta kokonaistulosta yli 30 prosenttia tulee kalastuksesta (I samma båt 2013)

1.3 Saaristomeren kalatalousalue

Saaristomeren kalatalousalueeseen kuuluu 13⁴ kalastusaluetta. Ne ovat lakisääteisiä kalataloutta edistäviä yhteistoimintaelimiä, joiden jäseniä ovat vesialueiden omistajat sekä ammatti- ja virkistyskalastajajärjestöt. (ELY-keskus 2018.) Kalastusoikeus perustuu vesialueen omistukseen, mutta sen voi myös antaa vuokralle. ⁵Saaristomerellä vesialueet ovat pirstoutuneet tuhansiin omistusyksiköihin yksityishenkilöiden, osakaskuntien sekä kuntien, yritysten ja seurakuntien kesken. Siksi alueen ammattikalastajista suurin osa kalastaa kokonaan tai osaksi vuokradesillä, mutta vesien saaminen ammattikalastuksen käyttöön on ollut Saaristomerellä vaikeaa, ja on entisestään vaikeutunut hyljeongelman vuoksi. Vuokra-alueiden kalastusluvut perustuvat yleensä pitkäaikaisiin vuokrasopimuksiin, jotka hinnoitellaan usein saalismäärän perusteella. (I samma båt 2013.)

Suomessa on kymmenen kalatalouden toimintaryhmää, joiden tehtävänä on tukea elinkeinokalatalouden kehittämistä. Saaristomerellä toimintaa tukee Saaristomeren kalatalouden toimintaryhmä, jonka tavoitteena on edistää saariston elinkeinomahdollisuuksia Kustavin, Paraisten ja Kemiönsaaren alueella. Näiden kuntien pinta-alasta yli puolet on meri- tai järviolueita, ja josta yli 80 prosenttia kuuluu Paraisten ja Kemiönsaaren kunnille. Kalatalouden alkutuotanto, jalostus ja palvelut ovat alueen suuri työllistäjä, ja ne ovat myös vahvasti yhteydessä saaristomatkailuun. Päätoimisilla ammattikalastajilla on usein sivuelinkeinona maatalous tai palkkatyö kalanjalostusteollisuudessa, lossikuskina tai merivartijana, tarjoten kesäisin myös majoitus- ja kuljetuspalveluja. (I samma båt 2013; I samma båt 2017.)

Saaristomeren elinkeinokalatalouden tavoitteena on tarjota vastuullisesti tuotettua, lähivesiltä pyydettyä kalan markkinoiden ja kuluttajien tarpeisiin. Saaristomeren vahvuuksina nähdään runsaat kalavarat, vahva kalatalousklusteri ja alueen sijainti sekä markkinat. Heikkoutena on kalastajien korkea keski-ikä, ja uusien toimijoiden houkuttelevuus alalle on vaikeaa. Lisäksi hylkeet, merimetsot ja ilmastonmuutoksen aiheuttama vesien lämpenemisen vaikeuttavat elinkeinon harjoittamista. Kuitenkin kasvava kysyntä luo mahdollisuuksia. Tätä tukemaan on luotu Saaristomeren kalatalousstrategia, jolla pyritään lisäämään ja monipuolistamaan kalavarojen hyödyntämistä lisäämällä yhteistyötä ja innovointia sekä hyödyntämällä teknologiaa. Tarkoituksena on myös, että nykyistä suurempi osa tuotetusta kalasta jäisi lähialueelle. (I samma båt 2013; I samma båt 2017.)

⁴ Kustavin, Iniön, Airiston ja Velkuan, Houtskarın, Korppoon, Nauvon, Paraisten, Kemiön, Dragsfjärdin ja Västanfjärdin, Paimionselän, Salon seudun, Halikonlahden ja Särkisalon Finbyn kalastusalueet (I samma båt 2013)

⁵ Saaristomeren alueeseen kuuluu 14 kuntaa: Kustavi, Taivassalo, Vehmaa, Mynämäki, Masku, Naantali, Raisio, Turku, Kaarina, Parainen, Paimio, Sauvo, Kemiönsaari ja Salo (I samma båt 2013)

1.4 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tautalla on ammattiopisto Livian ja kokeilumaatila Qvidjan Kalat kiertävät tehokkaasti -hanke, jossa tavoitteena oli tutkia vähempiarvoisten kalojen hyödyntämistä biokaasuenergian raaka-aineeksi. Toiminnan tarkoituksena olisi kohentaa sekä Itämeren tilaa sekä ammattikalastajien toimeentuloa. Kalastamalla pystytään vähentämään Itämeren ravinnekuormaa, työllistämään kalastajia sekä hyödyntämään pyydettyt kalat ympäristöystävälliseksi biokaasuksi ja maanparannusaineeksi. Hankkeen idea on ajankohtainen, jolle tieteellinen tutkimus voisi tuoda lisäarvoa. Kalat kiertävät tehokkaasti -hanketta rahoittaa Saaristomeren toimintaryhmä eli I samma båt rf – Samassa veneessä ry, josta tässä tutkimuksessa käytetään nimeä I samma båt. kuten myös Saaristomeren toimintaryhmän julkaisuissa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on laatia selvitys, jossa arvioidaan vähempiarvoisen kalan hyödyntämismahdollisuuksia biokaasun tuotannossa sekä toiminnan mahdollisuuksia ja kannattavuutta. Toimeksiannossa tarkastellaan kysyntää Livian ja Qvidjan bioenergiavoimaloiden tarpeen kautta. Lisäksi tutkitaan, millaisia varastointi- ja kuljetustarpeita pyydetylle kalalle on matkalla Saaristomereltä biokaasulaitokselle. Toimitusketjussa täytyy huomioida lisäksi kalojen saatavuuden kausiluontoisuus, kertasaalismäärät sekä landaus eli maihintuontipaikat. Jos tulokset vaikuttavat toteuttamiskelpoiselta, voidaan toimintaa kokeilla myöhemmin käytännössä.

Kalojen kierrätys bioenergiaksi hyödyntää Itämeren tilan kohentumista, energiantuotantoa, kierrätystä ja työllistämistä. Lisäksi se luo uudenlaista yhteistyötä ja käyttää hyväkseen teknologian uusia mahdollisuuksia tuottaen ympäristöystävällistä ja fossiilitonta energiaa. Kalat on lisäksi tarkoitus kalastaa biolaitoksien lähialueilta, mikä tukee paikallista elinkeinoa. Toiminnot tukevat toisiaan sekä hyödyntävät ajankohtaisen kiertotalouden periaatteita.

Kestävä kehitys, biotalous ja kiertotalous ovat ajankohtaisia, vahvasti kasvavia aloja, joiden tarjoamia ratkaisuja tarvitaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, ympäristönsuojelun edistämiseksi ja ympäristön tilan parantamiseksi. Kiertotalous on uusi talouden malli, joka pyrkii maksimoimaan tuotteisiin ja materiaaleihin sitoutuneen arvon ja kierrättämään sitä mahdollisimman pitkään ja tehokkaasti minimoiden poisheitettävän jätteen määrän. Se tarjoaa myös taloudellisia sekä sosiaalisia mahdollisuuksia lisäten kestävä kasvua ja ympäristöhyötyjä. Tuotteille voidaan myös luoda lisäarvoa palveluilla ja digitaalitekniikan tuomilla ratkaisuilla. (Sitra 2016b.) Kiertotalouden odotetaan edistävän etenkin kestävä talouskasvua, globaalia kilpailua ja luovan uusia työpaikkoja (Antikainen ja Valkokari 2016). Biotalousella tarkoitetaan uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttöä, ja se pohjautuu kiertotalouden tavoitteisiin (Biotalous 2018). Kiertotalousmalli on esitetty myöhemmin kuviossa 2.

Saariston asuttuna pitäminen ympäri vuoden ja kalastuselinkeinon turvaaminen on saariston tulevaisuuden kannalta tärkeää. Se toteutuu parhaiten tarjoamalla uusia toimeentulon lähteitä saaristossa asuville. Itämeren rehevöityminen ja Saaristomeren ammattikalastajien toimeentulon heikkeneminen ovat ongelmia, joita voidaan helpottaa kiertotalouden ja biotalouden keinoin.

1.5 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää millaisia haasteita ja eri vaiheita vähempiarvoisen kalan käyttämisessä bioenergian raaka-aineeksi on Livian sekä Qvidjan bio-kaasulaitoksissa, ja olisiko tällainen toiminta liiketaloudellisesti tai logistisesti järkevää, ja millä ehdoilla. Tutkimuksen keskiössä ovat alueen kalastajat, joiden kalasaaliista riippuu, saadaanko riittävästi raaka-ainetta toimintaa varten. Siksi kalastuselinkeinon taustalla vaikuttavien ilmiöiden ymmärtäminen on tärkeää, koska ne heijastuvat vähempiarvoisten kalojen kalastushalukkuuteen.

Biokaasunvalmistuksessa syntyy kaasun sivutuotteena lannoitteeksi kelpaavaa, ravintorikasta käsittelyjäännöstä (Latvala 2009; Luostarinen ym. 2011; Winqvist ym. 2015), joka kannattaa hyödyntää, jotta maaperään palautuu sen tarvitsemia ravinteita. Samalla saadaan poistettua Saaristomerestä liiallisia ravinteita ja autetaan Suomea pääsemään Itämeren ravinnepoistotavoitteisiin. Ravinnekierro ja hiilen sitominen maaperään ovatkin maa- ja metsätalouden uusia kasvavia trendejä (Sitra 2015). Tämän vuoksi tutkimuksessa tutustutaan kiertotalouteen ja sen tuomiin mahdollisuuksiin.

Ympärivuotisen kalan hyödyntämisen haasteena on kalastuksen kausiluontoisuus. Särkikalat parveutuvat kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä, jolloin kalaa voi kerralla tulla hyvinkin paljon. Sesongin ulkopuolella kalojen saatavuus on selvästi vähäisempää. (Mäkinen 2008.) Saalismääriä ei myöskään voi tietää etukäteen, joten tasaiseen kysyntään vastaaminen vaatii varastointia. Tämä luo haasteita varsinkin isojen kertasaalismäärien kohdalla (Setälä 2011). Koska kala on herkästi pilaantuva raaka-aine, on se pystyttävä käsittelemään asianmukaisesti heti pyytämisen jälkeen. Hyödynnettävyyden ja kiertotalouden kannalta ei ole hyvä, jos raaka-ainetta pilaantuu ja joutuu hukkaan, vaan ne on Sitran (2016b) mukaan pyrittävä hyödyntämään tehokkaasti. Kalojen säilömismenetelmät riippuvat kuitenkin käyttötarkoituksesta: elintarvikkeeksi valmistettavat kalat vaativat katkeamattoman kylmäketjun, kun taas energiaksi käytettävät kalat voi säilöä muura-haishappoon (Setälä 2011).

Tutkimuksessa selvitetään kalan kulku kalastajilta bioenergalaitoksille, varastointi- ja kuljetustarpeet sekä kausiluontoisen raaka-aineen saatavuudesta johtuvat vaikutukset. Lisäksi arvioidaan mahdollisuuksia saada riittävä määrä kalaa biolaitoksen tarpeisiin ja tämän määrän tuomat mahdolliset ympäristöhyödyt Saaristomerelle.

Päätutkimuskysymykseksi muodostui:

Kuinka kannattavaa on vähempiarvoisen kalan kalastus ja hyödyntäminen biokaasuksi?

Tätä kysymystä tukevat seuraavat alakysymykset:

- ***Mitkä ovat vähempiarvoisen kalan pyyntiedellytykset Liviaa ja Qvidjaa ympäröivillä merialueella?***
- ***Millaisia sosioekonomisia vaikutuksia on vähempiarvoisen kalan pyynnillä?***
- ***Millainen biokaasuntuotantopotentiaali vähempiarvoisella kalalla on?***
- ***Miten kalojen varastointi ja kuljetus tulisi järjestää?***
- ***Mitkä ovat toiminnan vaikutukset Saaristomeren ravinnetilanteeseen?***

Tutkimuksen rakenne on jaettu viiteen osaan. Johdannossa taustoitetaan tutkimusta sekä käydään läpi tutkimusongelmaa ja esitellään tutkimuskysymykset. Sen jälkeen tutustutaan aikaisempiin tutkimuksiin kiertotalouden ja toimitusketjujen, biotalouden sekä vähempiarvoisen kalan osalta, jotka samalla muodostavat tutkimuksen teoreettisen rungon. Luvussa kuusi käydään läpi tutkimusmenetelmiä sekä arvioidaan tämän tutkimuksen laatua ja kerrotaan empirian keruusta. Varsinaiseen tutkimukseen päästään luvuissa seitsemän ja kahdeksan, jolloin ensin valotetaan kalastuksen nykytilaa ja kerrotaan Livian ja Qvidjan tapauksista sekä niiden biokaasulaitoksista. Sen jälkeen luvuissa kahdeksan ja yhdeksän analysoidaan tuloksia sekä vastataan tutkimuskysymyksiin ja ehdotetaan jatko-tutkimusaiheita.

Tutkimuksen lopussa on listattu lähteet ja liitteinä ovat kalastajien haastattelukysymykset, haastattelujen ⁶nooditukset sekä ⁷koodikirjasto ja Kalat kiertävät tehokkaasti -hankkeen seminaarin ohjelma. Seminaarin yhtenä osana esiteltiin tämän tutkimuksen tulokset.

⁶ Haastatteluaineiston jaottelu niistä nousseiden teemojen mukaan.

⁷ Haastatteluteemojen koonti aihepiireittäin.

2 KIERTOTALOUS

Kiertotalous haastaa nykyisen lineaarisen talousjärjestelmän, jossa tavaroita tuotetaan, kulutetaan ja sen jälkeen hylätään. Lineaarinen järjestelmä on perustunut edullisiin materiaaleihin sekä energian huolettomaan käyttöön, eikä tämä malli pysty vastaamaan kestävä kehityksen haasteisiin. (Seppälä ym. 2016; Tombus ym. 2017.) Massatuotanto ja massakuluttaminen ovat ylittäneet maapallon fyysiset rajat, jolloin kulutus on nopeampaa kuin resurssien palautuminen, ja siksi tuotteiden elinkaari kierron sulkeminen on tärkeää ympäristön mutta myös talouden kannalta (Esposito ym. 2018). Materiaalikierrossa raaka-aineiden arvo säilyy mahdollisimman pitkään ja jätemäärät minimoituvat. Näin saavutetaan vähähiilinen, resurssitehokas ja kilpailukykyinen elinkeinoelämä. (Euroopan komissio 2015.)

Kiertotalouden tarkoituksena onkin kierrättää elinkaarensa lopussa olevat tuotteet uusiksi resursseiksi, säästää energiaa ja minimoida jätteen määrää. Luonnonvarojen tehokkaampi käyttö vähentää raaka-aineiden tarvetta ja samalla riippuvuutta tuontimateriaaleista kuten öljystä sekä niiden mahdollisista toimitusriskeistä. Kiertotaloudella pyritään myös edistämään tuotteiden ja palveluiden yhdistämistä, jotta kulutus kohdentuisi hyödykkeistä saataviin suoritteisiin eikä itse tuotteeseen. (Seppälä ym. 2016.)

Kiertotalouden toteuttaminen on kuitenkin haasteellista, koska osallistuakseen kierron sulkemiseen ja materiaalien tehokkaaseen kiertämiseen yritysten pitää ratkaista miten se toteutetaan. Tähän tarvitaan yhteistyöpartnereita sekä sidosryhmille tarjoutuvan arvon jakautumisen uudelleenarvioimista, mikä yleensä vaatii innovaatioita tai uusien liiketoimintamallien omaksumista. (Antikainen ym. 2017.)

Kiertotaloutta on tutkittu viimeisen vuosikymmenen aikana melko paljon, koska on havahduttu raaka-aineiden rajallisuuteen, kallistumiseen sekä ympäristön pilaantumiseen, mutta myös kiertotalouden tarjoamiin kaupallisiin mahdollisuuksiin (Antikainen ja Valkokari 2016; Geissdoerfer ym. 2017).

2.1 Kiertotalouden ja kestävä kehityksen eroja

Geissdoerfer ym. (2017) mukaan termit kiertotalous (circular economy) ja kestävyys (sustainability) sekoitetaan usein, koska niillä on monia yhtenäisyyksiä mutta myös selviä eroja. Molemmat painottavat ympäristönsuojelun tärkeyttä taloudellisia hyötyjä tavoitellessa, mutta niiden taustat, tavoitteet ja käsitykset vastuullisuudesta ovat erilaisia. Kestävyys liitetään usein vastuullisuuteen sekä vaihtoehtoihin toimintatapoihin, josta Elkingtonin (1997) kolmoistilinpäätös (triple bottom line) on malliesimerkki. Siinä pyritään tasapainottamaan taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristölliset tarpeet.

Kirchherin ym. (2017) mukaan kiertotalous liitetään useimmiten käsitteisiin vähentäminen, uudelleenkäyttö ja kierrätys, mutta vain harvoin käsitteeseen kestävä kehitys. Kiertotalous tähtää taloudellisen vaurauden lisäämiseen ja ympäristöarvoihin, mutta sen kosketuspinta sosiaaliseen oikeudenmukaisuuteen ja tuleviin sukupolviin on erittäin ohut. Tähän on ottanut kantaa muun muassa Korhonen ym. (2016) joiden mielestä onnistuneen kiertotalouden tulee osallistua kaikkiin kolmeen vastuullisuuden osa-alueeseen. Kiertotalouden sosiaaliset ulottuvuudet on huomioitu myös Suomen biotalousstrategian (2014) tavoitteissa, joiden katsotaan edistävän taloutta ja työllistymistä. Samoilla linjoilla on myös Bocken ym. (2014) jotka näkevät vastuullisen yritystoiminnan keskeisinä teemoina materiaali- ja energiatehokkuuden, uudistuvien raaka-aineiden käytön ja ympäristöllisten sekä sosiaalisten tarpeiden edistämisen taloudellisin keinoin. Tästä voidaan päätellä, että vaikka kiertotaloudessa ei tavoitella erityisesti sosiaalisia etuja, hyödyttää se yhteiskuntaa esimerkiksi uusien työpaikkojen kautta.

Geissdoerferin ym. (2017) mukaan kiertotaloudessa ympäristö mielletäänkin etenkin taloudellisten toimintojen mahdollistajana ja resurssien antajana. Koska ympäristön kyky tarjota raaka-aineita ja vastaanottaa tai hävittää jätteitä on rajallinen, täytyy talouden ja ympäristön tarpeiden olla tasapainossa. Tämän vuoksi aineiden tulisi kierrää suljettuna, päättymättömänä kehänä (loop), säilyttäen käyttökelpoisuutensa sekä arvonsa, eikä kassautua jätteiksi luontoon. Materiaalikiertojen tulisi Korhonen ym. (2016) mukaan myös sopeutua luonnollisiin ekosysteemikiertoihin ja niitä pitäisi kunnioittaa talouden suhdannevaihteluissa. Se tarkoittaisi esimerkiksi uusiutuvien energiamuotojen kuten aurinko-, tuuli-, biomassa- ja jäte-energian hyödyntämistä tuotannossa sekä vuodenaikavaihteluiden huomioon ottamista.

2.2 Kiertotalous kestävän kehityksen edistäjänä

Luonnonvarojen kestämaton käyttö on aiheuttanut globaaleja ympäristöongelmia kuten jätevuoria. Jätteet ovat ylimääräisiä kustannustekijöitä yrityksille, valtioille ja kansalaisille. On mahdollista, että kiertotalous pystyisi myös lyhyellä aikavälillä vastaamaan globaaleihin ympäristöhaasteisiin korvaamalla haitallisia materiaalikiertoja haitattomilla, sekä tavoittelemalla puhtaita ja energiatehokkaita kiertoja. Näin saavutettaisiin helposti suuria hyötyjä aikaisempiin käytäntöihin verrattuna. Muutoksen toteutumiseen tarvitaan kuitenkin arvomaailman muutosta sekä tutkimusta ja innovaatioita. (Seppälä ym. 2016.) EMF:n mukaan kuluttajien arvot ja kulutustavat ovatkin muuttumassa ympäristömyönteisemmiksi samalla kun teknologia- ja yritysinnovaatiot mahdollistavat kiertotaloutta (EMF 2013).

Lisääntyvä kulutus ja uudet kulutustottumukset, kaupungistuminen, tiukentuva lainsäädäntö ja teknologiset edistysaskeleet vauhdittavat siirtymistä kiertotalouteen. Lisääntyvä kulutus lisää raaka-aineiden tarvetta, joten haasteena onkin miten maksimoida raaka-aineiden ja tuotteiden arvo, vähentäen samalla luonnonvarojen käyttöä sekä lisäten positiivisia sosiaalisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia. (Antikainen ja Valkokari 2016.) Euroopan komissio (2015) kannustaakin jäsenmaitaan kiertotalouteen yhteisellä toimintasuunnitelmalla, jossa kiinnitetään huomiota etenkin tuotantoprosesseihin, kuluttamiseen, jätteen ja biomassan hyödyntämiseen sekä innovaatioihin, investointeihin ja yhteistyöhön.

Antikainen ja Valkokari (2016) kuitenkin huomauttavat, että monet yritysten tällä hetkellä käytössä olevista menetelmistä eivät riitä innovatiivisten liiketoimintamallien rakentamiseen. Tarvitaan ekosysteemin ja kiertotalouden idean ymmärtämistä sekä niissä olevien trendien tunnistamista. Luomalla disruptiivisia, nykyisiä markkinoita haastavia innovaatiota sekä hyödyntämällä teknologioita sekä palveluita kehitetään uusia kiertotaloutta palvelevia toimintoja. Toisaalta Espositon ym. (2018) mielestä kiertotalous on jo itsessään disruptiivinen muuttaessaan olemassa olevaa lineaarista mallia ja pakottaessaan muuttamaan tuotanto- ja kulutusnäkökulmia läpi koko prosessin.

2.3 Tuotteen elinkaari ja kierron sulkeminen

Lineaarisessa taloudessa tuotteille mielletään tietty elinkaari. Mihelcicin ym. (2003) elinkaarimallissa kuvataan neljä sisäkkäistä, ulospäin laajenevaa kehää. Sisimmät, lähinnä kuluttajaa olevat kierrot ovat kustannustehokkaampaa ja käyttävät vähemmän luonnonvaroja sekä energiaa kuin uloimmalla kehällä olevat kierrätys ja hävittäminen. Siksi materiaalien kierron aika sisäkehillä tulisi maksimoida eli edistää uudelleenkäyttöä ja uudelleen valmistusta. Näin tuotteen arvoketju ja elinkaari säilyttävät materiaalien suurimman mahdollisen arvon mahdollisimman pitkään (Korhonen ym. 2016).

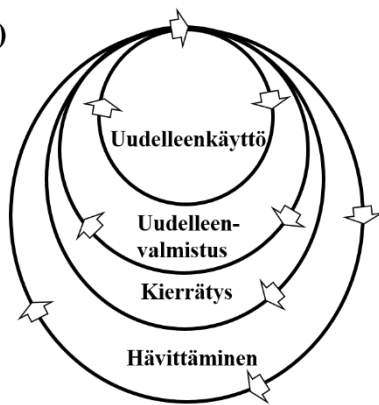
Korhonen ym. (2016) ovat luoneet Mihelcicin ym. (2003) tuotteen elinkaarimalliin perustuvan win-win-mallin, joka on kuvattu kuviossa 1 yhdessä elinkaarimallin kanssa. Se yhdistää tuotteen elinkaaren, kiertotalouden ja vastuullisuuden tavoitteet. Mallin avulla osoitetaan, että kiertotalous pystyy edistämään myös sosiaalisia näkökohtia talouden ja ympäristön lisäksi. Mallissa sosiaaliset hyödyt liittyvät pitkälti jakamistalouden ajatuksiin.

Hyödyt tuotannossa (input)**Ympäristö**

- Neitseellisten materiaalien ja energian vähentäminen
- Uusiutuvat ja kierrätettävät materiaalit

Talous

- Vähemmän materiaali- ja energiakuluja
- Kierrätettävien resurssien arvo säilyy kauemmin
- Kalliiden ja harvinaisten materiaalien tarve vähenee
- Pakottavan lainsäädännön tuomat kustannussäästöt
- Imagohyödyt

**Sosiaaliset hyödyt**

- Uudet työmahdollisuudet
- Yhteisöllisyyden ja yhteistyön lisääntyminen jakamistalouden kautta
- Yhteisten tuotannonvälineiden käyttö

Hyödyt tuloksissa (output)**Ympäristö**

- Vähemmän jätettä ja päästöjä
- Käytössä olevien resurssien kierrätys
- Uusiutuva energia on nollapäästöistä ja siitä syntyvät jätteet voidaan hyödyntää ravinteina

Talous

- Vähemmän hukkaa
- Vähemmän jätemaksuja
- Vähemmän rike-, vero- ja vakuutusmaksuja
- Uusia merkkinoita arvoresursseille
- Parantunut imago houkuttelee investointeja

Kuvio 1 Vastuullinen kiertotalous (mukaillen Mihelcic ym. 2003; Korhonen ym. 2016)

Jakamistalous on uusi suuntaus, jossa omistamisen sijaan pyritään jakamaan ja yhteiskäyttämään tuotteita ja palveluja. Ajatuksena on, että omistamisen sijaan ostetaan tilapäisiä käyttöoikeuksia. Tämä tapahtuu hyödyntämällä digitalisaatiota, joka mahdollistaa toimijoiden vuorovaikutuksen internetin palvelu- ja yhteisöalustoilla. Tunnetuimpia jakamistalouden esimerkkejä ovat Airbnb majoituspalvelut sekä Uber taksipalvelut. Niissä palveluntarjoaja ei itse omista jakamiaan hyödykkeitä, vaan pelkän palvelualustan eli markkinapaikan, jonka kautta yksityishenkilöt tarjoavat palveluita maksua vastaan. (Harmaala ym. 2017.) Esposito ym. (2018) kuitenkin huomauttavat, että jakamistalustoilla voivat toimia myös yritykset tarjoamalla omia ylimääräisiä resursseja vuokralle. Lähellä jakamistalustoja ovat myös PaaS (Product-as-a-Service) palvelut, joissa yritys tarjoaa tuotteita tai palveluja vuokrattavaksi esimerkiksi päivä, viikko tai kuukausimaksuihin perustuvina käyttöoikeuksina.

Jakamistalous mahdollistaa siten olemassa olevien resurssien tehokkaan ja ekologisen hyödyntämisen, kun uuden tavaran tuottamisen tai ostamisen sijaan se voidaan lainata, vuokrata, vaihtaa tai kierrättää. Samalla se tarjoaa myös kuluttajille mahdollisuuden olla talouden aktiivisia toimijoita eikä vain sen kohteita. (Harmaala ym. 2017.) Aminoffin ja Kettusen (2016) mielestä jakamistalous mahdollistaakin kiertotalouden korvaamalla kuluttaja palveluiden käyttäjällä. Kehitys johtaa vähitellen kestävämpien ja materiaalitehokkaampien tuotteiden valmistukseen, joilla on pidempi elinkaari. Samalla innovatiiviset liiketoimintamallit auttavat muuttamaan kestäväksi suunniteltuja tuotteita houkuttele-

viksi arvon tarjoajiksi. On todennäköistä, että jakamistaloudessa luotu arvo myös jakautuu tasaisemmin talouden, ympäristön ja sosiaalisten tekijöiden kesken kuin nykyisessä lineaarisessa talousmallissa (Antikainen ja Valkokari 2016).

Perinteisen yhteen suuntaan liikkuvan lineaarisen materiaalivirran ekologisuutta on yleensä pyritty edistämään vähentämällä käytettyjen aineiden määrää, kiertonopeutta ja ympäristöhaittoja. Tämä prosessi ei kuitenkaan pysty muuttamaan lineaarisuutta kierto-taloudeksi, vaikka osa materiaaleista ketjun loppupäässä pystytään kierrättämään. (EMF 2013.) Siksi Hopkinsonin ym. (2018) mielestä monimutkaisten kiertotalousmallien hallinta on hankalaa ja tarvitsee keinoja ja kykyä tasapainottaa lineaarisen- ja kiertotalouden välisiä esteitä. Antikainen ja Valkokari (2016) ehdottavat ratkaisuksi ammattimaiset palveluntarjoajat, jotka auttavat perinteisen lineaarisen kierron sulkemisessa ja uusien kiertotalouden ratkaisujen tarjoamisessa. Rajala ym. (2018) mukaan samalla yritysten tiedon omistamisen tärkeys vähenee, kun kyky hyödyntää olemassa olevaa tietoa muuttuu tärkeämmäksi. Tiedon jakamattomuus taas estää innovaatiot, jotka voivat edistää kiertotaloutta. Siksi sekä tiedon luotettavuuden ja täsmällisyyden että keskinäisen luottamuksen roolit tulevat korostumaan kiertotalouden mahdollistamisessa.

Uuteen kiertotalousmalliin siirtyminen ei onnistu pelkästään markkinaehtoisesti, vaan se vaatii taloudellisia ja lainsäädännöllisiä ohjaustoimenpiteitä, infrastruktuurin kehittämistä sekä julkisia hankintoja. Kiertotalouden läpimurtoa voidaan edistää luomalla uusia tukijärjestelmiä sekä tarkastelemalla olemassa olevien järjestelmien toimivuutta (Seppälä ym. 2016). Lisäksi tukemalla uusien ratkaisujen kehittämistä, tuotantoa ja käyttöönottoa nopeutetaan markkinoiden syntymistä (SYKE 2017). Vaikka kiertotaloudessa on monia uusia taloudellisia mahdollisuuksia ja innovaatiot synnyttävät uutta liiketoimintaa, tarvitaan valtion apua uuden toiminnan kannattavaksi tekemiseen. Kuten Geissdoerfer ym. (2017) toteavat, kiertotalouden kehittyminen liittyy vahvasti sekä valtioihin että yrityksiin.

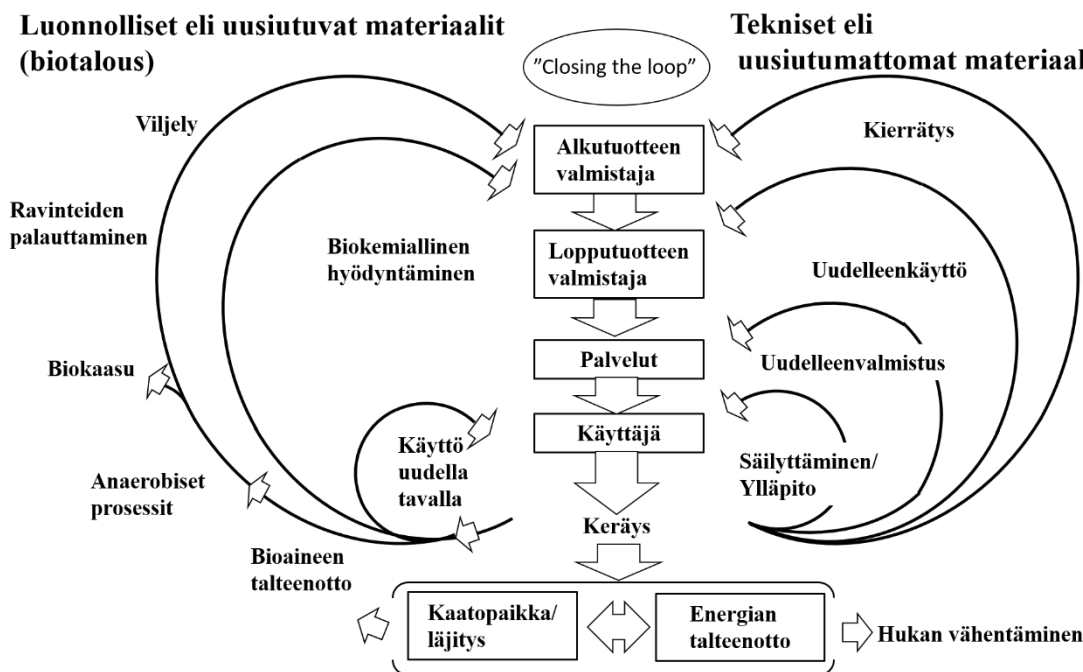
2.4 Eri materiaalien kierrätysprosessit

Materiaalien kiertoprosessi on vakiintunut käsittämään kierrätyksen, uudelleenkäytön, uudelleenvalmistuksen ja tuotteen ylläpidon. Materiaalien kierrättäminen riippuu kuitenkin paljon tuotteesta, siinä käytetyistä materiaaleista sekä materiaalien muokkausasteesta. Siksi eri tuotteiden kiertokuluissa on eroavaisuuksia.

Espositon ym. (2018) mukaan materiaalit voidaan luokitella joko biologisiin eli uusiutuviin tai teknisiin eli uusiutumattomiin, jotka liikkuvat tuotannon ja kulutuksen välillä kierrättäen ja sisältäen vain vähän laatua tai arvoa. Kierrätysprosessissa luonnollisten materiaalien (consumables) kierto eroaa ihmisten valmistamien teknisten materiaalien (durables) kierrosta siinä, että luonnolliset materiaalit ovat helppoja kierrättää ollen yleensä

myrkyttömiä ja sisältäen ympäristölle hyödyllisiä ravinteita. Kummallekin kierrolle on kuitenkin ominaista, että mitä lähempänä kuluttajaa materiaalikierto tapahtuu, sitä vähemmän syntyy materiaalihukkaa, kuluu resursseja ja aiheutuu päästöjä. (EMF 2013; Seppälä ym. 2016.) Materiaalien kierrätystä voidaan havainnollistaa kuviossa 2 esitetyllä kiertotalousmallilla.

Kiertotalouden mahdollistaa etenkin tuotteiden parempi suunnittelu, jotta niiden uudelleenkäyttö tai kierrättäminen olisi mahdollista. Siksi Esposito ym. (2018) mukaan on suosittava teknologia ja talousmalleja, jotka tukevat tällaisten tuotteiden valmistusta. Ympäristövaikutuksiin pystytään vaikuttamaan etukäteen esimerkiksi lisäämällä kestävyyttä tai tuotteen korjaus- ja päivitysmahdollisuuksia, mutta myös palveluttamalla (servitization) niitä.



Kuvio 2 Kiertotalousmalli (mukaillen EMF 2013; Seppälä ym. 2016; Esposito ym. 2018)

Kierrätyspalveluiden parantamisen keskiössä on Antikainen ja Valkokarin (2016) mukaan myös sektorirajat ylittävä yritysysteistyö, mikä mahdollistaa materiaalikierron ja sen keskeytymättömyyden, jolloin tarvitaan ammattitaitoisia kiertokulun ja paluulogistiikan mahdollistajia (enablers). Myös omistamisen korvaaminen käyttämisellä sekä kehittämällä niitä tukevia liiketoimintamalleja ovat tutkimisen arvoisia seikkoja kiertotalouden mahdollistajina (Aminoff ja Kettunen 2016). Yhteistyön tarvetta korostetaan usein bio- ja kiertotaloutta käsittelevissä selvityksissä kuten Suomen Biotalousstrategiassa (2014) ja Sitran (2015; 2016b) julkaisuissa.

3 KIERTOTALOUS JA TOIMITUSKETJUT

Kiertotalouden ja toimitusketjujen yhteensovittamisesta ei ole käytössä mitään vakiintunutta termiä, vaan nimistö on vielä varsin moninaista sekä englanniksi että suomeksi. Yleisimmin käytettyjä termejä ovat circular supply chain, closed loop supply chain, circular economy, closed loop, sustainable supply chain tai reverse logistics (De Angelis ym. 2018). Kirchherr ym. (2017) löysivätkin yhteensä 114 erilaista määritelmää sanalle circular economy, jotka voitiin jakaa edelleen 17 eri kategoriaan. Suomeksi nimistö on yhtä vakiintumatonta, puhutaan esimerkiksi paluulogistiikasta, kestävästä toimitusketjuista, kiertotalouden logistiikasta, suljetun kierron toimitusketjuista tai kaksisuuntaisesta logistiikasta.

Kiertotalouden ja toimitusketjujen yhdistämistä on alettu tutkia sen tarjoamien uusien arvonluonnin mahdollisuuksien ja nykyisten pienenevien resurssien vuoksi. Aminoffin ja Kettusen (2016) mukaan alan tutkimuskirjallisuus on tosin vielä hyvin vähäistä antaen vain suppean kuvan kiertotalouden ja toimitusketjujen toteutuskeinoista. Koska toimitusketjut ovat tärkeässä osassa kiertotalouteen siirtymisessä ja uusien mahdollisuuksien luomisessa, on niitä tärkeä tutkia enemmän. Etenkin tuotepalvelujärjestelmien (product service systems) ja toimitusketjujen yhdistämisestä voi tulla yksi kiertotalouden mahdollistaja.

De Angelis ym. (2018) huomauttavat että kiertotalouden liittäminen toimitusketjuihin ei ole helppoa, koska kierrätettävillä tuotteilla ei usein ole kovinkaan suurta arvoa. Lisäksi kiertotalous vaatii usein investointeja, uusien toimintatapojen sekä informaatiokanavien suunnittelua ja luomista. Materiaalien kierrätys on lisäksi usein erillään yrityksen perustoiminnasta, koska sen johtaminen koetaan haastavaksi. Antikaisen ja Valkokarin (2016) mukaan siirtyminen kiertotalouteen voikin pahimmassa tapauksissa jopa raunioittaa yrityksen ydintoiminnot. Tämän vuoksi yhteistyö eri toimijoiden kesken on suljetun kierron toimitusketjuissa välttämätöntä.

Globalisaation tuomien ongelmien kuten halpatyövoiman hyväksikäytön ja raaka-ainneiden ylikuluttamisen myötä vihreitä tai kestäviä toimitusketjuja on kehitetty ja tutkittu jo usean vuosikymmenen ajan. Ongelmien syinä ovat kustannussäästöt ja pyrkimys mahdollisimman lineaariseen talouteen ja toimitusketjuihin. Etenkin tehokkuuteen ja hukan vähentämiseen tähtäävä lean-ajattelumalli auttoi luomaan nopeasti liikkuvat kulutustuotteet ja läpimenoajat, jotka edistivät ota, valmista, käytä, heitä pois -tuotantomallia. Toisaalta malli sopii myös kiertotalouden metodiksi, koska molempien tavoitteena on hukkaan joutuvan materiaalin vähentäminen. (De Angelis ym. 2018.)

Kiertotaloustoimitusketjussa pyritään kierrättämään jäljelle jäänyt taloudellinen arvo käytetyistä, myymättä jääneistä tai vanhentuneista tuotteista (Tombus ym. 2017), niin että kaatopaikat tulevat hyödyttömiksi. Jotta tämä olisi mahdollista, tarvitaan innovaatioita ja

yrityksiä, jotka luovat uudentyyppistä yhteistyötä ja yritystoimintaa. Haasteena tälle toiminnalle on kuitenkin kannattavuus (Antikainen ja Valkokari 2016). Kuten De Angelis ym. (2018) totesivat, kierrätettävän tuotteen sisältämästä arvosta riippuu, onko sen kierrättäminen enää taloudellisesti kannattavaa. Toisaalta kaikki kierrätystoiminta ei tälläkään hetkellä ole taloudellista, vaan sitä tehdään lainsäädännön ja ympäristöllisten arvojen vuoksi. Kaikkea ei myöskään pystytä nykyteknologialla kierrättämään, ja siksi on tärkeää miettiä jo etukäteen, onko jonkin tuotteen valmistaminen lainkaan järkevää ja olisiko sille olemassa ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja. Kuten Seppälä ym. (2016) totesivat, voisimme jo lyhyellä aikavälillä saavuttaa suuria hyötyjä aikaisempiin käytäntöihin verrattuna siirtymällä käyttämään haitattomia, puhtaita ja energiatehokkaita materiaali-kiertoja.

3.1 Suljetun kierron toimitusketju

Suljetun kierron toimitusketjut haastavat perinteisen lineaarisen talousjärjestelmän, jossa tuotteita tuotetaan, kulutetaan ja sen jälkeen hylätään (Seppälä ym. 2016). Siksi suljetun kierron toimitusketjun tarkoituksena on tuotteiden ja materiaalin jatkuvaan kiertämiseen. Kierron kehittäminen on erityisen tärkeää teknisten materiaalien osalta, jotka vaativat paljon prosessointia mutta sisältävät vain vähän arvoa.

Jatkuva kierrätys onnistuu Wellsin ja Seitzin (2005) mukaan luomalla jakelujärjestelmä, jossa paluulogistiikka minimoi kustannukset sekä mahdollistaen kiertoa palautuvien materiaalien uudelleenkäytön. Krajewski ym. (2016) ovat määritelleetkin paluulogistiikan tarkoittavan suorituskykyistä ja kustannustehokasta tuotteiden, materiaalien ja tietovirtojen suunnittelua, toteutusta ja kontrollointia uusiokäyttöä, korjausta, uudelleenvalmistusta tai kierrätystä varten. Suljetussa kierrossa lineaarisen ketjumallin korvaavat silloin ympäristönäkökohdat huomioon ottava valmistus (Tombus ym. 2017).

Suljetun kierron toimitusketju sisältää logistisesti ajateltuna eteenpäin (forward chain) ja taaksepäin (reverse chain) kulkevat toimitusketjut. Eteenpäin menevä ketju mahdollistaa tuotteiden kulun tuotantolaitoksista kuluttajille ja taaksepäin menevä ketju tuotteiden tai niiden sisältämän raaka-aineen paluun kuluttajilta takaisin tuotantolaitoksiin. Näiden kahden eri suuntaan kulkevien ketjujen samanaikainen toiminta aiheuttaa haasteita toimitusketjujen suunnitteluun ja toimintaan. (Wells ja Seitz 2005; Tombus ym. 2017.)

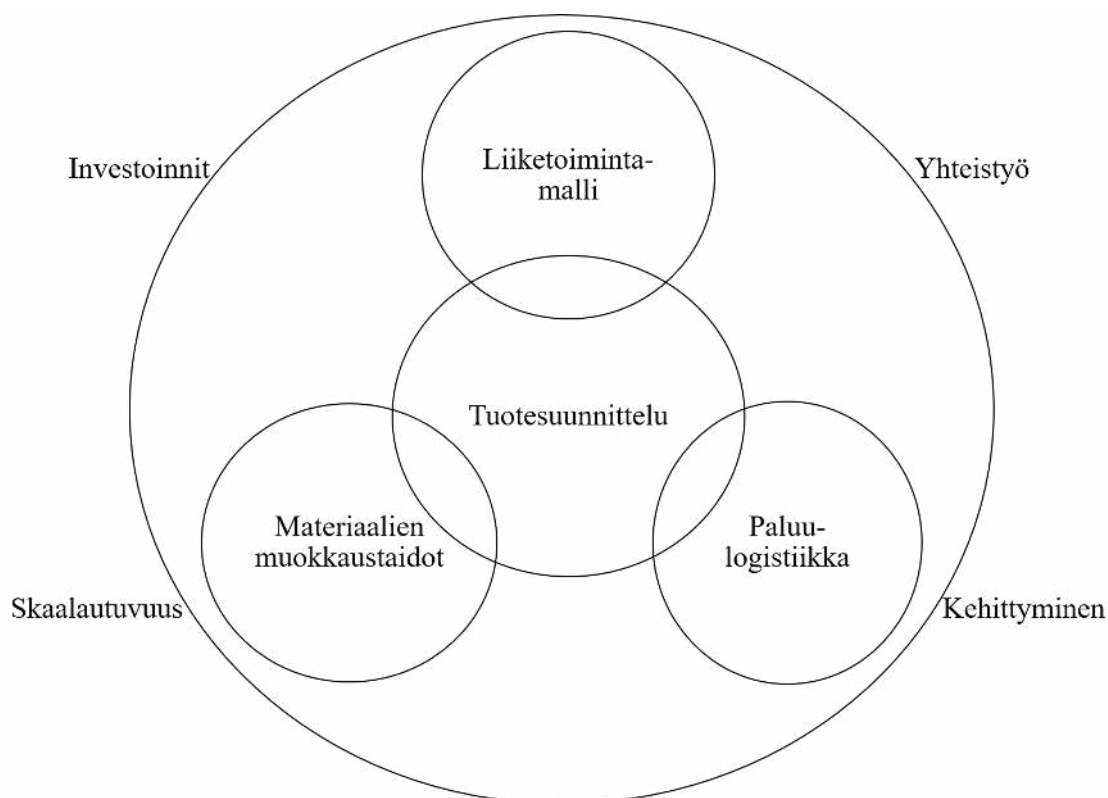
Paluulogistiikkaa tarvitaan koska klassinen eteenpäin kulkeva lineaarinen toimitusketju ei pysty käsittelemään tuotteen koko elinkaarta, eikä siksi huolehdi ympäristö vastuusta (Kannan ja Hamed 2017). Paluulogistiikka on osa toimitusketjujen johtamisen materiaali- ja tietovirtojen hallintaa, ja usein sen mielletään olevan pääasiassa asiakkailta palautuvien materiaali- ja tietovirtojen käsittelyä sekä niiden ehkäisyä. Tiukentuvat jätteidenkäsittelysäädök-

set ja -kustannukset sekä yhteiskunnan kasvaneet vaatimukset kestävästä yritystoiminnasta ovat vauhdittaneet yritysten kiinnostusta paluulogistiikan kehittämiseen sekä kiertettävempien tuotteiden suunnitteluun (Mollenkopf ja Closs 2005).

Perinteisesti paluulogistiikan kannattavuutta on pidetty huonona, ja se mielletään usein pakolliseksi pahaksi pyrittäessä noudattaa vihreitä arvoja tai lainsäädäntöä. Paluulogistiikka voidaan kuitenkin nähdä kulujen sijaan strategisena toimenpiteenä, jolla voidaan lisätä kannattavuutta pitkällä tähtäimellä. (Mollenkopf ja Closs 2005.) Tutkimustulokset viittaavatkin siihen, että sitoumukset ja velvoitteet lisäävät paluulogistiikan mahdollisuuksia ja sitä kautta vähentävät kustannuksia (Jack ym. 2010). Riippuu paljon kuitenkin tuotteen luonteesta, kuinka hyvin se on uudelleenhyödynnettävissä kuten kiertotalousmallissa (EMF 2013) tähdennetään.

3.2 Suljetun kierron eri sektoreiden yhteistyö

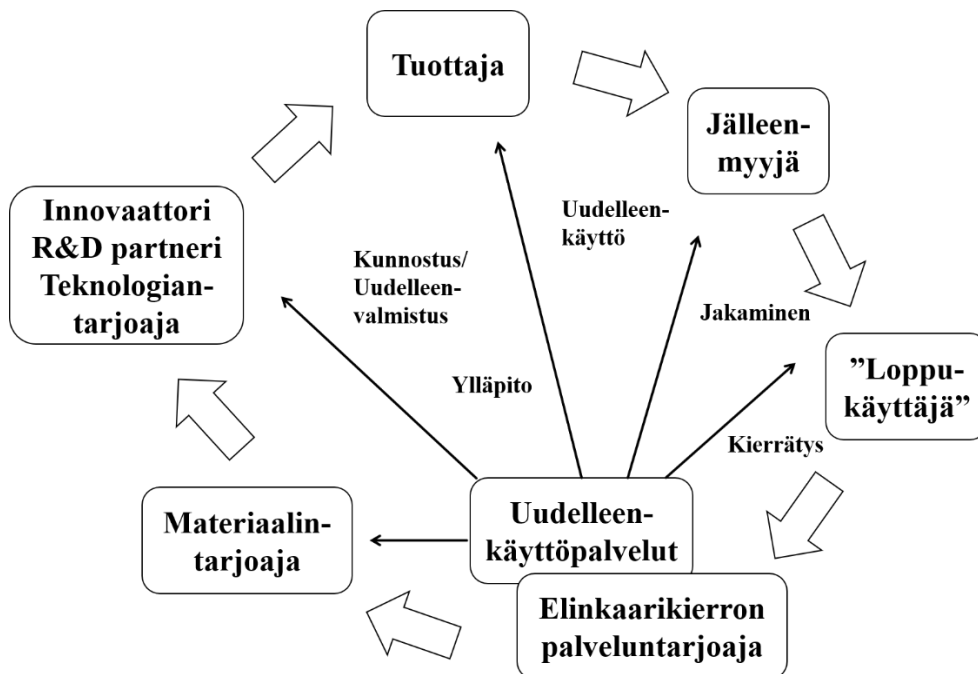
Koska yrityksillä ei yleensä ole mahdollisuutta hoitaa itse koko suljetun kiertokulun prosessia, on yritys yhteistyö ja kommunikaatio tärkeässä osassa luotaessa uudenlaisia toimintatapoja (Antikainen ja Valkokari 2016).



Kuvio 3 Kiertokulun mahdollistajat (mukaillen EMF 2013)

Jotta kiertokulku olisi mahdollinen, täytyy tuotteiden valmistuksessa ottaa huomioon niiden suunnittelu. Tuotesuunnittelua tukevat valittu liiketoimintamalli sekä kehittynyt paluulogiikka, mikä mahdollistaa materiaalien päätyksen takaisin kiertoon niille, joilla on riittävät materiaalien muokkaustaidot. Näiden prosessien tukena ovat muut kiertotaloutta tukevat toimet kuten poikkisektoreiden yhteistyö, investoinnit, toimintojen skaalautuvuus ja osaamisen kehittyminen. (EMF 2013.)

Yhteistyö on tärkeää etenkin teknisten materiaalien kohdalla, jotka ovat monimutkaisia ja vaikeasti kierrätettäviä. Yhteistyön ja palveluiden roolia suljetun kierron toimitusketjussa on havainnollistettu kuviossa 4. Sen mukaan materiaalit pystytään pitämään kiertossa mahdollisimman pitkään tai jopa parantamaan niiden arvoa palvelujen ja älykkäiden ratkaisujen avulla. Toimiakseen kiertotalous tarvitsee vuorovaikutusta kaikkien näiden uudelleenkäyttöpalveluihin osallistuvien toimijoiden kesken.



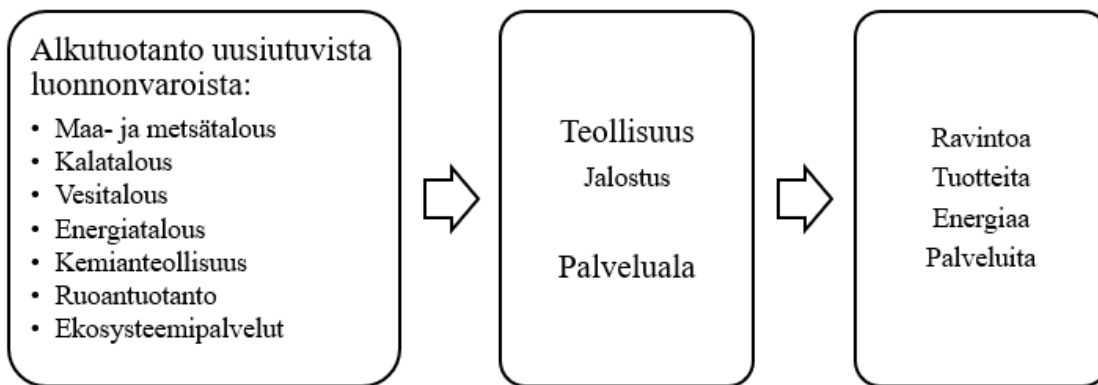
Kuvio 4 Kiertotalouden uudelleenkäyttöpalvelujen rooli (mukaillen Antikainen ja Valkokari 2016)

Antikaisen ja Valkokarin (2016) mukaan suurimmat suljetun kiertokulun haasteet liittyvät kuluttajien rooliin, koska ”loppukäyttäjien” toiminnasta riippuu pääsevätkö materiaalit takaisin kiertoon. Siksi avainasemassa ovat uudelleenkäyttö- ja elinkaari palvelujen tarjoajat, jotka mahdollistavat materiaalien päätyksen takaisin kierron eri vaiheisiin. Näin toiminnasta syntyy parhaimmillaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia palvelu-aloille, jotka tarjoavat ratkaisuja kierron mahdollistamiseen. Yksittäisten liiketoimintainnovaatioiden sijaan onkin luotava koko kiertoa koskevia ja markkinoita disruptiivisia innovaatioita, jotka luovat uusia yhteyksiä ja uudelleenjärjestävät arvoketjuja.

4 BIOTALOUS

Biotalous tarkoittaa taloutta, jossa käytetään uusiutuvia luonnonvaroja ravinnon, energian, tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen (Biomassa-atlas 2014; Luke 2018b), ja ne pohjautuvat kiertotalouden prosesseihin (Biotalous 2018). Käytännössä tämä tarkoittaa, että biotalous on yksi tapa toteuttaa kiertotaloutta.

Biotalous koostuu useasta, toisiinsa vahvasti limittyvästä ja päällekkäin menevästä toimialasta, joiden jaottelu on melko keinotekoisia, koska eri alojen toiminnot voivat olla melko erottamattomia. Esimerkiksi energiatalous ja metsätalous liittyvät vahvasti yhteen puupohjaisten energialähteiden vuoksi. Biomassa-atlaksen (2014) mukaan biotalous sisältää alkutuotannon eli maa- ja metsätalouden, vesitalouden, kalatalouden sekä teollisuuden, joka jalostaa näiden tarjoamista raaka-aineista tuotteita. Kuviossa 5 on esitetty biotalouden osa-alueet sekä niiden teollisuusalat pääpiirteittäin.



Kuvio 5 Biotalous osa-alueet (mukaillen Biomassa-atlas 2014 ja Biotalous 2018)

Biotalous odotetaan tarjoavan ratkaisuja ilmastonmuutokseen, fossiilisten raaka-aineiden korvaamiseen, maaseudun elinvoimaisuuden parantamiseen sekä energian saatavuuteen. Muutoksen mahdollistavat innovatiiviset liiketoimintamallit, joissa hyödynnetään clean techiä eli puhtaita teknologioita. (Sitra 2016a.) Biotalousstrategian (2014) tarkoituksena onkin kehittää Suomesta vähähiilinen, resurssitehokas ja älykkäästi toimiva yhteiskunta. Sen tavoitteena on luoda kilpailukykyinen biotalouden toimintaympäristö, jossa turvataan biomassojen käytettävyys, uutta liiketoimintaa ja vahva osaamisperusta. Näiden avulla on pyrkimys luoda talouskasvua ja uusia työpaikkoja. Sitran (2015) arvion mukaan biotalouden tuotto kasvaisi vuoteen 2030 mennessä 100 miljardiin euroon.

4.1 Biotalouskehitys

Biotalouskehitystä seurataan tuotto-, arvonlisäys-, investointi-, työntekijämäärä- ja vientimittareilla. Esimerkiksi energiatalouden investoinnit ovat kasvaneet voimakkaasti vuodesta 2010, jolloin ne olivat vaatimattomat 440 miljoonaa, mutta vuonna 2017 jo yli 1,3 miljardia. Arvonlisäyksen nousu samassa ajassa on ollut 170 prosenttia ja tuotto miltei kaksinkertaistunut. Työntekijämäärän kehitys sitä vastoin oli laskujohteinen aina vuoteen 2016 saakka, jonka jälkeen on ollut nousua etenkin biorakentamisen ansiosta. Vuonna 2017 biotalouden osuus kansantalouden arvonlisäyksestä oli noin 12 prosenttia ja tuotto lähes 70 miljardia euroa. (Luke 2018b.) Biotalouskasvun katsotaan perustuvan tuotteiden ja palveluiden kilpailukykyyn, lainsäädännön tiukentumiseen ja ympäristötietoisuuteen kuluttajakäyttäytymiseen sekä Suomessa että kansainvälisillä markkinoilla. (Biotalousstrategia 2014.)

Biotalousalan osa-alueeseen kalatalouteen kuuluu kalastus ja kalan vesiviljely. Kalan kysyntä sekä kotimaassa että maailmanlaajuisesti on voimakkaassa kasvussa, mikä on nostanut arvokalatuotteiden hintoja. Kotimaiselle kalalle olisi markkinoita, mutta saalis- ja kalastajamäärien väheneminen ei riitä tyydyttämään kysyntää. Saalismäärien vähenemiseen rannikolla vaikuttavat muun muassa kalakoon pieneneminen, nopeasti lämpenevät kevät- ja lyhyet jäätalvet, sekä hylje- ja merimetsokantojen kasvun aiheuttamat haitat. Näiden seurauksena ei osassa totutuista kalapaikoista kala enää liiku, eikä saalista tule. (Luke 2017; Luke 2018b.) Kalan kysyntää tyydytetäänkin yhä useammin kasvatetulla kalalla. Vesiviljely on nykyään ympäristötehokasta ja siten kestävä keino tuottaa eläinproteiinia. Kasvatus pyritään lisäksi keskittämään suunnitellulla sijainninhajauksella alueille, joissa siitä on vähiten haittaa luonnolle tai virkistyskäytölle. Noin 40 prosenttia viljellyistä kaloista tuotetaan Saaristomerellä. (MMM 2014; RKTL 2014.) Suomessa kasvatetaan eniten kirjolohta ja siikaa, joiden tuotanto on ollut kasvussa vuodesta 2010 alkaen (Setälä ym. 2017).

Biotalousalueellisen energiaomavaraisuuden hyödyntäminen luo uutta liiketoimintamaa ja monipuolistaa toimeentulomahdollisuuksia, jotka hyödyttävät etenkin pien- ja keskisuurista yrityksiä ja maataloutta. Tämä vaatii kuitenkin toimivien markkinoiden luomista, raaka-aineiden tuotantopaikkojen sekä logistiikan optimointia. Tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan sekä julkista että yksityistä rahoitusta tutkimukseen, pilotointeihin ja innovaatioiden kaupallistamiseen. Toimintaa varten pitää lisäksi kouluttaa biotalousosaajia sekä motivoida eri alojen toimijoita tunnistamaan biotalouden mahdollisuuksia. Menestymiseen vaikuttavat eniten kuitenkin kannattavuus, ja biotalouden elinehtona ovatkin kilpailukykyinen hinta ja luotettava jakelu. (Biotalousstrategia 2014.)

4.2 Uusiutuva energia ja biokaasu

Uusiutuvat energiamuodot vähentävät riippuvuutta fossiilisesta tuontienergiasta mahdollistaen kotimaisen hajautetun energiantuotannon. Tärkeimpiä uusiutuvista energioista ovat bioenergia, vesivoima, tuulivoima ja maalämpö. Aurinkoenergiaa hyödynnetään lähinnä täydentävänä energialähteenä muiden järjestelmien rinnalla. (TEM 2019a.) Bioenergianlähteitä ovat puu- ja kasvipohjaiset biomassat, biokaasu ja biopolttonesteet sekä orgaaniset sekapolttoaineet (Tilastokeskus 2018a).

Vuonna 2017 Suomen merkittävimmät energianlähteet olivat puu ja öljy. Uusiutuvan energian osuus oli 37 prosenttia kokonaiskulutuksesta, tai EU:n määrittelemällä kokonaisloppukulutuksella laskettuna yli 40 prosenttia, joka tarkoittaisi yli kuuden prosentin nousua aiemmasta vuodesta. Uusiutuvan energian osuus kokonaiskulutuksesta on kasvanut tasaisesti vuodesta 1990, nopeutuen 2010-luvulla selkeästi. (Tilastokeskus 2018b.) Työ- ja elinkeinoministeriö TEM (2019b) toteaa, että Suomi on maailman johtavia maita uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisessä. Tavoitteena on, että uusiutuvan energian osuus kulutuksesta nousisi yli 50 prosenttiin 2020-luvulla. EU:n (2018) asettama tavoite on 32 prosenttia vuoteen 2030 mennessä.

Bioenergian avulla voidaan vähentää kasvihuonekaasuja, kierrättää ravinteita ja muokata orgaanista ainetta helpommin hyödynnettävään muotoon. Biokaasun tuotannossa kasvihuonekaasuja vähennetään ottamalla talteen eloperäisistä aineista luonnollisesti muodostuvaa metaania tai tuottamalla uusiutuvista orgaanisista aineista fossiilisia polttoaineita korvaavaa energiaa kuten biokaasua ja -metaania. (Latvala 2009; Winquist ym. 2015.) Hyödynnettäessä lisäksi biokaasulaitoksen käsittelyjäännös maanparannusaineena, vähennetään teollisesti valmistettujen lannoitteiden käyttöä ja niiden valmistuksesta aiheutuvaa ympäristökuormitusta (Latvala 2009; Luostarinen 2013).

Biokaasua voidaan hyödyntää eri tavoin. Yksinkertaisin menetelmä on polttaa se lämmöksi kaasukattilassa tai muuntaa sähköksi ja lämmöksi generaattorin avulla. Biokaasu soveltuu hyvin myös liikennekäyttöön koska bensa-auto on helppo muuntaa kaasukäyttöiseksi samanlaisen polttomootoritekniikan vuoksi. Autoon voi muutoksen jälkeen tankata kaasua tai bensiiniä. (Trafi 2018.) Suomessa on tällä hetkellä 41 biokaasun tankkauspistettä, joista kolme Varsinais-Suomessa (Gasum 2018). Kaasuautoja oli vuoden 2018 lopussa 6 700 kappaletta, mikä ylittää selvästi sähköautojen 1500 kappaleen määrän. Gasum aikookin rakentaa 50 asemaa lisää Pohjoismaihin ja EU on myöntänyt niihin 2,9 miljoonan euron tuen. (Osto&Logistiikka 23.01.2019.)

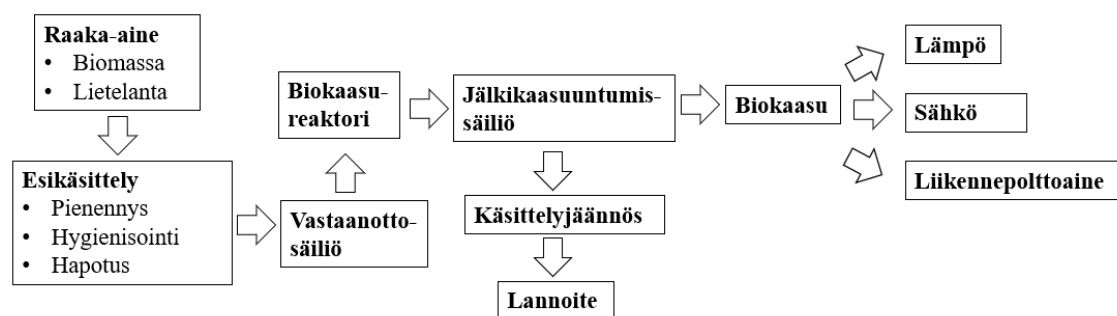
Biokaasun osuus energian kokonaiskulutuksesta on alle 0,3 prosenttia eli yksi terawattitunti (TWh) vuodessa. Biokaasua tuotetaan tällä hetkellä lähinnä jätevesipuhdistamojen lietteistä ja orgaanisista yhdyskuntajätteistä. Muiden orgaanisten lähteiden hyödyntäminen on vielä vähäistä, vaikka potentiaalisia hyödynnettäviä biomassoja on runsaasti. Mahdollisia suuressa mittakaavassa hyödynnettäviä biomassoja ovat etenkin metsätalouden ja

peltoviljelyn sivutuotteet sekä karjan lanta. On arveltu, että biokaasuntuotanto olisi mahdollista nostaa jopa 20 kertaiseksi hyödyntämällä nykyisiä biomassoja. (Biomassa-atlas 2014; Sitra 2016a; Energiatalous 12.11.2018.) Sitran (2016a) mukaan biopohjaisten kaasujen yhteenlaskettu liiketoimintapotentiaali olisikin useita satoja miljoonia euroja vuodessa. Lisäys edellyttäisi kuitenkin poliittista ohjausta sekä biokaasualan kehittämistä kokonaisuutena aina raaka-aineiden saatavuudesta lopputuotteiden käyttämiseen ja materiaalkiertojen sulkemiseen asti.

4.3 Biokaasun valmistus

Yksinkertaisimmillaan biokaasulaitos koostuu orgaanisen aineen mädätysaltaasta ja säiliöstä, johon syntyvä kaasu kerätään (Motiva 2013). Kehittyneemmässä laitoksessa on yleensä automatisoitu materiaalin syöttölaitteisto, vastaanottosäiliö, lämmitetty biokaasureaktori, jälkikaasuallas, käsittelyjäännösvarasto sekä biokaasun hyödyntämislaitteisto. Biokaasuvarasto voi olla joko kaasukello tai kaasuhappu reaktorin päällä. (Latvala 2009; Luostarinen ja Pyykkönen 2013.)

Biokaasun valmistamiseen soveltuvat periaatteessa kaikki eloperäiset materiaalit paitsi puu, joka sisältää ligniinin suojaamia rakenteita. Syöttömateriaaleja usein esikäsittellään pienentämällä, mikä helpottaa materiaalin käsittelyä ja tehostaa hajoamista. (Luostarinen ja Pyykkönen 2013.) Esikäsittely myös poistaa mahdolliset epäpuhtaudet ja haitalliset aineet tai eliöt, joista voi olla haittaa päästessään ympäristöön. Tämän vuoksi esimerkiksi lietesyste on hygienisoitava 55 asteen lämpötilassa (Latvala 2009; Motiva 2013), ja eläinperäisiä orgaanisia aineita kuten kalaa sisältävä syöte vähintään tunnin ajan 70 asteessa, jotta muun muassa salmonellabakteerit tuhoutuvat (MTT 2013). Lisäksi kala on pilkottava 12 mm kokoiseksi, jotta massa kuumenisi tasaisesti. Arvellaan, että myös happokäsittely saattaisi edesauttaa syöttömateriaalien hajoamista. (Luostarinen ja Pyykkönen 2013.) Biokaasuprosessi ja siitä saatavat hyödykkeet on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6 Biokaasunvalmistusprosessi maatilalla ja lopputuotteet (mukaillen Latvala 2009; MTT 2013)

Lietelanta on yleisin biokaasun raaka-aine, ja yksi tonni lietelanta tuottaa keskimäärin 12–14 m³ metaania (Luostarinen ja Pyykkönen 2013). Lietteiden energiantuottoa voidaan kuitenkin nostaa tuntuvasti lisäämällä syötteeseen erilaisia kasvibiomassoja sekä ruuan- tuotannon jättemateriaaleja. Niiden lisääminen hyödyttää myös siksi, että ne muuttavat käsittelyjäännöksen typpi- ja fosforiravinnepitoisuuksia ja -suhteita. (Luostarinen ja Pyykkönen 2013.) Esimerkiksi sianlannassa on liikaa typpeä, mutta lisäämällä kaasutusprosessiin hiilipitoista kasvibiomassaa tulee käsittelyjäännöksestä hyvää lannoitetta (Motiva 2013). Kokeissa nurmirehu on osoittautunut tehokkaimmaksi tehostemateriaaliksi koska jo 3 prosentin syötetisäyksellä on metaanintuotanto saatu nousemaan jopa 13 prosenttia (Winqvist ym. 2015). Myös kalan proteiinit ja rasvat tehostavat lannan tai kasviperäisten raaka-aineiden biokaasutusprosessia, vaikka tarkkoja mittauksia ei olekaan tehty (Setälä 2011). Tuotto paranee kalan osuuden ollessa enintään 10–15 prosenttia, sitä suuremmilla määrillä saantoprosentti pienenee, koska liian korkea rasvan tai typen määrä voi estää mikrobien toiminnan (Luostarinen ym. 2011).

Biokaasun valmistus tapahtuu mikrobitoiminnalle otollisessa 20–55 °C lämpötilassa, mutta korkeammissa lämpötiloissa mikrobiaktiivisuus on vilkkainta. Biokaasuprosessit jaetaan märkä- ja kuivaprosesseihin. Syötteen kuiva-ainepitoisuuden ollessa 5–15 prosenttia, puhutaan märkäprosessista, jolloin se voidaan pumpata laitokseen putkea pitkin. Silloin bioreaktori on joko sylinterimäinen maan päällä oleva pystyreaktori tai matalampi, pääosin maanpinnan alla oleva kupuramainen rakennelma. (Latvala 2009; Luostarinen ja Pyykkönen 2013.) Tyypillinen orgaanisen aineen viipymäaika reaktorissa on 12–30 vrk. Pidemmällä viipymäajalla saavutetaan suurempi biokaasun määrä, mutta se myös lisää kustannuksia ja massan sekoitustarvetta. (Latvala 2009.)

Raaka-aineen kuiva-ainepitoisuuden ollessa yli 30 prosenttia on kyse kuivaprosessista, jolloin biolaitos on yleensä suorakulmainen, niin sanottu tulppavirtauksellinen reaktori, jonne kaikki materiaali syötetään kerralla. Aines hajoaa hapettomassa tilassa tuottaen biokaasua, ja mädätystä voidaan tehostaa kastelemalla massaa prosessissa erottuvalla nesteellä. Kun materiaali on hajonnut ja biokaasutuotto loppunut, reaktori avataan ja tyhjenetään, jolloin sykli voi alkaa alusta. (Luostarinen ja Pyykkönen 2013.) Suomessa laitostyyppi on harvinainen (Latvala 2009).

4.4 Biokaasun tuotanto maatilalla

Alueellisen energiaomavaraisuuden saavuttaminen ja fossiilisista polttoaineista luopuminen on mahdollista toteuttaa maatiloilla, joissa on runsaasti biokaasuntuotantoon soveltuvaa orgaanista jätettä kuten lantaa ja erilaisia kasvibiomassoja. (Winqvist ym. 2015). Biokaasusta tuotetaan lähinnä sähköä ja lämpöä ja lisäksi käytettyttään biokaasuprosessin ravinteikas käsittelyjäännös pelloilla lannoitteena (Latvala 2009).

Biokaasun metaanipitoisuus riippuu tuottamiseen käytetyistä orgaanisista aineista, mutta yleensä metaanin osuus on 55–70 prosenttia (Winqvist. ym. 2015). Combined Heat and Power (CHP)-tekniikoilla tuotetusta energiasta suurin osa on lämpöä (Latvala 2009; Sitra 2016a), koska sen hyötysuhde on korkea, jopa 80–90 prosenttia (Luostarinen ja Pyykkönen 2013). Tuotetusta energiasta noin 10–40 prosenttia kuluu itse valmistusprosessissa (Latvala 2009).

Biokaasulaitoksien toimintaa ja orgaanisten aineiden käsittelyprosesseja valvoo elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Maatilat, jotka hyödyntävät oman tilan eläimenlannasta ja kasvijätteistä valmistettua biokaasua omaan käyttöön eivät tarvitse erillistä laitoshyväksyntää (Motiva 2013). Muutoin ympäristölaki vaatii, että biokaasua on tuotettava parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT, Best Available Techniques), eli mahdollisimman ympäristöystävällisellä, tehokkailla ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisella menetelmällä (Latvala 2009). Biolaitosta suunnitteleva saa apua biokaasulaitosinvestoinnin kannattavuuden arviointiin biokaasulaskurista, jolla voi arvioida eri syötteistä saatavissa oleva metaanimäärä ja vertailla investointien kannattavuutta (Latvala 2009; MTT 2014).

Esimerkkinä toimivasta maatilán biokaasutuotannosta on utajärveläinen 300 eläimen lypsytila, joka muuttui lähes energiaomavaraiseksi perustamalla oman biokaasulaitoksen. Hanke sai investointiin 35 prosenttia valtiontukea, ja laskelmien mukaan laitos maksaa itsensä takaisin alle 10 vuodessa. Lisäansioita maatila saa syöttäessään ylimääräsähkön valtakunnanverkkoon. (MT 06.12.2017.) Winqvist ym. (2015) toteavatkin, että isoilla tiloilla on mahdollista tuottaa energiaa yli oman tarpeen, jolloin biokaasulaitos voi olla jopa öljy- ja hakelämpölaitosta kannattavampi, etenkin jos saa investointitukea. Valtio tukee investointeja, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai muutoin edistävät vähähiilisyyttä. Vuonna 2019 tuen osuus voi olla enintään 30 prosenttia, mutta summaa voidaan korottaa 10 prosentilla jos hanke sisältää uutta teknologiaa. (TEM 2019b.)

Karjankasvatus tuottaa paljon kasvihuonekaasupäästöjä (Koneswaran ja Nierenberg 2008; McMichael ym. 2015) sekä aiheuttaa maan köyhtymistä ja ravinteiden kulkeutumisesta vesistöihin (Smil 2002; HELCOM 2018). Päästöt aiheutuvat pääsääntöisesti karjan ruuansulatuksesta, lantavarastoista, sekä maaperän ja energian käytöstä (Winqvist ym. 2015). Siksi maatilán oman biokaasulaitoksen perustamisen etuna onkin toiminnan aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen pieneminen. ja ravinnehukan väheneminen (Latvala 2009), jolloin maatilasta voi parhaimmillaan tulla jopa hiilinegatiivinen.

4.5 Ravinnekierro

Ravinteet, kuten typpi ja fosfori, ovat orgaanisille eliöille välttämättömiä ravinteita. Luonnossa fosforia vapautuu kiertokulkuun maaperän rapautumisen kautta, ja typpeä kas-

vit sitovat ilmasta takaisin maaperään. Maaperästä ravinteet siirtyvät kasveihin ja vapautuvat jälleen kiertoon orgaanisen aineen hajoamisen yhteydessä. Luonnon ravinnekiertoa häiritään maa- ja metsätaloudessa katkaisemalla luonnollisia kiertoja tai köyhdyttämällä maaperää. Puuttuvia ravinteita korvataan teollisesti valmistetuilla lannoitteilla, vaikka kestävämpää olisi palauttaa ravinteet takaisin kiertokulkuun. Näin vähennettäisiin vesistöjen rehevöitymistä sekä riippuvuutta teollisista lannoitteista. (EMF 2013; Sitra 2015.) Siksi Suomi tavoittelee Itämeren tilan kohentamista ravinnekiertoa parantamalla ja vähentämällä mereen huuhtoutuvien ravinteiden määrää sekä tukemalla maatalouden ravinne- ja energiaomavaraisuutta (Sitra 2015).

Ympäristöllisten arvojen lisäksi ravinnekierrolla on taloudellinen arvo, jonka potentiaal on arvioitu nousevan puoleen miljardiin vuoteen 2030 mennessä. Fosforin ja typen kilohinnalla laskettuna arvo on vähäinen, mutta merkittävin osa eduista saavutetaankin ympäristöongelmien vähentämisen kautta. Itämeren rantavaltiot ovat valmiita maksamaan miltei 4000 miljoonaa euroa vuosittain ravinnevalumien aiheuttaman rehevöitymisen vähentämiseksi ja veden laadun kohentamiseksi. Jo pelkästään kierrättämällä veteen joutuvat ravinteet summa voitaisiin puolittaa. Lisäksi huuhtoutuvien ravinteiden tilalle ostetut lannoitteet maksavat. EU:n alueelle tuodaan pelkästään fosforia yli kahden miljardin euron arvosta vuosittain. (Sitra 2015.) Ravinnekierron tehostaminen ja biokaasutuotannon lisääminen ovat Suomen kiertotaloussuunnitelman tavoitteita. Ne tulevatkin todennäköisesti vaikuttamaan tehdasvalmisteisten epäorgaanisten lannoitteiden kysyntään sekä lisäävät investointeja biokaasulaitoksiin sekä uusiin, ravinteiden keräämiseen keskittyviin teknologioihin. (Seppälä ym. 2016.)

Ravinteiden liukenemista pyritään estämään peltojen kipsauksella. Se sitoo fosforia maaperään vähentäen eroosiota sekä estää fosforin huuhtoutumista vesistöihin. Kipsiä tarvitaan vain 4 tonnia hehtaarille ja kuormitus vähenee välittömästi käsittelyn jälkeen, vaikutuksen kestäessä noin 5 vuotta. Menetelmä on halpa, koska pelloille sellaisenaan levittäväksi soveltuvaa jättekipsiä syntyy suuria määriä lannoiteteollisuuden sivutuotteena. Etelä-Suomen peltojen vuotuisen fosforihuuhtouman estäminen vastaisi jopa puolta Suomen Itämeren päästövähennystavoitteesta. (Sitra 2015.)

Kipsin levittämisen riskinä on kuitenkin sen sisältämän sulfaatin liukeneminen makeaan veteen. Sulfaatti on normaalisti luonnossa esiintyvä aine, jota on merivedessä runsaasti. Järveen joutuessaan se saattaa kuitenkin lisätä fosforin vapautumista pohjasta kiihdyttäen rehevöitymistä. Kipsin käyttöä ei siten suositella pohjavesien muodostumisalueilla. (Ollikainen ym. 2018.) Suomessa on päätetty aloittaa laajamittainen peltojen kipsauskäsittely, johon on kohdistettu varoja Itämeren ja vesistöjänsuojeluun tarkoitettusta määrärahasta (Valtioneuvosto 29.8.2018). Esimerkiksi John Nurmisen säätiö (2019b) keskittyy Lähikalahankkeen jälkeen peltojen kipsikäsittelyjen tekemiseen vuosiksi 2018-2020.

4.6 Maanparannus

Orgaaniset jätteet ja sivutuotteet sisältävät paljon hiiltä ja ravinteita, ollen siksi merkittävä ympäristökuormittajia, mutta samalla myös tärkeä resurssi. Ravinteiden kierrättäminen on tärkeää uusiutumattomien fosforivarantojen ehtyessä sekä epäorgaanisten typpilannoitteiden tuotantokustannusten ja päästöjen aiheuttamisen vuoksi. (Luostarinen ym. 2011.) Maaperä onkin orgaanisen aineen tuottamisen mahdollistava ravinnepankki, joka köyhtyy joka kerta, kun satoa korjataan. Jotta tuotto ei alenisi, täytyy poistumat korvata joko luonnollisesti sitomalla ravinteet kasvien avulla maaperään tai lisäämällä kemiallisia lannoitteita. (Sitra 2015.)

Suomessa maatalous on suurin vesistöjen ravinnepäästöjen aiheuttaja. Vuonna 2013 sen fosforipäästöt olivat 1 800 tonnia ja typen 30 200 tonnia vuodessa. Koska ravinnetaalouksprosessissa on ravinnepääomaa kuluttavia sekä kasvattavia toimintoja, ne on saatava tasapainoon. Mitä paremmin kierto toimii, sitä tehokkaammin maa tuottaa. Fosforin ja typen hyödynnettävyys perustuu hiilen sitomiseen maaperään, koska viljelymaa luovuttaa hiilidioksidia. (Sitra 2015.) Hiiltä sitovassa maataloudessa pelloista tulee parhaimmillaan hiilinieluja, koska hyvin hoidetussa maaperässä on riittävästi orgaanista ainesta sitomaan hiiltä ilmakehästä. Orgaanista ainetta sisältävässä pellossa on myös mikrobirikas terve maaperä, joka kykenee muokkaamaan elollista ainesta kasvien ravinteiksi. Tällainen maaperä tarvitsee vähemmän lisäravinteita. (Pellervo 2016; Ilmasto-opas 2019.) Maatila voi näin olla omavarainen ravinteiden suhteen sitomalla tuottamansa hiilen takaisin maaperään. Hiilen sitominen maaperään on uusi asia maataloudessa, ja sitä tutkitaan muun muassa Ilmatieteen laitoksen (2017), Baltic Sea Action Groupin ja Sitran yhteisessä pilotiprojektissa, jossa on mukana 100 maatilaa.

Biokaasun valmistusprosessissa voidaan energian tuotannon lisäksi kierrättää kasviraavinteita halliten maatalouden ympäristövaikutuksia, koska biokaasuprosessin käsittelyjäännös sisältää fosforia, typpeä sekä muita hivenaineita (Luostarinen 2013). Kaikki alkuperäisten syöttömateriaalien ravinteet säilyvät käsittelyjäännöksessä tallella, mutta etuna on lietelannan hajujen poistuminen prosessin aikana (Latvala 2009). Käsittelyjäännös on lietelantaa parempi lannoite myös koska typpi on muuttunut kasveille käyttökelpoisempaan muotoon ja siten huuhtoutuminen viljelysmaasta vähenee. Käsittelyjäännös vastaa näin täysin epäorgaanista typpilannoitetta. (Luostarinen ym. 2011; Winqvist ym. 2015.)

Biokaasulaitosten käsittely- eli mädätysjäännösten on katsottu myös lisäävän Itämeren rehevöitymistä (John Nurmisen säätiö 2018). Tällöin on ollut lähinnä kyse jäännöksen epäonnistuneesta säilytyksestä. Tämän vuoksi käsittelyjäännöksen asianmukainen käsittely ja käyttö ovat tärkeitä toimenpiteitä biokaasun valmistusprosessissa.

5 VÄHEMPIARVOINEN KALA

Taloudellisesti arvokkaimpia kaloja Suomessa ovat siika, silakka, kuha, turska ja lohi. Näiden lisäksi on kaloja, joille ei tällä hetkellä ole paljoakaan hyötykäyttöä. (Setälä ym. 2011.) Vähempiarvoisista tai vajaasti hyödynnetyistä kaloista yleisimpiä ovat särkikaloihin kuuluvat särki ja lahna sekä lohikaloihin kuuluva kuore eli norssi (Luke 2018a).

Kaupallisesti arvoton kala on täysin syömäkelpoinen ja sopiva ruokakalaksi, mutta niitä vieroksutaan eri syistä johtuen. Usein on kyse arvostuksen puutteesta tai ruokailutottumuksesta. Vielä 1980-luvulla syötiin yleisesti lahnaa, ja sen pyytäminen oli kalastajille merkittävä tulonlähde. Ruotoisena kalana sen käsittelyyn kuluu kuitenkin aikaa ja vaivaa, jolloin nopeammin ja helpommin valmistettavat kalat kuten lohi ovat syrjäyttäneet sen ruokapöydästä. (Karvinen 2005.) Tuontilohen suosiota lisäsi helppokäyttöisyyden lisäksi 1990-luvulla vapautunut tuonti ja lohen edullinen hinta (I samma båt 2013). Hankalan työstettävyyden vuoksi pyydettyt särkikalat päätyvät yleisesti eläinten rehuksi tai kompostiin (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010; Setälä ym. 2011).

Määre vähempiarvoinen kala tunnetaan myös ulkomailla, esimerkiksi Aasiassa tällaisina pidetään pieniä ruuaksi kelpaamattomia kaloja lajista riippumatta. Myös eri alueiden mieltymykset ja tottumukset vaikuttavat kalan arvon käsitteeseen. Saaliiksi tulleet ja ruuaksi hyödyntämättömät kalat joko heitetään takaisin mereen tai hyödynnetään eläinten ravintona ja joskus energiaksi. (FAO 2005.) Samanlaista vähempiarvoisien kalojen poistokalastustarvetta ei Itämeren ulkopuolella kuitenkaan näyttäisi lähteiden puuttumisen mukaan olevan. Kalastuksen maailmanlaajuisena ongelmana on enemmänkin kalakantojen liikakalastus kuin joidenkin hyödyntämättömien lajien runsaslukuisuuden aiheuttama haitta arvokalan pyynnille.

5.1 Kalamäärät ja pyyntitavat

Suomen merialueiden kaupallisen kalastuksen kokonaissaalis oli yhteensä 155 miljoonaa kiloa vuonna 2017, ja sen arvo oli 36 miljoonaa euroa. Tästä rannikkokalastuksen kokonaispyyntimäärä oli 1 700 tonnia. Rannikkoalueella kalastettiin pääasiassa verkoilla ja rysillä, saaden saaliiksi ahventa, siikaa, kuhaa, lohta ja haukea. (Luke 23.5.2018.) Särkikaloja arvioidaan olevan rannikolla ja sisävesillä paljon, ja kannat ovat entisestään vahvistuneet 2000-luvulla (Setälä ym. 2011). Saaristomerellä vähempiarvoista kalaa on arvioitu tulevan sivusaaliina noin 50–200 tonnia vuodessa, josta 90 prosenttia on lahnaa ja särkeä, norssin osuuden jäädessä alle 10 prosenttiin (Mäkinen 2008; Setälä 2011).

Kalastajien arvioiden lisäksi Saaristomerien särkikaloiden määristä on pyritty saamaan tietoa kaikuluotauksin ja koepyyntein. Kaikuluotaamalla saatujen tulosten mukaan sär-

kikalojen osuus biomassasta olisi 16–34 prosenttia ja saalista voisi saada 78–172 kg hehtaarilta (Mäkinen 2008). Setälän ym. (2012) suorittamien tutkimusten perusteella huomattiin, että Taivassalon edustalla ja Mynälahdella eri aikoina ja eri paikoissa pyydytyissä näytteissä korostuivat eri kalatyypit. Loppukesästä Taivassalon edustalla lahnan osuus oli 75 prosenttia koko biomassasta, kun taas seuraavan vuoden keväällä kutuaikaan samasta paikasta tuli eniten kuoretta. On todennäköistä, että särkikalojen määrät vaihtelevat alueittain paljonkin, mutta kokeen perusteella särkikaloja on eniten paikoissa, jossa vesi on sameampaa ja ravinteikkaampaa (Setälä ym. 2012).

Kalastajien arvion mukaan vähempiarvoista kalaa voisi pyydystää Saaristomerellä normaalin toiminnan ohessa ainakin 250 tonnia vuodessa. Arvio perustuu siihen, että vuonna 2003 Saaristomerellä ilmoitettiin poisheitetyksi pelkästään lahnaa yli 250 tonnia. Sivusaaliiden lisäksi särkikaloja voisi pyytää myös kohdistetusti. Silloin kalasta saatavan tuoton pitäisi olla yhtä suurta kuin arvokalasta, jotta se houkuttelisi päätoimiseen kalastukseen. Myös saalismäärien pitäisi olla riittävän suuria, ja rysillä kalastettaessa yhden kalastajan saaliit voivat parhaimmillaan olla yli 10 tonnia. (Setälä ym. 2011.)

Kalastus on kausiluonteista ja painottuu kevääseen ja syksyyn, jolloin kala liikkuu suurissa parvissa ja sitä on helppo kalastaa. Kalastus aloitetaan keväällä jäiden lähdettyä ja jatketaan yleensä kesäkuun alkuun asti. Syksyllä kalastusta jatketaan syyskuusta alkaen jäiden tuloon saakka. Osa kalastaa myös ympäri vuoden, talvella verkkokalastuksena jäiden alta. (Mäkinen 2008.) Särkikaloja on Saaristomerellä saatu rysillä ja verkoilla. Pääsääntöisesti rannikkokalastus tapahtuu kuitenkin rysillä koska verkkopyynti on melko tehontonta. (Mäkinen 2008; Setälä ym. 2013.)

5.2 Hoitokalastus

Hoitokalastuksella eli poistokalastuksella pyritään palauttamaan vesialueen ravinnepitoisuus ja kalakannat normaalille tasolle, jolloin myös saalis- ja petokalojen suhde palautuu luonnolliseen tasapainoon. Yksi ensimmäisistä särkikalojen hoitokalastuksista tehtiin Lahden Vesijärvellä 80-luvulla. Jätevesien pilaama ja sinilevästä kärsivä järvi saatiin kirkkaaksi vähentämällä jätevesikuormitusta, hoitokalastamalla ylisuuria särki- ja kuorekantoja sekä lisäämällä vesistön petokalakantaa istuttamalla sinne kuhaa. (Keto ja Sammalkorpi 1988.) Hyvien tulosten jälkeen poistokalastus onkin muodostunut tehokkaaksi tavaksi hoitaa vesien ravinne- ja kalakantoja (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010; Setälä 2011; Sitra 2015). Esimerkiksi Suomenlahdella Inkoosta saatiin yhdestä ainoasta merenlahdesta kohdistetulla kalastuksella 116 tonnia särkikaloja. Seuraavana vuonna särkikalojen määrä oli laskenut selvästi ja arvokalan määrät nousseet huomattavasti. Tämä taroitti, että toimenpiteellä oli selvästi vaikutusta. (Setälä 2012.)

Ennen hoitokalastuksen aloittamista kannatta vesialueella tehdä koekalastus, jolla saadaan selville alueella esiintyvien kalojen valtalajit ja niiden ikärakenne. Kalastus on tehokkainta silloin, kun kerralla poistetaan riittävästi sekä vanhoja että nuorempia kaloja useampana peräkkäisenä vuotena. Saalismäärät on myös suhteutettava kalastusalueen kokoon ja fosforipitoisuuteen. Otanta voidaan tehdä rysällä, nuotalla tai verkolla, jossa on useita tiheyksiä, jotta niihin jää erikokoisia ja ikäisiä kaloja. Koekalastuksen jälkeen voidaan suunnitella kalastus saatujen tulosten mukaan. (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010.)

Hyvien poistokalastustulosten jälkeen perustettiin vuonna 2011 poistokalastusjärjestelmä, jolla toimintaa rahoitettiin (Vielma ym. 2013). Kalastajille maksettiin ympäristöpalkkio, jonka tarkoituksena oli korvata särkikalan kalastuksesta, saaliin ja ympäristön seurannasta ja ravinteiden poistosta aiheutuvia kustannuksia. Tuki oli miljoona euroa kahdelle vuodelle, ja tarkoituksena oli toiminnan muuttaminen markkinavetoiseksi. (Saarinen 2012.) Käytännössä tämä ei toteutunut, ja vuodelle 2013 osoitettiin vielä 500 000 euroa, jonka jälkeen toiminta lopetettiin. Ensimmäisenä vuonna särkikalaa poistettiin 250 tonnia, joka vastasi ravinnemäärältään lähes seitsemää tonnia typpeä ja noin kahta tonnia fosforia. Koko vuoden 2011 ammattikalastussaaliin, 18 miljoonaa kiloa, kautta poistui Saaristomerestä noin 485 tonnia typpeä ja 85 tonnia fosforia. Määrä vastasi laskennallisesti Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon yli 10 vuoden fosforipäästöjä. (I samma båt 2013.)

Vuosina 2010–2011 toteutetussa Vajaasti hyödynnetty kala -hankkeessa pyrittiin vähentämään Itämeren ravinteita sekä hyödyntämään pyydystettyä särkikalaa. Toiminta sai rahoitusta särkikalojen poistokalastusmäärärahasta, jonka turvin yritykset pystyivät maksamaan kalastajille ostotukea 0,40 €/kg. Maksun piti olla riittävän suuri, että se houkuttelee mukaan toimintaan, muttei liian suuri, jottei se vääristäisi markkinoita. Kalastajat arvioivat sivusaaliista saamansa korvauksen riittäväksi, mutta toivoivat toiminnan jatkuvan riittävän kauan, jotta tehdyt investoinnit saataisiin katettua. Paras kalastaja toimitti kalaa 16 tonnia, mutta yleensä määrät kalastajaa kohti olivat noin 1000 kiloa. Suurin kertaimitus oli 2 tonnia. Yhteensä kalaa saatiin 200 tonnia. Hankkeessa arvioitiin yhden fosforitonnin poistamisen hinnaksi tulleen 50 000 euroa, mikä koettiin edulliseksi verrattaessa muihin poistomenetelmiin. Kaikki kala oli sivusaalista, eli se oli jäänyt pyydykseen arvokalan kalastuksen yhteydessä. (Setälä 2011.)

Kalastettaessa rysällä voi kertasaalis olla useita tuhansia kiloja kerralla. Toiminnan edellytyksenä onkin riittävät kalankäsittely-, vastaanotto- ja varastointipaikat sekä riittävä kalusto kuljetusta varten, jotta suuria kertaluonteisia ja kausittaisia poistokalastussaaliita voidaan hyödyntää. (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010; Vielma 2013.) Suuret saalismäärät ja särkikalojen kohdistettu rysäkalastus tarjoavat ammattikalastajille uuden kannattavan pyyntikohteen varsinkin niillä alueilla, joissa särkikaloja on niin paljon, ettei pelkkien arvokalojen pyynti ole enää kannattavaa. Toiminnan taloudellinen edellytys on kuitenkin,

että samalla saadaan tarpeeksi arvokalaa sekä yhteiskunnalta tukea pyydys- ja laiteinvestointeihin. (Setälä ym. 2012.)

Poistokalastuksen saaliita ei aina osata hyödyntää, ja siksi kalasaalis viedään usein kaatopaikalle tai toimitetaan turkiseläinten rehun raaka-aineeksi. Lisäarvotuotteiden tutkimus on vähäistä, ja elintarvikkeeksi tai rehuksi kelpaamattomien sivuvirtojen käsittely maksaa, koska niille ei ole jatkohyödyntämiskohteita. (Vielma 2013.) Typen ja fosforin vähentämiseksi on ehdotettu myös ravinnepäästöpankkia ja päästökauppaa, jossa ravinteita poistetaan kalastamalla ja päästöjä aiheuttavat voisivat ostaa päästölupia (Mäkinen 2008).

5.3 Hyödyntäminen elintarvikkeeksi

Vähempiarvoisen kalan hyödyntäminen tuli ajankohtaisiksi 1980-luvulla, kun kotimaisen kalan kulutus kääntyi laskuun mutta tuontikalan kulutus alkoi nousta (MMM 2014). Kotimaisen kalan osuus kulutuksesta oli silloin vielä noin puolet, mutta osuus on pienentynyt tasaisesti ollen vuonna 2016 enää vain 18 prosenttia. Samaan aikaan kalan kokonaiskulutus oli kaksinkertaistunut, ja kasvanut kysyntä on täytetty tuontikalalla kuten lohella, kirjo-lohella ja tonnikalalla. (Setälä ym. 2017.) Vuonna 2017 tuontikalaa syötiin noin yhdeksän kiloa henkeä kohti ja kotimaista neljä kiloa, josta suurin osa oli muikkua, haukea ja ahventa (Luke 14.11.2018).

Kun hoitokalastus vakiintui vesistöjenhoitotavaksi ja raaka-ainetta oli saatavilla ajoittain runsaastikin, kiinnostuttiin vähempiarvoisen kalan jalostamisesta elintarvikkeeksi. Lahnojen hyödyntämistä oli kokeiltu jo Lahden Vesijärven poistokalastuksen yhteydessä, jolloin valmistettiin kalamassaa suurkeittiöille kalamurekkeen ja -pihvien raaka-aineeksi. Asiakkaat olivat tuotteeseen tyytyväisiä, mutta tuotannon ongelmana olivat epävarma kalan saatavuus ja laadun epätasaisuus. (Kaski 2010.)

Särkikalaelintarvikkeiden tuotekehitys jatkuin 1990- ja 2000-luvuilla, mutta ne kariutuivat sopivien käsittelymenetelmien puutteeseen, raaka-aineen epätasaiseen laatuun ja satunnaiseen saatavuuteen. Ongelmana olivat etenkin massatuotantoon soveltuvien kalankäsittelykoneiden puuttuminen, koska laitevalmistajat eivät halunneet investoida kehitystyöhön toiminnan pienuuden vuoksi. Pienimuotoisessa kokeilutuotannossa luotiin kuitenkin sopivia tuotantoratkaisuja sekä kehitettiin käyttökelpoisia reseptejä. Kehitystyössä oli mukana elintarviketeollisuuden valmistajia, kokkeja ja oppilaitoksia. Näkyvyyttä tuotteille saatiin Silja Linen tarjotessa tuotteita risteilyasiakkailleen. Vaikka tuotteet olivat hyviä ja niille oli kysyntää, jäivät valmistuskustannukset liian korkeiksi eikä toiminta ollut taloudellisesti kannattavaa. Tuotannon pitäisikin olla laajamittaista ja hyvin koneistettua sekä raaka-aineen saannin mahdollisimman tasaista. (Karvinen 2005.)

Vastaavia hyödyntämiskokeiluja on tehty eri puolella Suomea ja tulokset ovat olleet hyvin samansuuntaisia. Hyödyntämisen keskeiset ongelmat ovat pysyneet samoina 80-luvulta alkaen, liittyen raaka-aineen huonoon saatavuuteen ja vaihtelevaan laatuun sekä heikkoon kannattavuuteen. Hyödyntämistä on myös haitannut eri toimijoiden kehittämätön yhteistyö ja tuotteiden markkinointivaikeudet. Kalojen pyynti onkin pääsääntöisesti ollut kannattavaa vain tuen avulla, ja suurin osa hankkeista on loppunut rahoituksen päätyttyä. (Käyhkö ym. 1997; Kaski 2010; Setälä ym. 2011.) Vähempiarvoisten kalojen kaupallinen hyödyntäminen edellyttääkin yhteiskunnan tukea sekä kalastukseen että pyydys- ja laiteinvestointeihin (Setälä 2011).

Särkikalapihvikokeilut ovat saaneet hyvän vastaanoton ja moni on yllättynyt pihvien hyvästä mausta. Kuluttajat ottavat tuotteet hyvin vastaan etenkin, jos särki-sana on korvattu muulla nimellä kuten villi- tai järvikala. Yhdeksi esteeksi elintarvikekäytön lisääntymiselle ovat nousseet ennakkoluulot raaka-ainetta kohtaan (Saarni ym. 2011). Siksi 2000-luvun särkikalojen poistokalastushankkeissa kaloja on myös viety pakastettuna Eurooppaan ja Venäjälle, jossa niillä on kysyntää. Kotimaassa kaloja on hyödynnetty elintarvikkeiden lisäksi eläinten rehuna tai bioenergian raaka-aineena. (Saarni ym. 2011; Setälä 2012.)

Viimeisin kaupallinen lahnojen suurimittainen hyödyntäminen on ollut John Nurmisen säätiön Lähikalahanke. Siinä Apetitin valmistamia Pirkka Saaristolaiskalapihvejä myydään kuluttajille pakasteena. Vielä vuoden 2019 käynnissä olevaa hanketta rahoittaa muun muassa European Unionin Central Baltic Interreg -ohjelma, jonka turvin kalastajille maksetaan fosforinpoistopalkkiota 0,531 euroa kalakilolta. Palkkio perustuu laskennalliseen 66,37 euron kustannukseen jokaista merestä poistettua fosforikiloa kohti. Kalaa oli pyydytetty vuosina 2015–2016 yhteensä 200 000 kg. (John Nurmisen säätiö 2019a.)

5.4 Hyödyntäminen bioenergiaksi ja lannoitteeksi

Särkikaloja on mahdollista hyödyntää myös energianlähteenä ja lannoitteena. Myös jalostaminen lisäarvotuotteiksi on kalateollisuuden uusimpia tutkimuksen kohteita tarjoten mahdollisuuksia kierrättää materiaalit tehokkaasti synnyttäen samalla kannattavaa liiketoimintaa. (Vielma ym. 2013.) Mahdollisia jalostustuotteita ovat kalaöljystä valmistetut terveystuotteet ja ravintolisät sekä lääkkeiden ja rehujen raaka-aineet (Hiidenhovi ym. 2017).

Kaloja voidaan hyödyntää biodieseliksi niiden sisältämän öljyn vuoksi. Kalojen soveltuvuutta öljyn tuotantoon on tutkittu lohikalojen teurasjätteiden osalta, ja varsinkin rasvaisimmista lohen osista on öljyn saantoprosentti ollut jopa 75–80 prosenttia. (Hiidenhovi ym. 2017.) Särkikalat sisältävät öljyä vain noin viisi prosenttia, joten ne eivät sovellu

öljyn tuotantoon, mutta alustavien tutkimusten mukaan kalojen lisääminen biokaasunvalmistusprosessiin lisää energian saantoprosenttia, kun kalan osuus energiamassasta on enintään 10–15 prosenttia (Setälä ym. 2011; Setälä ym. 2012). Suuremmilla määrillä saantoprosentti pienenee koska liian korkea rasvan tai typen määrä estää mikrobien toiminnan. (Luostarinen ym. 2011). Vaikka biodieselin valmistus särkikalasta on kannattamatonta, on sen käyttö biokaasutusprosesseissa muiden biomassojen ohella kuitenkin potentiaalinen hyödyntämisvaihtoehto (Setälä ym. 2011).

John Nurmisen lähikalahankeessa ruuaksi menemättömät kalat on viety kalatukku Kolvaan kalasta Säkylän Hallavaaran jätekeskukseen biokaasun raaka-aineeksi ja myöhemmin laitoksen kannattamattomuus- ja toimintaongelmien vuoksi (Satakunta 7.6.2017; Länsi-Suomi 7.11.2017) kompostoitavaksi (Aaltonen, puhelinkeskustelu 29.3.2019). Säkylään on kuitenkin valmistumassa kesällä 2019 uusi VSS Powerin (2019) biokaasulaitos, johon kalat on tarkoitus toimittaa jatkossa (Aaltonen, puhelinkeskustelu 29.3.2019).

Särkikalan hyödyntämisessä bioenergiaksi on samoja kustannusongelmia kuin elintarvikkeiksi valmistettaessa. Raaka-aine ei saisi maksaa enempää kuin mikä on siitä saatava hyöty. Tällä hetkellä suurien biokaasulaitoksien kustannuksia katetaan hyödynnettävistä biomateriaalista maksettavalla ⁸porttimaksulla. (Setälä ym. 2011.) Kalastajille tämä olisi ongelmallista, koska he käytännössä joutuisivat silloin maksamaan toimittamastaan kalasta biolaitokselle. Tähän saakka kalastajat ovat voineet kalastaa maksetun fosforinpoistopalkkion turvin. Biolaitoksen ja Lähikalahankeeseen välinen mahdollinen porttimaksu ei ole tiedossa.

5.5 Kalan toimitusketju ja varastointi

Kalan toimitusketju alkaa sen pyytämisestä, päättyen valmiiksi tuotteeksi. Tyypillisesti ruuaksi menevän kalan toimitusketju koostuu useista toimijoista: kalastajista, välittäjistä, tukkumyyjistä, kuljetus ja varastointipalveluista ja vähittäismyyjistä. Tuotteen laatu ja turvallisuus voi heiketä missä kohtaa ketjua tahansa lämpötilassa, toimituskanavassa, kuljetuksessa tai pakkaamisessa tapahtuneiden virheiden vuoksi. (Parimi ja Sreeram 2018.)

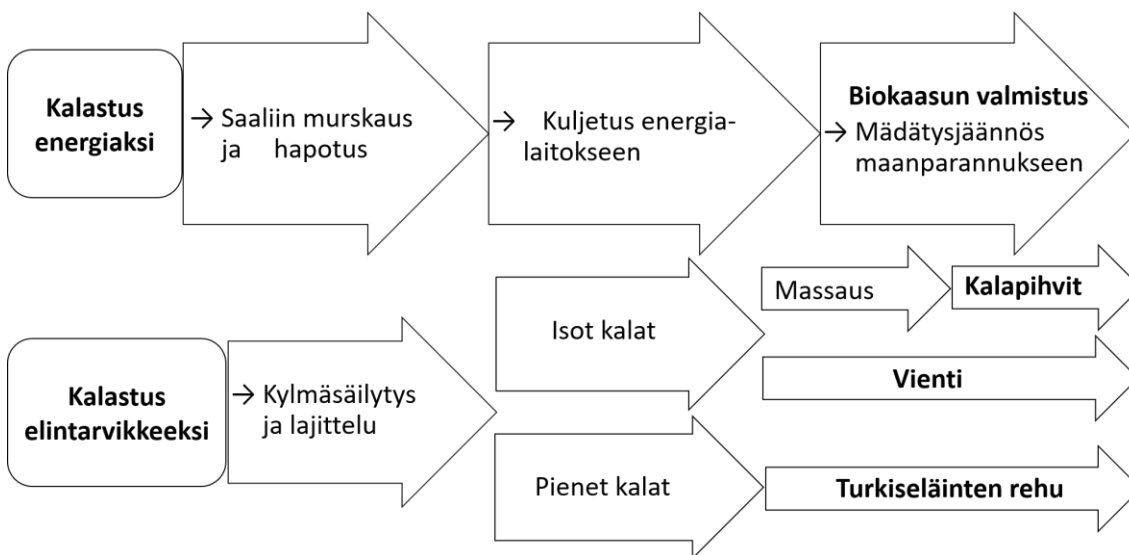
Säilytysmenetelmät riippuvat kalan käyttötarkoituksesta ja varastointiajasta. Esimerkiksi pitkää säilöntäaikaa vaativat elintarvikekalat pakastetaan, kun taas energiaksi menevät voidaan säilöä muurahaishappoon. (Setälä 2011.) Lyhytaikaista kylmäsäilytystä varten kalat voidaan säilöä jäämurskeeseen.

Elintarvikkeiksi menevien kalojen toimitusketjussa tärkeintä on kylmäketjun katkeamattomuus. Kalat on heti pyydystämisen jälkeen jäähdytettävä alle +3 asteen lämpötilaan.

⁸ Jätteen vastaanotto- ja käsittelymaksu, josta kertyy suurin osa voimaloiden tuloista. (YM 2018)

(Ruokavirasto 2019.) Pitkään säilytettävät kalat jäädytetään ja pidetään pakastettuna Evi-
ran hyväksymässä pakastuskontissa -17 C° – - 25 C° lämpötilassa (Kaski 2010). Kylmä-
ketjun optimaalisen lämpötilan ylläpito on tarpeellista tuotteen turvallisuuden ja laaduk-
kuuden säilyttämiseksi sekä taloudellisten tappioiden ja hävikin välttämiseksi (Raab ym.
2011). Ketjun toimivuutta voidaan parantaa esimerkiksi tehostamalla informaation jaka-
mista toimitusketjun sisällä (Kaipia ym. 2013) tai tekemällä kalan kulku näkyväksi sekä
alkuperä jäljitettäväksi lohkoketjuteknologialla (Francisco ja Swanson 2018).

Elintarvikkeeksi menevät särkikalat massataan. Ennen massausta kalat ⁹verestetään ja
suolistetaan sekä poistetaan suurimmat ruodot ja nahka. Tämän jälkeen kalat jauhetaan
hienoksi massaksi, josta tehdään esimerkiksi kalapihvejä tai -pullia. (Karvinen 2005;
Saarni ym. 2011.) Massattavat kalat on säilytettävä jäähdytettynä pyynnistä massaukseen
sakka. Pakastettuna ne säilyvät jatkojalostusta varten yli vuoden, jolloin kaloja on tarjolla
tuotannon tarpeeseen tarvittaessa keskeytyksettä. (Setälä ym. 2011.) Pakastettuja kaloja
on mahdollista viedä myös ulkomaille (Setälä ym. 2012). Kalojen prosessikuvaukset elin-
tarvikkeeksi ja energiaksi on esitelty kuviossa 7.



Kuvio 7 Särkikalan hyödyntämisen prosessikuvaukset (mukaillen Saarni ym. 2011; Setälä 2011)

Vajaasti hyödynnetyn kalan pilottihankkeessa (Setälä 2011; Setälä ym. 2012) kokeil-
tiin kalojen säilömistä muurahaishappoon. Metodi on käytössä esimerkiksi Norjassa,
jossa hyödynnetään vuosittain noin 600 000 tonnia kalastuksen ja vesiviljelyn sivutuot-
teita. Pilottikokeilua varten Sybimar Oy rakensi hapotusyksikön, joka koostui murskain-
ja sekoituskonteista sekä säilytyskontista. Prosessissa murskattuun kalamassaan lisätään
muurahaishappoa, jonka pitoisuus on 3–5 prosenttia kalamassasta. Happo sulattaa kalan

⁹ poistetaan veri

juoksevaan muotoon, jolloin se voidaan pumpata säilytyskonttiin odottamaan hyödyntämistä. Säilötty kalaliuos imetään säiliöautoon, jolla se kuljetetaan biokaasulaitokselle. Hapoon säilötty kalaliuos voidaan syöttää sellaisenaan biokaasun tuotantoprosessiin. Hapotuksen etuna on miltei hajuton kalaliuos, joka säilyy käyttökelpoisena useita kuukausia. (Setälä 2011; Saarinen 2012; Setälä ym. 2012.)

Kehittyneessä hapotusyksikössä on ohjausyksikkö, jonka avulla voidaan seurata saapuvia kalamääriä sekä ohjata kontin toimintaa. Pullonkaulana prosessin sujuvuudessa on kalojen saaminen veneestä tai kuljetusyksiköstä murskaimeen, koska suuren kalamäärän syöttäminen voi kestää kauan lisäten työkustannuksia. (Setälä 2012.) Hapotuksen haittana on hinta, tonnin vetoinen ja kuution kokoinen hapotusyksikkö maksaa noin 10 000 euroa ja suuri 2040 kuution vetoinen 60 000–100 000 euroa. Kontti vaatii lisäksi sähkö- ja vesiliitännät toimiakseen. (Setälä 2011; Saarinen 2012; Setälä 4.12.2018.)

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen eroja

Ghuri ja Grønhaug (2005) määrittelevät tutkimusmenetelmät säännöiksi ja käsittelytavoiksi, joilla pystytään ratkaisemaan ongelmia. Ne toimivat tutkimuksen todistelu-, kommunikatio- ja arviointitapoina, joiden avulla tutkimus voidaan suorittaa. Jotta tutkimus onnistuu, on vallittava siihen sopivat teoriat ja menetelmät.

Tätä tutkimusta on lähestytty laadullisen tutkimuksen näkökulmasta, koska on tarpeen saada kattava ymmärrys eri syistä, jotka vaikuttavat vähäarvoisten katojen käyttämiseen bioenergian ja maanparannuksen raaka-aineeksi. Tutkimuksessa ei pelkästään lasketa määriä, kapasiteetteja tai kustannuksia, vaan halutaan myös ymmärtää niiden taustalla vaikuttavat seikat, jotka voivat joko edistää tai haitata toimintaa.

Laadullinen ja määrällinen tutkimus voidaan erottaa toisistaan karkeasti sen mukaan, millaista aineistoa tutkitaan. Tilastollisesti suuntautunut eli määrällinen tutkimus mittaa, mallintaa ja pyrkii ennustamaan dataa tilastollisten analyysien avulla, kun taas laadullinen tutkimus pyrkii lisäämään ymmärrystä toiminnasta laadullisen aineiston perusteella (Koskinen ym. 2005). Tämän määritelmän mukaan tutkimukseni voisi olla mahdollista toteuttaa myös määrällisenä. Ghuri ja Grønhaug (2002) kuitenkin toteavat, että laadullinen tutkimus on erityisesti paikallaan silloin kun aikaisemmat tutkimukset aiheesta ovat vähäisiä. Silloin tarvitaan tilastollista tapaa joustavampaa tutkimusotetta. Koska vähäarvoisten katojen hyödyntäminen energiaksi ja maanparannukseen on ollut vähäistä, sopii laadullinen tutkimustapa aiheeseen.

Koskisen ym. (2005) mukaan laadulliselle tutkimukselle on ominaista, että kysymyksenasettelu ja tutkimusprosessi pyritään pitämään avoimena mahdollisimman pitkään, jolloin kysymysten kehittäminen on osa prosessia. Stuart ym. (2002) painottavat myös havaintojen tekemisen merkitystä etenkin tutkimuksen suunnitteluvaiheessa, jotta saadaan selkeä käsitys tutkittavasta aiheesta. Tällä tavalla ei tule alussa rajattua tutkimusta liikaa, vaan saadaan mahdollisimman kattava kuva tutkittavasta aiheesta. Samoin on tässä tutkimuksessa, jossa tutkimusongelman muotoileminen kysymyksiksi hioutui vuoropuhelussa aiemman tutkimuksen, empirian ja sitä kautta aiheen kokonaiskuvan muotoutumisen kanssa.

Koska laadullisen ja määrällisen tutkimuksen tieteenfilosofinen luonne on erilainen, niitä tutkitaan erilaisilla metodeilla ja kysymystenasettelulla. Mitä (what) -kysymykset keskittyvät tutkimaan ja kuvailemaan tiloja, tilanteita ja prosesseja. Miten (how) ja miksi (why) -kysymykset taas keskittyvät syiden ja seuraamusten etsimiseen eli kokonaisvaltaiseen, laadulliseen ymmärtämiseen ja ongelmanratkintaan. (Eriksson ja Kovalainen

2008.) Usein mitä-kysymykset liitetäänkin enemmän määrällisen tutkimuksen tekemiseen, jolloin tutkimusote on luonteeltaan objektiivinen ja tarkkuuteen pyrkivä. Miten sekä miksi-kysymykset pyrkivät taas saamaan selville miksi jokin tapahtuu ja selittämään miksi niin on, pyrkien luomaan kokonaisvaltaista ymmärrystä tutkittavasta asiasta.

Tilastollisen datan käyttäminen tai analysointimenetelmät eivät ole laadullisessa tutkimuksessa poissuljettuja, vaan määrällisen tutkimuksen metodeja voidaan hyödyntää laadullisessa tutkimuksessa, kuten Hurmerinta-Peltomäki ja Nummela (2006) esittävät. Useimmat mixed method-käytännöt lisäävät tutkimuksen validiteettia ja luovat tarvittavaa lisätietoa aiheesta. Asian voi myös ajatella kuten Koskinen ym. (2005) toteavat, että laadullinen tutkimus syventää ymmärrystä tilastollisin metodein kerätystä tiedosta ja prosesseista, joista tilastollinen data on saatu. Numerotieto on tärkeää tässäkin laadullisessa tutkimuksessa, jotta saadaan arvioitua toiminnan kannattavuutta ja vaikutuksia, mutta koska käytetty aineisto perustuu pitkälti arvioihin eikä kerättyyn systemaattiseen dataan, ei sitä voida hyödyntää pelkästään määrällisin metodein.

Tapaustutkimusta on kritisoitu liiallisesta arkipäiväisyydestä, jolta puuttuu tieteellinen tarkkuus (Eriksson ja Kovalainen 2008), joten tämän vuoksi on tärkeää lisätä uskottavuutta esimerkiksi triangulaatiolla eli ottamalla mukaan eri näkökulmia sekä pyrkimällä dokumentoimaan empiirinen aineisto mahdollisimman hyvin. Yin (2003) luettelee kuusi eri tapaa hankkia laadullisen tutkimuksen aineistoa: dokumentit, arkistomateriaalit, haastattelut, havainnointi, osallistuminen sekä fyysiset esineet. Näistä tavoista hyödynnetään haastatteluja sekä dokumentteja kuten tieteellisiä artikkeleita, ammattikirjallisuutta ja eri tutkimusinstituutioiden kuten Luonnonvarakeskuksen (Luke) ja Sitran internetsivuja sekä median lehtiartikkeleita siltä osin kuin ne tarjoavat aiheeseen lisätietoa.

6.2 Tapaustutkimuksen ja toimeksiantotutkimuksen ominaisuuksia

Tapaustutkimus on aina uniikki, siinä toimeksiantajaorganisaatio antaa tutkijalle tietyn, juuri siihen organisaatioon kohdistuvan ongelman ratkaistavaksi. Tapaustutkimus on yleinen monella tieteenalalla, ja sen avulla selvitetään mistä tapauksessa on kyse ja mitä siitä voi oppia. (Eriksson ja Kovalainen 2008.) Tutkimukselle on myös tyypillistä, että siinä havainnoidaan ilmiöitä, joita ei ole vielä empiirisesti testattu (Stuart ym. 2002). Yinin (2003) mukaan tapaustutkimusta kannattaa käyttää etenkin silloin kun halutaan vastaus ongelmaa selittäviin kysymyksiin miksi ja miten, tai kun halutaan saada vastaus johonkin ajankohtaiseen, arkitodellisen ongelmaan. Kuten Stuart ym. (2002) toteavat, ilman tapaustutkimusta meillä olisi vain heikko ja rajallinen kokonaistietämys niistä olosuhteista, joissa teoriat tapahtuvat. Tapaustutkimuksen tuomat havainnot voivat myös tuoda esille kausaalisia suhteita ja tarjota selventäviä tapahtumaketjuja.

Tapaustutkimusta on kahdenlaista, intensiivistä (intensive) ja laaja-alaista (extensive). Intensiivisessä tutkimuksessa paneudutaan vain yhteen tai pariin tapaukseen pyrkien ymmärtämään ja tuottamaan mahdollisimman kokonaisvaltainen kuvaus uniikista tapauksesta. Laaja-alaisessa tutkimuksessa mukana on useita yrityksiä, joita pyritään kuvailemaan, testaamaan tai luomaan teoreettisia yleistyksiä niiden perusteella. (Eriksson ja Kovalainen 2008.) Koska tutkimuksessa keskitytään vain kahteen yritykseen ja tarkoitus on ymmärryksen luomiseen ajankohtaisesta energiaan ja ympäristöön liittyvästä aiheesta, on luontevaa käyttää tutkimuksessa intensiivistä tapaustutkimusta. Asiasta tarvitaan kokonaisvaltaista tietoa, jotta voidaan arvioida kalan käytön järkevyyttä biokaasun ja maanparrannusaineen tuotannossa verrattuna sen muihin mahdollisiin käyttötarkoituksiin tai siitä saataviin hyötyihin.

Tutkimuksen otetta voidaankin pitää nomoteettisena (Kasanen ym. 1993) eli siinä pyritään löytämään yleisiä säännönmukaisuuksia ja kuvailemaan syyseuraussuhteita. Tutkimuksessa ei siten pyritä kehittämään uusia teorioita eikä ymmärtämään käsiteltyjä ilmiöitä perinpohjaisesti, vaan lähestymään aihetta empiirisesti. Kyseessä on siten induktiivinen lähestymistapa, jossa yksittäisinten, rajallisten havainnointien perusteella pyritään tekemään yleistyksiä (Spens ja Kovacs 2005).

6.3 Empirian keruu

Kalastukseen ja kalamääriin liittyvien tietojen keräämiseksi haastateltiin alueen kalastajia sekä tavattiin eri asiantuntijoita. Kalastajien yhteystiedot saatiin Saaristomeren kalatalouden toimintaryhmän kalatalousaktivaattori Maria Saariselta ja heidät haastateltiin loka- ja marraskuun aikana vuonna 2018 ¹⁰Livian Kalatalous- ja ympäristöopistossa. Haastattelukysymykset ja haastattelut tehtiin yhteistyössä Livian opettaja Arto Katajamäen kanssa. Kysymykset koskivat osallistumishalukkuutta vähempiarvoisen kalan pyyntiin, kalastusajankohtia ja pyyntimääriä hintatoiveineen sekä sopivien ¹¹landauspaikkojen sijaintia. Haastattelurunko oli puolistrukturoitu eli kaikilta kysyttiin samat peruskysymykset, mutta jätettiin mahdollisuus lisäkysymyksille sekä annettiin kalastajille mahdollisuus kommentointiin. Haastattelurunko, Liite 1, on nähtävillä Liitteet-osiossa.

Haastattelut tapahtuivat yksilöhaastatteluina yhtä kaksoishaastattelua lukuun ottamatta. Kaikki haastattelut paitsi ensimmäinen, josta on paperiset muistiinpanot, nauhoitettiin luvan kanssa. Haastatteluajankohdat, kalastajien lukumäärät ja tallennusmenetelmät on listattu taulukkoon 1. Eri tallennusmenetelmät eivät kuitenkaan vaikuttaneet validiteettiin heikentävästi, koska aineiston keruun kannalta tarpeelliset tiedot tulivat dokumentoitua ja tutkimuksen saturaatiopiste täyttyi. Nauhoitteiden etuna oli etenkin taustamateriaalin ja

¹⁰ Kalatalous- ja ympäristöopiston osoite on Kalakouluntie 72, 21610 Kirjala

¹¹ Kalojen maihintoimi- ja käsittelypaikka

saaristokalastuksen erityispiirteiden hahmottuminen sekä yhteistyön ja innovaatioiden merkitysten parempi esille tuleminen ja siten analysointimahdollisuuksien parempi tarkkuus. Haastattelunauhat on purettu, ¹²nooditettu ja ¹³koodattu NVivo-ohjelmalla, jonka jälkeen materiaali on analysoitu hyödyntäen Microsoft Excel-taulukko-ohjelmaa. Eri huomioiden purettiin litteroinneista noodeihin aiheiden mukaan ja jaoteltiin sitten koodikirjastoon neljäksi eri kokonaisuudeksi: kalastajien ansiot, kalojen hyödyntäminen, toimitukset ja yhteistyö. Noodijaottelu, Liite 2; sekä koodikirjasto, Liite 3, ovat nähtävillä Liitteet-osiossa.

Taulukko 1 Kalastajien haastatteluajankohdat

Haastattelu-ajankohdat	Haastateltavia	Kalastajanumero	
29.10.2018	1	1	muistiinpanot
30.10.2018	3	2-4	nauhoite
31.10.2018	2	5-6	nauhoite
2.11.2018	2	7-8	nauhoite
14.11.2018	2	9-10	nauhoite
15.11.2018	1	11	nauhoite
Yhteensä	11		

Kalastajat numeroitiin haastatteluajankohdassa yksityisyydensuojan säilyttämiseksi, joten tutkimuksessa kalastajista käytetään nimen sijasta numeroa. Samasta syystä haastatteluaineistossa mainittuihin eri henkilöihin on viitattu lyhenteellä NN.

Muita empirian hankintatapoja olivat tapaamiset eri alojen asiantuntijoiden ja toiminnanjohtajien kanssa. Tapaamisten tarkoitus oli aineiston keruu Livian ja Qvidjan biokasvustalouden toiminnasta ja toimintatavoitteista, jotta voidaan selvittää kalan tarpeen määrä ja mahdollisesti sen käytöstä aiheutuva hyöty. Ulkopuolisten toimijoiden tapaamisilla haluttiin kerätä taustatietoja vähempiarvoisten kalojen hyödyntämisestä sekä saada kuvaa alan tulevaisuudennäkymistä. Luken tutkija Jari Setältä saatiin kommentteja aikaisempien hyödyntämishankkeiden kokemuksista ja John Nurmisen säätiön Lähikalahankkeen tiedotustilaisuudesta sekä etenkin tapaamisessa Särkifood Oy:n perustajan kanssa saatiin ymmärrystä alan tulevaisuudenkehityksestä ja kiertotalousmallin mahdollisuuksista. Lisäksi Kolvaan Kala Oy:stä sai tietoa vähempiarvoisten kalojen hinnoista ja mihin ne päätyvät heille saapumisen jälkeen. Tapaamisista tehtiin muistiinpanot ja ne on listattu taulukkoon 2.

Näiden lisäksi oli tapaamisia, puhelinkeskusteluja sekä sähköpostiviestittelyä opettaja Arto Katajamäen kanssa, jonka vastuulla oli Kalat kiertävät tehokkaasti -hankkeen vetä-

¹² haastatteluaineiston jaottelu teemoittain

¹³ teemojen kokoaminen aihealueiksi

minen ja hankeraportointi rahoittajalle. Katajamäellä oli paljon alan tuntemusta ja kontakteja, joista oli paljon käytännön apua kalastuselinkeinoon tutustumisessa ja tapaamisten järjestämisessä.

Taulukko 2 Tapaamisajankohdat asiantuntijoiden kanssa

Ajankohta	Asiantuntija	Asema
22.8.2018	Pekka Heikkinen	Qvidjan toimitusjohtaja
6.9.2018	Arto Katajamäki	Livia opettaja
6.9.2018	Ilkka Sjöholm	Livian biolaitoksen hoitaja
4.10.2018	Pekka Heikkinen	Qvidjan toimitusjohtaja
4.12.2018	Jari Setälä	Luke erikoistutkija
22.1.2019	Ilkka Harkkila	Livian rehtori
12.2.2019	Miina Mäki	John Nurmisen Säätiön projektipäällikkö
12.2.2019	Maria Saarinen	kalatalousaktivaattori
15.2.2019	Ilkka Sjöholm	Livian biolaitoksen hoitaja
29.3.2019	Jouni Aaltonen	Kolvaan kala Oy
1.4.2019	Pekka Heikkinen	Qvidjan toimitusjohtaja
16.4.2019	Paavo Vallas	Särkifood Oy perustaja
14.5.2019		Särkikalaseminaari Liviassa

Tutkimus- ja hanketyö kulminoitui särkikalaseminaariin, jossa esiteltiin hanketta ja sen tuloksia sekä kuultiin eri särkikala-asiantuntijoiden puheenvuoroja. Seminaarin ohjelma, Liite 4, on nähtävillä Liitteet-osiossa.

6.4 Tutkimuksen laadun arviointi

Aikaisempaa tutkimusaineistoa pyrittiin tutkimuksessa käyttämään mahdollisimman laajasti ja monipuolisesti, tosin vähempiarvoisen kalan tutkimus on melko pieni tutkimusalue ja keskittynyt lähinnä Luonnonvarakeskuksen (Luke) muutaman tutkijan, erityisesti Jari Setälän vetämiin pilottitutkimuksiin. Tämän vuoksi tutkimuksessa pyrittiin tuomaan esille myös särkikalojen hyödyntämisen historiaa ja sen haasteita. Esimerkiksi elintarvikettä on tutkittu erilaisin projektein viimeisten 20–30 vuoden aikana (Käyhkö 1997; Karvinen 2005; Kaski 2010; Saarni ym. 2011; Setälä 2011; Setälä ym. 2012), lopputulosten ollessa kuitenkin hyvin samankaltaisia. Kalojen hyödyntämistä energiaksi on tutkinut lähinnä vain Setälä, ja hänkin vain pienimuotoisesti (2011; 2012). Ulkomaisia lähteitä vastaavanlaisesta poistokalastuksesta ei löytynyt, ongelmana maailman merillä on enemmänkin kalakantojen liikakalastus kuin hyödyntämättömien lajien runsaslukuisuuden aiheuttama haitta arvokalan kalastukselle.

Myös maatalouden ravinnekierrosta ja hiilen sitomisesta maaperään oli saatavilla vielä hyvin vähän tietoa aiheen uutuuden vuoksi, ja siksi käytössä oli lähinnä taustatietoa eri

tahojen internetsivustoilta. Tarkempia tuloksia on odotettavissa vasta nykyisen tutkimuksen valmistuttua (Ilmatieteen laitos 2017). Tutkimuksen ravinnekierrollinen osuus jäi melko ohueksi, liittyen lähinnä mädätysjäännöksen ja siitä saatavien ravinnemäärien arviointiin.

Kalat kiertävät tehokkaasti -hankkeen rahoittajan, I samma båt Leader-ryhmän kohdealueesta johtuen tutkimus keskittyi maantieteellisesti pienelle osaa Saaristomerestä eli Kemiönsaaren, Paraisen ja Kustavin alueille. Aluerajaus pieneni entisestään, kun haluttiin keskittyä erityisesti Livian Kalatalous- ja ympäristöopistoa sekä Qvidjan kokeellista maatilaa ympäröiviin vesialueisiin. Rajaus tehtiin, jotta lähikala-ajatus säilyisi eivätkä toimitusmatkat olisi liian pitkiä biokaasulaitoksille, jolloin kuljetusongelmat ovat helpommin hallittavissa eikä hiilijalanjälki kasvaisi mahdollisia ympäristöhyötyjä suuremmaksi. Rahoittaja halusi myös keskittyä erityisesti kalastajien tukemiseen, joten raaka-aineen hankinta keskittyi vain kalastukseen, jättäen pois esimerkiksi kalanviljely- ja kalankäsittelylaitokset.

Tutkimuksen rajausten vuoksi aineisto on melko pieni, ja sen heikkouksina voidaan pitää myös pilotoinnin puutetta. Tutkimus ei siten anna todellista kuvaa toiminnasta, toisaalta tutkimuksen tarkoitus ei ollutkaan saada tarkkoja tuloksia, vaan olla alustava selvitys toiminnan vaatimista raameista ja suuntaa antavista kustannuksista. Tästä huolimatta saaduista tuloksista voidaan vetää myös yleisempiä päätelmiä, jotka mahdollisesti hyödyntävät kohdeyritysten lisäksi vastaavanlaisesta toiminnasta kiinnostuneita tahoja vähempiarvoisen kalan hyödyntämismahdollisuuksien sekä kiertotalouden osalta. Vaikka tulokset osoittautuisivat taloudellisesti kannattamattomaksi, antavat ne kuitenkin arvokasta tietoa, joka voi säästää aikaa ja vaivaa tulevien tutkimuksien suunnittelussa ja antaa uutta suuntaa tutkimusten ideoinnille.

7 NYKYTILANNE

7.1 Kalastusajat ja saalismäärät

Kalastuskesä on perinteisesti ollut keuhällä ja syksyllä. Osa haastatelluista kalastaa myös läpi vuoden, mutta yleensä kalastus aloitetaan keuhällä jäiden lähdön jälkeen kutu-aikaan, jolloin kala liikkuu hyvin. Perinteisesti Saaristomerellä tämä tapahtuu huhtikuussa, mutta kuten haastatellut totesivat, vuodet ovat nykyään hyvin erilaisia ja avovettä saattaa olla jopa tammikuussa tai vasta toukokuussa. Kevätkausi päättyy pääsääntöisesti juhannuksena alkaen taas syksyllä vesien viiletessä, päättyen meren jäätymiseen. Kalastus on siten vahvasti sidottuna avovesikauden pituuteen, vaikka osa kalastaa myös jään alta. Taulukossa 3 on listattu mahdolliset kalastuskuukaudet kalastajittain sekä sivuansiot, jos ne on mainittu haastattelussa.

Taulukko 3 Mahdolliset kalastuskuukaudet ja sivuansiot

	Pyyntiväline	Kalastus- kuukaudet kevät	Kalastus- kuukaudet syksy	Kalastus- kuukaudet talvi	Sivuansio
Kalastaja 1	verkko	4, 5	9, 10, 11		
Kalastaja 2	verkko	3, 4, 5	9		x
Kalastaja 3	rysä	3, 4, 5, 6	9, 10, 11		x
Kalastaja 4	verkko	3, 4, 5, 6	10, 11	12, 1, 2	x
Kalastaja 5	verkko	3, 4, 5, 6	10, 11	12, 1, 2	x
Kalastaja 6	rysä	5, 6			x
Kalastaja 7	rysä	3, 4, 5, 6	9, 10, 11	12, 1, 2	x
Kalastaja 8	rysä	5, 6			x
Kalastaja 9	verkko	3, 4, 5	10, 11,	12, 1, 2	
Kalastaja 10	verkko	4, 5, 6	9, 10, 11		
Kalastaja 11	verkko	4, 5, 6	9, 10, 11		x

Yhdessä toimivat rysäkalastaja 6 ja 8 ovat keskittäneet kalastuksen vain kahteen varmimpaan kuukauteen ja keskittyvät muihin töihin muun osan vuotta. Suurin osa mainitsikin tekevänsä kalastuksen ohella toista työtä. Osa kalastajista oli jo eläkkeellä kalastuksen ollessa silloin elämäntapa ja lisätulojen antaja.

Mä kalastan joka päivä, kesällä pidän vapaapäiviä. Joskus saan jonkun tuuraaajan. Joka päivä joo, pyhät ja arjet. (Kalastaja 4)

Ilmastonmuutoksen aiheuttamien kalastusajankohtien muutoksen lisäksi arvokalasaa-
lismäärät ovat vähentyneet. Ennen syksy oli paras saalismäärillisesti, nyt ne jäävät ver-
rattain vaatimattomiksi tai paikoitellen kalastus ei kannata lainkaan, jolloin se täytyy lo-
pettaa kesken kauden. Etenkin syksyn epävarmat kalasaaliit ovat pakottaneet etsimään
muuta ansaintakeinoja.

*Viimevuodet sesonki on kestänyt viikon. Sitten kun hylkeet tulee, niin se on
heipparallaa. Kolmantena päivänä alkaa olla syötyä kalaa ja neljäntenä
ei ole mitään, ei kaloja eikä hylkeitä. – – Neljä–viisi vuotta sitten näki, että
kuha siirtys eri paikkaan, mutta sitä oli kuitenkin, oli kannattavaa kalastaa
jopa kuukausi keväisin. Ja syksyt oli parhaimpia, tää on nyt pääläellaan.
(Kalastaja 2)*

Saalismäärien muutoksia aiheuttavat myös kalakantojen luonnolliset vaihtelut, mutta
yleisesti arvokalan vähenemisen syyksi arveltiin hylkeiden tulon ulkosaaristosta ranni-
kolle aiheuttaen kalojen siirtymisen pois perinteisiltä kalapaikoilta. Hylkeet aiheuttivat
myös lisäkustannuksia syödessään kaloja suoraan verkosta tai rysästä vahingoittaen niitä.

*NN:n kanssa aloitettiin, yhdessä kalastettiin ja pistettiin tili puoliksi. Sillon
alkoi jo hylkeet tulla 10 vuotta sitten ja hän totesi, että ei ole tulevaisuutta
ja nyt kun on toinen työpaikka niin pystyy sivutoimisena yrittämään vielä
ja toivoo että näistä hylkeistä päästäisiin eroon. peloteltua edes. Hän on
lopettanu jo syksyllä aikasin, ei montaa päivää ollu verkot kun tulee hyl-
keet. (Kalastaja 4)*

*Kalastan niin kauan kuin kalaa on. Viime vuonna [kausi] syksyllä jäi aika
lyhyeks. Viikko oli verkot ja sitten [hylkeet] tuli ja otin pois. Neljä verkkoa
roskiin. (Kalastaja 5)*

Vähentyneen syyskalastuksen vuoksi vähempiarvoisten kalojen saalismäärien arvioimi-
nen koettiin hankalaksi. Yleisesti arvioitiin kuitenkin pientä lahnaa ja ahventa olevan pai-
koitellen runsaasti, ja niitä saattaa olla verkoissa tai rysässä hyvinkin paljon. Määrien ar-
vioinnin vaikeuteen vaikutti kuitenkin eniten se, että kahta kalastajaa lukuun ottamatta
muut eivät kalastaneet niitä tarkoituksella, vaan arviot perustuivat pois heitettyihin sivu-
saalismääriin.

Nykyiset kalastuksen edellytykset ja toimintaympäristö näyttävän haastattelujen pe-
rusteella olevan haastavia perinteisen ympärivuotisen kalastuksen muututtua kannatta-
mattomaksi arvokalasaaliiden pientymisen vuoksi. Suurimpana syynä tähän kalastajat

näkövinkit hylkeiden ilmaantumisen Saaristomerelle, mutta myös ilmastonmuutoksen aiheuttamat vaikutukset jäättilanteen vaihteluihin ja veden lämpötilaan tuotiin esille. Muutokset ovat käytännössä johtaneet siihen, että kalastuselinkeino ei enää pääelinkeinona kannata, vaan sen lisäksi on oltava joku muu tulonlähde.

7.2 Kalastusta edistävät tekijät

Haastatteluaineistosta nousi kysyttyjen kalastusaikojen ja kalamäärien lisäksi esille myös muita kalastuselinkeinoon vaikuttavia seikkoja. Yritteliäisyys, rohkeus ja innovatiivisuus näyttäytyivät esimerkkien perusteella olevan tärkeässä roolissa elinkeinon ylläpitäjänä ja eteenpäin viejänä. Tarinoista nousi esille yksittäisiä rohkeita ja ennakkoluulottomia edelläkävijöitä, jotka ovat tarttuneet tarjolla oleviin mahdollisuuksiin. Kalastajat muistelivat myös aikaisempia vähempiarvoisten kalojen hyödyntämiskokeiluja, jotka onnistuivat aluksi hyvän kysynnän vuoksi mutta kariutuivat huonoihin kontakteihin.

2000-2010 luvulla pientä ahventa meni Keski-Eurooppaan, NN vei, siellä sitä arvostettiin. – – sitä meni uskomattomia määriä ja hinta oli kohdallaan. Mulle sopi oikein hyvin kun kylmätilat oli Ruissalon rahtiaseman vieressä mihin vein. Toiminta loppui kun alettiin viedä Viron kautta, se oli virhe. (Kalastaja 2)

Kaks vuotta aikaa NN vielä sähläs noita pieniä ahvenia, kun meni helvetisti Eurooppaan, siellä oli väärät välikädet sun muuta. NN ei aristelee, se menee pää edellä joka paikkaan, ja yht’äkkiä niitä myytiin Italiaan. (Kalastaja 6)

Vähempiarvoisen kalan hyödyntämisessä tuotiin esiin kalastuksen sesonkiluonteisuus ja sen huomioimisen tärkeys, josta voisi myös luoda uudenlaista taloudellista toimintaa. Nykyinen Lähikalahankeen sopimusvalmistaja Apetit on osaltaan hyväksynyt tilanteen eikä vaadi ympärivuotisia toimituksia.

Euroopassa on parsakausi, ihmiset painaa sitä hullun taval, on sellaisia merkillisiä viikkoja. – – Meillä Suomessa on se vika että teollisuus vaatii [toimituksia] koko vuodeksi. – – Eihän mansikoitakaan ole koko vuotta. Tämä Apetit on ensimmäinen, että tehdään kun sitä lahnamassaa taas on. (Kalastaja 6)

Lisäksi vähempiarvoisen kalan pyytämisessä tuotiin esille toiminnan sujuvuuden tärkeys, mikä innostaisi lähtemään mukaan vähempiarvoisten kalojen pyytämiseen. Myös ideologiset seikat kuten ympäristöstä huolehtimisen tärkeys nousi esille, ja se nähdään myös imagollisesti tärkeänä asiana, josta voi hyötyä.

*Jos hinnat, logistiikka, keräykset kaikki on kohdallaan, niin sitten särkikala-
laa vois alkaen ihan kalastamaan, sillai edellisen projektin kanssa alettiin.*
(Kalastaja 3)

*Nykyään tehdään paljon asioita ekologisuuden kannalta, niin oikeassa
paikassa oleva mädättävä biolaitos, — jos tämmösen [hankkeen] sais teh-
tyä niin mä näkisin jatkuvuutta, raaka-ainetta tarvittaisiin koko ajan. Ihan
niinkun mettässä olevista risuista on tullut arvotavaraa.* (Kalastaja 2)

Kalastamalla tulee fosforia pois merestä, se täytyy aina muistaa.
(Kalastaja 4)

*John Nurminen on ottanut tähän saakka sulan hattuun, ja nyt he voisivat
ottaa tästä, he kilpailee samoilla apajilla. Kun soitin John Nurmisen sää-
tiöön niin mulla oli listalla seuraavana, että jos he ei lähde niin soitan
¹⁴Herlinille.* (Kalastaja 8)

7.3 Yhteistyön ja innovoinnin edut

Kalastusta edistäviä tekijöin nousi esille lisäksi yhteistyön, innovoinnin ja aktiivisuuden tuomat edut. Myös vaikuttamiskanavien ja alan tuntemus oli eduksi. Yhteisyrityksen perustaminen tuntui lisäävän päämäärätietoisuutta eikä investointeja tai toiminnan jatkuvaa kehittämistä koettu silloin samalla tavalla riskiksi tai rasitteeksi kuin yksin kalastavilla. Yhdessä tekeminen näytti lisäävän innovointia ja antavan rohkeutta toteuttaa suunnitelmia.

*NN:n kanssa aina koitetaan jotain uutta ja ollaan viime vuosina hankittu
rysiä ja taas pohditaan ja yritetään. Me toivottais että tulis 30 tonnia lah-
naa ensi vuonna. — Meillä on tässä sellanen projekti — mennään Turun
kaupungin vesille. — Siellä on kova huoli että ammattikalastus ei saa
loppua. — Meillä olis tarkoitus että, hommattais uusia pyydyksiä — voi-
tais vaihdella paikkoja. Olis sellainen pelivara.* (Kalastaja 6)

¹⁴ Baltic Sea Action Groupin perustajajäsenelle

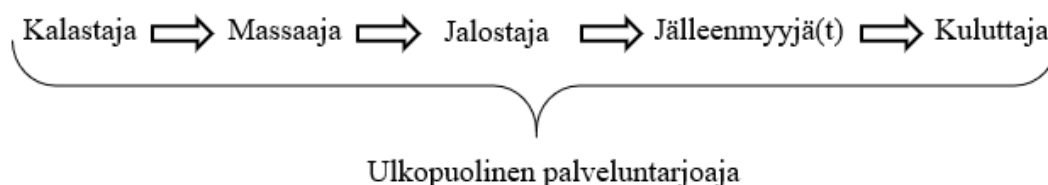
Haastatteluissa nousi esille myös EU-lainsäädännön aiheuttamat ristiriidat. Ylikalastuksen estämiseksi luodut kalastusrajoitukset saattavat haitata Itämeren ravinnekuorman vähentämistä poistokalastuksella, vaikka EU on yhdessä Itämeren valtioiden kanssa sitoutunut vähentämään merestä typpeä ja fosforia. Tässä kala- ja ympäristötalouden edut menevät vastakkain ja saattavat pahimmassa tapauksessa estää poistokalastuksen tukemisen. Aktiivinen yhteydenpito ministeriöiden neuvotteleviin virkamiehiin ja etujen sinnikäs ajaminen voi kuitenkin muuttaa suhtautumista sekä johtaa jopa uusiin hankkeisiin. Kalastaja 8 kertoo Lähikalahankkeen synnystä näin:

NN sanoi että hän ei voi antaa valtion rahaa koska EU ei tue kalastusta koska aikoinaan Espanja, Portugali ja nämä liikakalasti. silloin poistettiin kaikki tuki kalastukselta. Ne on koko ajan katsonut karsaasti, että meillä on ollut tällaisia kansallisia tukia ja viisi vuotta sitten kun meillä oli juuri silloin se poistokalastus, se meinas loppua siihen paikkaan yhtenä keväänä, silloin oli vielä tukirahoja käyttämättä yli 300 000 euroa. Ja mä lähdin niitä peräämään ja NN sanoi että ne on kieltänyt, 1. kesäkuuta on stoppi. Mä sanoin että nyt neuvottelet sen uudelleen, me käytetään ne rahat tänä vuonna loppuun. – – Se soitti mulle vappuaattona Brysselistä, että saadaan käyttää. Silloin me sovittiin että hän antaa infraan rahaa eli sen mitä tarvitaan tähän systeemiin, se tulee ELY-keskuksen kautta, hanki sää siihen joku rahoittaja että saadaan jatkettua. Silloin mä sain säätiön siihen mukaan.

Kalastajien haastattelujen lisäksi yhteistyön tärkeys ja innovaatiot korostuivat myös Start-up yritys Särkifood Oy:n toiminta-ajatuksessa. Yrityksen perustaja Paavo Vallas sai vähempiarvoisen kalan hyödyntämisehdollaan Sitran Ravinnekierto Challenge -ideakilpailussa jaetun ensimmäisen palkinnon (Sitra 4.5.2016). Särkifoodin toiminta-ajatuksena on hyötykäyttää hoitokalastettu vähempiarvoinen kala ruoaksi kompostoinnin sijaan, ettei hyvää raaka-ainetta joutuisi hukkaan. Ajatus särkikalojen hyödyntämisestä ei ollut uusi, mutta toiminta-ajatus on. Särkifood Oy ei itse valmista mitään, vaan se on uusien särkikalajauhelihatuotteiden ideoija, kehittäjä sekä myyjä, jolloin tuotteiden valmistus ja pakkaaminen tapahtuu niihin erikoistuneissa alihankkijayrityksissä.

Vallas (16.4.2019) kertoi, että lahnakalamassa tuotteisiin saadaan uusikaarlepyyläiseltä kalatukku Ab Brännskata fiskarelta. Yritys on aiemmin yrittänyt tehdä omaa lahnamassatuotetta, mutta kokeilu ei osoittautunut kannattavaksi. Nyt he keskittyvät vain ydinosaamiseensa massaukseen. Lahnamassan jatkojalostus ja pakkaus valmiiksi tuotteeksi tapahtuu Keravalla sijaitsevassa Helsingin Kalatalo Oy:ssä, joka omien kalatuotteiden lisäksi toimii sopimusvalmistajana elintarvikeyrityksille. Särkifood Oy toimii myös omalla

ydinalueellaan luomansa liikeidean sekä tuotteidensa kautta, linkittäen lineaarisen ketjun irralliset toimijat yhteen, kuten nähdään kuviosta 8.



Kuvio 8 Särkifood Oy:n toimitusketju

Jokainen yritys voi näin jatkaa omalla ydinosamisen alalla ja silti osallistua kiertotalouden toteuttamiseen. Samalla kaikki tuotteen valmistukseen osallistuvat voivat minimoida oman osaamisen ulkopuoliset riskit, ja tehdä kannattavaa taloudellista toimintaa.

Kalastajien kertomista esimerkeistä ja Särkifood Oy:n tarinasta nousi vahvasti esille innovoinnin, yhteistyön, kokeilunhalun ja rohkeuden tärkeys yrittäjyyden ja kiertotalouden eteenpäin viejänä. Myös yrittäjämäinen ote toimintaan, verkostoituminen, aktiivisuus ja alan sekä vaikuttajien tunteminen tuotiin esille tärkeinä kalastuselinkeinon edistäjinä.

7.4 Kalastusta haittaavat tekijät

Haastatteluista nousi esille myös seikkoja, jotka koettiin haittaavan tai luovan negatiivista ilmapiiriä, joka ei kannusta yrittämiseen. Kalastajan kannalta oli esimerkiksi erityisen turhauttavaa, että runsaslukuiset vähempiarvoiset kalat joudutaan päästämään takaisin mereen koska niistä ei saa korvausta tai se on liian pieni, jotta toiminta kannattaisi. Näin vähempiarvoiset kalat jäävät mereen haittaaman arvokalan pyytämistä ja lisäämään ravinnekuormaa. Kalastajien mielestä olisi parasta, jos sitä voisi hyödyntää edes energiaksi. Muutoin jo kerran pyydystetty saalis joudutaan palauttamaan mereen, josta se pahimmassa tapauksessa kalastetaan seuraavalla kerralla uudestaan.

Siitähän [vähempiarvoisen kalan pyytämisestä] pitäisi saada tuplatuki kun maatalous sen fosforin sinne ajaa. Mutta jos nämä energialaitokset ei lähde toimimaan niin kuka sitä kalaa ostaa. (Kalastaja 2)

Vaikka vähempiarvoisista kaloista olisi maksettu riittävästi, toiminnan rajoitukset on voitu kokea niin hankaliksi, ettei olla haluttu lähteä mukaan tarjottuihin mahdollisuuksiin. Esimerkiksi Lähikalahankkeeseen ei suurin osa haastatelluista kalastajista halunnut lähteä, koska siinä ei saat samaan aikaan kalastaa arvokaloja, jolloin pyydyksestä tavatut

arvokalat pitää päästää takaisin mereen. Toimintaa valvotaan pistokokein eikä maihin saa samalla kerralla tuoda kuin vähempiarvoista kalaa.

Mä en oo ollut siinä mukana kun se on ihan hullunhommaa, kaikki arvokalat täytyy heittää takaisin mereen, niin mitä järkeä siinä on. Tuntuu aika hullulta kalastajan kannalta. (Kalastaja 7)

Siitä John Nurmisen hankkeesta en ollut kiinnostunut koska se arvokala täytyy päästää. Kyllä mun mielestä se lähtökohta on jo väärä, ettei muita kaloja saa ottaa. (Kalastaja 10)

Myöskään rehuksi ei pientä kalaa kannata tällä hetkellä kalastaa, koska sen kysyntä on vähentynyt silakkavarastojen täytyttyä kuuman vuoden 2018 kesän vuoksi, jolloin tarhaiminkin ja -ketun poikiminen epäonnistui ja kysyntä jäi pieneksi.

Nyt on hullu tilanne silakan osalta, on ens keväisetkin rehut jo varastossa, varastot on täys. Ainoa paikka mihin voi viedä on Ruotsi. Rehusilakan hinta on 15 snt/kg. Ei kannata viedä, jollei ole tosi iso määrä. (Kalastaja 8)

Vähempiarvoisiin kaloihin investoiminen koettiin kaiken kaikkiaan riskiksi, koska toiminta on aina aiempien hankkeiden loputtua muuttunut kannattamattomaksi tehden investoinnit turhiksi. Toiminta on myös saattanut kariutua yllättäen olosuhteissa tapahtuneen muutoksen vuoksi, kuten EU:n Venäjän kauppaboikotin vuoksi, jolloin kalalle ei enää ollutkaan markkinoita. Näin kävi myös Vallaksen (16.4.2019) mukaan Särkifood Oy:n sopimusvalmistaja Helsingin Kalatalo Oy:lle, jonka tuotantokapasiteetti oli mitoitettu vientiä varten, mutta jäi boikotin vuoksi hyödyntämättä. Vientikiellon vaikutukset ulottuivat myös arvoketjun alkupäähän kalastajiin saakka. Kalastaja 2 kertoo:

Ne oli ihan ihmeissään niiden rysien kanssa [hankkeen loppumisen jälkeen]), samoin kun muutama vuosi sitten kun kaikki satsas ¹⁵norssiin ja sitten oli huonoa tuuria kun venäjän raja meni kiinni kun kaikki meni sinne.

Vähempiarvoisten kalojen tavoitteellinen kalastus edellyttäisi verkkokalastajilta siirtymistä rysäkalastukseen, jolloin se aiheuttaisi heille investointikustannuksia. Jotta ry-

¹⁵ Norssi eli kuore on lohikaloihin kuuluva vähempiarvoinen kalalaji

säinvestointikustannukset tulisivat katettua toiminnasta saatavilla tuloilla pitäisi sen jatkua riittävän pitkään. Hankkeen jälkeen tarpeettomiksi käyneet rysät pitäisi myös saada myytyä eteenpäin. Kaksi kalastajaa toivoikin vuokrarysiä tai apua rysäkalastuksen opeteluun sekä tiloja välineiden varastointiin. Kalastaja 10 tiesi kertoa, että rysien vuokraaminen tai kierrättäminen ei kuitenkaan välttämättä onnistu koska sama rysä ei sovellu kaikille vesialueille. Kalastaja 11 kertoikin että rysät täytyy virittää olosuhteiden ja pyydettävän kalan mukaan. Pyydyksien muuttaminen vie kuitenkin aikaa lisäten kustannuksia.

Järviltä tuodut poistokalastusrysät eivät olleet sopivia, niihin meni silakkaa, eivät välttämättä olleet sopivia tänne merialueelle, se oli semmonen kokeilu. (Kalastaja 10)

Myöskään yritteliäisyyttä ja kapasiteetin lisäystä ei aina ole katsottu kalastajien keskuudessa hyvällä. Toiminta on voinut kariutua muiden kalastajien kateellisuuteen ja pelkoon toimeentulon vaarantumisesta toisen kalastajan tekemien investointien ja kalasäiliiden kasvaessa. Tällöin tulehtunut ilmapiiri on voinut osasyynä vaikuttaa kalastuksen lopettamiseen.

...tämähän yritti joskus särkikalaa se NN siellä Inkoossa, – – mutta se teki muutenkin konkurssin kalastuksessa, sehän oli [pelko] että loppuuko kalat sieltä – – lahdelta [kokonaan]. (Kalastaja 7)

Myös näkemykset kalakantojen tilasta tai haittojen ehkäisystä saattavat poiketa jonkin kalastajien ja asiantuntijoiden kesken. Vaikuttamismahdollisuudet kalastajien etujen ajamisessa tai kalastajan näkökulman esille tuomisessa saatetaan kokea vaikeana tai jopa mahdottomana.

Nyt vasta oon sisuuntunut, radikalisoitunut vois sanoa. Mutta eihän tälle voi tehdä mitään, lakkoilemalla ei tapahdu mitään. NN kokouksessakin mä olin, siellä oli aiheena hylkeet ja merimetsot ja siellä Luken mies selitti että vuonna 14 oli kalastajilla historian paras kalansaalis. Mä sanoin että tää koskee kyllä nyt silakkaa. Sitten rupesti tuleen oikeita numeroita, miten kuhasaaliit on vähentynyt, muuten se olisi mennyt läpi sellaisenaan. (Kalastaja 4)

Isojen luonnonsuojeluinstituutioiden asema tiedotusvälineissä nähtiin suurena, jolloin mediavaikuttamisen mahdollisuus sekä kalastajiin kohdistuneet toiveet ja kalastuksen todellisuus voidaan nähdä haastavina tai ristiriitaisina.

Viime talvena katoin ja kuuntelin WWFää ja Luonnonsuojeluliittoa, niillä oli ihan identtiset jutut, että kalastajilla ei ole mitään hätää, kun on hylkeen kestävät pyydykset ja hylkeensietokorvaus. Nämä on isoja yhdistyksiä, niillä on paljon kannattajia ja niillä on media hallussa. Tällaiset meikäläiset, ei me osata mediaa käyttää, ollaan aina alakynnessä tässä asiassa. Kalastajista ei puhuta mitään myönteistä, ainoastaan että pitäisi kalaa saada ja kotimaista kalaa syödä. Ja fosforia poistaa merestä ja luontoa suojella. (Kalastaja 4)

Lisäksi tuotiin esille pelko uusista mahdollisista kalastusrajoituksista, koska kuhan alamittaa oli jo jouduttu nostamaan kannanhoidollisista syistä johtuen. Huhut myös verkkojen silmäkoon muutoksesta mietityttävät kustannusten sekä saalismäärien pienenemisen vuoksi. Informaatiokanavat ja tietojen saanti mahdollisista siirtymäajoista koettiin puutteellisiksi, mikä aiheutti epävarmuutta tulevaisuuden suunnittelussa.

Ja sitten on riski, että verkon silmäkoot pitää vaihtaa, sitä odotetaan ja pelätään, jos jostain saisi tietoa, miten käy niin jokainen saisi rauhassa miettiä, mennään vähän niin että mitäs aamun uutisissa sanotaan. — Esi-merkiksi Helsingin edustalla on kuha jo loppunut, on niin pientä. — kovat paineet on silmäkoon suurentamiselle. (Kalastaja 2)

Kalastus näyttäytyi haastatteluaineiston perusteella melko yksinäiseltä yrittelijäisyyden muodolta, jossa ei perinteisesti ole tapana toimia taloudellisessa yhteistyössä muiden kuin sukulaisten tai lähimpien ystävien kanssa. Hankkeisiin mukaan lähtemistä arasteltiin mahdollisten rajoitusten ja investointikustannusten vuoksi, koska pelättiin ettei kuluja saada katettua toiminnasta saatavilla tuloilla. Yhteisenä perusedellytyksenä biokaasuhankkeeseen mukaan lähtemiselle olikin, että kaiken pyydetyn kalan saisi hyödyntää. Näin kalastuksen kannattavuus paranisi ja mukaan lähteminen olisi helpompaa. Verkko-kalastajien toiveissa oli myös rysien vuokrausmahdollisuus sekä opastus niiden oikeanlaiseen käyttöön ja virittämiseen.

Kalastuksen tulevaisuuden kannalta toivottiin tiedotuksen ja vaikutusmahdollisuuksien parantumista ja että kalastajia kuunneltaisiin päätöksenteossa. Suuria ja perustavanlaatuisia investointeja vaativien uusien säädösten tullessa toivottiin riittäviä siirtymäaikoja, mikä toisi joustavuutta toiminnan suunnittelun ja antaisi aikaa tehdä rauhassa taloudellisia päätöksiä.

7.5 Case Livia

Livia ammattiopisto on vuonna 1996 perustettu oppilaitos, jonka omistaa Kaarinan, Paraisien ja Paimion kaupunkien yhteinen Peimarin koulutuskuntayhtymä. Oppilaitoksen perustehtävänä on tuottaa luonnonvara- ja ympäristöalan sekä sosiaali- ja terveysalan koulutuspalveluja, jotka vastaavat työelämän ja tulevaisuuden tarpeita. Koulutus tapahtuu neljässä eri ¹⁶koulutalossa ja opetusta annetaan peruskoulun tai lukion päättäneille sekä aikuisille. Oppilaspaikkoja oli vuona 2017 yhteensä 955 paikkaa. (Livia 2018.)

Livia, kuten muutkin oppilaitokset, kärsi hallituksen vuonna 2017 tekemistä koulutusleikkauksista, jotka pakottivat tekemään suuria budjettileikkauksia. Livian taloutta on koitettu parantaa säästämällä sekä tuottamalla itse energiaa. Paimion Tuorlan yksikössä on omaa hake-, biokaasu ja biodieseltuotantoa sekä Paimiossa hakevoimala. Livia on asettanut tavoitteeksi siirtyä käyttämään pelkästään uusiutuvaa energiaa vuoteen 2020 mennessä. Tällä hetkellä tavoite on miltei saavutettu maaseutu- sekä kalatalous- ja ympäristöopistossa. Siirtymistä uusiutuviin energioihin on vauhdittanut luonnonvara-alojen mahdollisuus saada rahoitusta kehittämishankkeisiin eri ministeriöistä sekä EU:lta. (Livia 2018.)

Livia on vuonna 2012 tutkinut hapotuskontin hankkimista ja kalan hyödyntämistä Tuorlan yksikön samana vuonna valmistuneessa biolaitoksessa silloisen poistokalastushankkeen aikana. Selvityksessä laskettiin biolaitoksen voivan vastaanottaa 80–90 tonnia hapotettavaa kalaa vuodessa. (Saarinen 2012.) Kalan hyödyntämiseksi olisi biokaasulaitoksen pitänyt hankkia erillinen hygienisointiyksikkö sekä kalan varastointia varten hapotussäiliö kalatalous- ja ympäristöopiston rantaan, josta on 15 kilometriin matka Tuorlan biokaasulaitokseen. Lisääntynyt kalan vastaanotto rannassa olisi lisäksi vaatinut uuden laiturin rakentamista, sekä maapohjan vahvistamista ja asfaltointia hapotuskontin sijoitusta varten.

Tarvittavien investointien kokonaiskustannuksiksi arvioitiin 156 000 euroa, joihin olisi saanut 90 prosentin investointituen, kun ranta olisi muutettu viralliseksi kalasatamaksi. Omarahoituksen osuudeksi olisi siten jäänyt 18 000 euroa. Odotettu tukiraha oli kuitenkin sidottu poistokalastustuen muuttumiseen pysyväksi järjestelmäksi, mikä ei toteutunut. (Saarinen 2012, Saarinen, keskustelu 12.2.2019). Investoinnit jäivät pientä hapotuskonttia lukuun ottamatta tekemättä.

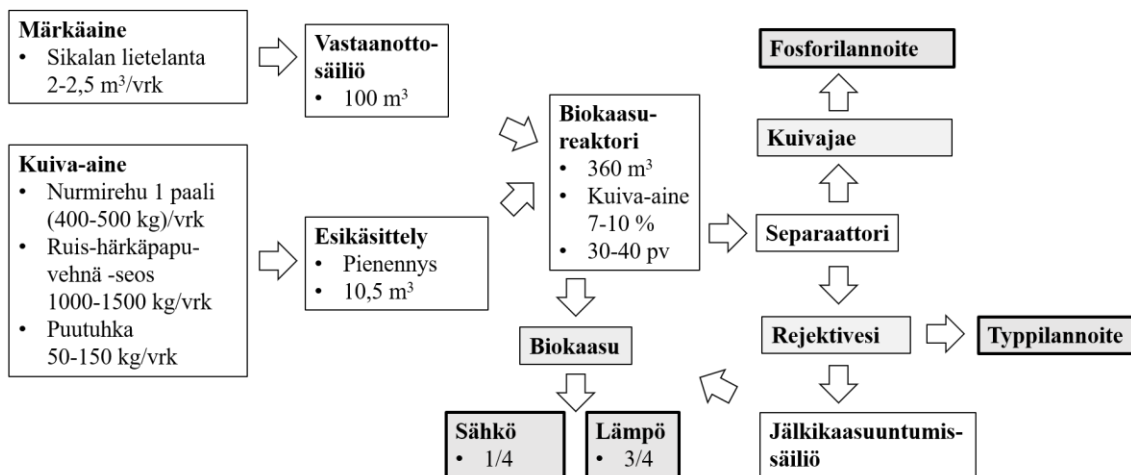
Livian Tuorlan biokaasulaitos tuottaa omaan käyttöön sähköä ja lämpöä. Reaktori-tyyppi on jatkuvasyötteinen märkäprosessi, joka on toiminnassa ympäri vuoden. Biolaitokseen syötetään oppilaitoksen sikalasta 80 emakon ja porsaan lietalanta sekä prosessin tehostamiseksi biomassaa. Biomassana käytetään karjan ravinnoksi kelpaamattomia re-

¹⁶ Paraisilla Kalatalous- ja ympäristöopisto, Paimiossa ja Tuorlassa Maaseutuopistot sekä Kaarinassa Sosiaali- ja terveysopisto.

hupaaleja sekä oppilaitoksella viljeltyä ruis–härkäpapu–vehnä-seosta. Satunnaisesti käytetään myös muita viljelyn sivutuotteita ja oppilaitoksen pyydystämien kalojen perkeitä, jotka eivät vaadi hygienisointia kuten ulkopuolisten tahojen toimittamat kalat. Prosessiin lisätään myös oppilaitoksen sekä Paimion Lämpökeskus Oy:n hakevoimaloiden puutuhkaa, joka auttaa nostamaan biomassan lämpötilaa. Samalla saadaan kierrätettyä tuhkan sisältämät ravinteet.

Biolaitos vastaanottaa ilmaiseksi maanviljelijöiden ylijäämähupaaleja sekä pikaruokaravintoloiden kasvipohjaisia paistoöljyjä. Öljystä valmistetaan pienimuotoisesti biopolttoöljyä koulun ajoneuvoihin, ja valmistusprosessista jäljelle jäänyt glyseroli voidaan hyödyntää biokaasuntuotannon tehostajana.

Bioreaktoriin syötetään vuorokaudessa 2–2,5 m³ lietelantaa, johon lisätään enintään 10 prosenttia hienonnettuja kuiva-aineita, jotta massa pysyy sekoituskelpoisena. Eri kuiva-aineita kuluu vuorokaudessa yhteensä 1450–2150 kg. Bioreaktorin lämpötila on tasainen 37–40 °C, jossa massan viipymäaika on 30–40 vrk. Koska reaktori suunniteltiin mahdollisimman tehokkaaksi, muotoutui läpimenoajasta pitkä. Tehokkuudesta olisi voinut tinkiä, koska pitkä prosessi kuluttaa vastaavasti enemmän energiaa, ja lyhyempää prosessia olisi helpompi hallita. Livian biokaasulaitoksen prosessi on esitetty kuviossa 9.



Kuvio 9 Livian biokaasulaitoksen prosessikuvaus

Prosessin aikana muodostuva biokaasu muutetaan kaasupolttimessa sähköksi ja lämpöenergiaksi. Lisäksi lietteestä separoidaan kuiva-aineet ja vesi erilleen.¹⁷ Kuivajae sisältää paljon fosforia ja¹⁸ rejektivesi paljon typpeä, ja ne voidaan levittää sellaisenaan maanparanteeksi pelloille koska niistä ei aiheudu hajuhaittoja. Kuivajaetta kertyy vuodessa noin 150–300 tonnia ja rejektivettä noin 2000 m³. Nykyisessä kuivajakeessa on fosforia

¹⁷ mädätysjätteestä erotettu kuiva-aine

¹⁸ mädätysjätteestä erotettu neste

2 kiloa tonnissa eli vuosituotto on noin 600 kiloa. Rejektivedessä on typpeä vastaavasti 1,9 kg tonnissa eli vuodessa saadaan noin 3 800 kg typpilannoitetta.

Livian yhtenä opetuksellisenä tavoitteena on ekologisten toimintatapojen esilletuominen maataloudessa. Siksi oppilaitos on kiinnostunut olemaan mukana kestävän kehityksen hankkeissa omien resurssiensa puitteissa. Varsinaisen energiantuotannon voimakas kehittäminen irrallaan opetustarkoituksesta ei siten ole heidän kannaltaan tarkoituksenmukaista.

7.6 Case Qvidja

Qvidja on Paraisilla sijaitseva kokeellinen maatila, joka pyrkii kehittämään keinoja luoda päästötön ruoantuotantoprosessi sekä omavarainen uusiutuvan energiantuotanto. Tilan yritystoimintaa pyörittää kaksi yritystä: Qvidja Kraft Ab keskittyy puu- ja biokaasuntuotantoon ja Qvidja Gård maatalouteen. (Qvidja 2019.) Tässä tutkimuksessa yrityksistä käytetään selvyiden vuoksi pelkkää Qvidja-nimeä.

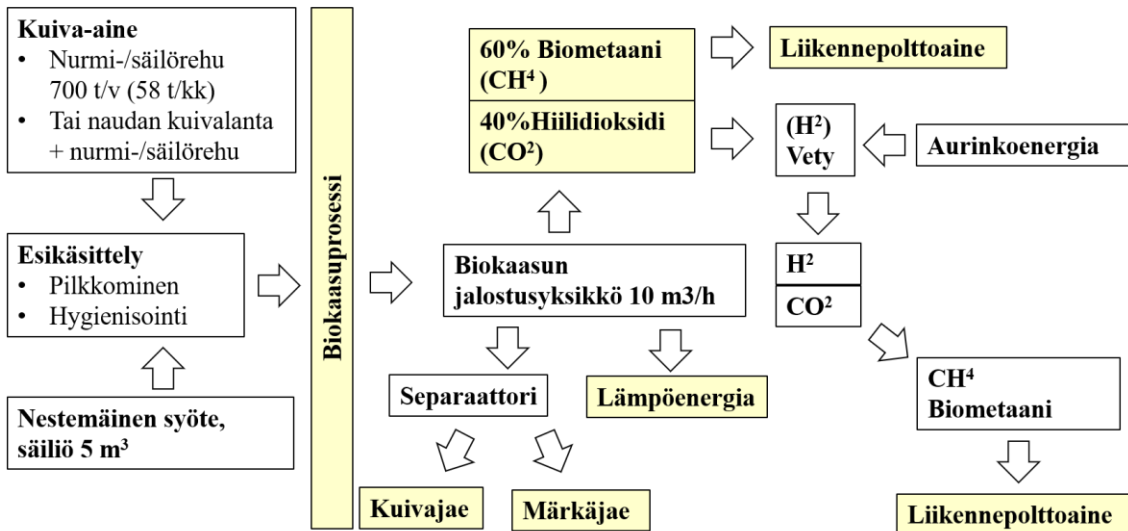
Qvidjan kartanon arvoina on kierrättämisen lisäksi ympäristönsuojelu. Sen omistajat ovat vuonna 2008 perustaneet BSAG (Baltic Sea Action Group) eli Elävä Itämeri -säätiön, jonka tavoitteena on Itämeren ekologisen tasapainon palauttaminen. Siihen pyritään edistämällä yhteistyötä eri Itämeren toimijoiden välillä, saattamalla yhteen tieteen tekijöitä ja päättäjiä sekä löytämään ja toteuttamaan ratkaisuja Itämeren ravinneongelman ratkaisemiseksi. (BSAG 2018.) Kalat kiertävät tehokkaasti -hankkeen tavoitteet Saaristomeren ravinteiden vähentämiseksi ja vähempiarvoisten kalojen kierrättämiseksi bioenergiaksi sopivat hyvin Qvidjan toimenkuvaan.

Kokeellisen maatalon toiminnan keskiössä ovat luonnon moninaisuuden vaaliminen ja ravinnekierto, joka auttaa sitomaan hiiltä takaisin maaperään. Tavoitteena on maatila, jossa ravinteet kiertävät, raaka-aineet hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja toiminta on energiatehokasta. Siksi tuotettu biokaasu muunnetaan metaaniksi aurinkokennoenergian ja vedyn avulla, mikä mahdollistaa energian varastoinnin. Qvidjan biolaitoksen toimintaprosessi on esitetty kuviossa 10.

Tutkimusta ja biolaitoksen käyttöönottoa hidasti laitetoimittaja BioGTS Oy:n konkurssi syksyllä 2018 (Yle 9.10.2018). Qvidjan kesällä 2019 käynnistyvän biokaasulaitoksen tarkoituksena on käsitellä pääasiallisina syötteinä maatalouden sivutuotteita tuottaen niistä biokaasua ja biometaania ja hyödyntää se omaan käyttöön tulevana lämpönä sekä myytävänä liikennepolttoaineena.

Biokaasulaitos on uuden teknologian jatkuvatoiminen, kuivamädätykseen perustuva konttimallinen biokaasureaktori, jossa voi käsitellä samaan aikaan sekä uutta että vanhaa biomateriaalia. Bioprosessiin syötetään biomassaa reaktorin yhdestä päästä, materiaalin kulkiessa tulppavirtauksena koko vaakamallisen reaktorin läpi, jolloin reaktorin toisesta

päästä saadaan valmiit tuotteet. Laitoksessa voidaan käsitellä perinteisiä prosesseja korkeampia noin 25–35 % kuiva-ainepitoisuuksiksi, jotka tuottavat korkeamman energiatehokkuuden. Biolaitoksessa on myös valmiina hygienisointiyksikkö, joten se pystyy heti käynnistyttyään hyödyntämään energiantuotannossa kuumennuskäsittelyä vaativaa kaalia.



Kuvio 10 Quidjan biokaasulaitoksen prosessikuvaus

Biokaasun jalostuksessa syntyy biometaanin lisäksi hiilidioksidia, josta saadaan biometaania lisäämällä siihen vetyä. Energia tähän prosessiin saadaan aurinkopaneeleista. Näin bioenergia pystytään muuntamaan 98 prosenttisesti metaaniksi, mikä ei tavallisessa biovoimalassa ole mahdollista. Lisäksi energiantuotannosta yli jäänyt mädätysjäte separoidaan kuiva- ja märkäjakeeksi, jotka voidaan levittää pellolle lannoitteeksi.

8 VÄHEMPIARVOISEN KALAN PYYNIN VAIKUTUKSET

8.1 Pyyntiin vaikuttavat tekijät

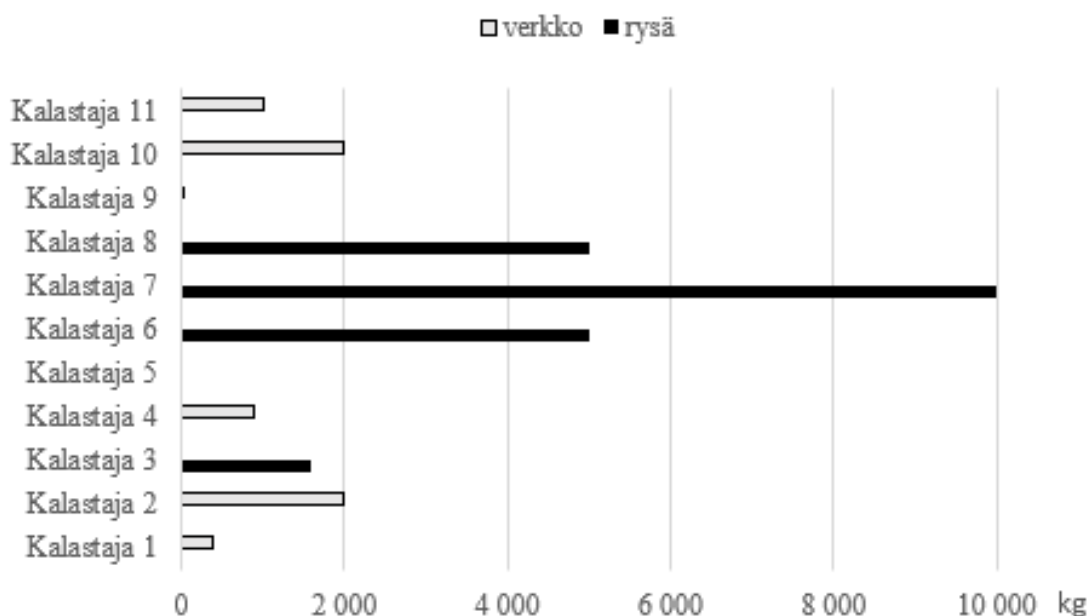
Tutkimuksessa haluttiin tietää paljonko vähempiarvoista kalaa voisi olla saatavilla Qvid-jaa ja Livian Kala- ja ympäristöopistoa ympäröivillä vesialueilla. Haastattelujen perusteella Saaristomeren kalastus näyttäisi olevan murroksessa. Ilmastomuutoksen takia kalastuskesonkien aloitus- ja lopetusajat vaihtelevat jopa kuukausilla jäätilanteesta ja vesien lämpötilasta riippuen. Arvokalasaaliita vähentävät myös Saaristomerelle siirtynyt hyljekanta sekä runsastuneet vähempiarvoiset kalakannat, joista etenkin pientä lahnua ja ahventa on paikoitellen hyvin paljon haitaten selvästi kalastusta. Hylkeiden tulo alueelle vaikuttaa myös kalojen käyttäytymiseen autioittaen perinteisiä kalastuspaikkoja sekä aiheuttaen tappioita syömällä kaloja suoraan pyydyksestä.

Tapahtuneet muutokset heikentävät kalastusajankohtien suunnittelua, ja ennakoimisen vaikeus ei kannusta kalastusyrittämiseen, kun varma tulo on vain muutamalta kuukaudelta keväisin. Ympärivuotinen kotimainen kalastus ei haastatteluaineiston perusteella enää kannata pääelinkeinona, ja useimmilla kalastajilla onkin jokin toinen lisäansio. Tästä voisi päätellä, että kannattava ammattikalastus on muuttunut keväisin tapahtuvaksi sivuelinkeinoksi normaalin palkkatyön tai yrittämisen rinnalle.

Syksyn kalastuskesonkin lyhyiden vuoksi ei monella kalastajalla ollut antaa arvioita syyskauden vähempiarvoisista saalismääristä, joten vähempiarvoisen kalan saalismäärät perustuvat kevätpyyntin sivusaalismääriin. Tarkkoja tietoja saalismääristä pystyivät antamaan vain yhteisen kalastusyhtiön perustaneet, Airiston merialueella toimivat rysäkalastajat numero 6 ja 8. He ovat mukana John Nurmisen säätiön Lähikalahankkeessa pyytäen lahnua ja muuta vähempiarvoista kalaa touko- ja kesäkuussa. Heidän yhteinen saalismääränsä kahdelta kuukaudelta vuonna 2018 oli ollut 10 tonnia. Muut rysäkalastajat arvioivat saalismäärän lähinnä rysän kapasiteetin sekä rysiin sivusaaliina uineen kalan määrän mukaan. Joskus rysissä vähempiarvoisia kaloja voi olla niin paljon, että niitä on haavittava takaisin mereen ennen rysän nostamista, koska yli 500 kilon määrää ei pystyisi nostamaan ylös.

Myös verkkokalastajien saalismääristä saatiin vain arvioita, koska sivusaaliita ei punnita vaan kalat irrotetaan verkosta ja päästetään takaisin mereen. Osa kalastajista kertoi vievänsä pyydyksiin tulleet kalat merikotkien ruuaksi, koska ne pitävät merimetsot loitolla. Arviodut määrät vaihtelevat 0–10 000 kilon välillä kalastajan pyyntivälineestä ja kalastusaktiivisuudesta riippuen. Kuviossa 11 on esitetty arviodut kevään saalismäärät kalastajittain. Tarkemmat määrät saisi tietoon vain keskittymällä vähempiarvoisen kalan pyydystämiseen.

Se joka väittää tietävänsä [vähempiarvoisten kalojen] määrät valehtelee. Mutta luulen että kokonaissalis on vuodessa varmaan pari tonnia pelkätään sivusaaliina. (Kalastaja 11)



Kuvio 11 Kevään arvioidut vähempiarvoisen kalan saalismäärät pyyntivälineittäin

Vähempiarvoisten kalojen esiintyvyys vaihteli alueittain, kaikkien haastateltujen kalavesiltä niitä ei löytynyt. Airistolla lahnoja on kalastajien 6 ja 8 mukaan hyvin paljon, arviolta satoja tonneja. Myös Paimionselältä on tullut rysään sivusaaliina paljon lahnaa. Kalastaja 5 tiesi kertoa, että myös Qvidjan vesialueilla lahnaa olisi paljon. Toisaalta verkkokalastaja 9:n kokemuksen mukaan hänen käyttämiltä kalavesiltä ei löydy kuin satunnaisia kaloja. Saalismääriin näytti vaikuttavan kalojen esiintyvyyden ja vuosivaihteluiden lisäksi myös kalastusaktiivisuus, pyyntivälineiden laatu ja määrä.

Se [määrä] vaihtelee joka kevät. Tänä vuonna [oli] ensimmäinen kaaos, paukahti neljä ¹⁹pannullista eli puoltoista tonnia tavaraa, josta kolme pannua pientä ja yksi isoa. (Kalastaja 6)

Sieltä ei tätä ns. roskakalaa tule, eilen tuli kolme. – – Ja meidän Pullero kissa kyllä hoitaa ne mielellään. (Kalastaja 9)

¹⁹ tarkoittaa rysää

Mulla oli kaks ²⁰hylje push-uppia kolme kuukautta, huhti-touko-kesä, niin 1600 kg oli tän kevään saalis. Pelkkää lahnaa – – Vaikka kalastan syvältä 8–10 metrissä, tuli ihan sivusaaliina. Vuonna 2014 tuli viis tonnia kevätkauden aikana ja ne meni kaikki takaisin mereen. Joutusin kaksi kertaa päivässä tyhjentämään rysät. Tätä ei voi pitää vakiona, vuosivaihtelut kalastuksessa on valtavat. Riippuu paljon siitä kuinka paljon satsaa, esimerkiksi verkkopyynnissä kuinka paljon on verkkoja, paljonko jaksaa töitä tehdä. (Kalastaja 3)

Tutkimuksessa tuli esille myös muita vähempiarvoisten kalojen pyyntiin vaikuttavia tekijöitä. Verkkokalastajat tiedostivat, että vähempiarvoisten kalojen kalastus vaatisi siirtymistä rysäkalastukseen riittävien saalismäärien takaamiseksi sekä kalastuksen helpottamiseksi. Osalle rysäkalastus oli vierasta ja vaatisi opettelua sekä pyyntivälineiden varastointitiloja. Suuret kertasaaliit vaatisivat asianmukaiset työvälineet sekä tilat kalojen käsittelyä varten. Investointeja kuitenkin arasteltiin koska ei ole varmuutta niiden kannattavuudesta ja rysiä olisi vaikea saada myytyä eteenpäin hankkeen loputtua. Ehdotettu rysin vuokraustoiminta vaatisi oman yrittäjän tai organisaation, joka ylläpitäisi toimintaa. Koska yhden rysän hinta voi olla muutama tuhat euroa, olisivat vuokraustoiminnan investointikustannukset korkeat. Toiminta luultavasti tarvitsisi tukea ollakseen kannattavaa.

Nykyisillä rysäkalastajilla olisi tarvittavat välineet ja osaaminen jo valmiina, sekä osalla myös halukkuutta lisätä tarvittaessa kapasiteettia. Aineiston perusteella vaikuttaa siltä, että vähempiarvoisten kalojen suurimittainen kalastus pitäisi ainakin aluksi keskittää nykyisille rysäkalastajille. He toimivat isoilla merialueilla Airistolla ja Paimionlahdella, joissa vähempiarvoista kalaa näyttäisi olevan erityisen paljon.

8.2 Pyynnin sosioekonomiset vaikutukset

Tutkimuksessa haluttiin selvittää auttaisiko vähempiarvoisen kalan pyytämisen parantamaan Saariston kalastajien toimeentuloa. Kaikki haastatellut olivat periaatteessa kiinnostuneita osallistuman vähempiarvoisten kalojen kalastukseen, mutta tietyin ehdoin. Kalastuksen olisi oltava etenkin taloudellisesti kannattavaa eli maksettavan korvauksen olisi oltava riittävä toiminnasta aiheutuvien kulujen ja mahdollisten investointien kattamiseen. Pääsääntöisesti kalastajat toivoivat myös, että suuremmat vähempiarvoiset kalat voisi

²⁰ Hylkeen kestävä PushUp-rysä, joka saadaan nousemaan ylös pumppaamalla ilmaa rysässä oleviin kelluketyynyihin.

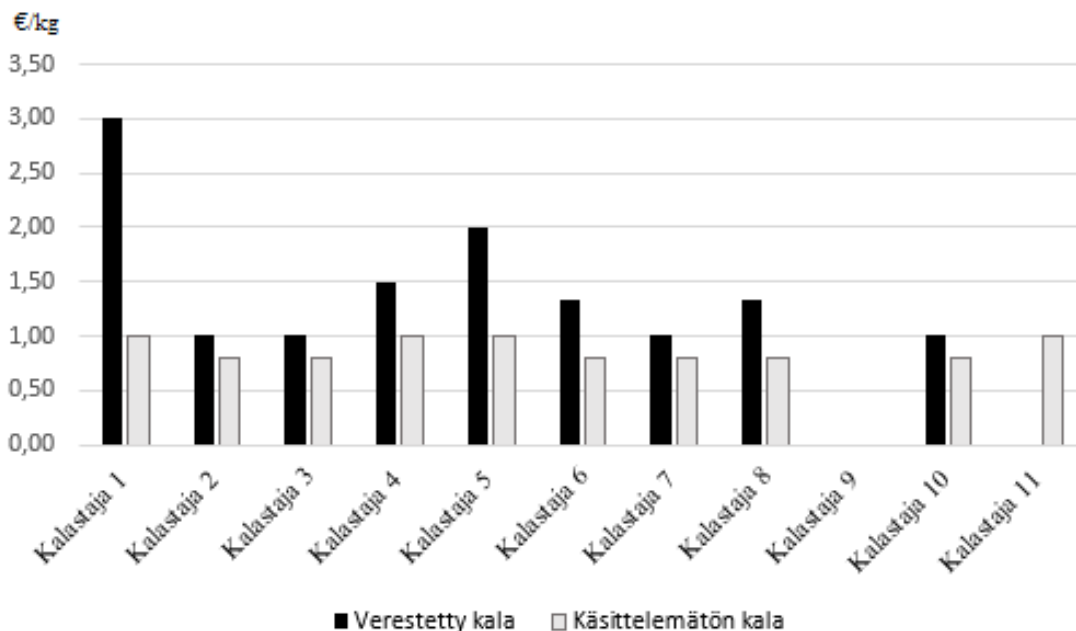
hyödyntää ensisijaisesti ruuaksi ja pienet voisi käyttää biokaasuntuotantoon ja maanparannukseen. Yleisesti oltiinkin sitä mieltä, että pieni ahven ja lahna pitäisi saada pois merestä haittaamasta avokalan pyyntiä.

Pieni on ongelma, menkööt vaikka polttoon, on silloin hyötykäytössä.

(Kalastaja 6)

Kalastajat 2, 6 ja 11 pitivät vähempiarvoisen kalan hyödyntämistä hyvänä erityisesti koska se mahdollistaisi pyyntitapojen ja kalalajien vaihtelun sen mukaan, miten kalat liikkuvat. Kun perinteistä arvokalaa ei verkoilla enää tulisi, voisi jatkaa muiden kalojen kalastusta rysillä. Sekakalastaminen parantaisi täten ansioita, olettaen että pyydetystä kalasta maksettaisiin korvaus.

Toivehinta biokaasun materiaaliksi sopivalle käsittelemättömälle kalalle vaihteli 0,8 – 1 euron välillä. Elintarviketeollisuuteen hyväksyttävän käsitellyn kalan toivehinnoissa oli enemmän hajontaa, korkeimmillaan se oli kolmen euroa ja pienimmillään euron kilo. Kalastaja 9 ei osannut määritellä sopivaa hintaa, koska hänen sivusaalismääränsä ovat niin pienet, ettei sen kalastaminen kannattaisi lainkaan. Korkeampia hintatoiveita oli etenkin verkkokalastajilla, joilla saaliin käsittely vaatii enemmän vaivaa koska verkoilla on käytävä päivittäin ja kalojen irrottamiseen kuluu aikaa. Myös saaliiden määrät ovat suhteessa pienempiä kuin rysäkalastuksessa. Kalastajien esittämät hintatoiveet on esitetty kuviossa 12.



Kuvio 12 Vähempiarvoisen kalan kilohintatoiveet

Kalastajat 6 ja 8 pitivät hyvinä John Nurmisen säätiön Lähikalahankkeessa maksettuja korvauksia. Hankkeessa mukana oleville kalastajille maksetaan kaikesta pyydystetystä vähempiarvoisesta kalasta fosforinpoistopalkkiona ²¹0,53 euroa kilolta. Lisäksi Säskylässä oleva sopimuskalatukku Kolvaan kala Oy maksaa elintarvikkeeksi menevästä yli 600 g kokoisesta lahnasta 0,8 €/kg. Ruuaksi menevän kalan kokonaiskilohinnaksi muodostuu silloin 1,33 euroa. Pienen elintarvikkeeksi kelpaamattoman kalan hinnaksi voisi riittää 0,5-0,8 euron veroton kilohinta, jos samaan aikaan voisi kalastaa arvokaloja, joista kalastajan varsinainen elanto koostuu, kuten kalastaja 11 toteaa:

Lähikalahankkeessa ei saanut muuta kalaa pyytää samaan aikaan niin jäin pois sen takia. Harvalla on infraa keskittyä kalastamaan pelkästään vähempiarvoista kalaa. Kuha, ahven ja muut kalat, siitä se leipä tulee.

Isommille ruokakalaksi kelpaaville lahnoille on muodostunut jo arvo neljä vuotta kestäneen kalapihvien valmistuksen ja vakiintuneen kysynnän myötä. Isolle lahnalle olisi jopa enemmän kysyntää kuin pystytään vuosittaisen 10–15 kalastajan voimin toimittamaan, koska kategoriatasolla Saaristolaispihvi on K-kaupan yksi myydyimmistä tuotteista kiinnostaen kuluttajia etenkin kotimaisuuden vuoksi (Mäki, esitelmä 12.2.2019). Saman on huomannut kalastaja 6:

Meillä ei ole vähäarvoisia kaloja, meillä on ainoastaan pihvi- ja filekaloja. Arvo on noussut siitä kun alettiin lahnaa pyytää. – – Tässä on se ongelma, että meillä ei ole raaka-ainetta riittävästi, se Pirkka pihvikin, se loppuu joka vuosi.

Lähikalahankkeen kalastajaa kuitenkin huolesttaa millaiseksi isomman kalan pyyntihinta lopulta muodostuu hankkeen loputtua, eli kannattaako sen kalastaminen enää ilman fosforinpoistotukea. Tulot laskevat joka tapauksessa, kun pienestä kalasta, jota on voinut olla jopa $\frac{3}{4}$ saalismäärästä, ei saa enää lainkaan korvausta vuoden 2019 jälkeen.

Tässä on jännä tilanne, että kun säätiö lähtee tästä pois, että mitä tapahtuu. Apetit sitä [kalaa] odottaa, mutta onkohan nekään ajatelleet sitä asiaa yhtään, että mikä tän homman nimi on – – kun kalastaja sanoo että me tarvitaan sen verran rahaa ja toinen alkaa nostaa massan hintaa, että mitä sille sitten tapahtuu. Toivotaan että se jatkuis kun se on kerran rakennettu se systeemi. – – Tavaralla on ihan selkeesti osoite ja menekkiä on, se on todettu. (Kalastaja 6)

²¹ Hinnat on ilmoitettu verottomina.

Kalasaaliista saattaa jopa suurin osa olla vähempiarvoista kalaa, joilla ei ole kaupallista merkitystä. Niiden palauttaminen takaisin mereen aiheuttaa lisätyötä ja kustannuksia hukattuna työaikana sekä menetettyinä arvokalasaaliina. Jos myös vähempiarvoisen kalan pyytämisestä saisi rahaa, auttaisi se kalastajia taloudellisesti. Samalla saataisiin poistettua runsaslukuista vähempiarvoista kalaa merestä, jolloin arvokalakannat elpyisivät parantaen ammattikalastajien toimeentuloa saaliiden suurentuessa.

Vähempiarvoisen kalan pyytäminen kannattaisi etenkin suurina määrinä, jos samalla saa pyydystää arvokalaa, joka on varsinainen tulonlähde. Verkko- ja rysäpyyntiä vaihtelemalla parannettaisiin elinkeinon kannattavuutta, jos kaikesta pyydystetystä kalasta saisi korvauksen.

Taulukko 4 Esimerkkilaskelmia yhden rysän tuotoista tyhjennyskerroittain

Rysä á 500 kg	0,53 €/kg energiakala	0,80 €/kg ruokalahna
5 x 500 kg = 2 500 kg	1 325 €	2 000 €
10 x 500 kg = 5 000 kg	2 650	4 000
15 x 500 kg = 7 500 kg	3 975 €	6 000 €
20 x 500 kg = 10 000 kg	5 300 €	8 000 €

Esimerkkilaskelmassa taulukossa 4 on laskettu yhden rysän oletettu tuotto noin kolmelta kuukaudelta, jos tyhjennyskertoja on kerran viikossa, ja joka kerralla rysässä on 500 kg vähempiarvoista kalaa. Koska yhden rysän kapasiteetti on noin 500 kiloa, lisäämällä rysien määrää voidaan kasvattaa kalasaaliita ja tuloja. Myös biokaasun raaka-aineeksi menevän energiakalan pyytäminen kannattaa, koska sitä ei tarvitse käsitellä, mikä vähentää työmäärää.

Lahnamassan kasvaneen kysynnän myötä markkinoille on Kolvaan kala Oy:n ja Appetitin lisäksi tullut muitakin kiinnostuneita toimijoita, mikä on tuonut mukanaan tervettä kilpailua (Mäki, esitelmä 12.2.2019). Näin myös muille kuin Lähikalahankkeeseen osallistuville on tarjoutunut mahdollisuus myydä lahnasaaliita kalamassan raaka-aineeksi.

Kalastus näyttäytyy aineiston perusteella hyvin kausiluontoiselta rajautuneen muutama erittäin hyvään kevätkuukauteen, muina aikoina saaliin saamiseen kohdistuu paljon epävarmuuksia. Kalastajien toimeentuloon vaikuttaa etenkin kaloista maksettava kilohinta ja saalismäärä. Määrät taas riippuvat käytössä olevista pyydyksistä ja niiden lukumääristä, käytetystä työajasta sekä kalavesillä liikkuvista kalalajeista. Lisäksi keskittämällä kalastus vain parhaisiin kuukausiin voidaan maksimoida kalastuksesta saatava hyöty käyttäen muu aika vuodesta tuotavampiin ansaintakeinoin.

Tulotasoa heikentäviä seikkoja näyttäisivät olevan verkkokalastuksen pieni kapasiteetti ja suuri työmäärä verrattuna rysäkalastukseen, kalojen perinteisten esiintymispaikkojen autioituminen ja arvokalasaaliiden pieneneminen sekä hylkeiden että ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Muuttuneesta tilanteesta kärsivät erityisesti ne, jotka ovat tottuneet saamaan toimeentulonsa pelkästä kalastuksesta. Usein heillä ei ole resursseja tai osaamista mukautua muuttuneisiin olosuhteisiin. He voivat myös kokea ristiriitaisuutta kalastajille asetettujen odotusten ja todellisuuden välillä, eivätkä koe pystyvänsä vaikuttamaan riittävästi kalastajien etujen ajamiseen. Taulukkoon 5 on listattu vähempiarvoisen kalan pyydystämiseen vaikuttavia tekijöitä.

Taulukko 5 Vähempiarvoisen kalan pyytämiseen vaikuttavia tekijöitä

Edistäviä seikkoja	Haittaavia seikkoja
Kysyntä ja markkinat	Pienen kalan kysynnän puute
Vähempiarvoisten kalojen runsaus	Alhainen kilohinta suhteessa kuluihin
Riittävä korvaus suhteessa kuluihin	Arvokalan samanaikainen pyyntikielto
Kaikesta pyydetystä kalasta saa maksun	Kalakantojen pienuus kalastusalueella
Rysäkalastus ja sen osaaminen	Pieni kalastuskapasiteetti
Investoinnit ja kapasiteetin lisäys	Rysien ja säilytystilan puute
Kalastuksen keskittäminen kevääseen	Rysäkalastusosaamisen puute
Yhteistoiminta ja innovointi	Investointien pelko
Muuntautumiskyky ja joustavuus	Ilmastonmuutos ja hylkeet
Mahdollisuuksiin tarttuminen	Mukautumattomuus uusiin olosuhteisiin
Yhteydet päättäviin tahoihin	Yksin yrittäminen
Muut ansiotulot	Kalakantojen vuosivaihtelut
Liiketoimintamainen ote kalastukseen	

Parhaimmin näyttävät pärjäävän ne kalastajat, jotka sopeutuvat uusiin olosuhteisiin sekä mahdollisuus lisätä kapasiteetteja tai kokeilla uusia aluevaltauksia ja tarttua avautuviin mahdollisuuksiin. Myös yritysmäinen ote kalastukseen, aktiivisuus, yhteistyö sekä yhteydet päättäviin tahoihin edistävät sekä omien että muiden kalastajien etuja.

8.3 Potentiaali biokaasun tuotannossa

Tutkimuksessa oli tarkoitus arvioida Livian ja Qvidjan biokaasulaitosten saamaa hyötyä vähempiarvoisten kalojen käytöstä. Koska laitokset eivät ole voineet vielä hyödyntää kaalaa prosesseissaan, on mahdollista lisäarvoa pyritty arvioimaan laitosten kapasiteettien ja energiahintojen avulla. Tulokset ovat vain suuntaa-antavia, koska vähempiarvoisen kalan tuomaa hyötyprosenttia ei ole selvitetty. Oletuksena on 10 prosentin lisäys kaasunmuodostukseen, mikä olisi linjassa nurmirehun tuoman tuotantolisäyksen kanssa. Koska tut-

kimuksessa selvisi, että vähempiarvoista kalaa olisi saatavilla vain lähinnä keväisin kolmen kuukauden ajan, ei tuotanto olisi välttämättä tasaista ympäri vuoden. Kevään runsaita saalismääriä voisi kuitenkin säilöä odottamaan tulevaa käyttöä.

Liviassa tuotetaan biokaasun lisäksi energiaa ²²hakevoimaloilla sekä vuonna 2018 asennetuilla aurinkopaneeleilla. Tuorlan maaseutuoppilaitoksessa uusiutuvan energian osuus kokonaisenergiantarpeesta on noin 27 prosenttia, josta biovoimala kattoi vuonna 2018 vain noin 6 prosenttia. Uusiutuvan energian tuottajana hakevoimala oli selvästi tehokkaampi. Taulukossa 6 on kuvattuna kooste Tuorlan energiankulutuksesta ja -tuotosta.

Taulukko 6 Tuorlan maaseutuopiston oma energiatuotanto ja kokonaiskulutus

	2017	2018	2018 % uusiutu- vista	2018 % kulutuk- sesta
Tuotanto biokaasuvoimala				
Sähkö/MWh	104	157	-	
Lämpö/MWh	252	229	-	
Yhteensä	356	386	23,6	6
Muu energiantuotanto				
Hakevoimala/MWh	1 092	1 243	76	21
Aurinkopaneelit/MWh		7	0,4	0
Uusiutuva energiantuotanto yht.	1 815	1 636	100	27
Energian kokonaiskulutus/MWh	6 259	6 019		100
Omavaraisuusaste %	29	27		

Biolaitoksen sähkön ja lämmön tuottomäärien vuosivaihtelut johtuvat lähinnä laitoksen toimintavarmuuden muutoksista. Laitoksen nykyinen hyötysuhde on keskimäärin 60 prosenttia, jota voidaan kuitenkin hetkellisesti parantaa lisäämällä prosessiin korkeaenergistä biomassaa kuten biopolttoöljyn tuotannossa syntyvää glyserolia. Vuorokaudessa laitos tuottaa keskimäärin 130 m³ biokaasua, joka vastaa laskennallisesti 130 litraa polttoöljyä. Jos vähempiarvoisen kalan tuoma tuotantolisäys olisi 10 prosenttia, tarkoittaisi se polttoöljyksi muutettuna 13 litran lisäystä päivässä. Kuukaudessa lisäys vastaisi 390 ja vuodessa 4680 litraa. Polttoöljyn litrahinnan ollessa verottomana noin 0,8 euroa, tekisi se vuositasolla 3 744 euron säästöä, olettaen että kalaa voidaan syöttää prosessiin tasaisesti ympäri vuoden.

²² Tuorlan ja Paimion hakevoimalat

Vastaavasti sähköksi muutettuna 10 prosentin tuoton nousu tarkoittaisi vuositasolla 39 MWh lisäystä. Maaliskuussa 2019 sähköenergian hinta yritykselle, jonka kulutus on yli 2 000 MWh oli siirtohintoineen noin 7,4 snt/kWh (Energiamarkkinavirasto 2019). Tällä hinnalla laskettuna vuodessa tulisi säästöä noin 2 886 euroa., olettaen että kalaa voidaan hyödyntää tasaisesti ympäri vuoden.

Kalan käyttö raaka-aineena vaatisi hygienisointiyksikön hankkimista kuiva-ainetta pilkkovan murskaimen yhteyteen tai nykyisen korvaamista laitteella, jossa on integroitu kuumennin. Vuonna 2012 tehdyn selvityksen mukaan hygienisointiyksikön hinnat olivat halvimmillaan 10 000 euroa (Saarinen 2012). Jotta investointi kannattaisi, pitäisi kalan hyödyntämisestä saatava energiaetu olla vähintään yhtä suuri kuin investoinnista aiheutuvat vuosittaiset poistot. Jos poistot tehdään 10 vuoden aikana, kustannus olisi 1000 euroa vuodessa. Verrattaessa mahdollisia tuottoja kuluihin, saataisiin vuodessa säästöä noin 2 000 euroa olettaen, että kalan käyttäminen toisi tasaisesti 10 prosenttia lisää tehoa joka kuukausi, eikä toiminnassa olisi taukoja. Hyötylaskelma on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7 Livian energiahyödyt tasaisella 10 % tehon nousulla laskettuna

Energiantuoton lisäys	Tuotot	Kulut
polttoöljyksi muutettuna 4680 l	3 744 euroa	
sähköksi muutettuna 39 MWh	2 886 euroa	
Poistot vuodessa		1 000 euroa
Mahdollinen säästö	1 886-2 744 euroa vuodessa	

Todennäköisesti kalaa olisi saatavilla kuitenkin vain kolmena kuukautena vuodessa, jolloin hyöty olisi 471–686 euroa vuodessa, mikä on alle poistoarvon. Lisäksi vain 39 MWh vuotuinen tehonlisäys 10 000 euron investoinnilla on kohtuuton verrattuna hakevoimalan 151 MWh tuoton nousuun vuonna 2018 ilman investointeja. Koulun rehtorin mukaan toiminta tulisi liian kalliiksi siitä saataviin mahdollisiin etuihin verrattuna, etenkin kun energiantuotanto ei ole koulun päätehtävä (Harkkila, keskustelu 22.1.2019). Näin kalan käyttäminen raaka-aineena Livian biokaasuvoimalassa ei ole perusteltua.

Qvidjan vielä käynnistymättömän biolaitoksen osalta mahdollisen energiahyödyn arvioiminen oli epävarmempaa, mutta jos särkikalojen energiantuotannon lisäys olisi saman suuruinen kuin nurmen tai säilörehun, mikä on Qvidjan laitoksen pääasiallinen syöte, se ei silloin toisi lisähyötyjä, vaan korvaisi osaksi nykyisen biomassan. Biomassana kalaa voidaan ottaa prosessiin enintään 10–15% kokonaismassasta, mikä tarkoittaisi vuodessa

70–105 tuhatta kiloa kalaa ja kuukaudessa 5 800–8 700 kg. Tämän kalamäärän hinta on noin 37 100–55 650 euroa vuodessa, kilohinnan ollessa 0,53 euroa.

Mikäli kalan tuoma energiahyöty on suurempi kuin 10 prosenttia, silloin toiminta tehostuisi. Laitoksen arvioitu keskimääräinen vuotuinen energiantuotto on 370 MWh, jolloin esimerkiksi tasainen 10 prosentin kaasuntuoton lisäys toisi 37 MWh enemmän energiaa. Sähköhinnoittelun mukaisella 7,4 snt/kWh hinnalla (Energiamarkkinavirasto 2019) laskettuna hyöty olisi 2 738 euroa vuodessa.

Lisähyötyä toisi prosessin mädätysjätteestä saatava typpi-, fosfori- ja kaliumlannoite. Biokaasulaskurin (MTT 2014) avulla laskettu biokaasuprosessin käsittelyjäännöksen sisältämät ravinteet vastaisivat noin 13 000 euron vuosittaista säästöä. Biokaasuntuoton lisäyksen ja lannoitteen tuomia oletettuja tuottoja sekä kalan hyödyntämisestä aiheutuvia kuluja on vertailtu taulukossa 8.

Taulukko 8 Qvidjan energiahyödyt tasaisella 10 % tehon nousulla laskettuna

	Tuotot	Kulut
Sähköenergia 39 MWh	2 738 euroa	
Lannoitetuotto	12 099,15 euroa	
Kalan hinta 0,53 €		37 100–55 650 euroa
	14 837,15 euroa	

Laskenta on tehty oletuksella, että kalaa voisi käyttää tasaisesti ympäri vuoden prosessin sallimalla 70–105 tuhannen kilon kalamäärällä, sekä että sen hyödyntäminen toisi 10 prosentin kaasuntuottolisäyksen. Päätelmänä on, että toiminta ei olisi kannattavaa, vaan se vaatisi kalan kilohinnasta riippuen tukea noin 22 000–41 000 euroa vuodessa kattaakseen vähempiarvoisen kalan käytöstä aiheutuvat kulut.

8.4 Toimitusketju ja varastointimahdollisuudet

Tutkimuksessa oli tarkoitus lisäksi selvittää vähempiarvoisen kalan²³ landauspaikat, jotta saatujen tietojen perusteella voidaan arvioida potentiaalisin kalan varastointipaikka, ottaen huomioon kalastusalueet ja biolaitoksen sijainnin. Kalastusalueet sijaitsevat Liviaa ja Qvidjaa ympäröivillä merialueilla rajautuen vasemmalla Airistoon ja oikealla Paimionlahteen. Koska suurimmalle osalle vähempiarvoisten kalojen pyydystys ei ollut tuttua, pohtivat kalastajat landausta ja kuljetusta nykytilanteensa ja arvokalan kalastuksen kautta.

Osalle sivusaalina tulleet vähempiarvoiset kalat olisi luontevinta landata omassa rannassa ja kuljettaa kalatukkuun arvokalojen mukana. Lähin kalatukku on Kalakauppa Fiskis Livian kalatalous- ja ympäristöopiston alueella, missä on myös tarkoitukseen sopiva

²³ satama, jossa kalastajat tuovat kalat maihin ja käsittelevät ne

laituri. Osa toivoi myös kalojen hakua omasta rannasta, johon he normaalisti landaavat, koska siellä on valmiina kaikki tarvittavat työvälineet.

Asianmukainen ranta täytyy olla, ei mikään pieni surkea laituri lepikossa, ei semmosesta tule mitään. Tässä lähialueen kalasataman puute näkyy koko ajan koska lähimmät ovat Särkänsalmi tai Nauvo, ne on niin kaukana. (Kalastaja 10)

Kalastajat 2 ja 3 olivat valmiita tekemään yhteistyötä toimittamalla kalat samaan satamaan Lemlahdensaareissa. Osa kalastajista voisi myös viedä pieniä määriä kaloja autolla suoraan Qvidjaan. mutta se toisi heille lisäkustannuksia. Kalastaja 2:n mukaan Qvidjassa on ranta sekä laituri, mutta se ei sovi landaukseen koska siellä ei ole tarvittavia välineitä. Qvidjan lähellä olevan Björnsundin sillan vieressä on kuitenkin vanha lossisatama, joka voisi ehkä sopia tarkoitukseen. Lähikalahankeessa mukana olevien Airistolla rysäkalastajien 6 ja 8 nykyiset lahnasaaliit haetaan autolla suoraan omasta rannasta Satavasta ja kuljetetaan Kolvaan kalaan Säkylään. Hakupalvelu on kalastajille ilmainen. Sama käytäntö sopisi heille myös biokaasuntuotantohankkeessa.

Kolvaan kala tulee hakemaan. on toimittanut pönttöjä ja jäitä. Ja jos keli näyttää siltä ja meillä on tavaraa rysässä, niin huomen aamulla tai ehdoilla tyhjennys. Ne [kalat] on meillä lautalla niin kauan kun auto tulee. (Kalastaja 6)

Rysäsaaliit voivat olla kerralla jopa toista tuhatta kiloa, joten niiden käsittelyssä tarvitaan asianmukaiset varusteet. Lähikalahankeessa olevat kalastajat 6 ja 8 ovat itse rakentaneet toimintaa helpottamaan ja nopeuttamaan ponttoonilautan, jolla kalan käsittely sekä siirto autoon käy helposti.

Meillä on sellanen iso lautta, 6 m pitkä ja 3 leviä, [siihen] rysät lasketaan ja nostetaan, meillä on tiinut siinä ja sellanen entinen Kaarinan kaupungin matonpesupaikan rosteriamme, siihen vaan haavin kanssa –se on sellanen silmämääräinen blokkaus, verestetään siinä samalla. –Kuorma-auto peruuttaa siihen ja se saa perälaudan laskettua suoraan lautalle ja siitä [tiinut] pumppukärryn kanssa kyytiin. (Kalastaja 6)

Annettujen kalastusalue- ja landaus tietojen perusteella laadittiin kartta, johon niiden lisäksi merkittiin Livian Tuorlan ja Paraisten yksiköt, kalakauppa Fiskis sekä Qvidja. Kaikkien muiden paitsi verkkokalastajien 1, 9 ja 10 kalastusalue tiedot puuttuvat. Kartasta saa myös yleiskuvan alueesta ja sen maantieteellisistä ulottuvuuksista. Landauspaikat sekä kalastusalueet on havainnollistettu kuviossa 13.



Kuvio 13 Kalastusalueet ja landauspaikat

Landauspaikoissa pitäisi kalojen varastointia varten olla hapotuskontti tai vaihtoehtoisesti kylmäsäilytystilat. Rannasta olisi myös järjestettävä hapotetulle kalamassalle tai kokonaisille kaloille kuljetukset biokaasulaitokseen. Arvioitu mahdollinen kalasaalis keväällä olisi 20 000–30 000 kiloa kolmessa kuukaudessa. Tämän saalismäärään varastointiin Liviassa oleva 1 m³ hapotuskontti on liian pien, koska sen kapasiteetti enintään 1000 kg kalaa.

Qvidjan biolaitos voisi kuukaudessa hyödyntää noin 5 800–12 500 kiloa kalaa, joten kontin tulisi olla vähintään 20 kuution kokoinen pystyäkseen ottamaan vastaan kevään 20–30 tonnin saalismäärän. Qvidjalla olisi kuitenkin kapasiteettia jopa 70–105 tonnin kalamäärän hyödyntämiseen vuodessa, joten hankittavan kontin tilavuutta pitäisi miettiä myös siltä kannalta.

Ison hapotuskontin hinta on vähintään 60 000 euroa, joten varastointi on järkevintä keskittää vain yhteen paikkaan. Vaihtoehtoisesti voisi harkita pakastuskontteja. Käytännössä kalojen pakastus ja jäisten kalojen lisääminen biokaasuprosessiin voi hidastaa toimintaa sekä lisätä käyttökustannuksia, koska jäiset kalat on pilkottava ja sen jälkeen kuumentettava 70 asteeseen. Tämän vuoksi kalan hapotus olisi käytännöllisempi varastointiratkaisu suuremmille kalamäärille.

Kun landaus keskitettäisiin yhteen satamaan, jossa on iso hapotuskontti, lisääntyisi sataman liikenne olennaisesti toiminnan myötä, jolloin laiturin ja varusteiden kapasiteetti pitäisi varmistaa tai tarvittaessa rakentaa uusi. Jos paikkaan voisi perustaa virallisen kalasataman, kustannuksia varten voisi saada tukea jopa 90 prosenttia. Arvioita kuluista ja tarvittavista investoinneista on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9 Toiminnasta aiheutuvien kustannusten arviointia

Käyttökustannukset	Kustannus
Kalan kilohinta 0,53 €/kg	
Kalamäärä 70 –105 tonnia	37 100–55 650 €/v
Varastointikustannukset	?
Kuljetuskustannukset	?
Investointikustannukset	
Hapotuskontti	60 000-100 000
Maaperän vahvistaminen	25 000
Sähköistys	?
Kylmäsäilytystilat	?
Landauslaituri	27 000

Suurimmat, noin 100 000 euron, investointikustannukset aiheutuisivat hapotuskontin hankkimisesta sekä asentamisesta. Lisäkustannuksia toisivat mahdollisen landauslaiturin rakentaminen. Kalan käyttökustannukset riippuvat kilohinnasta ja -määrästä, ollen 37 000

ja 55 650 euron välillä vuodessa. Muita muuttuvia kustannuksia olisivat hapotuskontin ja kylmäsäilytystilojen ylläpitokustannukset sekä kuljetusten hoitaminen biokaasulaitokselle. Kustannukset ovat vain suuntaa-antavia.

Arvioitaessa sopivinta varastointipaikkaa keskityttiin tarkastelemaan asiaa Qvidjan biokaasulaitoksen sijainnin ja rysäkalastajien landauspaikkojen perusteella. Potentiaalisimmat vähempiarvoisen kalan pyytäjät ovat saalismäärällisesti nykyiset rysäkalastajat, joilla on jo tarvittavat välineet ja rysäkalastusosaaminen. Heitä on Airistolla ja Paimionlahdella yhteensä neljä: kalastajat 3, 6, 7 ja 8. Lisäksi verkkokalastajalla 11 on tarvittaessa valmius rysäkalastukseen. Airiston ja Paimionlahden kalastajien landauspaikat sijaitsevat vastakkaisilla merialueilla maantieteellisesti kaukana toisistaan. Qvidjaan lähinnä ovat Paimionlahden kalastajat, ja siksi se puoli alueesta valittiin landaus- ja varastointisuunnittelun keskipisteeksi.

Paimionlahden kalastajilla 3 ja 7 on lyhyt matka vesitse Lemlahden satamaan sekä vanhaan lossisatamaan, joista on lyhyt kuljetusmatka maanteitse Qvidjaan. Lisäksi vaihtoehtona voisi olla Qvidjan laiturin varustaminen landaukseen sopivaksi, jolloin maantiekuljetusta ei käytännössä tarvita. Kalastaja 5:n tiedon mukaan etuna olisi myös se, että lahnaa olisi saatavilla runsaasti kotirannastakin, johon voisi palkata kalastajan sitä varten. Sitä vastoin ehdotettu Livian satama ei olisi saavutettavissa helposti muille kuin kalastajalle 11, joka voisi tarvittaessa landata myös lähelle Qvidjaa. Taulukossa 10 on vertailtu rysäkalastajille sopivien landauspaikkojen sijaintia suhteessa Qvidjan kartanoon.

Taulukko 10 Landauspaikkojen etäisyydet Qvidjaan

Landauspaikka	Saavutettavuus kalastajille	Maanteitse Qvidjaan	Landaus mahdollisuus	Etuja hapotuskontille
Satavan saari	6 ja 8	37 km	On	
Paimionlahti	7	31 km	On	
Lemlahden saari	3, 7	5 km	On	Landauspaikka
Qvidja	3, 7	0 km	Ei	Matka
Björnsundin lauttasatama	3, 7	1,5 km	?	Saavutettavuus
Livia	11	10 km	On	

Näiden tietojen perusteella hapotuskontin sijoituspaikaksi jäisi kolme varteenotettavaa vaihtoehtoa, jotka on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11 Hapotuskontin sijoitusvaihtoehdot

Paikka- vaihtoehdot	Matka	Edut	Haitat
Lemlahdensaaren ranta	5 km	•Saavutetavuus •Valmis landauspaikka	•Järjestettävä kuljetus •Tehtävä pohjustustyöt
Björnsundin lauttasatama	1,5 km	•Saavutettavuus	•Varustettava landauskelpoiseksi •Järjestettävä kuljetus •Tehtävä pohjustustyöt?
Qvidja	0 km	•Saavutettavuus •Ei vaadi kuljetusta	•Varustettava landauskelpoiseksi •Tehtävä pohjustustyöt?

Jokainen hapotuskontin ehdotettu sijoitusvaihtoehto vaatisi investointeja, joita varten täytyisi tehdä tarkempia selvityksiä. Paras sijaintipaikka riippuu ennen kaikkea käyttäjästä ja sen tarpeista sekä investointihaluudesta. Toimitusketjulle tuo haasteita kalastajien sijoittuminen vastakkaisille merialueille, jolloin kauimpana sijaitseville Airiston kalastajille pitäisi järjestää Satavan saareen erilliset kylmäsäilytystilat ja saaliille kuljetus maanteitse Qvidjaan. Kylmäsäilytys voitaisiin hoitaa samalla tavalla kuin Lähikalahankkeessa, missä kalastajille toimitetaan säilytysastioita ja jäitä satamaan sekä hoidetaan kuljetus täysille astioille sovittuna ajankohtana. Käytännössä haut tapahtuisivat noin kerran viikossa rysien noston yhteydessä.

8.5 Vaikutukset Itämeren ravinnekuormaan

Tutkimuksessa haluttiin vielä selvittää kuinka paljon ravinteita olisi toiminnan kautta mahdollista vähentää. Hyötykalastamalla vähempiarvoista kalaa parannettaisiin Saaristomeren tilaa ja pienennettäisiin vähempiarvoisten kalojen kantoja. Etenkin runsaslukuinen pieni lahna ja ahven ovat alueella ongelma, koska sille ei ole markkinoita kuten isolle elintarvikkeeksi kelpaavalle lahnalle.

Qvidjan biokaasulaitoksessa voitaisiin vuodessa hyödyntää biomateriaalin kokonaismassasta 10–15 prosenttia eli 70–105 tonnia kalana. Koska yhdessä tonnissa kalaa on keskimäärin 27 kg typpeä ja 8 kg fosforia (Mäkinen 2008), tällä määrällä laskettuna fosforia olisi mahdollista poistaa Saaristomereltä vuodessa maksimissaan 840 kiloa ja typpeä 2800 kiloa. Kalastajat pystyisivät aluksi kuitenkin kattamaan tästä kokonaismäärästä vain 20 000–30 000 kiloa. Se vastaisi enintään 240 kiloa fosforia ja 810 kiloa typpeä vuodessa. Taulukossa 12 on esitetty arviot toiminnan kautta poistettavista ravinnemääristä kalamäärittäin sekä suhteutettuna Suomen tavoitteisiin koko Itämeren osalta.

Taulukko 12 Fosforin ja typen arvioidut poistomäärät vuodessa

Kalan määrä/kg	Fosforia/kg	%-osuus	Typeä/kg	%-osuus
1000	8	0,005	27	0,002
20 000	160	0,11	540	0,05
30 000	240	0,16	810	0,07
70 000	560	0,37	1 890	0,16
105 000	840	0,7	2 800	0,2
525 000	4 200	3	14 175	1,2

Määrät ovat yhden laitoksen osalta pieniä verrattuna Suomelta vaadittuihin Itämeren ravinnepoistomääriin, 150 tonnia fosforia ja 1 200 tonnia typpeä, mutta paikallisesti vaikutus olisi suuri. Jos toiminta jatkuisi viisi vuotta täydellä teholla, kalaa tulisi yhteensä pyydystettyä viisisataa tonnia, joka poistaisi jopa 6 tonnia fosforia ja 20 tonnia typpeä Airistolta ja Paimionlahdelta. Tämä vastaisi jo 3 prosenttia vaaditusta Itämeren fosforinpoistomäärästä Suomen osalta.

Nämä luonnosta saatavat ravinteet voitaisiin kierrättää Saaristomerestä Qvidjan pelloille kemiallisten ravinteiden sijasta. Biokaasulaskurin (MTT 2014) avulla arvioituna laitos tuottaisi vuodessa maksimisyötteillä laskettuna fosforia, typpeä ja kaliumia reilun 13 000 euron edestä, jos syötteessä käytetään kalaa, ja noin 9 000 euroa ilma sitä. Arviot ravinneistä voivat todellisuudessa muuttua tästä vielä paljonkin, koska laskuri on rakennettu märkäprosessisyötteiden arvioimiseen, eikä välttämättä huomio kuivaproessin eroja. Sinänsä raaka-aineiden sisältämät ravinnepitoisuudet pysyvät muuttumattomina läpi koko biokaasuprosessin, joten eroja ei käytännössä pitäisi olla. Biolaskurin mukaan laskettu ravinteiden lisäarvo, reilu 3 000 euroa, on suurin piirtein saman suuruinen kuin energiasta saatava arvioitu lisähyöty. Biokaasulaskuriraportti, Liite 5, on nähtävillä Liitteet-osiossa. Mäkisen (2008) arvioiminen kalan ravinnepitoisuuksien mukaan laskettuna vuosihyöty maksimisyötteillä olisi pelkästään fosforin ja typen osalta noin 4 700 euroa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Tulokset ja aiempi kirjallisuus

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli selvittää olisiko vähempiarvoisen kalan hyödyntäminen Livian ja Qvidjan biokaasulaitoksissa kannattavaa. Asiaa lähestyttiin erilaisilla alakysymyksillä, joista ensimmäisenä haluttiin tietää *mitkä ovat vähempiarvoisen kalan pyyntiedellytykset Liviaa ja Qvidjaa ympäröivillä merialueilla*. Vähempiarvoisten kalojen pyyntimahdollisuudet ovat kalastajien arvioimien kalamäärien perusteella hyvät, ja etenkin lahnaa olisi Airstolla ja Paimionlahdella useita satoja tonneja. Sen suuri esiintyvyys alueella on linjassa Mäkisen (2008) ja Setälän (2011) havaintojen kanssa, että Saaristomeren sivusaaliista jopa 90 prosenttia on lahnaa. Havainnot runsaista vähempiarvoisten kalojen määristä alueilla saavat tukea myös Salmen ja Kipinä-Salokanteleen (2010) tutkimuksesta, jossa todetaan Aurajoen ja Paimionjoen tuovan runsaasti ravinteita alueille, sekä Sarvilinnan ja Sammalkorven (2010) päätelmistä että runsasravinteisuus suosii vähempiarvoisia kalalajeja arvokalakantojen kustannuksella.

Kalastuksen sesonkimaisuuden aiheuttamat tarjontavaihtelut olivat odotettavissa, mutta saaliiden ja kalastuksen kannattavuuden painottuminen lähes pelkästään keväälle oli uusi yllättävä havainto. Parhaaksi kalastusajaksi arvioitiinkin huhtikuusta juhannukseen kestävä ajanjakso. Kannattavuutta ovat tutkimuksen mukaan vähentäneet arvokala-saaliiden pienuus ja hylkeiden tulo alueelle, sekä ilmastonmuutoksen aiheuttamat jää- ja avovesiajan suuret vaihtelut. Havainto oli tältä osin samanlainen kuin Luken (2017, 2018b) saamat tulokset arvokalakantojen pienenemisestä ja sen syistä.

Tarkoituksenmukaisimmaksi pyyntitavaksi isoille 70–105 tonnin saaliille todettiin rysäkalastus. Samaan tulokseen ovat tulleet Mäkinen (2008) ja Setälä ym. (2013) todetessaan verkkopyynnin olevan melko tehotonta suurivolyymisessä poistokalastuksessa. Airston ja Paimionlahden alueella on tällä hetkellä vain kolme rysäkalastajaa, joiden yhteinen odotettavissa oleva saalismäärä on noin 30 tonnia vuodessa, joten 70–105 tonnin tavoite vaatisi lisää kalastajia tai huomattavasti suurempia saalismääriä.

Tutkimuksessa todettiin myös uutena havaintona, että elintarvikkeeksi menevälle yli 600 g painoiselle kalalle on jo markkinat särkikalatuotteiden hyvän kysynnän myötä, mikä on tuomassa massaus- ja jalostusalueille uusia toimijoita sekä kannattavaa, fosforinpoistotuesta riippumatonta liiketoimintaa. Kalastajien ongelmana on kuitenkin edelleen pieni massaksi kelpaamaton pieni lahna ja ahven, joita alueella on runsaasti haitaten arvokalan kalastusta. Tätä kalaa voisi hyödyntää biokaasunvalmistuksessa tehosteaineena.

Arvioitaessa kalastajien pyyntihalukkuutta sekä kalastuksen sosioekonomisia vaikutuksia todettiin useimpien alueen kalastajien olevan kiinnostuneita vähempiarvoisten ka-

lojen kalastamisesta, varsinkin kun niitä ui pyydyksiin runsaasti haitaten arvokalan pyytämistä. Tällä hetkellä nämä kalat heitetään pääsääntöisesti takaisin mereen, koska niille ei ole kaupallista hyötyä paitsi niille, jotka ovat mukana särkikaloja hyödyntävässä Lähi-kalahankkeessa. Kalojen hyödyntäminen nähtiin kuitenkin tarkoituksenmukaiseksi kalakantojen hoidon ja ympäristöllisten sekä toimeentulollisten seikkojen vuoksi. Hyödyntäminen auttaisi taloudellisesti arvokalan syyskalastuksen muututtua kannattamattomaksi hylkeiden ilmaantumisen myötä. Tulos oli samansuuntainen aiempien Luken (2017; 2018b) ja Setälän (2011) sekä Vielman ym. (2013) tutkimusten kanssa, joissa todettiin hylkeiden, vähempiarvoisten kalojen sekä ilmastonmuutoksen haittaavan ammattikalastusta. Kalastus näyttäisikin Saaristomerellä muuttuneen pääelinkeinosta sivuammattiksi, jolloin pääosa vuoden tuloista saadaan muista lähteistä.

Vähempiarvoisten kalojen pyydystyshalukkuutta todettiin vähentäneen arvokalan samanaikainen pyyntikielto. Arvokalan pyytämisen salliminen onkin pääosalle kalastajista reunaehto kalastukseen mukaan lähtemiselle. Sekakalastuksen yhteydessä vähempiarvoisten kalojen pyydystäminen energia- tai ruokakalaksi olisi laskelmien mukaan kannattavaa myös ilman fosforinpoistotukea 0,53-0,8 euron kilohinnalla. Samaan päätelmään tultiin Setälän (2011) tutkimuksessa, jossa kalastajat pitivät saamaansa 0,4 euron korvausta riittävänä, jos samalla sai kalastaa arvokalaa.

Vähempiarvoisten kalojen pyytämisen kannattavuuteen näyttivät tutkimuksessa vaikuttavan etenkin saalismäärät, maksettu kilohinta ja toiminnan riittävän pitkä kesto. Bio-kaasunvalmistuksen tehostamateriaalina vuosittainen 70–105 tonnin kalamäärä lisäisi ansaintamahdollisuuksia sekä nykyisille että uusille rysäkalastajille arviolta useiksi vuosiksi, kunnes kalakannat alueilla palautuisivat normaaleiksi. Riittäviä, usean tonnin saaliita kannattaa kalastaa vain rysillä, mutta rysäkalastuksen aloittaminen tai tehostaminen vaatii kuitenkin usein pyydysinvestointeja, joita arasteltiin toiminnan epävarman kannattavuuden vuoksi. Löydös tukee Setälän ym. (2012) ja Setälän (2011) havaintoa että suurvolyyminen särkikalojen rysäkalastus tuo uusia ansaintamahdollisuuksia alueille, joissa pelkkien arvokalojen pyynti ei ole enää kannattavaa, edellyttäen kuitenkin toiminnan kestävän niin kauan, että kulut saadaan katettua.

Taloudellisten seikkojen lisäksi kalastuselinkeinon elinvoimaisuuteen näytti vaikuttavan kalastajien innovatiivisuus, aktiivisuus ja yhteistyö. Ne luovat parhaimmillaan uutta liiketoimintaa sekä antavat joustoa ja turvaa muutosten varalle. Tutkimuksen havaintojen mukaan resurssien yhdistäminen vähentää riskejä ja rohkaisee kehittämään toimintaa. Parhaiten näyttäisivätkin pärjäävän ne kalastajat, joilla on kykyä sopeutua uusiin olosuhteisiin ja jotka ovat valmiita investoimaan sekä tarttuvat ennakkoluulottomasti avautuviin mahdollisuuksiin. Lisäksi liiketaloudellinen ote kalastukseen, yhteisten etujen ajaminen sekä yhteydet päättäviin tahoihin näyttäisivät olevan tärkeitä tekijöitä menestymisessä.

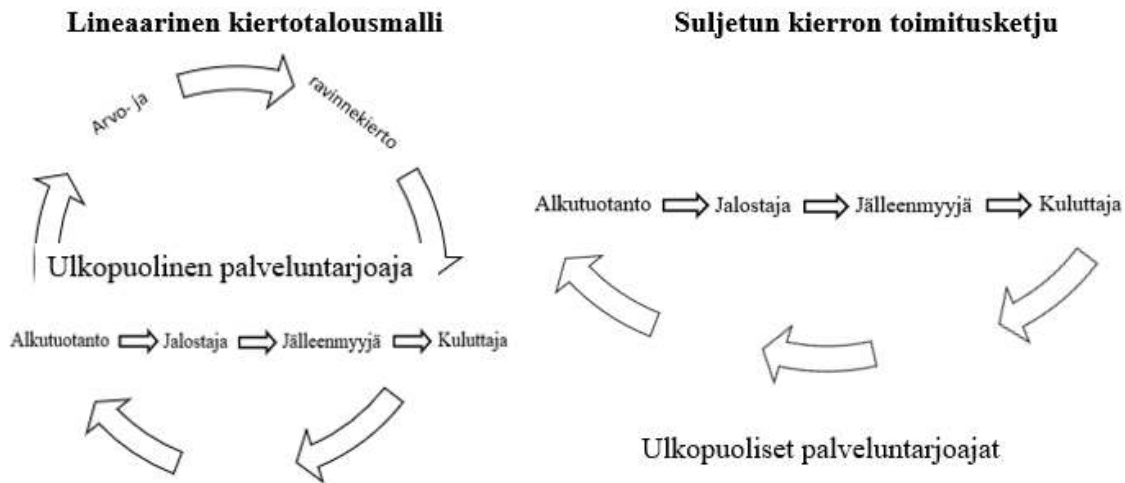
Nämä havainnot olivat uusia vähempiarvoisen kalan tutkimuksessa, mutta ovat samansuuntaisia EMF:n (2013) tutkimuksen kanssa, jossa todettiin yhteistyön, investointien, toimintojen skaalautuvuuden ja osaamisen olevan tärkeitä kiertotaloutta tukevia seikkoja.

Tutkimuksessa tuli esille myös kalastuksen sesonkiluontoisuuden hyväksymisen tärkeys, mikä olisi sekä kalastajien että hyödyntäjien kannalta etu. Silloin voidaan keskittyä vain kaikkein tuottoisampaan kevätkauteen, ja muu osa vuodesta voidaan käyttää muuhun kannattavampaan ansiotyöhön tai tuotantoon. Näillä ehdoilla toiminta näyttäisi kattavan Elkingtonin (1997) kolmoistilinpäätöksen mukaisen kestävä kehityksen kolme tavoitetta: kannattava tuotanto tukee taloudellisia tavoitteita, ravinteiden poisto ympäristön etua ja kalastajien ansioiden lisäys sosiaalisia hyötyjä.

Tutkimuskysymysten ulkopuolelta nousi tutkimuksen aikana *uusi havainto lineaarisen toimitusketjun mahdollisuuksista kiertotalouden mahdollistajana*. Seppälä ym. (2016) ja Tombus ym. (2017) päätelmän mukaan kiertotalouden perusongelmana on lineaarisen toimitusketjun sulkeminen, jonka tavoittelu on voinut Antikaisen ja Valkokarin (2016) tutkimuksen mukaan voi johtaa yrityksen pahoihin taloudellisiin vaikeuksiin, koska se ei ole osa yrityksen ydintoimintaa. Särkifood Oy:n toimintaperiaate kuitenkin osoitti, että kiertotalouteen osallistuminen ei välttämättä vaadi muutoksia yrityksen ydintoimintaan tai edes lineaarisen ketjun sulkemista, jos itse raaka-aine on uusiutuva ja luonnollinen eli osa biotaloutta. Tämän päätelmä on samansuuntainen kuin EMF:n (2013) materiaalien kiertotalousmallin kanssa, jossa luonnonmateriaalien kierrätysprosessi todetaan helpommaksi kuin teknisten materiaalien.

Täten yksi palveluntarjoaja pystyy kiertotaloustuoteideallaan keräämään eri toimialoja yhteen kaikille osapuolille kannattavaksi kiertotalouden ketjuksi. Ulkopuolinen palveluntarjoaja toimii tavallaan samassa roolissa kuin Antikaisen ja Valokarin (2016) uudelleenkäyttöpalvelujen tarjoaja, joka mahdollistaa kierron välittämällä materiaaleja kiertotalouteen osallistuville toimijoille, linkittäen heidät yhteen toimivaksi ketjuksi. Lineaarisessa toimitusketjumallissa ulkopuolisen palveluntarjoajan panos on kuitenkin immateriaalinen eli idea, joka synnyttää taloudellisesti kannattavaa toimintaa lineaarisessa taloudessa. Havainto tukee täten vain osittain EMF:n (2013) päätelmää, että kiertokulun mahdollistamisen keskiössä on kiertotalouden huomioonottava tuotesuunnittelu, käyttäjät huomioiva liiketoimintamalli sekä kehittynyt paluulogistiikka ja materiaalien muokkaustaidot. Päätelmä sopii enemmän teknisiin materiaaleihin ja niiden kierrättämisongelmiin.

Kuviossa 14 esitellään uusi havainto *lineaarisen kiertotalousmallina*, jossa perinteinen lineaarinen toimitusketju toimii kiertotalouden mahdollistajana, itse kiertotalouden toimiessa toiminnan viitekehystenä. Vertailuna kuviossa on nykyinen kiertotalouden pyrkimys lineaarisen kierron sulkemiseen.



Kuvio 14 Ulkopuolisen palveluntarjoajan eri roolit kiertotalouden mahdollistajana

Perinteisessä lineaarisen kierron sulkemiseen tähtäävässä toimitusketjussa kiertotalouden toteutuminen vaatii toimiakseen useita ulkopuolisia palveluntarjoajia eikä toiminnalla ole välttämättä yhteistä koordinoijaa. Tällaisessa hajautetussa toiminnassa taloudellisen hyödyn jakautuminen ketjun sisällä voi myös olla epätasaista, kuten Antikainen ja Valkokari (2016) tutkimuksessaan päättelivät. *Lineaarisessa kiertotaloudessa* toimijat ovat taasen yhden toimijan ideoiman tuotteen alihankkijoita, ja pystyvät toimimaan kustannustehokkaasti omalla ydinosaamisensa alalla. Täten päätelmänä on, että myös lineaarinen talousjärjestelmä voi palvella kiertotalouden päämääriä. Havainto osittaan kumoaa Kannanin ja Hamedin (2017) väitteen ettei lineaarinen toimitusketju pysty huolehtimaan ympäristövastuusta.

Kiertotalouden työpaikkojen lisäys näyttäisi olevan riippuvainen etenkin innovaatioista, kuten on todettu useissa tutkimuksissa (EMF 2013; Euroopan komissio 2015; Antikainen ja Valkokari 2016; Seppälä ym. 2016). Näin keksintöjen luomien mahdollisuuksien kautta myös olemassa olevat yritykset pystyvät olemaan mukana kiertotaloudessa sekä jopa tehostamaan toimintaansa ja lisäämään kannattavuutta.

9.2 Tutkimuksen käytännön hyödyt

Arvioitaessa *vähempiarvoisen kalan biokaasuntuotantopotentiaalia* tultiin ammattiopisto Livian osalta johtopäätökseen, että kalan hyödyntämisen aloittaminen Tuorlan yksikön biokaasulaitoksessa vaatisi liian suuria investointeja suhteessa toiminnasta saataviin hyötyihin. Energiantuotanto ei myöskään ole oppilaitoksen päätehtävä, joten tutkimusta ei Livian osalta jatkettu pidemmälle.

Qvidjan vielä käynnistymättömän biolaitoksen mahdollisen energiahyödyn arvioiminen oli Liviaa epävarmempaa, mutta laitos voisi maksimissaan ottaa kalaa 10–15 prosenttia käyttämästään biomassasta, mikä tarkoittaisi 70–105 tonnia kalaa vuosittain. Tämä määrä maksaisi arviolta 37 100–55 560 euroa vuodessa, josta saatavan energia hyödyn ollessa maksimisyötteellä noin 3 000 euroa. Toiminta ei siten olisi taloudellisesti kannattavaa ilman ulkopuolista tukea.

Lisähyötyä toisi kuitenkin mädätysjakeen käyttö lannoitteena, koska silloin kalojen sisältämä typpi ja fosfori voitaisiin hyödyntää peltojen maanparannuksessa. Näin vältettäisiin hankkimasta teollisesti valmistettuja lannoitteita, jotka lisäisivät entisestään ympäristön ravinnekuormitusta. Myös Latvala (2009), EMF (2013) ja Sitra (2015) toteavat tutkimuksissaan ravinnekierron vähentävän riippuvuutta teollisesti valmistetuista lannoitteista. Saavutettava rahallinen etu on kuitenkin pieni, noin 3 000–4 700 euroa vuodessa täydellä kapasiteetilla. Vaikka lannoitteista saatava rahallinen hyöty on pieni eikä kata toiminnasta aiheutuvia kustannuksia, etuna olisi Saaristomeren ravinteiden huomattava väheneminen. Tämä on myös Sitran (2015) mielestä Itämeren osalta ravinnekiertotalouden tehostamisen suurin hyöty energiaomavaraisuuden lisäämisen ohella.

Verrattaessa vähempiarvoisen kalan hyödyntämisen huonoa kannattavuutta suhteessa elintarviketuotantoon, löytyy syy niiden erilaista arvoketjuista. Elintarvikkeeksi menevän tuotteen loppukäyttäjä on kuluttaja, joka on valmis maksamaan tuotannosta aiheutuvat kulut ostamansa tuotteen hinnassa. Energia- ja lannoitekäyttöön menevän kalan prosessoija on kuitenkin samalla tuotteiden loppukäyttäjä, jolloin toiminnasta saatavien etujen pitäisi olla suuremmat kuin kalasta maksettava hinta ollakseen kannattavaa. Energian ja lannoitteiden tuotanto vähempiarvoisesta kalasta ei siksi tällä hetkellä kannata korkeiden kustannusten ja halvempien korvaavien tuotteiden vuoksi. Elintarvike- ja energiakalojen arvoketjut on esitetty kuviossa 15.

Elintarvikearvoketju:

Kalastaja $\Rightarrow$ Massaaja $\Rightarrow$ Jalostaja $\Rightarrow$ Jälleenmyyjä $\Rightarrow$ Kuluttaja

Energia- ja ravinnearvoketju:

Kalastaja $\Rightarrow$ Kerääjä
Varastoija $\Rightarrow$ Biolaitos $\Rightarrow$ Energia
Lannoitteet $\Rightarrow$ Oma käyttö

Kuvio 15 Vähempiarvoisen kalan elintarvike- ja energia-arvoketjut

Elintarviketuotannon saaminen kannattavaksi vaati kuitenkin vuosikymmenten työn ennen onnistumista, joten on mahdollista, että myös pienen, energiantuotantoon soveltuvan lahnan ja ahvenen hyödyntämisen kannattavuus vielä parantuu toiminnan kehittyessä.

Kehittyminen vaatisi kuitenkin toiminnan tukemista esimerkiksi valtion vuosille 2019–2021 budjetoimasta Itämeren suojeluun osoitetusta määrärahasta. Hyödyntämällä kalat tuettaisiin uusiutuvan energiantuotantoa sekä alueellista energiaomavaraisuutta. Ne ovat myös Biotalousstrategian (2014) yhtenä tavoitteena. Samalla vähennettäisiin kasvihuonekaasuja sekä riippuvuutta fossiilisesta tuontienergiasta, kuten Latvala (2009) ja Winqvist ym. (2015) toteavat tutkimuksissaan. Rahoituksen saannin esteinä voivat kuitenkin olla EU:n kielteinen suhtautuminen kalastuksen tukemiseen sekä valtion halu keskittyä Itämeren ravinteiden poistossa pelkästään peltojen kipsikäsittelyyn. Kipsauskäsittelyt ovat varmasti tehokas keino estää ravinneliukenemien pääsy vesistöön, mutta runsaita vähempiarvoisen kalan esiintymiä ei voi vähentää muuten kuin kalastamalla.

Arvioitaessa *miten pyydettyjen kalojen varastointi ja kuljetus tulisi järjestää*, todettiin hapotuskonttivarastointi parhaaksi, mutta kalliiksi vaihtoehdoksi pitempiaikaiselle säilytykselle. Myös Setälä ym. (2012) pitivät hapotusvarastointia hyvänä ratkaisuna pilottiko-keilussaan. Kontteja kannattasi hankkia yksi iso, noin 20–30 tonnin vetoinen yksikkö satamaan lähelle Qvidjan hyödyntämispaikkaa, johon Paimionlahden kalastajat voivat samalla landata. Airistolla kalastavia varten pitäisi hankkia lyhytaikaiset kylmäsäilytystilat sekä kalojen kuljetus hapotuskontille. Varastoinnin aloitusinvestoinnit olisivat arviolta 100 000 euroa.

Arvioitaessa *mitkä ovat toiminnan vaikutukset Saaristomeren ravinnetilanteeseen* näyttäisi 105 tonnin vuosittaisen kalamäärän poisto vähentävän Mäkisen (2008) tutkimustulosten mukaan laskettuna jopa 840 kiloa fosforia ja 2,8 tonnia typpeä. Jos hanke kestäisi viisi vuotta vastaisi määrä jopa kolmea prosenttia Suomen 150 tonnin fosforinpoistopoistotavoitteesta ja yli prosenttia typen 1 200 tonnin tavoitteesta. Toinen konkreettinen hyöty näyttäisi olevan alueen kalakantojen palautuminen lähemmäs luonnollista tasapainoa. Tätä havaintoa tukee Sarvilinnan ja Sammalkorven (2010) sekä Sitran (2015) aiemmat tutkimukset, joiden mukaan poistokalastus on tehokas toimenpide vesistöjen ravinne- ja kalakantojen hoitamisessa. Poistokalastus yhdistettynä peltojen kipsikäsittelyihin olisi yhteisvaikutukseltaan erittäin tehokas toimenpide kipsauksen estäessä uusien ravinteiden kulkeutumisen mereen ja kalastuksen poistaessa sinne jo joutunutta ravinnekuormaa. Saaristomereltä poistettava tyyppi ja fosfori pystytään kierrättämään biokaasuntuotannon sivutuotteena syntyvien mädätysjätteen ja ²⁴rejektiveden kautta lannoitteina takaisin pelloille.

Vähempiarvoisen kalan hyödyntämisen suurimmat hyödyt näyttäisivät olevan lähinnä ympäristöllisiä, kannattavuuden jäädessä huonoksi biokaasuntuotannon osalta. Hoitokalastuksen käytännönhyötyjä eri osapuolien kannalta on koottu taulukkoon numero 13.

²⁴ käsitelystä materiaalista erotettu typpipitoinen neste

Taulukko 13 Hoitokalastuksen käytännön hyödyt

Osapuoli	Hyöty
Kalastajat	Ansaintamahdollisuuksien lisääntyminen Arvokalasaaliiden parantuminen
Itämeri	Ravinteiden vähentyminen Kalakantojen palautuminen normaalille tasolle
Vähempiarvoiset kalat	Arvostuksen paraneminen tuotteistuksen ja kysynnän myötä
Qvidja	Lisääntynyt energiantuotanto Sivutuotteena luonnollisia typpi- ja fosforilannoitteita Imagohyödyt
Suomi	Itämeren päästövähennystavoitteiden läheneminen

Vastauksena pääkysymykseen *kuinka kannattavaa on vähempiarvoisen kalan kalastus ja hyödyntäminen biokaasuksi?* on todettava, että kalan hyödyntäminen biokaasuksi ilman toiminnan ulkopuolista tukea on käytännössä mahdotonta korkeiden kalastuskustannusten vuoksi. Kalastus sitä vastoin olisi kannattavaa sekä ympäristön että kalastajien sosioekonomisen tilanteen kannalta. Tältä osin Elkingtonin (1997) kolmoistilinpäätöksen tavoitteet eivät toteudu talouden, vaan pelkästään ympäristön ja sosiaalisten hyötyjen osalta. Tämä toteamus vahvistaa Seppälän ym. (2016) toteamuksen, että kiertotalouteen siirtyminen ei onnistu pelkästään markkinaehtoisesti, vaan sen edistämiseksi tarvitaan taloudellisia tukijärjestelmiä.

9.3 Jatkotutkimustarpeet

Tämä tutkimus on keskittynyt tutkimaan vähempiarvoisten kalojen hyödyntämistä kalastajien elinkeinon, Itämeren ravinnekuorman vähentämisen sekä biokaasuntuotannon näkökulmista. Koska tutkimuksen tarkoituksena oli yleiskuvan saaminen toiminnan kannattavuudesta, tarvetta olisi etenkin toiminnan täsmällisemmille kustannuslaskelmille, jotka konkretisoituisivat tarkemman toimitusketjukuvauksen luomisen yhteydessä.

Jos arvokalan, ison elintarvikelahnan ja pienten energiakalojen sekakalastus toteutuisi, pitäisi selvittää paras tapa toiminnan logistiikan järjestämiseksi. Ongelmana olisi etenkin kolmen erilaisen kalatyypin vastaanoton, varastoinnin ja kuljetustarpeen järjestäminen toimivaksi kokonaisuudeksi.

Lineaaristen ketjujen potentiaalisuutta kiertotalouden edistämisessä sekä niiden ja kiertotalouden yhdistämismahdollisuuksia pitäisi tutkia etenkin luonnollisten materiaalien osalta. Tällöin suljetun kierron toimitusketju ei enää olisi ainoa tavoite, vaan vapaiden resurssien ja ydintoimintojen yhdistäminen toimivaksi kiertotaloutta palvelevaksi kokonaisuudeksi ulkopuolisen palveluntarjoajan ja innovaation avulla.

LÄHTEET

- Aaltonen, Jouni, yrittäjä Kolvaan kala Oy. Nauhoittamaton puhelinkeskustelu J. Aaltosen kanssa 29.3.2019.
- Aminoff, A. – Kettunen, O. (2016) Sustainable Supply Chain Management in a Circular Economy – towards supply circles. Teoksessa: *Sustainable Design and Manufacturing*, Toim. Setchi, R. – Howlett, R. – Liu, Y – Theobald, P., 61–72, Springer.
- Antikainen, M. – Valkokari, K. (2016) A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. *Technology Innovation Management Review*, Vol. 6 (7).
- Antikainen, M. – Aminoff, A. – Paloheimo, O. – Kettunen, O. (2017) Designing circular business model experimentation - Case study. <https://www.researchgate.net/publication/316046098_Designing_circular_business_model_experimentation_-_Case_study/download>, haettu 5.1.2019.
- Biomassa-atlas (2014) Biomassojen kestävä käytön työväline. Esiselvityksen loppuraportti. <<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti176.pdf>>, haettu 16.11.2018.
- Biotalousstrategia (2014) Suomen biotalousstrategia. <http://www.biotalous.fi/wp-content/uploads/2015/01/Suomen_biotalousstrategia_2014.pdf>, haettu 3.10.2018.
- Biotalous (2018) Biotalous. <www.biotalous.fi>, Haettu 16.11.2018.
- Bocken, N. – Short, S. – Rana, P. – Evans, S. (2014) A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 65, 42–56.
- BSAG (2018) Meidän missiomme. <<https://www.bsag.fi/fi/meista/>>, Haettu 6.10.2018.
- ELY-keskus (2018) Kalatalousalueet ja kalavesien omistus. <<https://www.ely-keskus.fi/web/ely/kalavesien-omistus-ja-kalatalousalueet>>, haettu 30.1.2019.
- Energiamarkkinavirasto (2019) Sähkön hintatilastot. <<https://www.energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot>>, haettu 24.3.2019.
- Esposito, M. – Tse, T. – Soufani, K. (2018) Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. *California Management Review*, Vol. 60 (3), 5 –19.
- FAO (2005) Asian fisheries today: The production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-Pacific region. <<http://www.fao.org/3/ae934e/ae934e00.htm#Contents>>, haettu 5.5.2019.
- Finlex (1993) Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus 8/1993. <http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1980/19800012/19800012_2>, haettu 30.8.2018.

- Francisco, K. – Swanson, D. (2018) The Supply Chain Has No Clothes: Technology Adoption of Blockchain for Supply Chain Transparency. *Logistics*; Vol. 2 (1).
- De Angelis, R. – Howard, M. – Miemczyk, J. (2018) Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain. *Production Planning & Control*, Vol. 29 (6), 425–437.
- Elkington, J. (1997) *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone, Oxford.
- EMF (2013) Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>>, haettu 28.10.2018.
- Energiatalous 12.11.2018: Biokaasun tuotanto Suomessa etenee vaikeuksista huolimatta. <<http://www.energiatalous.fi/?p=2234>>, haettu 21.12.2018.
- Eriksson, P. – Kovalainen, A. (2008) *Qualitative Methods in Business Research*. SAGE Publications, London.
- Euroopan komissio (2015) Closing the loop -an EU action plan for the Circular Economy. <https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF>, haettu 18.12.2018.
- Gasum (2018) Kaasutankkausasemien sijainnit. <<https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>>, haettu 10.12.2019.
- Geissdoerfer, M. – Savaget, P. – Bocken, M.-P. – Hultink, E. J. (2017) Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, 757-768.
- Ghuri, P. – Grønhaug, K. (2005) *Research methods in business studies: a practical guide*. 3. painos, Prentice Hall, Harlow.
- Harkkila, Ilkka, rehtori, Ammattiopisto Livia. Nauhoittamaton keskustelu I. Harkkilan kanssa 22.1.2019.
- Harmaala, M. – Toivola, T. – Faehnle, M. – Manninen, P. – Mäenpää, P. – Nylund, M. (2017) *Jakamistalous*. Alma Talent, Helsinki.
- HELCOM (2007) Baltic Sea Action Plan. <[http://www.helcom.fi/Documents/Baltic sea action plan/BSAP_Final.pdf](http://www.helcom.fi/Documents/Baltic%20sea%20action%20plan/BSAP_Final.pdf)>, haettu 16.10.2018.
- HELCOM (2018): State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. Baltic Sea Environment Proceedings 155. <<http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2018/reports-and-materials/>>, haettu 15.12.2018.

- Hiidenhovi, J. – Saarni, K. – Koskela, J. – Välimaa, A-L. – Kankainen, M. – Järvenpää, E. – Setälä, J. – Pap, N. – Mattila, P. – Tupasela, T. – Lehtonen, A. – Laaksonen, P. (2017) *Kalan elintarvikejalostuksen sivutuotevirtojen jalostaminen kalaöljyksi*. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Hopkinson, P. – Zils, M. – Hawkins, P. – Roper, S. (2018) Managing a Complex Global Circular Economy Business Model: Opportunities and Challenges. *California Management Review*, Vol.60 (3), 71-94.
- Hurmerinta-Peltomäki, L. – Nummela, N. (2006) Mixed Methods in International Business Research: A Value-added Perspective. *Management International Review*, Vol. 46, 439 – 459.
- Hyytiäinen, K. – Ahlvik, L. – Ahtiainen, H. – Artell, J. – Huhtala, A. – Dahlbo, K. (2015) Policy Goals for Improved Water Quality in the Baltic Sea: When do the Benefits Outweigh the Costs? *Environmental and Resource Economics*, Vol. 61, 217–241.
- Ilmasto-opas (2019) Hiilidioksidi ja hiilen kiertokulku. <<https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/1e92115d-8938-48f2-8687-dc4e3068bdbd/hiilidioksidi-ja-hiilen-kiertokulku.html>>, haettu 12.1.2019.
- Ilmatieteen laitos (2017) Maaperästä ratkaisu ilmastomuutoksen hillitsemiseksi? <https://ilmatieteenlaitos.fi/tiedotearkisto/-/journal_content/56/30106/451159379>, haettu 12.1.2019.
- IMO (2018) Particularly Sensitive Sea Areas. <<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PSSAs/Pages/Default.aspx>>, haettu 16.10.2018.
- I samma båt (2013) Saaristomeren elinkeinokalatalouden nykytila. <<http://www.sameboat.fi/wp-content/uploads/2016/06/Saaristomeren-elinkeinokalatalouden-nykytila-2013.pdf>>, haettu 20.9.2018.
- I samma båt (2017) Saaristomeren kalatalousstrategia 2014-2020. <<http://www.sameboat.fi/wp-content/uploads/2017/12/Saaristomeren-kalatalousstrategia-2014-2020-PÄIVITETTY-14.12.2017.pdf>>, haettu 20.9.2018.
- Jack, E. – Powers, T. – Skinner, L. (2010) Reverse logistics capabilities: antecedents and cost savings. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 40 (3), 228–246.
- John Nurmisen säätiö (2018) Summary of the findings of the risk assessment of biogas production in the Baltic Sea Region from nutrient management perspective <<https://www.johnnurmisenfaatio.fi/puhdas-itameri/biokaasutuotannon-riskiselvitys/>>, haettu 5.2.2019.
- John Nurmisen säätiö (2019a) Lähikalahanke. <<https://www.johnnurmisenfaatio.fi/puhdas-itameri/lahikalahanke/>>, haettu 31.1.2019.
- John Nurmisen säätiö (2019b) Vantaanjoen kipsihanke. <<https://www.johnnurmisenfaatio.fi/vantaanjoki/>>, haettu 24.4.2019.

- Kaipia, R. Dukovska-Popovska, I. - Loikkanen, L. (2013) Creating sustainable fresh food supply chains through waste reduction. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*; Vol. 43 (3), 262–276.
- Kannan, G. – Hamed, S. (2017) A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 142, 131–384.
- Karvinen, V. (2005) Vajaasti hyödynnettyjen kalalajien tutkimus- ja tuotekehityshanke 1.10.2001 – 30.11.2004. Loppuraportti. <<http://www.vakavakala.fi/wp-content/uploads/2018/06/Vajaasti-hy%C3%B6dynnettyjen-kalalajien-tutkimus-ja-tuotekehityshanke-1.10.2001-30.11.2004.pdf>>, haettu 6.12.2018.
- Kasanen, E. – Lukka, K. – Siitonen, A. (1993) The Constructive Approach in Management Accounting Research. *Journal of Management Accounting Research*, Vol. 5, 243264.
- Kaski, O. (2010) Vähempiarvoisen kalan hyödyntämismahdollisuudet teollisuudessa - esiselvitys. <https://www.oulunseudunleader.fi/assets/site/jomma/files/kalatalous/Kokkolan_kaupunki_-_Vahempiarvoisen_kalan_hyodyntamismahdollisuudet_teollisuudessa_-_esiselvitys.pdf>, haettu 10.12.2018.
- Keto, J. – Sammalkorpi, I. (1988) A fading recovery: a conceptual model for Lake Vesijärvi management and research. *Aqua Fennica*, Vol. 18 (2), 193–204.
- Kirchherr, J. – Reike, D. – Hekkert, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 127, 221–232.
- Koneswaran, G. – Nierenberg, D. (2008) Global Farm Animal Production and Global Warming: Impacting and Mitigating Climate Change. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 116 (5), 578582.
- Korhonen, J. – Honkasalo, A. – Seppälä, J. (2016) Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, Vol. 143, 37–46.
- Koskinen, I. – Alasuutari, P. – Peltonen, T. (2005) *Laadulliset menetelmät kauppatieteissä*. Vastapaino, Tampere.
- Krajewski, P. – Malhotra, M. – Ritzman, L. (2016) *Operations Management - Processes and Supply Chains*. 11.painos. Pearson Education limited, Harlow.
- Käyhkö, A. – Setälä, J. – Salmi, P. (1997) *Vajaakäyttöisen järvikalan jalostuksen ongelmat ja kehittäminen*. Riista- ja kalataloudentutkimuslaitos. Edita, Helsinki.
- Latvala, M. (2009) *Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Livia (2018) Tilinpäätös 31.12.2017. <[http://www.livia.fi/sites/default/files/Liite 4 TILINPÄÄTÖS 2017.pdf](http://www.livia.fi/sites/default/files/Liite%204%20TILINPAAOTOS%202017.pdf)>, haettu 6.10.2018.

- Luke (2017) Kalastuksen olosuhdekatsaus 2016. <<http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/541455/Ammattikalastuksen%20olosuhdekatsaus%202016.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>, haettu 8.1.2019.
- Luke (2018a) Kala-atlas – tietoa kalalajeista. <<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/kalat-ja-kalatalous/tietoa-kalalajeista/>>, haettu 8.11.2018.
- Luke (2018b) Biotalous lukuina. <<https://www.luke.fi/avoin-tieto/biotalous-katsaukset/biotalous-lukuina/>>, haettu 5.1.2019.
- Luke 23.5.2018: Avomereltä saatiin runsaasti silakkaa ja kilohailia – rannikolta niukasti saalista. <<https://www.luke.fi/uutiset/avomerelta-saatiin-runsaasti-silakkaa-ja-kilohailia-rannikolta-niukasti-saalista/>>, haettu 15.12.2018.
- Luke 14.11.2018: Kalan kulutus 2017. <https://stat.luke.fi/kalan-kulutus-2017_fi>, haettu 15.12.2018.
- Luostarinen, S. (toim.)(2013) Biokaasuteknologiaa maatiloilla I. Biokaasulaitoksen hankinta, käyttöönotto ja operointi - käytännön kokemuksia MTT:n maatalakohtaiselta laitokselta. Verkkojulkaisu. <<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti113.pdf>>, 5.1.2019.
- Luostarinen, S. Paavola, T. – Ervasti, S. – Sipilä, I. – Rintala, J. (2011) Lannan ja muun eloperäisen materiaalin käsittelyteknologiat. HYÖTYLANTA-tutkimusohjelman kirjallisuuskatsaus. Verkkojulkaisu. <<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti27>>, haettu 12.1.2019.
- Luostarinen, S. – Pyykkönen, V. (2013) Biokaasuteknologian perusteet. Teoksessa: *Biokaasuteknologiaa maatiloilla I. Biokaasulaitoksen hankinta, käyttöönotto ja operointi - käytännön kokemuksia MTT:n maatalakohtaiselta laitokselta*, Toim. Sari Luostarinen, 820, MTT, Jokioinen. Verkkojulkaisu. <<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti113.pdf>>, 5.1.2019.
- Länsi-Suomi 7.11.2017: Puhdistamolietteen ravinteet eivät enää kelpaa pelloille - Hallavaaran biokaasulaitos ajetaan alas. <<https://ls24.fi/uutiset/puhdistamolietteen-ravinteet-eivat-ena-kelpaa-pelloille-hallavaaran-biokaasulaitos-ajetaan-alas>>, haettu 29.3.2019.
- McMichael, A. – Powles, J. – Butler, C. – Uauy, R. (2007) Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, Vol. 370 (9594), 1253-1263.
- Motiva (2013) Biokaasun tuotanto maatilalla. <https://www.motiva.fi/files/6958/Biokaasun_tuotanto_maatilalla.pdf>, haettu 5.2019.
- MT 06.12.2017: Biokaasu teki maatilasta lähes sähköomavaraisen. <<https://www.maa-seuduntulevaisuus.fi/suomalainen-maaseutu/artikkeli-1.216404>>, haettu 8.1.2019.
- Mihelcic, J. Crittenden, J. – Small, M. – Shonnard, D. – Hokanson, D. – Zhang, Q. – Chen, H. – Sorby, S. – James, V. – Sutherland, J. – Schnoor, J. (2003) Sustainability Science and Engineering: The Emergence of a New Metadiscipline. *Environmental Science & Technology*, Vol. 37 (23), 5314-5324.

- Mollenkopf, D. – Closs, D. (2005) The Hidden Value in Reverse Logistics. *Supply Chain Management Review*; Vol. 9 (5), 34-36,38-40,42-43.
- MMM (2014) Kansallinen vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelma. <<https://mmm.fi/documents/1410837/1801200/Kansallinen+vesiviljelyn+sijainninohjaussuunnitelma/55a022d6-054b-4136-b8b3-bcae09e53379>>, haettu 8.1.2019.
- MMM (2019) Kärkihankkeet. <<https://mmm.fi/karkihankkeet>>, haettu 30.1.2019.
- MTT (2013) *Biokaasulaitosten lopputuotteet lannoitevalmisteina*. MTT, Jokioinen.
- MTT (2014) Biokaasulaskuri <https://portal.mtt.fi/images/sovellukset/biokaasu/biokaasulaskuri_ohjekirja.pdf>, haettu 10.1.2019.
- Mäki, Miina, projektipäällikkö, John Nurmisen Säätiö. Tallentamaton M. Mäen esitelmä John Nurmisen säätiön tiedotustilaisuudessa 12.2.2019.
- Mäkinen, T. (toim.) (2008) *Voidaanko kalastuksella vähentää kalankasvatuksen ravinnekuormaa? Kalankasvatuksen nettokuormitusjärjestelmän esiselvitys*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Ollikainen, M. – Ekholm, P. – Punttila, E. – Ala-Harja, V. – Riihimäki, J. – Puroila, S. – Kosenius, A-K. – Iho, A. (2018) Peltujen kipsikäsittely maatalouden vesien- suojelukeinona. <<https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/>>, haettu 30.1.2019.
- Osto&Logistiikka 23.01.2019: Kaasuautojen määrä liki tuplaantui viime vuonna. <<http://www.ostologistiikka.fi/kategoriat/kuljetukset/kaasuautojen-maara-liki-tuplaantui-viime-vuonna>>, haettu 31.1.2019.
- Parimi, S. – Sreeran, A. (2018) Agility in the Factors Effecting the Quality and Safety of Fish Products. *Indian Journal of Commerce & Management Studies*, Vol. 9 (2), 1–8.
- Pellervo (2016) Maaperä on hyvä hiilivarasto. <<https://maatilanpellervo.fi/2016/08/04/maapera-hyva-hiilivarasto/>>, haettu 12.1.2019.
- Qvidja (2019) Kvidja Kraft. <<http://www.qvidjakraft.fi/fi/about/>>, haettu 5.2.2019.
- Raab, V. – Petersen, B. – Kreyenschmidt, J. (2011) Temperature monitoring in meat supply chains. *British Food Journal*, Vol. 113 (10), 1267–1289.
- Rajala, R. – Hakanen, E. – Mattila, J. – Seppälä, T. Westerlund, M. (2018) How Do Intelligent Goods Shape Closed-Loop Systems? *California Management Review*, Vol. 60 (3), 20–44.
- RKTL (2014) Vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelman ympäristöselostus. RKTL:n työraportteja. <<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/519946>>, haettu 8.1.2019.
- Ruokavirasto (2019) Kala. <<https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/kasittely-ja-sailyttaminen/hygienia-kotikeittiossa/kala/>>, haettu 5.5.2019.

- Saarinen, M. (2012) Kalan hapotusyksikkö Kirjalaan Kalatalous- ja ympäristöopiston rantaan? <<http://www.ymparistokoulutus.fi/fi/hankkeet/hapotuskontti-hanke>>, haettu 20.1.2019.
- Saarinen, Maria, kalatalousaktivaattori, Saaristomeren kalatalouden toimintaryhmä. Tallettamaton keskustelu M. Saarisen kanssa John Nurmisen Säätiön tiedotustilaisuudessa 12.2.2019.
- Saarni, K. – Setälä, J. – Lehtonen, A-K. (2011) *Särkikalapihvien markkinointikokeilu vähittäiskaupassa*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Sarvilinna, A. – Sammalkorpi, I. (2010) *Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito*. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Salmi, P. – Kipinä-Salokannel, S. (toim.) (2010) *Varsinais-Suomen pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015*. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 5, Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Turku.
- Satakunta 7.6.2017: Hallavaaran jätekeskuksessa yt-neuvottelut: Jätevesitaksa tekee bio-kaasulaitoksesta kannattamattoman. <<https://www.satakunnan-kansa.fi/a/200192017>>, haettu 29.3.2019.
- Seppälä, J. – Sahimaa, O. – Honkatukia, J. – Valve, H – Antikainen, R. – Kautto, P. – Myllymaa, T. – Mäenpää, I. – Salmenperä, H. – Alhola, K. – Kauppila, J. – Salminen (2016) *Kiertotalous Suomessa - toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030*. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki.
- Setälä, J. (2011) Pilottihanke vajaasti hyödynnetyn kalan käytön edistämiseksi. Vuosiraportti. RKTL:n työraportteja. <http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/pilotti_vajaasti_hyodynnetty_2010.pdf>, haettu 6.12.2018.
- Setälä, J. – Tarkki, V. – Mannerla, M. – Vielma, J. (2011) *Vajaasti hyödynnetyn kalan kaupalliset käyttömahdollisuudet*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Setälä, J. – Airaksinen, S. – Lilja, J. – Raitaniemi, J. (2012) *Pilottihanke vajaasti hyödynnetyn kalan käytön edistämiseksi*. Loppuraportti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Setälä, J. – Niukko, J. – Kankainen, M. (2013) *Rannikkokalastuksen kannattavuuslaskentaohjelma. Käyttöohje*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Setälä, J. – Niukko, J. – Saarni, K. (2017) Kalamarkkinakatsaus 2016. Luonnonvarakeskus. (Luke) <<https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2017/12/Kalamarkkinakatsaus-2016.pdf>>, haettu 10.12.2018.
- Sitra (2015) *Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle*. Sitran selvityksiä 99, Helsinki.

- Sitra (2016a) Biokaasusta kasvua. Biokaasuliiketoiminnan ekosysteemien mahdollisuudet. Sitran selvityksiä 111. Verkkojulkaisu. <<https://media.sitra.fi/2017/02/27175150/Selvityksia111-2.pdf>>, haettu 7.1.2019
- Sitra (2016b) Kierrolla kärkeen. Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. Sitran selvityksiä 117. Verkkojulkaisu. <<https://media.sitra.fi/2017/02/27175308/Selvityksia117-3.pdf>>, haettu 7.1.2019.
- Sitra 4.5.2016: Särjen uudenlainen käyttö ja lietteen rakeistus voittoon ideakilpailussa. <<https://www.sitra.fi/uutiset/sarjen-uudenlainen-kaytto-ja-lietteen-rakeistus-voittoon/>>, haettu 19.4.2019.
- Smil, V. (2002) Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. 30, 305–311.
- Spens, K. – Kovács, G. (2006) A content analysis of research approaches in logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 36 (5), 374–390.
- Stuart, I. – McCutcheon, D – Handfield, R. – McLachlin, R. – Samson, D. (2002) Effective case research in operations management: a process perspective. *Journal of Operations Management*, Vol. 20, 419–433.
- SYKE (2017) Lineaaritaloudesta kiertotalouteen. Ympäristön tila -katsaus 2/2017. <<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/187405>>, haettu 5.2.2019.
- TEM (2019a) Uusiutuva energia Suomessa. <<https://tem.fi/uusiutuva-energia>>, haettu 9.1.2019.
- TEM (2019b) Energiatuki. <<https://tem.fi/energiatuki>>, haettu 9.1.2019.
- Tilastokeskus (2018a) Polttoaineluokitus 2018. <http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html>, haettu 21.12.2018.
- Tilastokeskus (2018b) Energian hankinta ja kulutus 2017. <https://www.stat.fi/til/ehk/2017/ehk_2017_2018-12-11_fi.pdf>, haettu 21.12.2018.
- Tombus, A. C. – Aras, N. – Verter, V. (2017) Designing distribution systems with reverse flows. *Journal of Remanufacturing*; Vol. 7 (2–3), 113–137.
- Trafi (2018) Kaasukäyttöinen auto. <https://www.trafi.fi/oleedellakavija/kaasukayttoinen_auto>, haettu 10.12.2018.
- Vallas, Paavo, toimitusjohtaja, Särkifood Oy. Tallentamaton tapaaminen P. Vallaksen kanssa 16.4.2019.
- Valtioneuvosto 29.8.2018: Itämeren ja vesiensuojelun tehostamiseen merkittävä lisärahoitus budjettiriihessä. <https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/itameren-ja-vesiensuojelun-tehostamiseen-merkittava-lisarahoitusbudjettiriihessa>, haettu 3.4.2019.

- Vielma, J. – Setälä, J. – Airaksinen, S. – Kankainen, M. – Tarkki, V. – Kaitaranta, J. – Norström, A. – Nurmio, J. (2013) *Vähäarvoisen kalamateriaalin jalostus lisäarvotuotteiksi – liiketoimintanäkymät*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- VSS Power (2019) Luonnonvoimaa Biopowerilta. <<https://www.vssbiopower.fi/>>, haettu 29.3.2019.
- Wells, P. – Seitz, M. (2005) Business models and closed-loop supply chains: a typology. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 10 (4), 249-251.
- Winqvist, E – Luostarinen, S. – Kässi, P. – Pyykkönen, V. – Regina, K. (2015) Maatilojen biokaasulaitosten kannattavuus ja kasvihuonekaasujen päästövähennys. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486091/luke_luo-bio_36_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y>, haettu 8.1.2019.
- Yin, R. K. (2003) *Case study research – design and methods*, 3. painos, Sage Publications, Thousand Oaks.
- Yle 9.10.2018: KSML: BioGTS haettu konkurssiin – 150 työpaikkaa uhan alla. <<https://yle.fi/uutiset/3-10446920>>, haettu 5.1.2019.
- YM 22.5.2018: Kärkihankerahoituksella parannetaan vesien ja Itämeren tilaa. <[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Karkihankerahoitusella_parannetaan_vesi\(46836\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Karkihankerahoitusella_parannetaan_vesi(46836))>, haettu 31.1.2019.
- YM (2018) Selvitys eräiden jätteiden ja rejektien käsittelykapasiteetin sekä muutaman jäteperäisen materiaalin markkinan tilanteesta Suomessa. Ympäristöministeriön raportteja 21, Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Ympäristö (2018) Rehevoityminen. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika_on_Itämeren_tila/Rehevoityminen>, haettu 15.12.2018.

10 LIITTEET

Liite 1: Kalastajien haastattelukysymykset

- 1) Onko kiinnostusta tai mahdollisuutta osallistua vähempiarvoisten kalojen kalastamiseen
 - a. kyllä
 - b. Ei
- 2) Jos vastasit ei, niin miksi et lähde mukaan?
 - a. ei ole aikaa
 - b. ei sopivia pyydyksiä
 - c. muu syy
- 3) Jos lähdet mukaan, niin minä kuukausina voisit osallistua kalastukseen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----
- 4) Mikä olisi sopiva hinta pyydetylle vähempiarvoiselle kalalle?
 - a. ilman käsittelyä
 - b. verestettynä
- 5) Arvioi kertasaaliin määrä kuukausittain nykyisillä pyydyksillä ja mitä kalaa tulee?

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
- 6) Mitkä olisivat sopivimmat landaus- ja varastointipaikat Paraisten alueella?
- 7) Muita huomioita tai mielipiteitäsi asiaan liittyen

Liite 2: Noodit

Nodes				
	Name	Files	Reference	
[-]	Hyödyntäminen	9	74	
	Aiemmat hankkeet	6	14	
	Ei-kaupallinen	6	8	
	Innovointi	6	18	
	Lähikalahanke	6	18	
	Ympäristön hoito	5	15	
	Kalastajien edun ajaminen	3	13	
[-]	Kalastus	9	166	
	Osallistumishalukkuus	9	14	
	Kalamäärät	9	40	
	Kalastuskuukaudet	9	24	
	Pienet kalat	5	10	
	Vesialueet ja kalapaikat	8	19	
	Vähäarvoiset kalat	6	18	
	Välineet	9	41	
[-]	Kannattavuus	9	82	
	Hylkeet	5	14	
	Investoinnit	7	28	
	Maksettava hinta	9	28	
	Rajoitukset	3	7	
	Sivutyö	4	5	
[-]	Käsittely	9	65	
	Elintarvikkeeksi	8	22	
	Laudaus, jatkokuljetus ja varastointi	9	34	
	Toimitustiheys	6	9	
	Toimintakulttuuri	5	31	
	Yhteistyö	8	48	

Liite 3: Koodikirjasto

KALASTAJIEN ANSIOT	Haitat ja rajoitukset, Innovointi, Investoinnit, Kalamäärät, Kalastajien edun ajaminen, Kalastuskuukaudet, Maksettava hinta, Pienet ja vähäarvoiset kalat, Sivutyö, Välineet, Yhteistyö
KALOJEN HYÖDYNTÄMINEN	Aiemmat hankkeet, Ei-kaupallinen hyödyntäminen, Elintarvikkeeksi, Innovointi, Lähikalahanke, Pienet kalat, Rajoitukset, Toimintakulttuuri, Vähäarvoiset kalat, Itämeren hoito
TOIMITUSKETJU	Aiemmat hankkeet, Ei-kaupallinen hyödyntäminen, Elintarvikkeeksi, Innovointi, Investoinnit, Kalamäärät, Kalastuskuukaudet, Landaus, jatkokuljetus ja varastointi, Lähikalahanke, Pienet kalat, Rajoitukset, Toimitustiheys, Vesialueet ja kalapaikat
YHTEISTYÖ	Aiemmat hankkeet, Innovointi, Investoinnit, Kalamäärät, Kalastajien edun ajaminen, Landaus, jatkokuljetus ja varastointi, Lähikalahanke, Pienet kalat, Toimintakulttuuri, Toimitustiheys, Vesialueet ja kalapaikat, Välineet

Liite 4: Särkikalojen kiertoseminaari 14.5.2019



Särkikalojen kiertoseminaari

tiistaina 14.5. 2019 klo 13.00-16.00

Kalatalous- ja ympäristöopisto Livia, auditorio
Kalakouluntie 72 Parainen

1. Kiertotilaisuuden avaus: kalatiimin vetäjä Essi Erävesi, ammattiopisto Livia
2. Kalat kiertää tehokkaasti - hanke: hankevetäjä Arto Katajamäki, ammattiopisto Livia
3. Kalat kiertää hankkeen tulokset: hankekoordinaattori Taru Marjamäki, ammattiopisto Livia
4. Qvidjan tila ja kiertotalous : tilanhoitaja Pekka Heikkinen, Qvidjan tila
5. Särvin, maailman ensimmäinen kalajauheliha: CEO/ founder Paavo Vallas, Särkifood Oy

14.15-14.30 Väliaika: kahvi ja kalajauhelihatuotteiden maistiaiset

6. Särkikalojen kalastus kaupalliseen käyttöön: kalastaja Hannu Lahtonen
7. Vastuullinen kiertotalous Paraisilla: ympäristönsuojelupäällikkö Carl-Sture Österman, Paraisten kaupunki
8. Säkylän Pyhäjärven kalojen pyynti ja kierto: tutkuspäällikkö Anne-Mari Ventelä, Pyhäjärvi-instituutti
9. Lähikala - hanke: tiedottaja Kirsi Kurki-Miettinen, John Nurmisen säätiö

Ilmoittautuminen seminaariin ja lisätietoja:

arto.katajamaki@livia.fi

050-355 5569

Tervetuloa

Tilaisuudessa teidän on mahdollista ostaa kotinne Särvintä, maailman ensimmäistä kalajauhelihaa !

Ilmoittamalla etukäteen halukkuutenne ostaa kutakin tuotetta autatte yrittäjää varaamaan paikalle tuotteita juuri oikean määrän :)

Ilmoittaa voitte joko sähköpostitse [paavo.vallas\[at\]sarkifood.fi](mailto:paavo.vallas[at]sarkifood.fi) tai puhelimitse 0405830011.

Tuotetta on saatavilla kahta makua: Miedosti maustettu **SÄRVIN tex-mex** sekä savuaromilla valmiiksi maustettu **SÄRVIN Original**. Tuotteet myydään yksittäin 400g pakkauksessa tarjoushintaan 4,99€/pkt. Maksuvaihtoehtoina toimivat käteinen, mobilepay, sekä verkkopankkimaksu etukäteen tai tilaisuudessa omalla mobiilipankilla tilille FI64 1544 3000 0143 78, viitenumeroilla 8390.

SÄRVIN toimii kotikeittiössä reseptissä kuin reseptissä kuten perinteinen sika-nautajauheliha, mutta on tuhannesti terveellisempää ja ekologisempaa, sillä tuotteen pääraaka-aine on kotimainen lahna!

Liite 5: Biokaasulaskuriraportti

Qvidjan käsittelyjäännöksen oletetut ravinnemäärät ja niiden arvo hyödynnettäessä kalaa biokaasuprosessissa.

Raportit - Käsittelyjäännöksen ravinnemäärät ja niiden taloudellinen arvo

Käsittelyjäännöksen kokonaismäärä on 1 884 tonnia vuodessa. Sen sisältämät ravinnemäärät (NPK) ja niiden rahallinen arvo on arvioitu alla olevassa taulukossa kaupallisten lannoitteiden hintatietojen perusteella.

Käsittelyjäännöksen ravinteiden todelliseen arvoon vaikuttavat useat seikat, kuten niiden varastoinnista, kuljetuksesta ja levityksestä aiheutuvat kustannukset. Siten taulukon arvoihin tulee suhtautua periaatteellisina arvoina.

Typen määrä on laskettu vesiliukaisen typen perusteella, kalium ja fosfori kokonaispitoisuuksien perusteella. Raaka-aineiden orgaanisesta tyydestä osa liukoistuu prosessin aikana. Laskennassa käytetään oletuksena, että liukaisen typen määrä lisääntyy 25 %. Todellinen määrä riippuu useista seikoista.

Ravinne	Ravinnemäärä kg	Yksikköhinta €/kg	Ravinteiden arvo käsittelyjäännöksessä
Typpi (N)	1 995	1,13€	2 254,35€
Fosfori (P)	2 216	1,82€	4 032,21€
Kalium (K)	6 531	0,89€	5 812,59€

Liukaisen typen määrän lisääntyminen

Jos biokaasulaitoksessa käsitellään pelkkää lantaa, joka käytettäisiin lannoitteena omalla tilalla, voidaan liukaisen typen määrän lisääntymisestä johtuva lannoitearvon nousu huomioida suoraan biokaasulaitoksen tulona alla olevaa laskelmaa hyödyntäen.

Tieto	Määrä	Yksikkö
Liukaisen typen määrä lisääntyy (25%)	399	kg/v
Liukaisen typen määrän lisäyksen rahallinen arvo	451	€/v

Käsittelyjäännöksen pääravinteiden määrä alkuaineiden prosentiosuuksina tuorepainosta: NPK 0,11 - 0,12 - 0,35

[<- Palaa takaisin raportteihin](#)