

# Sivuvirrasta raaka-aineeksi

Elintarviketeollisuuden biosivuvirrat Satakunnassa

Raportti

7.1.2019

Satafood Kehittämisyhdistys ry

*Ympäristöasiantuntija  
Maiju Tiiri*

## Sisällys

1. Johdanto.....	2
2. Elintarvikeketjussa syntyvät sivuvirrat .....	3
3. Elintarviketeollisuuden biosivuvirrat Satakunnassa .....	4
3.1 Kartoituksen tekeminen .....	4
3.4 Biokaasun tuotantopotentiaali.....	6
4. Paikkatietoanalyysi.....	8
4.1 Biomassajakeiden saavutettavuusanalyysi.....	8
4.2 Kuljetuskustannukset .....	11
5. Sivuvirtatietoja muista hankkeista .....	13
5.1 Peltosivuvirrat .....	13
5.2 Lantabiomassat.....	16
6. Yhteenveto.....	19
7. Lähteet .....	21

## 1. Johdanto

Elintarviketeollisuuden sivuvirrat muodostavat potentiaalisen biokaasun tuotantoon sopivien raaka-ainemassojen lähteen niillä alueilla, joilla on valtakunnallisesti merkittäviä elintarviketeollisuuden jalostuslaitoksia. Satakunnasta tällaisia laitoksia löytyy, ja tähän raporttiin on koottu mahdollisimman kattavasti tietoja Satakunnan alueella syntyvistä merkittävistä elintarviketeollisuuden biopohjaisista sivuvirtamassoista. Tavoitteena on ollut kartoittaa ja taulukoida erilaiset elintarviketeollisuudesta syntyvät biosivuvirrat, niiden laatu ja vuosittaiset arviot määristä. Lisäksi tutkimuskirjallisuuden perusteella on määritetty laskennalliset biokaasun tuottopotentialit eli metaanipotentialit eri sivuvirtajakeille.

Tämän raportin on tuottanut Satafood Kehittämisyhdistys ry tukemaan Satakunnan bio- ja kiertotalouden kasvuohjelman valmistelutyötä Satakuntaliitossa. Raportin tiedot on koottu pääasiassa haastatteleamalla eri elintarvikeyrityksiä joko puhelimitse, henkilökohtaisesti tai erilaisissa hanketilaisuuksissa vuoden 2018 aikana. Tietojen kokoamisessa on hyödynnetty myös Satafood Kehittämisyhdistyksen aiemmin samasta aihepiiristä toteuttamia hankkeita ja niiden aikana kerättyjä tietoja, muita toimeksiantoja sekä muiden satakuntalaisten asiantuntijaorganisaatioiden hankkeissaan keräämää sivuvirtatietoa. Satakunnan bio- ja kiertotalouden kasvuohjelman valmistelutyötä rahoittaa Työ- ja elinkeinoministeriö.

## 2. Elintarvikeketjussa syntyvät sivuvirrat

Suomalaisten elintarvikkeiden tuotantoketjun aikana - alkutuotannosta loppukuluttajan lautaselle asti - syntyy paljon sellaista biohajoavaa orgaanista materiaalia, joka ei näy itse lopputuotteessa. Aiemmin tätä elintarviketuotannon hävikkimateriaalia on usein kutsuttu jätteeksi, mutta nykyään resurssitehokkuuteen kiinnitetään entistä enemmän huomiota ja jättemateriaalia kutsutaan useasti tuotannon ohella syntyväksi sivuvirraksi. Monien biomateriaalien jatkokäyttömahdollisuuksia on kehitetty ja materiaalien arvo aletaan tiedostaa. Varsinkin sivuvirtojen käyttö biokaasun tuotannon raaka-aineena on ollut viime aikoina huomattavan kiinnostuksen kohteena.

Sivuvirran käsite on eri yhteyksissä määritelty eri tavoilla. Koko elintarvikeketjun aikana alkutuotannosta lopputuotteeseen asti syntyy monenlaisia erilaisia sivuvirtamateriaaleja. Tässä selvityksessä on keskitytty elintarvikkeiden jalostusvaiheessa syntyviin orgaanisiin sivuvirtoihin. Alkutuotannon osalta erilaisia sivuvirtoja ei ole samanlaisella tarkkuudella kartoitettu tässä raportissa, mutta Satafood Kehittämisyhdistyksen toteuttamissa muissa hankkeissa ja toimeksiannoissa on selvitetty myös alkutuotannon sivuvirtojen potentiaalisia määriä. Tietoja niistä löytyy kootusti raportin luvusta 4.

Tässä raportissa keskitytään elintarvikeketjun erilaisista sivuvirroista erityisesti elintarvikkeiden jalostusvaiheessa eli elintarviketeollisuuden prosesseissa syntyviin sivuvirtoihin. Elintarviketeollisuusliiton (ETL) julkaisemassa Jäte- ja sivuvirtaselvityksessä vuodelta 2016 sivuvirtojen määritellään olevan ”tuotannossa syntyviä materiaalivirtoja, joiden syntymistä ei voi estää, mutta jotka eivät päädy myöskään yrityksen varsinaisiin päätuotteisiin” (Berg 2016). Tällaiset elintarviketeollisuuden yrityksiltä Satakunnan alueella syntyvät merkittävät sivuvirrat on pyritty mahdollisimman kattavasti tässä raportissa kartoittamaan.

Elintarviketeollisuuden sivuvirrat muodostavat valtakunnallisesti merkittävän potentiaalisen orgaanisen materiaalin lähteen. Luonnonvarakeskuksen raportin mukaan elintarviketeollisuuden sivuvirtoja syntyy Suomessa yhteensä 259 000 tonnia vuodessa (Marttinen ym. 2017). Nämä laskelmat perustuvat pääasiassa ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmästä (nykyisin YLVA) kerättyihin tietoihin yritysten ympäristölupiansa mukaisesti tuottamista jätteistä ja sivutuotteista. Tietoja ei ole kuitenkaan raportissa ilmoitettu maakunnittain, ja toisaalta varsinkaan kaikki elintarviketeollisuuden pienet toimijat eivät välttämättä ole ympäristölupavelvollisia. Näin ollen maakunnallisella selvityksellä erilaisista elintarviketeollisuuden sivuvirroista voidaan vastata monenlaisiin tarpeisiin bio- ja kiertotalouden ratkaisuja suunnitellessa.

### 3. Elintarviketeollisuuden biosivuvirrat Satakunnassa

Luonnonvarakeskuksen raportin mukaan tällä hetkellä vain noin 4% kaikesta elintarviketeollisuuden sivuvirtamassasta käsitellään mädättämällä biokaasulaitoksissa (Marttinen ym. 2017), joten varsinkin biokaasuhyödyntämisen osalta elintarviketeollisuuden sivuvirtojen kohdalla on merkittävää kasvupotentiaalia. Kiertotalouden ratkaisut ja tulevaisuuden kestävä elintarvikkeiden tuotantoketju vaativat yhä parempaa resurssitehokkuutta sekä materiaalien älykästä käyttösuunnittelua. Biokaasureaktoreiden tuottamalla metaanilla voitaisiin korvata fossiilisia polttoaineita laajasti esimerkiksi energiantuotannossa tai liikennepolttoaineena.

Satakunnan alueella sijaitsee useita valtakunnallisesti merkittäviä elintarviketeollisuuden jalostuslaitoksia, joten näiden yritysten potentiaali biopohjaisten sivuvirtamateriaalien tuottajina on huomattava. Yritysten tuottamien sivuvirtojen määrän ja laadun selvittäminen sekä tietojen kokoaminen yhteen maakuntatasolla on välttämätöntä sivuvirtojen tehokkaan hyödyntämisen suunnittelemiseksi. Tämän luvun alaluvuissa esitetään toteutetun kartoituksen menetelmät ja taulukoidut tulokset.

#### 3.1 Kartoituksen tekeminen

Tämä selvitys toteutettiin kokoamalla tietoja Satafood Kehittämisyhdistyksen ja muiden satakuntalaisten asiantuntijaorganisaatioiden jo aiemmin toteuttamista kiertotalousteemaisten hankkeiden selvityksistä sekä muista materiaaleista. Lisäksi haastateltiin yritysten sivuvirroista vastaavia henkilöitä joko puhelimitse, henkilökohtaisesti tai erilaisten hanketilaisuuksien yhteydessä keväällä ja kesällä 2018.

Eriaiset satakuntalaisten yritysten tuottamat sivuvirtamassat on luvun 3.2 taulukossa ilmoitettu tonneina vuodessa. Joitakin jakeita on muutettu litroista tonneiksi laskennallisesti, ja muunnosten kertoimina käytetyt arvot on ilmoitettu alaviitteissä. Kaikkia jakeita ei synny tasaisesti ympäri vuoden, vaan kuukausittaiset määrät saattavat vaihdella huomattavastikin esimerkiksi tuotantokasvien satokausista riippuen. Joitain jakeita saattaa syntyä kerralla enemmän, tai jopa koko jae vain kerran vuodessa yhdellä kertaa. Ravintokasvien jalostuksesta poiketen liha- ja maitoteollisuuden sekä leipomoiden sivuvirtoja syntyy sen sijaan melko tasaisesti ympäri vuoden. Tästä poikkeuksen tekee tällä hetkellä toiminnassa vasta 7 kuukautta ollut HKScanin laitos Raumalla, jolta saadut tiedot eivät tässä vaiheessa todennäköisesti vastaa sivuvirtojen vuosittaisia määriä tulevaisuudessa. Laitoksen toiminnan vakiintuessa myös sivuvirtojen määrien odotetaan pienenevän.

Taulukko 1. Yhteen veto satakuntalaisissa elintarvikeyrityksissä syntyvistä biosivuvirroista.

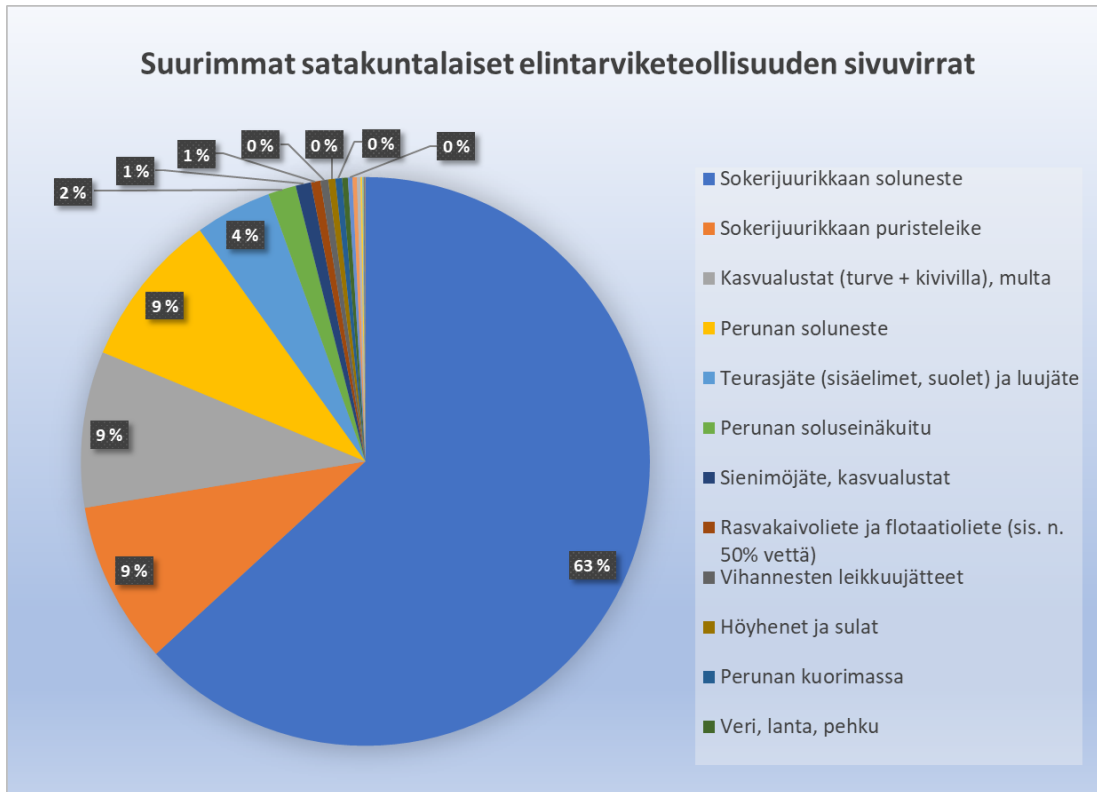
Sivuvirta	Määrä t/v
Sokerijuurikkaan soluneste	500000
Sokerijuurikkaan puristeleike	73000
Kasvualustat (turve + kivivilla), multa	70250
Perunan soluneste	70000
Teurasjäte (sisäelimet, suolet) ja luujäte	34435
Perunan soluseinäkuitu	12600
Sienimöjäte, kasvialustat	6930
Rasvakaivoliete ja flotaatioliete (sis. n. 50% vettä)	4241
Vihannesten leikkuujätteet	3500
Höyhenet ja sulat	3200
Perunan kuorimassa	3000
Veri, lanta, pehku	2580
Bioliete (laitoksen jätevedenpuhdistamosta)	2000
Kuivausprosessin sivutuotteet	2000
Laktoosiliuos	1545
Sienten perkuujäte	900
Kalan perkuujätteet	326
Ylijäämätaikina	300
Tomaatin ja kurkun lehdet, jätetomaatti ja -salaatti	280
Tomaatin kasvuköynnös	250
Prosesseista syntyvä biojätejauho	108
2. luokan herkkusienimassa	80
Kauran kuorijäte	satoja tonneja
Härkäpavun kuorijäte	satoja tonneja
<b>Yhteensä</b>	<b>791525</b>

### 3.4 Biokaasun tuotantopotentiaali

Maakunnan elintarviketeollisuuden suurimmat sivuvirtajakeet massoina mitattuina ovat nestemäisiä: perunatärkkelyksen ja sokerin tuotannosta syntyy suuret määrät tärkkelysperunan ja sokerijuurikkaan solunestettä. Sokerijuurikkaan solunesteen osuus kaikesta taulukoidusta satakuntalaisesta sivuvirtamassasta on 64% (Kaavio 1.), mikä kertoo nestemäisen sivuvirran korkeasta vesipitoisuudesta ja veden painosta. Nämä jakeet käsitellään tällä hetkellä ympäristöluvan mukaisesti niihin tarkoitetuissa jätevedenpuhdistamoissa, kun halutut komponentit on nesteestä ensin eroteltu. Kolme seuraavaksi suurinta jaetta ovat sokerijuurikkaan puristeleike (9%), käytetyt kasvualustat (turve ja kivivilla) ja multa (9%) sekä teurasjäte (9%). Muut jakeet ovat huomattavasti pienempiä, mutta niiden osuuksia on pyritty tuomaan esiin paremmin kaaviossa 2. Kun sokerijuurikkaan soluneste otetaan pois kaaviosta, myös pienempien jakeiden suhteelliset osuudet ovat paremmin nähtävissä.

Muita merkittäviä sivuvirtoja ovat lihanjalostamoiden teurasjätteet, varsinkin rasvakaivo- ja flotaatiolietteet. Teurassivuvirtojen metaanipotentiali on useimpien jakeiden osalta merkittävä. On kuitenkin huomioitava, että monen yrityksen raportoiman rasvakaivolietteen kokonaismäärästä suuri osuus on vettä, jolloin koko massan metaanintuotto ei todennäköisesti yllä kirjallisuusviitteiden mukaisiin lukemiin. Lisäksi monet teurassivuvirrat ja kalanjalostuksen kalanperkeet prosessoidaan jo tällä hetkellä hyödynnettäväksi rehuna esimerkiksi turkiseläintuotannossa. Näin ollen näitä sivuvirtoja tuottavat yritykset saavat niistä tällä hetkellä tuloja ja moni yritys ilmoittikin haastattelussa olevansa suhteellisen tyytyväinen nykyiseen järjestelyyn. Tässä tilanteessa biokaasun tuotanto näistä sivuvirroista ei ole optimaalinen eikä myöskään yrityksille houkuttelevin vaihtoehto, sillä monesti biokaasulaitosten toiminta Suomessa perustuu syötteen toimittajilta perittävään porttimaksuun. Näin ollen sivuvirtaa tuottavan yrityksen olisi ryhdyttävä maksamaan sivuvirran käsittelystä sen sijaan, että se saa materiaalin myynnistä tuloja.

Joka tapauksessa sellaiset teurassivuvirrat, joita ei voi jatkohyödyntää rehuna, muodostavat Satakunnassa merkittävän biokaasun tuotannon potentiaalisen lähteen, sillä metaanipotentialit monille näistä jakeista ovat huomattavat. Tällä hetkellä suuri osa näistä jakeista syntyy Satakunnan eteläosissa, mutta ne käsitellään Honkajoki Oy:n laitoksessa Honkajoella Pohjois-Satakunnassa. Kuljetusmatkoja optimoimalla tiettyjä jakeita voisi olla mahdollista käyttää myös maantieteellisesti lähempänä kustannustehokkaammin biokaasun tuotantoon.



Kaavio 1. Suurimmat Satakunnassa syntyvät elintarviketeollisuuden biosivuvirrat: eri sivujakeiden prosentuaalinen osuus kokonaismassasta.



Kaavio 2. Suurimmat Satakunnassa syntyvät elintarviketeollisuuden biosivuvirrat ilman sokerijuurikkaan solunestettä: eri jakeiden prosentuaalinen osuus kokonaismassasta.



## 4. Paikkatietoanalyysi

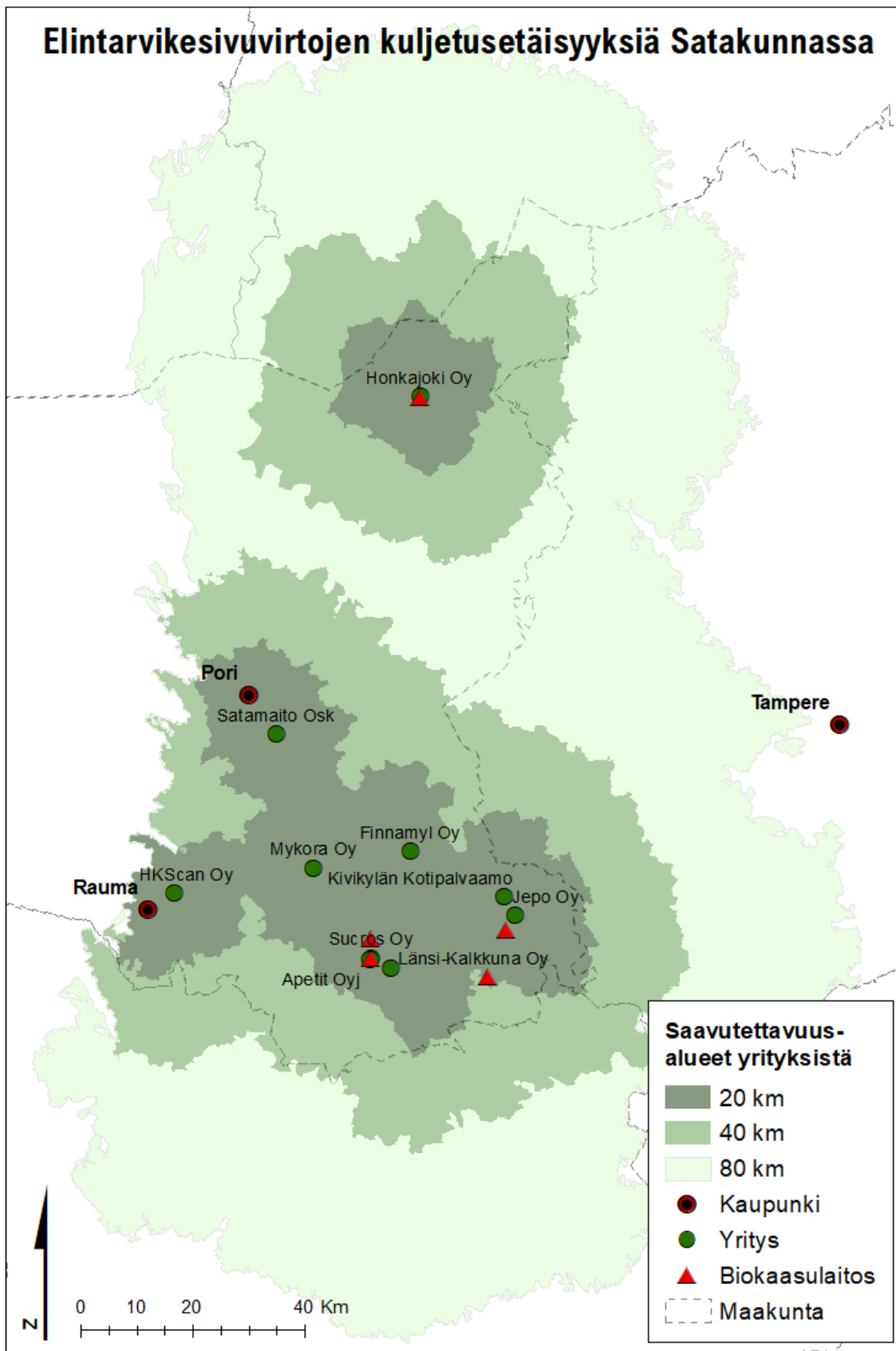
Paikkatiedolla tarkoitetaan kaikkea sellaista tietoa, johon voidaan liittää maantieteellinen sijainti. Tällaista tietoa voidaan visualisoida erilaisten karttojen avulla. Erilaisia karttatyyppejä on olemassa lukuisia, ja maantieteelliseen sijaintitietoon liitettyjä attribuuttitietoja eli ominaisuustietoja voidaan havainnollistaa monin eri tavoin esimerkiksi teemakarttojen tai karttaan yhdistettyjen diagrammien eli kartogrammien avulla. Suomessa paikkatietoa tuottavat monet eri instituutiot. Laajinta koko maan kattavaa paikkatietoaineistoa ylläpitää ja päivittää Maanmittauslaitos.

Paikkatietoa hallinnoidaan nykyisin pääasiassa sähköisten ohjelmistojen ja tietokantojen avulla, ja ohjelmat mahdollistavat myös erilaisten paikkatietoanalyysien suorittamisen. Paikkatietoanalyysien avulla voidaan esimerkiksi etsiä, luokitella ja yhdistää alueellista tietoa sekä tutkia alueellisia yhteyksiä. Erilaisia paikkatietoanalyysiejä on olemassa lukuisia. Tässä selvityksessä tehty paikkatietoanalyysi on saavutettavuusanalyysi, joka on laskennallinen yhdistävyysanalyysi. Analyysissä siis yhdistetään paikkatietoja useista lähteistä ja hyödynnetään verkostomaista paikkatietoaineistoa (tässä tapauksessa tieverkkoa), jonka avulla laskennallisesti määritetään tiettyjen kohteiden saavutettavuus verkostoa pitkin annetuilla parametreillä.

### 4.1 Biomassajakeiden saavutettavuusanalyysi

Saavutettavuusanalyysin pohja-aineistoina on tässä selvityksessä käytetty Liikenneviraston ylläpitämää Digiroad-aineistoa, joka sisältää paikkatietoaineiston Suomen tieverkosta sekä attribuuttitiedot eri tieosuuksien piirteistä. Analyysitulosten maakunnallinen jatkojyödynnettävyys sekä yhteensopivuus maakuntaliiton jo olemassa olevien paikkatietojärjestelmien kanssa on varmistettu käyttämällä analyysissä Satakuntaliiton paikkatietoasiantuntijoiden muokkaamaa ja Satakuntaan sekä lähialueille soveltuvaa, alueellisesti rajattua versiota pohja-aineistosta. Analyysin aineistoina on lisäksi käytetty elintarviketeollisuusyritysten omaan ilmoitukseen perustuvaa osoitetietoa tuotantolaitosten sijaintipaikoista sekä vielä julkaisemattoman Satakunnan kaasutaloussuunnitelman 2025 tietoja tällä hetkellä toiminnassa olevista biokaasulaitoksista. Teemakarttavisualisoinnin luettavuuden parantamiseen on lisäksi käytetty Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineistoa Suomen maakuntajaosta sekä suurimmista kaupungeista alueella.

Saavutettavuusanalyysiin on valittu aiemmin tässä raportissa mainittuja satakuntalaisia elintarviketeollisuuden yrityksiä niiden tuottamien biosivuvirtojen määrän mukaisesti. Luvun 3.2 taulukkoon koostetun selvityksen mukaan analyysiin on valittu kymmenen suurinta sivuvirtajakeiden tuottajayritystä. Analyysissä määritettiin yrityksille saavutettavuusalueet 20 kilometrin, 40 kilometrin ja 80 kilometrin päähän yrityksistä tieverkkoa pitkin (Kartta 1).



Kartta 1. Satakunnan suurimpien elintarviketeollisuuden sivuvirtajakeiden syntypaikkojen saavutettavuus: 20 km, 40 km ja 80 km kuljetusmatkat yrityksistä tieverkkoa pitkin.

Kuten kartasta 1 havaitaan, useimmat suuria määriä sivuvirtoja tuottavista yrityksistä sijaitsevat eteläisessä Satakunnassa suhteellisen lyhyiden kuljetusmatkojen päässä toisistaan. Useiden yritysten keskinäiset 20 kilometrin saavutettavuusalueet ovat päällekkäisiä tai osittain päällekkäisiä, mikä kartassa esitetään yhtenäisenä tummanvihreänä alueena. Myös 40 ja 80 kilometrin saavutettavuusalueet ovat joko päällekkäisiä tai osittain päällekkäisiä monien yritysten osalta. Analyysin karttavisualisoinnin luettavuuden parantamiseksi jokaisen yrityksen saavutettavuusalueiden rajoja ei ole erikseen karttaan piirretty näkyviin. Ainoastaan Honkajoki Oy:n 20 kilometrin ja 40 kilometrin saavutettavuusalueen sisälle ei kuulu yhtään suurimmasta kymmenestä sivuvirran tuottajayrityksestä, jolloin sen saavutettavuusalueet ovat yhtenäisiä ja selvärajaisia.

Luvun 3.2 taulukon mukaan miltei kaikki haastatellut eläinperäisiä sivutuotteita tuottavat yritykset kuljettavat tällä hetkellä ainakin osan sivutuotteistaan Honkajoki Oy:n laitokselle käsiteltäväksi. Koska suuria sivuvirtamassoja tuottavat yritykset sijaitsevat suhteellisten lyhyiden kuljetusmatkojen päässä toisistaan, voisi sivuvirtojen yhdistäminen ja hyötykäyttö biokaasuntuotannossa olla jakeiden käsittelylle varteenotettava vaihtoehto. Eteläisessä Satakunnassa onkin jo toiminnassa muutamia biokaasulaitoksia, jotka on merkitty karttaan 1. Lisäksi lähialueille on jo rakenteilla tai suunnitteilla uusia biokaasulaitoksia: VSS Biovoima Oy on jo aloittanut laitoksen rakentamisen Säkylässä, ja Satbiogas Oy suunnittelee laitoksen rakentamista Harjavaltaan. Ainakin VSS Biovoima Oy on ilmoittanut käyttävänsä tulevan laitoksen syötteinä muun muassa alueen elintarviketeollisuuden sivutuotteita (Satakunnan kaasutaloussuunnitelma 2025). Hankkeita elintarviketeollisuuden sivuvirtojen biokaasuhyödyntämiseen Etelä-Satakunnan alueella on siis jo käynnissä, ja hyötykäyttö lyhyempien välimatkojen päässä tulee lähivuosina tehostumaan.

Tulevaisuudessa muutoksia eteläisen Satakunnan sivujakeiden käsittelyyn aiheutuu lisäksi Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:n Hallavaaran jäteaseman yhteydessä Köyliössä sijaitsevan biokaasulaitoksen toiminnan lopettamisesta. Laitoksen toiminta on määrä ajaa alas vuoden 2019 aikana. Haastatelluista yrityksistä yksi kertoi tällä hetkellä toimittavansa sivujakeensa Hallavaaran biokaasulaitokseen käsiteltäväksi ja etsivänsä siis korvaavaa käsittelymenetelmää sivujakeelleen lähitulevaisuudessa. Tämä tulee muuttamaan sivujakeiden käsittelypaikkoja ja ohjautumista jonkin verran eteläisen Satakunnan alueella.

## 4.2 Kuljetuskustannukset

Kuljetuskustannusten määräytyminen erilaisille elintarviketeollisuudesta syntyville biopohjaisille sivuvirroille riippuu useista eri tekijöistä. Kuljetustavaksi on tässä raportissa valittu maantiekuljetus, sillä se on kustannuksiltaan realistisin kuljetusmuoto elintarviketeollisuuden sivujakeiden kuljetuksessa Satakunnan alueella. Kuljetettavan materiaalin koostumus ja paino vaikuttavat kuljetuskaluston valintaan. Kaluston lisäksi kustannukset riippuvat kuljetusmatkasta, ajoneuvon täyttöasteesta, ajankäytöstä sekä siitä, voidaanko kuljetukset suunnitella ajettavaksi täytenä kuormana kumpaankin suuntaan vai ajetaanko paluumatka ilman kuormaa. Koska kuljetuskustannuksiin vaikuttavat näin monet tekijät, kuljetuskustannuksia on hankalaa määrittää tarkasti monelle ominaisuuksiltaan kovin erilaiselle ja eri paikoista syntyvälle jakeelle. Näin ollen tässä raportissa kustannuslaskelmien pohjana on käytetty yrityshaastattelujen yhteydessä kerättyä tietoa tämänhetkisten sivuvirtakuljetusten kustannuksista elintarviketeollisuusyrityksille, ja arvioitu niiden perusteella keskimääräisiä hintoja kahden eri kalustotyypin kuljetuksille (Taulukko 2).

Taulukko 2. Arvioidut biomassojen kuljetuskustannukset kuljetusmatkan ja rahdin painon mukaan.

<b>Säiliöauto:</b> kustannukset EUR (yksikkökustannus 0,15 €/t/km)							
	<b>tonnia</b>						
<b>km</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>10000</b>
<b>20</b>	30	150	300	600	1500	3000	30000
<b>40</b>	60	300	600	1200	3000	6000	60000
<b>60</b>	90	450	900	1800	4500	9000	90000
<b>80</b>	120	600	1200	2400	6000	12000	120000
<b>100</b>	150	750	1500	3000	7500	15000	150000
<b>120</b>	180	900	1800	3600	9000	18000	180000
<b>140</b>	210	1050	2100	4200	10500	21000	210000

<b>Kuormalava-auto:</b> kustannukset EUR (yksikkökustannus 0,13 €/t/km)							
	<b>tonnia</b>						
<b>km</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>10000</b>
<b>20</b>	26	130	260	520	1300	2600	26000
<b>40</b>	52	260	520	1040	2600	5200	52000
<b>60</b>	78	390	780	1560	3900	7800	78000
<b>80</b>	104	520	1040	2080	5200	10400	104000
<b>100</b>	130	650	1300	2600	6500	13000	130000
<b>120</b>	156	780	1560	3120	7800	15600	156000
<b>140</b>	182	910	1820	3640	9100	18200	182000

Taulukossa 2 esitetyt kustannusarviot ovat suuntaa-antavia, sillä todellisuudessa elintarviketeollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannuksiin vaikuttavat huomattavasti myös syötteen koostumus ja laatu. Esimerkiksi eläinperäisten sivutuotteiden käsittelyä säätelee EU:n sivutuoteasetus (EY) N:o 1069/2009. Jakeen ominaisuuksista riippuen eläinperäisiin sivutuotteisiin saattaa liittyä tautiriski, mikä asettaa myös jakeen kuljetukselle erityisvaatimuksia. Kuljetuskustannuksia ei siis voi suoraan laskea kuljetusmatkan ja rahdin määrän mukaisesti, sillä kustannuksia aiheuttavat lisäksi muun muassa kuljetuskaluston mahdollinen puhdistus kuljetuksen jälkeen sekä se, voidaanko samaa kalustoa ylipäätään käyttää muunlaisiin kuljetuksiin. Kasvipöytäisten sivutuotteiden käsittelyvaatimukset poikkeavat eläinperäisten sivujakeiden käsittelystä, joten niiden osalta kustannuksetkin todennäköisesti muodostuvat erilaisiksi.

Taulukon 2 arvoja voidaan kuitenkin käyttää arvioitaessa kustannuksia yleisellä tasolla. Taulukosta huomataan, että säiliöautolla tapahtuvat kuljetukset aiheuttavat yleensä hieman korkeammat kustannukset kuin kuormalava-autoilla tapahtuvat kuljetukset. Säiliökuljetusta vaativat materiaalit ovat yleensä nestemäisiä, jotka sisältävät siis usein myös paljon vettä. Vesi on painavaa, ja nestemäisten jakeiden säiliöautokuljetusten kustannukset saattavatkin pian kohota hyvin korkeiksi. Luvun 3.2 taulukosta havaitaan, että esimerkiksi nestemäisiä ja paljon vettä sisältäviä rasvakaivolietteitä ja flotaatiolietteitä syntyy eri yrityksissä sadoista tonneista jopa tuhansiin tonneihin vuodessa. Taulukosta 2 havaitaan, että esimerkiksi 1 000 tonnia painavan säiliöautokuljetuksen tekeminen vain 20 kilometrin päähän voi aiheuttaa yritykselle 3 000 euron vuosikustannukset. Jos kuljetusmatka on 40 kilometriä, kustannukset voivat olla jo noin 6 000 € vuodessa. Näin ollen varsinkin nestemäisten jakeiden kuljetuksessa mahdollisen lyhyet kuljetusmatkat ovat toiminnan kannattavuuden kannalta avainasemassa.

## 5. Sivuvirtatietoja muista hankkeista

Tähän lukuun on koottu muiden hankkeiden tai toimeksiantojen aikana kertynyttä tietoa erilaisista ruokaketjun sivuvirtajakeista Satakunnan alueella. Alaluvuissa on eritelty peltobiomassojen eli peltoviljelystä potentiaalisesti syntyvien sivuvirtanurmien määriä Porin lähialueilla sekä vastaavasti eläintuotannosta syntyvien lantabiomassojen määriä Porin lähikunnissa.

### 5.1 Peltosivuvirrat

Taulukossa 3 on esitetty viherkesannon ja luonnonhoitopeltojen pinta-alat Porin lähikunnissa. Taulukossa 4 on määritetty laskennallisesti Porin lähiseudun kuntien alueilta syntyvät luonnonhoitopeltojen ja viherkesantojen nurmibiomassat, joita tällä hetkellä ei pääasiassa korjata vaan ne leikataan tai murskataan peltoon kasvukauden jälkeen. Lisäksi taulukossa näkyvät viljan korjuusta sivuvirraksi jäävän oljen määrät. Sivuvirrat on laskettu satotason, viljelypinta-alan ja satoindeksin avulla. Satoindeksi kuvaa sitä osaa kasvusta, joka hyödynnetään pääsatona. Muu osa kasvusta on sivuvirtaa. Käytännössä maksimisivuvirta ei välttämättä ole kaikki hyödynnettävissä, koska korjuulle on teknisiä ja taloudellisia rajoitteita ja osa sivuvirrasta pitää jättää pellolle kasvukuntoa ylläpitämään. (Biomassa-atlas, 2017)

Peltokasvien tuotannon sivuvirtojen eli luonnonhoitopeltojen ja kesanto- sekä suojavyyöhykenurmen hyödyntämisen estää usein korjuun kannattamattomuus. Nautakarjan pidon vähentyminen ja näin ollen myös nurmen rehuuotannon supistuminen Lounais-Suomessa on johtanut siihen, että kovin monella kasvinviljelijällä ei välttämättä edes ole itsellään nurmen korjuuseen sopivaa kalustoa. Myös nurmen lopullinen käyttötarkoitus vaikuttaa nurmen korjuukaluston vaatimukseen. Useimmiten tilanne on kuitenkin se, että nurmen korjuuseen luonnonhoito- ja kesantopelloilta vaadittaisiin erillinen urakoitsija tai vähintäänkin vuokrattava kalusto, mikä tuo viljelijälle lisäkuluja. Näin ollen korjuu ei ole houkuttelevaa, jos korjatusta nurmibiomassasta ei saa myytessä tarpeeksi hyvää hintaa. Nykyisellään nurmibiomassa siis usein vain leikataan tai murskataan ja jätetään peltoon kasvukauden jälkeen.

Taulukko 3. Porin ja lähikuntien kesanto- ja luonnonhoitopeltojen pinta-alat. (Luonnonvarakeskus, Biomassa-atlas, 2017)

Kunta	Biomassan tyyppi	Määrä	Yksikkö
Luvia	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	122	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	8	ha
Eura	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	693	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	135	ha
Harjavalta	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	100	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	12	ha
Huittinen	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	585	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	94	ha
Kankaanpää	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	795	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	179	ha
Nakkila	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	304	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	22	ha
Siikainen	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	234	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	101	ha
Köyliö	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	178	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	114	ha
Sastamala	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	2139	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	182	ha
Ulvila	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	263	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	23	ha
Eurajoki	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	302	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	50	ha
Kokemäki	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	583	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	132	ha
Merikarvia	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	200	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	364	ha
Pomarkku	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	303	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	52	ha
Pori	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	1291	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	282	ha
Rauma	Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	511	ha
	Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalajat	71	ha
<b>Yhteensä</b>		<b>1 168 638</b>	<b>ha</b>

Taulukko 4. Porin ja lähikuntien peltokasvien tuottamat laskennalliset sivuvirrat (kesantonurmen ja oljen määrät) tonneina kuiva-ainetta vuodessa (t (k-a)/a). (Luonnonvarakeskus, Biomassa-atlas, 2017)

Kunta	Biomassan tyyppi	Määrä	Yksikkö
Luvia	Olki	4257	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	443	t (k-a)/a
Eura	Olki	26299	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	2513	t (k-a)/a
Harjavalta	Olki	4212	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	355	t (k-a)/a
Huittinen	Olki	37706	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	2010	t (k-a)/a
Kankaanpää	Olki	12788	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	2879	t (k-a)/a
Nakkila	Olki	11845	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	1084	t (k-a)/a
Siikainen	Olki	3454	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	848	t (k-a)/a
Köyliö	Olki	7051	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	641	t (k-a)/a
Sastamala	Olki	33918	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	6842	t (k-a)/a
Ulvila	Olki	9358	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	948	t (k-a)/a
Eurajoki	Olki	11868	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	1089	t (k-a)/a
Kokemäki	Olki	18691	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	2101	t (k-a)/a
Merikarvia	Olki	3282	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	678	t (k-a)/a
Pomarkku	Olki	3062	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	1091	t (k-a)/a
Pori	Olki	26144	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	4630	t (k-a)/a
Rauma	Olki	13813	t (k-a)/a
	Kesantonurmi	1850	t (k-a)/a
	<b>Yhteensä</b>	<b>257 750</b>	<b>t (k-a)/a</b>



## 5.2 Lantabiomassat

Peltobiomassojen lisäksi Satakunnasta löytyy paljon kotieläintuotantoa, jolloin lantaa syntyy runsaasti. Lannalla tarkoitetaan eläinten nestemäisen ja kiinteän ulosteen eli virtsan ja sonnan, sekä usein myös kuivikkeiden ja pesuvesien, sekoitusta. Riippuen eläinsuojan ratkaisusta sontaan ja virtsaan sekoitetaan eri määriä pesuvesiä ja/tai kuivikkeita. Lietelantaa muodostuu, kun eläinsuojan kaikki pesuvedet johdetaan lannan joukkoon ja kuivikkeita käytetään vähän. Kuivike- ja kuivikepohjalannassa kuivikkeiden osuus on merkittävä ja virtsa imeytetään niihin. Niiden erona on lannan poistotiheys. Kuivikelanta poistetaan merkittävästi kuivikepohjalantaa tiheämmin. Kuivalannan ja virtsan erilliskeräyksessä sonta sekoittuu kuivikkeeseen ja virtsa kerätään pääasiassa omaan säiliöönsä. Osa siitä imeytyy kuivikkeeseen. Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty Porin ja lähikuntien alueelta syntyvän lannan määrät eri tuotantoeläinlajeittain sekä eri lantalajeittain jaoteltuna. Lantatieto esitetään sekä juuri eläinsuojasta kerätyille että varastoidulle lannalle, sillä niiden ominaisuudet eroavat mm. lannankäsittelyn aikana tapahtuvien hiilen ja typen hävikkien vuoksi. Lantatiedoista on valmiiksi vähennetty laiduntavien eläinten keskimääräinen laitumelle jäävä lanta. (Biomassa-atlas, 2017)

Lannan biokaasukäytön ongelmaksi muodostuu lannan korkea vesipitoisuus. Vesi on painavaa, ei sisällä paljoakaan biokaasulaitoksen toiminnalle olennaista orgaanista ainesta eikä sen kuljettaminen ole pitkillä matkoilla kustannustehokasta. Vettä voidaan halutessa poistaa lannasta separoimalla eli erottamalla kiintoaine ja vesi, mutta separointi vaatii työhön soveltuvaa kalustoa ja aiheuttaa lisäkustannuksia. Useinkaan satakuntalaisilla eläintilallisilla ei ole itsellään separointikalustoa, vaan palvelu voidaan ostaa separointiin erikoistuneelta yritykseltä, joka vuokraa kalustoa ja palvelua. Näin voidaan erottaa lannasta vesi ja kiintoaine, jolloin vesifraktio voidaan levittää lähialueen pelloille ja kiintoaines kuljettaa pidemmän matkan päähän levitettäväksi. Tämä kuitenkin aiheuttaa lisäkustannuksia. Osa Satakunnan alueella syntyvästä ylijäämälannasta käytetään kuitenkin jo nykyisellään biokaasulaitoksissa. Esimerkiksi Emomylyn biokaasulaitos Huittisissa ja Gasum Oy:n biokaasulaitos Vampulassa ottavat vastaan lähialueelta syntyvää ylimääräistä lietelantaa ja käyttävät sitä osana biokaasulaitoksen muita syötteitä.

Taulukko 5. Porin ja lähikuntien alueilta syntyvät tuotantoeläinten lantamäärät tonneina vuodessa (t/v). (Luonnonvarakeskus, Biomassa-atlas, 2017)

Kunta	Lypsykarjan lietelanta eläinsuojasta	Lypsykarjan kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	Lihakarjan lietelanta eläinsuojasta	Lihakarjan kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	Emakot ja porsaot lietelanta eläinsuojasta	Emakot ja porsaot kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	Lihasiat lietelanta eläin- suojasta	Lihasiat kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	Munituskanat lietelanta eläinsuojasta	Munituskanat kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	
Eura	8177	3927	3606	2757	5996	447	7799	79	349	2130	t/v
Huittinen	5619	2670	6301	7614	30014	2232	124683	1266	145	885	t/v
Harjavalta			4	4							t/v
Kankaanpää	19495	8894	8799	7657	214	8	3010	31			t/v
Nakkila	212	70	168	121							t/v
Siikainen	7924	3536	3999	4582							t/v
Köyliö	3979	1859	1503	1096	1664	129	5710	58			t/v
Sastamala	40463	18398	14974	16729	5403	423	38826	394	173	1056	t/v
Ulvila	807	309	2093	3032							t/v
Eurajoki	2832	1305	1858	1752					144	875	t/v
Kokemäki	4043	1774	8148	7451	1445	110	8502	86	116	707	t/v
Merikarvia	6581	2917	9443	11529							t/v
Pomarkku	2153	967	309	311							t/v
Pori	9246	4123	8234	8654	1216	90	2762	28	91	552	t/v
Rauma	3525	1558	1267	2304					128	782	t/v
Luvia	4	4	5	4							t/v
<b>Yhteensä</b>	<b>115060</b>	<b>52311</b>	<b>70711</b>	<b>75597</b>	<b>45952</b>	<b>3439</b>	<b>191292</b>	<b>1942</b>	<b>1146</b>	<b>6987</b>	<b>t/v</b>

Taulukko 6. Porin ja lähikuntien alueilta syntyvät tuotantoeläinten lantamäärät tonneina vuodessa (t/v). (Luonnonvarakeskus, Biomassa-atlas, 2017)

Kunta	Lypsykarjan lietelanta varastosta	Lypsykarjan kuivalanta yhteensä varastosta	Lihakarjan lietelanta varastosta	Lihakarjan kuivalanta yhteensä varastosta	Emakot ja porsaot lietelanta varastosta	Emakot ja porsaot kuivalanta yhteensä varastosta	Lihasiat lietelanta varastosta	Lihasiat kuivalanta yhteensä varastosta	Munituskanat lietelanta varastosta	Munituskanat kuivalanta yhteensä varastosta	Broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja kuivalanta yhteensä varastosta	
Eura	9278	4535	4057	3112	6536	336	8485	60	376	2328	9344	t/v
Huittinen	6376	3085	7096	8667	32718	1679	135651	955	156	968	9933	t/v
Harjavalta			5	4								t/v
Kankaanpää	22125	10305	9902	8683	232	7	3275	23				t/v
Nakkila	241	83	189	137								t/v
Siikainen	8994	4102	4502	5212							0	t/v
Köyliö	4515	2150	1691	1239	1814	97	6212	44			4402	t/v
Sastamala	45922	21320	16860	19024	5888	319	42241	297	186	1154	0	t/v
Ulvila	917	362	2360	3461								t/v
Eurajoki	3214	1511	2092	1991					155	956	2822	t/v
Kokemäki	4589	2061	9171	8458	1575	83	9250	65	125	773	1950	t/v
Merikarvia	7470	3386	10633	13118								t/v
Pomarkku	2443	1121	347	349								t/v
Pori	10495	4784	9269	9830	1326	68	3005	21	98	604		t/v
Rauma	4001	1809	1429	2628					138	855		t/v
Luvia												t/v
<b>Yhteensä</b>	<b>130580</b>	<b>60614</b>	<b>79603</b>	<b>85913</b>	<b>50089</b>	<b>2589</b>	<b>208119</b>	<b>1465</b>	<b>1234</b>	<b>7638</b>	<b>28451</b>	<b>t/v</b>

## 6. Yhteenveto

Satakuntalaisista elintarviketeollisuuden yrityksistä syntyy yli 791 525 tonnia erilaisia orgaanisia sivutuotteita vuosittain. Massaltaan suurimpia jakeita ovat hyvin vesipitoiset jakeet: sokerijuurikkaan ja tärkkelysperunan solunesteet. Muita huomattavan suuria jakeita ovat sokerijuurikkaan puristeleike, käytetyt kasvualustat ja multa, teurassivutuotteet (luut, sisäelimet ja leikkaamoiden sivutuoteliha) sekä eläinperäiset rasvakaivo- ja flotaatiolietteet. Näistä jakeista suurin osa syntyy eteläisen Satakunnan alueella, ja osa yrityksistä sijoittuu jopa saman 20 kilometrin saavutettavuusalueen piiriin tieverkkoa pitkin. Bioenergiahyödyntämistä ajatellen varsinkin rasvakaivo- ja flotaatiolietteet sekä teurasjätteet muodostavat potentiaalisen biokaasun lähteen Etelä-Satakunnassa. Erilaisia toimia jakeiden hyötykäytön tehostamiseksi onkin jo suunnitteilla ja myös jo aloitettu.

Eläin- ja kasvipäristä sivujakeiden käsittely ja kuljetus eroavat toisistaan riippuen jakeen koostumuksesta ja laadusta. Eläinperäisten jakeiden käsittelyssä sovelletaan EU:n sivutuoteasetusta, jolloin se asettaa kuljetuskalustolle erilaisia vaatimuksia kasvipäristä sivujakeisiin nähden. Sivujakeiden kuljetuskustannuksien määräytymiseen vaikuttavat lisäksi monet muutkin tekijät, joten kustannusten laskenta suoraan tonnien ja kilometrien mukaisesti ei välttämättä anna tarkkaa kuvaa todellisista kustannuksista. Yleisellä tasolla voidaan kuitenkin todeta, että sivujakeiden kuljetuskustannukset voivat nousta tuhansien tai jopa kymmenien tuhansien eurojen tasolle vuosittain, mikäli tonnimäärät ovat suuria ja kuljetusmatkat kasvavat pitkiksi. Näin ollen sivujakeiden kuljetuskustannukset ovat elintarviketeollisuuden yrityksille merkittävä kuluerä.

Satakunnan alkutuotannon piiristä syntyy runsaasti myös kotieläinten lantaa ja peltokasvien sivuvirtabiomassaa, kuten olkea ja kesantonurmia. Tällä hetkellä lantajakeet hyödynnetään pääasiassa maatalouskäytössä, mutta olki ja kesantonurmi jäävät suurelta osin hyödyntämättä. Yleisimmin nämä peltokasvisivuvirrat niitetään, murskataan ja jätetään peltoon kasvukauden jälkeen. Vaikka sekä lanta- että peltokasvisivuvirtajakeet soveltuisivat hyvin biokaasun tuotannon raaka-aineeksi, ne jäävät monesti taloudellisista syistä hyödyntämättä. Lanta on usein hyvin vesipitoista, jolloin sen separointi- ja kuljetuskustannukset voivat kasvaa korkeiksi. Nurmen korjuulle ei välttämättä kaikilla viljelijöillä ole kalustoa, eikä nurmesta makseta vielä tarpeeksi hyvää hintaa, jotta sitä kannattaisi korjata pois pellolta.

Kaiken kaikkiaan tästä selvityksestä havaitaan, että elintarviketeollisuuden yritysten sivuvirtoja syntyy Satakunnasta huomattavia määriä. Suhtautuminen sivuvirtojen käsittelyyn kuitenkin vaihtelee jonkin verran yrityksestä toiseen. Muutamilla yrityksillä on hyvinkin aktiivinen ote sivuvirtojen hyötykäytön tehostamiseen, kun taas toisilla sivuvirran käsittely koetaan lähinnä kulueränä. Muutosta on kuitenkin selkeästi tapahtumassa: elintarviketeollisuuden sivuvirrat

nähdään yhä useammin yrityksissä lisäarvoa tuovina jakeina, joilla on myös jatkojalostus- ja tuotteistuspotentiaalia. Tällaisen kiertotalouteen pohjaavan ajattelun sekä konkreettisten kehitysesimerkkien tuomista vielä passiivisempien yritysten saataville olisi hyvä tulevaisuudessa viedä eteenpäin, sillä kaikilla yrityksillä ei välttämättä ole kovinkaan selkeää kuvaa siitä, mitä kiertotalous voisi juuri heille tarkoittaa tai millaisia mahdollisuuksia sivuvirrat voivat tarjota. Käytännön kiertotalousinnovaatioita ja erilaisia sivuvirtojen käsittelymenetelmiä voitaisiin kartoittaa ja niitä jalkauttaa yhä tehokkaammin yritysten saataville – osaksi yritysten ajatusmaailmaa ja käytännön toimintaa.

Elintarviketeollisuuden yritysten keskinäinen yhteistyö sivuvirtojen yhdistämisessä ja hyötykäytössä edistäisi kiertotalouden kehittymistä Satakunnassa. Esimerkiksi biokaasuhyödyntämistä ajatellen harvalla yrityksellä on kuitenkin itsellään tarpeeksi sivuvirtoja tai muitakaan resursseja lähteä investoimaan biokaasulaitoksen perustamiseen. Varsinkin pienissä ja keskisuurissa yrityksissä sivuvirtojen hyödynnyksen ja toiminnan kehittämisen esteenä on usein resurssipula. Kun henkilöstön kaikki aika ja työpanos kuluu yrityksen operatiivisen toiminnan pyörittämiseen, ”ylimääräiselle” kehittämis- ja suunnittelutyölle ei tahdo löytyä tilaa. Kiertotalouden prosessien edistämiseksi varsinkin pk-yrityksille pitäisi siis tarjota innovaatiopalveluja ja ideoita toiminnan käytännön kehittämiseen ja sivuvirtojen käsittelyn optimointisuunnittelun tueksi. Yritysten keskinäistä yhteistyötä kiertotalouden ympärillä olisi hyvä pyrkiä parantamaan ja ylipäättään helpottaa vuoropuhelun syntymistä. Tilanteesta tekee haastavan se, että monesti varsinkin elintarvikealan pk-yritykset ovat myös kilpailijoita keskenään, jolloin tiedonvaihto voi olla vastahakoista tai jopa estyä kokonaan. Tätä voidaan helpottaa viestimällä yrityksille selkeästi yhteistyöllä kaikille saavutettavista eduista sekä tuoda konkreettisia esimerkkejä hyvin onnistuneesta kiertotalousyhteistyöstä.

## 7. Lähteet

AIKO-hanke (Alueelliset innovaatiot ja kokeilut): Uudet kokeilut sivuvirtojen hyödyntämisessä. Biokaasukokeet: panospullokokeet kalkkunan sulilla ja perunan kuorimassalla. Tilaustutkimus, Satafood Kehittämisyhdistys ry. <https://www.satafood.net/hankkeet/uudet-kokeilut-sivuvirtojen-hyodyntamisessa-aiko-hanke/>

Alkaya Emrah, Demirer Göksel N. (2011): Anaerobic mesophilic co-digestion of sugar-beet processing wastewater and beet-pulp in batch reactors. *Renewable Energy* 36 (2011) 971-975

Banks Charles J., Zotova Elina A., Heaven Sonia (2010): Biphasic production of hydrogen and methane from waste lactose in cyclic-batch reactors. *Journal of Cleaner Production* 18 (2010) 95-104

Berg Jenny (2016): ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys 2016. Elintarviketeollisuusliitto ETL. Saatavilla: [http://www.etl.fi/media/aineistot/raportit-ja-katsaukset/etl-jate\\_ja\\_sivuvirtaselvitys\\_2016.pdf](http://www.etl.fi/media/aineistot/raportit-ja-katsaukset/etl-jate_ja_sivuvirtaselvitys_2016.pdf)

Gladchenko M. A., Kovalev D. A., Kovalev A. A., Litti Yu. V., Nozhevnikova A. N. (2017): Methane Production by Anaerobic Digestion of Organic Waste from Vegetable Processing Facilities. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2017, Vol. 53, No. 2, pp. 242-249

Jagadabhi Padma Shanthi, Kaparaju Prasad, Rintala Jukka (2011): Two-stage anaerobic digestion of tomato, cucumber, common reed and grass silage in leach-bed reactors and upflow anaerobic sludge blanket reactors. *Bioresource Technology* 102 (2011) 4726-4733

Kafle Gopi Krishna, Kim Sang Hun, Sung Kyung Ill (2013): Ensiling of fish industry waste for biogas production: A lab scale evaluation of biochemical methane potential (BMP) and kinetics. *Bioresource Technology* 127 (2013) 326–336

Koppar Abhay, Pullammanappallil Pratap (2008): Single-stage, batch, leach-bed, thermophilic anaerobic digestion of spent sugar beet pulp. *Bioresource Technology* 99 (2008) 2831-2839

Kryvoruchko Vitaliy, Machmüller Andrea, Bodiroza Vitomir, Amon Barbara, Amon Thomas (2009): Anaerobic digestion of by-products of sugar beet and starch potato processing. *Biomass and Bioenergy* 33 (2009) 620-627

Kusch Sigrid, Schumacher Britt, Oechsner Hans, Schäfer Winfried (2011): Methane yield of oat husks. *Biomass and Bioenergy* 35 (2011) 2627-2633

Luonnonvarakeskus 2017: Biomassa-atlas. Sähköinen tietokanta ja karttapalvelu, <https://biomassa-atlas.luke.fi/>

Luostarinen S., Luste S., Sillanpää M. (2009): Increased biogas production at wastewater treatment plants through co-digestion of sewage sludge with grease trap sludge from a meat processing plant. *Bioresource Technology* 100 (2009) 79–85

Luste Sami, Luostarinen Sari, Sillanpää Mika (2009): Effect of pre-treatments on hydrolysis and methane production potentials of by-products from meat-processing industry. *Journal of Hazardous Materials* 164 (2009) 247-255

Marttinen Sanna, Venelampi Olli, Iho Antti, Koikkalainen Kauko, Lehtonen Eeva, Luostarinen Sari, Rasa Kimmo, Sarvi Minna, Tampio Elina, Turtola Eila, Ylivainio Kari, Grönroos Juha, Kauppila Jussi, Koskiaho Jari, Valve Helena, Laine-Ylijoki Jutta, Lantto Raija, Oasmaa Anja, zu Castell-Rüdenhausen Malin (2017): Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Nykytila ja suositukset ohjauskeinojen kehittämiseksi. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Saatavilla: <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/540214>

Pakarinen Annukka, Maijala Pekka, Jaakkola Seija, Stoddard Frederick L, Kymäläinen Maritta, Viikari Liisa (2011): Evaluation of preservation methods for improving biogas production and enzymatic conversion yields of annual crops. *Biotechnology for Biofuels* 2011, 4:20

Priztech Oy (julkaisematon, luonnos luettu 15.11.2018): Satakunnan kaasutaloussuunnitelma 2025.

Salminen, E., Einola, J., Rintala, J. (2003): The methane production of poultry slaughtering residues and effects of pre-treatments on the methane production of poultry feather. *Environmental Technology*, 24, 1079-1086.

Salminen E., Rintala J. (2002): Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. *Bioresource Technology* 83 (2002) 13-26

Schievano Andrea, D’Imporzano Giuliana, Adani Fabrizio (2009): Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production. *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 2537-2541

Yunqin Lin, Xumeng Ge, Yebo Li (2014): Solid-state anaerobic co-digestion of spent mushroom substrate with yard trimmings and wheat straw for biogas production. *Bioresource Technology* 169 (2014) 468–474