



Emilia Niittyviita, Kari Jääskeläinen

**KESKI-POHJANMAAN KIERTOLANNOITEPOTENTIAALI
KIERTOLANNOITE-ESISELVITYSHANKKEEN KYSELY- JA
LABORATORIOTUTKIMUSTEN PERUSTEELLA**

**Centria-ammattikorkeakoulu
Kiertolannoite-esiselvityshanke**

Tammikuu 2024

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 79.

Emilia Niittyviita, Kari Jääskeläinen

**KESKI-POHJANMAAN KIERTOLANNOITEPOTENTIALI
KIERTOLANNOITE-ESISELVITYSHANKKEEN KYSELY- JA
LABORATORIOTUTKIMUSTEN PERUSTEELLA**

Centria-ammattikorkeakoulu
Kiertolannoite-esiselvityshanke

Tammikuu 2024



JULKAISIJA:

Centria-ammattikorkeakoulu
Talonpojankatu 2, 67100 Kokkola

TAITTO: Centria-ammattikorkeakoulun viestintäpalvelut

KANNEN KUVA: Adobe Stock

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 79.

ISSN 2342-933X

ISBN 978-952-7173-95-4

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 KYSELYTUTKIMUS.....	6
2.1 TOTEUTUS.....	6
2.2 TULOKSET.....	8
2.3 POTENTIAALI KYSELYN PERUSTEELLA.....	11
3 RAVINNEANALYTIikka JA Lannoitevalmistuskokeet.....	12
3.1 Sivuvirtojen ravinnepitoisuuden määrittäminen.....	12
3.2 Lannoitevalmistuskokeet.....	13
4 HANKKEESEEN OSALLISTUNEIDEN YRITYSTEN Sivuvirtojen Lannoitearvo ja käytettävyys.....	17
5 YHTEENVETO.....	19
LÄHDELUETTELO.....	20

1 JOHDANTO

Erilaiset ravinnerikkaat sivuvirrat ovat tulevaisuuden lannoitteiden lähde, kun kiertolannoitteiden käyttö yleistyy kasvannais- sekä fossiilisella energialla tuotettujen ravinteiden käytön vähentyessä hinnan sekä saatavuuden ollessa epävarmaa. Monesti nestepitoisissa lietalähteissä esiintyvät ravinteet täytyy kuitenkin saada talteen ennen niiden käyttöä, ja tähän tarvitaan erilaisia saostusaineita liukoisten ravinteiden, erityisesti fosforin, talteenottoon. Fosforia voidaan ottaa talteen lannoitekäyttöön erilaisten kalsium- ja magnesiumionien avulla. Talteenoton myötä on tärkeää tietää ravinnelähteiden lisäksi myös sivuvirrat, joita voidaan hyödyntää ravinteiden talteenotossa. Kiertolannoite-esiselvityshankkeessa on pyritty selvittämään Keski-Pohjanmaan alueelta löytyviä potentiaalisia kiertolannoitetuotantoon sopivia sivuvirtoja, kartoittamaan näiden ravinnepotentiaali sekä alueen toimijoiden kiinnostus kiertolannoitteiden tuotantoon.

Tämä raportti on tehty osana Kiertolannoite-esiselvityshanketta, jonka on rahoittanut Keski-Pohjanmaan liitto. Raportti keskittyy hankkeen kyselytutkimuksen tuloksiin sekä tutkimuksen perusteella saatujen näytteiden ravinnepotentiaalin selvitykseen ja sivuvirroista valmistettujen lannoitemateriaalien koostumukseen. Hankkeessa on julkaistu samanaikaisesti raportti, joka keskittyy kiertolannoitteiden valmistukseen liittyviin lainsäädännön pullonkauloihin sekä teknistaloudellisiin tarkasteluihin potentiaalisen kiertolannoitevalmistuksen kannalta Keski-Pohjanmaan alueella.

Kiitos ohjausryhmän jäsenille sekä heidän edustamilleen organisaatioille (EPSE Oy, Kaustisen Seutukunta, KIP ry, MTK Keski-Pohjanmaa, Yrityskannus Oy), rahoittajalle sekä erityisesti osallistuneille yrityksille hankkeen toteutuksen mahdollistamisesta.

2 KYSELYTUTKIMUS

2.1 TOTEUTUS

Keski-Pohjanmaan yrityksille suunnattu kyselytutkimus tehtiin suorana sähköpostikyselynä sekä avoimen kyselylin-
kin avulla. Sähköpostikysely lähetettiin Keski-Pohjanmaan alueen kehitysyhtiöiden sekä yritys yhteisöissä (Kosek,
KaSe, YritysKannus, KIP-ry) yritysrekisterien perusteella 109 eri yritykselle. Yrityksiä kyselyssä rajattiin rekistereistä
sitien, että palvelualan yritykset karsittiin pois oletuksella, ettei näissä muodostu merkittävästi hyödynnettäviä sivu-
virtoja. Kyselyn avointa vastauslinkkiä levitettiin LinkedIn-päivityksen kautta sekä esitteiden avulla, joita on jaettu
tilaisuuksissa, joissa hanketta on esitelty.

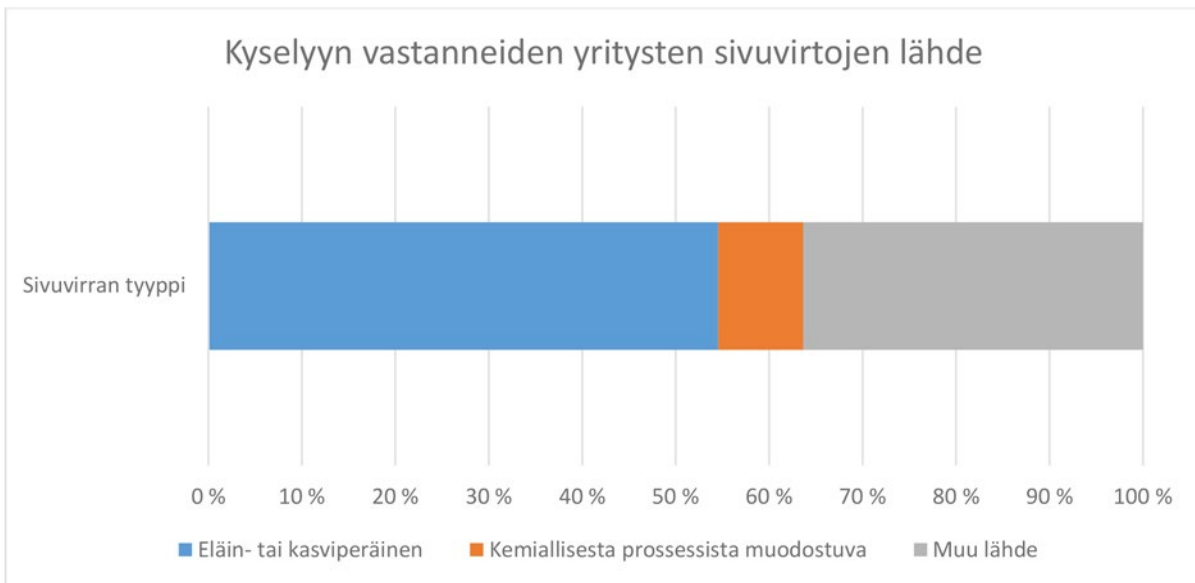
Kysely koostui taulukossa 1 esitetyistä kysymyksistä, joiden avulla pyrittiin selvittämään kyselyyn vastaavien yri-
tysten sivuvirtojen laatua, määrää, muodostumista ja käyttöä, sekä kiinnostusta osallistua hankkeen toteutukseen
tarjoamalla yrityksen sivuvirtoja analysoitavaksi niiden lannoitepotentiaalini selvittämiseksi.

Taulukko 1. Kyselytutkimuksessa esitetyt kysymykset

Kysymys ja tarkennukset	Monivalintakysymysten vaihtoehdot
Mikä on yrityksesi nimi ja millä toimialalla yrityksesi toimii?	
Muodostuuko yrityksesi toiminnasta eläin- tai kasviperäistä sivutuotetta?	Kyllä
	Ei
Onko yrityksesi toiminnasta muodostuva sivutuote eläin- vai kasviperäinen?	Eläinperäinen
	Kasviperäinen
	Ei kumpikaan/jotakin muuta
Kuinka paljon eläin- tai kasviperäistä sivutuotetta tuotannostanne vuosittain muodostuu? Eritelkää, jos mahdollista, kasvi- ja eläinperäiset sivutuotteet erilleen.	-
Onko yrityksesi toiminnasta muodostuva sivutuote kemiallisesta prosessista peräisin?	Kyllä
	Ei
Kuinka paljon kemiallisista prosesseista tulevia sivutuotteita tuotannostanne vuosittain muodostuu? Eritelkää tarvittaessa sivutuotteet sopiviin tuoteryhmiinsä.	-
Muu sivuvirta. Jos sivuvirtasi ei sovi edellisiin vaihtoehtoihin, kuvaile tähän sivuvirtoja ja kerro kuinka paljon niitä muodostuu.	-
Mihin vuodenaikaan sivuvirtoja muodostuu tuotannossanne eniten?	Keväällä
	Kesällä
	Syksyllä
	Talvella
	Tasaisesti ympäri vuoden
Mihin käyttöön tuotannonne sivuvirrat tällä hetkellä käytetään?	Varastoidaan ulos tai sisälle ilman välitöntä käyttöä.
	Toimitetaan loppusijoituspaikkaan kaatopaikalle tai muulle loppukäsittelijälle.
	Käytetään lannoite- tai ravinteiden hyötykäyttöön omassa tuotannossa.
	Käytetään polttoaineena.
	Käytetään biokaasun lähteenä.
	Kierrätetään takaisin omaan tuotantoon lähtöaineeksi tai väliraaka-aineeksi.
	Voidaan levittää tai päästää luontoon tai vesistöön vaarattomana.
	Käytetään jotenkin muuten. Miten?
Mihin käyttöön tuotannonne sivuvirrat tällä hetkellä käytetään? Avoimet vastaukset	Käytetään jotenkin muuten. Miten? Avoimet vastaukset
Olen kiinnostunut osallistumaan Kiertolannoite-esiselvityshankkeeseen luovuttamalla sivuvirtamateriaaleja analysoitavaksi Centria-ammattikorkeakoululle.	Kyllä
	Ei
Yhteystiedot	Etunimi
	Sukunimi
	Matkapuhelin
	Sähköposti

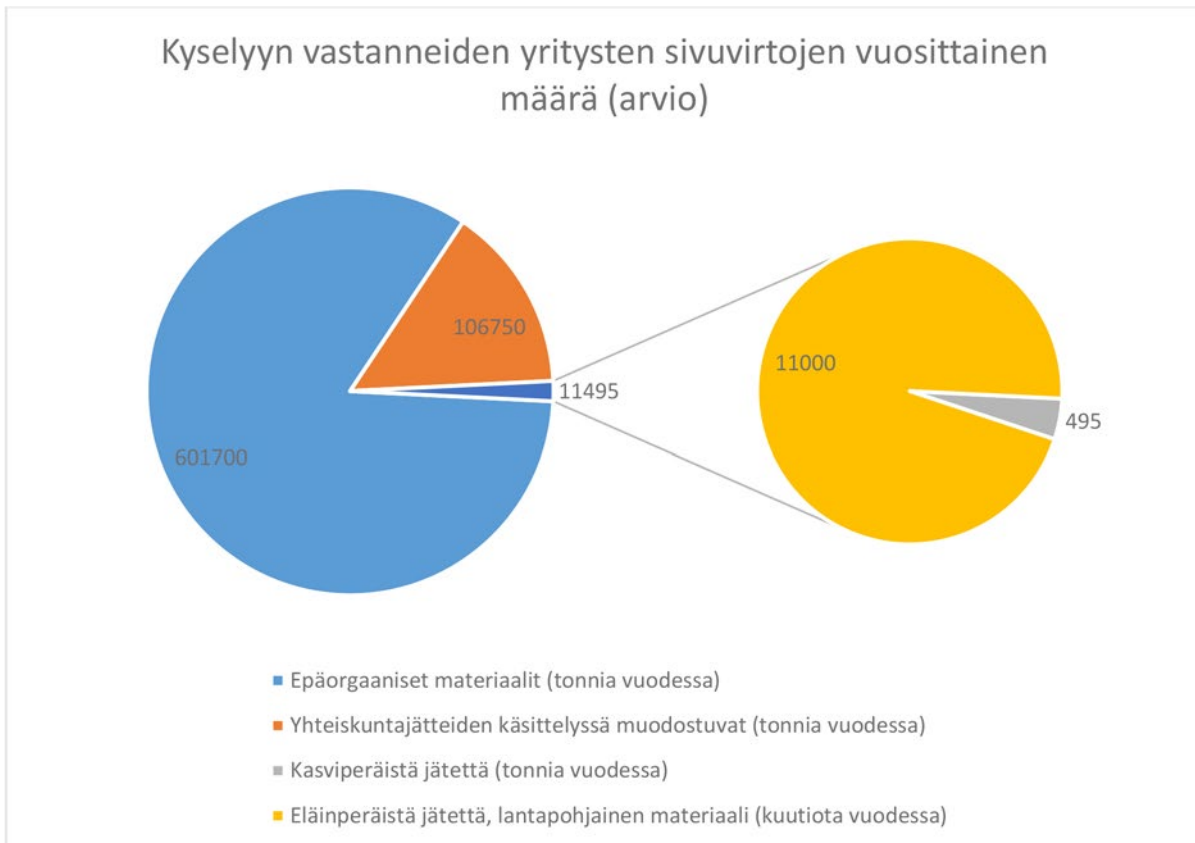
2.2 TULOKSET

Kyselyyn vastasi 11 yritystä, joista kymmenen sijoittui kohdealueelle (Keski-Pohjanmaa). Kahdeksan kyselyyn vastanneista toimittivat näytteitä analysoitavaksi ja lisäksi yksi yritys toimitti tietoja sivuvirran koostumuksesta. Kuvioissa 1–4 on esitetty kyselyn tuloksia, tuloksia on käsitelty ja koottu kirjallisista vastaksista. Kyselyyn vastanneilla yrityksillä sivuvirrat muodostuivat eri lähteistä, eläin- ja/tai kasviperäisen sivuvirran muodostaessa yleisimmän sivuvirtalähteen (55 % yrityksistä). Kuviossa 1 on esitetty sivuvirtojen jakauma eri kategorioiden välillä. Kaikilla yrityksillä, joilla muodostui eläin- ja/tai kasviperäisiä sivuvirtoja, muodostui toiminnassa kasviperäisiä sivuvirtoja, ja valtaosalla eli kahdella kolmasosalla (36 % kaikista vastanneista) muodostui myös eläinperäistä sivuvirtaa.

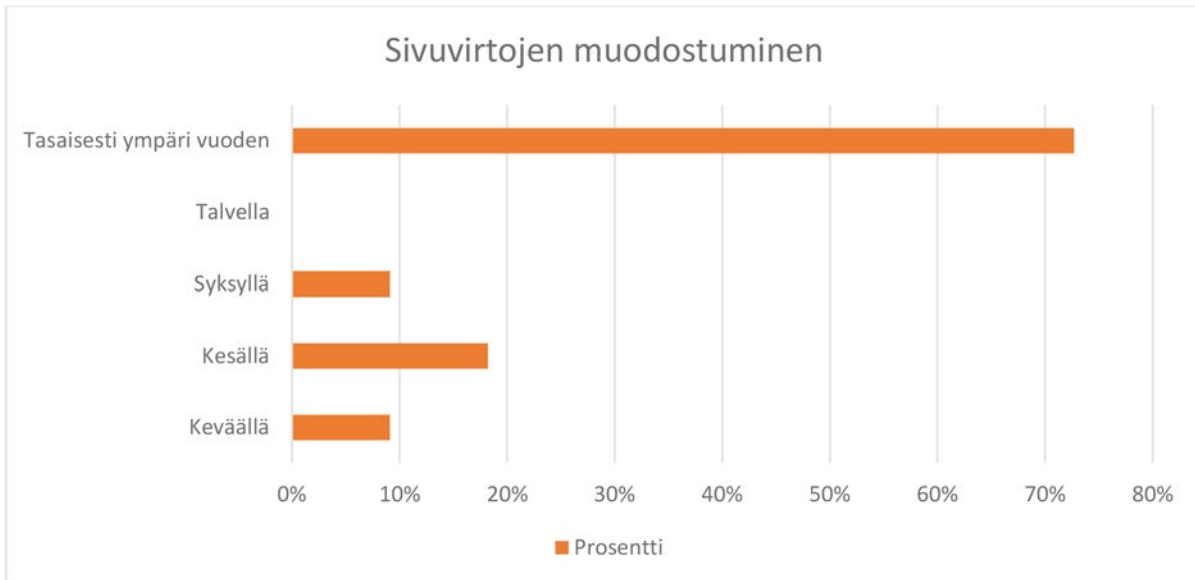


Kuvio 1. Kyselytutkimukseen osallistuneiden yritysten sivuvirtojen lähde.

Kasviperäiset sivuvirrat koostuvat erilaisista peltobiomassoista sekä niiden käsittelystä muodostuvista sivuvirroista. Eläinperäiset sivuvirrat ovat lantapohjaisia materiaaleja. Eläin- ja kasviperäisten sivuvirtojen lisäksi kemiallisiin ja muihin sivuvirtoihin sisältyi pääasiassa epäorgaanisia materiaaleja sekä yhdyskuntajätteen käsittelyssä muodostuvia sivuvirtoja. Kuviossa 2 on visualisoitu yritysten ilmoittamia määriä, joita eri sivuvirtakategorioita arviolta muodostuu toiminnassa vuosittain. Määrällisesti valtaosa vastanneiden yritysten muodostuvista sivuvirroista koostuu epäorgaanisista materiaaleista eloperäisen materiaalin jäädessä huomattavasti pienemmäksi osuudeksi volyyminä. Koska sivuvirrat eivät ole ilmoitettu yhteensopivilla yksiköillä, tarkempi vertailu osatekijöiden suhteen on haastavaa. Kuviossa 2 on oletettu eläinperäisen jätteen olevan tiheydeltään vettä vastaavia, eli kuution tilavuuden vastaavan tonnia painona.



Kuvio 2. Kyselytutkimukseen osallistuneiden yritysten sivuvirtojen karkeat määrät.



Kuvio 3. Kyselytutkimukseen osallistuneiden yritysten sivuvirtojen muodostuminen vuodenajoin.

Eri sivuvirtoja kyselyyn vastanneilla yrityksillä muodostuu pääasiassa ympäri vuoden, poikkeuksena oletettavasti kasvukaudella muodostuvat kasvipohjaiset sivuvirrat, kuten Kuvio 3 nähdään. Toisin kuin muodostumisen suhteen sivuvirtojen nykyinen käyttö vaihtelee toimijoittain merkittävästi. Kuviossa 4 on esitetty eri käyttötarkoituksia kyselyn pohjalta. Muita ilmoitettuja käyttökohteita ovat jatkojalostus sekä maanrakennus. Merkittävällä osalla sivuvirroista ei nykyisellään ole välitöntä käyttöä.



Kuvio 4. Kyselytutkimukseen osallistuneiden yritysten sivuvirtojen nykyinen käyttökohteet.

2.3 POTENTIAALI KYSELYN PERUSTEELLA

Osa muodostuneista sivuvirroista käytetään jo nykyisellään lannoitukseen tai ravinnelähteenä omassa toiminnassa tai jalostuksen kautta. Siinä missä näillä sivuvirroilla on ehdottomasti potentiaalia lannoitevalmistuksessa, on hyvä huomata, että ne ovat jo nykyisellään käytössä lannoituksessa. Merkittävä määrä sivuvirtoja ei kuitenkaan nykyisellään ole aktiivisessa käytössä tai ne lopetusjoidetaan. Vastanneista yrityksistä 45 %:lla ainakin osa sivuvirroista ei ole aktiivisessa käytössä. Mikäli nämä materiaalit soveltuvat lannoitevalmistukseen, saataisiin käyttöön nykyisin hyödyntämättömiä resursseja. Halukkailta osallistujilta saatujen näytteiden perusteella selvitettiin kyselyn sivuvirroista potentiaalia lannoitevalmistuksessa. Kyselyyn osallistuneet yritykset ovat osoittaneet kiinnostusta sivuvirtojen käyttöön kiertolannoitteiden osalta, mutta osallistujia määrä kyselyyn jäi pieneksi, joten aiheen yleinen kiinnostavuus ei vaikuttaisi tällä hetkellä olevan vielä merkittävä.

3 RAVINNEANALYTIikka JA LANNOITEVALMISTUSKOKEET

3.1 SIVUVIRTOJEN RAVINNEPITOISUUDEN MÄÄRITYS

Kahdeksan näytettä lähettänyttä yrittästä luovuttivat analytiikkaan ja lannoitevalmistuskokeiluihin yhteensä 13 näytettä, joista viisi olivat nestemäisiä ja kahdeksan kiinteitä näytettä. Kuten kyselystä kävi ilmi, materiaalit olivat pääosin epäorgaanisia tai eloperäisiä. Näytelistaus ja kuvaukset on esitetty taulukossa 2, näytteet on koodattu hanketta indikoivalla koodilla KL (=kiertolannoite-esiselvitys) sekä näytteen koostumusta kuvaavalla kirjainlyhenteellä K (=kiinteä) tai N (=neste) yhdistettynä juoksevaan numeroon, näytteen saapumisjärjestykseen viitaten. Vastaanotetuista näytteistä analysoitiin ravinnesisältö sekä raskasmetallit ja kuiva-ainepitoisuus sivuvirtojen ravinnepotentiaalin selvittämiseksi ja niiden lannoitteiden raaka-aineeksi soveltuvuuden testaamiseksi. Koostumuksen selvittämisen lisäksi saatuja näytettä testattiin lannoitusvalmistuksessa alustavasti seostamalla sekä konsentroimalla näytteestä riippuen.

Taulukko 2. Näytekoodit sekä näytteen kuvaukset.

Näytekoodi	Sivuvirran laatu
KL K1	Epäorgaaninen materiaali
KL K2	Epäorgaaninen materiaali
KL K3	Yhdyskuntajätepohjainen
KL K4	Epäorgaaninen materiaali
KL K5	Epäorgaaninen materiaali
KL K6	Kasviperäinen
KL K7	Kasviperäinen
KL K8	Epäorgaaninen materiaali
KL N1	Eläinperäinen
KL N2	Kasviperäinen
KL N3	Yhdyskuntajätepohjainen
KL N4	Epäorgaaninen liete
KL N5	Eläinperäinen

Valtaosaan analytiikasta on hyödynnetty ICP-MS -analytiikkaa, typen määrittämiseen on käytetty Kjeldahl-menetelmää ja liukoiset anionit on mitattu IC-analytiikkaa hyödyntäen. Liukoiset anionit on esitetty Taulukossa 3. Taulukossa 4 on esitetty näytteen ravinnekoostumusta kasveille tärkeimpien ravinteiden sekä sivu- ja hivenravinteiden suhteen näytteen kuiva-ainetta kohden. Suuressa osassa sivuvirtanäytteitä on kuiva-ainepitoisuuteen suhteutettuna merkittäviä määriä typpeä ja/tai fosforia, joita voitaisiin potentiaalisesti hyödyntää kiertolannoitevalmistukseen. Osa näytteistä sisältää melko tasapainoisen NPK-määrän, ja ne ovat siten sopivissa oloissa myös suoraan käytävissä lannoitukseen, mikäli materiaali on mahdollista esimerkiksi levittää tai kuljettaa käyttöön järkevästi.

Taulukko 3. Analysoitujen sivuvirtojen anionipitoisuudet IC-menetelmällä, niille sivuvirroille, joissa havaittiin liukoisia anioneja.

	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/kg KA				
KL K4	n.d.	n.d.	n.d.	650913	6932
KL K5	n.d.	n.d.	n.d.	609968	2946
KL K6	n.d.	190	450	1156	490
KL K7	n.d.	47010	n.d.	17918	9513
KL K8	n.d.	n.d.	n.d.	553289	2722
KL N1	n.d.	27333	n.d.	n.d.	2560
KL N2	2227	2666	n.d.	12292	25735
KL N3	n.d.	32739	n.d.	n.d.	n.d.
KL N4	199730	n.d.	n.d.	283290	226471
KL N5	n.d.	19529	n.d.	729	5204

n.d.= ei havaittu (not detected)

3.2 LANNOITEVALMISTUSKOKEET

Sivuvirtojen ravinnepotentiaalın selvittämisen jälkeen pyrittiin laboratoriomittakaavan kokeissa nostamaan sivuvirtojen jalostusastetta ja käytettävyyttä lannoitevalmistuskokeiden avulla. Siinä missä osa näytteistä ovat käytettävissä lannoitteiksi, sopivan ravinnetasapainon löytämiseksi voidaan hyödyntää materiaalien seoksia tai ravinteiden tasapainotusta muuten kemiallisesti. Käyttöä suunniteltaessa on myös oleellista huomioida sivuvirran kuiva-ainepitoisuus, sillä hyvin laimeiden liuosten siirtäminen ei välttämättä ole taloudellisesti kannattavaa. Ravinnekoostumusten tasapainottamiseksi tehtiin laboratoriomittakaavan lannoitevalmistuskokeita, joissa seostettiin ja tiivistettiin eri sivuvirtajakeita potentiaalisiksi lannoitetuotteiksi. Lannoitevalmistuskokeissa valmistettiin kymmenen eri potentiaalista lannoitevalmistetta, yksi tiiviste sekä yhdeksän seosta, joista analysoitiin pööravinteet.

Tiiviste valmistettiin sivuvirrasta KL N2, happamoimalla neste fosforihapolla ja tislamalla neste noin kymmenesosaan alkuperäisestä tilavuudesta (13 % alkutilavuudesta). Happamoittamisen tarkoituksena oli estää typen haihtuminen tislauksen aikana, samalla fosforihapon lisäyksellä tasapainotettiin kalium- ja typpipitoista ravinnekoostumusta. Tiivisteiden koostumus on esitetty taulukossa 5. Tiiviste on muodoltaan geelimäinen tuote. Käsitteily voidaan havaita aiheuttavan jonkin verran typpihukkaa, ja tisleestä mitattu typpipitoisuus oli 59 mg/kg eli 0,059 g/kg typpeä. Happamoinnin ja tislauksen avulla sivuvirran kosteuspitoisuutta saatiin laskettua merkittävästi (kuiva-ainepitoisuus tiivisteessä 18,96 %) ravinteiden säilyessä liuoksessa.

Taulukko 4. Analysoitujen sivuvirtojen kuiva-ainepitoisuudet sekä ravinnekoostumukset ICP-MS- ja Kjeldahl-analytiikan pohjalta.

B	KL K1	KL K2	KL K3	KL K4	KL K5	KL K6	KL K7	KL K8	KL N1	KL N2	KL N3	KL N4	KL N5
	%												
Kuiva-ainepitoisuus	99,85	99,97	29,51	95,66	96,74	63,10	24,76	97,01	7,43	2,95	0,32	50,98	7,55
	g/kg KA												
N (TKN)	n.d.	n.d.	50,16	48,19	n.d.	3,64	27,87	1,13	47,08	23,75	345,51	0,39	47,70
P	0,16	0,56	36,76	299,62	295,44	0,29	8,62	275,02	9,57	7,12	1,89	130,07	11,93
K	17,65	23,37	1,11	1,52	1,55	1,08	36,10	1,70	44,19	85,06	2,91	67,65	43,33
	mg/kg KA												
Ca	2757	192	25198	59033	177161	1724	9922	156044	15949	457	5147	100742	12113
Mg	547	21	1994	54265	9689	334	5251	10189	11565	5561	968	6896	8986
Na	10826	30230	530	632	581	111	1813	519	7700	1967	3500	36973	5943
S	n.d.	n.d.	17831	3268	2485	n.d.	5396	n.d.	n.d.	21348	n.d.	66454	9357
B	17	42	n.d.	n.d.	n.d.	14	9	n.d.	20	25	n.d.	n.d.	18
Co	2	n.d.	18	7	6	n.d.	1	4	n.d.	n.d.	2	17	n.d.
Cu	39	12	244	n.d.	n.d.	3	23	n.d.	84	n.d.	13	111	45
Fe	9176	1562	136976	5272	5212	41	884	4883	1299	n.d.	7727	6811	1372
Mn	157	95	1021	524	541	246	166	434	307	34	20	179	199
Mo	n.d.	n.d.	7	n.d.	n.d.	n.d.	2	n.d.	n.d.	n.d.	6	n.d.	n.d.
Zn	209	29	1113	133	104	135	142	66	377	75	13	98	230

*n.d. = ei havaittu mittauksessa

Taulukko 5. Tiivistetyn KL N2 -sivuvirran pääravinteet.

KL N2	Tiiviste
	g/kg
N (TKN, Kjeldahl-analytiikka)	5
P (ICP-MS-analytiikka)	2
K (ICP-MS-analytiikka)	18
	%
P liukoisuus (liukoiset fosfaatit, IC-analytiikka)	1

Seoksia valmistettiin pääasiassa seostamalla nestemäistä ja kiinteää sivuvirtaa tai kahta kiinteää sivuvirtaa toisiinsa. Sekoituksen jälkeen näytteet kuivattiin mahdollisimman kuiviksi uunissa 40 °C lämpötilassa typen haihtumisen minimoinniksi. Taulukossa 6 on esitetty seostetut materiaalit sekä käytetyt seossuhteet ja taulukossa 7 eri seosten pääravinteet ja fosforin liukoisuus näytteille.

Taulukko 6. Seostamalla tehdyissä lannoitevalmistuskokeissa käytetyt sivuvirrat sekä niiden seossuhteet.

Komponentti 1	Komponentti 2	Seossuhde (massa)
KL K3	KL N4	1:1
KL K3	KL K4	10:1
KL K3	KL K5	10:1
KL N1	KL K4	10:1
KL N1	KL K5	10:1
KL N3	KL K4	10:1
KL N3	KL K5	10:1
KL N5	KL K4	10:1
KL N5	KL N5	10:1

Seostamalla eri materiaaleja on saatu pääravinteiden tasoa tasapainotettua, vaikka osa tuotteista on edelleen hyvin fosforipainotteisia. Erityyppisellä seostuksella ja hyödyntämällä eri sivuvirtamateriaaleja voidaan sivuvirroista seostaa tarkoituksen mukainen seos pääravinteiden suhteen. Seostettujen materiaalien ravinteiden laadun varmistamiseksi tarkasteltiin seoksista myös liukoisen fosforin määrä lyhyen vesikokeen avulla, jossa materiaalia sekoitetaan vedessä liukoisten materiaalien liuottamiseksi ja liuoksesta määritetään anionit IC-analytiikan avulla. Taulukosta 7 voidaan nähdä IC-analytiikan sekä ICP-MS-analytiikan tuloksia vertaava fosforin liukoisuusprosentti, eli kuinka suuri osa mitatusta fosforista on liukoista. Tällä on pyritty havainnollistamaan nopeasti kasveille saatavilla olevaa fosforimäärää, joka on helposti liukenevassa muodossa. Valtaosalla näytteistä liukoisuus liikkuu 30-50 % välillä, joidenkin näytteiden jäädessä tätä matalammalle tasolle liukoisuudessa. Sivuvirtojen sisältämien ravinteiden laadulla (esim. liukoinen vs. liukenematon) on seostaessa merkitystä, koska seostamisen aikana ei oleteta tapahtuvan merkittävästi reaktioita, jotka vaikuttaisivat materiaalin alkuperäisiin ominaisuuksiin.

Taulukko 7. Seostamalla valmistettujen lannoitevalmisteiden pääravinteet sekä fosforin liukoisuus.

Seos ja seossuhde	N (TKN, Kjeldahl-analytiikka)	P (ICP-MS-analytiikka)	K (ICP-MS-analytiikka)	P liukoisuus (liukoiset fosfaatit, IC-analytiikka)
	g/kg			%
N1+K4 10:1	45	172	17	43
N1+K5 10:1	20	179	18	28
N3+K4 10:1	56	288	2	48
N3+K5 10:1	11	289	2	47
N5+K4 10:1	48	154	20	51
N5+K5 10:1	20	153	19	31
K3+K4 10:1	52	101	1	11
K3+K5 10:1	31	91	2	9
K3+N4 1:1	Näytämäärä liian pieni	85	35	22

Käsittämällä ja seostamalla voidaan tasapainottaa erisivuvirtojen koostumusta ravinteiden suhteen. Samalla on kuitenkin huomioitava alkuperäisen materiaalin ominaisuudet mm. ravinteiden liukoisuuden suhteen, jotta lannoitevalmisteella on ravinnetasapainon lisäksi halutut ominaisuudet lannoitevaikutuksen kannalta. Suuremmissa mittakaavassa lannoitteiden kuivaus tai tiivistäminen voi olla energian kulutuksen kannalta haastavaa, niin taloudellisesti kuin ekologiselta kannalta, ja siten nestemäisten sivuvirtojen esikäsitteilyyn (kiintoaineen erotus, vedenpoisto) olisi hyvä panostaa ja kaikki ravinteikkaat jakeet saada mahdollisimman tarkasti käyttöön. Aurinkokuivaimien hyödyntäminen tai lannoitevalmistuksen integrointi johonkin sivuvirtana lämpöä tuottavaan prosessiin tai esimerkiksi biokaasutuslaitoksen yhteyteen voivat potentiaalisesti olla hyviä vaihtoehtoja lämmön tarpeen täyttämiseksi ympäristöystävällisesti. Esimerkin mukaisesti tällaisessa tapauksessa biokaasutuslaitoksen tuottama kaasu voidaan hyödyntää mädätteestä valmistettavan lannoitemateriaalin kuivauksessa valmistusprosessin aikana.

4 HANKKEESEEN OSALLISTUNEIDEN YRITYSTEN SIVUVIRTOJEN LANNOITEARVO JA KÄYTETTÄVYYS

Asiakasnäytteitä kerättiin kyselyyn vastanneilta yrittäjiltä. Vuosittaiset kertymät sivuvirtaryhmittäin on esitetty taulukossa 7. Vastausten ja sivuvirtojen alkuaineanalytiikan perusteella laskettiin vuotuinen ravinnepotentiaali euromääräisesti pääravinteiden markkinahinnan kautta. Markkinahinnat ovat diammoniumfosfaatin (450 USD/tonni), urean (325 USD/tonnia) ja kaliumkloridin (325 USD/tonni) hinnat syyskuussa 2023 (Maaseudun Tulevaisuus 4.9.2023). Laskuissa on oletettu ravinteiden olevan kasveille käyttökelpoisia, eli kokonaisuudessaan käytettäviä, vaikka liukoisten ravinteiden osuus voi olla materiaaleissa merkittävästi pienempi todellisessa käytössä. Laskuissa on käytetty vain niitä sivuvirtoja, joista kyselyn perusteella on saatavilla vuosittaiset tuotantomäärät.

Jos analysoiduille sivuvirroille lasketaan kuiva-ainemäärien ja fosforipitoisuuksien perusteella fosforin määrä kaikissa näytteissä diammoniumfosfaatin hinnalla 450 USD/tonni (eli 1,92 USD/kg fosforia), vuositasolla muodostuvan fosforin arvo sivuvirroissa on noin 203 000 € (oletettu vaihtokurssi on yksi dollari/euro). Fosforimäärän kannalta merkittävimmät analysoidut sivuvirrat vuositasolla ovat KL K8 (arvoltaan noin 102 000 euroa), KL N3 (arvoltaan noin 80 000 euroa), KL N4 (arvoltaan noin 41 000 euroa), KL K4 (arvoltaan noin 39 000 euroa) ja KL K5 (arvoltaan noin 37 000 euroa). Kokonaistypen arvo laskettuna näytteiden kuiva-aineiden typpipitoisuuden perusteella ja urealannoitteen hinnalla 325 USD/tonni (eli 0,7 USD/kg typpeä) on vuodessa noin 56 200 €. Typen suurimmat osuudet ovat sivuvirroissa KL K3 (arvoltaan noin 34 000 €), KL N1 (arvoltaan noin 7 000 €), KL N5 (arvoltaan noin 6200 €) ja KL K4 (arvoltaan noin 6 200 €). Kaliumin vuotuiseksi arvoksi tulee kaliumkloridin markkinahinnan (325 USD/tonni), näytteiden pitoisuuksien ja sivuvirtojen vuosikertymien perusteella noin 7 100 euroa, josta kaliumia on KL N3 5 000 euron arvosta.

TAULUKKO 7. Testattujen sivutuotteiden vuosikertymät

Materiaali	Näytteet	Vuosittainen tuotantomäärä (tn/a)	Vuosittainen tuotantomäärä kuiva-aineena (tn KA/a)
Epäorgaaninen sivuvirta	KL K1, KL K2, KL K4, KL K5, KL K8, KL N4	601 000	601 000
Eläinperäinen sivuvirta	KL N1, KL N5	5820	493
Kasviperäinen sivuvirta	KL K6, KL K7	364	157
Yhdyskuntajättepohjainen	KL K3, KL N3	107 000	2290

Jos saaduille näytemateriaaleille tehdään teknistaloudellista selvitystä tuotannon kustannuksista ja investoinneista, pitää määrittää, millainen kiertolannoitteen valmistus- tai hyödyntämisprosessi niille ajatellaan tutkittavaksi. Alustavasti voidaan ajatella eri prosessointivaihtoehtojen perusteella kullekin näytteelle taulukon 8 mukaisia käsittelyjä. Ehdotetut hyödyntämistavat eivät ota kantaa tai huomiota lainsäädännön asettamiin käytön rajoitteisiin tai käytön mahdollistaviin esikäsittelyihin.

Taulukko 8. Mahdollisia hyödyntämistapoja ja jalostusmahdollisuuksia analysoiduille sivuvirroille

Näyte	Mahdollinen hyödyntämistapa käsittelemättömälle materiaalille	Jalostusmahdollisuus
KL K1	Täyttömaa-aine, mikäli sivuvirralla ei ole jätestatusta, tai sellainen voidaan purkaa	
KL K2	Potentiaalinen ravinnelähde niukkaliukoisuutta vaativissa sovelluksissa tai yhdistettynä muuhun materiaaliin, maanparannusainekäyttö, lannoitevalmistekomponentti	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa
KL K3	Lannoitus, maanparannus, kasvualustat	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa -Rakeistus -Lämpökäsittely (hiiltäminen, pyrolyysi, tuhkaus) fosforin talteen ottamiseksi
KL K4	Lannoitevalmistus	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa
KL K5	Lannoitevalmistus	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa
KL K6	Maanparannusainekomponentti	-Hienonnuksen ja lisäys lannoitevalmistukseen maanparannuskomponenttina -Polttaminen ja ravinteiden hyödyntäminen tuhkasta/tuhkana
KL K7	Lannoitus, maanparannus	-Biokaasutus -Kompostointi
KL K8	Lannoitevalmistus	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa
KL N1	Käyttö sellaisenaan tai hyödyntäminen separoinnin jälkeen.	-Fosforin talteenotto nestejakeesta. -Biokaasutus ja jatkokäsittely.
KL N2	Sidosaineena lannoitteiden rakeistamisessa (tuhkalannoitteiden valmistus), kastelukäyttö	-Biokaasutus -Lannoitevalmistus -Tiivisteen valmistus
KL N3	Käyttö sellaisenaan.	-Fosforin talteenotto saostamalla -Typen talteenotto ammoniumstriippauksella -Väkevöinti
KL N4	Lannoitevalmistus	-Osakomponentti lannoitevalmistuksessa
KL N5	Käyttö sellaisenaan tai hyödyntäminen separoinnin jälkeen.	-Fosforin talteenotto nestejakeesta. -Biokaasutus ja jatkokäsittely.

5 YHTEENVETO

Hankkeen kokoama tieto Keski-Pohjanmaan potentiaalisista kiertolannoitevalmistukseen sopivista sivuvirroista tuo esiin alueella olevaa merkittävää potentiaalia jo tunnetun merkittävän maatalouden tarjoaman lannoitepotentiaalin rinnalla myös muista lähteistä saatavia sivuvirtoja. Jo karkeasti eri testatuista sivuvirtalähteiden vuotuisesta noin 114 000 tonnin tuotannosta pelkällä pääravinteiden (typpi, fosfori ja kalium) arvolla laskettuna lannoitepotentiaali on euroina noin 440 000 €. Huomioiden, että analysoiduista materiaaleista lannoitetuotantoon potentiaalisesti hyvin soveltuvia on noin 6 300 tonnia (kuiva-aineena 1 020 tonnia) ja eläin ja/tai kasviperäisiä maatalouden sivuvirtoja on tarjolla merkittävästi analysoituja enemmän, voidaan alueella todeta olevan hyvää potentiaalia ravinteiden suhteen. Tämä luku ei huomioi yhdyskuntajätepohjaisia materiaaleja, joiden käyttö lannoitevalmisteissa on haastavaa EU-lannoitevalmistelain puitteissa (2019/1009). Tämän materiaalin ollessa käytössä potentiaalista materiaalia muodostuu vuosittain noin 130 000 tonnia (kuiva-aineena 3320 tonnia) jo hankkeessa testatuista sivuvirroista.

Jotta potentiaali saadaan käyttöön, vaaditaan toimenpiteitä vielä tulevaisuudessa tuotekehityksessä sekä tuotetuksessa, ja tietenkin toimija tai toimijoita suorittamaan kiertolannoitekehitystä ja -valmistusta. Samalla sivuvirtojen omistajat on saatava sitoutumaan sivuvirtojen toimittamiseen, jotta raaka-aine epävarmuutta voidaan minimoida. Tuotannon ja ravinteiden suhteellinen etäisyys, ja se mitä sivuvirtoja kannattaa kuljettaa, ja kuinka pitkiä matkoja ovat niin ikään oleellisia pohdintoja, kun kiertolannoitevalmistusta aletaan todella harkita Keski-Pohjanmaan alueella. Yhdessä alueen vihreän energian tuotannon ja merkittävän maatalouden sekä teollisuuden sivuvirtojen sisältämän ravinnepotentiaalin myötä tulevalle kiertolannoitetuotannolle on kuitenkin rakentumassa hyvä pohja.

LÄHDELUETTELO

Maaseudun tulevaisuus. 4.9.2023. Lannoitteiden raaka-aineiden hinnat.

KESKI-POHJANMAAN KIERTOLANNOITEPOTENTIALIAALI KIERTOLANNOITE-ESISELVITYSHANKKEEN KYSELY- JA LABORATORIOTUTKIMUSTEN PERUSTEELLA

Erilaiset ravinnerikkaat sivuvirrat ovat tulevaisuuden lannoitteiden lähde, kun kiertolannoitteiden käyttö yleistyy kaivannais- sekä fossiilisella energialla tuotettujen ravinteiden käytön vähentyessä hinnan sekä saatavuuden ollessa epävarmaa. Monesti nestepitoisissa lietalähteissä esiintyvät ravinteet täytyy kuitenkin saada talteen ennen niiden käyttöä, ja tähän tarvitaan erilaisia saostusaineita liukoisten ravinteiden, erityisesti fosforin, talteenottoon. Fosforia voidaan ottaa talteen lannoitekäyttöön erilaisten kalsium- ja magnesiumionien avulla. Talteenoton myötä on tärkeää tietää ravinnelähteiden lisäksi myös sivuvirrat, joita voidaan hyödyntää ravinteiden talteenotossa. Kiertolannoite-esiselvityshankkeessa on pyritty selvittämään Keski-Pohjanmaan alueelta löytyviä potentiaalisia kiertolannoitetuotantoon sopivia sivuvirtoja, kartoittamaan näiden ravinnepotentiaali sekä alueen toimijoiden kiinnostus kiertolannoitteiden tuotantoon.

Tämä raportti on tehty osana Kiertolannoite-esiselvityshanketta, jonka on rahoittanut Keski-Pohjanmaan liitto. Raportti keskittyy hankkeen kyselytutkimuksen tuloksiin sekä tutkimuksen perusteella saatujen näytteiden ravinnepotentiaalin selvitykseen ja sivuvirroista valmistettujen lannoitemateriaalien koostumukseen. Hankkeessa on julkaistu samanaikaisesti raportti, joka keskittyy kiertolannoitteiden valmistukseen liittyviin lainsäädännön pullonkauloihin sekä teknistaloudellisiin tarkasteluihin potentiaalisen kiertolannoitevalmistuksen kannalta Keski-Pohjanmaan alueella.

Centria. Raportteja ja selvityksiä, 79.

ISSN 2342-933X

ISBN 978-952-7173-95-4