

## Maatalouden saostuspilotti Saaristomeren valuma-alueella

### 1 Tiivistelmä

Maatalouden saostuspilotti Saaristomeren valuma-alueella –hanke toteutettiin ajalla 1.8.2012–30.9.2014, josta 1.8.2013–30.9.2014 oli Ympäristöministeriön hankkeelle myöntämää jatkoaikaa. Ympäristöministeriö katsoi jatkoajan tarkoituksenmukaiseksi, koska luonnonolosuhteiden vuoksi ehti hankkeen ensimmäisessä vaiheessa kolmesta hanketavoitteesta toteutua vain yksi.

Tutkimushankkeen tavoitteena oli vähentää Saaristomeren ulkoista kuormitusta hankekohteena olevien maatalousojien osalta. Hankkeen sisältönä oli osoittaa, että vesistön ulkoista kuormitusta eli maatalouden tilakohtaista fosforikuormitusta on täysin mahdollista tehokkaasti ja edullisesti vähentää saostamalla. Tärkeä tavoite oli myös selvittää saostuslietteen soveltuvuus kierrätyslannoitteeksi.

Hankkeen ensimmäinen vaihe 1.8.2012–31.7.2013 toteutettiin yhdellä saostuskohteella Varsinais-Suomessa Sauvon Karunan Maalun kylässä, kun taas jatkovaiheeseen otettiin vähäsateisen Sauvon lisäksi mukaan Pien-Saimaan Taipalsaaren Leväsen saostuskohde. Pien-Saimaan kohde oli Saloy Oy:n jo olemassa oleva saostuskohde, joka alunperin kuului PISA-hankkeeseen (Pien-Saimaan kuormituksen vähentäminen). Sauvon kohdeojan valuma-alue on kooltaan noin 20 hehtaaria, josta peltopinta-alan osuus on noin 9 hehtaaria eli noin 45 %, kun taas Taipalsaaren Leväsen valuma-alue on 358 hehtaaria, josta peltoalaa on 33 hehtaaria eli 9,1 %.

Hankkeen toteuttaminen viivästyi, koska Saaristomeren valuma-alueen kahden ensimmäisen, erittäin sopivan ojavaihtoehdon vedet virtasivat Natura-alueille, mikä olisi vaatinut aikaa vevän esiselvityksen tekemistä ja mahdollisesti ulkopuolisen konsultin palkkaamista. RAKI-hankkeen hankepaikkakunnaksi valittiin Sauvo, jonne saostuslaitteisto asennettiin 14.3.2013. Vuonna 2013 Sauvon kemikalointisaostus ferrisulfaattilla aloitettiin 5. huhtikuuta ja lopetettiin 4. joulukuuta, kun taas vuonna 2014 saostus aloitettiin 5. toukokuuta ja lopetettiin 21. elokuuta. Alunperin PISA-hankkeeseen kuuluneen Pien-Saimaan saostuslaitteisto asennettiin 15.5.2013. Vuonna 2013 Pien-Saimaan kemikalointisaostus aloitettiin 1. kesäkuuta ja lopetettiin 30. syyskuuta. Vuonna 2014 Pien-Saimaan kemikalointisaostus aloitettiin 20. huhtikuuta ja lopetettiin 30. syyskuuta.

Saostuslaitteisto toimii painovoimaisesti, ilman ulkoista energialähdettä. Menetelmässä rautasulfaattia käytävällä päästösiepparilla sidotaan virtavesistä fosforia ja orgaanista ainesta (humusta) ja laskeutusaltaalla saostetaan ja laskeutetaan kiintoainetta. Fosfori, humus ja kiintoaine ”napataan” virtavedestä pois ennen niiden päätymistä vastaanottavaan vesistöön, jossa ne heikentäisivät vedenlaatua. Kokonaistyyppipitoisuus vähenee saostamisen sivutuotteena.

Saostuskemikaalina käytettiin raemaista  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)$ -rautasulfaattia, jota myydään nimellä Ferix-3 ja jota Suomen jätevesipuhdistamotkin yleisesti käyttävät. Kemikaalin annostelusuhde molemmilla kohteilla oli 1:25-30  $\text{m}^3$  eli litra kemikaalia 25 000–30 000 litraan virtaavaa vettä.

Vesienpuhdistuslaitteisto hankittiin alihankkijoilta. Sauvon kohteella vesienpuhdistuslaitteistona toimi päästösieppari, jossa kemikaaliannostelija (KWH Pipe) ja saostuskaivo (Jita Oy) olivat erillisinä yksikköinä. Huomioiden talviolosuhteet kemikaali saostetaan eristetyssä saostuskaivossa. Sauvossa kiintoaineen vähentämiseen käytettiin Jita Oy:n valmistuotetta, tilavuudeltaan 5,5 m<sup>3</sup>:n muovista pystylaskeutusallasta 30.9.2013 asti. Huhtikuussa 2014 kaivettiin muovisen laskeutusaltaan jälkeen maahan tilavuudeltaan noin 8 m<sup>3</sup>:n klassikkoallas, jonka toisesta päästä vesi poistui pystylaskeutukselle ominaisesti eli ohuesti veden pinnalta. ”Juustohöylämäinen” vedenpoisto estää altaan sisäiset, puromaiset virtaamat, jotka heikentäisivät merkittävästi laskeutusaltan toimintaa.

Saimaan vesienpuhdistuslaitteisto edustaa puolestaan uudempaa laiteversiota, jossa kemikaalisäiliö ja saostuskaivo on sijoitettu päällekkäin yhteen ja samaan putkeen (Jita Oy). Pien-Saimaalla puhdistuslaitteistoa seurasi kaksi, jo ennen Saloy:n laitteiston asentamista perustettua laskeutusallasta, joita syvennettiin puhdistustehon parantamiseksi loppuvuonna 2013. Alla on kuvat molempien saostuskohteiden laitteistoista (vasemmalla Sauvo, oikealla Pien-Saimaa).

Kuva 1. Sauvon saostuskohde



Kuva 2. Pien-Saimaan saostuskohde



Pien-Saimaan kohdekuvasta on nähtävissä, että Saloy:n vesienpuhdistuslaitteisto on sijoitettavissa ja maisemoitavissa erittäin hyvin.

Hankkeen vesienpuhdistustuloksista (ks. reduktiotaulukot s. 7) todettakoon, että ferrisulfaattisaostus vähentää tehokkaasti liukoista ja kokonaisfosforia. Myös kokonaistyyppi vähenee saostamisen sivutuotteena.

Ohra-astiakokeen toteuttanut Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun Lepaan yksikkö toteaa ohra-astiakokeen loppuraportissa, että kummankaan saostuskohteen liete ei heikentänyt kasvien kasvua suhteessa kontrollikäsittelyihin. Lietteissä havaittiin kuitenkin ero kasvualustakäytössä, sillä Pien-Saimaan liete lisätynä kasvualustaan tuotti selvästi paremman korsimassan kuin Sauvon liete. Lisäksi Pien-Saimaan lietteestä irtosi sekä fosforia että rautaa selvästi enemmän kuin Sauvon lietettä sisältäneestä koejäsenestä. Koejäsenet, joihin oli lisätty Pien-Saimaan lietettä, tuottivat myös hyvän ohrankasvun. Kasvu oli yhtä hyvää kuin lannoitetussa kontrollikäsittelyssäkin. Selittävä tekijä hyvälle

kasvulle saattaa HAMKin Lepaan yksikön mukaan olla lietteestä saatu fosforilisä. Lisäksi kasveissa ei havaittu selkeitä ravinteista johtuvia puutos- tai myrkytysoireita.

## 2 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Hankkeen lyhyen tähtäimen tavoitteena oli

1. vähentää Saloy'n saostuslaitteistolla ja –menetelmällä (alunperin) yhden peltovaltaisen laskuajan savisamean veden fosforikuormitusta
2. selvittää saostuslaitteiston toimivuus vaihtelevissa, suurissakin virtaamissa
3. tutkituttaa saostuslietteen sisältämän fosforin sopivuus kierrätyslannoitteeksi laboratorionkokeilla ja tarvittaessa yhden kasvukauden astiakokeella.

Hankkeen pitkän tähtäimen tavoitteena oli

1. vähentää tehokkaasti Saaristo- ja Itämereen päätyvää ravinne- ja kiintoainekuormitusta
2. kehittää maatalouden vesiensuojelua ja
3. edistää tehokkaasti fosforin kierrätystä.

Edellä esitetyt tavoitteet koskivat myös 1.8.2013 RAKI-hankkeeseen liittynyttä Pien-Saimaan saostuskohdetta. Molempien saostuskohteiden tulevasta ja lähtevästä vedestä otettiin säännöllisesti vesinäytteitä (ks. reduktiotaulukot s. 7), joista akkreditoidussa laboratoriossa tutkittiin seitsemän parametria.

Tutkittavat parametrit olivat seuraavat:

1. Kok-P
2. Liukoinen fosfaatti-P
3. Kiintoaine
4. Sameus
5. Kok-N
6. Nitraatti-N
7. Ammonium-N

Vähäsateisuuden vuoksi saatiin Sauvosta hankkeen alkuvaiheessa 1.8.2012–31.7.2013 ainoastaan kuusi vesinäytettä. Luonnonolosuhteiden vuoksi kolmesta hanketavoitteesta jäi hankkeen alkuvaiheessa toteutumatta seuraavat kaksi:

1. selvittää saostuslaitteiston toimivuus vaihtelevissa, suurissakin virtaamissa
2. tutkituttaa saostuslietteen sisältämän fosforin sopivuus kierrätyslannoitteeksi laboratorionkokeilla ja tarvittaessa yhden kasvukauden astiakokeella.

Tästä johtuen Ympäristöministeriö puolsi hankkeen jatkamista, missä yhteydessä hankkeeseen liitettiin mukaan Pien-Saimaan saostuskohde, jossa puhdistettavat vesimäärät ovat Sauvoa suuremmat.

Hankkeen jatkovaiheen 1.8.2013–30.9.2014 päämääränä oli edellä mainitut kaksi tavoitetta eli selvittää saostuslaitteiston toimivuus vaihtelevissa, suurissakin virtaamissa ja tutkituttaa saostuslietteen soveltuvuus kierrätyslannoitteeksi. Käytännön tasolla tavoitteena oli ottaa 11 hankekuukauden aikana molemmilta hankekohteilta 15 vesinäytettä eli yhteensä 30 vesinäytettä per saostuskohde (15 x tuleva ja lähtevä vesi/saostuskohde).

Tärkeä osa hanketta oli tutkituttaa saostuslietteen soveltuvuus kierrätyslannoitteeksi, mikä toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMKin) Hattulassa sijaitsevan Lepaan kampuksen touko-syyskuussa 2014 toteuttamalla ohra-astiakokeella. Lepaan ohra-astiakokeen loppuraportti on tämän raportin liitteenä.

Ohra-astiakokeeseen käytettiin kummankin hankekohteen saostuslietettä. Saostuslietteet kerättiin molemmilta kohteilta 19.5.2014 ja vietiin samana päivänä HAMKin Lepaan yksikköön. Ennen lieteotosten keräämistä Sauvon liete ehti olla laskeutusaltaassa 1-14 päivää ja Pien-Saimaan liete 1-30 päivää.

### **3 Hankkeen osapuolet ja menetelmät**

Hankkeen toteuttajana toimi Insinööritoimisto Saloy Oy. Hankesuunnittelijana, -toteuttajana ja –johtajana toimi Saloy:n toimitusjohtaja, tie- ja vesirakennusinsinööri Tapio Salminen. Raportoinnista ja hankkeeseen liittyvästä toimistotyöstä vastasi Saloy:n myynti- ja markkinointiasistentti, FM Soile Wiirilä. Hankkeen vesienpuhdistuslaitteisto teetettiin alihankintana KWH Pipella ja Jita Oy:llä. Vesinäyteanalyysistä vastasi kolme laboratoriota, joista Saimaan Vesi- ja ympäristötutkimus Oy tutki pääasiassa Pien-Saimaan Taipalsaaren saostuskohteen vesinäytteet, kun taas Sauvon kohteen vesinäytteet tutki Jyväskylän ympäristölaboratorio Ambiotica, joka myöhemmin siirtyi Nab Labs Oy:n omistukseen, sekä Novalab Oy. Ohra-astiakokeen toteutti kasvukaudella 2014 HAMKin Lepaan toimipiste, jossa koulutetaan puutarhureita ja maisemasuunnittelijoita.

#### **3.1 Saostus**

Laiteasennusten jälkeisistä toimenpiteistä todettakoon, että puhdistustehon tehostamiseksi asennettiin Sauvon 5,5 m<sup>3</sup>:n muovialtaan jälkeen maahan kaivettu allas huhtikuussa 2014. Puhdistustehon tehostamiseksi syvennettiin myös Pien-Saimaan molempia, jo ennen Saloy:n laitteiden asennusta olleita laskeutusaltaita marraskuussa 2013. Laskeutusaltaan osuutta vesistökuormituksen vähentämisessä ei voi korostaa liikaa, sillä esimerkiksi kiintoaineen poistoteho on täysin riippuvainen laskeutusaltaan toimivuudesta.

## 3.2 Ohra-astiakoe

### 3.2.1 Koejärjestelyt

Toukokuun 19. päivä 2014 otettiin Sauvon ja Pien-Saimaan kohteilta saostuslietettä, jotka vietiin HAMKin Lepaan yksikköön ohra-astiakokeessa käytettäväksi kasvukaudella 2014. Astiataimikokeen tavoitteena oli selvittää kasvien kyky hyödyntää lietteen fosfori lannoitteena.

Ohra-astiakoea varten pystytettiin toukokuussa 2014 kaarimuovihuone, jonka mitat olivat 6 metriä x 11 metriä. Katettu koealue mahdollisesti kontrolloidun kastelun. Kokeessa liete sekoitettiin golfkentällä käytettyyn hiekkapitoiseen kasvualustaan tavoitteena valunnan maksimaalinen kontrollointi.

Saostuslietteen prosentuaalinen osuus ohran kasvualusaineksestä oli 20 %. Koe perustettiin 11.6.2014 ja sato korjattiin 15.9.2014.

Astiakokeen koelajikkeena toimi mallasohra Barke, joka on myöhäinen, vaateliias, isojyväinen ja erittäin satoisa lajike. Lajikkeen itävyys on hyvä (95 %) ja satotaso korkea (4000 kg/ha). Lajikkeella on myös hyvä härmän ja korkea rengas- ja verkkolaikun kestävyys. Barken viljely on Keski-Euroopassa laajaa.

Koejäsenet on esitetty taulukossa 1. Lannoitteena käytettiin NK-lannoitetta (YaraMila NK2), jossa oli lisäksi kasvuun tarvittavat hivenaineet mutta *ei* fosforia. Lannoite sekoitettiin kasvualustaan kokeen alussa, eikä sitä lisätty kokeen aikana. Kastelu kokeen alussa pyrittiin mitoittamaan siten, ettei ulosvalumaa tapahtuisi. Kerrallaan kastelumäärä oli 4 dl/ruukku. Kastelu tehtiin tarvittaessa, hellekautena päivittäin. Viimeinen kastelu suoritettiin 9.8.2014. Kesän aikana kasteluja oli yhteensä 32. Astiataimikokeen alussa ja lopussa teetettiin kasvualustoista viljavuusanalyysit.

Taulukko 1. Astiataimikokeen koejäsenet. Koejäsenet 5 ja 6 toimivat verranteina: koejäsenessä 5 mukana oli peruslannoite, koejäsen 6 sisälsi ainoastaan hiekkaa ja kalkkia.

Koejäsen	Sauvo	Pien-Saimaa	Hiekka,		Lannoite 0,5 ‰	Kalkki 3 kg/m <sup>3</sup>
	tilavuus% 20	tilavuus% 20	tilavuus% 80	tilavuus% 100		
1	x		x		x	x
2		x	x		x	x
3	x		x			x
4		x	x			x
5				x	x	x
6				x		x

Koekenttä sijaitsi HAMKin Lepaan toimipisteen taimistolla. Kenttä oli katettu, sivuilta ja päädyistä avoin, tasainen alue. Kasvatus tapahtui 10 litran ruukuissa. Kukin ruukku asetettiin hieman laajempiin astioihin valumavesien keräämistä ja näytteenottoa varten (Kuva 3 seuraavalla sivulla).

Kuva 3. Astiataimikoekenttä ja kasvatusastiat HAMKin Lepaan toimipisteen taimistolla.



### 3.2.2 Mittaukset

Valmiiksi sekoitetuista kasvualustoista otettiin maanäytteet kokeen alussa (5.6.2014). Hortilab Oy, joka on FINASin (Finnish Accreditation Service) akkreditoima (T187), analysoi näytteistä perusravinteet viljavuustutkimuksessa. Maanäytteet otettiin analyysiin myös kokeen lopussa (24.9.2014).

Kasvukauden aikana kustakin koejäsenestä otettiin kolme kertaa näyte valumavedestä. Näytteestä teetettiin Hortilab OY:ssä puristenesteanalyysi, jonka avulla valumavesien mukana huuhtoutuvien ravinteiden määrää pystyttiin seuraamaan. Vesinäytteet otettiin 15.7., 12.8. ja 15.9.2014.

Kasvukauden lopussa kasvustosta mitattiin korsien tuorepaino ja kuivapaino (g), jyvien lukumäärä (kpl) sekä jyvien kokonaispaino (g). Kuivapainon mittausta varten kasvinosat kuivattiin 60 °C:ssa vuorokauden ajan.

## 4 Hankkeen tulokset

### 4.1 Vesinäytetulokset

Seuraavalla sivulla vesinäytekoosteet ja poistotehot molempien kohteiden kokonaisfosforista, liukoisesta fosforista ja typestä. Fosfori aiheuttaa vesistöjen hapettomuutta ja rehevöitymistä ja liukoinen fosfori myrkyllisen sinilevän massaesiintymisiä. Sauvon tulokset ovat koko hankkeen ajalta 1.8.2012–30.9.2014, kun taas Pien-Saimaan tulokset kohteen RAKI-hankkeeseen kuulumisen ajalta 1.8.2013–30.9.2014. Sauvon kohteessa virtaama vaihteli välillä 0,5–2,5 l/s, kun taas Pien-Saimaan



10.11.2014

virtaamavaihteluväli oli 5,6–24,7 l/s. Huomattakoon, että Sauvon kohde kärsi koko hankkeen ajan vähäsateisuudesta, minkä vuoksi vesinäytteitä ei Sauvon kohteelta saatu tavoitteissa suunniteltua määrää. Kuivuuden vuoksi näytteenottaja jäi Sauvossa ilman vesinäytettä yhteensä kymmenen kertaa koko hankkeen aikana. Lisäksi silloin, kun tiedettiin varmasti, että kohdeojassa ei ole vettä, ei näytteenottajaa lähetetty paikalle lainkaan.

Taulukko 2. Pien-Saimaan vesinäytetulokset marras-joulukuu 2013 ja huhti-syyskuu 2014

Vesinäytteen tutkija	Näyte otettu	Virtaama l/s	Kok-P µg/l tuleva	Kok-P µg/l lähtevä	Kok-P Reduktio %	Liuk-PO4-P µg	Liuk-PO4-P µg/l	Liuk-PO4-P Reduktio %	Kok-N µg/l tuleva	Kok-N µg/l lähtevä	Kok-N Reduktio %
Saimaan Vesi- ja ympäristötutkimus Oy	20.11.2013	6,9	190	180	5,3	140	91	35,0	1700	1700	0,0
"	2.12.2013	10,1	110	96	12,7	89	67	24,7	1100	990	10,0
"	24.4.2014	10,1	58	47	19,0	38	6	84,2	800	690	13,8
"	5.5.2014	24,7	66	19	71,2	31	2	93,5	680	430	36,8
"	21.5.2014	21,5	130	21	83,8	87	3	96,6	1100	800	27,3
"	16.6.2014	12	140	25	82,1	76	2	97,4	760	500	34,2
"	9.7.2014	16,5	210	24	88,6	140	2	98,6	1300	780	40,0
"	23.7.2014	6,9	160	17	89,4	36	2	94,4	880	260	70,5
"	6.8.2014	6,9	150	15	90,0	61	2	96,7	380	200	47,4
"	21.8.2014	8,5	77	14	81,8	42	2	95,2	430	250	41,9
"	2.9.2014	5,6	57	14	75,4	36	2	94,4	310	200	35,5
"	29.9.2014	12	77	15	80,5	55	2	96,4	680	430	36,8
<b>Mediaanit</b>					<b>81,2</b>			<b>94,8</b>			<b>36,1</b>

Pien-Saimaan laskeutusaltaiden syventämisen vaatima kaivutyö marraskuussa 2013 heikensi hetkellisesti puhdistustuloksia. Mutta toukokuusta 2014 lähtien laskeutusaltaiden toimivuuden tehostaminen näkyy jo tuloksissa selkeästi.

Taulukko 3. Sauvon vesinäytetulokset huhti-joulukuu 2013 ja touko-elokuu 2014

Vesinäytteen tutkija	Näyte otettu	Virtaama l/s	Kok-P µg/l tuleva	Kok-P µg/l lähtevä	Kok-P Reduktio %	Liuk-P µg/l tuleva	Liuk-P µg/l lähtevä	Liuk-P Reduktio %	Kok-N µg/l tuleva	Kok-N µg/l lähtevä	Kok-N Reduktio %
Ambiotica	17.4.2013	1	220	250	-13,6	150	3	98	1000	1100	-10
"	8.5.2013	1,5	44	40	9,1	23	3	87	360	360	0
Mikkelin Viljavuuspalvelu	25.6.2013	2	320	27	91,6	-	-		-	-	
"	9.7.2013	1,5	690	58	91,6	300	55	81,7	-	-	
Ambiotica	12.7.2013	1	720	47	93,5	580	41	92,9	-	-	
"	23.7.2013	0,5	430	38	91,2	360	26	92,8	1600	1100	31,3
"	20.11.2013	0,5	280	390	-39,3	150	4	97,3	1400	2800	-100,0
"	3.12.2013	0,5	44	46	-4,5	27	4	85,2	1300	1300	0,0
"	6.5.2014	1,8	37	8	78,4	11	2	81,8	770	540	29,9
Saimaan Vesi- ja ympäristötutkimus	16.5.2014	0,5	37	19	48,6	6	2	66,7	670	520	22,4
Ambiotica	2.7.2014	0,5	170	100	41,2	72	37	48,6	640	630	1,6
Novalab Oy	20.8.2014	2,5	210	68	67,6	130	32	75,4	1500	1300	13,3
<b>Mediaanit</b>					<b>58,1</b>			<b>85,2</b>			<b>1,6</b>

Sauvon laskeutusaltaita syvennettiin eli altaiden vesienpuhdistuskykyä tehostettiin huhtikuussa 2014, minkä jälkeen kohteen puhdistusteho parani selvästi.

Kuten taulukoista 2 ja 3 on nähtävissä, olivat liukoisen PO<sub>4</sub>-P-fosforin reduktiot erinomaiset molemmilla kohteilla (mediaanit Pien-Saimaa 94,8 % ja Sauvo 85,2 %). Liukoinen fosfori on se fosforityyppi, joka soveltuu sellaisenaan sinilevien ravinnoksi. Pien-Saimaan kohteella myös kokonaisfosforin ja kokonaistypen poistotehot olivat merkittävät (mediaanit 81,2 % ja 36,1 %). Kokonaistyyppi vähenee saostamisen sivutuotteena – bonuksena. Huomattakoon, että edellä mainitut erinomaiset tulokset on saavutettu laitteistolla, joka ei vaadi ulkoista energiaa!

Sauvon kohteen hieman heikommat tulokset johtuivat siitä, että maasto-olosuhteet estivät rakentamasta Sauvon laskeutusaltaita tarpeeksi tehokkaiksi. Savisessa maastossa oli vaikeuksia tehdä kaivantaja pehmeän maan jatkuvan sortumavaaran vuoksi. Huhtikuussa 2014 tapahtuneen laskeutusaltaiden syventämisen jälkeen tulokset paranivat kuitenkin huomattavasti. Huomattakoon, että laitteen uusimmassa kehitysversiossa maan sortumavaara -ongelma on poistettu käyttämällä pystylaskeutusputkistoa ja maapohjaista, muovilla päällystettyä laskeutusallasta.

Hankkeen jatkovaiheen yhtenä tavoitteena oli selvittää saostuslaitteiston toimivuus vaihtelevissa, suurissakin virtaamissa. Minkä suuruinen virtaama tulkitaan suureksi? Pien-Saimaan kohteella suurin virtaama, josta vesinäyte saatiin, oli 24,7 l/s. Täyttääkö noin 25 l/s –virtaama suuren virtaaman määritelmän, vai tarkoitetaanko suurella virtaamalla sadan tai parin sadan virtaamaa sekunnissa? Verrattuna 2014 loppukesään on toukokuun 25 l/s-virtaama kuitenkin noin nelinkertainen. Sauvon kohteella suurin virtaama oli 2,5 l/s. Luonnonolosuhteisiin pitää tässäkin sopeutua, joten näihin virtaamiin oli Sauvon kohteella tyytyminen.

## 4.2 Tulokset ohra-astiakokeesta

Hankkeen toisena tavoitteena oli tutkia saostuslietteen sisältämän fosforin soveltuvuus kierrätyslannoitteeksi yhden kasvukauden astiakokeella. Sauvon lietepaketin koostumuksen analysoi Jyväskylän ympäristölaboratorio Ambiotica 24.7.2013 (ks. taulukko 4 seuraavalla sivulla). Koska Pien-Saimaan kohde ei vielä heinäkuussa 2013 kuulunut RAKI-hankkeeseen, Pien-Saimaan lietettä ei tutkittu.



10.11.2014

Taulukko 4. Sauvon lietesakan koostumusanalyysi (Ambiotica 24.7.2014).

Analyysi	Menetelmä	Yksikkö	3699-1 Lietepaketti, jätevesiliete YM sakka
Tilavuuspaino		g/l	899
pH-arvo	SFS 3021:1979		3,6
Hehkutushäviö	SFS 3008	%	26,0
Kuiva-aine	SFS 3008	%	2,7
Kok.N (Kjeld.)	YmTK 127	%	0,5
Elohopea	CVAAS (618B)	mg/kg	< 0,01
Kadmium	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	< 0,5
Kokonaisfosfori	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	%	0,10
Kokonaiskalium	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	%	0,4
Kokonaiskalsium	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	%	0,2
Kokonaiskromi	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	36
Kokonaismagnesium	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	%	0,45
Kupari	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	26
Lyijy	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	15
Molybdeeni	SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	3
Nikkeli	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	15
Rauta	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	280 000
Rikki	SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	28 000
Sinkki	* SFS-EN ISO 11885: 09 modif.	mg/kg	42

\* Akkreditoitu määrittämenetelmä. Akkreditointi ei koske mahdollista lausuntoa.



Raija Pauku  
Kemisti

HAMKin yhteyshenkilömme on taimikokeen alusta saakka ollut PhD Mona-Anitta Riihimäki, joka heinäkuussa 2014 siirtyi tutkimusjohtajaksi Hämeenlinnan Bioeconomy Education and Research Centre -keskukseen. Uudesta toimestaan huolimatta hän teki Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun Lepaan yksiköllä toteutetun ohra-astiakokeen loppuun raportoinnin osalta.

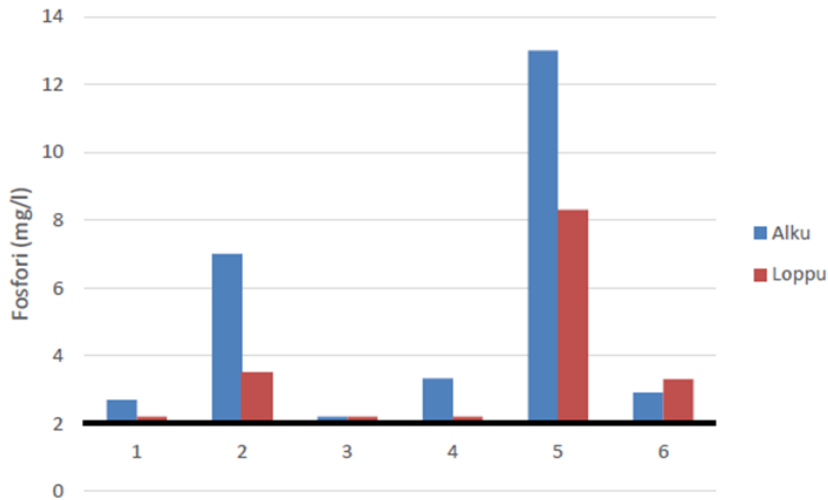
#### 4.2.1 Kasvualustan ravinnepitoisuudet

Fosforipitoisuuden muutosta kasvualustassa havainnoitiin sekä kasvualustasta että valumavesistä otettujen näytteiden avulla.

Eniten kasvualustan fosforipitoisuus vähentyi koejäsenissä, joissa oli 20 % Pien-Saimaan lietettä (Kuva 4 seuraavalla sivulla, koejäsenet 2 ja 4, sekä taulukko 4). Lietteissä oli selkeä ero fosforin luovutuksessa, sillä pelkästään Sauvon lietettä sisältävästä koejäsenestä ei fosforipitoisuus ollut kasvukauden aikana vähentynyt. Sauvon lietettä sisältäneestä koejäsenestä ei myöskään valumavesiin irronnut merkittävästi fosforia (katso kuva 5 seuraavalla sivulla).

10.11.2014

Kuva 4. Maanäytteistä analysoidut kasvualustan fosforipitoisuudet kokeen alussa ja lopussa. Analyysissä pienin pitoisuus ilmoitettiin yksiköllä <2,0 mg/l. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1).

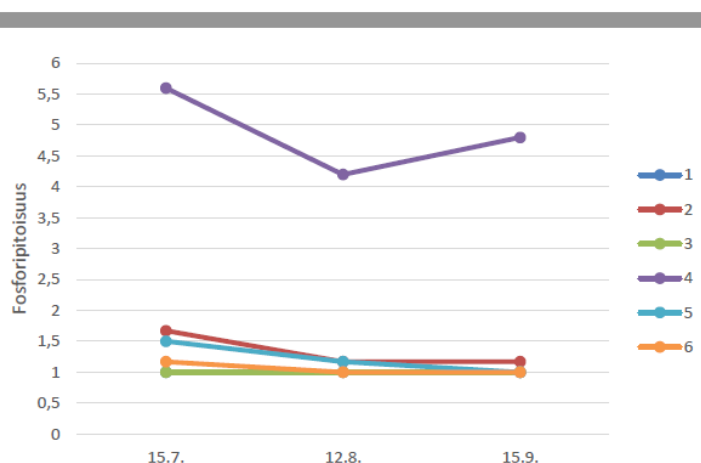


Taulukko 5. Kasvualustojen fosforipitoisuuksien prosentuaalinen muutos kasvukauden aikana.

Koejäsen	Muutos %
1 Sauvo + ravinteet + kalkki	-26
2 Pien-Saimaa + ravinteet + kalkki	-47
3 Sauvo + kalkki	0
4 Pien-Saimaa + kalkki	-40
5 Hiekka + ravinteet + kalkki	-36
6 Hiekka + kalkki	+15

Koejäsen 4 luovutti fosforia enemmän kuin muut koejäsenet (alla kuva 5). Muiden koejäsenten valumavesistä mitatut fosforipitoisuudet olivat < 0,6 mg/l, mutta koejäsenellä 4 pitoisuudet vaihtelivat 0,7–3,5 mg/l välillä.

Kuva 5. Valumavesistä mitatut fosforipitoisuudet kasvukauden aikana.



10.11.2014

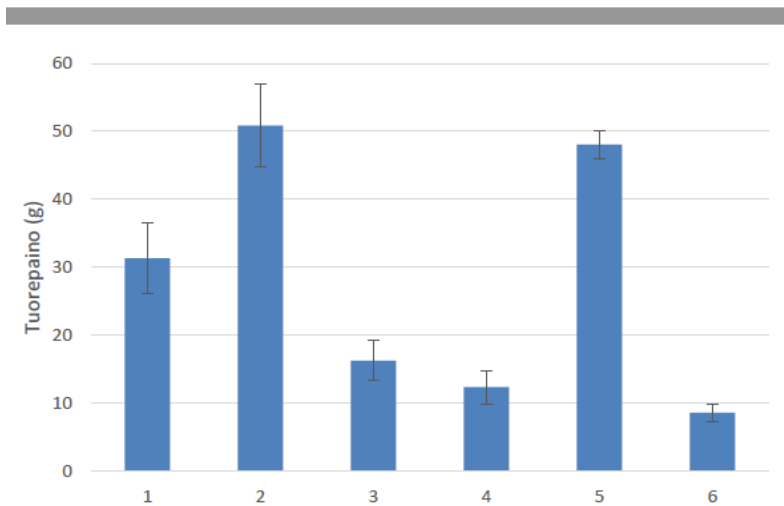
Pien-Saimaan lietettä sisältävien kasvualustojen fosforihuuhtouma oli selvästi suurin.

#### 4.2.2 Ohran kasvu

Ohrasatoa havainnoitiin mittaamalla tuotettu korsimassa ja punnitsemalla sato.

##### Korsimassa

Kuva 6. Ohran korsien tuorepaino eri koejäsenissä. Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1 ja 4).



Suurin korsimassa saavutettiin koejäsenessä numero 2, jossa oli 20 % Pien-Saimaan lietettä sekä lannoite ja kalkitus (Kuva 6). Tämän koejäsenen ja lannoitetun kontrollikäsittelyn (nro 5) välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa tuorepainossa. Liete ei siis selvästikään estänyt kasvien kasvua vaan päinvastoin edisti sitä.

Yhteenvetona todettakoon, että kaikki lietettä sisältäneet koejäsenet (1-4) tuottivat suuremman korsimassan kuin ilman ravinteita toteutettu kontrollikäsittely koejäsen 6 (Kuva 6). Erot olivat koejäsenistä 4 lukuun ottamatta tilastollisesti merkitseviä. Sauvon lietettä sisältävät koejäsenet (1 ja 3) tuottivat tilastollisesti merkittävästi alemman korsimassan kuin lannoitettu kontrolli (5), mutta selkeästi korkeamman korsimassan kuin lannoittamaton kontrolli (6).

##### Jyvien paino

Kokonaisohrasato mitattiin punnitsemalla jyvät ja laskemalla niiden lukumäärä. Myös jyvien keskipainon suhteen Pien-Saimaan lietettä sisältänyt koejäsen ylsi lähes lannoitetun ja kalkitun kontrollikäsittelyyn

tasolle. Vaihtelu jyvien painossa oli kuitenkin suurta. Pien-Saimaan ja Sauvon lietteitä sisältäneiden koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja jyvien keskipainon suhteen riippumatta siitä, oliko kasvualustaan lisätty ravinteita vai ei.

#### **4.2.3 HAMKin Lepaan yksikön johtopäätökset ohra-astiakokeesta**

Ohra-astiakokeen toteuttanut Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun Lepaan yksikkö toteaa ohra-astiakokeen loppuraportissaan, että kummankaan saostuskohteen liete ei heikentänyt kasvien kasvua suhteessa kontrollikäsittelyihin. Lietteissä havaittiin kuitenkin ero kasvualustakäytössä, sillä Pien-Saimaan liete lisättynä kasvualustaan tuotti selvästi paremman korsimassan kuin Sauvon liete.

Pien-Saimaan lietteestä irtosi sekä fosforia että rautaa selvästi enemmän kuin Sauvon lietettä sisältäneestä koejäsenestä. Koejäsenet, joihin oli lisätty Pien-Saimaan lietettä, tuottivat myös hyvän ohrankasvun. Kasvu oli yhtä hyvää kuin lannoitetussa kontrollikäsittelyssäkin. Selittävä tekijä hyvälle kasvulle saattaa olla lietteestä saatu fosforilisä. Kaupallisen lannoitteen kanssa Pien-Saimaan liete ei kuitenkaan pystynyt kilpailemaan. Lisäksi huomattakoon, että kasveissa ei havaittu ravinteista johtuvia puutos- tai myrkytysoireita.

Pien-Saimaan liete myös luovutti rautaa valumavesiin muita enemmän kesän aikana. Muissa koejäsenissä valumavesien rautapitoisuudet olivat korkeimmillaankin <3,5 mg/l, kun taas lannoitetussa, Pien-Saimaan lietettä sisältäneessä koejäsenessä pitoisuudet olivat moninkertaiset.

### **5 Hankeviestintä**

Hankeviestinnän tavoitteena oli saada Saloy Oy:n saostusmenetelmä laajempaan käyttöön vähentämään tehokkaasti maatalouden fosfori- ja kiintoainekuormitusta. Viestintäsuunnitelmassa hankeviestinnän pääkohdetahoja olivat Suomen ympäristöviranomaiset eli ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Suomen Ely-keskukset ja aluhallintovirastot. Hankeviestintä suunniteltiin kohdennettavaksi myös valtakunnalliseen ja paikallisiin medioihin sekä hankkeen saostuspaikkakuntalaisille.

Viestintäsuunnitelmassa esitettiin pääviestintäkanavaksi sähköposti, jolla tiedote/tiedotteet lähetetään kohderyhmille, ydinviestin ollessa hankkeessa käytettävän saostuslaitteiston- ja menetelmän kuvaus sekä saostuskohteiden kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin poistoteho.

Marraskuussa 2012 otimme puhelimitse ja sähköpostitse yhteyttä Sauvo-Paimio-Kaarina-alueella ilmestyvään paikalliseen Kunnallislehteen, joka julkaisi 20.11.2012 Sauvon tulevasta RAKI-hankkeesta uutisen otsikolla *Lietesakan fosfori lannoitteeksi pellolle? Sauvossa tutkitaan fosforin kierrätyksen toteuttamista*. Pien-Saimaan Taipalsaaren Leväsen kohteesta, joka ennen RAKI-hankkeeseen kuulumistaan kuului PISA-hankkeeseen, julkaisi puolestaan Etelä-Saimaa 16.4.2013 uutisen *Leväsessä kokeillaan ravinteiden poistoa kemikaalilla*.

Suomen ympäristöministeriön yhteyshenkilö on saanut hankkeesta säännöllisesti väliraportteja. Myös maa- ja metsätalousministeriön edustajaa kontaktoitiin sähköpostitse syksyllä 2013 Sauvon kohteen

saostuslietteen koostumuksesta. Lisäksi Saloy Oy kokousti MMM:n valtiosihteerin Risto Artjoen ja maatalousylitarkastaja Sini Walleniuksen sekä ympäristöministeriöstä MTT:lle siirtyneen ohjelmakoordinaattori Tarja Haarasen kanssa syyskuussa 2014, missä yhteydessä Saloy kertoi myös RAKI-hankkeen saostustuloksista ja HAMKIn toteuttaman ohra-astiakokeen tuloksista.

Elokuussa 2014 Saloy Oy lähetti sekä valtakunnallisille että paikallisille sanomalehdille tiedotteen, jonka ydinviestinä oli kertoa sinileväongelmaan olevan jo ratkaisu ja ratkaisumenetelmän neljän osan olevan seuraavat: 1. selvitetään vesistön kuormittajat, 2. vähennetään ulkoista kuormitusta poistamalla fosfori järviin tai mereen laskevista puroista, 3. vähennetään sisäistä ravinnekuormitusta keräämällä vedestä sinilevää ja 4. saavi- ja ämpärisuodattimet akuuttiin sinileväongelmaan.

Tiedotteen ja Tapio Salmisen haastattelujen johdosta julkaisi Åbo Underrättelser 24.7.2014 uutisen *Lösningen finns, om någon betalar*, jossa mainittiin myös Pien-Saimaan RAKI-hankkeen erinomaiset tulokset. Tiedotteemme johti uutisointiin myös sanomalehti Karjalaisessa, joka 14.8.2014 uutisoi *Sinilevästä eroon uusin keinoin*.

RAKI-hankkeen loppuraportin virallisen hyväksymisen jälkeen Saloy Oy järjestää Helsingissä mediatilaisuuden.

## 6 Aiempia tutkimuksia saostuslietteen käyttämisestä kierrätyslannoitteena

*Sustainable recovery and reuse of phosphorus* –julkaisussaan (liitteenä) Kemira käsittelee mm. KemiCod-hankettaan, jossa tutkittiin puhdistamoiden saostuslietteen soveltuvuutta kierrätyslannoitteeksi. Alla on suora lainaus Kemiran julkaisusta. (Kemira 2013:6.) Näkemyksemme on, että maatalouden vesien ravinteiden saostusliete on tässä suhteessa täysin vertailukelpoista puhdistamoiden saostuslietteen kanssa ja muiden jäämien osalta jopa puhdistamolietettä turvallisempaa.

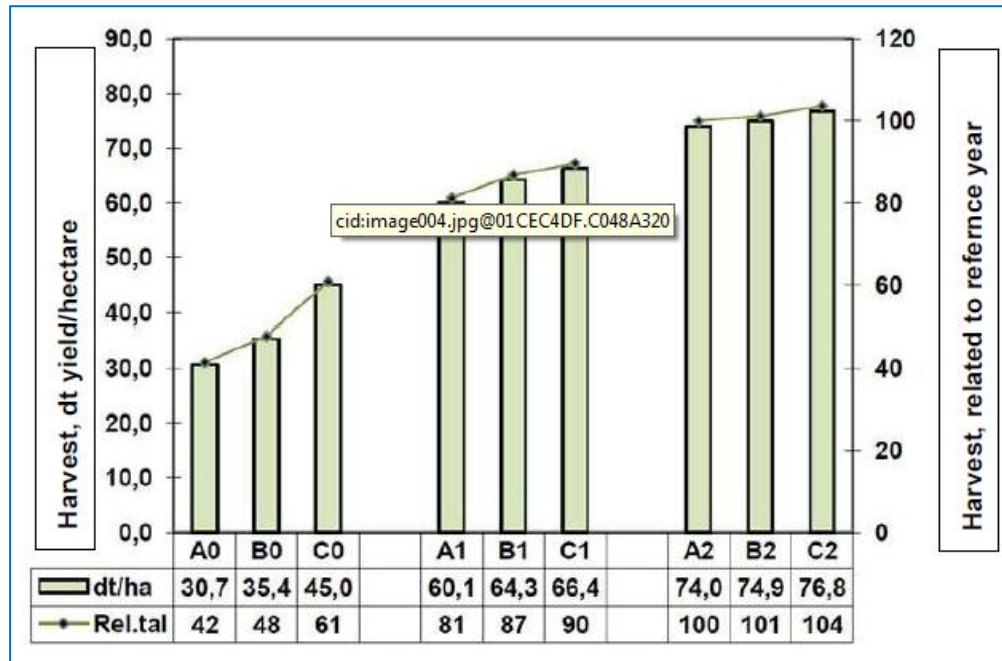
*In a recent study, it was shown that the bio-availability of phosphorus was higher in chemically precipitated sewage sludge than in the water soluble NPK compounds. On the other hand, the sewage sludge had little water-extractable phosphorus in comparison with NPK. The use of iron coagulant in chemical precipitation corresponded to a molar ratio of iron to phosphorus of 1.6. This represents a moderate iron dose at the wastewater treatment plant that is common in countries like Finland but less common in continental Europe. Raw, and anaerobically digested and composted, as well as anaerobically digested and KemiCond treated chemically precipitated sewage sludge were all superior to NPK. The study was conducted as growth trials in pots, using coarse mineral field soil with low phosphorus content and an eight weeks' growing period. Source: Unpublished results. Kahiluoto, H.1\*, Kuisma, M.1, Ketoja, E.2, Salo, T.2, Heikkinen, J.1,3.*

Kemira viittaa julkaisussaan myös ruotsalaiseen 30-vuotiseen kierrätysfosforitutkimukseen, jossa joka neljäs vuosi levitettiin saostuslietettä pelloille. Tulosten mukaan liete parantaa biomassan tuottoa, olipa sitten lannoitetta käytetty tai ei. Alla on suora lainaus tutkimuksesta. (2013:7.)

*The graph below shows the results of another study carried out over 30 years, where sludge was spread on the farmland every fourth year (Source: Slamspridning på åkermark – Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-2001. Per-*

10.11.2014

Göran Andersson). Column A shows the situation where no sludge was added, column B shows 1 tonne of sludge/hectare spread every fourth year and column C shows 3 tonnes of sludge/hectare spread every fourth year. The conclusion is that sludge improves the biomass yield, regardless of whether fertilizer is used or not. The benefit of 1 tonne of sludge being spread per hectare every fourth year is worth SEK 500-1000 (EUR 56-112) per hectare to the farmer on annual level.



## 7 Kuormitus peltohehtaarilta, laitteistokustannukset ja kierrätysfosforin kilohinta

Hankkeen kustannuksia tarkasteltaessa todettakoon, että merialueiden ja sisävesien tilan parantamisen näkökulmasta hankkeen primääritavoite on ollut ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Tämä on myös toteutuneen hankkeen primääriarvo. Sivutuotteena saatava kierrätysfosfori on merkittävä lisäarvo, mutta ulkoisen kuormituksen vähentämiseen ja vesistöjen tilan parantamiseen verrattuna kuitenkin sekundäärinen.

RAKI-hankkeen saostuskohteiden valuma-alueiden peltoalan kuormitusta laskettaessa käytettiin seuraavia lukuja. Sauvon kohteen 20 ha:n valuma-alueesta peltoa on 9 ha, kun taas Pien-Saimaan 358 ha:n valuma-alueesta peltoa on 33 ha.

### 7.1 Typpi

SYKEN Markku Puustiselta saamiemme maatalouden keskimääräisten kuormituslukujen mukaan keskimääräinen typpikuormitus on 15-18 kg/ha/v. Sauvon kohteen valuma-alueen 9 ha:n peltoalan keskimääräinen kokonaistyppikuormitus on siis 135-162 kg/v. Sauvon kohteella Saloyn menetelmän typen poistotehon mediaani oli 1,6 %, joten Saloyn menetelmä pidätti Sauvon kohteella typpeä 2,2-2,6 kg/v.

Pien-Saimaan kohteen valuma-alueen 33 ha:n peltoalan keskimääräinen kokonaistypikuormitus on 495-594 kg/v. Pien-Saimaalla Saloy'n menetelmän tyyppisen poistotehon mediaani oli 36,1 %, joten Saloy'n menetelmä pidätti Pien-Saimaan kohteella tyyppiä 178-214 kg/v.

## 7.2 Fosfori

SYKEN Markku Puustisen mukaan maatalouden keskimääräisten kuormituslukujen perusteella keskimääräinen fosforikuormitus on 1,1-1,2 kg/ha/v. Sauvon kohteen valuma-alueen 9 ha:n peltoalan keskimääräinen kokonaisfosforikuormitus on siis 9,9-10,8 kg/v. Sauvon kohteella Saloy'n menetelmän fosforin poistotehon mediaani oli 58,1 %, joten Saloy'n menetelmä pidätti Sauvon kohteella fosforia 5,8-6,3 kg/v.

Pien-Saimaan kohteen valuma-alueen 33 ha:n peltoalan keskimääräinen kokonaisfosforikuormitus on 36,3-39,6 kg/v. Pien-Saimaalla Saloy'n menetelmän fosforin poistotehon mediaani oli 81,2 %, joten Saloy'n menetelmä pidätti Pien-Saimaan kohteella fosforia 29,4-32 kg/v.

## 7.3 Kierrätysfosfori

Kierrätysfosforin kilohintaa puolestaan laskettaessa alkuoletuksena on, että rautasulfaattilitralla (0,50 €) puhdistetaan 30 m<sup>3</sup> vettä, jonka fosforipitoisuus on 150 µg/l, ja keskimääräinen puhdistusreduktio on 85 % eli 127,5 µg/l. Kuutiosta vettä saadaan fosforia 127 500 µg eli 0,13 grammaa ja 30 vesikuutiosta 3,9 g eli pyöristetynä 4 grammaa, jonka kilohinta kemikaalikulusta on 125 €/kg (1000 g: 4 g x 0,5 €).

Laitteiston investointikustannukset 10 vuoden poistoajalla, kun keskivirtaama on 20-30 l/s/km<sup>2</sup> ja vuosivirtaama 630 000–946 000 m<sup>3</sup>, lasketaan seuraavasti:

- laitteisto maaton 25 000 euroa, josta vuosipoisto 2500 euroa
- huolto- ja käyttökustannukset sekä kemikaalin lisäys- ja huoltokustannukset 150 euroa/kk pois lukien kaksi talvikuukautta eli 1500 €/vuosi
- kemikaalikulutus käyttäen annostelua 1 l/30 m<sup>3</sup> vettä ja vuosivirtaaman ollessa 630–950 m<sup>3</sup> kemikaalia kuluu 21 000–31 700 l, mikä tekee rahana 10 500–15 900 €/vuosi
- kun 1000 vesikuutiosta saadaan fosforia 130 g, niin vuodessa fosforia saadaan 82-123 kg.

Kun pääoma- ja huoltokulut vuodessa ovat 4000 € : 82-123 kg = 50-35 €/kg, tulee kierrätysfosforin kilohinaksi 125 € + (50-35 €) = 175–160 €/kg.

Edellä oleva laskelma on tehty ”keskikokoiselle” valuma-alueelle. Tässä laitekoossa vesi poistetaan 400 mm halkaisijaltaan olevalla putkella, jonka välityskyky on 100 l/s, jolloin tämä laitekoko on mitoitettu 0–100 l/s virtaamalle.

Erilaisiin kohteisiin on tarjolla erikokoisia ja -hintaisia laitteistoja, jolloin putken halkaisijaa muuttamalla voidaan putken välityskykyä tarvittaessa pienentää tai suurentaa. Esimerkiksi pienemmille valuma-



alueille on kehitetty noin 10 000 euroa (vuosipoisto 1000 €) maksava laitteisto, jossa putken halkaisija on 160 mm ja välityskyky 24 l/s. Suuremmille alueille on jo olemassa ns. Jumbo-laitteisto, jossa putken halkaisija on 600 mm ja välityskyky 250 l/s.

Mitoittamalla kohteeseen sopiva laitteistoversio tulee menetelmässä **kierrätysfosforin kilohinnaksi siis 150–180 €/kg**. Kierrätysfosforin kilohintaan vaikuttaa luonnollisesti tulevan veden fosforipitoisuus, joten mitä korkeampi valumaveden fosforipitoisuus, sitä parempi saostusteho ja sitä edullisempi kierrätysfosforin kilohinta.

Liukoisen fosforin osalta saavutettu reduktio on vielä parempi, jopa 95 %. Tämän merkitys esimerkiksi sinilevän vähentämisessä on erittäin oleellista, koska juuri liukoinen fosfori soveltuu sellaisenaan sinilevien ravinnoksi.

Hankkeessa tuotetun kierrätysfosforin kilohinta on kilpailukykyinen esimerkiksi *Active Wetlands – maatalouden valumavesien fosforin sitominen kemikaalilisäyksen avulla* –hankkeen menetelmiin verrattuna. *Active Wetlands* –hankkeen loppuraportissa (2013:48) esitetään raemaista Ferix-3-ferrisulfaattia käyttävillä kohdealueilla saostetun liukoisen fosforin kilohinnan vaihteluväliksi 15–460 euroa.

*Active Wetlands* –hankkeen Tammelan kohdealueilla saostetun liukoisen fosforin kilohinnan vaihteluväli oli 15-20 €/kg. Muutamilla hankekohteilla, joissa käsiteltiin pelkästään peltojen valumia, kilohinnaksi tuli 230-460 €/kg. Suurimmalla osalla *Active Wetlands* –hankkeen kohteista tuli saostetun liukoisen fosforin hinnaksi 100-200 €/kg. Hankkeen aikana Ferix-3-kemikaalin hinta vaihteli 0.35-0.55 €/kg. Mutta onko edellä mainituissa saostetun fosforin kilohinnoissa otettu huomioon investointi- ja vuosittaisia huoltokuluja? Entä oliko tällä menetelmällä saostettu fosfori mahdollista saada takaisin kiertoon? Jos menetelmässä ei ole otettu huomioon investointi- ja vuosittaisia huoltokuluja, ovat hankkeen todelliset saostuskustannukset moninkertaiset. Myös kierrätyksen helppo toteuttaminen maatalouden omilla välineillä on tärkeä näkökulma.

## **8 Hankkeen vaikuttavuus**

Tutkimushankkeen keskeisenä sisältönä oli osoittaa, että ulkoista kuormitusta eli maatalouden tilakohtaista fosforikuormitusta on täysin mahdollista tehokkaasti ja edullisesti vähentää saostamalla. Maatalouden tilakohtaisen fosforikuormituksen vähentäminen on ehdoton edellytys Suomen sisävesien

ja Saaristomeren rehevöitymis- ja sinileväongelman vähentämiseksi sekä – pidemmällä aikavälillä – poistamiseksi.

Saloyn pienkemikalointi vähentää ulkoista ravinnekuormitusta erittäin tehokkaasti ja muihin menetelmiin verrattuna kilpailukykyisin kokonaiskustannuksin. Tutkimushanke johti konkreettiseen tulokseen, jossa osoitettiin, että Saloy'n pienkemikaloinnin poistoteho oli merkittävä liukoisen fosforin (mediaanit Pien-Saimaalla 94,8 % ja Sauvossa 85,2 %) ja kokonaisfosforin (mediaanit Pien-Saimaalla

81,2 % ja Sauvossa 58,1 %) osalta, minkä lisäksi kokonaistyyppikin väheni huomattavasti (Pien-Saimaalla mediaani 36,1 %). Menetelmän lisäetuna on, että laitteisto ja kierrätys on huollettavissa maatilatalouden omin konein.

Lisäksi HAMKin Lepaan yksikön kasvukaudella 2014 toteuttama ohra-astiakoe osoitti, että kummankaan saostuskohteen liete ei heikentänyt kasvien kasvua suhteessa kontrollikäsitteilyihin - vaan päinvastoin. Erityisesti Pien-Saimaan lietteestä irtosi fosforia hyvin. Lisäksi ohrakoejäsen, johon oli lisätty Pien-Saimaan lietettä, tuotti myös hyvän ohrakasvun. Kasvu oli yhtä hyvää kuin lannoitetussa kontrollikäsitteilyssäkin. Kaupallisen lannoitteen kanssa Pien-Saimaan liete ei kuitenkaan pystynyt kilpailemaan.

Hanketulosta voidaan alkaa hyödyntää maatalouden ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi välittömästi. Tehokkaan saostuslaitteiston laajalla käytöllä olisi hyvin merkittävä vaikutus sekä Saaristomeren että sisävesien tilan parantamiseen, erityisesti sinilevän vähentämisen osalta, sillä sinilevä viihtyy etenkin runsasfosforisissa vesissä.

## 9 Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Tutkimushanke johti konkreettiseen tulokseen, jota voidaan alkaa hyödyntää maatalouden ulkoisen kuormituksen vähentämiseen välittömästi. Tehokas ja kustannuksiltaan muihin menetelmiin nähden kilpailukykyinen menetelmä tulisikin saada välittömästi maatalouden uusien ympäristötukien piiriin.

Puhdistamoiden saostusliete voidaan MTT:n ja Kemiran toistaiseksi julkaisemattomien (väitöskirjaan liittyen ei vielä julkaistu) uusien tutkimusten mukaan kierrättää pelloille lannoitteeksi (ks. liitteenä Kemiran 8.11.2013 julkaisu. MTT:llä tutkimuksen vastuuhenkilö on erikoistutkija Helena Kahiluoto).

Saloy'n saostusmenetelmällä syntyvän lietteen voi maatalousyrittäjä hyödyntää omalla tilallaan peltolannoitteeksi (ravinteiden suljettu kierto). Näin fosforinkierrätys voitaisiin maksimoida maatalojen sisällä. Fosfori on elintärkeä ravinne viljely- ja ravintokasveille sekä rajallinen luonnonvara ja Euroopassa valtaosin tuontituote. Jotta ravinnon saatavuus voitaisiin turvata tuleville sukupolville, tarvitsee kotimainen ruoantuotanto kierrätysfosforia. Kaivannaisfosforin saatavuus heikkenee rajusti lähivuosikymmeninä, mikä johtaa maaperässä olevan fosforin kallistumiseen ja lopulta loppumiseen. Kaivannaisfosforin on arvioitu loppuvan jo ennen öljyä.

Ulkoista kuormitusta vähennetään nykyään mm. roskakaloja ja liiallista vesikasvillisuutta poistamalla. Nämä toimet valuvat kuitenkin pitkälti hukkaan, koska ongelman todellinen syy – liiallinen ravinnekuormitus – on jäänyt ratkaisematta. Saloy'n ilman ulkoista energianlähdettä toimiva pienkemikalointi on tehokas ja edullinen ase ulkoisen kuormituksen vähentämiseen. Menetelmä tulisi monistaa ja laajentaa mahdollisimman nopeasti, sillä vesistöillämme ei ole enää varaa odottaa.

## 10 Talousraportti

Hanke pystyttiin toteuttamaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Liitteenä olevaan kustannuserittely-exceliin on lisätty toteutuneet hankekustannukset hankkeen viimeiseltä kustannusjaksolta 1.6.–30.9.2014.

## 11 Suositukset tulevia hankkeita ja ohjelmia varten

Varsinais-Suomen Sauvo osoittautui näinä kahtena hankevuotena erittäin vähäsateiseksi paikkakunnaksi, joten tulevia hankkeita ei kannata toteuttaa Varsinais-Suomessa ainakaan Sauvon alueella.

Menetelmälle sopivimmat virtaamat ovat välillä 1–200 l/s, mutta suuremmatkin virtaamat voidaan käsitellä jakamalla käsiteltävä virtavesi kahteen tai useampaan laitteistoon kemikalointia varten.

Saloy Oy:n kehittämä menetelmä on valmis laajaan käyttöön vesistöjen fosforikuormitusten vähentämiseksi ja ravinteiden kierrättämiseksi, mikä on ollut RAKI-ohjelman tavoite.