

# Rantojen ruoko pellolle

Aumauskoe Kiskon Kirkkojärvellä



Kiskon Kirkkojärven hoitoyhdistys  
Olli Välttilä

2015

## Esipuhe

Tämän kokeen tarkoituksena oli löytää mahdollisemman yksinkertainen ja hyödyllinen tapa käsitellä vesialueiden ruovikoiden niittojäte. Alkusysäyksen työlle antoi toisaalta Varsinais-Suomen ELY-keskuksen VELHO-hankkeen tutkimukset ruo'on hyötykäytöstä ja toisaalta paikallisen viljelijän maininta: ”Eiköhän se vuoden kasassa oltuaan leviää lannan levityskeräkärryllä pellolle”. Kiitos lausahduksesta Jukka Elovaaralle. VELHO-hankkeen Sanna Tikander ja Terhi Ajosenpää auttoivat kokeen suunnittelussa, heille kiitos siitä. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen ja Baltic Sea Action Groupin Järki-hankkeen toteuttama Ruokopelto-hanke tutkitutti kompostoidun ruo'on ravinnepitoisuudet ja auttoi näytteenotossa, kiitokset Maria Yli-Rengolle ja Kaisa Riikolle.

Kokeeseen liittyvästä työstä ruo'on niiton suoritti Rantatoimi Oy, niittojätteen nostot, siirrot ja kuormauksen Risto Salmi ja pellolle levityksen Jukka Elovaara. Auma sijaitsi Yrjö Päivärinteen pellon reunassa, hänelle kiitos paikan osoituksesta ja kokeen aiheuttaman häiriön kestämisestä. Kokeen järjestelyistä huolehti Kiskon Kirkkojärven hoitoyhdistyksen puolesta Olli Välttilä.

Lopuksi kiitos Saaristomeren Suojelurahastolle, jonka tuki teki mahdolliseksi tämän työn.

## Tiivistelmä

Kiskon Kirkkojärven rannalla suoritettiin elokuussa 2014 niitetylle ruo'olle aumauskoe Kiskon Kirkkojärven hoitoyhdistyksen toimesta ja Saaristomeren Suojelurahaston tukemana. Auman tilavuus oli alussa noin  $68 \text{ m}^3$  ja lopussa noin  $38 \text{ m}^3$ . Ruoko sai lahota aumassa vuoden ja se levitettiin kuivalannan levitykseen käytetyllä traktorin vaunulla (Bergman 800 Täsmä) syyskuussa 2015 auman viereiselle pellolle. Ruoko oli pehmennyt aumassa niin, että se oli vaivatonta levittää ja hajosi alle 5 cm:n pituisiksi palasiksi. Kokeesta saatu kokemus antaa perusteen olettaa, että levitys voitaisiin suorittaa jo niittoa seuraavana keväänä tai talvena. Myös nyt käytettyä yksinkertaisempi levityslaitte voisi tulla kysymykseen.

Ruokomassasta otettiin näytteet ennen pellolle levitystä. Keskimääräinen tilavuuspaino aumassa oli  $240 \text{ kg/m}^3$  ja kuiva-ainepitoisuus 20 %. On otettava huomioon, että nämä kaksi ominaisuutta riippuvat aumauksen kestosta ja sään sateisuudesta. Ravinnepitoisuuksiltaan ruokomassa vastasi olkea sisältäen kuivapainosta 1,3 % kokonaistypeä, 0,12 % kokonaisfosforia ja 0,76 % kaliumia. Liukoisia ravinteita oli kuivapainosta laskettuna 0,05 % typeä ja 0,02 % fosforia. Oljesta ruokomassa erosi korkeampien magnesium- ja mangaanipitoisuuksiensa suhteen.

Auman pohja oli eristetty maasta muovikalvolla, mikä mahdollisti aumasta suotautuvien vesien keräämisen ja niissä olevien ravinteiden määrän mittaamisen. Saatujen tulosten mukaan suodosvesissä poistui vuoden aikana typestä alle 5 % ja fosforista alle 10 %. Kaliumista poistui noin 25 %. Poistuneita ravinnemääriä voidaan pitää niin pieninä, että niittojätteen väliaikainen aumaaminen sen ylösottokohdan välittömään läheisyyteen vesistön rannassa ei aiheuta merkittävää ravinteiden valumista takaisin veteen.

## 1. Johdanto

### 1.1. tausta

Kirkkojärven hoitoyhdistyksen normaalien ruovikon niittojen yhteydessä elokuussa 2012 n. 0.8 ha:n alalta leikattu ruoko läjitettiin pellon reunaan, jossa se sai pehmitä vuoden. Syyskuussa 2013 kokeiltiin pehmenneen ruo'on levitystä pellolle normaalilla kuivalannanlevitysvaunulla. Kokeilu osoitti menettelyn toimivan hyvin. Heräsi kysymys, voitaisiinko näin yksinkertaisella tavalla hyödyntää laajemminkin leikatun ruokomassan sisältämiä ravinteita ja tosaalta käyttää ruokoa peltojen orgaanisen aineen lisääjänä ja maanparannusaineena.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen vetämässä VELHO-hankkeessa (2010–2014) on testattu silputun ruokomassan kompostointia, tehty kokeiluita ruokomassan käytöstä maanparannusaineena ja katteena puutarhaviljelyssä. Lisäksi kokeiltiin talvella korjatun ruo'on käyttöä polttoaineena (1). Ruokomassasta tehtyjen määritysten mukaan kesällä niitetyn ruo'on ravinnepitoisuudet ovat samansuuruisia kuin viherkasveissa yleensäkin. Sen sijaan raskasmetalleja on hyvin vähän.

Kesällä niitetyn ruo'on läjitystä sellaisenaan ilman silppuamista ei ole tutkittu. Mikäli ruoko pehmenee vuodessa – kuten suoritettu esikoe antaa aiheen odottaa – menettely sen hyödyntämiseksi peltoviljelyksessä tulisi yksinkertaiseksi ja siten houkuttelevaksi: ketjusta jäisi pois paljon energiaa ja erikoiskonetta vaativa silppuaminen. Tämä edistäisi ruokomassan käyttöä maanparannusaineena ja viherlannoitteena. Menetelmä edistäisi rantojen niittoa ja niittojätteen yksinkertaista hyödyntämistä laajemminkin.

### 1.2. Tavoitteet

Tehtävän kokeen tavoitteet olivat:

- ★ todentaa esikokeessa todettu ruo'on helppo levitettävyyys vuoden kompostoitumisen jälkeen
- ★ määrittää ruokokasasta vuoden aikana mahdollisesti suotautuvien ravinteiden määrä, jotta tiedetään voidaanko aumaus tehdä lähelle ruo'on ylösottopaikkaa
- ★ määrittää ruokomassan ravinnepitoisuudet, jotta saadaan arvio menettelyn merkityksestä ravinteiden kierrättämiseksi



Kuva 1. Aumauskokeen suorituspaikka. Kuva on vuodelta 2013. Auma oli keltaisen nuolen osoittamassa paikassa lepikon ja pellon välissä. Aumaan tullut ruoko niitettiin oikean puoleisesta metsästä lähtien vielä jonkin matkaa yli kuvan vasemman reunan. Vihreät nuolet osoittavat niittojätteen ylösottokohdat.

## 2. Suoritus

### 2.1. Niitto

Ruovikoita niitettiin Kirkkojärvellä 19.8.2014 ja 20.8.2014 Truxor-niittokoneella. Niitetty ruoko nostettiin rannalle kasaan traktorin metsäkärryn nostolaitteella, jossa oli lannan ja juurikkaiden nostoon kehitetyt leuat (Kuva 2).

### 2.2. Auma

Noin 1 hehtaarin alalta niitetty ruoko siirrettiin metsäkärryllä läheiseen aumaan, joka sijaitsi pellon reunalla lähellä rantaa osittain suojakaistalla. Auma sijaitsi tulvavesien ulottumattomissa. Sen pohja tasoitettiin kauhakuormaajalla noin 1,5 m järven tulvarajan yläpuolelle. Auma sijaitsi noin 50 m päässä toisesta ruo'on nostopaikasta. Toiseen nostopaikkaan oli matkaa noin 150 m. Auman pohjalle, joka vietti vähän keskelle tehtyihin uriin päin, levitettiin 0,175 mm paksu rakennusmuovi ja sen päälle 60 mm:n salaojaputket urien kohdalle suotautuvien vesien keräämiseksi. Reunoilta muovi nostettiin sen verran ylös, ettei pintavettä päässyt ympäristöstä aumaan.

Valmis auma oli pohjasta 10,8 m pitkä ja 4,6 m leveä. Keskimääräinen korkeus oli 2,3 m. Ottamalla auman sivut kalteviksi tasoiksi ja mittaamalla keskimääräinen kallistuminen saatiin auman alkutilavuudeksi katkaistun kartion laskukaavaa käyttäen  $68 \text{ m}^3$ . Lopputilavuus oli  $38 \text{ m}^3$ , kun korkeudeksi mitattiin 1,3 m ja auman yläpinnan ala oletettiin samaksi kuin alussa. Keväällä auman korkeudeksi arvioitiin silmämääräisesti noin 1,6 m, mikä samaa laskutapaa käyttäen antaisi tilavuudeksi  $48 \text{ m}^3$ .



Kuva 2. Auma. a) Ruo'on kasaus rannalle, b) Valmis auma 21.8.2014, miessabluunan pituus 180 cm, syliväli sormenpäihin 184 cm, sademittari vasemmassa päässä, lämpömittari keskeltä hiukan oikealle, c) auma keväällä 2015, d) auma ennen levitystä 25.8.2015, mittakeppi 200 cm.

### 2.3. Seuranta

Aumasta suotautuvien vesien määrää seurattiin niiden keräämiseen käytettävän 1000 litran kontin mitta-asteikon avulla. Kontti tyhjennettiin – ja samalla otettiin näyte vedestä – tarpeen tullen, ettei ylivaluntaa tapahtuisi. Ylivaluntaa pääsi kuitenkin tapahtumaan neljä kertaa: kerran keväällä 2015 lumen sulaessa ja kolme kertaa runsaitten sateiden yhteydessä (Liite 1). Sademääristä ja suodosten tilavuuksista ennen ja jälkeen ylivalunnan voidaan kuitenkin arvioida, ettei ylivalunta ollut merkittävää.

Sademääriä seurattiin auman vieressä olevalla sademittarilla (Kuva 2 b). Talviajan sademäärinä on käytetty Ilmatieteen laitoksen avoimen datan Salon Kärkän aseman arvoja.

Auman lämpötilaa ja ilman lämpötilaa seurattiin digitaalisella sisä-ulkolämpötilamittarilla, jonka anturi sijoitettiin 2 m pitkän ja halkaisijaltaan 20 mm olevan sähköputken sisällä kasan keskelle n. 90 cm:n korkeudelle kasan pohjasta (Kuva 2 b) ollen lopussa noin 60 cm pohjasta. Ilman lämpötilan mittaus ei ollut suojassa auringon paisteelta.

### 2.4. Levitys pellolle

Ruoko levitettiin Bergman 800 Täsmä -kuivalannanlevitysvaunulla. Levitys suoritettiin 8.9.2015 noin 1 hehtaarin alalle rukiin sängelle. Peltö kynnettiin levityksen jälkeen.





Kuva 3. Aumatun ruo'on levitys rukiin sängelle. Linssin suojuksen halkaisija on 7 cm.

Aumasta kertyi kolme täysinäistä  $10 \text{ m}^3$ :n vaunullista. Auman laskennallisesti arvioidun tilavuuden mukaan kuormia olisi pitänyt tulla neljä, mutta menetettyään kompostoitua joustavuutensa ruoko tiivistyi lastauksessa. Levityksessä ei ollut ongelmia. Ruokomassa hajosi silpuksi, jonka pituus oli alle 5 cm. (Kuva 3)

### 3. Näytteenotto

#### 3.1. Suodos

Jotta suodosnäyte oli edustava, 1) keräyskontin (1000 l) sisältö sekoitettiin täyttöaukon kautta, 2) toistettiin 4-5 kertaa menettely, jossa pohjaventtiilin kautta otettiin 10 l:n ämpärillinen suodosta ja kierrätettiin se täyttöaukon kautta konttiin ja 3) pohjaventtiilin kautta tapahtuvan tyhjennyksen aikana otettiin – suodosmäärästä riippuen – 100 tai 50 litran välein 1 litran näyte 10 l:n ämpäriin, josta sekoituksen jälkeen täytettiin 2 kpl litran näytepulloja. Näytteet pakastettiin.



Kuva 4. Suodosnäytteen otto.

Pakastetut näytteet (1 l) toimitettiin Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratorioon, jossa niistä muodostettiin kutakin keräilyjaksoa edustava näyte yhdistämällä yksittäiset näytteet niiden edustamien suodostilavuuksien suhteessa.



Kuva 5. Ruokonäytteen otto ja homogenoitu näyte.

### 3.2. Kasa

Aumasta otettiin kaksi ruokonäytettä 25.8.2015 eli kaksi viikkoa ennen auman levitystä pellolle. Näytteet otettiin pystysuuntaisena 48,8 cm x 56,5 cm leikkauksena auman pinnasta sen pohjaan. Näytteet otettiin hiukan auman pituussuuntaisesta keskiviivasta lännen puolelle, näyte 1 otettiin n. 3 m auman eteläpäästä ja näyte 2 n. 3 m pohjoispäästä.

Näyte otettiin käyttämällä 48,8 cm x 56,5 cm levyä sabluunana sahattaessa pystysuorassa pidetyllä käsisahalla levyn muotoinen leikkaus alla olevaan ruokomassaan (kuva 5). Levy poistettiin, katkotut ruo'ot leikkausalueelta kerättiin muovisäkkeihin, mitattiin karkeasti leikkauksen syvyys ja tarkistettiin pohjalta pinta-ala. Kumpaakin näytettä otettaessa sahaus toistettiin kolme kertaa ja näytesäkkejä kertyi kuusi. Näytteen 1 yhteenlaskettu paino oli 86,3 kg ja näytteen 2 92,3 kg (Liite 2).

Homogeeninen näyte tehtiin hienontamalla massa kerran oksasilppurilla (Viking GE 230). Näytettä syötettiin vuorotellen ja tasaisesti kustakin kuudesta muovisäkistä. Hienonnettu näyte sekoitettiin vielä talikolla, jonka jälkeen siitä otettiin pienet erät sieltä täältä ämpäriin, sekoitettiin ja otettiin kaksi n. 1 kg:n näytettä Minigrip-muovipussiin, toinen lähetettiin lanta-analyysiin ja toinen pakastettiin varalle.

## 4. Analyysit

Käytetyt analyysimenetelmät on esitetty liitteessä 3 suodosten osalta ja liitteessä 4 ruokonäytteiden osalta.



## 5. Tulokset

Auman seurannan ja kerättyjen vesinäytteiden kirjanpito on esitetty liitteessä 1 ja suoritettujen analyysien tulokset liitteissä 3 ja 4.

### 5.1. Sääolot: lämpötila, sadanta

Aumauskokeen aikainen talvi oli erittäin leuto. Tämä näkyy myös Ilmatieteenlaitoksen Saloa koskevasta keskiarvovertailusta. Syksy kokeen alussa oli hiukan keskimääräistä lämpimämpi samoin kevät, mutta kesä oli viileämpi.

Kokeen alun syksy oli tilastojen mukaan hiukan keskimääräistä vähäsateisempi. Sen sijaan talvi oli hiukan, kevät selvästi ja kesä hiukan keskimääräistä sateisempi. Koko kokeen aikainen sademäärä oli normaalin vuotuisen sademäärän suuruinen (Liite 1).

Sademääriä ja auman pohjapinta-alaa käyttäen sadanta aumaan oli mitattuihin suodosten määriin nähden noin kaksinkertainen. Aumaa purettaessa tarkastettiin sen pohjana ollut muovi, eikä siinä havaittu muita reikiä kuin purkamisen aikana muodostuneet. Myöskään muovin alla olevassa maassa ei havaittu mahdolliseen vuotoon viittaavia kohtia. Siten havaitulle erolle ei löydetty muuta selitystä kuin haihdunta aumasta, mikä auman korkeuden ja siinä olevan massan harvuuden vuoksi on voinut olla varsin merkittävää.

### 5.2. Auman sisälämpötila

Auman lämpötila keskeltä mitattuna oli suurimmillaan 27 °C noin kaksi viikkoa aumaamisen jälkeen. Lämpötilan nousuun johtavaa voimakasta kompostoitumista aumassa ei siis tapahtunut. Kokeen alkupuolella syksyllä lämpötilojen vaihtelut auman sisällä seurasivat varsin hyvin ulkoilman lämpötilan vaihteluita. Tämä viittaa varsin hyvään tuulettumiseen auman läpi. Kokeen loppupuolella sisälämpötilan vaihtelut pienenivät ilmeisesti auman tiivistymisen seurauksena.

### 5.3. Aumasta suotautunut vesi

Auman suodoksista muodostettiin neljää jaksoa edustavat kokoomänäytteet. Alkujaksolla tarkoitetaan auman tekoa seuranneita 1,5 viikkoa, syksy käsitti 3 kuukautta syyskuun alusta marraskuun loppuun, talvi 5 kuukautta joulukuun alusta huhtikuun loppuun ja kesä 3 kuukautta toukokuun alusta heinäkuun loppuun. Elokuun näytteitä ei analysoitu, koska suodosta kertyi hyvin vähän auman ruokonäytteiden ottoon 25.8. mennessä. Analyysien tulokset on esitetty liitteessä 3.

Vesinäytteiden ravinnepitoisuudet on esitetty taulukossa 1. Kaikki ravinnepitoisuudet olivat korkeimmillaan syksyn näytteessä pienentyen kokeen loppua kohden. Vähiten pieneni fosforipitoisuus ja eniten typpipitoisuus. Kokonaisfosforista suurin osa oli liukoisessa muodossa (Liite 3); kiintoainetta suodoksiin kerääntyi silmämääräisesti arvioituna hyvin vähän alkujaksoa lukuun ottamatta. Viimeisen seurantajakson näytteestä määritettiin myös fosfaattina olevan fosforin pitoisuus. Ainakin tässä näytteessä valtaosa fosforista oli tässä muodossa.

Taulukko 1. Aumasta suotautuneiden vesien ravinnepitoisuudet

|       |          | Suodos | Kok-P | Fosf-P | Kok-N | K   |
|-------|----------|--------|-------|--------|-------|-----|
| kk    |          | l      | mg/l  |        |       |     |
| Alku  | VIII     | 1880   | 0,8   |        | 5     | 47  |
| Syksy | IX - XI  | 1600   | 14,0  |        | 89    | 530 |
| Talvi | XII - IV | 6930   | 12,0  |        | 45    | 390 |
| Kesä  | V - VII  | 4270   | 5,9   | 5,2    | 21    | 170 |

Taulukko 2. Poistuneet ravinteet

|         | kg   | %  |
|---------|------|----|
| Fosfori | 0,13 | 6  |
| Typpi   | 0,55 | 2  |
| Kalium  | 4,36 | 23 |

Suodosten määrien ja pitoisuuksien perusteella lasketut ravinteiden poistumat kokeen aikana on esitetty taulukossa 2. Perustuen jäljempänä esitettäviin pellolle levitetyn ruokomassan pitoisuuksiin ja määrään aumassa suodosten mukana poistui fosforista 6 % ja typestä 2 %. Vaikka edellä esitetty suodosten määrän ja aumaan kohdistuneen sadannan välisestä erosta johtuva epävarmuus otettaisiin huomioon, voidaan päätellä, että fosforivaluma oli vähemmän kuin 10 % ja typpivaluma vähemmän kuin 5 %. Kaliumia poistui valumaveden mukana selvästi suurempi osuus.

#### 5.4. Kompostoitunut ruoko

Taulukosta 3 nähdään, että aumatun ruo'on tilavuuspaino oli keskimäärin 240 kg/m<sup>3</sup> auman keskipaikkeilta pinnasta pohjaan ulottuvien näytteiden mukaan. Kuten liitteessä 2 esitetyt hyvin epätarkkoihin mittauksiin perustuvat osanäytteiden arvot osoittavat, tilavuuspaino on pintakerroksessa oleellisesti pienempi kuin auman pohjalla. Tämä johtuu osaksi ruokomassan märkyyden ja osaksi sen tiiviyyden kasvaessa pohjaa kohti.

Tilavuuspainon ja arvioidun tilavuuden mukaan aumassa oli ennen sen levitystä noin 9 tonnia ruokomassaa, jossa oli kuiva-ainetta noin 2 tonnia. Käyttäen arvioitua tilavuuden muutosta aumauksen aikana saadaan auman tilavuuspainoksi alussa n. 135 kg/m<sup>3</sup>. Tämä poikkeaa aiemmin (1,2) raportoidusta tilavuuspainosta noin 110 kg/m<sup>3</sup>. Eron voidaan katsoa johtuvan osittain virheistä tilavuusarvioissa, eroista kuiva-ainepitoisuuksissa – aumattu ruoko oli varsin märkää - ja siitä, että aumauksen aikaisissa ruo'on siirroissa oli tullut mukaan maa-ainesta, mihin varsin pieni hehkutushäviö viittaa.

Taulukko 3. Ruokomassa aumassa.

|                                  | Lopussa |
|----------------------------------|---------|
| Tilavuus, m <sup>3</sup>         | 37,6    |
| Tilavuuspaino, kg/m <sup>3</sup> | 241     |
| Ruokoa, t tuore                  | 9,1     |
| Ruokoa, t kuiva                  | 1,9     |
| Kuiva-aine, %                    | 20,8    |
| Hehkutushäviö, % ka              | 58,8    |

#### 5.5. Levitettävän massan ravinnepitoisuudet

Ruokomassan ravinnepitoisuudet on esitetty taulukossa 4. Analyysitulosten perusteella auman kokonaistyyppimäärä oli 25 kg, josta liukoista noin 1 kg. Auman kokonaisfosforimäärä oli puolestaan hieman yli 2 kg, josta liukoista fosforia oli noin 0,3 kg. Kaliumia ruokoauma sisälsi noin 15 kg. Nämä ravinnemäärät sisältävä auma levitettiin yhdelle hehtaarille peltoa.

Taulukko 4. Ravinteet aumassa

|              | Pitoisuus  | Määrä         |
|--------------|------------|---------------|
|              | kg/t tuore | aumassa<br>kg |
| Kok-typpi    | 2,7        | 24,5          |
| Liuk-typpi   | 0,10       | 0,9           |
| Kok-fosfori  | 0,25       | 2,2           |
| Liuk-fosfori | 0,03       | 0,3           |
| Kalium       | 1,57       | 14,2          |
| Magnesium    | 0,47       | 4,3           |
| Kalsium      | 0,95       | 8,6           |
| Natrium      | 0,2        | 1,8           |

Taulukko 5. Vertailu lantaan, kg/m<sup>3</sup>.

|               | Ruoko |      | Kuivikelanta<br>Nauta Kana |     |
|---------------|-------|------|----------------------------|-----|
| Tilavuuspaino | 240   | 800  | 800                        | 800 |
| Kok-Typpi     |       | 2,2  | 4,0                        | 9,4 |
| Liuk-Typpi    |       | 0,08 | 1,1                        | 4,2 |
| Kok-Fosfori   |       | 0,20 | 1,0                        | 5,6 |
| Liuk-Fosfori  |       | 0,03 |                            |     |

Taulukko 6. Vertailu olkeen, paino-% kuiva-aineessa.

|           | Ruoko | Olki      | Heinä |
|-----------|-------|-----------|-------|
| Kok-Typpi | 1,3   | 0,5-1,1   | 2,08  |
| Fosfori   | 0,12  | 0,1-0,2   | 0,3   |
| Kalium    | 0,76  | 1,5-2,2   |       |
| Magnesium | 0,23  | 0,08-0,09 |       |
| Kalsium   | 0,46  | 0,3-0,4   |       |
| Natrium   | 0,10  |           |       |

Taulukossa 5 aumatun ruo'on ravinnepitoisuuksia on verrattu naudan ja kanan kuivikelantoihin. Taulukossa 6 ravinnepitoisuuksia on verrattu oljen ravinnepitoisuuksiin. Lantaan verrattaessa pitoisuudet on redusoitu samalle tilavuuspainotasolle. Ruokomassan voidaan todeta vastaavan lähinnä olkea. Kuitenkin ruo'on magnesiumpitoisuus näyttäisi olevan olkea korkeampi.

Aumatun ruo'on hivenainepitoisuudet on esitetty taulukossa 7. Ruo'on mangaanipitoisuus on varsin korkea.. Tosin rinnakkaisnäytteiden määritystulokset poikkesivat varsin paljon toisistaan mangaanin suhteen: ensimmäisessä osanäytteessä mangaani-pitoisuus oli 253 g/t tuoretta ruokoa, kun taas toisessa näytteessä pitoisuus oli 57 g/t tuoretta ruokoa. Keskiarvon mukaan mangaania levitettiin pellolle n. 1,5 kg/ha, minkä määrän on erään tutkimuksen mukaan todettu oleellisesti pienentävän puutosoireita kauran viljelyssä (4). Viljan viljelyn keskimääräiseksi tarpeeksi Yara on ilmoittanut 480-840 g/ha (3).

Taulukko 7. Aumatun ruo'on hivenaineet.

|          | Pitoisuus<br>g/t tuore | Aumassa<br>g |
|----------|------------------------|--------------|
| Kupari   | 2,3                    | 21           |
| Mangaani | 155                    | 1405         |
| Sinkki   | 8,8                    | 79           |
| Boori    | 1,3                    | 12           |

## 6. Johtopäätökset

Saaduista tuloksista voidaan päätellä

1. Vuoden kestävän aumauksen aikana ruovikoiden niittojätteestä poistuu niin vähän ravinteita, että niittojäte voidaan täksi ajaksi aumata vesistön välittömään läheisyyteen aiheuttamatta merkittävää ravinnekuormitusta vesistöön.
2. Aumauksen aikana niittojätteen rakenne muuttuu niin, että se on helposti levitettävissä pellolle esimerkiksi kuivalannan levitykseen käytettävällä kalustolla.
3. Aumattu niittojäte vastaa ravinnepitoisuuksiltaan lähinnä olkea. Olkea korkeampi mangaanipitoisuus antanee lisäarvoa peltolevityksessä.

## Lähteet

1. Ajosenpää, T., Suunnittelulla ja ruo'on hyötykäytöllä tehokkuutta rantojen hoitoon. Tuloksia ja kokemuksia VELHO-hankkeessa. Varsinais-Suomen ELY-keskus. Raportteja 55/2014. 112 s.
2. Ajosenpää, T., Sähköpostiviesti 2015-02-05 11:55.
3. <http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/8088%20siipikarja/Siipikarjatilalla%20laannoitus%20Anne%20Kerminen%20Yara%20Suomi.pdf>.
4. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n04s03b.pdf>.

## Liite 1. Auman seuranta ja suodospöytteiden otto.

Auman teko alkoi 19.8.2014 klo 12 ja se oli valmis seuraavana päivänä.

| Pvä             | klo        | Sadanta<br>mm | Suodos<br>l | Poisto<br>l | Näyte | Lämpötila, °C    |      |      |      |      |
|-----------------|------------|---------------|-------------|-------------|-------|------------------|------|------|------|------|
|                 |            |               |             |             |       | Ilma             |      | Auma |      |      |
|                 |            |               |             |             |       | max              | min  | max  | min  |      |
| <b>Alku</b>     |            |               |             |             |       |                  |      |      |      |      |
| 20.08.14        | 9:00       | 12            |             |             |       |                  |      |      |      |      |
| 21.08.14        | 9:00       | 5             | 770         | 770         | x     |                  |      |      |      |      |
|                 | 10:00      |               |             |             |       | 16,1             |      | 16,3 |      |      |
| 22.08.14        | 11:00      | 4             | 50          |             |       | 15,4             |      | 15,6 |      |      |
| 23.08.14        | 12:00      | 1             | 50          |             |       | 16,9             |      | 14,5 |      |      |
| 25.08.14        | 13:00      | 15            | 400         |             |       | 14,1             |      | 13,0 |      |      |
| 26.08.14        | 10:00      | 10            | 610         | 610         | x     | 12,8             |      | 14,0 |      |      |
| 28.08.14        | 9:00       | 12            | 480         |             |       | 14,9             |      | 14,0 |      |      |
| 29.08.14        | 11:00      | 2             | 500         | 500         | x     | 14,6             |      | 13,1 |      |      |
| <b>Yhteensä</b> |            | <b>61</b>     |             | <b>1880</b> |       |                  |      |      |      |      |
| <b>Syksy</b>    |            |               |             |             |       |                  |      |      |      |      |
| 02.09.14        | 10:00      |               | 10          |             |       | 13,9             | 30,9 | 5,7  | 19,1 | 27,1 |
| 08.09.14        | 10:00      |               |             |             |       | 14,7             | 24,7 | 6,5  | 19,4 | 23,7 |
| 13.09.14        | 11:00      | 5             | <50         |             |       | 12,4             | 22   | 7,6  | 16,3 | 24,0 |
| 23.09.14        | 13:30      | 20            | 410         |             |       | 5,0              | 19,1 | -0,2 | 2,2  | 23,1 |
| 27.09.14        | 10:30      | 13            | 530         |             |       | 7,7              | 14,2 | -3,8 | 13,6 | 13,7 |
| 30.09.14        | 13:30      | 0             | 600         | 600         | x     | 10,6             | 16   | 3,8  | 7,4  | 16,4 |
| 07.10.14        | 14:00      |               |             |             |       | 10,8             | 17,1 | 2,9  | 5,6  | 15,2 |
| 18.10.14        | 09:00      | 9             | 40          |             |       | -6,3             | 14,2 | -6,7 | 0,9  | 16,3 |
| 21.10.14        | 10:30      | 8             | 170         | 170         | x     | 0,8              | 10,9 | -0,3 | 4,6  | 8,6  |
| 07.11.14        | 15:00      | 30            | 660         |             |       | 1,6              | 11,6 | -5,9 | 2,0  | 12,5 |
| 14.11.14        | 15:00      | 6             | 830         | 830         | x     | 2,6              | 9,7  | -0,7 | 5,4  | 9,4  |
| <b>Yhteensä</b> |            | <b>91</b>     |             | <b>1600</b> |       |                  |      |      |      |      |
| <b>Talvi</b>    |            |               |             |             |       |                  |      |      |      |      |
| 30.11.14        | 16:00      | 8             | 70          |             |       | -4,3             |      | 1,0  |      |      |
| 09.12.14        | 15:30      | 15            | 480         |             |       |                  |      |      |      |      |
| 12.12.14        | 14:30      | 14            | 710         | 710         | x     | 2,4              |      | 2,9  |      |      |
| 20.12.14        | 13:30      | 29            | 950         | 950         | x     | 0,3              | 4,9  | -3,8 | 4,3  | 5,0  |
| 27.12.14        |            |               |             |             |       | -13,3            |      | 2,2  |      | 2,8  |
| 04.01.15        |            | n. 15         | 680         | 670         | x     | (jäättä n. 10 l) |      |      |      |      |
| 17.01.15        |            |               | 680         | 660         | x     | (jäättä n. 20 l) |      |      |      |      |
| 03.02.15        | 12:00      |               | 360         | 330         | x     | (jäättä n.30 l)  |      |      |      |      |
| 25.02.15        | 11:00      |               | 700         | 660         | x     | (jäättä n.40 l)  |      |      |      |      |
| 15.03.15        | 17:00      |               | >1000       | 1100        | x     |                  |      |      |      |      |
| 29.03.15        |            |               | 70          |             |       |                  |      |      |      |      |
| 02.04.15        |            |               | 650         |             |       |                  |      |      |      |      |
| 06.04.15        |            |               | 750         | 750         | x     |                  |      |      |      |      |
| 19.04.15        | 16:00      | 5             | 200         |             |       |                  |      |      |      |      |
| 28.04.15        | 15:00      | 13            | 350         |             |       | 10,7             | -0,8 | 6,3  |      | 4,6  |
| 30.04.15        | 10:00      | 35            | >1000       | 1100        | x     | 5,3              | 16,1 | 0,3  | 6,7  | 6,8  |
| Salo, Kärkkä    | 21.12-5.4. | 138           |             |             |       |                  |      |      |      |      |
| <b>Yhteensä</b> |            | <b>257</b>    |             | <b>6930</b> |       |                  |      |      |      |      |



## Liite 1, jatkuu

| Pvä                   | klo   | Sadanta<br>mm | Suodos<br>l | Poisto<br>l  | Näyte | Lämpötila, °C |      |      |      |      |
|-----------------------|-------|---------------|-------------|--------------|-------|---------------|------|------|------|------|
|                       |       |               |             |              |       | Ilma          |      | Auma |      |      |
|                       |       |               |             |              |       | max           | min  | max  | min  |      |
| Kesä                  |       |               |             |              |       |               |      |      |      |      |
| 07.05.15              | 11:00 | 12            | 190         |              |       | 12,7          | 17,9 | -5   | 9,0  | 5,9  |
| 12.05.15              | 16:30 | 5             | 210         |              |       | 12,3          | 25,3 | -1   | 8,1  | 7,5  |
| 13.05.15              | 10:30 | 18            | 510         | 510          | x     | 8,9           | 12,3 | 8    | 9,1  | 8,1  |
| 16.05.15              | 15:30 | 6             | 50          |              |       | 16,1          | 21,3 | -3,2 | 6,1  | 6,0  |
| 04.06.15              | 07:00 | 7             | 100         |              |       | 10,2          | 24,7 | 5,1  | 11,7 | 10,1 |
| 19.06.15              | 09:00 | 19            | 200         |              |       | 13,1          | 34,7 | 0,9  | 12,6 | 10,9 |
| 21.06.15              | 17:00 | 16            | 550         |              |       | 24,4          | 28,4 | 5,5  | 14,2 | 12,4 |
| 24.06.15              | 11:00 | 30            | >1000       | 1100         | x     | 15,2          | 27,3 | 6,9  | 15,0 | 14,2 |
| 26.06.15              | 16:15 | 7             | 420         |              |       | 19,4          | 20,9 | 10,1 | 14,8 | 14,6 |
| 26.06.15              | 21:30 | 11            | 600         | 600          | x     | 11,9          |      |      | 15,3 |      |
| 08.07.15              | 15:00 | 11            | 280         | 280          | x     | 16,9          | 40,2 | 6,1  | 16,9 | 14,8 |
| 17.07.15              | 10:00 | 40            | >1000       | 1100         | x     | 18,1          | 33,8 | 8,1  | 17,8 | 15,0 |
| 22.07.15              | 08:30 | 25            | 540         |              |       | 14,5          | 31,2 | 5,7  | 18,1 | 17,4 |
| 25.07.15              | 12:30 | 0             | 680         | 680          | x     | 22,6          | 30,2 | 7,1  | 18,0 | 17,8 |
| <b>Yhteensä</b>       |       | <b>207</b>    |             | <b>4270</b>  |       |               |      |      |      |      |
| 03.08.15              | 19:50 |               | 100         |              |       | 30,5          | 36,7 | 4,9  | 17,4 | 13,1 |
| 14.08.15              | 18:30 | 3             | 180         |              |       | 35,2          | 39   | 3,9  | 18,0 | 17,0 |
| 21.08.15              | 15:30 | 0             | 200         |              |       | 17,7          | 35,6 | 4,5  | 17,0 | 16,3 |
| 25.08.15              | 11:30 | 0             | 200         |              |       | 21,9          | 39,8 | 4,3  | 18,0 | 15,9 |
| 26.08.15              | 16:00 | 5             | 200         | 200          | x     |               |      |      |      |      |
| 01.09.15              | 18:30 | 16            | 50          |              |       | 18,2          | 34,5 | 5,9  | 18,7 | 17,5 |
| 08.09.15              | 10:00 | 33            | 740         | 740          | x     | 10,8          | 21,9 | 4,3  | 16,1 | 15,5 |
| <b>Yhteensä</b>       |       | <b>57</b>     |             | <b>940</b>   |       |               |      |      |      |      |
| <b>Vuosi yhteensä</b> |       | <b>673</b>    |             | <b>15620</b> |       |               |      |      |      |      |

Auma levitettiin pellolle 8.9.2015

## Liite 2. Ruokonäytteet

Pystyleikkaus suoritettiin käyttäen 48,8 cm x 56,5 cm levyä sabluunana.

Huom: Osanäytteiden tilavuudet eivät ole tarkkoja; siten niiden tilavuuspainotkin ovat vain suuntaa antavia.

| Osanäyte          | Tilavuus<br>l | Paino<br>kg | Til.paino<br>kg/m <sup>3</sup> |
|-------------------|---------------|-------------|--------------------------------|
| <b>Näyte 1</b>    |               |             |                                |
| A1                | 94            | 13          | 139                            |
| A2                | 41            | 16          | 387                            |
| A3                | 58            | 13          | 225                            |
| A4                | 58            | 13,8        | 238                            |
| A5                | 44            | 14,4        | 326                            |
| A6                | 39            | 16,4        | 417                            |
| Pussit            |               | -0,54       |                                |
| <b>Koko näyte</b> | <b>353</b>    | <b>86,1</b> | <b>244</b>                     |
| <b>Näyte 2</b>    |               |             |                                |
| B1                | 138           | 13,4        | 97                             |
| B2                | 51            | 16,4        | 323                            |
| B3                | 56            | 12,6        | 225                            |
| B4                | 58            | 15          | 259                            |
| B5                | 46            | 19,6        | 422                            |
| B6                | 47            | 15,6        | 335                            |
| Pussit            |               | -0,54       |                                |
| <b>Koko näyte</b> | <b>386</b>    | <b>92,1</b> | <b>238</b>                     |
| <b>Keskiarvo</b>  |               |             | <b>241</b>                     |

## Liite 3. Suodosnäytteiden analyysimenetelmät ja tulokset.

Katuosoite  
Telekatu 16  
20360 TURKU

Postiosoite  
Telekatu 16  
20360 TURKU

Puhelin  
\*(02) 274 0200  
etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

Telekopio/Sähköposti  
(02) 238 1838  
etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

Alv.rek.  
Y 1564941-9  
Kmro 774822  
15-5324 2 (2)  
#2



**Lounais-Suomen  
vesi- ja ympäristötutkimus Oy**

TESTAUSSELOSTE  
Akkreditoitu laboratorio

13.8.2015

**MENETELMÄTIEDOT**

| Määrittys           | Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)           |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| Kokonaisfosfori *   | Sis A15, Lachat QuickChem method 10-115-01 (TL27)      |
| Fosfaattifosfori *  | Sis. A14, Lachat QuickChem method 31-115-01-1-I (TL27) |
| Liukoinen fosfori * | Sis A15, Lachat QuickChem method 10-115-01 (TL27)      |
| Kokonaistyyppi *    | SFS-EN ISO 11905-1:1998 (TL27)                         |
| Kalium, K *         | ISO 17294-1:2005, 17294-2:2003 (TL27)                  |

**TUTKIMUSLAITOSTIEDOT**

| Tunnus | Tutkimuslaitoksen nimi                       |
|--------|----------------------------------------------|
| TL27   | Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy |

**MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT**

| Määrittys           | Näyte      | Tuloksen epävarmuus | Määrittyspvm. |
|---------------------|------------|---------------------|---------------|
| Kokonaisfosfori *   | 2015/14180 | ±15 %               | 6.8.2015      |
| Fosfaattifosfori *  | 2015/14180 | ±10 %               | 5.8.2015      |
| Liukoinen fosfori * | 2015/14180 | ±15 %               | 6.8.2015      |
| Kokonaistyyppi *    | 2015/14180 | ±10 %               | 6.8.2015      |
| Kalium, K *         | 2015/14180 | ±10 %               | 12.8.2015     |

*Tutkimustodistus pätee vain tutkitulle näytteelle. Asiakirjan osittainen kopioiminen on kielletty.*

*Analyyssimenetelmien viitteet ja mittausepävarmuustiedot ovat liitteellä. Akkreditointi ei koske näytteenottoa eikä lausuntoa.*

| Jakso<br>kk             | Alku<br>VIII | Syksy<br>IX - XI | Talvi<br>XII - IV | Kesä<br>V - VII | Vuosi<br>yhteensä |
|-------------------------|--------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Suodos I                | 1880         | 1600             | 6930              | 4270            |                   |
| Pitoisuus, mg/l         |              |                  |                   |                 |                   |
| Kok-P                   | 0,8          | 14               | 12                | 5,9             |                   |
| Liuk-P                  | 0,15         | 14               | 11                | 5,5             |                   |
| Fosf-P                  |              |                  |                   | 5,2             |                   |
| Kok-N                   | 4,6          | 89               | 45                | 21              |                   |
| K                       | 47           | 530              | 390               | 170             |                   |
| Määrä suodoksessa,<br>g |              |                  |                   |                 |                   |
| Kok-P                   | 1,5          | 22,4             | 83,2              | 25,2            | <b>132</b>        |
| Liuk-P                  | 0,3          | 22,4             | 76,2              | 23,5            | <b>122</b>        |
| Fosf-P                  |              |                  |                   | 22,2            | <b>22</b>         |
| Kok-N                   | 8,6          | 142,4            | 311,9             | 89,7            | <b>553</b>        |
| K                       | 88,4         | 848,0            | 2702,7            | 725,9           | <b>4365</b>       |

## Liite 4. Ruokonäytteiden analyysimenetelmät ja tulokset.



Testausseloste

Raporttinumero: 010960

25.9.2015

Ahma ympäristö Oy  
Teollisuustie 6  
96100 Rovaniemi

Saaja:  
Varsinais-Suomen ELY-keskus  
Maria, Yli-Renko  
PL 236  
20101 TURKU

Tilauksen tiedot:  
Asiakastunnus: 4042  
Tilaustunnus: O-15-00974

**Näytetunnus:** O-15-00974-001 **Näyte otettu:** **Kuvaus:** Järviruokokompos  
näyte 1 **Tutkimus aloitettu:** 28.8.2015  
**Näytetyyppi:** **Vastaanottopvm:** 27.8.2015  
**Näytteenottaja:**

| Analyytit                                     | Yksikkö           | Tulos | Menetelmä / Laboratorio      |
|-----------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------------|
| Kalium, K                                     | mg/kg tp          | 1930  |                              |
| Magnesium, Mg                                 | mg/kg tp          | 470   |                              |
| Kalsium, Ca                                   | mg/kg tp          | 1070  |                              |
| Natrium, Na                                   | mg/kg tp          | 250   |                              |
| Fosfori, P                                    | mg/kg tp          | 270   |                              |
| Kupari, Cu                                    | mg/kg tp          | 2,4   |                              |
| Mangaani, Mn                                  | mg/kg tp          | 253   |                              |
| Sinkki, Zn                                    | mg/kg tp          | 9,1   |                              |
| Boori, B                                      | mg/kg tp          | 1,5   |                              |
| Tilavuuspaino                                 | g/l               | 850   |                              |
| Kuiva-ainepitoisuus (105 °C)                  | %                 | 20,1  | SFS-EN 13040:en 2000 / OUL   |
| Hehkutushäviö (450 °C)                        | % ka              | 60,9  | SFS-EN 13039:2000 / OUL      |
| Vesiliukoinen fosfori, P                      | mg / l<br>(tuore) | 52    |                              |
| <b>Alkuaineanalyysit</b><br>Kokonaistyyppi, N | mg/kg tp          | 2720  | SFS-EN 13654-1:en 2002 / OUL |

Liite 4, jatkuu

**Näytetunnus:** O-15-  
00974-002 **Näyte otettu:**  
**Näytetyyppi:**

**Kuvaus:** Järviruokokomposti, te 2  
näy  
**Vastaanotto pvm:** 27.8.2015  
**Näytteenottaja:**

**Tutkimus aloitettu:** 28.8.2015

| <b>Analyysit</b>             | <b>Yksikkö</b>    | <b>Tulos</b> | <b>Menetelmä / Laboratorio</b> |
|------------------------------|-------------------|--------------|--------------------------------|
| Boori, B                     | mg/kg tp          | 1,1          |                                |
| Kalsium, Ca                  | mg/kg tp          | 830          |                                |
| Kupari, Cu                   | mg/kg tp          | 2,2          |                                |
| Kalium, K                    | mg/kg tp          | 1210         |                                |
| Magnesium, Mg                | mg/kg tp          | 470          |                                |
| Mangaani, Mn                 | mg/kg tp          | 57           |                                |
| Natrium, Na                  | mg/kg tp          | 150          |                                |
| Fosfori, P                   | mg/kg tp          | 220          |                                |
| Sinkki, Zn                   | mg/kg tp          | 8,4          |                                |
| Tilavuuspaino                | g/l               | 809          |                                |
| Kuiva-ainepitoisuus (105 °C) | %                 | 21,4         | SFS-EN 13040:en 2000 / OUL     |
| Hehkutushäviö (450 °C)       | % ka              | 56,7         | SFS-EN 13039:2000 / OUL        |
| Vesiliukoinen fosfori, P     | mg / l<br>(tuore) | 16           |                                |
| <b>Alkuaineanalyysit</b>     |                   |              |                                |
| Kokonaistyyppi, N            | mg/kg tp          | 2680         | SFS-EN 13654-1:en 2002 / OUL   |

Mittausepävarmuudet ovat saatavissa laboratoriosta.