

MATKAKERTOMUS 6. - 8.4.2016

Jäteveden ravinteet kiertoon – opintomatka Saksaan 6. - 8.4.2016

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen Ravinneneutraali kunta -hanke järjesti kaikille avoimen tutustumismatkan Saksaan 6.-8.4.2016. Matka keskittyi jäteveden ravinteiden hyödyntämiseen liittyviin innovatiivisiin ratkaisuihin. Matkan painopisteenä oli tutustua käytännönläheisiin esimerkkeihin Saksassa. Tavoitteena oli tarjota mahdollisuus laajentaa omia näkemyksiä ja kontaktiverkostoja matkalla sekä ulkomaalaisten asiantuntijoiden että muiden matkalaisten kanssa.

Matka tehtiin räätälöitynä pakettiratkaisuna sisältäen lennot, hotellit, siirtymiset Saksassa, ohjelman sekä asiantuntijan opastuksen ja tulkkauksen matkan aikana. Matkaisäntänä ja oppaana toimi ekonomi Martin Brandt (FinDera Consulting), joka on työuransa aikana järjestänyt lukuisia energia- ja ympäristöratkaisuihin liittyviä opintomatoja Saksaan. Matkalle osallistui 23 henkilöä eri organisaatioista:

Aino Launto-Tiuttu, MTK-Varsinais-Suomi
Airi Kulmala, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK
Anna Kuokkanen, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Anni Karhunen, Ympäristöministeriö
Asko Särkelä, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry
Christoph Gareis, Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Jari Nerjanto, Taivassalon kunta
Jarkko Laanti, Turun seudun puhdistamo Oy
Jarkko Leka, Valonia
Jenni Nieminen, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

Jyrki Heilä, Biovakka Suomi Oy
Kaisa Riiko, Järki Lannoite -hanke, BSAG
Kari Ylikoski, Nakkilan kunta
Marjo Kekki, Porin kaupunki
Martin Brandt, FinDera Consulting
Mikko Jaakkola, Varsinais-Suomen ELY-keskus
Mirva Levomäki, Turun seudun puhdistamo Oy
Pekka Salminen, Turun kaupunki
Pia Lahtinen, Taivassalon kunta
Sanna Tikander, Varsinais-Suomen ELY-keskus, RANKU-hanke
Tarja Haaranen, Luonnonvarakeskus Luke
Teija Paavola, Biovakka Suomi Oy
Vesa Rantala, Taivassalon kunta

Tämän matkakertomuksen on koonnut Sanna Tikander RANKU-hankkeesta matkalaisten yhteisen GoogleDrive dokumentin pohjalta. Kuvat: Sanna Tikander ellei toisin mainita. Matkakohteiden tarkemmat diaesitykset on luettavissa RANKU-hankkeen Internet-sivuilta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ravinneneutraali_kunta_2015_2017/Ajankohtaista



RANKU-hankkeen opintomatka Saksaan 6. - 8. 4.2016

Keskiviikko 6.4.2016

Matkaan lähdettiin keskiviikkona 6.4. klo 7.50 Finnairin lennolla Helsingistä Hampuriin. Perillä Hampurissa oltiin klo 8.50 paikallista aikaa. Saman tien kokoonnuttiin bussille ja lähdettiin kohti ensimmäistä vierailukohdetta, Hampurin jätevesilaitosta.

Jätevesilaitos Köhlbrandhöft, HamburgWasser ja Remondis TetraPhos, Köhlbranddeich 1, 20457 Hamburg

- Laitoksen Internet-sivut: <http://www.remondis-aktuell.com/en/remondis-aktuell/032014/water/phoenix-from-the-ashes/>
- Vierailulla nähty esitys: [Hamburg Wasser and Remondis - TetraPhos plant Köhlbrandhöft.pdf](#) (4,2 Mt)



Kuvat 1 ja 2. HamburgWasser'in jätevesilaitoksen pienoismalli ja matkalaiset laitoksen tehdasalueella kävelemässä kohti taustalla näkyviä biokaasuvarastoja.

Hampurin jätevesilaitos käsittelee 2 milj. asukkaan jätevedet. Hampurin alueella ei puhdistamolietettä käytetä lannoitteena, koska lietteen kuparipitoisuus ylittää käytölle asetetut normit. Laitoksella jätevesi puhdistetaan, liete biokaasutetaan, mädäte kuivataan ja poltetaan. Lopputuloksena syntyy tuhkaa (rakennusaineksi), kipsiä (rakennusaineksi) ja raskasmetallipitoinen fraktio (kaatopaikalle). Laitosalueella tuotetaan myös tuulivoimaa.

Laitoksen prosessissa jätevesiliete kuivataan 44 % ja poltetaan. Jäävän tuhkan määrä on 20 % painosta. Tuhkassa on 10 % fosforia. Laitoksella on kokeilussa uusi menetelmä (Tetraphos), jolla tuhkasta erotetaan fosforia. Lopputuloksena syntyvää fosforihappoa voidaan käyttää edelleen mm. lannoiteteollisuudessa tai rehuissa. Prosessin välituotteena syntyy rauta- ja alumiinisuoloja, joita voidaan myös hyödyntää. TetraPhos-menetelmässä fosfaattipitoinen tuhka liuotetaan laimeaan fosforihappoon. Rikastunut fosforihappo käsitellään edelleen. Kun liuokseen lisätään rikkihappoa, syntyy kipsiä. Se erotetaan ja myydään rakennusteollisuuteen. Lopuksi saadaan hartsin ja suolahapon lisäyksen avulla alumiini- ja rautakloridi takaisin vedenpuhdistukseen. Lopputuote RePacid® fosforihappo myydään lannoiteteollisuuteen. Tuhkakakku loppusijoitetaan. Tekniikkaan tutustuttiin pilottiyksikössä, jota ei saanut kuvata.

Laitoskierroksen jälkeen syötiin lounas Hampurin keskustassa ja jatkettiin matkaa koilliseen tutustumaan jätevesien suljetun kierron pilottialueeseen.

Hamburg Wasser – Hamburg Water Cycle, Kunnallinen suljetun kierron vesi-/jätevesijärjestelmä, Karlshöhe 60D, 22175 Hamburg.

- Laitoksen Internet-sivut: <http://www.hamburgwatercycle.de/index.php/english.html>
- Vierailulla nähty esitys: [Hamburg Wasser - Hamburg Water Cycle Jenfelder Au.pdf](#) (3,4 Mt)

Hampurin vesilaitoksella on käynnissä hanke ”Hamburg Water Cycle”. Hanke on vielä alkuvaiheessa, ja kohdealueella on rakennettu vasta erottelevia viemärointeja. Tulevaisuudessa jätevesilietteet on tarkoitus ohjata biokaasutuksen kautta hyötykäyttöön. Tällä hetkellä ne menevät vielä jätevedenpuhdistamolle.

Hankkeessa kokeillaan suljettua ainekiertomallia, jossa eri jätevedet erotellaan jo syntypaikallaan ja samalla jätevedestä tuotetaan energiaa. Hanketta toteutetaan uudella asuinalueella (noin 800 asuntoa), mutta samalla mietitään jo, miten malli olisi sovellettavissa vanhoilla asuinalueilla, joissa viemäröinnit ym. ovat jo valmiina. Ns. mustat jätevedet (WC-vedet) johdetaan asuinalueella sijaitsevalle kiinteistöjen yhteiseen puhdistamoon. Jäteveden orgaaninen aines mädätetään lisäbiomassan kanssa ja syntyvä sähkö ja lämpö hyödynnetään alueella. Ns. harmaat vedet johdetaan eri putkia myöten omaan käsittelyyn. Käsiteltyä vettä voidaan osittain uudelleen käyttää, mutta loppu johdetaan vesistöön. Sadevedet kerätään ojastoon, josta se päätyy altaaseen (kosteikko) ja edelleen vesistöön. Hanke vaatii paljon eri tahojen yhteistyötä ja myös lainsäädäntömuutoksia. Työ on alkanut v. 2009 ja vasta viime vuonna päästiin kunnolla rakentamisen alkuun.



Kuvat 3 ja 4. Karlshöhe:n alueella tutustuttiin suljetun kierron pilottilueeseen ja laitoksen johtaja Wolfgang Kuck esitteli Hamburg Wasserin suljetun kierron ideologiaa.

Kattavan esityksen ja tutustumiskierroksen jälkeen lähdettiin bussilla etelään kohti Hannoveria, jossa yövyttiin. Illalliselle oli pyydetty mukaan paikallisia vieraita.

Illallisella keskusteltiin saksalaisten kutsuvieraiden kanssa jätevesilietteiden hyötykäytön tulevaisuusnäkymistä Saksassa ja muualla Euroopassa.

1. Jürgen Hirschfeld, Landvolk Braunschweig-Gifhornin alueyhdistyksen puheenjohtaja, eMail: juergen.hirschfeld@landvolk-braunschweig.de
2. Ernst-Dieter Meinecke, Wolfsburgin jätevesiyhdistyksen puheenjohtaja, eMail: e.d.meinecke@t-online.de
3. Claus Borchers, Ala-Saksin maatalouskamarin "Maaseudun kehittäminen"-yksikön johtaja, eMail: claus.borchers@lwk-niedersachsen.de

Ala-Saksissa 60 % puhdistamolietteestä käytetään pellolla. Viljelijät ottavat mielellään puhdistamolietettä pelloille. Suurimpana motiivina on ravinteiden saaminen ilmaiseksi. Viljelijät totesivat, että he eivät ole havainneet mitään haittaa puhdistamolietteistä. Eräät elintarviketuottajat (mm. Unilever) eivät osta raaka-aineita, joiden kasvatuksessa on hyödynnetty jätevesien ravinteita. Markkinoiden/kuluttajien näkemykset yleisesti hillitsevät jätevesilietteen maatalouskäyttöä Saksassakin.

Saksassa fosforitase saa olla korkeintaan 20 kg (P_2O_5) eli noin 9,5 kg P/ha ja typpitase korkeintaan 60 kg/ha/v kolmen vuoden keskiarvona. Ala-Saksin länsiosista tuodaan kotieläinten lietettä Hannoverin seudulle ja paluukuormassa viedään viljaa. Kuljetusta varten on rakennettu erikoislava, missä lietteelle on lavan reunoilla säilöt ja keskellä on erillinen tila viljalle.

Torstai 7.4.2016

Torstaiaamulla herättiin aikaisin ja lähdettiin Hannoverista länteen kohti Hillen kaupunkia.

LimnoSun GmbH, (Tube-MAC), Eickhorster Straße 3, 32479 Hille

- LimnoSun Internetissä: http://www.virtualmarket.wasser-berlin.com/index.php5?Action=showProduct&id=1471340&locale=en_GB ja <http://www.bmbf.nawam-inis.de/en/inis-projects/nida200>
- Vierailulla nähty esitys: [LimnoSun GmbH GmbH & Co. KG - Innovative wastewater treatment \(Tube-Mac\).pdf](#) (2,2 Mt)

LimnoSun GmbH on kehittänyt levien käyttöön perustuvaa jätevesien käsittelymenetelmää. Sen avulla pyritään vähentämään jätevesilietteen mädätyksessä syntyvän rejektiveden käsittelyn ongelmia. Rejektiveden käyttöä ja puhdistusta vaikeuttavat orgaaniset haitta-aineet (lääkeaineet ym.), joita levillä yritetään vedestä erottaa.

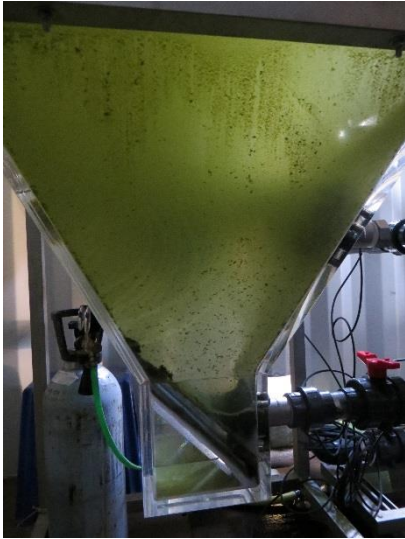
Levät tarvitsevat kasvuunsa valon ja hiilidioksidin lisäksi typpeä, fosforia ja muita ravinteita, joita ne saavat ympäröivästä jätevedestä. Levistä voidaan erottaa leväviljelmiä, jotka ottavat erityisen hyvin typpeä ja fosforia sekä poistavat epäpuhtauksia ja patogeenejä. Menetelmä soveltuu erityisen hyvin laitoksille, joiden puhdistustehoa on lisättävä tai jotka etsivät kemialliselle fosforinpoistolle vaihtoehtoja.



Kuvat 5 ja 6. Laitoksen johtaja Dr. Niels Christian Holm esittelee LimnoSun leväpuhdistusmenetelmää.

LimnoSun leväpuhdistusmenetelmää voidaan käyttää:

1. Lievästi ravinteilla kuormitetun jäteveden (harmaa vesi) käsittelyssä
Mustassa vedessä on 90 % ravinteista ja se on vaan 10 % jäteveden määrästä. Harmaat vedet voidaan jatkossa käsitellä erikseen levätekniikalla. Se edellyttää hiilen lisäystä, usein CO₂-muodossa (esim. biokaasu). Levät ottavat tehokkaammin ravinteita pois kuin tavalliset jätevedenpuhdistusprosessit. Hygieniä ja orgaaniset haitta-aineet eivät ole ongelma harmaassa vedessä. Pääkuormitus orgaanisten haitta-aineista tulee virtsasta.
2. Lisäkäsittelynä jätevedenpuhdistuksessa
Lääkeaineet, kasvinsuojeluaineet, keinotekoiset hajuaineet jne. joudutaan tulevaisuudessa ottamaan pois vedestä. Levät yhdistettynä otsonointiin voivat toimia tässä.
3. Vesiviljelyn jätevesien käsittelyssä
4. Järvien vesien käsittelyssä



LimnoSun-menetelmässä käytetään nopeasti laskeutuvia leviä (viherleviä, ei syanobakteereita). Nopean laskeutumisen johdosta levän erottaminen vedestä on helppoa. Kuiva-ainepitoisuus erotetussa levämassassa voi olla jopa 10 %, ja sitä voidaan nostaa linkoamalla. Biokaasutuotanto levästä oli LimnoSunin kokeissa yllättäen matala (noin 300 m³/t). Syynä on levän matala orgaanisen aineen pitoisuus (noin 50 %), ehkä vedessä olevan kalkin ansiosta. Toisaalta ehkä siksi laskeutuminen on toiminut hyvin.

Lämpötilan hallinta (+35 astetta) on hyvin tärkeää. Levän kasvattaminen nostaa lämpötilaa. Reaktoriputket toimivat kuten aurinkokeräin ja lämpenevät myös siksi. Ulkopuolista energiaa lämmöntuotantoon ei tarvita levän kasvattamisprosessiin edes talvella.

Valo on levän kasvattamisessa rajoittava tekijä. Keinovalon käyttö ei ole taloudellista. Ravinteiden ottoa tapahtuu myös ainakin väliaikaisesti ilman valoa. O₂ tuotto on määrällisesti sama kuin biomassatuotto. Leväpitoisuutta säädellään valon ja ravinnepitoisuuden avulla. Levätuotanto voi kesäkuussa olla 20 g/m² päivässä ja joulukuussa 5 g. Heijastavien levyjen / pelien käytöllä reaktorin edessä voidaan säätää ja lisätä valon saantia. Levä syö mieluummin ammoniakkia kuin nitraattia. Korkea N-pitoisuus vedessä estää syanobakteerien kasvua. Levät ottavat vedestä raskasmetalleja.

Seuraavaksi lähdettiin itään, Hannoverin toiselle puolelle, Braunschweig:iin. Matkalla pysähdyttiin lounaalle Rintel:in kylässä. Braunschweig:issa tutustuttiin jätevesilietteiden maatalouskäyttöön ja kuultiin siihen liittyvistä tutkimuksista (Thünen instituutin esitys) ja tulevaisuuden näkymiä.

The Braunschweig Model (Jätevesiyhdistys Braunschweig), Klärwerk Steinhof, Celler Heerstr. 337, 38112 Braunschweig

- Braunschweig Model Internetissä: <http://www.abwasserband-bs.de/en/what-we-do/the-braunschweig-model/>
- Vierailulla nähty esitys: [Abwasserband Braunschweig - The Braunschweig Model.pdf](#) (4,5 Mt)



Kuvat 8 ja 9. Ryhmä tutustuu Braunschweigin jätevesiyhdistyksen laitokseen.

Braunschweigin jätevesiyhdistyksen jätevesienkäsittelylaitoksella on käytössä mekaaninen ja biologinen puhdistus sekä ravinteiden poisto. 1/3 osa puhdistetusta jätevedestä johdetaan imeytyskentille (275 ha). Imeytystekniikkaa on hyödynnetty v. 1894 alkaen. Imeytynyt vesi purkautuu osittain reuna-oihin ja edelleen jokeen, osa imeytyy pohjaveteen (tekopohjavesi?). Laitos nosti esiin imeytyskenttien merkityksen monille vesilinnuille. Kenttiä hoidetaan niittämällä, mutta niittojätettä ei kerätä pois.

Osa (60%) puhdistetusta jätevedestä ja laitoksen jätevesiliete sadetetaan jätevesiyhdistyksen jäsenten hiekkapitoisille pelloille (2700 ha). Jätevedestä 40 % menee ulkopuolisten pelloille. Alueella on kasvukaudella puutetta vedestä, joten kastelu ravinnerikkaalla jätevedellä nähtiin hyvänä menetelmänä myös kuivuuden torjunnassa. Sadetus on noin 7 x 25 mm huhti-lokakuun välisenä aikana.

Pelloilla kasvatetaan ruista ja maissia kokonaisuuteen kuuluvalla biokaasulaitokselle, joka tuottaa lämpöä ja sähköä alueen talouksille. Biokaasulaitoksella ei käytetä puhdistamolietettä. Biokaasulaitoksen mädäte sadetetaan puhdistettuun jäteveteen sekoitettuna takaisin pelloille. Samoilla pelloilla kasvatetaan myös mm. juurikasta, perunaa ja muita viljoja ruokakäyttöön.



Kuvat 10 ja 11. Jätevesien imeytys altaita Braunschweigin jätevesiyhdistyksen laitoksella ja peltoa, johon jätevesiä sadetetaan.

Braunschweigin mallissa on suljettu veden ja ravinteiden kierto, joka luo arvoketjun pellolta sähkömarkkinoille ja säästää luonnonvaroja. Tulevaisuuden haasteina nähtiin veden tarpeen lisääntyminen ilmastomuutoksen seurauksena, jäteveden ravinteiden käytön vaikeus lannoitelainsäädännöstä johtuen ja poliittinen epävarmuus siitä, kuinka kauan jätevesilietettä voi käyttää maataloudessa ylipäättään. Maatalouskäyttöä ollaan kieltämässä lietteen polymeerien takia. Tämä taas perustuu lannoitteen määritelmään.

Thünen-Institute, Saksan maataloustutkimuskeskus

- Thünen-Instituutti Internetissä: www.ti.bund.de/en,
- Maaperän rakenteen ja jätevesien patogeenien tutkimusprojekti: www.ti.bund.de/en/bd/projects/rewatso
- Vierailulla nähty esitys: [Thünen Institut - Sludge perspective in Germany.pdf](#) (3,9Mt)

Thünen Instituutin edustaja Dr. Susanne Klages, kertoi yleisesti jätevesilietteiden käytöstä Saksan maataloudessa. Thünen Institute on Saksan valtion maa-, metsä- ja kalastustalouden tutkimuslaitos. Koko maan tasolla jätevesien maatalouskäyttö on tällä hetkellä noin 26 %. Osuus on vaihdellut 30 % molemmin puolin 2000-luvulla. Osavaltioiden välillä on suuria eroja, osuus vaihtelee nolasta 88 %:iin. Lietteen käyttöä säädelään lannoite- ja ympäristölainsäädännöllä. Lietteitä ei saa käyttää vihannestuotannossa, laitumilla, rehunurmilla, metsissä, vesien- ja luonnonsuojelualueilla eikä suojavyöhykkeillä.

Jätevesilietteen hyötykäytön tilanne Saksassa on tulevaisuudessa epävarmaa. Keskusteluun ovat nousseet sekä orgaaniset haitta-aineet (esim. lääkeaineet, kasvisuojeluaineet, keinotekoiset hajuaaineet) että lietteen sakkauttamisessa käytetyt polymeerit. Saksan hallituksen ohjelmassa on vaatimus, että isompien jätevesipuhdistamojen (> 10 000 asukasta) lietteen suora hyödyntäminen maataloudessa on kielletty 2025 jälkeen. Jos liete poltetaan ja fosforipitoisuus on > 20 kg/t ka, on ainakin 50 % fosforista saatava eroteltua. Päättös on poliittinen eikä tähän ole muuta perustelua. Tällä hetkellä kehitetään monia menetelmiä, millä voidaan ottaa fosforia tuhkasta talteen.

Synteettisten polymeerien käyttö jätevesien käsittelyssä ei ole enää sallittua ensi vuonna (2017). Lietteen raskasmetallipitoisuuksille on maksimiarvot. Raja-arvoja ollaan muuttumassa ja tarkentamassa mm. maalajeittain valmisteilla olevassa lainsäädännössä. Lisäksi joillekin orgaanisille haitta-aineille on raja-arvot. Mm. suurien puhdistamojen täytyy vuoden 2019 loppuun mennessä toimittaa tiedot, miten he aikovat ottaa talteen fosforin (50 %) v. 2025 alkaen. Alle 10 000 asukkaan puhdistamoilta jätevesilietettä voitaneen edelleen käyttää maataloudessa vuoden 2025 jälkeen. Fosforin kierrätykseen

on suurimmilla laitoksilla käytössä 50 menetelmää, mutta vain 2 niistä täyttää tulevan lainsäädännön vaatimukset, joten kehitystyötä tarvitaan edelleen. Onko lietteistä kerätylle mineraali-P:lle käyttöä? Ongelmana voi olla P-yhdisteen heikko liukenevuus veteen, kallis hinta, lohkoittainen tarve ja P- ja N-rajoitukset sekä kilpailu muiden ravinnelähteiden kanssa (esim. Bremenin alueelta joudutaan viemään lantaa muualle).

Seuraava yö vietettiin Braunschweigissa ja aamulla matkattiin 20 kilometriä etelään Salzgitterin jätevesilaitokselle.

Perjantai 8.4.2016

Jätevesilaitos Salzgitter GmbH ja Air-Prex struviitti (CNP-Technology Water and Biosolids GmbH), Albert-Schweitzer-Straße 7-11, 38226 Salzgitter

- Air-Prex ja CNP Internetissä: <http://cnp-tec.com/>
- Vierailulla nähty esitys: [CNP Technology Water and Biosolids GmbH - AirPrex plant Salzgitter.pdf](#) (3,4 Mt)

Salzgitter GmbH jätevesilaitoksella on biologinen jätevedenpuhdistusprosessi ja lietteen biokaasutus.



Kuvat 12 -14. Salzgitter GmbH jätevesilaitoksella on biologinen jätevedenpuhdistusprosessi ja lietteen biokaasutus sekä struviitin fosforin talteenotto.



AirPrex™ on jätevesilietteen käsittely- ja fosforin talteenottojärjestelmä. Se sijoitetaan mädätyksen ja lietteen kuivauksen väliin. Lietteeseen pumpataan ilmaa, joka vapauttaa lietteestä hiilidioksidia. Tällöin lietteen pH nousee ja MgO:n lisäyksellä syntyy fosforista kiinteä struviittia (magnesium-ammoniumfosfaattia), joka laskeutuu pohjaan ja otetaan talteen. Tuotteessa on 38 % fosfaattia, 8 % N ja 12 % Mg. Laitos voi myydä struviitin lannoiteteollisuudelle, joka voi käyttää sitä eri tavoin. Sellaisenaan struviitti on pitkävaikutteinen lannoite. Menetelmällä pystytään vähentämään lietteen ortofosfaattikonsentraatiota 95 %. Se vähentää myös Fe-saostuksen kustannuksia laitoksella. Prosessin ansiosta myös lietteen kuivatus paranee. Ongelmana on, että menetelmällä saadaan vain 20 % fosforista talteen, se ei täytä Saksan hallitusohjelman vaatimuksia (50 %).

Laitosvierailun jälkeen lähdettiin kohti Hampuria ja vuorossa olikin lyhyen kaupunkiin tutustumisen jälkeen lento kotiin. Perillä Helsinki-Vantaan lentokentällä oltiin noin 22.00.

.....
Ravinneneutraali kunta on Varsinais-Suomen ELY-keskuksen hallinnoima kolmivuotinen kehittämishanke. Sen tavoitteena on edistää orgaanisten ravinteiden kierrätystä ja hyötykäyttöä mahdollisimman lähellä syntypaikkaansa sekä kehittää uusi Ravinneneutraali kunta -toimintamalli. Hanke on osa ympäristöministeriön ravinteiden kierrätystä edistävää ja Saaristomeren tilan parantamista koskevaa ns. Raki-ohjelmaa.