

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistallenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdetä:

Viskari, E-L., Pakula, S., Vilpas, R. & Lehtoranta, S. 2018. Kuivasanitaation mahdollisuudet vesihuollossa ja vesien suojelussa. *Ympäristö ja Terveys* (49:2), s. 36-41. Pori: Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.

DOI / URL:

<https://www.ymparistojaterveys.fi/lehdet/ymparisto-ja-terveys-lehti/>

Eeva-Liisa Viskari, Tampereen ammattikorkeakoulu
Susanna Pakula, Käymäläseura Huussi ry
Riikka Vilpas, Suomen ympäristökeskus
Suvi Lehtoranta, Suomen ympäristökeskus

Kuivasanitaation mahdollisuudet vesihuollossa ja vesien suojelussa

Ympäristöministeriön RAKI-ohjelman rahoituksella toteutettiin vuosina 2015–2016 BIOUREA-tutkimushanke, jonka tavoitteena oli tuottaa tutkimustietoa virtsan ja käymäläkompostin lannoiteominaisuuksista sekä käymäläjätösten syntypaikkaerottelun ja hyötykäytön ympäristövaikutuksista. Tulokset yllättivät! Syntypaikkaerottelun ja lannoitehyödyntämisen ympäristöhyödyt ovat merkittävät. Tutkimukset kuitenkin jatkuvat*, sillä esimerkiksi lääkeainejäämien kohtalosta tai lannoitekäytön pitkäaikaisvaikutuksista on vielä vähän tietoa.

Nykyinen vesihuoltoinfra vaatii saneerausta

Nykyinen kaupunkialueiden viemäröintiin ja jätevesien käsittelyyn liittyvä infrastruktuuri perustuu vedellä huuhteluun ja jätevesien ohjaamiseen jätevedenpuhdistamoille käsiteltäväksi. Jätevesi- ja viemäröintijärjestelmä on rakennettu viimeisen 100–150 vuoden aikana. Järjestelmä on kovaa vauhtia rapistumassa ja viemäriverkostojen saneeraustarve kasvaa koko ajan. Lisäksi vanhenevat jätevedenpuhdistamot kamppailevat typenpoistovaatimusten ja jätevesilietteen käsittelyn ongelmien kanssa.

* **HIERAKKA – Hiedanranta ravinnekieron ja toiminnallisen tiedottamisen kehitysalueena 2017–2018. YM:n Raki2-ohjelma.**

Näistä syistä on perusteltua miettiä myös muunlaisia ratkaisuja jätevesien käsitte-lyyn. Esimerkiksi hajautettujen järjestel-lymien ylläpito, riskien hallinta ja suunnit-elu ovat huomattavasti nykyistä laajalle levitettyä viemäriverkostoa helpompaa ja kestävämpää. Lisäksi erilaiset syntypaikaerottelun menetelmät mahdollistaisivat paremmin ravinteiden tehokkaamman ja turvallisen talteenoton ja hyödyntämi-sen. Siirtyminen syntypaikkaerotteluun vaatisi kuitenkin mittavia saneerauksia ja investointeja. Jo nykyisin markkinoilla olevat ratkaisut, kuten kuivakäymälät ja alipainekäymälät, mahdollistavat syntypaikkaerottelun, mutta mm. logistiikkaan liittyvät haasteet vaativat vielä uusia ratkaisuja.

Vesihuoltoinfran vaihtoehtoja ja vaikutuksia haja-asutusalueella ja taajamissa

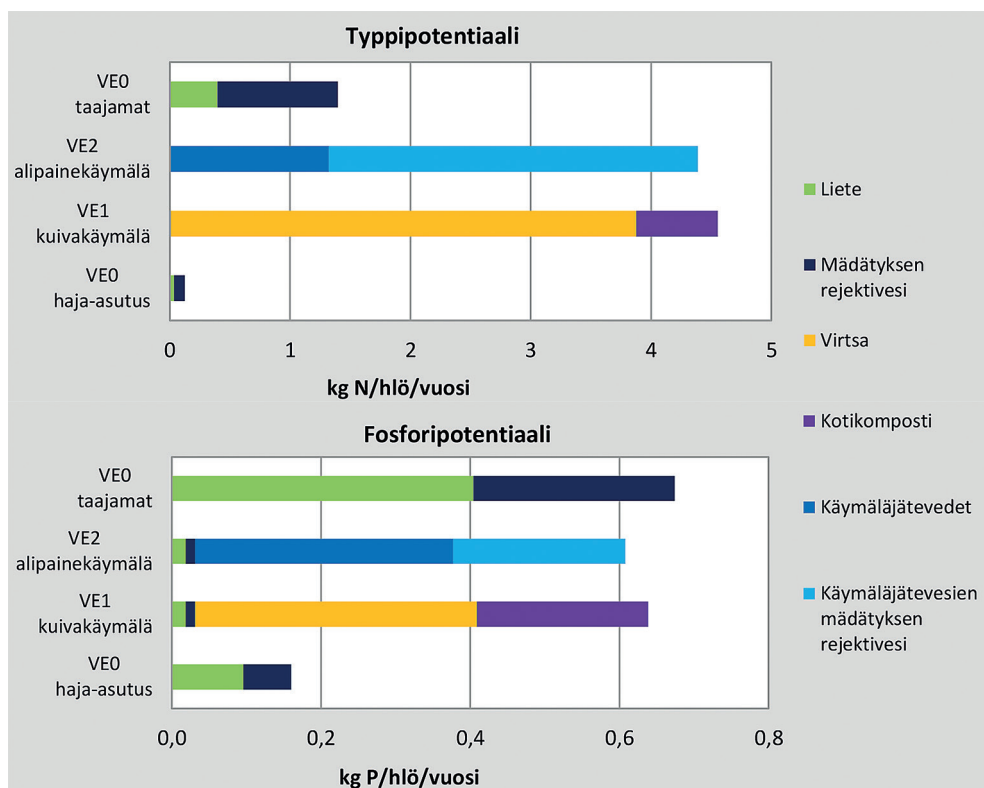
BIOUREA-hankkeessa vertailtiin haja-asutusalueella vallitsevan vesihuoltoinfran ja vaihtoehtoisten infraratkaisujen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Vallitsevaa vesihuoltoinfraa verrattiin haja-asutuksen osalta ravinteet paremmin talteen ottaviin vaihtoehtoihin, joissa virtsa tai käymäläjätevedet erotellaan syntypaikalla. Vertailuissa hyödynnettiin elinkaariarviointimenetelmää ja ympäristövaikutuksista tarkasteltiin ilmasto-, rehevöitymis- ja happamoitumisvaikutuksia. Lisäksi tarkasteltiin haja-asutuksen ja yhdyskuntien ravinnetaseita ja arvioitiin eri vaihtoehtojen potentiaalia lannoitekäyttöön hyödynnettävien jakeiden osalta.

Tulosten mukaan nykyisin haja-asutuksessa syntyvistä ravinteista kaksi kolmannesta typestä ja kolmannes fosforista päätyy ympäristöön rehevöittävinä päästöinä. Tämä tarkoittaa nykyiset haja-jätevesisäädökset täyttävillä jätevesienkä-sittelyratkaisuilla vuositasona noin 2 900 t

typpi- ja 180 t fosforikuormitusta, joista lähes kaikki aiheutuvat kiinteistökohtai-sesta jätevesien käsittelystä. Kiinteistön sijainti vaikuttaa olennaisesti siihen, kuin-ka suuri osuus ravinteista lopulta päätyy vesistöön asti. Haja-asutuksen asukkaista noin 60 % (460 000) asuu alle 500 metrin etäisyydellä vesistöistä ja lisäksi vajaa 6 % (50 000) asuu pohjavesialueilla. Eten-kin fosforin kohdalla haja-asutuksen jäte-vesienkäsitteily ei ole vielä nykysäädösten tasolla, koska tilastollinen vuosiarvio haja-asutuksen fosforikuormitukselle oli vuonna 2015 400 t P/a.

Mikäli haja-asutusalueilla ryhdyttäisiin virtsan erilliskeräykseen, positiiviset vai-kutukset ympäristön tilaan olisivat mer-kittävät. Erilliskeräyksen avulla fosforista saataisiin jopa neljä ja typestä yli kymmenen kertaa enemmän ravinteita talteen haja-asutuksen nykytilanteeseen verrattuna. Samalla rehevöittävät päästöt pienenisivät viidennekseen. Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn merkitys laskisi myös olennai-sesti, koska käsiteltäviksi jäisivät ainoastaan harmaat jätevedet. Käyttämällä erottelevaa kuivakäymälää täytetään laskennallisesti ympäristönsuojelulain (Ympäristönsuojelu-laki 527, 2014) perustason puhdistusvaati-mukset typen ja fosforin osalta ja orgaanisen aineksen poistoon riittävät olemassa olevat menetelmät hieman paranneltuina. Jäte-vesien erilliskeräyksellä ehkäistään myös muista lähteistä peräisin olevien haitallisten aineiden sekoittumista käymäläjätevesiin, jolloin niiden hyötykäyttö on helpompaa (Kuva 1).

Suomessa yhdyskuntien jätevesien typ-pikuormitus oli vuonna 2015 26 770 t/a ja fosforikuormitus 3 840 t/a. Jos kaikki taajamissa ja haja-asutuksessa syntyvä virtsa kerättäisiin talteen ja hyödynnet-täisiin, jätevedenpuhdistamoiden typpi-kuormitus pienenesi noin neljännekseen ja fosforikuormitus puolittuisi nykyises-tä. Samalla kolme neljännestä typestä



Kuva 1. Ravinnepotentiaalit eri jätevesien käsittelyvaihtoehdoissa.

ja puolet fosforista voitaisiin hyödyntää ravinteina. Ravinteiden talteenotto jätevesistä mahdollistaisi ravinteiden tehokkaamman kierron ruokajärjestelmässä, mikäli ravinteet päätyisivät peltoon korvaamaan mineraalilannoitteiden käyttöä. Erottelemalla yhdyskuntien virtsa omaksi jakeekseen, jäljelle jäävien puhdistamoille johdettavien jätevesien orgaanisen aineen, typen ja fosforin suhde olisi lähellä optima, jolloin fosforin kemiallisesta saostuksesta voitaisiin todennäköisesti luopua kokonaan. Myös typenpoistosta aiheutuva energiankulutus ja kasvihuonekaasupäästöt pienenisivät. Keskitetyn jätevesien käsittelyn osalta syntypaikkaerottelun mahdollistaminen vaatisi mittavia investointeja, mutta saattaisi olla pitkällä tähtäimellä kannattavaa.

Virtsa resurssina ja ravinteiden lähteinä

Yksi henkilö tuottaa keskimäärin noin 400 litraa virtsaa ja noin 40 kg ulosteita vuodessa. Virtsasta 95 % on vettä, ja loput ravinteita ja erilaisia yhdisteitä. Vuosittain tuotamme typpeä noin 4 kg ja fosforia noin 0,40 kg henkilöä kohden. Koko Suomen tasolla tämä tarkoittaa noin 2,2 miljoonaa m³ virtsaa ja 220 miljoonaa kiloa ulostetta, jotka sisältävät yhteensä 22 miljoonaa kiloa typpeä ja 2,2 miljoonaa kiloa fosforia.

Virtsassa on pääravinteita, typpeä, fosforia ja kaliumia yhteensä keskimäärin noin 3,5 %, ja ne ovat kasveille suoraan käyttökelpoisessa ioni-muodossa. Virtsa ei sisällä juurikaan haitallisia metalleja, sillä niiden saanti ravinnon kautta ja esiintyminen ym-

päristössä on vähentynyt huomattavasti viime vuosikymmenien aikana. Lisäksi suurin osa raskasmetalleista poistuu elimistöstä ulosteiden mukana. Virtsa sisältää pääravinteiden lisäksi myös mikroravinteita (esimerkiksi kalsiumia, magnesiumia, natriumia, mangaania, rautaa, sinkkiä, seleeniä ja kuparia) ja erilaisia suoloja, kuten kloridia ja sulfaattia. Kloridin määrä virtsassa voi olla varsin suuri, jopa useita grammoja litrassa, joten esimerkiksi virtsan pitkäaikaisessa lannoitekäytössä voi olla riski maaperän suolaantumiseen.

Lähtökohtaisesti terveen ihmisen virtsa on steriiliä, eikä siinä ole taudinaiheuttajia. Ulosteperäisten mikrobien kontaminaatio tapahtuukin yleisimmin virtsatiehyiden ulkopuolella. Virtsan ja käymäläkompostin lannoitekäytön mahdollisia terveysriskejä on tutkittu laajasti ja niiden käsittelyä ja käyttöä varten on laadittu WHO:n toimesta ohjeet. WHO:n ohjeiden mukaan säilytettynä ja käsiteltynä virtsa voidaan turvallisesti kierrättää lannoitteena. Tästä on runsaasti tutkimustuloksia olemassa.

Tutkittua tietoa virtsan lannoiteominaisuuksista

BIOUREA-hankkeen tulosten perusteella sekä erilliskerätty virtsa että käymäläkomposti osoittautuivat lannoitevalmisteita koskevan asetuksen ehdot täyttäväksi hygieenisen turvallisuuden (taudinaiheuttajaindikaattorit *E. coli* ja *Salmonella*) ja haitallisten metallien pitoisuuksien osalta. Ominaisuuksiltaan erilliskerätty virtsa täytti maa- ja metsätalousministeriön asetuksen lannoitevalmisteista (24/11) mukaan tyyppin 3 maanparannusaineiden ja tyyppinimiryhmän 3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävien sivutuotteiden vaatimukset. Virtsan lannoitekäyttö ei kuitenkaan ole Suomessa tällä hetkellä mahdollista, koska sille ei ole haettu tyyppinimihyväksyntää. Tällä hetkellä lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö on uudistuksen alla, joten lannoitehyväksynnän osalta ollaan odottavalla kannalla (Kuva 2).

Lannoitekokeissa todettiin, että virtsasta ei aiheutunut levityksen yhteydessä haju-



Kuva 2. Ohra kasvaa hyvin myös virtsalla lannoitettuna. Kuva: Kari Sipilä.

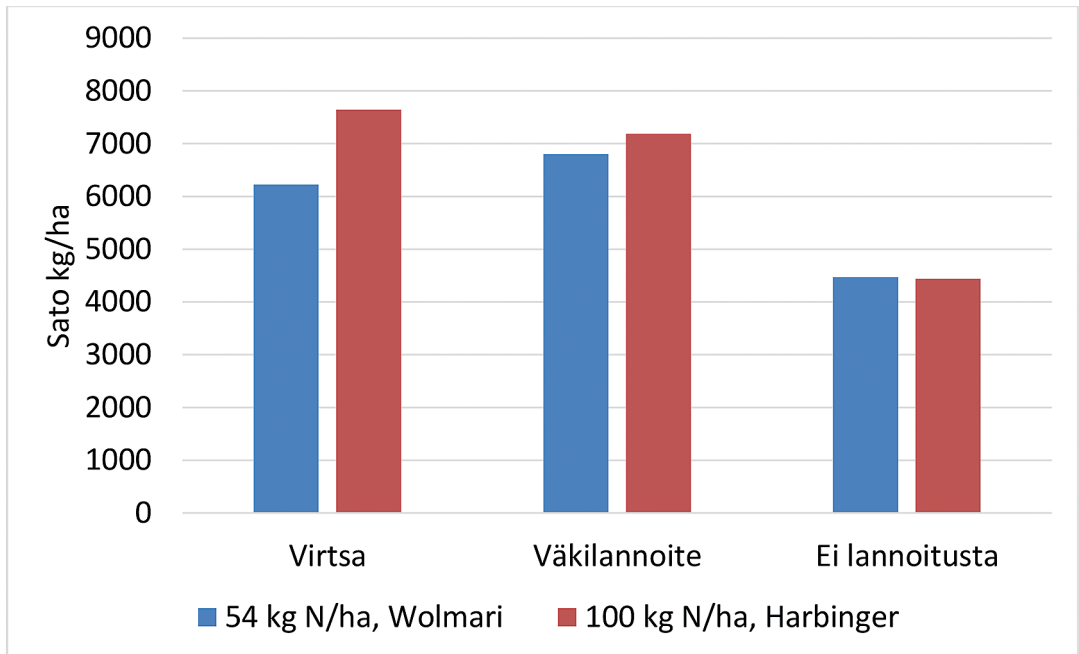
haittaa juuri lainkaan, vaan haju haihtui pelloilta alle minuutissa virtsan levityksestä, kun käytettiin multaavaa levityskalustoa. Mikäli virtsa säilötään suljetuissa tai katetuissa säiliöissä, ei hajuhaittoja ole myöskään säilytyksen aikana. Käsittelyn aikana niitä voi esiintyä jonkin verran, mutta ei enempää kuin lietteidenkään käsittelystä. Virtsan ja käymäläjätteen lannoitekäyttö lisää happamoittavien päästöjen riskiä, mutta niihin voidaan vaikuttaa käyttämällä esimerkiksi sijoitettavaa levitystekniikkaa.

Virtsalla lannoitettu ohra kasvoi hyvin

BIOUREA-hankkeessa tehtyjen lannoitekokeiden mukaan erilliskerätty virtsa oli lannoiteteholtaan väkilannoitteen veroinen. Kokonaissato oli väkilannoitteella saadun sadon veroinen ja sato lannoittamattomaan verrattuna selvästi korkeampi (Kuva 3).

Optimilannoitus on kuitenkin tärkeää, ettei virtsan lannoitetehto mene hukkaan, vaan ravinteet tulee käytettyä jyvien kasvuun. Virtsaa voidaan kuljettaa ja levittää samalla kalustolla kuin lietettäkin, joskin multausta suositellaan typpihäviöiden minimoimiseksi ja hajuhaittojen ehkäisemiseksi. Myös käymäläkomposti voisi toimia varteenotettavana maanparannusaineena astiakokeiden perusteella.

Virtsasta löytyi lääkeainejäämiä, tulehduskipulääkkeitä, kuten ibuprofeenia ja kofeiinia. Muiden lääkeaineiden määrät olivat varsin pieniä. Maaperästä ja ohran jyvistä kasvukauden lopussa otetuista näytteistä ei enää löytynyt mitattavia määriä lääkeaineita tai hormoneja. Ainoana poikkeuksena oli progesteroni, jota löytyi jyvistä. Progesteronia saattaa esiintyä kasveissa myös luonnostaan. Virtsan lannoitekäytön seurauksena ei siis havaittu lääkeaineiden kertymistä maaperään tai jyviiin, mutta lisätutkimuksia asiasta on kuitenkin tarpeen tehdä.



Kuva 3. Eri ohralajikkeet kasvoivat yhtä hyvin virtsalla ja väkilannoitteella ja ero lannoittamattomaan käsittelyyn oli selkeä.

Voisimmeko olla edellä kävijöitä ravinteiden talteenotossa ja infran uudistamisessa?

Suomessa miljardiluokan korjausvelan saavuttaneiden viemäriverkoston ja jätevedenpuhdistamoiden saneerausten yhteydessä olisi mahdollista saavuttaa edelläkävijän rooli jätevesien ravinteiden talteenottoteknologioiden kehittämisessä ja käyttöönotossa. Samalla ravinnekieron edistäminen mahdollistuisi uudella tavalla. Prosessi vaatii kuitenkin paljon ennakkoluulottomuutta ja kokeilunhalua, jotta vaihtoehtoisia, ravinteet talteen ottavia sanitaatoratkaisuja saataisiin testattua ja

ravinteet saataisiin aidosti hyötykäyttöön. Esimerkiksi Tampereelle, Lielahden kaupunginosaan, Hiedanrannan Kuivaamokiinteistöön, on rakennettu jatkuvassa käytössä olevia erottelevia kuivakäymälöitä. Tiloihin on muodostumassa kokeilevan kiertotalouden tutkimusympäristö, missä uusien tekniikoiden ja ravinnekierätyksen edistäminen ja kokeileminen on mahdollista. Hiedanrannan kehittämisohjelma on lähtenyt ennakkoluulottomasti testaamaan myös kuivasanitaation toteuttamismahdollisuuksia aina jätösten käsittelyyn ja lannoitehyödyntämiseen saakka. Olisiko tässä aito mahdollisuus ravinteet talteen ottavan vesihuollon kehittämiseen? ■