

Ravinteet kiertoon –

Jätevesipuhdistamon termisen lietteen käsittely pyrolyysillä

Samuel Juntunen, Janne Kervinen, Teemu Heiskanen, Nuutti Hakkarainen, Elena Shipalova,
energia- ja ympäristötekniikan koulutuksen opiskelijat

Esko Tiainen, lehtori

Karelia-ammattikorkeakoulu

2017

PYROLYYSI MENETMÄNÄ

Pyrolyysi on menetelmä, jossa aine hajotetaan lämmön vaikutuksesta vähähappisessa ympäristössä. Pyrolyysi on siis tavallaan aineen palamista ilman tulta. Prosessissa lämpötilat vaihtelevat yleensä 300°C ja 900°C välillä. Pyrolyysissä syntyy hiilipitoinen kiinteäjäe, höyrystyviä kaasuja sekä kaasuista kondensoitumalla syntyvä nestejäe eli ns. pyrolyysiöljy.



Kuva 1. Pyrolyysilaitteisto

TYÖN TAVOITE

Kuhasalon jätevedenpuhdistamon terminen liete sisältää huomattavasti hyödyllisiä ravinteita, kuten fosforia ja typpeä. Lietteestä voi tosin löytyä myös haitta-aineita kuten raskasmetalleja, lääkeainejäämiä ja mikromuoveja. Tavoitteena oli käsitellä termistä lietettä pyrolyysillä 410-660 °C lämpötilassa ja tutkia ravinteiden sekä raskasmetallien pitoisuuksia käsitellyssä tuotteessa. Osa haitta-aineista todennäköisesti hajoaa pyrolyysissä lämmön vaikutuksesta. Mahdolliset ravinteet saataisiin lannoituskäyttöön. Tällä hetkellä käsittelemätöntä lietettä käytetään ainoastaan viherrakentamiseen.

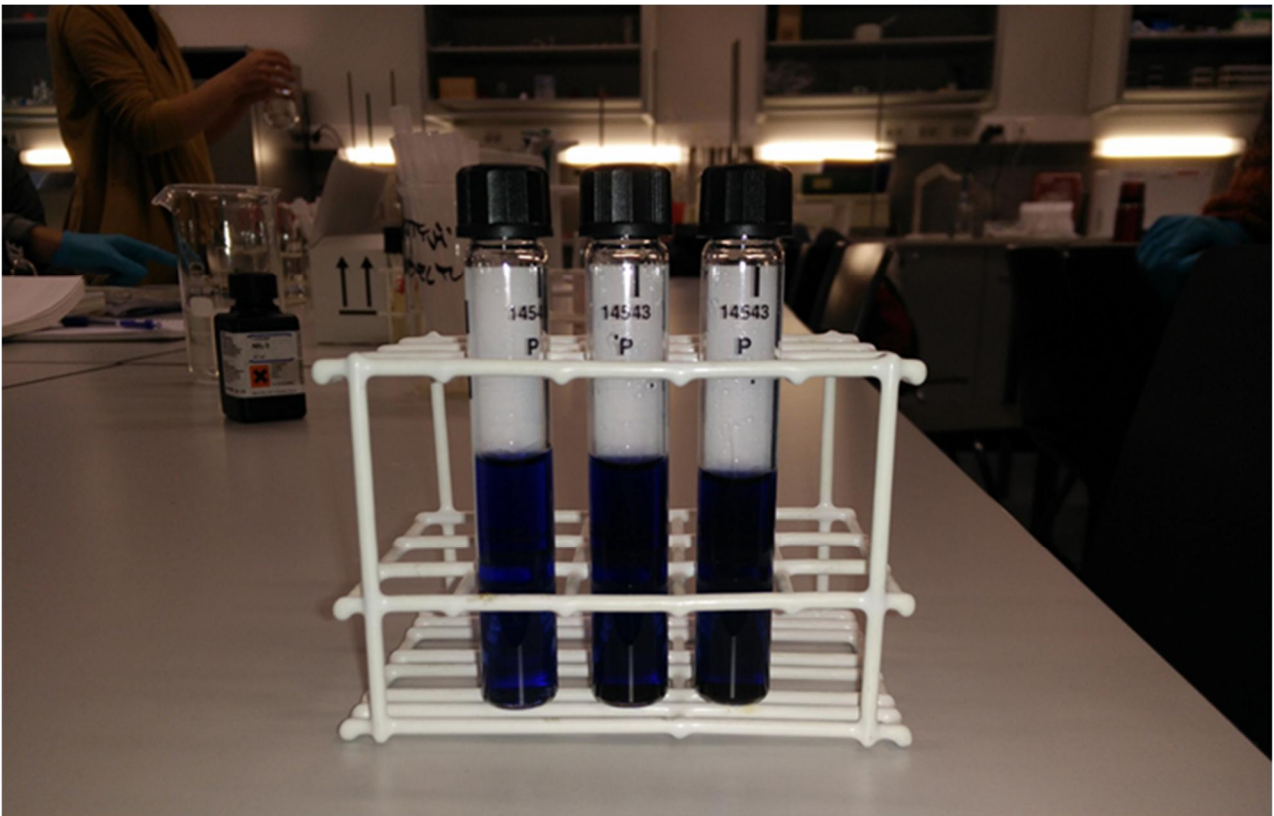


Kuva 2. Pyrolyysillä käsiteltyä termistä lietettä.

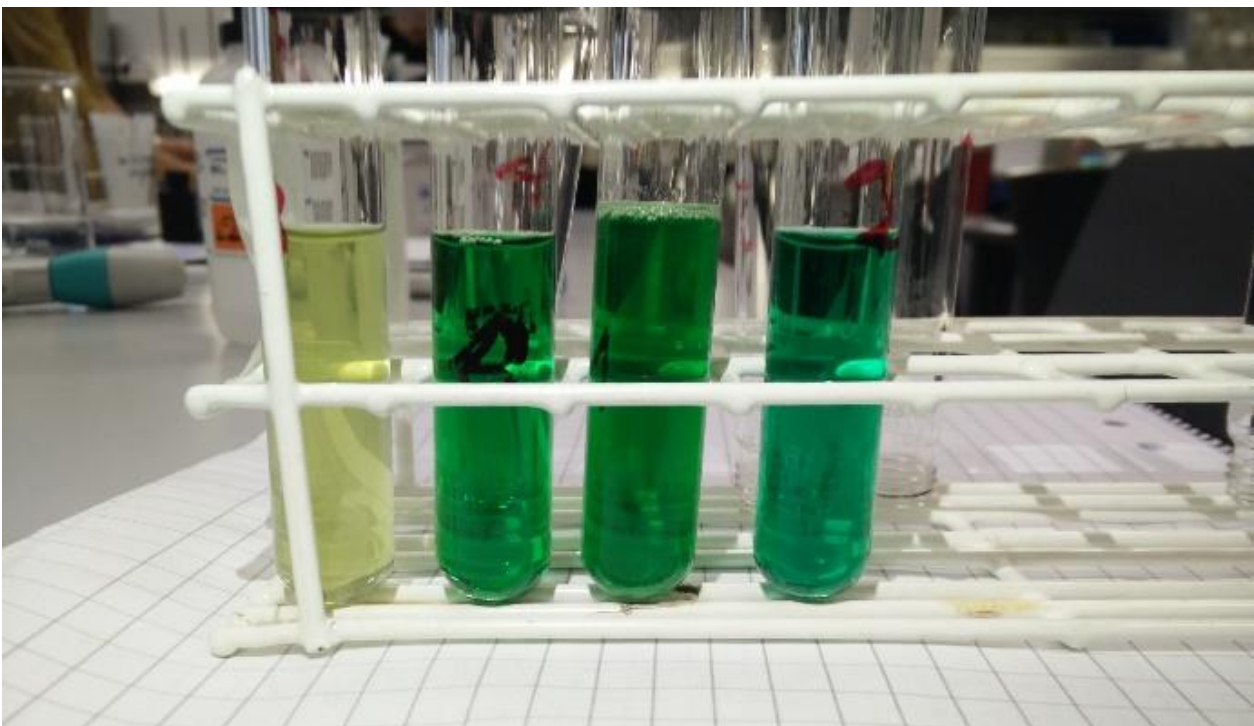
MITTAUKSET

Näytteistä mitattiin spektrofotometrisesti kokonaisfosfori (kok P), liukoinen fosfori (PO_4^{3-}), alumiini (Al), kokonaistyppi (kok N), ammoniumtyppi (NH_4^+), nitraattityppi (NO_3^-). Raskasmetallit mitattiin röntgenfluoresenssiin perustuvalla Niton XRF-GOLDD+ -analyysilaitteella.

Kuvassa 3 näkyy näytteen sininen väri lähes mustana, joten fosforia löytyy runsaasti pyrolyysillä käsitellystä jakeesta. Kuvassa 4 näkyy selvästi, kuinka ravinteet väkevoityvät prosessin myötä. Käsittelemätön terminen liete on väritään haalean vihreää, kun taas pyrolyysillä käsitellyt näytteet ovat tumman vihreitä, jolloin niissä on vastaavasti myös enemmän typpeä.



Kuva 3. Fosforin määrittystä.



Kuva 4. Typen määrittystä.

TULOKSET

Taulukko 1. Kiinteän jakeen ravinteet

T (°C)	Kok P (mg/kg)	PO ₄ ⁻ (mg/kg)	Kok N (mg/kg)	NO ₃ ⁻ (mg/kg)	NH ₄ ⁺ (mg/kg)	Al (mg/kg)
käsittelemätön	70	-	-	60	22	3
410	3642	39	-	8	66	1
660	5344	17	12	14	18	3

Taulukossa 1 näkyy mitattuja ravinnepitoisuuksia. Mittauksia tehtiin käsittelemättömälle lietteelle ja kahdessa eri lämpötilassa pyrolysoituneelle kiinteälle hiilinäytteelle. Alumiinipitoisuudet mitattiin myös, koska jäteveden saostuskemikaalina käytettävä alumiinitrikloridi todennäköisesti lisää alumiinin pitoisuutta lietteessä.

Taulukko 2. Kiinteän jakeen metallipitoisuuksia.

XRF	Hg	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
660 °C All geo	3,14 (±9,1)	-	0 (±83,28)	313,59 (±30,47)	0 (±4,94)	60,68 (±43,85)	928,92 (±36,39)
Raja-arvo mg/kg	1	1,5	300	600	100	100	1500

Metallit analysoitiin 660 °C lämpötilassa pyrolysoituneesta hiilijakeesta, XRF-laitteen asetuksella test all geo. Mittaus tehtiin suoraan minigrip-muovipussin läpi. Analyysiaika oli 30 sekuntia. Taulukossa on esitetty mittaustuloksia virherajoihin sekä maa- ja metsätalousministeriön (MMM, asetus 24/11) asettamia raja-arvoja lannoitevalmisteille ko. metallin suhteen. Tuloksista näkyy, että mm. elohopean pitoisuudessa on mittauslaitteesta johtuvaa epätarkkuutta. Rautaa oli näytteessä runsaasti, mahdollisesti johtuen jäteveden saostuskemikaalina käytettävästä ferrikloridista.

LOPUKSI

Pyrolyysiteknologia voi olla tulevaisuudessa yksi vaihtoehto ravinnerikkaiden orgaanisten materiaalivirtojen hyödyntämiseksi. Mittausten perusteella fosforia ja typpeä jää pyrolysoituun hiilijakeeseen. Kaikki typpipitoiset ravinteet eivät poistu kaasujen mukana prosessissa. Jatkotutkimuksia olisi hyvä tehdä tisleen osalta, sillä ravinteita on kondensoitunut todennäköisesti myös nestejakeeseen. Tämä nestejae olisi käsiteltävä siten, että se saadaan kirkkaammaksi ennen suoritettavia analyysejä.

Tarkempia lisätutkimuksia tulisi suorittaa myös raskasmetallimääristä sekä mahdollisten myrkkujen, lääkeainejäämien ja mikromuovien läsnäolosta.

Kasvatuskokeilla voitaisiin tarkkailla orgaanisen typen, orgaanisen fosforin, hiilen ja pH:n pitempiaikaista vaikutusta kasvien kasvuun.

Pyrolyysissä vapautuvan kaasujakeen koostumusta voitaisiin tutkia myös kaasun jatkojalostusta ajatellen. Kaasujakeen mahdollisista komponenteista vetykaasu ja hiilimonoksidi muodostavat ns. synteesikaasun, jota voidaan käyttää uusiutuvien biopolttoaineiden tuotannossa.