

Kierto-hanke, TP6 koe 2

Bio- ja aktiivihiilisuodatuskoe Jätekukon jätekeskuksen hulevedellä

Raportti: Olli Torvinen, Savonia-ammattikorkeakoulu Oy

Koeajon toteutus: Olli Torvinen, Juha Hämäläinen ja Ashraf Yousefi



**Euroopan unionin
rahoittama**
NextGenerationEU

Sisällys

1. Koeajon toteuttajat ja tavoitteet	3
1.1. Koeajon toteuttajat	3
1.2. Koeajon tavoitteet ja toimenpiteet	3
2. Tutkimuslaitteisto, käytetyt hiilet, tutkittava jätevesi ja analyysit	4
2.1. Tutkimuslaitteisto	4
2.2. Käytetyt hiilet	5
2.3. Tutkittava jätevesi	5
2.4. Analyysit	6
3. Koeajojen toteutus ja tulokset.....	7
3.1. Toteutus.....	7
3.2. Tulokset	10
3.2.1. Kokonaisfosfori	10
3.2.2. Kiintoaine	11
3.2.3. TOC ja COD.....	12
3.2.4. Kupari, sinkki ja rauta.....	13
3.3. Biohiilien jatkohyödyntämisen ketju	15
4. Yhteenveto ja johtopäätökset.....	16
Lähdeluettelo	17



1. Koeajon toteuttajat ja tavoitteet

1.1. Koeajon toteuttajat

Bio- ja aktiivihiilisuodatuskoe toteutettiin osana Kierto-hanketta (Jätekeskuksen vesien ravinteiden talteenoton paikallinen symbioosi). Työpaketin 6 (TP6 koe 2) koe suunniteltiin yhteistyössä Jätekukko Oy:n (Jätekukko) ja Savonia-ammattikorkeakoulu Oy:n (Savonia) välillä. Varsinaisen koeajon toteutuksesta ja raportoinnista vastasi Savonia. Tämä koe on yksi osa työpaketissa 6 testattavia potentiaalisia menetelmiä.

1.2. Koeajon tavoitteet ja toimenpiteet

Bio- ja aktiivihiilisuodatuskokeen tavoitteina oli löytää eroja ravinteiden ja haitallisten aineiden sidontakyvyssä verratessa bio- ja aktiivihiiliä keskenään. Lisäksi haluttiin nähdä, että minkälaisia potentiaaleja eri hiilillä on fosforin sekä joidenkin metallien sidontakyvyissä. Kierto-hankkeen ideana on ravinteiden talteenoton symbioosin luominen Jätekukon alueelle ja näin ollen tämän kokeen yhteydessä mietittiin hieman myös mahdollista hiilien jatkohyödyntämisketjua.

Kyseinen koeajo toteutettiin Savonia-ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan testihallissa laboratoriomittakaavan kolonnilaitteistolla. Käsiteltävää hulevettä haettiin Jätekukolta tarpeen mukaan IBC-kontillinen kerrallaan.

2. Tutkimuslaitteisto, käytetyt hiilet, tutkittava jätevesi ja analyysit

2.1. Tutkimuslaitteisto

Bio- ja aktiivihiilisuodatuskoe tehtiin Savonian laboratoriossa kolonnilaitteistolla, jossa on kolme kappaleita rinnakkaisia 1 litran vetoisia kolonneja (kuva 1). Kolonnit ovat noin 30 cm korkeita ja halkaisijaltaan noin 7 cm. Tutkittava jätevesi pumpattiin kolonnien alapäästä sisään ja se purkautui yläpäästä ulos suotauduttuaan hiilipedin lävitse. Pumpaamiseen käytettiin Watson Marlow 530U-mallista letkupumppua. Kolonnien alapäässä eli tulopuolella oli myös painemittaukset, joista voitiin koeajon edetessä seurata mahdollista kolonnin/hiilipedin tukkeutumista.

Jätekukolta haettua hulevettä säilytettiin/pumpattiin IBC-kontista, jossa oli hidas sekoitus. Hiilipedit saatiin pysymään kolonnien sisällä laittamalla niiden ala- ja yläpäihin metalliset reikälevyt, joiden päällä oli vielä 1 mm reikäkoolla olevaa muoviverkkoa (kuva 2). Myös letkupumpun imupään letkun päässä käytettiin 1 mm muoviverkkoa, jolla estettiin isoimpien jäteveden sisältämien partikkelien pääseminen kolonneille asti.



Kuva 1. Bio- ja aktiivihiilisuodatuskokeessa käytetty kolonnilaitteisto.



Kuva 2. Kolonnin päässä käytetty reikälevy.

2.2. Käytetyt hiilet

Suodatuskokeeseen valikoitu kaksi biohiililaatua sekä yksi aktiivihiihilaatu. Ne valittiin saatavuuden perusteella. Carbons Finland Oy toimitti kahta erikoossa olevaa seulottua kuusi biohiiltä. Toinen oli seulottu 5 mm seulalla ja toinen oli sekoitus 5 ja 12 mm seulojen tuotteita. Aktiivihiihi oli Jakobi Carbonsin kivihiilestä valmistettua ja sen seulottu koko oli valmistajan mukaan 1,70–3,35 mm. Kuvan 1 kolonnilaitteistoon hiilet sijoituivat siten, että ne laitettiin kolonneihin tämän kappaleen mukaisessa järjestyksessä vasemmalta oikealle.

2.3. Tutkittava jätevesi

Suodatuskokeessa käytettiin Jätekukon jätekeskuksen hulevesien kokoomakaivosta pumpattua jätevettä. Hulevettä haettiin neljänä eri kertana koeajon aikana ja niissä ei ollut juuri eroa keskenään pitoisuuksissa pois lukien toinen erä, jossa huleveteen oli sekoittunut jätekeskuksen kentältä kalkkipitoisia jätevesiä ja tämän vuoksi kyseisen erän pH oli reilu 11, kun se muiden kohdalla oli noin 7. Hulevesiä haettiin 19.4., 3.5., 16.5. ja 31.5.2024, jotka sijoituivat kokeen alkuun, koeviikolle 2, koeviikolle 4 ja koeviikolle 6.

Hulevesi sisälsi pieniä määriä typpeä (kokonaistyppeä 3,5–12,6 mg/l) ja fosforia (kokonaisfosforia 0,27–2,24 mg/l). Orgaanista- ja kiintoainetta oli joissakin erissä isompiakin määriä. Kemiallisena hapenkulutuksena (COD) mitattuna vaihteluväli oli noin 54–292 mg/l sekä orgaanisena kokonaishiilenä (TOC) mitattuna noin 16,7–73,4 mg/l välillä. Laitteistolle tulevan jäteveden lämpötila oli läpi koeajon noin 20 °C, koska koeajo suoritettiin sisätiloissa.

2.4. Analyysit

Prosessin toimivuutta arvioitiin koeajon aikana tehtyjen analyysien avulla. Analyysit tehtiin Savonian ympäristöteknologian laboratoriossa käsimitareilla, Hachin spektrofotometrisilla LCK-testeillä, hiili-typpi-analysaattorilla (TOC/TN) sekä atomiabsorptiospektometrillä (AAS). Koeajon aikana analyysseja tehtiin kaksi kertaa viikossa neljästä näytepisteestä. Näytepisteitä olivat tuleva jätevesi sekä kaikkien kolonnien jälkeiset pisteet. Tehdyt analyysit on lueteltu alla:

- pH
- lämpötila (°C)
- liukoinen happi (mg/l)
- sähkönjohtavuus (μS/cm)
- ORP (mV)
- ammoniumtyppi (NH₄-N, mg/l)
- nitraattityppi (NO₃-N, mg/l)
- nitriittityppi (NO₂-N, mg/l)
- kokonaisfosfori (PO₄-P, mg/l)
- kemiallinen hapenkulutus (COD, mg/l)
- orgaaninen kokonaishiili (TOC, mg/l)
- kokonaistyyppi (TN, mg/l)
- kokonaismetallit:
 - o kupari (mg/l)
 - o kadmium (mg/l)
 - o sinkki (mg/l)
 - o lyijy (mg/l)
 - o rauta (mg/l)
 - o kromi (mg/l)
 - o nikkeli (mg/l)
- liukoiset metallit:
 - o kupari (mg/l)
 - o kadmium (mg/l)
 - o sinkki (mg/l)
 - o lyijy (mg/l)
 - o rauta (mg/l)
 - o kromi (mg/l)
 - o nikkeli (mg/l).



3. Koeajojen toteutus ja tulokset

3.1. Toteutus

Koeajo toteutettiin välillä 19.4.-6.6.2024 (yhteensä noin 7 koeajoviikkoa), sisältäen kaikki toiminnot aloituksesta lopetukseen. 19.4.2024 käytettyjä bio- ja aktiivihiliä huuhdottiin vesihanan alla pitämällä niitä 1 mm seulalla, jotta päästiin eroon enimmästä hienommasta hiiliaineksesta. Huuhdotut hiilet täytettiin kolonneihin kaatamalla hiiliä kolonnin pohjalla olevan reikälevyn päälle (kuva 3) noin 10 cm kerros, jonka jälkeen kerrosta tiivistettiin kevyesti muovisella putkella kevyesti taputtamalla (kuva 4). Tätä toistettiin, kunnes kolonneissa oli hiiliä siten, että päälle mahtui vielä reikälevy pitämään hiilipetiä paikallaan (kuvat 5 ja 6).



kuvat 3–6. Kolonnien täyttämien bio- ja aktiivihiihillä.

Hiilien täyttämisen jälkeen kolonnien kannet kiristettiin paikalleen ja yhdistettiin tarvittavat letkut kolonnien ala- ja yläpäihin. Tämän jälkeen kolonnien läpi laitettiin virtaamaan viikonlopun ajaksi hanavettä 1 l/h virtaamalla, jotta saataisiin hienompi hiiliaines poistumaan hiilipedeistä ennen varsinaisen koeajon aloitusta.

Viikonlopun jälkeen havaittiin 22.4.2024 aamulla, että ensimmäisestä kolonnista, eli 5 mm biohiilitäytöllä olevasta, oli viikonlopun aikana huuhtoutunut hienoainesta pois sen verran, että pedissä oli havaittavissa selkeä väli (kuva 7). Kyseinen kolonni avattiin yläpäästä ja kolonnia täytettiin huuhtotulla 5 mm biohiilellä, jotta väli saatiin umpeen, jonka jälkeen kolonni suljettiin uudelleen. Hanavesihuuhtelua jatkettiin kolonnien läpi vielä kyseisen päivän iltapäivään asti.

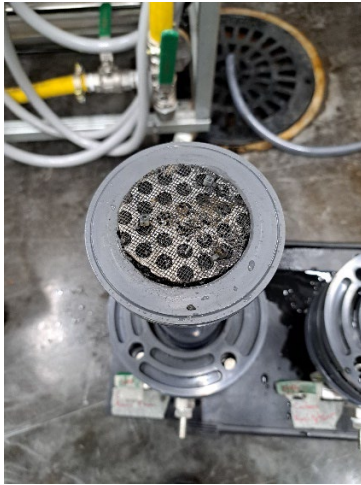


Kuva 7. Väli ensimmäisessä kolonnissa.

Varsinainen suodatuskoeajo aloitettiin 22.4.2024 iltapäivällä klo 15:00, jolloin kolonnien läpi laitettiin suodattamaan Jätekuolta haettua hulevettä. Virtaamana pidettiin läpi koeajon 1 l/h, joka vastasi noin 1 tunnin viipymäaikaa per kolonni. Koelaitteisto pyöri pääasiassa ilman ongelmia. Muutaman kerran koeajon aikana puhdistettiin letkupumpun imupään sihti, jotta se ei päässyt tukkeutumaan kokonaan. Uudet jätevesierät vaihdettiin pysäyttämättä ajoa välillä, sekoittaen uutta erää osittain jäljellä olevaan aiempaan erään.

Koeajon viimeiset näytteet otettiin 6.6.2024 ja se myös päätettiin samana päivänä. Ensimmäisen kolonnin osalta viimeiset näytteet saatiin torstaina 30.5.2024, koska maanantaina 3.6.2024 havaittiin, että kyseisen kolonnin yläpäästä ei tullut enää suodattunutta jätevettä lävitse. Tämä siis tarkoitti, että hiilipeti oli tukkeutunut. Hiilipedin tukkeutumista edelsi paineen nouseminen kyseisessä kolonnissa. Paineen nousua havaittiin ensimmäisen kerran 8.5.2024, jonka jälkeen paine vaihteli 0,1–1,0 barin välillä tukkeutumiseen asti. Muiden hiilipetien kohdalla ei paineen nousua koeajon aikana havaittu.

Kolonnit purettiin ja laitteisto pestiin 10.6.2024. Yllättävää sinänsä, että ensimmäisen kolonnin yläpää (kuva 8) oli siisteimmän näköinen kolmesta kolonnista. Voi toki olla, että tämä johtuu osittain siitä, että kahden muun kolonnin läpi oli virrannut jätevettä puhdistamiseen asti ja 1. kolonnin yläpää oli ehtinyt jo kuivua hieman sen aiemman tukkeutumisen vuoksi. Joka tapauksessa kahden muun kolonnin yläpää olivat likaisemmat (kuvat 9 ja 10). Reikälevyn päällä ja alla oli molemmissa mustaa ja hienojakoista lietettä, joka tuntui osittain jopa öljymäiseltä.



Kuva 8. 1. kolonnin yläpää.



Kuva 9. 2. kolonnin yläpää.



Kuva 10. 3. kolonnin yläpää.

Kuvassa 11 näkyy miltä kolonnien yläpäävät näyttivät, kun reikälevyt oli poistettu. Myös tästä kuvasta on nähtävillä, että 1. tukkeutuneen kolonnin yläpää on siistein. Tosin voi olla edelleenkin, että se on ehtinyt kuivua tukkeutumisen jälkeen, koska biohiili näyttää kuvassakin kuivahkolta. Kuvasta 11 nähdään myös, että 2. kolonnista, jossa oli kahden seulakoon sekoitus kuusi biohiiltä, on koeajon aikana poistunut hienoainesta alun huuhtelusta huolimatta. Hiilipedin pinta oli reikälevyn alla painunut noin 2 cm. Tätä samaa ei ollut nähtävissä 1. ja 3. kolonnin hiilitäytöissä.

Kolonnien pohjien reikälevyistä ja niiden kunnosta ei saatu kuvia, koska niitä nostaessa hiilipedit valuiivat kolonneista ulos sekoittaen ne keskenään. Kolonnien pohjalevyjen päälle jääneistä lietteistä, näytti siltä, että 3. eli aktiivihiilikolonnin pohjaliete oli hienojakoisimman oloista. Tämä voi johtua siitä, että aktiivihiilen palakoko oli pienintä käytetyistä hiilistä.



Kuva 11. Kolonnien yläpäätkä reikälevyjen poiston jälkeen.

3.2. Tulokset

Alla on esitetty bio- ja aktiivihiilisuodatuskoeajon oleelliset tulokset, eli kokonaisfosforin, kiintoaineen, TOCin, CODin ja muutaman metallin osalta. Huleveden pitoisuudet eivät olleet monen mitatun parametrin kohdalla korkeita. Hulevesi sisälsi pieniä määriä typpeä, mutta sitä ei juuri pidättäytynyt kolonneihin. Myöskään havaittavaa muutosta syöttöveden pH- ja sähkönjohtokykyarvoihin ei tapahtunut jäteveden suodatuessa kolonnien läpi.

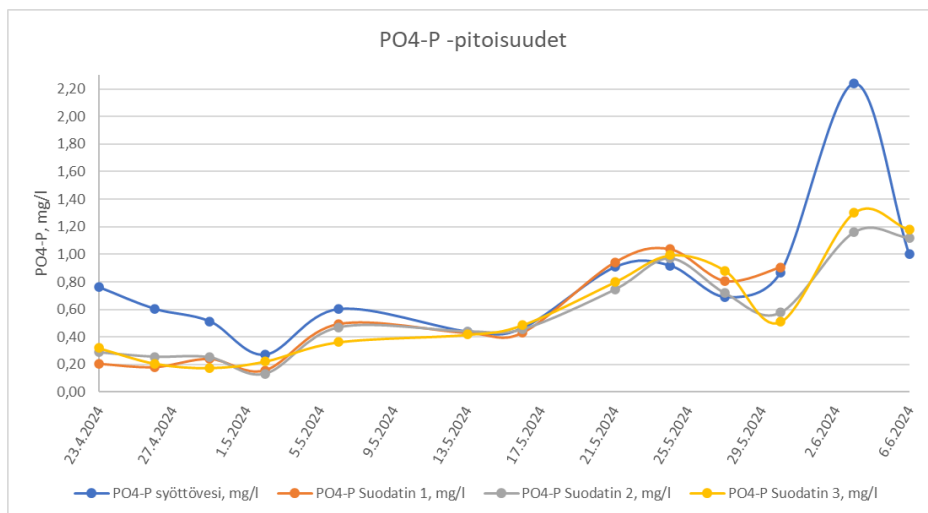
Koeajon alussa oletus oli, että aktiivihiili toimisi parhaiten, koska siinä oli lähtökohtaisesti isoin pinta-ala, sen pienimmän palakoon vuoksi, mutta käytännössä selkeitä eroja aktiivihiilen eduksi havaittiin vain TOC- ja COD-tulosten yhteydessä.

3.2.1. Kokonaisfosfori

Kuvan 12 tuloksista nähdään, että kokonaisfosforin pitoisuudet olivat matalia pois lukien viimeisen erän pitoisuudet. Tuloksista nähdään, että fosforia on pidättäytynyt jokaiseen hiilipetiin kolmen ensimmäisen koeajoviikon aikana, jonka jälkeen ne ovat luultavasti kyllästyneet. Alussa reduktio on ollut parhaimmillaan 1. biohiilipetillä, ollen jopa yli 70 %. Viimeisen hulevesierän kohdalla kokonaisfosforia olisi tulosten perusteella jäänyt 2. ja 3. kolonnin hiilipetiin myös noin 50 %

syöttöveden mukana tulleesta kokonaisfosforista. Tulosten perusteella ei voi kuitenkaan selkeästi todeta, että jokin hiililaaduista olisi pidättänyt fosforia muita selkeästi paremmin.

Jätekukon nykyisen luparajan mukaisesti raja Heinälamminojaan laskettavan paikalliskäsitellyn jäteveden kokonaisfosforin pitoisuudelle on 2 mg/l tai alle (Kumpulainen 2024). Tämä alittui käytännössä jo hulevedessä, kolonnien varmistuessa asiaa.

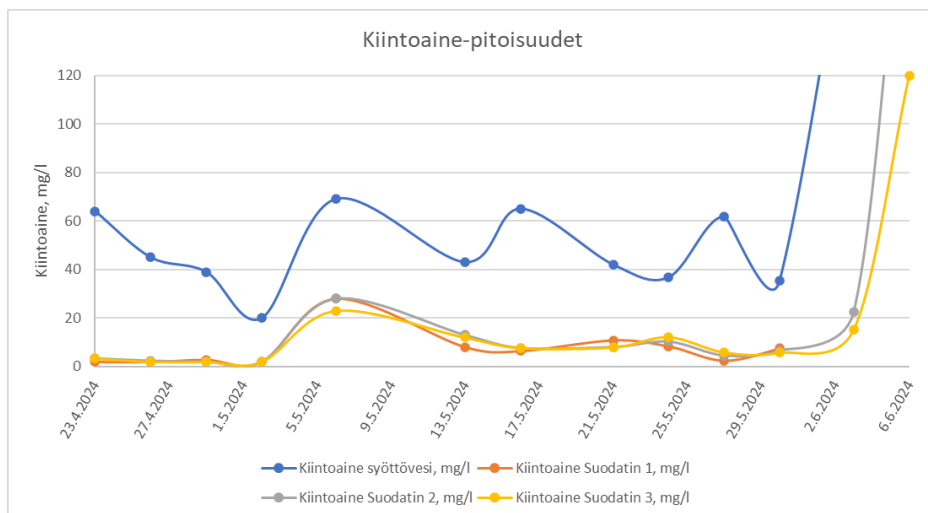


Kuva 12. Kokonaisfosforin pitoisuudet suodatuskokeen aikana.

3.2.2. Kiintoaine

Kiintoainetta hiilipedit pidättivät koeajon aikana varsin hyvin, eikä kuvan 13 tulosten perusteella näyttänyt siltä, että seitsemän koeajoviikon aikana pedit olisivat osoittaneet merkkejä kiintoaineen pidättymisen heikentymisen osalta. Pois lukien siis 1. kolonni, joka tukkeutui 6. koeajoviikon viikonloppuna. Kiintoainetta pidättäytyi ensimmäisten kahden koeajoviikon aikana lähes kaikki, ja koeajon keston aikana reduktiot olivat pääsääntöisesti suurempia kuin 60 %. Kiintoaineen pidättäytymisessä ei ollut hiilipetien osalta juuri havaittavaa eroa, pois lukien viimeinen näytekert, jolloin aktiivihiilikolonne pidatti selvästi eniten kiintoainetta. Mutta tämän yhden kerran perusteella ei voi kovin suoria johtopäätöksiä tehdä. Viimeisen mittapisteen kuvaajat eivät näyt kuvassa 13, koska se menisi muuten sekavaksi pienempien tulosten osalta. Nuo pitoisuudet olivat syöttöveden kohdalla 350 mg/l, 2. kolonnin jälkeen 230 mg/l ja 3. kolonnin jälkeen 120 mg/l.

Jätekukon nykyisen luparajan mukaisesti raja Heinälamminojaan laskettavan paikalliskäsitellyn jäteveden kiintoainepitoisuudelle on 60 mg/l tai alle (Kumpulainen 2024). Tämä alittui kaikkien kolonnien kohdalla ja jopa useamman syöttöveden mittauskerran kohdalla.

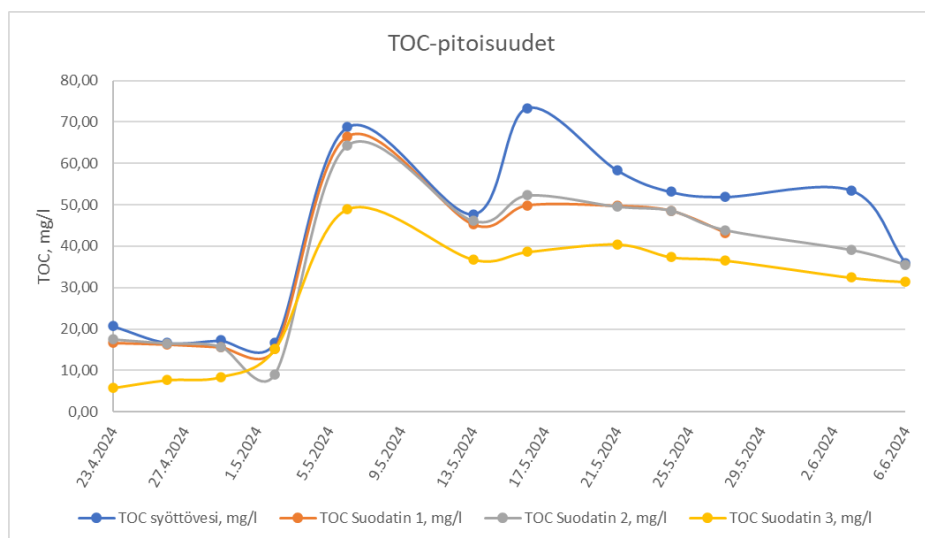


Kuva 13. Kiintoainepitoisuudet suodatuskokeen aikana.

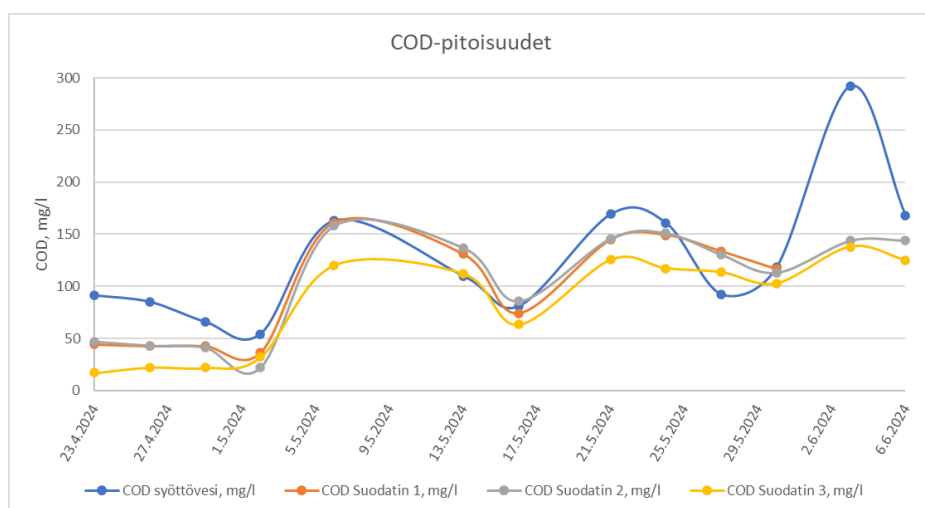
3.2.3. TOC ja COD

TOCin (Total Organic Carbon) ja CODin (Chemical Oxygen Demand) mittaustuloksissa (kuvat 14 ja 15) oli molemmissa suhteellisen selkeästi havaittavissa, että aktiivihiilikolonne pidatti niitä parhaiten. Kaksi muuta hiilipetiä pidättivät keskenään TOCia ja CODia suurin piirtein yhtä hyvin. TOCin osalta reduktiot olivat parhaimmillaan lähes 50 % luokkaa ja CODin osalta hieman yli 50 %. Hiilipetien kapasiteetti saavutettiin näiden osalta vain 5 mm biohiilellä pedin tukkeutumisen myötä.

Jätekukon nykyisen luparajan mukaisesti raja Heinälamminojaan laskettavan paikalliskäsitellyn jäteveden TOC-pitoisuudelle on 60 mg/l tai alle ja COD-pitoisuudelle 180 mg/l tai alle (Kumpulainen 2024). TOCin osalta raja alittui aktiivihiilikolonnilla kaikilla mittauskerroilla ja muilla kolonneilla muilla paitsi yhdellä mittauskerralla. Huomioitavaa on, että syöttöveden TOC-pitoisuus itsessään ylitti luparajan vain kahdella mittauskerralla. CODin osalta raja-arvo alittui kaikilla kolonneilla kaikilla mittauskerroilla, joskin yhdellä mittauskerralla 1. ja 2. kolonnin kohdalla oltiin lähempänä raja-arvoa. Myös syöttövesi itsessään alitti jo raja-arvon yhtä mittauskertaa lukuun ottamatta.



Kuva 14. TOC-pitoisuudet suodatuskokeen aikana.



Kuva 15. COD-pitoisuudet suodatuskokeen aikana.

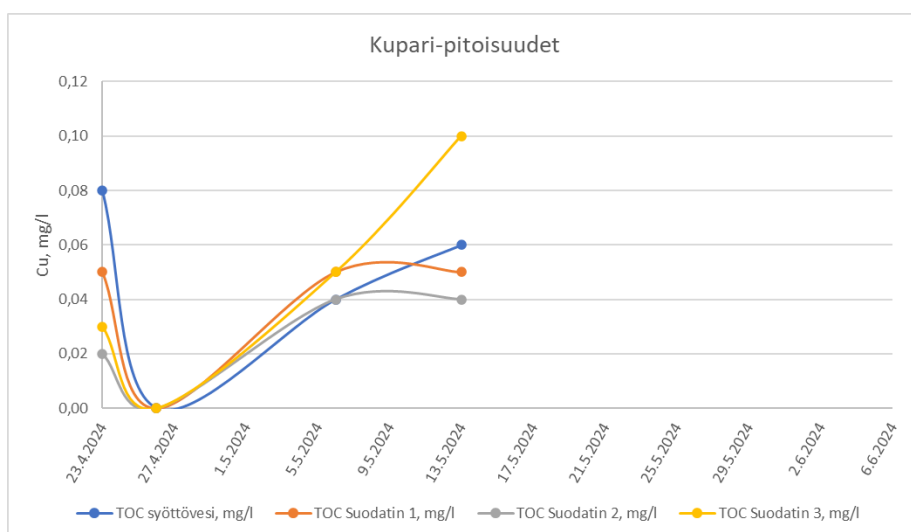
3.2.4. Kupari, sinkki ja rauta

Koeajon aikana näytteistä mitattiin seitsemää eri metallia: kuparia, kadmiumia, sinkkiä, lyijyä, rautaa, kromia ja nikkeliä. Näistä vertailtavia mittaustuloksia saatiin lähinnä kuparin, sinkin ja raudan osalta (kuvat 16–18), koska muiden pitoisuudet olivat häviävän pieniä. Myöskään näiden kolmen metallin pitoisuudet eivät olleet kovin suuria, raudan pitoisuuksien ollessa suurimpia. Metallipitoisuuksien mittaustuloksia on vain 13.5.2024 asti, koska käytetty mittalaite hajosi ja tarvittavia varaosia ei saatu loppu koeajon aikana.

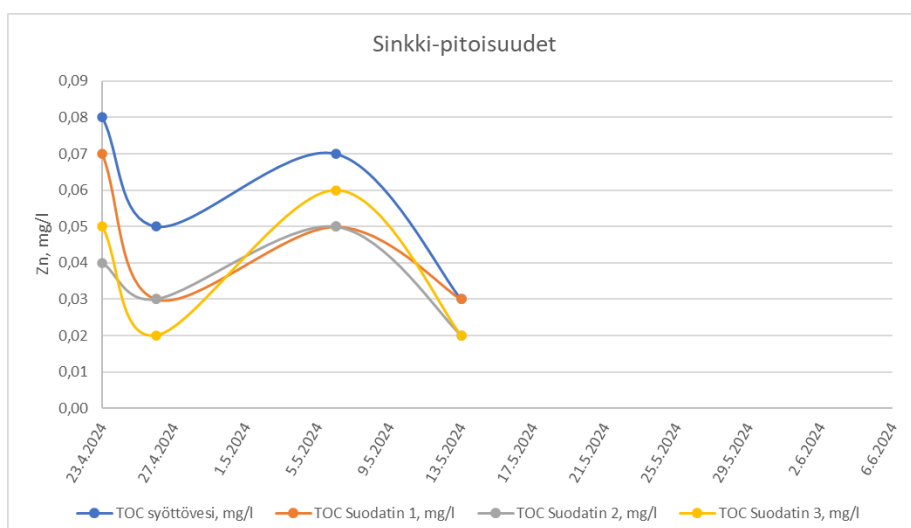
Tuloksia tarkastellessa (kuvat 16–18) kuparin ja sinkin osalta parhaiten kokonaisuudessa näitä pidätti 5/12 mm biohiili ja vastaavasti huonoiten 5 mm biohiili. Raudan osalta parhaiten kokonaisuudessa

toimi aktiivihiili ja huonoiten 5/12 mm biohiili. Mutta erot ovat kuitenkin pieniä kaikkien metallien kohdalla, joten valtavista tehokkuuseroista ei voida puhua. Hiilipetien kapasiteettia ei tulosten rajoissa oletettavasti saavutettu, mutta tästä ei ole varmuutta, koska kaikkia mittauksia ei voitu laiterikon vuoksi suorittaa loppuun.

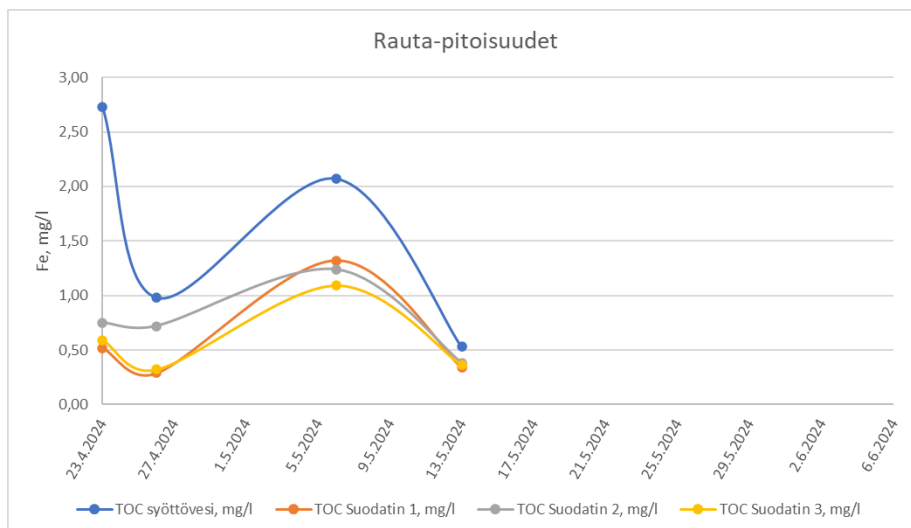
Jätekukon nykyisen luparajan mukaisesti raja Heinälamminojaan laskettavan paikalliskäsitellyn jäteveden kuparipitoisuudelle on 0,5 mg/l tai alle, sinkkipitoisuudelle 1 mg/l tai alle ja rautapitoisuudelle ei ole annettu raja-arvoa (Kumpulainen 2024). Kuparin ja sinkin raja-arvot alittuvat selvästi jo syöteveden osalta, joten varsinaista ongelmaa ei näiden osalta ole.



Kuva 16. Kuparipitoisuudet suodatuskokeen aikana.



Kuva 17. Sinkkipitoisuudet suodatuskokeen aikana.



Kuva 18. Rautapitoisuudet suodatuskokeen aikana.

3.3. Biohiilien jatkohyödyntämisen ketju

Biohiilien jatkohyödyntäminen suodatuksen jälkeen voisi tapahtua esimerkiksi käyttämällä niitä maanparannukseen, jolla saataisiin tuotua maakerrokseen ravinteita ja samalla myös sidottua hiiltä maaperään. Käytännössä tämän kokeen tulosten perusteella hyötynä voisi olla, että maaperään saataisiin käytetyllä biohiilellä fosforia, jos se vain on hiilessä liukoissa muodossa, eikä esimerkiksi niukkaliukoisena yhdisteenä raudan kanssa sitoutuneena. Käytännössä jatkohyödyntämisen ratkaisujen löytäminen edellyttäisi lisätutkimuksia käyttökohteiden löytämiseksi. Jätekukon alueella biohiilille ei välttämättä ole jatkokäyttöä maanparannuksessa, mutta olisi hyvä myös selvittää olisiko alueen ulkopuolella käyttöä hiilille.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Bio- ja aktiivihiihisiuodatuskokeen tavoitteena oli löytää eroja ravinteiden ja haitallisten aineiden sidontakyvyssä verratessa bio- ja aktiivihiihiä keskenään. Huleveden pitoisuudet olivat pääsääntöisesti matalia ja hiilipetien väliset erot pieniä, joten selkeää vastausta tavoitteen toteutumiseen ei ole. Selkeimmät erot aktiivihiihien hyväksi havaittiin TOC- ja COD-pitoisuuksien pidättämisessä, että ehkä voisi varovasti sanoa, että aktiivihiihipei toimi hieman muita paremmin, mikä oli alkuoletuskin. Jos biohiililaatuja vertaa keskenään, niin ehkä hienoisen paremmin suoriutui 5/12 mm biohiili, mutta erot olivat todella pieniä. Voi myös spekuloida, että oliko hiilipetien alkuhuuhtelussa ja kolonnien täytöissä hienoisia eroja, koska esimerkiksi 5 mm biohiili täyttö tukkeutui ennen koeajon loppua.

Edellisen lisäksi tavoitteena oli nähdä, että minkälaisia potentiaaleja hiilillä oli fosforin sekä joidenkin metallien sidontakyvyissä. Fosforin osalta ei hiilien välisiä selkeitä eroja ollut havaittavissa ja sama koski myös mittauksissa havaittuja metalleja. Fosforin pidättäytymisen osalta näytti tulosten perusteella hiilipedeissä tulevan kapasiteetti täyteen jo kolmen koeajoviikon sisällä.

Suosittelavaa voisi olla toistaa koe vielä hankkeen puitteissa samoilla asetuksilla uudestaan syksyllä 2024, jotta saataisiin enemmän varmuutta tuloksiin varsinkin fosforin osalta ja osattaisiin paremmin arvioida mikä hiilien vaihtoväli voisi olla, jos niitä harkitsee tulevaisuuden ratkaisuksi Jätekukolla. Toisena vaihtoehtona voisi olla myös isompaan mittakaavaan skaalattu suodatuskoe hiilipedeillä Jätekukon jätekeskuksella, jolloin hulevesi tulisi tuoreempaa hiilipedeille, kun laboratoriokokeessa sama jätevesi oli pisimmillään syöttökontissa vajaan kaksi viikkoa. Samalla näkisi myös muiden tekijöiden vaikutuksia paremmin, kun tilavuudet olisivat isompia.

Biohiilien jatkohyödyntämisen ratkaisujen pohtiminen edellyttää myös lisätiedon hankkimista ja esimerkiksi Jätekukon alueen toimijoiden kanssa neuvottelemista, että voisiko heillä olla tarpeita hiilien osalta.

Lähdeluettelo

Kumpulainen, Leena 2024: Teollisuusjäteveden pitoisuusrajat. Yksityinen sähköpostiviesti 22.2.2024.
Viestin saaja: Olli Torvinen.