



# Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisuja

Tämä on alkuperäisen julkaisun rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original publication. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Asheesh, M. & Häkkinen, V. 2023. Rauta ja humus voidaan poistaa pohjavedestä biologisella menetelmällä. Oamk Journal 32/2023. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2023032433090>

# Rauta ja humus voidaan poistaa pohjavedestä biologisella menetelmällä

24.3.2023 - Asheesh Mohamed, Häkkinen Vuokko

**Oulun Vesi hyödyntää Oulun ammattikorkeakoulussa tehdyn opinnäytetyön tuloksia. Opinnäytetyössä tutkittiin uuden vedenkäsittelymenetelmän soveltuvuutta Saviaronkankaan pohjaveden puhdistukseen. Menetelmä on kehitetty humuspitoisille pohjavesille, jotka sisältävät myös rautaa ja mangaania. Saviaron raakapohjavedessä on korkeat rauta-, mangaani- ja humuspitoisuudet, lisäksi happipitoisuus on pieni. Menetelmän soveltuvuutta testattiin pilottilaitteistojen avulla yhteistyössä Allwatec Oy:n kanssa.**

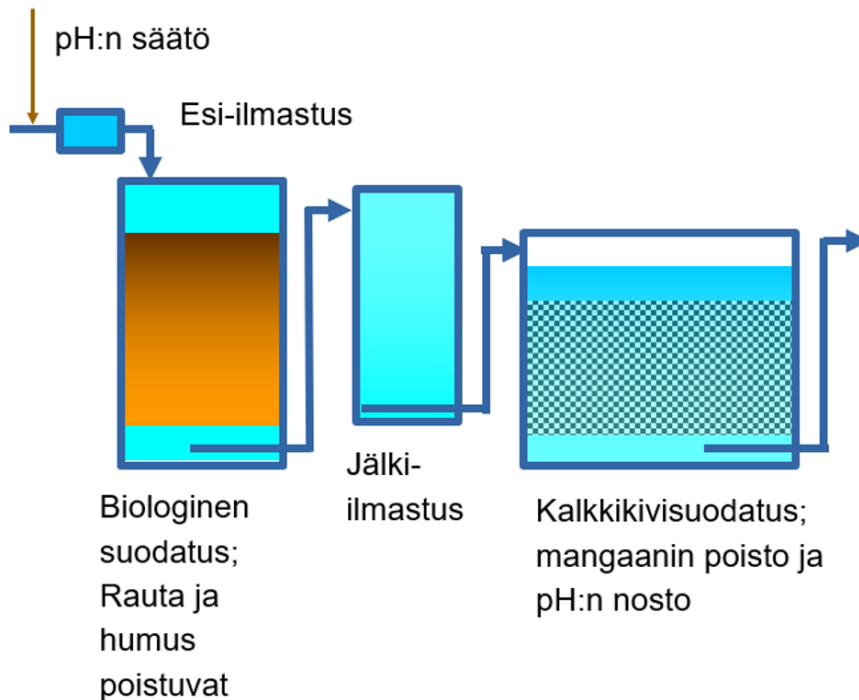
Saviaron vedenkäsittelylaitos sijaitsee Oulun Haukiputaalla Takkurannassa. Oulun Vesi Vedenkäsittelylaitoksen rakenteet ja prosessi vaativat saneerausta. [1] Käsittelyprosessin valinta on haasteellista, koska Saviaron raakapohjavesi sisältää paljon rautaa, mangaania ja orgaanista ainesta ja vain vähän happea. Nykyinen prosessi on huonosti automatisoivissa, mikä sitoo työvoimaa. Lisäksi tuotetun veden rautapitoisuutta joudutaan seuraamaan veden käsittelylaitoksella lähes päivittäin kenttämittarilla.

Käytössä olevan prosessin tilalle halutaan saneerata nykyaikaisempi vedenkäsittelymenetelmä, joka on automatisoivissa. Opinnäytetyössä testattiin pilottilaitoksen avulla, soveltuuko uusi kehitetty puhdistusmenetelmä Saviaron raakapohjaveden käsittelyyn.

## Uusi biologinen menetelmä raudan ja humuksen poistoon

Raudan ja humuksen poiston uudella biologisella menetelmällä pH lasketaan aluksi raudan kemiallisen hapettumisen estämiseksi. Sopiva pH-taso optimoidaan raakaveden laadun perusteella. Happamoitu vesi kevyesti ilmastetaan ennen biologista suodatusta. Suodatus voi tapahtua avo- tai painesuodatuslaitteistossa. Rauta saostuu biologisesti

suodattimeen ja sitoo myös humuksen. Raudan hapettuminen suodattimessa laskee pH-arvoa. Optimiolosuhteet tulevan laitoksen mitoittamiseksi haetaan aina pilottikokeilla. Hiekkasuodatuksen jälkeen liika hiilidioksidi poistetaan ilmastuksella ja veden laadun mukaan jälkisuodatus tapahtuu joko kalkkikivi- tai hiekkasuodatuksella. Kuviossa 1 on menetelmän prosessikaavio. Painesuodatus on todettu avosuodatusta tehokkaammaksi. Painesuodatuksen vaikutus näkyy etenkin hukkavesien määrän pienentymisenä. [3]



KUVIO 1. Prosessin kuvaus [2].

## Biologisen raudan, humuksen ja mangaaninpoiston kokeet

Pilottilaitos pystytettiin nykyisen laitoksen sisätiloihin (kuva 1). Raakavesi johdettiin pilottilaitokseen linjoja 1 ja 2 pitkin. Rikkihappolaimennos syötettiin pH:n alentamiseksi raakavesilinjaan ennen ilmastusta. pH:n muutosta seurattiin jatkuvatoimisella pH-mittarilla sekä kenttä- ja laboratoriomittauksin. Avosuodatuksessa lautasilmastuksessa happipitoisuus säädettiin noin 3–5 mg/l tasolle. Ilmastuksesta vesi johdettiin hiekkasuodattimelle. Hiekkasuodattimen alta vesi johdettiin pohjailmastimelle, jossa veden happipitoisuus saatiin nousemaan mangaaninpoiston käynnistymiseksi. Ilmastuksesta happipitoinen vesi johdettiin edelleen kalkkikivisuodattimelle.



KUVA 1. Avosuodatuslaitteisto (kuva: Vuokko Häkkinen).

Pilottilaitoksen asennuksen jälkeen raakaveden virtaus ja hapon syöttö käynnistettiin ja raudan poiston annettiin rauhassa käynnistyä hiekkasuodatuksella, jonka jälkeen aloitettiin mitoitussajot. Menetelmän toimivuutta testattiin puoli vuotta kestävässä avosuodatuskokeessa, jonka jälkeen siirryttiin painesuodatuskokeeseen. Kuvassa 2 on esitetty painesuodatuslaitteisto.



KUVA 2. Painesuodatuslaitteisto (kuva: Vuokko Häkkinen).

## Veden laadun seuranta

Laboratorioanalyseissä hyödynnettiin Oulun Veden omavalvontalaboratorion laitekantaa ja menetelmiä. CO<sub>2</sub>, pH, alkaliniteetti, absorbanssi, TOC, Fe, Mn, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ja Cl sisältyivät normaaliseurannan tutkittaviin parametreihin. SiO<sub>2</sub> ja COD<sub>Mn</sub> analytiikka ostettiin Eurofins Ahma Oy:lta ja bakteeriyhteisöjen rakenteen selvittämiseksi NGS-analytiikka ja tulosten tulkinta Teollisuuden Vesi Oy:ltä.

## Pilotoinnin tulokset

Pilottilaitoksen tulosten perusteella avosuodatuslaitteistolla rikkihapon kulutus olisi noin 14 500 kg/vuosi ja painesuodatusjärjestelmällä noin 5000 kg/vuosi. Nykyisellä laitoksella

kemikaaleja kuluu noin 38 000 kg/vuosi. Pilottilaitoksissa saatiin huuhteluvesimääriä huomattavasti pienemmiksi kuin nykyisessä laitoksessa. Matalimmillaan huuhteluvesimäärät olivat avosuodatuksessa 3,5 prosenttia ja painesuodatuksessa jopa 0,8 prosenttia. Huuhteluvesien analyysituloksia tarkastellessa voidaan arvioida, että uudella menetelmällä on mahdollista saada vesistöön johdettava vesi puhtaammaksi ennen purkua lähiojaan.

Rautapitoisuus pysyi pääsääntöisesti laatutavoitteessa, joka on raudalle <0,2 mg/l. Painesuodatuslaitteistolla saatiin rauta poistumaan vähemmällä kemikaalin syötöllä, jolloin veden pH-taso jäi korkeammaksi. Avosuodatuslaitteiston hiekkasuodattimella TOC-pitoisuus saatiin lähes puolitettyä. Painesuodatuslaitteistolla saatiin orgaanisen aineen määrä pienemmäksi, tulostaso jäi tosin hieman korkeammaksi kuin avosuodatuslaitteistolla.

Kokeen aikana saatiin sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksen mangaanin laatutavoitteen täyttäviä tuloksia. Laatutavoite mangaanille on <0,05 mg/l. Uudella menetelmällä tuotetussa vedessä oli vähemmän kemiallisesti hapetettavissa olevaa orgaanista ainesta kuin nykyisin käytössä olevassa laitoksessa. Myös TOC-tulosten mukaan orgaanisen aineksen määrä laskee prosessin eri vaiheissa ja on pienempi.

Syövyttävyyksi tulisi olla  $\geq 1,5$ , pilottilaitoksen mitoituksien aikana siihen ei päästy. Bakterikartoituksen näytteistä ei havaittu ihmiselle haitallisia bakteereja. Hiekkänäytteestä löydettiin odotetusti korkeat pitoisuudet raudanhapettajabakteereja. Pilottilaitoksen näytteiden raudanhapettajien bakteeritasot olivat korkeat, joten hiekkasuodattimella voidaan todeta olevan toivottua mikrobiologista toimintaa. Lisäksi tärkeänä tietona saatiin, että ihmiselle haitallisia bakteereja ei löydetty.

## Menetelmän käyttöönoton suunnittelu

Tarkoituksena oli selvittää, soveltuuko pilottilaitoksen menetelmä Saviaronkankaan raakaveden puhdistamiseen. Menetelmällä saatiin hyvin poistettua rauta ja mangaani raakavedestä, myös orgaanisen aineksen määrä laski. Bakterikartoituksen tuloksena voitiin todeta odotetusti, että raudanhapettajabakteereita löytyy runsaasti suodattimilta, eikä haitallisia bakteereja havaittu. Avo- ja painesuodatuskokeiden lopputulos oli odotusten mukainen. Molemmat menetelmät toimivat, lisäksi painesuodatuksella saadaan

tilankäyttöä tehostettua ja kemikaalin syöttöä pienemmäksi avosuodatukseen verrattuna. Käyttökokemusten mukaan painesuodatus on myös käyttäjäystävällisempi.

Huuhteluvesimäärät saatiin pienemmäksi nykyiseen laitokseen verrattuna. Lisäksi huuhteluvesien laatu pysyi hyvänä ajatellen huuhteluvesien Lahdenojaan purkamista jatkossakin. Jos Saviaron vedenottamo saneerataan opinnäytetyön mukaiselle menetelmälle, olisi hyvä huomioida tuotetun veden hieman erilaisen laadun vaikutus verkostoon. Verkostossa oleva biofilmi ja bakteerikanta saattavat reagoida veden laadun muutokseen kohonneena pesäkelukumääränä, mutta kokemusperäisenä tietona sen voidaan olettaa olevan väliaikainen ja ohimenevä laatupoikkeama. Muutostilannetta olisi hyvä seurata tihennetyllä valvonnalla yhteistyössä valvovan viranomaisen kanssa. Myös verkostosakkojen irtoaminen voi aiheuttaa tilapäistä ja ohimenevää muutosta vedenlaatuun.

Ennen saneerausta tulisi myös miettiä veden tuotannon ongelmatilanteiden aikainen vedenjakelu, jotta muut käytettävissä olevat laitokset pystyvät vastaamaan mahdollisesta lisävedentuotannosta ja jakelusta. Alueelle voidaan tarvittaessa johtaa kanta-Oulun puolelta Hintan pintavesilaitoksella tuotettua vettä, mutta erilaisen vedenlaadun vuoksi verkostossa saattaa ilmetä hetkittäisiä laatupoikkeamia. Lisäksi Hintan vedenpuhdistamo odottaa saneerausta ja kapasiteetin lisäystä. Selvitettäväksi jää Onkamon vedenottamon raakavedenoton pumppausmäärien lisäys ja vedenjakelu Haukiputaan eteläosan alueelle.

## **Mohamed Asheesh**

yliopettaja

Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

## **Vuokko Häkkinen**

kehitysinsinööri

Oulun Vesi Oy

Artikkeli perustuu opinnäytetyöhön:

Häkkinen, V. 2022. Saviaronkankaan pohjaveden puhdistus biologisella menetelmällä. Oulun ammattikorkeakoulu, Water and Environmental Management (YAMK). Opinnäytetyö.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202205118593>



# Lähteet

[1] Pöyry. Saviaron pohjavesilaitoksen prosessivaihtoehtojen kartoitus. Sisäinen lähde.

[2] Oulun Vesi liikelaitoksen Cromi-automaatiojärjestelmä. 2021. Sisäinen lähde.

[3] Tolonen, T. 2022. Toimitusjohtaja. Allwatec Oy. Haastattelu 14.1.2022.

## METATIEDOT

**Tyyppi:** Artikkel

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu

**Julkaisunumero:** 32/2023

**Julkaisuvuosi:** 2023

**Tekijätiedot:** Asheesh Mohamed, Häkkinen Vuokko

**Oikeudet:** [CC BY-SA 4.0](#)

**Kieli:** suomi

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2023032433090>

**Tiivistelmä:** Oulun Vesi Oy:n Saviaronkankaan vedenkäsittelylaitokselle on tulossa lähivuosina saneeraus, jossa uusitaan prosessi ja laitoksen rakenteet. Saneeraustarpeen vuoksi haluttiin tutkia, soveltuuko uusi kehitetty biologinen menetelmä Saviaronkankaan pohjaveden käsittelyyn. Menetelmä on kehitetty humuspitoisille pohjavesille, jotka sisältävät myös rautaa ja mangaania. Menetelmän soveltuvuutta testattiin pilottilaitteiston avulla. Pilotissa laitteisto pystytettiin Saviaron vedenpuhdistamolle, jossa tutkittiin uuden menetelmän toimivuus avo- ja painesuodatuslaitteistossa. Vedenlaatua tutkittiin kenttämittareilla ja laboratorionäytteillä. Laboratorionäytteet tutkittiin pääosin Oulun Veden omavalvontalaboratoriossa, ja osa analyyseistä tilattiin ulkopuolisesta laboratorionäytteistä. Huuhteluvesien määrää seurattiin virtausmittareilla. Tulosten käsittelyssä hyödynnettiin Allwatec Oy:n tuottamaa tietoa pilottilaitoksen ajojen osalta. Tuloksia verrattiin Oulun Veden keräämään tietoon nykyisestä laitoksesta vuosien ajalta. Oletuksena oli saada tuotettua sosiaali- ja terveysministeriön laatuvaatimukset ja -tavoitteet täyttävää talousvettä ja pienentää huuhteluvesi- ja kemikaalimäärää. Uuden menetelmän vähäisen käyttökokemuksen vuoksi haluttiin selvittää puhdistusprosessiin osallistuva mikrobisto. Vertailua tehtiin myös huuhteluvesien laadulle ja määrille sekä käytettyjen kemikaalien määrille. Uudella menetelmällä Saviaronkankaan pohjavedestä saatiin hyvin poistettua humusta, rautaa ja mangaania. Oulun Vesi hyödyntää työn tuloksia Saviaron laitoksen kehittämisessä. Menetelmän mahdollisen käyttöönoton yhteydessä tulisi tarkastella vielä erityyppisen veden laadun vaikutusta verkostossa jo olemassa olevan biofilmin toimintaan. Verkostoon johdettavan veden laadun muuttuessa on oletettavaa, että



kokonaispesäkeluku voi hetkellisesti kohota verkostonäytepisteissä. Käyttönoton yhteydessä tulee miettiä tarkoin omavalvonnan näytteenotto ja ylimääräinen verkoston huuhtelutarve.