

DI Outi Kaarela
Tampereen teknillinen yliopisto
Kemian ja biotekniikan laitos
Korkeakoulunkatu 8
33720 Tampere
outi.kaarela@tut.fi

Orgaanisen aineen karakterisointimenetelmät aktiivihiihisuodatuksen seurannassa

Aktiivihiihisuodatusta käytetään suomalaisilla pintaveden käsittelylaitoksilla poistamaan luonnon orgaanista ainetta. Orgaaninen aine aiheuttaa talousvedessä ja vedenkäsittelyprosessissa monenlaisia ongelmia: se voi aiheuttaa hajua ja makua veteen, haitalliset aineet voivat kulkeutua siihen sitoutuneena ja se voi lisätä putkistojen korroosioon ja veden laatuun vaikuttavaa mikrobien jälkikasvua talousvesiverkostossa. Orgaanisen aine voi myös reagoida veden desinfiointissa käytettävien kemikaalien kuten kloorin kanssa muodostaen haitallisia desinfiointin sivutuotteita. Tehokas orgaanisen aineen poisto ennen desinfiointia minimoi myös desinfiointin sivutuotteiden muodostumista.

Aktiivihiihisuodatuksen orgaanisen aineen poiston seurannassa käytetään vesilaitoksilla tyypillisesti orgaanista kokonaishiiltä (TOC) ja UV-absorptiota aallonpituudella 254 nm (UV254). Nämä summaparametrit kuvaavat orgaanisen aineen kokonaismäärää, mutta ne eivät kerro orgaanisen aineen laadusta. Karakterisoimalla orgaanista ainetta tarkemmin voidaan selvittää orgaanisen aineen käyttäytymistä vedenpuhdistuksessa ja talousvesiverkostossa.

Tässä tutkimuksessa seurattiin uuden aktiivihiihisuodattimen orgaanisen aineen poistoa 8 kk ajan käyttöönotosta Tampereen Veden Ruskon pintavesilaitoksella. Tavoitteena oli selvittää, mitä lisätietoa orgaanisen aineen laadusta kertovilla menetelmillä saadaan aktiivihiihisuodatuksen seurannassa yleisesti käytettyihin määrällisiin menetelmiin (TOC, UV254) verrattuna. Analyysimenetelminä käytettiin kokoerottelevaa nestekromatografiaa UV-detektiolla (HPLC-SEC) ja orgaanisen hiilen detektiolla (LC-OCD) sekä fluoresenssin viritys-emissiomatriiseja (FEEM). Tuloksia verrattiin myös liukoisen orgaanisen hiilen biohajoavaan osuuteen (BDOC). LC-OCD:lla liukoisen orgaanisen aineen yhdisteet voidaan jaotella biopolymeereihin, humusyhdisteisiin ja näiden hajoamistuotteisiin, pienimolekyylisiin happoihin ja pienimolekyylisiin neutraaleihin yhdisteisiin. Myös HPLC-SEC:llä saadaan tietoa liukoisen orgaanisen aineen molekyylikokojakaumasta, mutta UV-detektiolla havaitaan vain UV-valoa absorboivat yhdisteet. FEEM-menetelmällä voidaan mitata sekä partikkelimuotoisen että liukoisen orgaanisen aineen fluoresoivia funktionaalisia ryhmiä, mutta menetelmällä ei saada tietoa molekyylikokojakaumasta.

Uuden aktiivihiihisuodattimen adsorptiokapasiteetti ja siten orgaanisen aineen poistoteho laskivat nopeasti ensimmäisen 3 kk käytön aikana, jonka jälkeen poistotehon lasku tasaantui. Kahden kuukauden käytön jälkeen orgaanisesta kokonaishiilestä (TOC) poistui 35% ja UV-absorbanssista (UV254) 48%, kun 5 kk jälkeen aktiivihiihisuodatuksessa poistui enää 15% TOC:sta ja 31% UV-absorbanssista. Biohajoavan liukoisen orgaanisen hiilen (BDOC) pitoisuudet olivat aktiivihiihisuodatetussa vedessä hyvin pieniä, keskimäärin alle 0,1 mg/l, mikä kertoo alhaisesta mikrobien verkostokasvupotentiaalista. FEEM-menetelmän perusteella liukoisen ja partikkelimuotoisen orgaanisen aineen humus- ja fulvohappojen kaltaiset yhdisteet poistuvat proteiinityypisiä yhdisteitä paremmin aktiivihiihisuodatuksessa. HPLC-SEC ja LC-OCD-menetelmien perusteella aktiivihiihisuodatus poisti parhaiten liukoisen orgaanisen aineen

DI Outi Kaarela
Tampereen teknillinen yliopisto
Kemian ja biotekniikan laitos
Korkeakoulunkatu 8
33720 Tampere
outi.kaarela@tut.fi

pienimpiä yhdisteitä. Kaikki orgaanisen aineen kokofraktiot biopolymeerejä lukuun ottamatta vähenivät 2kk ja 5kk ajan käytetyssä aktiivihiihluodattimessa. Molekyylisuuruiset biopolymeerit, jotka havaittiin vain LC-OCD-menetelmällä, eivät poistuneet aktiivihiihluodatuksessa. Biopolymeerien pitoisuudet olivat kuitenkin jo aktiivihiihluodattimille tulevassa vedessä hyvin pieniä verrattuna pitoisuuksiin vesilaitoksen raakavedessä, joka on järvivettä. Tutkimalla veden orgaanisen aineen laatua voidaan optimoida puhdistusprosessia esim. verkostokasvupotentiaalin tai desinfiointin sivutuotteiden muodostumisen minimoimiseksi.