

Raportti

Esiselvitys mikromuovien esiintyvyydestä Suomen talousvesissä

Markus Sillanpää, Julia Talvitie, Maiju Lehtiniemi ja Outi Setälä
Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Hannu Kiviranta
Terveystieteiden tutkimuskeskus (THL)



ALKUSANAT

Tämän esiselvityksen taustana on syksyllä 2017 the Guardian-lehdessä julkaistu tutkimus, jonka mukaan hanavesissä esiintyisi yllättävän suuria määriä mikromuoveja. Tutkimuksen teetti Orb Media network, eli eräs suurten mediatoimijoiden yhteistyöverkosto. Samainen verkosto käynnisti myös selvityksen pullovesien mikromuoveista. Tulokset saivat aikaan vilkkaan keskustelun eri foorumeilla ympäri maailmaa, myös Suomessa. Tutkimuksessa oli mukana vesinäytteitä Pohjois-Amerikasta ja Euroopasta, mutta ei Pohjoismaista. Siihen mennessä mikromuoveja ei vielä ollut ylipäänsä tutkittu pohjoismaisista juomavesistä.

Mikromuovit Suomen talousvesissä –esiselvitys käynnistettiin tammikuussa 2018. Tämän esiselvityksen tavoitteena oli 1) tarkastella, esiintyykö mikromuoveja erityyppisiä raakavesilähteitä ja käsittelymenetelmiä käyttävien vesilaitosten talousvesissä Suomessa, 2) kehittää menetelmä mikromuovinäytteiden näytteenottoon ja analysointiin talousveden valmistamiseen käytettävästä vedestä ja 3) arvioida kirjallisuudesta peräisin olevien tietojen perusteella ihmisten altistusta hanavedestä mikromuoveille suhteessa muihin lähteisiin.

Tässä raportissa esitellään tutkimuksen tausta, kehitetty tutkimusmetodiikka ja esiselvityksen tulokset ja niiden tulkinta. Raporttiin on sisällytetty myös lyhyt kirjallisuuskatsaus, joka osaltaan paljastaa akuutin tarpeen menetelmien harmonisoinnille ja standardisoinnille. Lopuksi tarkastellaan tuloksia riskinarvioinnin näkökulmasta ja nostetaan esiin keskeisimmät tietoaukot.

Hanketta rahoittivat Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto, Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä (HSY), Nurmijärven Vesi ja Tuusulan seudun vesilaitos-kuntayhtymä. Hankkeen toteutusta valvoi ohjausryhmä, johon kuuluivat seuraavat asiantuntijat: Riina Liikanen (Vesilaitosyhdistys, VVY), Jarkko Rapala (STM), Päivi Kopra/Saijariina Toivikko (Nurmijärven Vesi), Kari Korhonen (Tuusulan seudun vesilaitos-kuntayhtymä) ja Veli-Pekka Vuorilehto (HSY).

Haluamme kiittää erityisesti apulaistutkija Minna Sepposta (SYKE) vesinäytteiden esikäsittelystä ja mikromuovianalyyseistä, vesilaitosten henkilökuntaa avusta ja asiantuntemuksesta näytteenotossa.

Helsingissä 29.10.2018

Markus Sillanpää, Julia Talvitie, Maiju Lehtiniemi, Outi Setälä ja Hannu Kiviranta

1 TUTKIMUKSEN TAUSTA

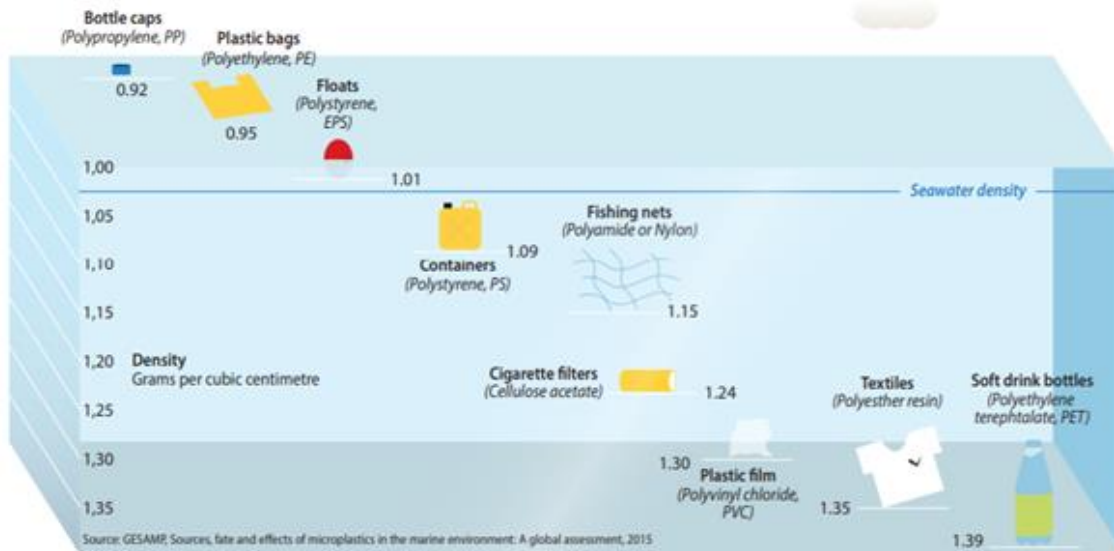
Mikromuovit ovat tulleet mukaan ympäristön tilan seurantaan merenhoidon velvoitteiden kautta sitä mukaa kuin tiedot meriympäristöön päätyneen muoviroskan määrästä ja ongelman laajuudesta ovat täsmentyneet. Tiedeyhteisön huomio merten mikromuoviongelmaa kohtaan on kasvanut käytännössä koko 2000-luvun ajan lähestulkoon eksponentiaalisesti. Virallinen (legitiimi) määritelmä mikromuoville puuttuu edelleen, mutta mm. International Organisation for Standardization (ISO) -ryhmässä työskennellään parhaillaan aiheen parissa. Yleisesti käytössä olevan määritelmän mukaan mikromuoveilla tarkoitetaan alle 5 mm:n kokoisia muoviroskahiukkasia. Alarajana pidetään usein 1 µm kokoa, joskin käytännössä tutkittavien hiukkasten kokoa säätelevät kulloinkin käytössä olevat näytteenotto- ja analyysimenetelmät. Mikromuovit ovat veteen liukenemattomia, eli ne säilyttävät vedessä hiukkasmuotonsa ja ovat siten morfologiselta muodoltaan erilaisia kiinteitä kappaleita tai kuituja. Vaikka mikroskooppisen pienen roskan joukossa luonnollisestikin on myös monia muita materiaaleja kuten esimerkiksi luonnonkuituja, ovat mikromuovit saaneet osakseen eniten huomiota. Voidaan hyvällä syyllä sanoa että mikromuovi on käytännössä lähes synonyymi kaikelle mikroskooppisen pienelle roskalle.

Mikroskooppisen pienten hiukkasten tunnistus ja niiden materiaalien määrittäminen vaatii erikoismenetelmiä, joiden soveltaminen on aikaa vievää ja kallista. Yleensä tiettyyn kokoon asti silmämääräinen arviointi riittää muovipolymeerien erottamiseksi muista materiaaleista, ja apuna voidaan lisäksi käyttää yksinkertaista sulatustestiä, missä roskahiukkasta kosketetaan kuumalla neulalla. Muovit muuttavat herkästi muotoaan ja sulavat, toisin kuin muut materiaalit (esimerkiksi metalli, lasi, puu, paperi, hiekka).

Mikromuovit jaetaan kahteen tyyppiin sen mukaan, miten ne ovat muodostuneet. Primäärimikromuoveilla tarkoitetaan hiukkasia, jotka ovat alunperinkin, ja tarkoituksellisesti, hyvin pieniä. Sekundaarimikromuovit puolestaan ovat hajonneet tai irronneet isommasta kappaleesta kulumisen tai haurastumisen seurauksena.

Mikromuovit vaihtelevat kemialliselta koostumukseltaan samaan tapaan kuin isommatkin muovit. Eri muoveilla on erilaisia fysikaalisia ominaisuuksia, jotka osaltaan vaikuttavat siihen, mihin ja miten muovit vesiympäristössä kulkeutuvat. Tärkein ominaisuus on niiden tiheys suhteessa ympäröivään veteen. Muovien tiheys eli niiden ominaispaino on pieni, muovit ovat siis verraten kevyitä. Yleisimmät muovit, polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP) kelluvat sekä makeassa että suolaisessa vedessä, mutta monet muut laadut, kuten polyeteenitereftalaatti (PET), polyvinyylikloridi (PVC) tai polyesteri, uppoavat (Kuva 1). Ajan kuluessa todennäköisesti myös vettä kevyempi mikromuovi vettyessään vajoaa, kun sen pinnalle on kehittynyt tarpeeksi paljon bakteereista ja muista veden pieneliöistä koostuvaa kasvustoa eli biofilmiä.

Mikromuovien määrästä Suomen ympäristössä on toistaiseksi tehty selvityksiä lähinnä Itämeren ulappa-alueilla, rannikkovesissä ja joistakin eliöryhmistä (mm. Setälä ym., 2016, Budimir ym., 2018, Railo ym., 2018). Ympäristötutkimuksen lisäksi on viime vuosina selvitetty mikromuovien kulkeutumista jätevedenpuhdistamojen kautta vastaanottaviin vesistöihin (Talvitie 2018). Vaikka alan tutkimus on erittäin aktiivista kaikkialla maailmalla, tarvitaan yhä paljon kehittämistä myös perusmenetelmiin, kuten näytteenottoon ja analysointiin. Esimerkiksi Euroopan laajuinen 24 tutkimuslaitoksen yhteinen JPI Ocean hanke Baseman (<http://www.jpi-oceans.eu/baseman>) käynnistettiin nimenomaan kehittämään analyysimenetelmiä. Myös pohjoismainen ministerineuvosto ja HELCOM tukevat parhaillaan menetelmien harmonisointikehitystä hankkeissaan.



Kuva 1. Muovipolymeerien käyttäytyminen tiheyden perusteella merivedessä (suolaisuus 35), lähde: UNEP ja Grid-Arendal 2016).

Järviveden mikromuovimääriä ja -tyyppejä selvitetään parhaillaan Kallavedellä Suomen Akatemian rahoituksella Suomen ympäristökeskuksen ja Itä-Suomen yliopiston yhteistutkimuksessa (2016–2020). Alustavat tulokset (Uurasjärvi ym. valmisteilla oleva käsikirjoitus) pintavedestä osoittavat >300 µm kokofraktiossa samantyyppisiä määriä kuin mitä Itämerellä (<1 kpl/m³; Setälä et al., 2016) on havaittu. Muuten järviveden, pohjaveden, hanaveden tai pulloveden mikromuoveja ei ole Suomessa aiemmin tutkittu.

2 VESILAITOSTEN JA VERKOSTOJEN KUVAUS

2.1 Teilinummen vedenottamo (Nurmijärvi)

Teilinummen pohjavesialue on noin 1,5 km pituinen osa harjujaksosta. Pohjavesialueen kokonaispinta-ala on 0,9 km², josta muodostumisalue on 0,58 km². Alueella arvioidaan muodostuvan pohjavettä n. 1500 m³/päivä. Teilinummen pohjavesialue on luokiteltu sekä määrälliseltä että kemialliselta tilaltaan hyväksi. Pohjavedenottamolta pumpataan päivittäin n. 500–1000 m³ luonnon pohjavettä Nurmijärven asukkaiden talousvedeksi. Ennen verkostoon johtamista pohjaveden pH:ta nostetaan ilmastuksella ja vesi UV-desinfioidaan.

2.2 Jäniksenlinnan tekopohjavesilaitos (Tuusula)

Raakavesi Jäniksenlinnan tekopohjavesilaitokselle tulee Päijänteestä, Asikkalanselältä, Päijännetunnelin kautta. Raakavesi imeytetään imeytysaltaiden ja -kaivojen kautta harjuun, jossa vesi kulkeutuu 4–8 viikon viipymän aikana vedenottokaivoille, joista vesi pumpataan Jäniksenlinnan vedenkäsittelylaitokselle. Tekopohjavettä käsitellään päivittäin n. 10 300 m³ Tuusulan, Keravan, Järvenpään ja Sipoon asukkaiden talousvedeksi. Laitoksen puhdistusprosessi koostuu esi-ilmastuksesta, hiekkasuodatuksesta (raudan poisto), ilmastuksesta ja jälleen hiekkasuodatuksesta (manganin poisto), kalkkikivialkaloinnista ja UV-desinfioinnista.

2.3 Vanhankaupungin vesilaitos (Helsinki)

Vanhankaupungin vedenpuhdistuslaitokselle raakavesi tulee niin ikään Päijänteestä. Laitoksella käsitellään päivittäin n. 110 000 m³ vettä. Vedenpuhdistusprosessissa raakaveteen lisätään ensimmäiseksi ferrisulfaattia, joka saostaa vedessä olevaa orgaanista ainesta. Tämän jälkeen orgaaninen aines erotetaan vedestä selkeytysaltaissa ja hiekkakalkkikivisuodatuksessa, minkä jälkeen vesi desinfioidaan otsonilla. Desinfiointin jälkeen veteen syötetään hiilidioksidia alkaliteetin lisäämiseksi (vähentää korroosiota). Jäljellä olevaa orgaanista ainesta poistetaan vielä aktiivihiihluosuodatuksessa, jonka jälkeen vesi UV-desinfioidaan. Lopuksi vesi desinfioidaan vielä monoklooriamiinilla, ja alkaliteetti säädetään kalkkiveden ja hiilidioksidin avulla.

3 NÄYTTEENOTTO JA NÄYTTEENESIKÄSITTELY

3.1 Suuren tilavuuden näytteet

Teilinummen pohjavedettä, Jäniksenlinnan tekopohjavedettä ja kaikkien kolmen vesilaitoksen puhdistettua verkostoon lähtevää vettä suodatettiin 500 l 20 µm nygonsuodattimelle. Vanhankaupungin vesilaitoksen raakavettä eli Päijänteen järvivettä saatiin suodatettua vain 30 l suodattimen tukkeutumisen vuoksi (Kuva 2). Laboratoriossa suodattimille jääneet hiukkaset poimittiin materiaalianalyysiin yksitellen pinseteillä stereomikroskoopin avulla.



Kuva 2. Mikromuovien suodatusta suoraan näytteenottohanasta. Kuvassa näytevesi valuu suoraan suodatinputkeen, jonne on asennettu 20 µm suodatin. Putki on suojattu foliolla, jotta sinne ei pääsisi ulkoista kontaminaatiota (mm. huonepöly).

Lisäksi valmistettiin kontrollinäytteet, joiden avulla selvitettiin näytteen käsittelyn aiheuttamaa mahdollista kontaminaatiota. Kontrollinäytteinä toimivat suodattimet (0-näytteet), joita käsiteltiin samalla tavalla kuin varsinaisia näytteitä. Ainoastaan varsinainen veden suodatus jätettiin pois. Kontrollinäytteistä ei löytynyt mikromuovia (>50 µm).

3.2 Pienen tilavuuden näytteet

Pienen tilavuuden näytteet (2 l) otettiin kolmena rinnakkaisena näytteenä jokaisen laitoksen raakavedestä, puhdistetusta verkostoon lähtevästä vedestä ja verkostosta. Näytteet kerättiin suoraan näytteenottohanoista lasipulloihin, minkä jälkeen pullot suljettiin tiiviisti lasihioksellisella korkilla. Ennen näytteenottoa veden annettiin valua hanasta vähintään 5 minuuttia, jotta putkistosta veden virtauksen alkaessa mahdollisesti irtoavat epäpuhtaudet eivät tulisi näytteisiin.

3.3 Pullovedet

Tutkimukseen valittiin kahden eri valmistajan pullovedettä. 0,5-litran pullovedet hankittiin kaikki samalla kerralla samasta kaupasta. Molemmista pullovesistä tehtiin kolme rinnakkaisnäytettä.

3.4 Näytteen esikäsittely ja kontaminaation hallinta

Pienen tilavuuden näytteet ja pullovedet (yht. 2 l per näyte) suodatettiin alipaineessa hopeapinnoitetulle kalvosuodattimelle (huokoskoko 5 µm). Suodattimet siirrettiin suodatinrasioihin, ja niiden annettiin kuivua jättämällä rasioiden kannet raolleen 20 tunnin ajaksi. Näytteiden esikäsittely ja kuivaus toteutettiin kokonaisuudessaan laminaarivirtauskaapissa näytteiden kontaminaation välttämiseksi.

Näytteiden kontaminoitumisen minimoimiseksi kaikki näytteen kanssa kosketuksissa olevat astiat ja työvälineet pestiin huolellisesti Milli-Q-vedellä ennen käyttöä. Näytteiden esikäsittelyn ja analyysin aikana tutkijat pukeutuivat valkoisiin laboratorioasusteisiin (100% puuvilla), eikä laboratoriohuoneessa ollut tekstiilejä (verhot, matot, tuolit). Kontaminaatiotestien perusteella ilmvälitteinen kontaminaatio oli hyvin vähäistä laboratoriotilassa eikä sitä havaittu lainkaan laminaarivirtauskaapissa 48 tunnin aikana.

4 MIKROMUOVIEIN TUNNISTAMINEN

Mikromuovit analysoitiin mikroskooppiavusteisella fourier-muunnosinfrapunalaitteella (µFTIR). Spotlight 200i -laitteisto koostuu kahdesta toisiinsa kytketystä yksiköstä: FTIR-spektrometristä (Spectrum Two, Perkin Elmer) ja mikroskoopista MD-MCT-detektorilla ja automaattisella näytetasolla (Spotlight, Perkin Elmer). Näytteet analysoitiin seuraavin asetuksin: spektrialue 4000-600 cm⁻¹, spektriresoluutio 4 cm⁻¹ ja 18 ajoa. Hiukkasten identifiointi perustui mitatun spektrin vertailuun kirjastospektreihin (kirjastossa 6000 spektriä).

Suuren tilavuuden näytteistä poimittiin muovia muistuttavat hiukkaset suodatinverkolta pinseteillä ja ne asetettiin ZnSe-ikkunan päälle transmianssi-mittausta eli näytteen läpi kulkeneen säteilyn mittaamista varten. Pienen tilavuuden näytteet ja pullovedet analysoitiin suoraan hopeapinnoitetulta kalvosuodattimelta reflektanssi-mittauksella eli mittaamalla näytteestä heijastunut säteily. Reflektanssimittauksissa kahdelta 5 mm x 5 mm alueelta valittiin kaikki muovia muistuttavat hiukkaset analyysiin. Suodattimen efektiivisestä pinta-alasta analysoitiin siten 14 %.

5 TULOKSET JA POHDINTA

Suuren tilavuuden näytteistä havaittiin mikromuovia vain Nurmijärven Veden verkostoon lähtevästä vedestä ja HSY:n raakavedestä. Ensin mainitusta näytteestä tunnistettiin kaksi muovihiukkasta (polyeteeni ja polymetyylimetakrylaatti) 500 litrassa ja HSY:n raakavedestä yksi hiukkanen (olefin) 30 litrassa.

Pienen tilavuuden näytteistä mikromuoveja löydettiin kaikista muista näytteistä paitsi HSY:n verkostovedestä. Verkostovesien mikromuovipitoisuuksien keskiarvot vaihtelivat välillä 0–9 kpl/l. Kaikilla kolmella vesilaitoksella mikromuovien pitoisuuksissa havaittiin selkeä laskeva trendi raakaveden ja käsitellyn veden välillä. Tämä osoittaa vesilaitosten fysikaalisten ja kemiallisten puhdistustekniikoiden poistavan tehokkaasti vedestä kiintoainetta.

Pienen tilavuuden näytteiden mikromuovien lukumäärällisiin tuloksiin on suhtauduttava varauksella, sillä tutkitun pienemmän kokoluokan mikromuovien tunnistaminen ei ole yhtä luotettavalla tasolla kuin suuren tilavuuden näytteiden kohdalla. Myös rinnakkaisnäytteiden välillä oli suurta vaihtelua, mikä voi johtua matalista mikromuovien lukumääräpitoisuuksista.

Toisaalta rinnakkaisnäytteiden suuri suhteellinen keskihajonta on varsin tyyppillistä myös aikaisemmin julkaistuissa tutkimuksissa.

Tämän esiselvityksen perusteella ei voi vetää johtopäätöksiä mikromuovien esiintyvyydestä kolmen tutkitun vesilaitoksen verkostovesistä tai verkostovesistä laajemmin, sillä näytteet on otettu kertanäytteenä yhdestä vesijohtoverkoston pisteestä ja hanasta. Vesijohtoverkoston ja kiinteistön vesiputkiston kunnolla saattaa olla vaikutusta mikromuovien määriin, mutta se tulisi selvittää paljon laajemmassa tutkimuksessa, jossa näytteitä kerättäisiin useista hanoista erityyppisiltä verkostoalueilta.

Toisesta pulloitetusta lähdevedestä ei löydetty mikromuovia. Sen sijaan toisessa pulloitetussa lähdevedessä oli rinnakkaisnäytteiden välillä eroa: yhdestä kahden litran näytteestä ei löytynyt mikromuovia, mutta kahdesta muusta kahden litran näytteestä tunnistettiin kummastakin kaksi mikromuovihiukkasta. Aikaisemmin julkaistuissa kansainvälisissä tutkimuksissa on myös osoitettu yksittäisten pullojen välillä olevan merkittäviä eroja. Verrattuna edellä esitettyihin verkostovesien lukumääräpitoisuuksiin pulloveden mikromuovipitoisuudet näyttäisivät olevan melko samalla tasolla tai erot eivät ole ainakaan tilastollisesti merkitseviä.

6 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN

Talousveden ja pulloitetun veden mikromuovit ovat puhuttaneet viime aikoina laajalti. Taulukkoon 1 on koottu kuuden vertaisarvioidun julkaisun tulokset raaka-, vesilaitos-, verkosto- ja pullovesistä ja keskeisiä tietoja tutkimusmenetelmistä.

Tutkimukset voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan: 1) suuren tilavuuden näytteistä (vähintään useita satoja litroja) on määritetty 20 µm ja sitä suuremmat mikromuovihiukkaset ja 2) pienen tilavuuden näytteistä (alle litrasta muutama litroihin) on määritetty pienimmillään 1 µm mikromuovihiukkaset. Raportoitujen mikromuovien pitoisuudet vaihtelevat tutkimusten välillä suuresti. Pienimmillään mikromuoveja (>20 µm) määritettiin raakavedestä 0–7 kpl/m³ ja hanavedestä 0 kpl/m³, kun taas korkeimmillaan raakaveden mikromuovipitoisuus (>1 µm) oli 3600 kpl/l ja pullovedessä 6300 kpl/l. Näiden kahden raakavesitutkimuksen välillä on vähintään 500 000-kertainen ero mikromuovien lukumääräpitoisuuksissa.

Tulosten vertailu tutkimusten välillä on perusteltua vain silloin, kun tutkimuksissa on tarkasteltu saman kokoluokan mikromuoveja. Kokoluokan lisäksi mikromuovien määrittäminen perustuu erilaisiin tekniikoihin: värjäysmenetelmä, elektronimikroskooppi, FTIR ja Raman, joista vain kahdella viimeisellä pystytään kemiallisesti identifioimaan muoveja.

Tämä lyhyt kirjallisuustarkastelu osaltaan osoittaa, että mikromuovitutkimus kaipa kipeästi harmonisoituja näytteenotto-, esikäsitely-, identifiointi- ja kvantitointimenetelmiä luotettavien ja vertailukelpoisten tulosten takaamiseksi ja pitävien johtopäätösten tekemiseksi.

7 RISKINARVIOINTI

Altistumme mikromuovihiukkasille ruuan, veden ja ilman kautta. Mikromuovihiukkasten esiintymisestä elintarvikkeissa ja vedessä sekä niiden osuudesta ilman/sisäilman pienhiukkasissa on vielä vain vähän tietoa, ja olemassa olevat tutkimukset eivät ole välttämättä vertailukelpoisia. Täten juomaveden kautta saadun altistuksen osuutta kokonaisaltistukseen on mahdoton arvioida nykytiedon perusteella.

Elintarvikkeista mikromuoveja on meren elävien lisäksi löytynyt hunajasta, oluesta ja suolasta. Kaloissa mikromuovihiukkaset ovat pääsääntöisesti löydetty kalojen ruuansulatuskanavasta. Koska kalojen perkaamisen yhteydessä ruuansulatuskanava usein poistetaan eikä syödä,

Taulukko 1. Keskeisiä tietoja aikaisemmin julkaistuista vertaisarvioituista tutkimuksista.

Artikkeli	Näyte	Pitoisuus	Yksikkö	Hiukkas-koko	Näyte-tilavuus	Määrittymenetelmä	Muuta
Kosuth ym. (2018)	Hanavesi	0–61	kpl/l	2,5 µm	0,5 l	Rose Bengal – värjäys, mikroskooppi	Antropogeenisia hiukkasia, siis sellaisia joihin väri ei tarttunut ja kestävätkä mekaanista räsitusta
Mintenig ym. (2019)	Raakavesi	0–7	kpl/m ³	>20 µm	300–1000 l	Kvanttava FTIR	Raakavesi otettiin pohjavesikaivosta, monivaiheinen näytteenesikäsittely; havaitut hiukkaset 50–150 µm
	Hanavesi	0			1200–1500 l		
Pivokokonsky ym. (2018)	Raakavesi	1500–3605*	kpl/l	>1 µm	9–27 l	Kvantitointi SEM:llä (+FTIR+Raman)	Mikromuovien kvantitointi perustuu SEMiin, Näytetilavuudet: SEM 27 l, spektr.: 9 l
	Verkostoon lähtevä vesi	340–630*					
Mason ym. (2018)	Pullovesi	0,2–30 (>100 µm) 3–2200 (6,5–100 µm)	kpl/l	>6,5 µm	0,5–2 l	6,5–100 µm: Nile red –värjäys, optinen mikroskooppi >100 µm: NR + FTIR	Pienistä hiukkasista laskettiin värjäytyneet hiukkaset
Oßmann ym. (2018)	Pullovesi	2600–6300*	kpl/l	>1 µm	0,25 l	µRaman	RSD:t ≈ 1
Schymanski ym. (2018)	Pullovesi	2–241	kpl/l	>1 µm	0,7–1,5 l	µRaman	Tulokset esitetty jakamalla mikromuovit neljään kokoluokkaan.

*Artikkelissa ilmoitettujen keskiarvojen vaihteluväli

kaloja ei pidetä merkittävänä mikromuovialtistuksen lähteenä ihmiselle. Sen sijaan simpukat voivat toimia altistuksen lähteenä ja niistä on mitattu mikromuoveja 360–470 kpl/kg (EFSA 2016). Hunajasta mikromuoveja on löydetty 9–166 kpl/kg, suolasta 7–680 kpl/kg ja oluesta 17–25 kpl/l (EFSA 2016).

Englannissa tehdyn tutkimuksen mukaan kotona yhden ruokailun aikana halkaisijaltaan juomalasin kokoiselle alustalle laskeutui 14 muoviperäistä kuitua ja lautaselle 114 kuitua samassa ajassa (Catarino ym., 2018). Sama tutkimus arvioi, että päivässä altistutaan kotipölyn sisältämille muoviperäisille kuiduille 37–187 kpl verran. Sisäilman pölyn mikromuovimäärät voivat vaihdella huomattavasti ja riippuvat mm. asunnon asukasmäärästä, kalustuksesta, ilmanvaihdosta ja siivouksesta.

Euroopan ruokaturvallisuusvirasto on arviossaan todennut, että mikromuoveille altistumisesta, niiden kulkeutumisesta ruuansulatuskanavassa ja partikkeleiden toksisista ominaisuuksista on liian vähän tietoa, jotta riskinarviointi voitaisiin tehdä (EFSA 2016).

Mikromuovien koko on tärkeä tekijä niiden elimistöön imeytymisen kannalta ja nykykäsityksen mukaan vain pieni osa mikromuovihiukkasista kykenee läpäisemään suolen seinämän. Yli 150 µm hiukkaset eivät pääse ruuansulatuskanavasta sisään muualle elimistöön ollenkaan ja kokoluokan 1,5 µm – 150 µm hiukkasista on arvioitu, että 0,3 % pystyy mahdollisesti siirtymään/siirretään suolesta muualle elimistöön. Tietoa siitä, mitä näille hiukkasille elimistössä tapahtuu ja mitä niiden aiheuttamat mahdolliset haitat ihmiselle ovat, ei nykyään vielä ole.

Mikromuovihiukkaset voivat sisältää niihin joko lisättyjä tai niihin ympäristöstä kerääntyneitä kemikaaleja. Näitä ovat esim. bisfenoli-A (BPA), ftalaatit ja bromatut tulentorjuntakemikaalit. Se mahdollinen lisääntymisriski, minkä mikromuovihiukkasten sisältämät kemikaalit aiheuttavat yhdisteiden muista lähteistä tulevan kokonaisaltistuksen lisäksi on arvioitu tuoreessa tutkimuksessa merkityksettömäksi (Rist ym., 2018).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Tutkittujen vesilaitosten prosessit poistavat tehokkaasti hiukkasia raakavedestä.
- Littrasta vesijohto- tai pullovetä voi löytyä muutamia yli 10 µm kokoisia muovihiukkasia.
- Mikromuovien näytteenotto- ja analyysimenetelmiä on välttämätöntä kehittää, harmonisoida ja standardisoida, jotta tuloksia pystytään vertailemaan tutkimusten välillä.
- Tutkittavalla hiukkaskoolla ja myös niiden muodolla on suuri vaikutus näytteenottomenetelmiä ja analyysimenetelmiä suunniteltaessa.
- Riskinarvioinnin osalta täytyy saada tarkempaa tietoa altistumisen kokonaismäärästä ja laadusta sekä muovihiukkasten mahdollisten haittojen annos-vastetietoa, ennen kuin mikromuovihiukkasten riski pystytään luotettavasti arvioimaan.
- Ihmiset voivat altistua mikromuoveille myös ravinnon ja hengitysilman kautta, mutta toistaiseksi eri altistusreittien suhteellisia merkityksiä mikromuovien kokonaisaltistukseen ei tunneta.

VIITTEET

Budimir, S., Setälä, O. & Lehtiniemi, M. (2018) Effective and easy to use extraction method shows low numbers of microplastics in offshore planktivorous fish from the northern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 127, 586–592.

EFSA Panel on contaminants in the food chain (CONTAM) (2016) Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal* 14 (6): 4501.

- Catarino A.I., Macchia V., Sanderson W.G., Thompson R.C., Henry T.B. (2018) Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution* 237, 675-684.
- Kosuth M., Mason S.A. & Wattenberg E.V. (2018) Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *Plos One* 13(4): e0194970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>
- Mason S.A., Welch V.G. & Neratko J. (2018) Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in Chemistry* 6:407. doi: 10.3389/fchem.2018.00407
- Mintenig S.M., Löder M.G.J., Primpke S. & Gerdtz G. (2019) Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Science of the Total Environment* 648, 631-635.
- Oßmann B.E., Sarau G., Holtmannspötter H. Pischetsrieder M., Christiansen S.H. & Dicke W. (2018) Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Research* 141, 307-316.
- Pivokonsky M., Cermakova L., Novotna K., Peer P., Cajthaml T. & Janda V. (2018) Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Science of the Total Environment* 643, 1644-1651.
- Railo, S., Talvitie, J., Setälä, O., Koistinen, A., Lehtiniemi, M. (2018) Application of an enzyme digestion method reveals microlitter in *Mytilus trossulus* at a wastewater discharge area. *Marine Pollution Bulletin* 130, 206-214
- Rist S., Almroth B.C., Hartmann N.B., Karlsson T.M. (2018) A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Science of the Total Environment* 626, 720-726.
- Setälä, O., Magnusson, K., Lehtiniemi M., Norén, F. (2016) Distribution and abundance of surface water microlitter in the Baltic Sea: A comparison of two sampling methods. *Marine Pollution Bulletin* 110 (1):177-83.
- Schymanski D., Goldbeck C., Humpf H.-U. (2018) Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research* 129, 154-162.
- Talvitie, Julia. (2018) Wastewater treatment plants as pathways of microlitter to the aquatic environment. Aalto-yliopisto, väitöskirja (117 sivua). <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/30720/isbn9789526079806.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- UNEP and GRID-Arendal, 2016 Marine Litter Vital Graphics. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. Nairobi and Arendal. www.unep.org, www.grida.no