

# Liikennealueiden mikromuovien ja niihin sitoutuneiden haitta-aineiden hallinta

*Tieliikenteessä muodostuvat, erittäin kuormittavat muovihiukkaset kulkeutuvat vesistöihin ja mahdollisesti myös ihmisten elintarvikeketjuun.*

*Professori Dr. Ing. Claus Schusterin johtama ympäristöprosessiteknikan laboratorio Etelä-Westfalenin ammattikorkeakoulussa Meschedessä ja Andre Gerwens ENREGIS GmbH:n teknillisestä laboratoriosta Sundernissa ovat lähestyneet ongelmaa tieteellisesti ja voivat suositella seuraavia ratkaisuja.*

Ympäristön saastuminen mikromuovista, erityisesti vesiekosysteemien osalta, on viime aikoina ollut tieteellisen ja yleisen huomion kohteena. Keskustelun yksi näkökulma on muovihiukkasten hyvin hidas hajoaminen ympäristössä ja mahdollisuus mikromuovien pääsyyn ravintoketjuihin.

Mikromuovilla tarkoitetaan muovipartikkeleita, joiden koko on 0,001 - 5 mm. Yksityiskohtaisemmin ne erotellaan primaari- ja sekundäärimikromuoveihin. Primäärit mikromuovit ovat niitä muoviosia, jotka ovat kohdennetun valmistuksen tuotteita. Kun taas sekundäärimikromuovit syntyvät kemiallisten ja fysikaalisten ikääntymis- ja hajoamisprosessien (BFR-informaatio) kautta. Tässä yhteydessä suuremmat muovihiukkaset hajoavat vähitellen pienemmiksi mikromuovihiukkasiksi.

Jos primääriset ja sekundääriset hiukkaset löytävät tiensä valtameriin, esim. vesistöjen kautta, voi tämä johtaa siihen, että meren elävät sekoittavat muovihiukkaset ruokaan. Hiukkaset voivat pahimmassa tapauksessa johtaa ruoansulatuskanavan tukkeutumiseen tai sisäisiin vammoihin. Ajan kuluessa näiden hiukkasten päätyminen eläinten ruoansulatukseen voi johtaa mikromuovisten aineiden kertymiseen ihmisen elintarvikeketjuun (Schuhen et ai. 2018).

Syötyjen mikromuovihiukkasten aiheuttamien riskien ohella, vieraalla aineella on muitakin vaaroja, joita aiheutuu mikromuoveissa käytetyistä lisäaineista ja siitä, että epäpuhtaudet mahdollisesti adsorboituvat muovihiukkasten pinnoille. Esimerkiksi muovien valmistuksessa käytetyt lisäaineet voivat vapautua veteen tai jopa vesieliöiden ruoansulatuskanaviin.

PVC:n kaltaisissa materiaaleissa pehmittäjinä käytettävät ftalaatit saattavat vapautua ympäristöön. On vahvoja epäilyksiä siitä, että joillain näistä pehmittäjistä on hormonaalisia vaikutuksia, joten ne voidaan luokitella sekä lisääntymiselle vaarallisiksi että erittäin vaarallisiksi ympäristölle, lisäksi niitä olisi myös pidettävä erittäin karsinogeenisinä. On vaarana, että nämä lisäaineet voivat kerääntyä elintarvikeketjun korkeammille tasoille, mikä johtaisi huomattavasti suurempiin rasituksiin, esimerkiksi ihmiskehossa (ARGE Nano 2018).

Mikromuoveilla on myös taipumus kerryttää vaarallisia aineita, kuten PCB, DDT tai jopa HCH, muovipinnoille adsorptiovaikutusten avulla. Olosuhteiden muuttuessa, esimerkiksi muovien joutuessa ruoansulatuskanavaan, aikaisemmin kertyneet aineet voivat vapautua. Tämä johtaisi paikallisesti haitta-ainepitoisuuksien nousuun moninkertaisiksi ympäröivään veteen nähden.

Orgaanisten epäpuhtauksien lisäksi on näyttöä metallien, kuten alumiinin, lyijyn, kromin, kuparin ja sinkin pitoisuuksien suuresta määrästä mikromuovihiukkasissa. Luonnollisiin sedimentteihin verrattuna - joihin tiedetään myös kerääntyvän metalleja - mikromuovien on osoitettu kykenevän sitomaan huomattavasti suurempia määriä epäpuhtauksia. Koska nämä epäpuhtaudet vapautuvat sitten paljon hitaammin ovat kertyneet pitoisuudet paljon suuremmat kuin luonnollisissa sedimenteissä (Umweltbundesamt 2015).

Kemiallisten ja fysikaalisten ikääntymis- ja hajoamisprosessien tuloksena syntyvät sekundääriset mikromuovit aiheuttavat suuren osan mikromuovipäästöistä. On arvioitu, että pelkästään Saksassa ympäristöön päästetään vuosittain 364 000 tonnia mikromuoveja. Tästä määrästä noin 33 prosenttia voidaan liittää tieliikenteeseen (Stiftung Warentest 2018). Tällä hetkellä saatavilla olevat tiedot viittaavat siihen, että renkaiden kuluminen on merkittävä liikenteen mikromuovipäästöjen lähde, ensin teiden ja moottoriteiden varrella, ja myöhemmin niiden hulevesijärjestelmissä. On kuitenkin huomattava, että tällä hetkellä on saatavilla hyvin vähän dataa ja että monet päätelmät perustuvat pikemminkin laskelmiin kuin kokeellisiin tutkimuksiin (Bertling ym. 2018).

Nämä epävarmuustekijät tietojen saatavuudessa sekä tiedotusvälineissä käyty keskustelu ovat johtaneet siihen, että hajautettujen hulevesijärjestelmien kehittäjät etsivät aiempaa edistyneempiä tapoja haitta-aineiden sitomiseksi ja olemassa olevien järjestelmien luotettavuuden parantamiseksi niiden käyttöiän aikana.

ENREGIS GmbH:n teknisessä laboratoriossa Sundernissä on laaja valikoima koelaitteita ja mittausmenetelmiä helpottamaan ratkaisujen löytämistä kysymyksiin, jotka ylittävät nykyisen tekniikan tason. Aiheita käsitellään ja tutkitaan tieteellisesti yhteistyössä Etelä-Westfalenin ammattikorkeakoulun ympäristöprosessiteknikan laboratorion kanssa.

Yleisimmin hulevesiä selkeytetään laskeutus- tai sedimentointimenetelmillä ennen niiden pääsyä vesistöön tai pohjaveteen.

Tätä taustaa vasten ammattikorkeakoulussa tehdyt peruskokeet määrittivät, kuinka ENREGIS-järjestelmät soveltuvat mikromuovimateriaalien keräämiseen.



*Kuva 1: Laskeutuvien aineiden määrittäminen; rengasjauhe ei laskeudu*

Nämä laboratoriotutkimukset suoritettiin käyttäen hienoksi jauhettua renkaan kumia, koska voidaan olettaa, että hajautetun hulevesien hallinnan järjestelmiin päätyy renkaiden kulumisesta johtuen juuri tällaista materiaalia.

DIN 38 409 H 9 -2: een (ks. Kuva 1) perustuvassa kokeessa havaittiin, että rengashiukkaset imivät itseensä hyvin vähän vettä ja että suurin osa hiukkasista ei edelleenkään laskeutunut yli 12 tunnin pidennetyn altistumisajan jälkeen. Suppilon uudelleen sekoittamisella ei ollut käytännössä vaikutusta kumin sedimentoitumisnopeuteen. Rengasjauhetta ei siten voida tyydyttävästi pidättää yksinkertaisilla sedimentoitumisprosesseilla.

Osittain rengasjauhetta voidaan pidättää järjestelmillä, joissa on sekä vettä raskaamman aineksen, että kevyiden aineiden pidättämiseen soveltuvat toiminnot, kuten esimerkiksi ENREGIS / Vivo Pipe<sup>®</sup> -sedimentaatioputkissa.

Valitettavasti myös hulevesien hallintaa koskevat määräykset (esim. DWA M-153, ÖNORM, DIBt-hyväksyntä) edellyttävät vain osittaista epäpuhtauksien poistoa ja sallivat epäpuhtauksien jopa 80-prosenttisen läpimenon puhdistusjärjestelmissä. Lisäksi käytännössä puhdistusjärjestelmien yläpuoliset pato- ja virtauksenhallinta rakenteet ovat usein puutteellisia, mikä johtaa puhdistusjärjestelmien ylikuormitukseen. Tämä ei ainoastaan johda huomattavien epäpuhtausmäärien läpivirtaukseen puhdistusjärjestelmissä vaan aiheuttaa usein myös jo kertaalleen pidättyneiden epäpuhtauksien uudelleen vapautumista.

Puhdistusprosessin parantamiseksi tarvitaan sedimentoinnin lisäksi vielä toinen käsittelyvaihe. Tämän lisävaiheen on kyettävä pysyvästi sitomaan hienojakoista ainesta, minkä lisäksi sen on kyettävä ottamaan pysyvästi talteen yllä mainittuja mikromuoveihin kiinnittyneitä orgaanisia ja epäorgaanisia epäpuhtauksia. Tämä voidaan saavuttaa suodatinsubstraateilla, joiden mekaanisia suodatusominaisuuksia täydentävät kyky sitoa ja lopulta hajottaa liuenneet aineet sadevedestä adsorptiolla ja biologisilla prosesseilla.

Tässä yhteydessä tutkittiin erilaisten teknisten suodatinsubstraattien, kuten ENREGIS GmbH:n järjestelmissä käytettyjen ”ENREGIS / Biocalith<sup>®</sup>”, tehokkuutta (kuva 2). Laboratoriotutkimusten järjestelyt ja menetelmät perustuvat erilaisiin eurooppalaisiin standardeihin ja hyväksyntäohjeisiin, esim. DIBt-hyväksyntä sadeveden hallintajärjestelmille ja itävaltalainen ÖNORM B 2506-3 -standardi ”Kattojen ja läpäisemättömien pinnoitteiden hulevesien käsittelyjärjestelmät”. Tarvitaan kuitenkin varotoimia sen varmistamiseksi, että rengasjauhe ei jää veden pinnalle, vaan se saadaan kulkemaan suodatinmateriaalin läpi ja pidättymään suodattimeen.



*Kuva 2: ÖNORM B 2506-3: n koejärjestely eri substraateilla*

Pidätystulokset olivat hyvät molemmilla testatuilla ENREGIS-substraateilla. Rengasjauhe pidättyi jopa yli 90-prosenttisesti. Erityisesti ENREGIS / Biocalith<sup>®</sup> K-substraatilla havaittiin selkeä rengasjauheen pidättyminen suodatinrakenteen sisään (katso kuvio 3). Rinnakkaisessa kokeessa ENREGIS / Biocalith<sup>®</sup> MR-F1 / -F2-substraatilla havaittiin rengaspölyn kulkeutuminen syvälle suodatinaineeseen ja näin ollen tehokas puhdistusprosessi.



*Kuva 3: Kakun muodostus*

Mikromuovihiukkasten hyvän mekaanisen pidättymisen lisäksi tähän mennessä saatu positiivinen kokemus muissa sovelluksissa antaa syytä olettaa, että käyttämällä Enregisin substraattiteknologiaa myös muovihiukkasiin sitoutuneiden haitta-aineiden kohdalla päästään hyviin puhdistustuloksiin. Tämä päätelmä on nyt vahvistettava pitkäaikaisten tutkimusten yhteydessä.

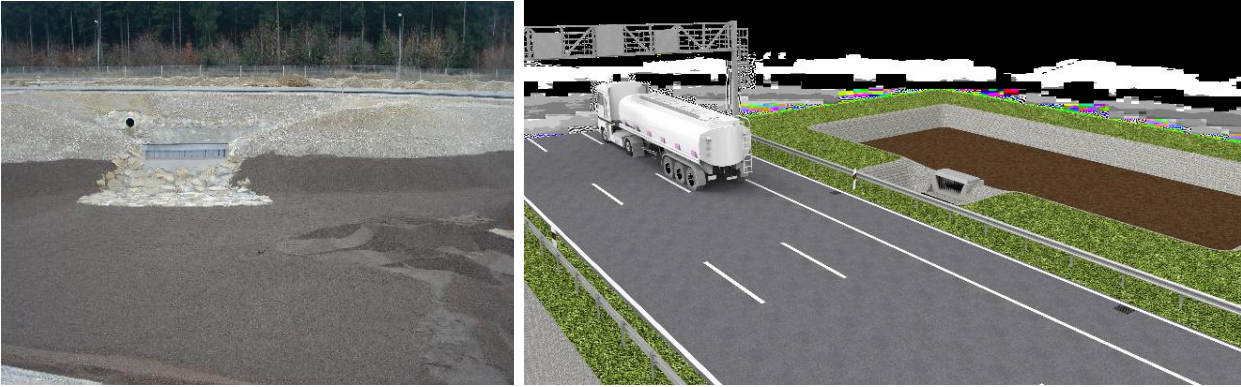
Kuvatut kokeet osoittavat kuitenkin jo, että ENREGIS<sup>®</sup>-hulevesijärjestelmät pidättävät tehokkaasti myös mikromuoveja ja niihin kiinnittyneitä haitta-aineita.

Esimerkiksi uusin ja olemassa oleviin hulevesijärjestelmiin asennettavissa oleva integroidun substraattisuodattimen sisältävä ENREGIS / Vivo<sup>®</sup> CRCsorp -järjestelmä on hyvä tapa pidättää mikromuoveja hulevesistä. (kuva 4).



*Kuva 4: ENREGIS / Vivo<sup>®</sup> CRCsorp asennettuna hulevesikaivoon*

Suurten pinta-alojen ja voimakkaasti kuormittuneiden alueiden hulevesien käsittelyssä käytetään ENREGIS / Vivo<sup>®</sup> TRP -järjestelmiä (kuva 5) yhdessä niitä täydentävien suodatusrakenteiden kanssa.



*Kuva 5: ENREGIS / Vivo<sup>®</sup> TRP yhdistettynä biosuodatusalueeseen.*

Tekniset suodatinsubstraatit takaavat mikrohiukkasten kerääntymisen ja pidättymisen ja estävät takaisin huuhtoutumista. Substraattien sitomiskyky ja niiden mahdollistamat biologiset puhdistusprosessit mahdollistavat epäpuhtauksista irtoavien haitta-aineiden talteenoton ja käsittelyn tavalla, joka ylittää nykyiset DIBt-hyväksynnän ja ÖNORM -standardin vaatimukset.

## Viitteet

ARGE Nano (2018): Mikro Kunststoffe. Grundlagen und Sachstand. Gerhard Ottin, Ulrich Wursterin ja Jürgen Zipperle. Julkaisija LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Saatavana verkossa osoitteessa <http://www4.lubw.badenwuerttemberg.de/servlet/is/254486/?shop=true&shopView=6644>, viimeksi tarkastettu 08.03.2019.

Bertling, Jütrgen; Bertling, Ralf; Harmann Leandra (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkung, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie. Julkaisija UMSICHT. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik. Oberhausen.

BFR: Fragen und Antworten zu Mikroplastik. Usein kysytyt kysymykset päivätty 1. joulukuuta 2014. Saatavilla osoitteessa <https://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-mikroplastik.pdf>, viimeksi tarkistettu 08.03.2019.

Schuhen, Katrin; Sturm, Michael Toni; Kluczka, Sven; Wilde, Axel; Wasser 3.0 / abcr GmbH; Anasysta e.K. (2018): Detektion von Mikroplastik. Julkaisija Analytik News. Saatavana verkossa osoitteessa <https://www.analytik-ews.de/Fachartikel/Volltext/wasserdreinull1.pdf>, viimeksi tarkistettu 08.03.2019.

Stiftung Warentest (2018): Mikroplastik. Wie gefährlich sind winzige Kunststoffteilchen. Julkaisija Stiftung Warentest. Saatavana verkossa osoitteessa <https://www.test.de/Mikroplastik-Wie-gefaehrlich-sind-diewinzigsten-Kunststoffteilchen-4817845-0/>, viimeksi tarkastettu 08.03.2019.

Umweltbundesamt (2015): Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis ja Handlungsbedarf. Yhteistyössä Bettina Liebmannin, Heike Brielmannin, Holger Heinfellnerin, Philipp Hohenblumin, Sebastian Köppelin ja Stefan Schaden. Julkaisija Umweltbundesamt GmbH. Wien. Saatavana verkossa osoitteessa <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0550.pdf>, viimeksi tarkistettu: 08.03.2019.

### Kirjoittaja:

Prof. Dr.-Ing. Claus Schuster  
Oelinghauser Heide 138  
D-59757 Arnsberg  
Fon: +49 2935 805611  
Faksi: +49 2935 805612  
[schuster.claus@fh-swf.de](mailto:schuster.claus@fh-swf.de)

### Materiaalipyynnöt:

Enregis Suomi / Oy Haveno Ab  
Juhani Hujala  
[juhani.hujala@enregis.fi](mailto:juhani.hujala@enregis.fi)  
+358 9 805 6610