



▲ Tutkimuksissa mitattiin myös työntekijöiden altistumista bitumihiuruille ja PAH-yhdisteille kierrätysmat eriaalia sisältävän asfalttimassan sekoitus- ja levitystyössä.

Aiheutuuko kierrätysbitumista ympäristö- tai terveysriskejä?

Lahden ammattikorkeakoulun opinnäytetyössä tutkittiin, syntykö bitumikatteiden kierrätyksestä PAH-yhdisteiden aiheuttamia riskejä ympäristölle tai asfalttityöntekijöiden terveydelle. Tulosten perusteella riskit ovat matalia.

■ PAULIINA AHOKAS, MERVI PULKKINEN, LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU



LAMK

Yhdiste	SHPEko (mg/kg)	SVP (mg/kg)	CASE A (mg/kg)	CASE B (mg/kg)
Antraseeni	1,6	0,039	0,017	0,14
Bentso(a)antraseeni	2,5	0,025	0,048	0,35
Bentso(a)pyreeni	7	0,052	0,034	0,18
Bentso(k)fluoranteeni	38	0,38	0,022	0,17
Fenantreeni	31	3,3	0,16	1,4
Fluoranteeni	260	1	0,15	1,5
Naftaleeni	17	0,12	0,0091	0,014
PAH-yhdisteet	14,7	0,19	0,81	5,9

▲ Taulukossa on vertailtu eräiden PAH-yhdisteiden SVP- ja SHPEko-pitoisuuksia näytteiden 1A–10B ja näytteiden 2A ja 2B aiheuttamiin PAH-pitoisuuksiin asfalttimassassa, joka koostuu kaksiprosenttisesti kierrätetystä bitumikatteesta.

Case A kuvaa tilannetta, jossa kaikki kymmenen tutkitun kuorman pitoisuudet ovat päätyneet käytettävään asfalttimassaan.

Case B kuvaa tilannetta, jossa vain suurempia pitoisuuksia sisältänyt kuorma päätyy asfalttimassaan (worst case scenario). Kaikki kyseiset PAH-pitoisuudet alittavat SHPEko-arvon. Case B:ssä SVP-arvon ylitys tapahtuu antraseenin, bentso(a)antraseenin, bentso(a)pyreenin, fluoranteenin ja kokonaispitoisuuden kohdalla. Case A:n kohdalla ylitys tapahtuu vain bentso(a)antraseenin ja kokonaispitoisuuden kohdalla. Todellisessa tilanteessa kuitenkin suuren PAH-pitoisuuden jätekuorma joko hylätään tai se sekoittuu muiden jätekuormien kanssa, jolloin lopullisen asfalttimassan todellinen pitoisuus pienenee huomattavasti, kuten case A:ssa. Vaikka kokonaispitoisuus lopullisessa asfalttimassassa ylittäisi SVP-arvon, jää aiheutuvan haitan esiintymisriski pieneksi yhdisteiden ollessa tiukasti bitumiin kiinnittyneinä.

Tanskalais-suomalainen Tarpaper Recycling Finland Oy on rakentanut vuoden 2014 alusta lähtien järjestettyä keräysverkostoa bitumikatteille. Yritys on kehittänyt kattohuovan murskaukseen soveltuvan murskainlinjan.

Kattohuoparuuhe soveltuu hyvin asfaltin raaka-aineeksi. Kattohuopajätteellä voidaan korvata osa aiemmin käytetystä bitumista.

Ennen bitumikatteen kierrättäminen asfaltin raaka-aineeksi ei ole ollut mahdollista, koska bitumikatteen keräys ei ole ollut järjestelmällistä. Materiaalin murskaus asfalttiteollisuuden vaatimaan raekokoon on myös todettu ongelmalliseksi tahmean ja kiviä sisältävän aineksen takia. Siksi kattohuopajäte on mennyt Suomessa joko kaatopaikalle tai polttoon.

Valtioneuvoston jäteasetuksessa (VNA 179/2012) on kuitenkin määritetty, että vuoteen 2020 mennessä vähintään 70 paino-

prosenttia rakennus- ja purkujätteestä tulee hyödyntää muutoin kuin energiantuotannossa. Lisäksi vuoden 2016 alussa astui voimaan asetus orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoituksesta (VNA 331/2013), minkä takia runsaasti orgaanista ainesta sisältävää bitumikatejätettä ei saa loppusijoittaa kaatopaikalle.

Asfalttiteollisuuden toive

Asfalttiteollisuus on esittänyt tarpeen selvittää purkukohteista kerättävän purkubitumin, ja erityisesti puhalletun bitumin kierrätyskelpoisuus. Lahden ammattikorkeakoulun ympäristösuojelutekniikan opiskelija **Pauliina Ahokas** teki opinnäytetyön aiheesta. Opinnäytetyössä tehdyn riskinarvioinnin tarkoituksena oli selvittää, mitä ekologisia tai asfalttityöntekijöiden terveyteen liittyviä riskejä bitumikatteen hyötykäytössä voi esiintyä.

Bitumikatteiden kierrätyksen ekologiset riskit ja terveyshaitat arvioitiin mataliksi.

PAH-pitoisuudet tarkkailussa

Ekologisena vaaratekijänä työssä nähtiin polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden kulkeutuminen ympäristöön, erityisesti vesistöihin ja pohjaveteen bitumikatteiden ja -rouheen välivarastoinnin aikana. Ympäristöriskien arviointia varten määritettiin kymmenen eri bitumikuorman PAH-pitoisuuksia.

Terveysriskien arvioinnissa vaaratekijäksi todettiin asfaltiteollisuuden työntekijän altistuminen PAH-yhdisteille haihtuneina sekä pölyyn kiinnittyneinä hiukkasina. Riskien arviointi tehtiin Työterveyslaitoksen teettämien työhygieenisten selvitysten perusteella.

PAH-yhdisteet koostuvat yhdestä tai useammasta aromaattisesta renkaasta ja niitä syntyy lähinnä epätäydellisen palamisen seurauksena. PAH-yhdisteillä on todettu olevan syöpää ja geenimutaatioita aiheuttavia vaikutuksia. Joidenkin yhdisteiden on todettu myös kerääntyvän kudoksiin ja olevan erittäin myrkyllisiä vesieliöille.

Riskit matalia

Työn tulosten ja PAH-yhdisteiden vähäisen kulkeutumisen perusteella ekologiset riskit bitumikatteiden kierrätyksessä arvioitiin mataliksi. Työhygieenisten selvitysten perusteella epätodennäköisiksi arvioitiin myös terveyshaitat, jotka aiheutuisivat bitumikatteiden hyötykäytöstä asfaltoinnissa.

Tutkimustulosten mukaan bitumijätetuormissa ei esiintynyt kaikkein haitallisimpia PAH-yhdisteitä, lukuun ottamatta yhden näytteen korkeampaa bentso(a)antraseenipitoisuutta. Suurin osa yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuuksista alitti laboratorion analyysimenetelmän määrittämisen. Jälkitarkastelussa osoittautui,

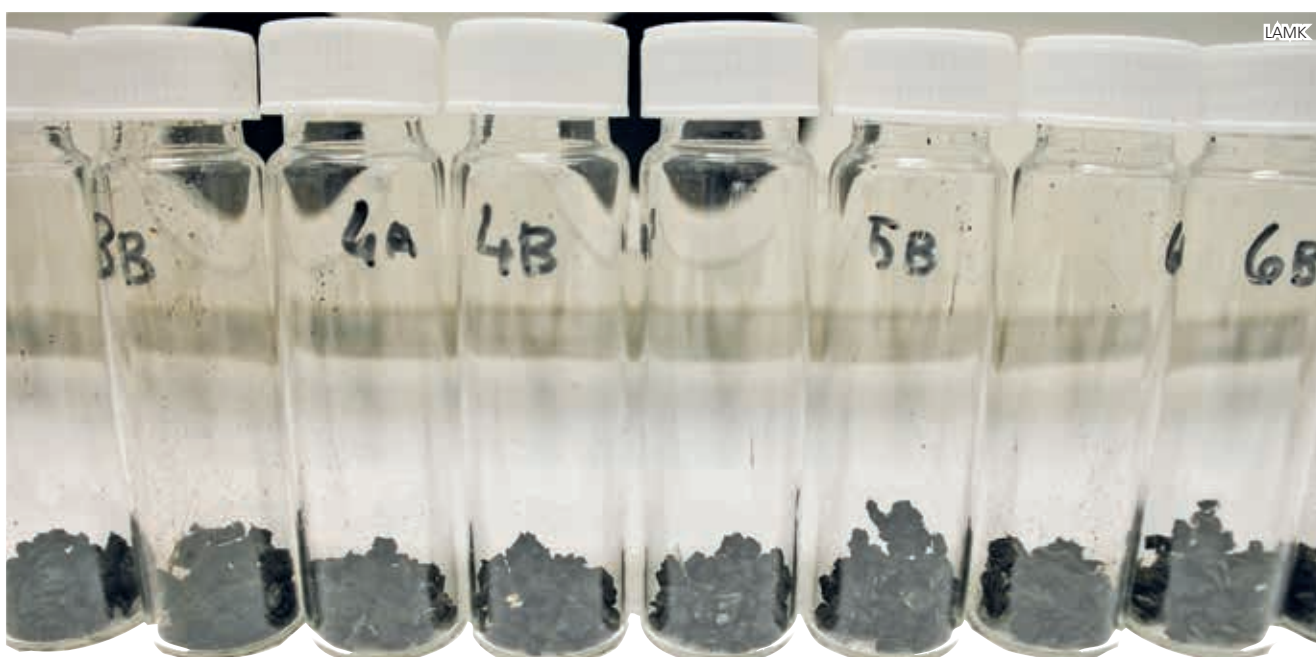
että suurempi PAH-pitoisuus yhdessä bitumikuormassa johtui purkukohteen iästä. Purkukohte oli 1950-luvulla rakennettu varastorakennukseksi. Vuosina 1890-1960 käytettiin asuin- ja teollisuusrakennusten kattorakenteissa kreosoottia kosteuden ja veden eristeenä. Kreosootti on kivihiilitervan tislauksen jäännös ja se sisältää satoja orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä, joista merkittävän suuri määrä koostuu yksinomaan PAH-yhdisteistä.

Suurimmat pitoisuudet bitumikuormissa koostuivat kryseenistä, fenantreenista, fluoranteenista sekä pyreenistä, jotka liukenevat yhdisteinä niukasti. Suurimman PAH-pitoisuuden sisältäneen näytteen antraseeni-, bentso(a)antraseeni-, bentso(a)pyreeni-, bentso(k)fluoranteeni-, fenantreeni-, fluoranteeni- ja naftaleeni-pitoisuudet alittivat ekologisin perustein määritellyt suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet.

Testatussa asfalttimassassa suurimman vaikutuksettomien pitoisuuden ylittivät antraseenin, bentso(a)antraseenin, bentso(a)pyreenin ja fluoranteenin pitoisuudet. Vaikka kokonaispitoisuus ylittyisi lopullisessa asfalttimassassa, jää aiheutuvan haitan esiintymistodennäköisyys kuitenkin pieneksi, koska yhdisteet ovat tiukasti kiinnittyneinä bitumiin.

Pitoisuudet pieniä

Työterveyslaitoksen teettämässä tutkimuksessa selvitettiin tuotettuja raaka-aineita sisältävän sekä kierrätettyä bitumika-temateriaalia sisältävän asfalttimassan emittoimien kaasun ja hiukkaspäästöjen laadullisia ja määrällisiä eroja. Tutkimuksessa mitattiin myös työntekijöiden altistumista bitumihuuruille ja PAH-yhdisteille kierrätysmateriaalia sisältävän asfalttimassan sekoitus- ja levitystyössä.



▲ Laboratoriotutkimuksissa kierrätysmateriaalia sisältävä näyte emitti suhteessa enemmän bitumihuuruja ja PAH-yhdisteitä kuin kenttä-tutkimuksissa, mutta näytteet eivät sisältäneet määrittämisen ylittäviä pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.

Käsikirja muovien kierrätykseen

Pasi Järvisen kirja *Muovien kierrätys ja hyötykäyttö Suomessa* toimii monessa tehtävässä. Se sopii kotitalouksien ja yritysten oppaaksi muovien lajittelussa ja käsittelyssä sekä alan oppikirjana. Pienenä varjopuolena on tilasto- ja taulukkotietojen odotettavissa oleva vanheneminen, mutta asia korjaantunee uusitulla painoksella lähivuosina.

■ LAURI LEHTINEN

Muovien kierrätys on viime vuosiin saakka tapahtunut valtaosin syntypaikalla. Ruiskuvalun ja ekstruuderin jäljiltä syntyneet leikkuujätteet ja hylkymateriaali on suhteellisen helppoa syöttää takaisin tuotantoon, jolloin lajittelua tai muuta käsittelyä ei tarvita. Tällainen kestopuovien uudelleen käyttäminen on ollut helpposti järjestettävissä ja samalla on välttytty sivuvirtojen käsittelyltä, varastoinnilta ja kuljetukselta.

Teollisuudessa ja maataloudessa on ollut myös kohteita, joissa on syntynyt suhteellisen puhdasta ja homogeenista jätettä, jonka kierrättäminen tai energiakäyttö on melko suoraviivaista. Tämän vuoden alusta uusi jätelaki on kieltänyt orgaanisen aineen sijoittamisen kaatopaikoille, joten käsiteltäväksi on tullut suuri määrä materiaalinsa puolesta hyvin vaihtelevia muoveja.

Tähän tilanteeseen kierrätyksen käsikirja on hyvin tervetullut. Se antaa selkeän kuvan siitä, miten muoveja lajitellaan ja käytetään, ja lisäksi se antaa numerotietoja muovien määrästä ja eri laatuojen osuuksista kierrätyksessä ja energiakäytössä sekä esimerkiksi polttolaitosten



päästöjen määrästä. Näiden tietojen osalta kirja on hyvin ajan tasalla, mutta ottaen huomioon alan suuren murroksen numerot muuttunevat paljon jo parissa vuodessa.

Järvisen kirja antaa hyvät tiedot eri muovilaatujen tunnistamiselle – sikäli kuin se ylipäättään on mahdollista ilman analysointilaitteistoa. Tieto riittää keskisuuren yrityksen tai maatalousmuovia keräävän 4H-piirin tarpeisiin.

Myös kotitalouden valistunut lajittelija pärjää hyvin näillä tiedoilla.

Se sopii myös oppikirjaksi sellaisilla alueilla, missä muovitekniikka tai tehokkaan kierrätysratkaisun kehittäminen eivät ole pääaineita. Henkilökohtaisesti näkisin sen sopivaksi esimerkiksi logistiikka-alan opetuksen osaksi.

Käytännön ohjeiden lisäksi kirjassa on selkeä katsaus alan trendeihin Euroopassa ja Suomessa. Myös hyötykäyttö on eritelty maittain, joten Euroopan alueelliset erot ovat nähtävissä.

Erityisen seikkaperäisesti kirja käsittelee suomalaisia muovien kierrätyslaitoksia sekä niiden tuottamia uusi-oraa-aineita. Samoin energiakäytön kohdalla käydään läpi jätevoimalat ja rinnakkaispolttolaitokset. Vantaan moderni jätevoimala antaa kuvan siitä, miten yhdyskuntajätteen poltettava osa nykyisin käsitellään.

Kirjan tärkeä osa on lopun taulukot, joiden avulla selviävät eri tuotteisiin yleisimmin käytetyt muovit sekä muovien lyhenteet. Niiden kohdalla myös alaan paremmin tutustunut joutuu ajoittain virkistämään muistiaan taulukosta luntaamalla. ■

Naftaleenin ja bentso(a)pyreenin pitoisuudet alittivat sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Asetuksen arvot ovat pienimpiä hengitysilman haitta-ainepitoisuuksia, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle.

Kenttätutkimusten ja laboratoriotutkimusten välillä havaittiin eroja. Laboratoriotutkimuksissa kierrätysmateriaalia sisältävä näyte emittoi suhteessa enemmän bitumihuujuja ja PAH-yhdisteitä, mutta näytteet eivät sisältäneet määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia syöpä- tai perimävaarallisia PAH-yhdisteitä. Vapautuneet pitoisuudet olivat suhteellisen pieniä ja emissiot muodostuivat lähinnä ärsyttävistä bitumihuujuista.

Lisäksi terveyteen vaikuttavan altistumisriskin hallitsemisen oleellinen osa on suositusten mukaisen suojavarustuksen käyttäminen, hygieniasta huolehtiminen ja asfalttimassan työstölämpötilan pitäminen annetuissa ohjeissa. ■

Lisätieto: Opinnäytetyö *PAH-yhdisteet bitumikatteissa ja niiden aiheuttamat riskit bitumikatteen kierrätykselle*, <https://www.theseus.fi/handle/10024/110919>

Osa REISKA-projektia

Artikkelissa käsitelty riskinarviointi tehtiin opinnäytetyönä Lahden ammattikorkeakoulussa, pääaineena ympäristönsuojelutekniikka. Työn ohjaajina toimivat **Mervi Pulkkinen** Lahden ammattikorkeakoulusta ja **Kati Tuominen** Tarpaper Recycling Oy:stä.

Opinnäytetyön aihe liittyi Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan alan Resurssitehokkuuden parantamisella tehoa liiketoimintaan -projektiin (REISKA, www.lamk.fi/reiska). Sen tavoitteena on kasvattaa Päijät-Hämeen PK-yritysten jäte- ja sivuvirtojen resurssitehokkuusosaamista projektissa kehitettävien ja pilotoitavien konkreettisten toimenpiteiden ja toimintamallien avulla. ■