

Huolta aiheuttavien aineiden esiintyminen Itämeren alueen rakennuksissa, rakennusmateriaaleissa ja rakennustyömailla

Hulevesi

Turun ammattikorkeakoulu

Liite 1

Kirjoittajat:

Riikka Vainio, Turun ammattikorkeakoulu

Osallistujina myös

Elsi Laine, Turun ammattikorkeakoulu

GoA 2.1 -työryhmä

Tarkastanut:

GoA 2.1 -työryhmä



Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3



NonHazCity

NHC3 GoA2.1. Tuotos D.2.1

Kesäkuu 2024

Aineisto on laadittu osana NonHazCity 3 -hanketta (nro C014) Euroopan unionin Interreg Baltic Sea Region -ohjelman tuella. Sisältö edustaa yksinomaan kirjoittajien, ei Euroopan komission mielipidettä.

Sisältö

Lyhenteet.....	4
Johdanto	5
Haitta-aineseulonta	5
Biosidit.....	5
Ftalaatit.....	6
Metallit	6
Per- ja polyfluoratut alkyyliyhdisteet (PFAS-yhdisteet)	6
Klooratut parafiinit	6
Orgaanisia fosforyyhdisteitä sisältävät palonestoaineet	7
Tutkimusmenetelmä.....	7
Näytteenottopaikat.....	7
Näytteiden kerääminen	8
Tulokset.....	11
PFAS-yhdisteet	11
Alkuaineet.....	11
Biosidit ja niiden muuntumistuotteet.....	12
Ftalaatit.....	13
Orgaanisia fosforyyhdisteitä sisältävät palonestoaineet	13
Klooratut parafiinit	14
Tulosten tulkinta ja pohdinta.....	14
Metallit	14
Biosidit.....	14
PFAS-yhdisteet	15
Ftalaatit.....	15
Orgaanisia fosforyyhdisteitä sisältävät palonestoaineet	15
Mahdolliset virheelliset lähteet.....	16
Johtopäätökset	16
Viitteet	16
Liitteet.....	18

Lyhenteet

AA-EQS	annual average environmental quality standard
Al	aluminium
COD	chemical oxygen demand
Cr	chromium
Cu	copper
DBP	dibutyl phthalate
DEHP	diethylhexyl phthalate
DiBP	diisobutyl phthalate
DIDP	diisodecyl phthalate
DINCH	1,2-cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester
DINP	diisononyl phthalate
DMP	dimethyl phthalate
DNOP	di-n-octyl phthalate
EQS	environmental quality standard
LCCP	long-chain chlorinated paraffins
MAC-EQS	maximum allowed concentration environmental quality standard
MCCP	medium-chain chlorinated paraffins
Ni	nickel
OPFR	organophosphate flame retardant
Pb	lead
PBDE	polybrominated diphenyl ether
PFAS	per- and polyfluoroalkyl substances
PFBA	perfluorobutanoic acid
PFBS	perfluorobutanesulfonic acid
PFCA	perfluorocarboxylic acid
PFHpA	perfluoroheptanoic acid
PFHxA	perfluorohexanoic acid
PFHxS	perfluorohexanesulfonic acid
PFNA	perfluorononanoic acid
PFOA	perfluorooctanoic acid
PFOS	perfluorooctanesulfonic acid
PFPeA	perfluoropentanoic acid
PFSA	perfluorosulfonic acid
PP	polypropylene
PVC	polyvinyl chloride
SCCP	short-chain chlorinated paraffins
TCP	tris(2-chloro-1-methylethyl) phosphate
WFD	Water Framework Directive
Zn	zinc
6:2 FTS	6:2 fluorotelomer sulfonate

Johdanto

Sekä sisä- että ulkotiloissa käytettävät rakennusmateriaalit saattavat sisältää kemiallisia aineita, jotka voivat vaarantaa ihmisten terveyden ja ympäristön. Ulkomateriaaleissa käytetyt vaaralliset aineet voivat huuhtoutua materiaalista sadeveteen ja päätyä valumavesien mukana vesistöihin tai maaperään.

Euroopassa on tutkittu rakennusmateriaaleihin liittyvien aineiden esiintymistä hulevesissä. Euroopassa hulevesistä on löydetty esimerkiksi useita biosideja (Paijens ym. 2020), kloorattuja parafiineja (Birch ym. 2011) ja palonestoaineita (Mertens ym. 2018). Rakennusmateriaaleista peräisin olevien haitallisten aineiden esiintymisestä Suomen hulevesissä ei kuitenkaan ole juurikaan tietoa.

Analysoimme erilaisia ulkona käytettäviin rakennusmateriaaleihin liittyviä kemikaaliryhmiä hulevesinäytteistä Lounais-Suomessa Turun seudulla. Tavoitteenamme oli vertailla näytteenottoalueiden seulontatuloksia ja eri rakennusmateriaaleja eli puurakenteita ja muita materiaaleja (esim. betoni, tiilet). Odotimme löytävämme enemmän puuhun liittyviä biosideja (puunsuoja-aineita, maaleissa käytettyjä biosideja) puurakennusvaltaisilta alueilta kuin muista näytteenottopaikoista. Otimme tutkimukseen mukaan myös näytteenottopaikan, jonka avulla liikenteen ja ilmansaasteiden mahdollinen vaikutus tuloksiin voitaisiin ottaa huomioon.

Haitta-aineseulonta

Tutkimme rakennusmateriaaleista peräisin olevien haitallisten kemikaalien vuotamista huleveteen. Aineet valittiin asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen ja rakennusmateriaalien kemikaalipitoisuuksia sekä niiden esiintymistä hulevesissä koskevista tutkimuksista saatujen tietojen perusteella. Analysoituja aineita olivat muun muassa monet erilaiset biosidit, metallit, ftalaatit, orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet, PFAS-yhdisteet ja klooratut parafiinit.

Biosidit

Biosideja käytetään varsinkin rakennusten ulkopinnoilla estämään mikro-organismien kasvua ja materiaalien vaurioitumista. Rakennusten ulkopinnoilla käytetty puu sisältää usein puunsuoja-aineena käytettäviä biosideja. Lisäksi biosideja, esimerkiksi isotiatsolinoneja, saatetaan käyttää purkissa säilytettävien kemiallisten tuotteiden, kuten maalien, säilöntäaineina. Biosidit voidaan joko sekoittaa materiaaliin tai lisätä pintakäsittelynä (Paijens ym. 2020). Useimmissa tuotteissa käytetään useampaa kuin yhtä biosidia, jotta vaikutus olisi tehokkaampi. Turun ammattikorkeakoulun NHC3-hanketta varten analysoimat biosidit sisälsivät monia erilaisia biosideja, jotka on hyväksytty käytettäväksi puun ja purkissa säilytettävien tuotteiden säilöntäaineina.

Monilla biosideilla ei ole mitään tiettyä kohdelajia, joten ne vaikuttavat myös muihin ympäristön lajeihin. Vaikutus riippuu yhdisteen koostumuksesta. Monet rakennusmateriaaleissa käytettävät biosidit ovat myrkyllisiä vesieliöille. Jotkin biosidit ovat syöpää aiheuttavia, mutageenisia ja lisääntymiselle vaarallisia (Building material catalogue for tox-free construction 2024).

Ftalaatit

Ftalaatteja käytetään muovinpehmentiminä, ja ne ovat peräisin rakennusmateriaaleista, varsinkin erilaisista PVC-materiaaleista. Rakennusten ulkopinnoilla PVC-muovia on esimerkiksi PVC-katteissa, terassikatteissa ja erilaisissa putkistoissa, kuten viemäriputkissa ja sadevesikaivoissa. Katemateriaaleista on havaittu huuhtoutuvan esimerkiksi DNOP:tä, DEHP:tä, DIDP:tä ja DINP:tä (Müller ym. 2019).

Vaikka ftalaatit hajoavat helposti ympäristössä, niitä käytetään suuria määriä ja niitä havaitaan usein paljon. Monilla ftalaateilla on hormonitoimintaa häiritseviä ominaisuuksia, ja jotkut niistä ovat myrkyllisiä vesieliöille (Building material catalogue for tox-free construction 2024).

Metallit

Metalleja voi huuhtoutua ympäristöön erilaisista metallisista rakennusmateriaaleista. Metalleilla on kuitenkin myös monia muita lähteitä, esimerkiksi liikenne. Rakennusmateriaaleista metallien lähteitä ovat esimerkiksi metalliset katemateriaalit (peltikatot) sekä metalliset räystäskourut ja syöksyputket. Metallisista ulkorakennusmateriaaleista on havaittu huuhtoutuvan sinkkiä, kuparia, nikkeliä, kromia ja lyijyä (Wicke ym. 2022, Müller ym. 2020, 2019).

Per- ja polyfluoratut alkyliyhdisteet (PFAS-yhdisteet)

PFAS-yhdisteet ovat suuri joukko aineita, joita käytetään erilaisissa tuotteissa esimerkiksi rasvaa, vettä ja likaa hylkivien ominaisuuksiensa vuoksi. Rakennusmateriaaleissa PFAS-yhdisteitä (myös fluoripolymeerejä) käytetään muun muassa katemateriaalien pinnoitteina, vedenpitävissä kalvoissa, räystäskouruissa, ikkunoiden pinnoitteissa, vanerin ja kuitulevyn kaltaisissa puupohjaisissa tuotteissa sekä aurinkopaneeleissa. Lisäksi PFAS-yhdisteitä on joissakin maaleissa, metallipinnoitteissa, puulakoissa, muovipinnoitteissa, tiivistysaineissa, kiteissä, liimoissa, teipeissä sekä rakentamisessa käytetyissä sähköjohdoissa ja -kaapeleissa (The Green Science Policy Institute 2021). Tässä seulonnessa hulevesinäytteille tehtiin laaja PFAS-yhdisteiden kohdeanalyysi.

PFAS-yhdisteet ovat erittäin pysyviä ympäristössä, ja ne joko eivät hajoa tai hajoavat pysyviksi PFAS-yhdisteiksi. Lisäksi jotkin PFAS-yhdisteet ovat biologisesti kertyviä. Monien PFAS-yhdisteiden haittavaikutuksia on tutkittu vain vähän, mutta tiettyjen PFAS-yhdisteiden tiedetään olevan esimerkiksi lisääntymiselle myrkyllisiä, syöpää aiheuttavia ja immuunivastetta heikentäviä (Building material catalogue for tox-free construction 2024).

Klooratut parafiinit

Kloorattuja parafiineja käytetään muovinpehmentiminä ja palonestoainein esimerkiksi muoveissa (enimmäkseen PVC-muovissa), kumeissa, maaleissa, tiivistysaineissa ja polyuretaanivaahdoissa (Miljøstyrelsen 2014b, Brandsma ym. 2021). Lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP) kuuluvat Tukholman yleissopimuksen luetteloon asteittain poistettavista aineista (UNEP/POPS/SC-8/11).

Lyhytkestoisten kloorattujen parafiinien käyttökielto on johtanut niiden korvaamiseen keskipitkäketjuisilla klooratuilla parafiineilla (MCCP), joiden hiiliketjun pituus on C14–17 eli ne sisältävät 45 painoprosenttia klooria. Keskipitkäketjuiset klooratut parafiinit kuuluvat Tukholman yleissopimukseen lisättävien aineiden ehdokaslistalle (UNEP/POPS/POPRC.17/6). Lisäksi markkinoilla on saatavilla pitkäketjuisia kloorattuja parafiineja (LCCP), joiden hiiliketjun pituus on >C18. Kloorattujen parafiinien huuhtoutumista hulevesiin ei ole juurikaan tutkittu. Tässä seulonassa hulevesinäytteistä analysoitiin lyhyt-, keskipitkä- ja pitkäketjuiset klooratut parafiinit.

Klooratut parafiinit ovat pysyviä ja myrkyllisiä (Building material catalogue for tox-free construction 2024).

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita (OPFR) lisätään tuotteisiin syttyvyyden vähentämiseksi. Ne myös hidastavat palon leviämistä. Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita käytetään haitallisten bromattujen palonestoaineiden korvaajina. Joitakin orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita käytetään myös muovinpehmentiminä. Rakennusmateriaaleissa orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita käytetään esimerkiksi tiivistys- ja eristysvaahdoissa, muovi- ja kumituotteissa, tiivisteissä ja liimoissa (Blum ym. 2019).

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävillä palonestoaineilla on todettu olevan neurotoksisuuden, kehitystoksisuuden, lisääntymistoimintojen ja hormonitoiminnan häiritsemisen sekä karsinogeenisuuden kaltaisia haitallisia vaikutuksia. Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet ovat vähemmän hitaasti hajoavia kuin bromatut palonestoaineet, joita niillä on korvattu, mutta niitä esiintyy ympäristössä usein suurempina pitoisuuksina kuin bromattuja yhdisteitä (Building material catalogue for tox-free construction 2024).

Tutkimusmenetelmä

Näytteenottopaikat

Illoinen (IL)

Illoisten näytteenottoaikan valuma-alueella on pientaloja, joista osa oli näytteenottohetkellä rakenteilla, kun taas osa oli jo valmistunut. Kaikki valuma-alueen talot on rakennettu vuoden 2019 jälkeen. Talojen ulkoverhous on puuta kahta kivipintaista taloa lukuun ottamatta. Lähes kaikissa taloissa on metallikatto. Alueen tiet on asfaltoitu, mutta talojen pihat ovat päällystämättömiä. Valuma-alueella on kohtalaisen paljon viheralueita ja läpäiseviä pintoja. Valuma-alue on kooltaan noin viisi hehtaaria. Näytteet otettiin hulevesiputkesta, joka kerää vettä valuma-alueen rakennusten pihoilta. Hulevesiputkisto on PVC-muovia.

Kaarina (KA)

Näytteenottoaika sijaitsee Kaarinan keskustassa. Valuma-alue koostuu pääasiassa kerrostaloista ja erilaisista liiketiloista. Alueen rakennuskannasta noin puolet on valmistunut viimeksi kuluneiden 10 vuoden aikana, mutta loput rakennuksista ovat paljon vanhempia, perinteisesti rakennettuja. Uudempien rakennusten kattorakenteet ovat metallia ja vanhemmissa rakennuksissa on tiilikatot. Kaupungintalon katolle on asennettu aurinkopaneelit. Suurin osa valuma-alueen pinnoista on päällystettyjä, ja viheralueita on vain vähän. Valuma-alue on kooltaan noin 23 hehtaaria. Näytteet otettiin hulevesiputkesta, joka kerää hulevettä keskustan alueelta.

Pääskyvuori (PV)

Pääskyvuoren näytteenottopaikan valuma-alueelle on tarkoitus rakentaa seitsemän kerrostaloa, joista viisi oli näytteenottohetkellä valmiita. Loppujen rakentamista ei ollut aloitettu näytteenottohetkellä joitakin perustustöitä lukuun ottamatta. Valmistuneissa kerrostaloissa on tiiliverhous, lasitetut parvekkeet ja metallikatot. Piha-alueilla olevissa roskakatoksissa on puuverhous ja viherkatto. Piha-alueet ja tiet on päällystetty asfaltilla. Valuma-alue on kooltaan noin 5,5 hehtaaria. Näytteet otettiin hulevesikosteikosta, jonne vesi valuu valuma-alueelta. Hulevesiputkiston materiaalia ei tiedetä.

Valuma-alueen yläosassa oli vuosina 1930–2012 sotilaallista toimintaa, jonka epäillään saastuttaneen maaperää. Vuonna 2018 alueelta poistettiin metalleilla ja PAH-yhdisteillä saastuneeksi luokiteltua maa-ainesta. Alueella tehtiin vuonna 2020 maaperätutkimuksia, joissa havaittiin kohonneita sinkin, yksittäisten PAH-yhdisteiden ja arseenin pitoisuuksia. Havaitut haitta-aineet eivät ole erityisenkulkeutuvia, ja ne ovat heikosti haihtuvia. Lisäksi maaperässä on paikoittain rakennusjätettä. Saastuneen maaperän kunnostustoimenpiteenä on toteutettu massanvaihto.

Länsikeskus (LK)

Länsikeskuksen näytteenottopaikka koostuu täysin asfalttipäällysteisistä teistä. Valuma-alue on hyvin pieni, vain noin 560 neliometriä, eikä sillä ole mitään rakennuksia. Alue valittiin ilmansaastelaskeuman ja liikenteen päästöjen kontrollinäytteenottopaikaksi. Hulevesiputkisto on ainakin osittain polypropeenista, mutta kaikkien putkien materiaalia ei tiedetä.

Näytteiden kerääminen

Syyskuun ja marraskuun 2023 välisenä aikana otettiin 11 hulevesinäytettä ja yksi nollanäyte. Hulevesiputkista otettiin yhden tunnin koostenäyte sateisena päivänä ja hulevesilammikoista kerättiin näytteet sateen jälkeen.

Taulukko 1. Näytteenottopaikat ja tietoja näytteenotosta

Sampling location	Number of samples	Sample collected from
Illoinen	3	stormwater pipe
Kaarina	3	stormwater pipe
Pääskyvuori	3	stormwater pond/pool
Länsikeskus	2	stormwater pond/pool

Kullakin näytteenottopaikalla käytettiin omia näytteenottovälineitä ristikontaminaation välttämiseksi. Kaikki näytteenottovälineet oli valmistettu elintarvikelaatuisesta polypropeenista. Ennen näytteenottoa kaikki näytteenottovälineet pestiin ensin vesijohtovedellä ja huuhdeltiin sitten ensin MilliQ-vedellä ja lopuksi etanolilla. Kaikki näytteenottovälineet kuljetettiin näytteenottopaikalle kansi suljettuna tai suljetuissa astioissa ja huuhdeltiin näytteenottopaikan vedellä ennen näytteenoton aloittamista. Näytteenottovälineitä tai näytteitä käsitellessään työntekijät käyttivät puuvillaista suojatakia, hiusverkkoa ja nitrilikäsineitä vaatekuitujen ja vastaavien materiaalien aiheuttaman kontaminaation välttämiseksi.

Hulevesiputkista (näytteenottopaikat IL ja KA) kerättiin 2 litran osanäytteitä sateen aikana polypropeenivesikauhoilla 10 minuutin välein tunnin ajan eli 0, 10, 20, 30, 40, 50 ja 60 minuutin välein 30 litran ämpäriin. Osanäytteiden ottamisen välillä vesikauhaa säilytettiin kannella suljetussa polypropeeniämpäriin kontaminaation välttämiseksi. Hulevesilammikoista (näytteenottopaikat PV ja LK) otetut näytteet kerättiin sateen jälkeen hulevesiputken läheisyydessä olevasta lammikosta 30 litran ämpäriin 2 litran vesikauhalla lammikon pohjaan koskematta. Kokonaisnäytemäärä molemmilla menetelmillä oli 14 l.

Kun koko näytemäärä oli kerätty, näytettä sekoitettiin huolellisesti kauhalla 30 sekunnin ajan aiheuttamatta veden pyörteilyä. Sekoittamisen jälkeen näyte siirrettiin laboratorion toimittamiin pulloihin polypropeenista valmistetulla kannulla. Näytepullot kuljetettiin polystyreenistä valmistetuissa kylmälaatikoissa, joissa oli kylmäkalleja sen varmistamiseksi, että näytteen lämpötila pysyi alhaisena. Näytteet lähetettiin laboratorioon postitse mahdollisimman pian.

Näytteenottovälineistä ja -menetelmästä mahdollisesti aiheutuva kontaminaatio testattiin MilliQ-vedestä koostuvalla nollanäytteellä. Nollanäyte otettiin samalla tavalla kuin tunnin koostenäyte, eli 2 litraa MilliQ-vettä siirrettiin 30 litran ämpäriin 10 minuutin välein tunnin aikana, sekoitettiin ja siirrettiin näytepulloihin. MilliQ-vesi kuljetettiin kentälle polypropeenista valmistetussa Nalgene-astiassa.

Nollanäytteessä havaittiin DEHP:tä (0,4 µg/l), DiBP:tä (0,1 µg/l), sinkkiä (0,0065 mg/l) ja typpeä (180 mg/l). Suurimassa osassa hulevesinäytteitä ei havaittu DEHP:tä tai DiBP:tä, joten näytteenottovälineiden aiheuttama kontaminaatio vaikuttaa epätodennäköiseltä. Myös hulevesinäytteiden sinkki- ja typpipitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat kuin nollanäytteen. Nollanäytteen kontaminaatio sen sijaan oli todennäköisesti peräisin MilliQ-laitteistosta, koska se sisältää sekä muovi- että metalliosia.

Table 2. Analysed substance groups, sample volumes and material of bottle.

Substance analysis package	Analysed from	Bottle volume/ml	Bottle material
Biocides	All samples, blank	500	glass
Phthalates	All samples, blank	1000	glass with Telfon cap
Elements	All samples, blank	100	plastic
Perfluorinated compounds	All samples, blank	500	plastic
Medium chain chlorinated paraffins (MCCPs)	All samples, blank	1000	plastic
Organophosphate flame retardants	All samples, blank	1000	plastic
Isothiazolinones	First sample from each location, blank	100	plastic
Biocidal transformation products	First sample from each location, blank	100	plastic
Quaternary ammonium compounds	First sample from each location, blank	500	plastic
Short chain chlorinated paraffins (SCCPs)	First sample from each location, blank	1000	plastic
Long chain chlorinated paraffins (LCCPs)	First sample from each location, blank	1000	plastic
Fluorotelomer alcohols	First sample from each location, blank	100	plastic
Solids, conductivity, total phosphorus and nitrogen, COD	All samples, blank	2 x 1000	plastic

Taulukko 3. Lämpötila ja sadeolosuhteet näytteenoton aikana

Sample	Method	Date	Av. temp. of previous 24 h/°C	Max. temp. of previous 24 h/°C	Min. temp. of previous 24 h/°C	Temp. during sampling/ °C	Rain previous 24 h/mm	Rain during sampling (for composite samples)/m m	Comment
IL1	1h composite	19.9.2023	12,70	16,4	9,1	16,2	2,25	4,16	Taken during rain
IL2	1h composite	31.10.2023	2,20	7,4	-0,1	6,2	9,44	0,96	Taken during rain
IL3	1h composite	22.11.2023	-2,30	3,6	-7,4	1,8	7,65	3,18	Taken during rain
PV1	storm water pond	20.9.2023	15,30	17,8	12,4	12,8	18,27	-	Taken after rain in following morning
PV2	storm water pond	11.10.2023	9,70	12,5	6	12,5	5,7	-	Taken after rain in following morning
PV3	storm water pond	23.11.2023	1,70	3,6	-6,2	3,2	19,86	-	Taken after rain in following morning
KA1	1h composite	4.10.2023	10,90	14	8,2	9,4	20,9	0	Taken after rain when there was still flow
KA1	1h composite	31.10.2023	1,80	7,3	-0,1	6,7	9,44	0	Taken after rain when there was still flow
KA3	1h composite	22.11.2023	-1,70	3,6	-7,4	2	14,05	2,79	Taken during rain
LK1	storm water pond	20.9.2023	15,30	17,8	12,4	12,9	18,27	-	Taken after rain in following morning
LK2	storm water pond	1.11.2023	3,40	7,4	0,6	0,6	15,1	-	Taken after rain in following morning

Tulokset

PFAS-yhdisteet

PFAS-yhdisteitä havaittiin kaikista näytteenottopaikoista otetuissa kaikissa näytteissä. Yleisimmin havaittu yhdiste oli PFOA, jota löytyi yhtä näytettä lukuun ottamatta kaikista näytteistä, ja seuraavaksi yleisimmät olivat PFBA ja PFOS.

Puutalovaltaiseen alueeseen (IL) ja kontrollialueeseen (LK) verrattuna PFAS-yhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat selvästi suurempia alueilla, joissa ei ollut puurakenteita (PV ja KA), joissa PFAS-yhdisteiden kokonaissumman keskiarvo oli yli kaksinkertainen kahteen muuhun alueeseen verrattuna. Vaikka PFAS-yhdisteiden kokonaissumman keskiarvot olivat samankaltaisia PV- ja KA-näytteenottopaikoissa, niiden PFAS-yhdisteprofiilit poikkesivat toisistaan. PV:ssä PFCA-yhdisteitä oli PFSA-yhdisteitä enemmän, mutta KA:ssa PFCA- ja PFSA-yhdisteiden keskimääräiset summat olivat samankaltaisia. Tämä johtui suurista PFOS-pitoisuuksista muihin KA:ssa havaittuihin PFAS-yhdisteisiin verrattuna. PV:ssä korkeimmat yksittäisten PFAS-yhdisteiden pitoisuudet olivat PFHxA:lla, PFPeA:lla ja PFBA:lla.

PFAS-yhdisteiden keskimääräiset summapitoisuudet olivat alhaisimmat puutaloalueella IL. Vaikka pitoisuudet IL:ssä olivat muutoin samalla tasolla kuin kontrollialue LK:ssa, LK:ssa havaittiin suurempia PFOS- ja PFBS-pitoisuuksia kuin IL:ssä.

Taulukko 4. Turun AMK:n hulevesinäytteiden PFAS-yhdistetulokset

$\mu\text{g/l}$	IL1	IL2	IL3	PV1	PV2	PV3	KA1	KA2	KA3	LK1	LK2
PFBA	<0,0025	0,002	0,0006	0,005	0,004	0,003	0,004	0,004	<0,0005	0,0009	0,002
PFPeA	<0,0005	0,001	<0,0005	0,009	0,008	0,004	0,008	0,003	0,003	<0,0005	0,0009
PFHxA	<0,0025	0,002	<0,0005	0,018	0,011	0,004	0,006	0,003	0,002	<0,0005	0,001
PFHpA	0,001	<0,0005	<0,0005	0,003	0,002	0,001	0,003	0,001	0,0008	<0,0005	0,0007
PFOA	0,0006	0,0006	<0,0005	0,003	0,002	0,001	0,006	0,002	0,002	0,0006	0,0009
PFNA	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,001	0,0005	0,0007	0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PFBS	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,004	0,003	0,001	0,004	0,001	<0,0005	<0,0005	0,002
PFHxS	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0007	0,0006	<0,0005	0,002	0,0008	<0,0005	<0,0005	0,001
PFOS	<0,0005	0,0005	<0,0001	0,001	0,002	0,001	0,022	0,006	0,009	0,0008	0,006
6:2 FTS	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Sum total	0,0016	0,0061	0,0006	0,0447	0,0336	0,0155	0,0567	0,0224	0,0168	0,0023	0,0145
Sum PFCA	0,0016	0,0056	0,0006	0,039	0,028	0,0135	0,0277	0,0136	0,0078	0,0015	0,0055
Sum PFSA	0	0,0005	0	0,0057	0,0056	0,002	0,029	0,0088	0,009	0,0008	0,009

Alkuaineet

Kaikissa näytteissä havaittiin metalleja. Yleisesti ottaen tutkittujen metallien pitoisuudet ja profiilit olivat samankaltaisia kaikissa näytteenottopaikoissa. Alumiinipitoisuudet olivat suurimpia, ja seuraavaksi suurimpia olivat sinkki- ja kuparipitoisuudet. Myös nikkeliä, lyijyä ja kuparia havaittiin yleisesti. Rakennettujen ja rakentamattomien alueiden metallipitoisuuksissa ei ollut eroja, sillä

metallipitoisuudet KA:ssa, PV:ssä ja kontrollialue LK:ssa olivat samankaltaisia. IL:ssä metallipitoisuudet olivat kuitenkin noin kaksinkertaisia muihin näytteenotto kohteisiin verrattuna. Metallien lisäksi näytteistä analysoitiin myös boori, koska booripohjaisia biosidituotteita käytetään yleisesti esimerkiksi katteissa. Booria havaittiin yhdessä näytteessä näytteenotto paikkaa kohti. Pitoisuudet olivat suurimmat LK:ssa (kontrolli), jossa pitoisuudet olivat kaksinkertaiset muihin näytteenotto paikkoihin verrattuna.

Taulukko 5. Turun AMK:n hulevesinäytteiden alkuainetulokset

mg/l	IL1	IL2	IL3	PV1	PV2	PV3	KA1	KA2	KA3	LK1	LK2
Nickel	0,0042	0,0098	<0,0030	0,0081	0,0056	0,0055	0,0037	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0036
Copper	0,016	0,032	0,01	0,012	0,0069	0,0082	0,013	0,0096	0,006	0,0075	0,019
Zinc	0,036	0,12	0,014	0,048	0,031	0,024	0,02	0,048	0,028	0,024	0,044
Aluminium	1,5	6,2	0,61	1,4	0,86	2,6	1,7	1,1	1,4	0,26	2,8
Lead	0,0016	0,0039	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0018	0,0015	0,001	0,0011	<0,0010	0,0034
Chromium	0,0055	0,013	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0044	0,0031	0,0033	0,0033	<0,0030	0,0057
Boron	<0,050	0,08	<0,050	0,07	<0,050	<0,050	<0,050	0,071	<0,050	<0,03	0,16

Biosidit ja niiden muuntumistuotteet

Biosideja havaittiin kaikissa näytteenotto paikoissa lukuun ottamatta kontrollialuetta LK. Tämä osoittaa selvän eron rakennettujen ja rakentamattomien alueiden välillä. Tutkittujen (rakennusmateriaaleissa käytettävien) biosidien summapitoisuudet olivat korkeimmat IL:ssä, jossa suurin osa rakennuksista on tehty puupohjaisista materiaaleista. Suurin yksittäinen biosidipitoisuus oli 1,9 µg/l diuronia IL:ssä, mikä oli yli 1 µg/l enemmän kuin muiden analysoitujen biosidien pitoisuudet. Muilla alueilla diuronia esiintyi joko vain pieninä pitoisuuksina tai ei lainkaan.

Näytteenotto paikkojen biosidiprofiilit poikkesivat toisistaan. Vaikka sekä IL:stä että PV:stä otetuissa näytteissä propikonatsolia ja tebukonatsolia havaittiin yleisesti, KA:sta otetuissa näytteissä ei havaittu kumpaakaan ainetta. Sen sijaan terbutryyniä havaittiin jokaisessa KA:sta otetussa näytteessä, mutta vain yhdessä IL:stä otetussa näytteessä, eikä sitä havaittu lainkaan PV:ssä. Mekopropia, jota käytetään yleisesti rikkakasvien torjunta-aineena, mutta jota on raportoitu esiintyvän myös rakennusmateriaaleissa, löydettiin vain yhdeltä alueelta (PV). Biosidien muuntumistuotteista 2-hydroksi-terbutylatsiinia (terbutylatsiinin metaboliittia), havaittiin yhdessä IL:stä ja yhdessä KA:sta otetussa näytteessä pieninä pitoisuuksina.

Tutkittujen (rakennusmateriaaleissa käytettävien) biosidien lisäksi havaittiin muihin tarkoituksiin, kuten rikkaruohojen ja tuholaisten torjuntaan ja karkottamiseen käytettäviä biosideja, mm. prosulfokarbia, MCPA:ta, dietyylitoluamidia ja imidaklopridia. Isotiatsolinoneja ja kvaternaarisia ammoniumyhdisteitä ei havaittu yhdessäkään näytteessä.

Taulukko 6. Turun AMK:n hulevesinäytteiden biosiditulokset

µg/l	IL1	IL2	IL3	PV1	PV2	PV3	KA1	KA2	KA3	LK1	LK2
Propiconazole	0,17	0,12	<0,010	0,099	0,042	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Tebuconazole	0,13	0,078	0,11	0,072	0,023	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Terbutryn	<0,050	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	0,014	0,11	<0,005	<0,005
Diuron	0,035	0,55	1,9	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010
Mecoprop	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	<0,010	0,018	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

MCPA	<0,010	<0,010	<0,010	0,081	0,015	0,049	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Imidacloprid	0,034	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
BAM (2,6-dichlorobenzamide)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	0,013	<0,010	<0,010	<0,010
Prosulfocarb	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,048	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
2-hydroxy-terbutylazine (terbutylazine m.)	0,026	-	-	<0,005	-	-	0,021	-	-	<0,005	-
N,N-dimethylsulfamide (dichlofluaniid m.)	<0,02	-	-	<0,02	-	-	0,052	-	-	<0,02	-
Anthraquinone	<0,10	0,018	0,013	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010
Diethyltoluamide (DEET)	<0,050	0,008	0,007	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,008	<0,005	<0,005	<0,005
Fluroxypyr	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010

Ftalaatit

Vastoin odotuksia ftalaatteja havaittiin vain muutamissa näytteissä. Yhteensä havaittiin vain neljää eri ftalaattia: DMP:tä, DEHP:tä, DiBP:tä ja DBP:tä. Kaikkien yhdisteiden pitoisuudet olivat samankaltaisia ja useimmiten pieniä. Suurin ftalaattipitoisuus (DMP) havaittiin Illoisissa. Ftalaatteja havaittiin myös LK:ssa (kontrollinäytteenottopaikka), jossa ne saattoivat olla peräisin muovisesta hulevesiputkistosta, jonka läpi vesi virtaa ennen lammikkoon päätymistään. Myös IL:ssä ja KA:ssa käytetään muovisia hulevesiputkia. PV:ssä ei havaittu ftalaatteja.

Taulukko 7. Turun AMK:n hulevesinäytteiden ftalaattitulokset

µg/l	IL1	IL2	IL3	PV1	PV2	PV3	KA1	KA2	KA3	LK1	LK2
Dimethyl phthalate (DMP)	0,4	0,2	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1
Diethylhexyl phthalate (DEHP)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1
Diisobutyl phthalate (DiBP)	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	0,2	0,2	<0,1	0,1
Dibutyl phthalate (DBP)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,2	<0,1	<0,1

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet

Ainut havaittu tutkituista orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävistä palonestoaineista oli tris(2-kloori-1-metyylietyyli)fosfaatti (TCPP). TCPP:tä havaittiin vähintään yhdessä näytteessä jokaisella näytteenottopaikalla, myös LV:ssä (kontrollinäytteenottopaikka). Suurin TCPP-pitoisuus havaittiin KA:ssa, jossa yhden näytteen TCPP-pitoisuus oli 0,52 µg/l.

Taulukko 8. Turun AMK:n hulevesinäytteiden orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävien palonestoaineiden tulokset

µg/l	IL1	IL2	IL3	PV1	PV2	PV3	KA1	KA2	KA3	LK1	LK2
TCPP	0,2	0,23	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	0,52	<0,1	0,12	0,12

Klooratut parafiinit

Kloorattujen parafiinien pitoisuudet alittivat laboratorion raportointirajan kaikissa näytteissä.

Tulosten tulkinta ja pohdinta

Metallit

Metallipitoisuuksien puute näytteenottoaikkien välillä (kontrollinäytteenottoaikka mukaan lukien) viittaa siihen, että tutkittujen metallien päälähteet ovat jotakin muuta kuin rakennusmateriaaleja, esimerkiksi liikenteen päästöjä. Tulos oli yllättävä, sillä tutkimusalueella on pääasiassa metallikattoja ja metallisia räystäskouruja, joista on osoitettu huuhtoutuvan metalleja sadeveten (Müller ym. 2019).

Biosidit

Puutalovaltaisen alueen biosidipitoisuudet olivat suurempia kuin alueiden, joissa on tiili- ja betonirakennuksia. Kontrollialueella LK ei havaittu biosideja, mikä viittaa vahvasti siihen, että liikenne ja ilmalaskeuma eivät ole tutkittujen biosidien lähteitä. Tulos tukee hypoteesia, jonka mukaan puurakentaminen on merkittävä biosidien lähde.

Suurimmat biosidipitoisuudet (diuroni) havaittiin IL:ssä, jossa keskimääräinen pitoisuus (xx) ylitti aineen pintaveden vuosikeskiarvon ympäristölaatuunormin 0,2 µg/l ja suurin pitoisuus (1,9 µg/l) ylitti myös vesipuitelidirektiivin (2000/60/EY) suurimman sallitun pitoisuuden ympäristölaatuunormin 1,8 µg/l. Diuronin ympäristölaatuunormeja on ehdotettu alennettavaksi päivitettyssä vesipuitelidirektiivissä niin, että uusi vuosikeskiarvon ympäristölaatuunormi olisi 0,049 µg/l sisämaan pintavesille ja 0,0049 µg/l muille pintavesille, ja uusi suurimman sallitun pitoisuuden ympäristölaatuunormi olisi 0,27 µg/l sisämaan pintavesille ja 0,054 µg/l muille pintavesille. Pitoisuus oli ehdotettua alhaisempaa suurimman sallitun pitoisuuden ympäristölaatuunormia suurempi kahdessa IL:stä otetussa näytteessä. Tulokset osoittavat, että rakennusmateriaaleista voi huuhtoutua biosideja ympäristön kannalta merkityksellisinä pitoisuuksina, mikä voi aiheuttaa haittaa ekosysteemeille. Diuronia ei ole tällä hetkellä hyväksytty käytettäväksi puunsuoja-aineena, mutta sitä käytetään säilöntäaineena esimerkiksi maaleissa ja rakennusmateriaaleissa (tuoteryhmät 7 ja 10, Euroopan kemikaalivirasto).

Diuronin jälkeen suurimmat havaitut biosidipitoisuudet olivat propikonatsolilla ja tebukonatsolilla, joiden korkeimmat pitoisuudet IL:ssä olivat 0,17 ja 0,13 µg/l. Kumpaakin ainetta havaittiin myös PV:ssä, mutta pitoisuudet olivat pienempiä kuin IL:ssä. Propikonatsoli on tällä hetkellä hyväksytty EU:ssa käytettäväksi kalvojen, puun ja kuitujen, nahan, kumin ja polymeeristen materiaalien säilöntäaineena (tuoteryhmät 7, 8 ja 9). Tebukonatsoli on hyväksytty käytettäväksi kalvojen, puun ja rakennusmateriaalien säilöntäaineena (tuoteryhmät 7, 8 ja 10). Kummallekaan aineelle ei ole mitään ympäristölaatuunormeja.

Joissakin näytteissä havaittiin myös mekopropia ja terbutyyliatsiini-2-hydroksia (terbutylatsiinin hajoamistuote). Vaikka kumpaakaan ainetta ei tällä hetkellä ole hyväksytty rakennusmateriaalien biosideiksi EU:ssa, niitä saattaa esiintyä joissakin materiaaleissa ja huuhtoutua ympäristöön (Paijens ym. 2020).

PFAS-yhdisteet

Toisin kuin biosidien kohdalla, PFAS-yhdisteiden pitoisuudet olivat suurempia alueilla, joissa on pääasiassa muita kuin puurakennuksia, mikä osoittaa, että puurakenteista pääsee ympäristöön vähemmän PFAS-yhdisteitä kuin muista materiaaleista. PFAS-yhdisteitä havaittiin myös vertailualueella, mikä osoittaa, että PFAS-yhdisteet voivat olla peräisin myös liikenteestä tai ilmalaskeumasta. PFAS-pitoisuudet olivat kuitenkin suurempia rakennetuilla alueilla kuin vertailualueella, mikä osoittaa, että rakennusmateriaalit tai muut kaupunkiympäristön lähteet kuin liikenne vaikuttavat osaltaan ympäristön PFAS-yhdistekuormitukseen. PFAS-yhdisteiden pitoisuudet olivat pääosin samankaltaisia kuin mitä suomalaisten kaupunkien hulevesissä on aiemmin todettu (Vahtera ym. 2022).

Havaittujen PFAS-yhdisteiden profiili vaihteli näytteenottopaikkojen välillä, mikä viittaa eri lähdemateriaaleihin eri kohteissa. KA:ssa ja PV:ssä PFAS-yhdisteiden pitoisuusprofiileissa ei ollut suurta vaihtelua samasta näytteenottopaikasta peräisin olevien näytteiden välillä, mutta IL:ssä profiilit vaihtelivat melko paljon. Pitoisuudet IL:ssä olivat kuitenkin myös pieniä. KA:n ja kontrollinäytteenottopaikka LK:n PFAS-yhdisteprofiilit olivat samankaltaiset. Tämä saattaa viitata siihen, että näillä alueilla lähteenä on liikenne, sillä nämä näytteenottopaikat ovat kaikista näytteenottopaikoista eniten liikennöityjä. Molemmissa PFOS-pitoisuudet olivat suurempia kuin muiden yksittäisten PFAS-yhdisteiden. Vaikka PFOS:n käyttöä on tällä hetkellä rajoitettu, on olemassa useita PFAS-esiasteita, jotka voivat hajota ympäristössä PFOS:ksi. PFPeA:n ja PFHxA:n osuus analysoitujen PFAS-yhdisteiden kokonaiskuormituksesta oli suurin PV:ssä.

Ftalaatit

Odotusten vastaisesti ftalaatteja löytyi vain muutamista näytteistä ja pieninä pitoisuuksina. Ensimmäisen NonHazCity-hankkeen näytteenotossa ftalaatteja havaittiin useammin: niitä esiintyi 82 prosentissa hulevesinäytteistä (NonHazCity). Tämä saattaa johtua siitä, että ftalaatit on nykyisin käytössä olevissa muovisissa rakennusmateriaaleissa korvattu muilla, ftalaattittomilla muovinpehmentimillä. Perinteisten ftalaattien käyttö on vähentynyt viime vuosikymmeninä toisin kuin DINCH:n kaltaisten vaihtoehtoisten pehmentimien (Bui ym. 2016).

Orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet

Ainut havaittu orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävä palonestoaine oli TCPP. Sitä käytetään palonestoaineena ja muovinpehmentimenä, ja sitä esiintyy esimerkiksi eristysmateriaaleissa ja muoveissa. TCPP:n kaltaisia orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältäviä palonestoaineita on käytetty korvaamaan bromattuja palonestoaineita, kuten polybromattuja difenyyliettereitä (PBDE), jotka ovat hitaasti hajoavia, biokertyviä ja myrkyllisiä. TCPP:n epäillään kuitenkin olevan syöpää aiheuttavaa, lisääntymiselle vaarallista ja neurotoksista (Wang ym. 2020), mikä tekee siitä mahdollisesti huonon korvaavan vaihtoehdon. Se, että sitä havaittiin kaikissa neljässä näytteenottopaikassa (myös vertailupaikassa), viittaa siihen, että TCPP on levinnyt laajalle ympäristöön. TCPP:tä käyttöä leluissa säädellään tällä hetkellä EU:ssa, mutta muutoin sen käyttöä ei ole rajoitettu epäilyistä haitallisista vaikutuksista huolimatta.

Mahdolliset virheelliset lähteet

Vaikka seulonnan kohteena olivat aineet, joita tiedetään käytettävän rakennusmateriaaleissa esimerkiksi tutkimusten ja tietokantojen perusteella, ei ole mahdollista sulkea pois muista lähteistä (kuten maaperästä, ilmalaskeumasta ja liikenteestä) peräisin olevien aineiden vaikutusta. Ei myöskään ole mahdollista tehdä suoria johtopäätöksiä tutkimusalueilla käytetyistä rakennusmateriaaleista, koska materiaalinäytteitä ei analysoitu.

Johtopäätökset

Tulokset osoittavat, että rakennusmateriaaleista voi vapautua huleveteen aineita, joilla on haitallisia terveys- ja ympäristövaikutuksia. Tällaisia aineita voi lopulta päätyä vesistöihin, esimerkiksi Itämereen. Jotkin aineet, kuten PFAS-yhdisteet, ovat hitaasti hajoavia ja saastuttavat ympäristöä mahdollisesti hyvin pitkään alkuperäisen vapautumisensa jälkeen. Vaikka jotkin aineet saattavat hajota nopeammin, niillä voi silti olla haitallisia vaikutuksia ympäristöön. Esimerkiksi monet näytteistä löytyneet biosidit ovat myrkyllisiä vesieliöille.

Tutkittujen aineiden pitoisuudet ja profiilit näytteissä erosivat rakentamattoman ja rakennettujen näytteenottoaikkojen välillä, joissa oli käytetty erilaisia rakennusmateriaaleja. Puun ja purkissa säilytettävien tuotteiden säilöntäaineina käytettyjä biosideja löytyi suurempina pitoisuuksina näytteenottoaikasta, jossa on pääasiassa puurakennuksia, mikä osoittaa, että puurakentaminen voi olla merkittävä näiden aineiden lähde. Toisaalta puutaloalueella havaittujen PFAS-yhdisteiden pitoisuudet ja määrät olivat pienempiä kuin muissa näytteenottoaikoissa. Tulokset osoittavat, että tehdyt materiaalivalinnat vaikuttavat myös ympäristöön, koska niistä hulevesiin huuhtoutuvien vaarallisten aineiden määrässä on eroja.

Viitteet

Birch ym. 2011. Micropollutants in stormwater runoff and combined sewer overflow in the Copenhagen area, Denmark. *Water Science & Technology* 64: s. 485–493.

Blum ym. 2019. Organophosphate ester flame retardants: are they a regrettable substitution for polybrominated diphenyl ethers? *Environmental Science and Technology Letters* 6: s. 638–649.

Brandsma ym. 2021. Chlorinated paraffins and tris(1-chloro-2-propyl)phosphate in spray polyurethane foams – A source for indoor exposure? *Journal of Hazardous Materials* 416: 125758.

Bui ym. (2016) Human exposure, hazard and risk of alternative plasticizers to phthalate esters. *Science of the Total Environment* 541: s. 451–467.

Building material catalogue for tox-free construction 2024. NonHazCity3-hanke. Versio 1.0, https://interreg-baltic.eu/wp-content/uploads/2024/01/NHC3catalogue_E1_5_small.pdf

Tanskan ympäristöministeriö Miljøstyrelsen 2014. Survey of short-chain and medium-chain chlorinated paraffins. Part of the LOUS-review. Environmental Project no. 1614.

- Euroopan kemikaalivirasto 2024. Information on biocides, <https://echa.europa.eu/fi/information-on-chemicals/biocidal-active-substances>
- Green Science Policy Institute 2021. Building a better world – Eliminating unnecessary PFAS in building materials.
- Mertens ym. 2018. Micropollutants in stormwater discharge in the Swist river basin. *International Journal of Environmental Impacts* 1: s. 288–297.
- Müller ym. 2020. The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of the Total Environment* 709: 136125.
- Müller ym. 2019. Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study. *Science of the Total Environment* 680: s. 190–197.
- NonHazCity. Hazardous substance occurrence in Baltic Sea pilot municipalities. Major output from the tracking and ranking for prioritisations of sources in NonHazCity project. Verkkojulkaisu, <https://thinkbefore.eu/wp-content/uploads/2020/07/2.4.Hazardous-Substance-Occurrence-in-Baltic-Sea-Pilot-Municipalities.pdf>.
- Paijens ym. 2020. Biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanisms of release and transfer to the aquatic environment. *Environmental Science and Pollution Research* 27, s. 3768–3791.
- Vahtera ym. 2022. KasviHAVA-hanke – Haitta-aineiden pidättäminen hulevesialtaissa. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu 90/2022.
- Wang, W. ym. 2020. A review of organophosphate flame retardants and plasticizers in the environment: Analysis, occurrence and risk assessment. *Science of the Total Environment* 731: 139071.
- Wicke ym. 2022. Emissions from building materials – a threat to the environment? *water* 14: 303.

Liitteet

Taulukko A1. Analysoidut PFAS-yhdisteet, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
Perfluoroundecanoic acid (PFUnA)	2058-94-8	0,000 5
Perfluorotetradecane acid (PFTA)	376-06-7	0,000 5
Perfluoropentane acid (PFPeA)	2706-90-3	0,000 5
Perfluorononanoic acid (PFNA)	375-95-1	0,000 5
Perfluoroheptane sulphonate (PFHpS)	375-92-8	0,000 5
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	375-85-9	0,000 5
Perfluorohexane sulfonate (PFHxS)	355-46-4	0,000 5
Perfluorohexanoic acid (PFHxA)	307-24-4	0,000 5
Perfluorododecane acid (PFDoA)	307-55-1	0,000 5
Perfluorodecanoic acid (PFDA)	335-76-2	0,000 5
6:2 Fluorotelomer sulfonate (6:2 FTS) (H4PFOS)	27619-97-2	0,000 5
1H,1H,2H,2H-Perfluorohexanesulfonic acid (4:2 FTS)	757124-72-4	0,000 5
Perfluorobutanoic acid (PFBA)	375-22-4	0,000 5
Perfluoropentanesulfonic acid (PFPeS)	2706-91-4	0,000 5
Perfluorooctanoic acid (PFOA)	335-67-1	0,000 5
Perfluorooctadecanoic acid (PFODA)	16517-11-6	0,000 5
Perfluorononanesulfonic acid (PFNS)	68259-12-1	0,000 5
Perfluorohexadecanoic acid (PFHxDA)	67905-19-5	0,000 5
Perfluorbutansulfonate (PFBS)	375-73-5	0,000 5
Henicosafuorodecanesulphonic acid	335-77-3	0,000 5
8:2 Fluorotelomer sulfonate (FTS)	39108-34-4	0,000 5
Perfluorooctane sulphonic acid (PFOS)	1763-23-1	0,000 1
Perfluorotridecanoic acid (PFTrDA)	72629-94-8	0,000 5
Perfluorododecanesulfonic acid (PFDoS)	79780-39-5	0,000 5

2H-Perfluoro-2-decenoic acid (8:2 FTUCA)	70887-84-2	0,000 5
perfluoro-n-tridecane sulfonic acid (PFTriDS)	791563-89-8	0,000 5
Perfluoroundecane sulfonic acid	749786-16-1	0,000 5
Perfluorooctane-sulfonamide (PFOSA)	754-91-6	0,000 5
Perfluoro-1-hexanesulfonamide (FHxSA)	41997-13-1	0,000 5
Perfluorobutane-sulphonamide (PFBSA)	30334-69-1	0,000 5
Perfluoro(2-ethoxyethane)sulfonic acid (PFEEESA)	113507-82-7	0,000 5
Nonafluoro-3,6-dioxaheptanoic acid (NFDHA/3,6-OPFHpA)	151772-58-6	0,000 5
Perfluoro-4-methoxybutanoic acid (PFMBA/PF5OHxA)	863090-89-5	0,000 5
Perfluoro-3-methoxypropanoic acid (PFMPA/PF4OPeA)	377-73-1	0,000 5
Bis(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl)phosphate (6:2 DiPaP)	57677-95-9	0,000 5
9H-Perfluorononanoic acid (9H-PFNA)	76-21-1	0,000 5
Perfluoro-(2,5,8-trimethyl-3,6,9-trioxadodecanoic)acid (HFPO-TeA)	65294-16-8	0,000 5
5H-Perfluoropentanoic acid (5H-PFPeA)	376-72-7	0,000 5
HFPO-TA	13252-14-7	0,000 5
8:2 Fluorotelomer phosphate diester (8:2 diPAP)	678-41-1	0,000 5
11Cl-PF3OUdS	763051-92-9	0,000 5
Perfluor-1-octanesulphonamide-EtAce (PFOSAA), sum of linear and branched	2991-50-6	0,002
N-methylperfluorooctanesulfonamidoacetic acid (MeFOSAA), sum of linear and branched	2355-31-9	0,002
Perfluorooctanesulfonamidoacetic acid	2806-24-8	0,005
9Cl-PF3ONS	756426-58-1	0,000 5
P37DMOA (Perfluoro-3,7-dimethyloctanoic acid)	172155-07-6	0,000 5
Perfluoro-4-ethylcyclohexanesulfonate	335-24-0	0,000 5
ADONA	919005-14-4	0,000 5
7H-Dodecafluoroheptanoic acid (HPFHpA)	1546-95-8	0,000 5
HFPO-DA (GenX)	13252-13-6	0,000 5

Taulukko A2. Analysoidut biosidit, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
2,4-Methoxychlor	30667-99-3	0,005
Quintozene	82-68-8	0,005
Chlorothalonil	1897-45-6	0,005
Chloroneb	2675-77-6	0,005
Chlormephos	24934-91-6	0,005
Chlorfenson	80-33-1	0,005
Chlordecon	143-50-0	0,005
Chlordane, oxy-	27304-13-8	0,005
Chlordane, trans-	5103-74-2	0,005
Chlordane, cis-	5103-71-9	0,005
Heptachlor epoxide, trans-	28044-83-9	0,005
Isodrin	465-73-6	0,0025
Heptachlor epoxide, cis-	1024-57-3	0,005
Heptachlor	76-44-8	0,005
Chlorbenside	103-17-3	0,005
Captan	133-06-2	0,02
Hexachlorobutadiene	87-68-3	0,005
Hexachlorobenzene (HCB)	118-74-1	0,01
Lindane (gamma-HCH)	58-89-9	0,001
HCH, beta-	319-85-7	0,001
HCH, alpha-	319-84-6	0,001
Flucythrinate	70124-77-5	0,005
Fenvalerate	51630-58-1	0,05
Perthane	72-56-0	0,005
Phenothrin	26002-80-2	0,02
Esfenvalerate	66230-04-4	0,05
Endrin	72-20-8	0,0025
Endrin ketone	53494-70-5	0,005
Endrin-aldehyde	7421-93-4	0,005
Endosulfan sulphate	1031-07-8	0,005
Endosulfan, beta-	33213-65-9	0,0025
Endosulfan, alpha-	959-98-8	0,0025
Dicofol (Kelthane)	115-32-2	0,001
Dichlobenil	1194-65-6	0,005
Dieldrin	60-57-1	0,0025
Deltamethrin	52918-63-5	0,01
Diethyltoluamide	134-62-3	0,005
4,4'-DDT	50-29-3	0,001
Allethrin	584-79-2	0,1
Aldrin	309-00-2	0,0025
Acrinathrin	101007-06-1	0,005
4-Chloro-3-Methylphenol	59-50-7	0,005
4-Chloro-2-Methylphenol	1570-64-5	0,005

2,4-Dichlorophenol	120-83-2	0,005
Trans-Permethrin	61949-77-7	0,005
cis-Permethrin	61949-76-6	0,005
HCH, delta-	319-86-8	0,001
Ethofumesat-2-keto		0,01
Ethofumesate	26225-79-6	0,005
Chloropropylate	5836-10-2	0,005
Pyrimethanil	53112-28-0	0,005
Triclosan-Methyl	4640-01-1	0,005
Vinclozolin	50471-44-8	0,005
Triclosan	3380-34-5	0,005
Trifluralin	1582-09-8	0,005
Transfluthrin	118712-89-3	0,005
Tetramethrin	7696-12-0	0,005
Tetradifon	116-29-0	0,005
Terbutryn	886-50-0	0,005
Tecnazene	117-18-0	0,005
Tefluthrin	79538-32-2	0,005
Cyprodinil	121552-61-2	0,005
Cypermethrin (sum of isomers)	52315-07-8	0,005
Prochloraz	67747-09-5	0,2
Prometryn	7287-19-6	0,005
Cyhalothrin, lambda-(incl. Cyhalothrin, gamma-)	91465-08-6	0,01
Irgarol	28159-98-0	0,002
Cyfluthrin beta	68359-37-5	0,005
Pirimicarb	23103-98-2	0,005
Piperonyl butoxide	51-03-6	0,005
Pentachlorobenzene	608-93-5	0,005
Pentachloroanisole	1825-21-4	0,005
Oxadiazon	19666-30-9	0,005
S-Metolachlor	87392-12-9	0,005
Nonachlor, trans-	39765-80-5	0,005
Nonachlor, cis-	5103-73-1	0,005
Mirex	2385-85-5	0,005
2,4'-DDT	789-02-6	0,001
DDM	101-76-8	0,005
4,4'-DDD	72-54-8	0,001
4,4'-DDE	72-55-9	0,001
2,4'-DDD	53-19-0	0,001
DDE, o,p-	3424-82-6	0,001
Bifenthrin	82657-04-3	0,005
Bifenox	42576-02-3	0,01
Bifenazate	149877-41-8	0,01
Anthraquinone	84-65-1	0,01
Epoxiconazol	106325-08-0	0,005
4,4'-DDMU	1022-22-6	0,005

Methiocarb	2032-65-7	0,002
Mepanipyrim	110235-47-7	0,005
Methoxychlor, p,p'	72-43-5	0,005
Methoxychlor-olefin, p,p'	2132-70-9	0,005
BHC (Benzahex)	608-73-1	0,004
Permethrin (sum of isomers)	52645-53-1	0,005
Fluvalinate-tau	102851-06-9	0,05
β-Cyfluthrin	1820573-27-0	0,005
Fluazifop-P-butyl	79241-46-6	0,01
Florasulam	145701-23-1	0,01
Flonicamid	158062-67-0	0,01
Flamprop-isopropyl	52756-22-6	0,01
Fenhexamid	126833-17-8	0,01
Fenamidone	161326-34-7	0,01
Famoxadone	131807-57-3	0,01
Diuron	330-54-1	0,01
Dinoterb	1420-07-1	0,01
Dinoseb	88-85-7	0,01
Dimethomorph	110488-70-5	0,01
Diflufenican	83164-33-4	0,01
Dimethoate	60-51-5	0,01
Dichlofluanid	1085-98-9	0,01
Difenoconazole	119446-68-3	0,01
Atrazin, desisopropyl-	1007-28-9	0,01
Atrazine-desethyl-desisopropyl	3397-62-4	0,01
Atrazin, desethyl-	6190-65-4	0,01
Buprofezin	69327-76-0	0,01
2,6-Dichlorobenzamide	2008-58-4	0,01
Bentazone	25057-89-0	0,01
Boscalid	188425-85-6	0,01
Bromacil	314-40-9	0,01
Bromoxynil	1689-84-5	0,01
Amidosulfuron	120923-37-7	0,01
Alachlor	15972-60-8	0,01
Acetamiprid	135410-20-7	0,01
Thiamethoxam	153719-23-4	0,01
Thiacloprid	111988-49-9	0,01
Terbuthylazine, desethyl-	30125-63-4	0,01
Terbacil	5902-51-2	0,01
Tepraloxymid	149979-41-9	0,01
Teflubenzuron	83121-18-0	0,01
Tebuconazole	107534-96-3	0,01
Sulfotep	3689-24-5	0,01
Sulfosulfuron	141776-32-1	0,01
Cyazofamid	120116-88-3	0,01
Cymoxanil	57966-95-7	0,01

Propazine	139-40-2	0,01
Azinphos-methyl	86-50-0	0,01
Paclobutrazol	76738-62-0	0,01
Omethoate	1113-02-6	0,01
Nicosulfuron	111991-09-4	0,01
Napropamide	15299-99-7	0,01
Mevinphos	7786-34-7	0,01
Metsulfuron-methyl	74223-64-6	0,01
Metribuzin-desamino	35045-02-4	0,01
Metribuzin	21087-64-9	0,01
Metoxuron	19937-59-8	0,01
Methabenzthiazuron	18691-97-9	0,01
Metconazole	125116-23-6	0,01
Metazachlor	67129-08-2	0,01
Metamitron-Desamino	36993-94-9	0,01
Metamitron	41394-05-2	0,01
Metalaxyl	57837-19-1	0,01
MCPA	94-74-6	0,01
Mandipropamid (any ratio of constituent isomers)	374726-62-2	0,01
Malathion	121-75-5	0,01
Linuron	330-55-2	0,01
Quinmerac	90717-03-6	0,01
Quinoxifen	124495-18-7	0,01
Clothianidin	210880-92-5	0,01
Chlorsulfuron	64902-72-3	0,01
Chlorpyrifos	2921-88-2	0,01
Chlorpropham	101-21-3	0,01
Chloroxuron	1982-47-4	0,01
Chloridazone	1698-60-8	0,01
Chlorfenvinphos	470-90-6	0,01
Kresoxim-methyl	143390-89-0	0,01
Quinoclamine	2797-51-5	0,01
Isoxaben	82558-50-7	0,01
Isoproturon	34123-59-6	0,01
Iprodione	36734-19-7	0,01
Hexythiazox (any ratio of constituent isomers)	78587-05-0	0,01
Hexazinone	51235-04-2	0,01
Furathiocarb	65907-30-4	0,01
Aclonifen	74070-46-5	0,01
Pronamide	23950-58-5	0,005
Triallate	2303-17-5	0,005
Terbuthylazine	5915-41-3	0,005
Cyanazine	21725-46-2	0,005
Carbofuran	1563-66-2	0,005
Azoxystrobin	131860-33-8	0,005
Atrazine	1912-24-9	0,005

Triasulfuron	82097-50-5	0,001
Dichlorvos	62-73-7	0,0005
Quizalofop-P-ethyl	100646-51-3	0,01
Dichloroethylisothiazolinon	64359-81-5	0,005
Fenoxaprop-p-ethyl	71283-80-2	0,01
Diflubenzuron	35367-38-5	0,01
Metribuzin-desaminodiketo	52236-30-3	0,01
2,4-D	94-75-7	0,01
2,4,5-T	93-76-5	0,01
Bronopol	52-51-7	0,2
Bitertanol	55179-31-2	0,1
Hymexazol	10004-44-1	0,1
Dalapon	75-99-0	0,1
Metribuzin-diketo	56507-37-0	0,05
MCPB	94-81-5	0,05
Imidacloprid	138261-41-3	0,01
Clopyralid	1702-17-6	0,05
Aminopyralid	150114-71-9	0,05
Picloram	1918-02-1	0,02
Cyproconazole	94361-06-5	0,01
Pyrethrin I	121-21-1	0,01
Pyridate	55512-33-9	0,01
Pyroxsulam	422556-08-9	0,01
Rimsulfuron	122931-48-0	0,01
Simazine	122-34-9	0,01
Spirodiclofen	148477-71-8	0,01
Pyraclostrobin	175013-18-0	0,01
Prosulfocarb	52888-80-9	0,01
Propoxycarbazone	145026-81-9	0,01
Propiconazole (sum of isomers)	60207-90-1	0,01
Penconazole (sum of constituent isomers)	66246-88-6	0,01
Pendimethalin	40487-42-1	0,01
Picoxystrobin	117428-22-5	0,01
Pinoxaden	243973-20-8	0,01
Primisulfuron-methyl	86209-51-0	0,01
Propachlor	1918-16-7	0,01
Propaquizafop	111479-05-1	0,01
Flutolanil	66332-96-5	0,01
Fluroxypyr	69377-81-7	0,01
Fludioxonil	131341-86-1	0,01
Carfentrazone-ethyl	128639-02-1	0,01
Fluazinam	79622-59-6	0,01
Fluopicolid	239110-15-7	0,01
Fenpyrazamine	473798-59-3	0,01
Cycloxydim	101205-02-1	0,05
Chloridazon, methyl-desphenyl-	17254-80-7	0,02

Chloridazon-desphenyl	6339-19-1	0,2
Metalaxyl Metabolite CGA 62826	87764-37-2	0,02
Metalaxyl CGA 108906	104390-56-9	0,01
Amisulbrom	348635-87-0	0,01
Benzovindiflupyr	1072957-71-1	0,01
Bixafen	581809-46-3	0,01
2-(4-chlorophenoxy)propionic acid	3307-39-9	0,01
Imazamox	114311-32-9	0,01
Phenmedipham	13684-63-4	0,01
Desmedipham	13684-56-5	0,01
Mesosulfuron-methyl	208465-21-8	0,01
Indoxacarb (sum, R+S isomers)	144171-61-9	0,02
Halauxifen-methyl	943831-98-9	0,01
Fuberidazole	3878-19-1	0,01
Foramsulfuron	173159-57-4	0,01
Fluxapyroxad	907204-31-3	0,01
Fluopyram	658066-35-4	0,01
Zoxamide	156052-68-5	0,02
Parathion-methyl	298-00-0	0,02
Parathion-ethyl	56-38-2	0,02
Fenitrothion	122-14-5	0,02
Dicamba	1918-00-9	0,02
Mecoprop + Mecoprop-P		0,01
Dichlorprop + Dichlorprop-P		0,01
Lenacil	2164-08-1	0,01
Chinomethionate	2439-01-2	0,01
Tritosulfuron	142469-14-5	0,01
Triticonazole	131983-72-7	0,01
Trinexapac-ethyl	95266-40-3	0,01
Trichlorfon	52-68-6	0,01
Triflusulfuron-methyl	126535-15-7	0,01
Trifloxystrobin	141517-21-7	0,01
Triadimenol	55219-65-3	0,01
Triadimefon	43121-43-3	0,01
Tralkoxydim	87820-88-0	0,01
Tolyfluanid	731-27-1	0,01
Tolclofos-methyl	57018-04-9	0,01
Thifensulfuron methyl	79277-27-3	0,01
Iodosulfuron-methyl Sodium	144550-36-7	0,01
Thiencarbazone-methyl	317815-83-1	0,02
Spirotetramat	203313-25-1	0,01
Sedaxane	874967-67-6	0,01
Pyriofenone	688046-61-9	0,01
Pymetrozine	123312-89-0	0,01
Proquinazid	189278-12-4	0,01
Prohexadione	88805-35-0	0,1

Penflufen	494793-67-8	0,01
Metaflumizone (sum of E- and Z- isomers)	139968-49-3	0,05

Taulukko A3. Analysoidut kvaternaariset ammoniumyhdisteet, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
Benzethonium Chloride	121-54-0	0,01
BAC C10 - Benzyldimethyldecylammonium chloride	965-32-2	0,01
Cetalkonium chloride (BAC-C16)	122-18-9	0,01
Miristalkonium chloride (BAC-C14)	139-08-2	0,01
Benzyldimethyldodecylammonium chloride (BAC-C12)	139-07-1	0,01
DDAC C8 - Dioctyldimethylammonium chloride	5538-94-3	0,01
DDAC C12 - Didodecyl dimethyl ammonium chloride	3401-74-9	0,01
BAC C18 - Benzyldimethyloctadecylammonium	122-19-0	0,01
DDAC C10 - Didecyl dimethyl ammonium chloride	7173-51-5	0,01
Benzyldimethyloctylammonium chloride (BAC C8)	959-55-7	0,01

Taulukko A4. Analysoidut biosidien muuntumistuotteet, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
Flumioxazin 482-HA		0,01
Chlorothalonil-4-hydroxy	28343-61-5	0,01
Metolachlor CGA 357704	1217465-10-5	0,02
Thiamethoxam CGA 355190		0,002
Metolachlor ethanesulfonic acid	171118-09-5	0,02
Metazachlor BH 479-9		0,005
Metazachlor ethanesulfonic acid	172960-62-2	0,02
Chloridazon, methyl-desphenyl-	17254-80-7	0,005
Chloridazon-desphenyl	6339-19-1	0,02
Tritosulfuron 635M02	1869-24-5	0,05
Tritosulfuron 635M01		0,02
1-(4-Isopropylphenyl)-urea	56046-17-4	0,05
iso-Chloridazon	162354-96-3	0,005
2-Hydroxy-terbuthylazine	66753-07-9	0,005
Simazine, 2-hydroxy-	2599-11-3	0,005
Terbuthylazine-Desethyl-2-hydroxy	66753-06-8	0,005
Atrazine, 2-hydroxy-	2163-68-0	0,005
Flufenacet oxalamic acid	201668-31-7	0,02
Flufenacet ethane sulfonic acid		0,02
Dimethenamid oxalamic acid	380412-59-9	0,02
Dimethenamid ethane sulfonic acid		0,02
2,6-Dichlorobenzamide	2008-58-4	0,002
Desmethyl-isoproturon	34123-57-4	0,01
Desmethyl-chlortoluron	22175-22-0	0,02

Atrazin, desisopropyl-	1007-28-9	0,005
Butachlor oxalamic acid		0,02
Butachlor ethane sulfonic acid		0,01
Bentazone-8-hydroxy	60374-43-8	0,02
2-amino-N-(isopropyl)benzamide	30391-89-0	0,002
Alachlor oxalamic acid	171262-17-2	0,02
Alachlor ESA	142363-53-9	0,02
Acetochlor SAA		0,02
Acetochlor oxalamic acid	194992-44-4	0,02
Acetochlor ESA	187022-11-3	0,02
4-Isopropylaniline	99-88-7	0,05
3,4-dichloroaniline	95-76-1	0,05
N-(3,4-Dichlorophenyl)urea	2327-02-8	0,05
1-(3,4-DICHLOROPHENYL)-3-METHYL UREA	3567-62-2	0,05
Atrazine-desethyl-desisopropyl	3397-62-4	0,02
Tritosulfuron	142469-14-5	0,002
Propachlor	1918-16-7	0,01
Dimethachlor	50563-36-5	0,005
Dimethachlor-metabolite CGA 354742	1231819-32-1	0,02
Trifloxystrobin metabolite CGA321113	252913-85-2	0,01
Metalaxyl CGA 108906	104390-56-9	0,02
Quinmerac BH518-5		0,02
Metazachlor oxanilic acid		0,02
Propazine 2-hydroxy	7374-53-0	0,01
Propachlor oxalamic acid	70628-36-3	0,02
Propachlor ethane sulfonic acid		0,02
Picoxystrobin M8		0,002
Picoxystrobin M3		0,005
Dimethachlor SYN 530561		0,02
Dimethachlor SYN 528702		0,005
Chlorthalonil M 5	142733-37-7	0,02
Chlorthalonil M 12		0,01
Azoxystrobin R234886	1185255-09-7	0,01
Metolachlor NOA 413173		0,02
Pethoxamid MET-42		0,005
Dimethyltolylsulfamid (DMST)	66840-71-9	0,02
N,N-Dimethylsulfamide	3984-14-3	0,02
Metalaxyl CGA 62826	87764-37-2	0,02
Metolachlor OA	152019-73-3	0,02
Dimethachlor-metabolite CGA 50266	1086384-49-7	0,02
Metolachlor CGA 50720	152019-74-4	0,01
Metolachlor CGA 50267	82508-03-0	0,02
Metolachlor CGA 37735	97055-05-5	0,02
Dimethachlor CGA 373464		0,005
Dimethachlor CGA 369873		0,01
Metolachlor CGA 368208		0,005

Metazachlor BH 479-12		0,02
Thiamethoxam CGA 353968	634192-72-6	0,02
Metolachlor Morpholinone	120375-14-6	0,01
metazochlor M11	1242182-77-9	0,002
Irgarol M1	30125-65-6	0,01

Taulukko A5. Analysoidut ftalaatit, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
Di-isobutyl phthalate (DiBP)	84-69-5	0,1
Dipentylphthalate	131-18-0	0,1
Phthalic acid, bis-iso-pentyl ester (DiPP)	605-50-5	0,1
Dinonyl phthalate (DNP)	84-76-4	0,1
Di-heptyl phthalate	3648-21-3	0,1
Phthalic acid, bis-hexyl ester (DnHP)	84-75-3	0,1
Diethylhexylphthalate (DEHP)	117-81-7	0,1
Diethylhexylphthalate (DEHP)	117-81-7	0,1
Diethyl phthalate (DEP)	84-66-2	0,1
Di-cyclohexyl phthalate	84-61-7	0,1
Di-n-octylphthalate (DNOP)	117-84-0	0,1
Diisononyl phthalate (DINP)	68515-48-0	5
Dimethylphthalate	131-11-3	0,1
Benzyl butyl phthalate (BBP)	85-68-7	0,1
Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	0,1
Dipropylphthalate	131-16-8	0,1
Diisodecyl phthalate (DIDP)	68515-49-1	5
Diisopropyl phthalate (DiisopropP)	605-45-8	0,1

Taulukko A6. Analysoidut alkuaineet, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
Aluminium	7429-90-5	0,05
Boron (B)	7440-42-8	0,03
Cadmium (Cd)	7440-43-9	0,0001
Chromium (Cr)	7440-47-3	0,003
Copper (Cu)	7440-50-8	0,003
Lead (Pb)	7439-92-1	0,001
Nickel (Ni)	7440-02-0	0,003
Tin (Sn)	7440-31-5	0,001
Zinc (Zn)	7440-66-6	0,005

Taulukko A7. Analysoidut isotiatsolinonit, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
MIT	2682-20-4	10
CIT	26172-55-4	10
BIT	2634-33-5	10
OIT	26530-20-1	10
DCOIT	64359-81-5	10
BBIT	4299-07-04	10
MBIT	2527-66-4	10

Taulukko A8. Analysoidut klooratut parafiinit, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	RL
chlorinated paraffins (C10-C13)	1
chlorinated paraffins (C14-C17)	1
total chlorinated paraffins (C10-C20)	1

Taulukko A9. Analysoidut orgaanisia fosforiyhdisteitä sisältävät palonestoaineet, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
TCEP	115-96-8	0,1
TCPP	13674-84-5	0,1
TCDPP	13674-87-8	0,1
tricresyl phosphate (mixed isomers)	1330-78-5	0,5
TBEP	78-51-3	0,5
triphenylphosphate	115-86-6	0,1
tris(2-ethylhexyl) phosphate	78-42-2	0,5
2-ethylhexyl diphenyl phosphate (Octicizer)	1241-94-7	0,1
tributylphosphate	126-73-8	0,1
triisobutylphosphate	126-71-6	0,1
triethylphosphate	78-40-0	0,1
diphenylkresylphosphate		0,5
phenyldikresylphosphate		0,5
tri-o-kresylphosphate	78-30-8	0,1
trimethylphosphate	512-56-1	0,1

Taulukko A10. Analysoidut fluoritelomeerialkoholit, niiden CAS-numerot ja laboratorion raportointirajat (µg/l)

Substance	CAS	RL
6:2 FTOH (Fluorotelomer alcohol)	647-42-7	0,050
8:2 FTOH (Fluorotelomer alcohol)	678-39-7	0,010
10:2 FTOH (Fluorotelomer alcohol)	865-86-1	0,002