

BIOLOĢISKO AĢENTU IEDARBĪBA UN SAISTĪTĀ IETEKME UZ VESELĪBU ATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS UN NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANAS NOZARĒ

Ietekme uz veselību, kas saistīta ar bioloģisko aģentu iedarbību darba vietā

Periodā no 2015. līdz 2017. gadam Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra (EU-OSHA) īstenoja projektu, lai novērstu zināšanu un izpratnes trūkumu par bioloģisko aģentu iedarbību un ar to saistītajām veselības problēmām, kā arī sistemātiskas pieejas trūkumu, novēršot šos ar bioloģiskajiem aģentiem saistītos riska faktoros darba vietā. 2016. gadā tika veikts padziļināts literatūras pārskats par bioloģisko aģentu izraisītām ar darbu saistītām slimībām. Izpētē tika konstatēts, ka atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarē nodarbinātās personas ir pakļautas augstam bioloģisko aģentu iedarbības riskam. Papildus literatūras pārskatam, ekspertu aptaujāšanai un datu apkopošanai par sakari ar uzraudzības sistēmām un to radītām veselības problēmām, ekspertu intervijās un fokusa grupu sanāksmēs tika iegūta informācija par rīcībpolitikas pasākumiem, kuru mērķis ir mazināt bioloģisko aģentu radītos riskus. Leinteresēto pušu darbseminārā 2017. gadā tika iegūta papildu informācija. Šajā rakstā galvenā uzmanība ir veltīta bioloģisko aģentu radītai ietekmei uz veselību atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarē.

Rūpniecisko, medicīnas un mājsaimniecības atkritumu apstrādes nozarē radīto atkritumu daudzums Eiropas Savienībā pieaug. Atkritumu apstrādes nozarē nodarbinātās personas cita starpā ir atkritumu savācēji, atkritumu apstrādes darbinieki, atkritumu šķirotāji, reciklēšanas darbinieki, incinerācijas darbinieki, kompostēšanas darbinieki, biomasas/bioenerģijas darbinieki, atkritumu poligonu darbinieki un notekūdeņu attīrīšanas darbinieki. Tā kā šie darbinieki bieži ir pakļauti mikroorganismu iedarbībai (OSHWiki raksts *Exposure to dangerous substances in the waste management sector* (1)), viņu veselību nopietni apdraud bioloģisko aģentu ietekme.

Atkritumu apstrāde

Kuijer un Sluiter (2010) pārskatīja informāciju par atkritumu savācēju veselības rezultātiem un secināja, ka pastāv pārliecinoši pierādījumi par to, ka bioaerosola ietekme pārsniedz ieteikumus. Pastāv arī vidēji pārliecinoši pierādījumi par paaugstinātu sūdzību risku par elpceļu slimību simptomiem, kā arī ierobežoti pierādījumi par paaugstinātu kuņģa un zarnu trakta saslimšanu risku. Saistītās slimības ir saistītas ar elpceļiem, piemēram, bronhīts, kuņģi un zarnu traktu, piemēram, diareju un nelabumu, kā arī infekcijām, piemēram, hepatītu (A un C), HIV, sifilisu (Kuijer un Sluiter, 2010) un hepatītu B (Kuijer un Sluiter, 2010; Corrao et al., 2013). Turklāt darba vietas atkritumu apsaimniekošanas objektos ar gaisa kondicionēšanas sistēmām, augstu



(1) Skatīt OSHwiki rakstu *Exposure to dangerous substances in the waste management sector*.
https://oshwiki.eu/wiki/Exposure_to_dangerous_substances_in_the_waste_management_sector

mitruma līmeni vai sistēmām, kas satur stāvošu, siltu ūdeni, veicina legionella baktēriju vairošanos (EU-OSHA, 2011).

Strādājot ar atkritumiem, iespējams savainoties ar asiem objektiem, un tas rada inficēšanās risku ar vīrusiem, ko pārnēsā ar asinīm. Šie negadījumi notiek atkritumu šķirošanas vai vākšanas laikā, jo īpaši gadījumos, kad konteineru vietā izmanto atkritumu maisus (kuri viegli plīst). Ar rokām jāšķiro ne tikai adatas, bet arī stikli un kārbas. Parasti nav zināma atkritumu izcelsmes vieta.

▪ Notekūdeņu attīrīšana

Korzeniewska (2011) norāda, ka, ja notekūdeņu attīrīšanas iekārtu darbiniekiem jau nebūtu izstrādājusies imunitāte vai viņi neizmanto piemērotus aizsardzības līdzekļus, var diezgan droši apgalvot, ka bioloģisko aģentu iedarbības dēļ viņi viena gada laikā saslimtu. Notekūdeņi un nestabilā stāvoklī esošas dūņas satur dažādus patogēnus, piemēram, vīrusus, baktērijas, kā arī cilvēku un dzīvnieku parazītus. Šie mikroorganismi var nonākt apkārtējā gaisā ar notekūdeņu pilieniem, kuri rodas aerācijas vai notekūdeņu mehāniskas pārvietošanas laikā. Tāpēc notekūdeņu attīrīšanas laikā radītie bioaerosoli var radīt šo iekārtu darbinieku veselības apdraudējumu. Dažos pasaules reģionos notekūdeņu un ekskrementu izmantošana lauksaimniecībā ir ierasta prakse, un tā var izraisīt saslimšanu ar dažādām nopietnām infekcijām, tostarp diareju, ādas infekciju, parazītu infekciju un bakteriālo infekciju (Lam et al., 2015).

Notekūdeņu attīrīšanas nozarē nodarbināto vidū ir ziņots arī par saslimšanu ar leptospirozi (to izraisa *Leptospira spp.*) (Dutkiewicz et al., 2011). Šie darbinieki arī ir īpaši pakļauti saskares ar *Legionella* riskam (EU-OSHA, 2011).

1. tabula sniedz pārskatu par pārskatos kopš 2010. gada ziņotajiem nodarbošanās veidiem, bioloģiskajiem aģentiem un saistītajām slimībām, kā arī bioloģiskajiem aģentiem darba vietā (EU-OSHA, 2019).

1. tabula. Pārskats par ziņotajiem nodarbošanās veidiem, bioloģiskajiem aģentiem un ziņotajām saistītajām notekūdeņu attīrīšanas nozarē nodarbināto personu (piemēram, atkritumu savācēju, atkritumu kompostēšanas darbinieku, atkritumu apstrādes darbinieku, atkritumu šķirotāju) infekcijas un neprecizētām slimībām

Bioloģiskais aģents	Nodarbošanās	Ietekme uz veselību
Baktērija		
Aktinomicētes	Kompostēšanas objekta darbinieks	Aktinomikoze
<i>Acinetobacter</i>	Atkritumu nozares darbinieks	—
<i>Brucella spp.</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Bruceloze
<i>Campylobacter</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Kampilobaktērijas infekcija
<i>Escherichia coli</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Kolibakterioze
	Bioloģiskās apstrādes iekārtas darbinieks	
<i>Legionella spp.</i>	Atkritumu nozares darbinieks Notekūdeņu attīrīšanas nozares darbinieks	Legioneloze
<i>Mycobacterium</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Tuberkuloze
<i>Salmonella</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Salmoneloze

Bioloģiskais aģents	Nodarbošanās	Ietekme uz veselību
<i>Staphylococcus</i>	Atkritumu nozares darbinieks	—
<i>Treponema pallidum</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Sifiliss
Sēnīte		
<i>Aspergillus</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Mikotiskais keratīts (radzenes infekcija)
<i>Cryptococcus</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Kriptokokoze
<i>Geotrichum</i>	Atkritumu nozares darbinieks	—
<i>Rhodotorula</i>	Atkritumu nozares darbinieks	—
<i>Trichoderma</i>	Atkritumu nozares darbinieks	—
Vīrusi		
<i>A hepatīta vīruss</i>		A hepatīts
<i>B hepatīta vīruss</i>	Atkritumu nozares darbinieks	B hepatīts
<i>C hepatīta vīruss</i>		C hepatīts
<i>Cilvēka imūndeficīta vīruss (Human immunodeficiency virus — HIV)</i>	Atkritumu nozares darbinieks	legūtais imūndeficīta sindroms (<i>Acquired immune deficiency syndrome — AIDS</i>)
Parazīti		
<i>Toxoplasma gondii</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Toksoplazmoze
Jaukti		
Iekštelpu pelējums, sēnītes (jaukti)	Atkritumu nozares darbinieks	“Slimo ēku sindroms”, astma, augšējo elpceļu slimības, infekcijas, klepus, galvassāpes un gripai līdzīgi simptomi, alerģiskas saslimšanas, deguna, kakla, acu un ādas kairinājums

Piezīme. Literatūras pārskatā netika iegūta informācija par visu izraisītāju bioloģisko aģentu konkrētu ietekmi uz veselību. Gadījumos, kad literatūrā informācija nebija atrodama, ietekme uz veselību tika noteikta, ja iespējams, pamatojoties uz vispārējām zināšanām, proti, to, vai bioloģiskais aģents izraisa vienu konkrētu slimību; to bioloģisko aģentu gadījumā, kuru radītā ietekme uz veselību ir daudzveidīga, šūnas ir atzīmētas ar defisi.

(^a) Konkrētu baktēriju radīti toksīni, kuri tiek izlaisti baktēriju šūnu iznīcināšanas brīdī.

Ir ziņots arī par cēloniskām attiecībām starp saskari ar neinfekcioziem gaisa pilienu ceļā pārnestiem bioloģiskās bīstamības endotoksīniem (baktēriju un sēnīšu (1-3)-betaD-glikāniem) un notekūdeņu attīrīšanas iekārtu darbinieku kuņģa un zarnu trakta slimību simptomiem, drudzi, elpceļu slimību simptomiem, ādas slimībām, acu kairinājumu, galvassāpēm, nogurumu un nelabumu (*Korzeniewska, 2011*).

Pastiprināta saskare ar endotoksīniem (EU-OSHA, 2007a; Ławniczek-Wałczyk un Górny, 2010; Duquenne et al., 2013), mikotoksīniem (Fromme et al., 2016), beta-glikāniem ar organisko putekļu starpniecību (Ławniczek-Wałczyk un Górny, 2010) un bioaerosoliem (Anzivino-Viricel et al., 2012; Pearson et al., 2015; Walser et al., 2015) bija saistīta ar dažādiem negatīviem veselības rezultātiem, tostarp elpceļu iekaisuma reakcijām, organisko putekļu toksisko sindromu, stipru drudzi, acu, deguna un kakla kairinājumu, klepošanu, niezi, pasliktinātu plaušu darbību (forsētas izelpas apjoms vienā sekundē (FEV1)), lielāka atopijas un mieloperoksidāzes izstrādāšanas (imūnsistēmas darbības rādītājs) izplatība.

▪ **Kompostēšana**

Saskare ar organiskajiem putekļiem darba vietā kompostēšanas objektos ir saistīta ar negatīvām akūtām un hroniskām sekām saistībā ar elpceļu veselību, tostarp gļotādas kairinājumu, hronisku bronhītu un forsētas vitālās kapacitātes paātrinātu samazināšanos. Ietekmes uz veselību raksturs atšķiras no ietekmes uz veselību, kas konstatēta citās darba vietās, kurās darbinieki saskaras ar organiskajiem putekļiem. Iespējams, tas skaidrojams ar apstākli, ka kompostēšanas iekārtās ir augsta termotolerantu/termofilisku aktinomicēšu un šķiedrveida sēnīšu koncentrācija.

Pearson et al. pārskatā kā potenciāli kaitīgi noteikti šādi bioaerosolu komponenti:

- sēnītes un sēņu sporas — tostarp termotolerantā suga *Aspergillus fumigatus*;
- baktērijas — tostarp gramnegatīvās baktērijas un sporas veidojošas grampozitīvās baktērijas aktinomicētes;
- endotoksīni — dažu baktēriju strukturāli komponenti, kas tiek izlaisti šūnas sienīgas bojājuma dēļ, tostarp lipopolisaharīdi (LPS) vai lipo-oligo-saharīdi;
- putekļi vai cietās daļiņas, kuru sastāvā ir mikrobu daļas;
- beta(1→3)glikāni — atsevišķu sēnīšu, jo īpaši *Aspergillus* sugas sēnīšu, šūnu sienīgās atrodami polisaharīdi.

Pastāv iespēja, ka kompostēšanas procesā izdalās arī mikotoksīni. Tie ir toksiski sēnīšu sekundārie metabolīti (viens no spēcīgākajiem ir aflatoksīns, kuru galvenokārt rada *Aspergillus flavus*) (Pearson et al., 2015). Atkarībā no daļiņu izmēra bioaerosoli var iekļūt dziļi plaušās un iegult alveolās. Kompostēšanas iekārtu radīto bioaerosolu gadījumā ir noteikta šāda ietekme uz veselību:

- alerģiska astma, rinīts, hipersensitivitātes pneimonīts, eksogēnais alerģiskais alveolīts, alerģiska bronhopulmonāla aspergiloze, acu un ādas kairinājums;
- toksiska nealerģiska astma, rinīts, gļotādas kairinājums, hronisks bronhīts, hroniska elpceļu obstrukcija, piemēram, hroniska obstruktīva plaušu slimība (HOPS), organisko putekļu toksiskais sindroms, toksiskais pneimonīts;
- infekciozā aspergiloze, zigomikoze; personas ar imūndeficītu ir uzņēmīgākas zemākas attiecīgo patogēnu koncentrācijas apstākļos. (Pearson et al., 2015)

2. tabula sniedz pārskatu par literatūras pārskatā konstatētiem alergēniem aģentiem, toksīniem un saistītām veselības problēmām.

2. tabula. Pārskats par nodarbošanās veidiem, alergēniem aģentiem, toksīniem un saistītām veselības problēmām atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarē nodarbināto personu vidū

Kategorija	Aģents	Nodarbošanās	Ietekme uz veselību
Posmkāji	Kožodiņš	Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas darbinieks	Astma

Kategorija	Aģents	Nodarbošanās	Ietekme uz veselību
<i>Aspergillus fumigatus</i>		Kompostēšanas objekta darbinieks	Plaušu un elpošanas orgānu slimības
Arhebaktērijas	Arhebaktērijas bioaerosolos	Notekūdeņu attīrīšanas nozares darbinieks	Sensibilizācija (jānosaka atbilstība)
Stādu materiāls	Kapoks	Notekūdeņu nozares darbinieks	Astma
Sēnīte	<i>Alternaria</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Astma, hipersensitivitātes pneimonīts
Sēnīte	<i>Cladosporium</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Astma, hipersensitivitātes pneimonīts
Sēnīte	<i>Penicillium</i>	Atkritumu nozares darbinieks	Astma, hipersensitivitātes pneimonīts
Organiskie putekļi	Organiskie putekļi (beta glikāni)	Atkritumu nozares darbinieks	—
Organiskie putekļi (jaukti)	Organiskie putekļi (endotoksīni)	Atkritumu nozares darbinieks	Liels drudzis, klepošana, elpošanas sistēmas kairinājums, kā arī sekrēta uzkrāšanās bronhos (saskare ieelpojot)
Organiskie putekļi, bioaerosoli (jaukti)	Organiskie putekļi, bioaerosoli	Elektroenerģijas ģenerācijā no biomasas nodarbinātā persona	Kairinājums (acu, ādas)
Organiskie putekļi	Organiskie putekļi (baktērijas, sēnītes, endotoksīni ^(a) , beta glikāni)	Kompostēšanas objekta darbinieks	Klepus, dispnoja, acu kairinājums
Toksīns/iekššūnas patogēns	Aflatoksīni	Atkritumu nozares darbinieks	Hepatotoksiska, kancerogēna un imūnsupersīva ietekme
Toksīns/iekššūnas patogēns	Ohratoksīns A	Atkritumu nozares darbinieks	Kancerogēna, nefrotoksiska, teratogēniska un imūntoksiska ietekme

Piezīme. Literatūras pārskatā netika iegūta informācija par visu izraisītāju bioloģisko aģentu konkrētu ietekmi uz veselību. Gadījumos, kad literatūrā informācija nebija atrodama, ietekme uz veselību tika noteikta, ja iespējams, pamatojoties uz

vispārējām zināšanām, proti, to, vai bioloģiskais aģents izraisa vienu konkrētu slimību; to bioloģisko aģentu gadījumā, kuru radītā ietekme uz veselību ir daudzveidīga, šūnas ir atzīmētas ar defisi.

Saskares modelis, tīša *versus* netīša izmantošana, kā arī pieejamās ekspozīcijas robežvērtības

Atkritumu materiālu sastāvā parasti ir dažādas barības vielas, un šie materiāli ir mitri. Tie ir labi mikroorganismu augšanas apstākļi. Atkritumu vecums un sastāvs, uzglabāšanas temperatūra un mitrums ietekmē atkritumos esošo mikroorganismu veidu un daudzumu, kā arī to, kāda ir šo mikroorganismu izdzīvošanas un vairošanās iespēja. Šajā kontekstā būtiskākie bioloģisko aģentu iedarbības ceļi ir tiešs kontakts ar atkritumu materiāliem un putekļiem (galvenokārt dermāla un/vai orāla saskare), kā arī gaisa pilienu ceļā pārnestu bioloģisko aģentu ieelpošana ⁽²⁾] (*EU-OSHA*, 2019). Specifisks bioloģisko aģentu iedarbības ceļš ir ievainojumi, kas iegūti no adatām, piemēram, veicot atkritumu manuālu šķirošanu.

Arodekspozīcija bioloģiskajiem aģentiem var notikt, tīši izmantojot konkrētus mikroorganismus primārajā procesā vai vairāk vai mazāk nejauši un netīši saskaroties ar tiem procesos, kuri ietver daudzus un dažādus mikroorganismus vidēs, kurās bioloģiskie aģenti rodas dabiskā ceļā, jo pastāv labvēlīgi apstākļi mikroorganismu augšanai. Tīša izmantošana atkritumu apstrādes nozarē notiek tad, ja atkritumi tiek sadalīti, izmantojot mikroorganismus. Tas notiek, piemēram, kompostēšanas procesā, dabiski augošiem mikroorganismiem sadalot organiskos atkritumus. Process tiek kontrolēts, lai veicinātu atsevišķu šādu sadalītāju augšanu. Tā kā mikroorganismu izmantošana parasti ir būtisks elements, piemēram, kompostēšanas un notekūdeņu attīrīšanas procesos, bioloģisko aģentu izmantošana šajos gadījumos tiek uzskatīta par tīšu. Tomēr, ņemot vērā apstākli, ka iesaistītie mikroorganismi ir ļoti mainīgi, to izmantošana tik un tā tiek uzskatīta par problemātisku. Turklāt, piemēram, kompostēšanas procesā tiek sagaidīts un paredzēts, ka mikroorganismi aug, bet var rasties arī patogēni, piemēram, kontaminētos notekūdeņos, vai mikroorganismi, kuri rada alergēnus, piemēram, organiskie putekļi no atkritumiem, un tas patiešām ir netīši.

Arodekspozīcijas robežvērtības

Atkritumu apstrādes un notekūdeņu attīrīšanas nozarei piemērojamu arodekspozīcijas robežvērtību noteikšanu kavē zināšanu trūkums par visām saskarēm, kā arī (kvantitatīvu) datu trūkums par saikni starp saskari un saistīto ietekmi uz veselību (saskares–ietekmes attiecības). Pašlaik tikai Vācijā ir noteikta tehniskās kontroles vērtība attiecībā uz mezofilo pelējuma kultūru sporām darba vietu gaisā atkritumu apstrādes iekārtās: 5×10^4 sporu uz m^3 elpojamā gaisa (*BAuA*, 2016). Lai gan ieteikums neattiecas tieši uz atkritumu apstrādes nozari un tas netiek piemērots kā oficiāla arodekspozīcijas robežvērtība, Nīderlande ir izstrādājusi ieteicamo, ar veselības apsvērumiem pamatotu arodekspozīcijas robežvērtību saskarei ar endotoksīnu (90 endotoksīna vienības/ m^3 gaisa, aprēķinot vidējo daudzumu astoņās stundās ⁽³⁾) (Nīderlandes Veselības padome, 2010), kas ir būtiska arī šajā nozarē. Ziemeļvalstu ekspertu grupa Skandināvijā pētīja to, kādu ietekmi uz veselību rada pelējumu kultūras, kuras var būt toksiskas. Saskaņā ar ekspertu aprēķinu tāda pelējumu kultūru klātbūtne gaisā, kuras gadījumā nesensibilizēti darbinieki sāk izjust ietekmi, ir aptuveni 10^5 sporas/ m^3 gaisa (*Eduard*, 2006, 2009).

Tomēr, pamatojoties uz pieejamo zinātnisko literatūru, darba vidē, tostarp atkritumu apsaimniekošanas nozarē, attiecībā uz bioaerosoliem tiek izmantotas turpmāk norādītās atsauces vērtību robežvērtības ⁽⁴⁾.

- Baktērijas kopā: $\leq 1,0 \times 10^3$ – $7,0 \times 10^3$ kolonijveidotāju vienību/ m^3 darba vietām ar rūpniecību nesaistītās nozarēs, kā arī $\leq 7,5 \times 10^2$ – $1,0 \times 10^7$ kolonijveidotāju vienību/ m^3 ražošanas un rūpniecības telpām.
- Gramnegatīvās baktērijas: $1,0 \times 10^3$ – $2,0 \times 10^4$ kolonijveidotāju vienību/ m^3 ražošanas un rūpniecības telpām

⁽²⁾ Skatīt *OSHWiki* rakstu *Exposure to dangerous substances in the waste management sector*. https://oshwiki.eu/wiki/Exposure_to_dangerous_substances_in_the_waste_management_sector

⁽³⁾ Endotoksīna vienības ir endotoksīna aktivitātes mērvienība.

⁽⁴⁾ Skatīt *OSHWiki* rakstu *Bioaerosols and OSH*. https://oshwiki.eu/wiki/Bioaerosols_and_OSH

- Sēnītes: $\leq 1,0 \times 10^1$ - $1,0 \times 10^4$ kolonijveidotāju vienību/m³ darba vietām ar rūpniecību nesaistītās nozarēs kā $1,0 \times 10^2$ - $1,0 \times 10^7$ kolonijveidotāju vienību/m³ ražošanas un rūpniecības telpām.
- Bakteriālie endotoksīni: 0,005-0,2 µg/m³ ražošanas un rūpniecības procesiem.
- Nav droša patogēno mikroorganismu līmeņa. Robežvērtībai būtu jābūt 0 kolonijveidotāju vienību/m³.

Neaizsargātās grupas

Dažas darbinieku grupas var uzskatīt par neaizsargātām “pēc noklusējuma”. Tās ir “īpaši jutīgas riska grupas” (piemēram, novecojoši darbinieki, gados jauni darbinieki, darba ņēmējas sievietes). Tomēr tādu darbinieku gadījumā, kuri ir pakļauti intensīvai saskarei, neaizsargātību var attiecināt uz pašu darbu (un, iespējams, uz faktu, ka attiecīgajā nozarē intensīva saskare izriet no nepietiekamas darba aizsardzības noteikumu īstenošanas). Tomēr šīs grupas pārklājas, un starp dažādiem apstākļiem ir iespējama mijiedarbība. Tādējādi, nosakot neaizsargātās grupas, ir jāņem vērā vielmaiņas atšķirības, jau esošas veselības problēmas, tostarp tādas darbā iegūtas slimības kā elpošanas traucējumi, nozarē spēkā esošās normas, tās drošības kultūra un nodarbinātības apstākļi, kā arī konkrētie apstākļi darba vietā.

Tāpat kā citās nozarēs, arī atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarē par neaizsargātām grupām uzskata stažierus, darbiniekus, kuriem attiecīgā darba vieta ir pirmā, kā arī pagaidu darbiniekus, jo viņiem ir mazāk praktiskās pieredzes un kopumā sliktāka izpratne par riskiem. Par neaizsargātiem uzskata arī gados vecākas personas, grūtnieces, cilvēkus ar jau esošām slimībām, piemēram, plaušu slimībām, alerģijām, astmu un diabētu (paaugstināta infekciju riska dēļ), kā arī cilvēkus, kuriem kā ārstniecības procedūra hronisku slimību ārstēšanā ir piemērota imūnsupresijas terapija. Turklāt šajās darba vietās nodarbināti pagaidu darbinieki un neoficiāli darbinieki bez personu apliecinošiem dokumentiem (nelegāli darbinieki) tiek uzskatīti par īpaši neaizsargātiem, jo tie bieži vien neizprot riskus vai nav informēti par riskiem, ar kuriem tie nonāk saskarē, un bieži netiek pienācīgi apmācīti, nesaņem atbilstošas norādes un vakcīnas. Iepriekšminētās neaizsargātās grupas rada bažas saistībā ar daudzām nozarēm, tostarp atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozari. Šajās nozarēs tīrīšanas un apkopes darbi tiek uzskatīti par īpaši bīstamiem (EU-OSHA, 2020).

Jauni riski

“Jauns darba aizsardzības risks” ir arod risks, kas tiek uzskatīts par jaunu vai pieaugošu. Jauni riski ietver jaunradītus vai nesen identificētus riskus, pieaugošus riskus un riskus, kas kļūst vispārzināmi vai pierādīti.

Turpmāk sniegti jaunu risku piemēri atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarēs. Šie riski tika noteikti ekspertu un fokusa grupu intervijās.

Pirmais jaunais risks ir saistīts ar (organisko) atkritumu vākšanu un atdalīšanu mājāsaimniecībās. Mūsdienās atkritumus bieži vien glabā (lielākos) plastmasas konteineros, nevis plastmasas maisos, tāpēc atkritumu savākšana var notikt retāk. Atkritumu glabāšanai izmantotajos konteineros ir kopumā labvēlīga vide mikroorganismu augšanai. Ilgāka atkritumu uzglabāšana mājās sniedz mikroorganismiem laiku augšanai. Tas palielina, piemēram, atkritumu savācēju un šķīrotāju netīšas saskares risku ar baktērijām un sēnītēm.

Otrkārt, par jaunu risku, kuram ir pakļauti atkritumu apstrādes darbinieki, tiek uzskatīta saskare ar vairākiem (ķīmiska, bioloģiska, fiziska) riska faktoriem, tostarp bioloģisku aģentu kombinācijai (*EU-OSHA*, 2009), jo joprojām trūkst zināšanu par iespējamām mijiedarbībām, kas varētu palielināt vai samazināt kopējo ietekmi uz veselību (*EU-OSHA*, 2019).



Paredzamais ar biomasas izmantošanu, atkritumiem un reciklēšanu saistīto zaļo darbvieta skaita pieaugums nākotnē var palielināt sensibilizācijas izplatību pret alergēniem, kas ir saistīti ar biomasu. Bažas rada arī ar biomasu saistīti alergēni, jo atkritumu apsaimniekošana un kompostēšana ir saistīta ar īpašu alergēnu rašanos.

Turklāt par jaunu risku tiek uzskatīts *Aspergillus* zaļo atkritumu reciklēšanā, jo šis bioloģiskais aģents var būt kompostēšanas iekārtās radīto bioaerosolu sastāvā. Tādas darbības kā svaigu zaļo atkritumu smalcināšana, kaudžu pagriešana un veca komposta pārbaude var izraisīt liela bioaerosola daudzuma rašanos un ietekmēt to zaļo atkritumu reciklēšanā nodarbināto personu veselību, kuras nonāk saskarē ar bioaerosolu.

EU-OSHA kā iespējamus jaunus riskus ir noteikusi arī bioloģiskos apdraudējumus saistībā ar darbu, kas tiek veikts ar jaunām baktērijām, kuras attīstījušas bioinženierijas ceļā, kā arī palielinātu saskari ar baktērijām un sēnītēm, kas izriet no organisko atkritumu savākšanas un šķirošanas izplatības pieauguma (*EU-OSHA*, 2013).

Vēl viens jauns risks ir saistīts ar *Leptospira spp.*, kas izraisa leptospirozi. *Leptospira* bieži pārnēsā žurkas; tās sekrēcija notiek žurku urīnā. Sagaidāms, ka klimata pārmaiņu dēļ žurku skaits pieaugs, jo tās labi jūtas siltākā klimatā. Notekūdeņi bieži ir kontaminēti ar žurku urīnu, tādējādi to sastāvā var būt *Leptospira*, ar ko var inficēties notekūdeņu attīrīšanas nozares darbinieki.

Priekšlikumi par darba aizsardzības risku novēršanu atkritumu apsaimniekošanas un notekūdeņu attīrīšanas nozarē

Nozares darbiniekus var ietekmēt daudzi mikroorganismi un to radītās vielas, un to noteikšana, veicot darba vietas riska novērtējumu, var būt sarežģīta atkritumu un notekūdeņu mainīgo īpašību un sastāva dēļ. Tomēr ir pieejami atsevišķi rīki, kas sniedz norādes attiecībā uz darba vietām un nodrošina informāciju par bieži sastopamām saskares situācijām, piemēram Vācijas noteikumi par bioloģiskajiem aģentiem atkritumu un notekūdeņu apsaimniekošanas nozarē (*ABAS/BAuA* 2010; *ABAS/BAuA* 2018), kā arī vācu *GESTIS* datubāze (*DGUV*, 2017), kurā pieejama informācija par iespējamām saskares situācijām un novēršanas pasākumiem (*Förster*, 2017).

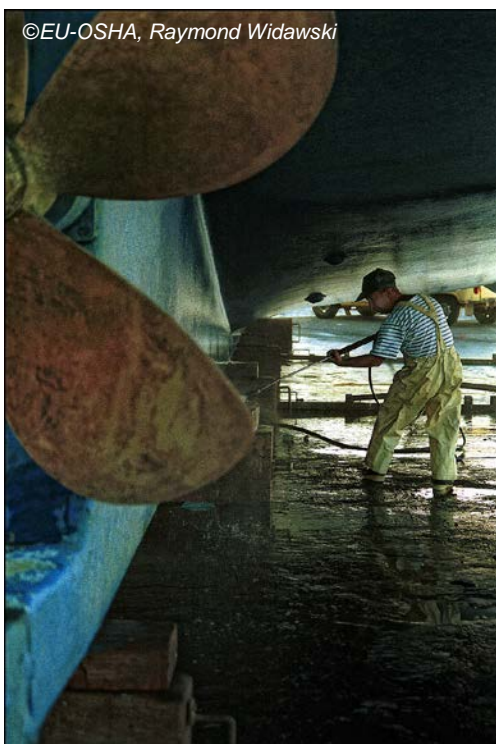
▪ Atkritumu savākšana un apstrāde

Pārskatā par atzītu Eiropas praksi attiecībā uz bioloģiskajiem apdraudējumiem, ko rada atkritumi un ar atkritumiem saistīti biokurināmie (*Swords*, 2011), ir norādīts, ka, lai gan kopumā ir zināms, kādi ir attiecīgie kontroles pasākumi saskarsmes novēršanai (un tos var saistīt ar salīdzinoši vienkāršiem higiēnas un mājturības nosacījumiem, piemēram, tikai tīru virsmu mazgāšana ar šļūtenēm, lai novērstu aerosolu veidošanos), šo kontroles pasākumu īstenošana ir jāplāno soli pa solim, lai ierobežotu saskares ceļus (piemēram, var būt vajadzīga aprīkojuma virsmu maiņa, lai atvieglotu alternatīvu tīrīšanas metožu izmantošanu). Tomēr daudzos atkritumu nozarē jau aktīvos uzņēmumos strādājošajiem var nebūt minēto pasākumu veikšanai vajadzīgo prasmju. Šiem uzņēmumiem, iespējams, jāvēršas pie speciālistiem ar rūpniecības nozarēs gūtu pieredzi, kuri var veikt minēto uzņēmumu vajadzību analīzi.

Mājsaimniecības atkritumu jomā darbinieku saskare ar bioloģiskajiem aģentiem var izrietēt no tā, ka atkritumi tiek šķiroti biežāk, ir pieejamas dažāda veida atkritumu uzglabāšanas iespējas un atkritumu savākšana tiek veikta retāk. Nosakot pasākumus darbinieku saskares novēršanai, būtu jāpārdomā

katrs procesa posms. Piemēram, var pārdomāt šādus secīgus soļus: 1) atkritumu šķirošana mājstaimniecībā, 2) atkritumu savākšana, ko veic atkritumu savācēji, 3) mājstaimniecības atkritumu apstrāde. Risi var būt saistīti, piemēram, ar atkritumu retāku savākšanu, kas skaidrojama ar pārmaiņām atkritumu šķirošanas/reciklēšanas jomā, un izmaiņām saistībā ar to, kā atkritumi tiek uzglabāti. Piemēram, Nīderlandē mājstaimniecības atkritumi arvien biežāk tiek šķiroti mājās. Tur tos sadala mazākos daudzumos, kurus atkritumu savācēji paņem no mājokļiem vai kuri tiek aizvesti uz centrālām atkritumu glabātavām. Šī attīstības tendence palielina to darbinieku saskares risku, kuri savāc atkritumus un ar tiem rīkojas, jo atkritumu uzglabāšanas apstākļi ir kopumā labvēlīgi mikroorganismu augšanai un tiem ir ilgāks laiks augt. Ja atkritumi tiek vākti/uzglabāti centrālos uzglabāšanas konteineros (parasti pilsētu teritorijās), nevis pie cilvēku mājokļiem, atkritumu savākšana parasti tiek veikta biežāk un šo procesu iespējams plānot efektīvāk.

Somijā tiek būvētas jaunas atkritumu apstrādes iekārtas. Darbinieki apstrādes procesā šajās iekārtās ir nošķirti no atkritumu plūsmas. Tas varētu būt paraugprakses piemērs. Vēl vienu iespējamu risinājumu, lai nošķirtu darbiniekus no atkritumiem un tādējādi samazinātu bioloģisko aģentu iedarbību uz viņiem, nodrošina tehnoloģiskās inovācijas, piemēram, robotu izmantošana dažos procesa posmos. Šāda prakse jau tiek īstenota zaļo atkritumu apstrādes jomā (piemēram, kompostēšanā).



©EU-OSHA, Raymond Widawski

Vēl viena iespēja varētu būt atkritumu daļēja apstrāde vietējā līmenī (t. i., mājās). Šādas prakses piemērs būtu mājokļa atkritumu apsaimniekošanas sistēmas izmantošana, kas ļautu atbrīvoties no bionoārdāmas plastmasas produktiem, izmantojot smalcinātāju, kas ir savienots ar vietējo kanalizācijas sistēmu, kurā cietie atkritumi tiek atdalīti no notekūdeņiem un tiek veikta ūdens filtrēšana.

Būtisku problēmu atkritumu apstrādes nozarē rada apstākļi, ka atkritumi bieži tiek apstrādāti atvērtās telpās, kurās ir aerosoli. Bioloģisko aģentu ierobežošana atvērtās telpās ir grūtāka nekā atkritumu apstrādes iekārtās, kurās atkritumu apstrādes procesi nereti ir daudz ierobežotāki un tādējādi labāk kontrolējami. Šā iemesla dēļ galvenā uzmanība atkritumu apstrādes nozarē būtu jāpievērš atvērtajām telpām. Tiek uzskatīts, ka tajās risks ir vislielākais (ieinteresēto pušu darbseminārs).

Kā vispārējs pasākums ir iesakāma arī dzīves cikla pieeja. Tā kā atkritumu apstrādes nozare parasti noslēdz vērtību veidošanas ķēdi, noteiktus riskus, kuri rodas atkritumu apstrādes procesā, varētu efektīvāk novērst agrākā ķēdes posmā. Šādu starpnozaru risku piemērs ir adatu radīti ievainojumi atkritumu savākšanas un šķirošanas laikā.

Farmaceiti un izplatītāji varētu (labāk) informēt patērētājus, kuri iegādājas adatas, par to, kā no tām atbrīvoties, nepakļaujot riskam ne sevi, ne atkritumu apstrādes darbiniekus. Pateicoties tam, samazinātos asu objektu izraisīti negadījumi darbā ar atkritumiem un tādējādi samazinātos šo darbinieku risks inficēties ar vīrusiem, ko pārnēsā ar asinīm,

▪ Apmācība

Ņemot vērā vispārēju zināšanu un izpratnes trūkumu šajā nozarē, ir pamatoti organizēt ne tikai plašas uzņēmuma līmeņa darba aizsardzības ekspertu (piemēram, veselības un drošības komitejas locekļu) apmācības par riskiem, ko rada saskare ar bioloģiskiem patogēniem aģentiem, bet arī atkritumu apstrādes darbiniekiem paredzētas īpaši specializētas apmācības, lai viņus informētu par risku veidiem, ar kuriem viņi saskaras, strādājot ar konkrētām atkritumu grupām. Ir svarīgi arī nodrošināt pietiekamu informāciju un apmācības pagaidu un ārštata darbiniekiem, kuri tiek nolīgti ar apakšuzņēmumu starpniecību. Viens ieteikts pasākums ir piedāvāt darbiniekiem apmācību kursu viņu pirmajā darba dienā. Šajās apmācībās viņi tiktu informēti par (bioloģiskajiem) riskiem, kas ir saistīti ar atkritumu apstrādi, veltot īpašu uzmanību jaunajiem darba ņēmējiem (kas ir identificēti kā neaizsargātas grupas locekļi).

Plašāka informācija par atkritumu apstrādes nozarei piemērojamiem riska novēršanas pasākumiem ir sniegta OSHwiki rakstā *Exposure to dangerous substances in the waste management sector*⁵

Notekūdeņu attīrīšana

Īstenojot risku novēršanas pasākumus notekūdeņu apsaimniekošanas jomā, būtu jāievēro kontroles pasākumu hierarhija un par prioritāriem jānosaka tehniskās, nevis personiskās aizsardzības pasākumi. Konstruktīvi pasākumi jāīsteno iekārtu plānošanas posmā, lai novērstu bioaerosolu rašanos notekūdeņu iekārtās. Turpmāk aplūkoti konkrēti piemēri.

Tāpat kā atkritumu apstrādes nozarē, notekūdeņu apstrādes, notekūdeņu iekārtu apkopes un remonta darbos ieteicams veikt vispārējus higiēnas pasākumus. Tie cita starpā ietver darba apģērba (arī apavu) uzglabāšanu atsevišķi no ikdienas apģērba (un apaviem), roku mazgāšanas procedūras, darba un atpūtas zonu nodalīšanu, kā arī pamatnostādņu izstrādi par darba apģērba uzglabāšanu un tīrīšanu. Individuālās aizsardzības līdzekļi (IAL) būtu jāglabā atsevišķi, un situācijās, kurās saskare ar bioloģiskajiem aģentiem nav novēršama vai ir sagaidāma, darbiniekiem būtu jānodrošina IAL. Viens no rīcībpolitikas virzieniem ir tā dēvētā melnbaltā pieeja, kas paredz noteikumus par melno (kontaminēto) telpu, aprīkojuma un apģērba nošķiršanu no baltās (tīrās, nepiesārņotās) telpas, aprīkojuma un apģērba. Darbiniekiem jānodrošina arī pienācīgas mazgāšanās iekārtas.

Apkope un tīrīšana šajā nozarē tiek uzskatīta par īpaši “netīriem” uzdevumiem, kas ietver augstu saskares risku, tomēr minētie darbi šajā nozarē tiek veikti regulāri. Riska novērtēšanas un novēršanas pasākumiem ir jāaptver šie darba uzdevumi un jāparedz konkrēti nosacījumi, kas ir jāievēro, tos veicot. Piemēram, dažu dalībvalstu — tādu kā Dānijas — pamatnostādņēs par darbu ar notekūdeņiem ir norādīts, ka, lai novērstu saslimšanu ar kuņģa un zarnu trakta slimībām, ieteicams nepieļaut bioaerosola veidošanos, piemēram, neizmantot tīrīšanā ūdeni ar augstu spiedienu.

Vēl viens pasākums infekciju novēršanai ir notekūdeņu nozarē nodarbināto personu vakcinācijas programmas. Šāda programma ir īstenota Francijā, lai novērstu leptospirozi, un Dānijā, lai novērstu hepatītu un stingumkrampjus.

Secinājums

Nav šaubu par to, ka atkritumu apstrādes un notekūdeņu attīrīšanas nozarē nodarbinātās personas ir pakļautas dažādiem riskiem. Tas ir skaidrojams ar netīšu saskari ar baktērijām, vīrusiem un sēnītēm, kā arī to elementiem, kā arī iespējamu saskari ar bioaerosoliem un organiskiem putekļiem. Šāda saskare var izraisīt infekcijas, kairinošu un toksisku iedarbību, kā arī alerģijas un virkni citu seku, piemēram, nelabumu, kuņģa un zarnu trakta slimības vai pat imunoloģisku iedarbību. Slimības, ar kurām bieži sirgst atkritumu savākšanā nodarbinātās personas, ir astma un hepatīts. Notekūdeņu nozares darbiniekus īpaši apdraud legioneloze un leptospiroze. Tīrītāji un apkopes darbinieki atkritumu apstrādes un notekūdeņu attīrīšanas nozarē ir neaizsargātas grupas. Vēl viena riskam pakļauta grupa ir pagaidu darbinieki un ar apakšuzņēmumu starpniecību nolīgtie darbinieki. Arī darbinieki ar nomāktu imunitāti var būt pakļauti riskam, jo viņi var saskarties ar virkni dažādu (nezināmu) bioloģisko aģentu. Jaunas problēmas, kas var palielināt risku, ir biežāka atkritumu šķirošana māsaimniecībās — prakse, kas sekmē mikroorganismu augšanu, saskare ar vairākiem riska faktoriem, pieaugošs risks inficēties ar leptospirozi klimata pārmaiņu dēļ, kā arī, ņemot vērā virzību uz zaļo ekonomiku, iespējama saskares palielināšanās ar alergēniem, kas ir saistīti ar biomasu. Papildus vairākiem konkrētiem tehniskiem pasākumiem atbilstīgi darba aizsardzības tiesiskajā regulējumā paredzētajai risku novēršanas pasākumu hierarhijai (piemēram, riska novēršana, nošķirot darbiniekus no atkritumiem reciklēšanas iekārtās, lai novērstu saskari, kā arī konkrēti ar higiēnu saistīti pasākumi, piemēram, kontaminēto un tīro darba zonu, aprīkojuma un apģērba nodalīšana (melnbaltā pieeja)) šajā pētījumā noteiktie rīcībpolitikas pasākumi ietver vakcināciju programmas, mērķtiecīgas informētības uzlabošanas, apmācības un norāžu sniegšanas programmas, kā arī dzīves cikla pieeju, kurā ņem vērā jaunus atkritumu savākšanas veidus. Lai samazinātu bioloģisko aģentu izraisītu inficēšanās risku, būtu vēlams noteikt nozarei pielāgotas arodekspozīcijas robežvērtības, ņemot vērā noteiktas atkritumu apstrādes

⁽⁵⁾ https://oshwiki.eu/wiki/Exposure_to_dangerous_substances_in_the_waste_management_sector

un notekūdeņu attīrīšanas nozares darbinieku grupas un konkrētos riskus, kuriem šīs darbinieku grupas ir pakļautas.

Atsauces

- ABAS/BAuA, 2018. Drošība un veselība ar bioloģiskiem aģentiem saistītu darbību kontekstā atkritumu apstrādes iekārtās (*Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 214 (TRBA 214) — Abfallbehandlungsanlagen*). *GMBI*. Nr. 30, 2018. gada 3. jūlijs, 574-. Izgūts 2019. gada jūnijā: <http://www.baua.de/de/Themenvon-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-214.html>
- ABAS/BAuA, Drošība un veselība ar bioloģiskiem aģentiem saistītu darbību kontekstā notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. (*Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 220 (TRBA 220) — Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen*). *GMBI*. Nr. 68–80, 2010. gada 6. decembris, S. 1405–1416. Izgūts 2019. gada decembrī <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/TRBA-220.html>
- Anzivino-Viricel, L., Falette, N., Carretier, J., Montestrucq, L., Guye, O., Philip, T., Fervers, B., 2012. Mājsaimniecības atkritumu apsaimniekošana: pašreizējo zināšanu un ietekmes uz veselību novērtējums vispārējā sabiedrībā un nozares darbinieku vidū [*Gestion des déchets ménagers et assimilés: Bilan des connaissances et évaluation des effets sanitaires en population générale et au travail*]. *Environ. Risque Santé* 11, 360-77. doi:10.1684/ers.2012.0559
- BAuA (Vācijas Federālais darba drošības un arodveselības institūts), 2016. Izgūts 2016. gada septembrī <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-214.html>
- Corrao, C.R.N., Del Cimmuto, A., Marzuillo, C., Paparo, E., La Torre, G., 2013. Association between waste management and HBV among solid municipal waste workers: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sci. World J.* 2013, 5. doi:10.1155/2013/692083
- DGUV, 2017. GESTIS bioloģisko aģentu datubāze. Izgūts 2019. gada aprīlī: <http://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-biostoffdatenbank/index-2.jsp>
- Duquenne, P., Marchand, G., Duchaine, C., 2013. Measurement of endotoxins in bioaerosols at workplace: A critical review, *Annals of Occupational Hygiene*. doi:10.1093/annhyg/mes051
- Dutkiewicz, J., Cisak, E., Sroka, J., Wojcik-Fatla, A., Zajac, V., 2011. Biological agents as occupational hazards: selected issues. *Ann. Agric. Environ. Med.* 18, 286-293.
- Eduard, W., 2006. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals: 139 — Fungal spores. *Arbetslivsinstitutet. Arbete och Hälsa* 2006:21. Pieejams: http://www.inchem.org/documents/kemi/kemi/ah2006_21.pdf
- Eduard, W., 2009. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. *Crit. Rev. Toxicol.* 39(10), 799-864.
- EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2007. *Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health: European Risk Observatory report*. Pieejams: <https://osha.europa.eu/en/publications/report-expert-forecast-emerging-biological-risks-related-occupational-safety-and-health>
- EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2009. *Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health: European Risk Observatory report*. Pieejams: <https://osha.europa.eu/en/publications/report-expert-forecast-emerging-chemical-risks-related-occupational-safety-and-health/view>
- EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2011. *Legionella and Legionnaires' Disease: A Policy Overview*. Pieejams: <https://osha.europa.eu/en/publications/legionella-and-legionnaires-disease-policy-overview/view>
- EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2013. *Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new*

technologies by 2020 — Report. Luksemburga: Eiropas Savienības Publikāciju birojs. Pieejams: <https://osha.europa.eu/es/publications/foresight-new-and-emerging-risks-occupational-safety-and-health-associated-new-0>

EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2019. *Biological agents and work-related diseases: results of a literature review, expert survey and analysis of monitoring systems.* Pieejams: <https://osha.europa.eu/en/publications/biological-agents-and-work-related-diseases-results-literature-review-expert-survey-and/view>

EU-OSHA (Eiropas Darba drošības un veselības aizsardzības aģentūra), 2020. *Biological agents and work-related diseases. Final report.*

Förster, G., 2017. *Germany's national system for prevention of risks from biological agents – the role of the committee on biological agents and its cooperation with other bodies, EU-OSHA workshop on the prevention of work-related diseases due to biological agents exposure at work.* Pieejams <https://osha.europa.eu/sites/default/files/seminars/documents/4%20F%C3%B6rster.pdf>.

Fromme, H., Gareis, M., Völkel, W., Gottschalk, C., 2016. *Overall internal exposure to mycotoxins and their occurrence in occupational and residential settings: An overview.* *Int. J. Hyg. Environ. Health* 219, 143-165. doi:10.1016/j.ijheh.2015.11.004

Health Council of the Netherlands, 2010. *Endotoxins: Health-based recommended occupational exposure limit.* Nīderlandes Veselības padome, Hāga. Publikācija Nr. 2010/04OSH.

Korzeniewska, E., 2011. *Emission of bacteria and fungi in the air from wastewater treatment plants: A review.* *Front. Biosci. (Schol. Ed.)* 3, 393-407.

Kuijjer, P.P.F.M., Sluiter, J.K., 2010. *Health and safety in waste collection: Towards evidence-based worker health surveillance.* *Am. J. Ind. Med.* 53, 1040-1064. doi:10.1002/ajim.20870

Lam, S., Nguyen-Viet, H., Tuyet-Hanh, T.T., Nguyen-Mai, H., Harper, S., 2015. *Evidence for public health risks of wastewater and excreta management practices in Southeast Asia: A scoping review.* *Int. J. Environ. Res. Public Health* 12, 12863-12885. doi:10.3390/ijerph121012863

Ławniczek-Wałczyk, A., Górny, R.L., 2010. *Endotoxins and β -glucans as markers of microbiological contamination: Characteristics, detection, and environmental exposure.* *Ann. Agric. Env. Med.* 17, 193-208.

Pearson, C., Littlewood, E., Douglas, P., Robertson, S., Gant, T.W., Hansell, A.L., 2015. *Exposures and health outcomes in relation to bioaerosol emissions from composting facilities: a systematic review of occupational and community studies.* *J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev.* 18, 43-69. doi:10.1080/10937404.2015.1009961.

Swords, P., 2011. *A review of the established European practice in relation to biohazards associated with waste and waste-related biofuels.* *Proceedings of the 22nd Institution of Chemical Engineers Symposium on Hazards 2011 (HAZARDS XXII), Liverpool, 11-14 April 2011.*

Redhook, NY: Curran, 213-219. Walser, S.M., Gerstner, D.G., Brenner, B., Bünger, J., Eikmann, T., Janssen, B., Kolb, S., Kolk, A., Nowak, D., Raulf, M., Sagunski, H., Sedlmaier, N., Suchenwirth, R., Wiesmüller, G., Wollin, K.M., Tesseraux, I., Herr, C.E.W., 2015. *Evaluation of exposure-response relationships for health effects of microbial bioaerosols: A systematic review.* *Int. J. Hyg. Environ. Health* 218, 577-589. doi:10.1016/j.ijheh.2015.07.004

Tulkojumu nodrošina Tulkošanas centrs (CdT, Luksemburga), pamatojoties uz angļu valodas oriģināla tekstu