

Hyvinvointia työstä



Työterveyslaitos



Työterveyslaitos

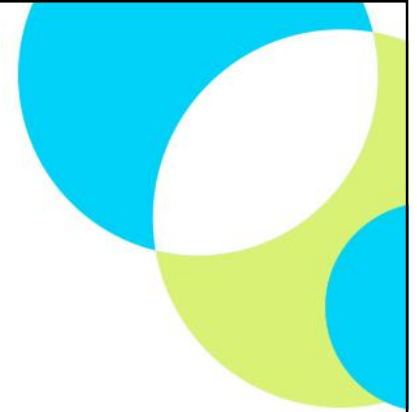
STHS:n 39. koulutuspäivät, Hotelli Sokos
Vantaa, Tikkurila

Kemialliset altisteet bioenergian ja jätteen
käsittelyssä

erikoistyöhygieenikko Mika Jumpponen



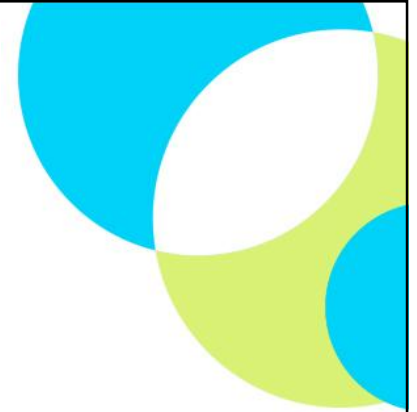
Bioenergia ja Biomassa



- Bioenergia on ”puhdasta ja ympäristöystävällistä, uusiutuvaa energiaa”, jota saadaan erilaisista biomassoista kuten puusta, peltokasveista ja bioperäisistä jätteistä
- Biomassa on ”maataloudesta tai metsätaloudesta, niihin liittyviltä tuotannonaloilta taikka kalastuksesta tai vesiviljelystä peräisin olevien biologista alkuperää olevien tuotteiden, jätteiden ja tähteiden sekä teollisuus- ja yhdyskuntajätteiden biohajoavaa osaa”

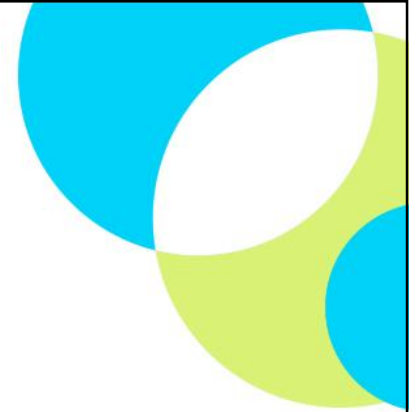
(Laki biopolttoaineista ja bionesteistä, 393/2013)

Kemialliset altisteet tienvarsihaketuksessa



- Hakkureiden ohjaamoissa (n=4)
 - Orgaanisen pölyn (alle 0,9 mg/m³)
 - Kvartsin (alle 0,013 mg/m³)
 - Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonais- (300 µg/m³)
 - Ja pakokaasun komponenttien (NO; alle 2,1 ppm, NO₂; alle 0,1 ppm ja CO; alle 0,2 ppm)
 - Pitoisuudet olivat pääasiassa pieniä
- Vastaavia pöly (alle 0,3 mg/m³) ja NO₂ (alle 0,1 ppm) pitoisuuksia on mitattu metsäkoneiden ohjaamoista (n=12) Ruotsissa (Persson et. al, 2003)

Kemialliset altisteet tienvarsihaketuksessa



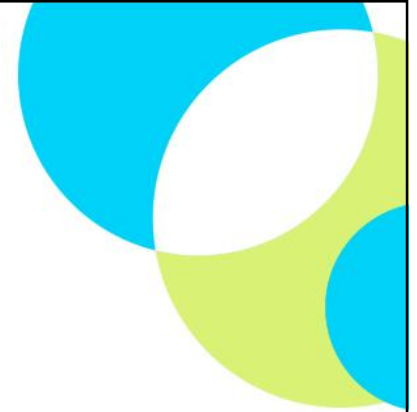
- Hakkureiden ohjaamon ulkopuolella
 - Pölypitoisuudet olivat selvästi suurempia (alle 0,6-13 mg/m³) kuin vastaavat pitoisuudet ohjaamoissa
 - Orgaanisen pölyn HTP-arvo ylittyi 2,5- kertaisesti haketuksen aikana hakkurin lähellä.

Altistumisen vähentäminen tienvarsihaketuksessa



- Työkoneiden ohjaamot tulee pyrkiä sijoittamaan tuulen yläpuolelle haketettavaan kasaan nähden.
- Haketusalueella liikkumista on vältettävä haketuksen ja kuormauksen aikana
- Ohjaamoiden ja ajoneuvojen ikkunat ja ovet on pidettävä kiinni haketuksen aikana.
- Ohjaamoiden ilmansuodattimien säännöllinen vaihto ja sisätilojen siistiminen vähentävät pölyn määrää ohjaamoissa
- Paineilman käyttöä tulee välttää hakkurin, ajoneuvojen, työvälineiden yms. puhdistuksessa, jollei käytä samanaikaisesti hengityksensuojainta ja suojalaseja.
- P3-luokan hengityksen suojainten käyttö pölyisimmissä työvaiheissa

Biomassan varastointi ja riskit



- Suurimmat riskit polttoainevarastoissa liittyvät polttoaineiden itsesyttymiseen, tulipaloihin, räjähdysriskiin ja niistä seuranneisiin henkilö ja materiaalivahinkoihin (Biofuelwatch)
 - Vuosien 2008-2012 välillä kansainvälisissä medioissa on raportoitu ainakin 76 tulipaloa tai **puupölyräjähdystä** liittyen puupelletteihin...
- Laiteongelmat mm:
 - Hakesiiloissa (**palavat kaasut** jouduttu vapauttamaan siilosta taivaalle räjähdysvaaran takia) (Uutinen, Kaleva 8.3.2013)

CO , H_2S , metaani, + O_2 = erittäin helposti syttyviä

NH_3 + O_2 = syttyvä

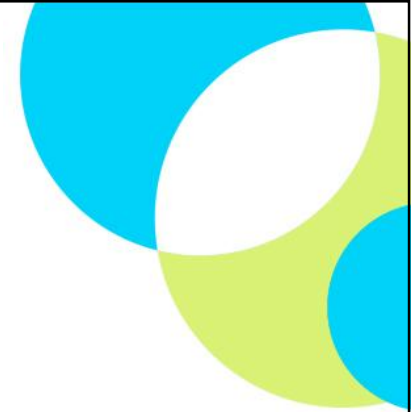
NO_2 = aiheuttaa tulipalon vaaran tai edistää tulipaloa;
hapettava

Biomassan varastointi ja riskit



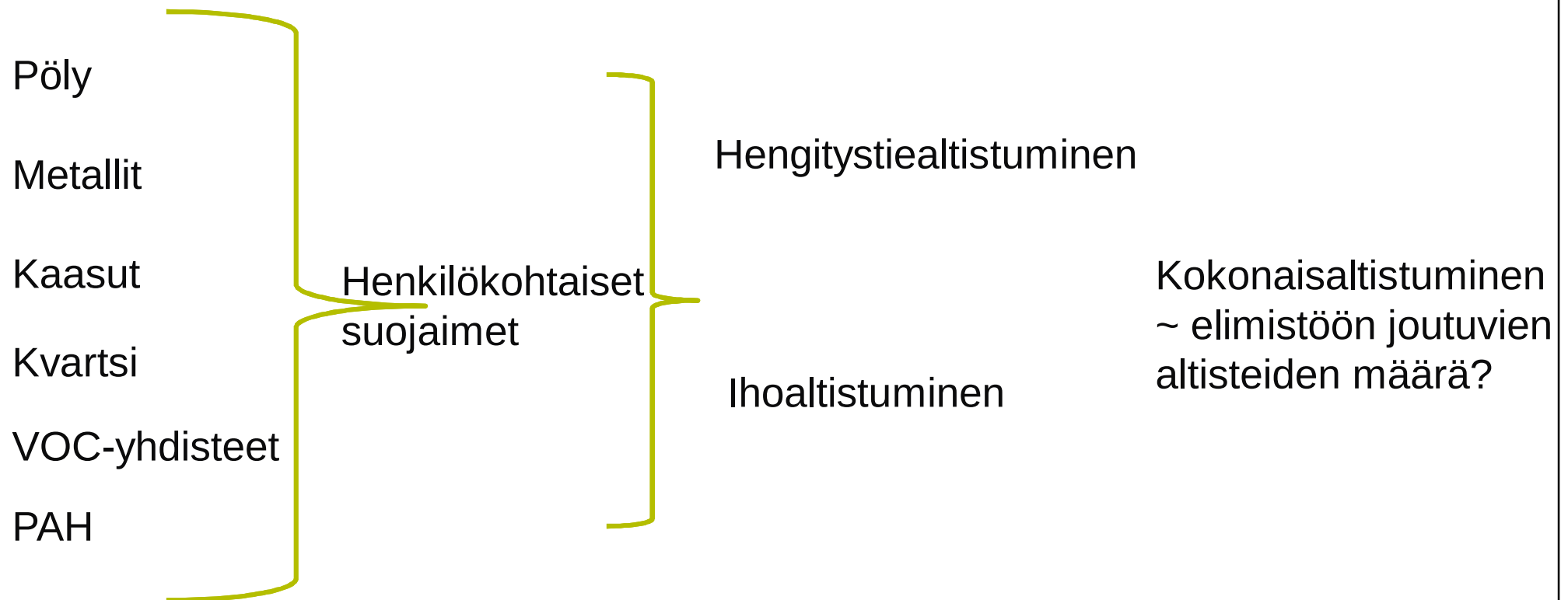
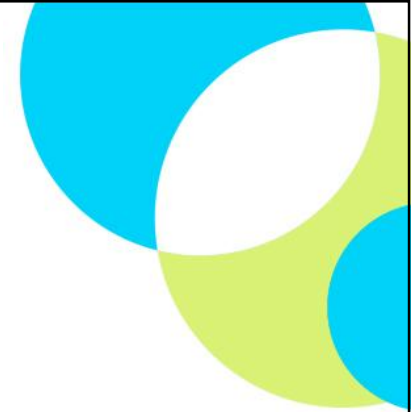
- Pelletit voivat hajota varastoinnin aikana (puuaineksen rasvojen ja rasvahappojen auto-oksidatiivinen reaktio):
 - Hengenvaarallisen korkeat hiilimonoksidipitoisuudet, hapen puute ja korkeat heksanaalin ja muiden aldehydien pitoisuudet erityisesti säiliötyyppisissä (umpinaisissa / huonosti tuulettuvissa) varastoissa (Ahonen & Liukkonen, 2008)
 - Puupölypitoisuus ($0.3-2,6 \text{ mg/m}^3$) voi ylittää haitalliseksi tunnetun pitoisuuden 2 mg/m^3

Riskien hallinta polttoainesäiliöissä ja varastoissa



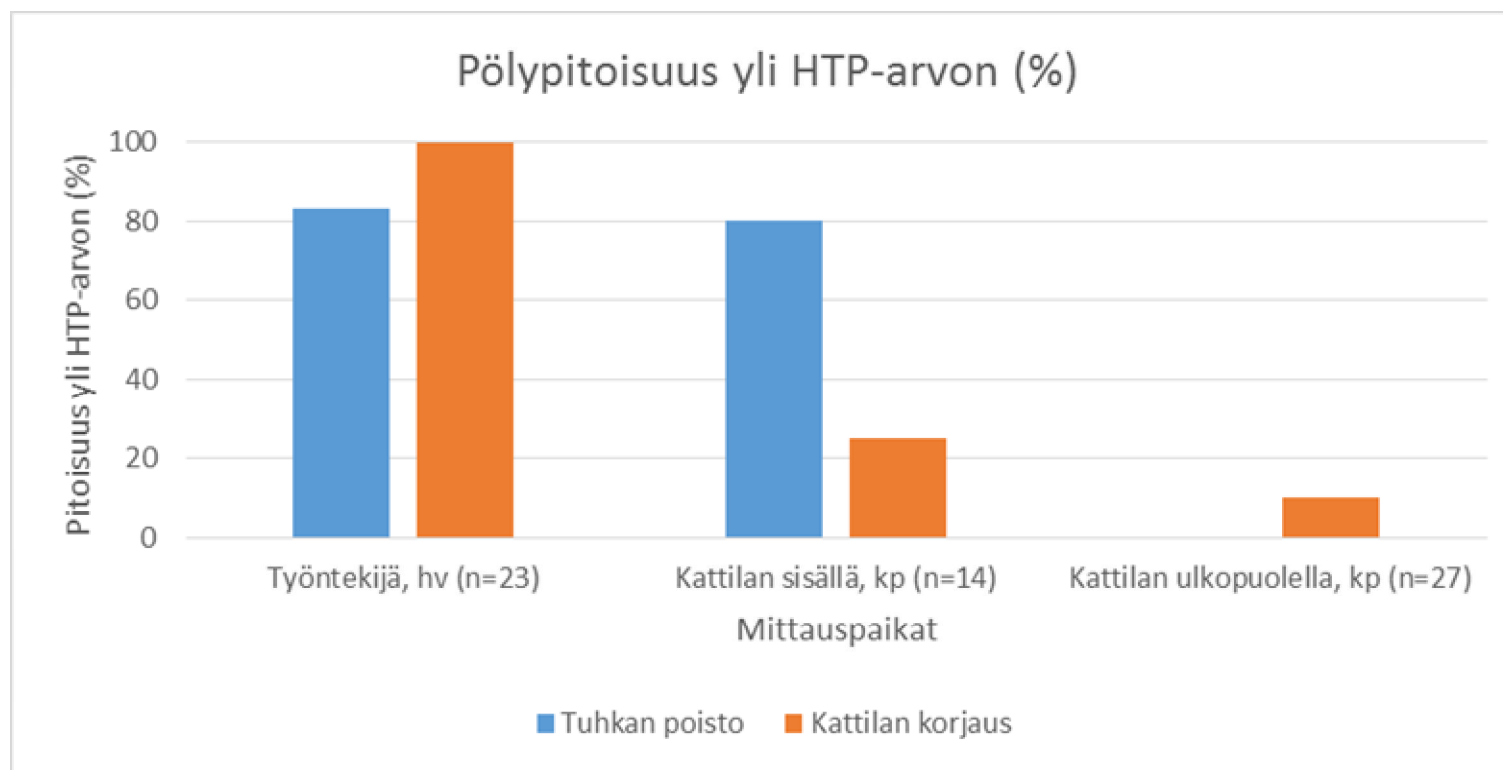
- Varastojen ilmanvaihdon oltava kunnossa
 - Jos aistitaan voimakasta hajua, tehostetaan varaston tuuletusta.
- Kiinteiden kaasumittareiden hankkiminen polttoainevarastoihin
- Säiliöihin meno on aina luvanvaraista ja vaatii varmistushenkilön! Tarvitaan säiliötyöohjeet.
- Jos häkäpitoisuus ylittää 100 ppm, varastoon ei saa mennä yksin!
- Jos häkäpitoisuus ylittää 500 ppm, siiloon/varastoon meno on ehdottomasti kielletty (pakottavissa tilanteissa säiliöön voi mennä vain ammattihenkilö paineilmalaitteissa).
- Irtopölykertymien minimointi

Altistuminen biopolttolaitosten kattiloiden huolto ja korjaustöissä

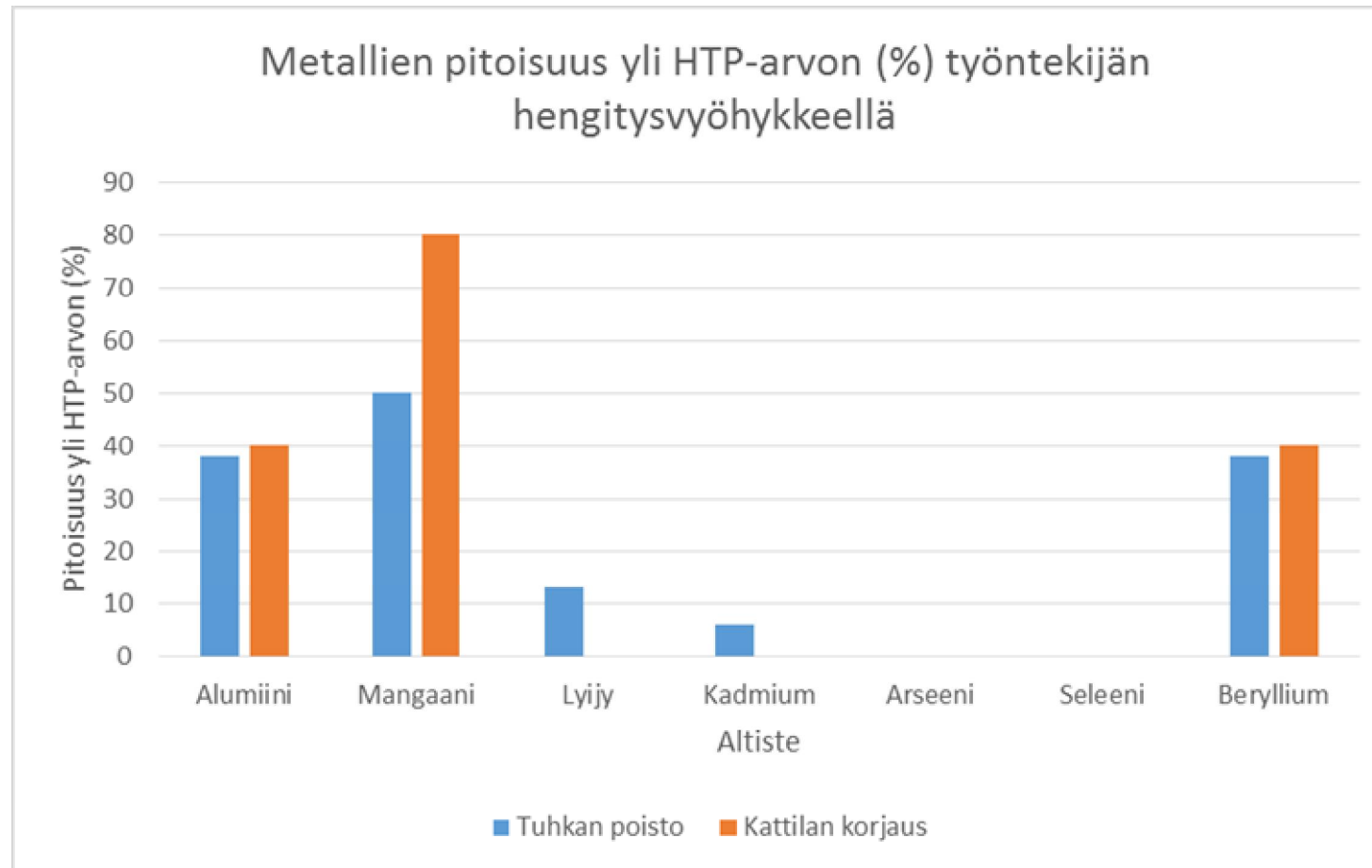


Kattilan tuhka	suojainten hyvyys / sopivuus	Työvaihe ja sen kesto/ työn fyysinen raskaus	Oireet /sairaudet
----------------	---------------------------------	---	-------------------

Pöly



Metallit



Kaasut

- Rikkidioksidin ja typpioksidin HTP-arvot ylittyivät hetkellisesti rikkidioksidin osalta tulistinputkien katkaisun, hionnan ja hitsauksen aikana ja typpioksidin osalta tulistinputkien hionnan aikana

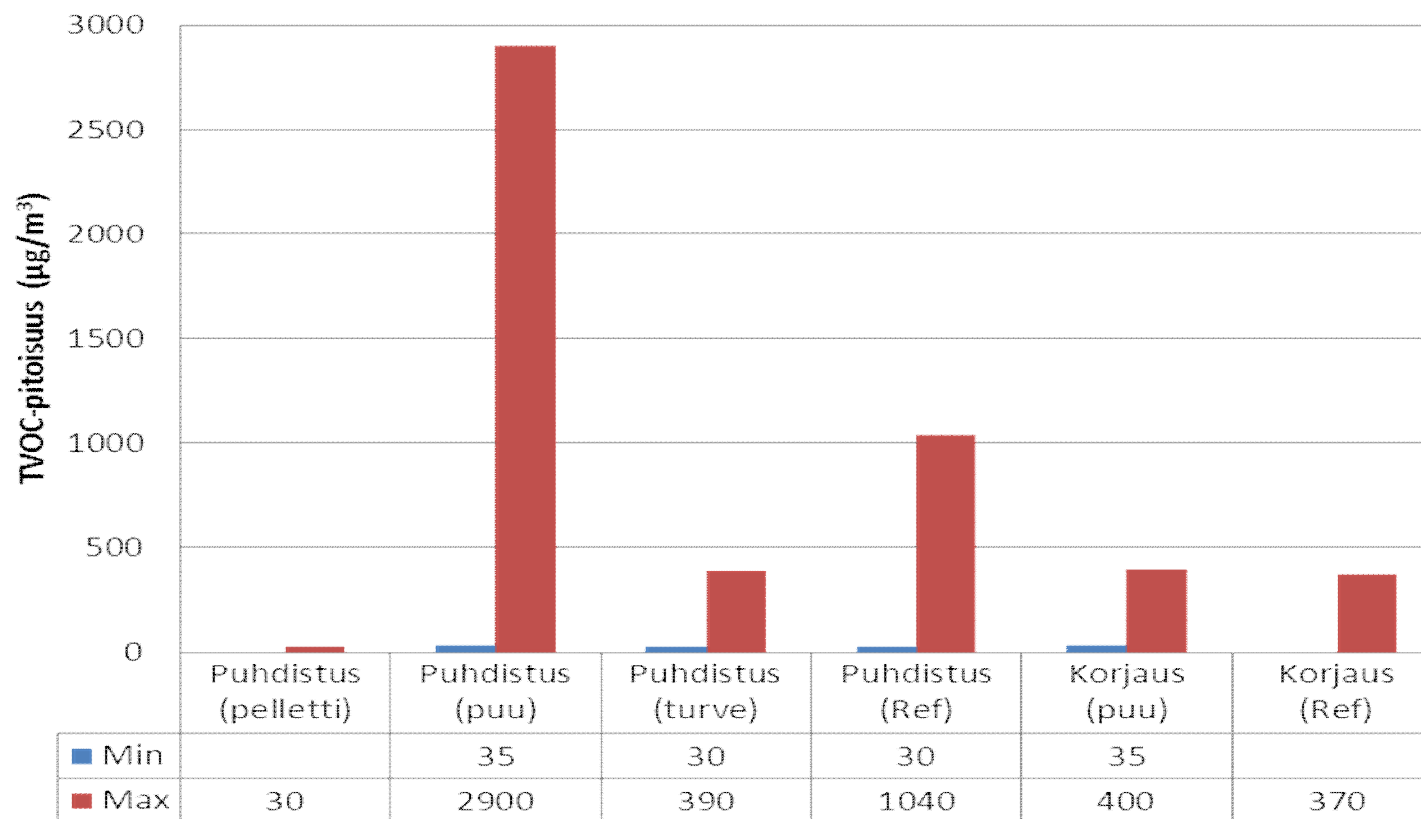
Kvartsi

- Voimalaitostuhkan kokonaispölyn kvartsin (sisältää kiteisen ja amorfisen piidioksidin) määrän on havaittu vaihtelevan 16-23 % välillä

Ilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden TVOC-pitoisuudet kattilan sisällä



TVOC-pitoisuudet voimalaitoksissa



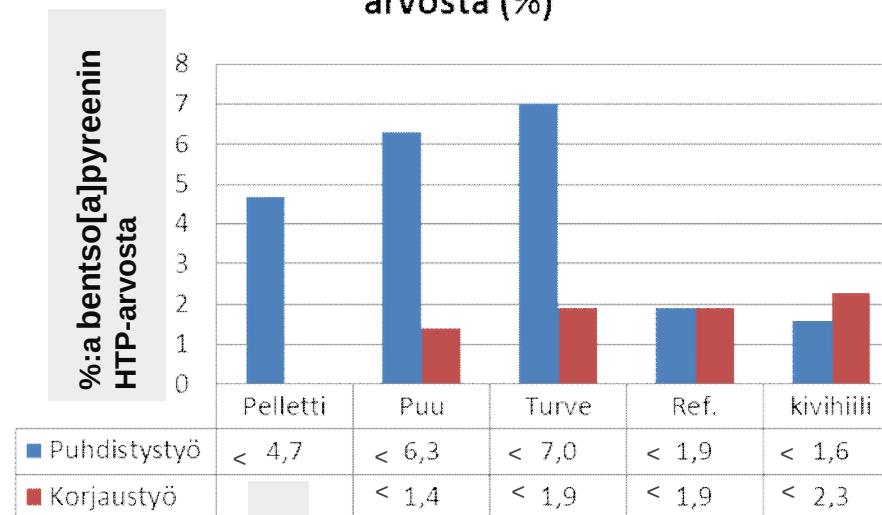
Viitearvo teollisuustiloissa 3000 µg/m³ =
tavanomainen teollisuuden yleisilma (TTL)

PAH-yhdisteiden pitoisuudet kattilan sisällä

PAH-yhdisteet	Yhdisteen pitoisuus	
Naftaleeni	<0,5	µg/m³
Asenaftyleeni	<0,3	µg/m³
Asenafteeni	<0,3	µg/m³
Fluoreeni	<0,3	µg/m³
Fenantreeni	<0,3	µg/m³
Antraseeni	<0,3	µg/m³
Fluoranteeni	<0,3	µg/m³
Pyreeni	<0,3	µg/m³
Bentso[a]antraseeni	<0,3	µg/m³
Kryseeni	<0,3	µg/m³
Bentso[b]fluoranteeni	<0,3	µg/m³
Bentso[k]fluoranteeni	<0,3	µg/m³
Bentso[a]pyreeni	<0,3	µg/m³
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	<0,3	µg/m³
Dibentso[a,h]antraseeni	<0,3	µg/m³
Bentso[ghi]peryleeni	<0,3	µg/m³



PAH-seoksen osuus bentso[a]pyreenin HTP-arvosta (%)



Ihoaltistuminen

- Kattiloiden tuhkan puhdistamisen ja korjaamisen jälkeen työntekijöiden suojakäsineiden alta löytyi suojakäsineiden käytöstä huolimatta metalleja kuten arseenia, nikkeliä, kadmiumia ja lyijyä
- Kyseisiä metalleja löytyi myös suojahaalareiden alta työntekijän iholta otetuista näytteistä



Ihon altistuminen on jo tapahtunut,
koska käsineen ja haalarin liitos ei ollut tiivis

Kokonaisaltistuminen

- Biopolttolaitosten kattilan tuhkan puhdistat ja korjaajat altistuivat suojainten käytöstä huolimatta tavallista väestöä enemmän alumiinille, arseenille, kadmiumille, mangaanille ja lyijylle (U-Al, U-As, U-Cd, U-Mn ja U-Pb arvot yli altistumattomien viitearvojen)

Altistuminen voimalaitosten huolto- ja korjaustöissä

- Hengitysteiden kautta työntekijä voi altistua merkittävästi **tuhkan epäpuhtauksille** kuten:
 - pölylle, metalleille, kvartsille ja kaasuille (häkä ja rikkidioksidi) JOS epäpuhtauksilta ei suojauduta ko. työvaiheiden aikana
- **Tuhkan sisältämät metallit** voivat altistaa myös käsien ja koko kehoa ihoa, JOS käsineitä (pitkät nahkakäsineet) ja asianmukaisia suojavaatteita (koko haalari + huppu) ei käytetä ko. työvaiheiden aikana



Hengitystiealtistuminen on jo tapahtunut, koska suojaimen sisälle on päässyt tuhkaa ja siinä olevia epäpuhtauksia

Hengitystiealtistumisen vähentäminen

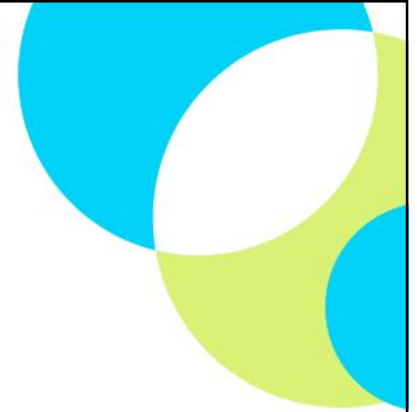
- Kattilalaitteiden sisällä tehtävissä työvaiheissa ja muissa erittäin pölyisissä työvaiheissa tulee käyttää moottoroituja hengityksensuojaimia, jossa on ABEK+P3 luokan suodatinpatruunat ja kasvonsuojain (suoja myös silmät)
- ABEK+P3 EI SUOJAA hiilimonoksidin ja typpioksidin haitallisilta vaikutuksilta → kaasuhälyttimen käyttö lisäksi!
- Muissa työvaiheissa kattilalaitteiden ulkopuolella voidaan käyttää vähintään P3-luokan hengityksensuojaimia
- Paineilmahengityksensuojainta käyttämällä voitaisiin suojautua myös hiilimonoksidia ja typpimonoksidia vastaan ja tämä olisi paras tapa vähentää hengitystiealtistumista lämpövoimalaitosten tuhkasta puhdistamisen ja korjaustyövaiheiden aikana.



Roskakuskien altistuminen



- Työntekijöiden on raportoitu altistuvan:
 - Pölylle
 - Pöly sisältää usein paljon myös endotoksiineja, bakteereja ja homeita
 - Voi sisältää myös viruksia
 - Haihtuville orgaanisille yhdisteille
 - Joista 110 erilaista määritetty jätteen keräyksen aikana
 - Kaasuille ja pakokaasuille
 - NH_3 , CO , CH_4 , Sox, Nox, CO



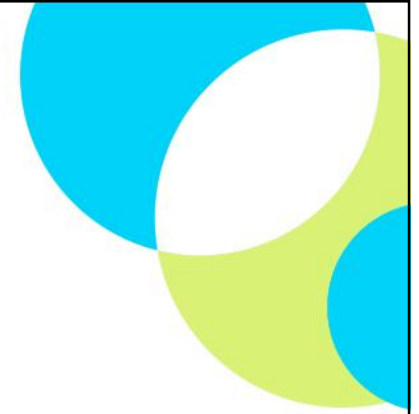
Altisteet polttolaitoksissa, joissa poltetaan yhdyskuntajätteitä

- Pölyt ja mikrobit 1)
- Raskasmetallit 1)
- Kaasut (NO ja SO₂) 1)
- Myös dioksiineja, furaaneja ja PCB:tä JOS:
 - Jätteenpolttolämpötilat alle 800 °C
 - Jäte palaa epätäydellisesti
 - PCB-materiaalia on poltettu 1,2,4)
 - Käsitellään tuhkaa, jotka sisältävät em. altisteita 3)

Lähteet:

- 1) <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr240.pdf>
- 2) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12802213>
- 3) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1128242/pdf/oenvmed00066-0025.pdf>
- 4) https://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE3008390ENC_chemical_risks

Altistumisen vähentäminen jätteiden käsittelyssä

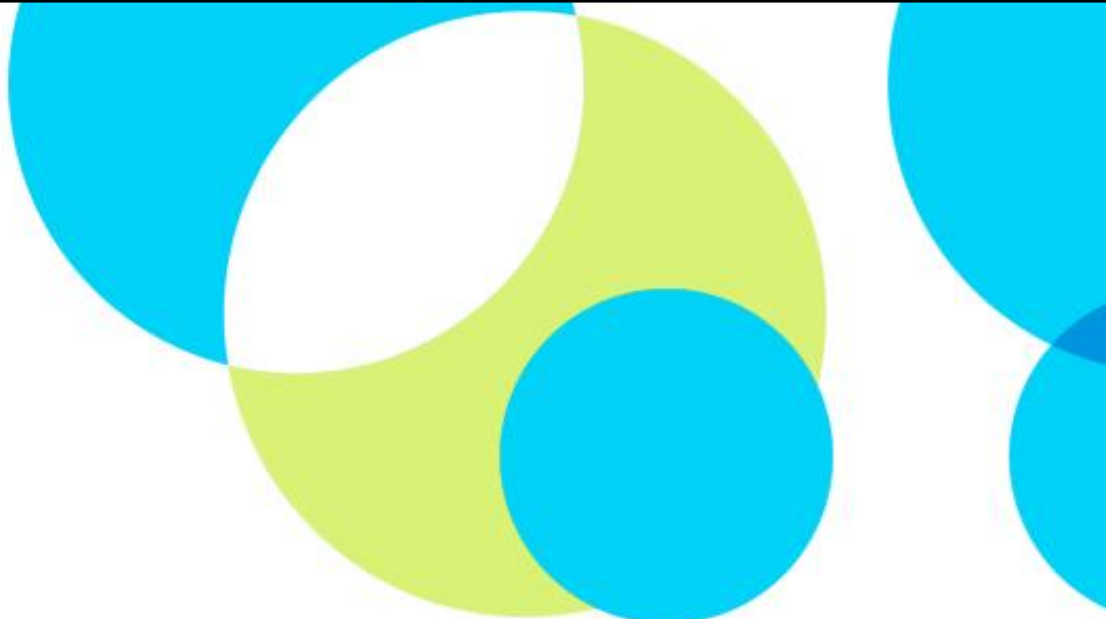


1. Toimenpiteet altistumisen vähentämiseksi

- Jätteiden varastointiajan minimointi
- Suljetut jäteastiat
- Helposti puhdistettavat / pestävät jäteastiat ja rakenteiden pinnat prosessissa
- Pölyn ja bioaerosolien muodostumisen minimointi prosessissa
- Prosessien automatisointi / eristäminen
- Ajoneuvojen sisäosien jätekontaminaation minimointi
- Hyvän ilmanvaihdon järjestäminen prosessin eri vaiheisiin
- Altistuvien työntekijöiden määrän minimointi
- Altistumisajan lyhentäminen

Altistumisen vähentäminen jätteiden käsittelyssä

- Hyvät sosiaali-tilat työntekijöille, joissa peseytymismahdollisuus
- Henkilökohtaisesta hygieniasta huolehtiminen (käsien pesu ennen syömistä, tupakointia ja ennen töistä kotiin lähtöä jne.)
- Työvaatteiden pitäminen erillään ”siviilivaatteista”
- Turvalliset työkäytännöt (perehdytys / koulutus)
- Säännölliset terveystarkastukset / työhöntulotarkastukset
- PVC-materiaalin välttäminen poltossa
- Polttolämpötilan /olosuhteiden optimointi
- Henkilökohtaisten kaasuhälyttimien käyttö
- Hengityksensuojaimet (moottoroitu, kasvot suojaava ABEK+P3)
- Suojavaatetus ja mekaanista rasitusta hyvin kestävät suojakäsineet



Kiitos!