

11.11.2010

1 (9)

PVC, pöly

HTP-ARVON PERUSTELUMUISTIO

Yksilöinti ja ominaisuudet

CAS No:	9002-86-2
EINECS No:	-
Kaava:	$(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$; n = 500-2000
Synonyymit:	Polyvinyylidikloridi, pöly
Tiheys:	1,38
Sulamispiste:	212-310°C

PVC on valkea jauhe, joka ei liukene veteen.

Varoitusmerkit:	-
R-lauseet:	-

Esiintyminen ja käyttö

PVC:tä käytetään Suomessa putkiin ja putkiyhteisiin, lattianpäällysteisiin, kaapeleihin, pinnoitteisiin, letkuihin ja profiileihin, kalvoihin, teknisiin tuotteisiin ja autoihin (Kärhä, 2001). Tällä hetkellä maassamme ei toimi PVC:n tuotantolaitosta.

PVC voi esiintyä puhtaana PVC-pölynä kuten sen tuotantolaitoksilla sekä kaupallisina tuotteina, joihin on lisätty lisäaineita, kuten pehmittimiä. Siinä voi olla myös pieniä määriä (nykyään 0,09-3 ppm, ennen vuotta 1975 jopa 1000-2000 ppm) vinyylidikloridimonomeeria. Joissain tapauksissa sen aiheuttamien terveysvaikutusten syynä voivat olla PVC:n lämpöhajoamistuotteet. Valmistusmenetelmästä riippuen sen hiukkaskoko voi vaihdella. Hienojakoisinta pölyä esiintyy emulsiopolymeroitun PVC:n kyseessä ollessa, jolloin keskimääräinen läpimitta on luokkaa 0,05-2 µm. PVC-pölyn työperäisiä vaikutuksia on kuvattu niin sen tuotantolaitosten kuin sen jatkokäyttäjien tehtaiden työntekijöillä.

Altistumistaso työpaikoilla saattaa vaihdella suuresti. Italialaisessa tutkimuksessa säkitysosastolla työilmapiitoisuus oli keskimäärin 5,2 mg emulsio-PVC-jauhetta/m³ ja 7,0 mg suspensio-PVC-jauhetta/m³, kun muilla tuotanto-osastoilla pitoisuus oli keskimäärin 1,1 mg PVC-jauhetta/m³.

Englannissa korkein alveolijakeen keskipitoisuus useiden tehtaiden tutkimuksessa oli 2,9 mg PVC-jauhetta/m³ (Soutar työtovereineen, 1980). Amerikkalaisessa muovitehtaassa työntekijät altistuivat pitoisuudelle 0,06-1,3 mg PVC-jauhetta/m³ (Kullman, 1989).

Aineenvaihdunta

Polymeerihiuksat eivät yleensä imeydy hengitysteitse eivätkä ihon kautta. Pienikokoiset hiukkaset laskeutuvat keuhkorakkuloihin. Suomalaisessa PVC-tehtaassa pölynäytteiden PVC-hiukkasista suurin osa oli alle 1 mikrometrin kooltaan (Antti-Poika työtovereineen, 1986).

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Tapausselostusten ja epidemiologisten tutkimusten perusteella PVC-pöly voi aiheuttaa pölykeuhkoa, alempien hengitysteiden ärsytystä sekä keuhkojen toiminta-arvojen laskua (Szende työtovereineen, 1970; Arnaud työtovereineen, 1978; Mastrangelo työtovereineen, 1979; Soutar työtovereineen, 1980; Soutar ja Gauld, 1983; Antti-Poika työtovereineen, 1986; Ernst työtovereineen, 1988; Studnicka työtovereineen, 1995; White ja Ehrlich, 1997).

Reaktorin puhdistuksessa viiden tai kuuden viikon ajan PVC-pölylle altistuneelle 55-vuotiaalle miehelle ilmaantui hengenahdistusta, jonka aiheuttajaksi diagnosoitiin hilseilevä soluvälitilan keuhkotulehdus (Cordasco työtovereineen, 1980).

Työperäinen astma on kuvattu 32-vuotiaalla pullonkorkkeja valmistaneella tehdastyöntekijällä. Ammattitautin toteamiseksi tehty spesifinen keuhkoputkiprovokaatio aiheutti positiivisen reaktion testatulla pitoisuudella 0,12 mg PVC-jauhetta/m³ (alveolijae) ja 0,20 mg PVC-jauhetta/m³ (hengittyvä jae). Työpaikan ilman pölypitoisuus oli 0,16 mg/m³ (alveolijae) ja 0,37 mg/m³ (hengittyvä jae) (Lee työtovereineen, 1989).

PVC-pölylle keskimäärin 3,3 mg/m³ altistuneilla italialaisilla työntekijöillä havaittiin seurannassa sekä restriktiivistä että obstruktiivista keuhkotoiminnan laskua korreloiden työuran pituuteen (Siracusa työtovereineen, 1988).

Muovituotteiden valmistuksessa ilmaantui PVC- muovin aiheuttama keuhkosairaus 41-vuotiaalle suulakepuristajalle, joka oli altistunut pölylle 5,5 vuoden ajan. Työsuojelupiirin tekemän olosuhdetarkastuksen perusteella laaditun ammattitautiselostuksen mukaan pölypitoisuus koneenhoitajan hengitysvyöhykkeellä oli 5,4 mg/m³ (Työsuojeluhallinto, 1989).

Vuonna 2006 ilmoitettiin työsuojelupiirille 68-vuotiaalla työntekijällä obduktiossa todettu PVC: n aiheuttama pölykeuhko (Työsuojeluhallinto, 2006).

Kolmessa PVC-pellettitehtaassa työskentelevillä havaittiin lieviä radiologisia keuhkomuutoksia ja vähäinen keuhkojen toiminta-arvojen alenema altistustason ollessa yli 10 mg PVC-jauhetta/m³-vuotta (Ng työtovereineen, 1991).

PVC:tä käyttävillä tuotantolaitoksilla on saatu viitteitä, että keskimääräinen pitoisuus 1,6 mg PVC-jauhetta/m³ voi työvuoron ajan hengitettynä aiheuttaa keuhkoputken supistumista (Lee työtovereineen, 1991; Wibowo, 1993).

PVC-muovin tuotantolaitoksella havaittiin työntekijöillä kohonnut keuhkosityöpäriski - 42 havaittua tapausta odotusarvon ollessa 28,2 - minkä aiheuttajana pidettiin altistumista PVC-pölylle (Waxweiler työtovereineen, 1981). Myös myöhemmässä ruotsalaistutkimuksessa havaittiin PVC-muovia käyttävällä tuotantolaitoksella tilastollisesti merkitsevästi koholla ollut 2,13-kertainen hengityselinten syövän riski (Hagmar työtovereineen, 1990). Annos-vasteriippuvuutta ei havaittu vinyylikloridin, asbestin tai pehmitinten sekä syöpäsairastavuuden välillä.

PVC-muovin säkittäjillä on havaittu kohonnut keuhkosityöpäriski, joka kasvaa altistusajan mukaisesti. Kumulatiivinen vinyylikloridimonomeerille altistuminen ei lisännyt riskiä (Mastrangelo työtovereineen, 2003). Keuhkosityöpä saattaa tutkijoiden mukaan kehittyä PVC-pölyn aiheuttaman keuhkofibroosin komplikaationa. Brittiläisessä PVC-tehtaassa toteutetussa työntekijöiden kuolleisuustutkimuksessa havaittiin PVC:lle altistuneilla kohonnut keuhkosityöpäkuoleman riski (Grant työtovereineen, 2006).

Vielä uudemmassa kuolleisuustutkimuksessa on vahvistettu PVC-muovin säkittäjien kohonnut keuhkosityöpäriski (Gennaro työtovereineen, 2008).

Kahdessa pohjoismaisessa tutkimuksessa on PVC:tä käyttävillä tuotantolaitoksilla havaittu kohonnut melanoomariski (Storetvedt työtovereineen, 1987; Lundberg työtovereineen, 1993). Ruotsalaistutkijoiden mukaan aiheuttaja tuskin on ollut vinyylikloridimonomeeri, koska sen pitoisuudet niillä osastoilla, joiden työntekijöillä havaittiin kyseisiä kasvaimia, olivat hyvin alhaiset (Lundberg työtovereineen, 1993).

Polyvinyylikloridia ei ole luokiteltu syöpävaaralliseksi, vaan IARC on aikoinaan katsonut sen kuuluvan silloisen näytön perusteella ryhmään 3 (IARC, 1979).

Muoviteollisuudessa PVC-muovia käsittelevillä raskaana olevilla ruotsalaisilla ja norjalaisilla työntekijöillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä 2,3-kertaisesti (vaihteluväli 1,0- 5,1) kohonnut lisääntymisterveyden riski (Ahlborg työtovereineen, 1987).

Eläinkokeiden havainnot

Altistettaessa rottia pitoisuudella 10 mg PVC-jauhetta/m³ kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa viidentoista viikon ajan havaittiin lieviä keuhkomuutoksia osoitukse-
na heikosta biologisesta vasteesta (Richards työtovereineen, 1981). Kun rottia altistet-
tiin hengitysteitse pitoisuudelle 12 mg PVC-pölyä (hiukkaskoko keskimäärin 0,15
µm)/m³ havaittiin vähäisiä kudosuutoksia altistettaessa koe-eläimiä seitsemän kuu-
kauden ajan seitsemän tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa (Wagner ja Johnson,
1981). Hyvänlaatuista pölykeuhkoa aiheutui koe-eläimille altistettaessa hengitysteitse
rottia, marsuja ja apinoita kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa 22 kuukauden
ajan pitoisuudelle 13 mg PVC-pölyä (hiukkaskoko alle 1,5 µm)/m³ (Groth työtoverei-
neen, 1981).

Altistettaessa rottia hengitysteitse pitoisuudelle 3,2, 8 ja 20 mg PVC-pölyä (hiukkas-
koko keskimäärin 1,3 µm)/m³ viisi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa kahdeksan
kuukauden ajan havaittiin kahdella suurimmalla pitoisuudella kudosis- ja tulehdusmuu-
toksia hengitysteissä (Takenaka työtovereineen, 1987). PVC-pölyä pidettiin fibro-
geenisempänä kuin titaanidioksia ja rautapölyä, joita myös käytettiin tutkimuksessa
altisteina.

Kun rottia altistettiin annostelemalla 25 mg PVC-jauhetta suolaliuoksessa henkitor-
veen, havaittiin lyhytaikaisen altistuksen aiheuttavan samanlaisen kudosisreaktion kuin
muutkin ilman kautta kulkeutuvat hiukkaset, eikä tutkija pitänyt sitä vakavana uhkana
keuhkojen rakenteille tai biokemiallisille parametreille (Agarwall, 1983). Verrattaessa
kvartsipölyä, hiilipölyä, PVC-pölyä ja titaanidioksidipölyä oli kvartsipöly voimak-
kaasti fibrogeeninen, ja muista hiilipöly PVC-pölyä ja titaanidioksidipölyä fibrogeeni-
sempi (Soutar työtovereineen, 1997).

PVC-pöly kerta-annoksena 10 ja 50 mg/kg tai toistettuna henkitorveen annettuna ai-
heuttaa rotilla äkillisen keuhkorakkulatulehduksen (Xu työtovereineen, 2004a; Xu
työtovereineen, 2004b). Tulehduksen aiheuttajaksi on esitetty polymeerin lisäainejää-
miä (Xu työtovereineen, 2003).

HTP-arvon perusteet

PVC-pölyn työilma-arvoa asetettaessa keskeisiä ovat sen keuhkovaikutukset, joita voi esiintyä jo pitoisuudella 1,6 mg PVC-jauhetta/m³.

Kemian työsuojeluneuvottelukunta esittää, että PVC-jauheen haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää asettamalla sen HTP-arvoksi 1 mg/m³ kahdeksan tunnin vertailuajana.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien raja-arvojen vertailu

Asettaja	Vuosi	Vertailuaika						Huomautus
		8 h		15 min		Hetkellinen		
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Suomi	2009	-	-	-	-	-	-	-
Ruotsi	2007	-	1 0,5	-	-	-	-	hengittyvä alveolijae
Norja	2008	-	-	-	-	-	-	-
Tanska	2007	-	-	-	-	-	-	-
Hollanti	2007	-	-	-	-	-	-	-
Saksa	2008	-	1,5	-	-	-	-	alveolijae
Englanti	2007	-	10 4	-	-	-	-	hengittyvä alveolijae
ACGIH	2010	-	1	-	-	-	-	alveolijae
EU	2009	-	-	-	-	-	-	-
Sveitsi	2009	-	3	-	-	-	-	alveolijae
Ehdotus, Suomi	2012	-	1	-	-	-	-	alveolijae

Viitteet

- Agarwal D (1983): Biochemical Assessment of the Bioreactivity of Intratracheally Administered Polyvinyl Chloride Dust in Rat Lung, *Chemico-Biological Interactions* 44, 195-201
- Ahlborg G, Bjerkedal T & Egenäs J (1987): Delivery Outcome among Women Employed in the Plastics Industry in Sweden and Norway, *Am J Ind Med* 12, 507-517
- Antti-Poika M, Nordman H, Nickels J ja muut (1986): Lung Disease after Exposure to Polyvinyl Chloride Dust, *Thorax* 41, 566-567
- Arnaud A, Pommier de Santi, Garbe I, ja muut (1978): Polyvinyl Chloride Pneumoconiosis, *Thorax* 33, 19-25
- Cordasco, Demeter S, Kerkay J, ja muut (1980): Pulmonary Manifestations of Vinyl and Polyvinyl Chloride (Interstitial Lung Disease) *Chest* 78, 828-834
- Ernst P, de Guire L, Armstrong B ja muut (1988): Obstructive and Restrictive Ventilatory Impairment in Polyvinylchloride Fabrication Workers, *Am J Ind Med* 14, 273-279
- Gennaro V, Ceppi M, Crisgniani P, ja muut (2008): Reanalysis of Updated Mortality among Vinyl and Polyvinyl Chloride Workers: Confirmation of Historical Evidence and New Findings, *BMC Public Health* 8, 21
- Grant M, Cowie H, Miller B, ja muut (2006): Mortality Study of Workers at the Hillhouse PVC Plant, IOM Research Report TM/05/05, Institute of Occupational Medicine, Research Park North, Riccarton, Edinburgh
- Groth D, Lynch D, Moorman W, ja muut (1981): Pneumoconiosis in Animals Exposed to Poly(vinyl chloride) Dust, *Environ Health Perspect* 4, 73-81
- Hagmar L, Åkesson B, Nielsen J, ja muut (1990): Mortality and Cancer Morbidity in Workers Exposed to Low Levels of Vinyl Chloride Monomer at a Polyvinyl Chloride Processing Plant, *Am J Ind Med* 17, 553-565
- IARC (1979): IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Some Monomers, Plastics and Synthetic Elastomers, and Acrolein, Vol.19, Lyon, 377-438
- Kullman G (1989): Health Hazard Evaluation Report No. MHETA-88-214-1952, Flying W Plastics Company, Glenville, West Virginia, NIOSH, 21 s
- Kärhä V (2001): PVC-muovi tekee ympäristöhistoriaa, *Kemia-Kemi* 28, 346-347
- Lee H, Ng T, Ng Y, ja muut (1991): Diurnal Variation in Peak Flow Rate among Polyvinyl Chloride Compounding Workers, *Br J Ind Med* 48, 275-278
- Lee H, Yap J, Way Y ja muut (1989): Occupational Asthma due to Unheated Polyvinylchloride Resin Dust, *Br J Ind Med* 46, 820-822

- Lundberg I, Gustavsson A, Holmberg B, ja muut (1993): Mortality and Cancer Incidence among PVC- Processing Workers in Sweden, *Am J Ind Med* 23, 313-319
- Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, ja muut (2003): Lung Cancer in Workers Exposed to Poly(vinylchloride) Dust: a Nested Case-Referent Study, *Occup Environ Med* 60, 423-428
- Mastrangelo G, Mannor M, Marce R, ja muut (1979): Polyvinyl Chloride Pneumoconiosis: Epidemiological Study of Exposed Workers, *J Occup Med* 21, 540-542
- Ng T, Lee H, Low Y ja muut (1991): Pulmonary Effects of Polyvinyl Chloride Dust Exposure on Compounding Workers, *Scand J WEH* 17, 53-59
- Richards R, Rose F, Tetley T ja muut (1981): Effects in the Rat of Inhaling PVC Dust at the Nuisance Dust Level (10 mg/m³), *Arch Environ Health* 36, 14-19
- Siracusa A, Forcina A, Volpi R, ja muut (1988): An 11-Year Longitudinal Study of the Occupational Dust Exposure and Lung Function of Polyvinyl Chloride, Cement and Asbestos Cement Factory Workers, *Scand J WEH* 14, 181-188
- Soutar C, Copland L & Thornley P (1980): Epidemiological Study of Respiratory Disease in Workers Exposed to Polyvinylchloride Dust, *Thorax* 35, 644-652
- Soutar C & Gauld S (1983): Clinical Studies of Workers Exposed to Polyvinylchloride Dust, *Thorax* 38, 834-9
- Soutar C, Miller B, Gregg N, ja muut (1997): Assessment of Human Risks from Exposure to Low Toxicity Occupational Dusts, *Ann Occup Hyg* 41, 123-133
- Storetvedt Heldaas S, Andersen A, Langård S (1987): Incidence of Cancer among Vinyl Chloride and Polyvinyl Chloride Workers: Further Evidence for an Association with Malignant Melanoma, *Br J Ind Med* 44, 278-280
- Studnicka M, Menzinger G, Drlicek M, ja muut (1995): Pneumoconiosis and Systemic Sclerosis Following 10 Years of Exposure to Polyvinyl Chloride Dust, *Thorax* 50, 583-585
- Szende B, Lapid K, Nemes A, ja muut (1970): Pneumoconiosis Caused by the Inhalation of Polyvinyl Chloride Dust, *Med Lav* 61, 433-436
- Takenaka S, Rittinghausen S, Bellman B, ja muut (1987): Morphological Effects of 'Nuisance Dusts' on the Respiratory System in Rats, *J Aerosol Sci* 18, 717-720
- Työsuojeluhallinto (1989): Ammattitautiselostus 2779/89
- Työsuojeluhallinto (2006): Ammattitauti-ilmoitus työsuojelupiirille
- Wagner J & Johnson N (1981): Preliminary Observations of the Effect of Inhalation of PVC in Man and Experimental Animals, *Environ Health Perspect* 41, 83-84

Waxweiler R, Smith A, Falk H, ja muut (1981): Excess Lung Cancer Risk in a Synthetic Chemicals Plant, *Environ Health Persp* 41, 159-165

White N & Ehrlich R (1997): Regression of Polyvinylchloride Pneumoconiosis, *Thorax* 52, 748-749

Wibowo A (1993): Health-Based Recommended Occupational Exposure Limit for Polyvinyl Chloride (PVC) Dust, Dutch Expert Committee on Occupational Standards, Haag, 49 s

Xu H, Dinsdale D, Nemery B, ja muut (2003): Role of Residual Additives in the Cytotoxicity and Cytokine Release Caused by Polyvinyl Chloride Particles in Pulmonary Cell Cultures, *Toxicol Sci* 72, 92-102

Xu H, Verbeken E, Vanhoorne H, ja muut (2004): Pulmonary Toxicity of Polyvinyl Chloride Particles after a Single Intratracheal Instillation in Rats. Time Course and Comparison with Silica, *Toxicol Appl Pharmacol* 194, 111-121

Xu H, Vanhoorne H, Verbeken E, ja muut (2004): Pulmonary Toxicity of Polyvinyl Chloride Particles after Repeated Intratracheal Instillations in Rats. Elevated CD4/CD8 Lymphocyte Ratio in Bronchoalveolar Lavage, *Toxicol Appl Pharmacol* 194, 122-131