

# PEHMEÄJUOTOS

## TIIVISTELMÄ

Pehmeäjuottamisella tarkoitetaan metalliosien yhdistämistä toisiinsa sideaineella, jonka sulamispiste on alhaisempi kuin yhdistettävien metallien. Sähkö- ja elektroniikkatöissä juottamisessa käytetään yleensä pehmeäjuotosta, jossa juotteen sulamislämpötila pysyy alle 450 °C:ssa. Juottaminen voidaan tehdä automaattisesti tai käsinjuotoksena.

Merkittävimmät työperäiset riskit liittyvät pehmeäjuotoksesta vapautuviin kolofonihuuuihin.

Ennen tietokortin käyttöä [tutustu yleisiin riskinhallinnan periaatteisiin](#).

## TYÖN KUVAUS

Pehmeäjuotostöissä metalliosia kiinnitetään toisiinsa metallisella sideaineella eli juotteella, jonka sulamispiste on alhaisempi kuin yhdistettävien metallien. Juokutteella eli fluksilla poistetaan juotettava pinta epäpuhtauksista sekä pidetään juote liuenneena juokutteeseen seassa. Juokutteet voivat olla (kolofoni)hartsipohjaisia, epäorgaanisia tai orgaanisia.

Juottamismenetelmistä sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa on laajimmin käytetty reflowjuotosta, aaltojuotosta sekä käsin juotosta. Käytössä on myös höyryfaasijuotos ja kastojuotos.

Juottamista voidaan tehdä käsin tai automaattisilla juotoskoneilla. Liitettävät kappaleet voivat olla eri metalleja. Juotosten korjaamiseen voidaan käyttää tinaimureiden lisäksi hartsilla pinnoitettuja kuparilankapunoksia eli ns. imusukkia. Tällöin sukka painetaan kuuman juottimen terällä korjattavan juotoksen päälle, jolloin juotos sulaa ja imeytyy sukkaan.

Pehmeäjuotoksessa käytetään alle 450 °C:een lämpötilaa. Monesti juotoksen lämpötila jää alle 250 °C. [Kovajuotoksesta](#) on erillinen KAMAT-tietokortti. Erilaisista pehmeäjuotoksen kohdepoistoista on lisätietoa Työterveyslaitoksen laatimissa [malliratkaisuissa](#). Lisäksi [tietopaketti pehmeäjuotostyöstä](#) on Työterveyslaitoksen internet-sivulla.

## TYÖN KEMIALLISET VAARAT

Juotostyössä ilmaan voi vapautua kolofonihuujuja, joissa on hartsihappoja ja niiden peroksideja, formaldehydiä ja muita aldehydejä sekä terpeenejä. Juote voi olla hopeaa tai kuparia. Lisäksi juotteessa käytetään mm. tinaa, antimonia, vismuttia, sinkkiä ja indiumia. Juokutteesta ilmaan voi vapautua hartsipohjaisesta juokutteesta kolofonia ja terpeenejä. Muita juokuteaineita ovat isopropyylialkoholi, isopropanoli ja etanoli. Lisäksi ilmaan voi vapautua muovien lämpöhajoamistuotteita, kuten isosyanaatteja, esim. suojalakatuille piirilevyille juotettaessa tai juotoksia purettaessa.

Vanhoissa juotoksissa voi olla lyijyä. Herkistäville aineille, kuten isosyanaateille tai kolofonihuujujen hartsihapoille, altistuminen on pidettävä mahdollisimman alhaisena.

## Haitalliset altisteet

Yhdiste	Haitta	Lisähuomiot
Antimoni	Pitkäaikaisessa korkeatasoisissa altistumisissa on aiheuttanut pölykeuhkosairautta ja pneumokonioosia ja vaikutuksia verenkiertoelimistöön ja ihoon (nykyaltistumisella terveysvaikutukset epätodennäköisiä). Epäillään aiheuttavan syöpää, perimää vaurioittava.	
Formaldehydi	Ärsyttää voimakkaasti silmiä ja hengitysteitä ja voi aiheuttaa astmaa ja ihoallergioita. Syöpävaarallinen.	Kolofonihuurossa
Hopea (huurut)	Hopea voi imeytyä elimistöön hengitysteitse ja nieltynä ja aiheuttaa ihon ja sisäelinten pigmentoitumista (argyria).	
Indium (huurut)	Ärsyttää silmiä ja hengityselimiä ja voi vahingoittaa keuhkoja.	
Kolofoni	Voi aiheuttaa ihon herkistyminen tai astman.	
Kupari	Metallikuume	
Liutainaineet	Ärsytys, akuutit ja pitkäaikaiset keskushermostovaikutukset. Raskauden aikana liutainaineille altistuminen voi aiheuttaa häiriöitä sikiön kehitykseen. Liutainaineet voivat imeytyä elimistöön ihon kautta.	Juokutteista isopropyylialkoholi, isopropanoli tai etanoli.
Lyijy	Hermostomyrkyllinen ja lisääntymisvaarallinen aine. Osa lyijy-yhdisteistä epäiltyjä syöpävaarallisia yhdisteitä.	Käytössä erikoisluvan alaisissa lyijytöissä. Voi löytyä vanhoista juotoksista. Lyijylle on asetettu sitova työhygieeninen raja-arvo.
Terpeenit	Ärsyttävät hengitysteitä ja silmiä. Korkeille pitoisuuksille altistuttaessa päänsärkyä, väsymystä ja pahoinvointia. Voivat aiheuttaa ihoallergiaa.	
Tina	Tinayhdisteet myrkyllisiä hengitettynä.	

## RISKINHALLINTA

Pehmeäjuotostöiden aiheuttamaa kemiallista altistumista voidaan vähentää

- pitämällä herkistävien aineiden altistuminen mahdollisimman vähäisenä
- koteloiduilla pehmeäjuotuskoneet
- varustamalla juotuskoneet konekohtaisilla poistoilmalaitteilla
- varustamalla koneen linjan meno- ja tulopäät poistoilmahuuvilla, jotta huurut eivät pääse kulkeutumaan työtilaan
- käyttämällä kohdepoistoja
- käyttämällä juotinkohtaisia poistoja (kolvi-imureita) ja kohdepoistoja käsinjuotostyössä
- varustamalla juotospurkuasema poistomulla, sillä kolofonihartsin pitoisuudet imusukassa voivat olla korkeampia kuin juotoslangassa
- poistamalla kaikki näkyvä juotoshuuru paikallispoistolla
- estämällä lyijylle altistuminen erikoisluvan alaisia lyijytöitä tai vanhoja, lyijyä sisältäviä juotostöitä käsiteltäessä
- käyttämällä hengityksensuojainta kuonan poistossa ja juotuskoneen puhdistustöissä
- käyttämällä suojakäsineitä
- estämällä lyijyn pääsy elimistöön tai hengitysilmaan käsien kautta esimerkiksi ruokailussa tai tupakoinnissa
- käsittelemällä liuotinpesualueesta kolofonipitoisena ihoaltisteena, sillä kolofonijäämät irtoavat pestävistä tuotteista
- johtamalla työilmasta poistettavat juotoshuurut partikkelisuodattimen kautta suoraan ulos
- huolellisella käsihygienialla
- erottamalla juotostyöpiste muista tiloista, jotta sivulliset eivät turhaan altistu juotoshuuruille
- käyttämällä riittäviä henkilönsuojaimia.

Lisäksi työturvallisuutta voidaan parantaa

- valaisemalla työpiste riittävästi
- huomioimalla palo- ja räjähdysvaara, joka voi aiheutua koteloidussa linjastossa alkoholipohjaisten juoksutteiden höyryistä
- huoltamalla kohdepoistot ja työvälineet säännöllisesti
- huomioimalla tapaturmariskit.

Henkilönsuojaimina on käytettävä

- suojakäsineitä
- suojalaseja
- suojavaatetusta
- tarvittaessa kuulonsuojaimia
- turvakenkiä
- tarvittaessa hengityksensuojainta (yli kaksi tuntia käytettäessä hengityksensuojaimen on oltava puhalluksella varustettu).

Riskinhallintatiedot ja käytettävät henkilönsuojaimet (tyypit, materiaalit, suojausluokat jne.) on tarkistettava ajantasaisesta käyttöturvallisuustiedotteesta.

## ERITYISOHJEET TYÖTERVEYSHUOLLOLLE

Kiinnitettävä huomiota erityisesti pehmeäjuotoksen herkistäviin aineisiin. Oirekyselyitä voi käyttää hyväksi ärsytys- ja allergisten oireiden seulomisessa. Ärsytysoireet työntekijöillä viittaavat selkeästi liialliseen altistumiseen ja esimerkiksi di-isosyanaatit voivat aiheuttaa herkistymistä jo selkeästi matalammilla pitoisuuksilla. Katso tarkemmin kirjasta Altistelähtöinen työterveysseuranta osiot koskien ihoa ja hengitysteitä ärsyttäviä ja herkistäviä kemikaaleja. Di-isosyanaattialtistumista voi myös biomonitoroida.

Mikäli epäillään lyijyaltistumista, suositellaan veren lyijypitoisuuden monitorointia. Myös antimoni- ja indiumaltistumista voi biomonitoroida, mutta niille ei ole asetettu terveysterveystasojen toimenpiderajaa.

## MUUTA HUOMIOITAVAA

Raskaana olevien ei tule altistua työssään syöpä- tai lisääntymisvaarallisille yhdisteille. Raskaana olevien ei tule altistua yli 10 % HTP-arvosta olevalle liuotinaineen pitoisuudelle.

Pehmeäjuotostöissä voidaan altistua ilman epäpuhtauksien lisäksi kuumien pintojen aiheuttamille palovammoille. Työssä voidaan myös kuormittua esimerkiksi staattisten työasentojen ja toistuvien työliikkeiden vuoksi.

Työssään syöpävaarallisille yhdisteille altistuvat työntekijät tulee ilmoittaa ASA-rekisteriin.

Nuoria työntekijöitä ei tule käyttää töihin, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa (laki nuorista työntekijöistä (998/1993) ja asetus (475/2006)).

Yllä oleva kuvaus työtehtävistä ja lista valmisteissa esiintyvistä altisteista on suuntaa antava. Työtehtävissä ja valmisteissa on saattanut tapahtua muutoksia, jotka voivat vaikuttaa työntekijän altistumiseen. Selvitä työpaikalla käytettävät valmisteet/kemikaalit ja niiden käyttöturvallisuustiedotteet.

15.10.2019