SOTSIAALMINISTEERIUM

DIISOTSÜANAADID TÖÖKESKKONNAS

Tellinud: Sotsiaalministeerium

Autorid: Karin Reinhold ja Sigrid Kontus

Sissejuhatus

Tööandja peab töötervishoiu ja tööohutuse seadusest (edaspidi TTOS) tulenevalt tagama töötervishoiu ja tööohutuse nõuete täitmise igas tööga seotud olukorras. Selleks tuleb tööandjal hinnata töökeskkonnas esinevaid riske ehk läbi viia töökeskkonna riskianalüüs. Igas töökeskkonnas võivad inimese tervist ohustada erinevad ohutegurid, seejuures ka keemilised ohutegurid ehk ettevõttes käideldavad ohtlikud kemikaalid ja neid sisaldavad materjalid. Üheks ohtlikuks kemikaaliks, millega töötajad töökeskkonnas võivad tööülesandeid täites kokku puutuda, on diisotsüanaadid.

Euroopa Komisjon võttis 2020. aastal vastu määruse (EL 2020/1149[1]), mis piirab diisotsüanaatide kasutamist. Diisotsüanaadid on keemilised ained, millega kokkupuude võib inimesele põhjustada tervisekahjustusi. Diisotsüanaatide kasutamist on vajalik piirata, sest vaatamata laialdasele populaarsusele, seostatakse diisotsüanaatidega kokkupuudet naha ja hingamisteede ülitundlikkusega ning see on olulisim kutseastma[2] põhjus Euroopa Liidus (EL). Hinnanguliselt diagnoositakse EL-is igal aastal üle 5000 uue kutseastma juhtumi, mida põhjustab diisotsüanaate sisaldavate toodete tootmine või kasutamine töökohal (Rother and Schlüter, 2021). Seetõttu on käesoleva ülevaate eesmärk suurendada teadlikkust diisotsüanaatide ohtlikkusest ja mõjust tervisele Eesti töökeskkonnas.

Ülevaade on suunatud kõigile, kes tööalaselt võivad diisotsüanaatidega kokku puutuda – tööandjatele, töötajatele ning neile, kes soovivad saada rohkem teavet diisotsüanaatide kasutusalade, terviseohu, asjakohaste ohutusmeetmete ning seadusandlike nõuete, sh tööandja ja töötaja kohustuste kohta. Lisaks on ülevaade abiks Tööinspektsiooni järelevalveametnikele ja töökeskkonna konsultantidele.

1. Kasutusala ja kokkupuute viis

Diisotsüanaadid on tooraineks polüuretaanmaterjalide[3] tootmisel, mille peamisteks laiatarbetoodeteks on elastne ja jäik vaht, montaaživaht, spandex-kiud, polüuretaanvärvid, sideained ja liimid (Rother ja Schlüter, 2021). Ülevaade tuntumatest diisotsüanaatidest ja nende kasutusaladest on esitatud tabelis 1. Kõige suuremas koguses kasutatakse Euroopas metüleendifenüüldiisotsüanaati (edaspidi MDI), tolueendiisotsüanaati (edaspidi TDI) ja heksametüüldiisotsüanaati (edaspidi HDI), mis moodustavad kokku üle 95% kogu turumahust (Falcke et al, 2017). Väiksemates kogustes kasutatakse isoforoondiisotsüanaati (edaspidi IPDI) ja naftaleendiisotsüanaati (NDI). Enamasti on diisotsüanaadid värvitud, valged või kollakad tahked ained või vedelikud, millel on terav lõhn (NIOSH, 2019a; NIOSH, 2019b; NIOSH, 2019c; NIOSH, 2019d).

[1]Euroopa Komisjoni määrus (EL) 2020/1149 millega muudetakse Euroopa parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 1907/2006 (mis käsitleb kemikaalid registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH)) XVII lisa diisotsüanaatide osas.

[2]Kutseastma on krooniline hingamisteede põletikuline haigus, mida on põhjustanud või süvendanud töökeskkonna esinev ohutegur, näiteks kemikaalid.

[3]Polüuretaan on keskkonnas hästi vastupidav polümeer, millest saab valmistada plastmaterjale. Polüuretaanist plastmaterjalidel ja -toodetel on hea heli-, soojus- ja elektriisolatsiooni võime, samuti külma-, niiskus- ja kulumiskindlus.

Tabel 1. Peamised diisotsüanaadid ja nende kasutusalad

Nimetus	CAS number[4]/ EC number[5], Füüsiline olek	Peamine kasutusala
Metüleendifenüül-diisotsüanaat (MDI)	101-68-8/202-966-0; 2536-05-2/ 219-799-4 Valge kuni kahvatukollane tahke aine	Jäikade polüuretaanvahtude tootmine näiteks ehitusisolatsiooni, külmutussüsteemi isolatsiooni, torude isolatsiooni jaoks. Lisaks kasutatakse puitkomposiitide sideainena, liimide ja hermeetikute tootmiseks, spandex-kiust tekstiilide valmistamiseks, kummist jalanõude valmistamiseks.
Tolueen-diisotsüanaat (TDI)	584-84-9/209-544 -5 Värvitu kuni kahvatukollane terava või kirbe lõhnaga vedelik või tahke aine	Elastsete polüuretaanvahtude tootmine näiteks autotööstuses (uksepolstrid, laedetailid ja katusekaared, kapoti- ja pakiruumikatted ning raamid ja kütusepaagi täiteava ümbrus) ja lennutööstuses (lennutekid ja salongid). Väiksemal määral kasutatakse lakkide tootmiseks.
Heksametüül-diisotsüanaat (HDI)	822-06-0/212-485-8 Selge, värvitu kuni kergelt kollakas terava või kirbe lõhnaga vedelik	Polüuretaanlakkide, poleerimisvedelike, pihustatavate värvide tootmine, näiteks sõidukite pinnakatete jaoks (krundid, kõvendid, värvid). Samuti veekindla kattekihi andmiseks laevatekkidele, terrassimööblile jms. HDI-põhised polüuretaanid on vastupidavad ultraviolettkiirgusele ja temperatuurikõikumistele ja seega ilmastikukindlad.
Isoforoon-diisotsüanaat (IPDI)	4098-71-9/223-861-6 Värvitu kuni kollakas kirbe lõhnaga vedelik	Polüuretaanvahtude tootmine, ilmastikukindlate katte- ja liimpolümeeride tootmine, näiteks sõidukite pinnakatete jaoks. Nagu HDI, on IPDI vastupidav ultraviolettkiirgusele. Kasutatakse sageli koos HDI ning elastomeeridega[6].
Naftaleen-diisotsüanaat (NDI)	3173-72-6/ 221-641-4 Valged kuni helekollased kristalsed helbed	Sünteetiliste kummide tootmine.

Diisotsüanaatide kokkupuute hindamine on maailmas suureks väljakutseks, sest neid on palju ning nende füüsikalised ja keemilised omadused on erinevad. Seda olulisem on rakendada asjakohaseid ohutusmeetmeid töökohal ning veenduda, et töötajad on piisavalt kaitstud erinevate tervisekahjustuste tekkimise eest.

Peamised kokkupuute teed diisotsüanaatidega töökeskkonnas on järgmised:

- sissehingamine,
- nahakontakt (SWA, 2020b).

Nahaga kokkupuude on eriti oluline siis, kui hinnatakse diisotsüanaatide koguekspositsiooni[7], sest hingamisteede ülitundlikkuse ja kutseastma kujunemist mõjutab ka nahakontakt diisotsüanaatidega (Tsui et al, 2020).

Diisotsüanaatidega kokkupuude ja sellest põhjustatud tervisekahjustuste risk olenevad aine omadustest (peamiselt lenduvusest[8]) ning käitlemise meetoditest (sh kõrge temperatuur[9], pihustusmeetod jne).

[4]CAS number on keemilistele ainetele ja paljudele materjalidele unikaalne numbriline identifikaator, mis on antud Ameerika Keemiaseltsi poolt, et lihtsustada kemikaalide kohta info otsimist erinevatest andmebaasidest ilma ainete täpseid nimetusi teadmata.
[5]EC number on ainulaadne seitsmekohaline identifikaator, mille Euroopa Komisjon on andnud keemilistele ainetele regulatiivsel eesmärgil.
[6]Elastomeer on spetsiaalne polümeer ehk plast, millel on elastsed omadused.
[7]Koguekspositsiooni all mõistetakse kokkupuudet erinevatel viisidel – nii sissehingamise teel kui ka nahaga kokkupuutel (näiteks aerosoolvärvi pihustamisel võib töötaja seda sisse hingata, samuti võib aerosool langeda töötaja kätele).
[8]Lenduvus on kemikaali omadus, mis näitab, kui kergesti see aine aurustub. Mida lenduvam on aine, seda ohtlikum on see tervisele, sest seda enam jõuab tööprotsessis kasutatavat kemikaali hingamistsooni.
[9]Temperatuuri tõus võib mõne diisotsüanaadi aurustumist suurendada. Näiteks MDI ei aurustu küll toatemperatuuril, kuid MDI aurud eralduvad tootest siis, kui seda kuumutatakse rohkem kui 40 °C-ni.

Kokkuvõtlikult tuleb tähelepanu pöörata järgmistele olulistele diisotsüanaatide omadustest ja käitlemisest tingitud aspektidele:

- Üldiselt ei ole diisotsüanaadid (eriti MDI) väga lenduvad ühendid. Kui aga diisostüanaate käideldakse kõrgetel temperatuuridel, siis see põhjustab aururõhu[10] tõusu. Ained, millel on kõrgem aururõhk, aurustuvad kergemini ja seega jõuab neid hingamistsooni suuremates kogustes (Danish Ministry of the Environment, 2014; SWA, 2020a).
- Pihustamine sprei-meetodil põhjustab kergesti sissehingatavat peenete osakeste udu ja seetõttu jõuab kahjulikku kemikaali hingamistsooni suuremas koguses. Kõrgem oht on näiteks nende polüuretaanvärvide puhul, mis sisaldavad HDI'd ja TDI'd, kuna nende lenduvus on kõrgem kui MDI'l (Danish Ministry of the Environment, 2014; SWA, 2020a).
- Diisotsüanaadid võivad õhku paiskuda polüuretaanide kuumutamisel. See võib juhtuda näiteks keevitamise, kuumliimimise, kuumlõikamise, saagimise, jahvatamise või muude taoliste protsesside ajal. Polüuretaanide termiline stabiilsus varieerub suurtes piirides sõltuvalt nende struktuurist – nad võivad laguneda ka juba 150 °C juures. Antud olukorras ei pruugi näha olla suitsu või leeki ega muud indikaatorit, et diisotsüanaadid on õhku paiskunud (IRSST, 2013).
- Diisotsüanaatide tahkete vormide tolm, mis ei ole täielikult kõvenenud, on tervisele kahjulik, sest sealt võib mürgiseid aineid õhku paiskuda ohtlikus koguses. Näiteks täielikult kõvenemata polüuretaanvärvi lihvimisel ja muudel sarnastel tegevustel võib tekkida tolmu, mis sisaldab reageerimata diisotsüanaate (BCF, 2011).

2. Millistes toodetes diisotsüanaate esineb?

Tüüpilised tooted, kus diisotsüanaate võib leida, on järgmised (vt ka pilt 1-5):

- elastsed polüuretaanist plastmaterjalid (näiteks pehme mööbli polstrid, pesukäsnad, kellarihmad, autodetailid, spordijalanõude siseosad),
- jäigad polüuretaanist plastmaterjalid (näiteks elektroonikaseadmete korpused, autodetailid),
- polüuretaanvahud (jäigad ja elastsed, näiteks madratsid),
- montaaživahud (näiteks isolatsiooniplaadid),
- vormid ja kärnid valutehnoloogias,
- polüuretaankiud ehk spandex-kiud (näiteks sukkpüksid, ujumisriided),
- liimid,
- hermeetikud,
- pinnakatted (näiteks värvid ja lakid).

3. Millistel tegevusaladel võib diisotsüanaatidega kokku puutuda?

Diisotsüanaatidega kokkupuude on levinud väga paljudel tegevusaladel, näiteks materjalide pindamine[11], liimimine, hermeetikutega töö, aga ka polüuretaanist toodete tootmine, kõvenemata polüuretaantoodete käitlemine (lõikamine, valuvormist väljavõtmine, vahu pihustamine) ja polüuretaantoodete või diisotsüanaatide kuumutamine (kuumlamineerimine[12], valuprotsessid) (Rother ja Schlüter, 2021). Võttes arvesse diisotsüanaatide laia kasutusotstarvet, võib hinnata, et Eesti majandusharudest käideldakse diisotsüanaate kõige sagedamini töötlevas tööstuses (sh plastitööstus, komposiiditööstus (sh paadi- ja jahitööstus), metallitööstus, mööbli- ja tekstiilitööstus), ehituses ning sõidukite remontimisel ja hoolduses. Tegevusalade täpsemad näited ja kokkupuute kirjeldused on esitatud tabelis 2 (Henriks-Eckerman et al, 2015; Rother ja Schlüter, 2021; SWA, 2020a).

[10]Aururõhk on lihtsustatult öeldes vedeliku aurustumiskiiruse näitaja. Materjali, millel normaaltemperatuuril on kõrge aururõhk, nimetatakse üldiselt lenduvaks materjaliks.

[11]Pindamine on pinna katmine õhukese kihiga, näiteks paadi välispinnale materjali kihi lisamine, et kaitsta seda välismõjude eest ja tõsta kulumiskindlust.

[12]Kuumlamineerimine on pinna katmine kleebiskiledega, et muuta materjali pinda veekindlaks ja välismõjudele vastupidavaks.



Pilt 1



Pilt 2



Pilt 3



Pilt 4



Pilt 5

Selgitused piltidele:
Pilt 1 – Hempeli värv, mis sisaldab 0,5% HDI'd ja HDI oligomeeri (50%<C<75%).
Pildi allikas: https://www.hempel.com/en-sea/products/function/topcoats
Pilt 2- Soudaflex hermeetik, mis sisaldab 0.1%...1% MDI'd. Pildi allikas:
https://www.soudal.ee/soudaflex/item/82-soudaflex-40fc
Pilt 3 – Kiilto niiskuskindel puiduliim, mis sisaldab 75...100% MDI'd. Pildi allikas:
https://www.kiilto.ee/toote/kiilto-d4-niiskuskindel-puiduliim/
Pilt 4 – Elastsest polüuretaanist jooksujalatsite pehmed siseosad. Pildi allikas: https://sneakers-magazine.com/adidas-oz-adiprene/
Pilt 5 – Polüuretaanvahust madrats. Pildi allikas: https://www.moobel1.ee/madratsid/madrats-rs20.html

Tabel 2. Tegevusalade näited ja kokkupuute kirjeldused

Tegevusala: näited	Kokkupuute kirjeldused
Pihustamine erinevates tööstusharudes: sprei-värvimine, sprei-meetodil vaikude, lakkide ja liimide pealekandmine	*Õhus võib esineda diisotsüanaate pihustamise protsessi ajal/pärast protsessi lõppemist. Sel ajal võivad töötajad mürgiseid aure sisse hingata. Ka nahakaudne kokkupuude on võimalik. *Oluline kokkupuude on töökohtadel, kus kasutatakse kahekomponentseid tooteid[13], mis sisaldavad diisotsüanaate. Näiteks autoremonditöökojad (värvid, sõidukite kiletamine), mööblitööstus (värvid, lakid, liimid, mööbli vinüülkiletamine), basseinide tootjad ja paigaldajad (isolatsioonivaht).
Tootmistegevused: polüuretaanvahtude, sünteetiliste kummide ja plastide tootmine, isoleer-materjalide valmistamine, mööbli valmistamine, valutööd	*Vahustustoimingud, milles kasutatakse paisutusaineid või moodustuvad gaasilised ained. Sellised toimingud suurendavad diisotsüanaadiaurude või -aerosoolide vabanemist ja seega on töötajate kokkupuute oht suur. *Diisotsüanaatide kuumutamine enne vaikudega segamist suurendab diisotsüanaatide lenduvust. *Diisotsüanaatide sissehingamine toodete ladustamise ajal juhul, kui diisotsüanaadid ei ole täielikult kõvenenud. Võib esineda ka reageerimata diisotsüanaate, mis võivad aurustuda. *Polüuretaanvahtude lõikamine kuumtraatmeetodil. Protsessi käigus võivad eralduda diisotsüanaatide aurud.
Transport ja ladustamine	*Ebaõige ladustamine või transportimine, näiteks, kui tekib kokkupuude veega (diisotsüanaadid on kergesti veega reageerivad ained, mille tulemusel võib tekkida uusi mürgiseid aineid) või esineb lekkeid ning puuduvad ohutusmeetmed, mis kaitseksid terviseohtude eest. *Äsja valmistatud polüuretaantoodete ladustamine, kui need on veel kõvenemas ja eraldavad gaasilises olekus diisotsüanaate.
Torutööd: keevitus	*Polüuretaanvahtudega kaetud torude kuumkeevitus. Keevitamine võib põhjustada vahu lagunemist ja diisotsüanaatide eraldumist.

[13]Kahekomponentsed tooted on näiteks kulumisele vastupidavad värvid, mis segatakse kokku vahetult enne kasutamist kahest erinevast komponendist – alusvärvist ja kõvendist. Kahekomponentsete värvide kõvendid võivad sisaldada diisotsüanaate.

Põrandate lakkimine: puitpõrandate viimistlus	*Lakid, mis ei ole täielikult kõvenenud. Lakkidest võivad diisotsüanaadid eralduda seni, kuni lakk on täielikult kõvenenud. *Laki kuumeemaldamine. See võib põhjustada diisotsüanaatide eraldumist.
Ehitus	*Vormimine, vahu kandmine täiteavadesse ja tihendamine, lamineerimine, kaablite kuumlõikamine.
Paatide tootmine	*Liimimine, lamineerimine, polüuretaaniga katmine (kiletamine).

4. Diisotsüanaatide mõju töötaja tervisele

Kokkupuude diisotsüanaatidega võib põhjustada töötajatele tõsiseid tervisekahjustusi, mis peamiselt on seotud hingamisteede ärritusega, nahka ja silmi ärritava toimega ning ülitundlikkust põhjustava toimega (ATSDR, 2018; Basketter et al, 2017; European Chemicals Agency, 2020; Henriks-Eckerman et al, 2015; IRSST, 2013; SWA, 2020b; WHO, 2000).

Hingamisteede haigustega seotud sümptomid võivad olla järgmised:

- hingamisteede, sealhulgas nina, suu, kurgu ja kopsude ärritus – enamikul diisotsüanaatidel on hingamisteedele tugevalt ärritav toime;
- hingamisraskused, surve- või pigistustunne rinnus, köha, vilistav hingamine ja õhupuudus, pöörduv, aja jooksul leevenev õhuvoolutakistus hingamisteedes, mis viitab astmale[14].

Hingamisega seotud sümptomid võivad tekkida ka hilinenult (mitu tundi pärast tööl esinenud kokkupuudet, aga ka öösel ja varahommikul). Lisaks täheldatakse peavalu ja üldist ebamugavustunnet (Basketter et al, 2017; Daniels, 2018; Gannon et al, 2005).

Paljud diisotsüanaadid on potentsiaalsed hingamisteede ülitundlikkust põhjustavad ained ja mõned ka naha ülitundlikkust põhjustavad ained (Engfeldt et al, 2012; Tsui et al, 2020; WHO, 2000). Viimased põhjustavad allergilist dermatiiti ning see võib üle kanduda ka suuremale naha pinnale. Ülitundlikkus kujuneb tavaliselt välja teatud aja jooksul pärast esimest kokkupuudet. Ülitundlikkuse kujunemise aeg võib alates esimesest kokkupuutest varieeruda suurtes piirides – paarist nädalast kuni paari aastani. Umbes 20% ülitundlikkust diisotsüanaatidele tekib veelgi hiljem (10 ja enam aastat). Ülitundlikkuse puhul esinevad sümptomid (astmalaadsed tunnused, aga ka muu) ka siis, kui töökeskkonna õhus on väga madal diisotsüanaatide sisaldus (Bello et al, 2019; Gannon et al, 2005). Kui kokkupuude jätkub, võib see olla töötajatele eluohtlik (SWA, 2020a). Mida kõrgemad on diisotsüanaatide sisaldused õhus, seda suurem on risk sensibiliseeriva ehk ülitundlikkust põhjustava toime tekkeks (Daniels, 2018).

Ühekordse kokkupuute korral (näiteks leke, õnnetus), kui diisotsüanaatide sisaldus töökeskkonna õhus on väga kõrge, võib see põhjustada 'reaktiivse hingamisteede düsfunktsioonisündroomi' (RADS), mis on ärritusest põhjustatud kutseastma üks alavorme ning on hingetorule tekitatud põletus. RADS-i iseloomustab püsiv köha, vilistav hingamine, õhupuudus ja pigistustunne rinnus. Sümptomid võivad tekkida 24 tunni jooksul ja järgnev bronhide hüperreaktiivsus[15] võib kesta mitu kuud. Mõnel töötajal sellisest ühekordsest kokkupuutest piisab, et jääda ülitundlikuks kogu eluks – näiteks astmalaadsed sümptomid võivad esineda igakordsel kokkupuutel, ka siis, kui diisotsüanaatide kogus on töökeskkonna õhus väga madal (SWA; 2020b).

Silmi ja nahka ärritava toimega on seotud järgmised sümptomid:

- kokkupuutel nahaga võivad tekkida villid, ärritus ja punetus;
- pikaajaline kokkupuude nahaga võib põhjustada kroonilisi nahahaiguseid, nagu dermatiit;
- kokkupuutel silmadega võivad tekkida ärritus, punetus ja turse;
- pritsmete sattumine silma võib põhjustada keemilist konjunktiviiti[16](IRSST, 2013; MDI and TDI..., 2003; SWA, 2020a).

[14]Astma on krooniline põletikuline hingamisteede haigus, mis avaldub perioodi esineva vilistava hingamise, köha, hingamisraskuse, lämbumistunde või -hoona (astmahoona).
[15]Bronhide ehk kopsutorude hüpereaktiivsus on normaalsest tugevam reageerimine välisärritajale, näiteks köhahood või raskendatud hingamine mingi kemikaali tõttu, kuid ei pruugi alati tähendada astmat.
[16]Keemiline konjunktiviit on silma sidekesta põletik, mis tekib silma sattunud keemilistest ainetest. Põletiku korral laienevad sidekestas paiknevad väikesed veresooned ning silmavalge muutub punakasroosaks. Sümptomiteks on ka silma(de) kipitus ja vesitsus.

Järgmised diisotsüanaadid on vastavalt CLP määrusele[17] klassifitseeritud kui 2. kategooria (võimalikud) vähktõve tekitajad[18]:

- 2,2'-metüleendifenüüldiisotsüanaat ja 4,4'-metüleendifenüüldiisotsüanaat (MDI);
- tolueen-2,4-diisotsüanaat ja tolueen-2,6-diisotsüanaat (TDI).

Eelpool kirjeldatud terviseprobleemide tekkimise riski suurendavad varempõetud hingamisteede haigused, nagu astma, korduv äge bronhiit, kopsutuberkuloos, kopsufunktsiooni kahjustus jms. Lisaks loetakse oluliseks kaasuvaks riskiteguriks suitsetamist (SWA, 2020b).

Lühike kokkuvõtlik ülevaade ühe diisotsüanaadi (MDI) terviseohtlikkuse kohta on näitena toodud Lisas 1.

5. Tööandja kohustused

Vastavalt TTOS-ile ja selle alusel vastu võetud määrustele peab tööandja hindama töökeskkonna riskianalüüsi käigus ka töökeskkonnas/tööülesannete täitmisel kasutatavate ohtlike kemikaalide mõju töötajate tervisele.

Tööandja peab töökeskkonna riskianalüüsi käigus:

- iseloomustama töötingimusi arvestades töökohal esinevate ohtlike kemikaalidega,
- mõõtma töökeskkonna õhu keemiliste ainete sisaldust ja võrdlema neid piirnormidega,
- hindama võimaliku terviseriski suurust, olemust ja kestust,
- arvestama kemikaalidega kokkupuute viise ning
- määrama asjakohased ohutusmeetmed ja nende rakendamise korra.[19]

Lihtsustatud riskianalüüsi näide diisotsüanaatide jaoks praktikas on toodud Lisas 3.

Asjakohaste ohutusmeetmete rakendamine on tööandja kõige olulisem kohustus. Sobivate ohutusmeetmete valikul peaks tööandja alustama kõige efektiivsemate meetmete sobilikkuse hindamisest. Meetmed, vastavalt efektiivsuse vähenemise järjekorras, võivad olla järgmised:

A. Esimese meetmena tuleb eelistada kokkupuute vähendamisel diisotsütanaatide asendamist, näiteks värvimisel kasutada kahekomponentse värvi asemel isotsüanaadivaba ühekomponentset värvi[20] (SWA, 2020a). Enamasti ei ole aga asendamine nii lihtne ning leidub ka olukordi, kus asendus ei ole erinevatel põhjustel võimalik (kõrge hind, tehniliselt teostamatu lahendus, seadmete ebasobivus vms).

B. Järgmine võimalus on seadmeid/vahendeid välja vahetada või tööprotsesse muuta. On teada, et suruõhu baasil pihustuspüstoliga värvimisel lenduvad aerosoolid kuni 12 meetri kaugusele pihustatavast kohast ning seega võib kogu tööruum olla täidetud aerosooli ning uduga, mis sisaldab tervisele kahjulikke diisotsüanaate. Pihustuspüstoliga värvimise saab asendada rulli või pintsliga värvimise protsessiga. Kui see pole võimalik, saab kasutada ka tööstuslikke madalrõhu püstoleid[21], millega saab värvi peale kanda kiiremini ning samas tekitavad vähem aerosoole (SWA, 2020a; HSE, 2014). Lisaks võib töövahendite läbimõeldud kasutamine suurendada töötaja ja kokkupuuteallika vahelist kaugust ning seega vähendada kokkupuudet naha ja sissehingamise kaudu: näiteks pika varrega rullide kasutamine, kui silutakse diisotsüanaati sisaldavat põrandakatet või spaatli kasutamine, et eemaldada kanistritest poolvedelad diisotsüanaadid (IRSST, 2013).

[17]CLP määrus: Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008, 16. detsember 2008, mis käsitleb ainete ja segude klassifitseerimist, märgistamist ja pakendamist ning millega muudetakse direktiive 67/548/EMÜ ja 1999/45/EÜ ja tunnistatakse need kehtetuks ning muudetakse määrust (EÜ) nr 1907/2006.

[18]2. kategooria vähktõve tekitajaks klassifitseeritakse kemikaal siis, kui see kemikaal arvatavasti põhjustab inimestele vähktõve, kuid ei ole piisavalt inimeste ja/või loomadega korraldatud uuringute käigus saadud tõendusmaterjali, et kemikaali paigutada 1. kategooriasse (teadaolev või eeldatav vähktõve tekitaja).

[19]Vabariigi Valitsuse määrus nr 105 (vastu võetud 20.03.2001) „Ohtlike kemikaalide ja neid sisaldavate materjalide kasutamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ning töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid".

[20]Ühekomponentse värvi puhul ei pea segama alusvärvi ja diisotsüanaati sisaldavat kõvendit ning on seega koheselt kasutusvalmis. Värv võib seetõttu sisaldada ka vähem kahjulikke diisotsüanaate

[21]Tööstuslikud madalrõhu pihustuspüstolid on mõeldud masstootmises kasutamiseks, sest värvikulu on väiksem ning tööaeg lühem.

C. Tehnilistest meetmetest tuleb esmalt kaaluda teatud tööprotsesside automatiseerimist (näiteks automaatse värvikambri kasutusele võtmist) ning seejärel ventilatsioonisüsteemi kasutamist. Väljatõmbeventilatsioon peab olema paigutatud selliselt, et oleks välditud kahjulike kemikaalide sattumine töötaja hingamistsooni ja mujale töökeskkonda. Ventilatsioonisüsteemi tuleb korrapäraselt hooldada ning töökindlust kontrollida. Erinevatel tegevusaladel, vastavalt diisotsünaatide sisaldusele töökeskkonna õhus, võib olla vajadus erineva efektiivsusega ventilatsioonisüsteemi järgi pöörates tähelepanu õhuvahetuse kordsusele tunnis. Et kindlaks teha, milline on diisotsüanaatide sisaldus töökeskkonna õhus, tuleb teosada mõõdistused. (IRSST, 2013; Schaal et al, 2017; SWA, 2020; Wood, 2017)

D. Kasutades diisotsütanaate sisaldavaid tooteid, on kõrge risk ka kokkupuuteks nahaga. Seetõttu peab jälgima tavapäraseid hügieeninõudeid. Näiteks peaks töötaja pesema võimalikult tihti tööpäeva jooksul käsi (eriti enne söömist, joomist, puhkepausile minekut) ning lõunapausiks võtma seljast kaitseriided, mis võivad olla diisotsüanaatidega saastatud (IRSST, 2013). Kui risk on diisotsüanaatide pritsimiseks silma, peavad töökohal olema kättesaadavad silmadušid[22], vajadusel ka avariiduššˇ[23]. Kui silmaduši kasutamine ei ole võimalik, saab selle asemel kasutada silmaloputusvedelikku[24].

E. Oluline on töötajate tervisekontrolli regulaarne läbiviimine töötervishoiuarsti poolt, et hinnata, kas töökeskkond ja töö sobib töötajale, avastada varajases staadiumis tööga seotud tervisehäireid, ja samal ajal ka selgitada töötajatele diisotsüanaatidega töötamisel ohutusreeglite järgimise olulisust töötervishoiuarsti pilgu läbi. Vajalik on jälgida varaseid ülitundlikkusele viitavaid sümptomeid, näiteks jälgida nahamuutusi ja dermatiidile viitavaid nähtusid (punetav, ketendav nahalööve ja sügelus jne), teostada hingamiselundkonna regulaarseid uuringuid (IRSST, 2013; SWA, 2020b). Tervisekontrolli intervalli määrab töötervishoiuarst igale töötajale individuaalselt, kuid tervisekontroll peab toimuma vähemalt kord kolme aasta jooksul.[25] Kui tervisekontrolli käigus diagnoositakse töötajal haigus või tuvastatakse tööst tingitud tervisehäire, peab tööandja korraldama tervisekontrolli ka kõigile teistele samalaadsetes tingimustes töötavatele töötajatele.[19]

F. Iga töötaja, kes diisotsüanaatidega kokku puutub, peab saama asjakohase koolituse ja väljaõppe, kuidas diisotsüanaate ohutult käidelda. Vajalikust koolitusest saab lähemalt lugeda peatükist 'Diisotsüanaatide alane koolitus' ning Lisast 2. Oluline on, et töötaja saaks aru diisotsütanaatidega töötamise riski olemusest ning teaks, miks ja kuidas on vaja järgida hügieeninõudeid, rakendada tööandja poolt kehtestatud ohutusnõudeid ning kanda isikukaitsevahendeid. Lisaks peab töötaja aru saama diisotsüanaate sisaldavate toodete pakendi märgistusest, CLP määrusel[17] põhinevast terviseohtude klassifikatsioonist ja ohutuskaardil[26] esitatavast informatsioonist. Ohutuskaardid peavad olema eestikeelsed.[27] Kui töötaja eesti keelt piisaval tasemel ei valda, siis tuleb ohutuskaart hankida ka töötajale arusaadavas keeles (näiteks töötaja emakeeles, inglise keeles või muus keeles, mida töötaja valdab).

G. Teatud tööoperatsioonid ja -protseduurid võivad töötaja jaoks olla suurema terviseriskiga kui teised. Oluline on tähelepanu pöörata järgmistele aspektidele:
    a. Töötajad ei tohiks jääda tööruumi muid tegevusi tegema, kui äsja on toimunud värvimine või muu tegevus pihustusmeetodil ning aerosool on pilvena õhus. Lisaks tuleb keelata teiste töötajate viibimine alal siis, kui värvimine või pihustusmeetodil muu tegevus parasjagu toimub.
    b. Töötajatele peab looma võimaluse käte pesemiseks (ka näiteks ehitustööde puhul).

[22]Silmadušš on kaasaskantav või püsiv dušš, mis on mõeldud silmade loputamiseks siis, kui näiteks kemikaal on töötajale silma pritsinud.
[23]Avariiduššˇ on kõrge veesurvega seinale/põrandale kinnitatud dušš, mis on mõeldud näiteks inimese kehale sattunud kemikaalide mahapesemiseks.
[24]Silmaloputusvedelik on pudelisse pakendatud steriilne vedelik, mis on mõeldud kemikaalide ja muu mustuse väljaloputamiseks silmast ja pindmistest haavadest.
[25]Töötervishoiu ja tööohutuse seadus. Vastu võetud 16.06.1999, RT I 1999, 60, 616.
[26]Ohutuskaart on dokument, mis sisaldab ohtliku kemikaali kohta piisavat informatsiooni kemikaali ohutuks käitlemiseks, teavitab potentsiaalsest ohust inimese tervisele ja keskkonnale ning võimaldab tarvitusele võtta vajalikud meetmed töötajate tervise, ohutuse ja keskkonna kaitsmiseks ettevõttes. Ohutuskaardi koostab kemikaali tootja.
[27]REACH määrus: Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1907/2006, 18. detsember 2006, mis käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH). REACH määruse artikli 31 kohaselt esitatakse ohutuskaart nende liikmesriikide ametlikes keeltes, kus aine või segu turule viiakse.

c. Kui töötajad teevad tööd ajutistel tööaladel ning on oht kemikaali või võõrkeha silma sattumiseks, siis peab silmaloputusvedelik ka seal alati kaasas olema ning saastunud tööriideid ei ole mõistlik töötajal koju kaasa võtta.
d. Töötajad peavad teadma, et diisotsüanaadid ei tohi kokku puutuda süttimisallikaga, näiteks lahtise leegi või elektrisädemetega. Diisotsüanaadid lagunevad kuumutamisel, tekitades mürgiseid aurusid, mis võivad sisaldada lämmastikoksiide, vesiniktsüaniidi ja süsinikmonooksiidi, mis on sisse hingates tervisele ohtlikud kemikaalid. Polüuretaanid, eriti vahud, võivad põleda, eraldades mürgiseid diisotsüanaate, vesiniktsüaniidi ja suures koguses suitsu (MDI and TDI..., 2003; SWA, 2020a).

H. Kuna isikukaitsevahendite kandmine teeb töötamise ebamugavamaks, siis peaks nende kasutamist kaaluma üksnes siis, kui muud meetodid ei ole piisavad, et diisotsüanaatidest põhjustatud terviseriski maandada või on vajalik lisakaitse siis, kui muude ohutusmeetmega ei saa terviseriski täielikult vältida. Isikukaitsevahendite hankimine töötajatele ei vabasta tööandjat kohustusest, et ka teisi ohutusabinõusid rakendada. Vajalike isikukaitsevahendite kohta leiab infot toodete ohutuskaartidelt. Isikukaitsevahendite valikul tuleb silmas pidada järgmist:
   a. Kui diisotsüanaate sisaldavaid tooteid kasutatakse pihustusmeetodiga tööprotsessis, siis peaks töötaja kasutama puhta õhu juurdevoolu seadisega täismaski. Vaid filtriga täismask ei ole piisav, sest diisotsüanaatide lõhnapiir on küllaltki kõrge. Hea, kui saab kombineerida hingamiskaitse näo- ja silmakaitsmega (IRSST, 2013; MDI and TDI..., 2003).
   b. Kaitsekindad või kaitseriietus peavad tagama piisava kaitse diisotsüanaatidega kokkupuute riski korral. Näiteks ei sobi diisotsüanaatidega töötamiseks latekskindad ning TDI'ga töötamiseks nitriilkindad (IRSST, 2013). Sobilike materjalidena soovitatakse butüüli, neopreeni, nitriilkummi (ei sobi TDI'le), kummi, neopreeni, polüvinüülkloriidi (Henriks-Eckerman, 2015; IRSST, 2013; SWA, 2020). Infot sobilike isikukaitsevahendite kohta saab kemikaali ohutukaardilt ning vajadusel saab paluda ka kinnaste tootjatelt/tarnijatelt täpsemat informatsiooni.
   c. Sobilike kaitseriietuse materjalid võivad olla näiteks Tyvek®, Dupont® Barricade®, Chemron, Saranex. Piisavaks loetakse kaitseriietust, mis katab kogu keha ning pea (kapuutsiga kaitseülikond) (ISSRT, 2013; MDI and TDI..., 2003).
   d. Kasutatud isikukaitsevahendeid tuleks käsitleda kui ohtlikke jäätmeid ning seetõttu tuleb neid käidelda vastavalt ohtlike jäätmete nõuetele (IRSST, 2013; MDI and TDI..., 2003).

I. Kui töökeskkonnas kasutatavad tooted sisaldavad selliseid diisotsüanaate, millel on peale muude terviseohtude ka kantserogeensust[28] põhjustav oht (näiteks MDI, TDI), siis peab tööandja rakendama täiendavaid meetmeid, mis on ära toodud Vabariigi Valitsuse (edaspidi VV) 15.12.2005. a määruses nr 308 „Kantserogeensete ja mutageensete kemikaalide käitlemisele esitatavad töötervishoiu ja tööohutuse nõuded" (edaspidi kantserogeenide ja mutageenide määrus). Täiendavateks meetmeteks on:
   a. töökeskkonnas hoitava või käideldava kantserogeeni koguse piiramine vajamineva miinimumini ning kantserogeeniga kokkupuutuvate töötajate arvu vähendamine võimaliku miinimumini,
   b. tööprotsessi kavandamine nii, et kantserogeeni pihkumine töökeskkonda oleks välditud või viidud miinimumini koos ohutusmeetmete rakendamisega (näiteks kohtäratõmme),
   c. seiremeetodite kasutamine kantserogeeni pihkumise õigeaegseks avastamiseks;
   d. asjakohaste hügieenimeetmete rakendamine, sh põrandate, seinte ja muude pindade korrapärane puhastamine,
   e. ohutute töötavade ja -meetodite rakendamine, sh ühis- või isikukaitsevahendite kasutamine,
   f. töötajate õigeaegne ja täpne teavitamine,

[28]Kantserogeenseks peetakse ainet või segu, mis tekitab vähktõbe või suurendab selle esinemissagedust.

g. ohualade märgistamine ja nõuetekohaste ohutusmärkide, sh keelumärgi «Suitsetamise keeld» kasutamine piirkondades, kus töötajad puutuvad või võivad kokku puutuda kantserogeeniga,
h. tegevuskava koostamine võimaliku õnnetusjuhtumi puhuks, kui võib toimuda töötajate kokkupuude suure koguse kantserogeeniga,
i. käideldavate kemikaalide hoidmine hermeetiliselt suletavates ning selgelt ja nähtavalt märgistatud anumates,
j. ohtlike tootmisjäätmete kogumine hermeetiliselt suletavatesse ning selgelt märgistatud konteineritesse,
k. ohutute ladustamis-, transpordi- ja kahjutustamismeetodite rakendamine.[29]

Lisaks on tööandja kohustus korraldada töötajatele tervisekontroll töötervishoiuarsti juures. Kui tervisekontrolli käigus avastatakse näiteks ühel töötajal kantserogeense diisotsüanaadiga kokkupuute tagajärjel tekkinud tervisehäire, peavad tervisekontrolli läbima ka teised töötajad, kes töötavad sarnastes tingimustes.[29]

Väga olulised on ka tööhügieeni nõuded, mida tööandja peab rakendama, et kantserogeenidega võimalikku kokkupuudet vältida. Tööandja peab:

a. keelama söömise, joomise ja suitsetamise piirkondades, kus esineb kantserogeenide või mutageenidega saastatuse oht,
b. andma töötajatele asjakohase tööriietuse, vajaduse korral kaitseriietuse ja hingamisteede kaitsevahendid,
c. tagama töö- ja tänavariietuse jaoks eraldi hoiukohad,
d. andma töötajate kasutusse duššidega varustatud pesemisruumid ning vajadusel paigaldama silmadušid,
e. tagama, et kõik kasutatavad isikukaitsevahendid pärast tööpäeva lõppu puhastatakse, kontrollitakse ja pannakse hoiule kindlaksmääratud kohta,
f. tagama töö- ja kaitseriietuse regulaarse puhastamise ja pesemise ning kõlbmatuks muutumise korral nende käitlemise Jäätmeseaduse kohaselt.[29]

Ladustamisel on soovitav järgida järgmiseid nõuandeid:

- Diisotsüanaate sisaldavad tooteid hoida lukustatud, jahedas ning hästi ventileeritud ruumis.
- Diisotsüanaate sisaldavaid tooteid hoida eraldi hapetest, leelistest ja amiinidest.
- Diisotsüanaate sisaldavad tooted panna hermeetiliselt suletud nõusse, mida saab visuaalselt kontrollida (lekked, väljaimbumine). (IRSST, 2013)

Lisaks tuleb jälgida, et mahutid ja pakendid oleksid märgistatud[17] ning toodete ohutuskaardid kättesaadavad[27].

6. Diisotsüanaatide alane koolitus

Vastavalt EL Komisjoni määrusele 2020/1149 lubatakse diisotsüanaatide tööstuslikku ja erialast kasutamist ainult juhul, kui kasutatakse erinevaid ohutusmeetmeid (nii tehnilisi kui ka organisatoorseid) ning lisaks sellele on läbitud miinimumnõuetele vastav koolitus diisotsüanaatide terviseohtudest, nende kasutamisega seotud riskidest ning headest töötavadest ja asjakohastest ohutusmeetmest. Koolitusel osalemise võimalus tuleks edastada kogu tarneahelas[30] ning koolitus peab olema korraldatud igale diisotsüanaate käitlevale töötajale, et tal oleks piisavad teadmised, kuidas end diisotsüanaatidega kokkupuutel asjakohaselt kaitsta. Koolituse vajadus on määratud määruses 2020/1149 vastavalt diisotsüanaatide kasutamisega seotud kokkupuute riski suurusele ning on jagatud kolmeks tasemeks (Tase 1, 2 ja 3). Koolituse täpsemad teemad on esitatud Lisas 2. Koolituse korraldab tarnija ning selle peab läbi viima tööohutuse ja -tervishoiu ekspert, kes on omandanud asjakohase pädevuse kutseõppe käigus.

[29]VV määrus nr 308 (vastu võetud 15.12.2005) „Kantserogeensete ja mutageensete kemikaalide käitlemisele esitatavad töötervishoiu ja tööohutuse nõuded".

[30]Tarneahelas võivad osaleda kemikaalide tootjad, importijad, ainuesindajad, levitajad ja allkasutajad. Allkasutajateks nimetatakse kemikaale kasutavaid ettevõtteid ja töötajaid. Nende hulka kuuluvad ettevõtted, kes toodavad kaupu või pakuvad teenuseid, mille puhul kemikaalid ei ole äritegevuse põhiosa, näiteks toidu-, ehitus- või puhastusettevõtted. Kasutatavateks kemikaalideks võivad olla näiteks värvid, liimid, lahustid ja puhastusvahendid.

Alates 24. august 2023 peab tööandja tagama, et tööstuslikud või erialased kasutajad on enne diisotsüanaate sisaldavate toodete kasutamist edukalt läbinud diisotsüanaatide ohutu kasutamise alase koolituse. Töötajate koolituse edukas läbimine tuleb tööandja poolt dokumenteerida ning koolitust peab kordama vähemalt iga viie aasta tagant.

Tarnija kohustused

Vastavalt EL Komisjoni määrusele 2020/1149 tagab diisotsüanaate sisaldavate toodete tarnija teabe edastamise koolituse kohustuse kohta toote saajale. Samuti peab tarnija lisama toote pakendile etiketil olevast muust teabest nähtavalt eraldatuna järgmise eestikeelse teksti: „Alates 24. augustist 2023 nõutakse enne tööstuslikku või erialast kasutamist piisava koolituse läbimist.“ Tarnija tagab saajale eelnevalt mainitud kursused ja koolitusmaterjali eesti keeles. Koolituse puhul võetakse arvesse tarnitud toodete eripära, sealhulgas nende koostist, pakendit ja kujundust. Vastava koolituse peavad läbima kõik diisotsüanaate käitlevad töötajad, seega on tööandjal tarnijalt õigus nõuda koolituse korraldamist.

7. Diisotsüanaatide mõõtmine töökeskkonnas ja töökeskkonna piirnormid

Vastavalt ohtlike kemikaalide määrusele peab tööandja mõõtma töökeskkonna õhu keemiliste ainete sisaldust ja võrdlema neid piirnormidega. Mõõtmise peab teostama tööandja tellimusel akrediteerimisasutuse poolt akrediteeritud või erialase kompetentsuse kinnitust omav mõõtelabor. Mõõtetulemuste üks eksemplar säilitatakse mõõtelaboris, teist säilitab tööandja 40 aastat. Kui tööandja lõpetab tegevuse, antakse mõõtetulemused üle Tööinspektsioonile.[19]

Diisotsüanaatide piirnormid ei ole käesoleval hetkel soovituslike ega siduvate töökeskkonna piirnormidega[31] Euroopa Liidu poolt hõlmatud. Eestis sätestatud töökeskkonnaõhu piirnormid diisotsütsanaatidele, mistahes tegevusalal, on toodud tabelis 3.[19]

Tabel 3. Töökeskkonnaõhu piirnormid diisotsüanaatidele Eestis

Kemikaal	CAS number	Piirnorm 8 tundi, mg/m^3	Lühiajalise kokkupuute piirnorm**, mg/m^3	Märkused
Metüleendifenüül-diisotsüanaat (MDI)	101-68-8	0,05	0,1	Sensibiliseeriv aine[32]
Tolueendiisotsütanaat (TDI)	584-84-9	0,04	0,07	Kantserogeenne aine, sensibiliseeriv aine
Heksametüül-diisotsüanaat (HDI)	822-06-0	0,03	0,07	Sensibiliseeriv aine
Isoforoondiisotsüanaat (IPDI)	4098-71-9	0,05	0,09	Sensibiliseeriv aine
Naftaleendiisotsüanaat (NDI)	3173-72-6	0,04	0,09	Sensibiliseeriv aine
Trimetüülheksametüleen -diisotsüanaat	15646-96-5	0,04	0,09	Sensibiliseeriv aine

**Lühiajalise kokkupuute piirnorm, arvutatud 5-minutisele kokkupuuteajale

[31]Soovituslikud piirnormid keemiliste ainetele töökeskkonnaõhus kehtestatakse ainete jaoks, mille korral saab kehtestada taseme, mis ei ohusta töötajate tervist. Liikmesriigid peavad kehtestama vastava riikliku piirnormi kooskõlas riigi õigusaktide ja tavadega, arvestades ELi väärtust. Siduvad piirnormid keemiliste ainetele töökeskkonnaõhu õhus kehtestatakse ühenduse tasandil, kusjuures lisaks teguritele, mida võetakse arvesse töökeskkonna soovituslike ohtlike ainete piirnormide kehtestamisel, arvestatakse sotsiaal-majanduslikke ja tehnilise teostatavuse tegureid, ning mille eesmärk on pakkuda kõigile ühenduse töötajatele miinimumkaitset. Liikmesriigid peavad kehtestama vastava siduva piirnormi, mis ei ületa ELi väärtust.

[32]Sensibiliseerivaks aineks loetakse kemikaali, mis põhjustab inimesele ülitundlikkust. Ülitundlikkus põhjustab muutusi inimese immuunsussüsteemis ning selle tõttu võivad nende kemikaalide toimel vallanduda allergilised haigused nagu köha, nohu, astma, naha põletik.

8. Töötaja kohustused

Vastavalt TTOS-ile on töötaja kohustatud osalema ohutu töökeskkonna loomisel, järgides töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid ning kasutama töövahendeid ja ohtlikke kemikaale nõuetekohaselt. Nii tuleb töötajal järgida ka kõiki neid ohutusnõudeid, mida on tööandja rakendanud, et diisotsüanaatidest tulenevat terviseriski vähendada. Töötajal on kohustus:

- kasutada ettenähtud isikukaitsevahendeid nõuetekohaselt,
- läbida diisotsüanaatide alane koolitus vastavalt EL Komisjoni määrusele 2020/1149 (vt peatükk 6),
- tagada vastavalt väljaõppele ja tööandja antud juhistele, et tema töö ei ohustaks tema enda ega teiste elu ja tervist ega saastaks keskkonda,
- teatada kohe tööandjale või tema esindajale ja töökeskkonnavolinikule õnnetusjuhtumist või selle tekkimise ohust, tööõnnetusest või tööülesande täitmist takistavast tervisehäirest ning kõikidest kaitsesüsteemide puudustest,
- läbida tervisekontroll, mille käigus töötervishoiuarst hindab töötaja diisotsüanaatidega kokkupuutel tekkivaid terviseriske ja vajadusel korraldab tervisega seotud vajalikke uuringuid, et tuvastada varajane haigestumine.

9. Ülevaade õigusraamistikust Euroopa ja Eesti tasandil

Diisotsüanaatide käitlemist töökeskkonnas reguleerivad mitmed õigusaktid nii Euroopa Liidu kui ka Eesti tasandil.

EL tasandil on vastu võetud:

- REACH määrus 1907/2006[27], mis reguleerib kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist. Määruse eesmärk on tagada inimese tervise ja keskkonna kaitse kemikaaliriskide eest. 2020. aastal võttis EL komisjon vastu REACH määruse lisa[1], mis piirab diisotsüaantide kasutust EL liikmesriikides. Määrus sätestab diisotsüanaatide või neid sisaldavate toodete tööstusliku ning erialase[33] kasutamise piiramise alates 24. august 2023: kui toodetes on diisotsüanaatide kontsentratsioon rohkem kui 0,1 massiprotsenti, siis võib mainitud tähtajast alates käidelda selliseid tooteid vaid siis, kui kasutajad on edukalt läbinud diisotsüanaatide alase koolituse. Selline informatsioon peab olema ka toote pakendi etiketil.
- CLP määrus nr 1272/2008[17], mis sätestab kemikaalidele klassifitseerimise, pakendamise ja märgistamise ühtsed nõuded. Diisotsüanaate sisaldavad tooted tuleb võimalike õnnetuste ärahoidmiseks ohupiktorgammide[34], ohulausete[35] ja hoiatuslausete[36] abil märgistada, et kasutajaid oleksid ohtudest teadlikud. Lisaks tuleb toode pakendada nii, et see ei lekiks ning oleks vastupidav. Samuti ei tohi pakend eksitada tarbijat – sarnaneda näiteks toiduainete pakendiga.

Eesti õigusruumis on vastu võetud:

- TTOS, mis sätestab tööandja õigused ja kohustused. Olulisemaks kohustuseks on ohutu töökeskkonna tagamine ning töötajate tervisekahjustuste ennetamine. Töökeskkonna riskianalüüs on töökeskkonna korraldamise alustala, mille läbiviimisel peab tööandja hindama ka keemilistest ohuteguritest, sealhulgas diisotsüanaatidest, tulenevaid riske. Lisaks sätestab TTOS töötajale õigused ja kohustused, sealhulgas kohustuse osaleda ohutu töökeskkonna loomisel läbi töötervishoiu ja tööohutuse nõuete täitmise.
- VV määrus „Ohtlike kemikaalide ja neid sisaldavate materjalide kasutamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ning töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid“, kus sätestatakse

[33]Määruse kohaselt tööstusliku ja erialase kasutaja all mõistetakse mistahes töötajat või füüsilisest isikust ettevõtjat, kes käitleb diisotsüanaate puhasainena või muude ainete või segude koostisosana tööstuslikul ja erialasel otstarbel või teeb selle järelevalvet.

[34]Ohupiktogramm on kujutis märgistusel, mis sisaldab hoiatussümbolit ja kindlaid värvusi, mis edastavad teavet vastava aine või segu poolt tervisele või keskkonnale põhjustatava kahju kohta.

[35]Ohulause on ohuklassile ja ohukategooriale viitav fraas, mis kirjeldab ohtliku aine või seguga seotud ohtude laadi, sealhulgas vajaduse korral ohumäära.

[36]Hoiatuslause on fraas, mis kirjeldab ohtliku aine või segu kasutamisest või hävitamisest tuleneva kokkupuute kahjulike mõjude minimeerimiseks või ennetamiseks soovitatud meedet.

täpsemad nõuded keemiliste ohutegurite riskianalüüsi kohta ning meetmed riskide ohjamiseks. Samuti sätestab antud määrus piirnormid töökeskkonna õhus esinevatele kemikaalidele, sealhulgas kuuele diisotsüanaadile (vt Tabel 3).

- Kantserogeenide ja mutageenide määrus, milles tuuakse välja tööandja kohustused juhul, kui töökeskkonnas esineb kantserogeene. Kirjeldatakse näiteks terviseriskide vähendamiseks kasutatavad meetmeid, tööhügieeni nõudeid, töötajate väljaõppe erisusi, töötajate tervisekontrolli erisusi, kohustust pidada nimekirja töötajatest, kes puutuvad kokku kantserogeenidega jm. Samuti sätestab kantserogeenide määrus, et tööandja peab kantserogeenidega kokkupuutel erilist tähelepanu pöörama riskitundlike töötajate nagu rasedate, rinnaga toitvate naiste ja alaealiste töötajate osalemisele tööprotsessis.
- Kemikaaliseadus, mis sätestab kemikaalide käitlemise tingimusi ning nõude, et kemikaali käitlejal peab olema vajalik teave kemikaali füüsikaliste ja keemiliste omaduste, ohtlikkuse, ohutusnõuete ja kahjutustamise kohta ning kemikaali käitlemiseks vajalikud teadmised ja oskused, kogemused ning hoiakud. Nimetatud nõuded kohalduvad ka diisotsüanaate sisaldavatele toodetele.

Lisalugemist

- OSHwiki — isocyanates. Kättesaadav: https://oshwiki.eu/wiki/Isocyanates
- Isocyanate paint spraying. Safely managing spray booths and rooms. 2014. HSE. Kättesaadav: https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg276.pdf
- Guidance on the Safe Use of Coatings Containing Isocyanates. 2011. BCF. Kättesaadav: https://www.coatings.org.uk
- Guide to handling isocyanates. 2015. SWA. Kättesaadav: https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/guide-to-handling-isocyanates.pdf
- Guide for safe use of isocyanates. An Industrial Hygiene Approach. 2013. RG-773. Montreal: IRSST. Kättesaadav: https://www.irsst.qc.ca/en/publications-tools/publication/i/100691/n/guide-for-safe-use-of-isocyanates-an-industrial-hygiene-approach-rg-773
- Vabariigi Valitsuse 20.03.2001.a määrus nr 105 „Ohtlike kemikaalide ja neid sisaldavate materjalide kasutamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ning töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid“, RT I 2001, 30, 166.
- Vabariigi Valitsuse 15.12.2005. a määrus nr 308 „Kantserogeensete ja mutageensete kemikaalide käitlemisele esitatavad töötervishoiu ja tööohutuse nõuded“, RT I 2005, 69, 539.
- Töötervishoiu ja tööohutuse seadus. Vastu võetud 16.06.1999, RT I 1999, 60, 616.
- Kemikaaliseadus. Vastu võetud 29.10.2015, RT I, 10.11.2015, 2.

LISA 1. MDI mürgisuse lühike ülevaade

Metüleendifenüül-diisotsüanaat (MDI)



Aine klassifikatsioon:

- Skin Irrit. 2: H315 - Põhjustab nahaärritust. EUH204 - Sisaldab isotsüanaate. Võib esile kutsuda allergilise reaktsiooni.
- Skin Sens. 1: H317 - Võib põhjustada allergilist nahareaktsiooni.
- Eye Irrit. 2: H319 - Põhjustab tugevat silmade ärritust.
- Acute Tox.: 4 H332 - Sissehingamisel kahjulik.
- Resp. Sens.: 1 H334 - Sissehingamisel võib põhjustada allergia- või astma sümptomeid või hingamisraskusi.
- STOT SE 3: H335 - Võib põhjustada hingamisteede ärritust.
- Carc. 2: H351 - Arvatavasti põhjustab vähktõbe
- STOT RE 2: H373 - Võib kahjustada elundeid pikaajalisel või korduval kokkupuutel

Hoiatuslaused

P260 Tolmu/suitsu/gaasi/udu/auru/pihustatud ainet mitte sisse hingata.
P280 Kanda kaitsekindaid/kaitserõivastust/kaitseprille/kaitsemaski.
P285 Ebapiisava ventilatsiooni korral kanda hingamisteede kaitsevahendeid.
P302 + P352 NAHALE SATTUMISE KORRAL: pesta rohke vee ja seebiga.
P304 + P340 SISSEHINGAMISE KORRAL: toimetada kannatanu värske õhu kätte ja asetada mugavasse puhkeasendisse, mis võimaldab kergesti hingata.
P305 + P351 + P338 SILMA SATTUMISE KORRAL: loputada mitme minuti jooksul ettevaatlikult veega. Eemaldada kontaktläätsed, kui neid kasutatakse ja kui neid on kerge eemaldada. Loputada veel kord.
P309 + P311 Kokkupuute või halva enesetunde korral: võtta ühendust

Kokkupuute teed: sissehingamine, nahakaudne imendumine, allaneelamine, pritsmed: silmadega kontakt, pritsmed: nahaga kontakt.

Sümptomid: silmade, naha, nina ja kurgu ärritus; hingamisteede sensibiliseerimine, köha, kopsueritised, valu rinnus, hingeldus ja hingamisraskused; astma; silmakahjustused, nahakahjustused. Loomkatsete põhjal: kopsuturse tekkimise risk.

Sihtmärkorganid: silmad, nahk, hingamiselundid.

LISA 2. Koolituse tasemed ja sisu vastavalt diisotsüanaatidega kokkupuutele

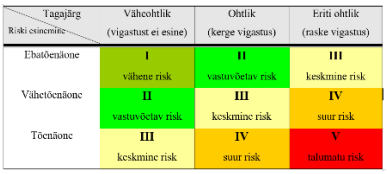
Koolituse tasemed on jaotatud vastavalt diisotsüanaatidega kokkupuutele ning sellest tulenevale tervisekahjustuse riskile. Tase 1 on baaskoolitus, millele võivad lisanduda ka tase 2 või tase 3, näiteks kui tööprotsesside käigus satub diisotsüanaate töökeskkonna õhku suuremal määral kui tavakasutusel (pihustamine jms) või toodete käitlemine toimub kõrgel temperatuuril.

Tase 1 koolituse vajadus – diisotsüaantidega kokkupuude	Tase 2 koolituse vajadus – diisotsüaantidega kokkupuude	Tase 3 koolituse vajadus – diisotsüaantidega kokkupuude
Kõik tööstuslikud ja erialased kasutusviisid	• lahtiste segude käitlemine ümbritseva õhu temperatuuril (sealhulgas vahutorud); • pihustamine ventileeritud kabiinis; • pealekandmine rulliga; • pealekandmine pintsliga; • pealekandmine sukeldamise ja valamise teel; • jahtunud, täielikult kuivamata toodete mehaaniline järeltöötlus (näiteks lõikamine); puhastamine ja jäätmed; • muud kasutusviisid, mille puhul toimub sarnane kokkupuude naha kaudu ja/või sissehingamise kaudu.	• osaliselt kuivanud toodete käitlemine (näiteks hiljuti kuivanud veel soojad tooted); • valurakendused; • hooldus- ja parandustööd, mille puhul on vajalik juurdepääs seadmetele; • soojade või kuumade toodete (> 45 °C) lahtine käitlemine; pihustamine lahtises õhus, kus on piiratud või ainult loomulik ventilatsioon (sealhulgas suured tööstustsehhid), ja pihustamine suure energiaga (näiteks vahud, elastomeerid); • muud kasutusviisid, mille puhul toimub naha kaudu ja/või sissehingamisel sarnane kokkupuude.

Tase 1 koolitus - teemad Üldine koolitus	Tase 2 koolitus – teemad Kesktaseme koolitus (lisaks Tase 1 koolituse teemadele)	Tase 3 koolitus – teemad Kõrgtaseme koolitus (lisaks Tase 1+2 koolituse teemadele)
• diisotsüanaatide keemia; toksilisusega seotud ohud (sealhulgas akuutne toksilisus); • kokkupuude diisotsüanaatidega; • tööalase kokkupuute piirnormid; • kuidas sensibiliseerimine võib tekkida; • lõhn ohumärgina; • lenduvuse olulisus riski kindlakstegemisel; • diisotsüanaatide viskoossus, temperatuur ja molekulmass; • isiklik hügieen; • vajalikud isikukaitsevahendid, sealhulgas praktilised juhised nende nõuetekohase kasutamise ja piirangute kohta; • naha kaudu ja sissehingamisel kokkupuute risk; • kasutatava käitlemisprotsessiga seotud risk; • naha kaudu ja sissehingamisel kokkupuute vastase kaitse põhimõtted; • ventilatsioon;	• täiendavad käitumispõhised aspektid; • hooldus; • muudatuste juhtimine; • kehtivate ohutusjuhiste hindamine; • kasutatava käitlemisprotsessiga seotud risk; • sertifikaat või tõendavad dokumendid koolituse eduka läbimise kohta.	• hõlmatud konkreetsete kasutusviiside jaoks vajalik täiendav sertifitseerimine; • pihustamine väljaspool pihustamiskabiini; • soojade või kuumade toodete (> 45 °C) lahtine käitlemine; • sertifikaat või tõendavad dokumendid koolituse eduka läbimise kohta.

• puhastamine, lekked, hooldus; • tühjade pakendite kõrvaldamine; • kõrvaliste isikute kaitse; • kriitilise tähtsusega käitlemisetappide kindlaksmääramine; • riiklikud koodisüsteemid (kui need on olemas); • käitumispõhine ohutus; • sertifikaat või tõendavad dokumendid koolituse eduka läbimise kohta.		

LISA 3. Lihtsustatud riskianalüüsi näide diisotsüanaatidele töökohal

Riskianalüüsi etapp ja kirjeldus	Töökoha näide
1 Ohtliku aine tuvastamine	
Nimetus või koostisosad märgistuselt või ohutuskaardilt	Pinnakate, mis sisaldab diisotsüanaati HDI ja lahustit
Peamised terviseohud: HDI 	H315 - Põhjustab nahaärritust. H317 - Võib põhjustada allergilist nahareaktsiooni. H319 - Põhjustab tugevat silmade ärritust. H331 - Sissehingamisel mürgine. H334 - Sissehingamisel võib põhjustada allergia- või astma sümptomeid või hingamisraskusi. H335 - Võib põhjustada hingamisteede ärritust.
Töökeskkonna piirnorm	HDI: 8h piirnorm 0,03 mg/m³; lühiajaline toime (5 min) 0,07 mg/m³
2 Kokkupuute hinnang	
Tööoperatsiooni kirjeldus	Pihustuspüstoliga kantakse värv sõidukile
Aine/toote füüsiline olek	Vedelik
Õhku vabanemise viis	Aerosool, aurustumine
Kogus, mida tööpäeva jooksul kasutatakse	5 L
Kokkupuute tase, kui on infot	Kirjandus – Rootsi näitel: 170 µg/m³ = 0,17 mg/m³ – ületab piirnormi, kuid kokkupuute aega arvestades võib tase jääda alla piirnormi
Kokkupuute aeg ja viis	5 päeva nädalas/ 1 tund päevas, töötajal on kokkupuude sissehingamise kaudu ning naha kaudu
Töötajad, kes on ohustatud	automaaler
Olemasolevad ohutusmeetmed	Üldventilatsioonisüsteem, värvikamber (kõiki värvimistöid ei saa seal teha), filtriga poolmask. Ohutuskaart olemas ning töötajale kättesaadav. Riskikommunikatsioon: olemas poster seinal värvide ohtlikkusest.
Tervisekontroll töötajatele	Teostatud vastavalt töötervishoiuarsti poolt määratud sagedusele.
3 Riski hindamine	
Riskisuuruse hindamine riskimaatriksi alusel I-V riskitasemed 	Töötaja võib sisse hingata allergeeni, samuti võivad naha kaudu kemikaal imenduda. Aerosooli laialipaiskumine tööruumi, sest aeg-ajalt toimub värvimine väljaspool värvikambrit. Tagajärg - ohtlik (astma, nahahaigused, ülemiste hingamisteede haigused) Esinemise tõenäosus – Vähetõenäone **Riskitase: III, keskmine risk**
4 Võimalikud lisaabinõud riski alandamiseks	• Värvi asendamine ohutumaga • Ala eraldamine ja teiste töötajate sisenemise keeld • Kohtventilatsioon alale, kus teostatakse lisavärvimisi. Värvikambri eelistamine • Diisotsüanaatide koolitus • Asjakohaste isikukaitsevahendite hankimine (kaitseülikond, puhta õhu juurdevoolu seadisega täismask, asjakohased kaitsekindad) • Kontroll ohutusmeetmete rakendamise üle • Jälgida tervisekontrolli läbiviimise nõuet

5 Tegevuskava	Koostada tegevustele koos kindlate tähtaegadega.
Kuupäevad	xx.xx.xxxx
Koostaja	xx.

LISA 4. Kasutatud allikad

1. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2018. Toxicological Profile for Toluene Diisocyanate and Methylenediphenyl Diisocyanate. Atlanta: ATSDR.
2. Basketter, D., Poole, A., Kimber. I. 2017. Behaviour of chemical respiratory allergens in novel predictive methods for skin sensitisation. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 86, 101-106.
3. Bello, A., Xue, Y., Gorea, R., Woskiea, S., Bello, D. 2019. Assessment and control of exposures to polymeric methylene diphenyl diisocyanate (pMDI) in spray polyurethane foam applicators. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 222, 804-815.
4. British Coatings Federation. (BCF). 2011. Guidance on the Safe Use of Coatings Containing Isocyanates.
5. CLP määrus. Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1272/2008, 16. detsember 2008, mis käsitleb ainete ja segude klassifitseerimist, märgistamist ja pakendamist ning millega muudetakse direktiive 67/548/EMÜ ja 1999/45/EÜ ja tunnistatakse need kehtetuks ning muudetakse määrust (EÜ) nr 1907/2006.
6. Daniels, R.D. 2018. Occupational asthma risk from exposures to toluene diisocyanate: A review and risk assessment. American Journal of Industrial Medicine, 61, 282–292.
7. Danish Minsitry of the Environment. 2014. Survey of certain isocyanates (MDI and TDI). Copenhagen: The Danish Environmental Protection Agency.
8. Engfeldt, M., Isaksson, M., Zimerson, E., Bruz, M. 2012. Several cases of work-related allergic contact dermatitis caused by isocyanates at a company manufacturing heat exchangers. Contact Dermatitis, 68, 175–180.
9. Euroopa Komisjoni määrus (EL) 2020/1149 millega muudetakse Euroopa parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 1907/2006 (mis käsitleb kemikaalid registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH)) XVII lisa diisotsüanaatide osas.
10. European Chemicals Agency. 2020. Committee for Risk Assessment. RAC. Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Diisocyanates. Helsinki: ECHA.
11. Falcke, H., Holbrook, Sd., Clenahan, I. et al. 2017.Toluene diisocyanate and methylene diphenyl diisocyanate. Best available techniques (BAT) reference document for the production of large volume organic chemicals. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
12. Gannon, P., Berg, A.S., Gayosso, R., Henderson, B., Sax, S.E., Willems, H. 2005. Occupational asthma prevention and management in industry—an example of a global programme. Occupational Medicine, 55, 600–605.
13. Health and Safety Executive (HSE). 2014. Isocyanate paint spraying. Safely managing spray booths and rooms. Kättesaadav: https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg276.pdf
14. Henriks-Eckerman, M.-L., Mäkelä, E.A., Laitinen, J., Ylinen, K., Suuronen, K., Vuokko, A., Sauni, R. 2015. Role of dermal exposure in systemic intake of methylenediphenyl diisocyanate (MDI) among construction and boat building workers. Toxicology Letters, 232, 595–600.
15. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). 2013. Guide for safe use of isocyanates. An Industrial Hygiene Approach. RG-773. Montreal: IRSST.
16. Kemikaaliseadus. Vastu võetud 29.10.2015, RT I, 10.11.2015, 2.
17. MDI and TDI: Safety, Health and the Environment: A Source Book and Practical Guide. 2003. Ed: D. C. Allport, D. S. Gilbert, S. M. Outterside. Chichester: John Wiley and Sons.
18. REACH määrus. Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1907/2006, 18. detsember 2006, mis käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH) ning millega asutatakse Euroopa Kemikaaliamet, muudetakse direktiivi 1999/45/EÜ ja tunnistatakse kehtetuks nõukogu määrus (EMÜ) nr 793/93 ja komisjoni määrus (EÜ) nr 1488/94 ning samuti nõukogu direktiiv 76/769/EMÜ ja komisjoni direktiivid 91/155/EMÜ, 93/67/EMÜ, 93/105/EÜ ja 2000/21/EÜ.
19. Rother, D., Schlüter, U. 2021. Occupational Exposure to Diisocyanates in the European Union. Annals of Work Exposures and Health, 1–15.
20. Safe Work Australia (SWA). 2020a. Guide to handling isocyanates. Kättesaadav: https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/guide-handling-isocyanates
21. Safe Work Australia (SWA). 2020b. Health monitoring. Guide for isocyanates. Kättesaadav: https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/2002/health_monitoring_guidance_-_isocyanates.pdf
22. Schaal, N.C, Brazile, W.J., Finnie, G.L. 2017. Effects of Known Determinants on Methylene Bisphe Isocyanate (MDI) Concentration During Spray-On Truck Bed-Lining Processes. Annals of Work Exposures and Health, 61 (7), 872–882.
23. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 2019a. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Hexamethylene diisocyanate. Kättesaadav: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0320.html
24. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 2019b. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Isophorone diisocyanate. Kättesaadav: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0356.html
25. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 2019c. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Naphthalene diisocyanate. Kättesaadav: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0440.html

26. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 2019d. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Toluene-2,4-diisocyanate. Kättesaadav: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0621.html
27. Tsui, H.C., Ronsmans, S., De Sadeleer L.J et al. 2020. Skin exposure contributes to chemical-induced asthma: what is the evidence? A systematic review of animal models. Allergy, Asthma & Immunology Research, 12, 579–98.
28. Töötervishoiu ja tööohutuse seadus. Vastu võetud 16.06.1999, RT I 1999, 60, 616.
29. Vabariigi Valitsuse 20.03.2001.a määrus nr 105 „Ohtlike kemikaalide ja neid sisaldavate materjalide kasutamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ning töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid“, RT I 2001, 30, 166.
30. Vabariigi Valitsuse 15.12.2005. a määrus nr 308 „Kantserogeensete ja mutageensete kemikaalide käitlemisele esitatavad töötervishoiu ja tööohutuse nõuded“, RT I 2005, 69, 539.
31. World Health Organization (WHO). 2000. CICAD: Concise International Chemical Assessment Document 27. Diphenylmethane diisocyanate. Geneva: WHO.
32. Wood, R. 2017. Center for the Polyurethanes Industry summary of unpublished industrial hygiene studies related to the evaluation of emissions of spray polyurethane foam insulation. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 14(9), 681-693.