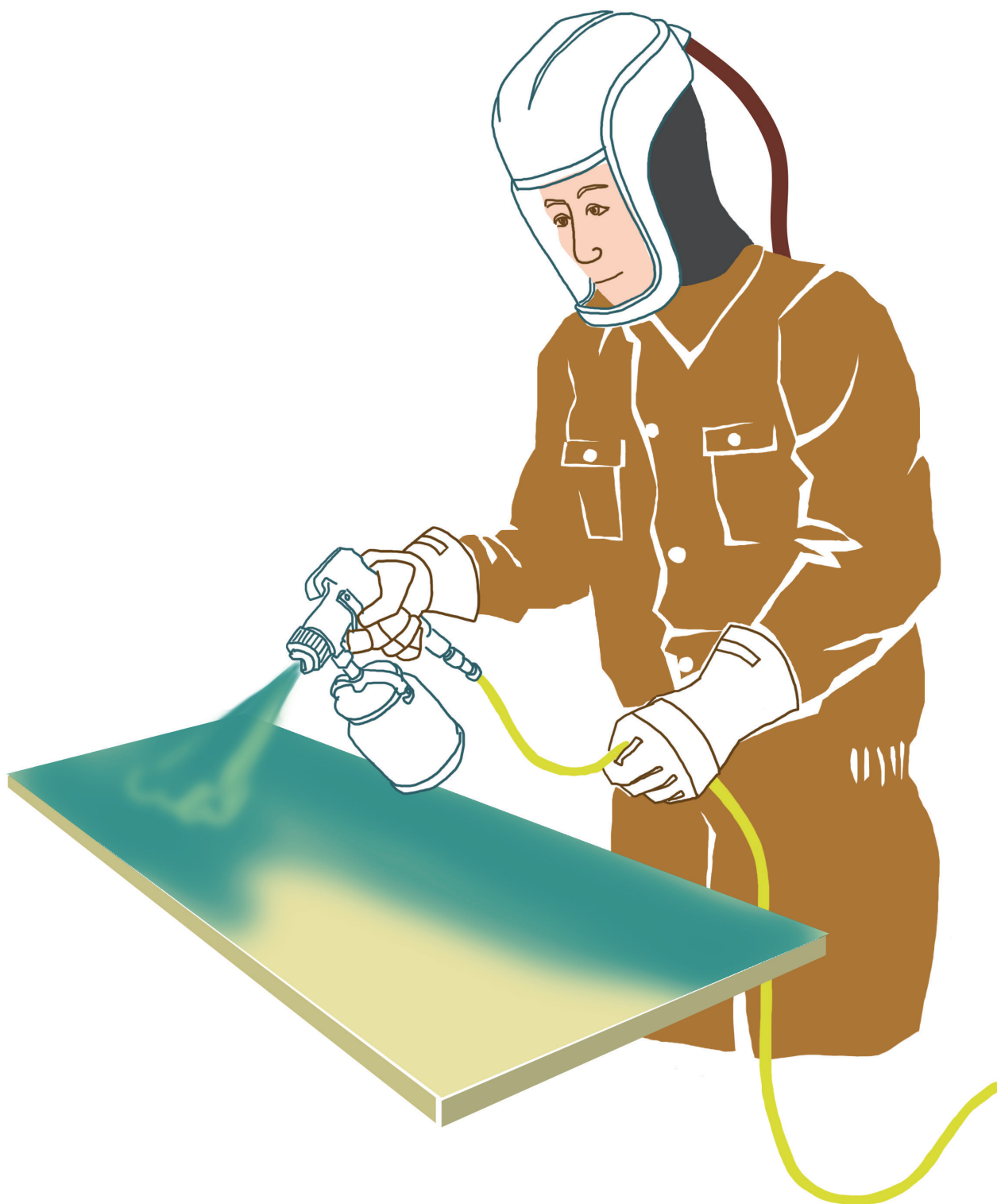


Isocyanater i arbetet



Isocyanater är mycket reaktionsbenägna kemikalier som har ett brett användningsområde. I detta faktablad tar vi upp vad isocyanater är, var de förekommer, vilka hälsoriskerna är, hur man bäst skyddar sig samt vilka lagar och regler som gäller för personer som arbetar med isocyanater. Faktabladet riktar sig främst till dig som arbetar inom företagshälsovården eller primärvården och kommer i kontakt med personer som utsätts för isocyanater i sitt arbete.

Vad är isocyanater?

Isocyanater är en grupp kemikalier med låg molekylvikt och som samtliga innehåller minst en NCO-grupp i sin molekylstruktur (figur 1). Det finns monoisocyanater (med en NCO-grupp) och diisocyanater (med två NCO-grupper). Det är bara diisocyanater som hanteras tekniskt. Monoisocyanater är en oönskad biprodukt som uppstår vid arbete med material som innehåller diisocyanater.

Gruppen isocyanater har varierande kemiska och fysikaliska egenskaper. Vid rumstemperatur är en del i form av mer eller mindre trögflytande vätskor, andra är i pulverform och några är gasformiga.

Isocyanater är termiskt instabila och löser sig väl i de flesta organiska lösningsmedel. I närvaro av vatten genomgår de hydrolys och övergår i motsvarande amin (NH-grupp).

Förekomst av isocyanater

Ett av de största användningsområdena för isocyanater är som utgångsmaterial i polyuretanplast. Polyuretanplast har mycket goda tekniska egenskaper och är därför svår att ersätta. Polyuretan (PUR) förekommer i isolerings- och gummimaterial såsom mjuk och styv skumplast, i hårdare till tvåkomponentfärger, i lacker, och lim samt i byggmaterial och som kärnbindemedel vid gjuterier. Vid exempelvis isolering av kyltrustning, fjärrvärmeledningar, fordon, fartyg och byggelement förekommer ofta blandning, injektering och gjutning av polyuretanskum.

De isocyanater som används vid tillverkning av PUR är diisocyanaterna hexametylendiisocyanat (HDI), metylendifenylidiisocyanat (MDI) och toluendiisocyanat (TDI). Dessa är ibland blockerade eller prepolymeriserade för att reducera ångtrycket och därmed risken för exponering. En sammanställning över arbeten där isocyanater används finns i faktaruta 1.

Figur 1. Strukturformel för:

$O = C = N - H$
monoisocyanat

$O = C = N - R1 - N = C = O$
diisocyanat

Faktaruta 1. Här används isocyanater i arbetslivet:

Bransch	Produkter
Byggbranschen	Tätningssmassa, isoleringsmaterial och lacker
El- och elektronikindustrin	Kabelisolering och kretskortslack
Färgindustrin	Vissa lacker
Gjuteriindustrin	Kärnbindemedel
Grafiska branschen	Vissa tryckfärger
Motorbranschen	Isoleringsmaterial, lim, ytlack, underredsmassa och bilinredning
Plastvaruindustrin	Lim, lack och tillverkning av polyuretan (PUR)
Sjukvården	Plastgips och fixering vid strålbehandling
Trä- och möbelindustrin	Lim, lack och stoppningsmaterial
Verkstadsindustrin	Lack och isoleringsmaterial
Vitvaruindustrin	Isoleringsmaterial

Exponering för isocyanater

Personer som exponeras för isocyanater kan huvudsakligen indelas i två olika grupper: primärt och sekundärt exponerade personer. Primärt exponerade personer är de som till exempel hanterar och blandar PUR-ingredienserna eller applicerar dem genom lackning och limning. Ett annat arbetsmoment kan vara skumning i samband med tillverkning av isolerskum.

Sekundärt exponerade personer är de som utsätts för sönderdelningsprodukter efter uppvärmning av PUR. I denna grupp bör man tänka på att det inte enbart är den som utför arbetet som är exponerad utan även personer som vistas i närheten.

Sönderdelning av PUR förekommer då produkter upphettas kraftigt och monoisocyanater, till exempel metylisocyanat (MIC), isocyanasyra (ICA) och diisocyanater, frisätts. Mängden isocyanat som frigörs ökar med stigande temperatur från 150°C och är störst i intervallet 250–400°C. Denna temperatur uppnås lätt vid till exempel svetsning eller vid högfriktionsvärme från rondellslipning av limmade eller målade ytor, eller vid annan upphettning och termisk bearbetning av PUR-material.

Hälsoeffekter

Isocyanater kan på grund av sin kemiska struktur och höga reaktivitet lätt påverka kroppens slemhinnor. Isocyanater har en starkt irriterande verkan och medför hälsorisker vid inandning i form av ånga, damm eller aerosol (dimma), samt vid hudkontakt. Luktgränsen ligger över det hygieniska gränsvärdet och fungerar därför inte som varning

för exponering. Vid exponering finns risk för påverkan av luftvägarna med astma och sensibilisering (allergiutveckling). Höga halter kan orsaka livshotande lungskador.

De vanligaste diisocyanaterna HDI, MDI och TDI är mest undersökta beträffande hälsoeffekter. De kan orsaka sensibilisering vid inandning eller hudkontakt, se vidare nedan.

Flera av diisocyanaterna och MIC är klassificerade enligt CLP-förordningen av Europeiska kemikaliemyndigheten ECHA som luftvägssensibiliserande med faroangivelse H334 "Kan orsaka allergi eller astmasymtom eller andningssvårigheter vid inandning" och som hudsensibiliserande med faroangivelse H317 "Kan orsaka allergisk hudreaktion".

Ögon, näsa och svalg

Slemhinneirritation i ögon, näsa och svalg är vanligt, men utgör ingen varningssignal för skador i nedre luftvägarna.

Nedre luftvägar och lungor

Inandning av diisocyanater kan orsaka slemhinneirritation med astma- eller bronkitliknande symtom från andningsvägarna. Med tiden kan de försämra lungfunktionen. Personer med hyperreaktiva luftvägar är mer känsliga än andra. Akuta astmabesvär är en allvarlig form av isocyanatpåverkan. Besvären kan uppträda akut (inom någon timme) efter exponering. De kan också vara av fördröjd karaktär (4–6 timmar efter exponering). Exponering för isocyanater kan orsaka bestående astmasjukdom även hos personer som tidigare haft helt friska luftvägar.



Om exponeringen för isocyanater fortsätter finns det risk för att sjukdomen förvärras. Sensibilisering förekommer via både IgE- och IgG-medierade mekanismer. Man kan därför bilda antikroppar mot HDI, MDI och TDI. IgE-antikroppar kan påvisas med blodprov (RAST-test). Det vanligaste är dock isocyanatbetingade luftvägsbesvär utan tecken på antikropsmedierad sensibilisering.

En kliniskt sensibiliserad person (med eller utan antikroppar) kan få påtagliga besvär även vid halter under det hygieniska gränsvärdet. Ett negativt RAST-test frikänner inte alls från samband med arbetsmiljön, då testet har en låg sensitivitet. För monoisocyanaterna har inga antikroppar påvisats.

Hud

Isocyanater är starkt sensibiliserande och irriterande vid hudkontakt. De kan orsaka både allergiskt kontakteksem och irritationseksem. Kontaktallergi mot isocyanater påvisas med lapptest hos landets arbets- och miljödermatologiska mottagningar. Diagnostisering av kontaktallergi mot isocyanater är särskilt kompetenskrävande pga lapptestmaterialens instabilitet och behov av specifika isocyanater vid testning. Ofta överensstämmer inte deklarerat och faktiskt innehåll av specifika isocyanater i produkter, vilket försvårar diagnostiken ytterligare. Det finns inga bevis för att hudupptag utlöser allergisk astma hos människor, men vid djurförsök har ett sådant samband visats.

Cancer

Epidemiologiska studier har hittills inte visat några samstämmiga tecken till förhöjd cancerrisk. Däremot har djurförsök på råttor visat en viss påverkan på DNA, och höga doser av isocyanater verkar kunna leda till cancer hos försöksdjur. Detta tyder på att de möjligen också medför en cancerrisk för människan.

TDI är klassificerad av IARC som grupp 2B (möjligen cancerframkallande för människa) och MDI som grupp 3 (ämnet går inte att klassificera vad gäller carcinogenitet för människa). HDI är inte klassificerad ännu med avseende på cancerrisk.

Allmänna symtom

Influensaliknande symtom har rapporterats i samband med fördröjd reaktion, 4–6 timmar efter exponering.

Medicinska kontroller

Alla som kommer i kontakt med isocyanater i arbetet ska informeras om riskerna och genomgå lagstadgade medicinska kontroller. Den som leder arbetet måste ha genomgått särskild utbildning

och ha tillräckliga kunskaper om riskerna och om nödvändiga skyddsåtgärder, till exempel personlig skyddsutrustning och skyltning. Arbetsplatser och skyddsrutiner ska kontrolleras regelbundet.

Arbetsgivaren är skyldig att ordna med läkarundersökning för arbetstagare som sysselsätts eller kommer att sysselsättas i arbete med kemiska produkter som innehåller diisocyanater (AFS 2014:43). Läkarundersökning är obligatorisk även för egenföretagare. Kontrollernas omfattning framgår i AFS 2005:6. En sammanställning av lagstadgade medicinska kontroller vid arbete med hårdplaster (inklusive diisocyanater) och andra allergiframkallande kemiska produkter finns i faktaruta 2. Där framgår vid vilken tidpunkt kontrollerna ska genomföras, undersökningens omfattning, vad den ska resultera i och vilka krav som ställs på kompetensen hos den undersökande läkaren.

Syftet med undersökningarna är att skydda särskilt känsliga personer från skada och att upptäcka tidiga tecken på ohälsa i arbetsmiljön.

Bedömning av tjänstbarhet

En arbetstagare som vid läkarundersökningen uppvisar sjuklighet eller svaghet som gör personen särskilt mottaglig för sjukdom orsakad av isocyanater är inte tjänstbar i isocyanatexponerat arbete. Exempel på sådan sjuklighet eller svaghet är astma och annan lungsjukdom som innebär nedsatt eller kan komma att nedsätta lungfunktionen, och allergi mot diisocyanater.

Personer med kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL) av måttlig eller svår grad är inte tjänstbara. Däremot utgör lindrig KOL, som enbart bedöms bero på tobaksrökning, normalt inget hinder. Det är också olämpligt att personer med kontaktallergi mot isocyanater riskerar att komma i kontakt med isocyanater i sitt arbete.

Vidare utredning kan göras med till exempel test för ospecifik luftvägsreaktivitet (histamin- eller metakolinprovokationstest), PEF-kurva under arbete och fritid, eller analys av antikroppar mot isocyanater. I svårbedömda fall kan utredning vara befogad på arbets- och miljömedicinsk mottagning.

Det finns en möjlighet att ge tjänstbarhet med förbehåll. Det kan till exempel gälla en person utan symtom på arbetet och med mycket liten risk för exponering. Förbehållet kan då vara att exponeringen inte ökar och att uppföljning sker med tätare medicinska kontroller.

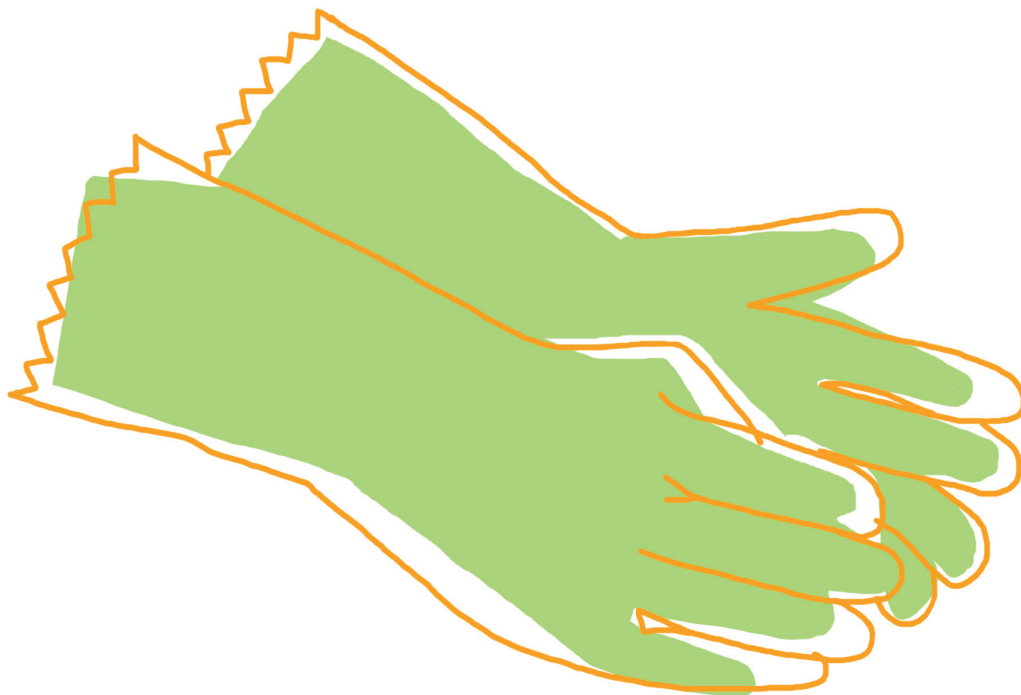
Faktaruta 2. Lagstadgade medicinska kontroller vid arbete med härdplaster och andra allergiframkallande kemiska produkter.

Arbete som kan innebära exponering för	Tidpunkt för medicinsk kontroll	Undersökningens omfattning	Undersökningen ska resultera i	Krav på läarkompetens
• Kemiska produkter som är märkta med H334* och innehåller diisocyanater eller organiska syraanhydrider • Kemiska produkter som innehåller etyl-2-cyanoakrylat eller metyl-2-cyanoakrylat om arbetet sammanlagt pågår mer än 30 minuter per vecka • Isocyanater som bildas vid termisk nedbrytning (upphettning)	Före arbetet, efter 3–6 månader, därefter varannat år eller om nya hud- eller luftvägsbesvär uppstår. Undersökningen är obligatorisk.	Anamnes: • yrkes- och tobaksanamnes • luftvägssjukdom • hudsjukdom • allergi/överkänslighet Klinisk undersökning: • luftvägarna • huden Spirometri	Tjänstbarhetsbedömning för det aktuella arbetet.	Specialist i yrkes/arbets- och miljömedicin eller motsvarande, specialist i företagshälsövård, eller leg läkare som gått Arbetslivsinstitutets företagsläkarutbildning eller likvärdig utbildning och som har minst två års tjänstgöring inom civil företagshälsövård eller motsvarande inom försvarsmakten. För elever i grund- och gymnasieskolan får undersökning utföras av leg läkare med genomgången utbildning i skolhälsövård och minst två års tjänstgöring inom skolhälsövård.
• Kemiska produkter som är märkta med H334 eller H317* på grund av sitt innehåll av – epoxiplastkomponenter – formaldehydhartser – metakrylater – akrylater	Före arbetet, därefter om nya hud- eller luftvägsbesvär uppstår. Undersökningen ska erbjudas.	Anamnes: • yrkes- och tobaksanamnes • luftvägssjukdom • hudsjukdom • allergi/överkänslighet Klinisk undersökning: • luftvägarna • huden Spirometri	Information och råd	Leg läkare.
• Armerad esterplast†	Före arbetet, därefter var 6:e år eller om besvär uppstår. Undersökningen ska erbjudas. Undersökningen var 6:e år ska främst inriktas mot symtom från centrala och perifera nervsystemet och symtom som tillkommit sedan föregående undersökning.	Anamnes: • yrkes- och tobaksanamnes • luftvägssjukdom • hudsjukdom • allergi/överkänslighet • neurologiska besvär Klinisk undersökning: • luftvägarna • huden • centrala och perifera nervsystemet Spirometri	Information och råd.	Leg läkare.

* Kan orsaka allergi- eller astmasyntom eller andningssvårigheter vid inandning.

Kan orsaka allergisk hudreaktion.

† Gäller inte om exponeringsmätning visat att halten styren är lägre än 1/5 av tillämpligt hygieniskt gränsvärde.



Om man inte får tjänstbarhetsintyg?

Arbetsgivaren ska om det är möjligt omplacera en arbetstagare som inte klarar sina vanliga arbetsuppgifter (7 § andra stycket lagen (1982:80) om anställningsskydd). Om det inte finns möjlighet till omplacering så riskerar den som inte kan fortsätta med sitt isocyanatexponerat arbete att bli uppsagd. Vid arbetsskada kan man få ersättning för vissa kostnader och för den inkomstförlust man får till följd av skadan. Man kan bland annat få livränta vid omplacering eller vid byte till annat arbete med lägre inkomst. Därför är det viktigt att göra en arbetsskadeanmälan om sjukdomen är orsakad av arbetet. Prövning av arbetsskada sker endast om förmågan att skaffa sig inkomst genom arbete är nedsatt med minst en femtondel, enligt socialförsäkringsbalken (SFB, SFS 2010:110), 41 kap. 2 §. Inom socialförsäkringens ram saknas i nuläget ett försäkringsskydd som gör det möjligt för personer i denna situation att enkelt skola om sig. Rent praktiskt kan läkaren hänvisa till arbetsförmedlingen och utfärda ett intyg om att personen inte får anställas i isocyanatexponerat arbete.

Personlig skyddsutrustning

Vid arbete med risk för isocyanatexponering rekommenderas tryckluftsmatad andningsskydd, som ger det bästa skyddet tack vare ett övertryck i masken. Väljer man istället andningsskydd med filter ska det vara en väl anpassad helmask som även skyddar ögonen.

Studier av olika andningsskydds effektivitet har visat att partikelfilter (klass P3) stoppar aerosoler, men att det måste kompletteras med ett filter av

aktivt kol för att skydda mot gasformiga isocyanater. Speciella typer av filter krävs vid samtidig aminexponering (filtertyp K, färgkod grön).

Med tanke på risken för kontakteksem och upptag vid hudexponering bör man använda skyddshandskar vid hantering av isocyanater. Handskarna ska sitta bra och vara lämpliga för det arbete som utförs. De får inte kontamineras på insidan och det får inte bli något glapp mellan handske och ärm. Deska vara tillverkade av material som inte släpper igenom isocyanater. Laminathandskar av typen 4H-handskar är ett bra exempel. Observera att isocyanater, liksom många andra hårdplaster, snabbt tränger igenom de vanligaste handskmaterialen. Se även faktablad "Rätt användning av skyddshandskar".

Kontroll av isocyanater i luft

Enligt föreskrifterna om systematiskt arbetsmiljöarbete (SAM) ska arbetsgivaren genomföra en riskbedömning för kemikalier. Som en del av denna ska arbetsgivaren bedöma om halten av isocyanater är godtagbar med hänsyn till det hygieniska gränsvärdet. Om det inte på annat sätt kan klargöras vilka åtgärder som krävs för att exponeringen ska vara godtagbar, ska mätning utföras i andningszonen. Detta gäller både ordinarie och tillfälliga arbetsplatser (enligt föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker, AFS 2011:19, ändrad och omtryckt i AFS 2014:43). Mätningarna ska utföras av personer med kompetens och kunskap inom området. Gränsvärden för isocyanater redovisas i faktaruta 3.

Faktaruta 3. Gränsvärden för isocyanater enligt AFS 2015:7 Hygieniska gränsvärden. Värden anges i ppm.

Diisocyanater	NGV	KGV	Monoisocyanater	NGV	KGV
Hexametylendiisocyanat (HDI)	0,002	0,005	Diisopropylfenylisocyanat	0,005	0,01
Isoforondiisocyanat (IPDI)	0,002	0,005	Fenylisocyanat	0,005	0,01
Metylendifenylidiisocyanat (MDI)	0,002	0,005			
Naftalendiisocyanat (NDI)	0,002	0,005	Isocyansyra (ICA)	0,01	0,02
Toluendiisocyanat (TDI)	0,002	0,005	Metylisocyanat (MIC)	0,01	0,02
Trimetylhexametylendiisocyanat (TMDI)	0,002	0,005			

NGV = Nivågränsvärde. Hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag, normalt 8 timmar.

Nivågränsvärden är bindande.

KGV = Korttidsgränsvärde. Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 5 minuter för diisocyanater och monoisocyanater. Korttidsgränsvärden är uppdelade i två grupper, bindande och vägledande korttidsgränsvärden.

För diisocyanater och monoisocyanater är alla gränsvärden bindande.

Bestämning av isocyanathalt (gas och/eller aerosol) i luft ska i första hand göras med hjälp av personburen mätutrustning i andningszonen. För att kunna bedöma hälsoriskerna behövs en analys som klarar av att separera ingående isocyanater vid låga halter. Val av provtagningsmetod, utrustning och analysmetod beror på vilken isocyanat som hanteras och på vilket sätt. Goda kunskaper om vilken mätmetod man bör välja finns vid de arbets- och miljömedicinska kliniker som analyserar isocyanater vid sina laboratorier, se www.slamm.se.

För att analysera isocyanater i luft används huvudsakligen DBA-metoden, antingen med easy-sampler-provtagare eller impinger-provtagare. Isologger mäter inte aerosoler, men är en kommersiellt tillgänglig metod som kan användas för att indikera om isocyanater finns i luften. Biologiska provtagningsmetoder för att påvisa exponering (upptag) finns för vissa former av MDI, NDI och TDI (plasma eller urin) samt HDI och IPDI (urin). Metaboliter i urin återspeglar de senaste timmarnas exponering medan metaboliter i plasma återspeglar ett längre tidsperspektiv.

Förkortningar	
AFS	Arbetsmiljöverkets författningssamling
CLP	Classification, Labelling and Packaging
DBA	dibutylamin, reagens för provtagning av isocyanat
ECHA	European Chemicals Agency
IARC	International Agency for Research on Cancer
IgE	immunglobulin, antikroppar av specifik klass
IgG	immunglobulin, antikroppar av specifik klass
PEF	peak expiratory flow, maximalt utandningsflöde
ppm	parts per million
RAST-test	radioallergisorbent-test, ett blodprovstest för bestämning av mängden IgE-antikroppar mot ett visst allergiframkallande ämne

REFERENSER

Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2015:7.

Kemiska arbetsmiljörisker. Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2014:43.

Medicinska kontroller i arbetslivet. Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2005:6.

Mätprojekt Isocyanater – Huvudrapport, Rapport 2000:9, Arbetarskyddsstyrelsen.

Principer och metoder för provtagning och analys av ämnen på listan över hygieniska gränsvärden. Arbete och hälsa 2003:23.

Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden 22 gällande TDI, MDI och HDI. Arbete och hälsa 2001:19.

Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden 23 gällande MIC och ICA. Arbete och hälsa 2002:18.

KONTAKT

Centrum för arbets- och miljömedicin
Solnavägen 4, plan 10
113 65 Stockholm

Telefon (växel): 08-123 400 00
Reception: 08-123 37 222

E-post: cammm@sll.se
Webbplats: <http://cammm.sll.se>