

# **HÄRDPLASTER**

**Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hårdplaster samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.**

*(Ändringar införda t.o.m. 25 mars 2014)*

# Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om härdplaster

beslutade den 26 maj 2005  
(Ändringar införda t.o.m. 25 mars 2014)

Utkom från trycket  
den 29 juni 2005

## Föreskrifternas syfte

- 1 §** Syftet med dessa föreskrifter är att förebygga ohälsa till följd av exponering för
- härdplastkomponenter,
  - termoplastkomponenter enligt 2 § punkt 1 andra stycket samt
  - luftföroreningar som bildas vid termisk nedbrytning enligt 2 § punkt 2.

## Tillämpningsområde

**2 §** Föreskrifterna gäller enligt följande:

1. All verksamhet där det förekommer hantering av härdplastkomponenter, som genom sina hälsofarliga egenskaper kan medföra ohälsa eller olycksfall enligt 4 § i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2011:19) om kemiska arbetsmiljörisker. (AFS 2012:4)

Med härdplastkomponent jämställs i dessa föreskrifter termoplastkomponent som innehåller diisocyanater eller cyanoakrylat.

2. All verksamhet där det förekommer arbeten som medför termisk nedbrytning av

- härdplast,
- härdplastkomponent eller
- termoplast, som framställts av termoplastkomponenter som innehåller diisocyanater eller cyanoakrylat.

3. Beträffande esterplastkomponenter gäller föreskrifterna endast esterplastkomponent som innehåller TGIC och hanteras i samband med pulverlackering.

**3 §** Beträffande arbeten som avses i 2 § punkt 1 behöver föreskrifterna inte följas om samtliga följande förutsättning föreligger.

1. En riskbedömning ska ha gjorts enligt 5–9 §§ i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2011:19) om kemiska arbetsmiljörisker. (AFS 2012:4)

2. Denna riskbedömning visar att det inte finns risk för ohälsa till följd av exponering för härdplastkomponent.

3. Den hanterade mängden produkt som innehåller härdplastkomponent skall vara mindre än 500 gram per person och år.

**4 §** Med arbetsgivare jämställs i dessa föreskrifter

- den som anlitar inhyrd arbetskraft för att utföra arbete i sin verksamhet,
- den som ensam eller gemensamt med familjemedlem driver yrkesmässig verksamhet utan anställd och
- de som för gemensam räkning driver sådan verksamhet utan anställd.

Med arbetstagare jämställs de som har hyrts in för att utföra arbete i verksamheten.

## Definitioner

5 § I dessa föreskrifter används följande beteckningar med nedan angiven betydelse.

- Härdplast Plast som har tvärbunden struktur och som vid uppvärmning sönderdelas utan att först smälta.
- Termoplast Plast som har linjär struktur och som vid uppvärmning blir plastisk utan att förändras kemiskt.
- Härdplast-komponent Kemiskt ämne eller kemisk produkt som är nödvändig för polymerisationen till härdplast.
- Termoplast-komponent Kemiskt ämne eller kemisk produkt som är nödvändig för polymerisationen till termoplast.
- Epoxiplast-komponent Härdplastkomponent, som helt eller delvis består av
  - reaktivt spädmedel, som innehåller oreagerade epoxigrupper,
  - lågmolekylärt epoxiharts eller
  - härdare, som används för härdning till epoxiplast.
- Uretanplast-komponent Härdplastkomponent, som helt eller delvis består av
  - monomer diisocyanat,
  - prepolymeriserad diisocyanat,
  - blockerade isocyanater,
  - isocyanurat, som innehåller fria isocyanatgrupper, eller
  - härdare, som används för härdning till uretanplast.
- Esterplast-komponent Härdplastkomponent, som helt eller delvis består av
  - omättad polyester, löst i reaktiv monomer,
  - reaktiv monomer,
  - härdare, som används för härdning till esterplast, TGIC,
  - annan härdare, som används för härdning till esterplast, eller
  - accelerator, som innehåller tertiär amin eller koboltsalt.
- Akrylatplast-komponent Härdplastkomponent, som helt eller delvis består av
  - monomer akrylatförening,
  - annan akrylatförening med reaktiva akrylatgrupper,
  - fotoinitiator eller
  - härdare, som används för härdning till akrylatplast.
- Cyanoakrylatplast-komponent Plastkomponent som helt eller delvis består av
  - monomer cyanoakrylat.
- Aminoplast-komponent Härdplastkomponent som helt eller delvis består av harts framställt av
  - amin eller amid och formaldehyd eller annan aldehyd.
- Fenoplast-komponent Härdplastkomponent som helt eller delvis består av harts framställt av
  - fenoler och formaldehyd eller annan aldehyd.
- Termisk nedbrytning Nedbrytning som följd av förhöjd temperatur i sin tur orsakad av yttre värmeförsel eller inre värmegenerering.

Luftförorening	Ämne eller en blandning av ämnen som finns i luft i en halt som kan medföra besvär eller ohälsa.
Hantering	Tillblandning, beredning, applicering, bearbetning, behandling, förpackning, förvaring, transport, användning, omhändertagande, destruktion, konvertering och liknande förfaranden.
Tillfällig arbetsplats	1. Arbetsplats utanför fast driftsställe. 2. Arbetsplats för byggnads eller anläggningsarbete på fast driftsställe. 3. Arbetsplats för utförande av installation, underhåll, reparation eller ändring av utrustning på ett fast driftsställe.

## **Generella bestämmelser för alla slags hårdplastkomponenter, inklusive luftföroreningar som bildas vid termisk nedbrytning**

### **Allmänna skyddsåtgärder**

**6 §** Arbete i verksamhet som omfattas av dessa föreskrifter får ledas och utföras endast av personer som har genomgått särskild teoretisk och praktisk utbildning och har tillräckliga kunskaper om riskerna och om de skyddsåtgärder som behöver vidtas vid arbetet.

**7 §** Skriftliga hanterings- och skyddsinstruktioner skall finnas tillgängliga på arbetsplatsen och vara anpassade för arbetet.

**8 §** Hudkontakt med hårdplastkomponent skall undvikas. Detsamma gäller exponering för luftförorening från hårdplastkomponent eller från arbeten som avses i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning).

**9 §** Varje arbetsplats

- där hårdplastkomponent hanteras eller
- där arbete som avses i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning) utförs, skall ha sådana utsugsanordningar att förekommande luftföroreningar från komponenterna och/eller nedbrytningen effektivt tas om hand. Även lagringsplats för hårdplastkomponenter skall ha sådana utsugsanordningar.

Bestämmelserna i första stycket behöver inte följas på tillfällig arbetsplats om det med hänsyn till omständigheterna inte är rimligt att ordna utsug. I sådana fall skall andra särskilda skyddsåtgärder vidtas som effektivt hindrar exponering för luftföroreningarna.

**10 §** För arbetslokal

- där hårdplastkomponent hanteras återkommande eller
- där arbete som avses i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning) utförs regelmässigt och där luftföroreningar från komponenterna eller från den termiska nedbrytningen kan uppkomma gäller följande:

1. Lokalen skall i regel ha undertryck i förhållande till angränsande lokaler eller utrymmen.
2. Obehöriga får inte vistas i lokalen.

Under härdning skall härdkammare och härdugn ha undertryck.

**11 §** När hårdplastkomponent hanteras öppet eller när arbete som avses i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning) utförs öppet, och ohälsa till följd av exponering för luftföroreningar kan uppkomma, får verksamhet som inte hör till det ifrågavarande arbetet förekomma i samma arbetslokal eller i samma utrymme endast om tillräckliga åtgärder till skydd för övriga arbetstagare vidtagits.

Om det behövs skall åtgärder också vidtas för att förebygga att luftföroreningar sprids till angränsande lokaler eller utrymmen.

Skyltar som anger att öppen hantering pågår skall sättas upp i anslutning till arbetsplatsen samt anslås på dörrarna till lokalen eller utrymmet.

### **Hantering av härdplastkomponenter vid vissa arbeten**

**12 §** Sprutning med härdplastkomponent skall utföras i sprutrum, sprutbox, sprutskåp eller annat liknande, för sprutning särskilt inrättat utrymme (sprututrymme). Ventilationen i utrymmet skall vara effektiv.

Bestämmelserna i första stycket gäller inte om flyttbarheten, storleken eller formen hos enstaka objekt lägger hinder i vägen eller om arbetet är av liten omfattning och tillfällig art. I sådana fall skall särskilda skyddsåtgärder vidtas med hänsyn till förekommande risker. Annat arbete får då inte samtidigt utföras i samma lokal eller utrymme.

**13 §** Härdplastkomponenter skall blandas i slutet system eller i avskilt och väl ventilerat blandningsutrymme. Blandning skall ske med korrekt blandningsförhållande mellan komponenterna. Lämpliga doseringsanordningar skall användas. Vid val av blandningsmetod och utrustning skall hänsyn tas till de risker som är förknippade med hanteringen av härdplastkomponenterna. Blandningsutrymmet och utrustningen skall vara lätta att rengöra.

På tillfällig arbetsplats får engångsförpackning med satsförpackade härdplastkomponenter inte delas.

### **Kontroll av luftföroreningar**

**14 §** Vid hantering av härdplastkomponent eller vid arbete som avses i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning) och där luftförorening i skadliga halter kan uppkomma, skall arbetsgivaren se till att exponeringsmätning utförs. Mätningen skall utföras snarast och senast tre månader efter påbörjad hantering av härdplastkomponent respektive efter påbörjat arbete som avses i 2 § punkt 2. Sådan mätning skall vidare utföras snarast och senast tre månader efter det att sådana förändringar i verksamheten skett som gör att tidigare mätning inte är tillämplig.

Om mätningen visar att exponeringen inte är godtagbar med hänsyn till tillämpligt hygieniskt gränsvärde skall åtgärder omedelbart vidtas för att minska exponeringen till godtagbar nivå.

På tillfälliga arbetsplatser får, istället för en exponeringsmätning, en bedömning göras av exponeringen med ledning av mätningar som utförts under förhållanden som är likvärdiga med dem under vilka det aktuella arbetet utförs. Om bedömningen visar att exponeringen inte är godtagbar med hänsyn till tillämpligt hygieniskt gränsvärde skall åtgärder omedelbart vidtas för att minska exponeringen till godtagbar nivå.

### **Läkarundersökning**

**15 §** Arbetsgivare skall ordna med läkarundersökning enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:6) om medicinska kontroller i arbetslivet av arbetstagare som sysselsätts eller kommer att sysselsättas i arbete som kan medföra skadlig exponering för härdplastkomponent eller för sådana luftföroreningar som anges i 2 § punkt 2 i dessa föreskrifter (termisk nedbrytning).

### **Periodisk läkarundersökning med tjänstbarhetsbedömning**

**16 §** Arbetsgivaren skall därutöver ordna med periodisk läkarundersökning med tjänstbarhetsbedömning enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter ”Medicinska kontroller i arbetslivet” av arbetstagare som sysselsätts eller kommer att sysselsättas i följande arbeten.

1. Arbete som kan medföra exponering för härdplastkomponent som innehåller diisocyanat, fenylisocyanat, cyanoakrylat eller sådan organisk syraanhydrid som anges som sensibiliserande i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.

2. Arbete som kan medföra exponering för diisocyanat eller fenylisocyanat som bildas vid upphettning (termisk nedbrytning) av härdad uretanplast, av blockerade diisocyanater eller av uretanplastkomponent som innehåller fria diisocyanatgrupper eller fenylisocyanat.

### **Rengöring, sanering och avfall**

**17 §** Arbetslokaler, inredning och utrustning skall rengöras så ofta och i den omfattning som behövs för att hälsorisker skall undvikas. Det skall finnas i förväg uppgjorda rutiner för rengöring, uppsamling av spill och sanering. En skriftlig plan skall finnas för sanering vid olyckshändelse och läckage. Planen skall vid behov utformas efter samråd med kommunal räddningstjänst. Arbetstagarna skall känna till planen.

**18 §** Avfall eller spill som innehåller härdplastkomponent skall omgående omhändertas och placeras i särskild avfallsbehållare. Behållaren skall ha lock och vara tydligt och varaktigt märkt med texten "Farligt avfall" samt text som kortfattat anger innehåll och skyddsåtgärder.

Behållaren skall placeras i närheten av den plats där avfallet uppkommer. Om avfallet avger luftförorening skall behållaren ha utsug. Kravet på utsug gäller dock inte på tillfällig arbetsplats om det inte är rimligt att ordna utsug. Behållaren skall i så fall istället placeras så att den avger så lite hälsofarlig luftförorening som möjligt till lokalen eller utrymmet.

### **Personlig skyddsutrustning och hygien**

**19 §** Andningsskydd, ögonskydd, skyddshandskar och skyddskläder skall användas när det behövs. Andningsskydd skall vara individuellt utprovat och finnas tillgängligt intill arbetsplatsen.

Möjlighet till ögonspolning skall finnas i omedelbar närhet av plats där det finns risk för stänk i ögonen av härdplastkomponent.

**20 §** Noggrann personlig hygien skall iakttas. Möjlighet att duscha skall finnas i anslutning till omklädningsrum. Det skall också finnas möjlighet att tvätta händerna nära den plats där arbetet utförs och i anslutning till pausutrymme.

## **Särskilda bestämmelser för vissa härdplastkomponenter**

### **EPOXIPLAST**

#### **Produktval, hantering m.m.**

**21 §** På tillfällig arbetsplats får epoxiplastkomponent användas endast om en utredning görs och utredningen visar att användningen är nödvändig för att uppfylla de tekniska krav som behöver ställas på slutprodukten. Utredningen skall dokumenteras.

Lågmolekylär epoxiplastkomponent får på tillfällig arbetsplats inte användas som fuktspärr, alkalispärr eller annan liknande emissionsspärr om det finns alternativa produkter, metoder eller konstruktioner som ger likvärdigt resultat.

### **URETANPLAST (polyuretan, PUR)**

#### **Produktval**

**22 §** Halten fri monomer diisocyanat eller halten reaktiva isocyanatgrupper i uretanplastkomponent får inte vara högre än som behövs för att uppfylla de tekniska krav som behöver ställas på den härdade slutprodukten. Prepolymeriserad (förreagerad) isocyanat eller ämne med blockerade isocyanatgrupper skall användas om det är möjligt.

## **Lokaler och utrustning**

**23 §** Om andningsskydd behövs skall vid applicering i oventilerade eller svårventilerade utrymmen i första hand tryckluftsmatat andningsskydd användas. Om det med hänsyn till omständigheterna inte är rimligt att använda tryckluftsmatat andningsskydd får annat andningsskydd användas, dock endast om det ger tillräckligt skydd mot förekommande luftföroreningar.

**24 §** Härdning skall ske i härdkammare med säkerställt undertryck eller god ventilation, i dragskåp eller i annan från skyddssynpunkt likvärdig anordning.

Bestämmelsen i första stycket behöver inte iakttas om det med hänsyn till omständigheterna inte är rimligt att ordna härdkammare eller liknande. I sådana fall skall andra särskilda skyddsåtgärder vidtas.

## **Förvaring**

**25 §** Härdplastkomponent som vid rumstemperatur kan avge flyktig isocyanatmonomer till luft skall förvaras i utrymme, som är väl ventilerat och avskilt från produktionsutrymme. I produktionsutrymme får endast så mycket sådan härdplastkomponent förvaras som behövs för arbetet.

## **AKRYLATPLAST**

### **Produktval, hantering m.m.**

**26 §** Halten av akrylatplastkomponent med hög flyktighet eller hög sensibiliseringsförmåga får inte vara högre än vad som behövs för att de tekniska krav som ställs på den härdade slutprodukten skall uppfyllas. Användning av lågmolekylärt epoxiharts i kombination med akrylatplastkomponent skall undvikas om man kan uppnå slutprodukten tekniska egenskaper på annat sätt.

**27 §** Vid användning av utrustning för strålningshärdning skall strålkällan vara så injusterad och kontrollerad att härdningen blir så effektiv som möjligt.

**28 §** Spridning av rester av akrylatplastkomponent i samband med vaskning av strålningshärdat skikt av akrylatplast skall hindras.

**29 §** Spridning av aerosol från tryckerimaskin där strålningshärdande tryckfärg används skall hindras.

**30 §** Lackspridning till omgivningen vid användning av valsmaskin för strålningshärdande lack skall hindras.

Appliceringsutrustning för lack skall vara så placerad att spill från valsar och pump inte sprids på arbetsplatsen.

## **AMINO- OCH FENOPLAST**

### **Produktval**

**31 §** På tillfällig arbetsplats får formaldehydavgivande syrahärdande golvlack inte användas.

**32 §** Upphävd (AFS 2014:32)

## **Ikraftträdande och övergångsbestämmelser**

AFS 2005:18

1. Dessa föreskrifter träder ikraft den 1 oktober 2005. Samtidigt upphävs Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1996:4) med föreskrifter om hårdplaster.
2. För hantering av hårdplastkomponent som redan pågår den 1 oktober 2005 skall mätning enligt 14 § i den gamla kungörelsen gälla som mätning enligt 14 § i de nya föreskrifterna. Vidare skall mätning av reaktiv monomer som utförts enligt 37 eller 38 §§ i den gamla kungörelsen gälla som mätning av reaktiv monomer enligt 16 § i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:17) om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar
3. För den som den 1 oktober 2005, redan är sysselsatt eller kommer att sysselsättas i arbete som anges i 15 § skall läkarundersökning som utförts enligt 16 § i den gamla kungörelsen gälla som undersökning enligt 34 § i Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:6) om medicinska kontroller i arbetslivet.

AFS 2012:4

Denna författning träder i kraft den 1 juli 2012.

AFS 2014:32

Denna författning träder i kraft den 1 juli 2014.



## **Arbetsmiljöverkets allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna om härdplaster**

Arbetsmiljöverket meddelar följande allmänna råd om tillämpningen av Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:18) om härdplaster.

Allmänna råd har en annan juridisk status än föreskrifter. De är inte tvingande. Deras funktion är att förtydliga innebörden i föreskrifterna (t.ex. upplysa om lämpliga sätt att uppfylla kraven, visa exempel på praktiska lösningar och förfaringssätt) och att ge rekommendationer, bakgrundsinformation och hänvisningar.

### **Bakgrund**

Föreskrifterna är en revidering av Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om härdplaster, AFS 1996:4.

Vissa ändringar rörande tillämpningsområdet har skett i förhållande till AFS 1996:4. Föreskrifterna syftar i första hand till att förebygga riskerna att bli överkänslig (sensibiliserad) vid arbete med härdplastkomponenter. Av denna anledning har risker för brand och explosion (12, 35–36 §§) i de tidigare föreskrifterna utgått.

Bestämmelser om arbete med esterplastkomponenter har utgått utom när det gäller esterplastkomponent som innehåller TGIC. TGIC används som härdare i t.ex. polyesterpulver vid pulverlackering. TGIC har mutagena och giftiga egenskaper och kan ge allergi vid hudkontakt (se vidare sid. 43).

De huvudsakliga riskerna vid hantering av övriga esterplastkomponenter är risker för lösningsmedelsskador och explosion. De omfattas därför inte av dessa föreskrifter (jämför strax ovan). Däremot omfattas de av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar och föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker samt av Räddningsverkets föreskrifter om hantering av organiska peroxider. Bestämmelser om medicinsk kontroll vid arbete med esterplast finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om medicinska kontroller i arbetslivet.

Vissa föreskrifter i den nu upphävda AFS 1996:4 regleras numera även i andra författningar och har därför strukits. Sedan ikraftträdandet av föreskrifterna AFS 1996:4 har vidare ny kunskap tillkommit framförallt inom isocyanatområdet varför föreskrifterna och råden uppdaterats till dagens kunskapsnivå. Upptäckten av att monoisocyanater kan bildas vid termisk nedbrytning är ett sådant exempel. En ökad fokusering har därför skett på risker och åtgärder vid termisk nedbrytning.

Huvudparten av paragraferna i AFS 1996:4 om läkarundersökning har överflyttats till Arbetsmiljöverkets övergripande föreskrifter om medicinska kontroller i arbetslivet.

### **Allmänt om härdplaster**

Gemensamt för härdplasterna är att komponenterna under formningsskedet får sin slutliga struktur genom att två eller flera komponenter reagerar med varandra och härdar till en slutprodukt som har tredimensionell nätstruktur (=tvärbunden). Vissa härdplaster kan också framställas ur en enda komponent genom uppvärmning eller strålning. Härdplasterna kan inte, som de flesta termoplaster, smältas och omformas och därefter åter stelna i den nya formen. Utsätts härdplasterna för stark värme bryts de ned utan att först smälta.

Härdplasterna karakteriseras i regel av bl.a. högre värmebeständighet, högre mekanisk hållfasthet, lägre fuktabsorption och mindre formkrympning än de flesta termoplaster.

## **Hälsorisker med härdplaster och härdplastkomponenter**

Generellt kan sägas att färdigtillverkade härdplaster, som är helt uthärdade, inte innebär några hälsorisker vid normal användning. Vissa resthalter av härdplastkomponenter kan dock finnas kvar i den härdade produkten. De kan i sällsynta fall utlösa ett eksem hos personer som redan är sensibiliserade.

Många utgångsämnen som används för att framställa härdplaster är mycket reaktiva och ofta biologiskt aktiva. Sålunda kan vissa hartser (t.ex. epoxi-, fenol- och akrylathartser) framkalla starka hudallergiska reaktioner. Bland härdarna finns också många föreningar, som kan ge upphov till hudallergier. Dessutom kan många av härdarna även verka irriterande på hud, i andningsvägar och i ögon. Härdare är också ofta orsak till överkänslighetsreaktioner i andningsvägarna (t.ex. isocyanater och aminer samt organiska syraanhydrider). Aromatiska aminer kan vara cancerframkallande och kontaktallergisensibiliserande.

### ***Hälsorisker vid termisk nedbrytning av härdplaster och härdplastkomponenter***

När härdplast utsätts för höga temperaturer (termisk nedbrytning) kan ett stort antal nedbrytningsprodukter eller omlagringsprodukter bildas. Produkterna är ofta gasformiga eller i aerosolform. Vad som diskuterats de senaste åren är framförallt riskerna med de isocyanater (mono- och diisocyanater) och andra luftföroreningar som bildas vid termisk nedbrytning av billacker och andra polyuretaner. Debatt har också förts om hälsorisker vid termisk nedbrytning av fenol-formaldehydplast och vissa andra plaster som preparerats med urea och som används som gjutkärnor i gjuterier. I det sistnämnda fallet bildas enbart monoisocyanat. Beträffande monoisocyanater se sid. 48.

Stark misstanke finns om att de partiklar som bildas vid t.ex. slipning, svetsning och skärning är, eller kan bära, hälsofarliga ämnen. En del av dessa partiklar kan vara mycket små, under 0,1 mikrometer. Exponering för vissa av dem kan innebära stora hälsorisker.

Observera skillnaden mellan måttlig upphettning, som i allmänhet inte leder till att material förstörs, och termisk nedbrytning som innebär att materialet förstörs. Upphettning, till en lägre temperatur än där sönderdelning sker, används i många arbetsoperationer där härdplastteknik tillämpas och kan leda till ökad avgång till luft av härdplastkomponent till följd av den förhöjda temperaturen.

Vid upphettning till högre temperatur förstörs materialet under termisk nedbrytning och luftföroreningar bildas. Innehåll och mängd kan variera beroende på material, temperatur, lufttillförsel etc.

### ***Härdplaster som kompositmaterial***

Härdplast har stor betydelse bl.a. som beståndsdel i kompositer. Användningen av kompositmaterial har ökat kraftigt under de senaste åren på grund av att materialet kan anpassas efter olika tekniska krav. Till höghållfasta kompositer används bl.a. epoxihartser och omättade polyestrar. Som armeringsmedel används glas- (vanligast), aramid-, kol- (grafit-) eller borfibrer. Ny forskning pekar på att vissa nya armeringsmaterial kan medföra risker liknande asbest. Det gäller t.ex. vid brand av kolfiberarmerad plast då man kan få mycket tunna asbestliknade fibrer.

Förutom härdare och katalysatorer tillkommer vanligtvis fyllmedel, flamskyddsmedel, färgpigment, förtjockningsmedel och inhibitorer. Kompositmaterial har fått stor användning i bl.a. båtar, flygplansdelar, bildelar, sportartiklar, tankar, cisterner, byggelement, maskin- och byggnadskonstruktioner. Inom tandvården används olika akrylatplastkompositer som lagningsmaterial för tänder.

### ***Systematiskt arbetsmiljöarbete***

Arbetsgivaren skall bedriva ett systematiskt arbetsmiljöarbete enligt föreskrifter från Arbetsmiljöverket. I det systematiska arbetsmiljöarbetet ingår att undersöka arbetsförhållandena och bedöma risker, vidta åtgärder och kontrollera att åtgärder genomförs. En specificering av dessa skyldigheter i verksamheter där hårdplaster och hårdplastkomponenter hanteras ges i dessa föreskrifter.

För vissa hårdplastkomponenter och för viss hantering finns ytterligare specificering i andra föreskrifter. Exempel på sådana andra föreskrifter finns i ”Information från Arbetsmiljöverket” sid. 72.

### ***Riskbedömning vid hantering av hårdplastkomponenter och produktval***

Grundläggande bestämmelser och allmänna råd om riskbedömning finns i föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker. Riskbedömningen skall enligt de föreskrifterna bl.a. vara ett underlag för produktval, val av arbetsmetod, arbetsutrustning och plats m.m. I föreskrifterna finns också en grundläggande bestämmelse som ger uttryck för den så kallade utbytesregeln som där formulerats på följande sätt: ”Farliga kemiska ämnen byts ut mot ämnen som i avsedd hantering medför mindre risk för hälsa och säkerhet”. Föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker gäller parallellt med föreskrifterna om hårdplaster.

Vid en riskbedömning som avser hårdplastkomponenter är det särskilt viktigt att uppmärksamma riskerna för exponering för luftföroreningar och riskerna för exponering av huden. Information om en hårdplastkomponents inneboende egenskaper skall framgå av det säkerhetsdatablad (varuinformationsblad) som den som levererar en hårdplastkomponent är skyldig att lämna vid leverans. Om tillverkare/leverantör eller importör av hårdplastkomponent inte meddelar tillfredsställande information om hälsorisker och nödvändiga skyddsåtgärder i t.ex. varuinformationsblad, finns det enligt föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker en skyldighet att inhämta kompletterande upplysningar eller göra egna undersökningar. Alternativet är att välja produkt från annan tillverkare/leverantör som meddelar tillfredsställande information.

### ***Projekteringsansvar m.m.***

I 3 kap.14 § arbetsmiljölagen finns föreskrifter om ett särskilt ansvar, projekteringsansvar, för dem som bestämmer om eller påverkar projekteringen av en byggnad eller en anläggning (gäller bl.a. även reparationer). Nästan allt hårdplastarbete innebär hantering av farliga kemiska ämnen. Det är därför särskilt viktigt att redan på projekteringsstadiet överväga bl.a. följande.

- Valet av de produkter som skall användas vid byggnadsarbetet så att man väljer så ofarliga hårdplastkomponenter som möjligt eller produkter som inte är hälsofarliga. (Det finns exempel på att användning av vissa hårdplastkomponenter förbjudits med stöd av 7 kap. 7 § Arbetsmiljölagen). Vid detta val är det viktigt att komma ihåg att man vid framtida reparationsarbeten kan behöva använda samma produkt, men då under arbetsmiljömässigt sämre förhållanden.
- Utformning av arbetslokaler som byggs för att användas till hårdplastarbete.

Samråd kan behövas med t.ex. företagshälsovård, skyddsombud, skyddskommitté eller organisation som företräder arbetstagarna.

Beträffande projekteringsansvar se vidare föreskrifterna om byggnads- och anläggningsarbete och föreskrifterna om arbetsplatsens utformning.

Hantering av hårdplastkomponenter i samband med byggnads- och anläggningsarbete innebär i de allra flesta fall att en arbetsmiljöplan skall upprättas enligt föreskrifterna om byggnads- och anläggningsarbete. Arbetsmiljöplanen skall enligt föreskrifterna bl.a. innehålla en beskrivning av de särskilda åtgärder som skall vidtas under byggskedet för att uppfylla kraven i arbetsmiljölagenstiftningen.

Observera också kravet på dokumentation (9 §) i samma föreskrifter. I denna dokumentation skall t.ex. de byggprodukter som använts redovisas i den mån de har betydelse för arbetsmiljön vid arbete med drift, underhåll, reparation, ändring och rivning av objektet. Härdplaster kan ofta avge farliga ämnen t.ex. vid slipning eller värmning och behöver därför så gott som alltid redovisas i dokumentationen.

### ***Tillstånd***

Tillstånd av Arbetsmiljöverket krävs för att hantera vissa härdplastkomponenter som är klassade som cancerframkallande eller sensibiliserande ämnen i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.

### ***Annan lagstiftning***

Bestämmelser om hantering av härdplastkomponent som utgör brandfarlig vara finns i lagen och förordningen om brandfarliga och explosiva varor (SFS 1988:868 och SFS 1988:1145). I vissa fall fordras tillstånd. Bestämmelser om detta finns i Räddningsverkets (f.d. Sprängämnesinspektionens) författningssamling. Närmare upplysningar kan erhållas av lokal räddningschef, som även kan ge råd om lämplig släckutrustning.

Bestämmelser om klassificering av hälso- eller miljöfarlig kemisk produkt finns i Kemikalieinspektionens föreskrifter om klassificering och märkning av kemiska produkter.

## **Kommentarer till vissa paragrafer**

**Till 2 §** Vad som menas med härdplastkomponent framgår av 5 §. Observera att föreskrifterna omfattar all hantering av härdplastkomponenter med de angivna egenskaperna. Detta betyder att de även omfattar bland annat

- tillverkning av härdplastkomponenter och beredning av blandningar där de ingår,
- avfall och spill som innehåller oreagerade härdplastkomponenter (se vidare 18 § med kommentarer) samt
- ofullständigt härdade produkter.

Det betyder vidare att härdplastkomponenter med de angivna egenskaperna omfattas av föreskrifterna även när de används i andra sammanhang än i samband med polymerisation till härdplast. Exempel på sådan användning är vid plexiglastillverkning.

Fogskum, golvbeläggningssmassor, färg och lack, dentalmaterial, fixationsförband och lim är exempel på produkter eller material som kan innehålla härdplastkomponenter och som i så fall omfattas av föreskrifterna.

Vissa termoplaster kan framställas direkt ur sina komponenter på liknade sätt som härdplaster. Termoplastkomponenter enligt punkt 1 andra stycket i paragrafen har egenskaper som liknar de egenskaper som motsvarande härdplastkomponenter har. Detta är anledningen till att de skall jämföras med härdplastkomponenter vid tillämpning av föreskrifterna. Som exempel på produkter tillverkade av sådana termoplastkomponenter kan nämnas sulor till idrotts- och fritidsskor, slalompjäxor, fordonsdetaljer, kabel- och trådisolering, film, slang, tätningar, hjul och mantlingar till handverktyg och höljen till stötsäkra kikare.

Ofta blandas en härdplastkomponent som omfattas av föreskrifterna med en eller flera som inte gör det. Blandningen av komponenterna kommer därmed att omfattas av föreskrifterna.

Observera att de generella bestämmelserna i 3–20 §§ även gäller hantering av andra slags härdplastkomponenter än dem som omfattas av de särskilda bestämmelserna i 21–31 §§.

Det finns å andra sidan många härdplastkomponenter (se definitionen i 5 §) som inte omfattas av

föreskrifterna eftersom de inte uppfyller kvalifikationerna i 2 § punkt 1 första stycket. Bland dessa kan nämnas linolja, alkyder, epoxiderad sojaolja, epoxiester (se sid. 45), silikon och MS-polymerer.

**Till 3 §** Avsikten med 3 § är bl.a. att sällan förekommande arbeten med mindre mängder hårdplastkomponent inte ska behöva omfattas av föreskrifterna om de angivna förutsättningarna föreligger. Detsamma gäller också vid återkommande arbeten med mycket små mängder komponent.

Observera att det undantag som framgår av paragrafen inte gäller 2 § punkt 2 (termisk nedbrytning) utan endast 2 § punkt 1. Av detta följer att det inte finns någon nedre mängdgräns när det gäller termisk nedbrytning.

Riskbedömningen för att fastställa om det finns risk för ohälsa eller inte kan göras sedan åtgärder vidtagits enligt 5–9 §§ i föreskrifterna (AFS 2011:19) om kemiska arbetsmiljörisker. Av paragrafen framgår att viktgränsen 500 g gäller såväl ren som utspädd hårdplastkomponent. Fyllmedel etc. som ingår i produkten ska alltså räknas in. (AFS 2012:4)

**Till 4 §** I 3 kap. 12 § arbetsmiljölagen finns ett ansvar för den som hyr in arbetskraft. Ansvaret gäller när en arbetsgivare mot ersättning ställer arbetskraft, som är anställd hos honom, till en beställares/inhyrares förfogande för att utföra arbete som hör till beställarens/inhyrarens verksamhet. Beställaren/inhyraren disponerar över arbetskraften och utövar den direkta arbetsledningen. För det arbete som utförs hos beställaren/inhyraren har denne därför ett ansvar som i stort motsvarar arbetsgivarens ansvar. Han skall vidta samma skyddsåtgärder som han skulle ha vidtagit för egen anställd personal.

Med arbetstagare likställs enligt 1 kap. 3 § arbetsmiljölagen även elever, vissa vårddagare och värnpliktiga.

**Till 5 §** Hårdplastkomponenter kan bestå av enskilda ämnen, som metylendifenyl-diisocyanat (MDI) eller metylmetakrylat, eller av blandningar eller grupper av ämnen, som diisocyanater eller glycidyletrar. De kan också vara grupper av ämnen med viss funktion, som hartser, härdare, katalysatorer och acceleratorer.

För att få en fullgod plastprodukt tillsätts ofta stabilisatorer, flamskyddsmedel, fyllmedel och armeringsmedel, vilka inte omfattas av definitionen hårdplastkomponent. Vissa av dem kan ändå vara farliga. Bestämmelserna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar resp. kemiska arbetsmiljörisker gäller i så fall vid hantering av dem.

Hårdplastkomponenter kan förekomma i en- och tvåpacksystem. Ibland används benämningen en-respektive tvåkomponentsystem. Med enpacksystem avses produkt, där alla ingående kemikalier, dvs. även härdaren, är blandade i samma förpackning och endast en yttre faktor, t.ex. luftfuktighet eller värme, sätter igång härdningen. Exempel på sådana produkter är fogskum och lim för limning av bilrutor.

Med tvåpacksystem avses produkt som levereras med hartsblandning och härdare i separata förpackningar. Komponenterna blandas på arbetsplatsen omedelbart före användandet. Såväl lösningsmedelsburna som vattenburna och s.k. lösningsmedelsfria system förekommer. Reaktiva spädmedel (reaktiva förtunningsmedel), färgpigment, fyllmedel, mjukgörare, acceleratorer och stabilisatorer kan blandas antingen med hartskomponenten eller med härdarkomponenten. I vissa fall tillsätts fyllmedel, armeringsmedel, acceleratorer m.m. först vid tillblandningen på arbetsplatsen.

Det kan förekomma blandningar av hårdplastkomponenter som omfattas av fler än en av de angivna definitionerna, t.ex.

- när epoxiharts används som härdare till eller mjukgörare i annan komponent, t.ex. akrylplastkomponent eller uretanplastkomponent,
- när isocyanat används som härdare till eller vidhäftningsmedel i annan komponent, t.ex. epoxibaserad eller akrylatbaserad färg.

Isocyanurater kan förekomma i flera former. För vidare information, se sid. 48.

Luftföroreningar kan förekomma i form av damm, rök, aerosol (dimma), gas eller ånga. Föreskrifter och allmänna råd om luftföroreningar och om åtgärder mot dem finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.

**Tillfällig arbetsplats.** De flesta tillfälliga arbetsplatserna under punkt 1 i definitionen finns inom bygg- och anläggningssektorn. Byggnads- och anläggningsarbete innefattar också t.ex. reparation och underhåll, inklusive måleri- och rengöringsarbeten. Se närmare föreskrifterna om byggnads- och anläggningsarbete. Under punkt 3 faller de flesta tillfälliga arbeten som, utan att vara byggnads- eller anläggningsarbete, utförs på fast driftsställe. De arbeten det här är fråga om kan t.ex. vara ommålning med hårdlack av en maskin för metallbearbetning som används i verksamheten. En arbetsplats för t.ex. limning av bilrutor i en bilverkstad där limningen utgör en del av verksamheten, är däremot inte en tillfällig arbetsplats.

Arbetslokaler förekommer huvudsakligen på fasta driftställen. Arbetsplatser och utrymmen vid byggnads- och anläggningsarbete är däremot i allmänhet inte arbetslokaler. Det är därför som det i 11, 12 och 18 §§ i dessa föreskrifter (AFS 2005:18) även talas om "utrymmen". Arbetslokaler förekommer dock även på byggarbetsplatser, t.ex. kontor och fältverkstäder.

**Till 6 §** Bestämmelsen om utbildning omfattar även personer i arbetsledande ställning.

Hur omfattande utbildningen behöver vara beror på vilken kemisk produkt det är fråga om, arbetets art och omfattning, tidigare kunskaper m.m. Utbildningen bör omfatta minst innehållet i dessa föreskrifter vad berör aktuellt arbete. Det är lämpligt att förekommande arbetsmoment tränas in under erfaren ledning. Det är också viktigt att kunskaperna hela tiden hålls aktuella samt att de kompletteras då nya material, metoder eller processer tillkommer.

Utbildning erbjuds av bland annat branschorganisationer, fackliga organisationer, företagshälsovården och produktleverantörer. Det är lämpligt att arbetsmarknadens parter i samråd utarbetar utbildningsprogram för olika slags arbeten. Ytterst är det arbetsgivaren som ansvarar för att arbetstagarna har tillräcklig utbildning och tillräckliga kunskaper.

**Till 7 §** Det kan vara lämpligt att arbeta in hanterings- och skyddsinstruktionerna i arbetsinstruktionen så att det blir ett sammanhållet dokument. Ofta kan instruktionerna helt eller delvis hämtas från de hanteringsanvisningar som lämnats av leverantören. Det är angeläget att arbetsgivaren förvissas sig om att hanterings- och skyddsinstruktionerna till fullo uppfattats och förstås av arbetstagarna. Arbetsgivaren bör förse arbetstagare med ett eget exemplar av skydds- och hanteringsinstruktionerna eller arbetsinstruktionen.

Personal som arbetar med maskinunderhåll, reparationer, städning och sophämtning utgör en riskgrupp som ofta förbises om de inte själva arbetar med hårdplaster. Det är viktigt att även denna personal måste få noggrann information om hårdplastkomponenternas egenskaper och risker samt om nödvändiga skyddsåtgärder. Informationen bör ses över och uppdateras med jämna mellanrum.

Föreskrifter och allmänna råd om utformning av hanterings- och skyddsinstruktioner finns i föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker.

**Till 8 §** Vid hantering av hårdplastkomponenter och ofullständigt härdade produkter är risken för hudsensibilisering och hudskada stor. Det är därför viktigt att förebygga eller minska risken för ofrivillig hudkontakt med dessa produkter. Det gör man genom att använda skyddshandskar och genom att ta av ringar, armband, armbandsur och liknande innan arbetet påbörjas. Inom vissa branscher, t.ex. tandvård, där det krävs stor precision i arbetet, kan det i vissa fall vara svårt att använda de otympliga skyddshandskar som för närvarande finns på marknaden. För att kunna utföra arbetet måste man ofta ha tunnare handskar som ger sämre skydd. I sådana fall måste man i stället anpassa arbetsmetoder och utrustning för att undgå hudkontakt.

Beträffande val av skyddshandskar hänvisas till kommentarerna till 19 §.

Innan arbetet påbörjas är det bra att smörja in händer och andra utsatta hudpartier med uppmjukande, parfymfri kräm för att hålla huden mjuk. Det underlättar senare rengöring om t.ex. skyddshandskar eller skyddskläder går sönder. Det är också viktigt att kontrollera att handskarna är rena och oskadade innan man använder dem.

Vid spill av hudskadande eller hudsensibiliserande ämnen såsom lågmolekylära epoxihartser, fenolhartser, peroxider, akrylater och liknande på händer eller oskyddade kroppsdelar är det speciellt viktigt att snabbt och noggrant rengöra den utsatta kroppsdelan.

Termisk nedbrytning har i vissa fall visats börja redan vid upphettning till 150–175 °C. Exempel på arbeten som kan ge termisk nedbrytning är

- svetsning och lödning,
- slipning, fräsning och svarvning och andra arbeten som kan alstra värme.

Det är därför angeläget att

- avstå från renbränning av hårdplastbelagda ytor och verktyg samt
- se till att damm och aerosoler av hårdplast eller hårdplastkomponent inte kommer i kontakt med så heta ytor att termisk nedbrytning kan ske.

Särskild försiktighet är påkallad vid svetsning eller när öppen låga används: Om det förekommer hårdplastkomponent eller hårdplastdamm i luften eller på närliggande ytor kan det vara nödvändigt att vidta särskilda åtgärder så att hälsofarliga nedbrytningsprodukter inte bildas vid arbetet. Det är viktigt att arbetstagarna är medvetna om detta.

Bestämmelser om svetsning m.m. finns i föreskrifterna om smältsvetsning och termisk skärning.

**Till 9 §** Handhållna slip- och kapmaskiner bör ha utsug på maskinen då man bearbetar hårdplast så att föroreningshalterna kan hållas under tillämpligt gränsvärde. Det har visat sig vara mycket effektivt att använda verktyg med integrerade utsug för att reducera de luftföroreningar som bildas. Genom att avståndet mellan utsug och emissionskälla är kort kan merparten av luftföroreningarna tas om hand direkt och sprids därmed inte till omgivningsluften. Observera att hårdplastdamm har ett särskilt gränsvärde.

Om det finns risker att skadliga halter av en luftförorening kan uppkomma vid ett eventuellt bortfall av processventilationen gäller även bestämmelserna om kontrollsystem i föreskrifterna om arbetsplatsens utformning.

Allergiriskerna inom tandvården vid användning av de ”vita” tandvårdsmaterialen gör att det är önskvärt att punktutsug används under hela patientbehandlingstiden.

Vilka åtgärder som lämpligen kan vidtas på tillfällig arbetsplats framgår av Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Starkt luftförorenande arbete kan t.ex. behöva förläggas till särskild tid, då endast personal som behövs för detta arbete är närvarande.

**Till 10 §** Observera att 10 § gäller återkommande hantering av hårdplastkomponenter respektive regelmässiga arbeten som medför termisk nedbrytning (2 § punkt 2). 11 § däremot gäller all hantering, alltså även enstaka arbeten.

Besvär av luftföroreningar kan uppstå även vid halter under gränsvärdena. Detta gäller särskilt i fråga om irriterande ämnen. Skillnaden i känslighet mellan olika individer kan vara avsevärd. Därför bör ohärdad hårdplast endast hanteras i lokaler väl avskilda från annan verksamhet så att övrig personal inte onödigtvis utsätts för luftföroreningar från hårdplastkomponenter.

Syftet med paragrafens första stycke är att förebygga att luftföroreningarna sprids till angränsande lokaler och utrymmen. En utredning enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar, kan dock visa att åtgärder enligt paragrafen inte behövs.

Det är angeläget att undertrycket kontrolleras kontinuerligt. Ett lämpligt sätt kan vara att ha varningssummer som utlöses då undertrycket sjunker och luftföroreningar kan spridas till angränsande lokaler och utrymmen.

I vissa fall önskar man dock ha ett svagt övertryck, t.ex. i en sprutbox för att hindra att damm, som annars kan sugas in från omgivningen, sugas in i boxen och påverkar slutprodukten. Särskilda åtgärder kan i så fall behövas för att ta hand om ev. utläckande luftföroreningar.

Härdkammare/härdugn bör om möjligt placeras i lokaler som är avskilda från annan verksamhet. Viktigt är också att kontrollera att läckage från härdkammare/härdugn till omgivningen inte sker, och att utrymmet inuti härdkammaren/härdugnen har sådan ventilation att koncentrationen av brännbara ämnen i utrymmet inte överskrider 25 % av undre explosionsgränsen. Härdkammare bör dessutom ha anordning för automatisk brandsläckning samt brandventilation till det fria.

Genom god utformning av en ventilationsanordning kan även ett lågt undertryck göra att utsläppen av luftföroreningar från en härdugn till arbetsmiljön blir mycket låga. Exempel på sådan utformning är tunnelugn av puckeltyp där värmekonvektionen hindrar läckage trots en öppen konstruktion och därmed lågt undertryck.

I avgaskanaler monteras ofta stofffilter för att skydda ventiler, fläktar, värmeväxlare, gasreningsutrustning etc. Filtren kan sättas igen om stofthalterna är höga och reningsfunktionen är otillräcklig. Igensatta filter medför minskad processventilation. Detta kan leda till ökad risk för explosioner och för läckage av damm och gas från härdugn till arbetsmiljön. Det är därför viktigt att filterfunktionen kontrolleras ofta och regelbundet genom exempelvis tryckfallsmätning och att underhåll och filterbyte sker enligt i förväg uppgjorda rutiner. Det är vidare viktigt att rengöra ventilationstrummor och ventilationskanaler och att byta filter så ofta att fullgod funktion upprätthålls. Krav på drifts- och underhållsinstruktioner finns i föreskrifterna om arbetsplatsens utformning.

Rutiner kan även behövas för kontroll och rensning av härdugnens godskammare. Vid bl.a. pulverlackering samlas färgstoff. Om det virvlar upp i härdugnens godskammare kan det lätt komma i kontakt med heta värmeöverförande ytor. Färgstoffet kan då brytas ned och ge upphov till hälsorisker (se även kommentar till 12 §).

**Till 11 §** Antalet personer som riskerar att exponeras för hälsofarliga härdplastkomponenter bör begränsas. Arbetsområdet bör därför avgränsas med t.ex. plastfolier eller provisoriska väggar. Viktigt är också att de som arbetar inom området inte sprider härdplastkomponenter i onödan utanför området t.ex. genom att förorena dörrhandtag etc.

Exempel på skyddsåtgärder mot luftföroreningar från härdplastkomponenter eller från termisk nedbrytning är permanenta och speciellt anpassade ventilationstekniska arrangemang som ger betryggande säkerhet för övriga arbetstagare mot exponering för härdplastkomponenter.

De skyltar som enligt paragrafen skall sättas upp bör även innehålla uppgift om vilka härdplastkomponenter som hanteras, tidsangivelser samt, när det behövs, förbud mot tillträde. Bestämmelser om skyltning finns i föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker och i föreskrifterna om varselmärkning och varselsignalering på arbetsplatser.

På tillfälliga arbetsplatser går det ofta inte att åstadkomma tillräckliga åtgärder till skydd för övriga arbetstagare och något annat arbete får i så fall enligt paragrafen inte bedrivas i lokalen eller utrymmet samtidigt med den öppna hanteringen. I sådana fall är det viktigt att efter arbetets avslutande vädra lokalen noga innan andra arbeten påbörjas. Vädringsbehovet kan variera beroende på komponent och på hanteringsarten och omfattning. Genom t.ex. mätningar med direktvisande instrument av koncentration mot tid vid utvädring kan man få en uppfattning om lämplig vädringstid.

**Till 12 §** Vid manuell sprutning av härdplastkomponenter på objekt som inte kan placeras i sprututrymme, kan det vara nödvändigt att använda tryckluftsmatad andningsskydd och heltäckande skyddskläder om exponeringen inte kan begränsas genom andra åtgärder. Vid sprutlackering av färger



är det i första hand den aerosol som uppstår vid sprutningen (och eventuellt vid tillblandningen) som utgör risk för exponering, medan avdunstningen från våta eller torkande färger har mindre betydelse.

Man kan även behöva vidta särskilda skyddsåtgärder, bl.a. förstärkt ventilation, i förebyggande syfte vid manuell sprutapplicering. Detta gäller bl.a. när härdplastkomponenterna blandas t.ex. i ett munstycke och sedan vid appliceringen härdar snabbt. Skumningssystem med polyuretanskum är exempel på sådan teknik.

Med arbete av liten omfattning och tillfällig art avses t.ex. enstaka reparationsarbete av mindre omfattning.

Vid sprutmålning finns risk för uppladdning med statisk elektricitet vilket kan medföra svåra olyckor genom antändning av lösningsmedel etc.

Andra exempel på särskilda skyddsåtgärder finns bl.a. i föreskrifterna om sprutmålning. Beträffande ventilation vid sprutning gäller också föreskrifterna om arbetsplatsens utformning. I dessa finns även bestämmelser och allmänna råd om hur man förebygger uppladdning med statisk elektricitet.

### ***Pulverlackering***

I verkstadsindustrin är det vanligt med lackeringssystem med pulverfärg av epoxityp eller blandningar av polyester- och epoxityp. Pulverlackering utförs så att godset sprutas med statiskt/elektrostatiskt uppladdade pulverpartiklar varefter det går in i en härdugn som håller en temperatur på ca 200°C. Efter härdning får godset svalna i rumstemperatur. Pulvret består av bindemedel (av polyester eller blandningar av polyester och epoxi), härdare, pigment och olika fyllmedel och tillsatsmedel. Fördelen med pulverlackering är att organiska lösningsmedel kan elimineras.

I vissa pulverlackering används triglycidylisocyanurat (TGIC) som härdare. Risker med TGIC beskrivs på sid. 43. Andra farliga kemiska ämnen som används vid pulverlackering är trimellitsyraanhydrid och pyromellitsyradianhydrid. De har visat sig kunna ge upphov till alveolit och sensibilisering.

### ***Risker vid termisk nedbrytning av härdplastkomponent i samband med lackering***

När luftburet pulver, damm eller aerosol av härdplastkomponent kommer i kontakt med heta ytor kan luftföroreningar bildas (termisk nedbrytning). När man planerar och bedriver pulverlackering och sprutning är det därför viktigt att man t.ex. beaktar följande.

- Vid hård belastning vintertid kan värmeöverföringsytor på och i en oljeeldad varmluftspanna nå höga temperaturer.
- Elektriska värmesystem har ofta öppna heta ytor, t.ex. direktpaneler, varmluftsfläktar och liknande.
- I en lackeringsanläggning kan härdugnens uppvärmningssystem arbeta som en varmluftspanna. Ugnsluften tas i regel från lokalen och recirkuleras inne i ugnen där heta ytor finns och nedbrytning kan äga rum. Det är alltså viktigt att ugnen inte läcker ut gaser till arbetsmiljön.

Det är också viktigt att spaltgasprodukter från härdugn omhändertas på sådant sätt att de inte återförs till arbetslokal eller släpps ut till den yttre miljön utan att avskiljas.

### **Till 13 §**

#### ***Blandningsutrymme***

Med väl ventilerat blandningsutrymme avses utrymme som har förstärkt ventilation eller separat utsugsanordning, t.ex. dragskåp. Ett väl ventilerat blandningsutrymme är särskilt viktigt om man måste värma härdplastkomponent. På tillfällig arbetsplats kan man skapa ett sådant utrymme genom att använda en transportabel fläktutrustning för fönsteranslutning.

I de allra flesta fall är det angeläget att blandning sker nära den plats där blandningen skall användas.

Blandningsutrymmet och utrustningen bör vara lätta att rengöra. Golv, arbetsbänk eller annan blandningsplats täcks lämpligen med kraftig skyddsbeklädnad, som lätt kan bytas vid spill eller förorening. Skyddsbeklädnaden kan behöva bytas en gång varje dag eller oftare. Motsvarande skyddsåtgärder bör vidtas även vid rörligt arbete där man inte kan använda fast blandningsplats. Det är olämpligt att som blandningsutrymme använda lagerrum eller tillfälligt förråd där komponenterna förvaras.

### ***Blandningsmetod och utrustning***

Vid val av blandningsmetod och utrustning är det viktigt att ta hänsyn till de risker som finns vid hanteringen av hårdplastkomponenterna. Hårdplastkomponenter blandas lämpligen till bruksfärdig blandning i lämpligt kärl, t.ex. engångsförpackningen vid satsförpackade produkter eller annat engångskärl. Om förpackning för flergångsbruk används på tillfällig arbetsplats bör den ha doseringsanordning. På permanent arbetsplats och vid användning av större mängder hårdplastkomponenter bör man använda permanent doseringsanordning. Man bör om möjligt använda blandningsmetod och behållare som hindrar att arbetstagare kommer i hudkontakt med eller inandas ångor från komponenterna. På grund av stänkrisken är det olämpligt att använda handhållen maskin med omrörare utan stänkhindrande skydd. Observera även brand- och explosionsrisken vid gnistbildning i handhållna maskiner. Det är också viktigt att man tar hand om förpackning, emballage, kärl e.d. på betryggande sätt sedan de använts, och att de inte återanvänds.

Vid applicering av t.ex. fogska av isocyanat ur större tryckbehållare uppstår en viss separering i produkten vid varje uppehåll i skumningsarbetet. Om behållarens stigarrör inte når ned i botten på behållaren finns det risk för momentan gasavgång och aerosolbildning. Det kan medföra hög isocyanathalt i luften när arbetet återupptas. Därför är det mycket viktigt med effektiv omskakning av behållaren och goda ventilationsförhållanden.

Den tekniska kvaliteten hos slutprodukten (plasten) är beroende av att komponenterna blandas på ett riktigt sätt. Det gäller både proportionerna mellan komponenterna och blandningstiden. Riskerna med hanteringen ökar om man inte följer de proportioner och blandningstider som leverantören angivit. Det är därför synnerligen angeläget att hårdplastkomponenter och eventuella tillsatser, t.ex. acceleratorer, tillförs i angivna proportioner och att de blandas fullständigt. I allmänhet blandas komponenterna bättre om man först blandar hårdare och hartsblandning och därefter tillsätter övriga komponenter. Även hårdningen blir i allmänhet bättre på det sättet. Mängden bruksfärdig blandning bör avpassas med hänsyn till hårdningstiden så att man inte blandar till för mycket material åt gången. Om man blandat för mycket leder det ofta till att arbetet behöver forceras för att hinna med innan materialet börjar stelna (pot life). Detta leder ofta till att arbetshygien efterträts.

Att man inte får dela engångsförpackning med satsförpackad hårdplastkomponent på tillfällig arbetsplats beror på att delningen lätt kan ge upphov till felaktiga proportioner mellan harts och hårdare, så att hårdningen blir ofullständig. Vid ofullständig hårdning kan den komponent som tillsatts i överskott utgöra risk vid hantering av slutprodukten.

**Till 14 §** Bestämmelserna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar gäller parallellt med bestämmelserna i 14 § i de här föreskrifterna och kompletterar dem. Hur man skall mäta luftförorening framgår av de förstnämnda föreskrifterna. Vägledning för provtagning finns i skriften ”Principer och metoder för provtagning och analys av ämnen upptagna på listan över hygieniska gränsvärden”, som utges av Arbetslivsinstitutet i serien Arbete och Hälsa.

Det finns inte något hygieniskt gränsvärde som är tillämpligt på luftföroreningarna som helhet vid hantering av hårdplastkomponenter. Luften kan därför behöva undersökas med avseende på de enskilda hårdplastkomponenter som hanteras i det aktuella fallet. Om t.ex. uretanplastkomponent används kan exponeringsmätning vara motiverad med avseende på bl.a. diisocyanater. Detsamma gäller flyktiga aminer om sådana används som katalysatorer vid t.ex. uretanplastframställning.

Vissa härdplastkomponenter saknar hygieniskt gränsvärde eftersom de är svårflyktiga t.ex. lågmolekylär epoxi. Andra komponenter som används vid härdningen av epoxi kan dock behöva mätas om en bedömning visar att verksamheten ändå ger upphov till luftföroreningar i skadliga halter.

Vid framställning av fenoplast eller produkter, där fenoplast ingår, är det viktigt att framför allt kontrollera formaldehydhalten i luften liksom halten av fenol och eventuella lösningsmedel.

En exponeringsmätning kan visa att gränsvärdet underskrids trots att arbetstagaren exponeras under korta tidsperioder för höga halter, s.k. toppar. Sådana toppar kan vara mycket kortvariga och därför svåra att mäta med vanliga mätmetoder. Effekterna av exponeringstoppar är inte helt utredda men de misstänks vara farliga. Som exempel på när exponeringstoppar kan uppkomma kan sprutlackering nämnas. Man kan t.ex. få ”återstuds” av sprutstrålen från föremålet som lackeras mot den som lackerar. Exponeringstoppar uppkommer också ofta vid arbetsmoment som alstrar sådan värme som kan medföra termisk nedbrytning. Denna problematik har de senaste åren speciellt diskuterats i samband med arbeten i bilplåt, se kommentarerna nedan sid. 53. Se även kommentarerna rörande kortidsvärden i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Observera vidare att enligt samma föreskrifter skall samverkande effekter beaktas vid samtidig exponering för flera luftföroreningar.

När det gäller tillfälliga arbetsplatser, t.ex. byggarbetsplatser, kan typmätningar som arbetsgivaren eller någon annan utfört vid olika arbeten och med olika slag av skyddsåtgärder ibland ge tillräcklig ledning för en bedömning av exponering för härdplastkomponent vid det aktuella arbetet. Sådan ledning kan man också få av andra mätningar som dokumenterats i utredningar eller på annat sätt. Avgörande för om sådana mätningar kan utgöra tillräckligt underlag för en bedömning av exponeringen är om det aktuella arbetet utförs under förhållanden som är likvärdiga med dem vid vilket mätningarna skett. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar gäller också på tillfälliga arbetsplatser.

## Läkarundersökning

**Till 15–16 §§** I Arbetsmiljöverkets föreskrifter om medicinska kontroller i arbetslivet, finns föreskrifter och allmänna råd om arbetsmiljörelaterade medicinska kontroller. Här beskrivs hur och när sådana kontroller skall eller bör andordnas och hur man hanterar resultaten av kontrollerna m.m. Enligt dessa föreskrifter skall läkarundersökning genomföras innan arbetstagare påbörjar arbete med härdplaster.

Vid besvär har man rätt att genomgå förnyad läkarundersökning. Se vidare Arbetsmiljöverkets föreskrifter om medicinska kontroller i arbetslivet.

Observera att arbetsgivarens skyldighet att ordna med läkarundersökning även omfattar dem av hans arbetstagare som kan exponeras för härdplastkomponenter eller för luftföroreningar som anges i 2 § punkt 2 utan att de själva hanterar sådana (sekundär exponering). Sådan exponering kan också ske i samband med städning, liksom vid underhålls- och servicearbete. Det ligger därför i arbetsgivarens intresse att minimera antalet personer som kan exponeras. Den riskbedömning som skall utföras enligt föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker är ett viktigt underlag för att avgöra vilka av dessa grupper som behöver genomgå läkarundersökning.

Enligt 3 kap. 12 § arbetsmiljölagen skall den som anlitar inhyrd arbetskraft för att utföra arbete i sin verksamhet ”vidta de skyddsåtgärder som behövs i detta arbete.” Detta innebär bland annat att uthyraren och inhyraren var för sig har ansvar för att erforderliga läkarundersökningar anordnas. Det är viktigt att de kommer överens om vem av dem som i praktiken skall ordna med undersökningarna. Men ansvaret gäller parallellt och den enes ansvar minskas inte av att den andre har ett liknande ansvar.

## Periodisk läkarundersökning med tjänstbarhetsbedömning

**Till 16 §** Vid vissa arbeten kan man, under vissa bestämda förutsättningar, i allmänhet anta att det inte medför någon eller endast försumbar exponering enligt 16 § 1. Som exempel kan nämnas skarvning av elkablar med gjutharts, som innehåller isocyanat, samt limning av bilrutor med s.k. "PUR-lim". Antagandet gäller dock endast arbeten som utförs tillfälligt och som mest under någon timme per vecka. För att antagandet ska gälla måste dessutom samtliga punkter enligt a) – g) nedan vara uppfyllda. I så fall behövs ingen läkarundersökning enligt 16 §.

- a) *Komponenterna innehåller inte drivgas, jämedelstillsats eller hanteras under övertryck.*  
Tillsats av ett flyktigt ämne (t.ex. drivgas eller jämedel) kan ge en ökad gasavgång. Isocyanat i ångform eller isocyanathaltig komponent som aerosol följer lätt med gasen. Detta innebär en ökad exponeringsrisk.
- b) *Komponenterna är färdigblandade eller blandas i obruten förpackning eller via doseringsanordning i slutet system.*  
Vissa produktslag, s.k. tvåpacksystem (för t.ex. kabelskarvning), levereras i förpackningar och blandas sedan en mellanvägg mellan komponenternas gemensamma ytterhölje har brutits. Under blandningsmomentet (när man knådar påsen eller skakar burken) kommer polymeriseringsreaktionen igång, blandningen blir mer trögflytande och halten fri diisocyanat minskar kraftigt innan förpackningen öppnas. Exempel på färdigblandade komponenter är fixationsbandage och lim för bilrutor. De är s.k. enpacksystem (se kommentaren till 5 §).
- c) *I hanteringsanvisningarna från leverantören anges normalt hur lång tid som behövs för fullständig blandning. Arbetet förutsätts följa dessa anvisningar.*  
Om blandning sker under för kort tid ökar risken för isocyanatexponering. Om leverantören anger en högsta förekommande halt av den jämförelsevis mycket flyktiga föroreningen fenylisocyanat i MDI metylenbisfenylisocyanat), underlättas riskbedömningen. Skyddsåtgärderna kan då också anpassas effektivare till den aktuella hanteringen. Sådan högsta halt bör inte överstiga ca 10 ppm (v/v) vilket ungefär motsvarar 7 mg/kg.
- d) *Att man applicerar färdig blandning så att man inte får fritt fallande stråle.*  
Appliceringen kan göras t.ex. via munstycke som i vissa fall medföljer förpackningen. Bäst är ett munstycke utformat så att den blandade produkten appliceras via ett så slutet system som möjligt.
- e) *Att man använder skyddshandskar och att de är tillräckligt långa och av sådant material att huden skyddas mot exponering för komponenterna.*  
En handske som är ca 35 cm lång eller har nerdragna ärmskydd, skyddar huden i skarven vid handleden. Diisocyanater kan påverka huden. De har visats kunna tränga genom huden och den vägen även kunna utlösa skador i luftvägarna. Diisocyanaterna har god vidhäftningsförmåga, vilket ytterligare understryker kravet på personlig skyddsutrustning t.ex. skyddshandskar även i samband med de kortvariga arbeten som det här är fråga om och som i regel utförs manuellt. På tillfälliga arbetsplatser är det dessutom ofta svårt att tillgodose hygien.
- f) *Engångsmaterial används för att torka av eller rengöra verktyg.*
- g) *Tiden för arbetet räknas från det förpackningen bryts tills att den färdigblandade produktens kontakt med omgivningsluften upphör t.ex. genom att gjutform försluts, limfog sammanpressats eller produkten sluthärdats.*

Vid kraftig upphettning av uretanplast (polyuretan), blockerade diisocyanater eller uretanplastkomponent, som innehåller fria isocyanatgrupper, kan åtskilliga luftföroreningar frigöras, bl.a. diisocyanater, både i gasform och som partiklar. Därför krävs periodisk läkarundersökning med tjänstbarhetsbedömning även vid sådana arbeten.

Vid termisk nedbrytning av vissa andra plaster än ovan, preparerade med något kvävehaltigt material,

vanligen urea, bildas enbart alifatiska monoisocyanater. I dessa fall bildas inga diisocyanater. Om, som i detta fall, enbart alifatiska monoisocyanater bildas är bestämmelserna om diisocyanater i 16 § punkt 2 i dessa föreskrifter inte tillämpliga. Ytterligare information beträffande alifatiska monoisocyanater finns i bakgrundsdelen till kapitlet om uretanplast (sid. 48).

**Till 17 §** I föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker finns allmänna bestämmelser om rengöring och avfall.

Goda rutiner för rengöring, sanering och avfallshantering utgör en förutsättning för en tillfredsställande arbetsmiljö. För att tillgodose rengöringsbehovet är det normalt nödvändigt att arbetslokal och utrustning rengörs regelbundet och noggrant även om man använder förebyggande skyddsbeklädnad på arbetsbänkar etc. Det är viktigt att utrustning som ofta berörs med händerna, t.ex. dörrhandtag, kranar och reglage, inte förorenas av hudskadande eller allergiframkallande hårdplastkomponenter. Vid dammande hantering, t.ex. slipning, är det särskilt viktigt att damm ofta och regelbundet avlägsnas från såväl horisontella som vertikala ytor.

Rengöring bör utföras så att damm inte virvlas upp och sprids. Dammsugning eller våtrengöring är att föredra. I de fall tryckluftsblåsning måste tillgripas är det viktigt att se till att arbetstagare utan andningsskydd inte utsätts för dammet och att annat arbete inte påbörjas förrän luftföroreningar i lokalen vädrats ut. Det är direkt olämpligt att blåsa kläder rena med tryckluft eftersom tryckluft som blåses mot huden kan vålla svåra skador.

Personal som arbetar med maskinunderhåll, reparationer, städning och sophämtning utgör en riskgrupp som ofta förbises om de inte själva arbetar med hårdplaster. Sistnämnda personalkategorier bör inte onödigtvis utsättas för risker genom att övriga arbetstagare är oaktsamma. Innan reparations- och servicearbete startas bör utrustning och arbetsplats saneras av personal som är väl förtrogen med arbetsplatsen och de kemikalier som hanteras där.

Hur rutiner närmare bör utformas beror på vilka hårdplastkomponenter som hanteras, hanteringssätt, mängder, farlighet, lokala förhållanden m.m.

**Till 18 §** Omhändertagande av avfall är en viktig del av hanteringen, inte minst därför att vissa hårdplastkomponenter eller ofullständigt härdad hårdplast kan medföra oförutsedda risker för t.ex. städpersonalen. Därför kan det vara lämpligt att härda ut avfallet så långt som möjligt. Strålningshärdande avfall bör då lämpligen härdas genom strålning innan det lämnas för destruktion.

Avfallet kan, även efter uthärdning, fortfarande innehålla ohärdade komponenter enligt 2 § punkt 1 om man inte använt rätt blandningsförhållanden. Avfallet omfattas i så fall av föreskrifterna, jämför kommentaren till 2 §.

Exempel på hälsofarliga luftföroreningar från avfall och spill är diisocyanater från uretanplastkomponenter och flyktiga aminer eller syraanhydrider från härdare. Ett annat exempel är lösningsmedelsångor, som bildas vid rengöring av verktyg med organiska lösningsmedel.

Det är lämpligt att behållare på arbetsplatsen för avfall är flyttbar, t.ex. utgörs av säck på flyttbar ställning. Det är en fördel om locket kan öppnas med fotpedal. Där det finns risk för att avfallet självantänds är det viktigt att behållaren är av metall och att avfallet vattenbegjuts och hålls fuktigt.

Plast och plastbemängt material i större mängder kan lämpligen samlas t.ex. i container utomhus och forslas till uppsamlingsplats för farligt avfall efter kontakt med berörd kommunal myndighet.

Avfall från hårdplastkomponenter som används på tandläkarpraktik uppsamlas lämpligen i separat behållare med lock. I behållaren anbringas en plastpåse som försluts av tandvårdspersonalen efter arbetsdagens slut. Bestämmelserna om hur detta avfall vidare skall hanteras varierar. Hör därför med kommunens miljö- och hälsoskyddsförvaltning.

Allmänna bestämmelser om avfall finns i Avfallsförordningen (SFS 2001:1063). Enligt 21 § i förordningen får olika slag av farligt avfall ”– – –inte blandas med varandra. Farligt avfall får inte

heller blandas med andra slag av avfall eller andra ämnen eller material.” Blandning av olika slag av hårdplastkomponentavfall kan ge upphov till oförutsedda kemiska reaktioner. En svår explosionsolycka inträffade år 2000 genom att olika avfallstyper från flera olika källor hade blandats.

**Till 19 §** I 2 kap. 7 § arbetsmiljölagen föreskrivs följande. "Kan betryggande skydd mot ohälsa eller olycksfall icke nås på annat sätt, skall personlig skyddsutrustning användas". Bestämmelsen bygger på tanken att arbetsplatserna i första hand skall utformas så att personlig skyddsutrustning inte behöver användas. Det är angeläget att ordna arbetet så att den arbetstid, då skyddskläder och andningsskydd eventuellt behövs, blir så liten som möjligt.

Även där personlig skyddsutrustning inte bedömts behövas, t.ex. på grund av sluten hantering, är det ibland viktigt att man har tillgång till sådan personlig skyddsutrustning som kan behövas i oförutsedda situationer. Man behöver också ha kunskap om när den behöver användas.

Arbetsgivaren är enligt 3 kap. 2 § arbetsmiljölagen ansvarig för att personlig skyddsutrustning underhålls väl. Det är angeläget att arbetstagare är aktsam om utrustningen, sköter den väl och är uppmärksam på att skyddseffekten inte försämras. Det är också angeläget att arbetsgivaren snarast underrättas om utrustningens skyddseffekt försämrats.

Bestämmelser om användning av personlig skyddsutrustning finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om användning av personlig skyddsutrustning. Vissa allmänna råd finns även i föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker och i föreskrifterna om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.

### ***Andningsskydd***

I de fall man måste använda andningsskydd bör man som förstahandsalternativ välja tryckluftsmatat andningsskydd. Viktigt är då att se till att tryckluften håller god kvalitet och är uppvärmd/kyld till lämplig temperatur. Tryckluftsmatat andningsskydd med säkerhetsstryck ger bäst skydd tack vare att det ger övertryck i masken oavsett arbetets tyngd. En stor fördel med tryckluftsmatade skydd är vidare att man inte är beroende av filter som ju har en begränsad livslängd. Ett tryckluftsmatat skydd ger också skydd mot koloxid och kväveoxid, två gaser som det är svårt att skydda sig mot med hjälp av filter. Många gånger är det emellertid inte möjligt att använda tryckluftsmatade andningsskydd, t.ex. vid rörligt arbete eller på platser där det inte finns tillgång till ren tryckluft.

Om man väljer andningsskydd med filter är fläktförsedda utrustningar att föredra eftersom dessa ger ett visst övertryck i masken. Man bör dock beakta att fläktförsedda utrustningar ibland inte ger tillräckligt höga luftflöden för ett fullgott skydd vid hårt arbete och därmed följande högre andningsfrekvens. Om en fläktförsedd utrustning med tillräckligt luftflöde inte finns att tillgå kan en konventionell hel- eller halvmask ge ett bättre skydd. Detta dock under förutsättning att tätningen mot ansiktet är tillräckligt bra.

Om man väljer andningsskydd med filter är det lämpligt att använda en väl tillpassad helmask så att även ögonen skyddas. Den som levererar en hårdplastkomponent som kan avge luftförorening är skyldig att lämna ett varuinformations-/säkerhetsdatablad som bl.a. skall innehålla den information om komponenten som behövs för val av lämpligt filter. Filter som innehåller aktivt kol behöver förvaras i gastätt emballage för att inte förlora skyddseffekten. Av samma skäl behöver sådana filter, liksom andra filter, bytas med jämna mellanrum. Rutiner för detta bör utarbetas med hjälp av tillverkarnas anvisningar om hållbarhetstider etc. och med hänsyn till aktuella exponeringsnivåer, användningstid, arbetets tyngd och andningsfrekvens.

En filtermask utan fläkt medför att undertryck bildas inuti masken. När en sådan mask används är det alltså mycket viktigt att tänka på att dålig passform mot ansiktet, skäggväxt o.d. medför risk för inläckage. Det är bland annat därför särskilt viktigt att andningsskyddet utprovas i samråd med

arbetstagaren. Eftersom det skall finnas tillgängligt intill arbetsplatsen är det angeläget att se till att det skyddas mot luftföroreningar.

För val av andningsskydd vid risk för exponering för isocyanater hänvisas till kommentarerna till 23 §.

### ***Skyddskläder***

I samband med hantering av hårdplastkomponenter är det lämpligt att skyddskläder, inbegripet överdragskläder, förkläden, ärmskydd, skoskydd och eventuella huvudskydd, är av engångstyp eller lätta att rengöra. Skyddskläder med slag eller fickor är olämpliga.

När skyddskläderna vid arbetets slut tagits av bör dessa kastas i säck för farligt avfall eller omgående rengöras.

### ***Skyddshandskar***

Det är angeläget att använda skyddshandskar av hållbart, svårgenomträngligt material och att ha god överlappning mellan handskar och skyddskläder. Skyddshandskar bör vara personliga. Den som levererar en hårdplastkomponent är skyldig att lämna ett varuinformations-/säkerhetsdatablad med den information om komponenten som behövs för val av lämpliga handskar. Även handsktillverkarnas representanter kan i allmänhet ge råd om val av lämpliga skyddshandskar. Över de kraftigare handskarna kan man som extra nedsmutsningsskydd använda tunna, enkla engångshandskar. Skyddshandskar utan nedsmutsningsskyddande engångshandskar bör, innan de tas av, torkas av med papper och rengöras med tvål och vatten. Att rengöra skyddshandskar med organiska lösningsmedel är olämpligt eftersom handskmaterialets motståndsförmåga kan minska. Tunna bomullsvantar är lämpliga att använda inuti skyddshandskar. Om skyddshandskarna smutsats ned på insidan eller gått sönder är det viktigt att de omedelbart kasseras och kastas i kärl för farligt avfall och att händerna görs rena.

Det förekommer att man använder traditionella arbetshandskar av läder vid hårdplastarbete. Dessa skyddar inte mot kemikalier. Om man är tvungen att använda denna typ av handskar av mekaniska skäl måste man därför kombinera arbetshandskarna med en kemikaliehandske på insidan för att skydda sig.

### ***Ögonskydd m.m.***

Manuell sprutning och andra arbeten som medför risk för stänk mot oskyddad hud och ögon är exempel på situationer då det behövs särskilda heltäckande skyddskläder och skyddsglasögon eller visir. För dem som bär kontaktlinser är det särskilt angeläget att använda skyddsglasögon eller visir eftersom vissa kontaktlinser skadas och förändras av sprutaerosol eller stänk av såväl hårdplastkomponenter som organiska lösningsmedel.

### ***Ögonspolning***

Allmänna bestämmelser om ögonspolning finns i föreskrifterna om första hjälpen och krisstöd. Där föreskrivs bland annat att, där det finns risk för att ämne som kan ge ögonskada, kan stänka eller på annat sätt komma in i ögat och där omedelbar ögonspolning behövs för att hindra skada, skall anordning för ögonspolning finnas i omedelbar närhet av arbetsplatsen. Se vidare de nämnda föreskrifterna. Bakgrunden till det ovillkorliga kravet på möjlighet till ögonspolning i 19 § andra stycket i de här föreskrifterna är att i princip alla hårdplastkomponenter kan skada ögonen vid stänk. Bestämmelser om ögonspolning finns också i föreskrifterna om laboratoriearbete med kemikalier.

Till 20 § Observera förbudet i 18 § i föreskrifterna om kemiska arbetsmiljörisker mot att tillreda, förtära eller förvara mat eller dryck och att använda tobak eller applicera kosmetika där farligt kemiskt ämne förekommer.

I anslutning till lokal där hårdplastkomponenter hanteras och i anslutning till blandningsrum bör det finnas tvättställ med rinnande vatten och avlopp, flytande tvål, mjuka engångshanddukar, rengöringskräm och hudkräm. Även här bör det finnas anordning för ögonspolning. Det är fördelaktigt om tvättstället har termostatventil och beröringsfri armatur för rinnande vatten. Vid rörligt arbete, fältservice och annat arbete på tillfällig arbetsplats kan möjlighet till god hygien säkerställas genom att använda fordon som inretts med tvättmöjligheter.

Närmare bestämmelser om olika typer av personalutrymmen finns i föreskrifterna om arbetsplatsens utformning. Före toalettbesök, matrast, rökpaus e.d. samt efter arbetets slut är det viktigt att rengöra händerna noga. Lämpligt rengöringsmedel är rengöringskräm eller flytande tvål och vatten. Efter rengöringen bör händerna smörjas in med uppmjukande, parfymfri kräm eller handbalsam.

Att rutinmässigt rengöra huden med organiska lösningsmedel är däremot direkt olämpligt. Organiska lösningsmedel irriterar, avfettar och torkar ut huden som därigenom blir känsligare för påverkan av aggressiva ämnen som t.ex. vissa hartser och hårdare. Vid användning av organiska lösningsmedel sprids hartser och hårdare dessutom över en större hudyta. I enstaka fall, t.ex. då man fått större mängder hårdplastkomponent på huden, kan det dock vara nödvändigt att använda organiska lösningsmedel för att få bort komponenten snabbt. Man bör därefter rengöra och behandla huden som ovan.

## **Epoxiplast**

### **Bakgrund**

#### ***Förekomst***

Epoxiplastkomponenter förekommer bl.a. i verkstads- och elektronikindustrin som komponenter i lim, färg och lack samt som gjuthartser för inkapsling av elektronikdetaljer och tillverkning av formverktyg m.m. Epoxibaserade kompositmaterial har stor användning inom försvars- och flygindustri liksom vid tillverkning av båtdetaljer som utsätts för stora påfrestningar. Vidare används epoxiplastkomponenter inom byggnads- och anläggningsbranscherna, t.ex. i målningsfärger, spackel, golvlack och golvbeläggningar, i lim och fogmaterial för betong, i injekteringsmedel för lagning av berg och betong, i sätt- och fogbruk för keramiska plattor, i putsbruk för fasadapplicering m.m.

#### ***Tekniska egenskaper***

Egenskaperna hos bruksfärdig epoxiblandning och härdad epoxiplast är beroende av den kemiska sammansättningen och därmed reaktionsbenägenheten hos ingående epoxiharts, hårdare, reaktiva spädmedel och övriga tillsatser. Den härdade epoxiplastens tekniska egenskaper, såsom motståndskraft mot kemikalier och vatten, vidhäftningsförmåga, åldringsbeständighet, seghet, slagåtlighet och porfrihet, kan förändras inom vida gränser genom valet av ingående komponenter.

#### ***Reaktiva egenskaper***

Epoxihartsblandningar kan förekomma i olika former, från flytande till fast, dvs. bestå av huvudsakligen lågmolekylära respektive huvudsakligen högmolekylära epoxihartser. Blandningens kemiska reaktivitet brukar beskrivas genom att man anger blandningens medelmolekylvikt eller dess epoxiekvivalentvikt. Dessa uppgifter ger också en uppfattning om bl.a. blandningens biologiska reaktivitet.

I kallhärdande epoxiplastsystem, som bl.a. kan förekomma inom byggnads- och anläggningsverksamhet, ingår för närvarande nästan genomgående en epoxihartstyp, som utgörs av en blandning av diglycidyletrar av olika molekylstorlek framställda genom kemisk reaktion mellan bisfenol A och epiklorhydrin. Denna hartstyp kallas förkortat DGEBA. Ämnet med den minsta och mest reaktiva molekylen av DGEBA-typ har molekylvikten 340. Motsvarande epoxiekvivalentvikt är



170. Ämnet har vid djurtest visat sig ha den största allergiframkallande förmågan av alla ämnen av denna typ. Vid högre molekylvikt avtar både den kemiska och biologiska reaktiviteten. Vid mycket hög medelmolekylvikt är reaktionsbenägenheten så liten att man för att åstadkomma rimlig härdningstid måste tillföra värme utifrån. Sådana hartser kan därför i allmänhet av tekniska skäl endast komma i fråga för produkter tillverkade på permanenta arbetsplatser. Ämnet med molekylvikten 340 ingår i minskande mängd vid ökande medelmolekylvikt hos hartset. Observera dock att även hartser med relativt hög medelmolekylvikt kan innehålla betydande mängder lågmolekylär komponent. Den som levererar en härdplastkomponent är skyldig att lämna ett varuinformations-/säkerhetsdatablad med information om detta. Som lågmolekylär epoxiharts brukar räknas hartsblandningar med en medelmolekylvikt understigande 700 dvs. med en epoxiekivalentvikt mindre än ca 350. Lågmolekylär epoxiharts är vanligtvis flytande. I en del vattenburna system, t.ex. färger, och i lösningsmedelsfria system, t.ex. gjuthartser, golvbeläggningar, sättbruk, fogbruk, injekteringsmassa och de flesta lim, förekommer flytande epoxihartser. Dessa består nästan uteslutande av de mest reaktiva lågmolekylära epoxihartserna.

Det finns epoxihartser med annan kemisk uppbyggnad än den ovan beskrivna. Följande exempel kan nämnas.

- Diglycidyleter av bisfenol F och epiklorhydrin. Den har ungefär samma reaktiva och allergiframkallande egenskaper som DGEBA.
- Blandningar av bisfenol A- och bisfenol F-glycidyletrar. Förekommer ofta.
- Triglycidylisocyanurat (TGIC) innehåller fria epoxigrupper och är en speciell typ av epoxiharts. TGIC används som härdare i bl.a. polyesterpulver (färg) och är således samtidigt en esterplastkomponent. TGIC innehåller dock inga fria isocyanatgrupper. TGIC har mutagena och giftiga egenskaper och kan ge allergi vid hudkontakt.
- Epoxihartser med halogen inbyggd i molekylen för vissa specialkonstruktioner.

### ***Applicering***

Appliceringssätten vid hantering av olika epoxiprodukter (färg och lack, lim, gjutharts etc.) kan variera från rent manuell applicering till användning av helautomatiserad robot. Manuell hantering kan vara pensel- eller rollerstrykning, manuell sprutapplicering med olika spruttekniska system osv. De automatiska metoderna kräver olika grad av övervakning och service.

### ***Härdare och härdning***

Vid s.k. kallhärdning dvs. då härdningen skall ske utan extra värmestillsättning, används i regel alifatiska polyaminer som härdare. Epoxiharts och härdare blandas då i nära anslutning till arbetsoperationen (limning, målning, gjutning osv.).

Organiska syraanhydrider och 4,4'-metylendianilin (MDA), används som härdare för framställning av speciella typer av epoxiplaster. De tillhör gruppen cancerframkallande och sensibiliserande ämnen. Regler och krav på tillstånd för användning finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Exempel på sådana användningar är framställning av epoxiplaster med krav på hög hållfasthet även vid relativt hög temperatur. Sådana epoxiplaster framställs bl.a. inom försvars-, flygelektronik- och elektromekanisk industri. Exponering för MDA kan detekteras med biologisk provtagning.

Alla reaktioner med epoxigrupper sker under värmeutveckling. Tillförd värme påskyndar reaktionshastigheten.

### **Hälsorisker**

En väl härdad epoxiplast som tillverkats av väl blandade komponenter i rätta proportioner är ett i allt väsentligt ofarligt material. Hälsoriskerna är i första hand kopplade till tillverkningskedet,

appliceringen och till epoxiplastdamm som kan uppstå när plasten bearbetas. Upphettnings av epoxiplastdamm och arbeten som kan ge termisk nedbrytning i material som är belagt eller målat med epoxiprodukt, kan frigöra hälsofarliga luftföroreningar. Se även kommentarer till 12 §.

Vissa härdplastkomponenter, speciellt sådana som innehåller lågmolekylära epoxihartser, reaktiva spädmedel, alifatiska polyaminer eller organiska syraanhydrider, orsakar ofta hudirritationer och allergiska kontakteksem. Risken för hudpåverkan varierar beroende på vilken epoxiplastkomponent som hanteras (harts, spädmedel, härdare). De allergiska symptomen uppkommer lättast i redan irriterad eller skadad hud men kan också uppstå i intakt hud. Allergin kan förvärras efter en kortare eller längre tids exponering för komponenterna. Händerna och underarmarna drabbas främst. Ibland förekommer eksemet även i ansiktet. Substans kan överföras via direktkontakt eller genom avsättning av damm eller aerosol (dimma) via luften. Sjukdomssymptomen kan därför utgöra tecken på brister i de arbetshygieniska förhållandena eller i den personliga hygien.

Den allergiframkallande förmågan hos högmolekylära epoxihartser är i allmänhet låg. Epoxipulver kan dock trots hög medelmolekylvikt innehålla restmängder med molekylvikt 340 (se sid. 42 under rubriken "Reaktiva egenskaper"). Risken för allergiska kontakteksem vid hantering av epoxipulver är störst hos redan sensibiliserade personer. Ett fåtal fall av förvärvat epoxiallergi vid sådan hantering har dock rapporterats. Det är därför viktigt att produktmärkningen tydligt anger även mycket låga halter av de allergiframkallande ämnena så att produkten kan undvikas av redan sensibiliserade. Allergirisken ökar väsentligt om högmolekylärt epoxipulver hanteras upplöst i organiskt lösningsmedel eftersom det lågmolekylära hartset då kan utlösas och bli mer lättillgängligt för hudkontakt. En ytterligare risk vid hantering av epoxipulver är att det kan innehålla vissa organiska syraanhydrider. I pulverlack är visserligen endast ca 5–7 % av partiklarna respirabla men arbete med pulverlack som innehåller sådana syraanhydrider kan ändå ge upphov till feberreaktioner och alveolit (lungpåverkan) samt till sensibilisering.

*Reaktiva spädmedel* kan användas för att göra epoxiblandningar, t.ex. lim, mera lättflytande. De innehåller vanligen endast en fri oreagerad epoxigrupp men deltar i den kemiska reaktionen till färdig plast. Många av dem är starkt allergiframkallande.

De vanligaste *hårdarna* är alifatiska polyaminer, cykloalifatiska aminer, aromatiska aminer, polyamider och organiska syraanhydrider. Bland aminerna är framförallt de alifatiska polyaminerna allergiframkallande. Vissa aromatiska aminer är cancerframkallande, bl.a. 4,4'-metylendianilin (MDA), vissa andra är dessutom kontaktallergiframkallande.

Förutom irritativa effekter och hudproblem kan exponering för organiska syraanhydrider redan vid mycket låga koncentrationer i luften ge upphov till luftvägsallergi och astma.

Härdare av sammansatt typ, s.k. addukttyp, anses vara mindre allergiframkallande eftersom endast rester av alifatisk polyamin ingår. Det finns epoxisystem där härdaren (av syratyp) uppenbarligen inte medför hudpåverkan och där yrkesdermatologisk expertis bedömer att hartsdelen (epoxiderad vegetabilisk olja) inte är allergiframkallande. S.k. epoxiester innehåller inga epoxigrupper och definieras inte som epoxiplastkomponent enligt definitionen i 5 §. Den bedöms inte vara allergiframkallande.

Även damm av ofullständigt härdad epoxiplast eller av epoxipulverfärg kan utlösa allergiskt eksem hos den som redan förvärvat en allergi. Damm från tillsatser som pigment, fyllmedel m.m. liksom slipdamm från uthärdad epoxiplast kan vara besvärande för andningsorganen.

Personer, som exponerats för dammande epoxipulver eller epoxiaerosol som upphettats så att termisk nedbrytning av pulvret respektive aerosolen förekommit, har fått hudskador som i vissa fall har blivit bestående. Symptomen har varit stramningar, sveda och klåda i huden. Exponering för kyla och ljus, framför allt solljus och annan UV-strålning, har förvärrat symptomen. Orsaken till denna typ av eksem antas vara nedbrytnings- eller omlagringsprodukter från upphettat epoximaterial.

**Till 21 §** De tillfälliga arbetsplatser (se 5 §) det framför allt gäller är byggarbetsplatser och liknande.

På sådana arbetsplatser hanteras nästan uteslutande kallhärdande epoxiplastsystem som består av lågmolekylär epoxiharts, ibland löst i reaktiva spädmedel, eller av högmolekylärt epoxiharts löst i organiska lösningsmedel. Eftersom det kan vara mycket svårt att ordna goda hygienförhållanden på tillfälliga arbetsplatser är det särskilt angeläget att redan på projekteringsstadiet bedöma om epoxiplastkomponent överhuvudtaget måste användas för ett visst ändamål. Bestämmelser om projekteringsansvar vid byggnads- och anläggningsarbete finns i föreskrifterna om byggnads och anläggningsarbete. Där finns också bestämmelser om arbetsmiljöplan och om dokumentation. Bestämmelserna är så gott som alltid aktuella vid hantering av härdplastkomponenter i samband med byggnads- och anläggningsarbete. Se även avsnittet om projekteringsansvar, sid. 21 i dessa föreskrifter.

Det kan vara motiverat att använda epoxiplastkomponent för vissa ändamål när särskilt höga krav ställs på materialhållfasthet, vatten- eller kemikalieresistens, underhållsfrihet, täthet, porfrihet och liknande. I bilaga 1 finns exempel på sådana användningsområden. Observera att bilagan är en exempelsamling och att det i vissa fall kan vara motiverat med epoxiplastkomponent även för andra användningsområden.

I Boverkets byggregler avsnitt 6:511 ”Skadlig fukt” anges att ”Byggnader skall utformas så att skador, mikrobiell tillväxt, elak lukt eller andra hygieniska olägenheter till följd av byggfukt eller inträngande fukt inte uppkommer”. Fuktproblem av det här slaget har man ibland löst genom användande av lågmolekylär epoxi. För att förkorta byggtiden vid byggnads- och anläggningsarbete har det sålunda förekommit att man lägger ett epoxiskikt som fukt- eller alkalispärr på nygjuten betong. Det har också förekommit att man lägger ett epoxiskikt på betonggolvet både vid nybyggnad och vid s.k. ROT-arbeten med syfte att isolera mot markfukt eller hindra att alkali från den fuktiga betongen bryter ned ovanliggande matta och mattlim. Även andra benämningar används på epoxiprodukter som används som fukt- och alkalispärr, t.ex. ”primer”. Epoxi används också tillsammans med andra material i sandwichkonstruktioner som systemlösning med syftet att epoxi skall förhindra fukt/alkali eller emission av lukt.

Alla dessa tillvägagångssätt är exempel på förfaranden som är förbjudna enligt paragrafens andra stycke om det finns andra alternativ. De fuktproblem som det är fråga om kan i de flesta fall undvikas om man väljer andra produkter, konstruktioner och metoder, lämplig betongkvalitet, ändamålsenliga grundkonstruktioner, uttorkning osv. Det är därför viktigt att redan på projekterings- och planeringsstadiet överväga alternativa produkter, metoder och konstruktioner och planera in bl.a. tillräcklig uttorkningstid för betong. Först om alternativa produkter, metoder eller konstruktioner saknas kan det enligt paragrafens andra stycke komma ifråga att använda lågmolekylär epoxiplastkomponent.

## **Uretanplast (polyuretan, PUR)**

### **Bakgrund**

Vid framställning av uretanplast används diisocyanat och harts (vanligen polyeterpolyol och/eller polyesterpolyol) samt tillsatser av olika slag. För reglering av reaktionshastigheten tillsätts acceleratorer, bl.a. aminer, organiska tennföreningar eller koboltnaftenat. Också andra tillsatser som t.ex. flamskyddsmedel, fyllmedel och färgämnen kan ingå. Vid framställning av skumplaster tillsätts jäsmedel, t.ex. pentan, koldioxid eller vatten.

Uretanplast förekommer bl.a. som mjuka eller styva skumplaster (cellplast, polyester, polyeter), som gummimaterial, i lacker, i lim, i vävbeläggningar och i gjutkärnor. Framställning, injektering och gjutning av polyuretanskum förekommer exempelvis vid isolering av kylutrustning, fjärrvärmeledningar, byggnader, fordon och fartyg.

### ***Isocyanater***

Vid tillverkning av uretanplaster utgör diisocyanaterna ofta den största hälsoriskan. I metylendifenyl-diisocyanat (MDI) kan också fenylisocyanat (PhI eller FI) förekomma som förorening och utgör genom sin flyktighet en stor hälsorisk även om den förekommer i låga halter. En del av diisocyanaterna är mer eller mindre trögflytande vätskor vid rumstemperatur medan andra är pulverformiga. De är lösliga i de flesta organiska lösningsmedel.

Diisocyanater i prepolymeriserad (förreagerad) form ingår ofta i en- eller tvåpacksystem för bl.a. polyuretanbaserade färger, lim, tätningsmassor och gjuthartser. Isocyanatgrupperna kan i varmhärdande enpacksystem också vara blockerade, dvs. temporärt inaktiverade. Vid upphettning avgår de blockerande grupperna och då frigörs isocyanatgrupperna och de kan då reagera.

Diisocyanater förekommer ibland i tillsatser för blandning med andra produkter, t.ex. alkydfärg, för att förbättra färgens egenskaper, bl.a. vidhäftningsförmågan.

Diisocyanatmonomerer är mycket reaktionsbenägna. Vid reaktionen avgår värme. Kontakt med vatten, även enbart luftfuktighet, leder till utveckling av koldioxid under kraftig värmeutveckling. Värme- och gasutvecklingen kan i vissa fall bli häftig och medföra farlig tryckstegring i slutna behållare. Reaktionen mellan diisocyanat, vatten och polyol är starkt värmeavgivande. Risk finns för att nytillverkad skumplast självantänds.

Aromatiska diisocyanater är i regel mer reaktionsbenägna än alifatiska. Det är också viktigt att komma ihåg att flyktigheten är temperaturberoende. Ökad temperatur medför högre ångtryck och därmed större förångning.

### ***Monoisocyanater***

Vid termisk nedbrytning av bl.a. uretanplast kan, förutom diisocyanater, även monoisocyanater bildas. Alifatiska monoisocyanater kännetecknas av att de endast innehåller en isocyanatgrupp per molekyl. De kan inte användas vid tillverkning av uretanplast utan uppstår enbart som luftförorening vid termisk nedbrytning av uretanplast och vid termisk nedbrytning av vissa andra plaster preparerade med något kvävehaltigt material, vanligen urea. I det senare fallet bildas enbart alifatiska monoisocyanater.

De monoisocyanater som bildas är huvudsakligen isocyansyra och metylisocyanat. Dessa är s.k. alifatiska monoisocyanater. Dessutom kan vissa alifatiska aminomonoisocyanater bildas.

Allmänna bestämmelser som gäller för alifatiska monoisocyanater finns i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar.

### ***Isocyanurat***

Diisocyanat kan även förekomma i trimeriserad (prepolymeriserad) form, isocyanurat. Vissa isocyanurater innehåller fria isocyanatgrupper och är därför, enligt definitionen i 5 §, en uretanplastkomponent. Dessa isocyanurater används bl.a. för framställning av isocyanuratcellplaster. Därvid kan luftföroreningar som innehåller fria isocyanatgrupper avgas. Det finns också isocyanurater som inte innehåller fria isocyanatgrupper, t.ex. TGIC (se sid. 43).

### ***Uretanalkyder***

Uretanalkyder förekommer som bindemedel i s.k. uretanalkydfärger. De innehåller inga fria isocyanatgrupper och anses inte vara farligt kemiskt ämne. De omfattas därför inte av dessa föreskrifter, se 2 §.

## Hälsorisker

### *Diisocyanater*

Diisocyanater medför hälsorisker framför allt vid inandning i form av ånga, damm eller aerosol (dimma). Inandning kan orsaka slemhinneirritation med astma- eller bronkitliknande symptom från andningsvägarna samt försämrad lungfunktion. Risken för överkänslighet är stor. Diisocyanaterna kan också verka irriterande på ögon, hud och andningsvägar. Feberreaktioner med lungpåverkan kan uppträda vid exponering för höga diisocyanathalter i luften. Vid upprepad hudkontakt kan diisocyanat medföra eksem och i enstaka fall hudsensibilisering. Diisocyanater har också visats kunna tränga igenom hud och den vägen kunna ge symptom i andningsvägarna av samma typ som ovan.

På grund av diisocyanaternas starkt irriterande verkan och framför allt på grund av risken för försämrad lungfunktion och för sensibilisering har alla diisocyanaterna lågt hygieniskt gränsvärde. En sensibiliserad person kan få påtagliga besvär även vid halter under det hygieniska gränsvärdet. Observera anmärkningen i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar beträffande isocyanater som inte har något faställt gränsvärde i gränsvärdeslistan: ”Samma gränsvärde uttryckt i ppm skall tillämpas även för de diisocyanater som inte har fastställda gränsvärden. Detsamma gäller för diisocyanater i damm eller dimform (aerosol) inklusive prepolymeriserade isocyanater addukter. Motsvarande värde uttryckt i mg/m<sup>3</sup> är olika för olika ämnen”.

Vid diisocyanatöverkänslighet utvecklas som regel samtidigt hyperreaktivitet i luftvägarna. Hyperreaktivitet innebär att man reagerar även för starka dofter, t.ex. parfym, för allmänt irriterande ämnen som tobaksrök och bilavgaser eller för kall luft. Man kan således bli allvarligt funktionshindrad även utanför arbetslivet. Hyperreaktiviteten kan även finnas kvar efter det att exponeringen för diisocyanat upphört. Exponering för tobaksrök kan underhålla uppkommen hyperreaktivitet.

TDI, MDI och hexametylendiisocyanat (HDI) är de diisocyanater, som är bäst undersökta beträffande hälsoeffekter. MDI anses dock kunna hanteras i större mängder och under längre tid än TDI innan samma exponeringsnivå nås eftersom MDI har väsentligt lägre ångtryck och således avger mindre ånga till omgivande luft än TDI vid samma temperatur. Det bör observeras att TDI är klassificerat som cancerogent ämne. MDI av teknisk kvalitet kan vara förorenad av t.ex. fenylisocyanat (PhI eller FI) som har betydligt högre ångtryck än MDI och därför lätt avgår till luften.

I färger och lacker används nästan uteslutande prepolymeriserade isocyanater av TDI- och HDI-typ. I båda fallen kvarstår ofta ca 0,1 % monomer isocyanat i produkterna. Polyuretanfärger och polyuretanlacker sprutas oftast varvid det kommer ut större eller mindre mängder sprutdimma (aerosol) i luften. Aerosol kan också bildas i små mängder vid omrörning i samband med blandning av komponenterna. Denna aerosol innehåller dels prepolymeriserad isocyanat, dels den lilla mängden monomer isocyanat (se ovan), dels lösningsmedel, allt i en inandningsbar form. Det är rimligt att anta, att även inandad prepolymer isocyanat i denna form kan skada människor och vara starkt bidragande till nedsättning av lungfunktionen.

### *Monoisocyanater*

De alifatiska monoisocyanaternas hälsoeffekter är ännu inte helt utredda. För metylisocyanat har sensibiliserande effekter inte visats. De kritiska effekterna är irritation i ögon och slemhinnor. Monoisocyanaterna har därför andra hygieniska gränsvärden än diisocyanater vars gränsvärden grundar sig på att den kritiska effekten är risken för sensibilisering.

Fenylisocyanat, som är en aromatisk monoisocyanat, kan bildas samtidigt med diisocyanater och alifatiska monoisocyanater vid termisk nedbrytning av vissa polyuretaner. Fenylisocyanat kan ingå som förorening i metylendifenylidiisocyanat (MDI) och även bildas genom termisk nedbrytning av MDI och uretanplast uppbyggd av MDI. Det är oklart om fenylisocyanat har sensibiliserande egenskaper.

## ***Aminer***

Skärpt uppmärksamhet har även riktats mot flyktiga aminer. Inom uretanplastindustrin tillsätts ofta aminer till komponentblandningen för att katalysera polymeriseringsreaktionen. Exempel på sådana aminer är N-metylmorfolin och trietylamin, som kan ge ögonbesvär, t.ex. dimsyn eller "blåsyn", vid höga koncentrationer i luft. Andra vanliga aminer är dimetyletanolamin, trietanolamin, dietyltoluendiamin och metylen bis(o-kloranilin) (MOCA). MOCA har cancerogena egenskaper och är upptagen på listan över tillståndspliktiga ämnen i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. MOCA används som härdare, framför allt i polyuretanbaserade lacker men även vid tillverkning av vissa elastomerer och gummivaror (slitbanor till däck, rulltrappor, transportband inom gruvindustrin m.m.). Exponering för MOCA kan detekteras via biologisk provtagning.

Vid hydrolys av diisocyanatkomponenter och vid nedbrytning av uretanplast genom upphettning kan aminer som använts i tillverkningen återbildas men också andra aminer kan bildas ur diisocyanatföreningarna. Man misstänker att vissa av dessa aminer är cancerframkallande.

Exponering för aminer i hög halt kan ge ögon-, hud- och luftvägsbesvär, bl.a. astma. Okontrollerad exponering för aminer kan därför innebära betydande hälsorisker. Det är därför viktigt att även de aminer som används eller kan bildas omfattas av exponeringsmätning.

## ***Exponeringskartläggning***

Luktgränsen för toluendiisocyanat (TDI) och metylendifenylidiisocyanat (MDI) är 0,1–0,4 ppm respektive 0,4 ppm. Det hygieniska gränsvärdet för TDI och MDI är betydligt lägre. Lukten kan därför inte tjäna som varning för exponering. Enligt nyare forskning har de mätmetoder som tidigare använts för mätning av isocyanathalter i luft i vissa fall visat sig mindre tillförlitliga. Nya, mer tillförlitliga mätmetoder har på senare tid tagits fram. Mer om mätning finns i kommentarerna till 14 §.

Enstaka höga exponeringstoppar kan lätt förbises (se även kommentarerna till 14 §). Det kan innebära allvarlig risk för isocyanatpåverkan. Det är därför viktigt att noggrant kartlägga arbetsmoment med risk för hög exponering. Processer där polyuretan utsätts för hög värme samt hantering av spill och utsläpp efter olyckshändelser och driftsstörningar är exempel på oavsiktliga exponeringssituationer där det är särskilt angeläget att förebygga exponering för isocyanater genom att använda personlig skyddsutrustning.

## ***Sanering***

Spill av diisocyanatkomponenter oskadliggörs lämpligen med saneringsmedel, som t.ex. kan vara sammansatt enligt tabell 1. Andra saneringsmedel kan vara xylen:isopropanol 1:1 eller xylen:etanol 1:1. Vid stänk i ögon är det viktigt att omedelbart skölja i rikligt med vatten. Vid spill av diisocyanatkomponent på hud är det viktigt att snabbt avlägsna komponenten, ev. med lösningsmedel och sedan tvätta huden med vatten och återfetta den. Både vid stänk i ögonen och vid spill på hud kan läkarkontakt behövas vid allvarliga fall.

**Tabell 1***Exempel på saneringsmedel*

Saneringsvätska för flytande isocyanat-komponent		Saneringspulver för flytande isocyanat-komponent	
	vikt-%		vikt-%
Etanol (I-sprit)	50	Sågspån	25
Ammoniak, konc.	5	Kiselgur	37
Vatten	45	Etanol (I-sprit)	20
		Trietanolamin	4
		Ammoniak, konc	4
		Vatten	10

Avfall av diisocyanatkomponenter och uretanplast kan även oskadliggöras i särskild förbränningsanläggning. Vid förbränning utgör rökgasernas eventuella innehåll av fri isocyanat, cyanväte, nitrösa gaser och koloxid allvarliga risker. Det är därför viktigt att förbränning sker i anläggningar, som kan omhänderta rökgaserna på ett betryggande sätt.

Avtal kan också träffas med leverantören om återtagande av begagnade behållare för diisocyanatkomponenter. Om avtal inte kan träffas kan särskilda instruktioner behövas för hantering av sådana behållare. Det är olämpligt att använda dem för andra ändamål.

Fullt uthärdad uretanplastavfall kan i regel betraktas som vanligt avfall om det inte skall brännas. Det är emellertid viktigt att ta hänsyn till möjliga brister i härdningen och därmed de risker som förknippas med kvarvarande fri diisocyanat.

### **Uppkomst av isocyanater och andra luftföroreningar vid termisk nedbrytning**

- Vid arbete som innebär upphettning av uretanplastkomponent som innehåller isocyanat eller av blockerade diisocyanater kan diisocyanater frigöras både beroende på avdunstning genom värmetillförseln och på att materialet bryts ned.
- Om härdad polyuretan bryts ned termiskt kan det uppstå gasblandningar som innehåller både monoisocyanater och diisocyanater. Härdad polyuretan är t.ex. föremål av polyuretanplast, polyuretanlimfog, polyuretanskum, (bl.a. isoler- och fogskum), eller polyuretanfärg och lack. Dessutom kan det bildas andra giftiga gaser.
- Små mängder klorväte, fluorväte och fosgen kan utvecklas om klorfluorkolväten (CFC eller HCFC) använts som jämedel vid tillverkning av polyuretanskum. Användning av CFC får normalt inte förekomma längre, eftersom det numera är förbjudet att använda CFC (Förordning (SFS 2002:187) om ämnen som bryter ned ozonskiktet). De kan dock förekomma, framför allt i äldre produkter. För att få ett godtagbart skydd måste man i sådana fall ta hänsyn även till dessa ämnen vid val av filter till andningsskydd i samband med arbete som innefattar upphettning av uretanplastkomponent eller uretanplast.

Bland de särskilda åtgärder som det talas om i paragrafen kan nämnas förstärkt ventilation. Det bästa är naturligtvis att så långt möjligt undvika att hetta upp ifrågakvarande ämnen.

## Åtgärder för att minimera exponering för isocyanater vid vissa arbeten

### *Svetsning av fjärrvärmerör*

- Vid svetsning av skumisolerade rör är det särskilt viktigt att i förväg försäkra sig om att rörändarna som skall hopfogas är fria från isolering, glidmedel och rostskyddsmedel. I första hand bör man använda skumisolerade rör som levereras utan isolering kring rörändarna. Ett sätt att säkerställa en god skyddsnivå kan vara att se till att skumisoleringen kring rörens fria ände inte befinner sig närmare svetsstället än ca 15 cm. Vid gassvetsning är det lämpligt att avskärma kvarvarande isolering med skyddsplåtar. Man bör använda speciella skarvrör utan isolering vid skarvning i stället för kapade bitar av skumisolerade rör där isoleringen kan vara svår att avlägsna.
- Om rörisolering måste avlägsnas fullständigt, kan slutrensning med låga före svetsarbete vara den enda effektiva rensningsmetoden. Metoden är mycket olämplig och farlig för arbetstagarna. Det är därför mycket viktigt med väl fungerande andningsskydd samt noggrann vädring i de undantagsfall då man trots allt inte kan undvika metoden.

### *Bilplåtarbeten*

Vid svetsning och andra arbeten, som kan ge termisk nedbrytning, i bilplåt och annan plåt som kan vara lackerad med polyuretanlack kan det vara lämpligt att göra följande.

- Avlägsna lack minst 5 cm från svetsstället med lämpliga verktyg som inte medför termisk nedbrytning.
- Avlägsna fogmassa och lack etc. så gott det går från baksidan av plåten.
- Använda verktyg med integrerat utsug.
- Använda punktutsug.
- Använda andningsskydd.
- Använda ögonskydd.
- Använda billyft för att få en så gynnsam arbetsställning som möjligt.

Verktyg med integrerade utsug har visat sig vara mycket effektiva för att reducera luftföroreningar bildade vid arbete i bilplåt enligt ovan. Genom att avståndet mellan utsug och emissionskälla är så kort kan merparten av bildade luftföroreningar tas om hand direkt och sprids inte till omgivningsluften.

### *Bilglasarbeten*

Vid demontering av bilrutor som limmats med polyuretanlim bör man undvika att använda sågningsteknik eller verktyg som alstrar mycket värme. Kalla metoder är att föredra, som dragkniv, rullverktyg med pianotråd, fyrkantstråd eller kevlartråd. Tänk på att om det ryker så är det stor risk att temperaturen har blivit för hög och att flyktiga isocyanater bildas.

Gjuteriarbeten och arbeten som innebär upphettning av mineralull

Vid kraftig upphettning (termisk nedbrytning) av amino- och fenolformaldehydplast och vissa andra plastmaterial preparerade med urea som bl.a. används som gjutkärnor och i bindemedel i mineralull, har man uppmätt höga halter av de alifatiska monoisocyanaterna isocyansyra och metylisocyanat (se vidare Monoisocyanater, sid. 48). Några diisocyanater eller aromatiska monoisocyanater bildas inte ur dessa plaster. Dessa plastmaterial används som bindemedel till gjutkärnor inom gjuteriindustrin och som bindemedel för syntetiska oorganiska fibrer (glas- och mineralullsbindemedel).

Då den s.k. Cold-box metoden används för framställning av gjutkärnor inom gjuteriindustrin används MDI som bindemedel. Då denna teknik används bildas både mono- och diisocyanater när materialet



termiskt sönderdelas vid gjutningen.

**Till 22 §** Prepolymeriserade isocyanater har lägre flyktighet än monomera diisocyanater och därmed minskar exponeringsrisken. Om man ändå måste välja monomer diisocyanat, bör man i första hand välja en diisocyanat med låg flyktighet. Teknisk kvalitet av MDI kan innehålla restmängder fenylisocyanat som förorening vilket kan medföra problem eftersom fenylisocyanat har förhållandevis hög flyktighet. Rester av monomera diisocyanater finns ofta i prepolymeriserade diisocyanater men saknas normalt i blockerade diisocyanater. Vissa prepolymeriserade diisocyanater kan dock innehålla hög halt av monomer diisocyanat, t.ex. MDI.

Innan man bestämmer sig för att använda en viss diisocyanat är det viktigt att inhämta all tillgänglig information om diisocyanatens hälsorisker och om hur de förebyggs. Det är också viktigt att beakta den totala risken med komponentblandningen. Bl.a. kan tillsats av amin som katalysator medföra en ökning av totalrisken beroende på aminens egenskaper. Vid den totala riskbedömningen kan det därför vara av betydelse att även riskerna med den amin man tänkt använda till framställning av slutprodukten beaktas. Risken kan reduceras t.ex. genom att man använder polyol med från början tillsatt amin för att slippa hantera amin i ren form och/eller genom att man använder amin med låg flyktighet.

På tillfälliga arbetsplatser kan svårigheten att ordna goda hygienförhållanden vara stor. Det är då särskilt angeläget att redan på projekteringsstadiet bedöma om uretanplastkomponent överhuvudtaget måste användas för ett visst ändamål. Bestämmelser om projekteringsansvar vid byggnads- och anläggningsarbete finns i föreskrifterna om byggnads- och anläggningsarbete. Se även sid. 21 i dessa kommentarer.

**Till 23 §** Som framhållits i kommentaren till 19 § bygger arbetsmiljölagen på tanken att arbetsplatserna i första hand skall utformas så att personlig skyddsutrustning inte behöver användas. Vid t.ex. isoleringsarbete med polyuretanskum, mattläggning med polyuretanhaltigt lim eller vid arbete i trånga utrymmen kan det dock ofta framstå som orimligt eller omöjligt att ordna tillräckligt god ventilation vid appliceringen och andningsskydd kan då behöva användas.

Diisocyanater har starkt sensibiliserande egenskaper och har ett mycket lågt hygieniskt gränsvärde. I oventilerade eller svårventilerade utrymmen finns stor risk för att höga koncentrationer av isocyanater i luften byggs upp. Detta betyder att man måste använda mycket hög skyddsfaktor på det andningsskydd som kan behövas för att hälsoeffekter inte skall uppstå. Det bästa skyddet ger tryckluftsmatad andningsskydd (högst skyddsfaktor) tack vare att det ger övertryck i masken.

Det finns andra andningsskydd än tryckluftsmatade som också kan ge bra skydd (hög skyddsfaktor). I en del fall kan masker med gasfilter med aktivt kol vara tillfyllest. Bedömning får ske från fall till fall. De vanliga isocyanaterna (t.ex. TDI, MDI och HDI) tas upp bra av de gasfilter med aktivt kol som finns på marknaden och som man normalt använder till andningsskydd. Det går också att skydda sig med filterskydd mot monoisocyanaterna ICA och MIC om rätt kol väljs. Av detta följer att filterskydd kan fungera mot alla slags isocyanater. Diisocyanater kan emellertid förflyktigas vid uppvärmning och sedan vid avkylning bilda partiklar (aerosoler). Då behöver gasfiltret kombineras med ett partikelfilter med hög avskiljningsförmåga (filterklass P3) för att uppnå tillräcklig skyddsnivå.

Paragrafens andra mening innebär att om tryckluftsmatad andningsskydd av någon anledning inte går att använda och ett icke tryckluftsmatad andningsskydd är otillräckligt, så får arbetet inte utföras manuellt.

För vidare diskussion om val av andningsskydd, se kommentarerna till 19 §.

**Till 24 §** Vid vissa arbeten kan det visa sig orimligt att använda härdkammare eller likvärdig anordning under härdningen eftersom objektet inte kan flyttas. Som exempel kan nämnas isoleringsarbete med polyuretanskum, mattläggning med polyuretanhaltigt lim. Den särskilda skyddsåtgärd som normalt kommer ifråga i sådana fall är andningsskydd under arbetet (se 23 § med kommentarer).

Andra särskilda skyddsåtgärder kan vara att avspärra eller på annat sätt avgränsa arbetsområdet under härdningen. (Jämför även 11 § med kommentarer).

Vid appliceringen genom sprutning kan även 12 § andra stycket vara tillämpligt.

Andra exempel på tillfällen då det kan framstå som orimligt att ordna härdkammare är vid användning av produkter som härdras genom inverkan av luftens fuktighet, såsom fogs-kum och vissa lim, och vid användning av vissa fixationsbandage som härdras genom att de doppas i vatten före appliceringen.

**Till 25 §** Det är viktigt att flyktiga isocyanatkomponenter förvaras på säkert sätt så att exponering för isocyanat undviks. Förvaringsutrymmet bör placeras så att det inte behöver passeras i onödan. På grund av isocyanaternas hälsoskadlighet bör vid förvaring av större mängder isocyanat, utrymmet förses med sensor och larm för utläckage av isocyanater.

## Akrylatplast

### Bakgrund

Akrylater är en samlingsbenämning för en serie kemiska föreningar, som utgör estrar bildade ur akrylsyra eller akrylsyraföreningar och alkoholer. Akrylestrar är utgångsmaterial vid tillverkning av akrylatprodukter, bl.a. akrylatplaster.

Dessa plaster förekommer dels som termoplaster, dels som härdplaster. Härdbara akrylatbaserade system/produkter kan ingå i bl.a. screen- och tryckfärger, färger och lacker för ytbehandling, golvbeläggningsmassor, dentalmaterial, cement för fixering av ortopediska endoprotoser, gjuthartser, fotopolymeriserbara tryckplattor (klichéer) inom tryckerier samt lim. Akrylater används också inom kosmetisk nagelbehandling.

Ett viktigt exempel på användning av akrylatplastkomponenter är i UV-härdande lacker och tryckfärger. De består av basbindemedel innehållande en eller flera olika prepolymerer av akrylater. Vanligast är epoxiakrylater. För att få lämplig viskositet på lacken tillsätts vanligen ett reaktivt spädd- och härdningsmedel bestående av multifunktionella (i vissa fall monofunktionella) akrylatmonomerer. De härdare som ingår förbrukas under härdningsprocessen. Själva härdningen startas av en tillsatt fotoinitiator som absorberar UV-energi och därvid startar förnätningen av akrylaterna. Även härdare för härdning utan användning av UV-ljus kan utnyttjas, t.ex. epoxiföreningar och peroxider.

På liknande sätt fungerar också en del av de akrylater som används inom tandvården. De härdras genom att belysas med "blått ljus" (400–500 nm). Dessa akrylater används olerade (bonding) som fästmedel och tätning mellan den urborrade tanden och själva fyllningen. Fyllningen i sin tur består ofta av akrylater som är armerade (kompositfyllningar). Olika akrylater används också för tillverkning av protoser etc. inom dentallaboratorier.

Ett annat exempel är fotopolymeriserbara tryckplattor. Plattorna tillverkas av aluminium eller stål och beläggs med ett skikt av akrylat, vanligen av di- eller multifunktionell typ, och en fotoinitiator. Negativet av fotograferad text eller bild läggs över den belagda plattan som belyses med UV-ljus, varvid de belysta partierna härdras. Ohärdade partier avlägsnas därefter med hjälp av vatten eller organiska lösningsmedel (vaskning). Efterhärdning och torkning av plattan sker i särskilt torkskåp.

Som ytterligare exempel på användning av akrylatplast kan nämnas.

- Lacker som härdras genom användning av elektronstrålning (EB) och som används inom tryckeribranschen. Dessa kräver ingen initiator men fungerar på likartat sätt som de UV-härdande lackerna och tryckfärgerna.
- Följande limmer:
  - a) Anaeroblim, vilket härdras i frånvaro av luft vid kontakt med metalljoner. Det kallas ibland "låsvätska" då dess främsta användning är fixering av gängade förband. Anaeroblim har bred

- användning bl.a. inom bilindustrin.
- b) UV-härdande lim, vilket polymeriserar vid bestrålning med UV-ljus. Används främst inom elektronikindustrin.

### **Hälsorisker**

De flesta akrylatplastkomponenter verkar irriterande på ögon, hud och luftvägar. Irritation kan uppstå vid exponering för ånga, aerosol och damm av sådana produkter. Någon gång kan akrylatkomponenter utlösa astmaanfall. Även damm från bearbetning av härdad akrylatplast kan orsaka liknande effekter på grund av rester av ohärdad komponent i slutprodukten. Det är akrylatplastkomponentens innehåll av akrylatmonomerer, som utgör den största hälsorisken, men även komponentens innehåll av oligomerer och prepolymerer kan öka hälsorisken.

Akrylatplastkomponenter är i regel sensibiliserande vid hudkontakt, dvs. de kan orsaka allergiskt kontakteksem. Metakrylater är i allmänhet mindre sensibiliserande än motsvarande akrylater.

### **Cyanoakrylater**

Cyanoakrylater används till s.k. superlim. Cyanoakrylatlim polymeriserar i kontakt med luft på några sekunder. Det har stark fästförmåga på en mängd material bl.a. plast, gummi och metaller.

Exponering för cyanoakrylater medför allvarliga risker framförallt för luftvägarna. Vid användning av cyanoakrylater gäller därför bestämmelserna om periodisk läkarundersökning med tjänstbarhetsbedömning enligt 16 § i dessa föreskrifter.

### **Strålningsrisker m.m.**

Ultraviolett strålning (UV-strålning) kan vara skadlig för främst hud och ögon. Det är viktigt med skyddande avskärmning. Under inverkan av UV-strålning kan luftens syre omvandlas till ozon. Ozon kan redan i låga koncentrationer verka retande på ögon och luftvägar. Ozon bildas i UV-ugnar när UV-lamporna är tända, men leds normalt bort av den inbyggda ventilationen.

### **Risker för tandvårdspersonal m.fl.**

En speciellt utsatt grupp utgör tandvårdspersonal och tandtekniker. Tandvårdspersonalen handskas visserligen med små mängder material per tandfyllning men arbetet upprepas ett flertal gånger per dag. Tandteknikerna arbetar med större mängder och är än mer utsatta. De ohärdade akrylatkomponenterna som används i tandvården och på dentallaboratorier är ofta mycket allergena och kravet på att ha precision i arbetet gör det dessutom svårt att använda de kraftiga skyddshandskar som idag finns på marknaden och som skulle behövas för ett fullgott skydd. Man behöver därför ofta istället anpassa arbetsmetoder och utrustning för att undgå hudkontakt med akrylatkomponenterna. Det är också viktigt att undvika inandning av ångor och slipdamm.

Nyligen har man också uppmärksammat riskerna för nagelskulptriser som bygger och limmar konstgjorda naglar med akrylater.

**Till 26 §** Det är viktigt från skyddssynpunkt att så långt tekniskt möjligt använda akrylatplastkomponenter, som har lågt ångtryck, dvs. låg flyktighet och låg sensibiliseringsförmåga.

På tillfälliga arbetsplatser kan svårigheten att ordna goda hygienförhållanden vara stor. Det är då särskilt angeläget att redan på planeringsstadiet bedöma om akrylatplastkomponent verkligen måste användas för ett visst ändamål. Bestämmelser om projekteringsansvar vid byggnads- och anläggningsarbete finns i föreskrifterna om byggnads och anläggningsarbete. Se även sid. 21 i dessa kommentarer. Vad som nu sagts gäller inte minst metylmetakrylat, MMA, som används för läggning av fogfria golv. Utöver dess hälsofarlighet för golvläggarna tillkommer att den har en mycket låg luktröskel och en intensiv lukt, vilket har skapat problem bland andra yrkesgrupper som arbetar i

närheten.

**Till 27 §** Om strålkällan inte är rätt injusterad och inte ger avsedd strålningsmängd kan härdningen bli ofullständig. Det ofullständigt härdade godset kan då avge oreagerad akrylatplastkomponent som medför risk för sensibilisering.

Det är samtidigt viktigt att de som utför arbetet inte utsätts för farlig UV-strålning. För att farlig strålning skall hindras är det nödvändigt att strålning inte avges från strålningskällan när lock, lucka e.d. är öppna. Ett sätt att hindra detta kan vara att ordna så att energitillförseln till strålningskällan automatiskt bryts när utrustningen öppnas. Det är naturligtvis också viktigt att kontrollera att strålningsläckage inte förekommer. Observera att strålning också kan avges genom reflexion av UV-ljus från det bestrålade föremålet.

Vid härdning av tandfyllningsmaterial används s.k. blått ljus (400–500 nm). Detta ljus anses ofarligt om man inte lyser direkt in i ögat.

**Till 28 §** Maskiner och utrustning som används vid vaskning kan avge lösningsmedelsånga eller lösningsmedelsaerosol. Dessutom kan de avge uppslammat eller löst beläggingsmaterial (bl.a. ohärdad akrylatplast) och damm. Förutom andra skyddsåtgärder är det därför lämpligt att utrustningen ställs upp i särskild lokal med god allmänventilation.

**Till 29 §** En grundläggande åtgärd för att hindra aerosolbildning är att anpassa maskinhastigheten till viskositeten hos den färg eller lack som används. Det är viktigt att färgen/lacken har konstant viskositet. Den kan regleras genom noggrann kontroll av temperaturen samt genom omrörning så att färgen/lacken blir homogen.

Tryckerimaskiner kan också behöva förses med vatten- eller luftkyllning. Maskinerna bör vidare vara försedda med temperaturmätare samt kontrollinstrument för valsar och UV-enheter.

Ett sätt att hindra spridning av färgdimma (aerosol) är att kapsla in tryckverket för den strålningshärdande färgen med tillhörande strålningskälla och att automatisera hanteringsledet. Det är då viktigt att inkapslingen utformas så att injustering, färgpåfyllning, rengöring och service kan utföras enkelt och bekvämt. Säkerheten ökar ytterligare om färgpåfyllning och färgbyte i görligaste mån automatiseras, t.ex. genom

- att det finns en automatisk rengöringssekvens för valsarna som gör att färgbyte kan ske utan manuell rengöring mellan färgbytena och
- att valsrengöringsmedlet tas om hand på ett säkert sätt.

Det är angeläget att säkra procedurer skapas för rensning av maskinerna vid papperstrassel etc. eftersom papperen kan vara bestrukna med ohärdad färg/lack.

För rengöring etc. rekommenderas nitrilengångshandskar. Om lösningsmedel används rekommenderas i stället neoprenhandskar. Diskussion om användning och val av handskar och andningsskydd finns i kommentarerna till 19 §.

**Till 30 §** Exempel på förebyggande åtgärder mot lackspridning är

- att ha automatiskt eller slutet system för påfyllning av lack,
- att valla in platsen där lack hanteras eller förse den med gallerdurk över uppsamlingsbehållare,
- att placera appliceringsutrustningen över en uppsamlingsbehållare så att spill från valsar och pump inte sprids över golvet,
- att använda dubbelverkande membranpump för pumpning av lack,
- att förse valsarnas sidostycken med rör och slangar, som ansluts till membranpumpen samt
- att automatisera rengöringen genom att t.ex. förse valsmaskinen med spol- och borstsystem; sådana system finns på vissa limspridningsmaskiner.

## **Amino- och fenoplaster**

### **Bakgrund**

#### ***Aminoplaster***

Aminohartser framställs genom reaktion mellan formaldehyd och amid eller amin. Vanligast är urea (urinämne, karbamid) och melamin, vilka ger ureaformaldehydharts (karbamidformaldehydharts), UF, respektive melaminformaldehydharts, MF. Hartserna levereras som vätskor, spraytorkat pulver eller pressmassor.

Aminohartserna, som är tvärbindbara polymerer och alltså mellanprodukter, härdas vanligen under uppvärmning eller genom sänkning av pH (surgöring) eller genom kombination av båda metoderna till motsvarande aminoplast.

#### ***Användning***

Aminoplaster används som lim, lack och impregnering av papper och textilier. Största användningsområdet är som bindemedel för trä och andra cellulosebaserade produkter (spånskivor, plywood etc.). Av cellulosa fylld pressmassa tillverkas formgods såsom sanitets- och hushållsartiklar, knappar och handtag.

För ytbehandling inom bl.a. träindustrin används i viss omfattning s.k. syrahärdande lacksystem, där aminohartser oftast ingår som bindemedel. För att starta och upprätthålla härdningen tillsätts en mindre mängd syra, vanligen p-toluensulfonsyra. Syrahärdande lacker av aminoplasttyp förekommer också som s.k. enkomponentlacker. De innehåller då härdare i blockerat tillstånd. Härdningen initieras genom att accelerator tillsätts före appliceringen.

#### ***Fenoplaster***

Fenoplast framställs genom reaktion mellan fenoler och aldehyder. Den mest använda aldehyden är formaldehyd. Fenoplast framställs i flera steg. Först reageras fenol i överskott med aldehyd. Då bildas fenolformaldehydharts. Detta i sin tur kan härdas på olika sätt, bl.a. genom värme eller ytterligare tillsatts av formaldehyd eller formaldehydavgivande ämnen såsom paraformaldehyd eller hexametylentetramin till färdig plast.

#### ***Användning***

Fenolformaldehydhartserna används som lamineringshartser, gjuthartser och lackhartser (novolacker). De används vidare som lim i t.ex. utomhusplywood och båtplywood, i spånplattor samt som bindemedel i bromsbelägg, i slipskivor, i magnetkärnor och i formsand. De används också som bindemedel för syntetiska oorganiska fibrer i glasfiber- och mineralullsmattor. Ytterligare användningsområden finns.

p-tert-Butylfenol-formaldehydharts används som bindemedel och kan förekomma i produkter som t.ex. limmer (kontaklim), färger, tape, etiketter, bläck och ytbehandlingsmedel samt i lim för tillverkning av limmade produkter.

Den mest kända fenoplasten är Bakelit som består av fenolformaldehydharts och möjliga tillsatsmedel. Bakelit är den äldsta härdplasten. Den fick en stor spridning redan på 1920-talet. Den har så gott som helt ersatts med andra plastmaterial.

#### **Avgivning av formaldehyd**

I såväl aminoharts som fenolformaldehydharts finns oreagerad formaldehyd, som avdunstar under härdningen. Under härdningsreaktionen kan också formaldehyd bildas. Mängden formaldehyd som avspaltas är beroende av bl.a. råvarornas innehåll av oreagerad formaldehyd, aktuell temperatur,

luftfuktighet och typ av lösningsmedel. För att hindra formaldehydavgivning från de färdiga produkterna tillsätts ofta urea för att binda bildad formaldehyd.

Då syrahärdande lacker härdar bildas formaldehyd kemiskt under själva härdningsprocessen.

Färdiga spånskivor som vattenskadats kan avge mer formaldehyd än torra skivor. Det är därför direkt olämpligt att använda fuktiga eller vattenskadade spånskivor som byggmaterial, i synnerhet inomhus.

### **Hälsorisker**

Amino- och fenol-formaldehydhartser kan ge upphov till kontaktallergier. Allergier mot hartser baserade på fenol respektive p-tert-butylfenol är vanligare än kontaktallergi mot hartser baserade på urea eller melamin. Hartser baserade på fenol används ibland lösta i organiska lösningsmedel som exempelvis metanol eller toluen och kan då dessutom medföra exponering för dessa lösningsmedel.

Vid hantering av amino- respektive fenol-formaldehydhartser eller av produkter som innehåller dessa hartser finns risk för exponering för formaldehyd (se ovan).

Formaldehyd ger vid låga halter i luften upphov till irritation i ögon och andningsvägar hos många människor. Formalin (formaldehyd löst i vatten) kan även orsaka allergiska eksem. Mutagen effekt av formaldehyd har påvisats i laboratorieförsök. I djurförsök har långvarig inandning av formaldehyd givit upphov till näscancer. I Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar är formaldehyd klassificerad som cancerframkallande och sensibiliserande.

Vid termisk nedbrytning av amino- och fenolformaldehydplast preparerad med urea har man uppmätt höga halter av de alifatiska monoisocyanaterna isocyansyra och metylisocyanat (se även avsnitten om gjuteriarbete, sid. 54, och om monoisocyanater, sid. 48).

**Till 31 §** Vattenburen lack för trägolv kan i de allra flesta fall användas med tillfredsställande tekniskt resultat. Användning av vattenburen lack innebär att man undviker exponering för såväl lösningsmedel som formaldehyd. Golv som tidigare behandlats med formaldehydavgivande syrahärdande lacker eller, vid fabriksstillverkat golv, med UV-härdande akryllack, kan överlackas med vattenburen lack under förutsättning att ytan är fri från fett, vax, polish och dylikt.

Ett fåtal mindre vanliga träslag som donauk, brunbok och diamantfuru anses svåra att lackera med vattenburen lack. Efter grundlackering med lösningsmedelsburen grundlack, som på tillfällig arbetsplats alltså inte får vara av formaldehydavgivande syrahärdande typ, kan vid förnyad strykning vattenburen lack användas. Golv av ovanstående träslag utgör idag endast c:a 3 % av den golvyta som läggs.

**Exempel på områden där användning av epoxiplastkomponent enligt 21 § i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hårdplaster (AFS 2005:18) kan vara motiverad**

Användningsområde	Exempel på objekt för vilka epoxiplastkomponent kan behöva användas	Egenskapskrav som kan motivera användning av epoxiplastkomponent
Livsmedelshantering	Golv, vägg, inredning	Lätthet att rengöra, underhållsfrihet, porfrihet*)
Operationssalar, hygienutrymmen och transportvägar (kulvertar) på sjukhus	Golv, vägg, inredning	Högt ställda hygienkrav, porfrihet*) Underhållsfrihet bl.a. avseende resistens mot mekanisk nötning
Laboratorier, kemiska och biologiska	Golv, vägg, inredning	Lätthet att rengöra, kemikalieresistens, porfrihet*)
Kemikaliehantering t.ex. inom kemisk industri inkl. läkemedelsindustri lagring av kemiska ämnen inkl. motorbränslen	Golv, vägg, avlopp, tankar, behållare, apparater och andra konstruktioner inkl. svåråtkomliga ytor och detaljer	Kemikalieresistens, lätthet att rengöra, porfrihet*), underhållsfrihet
Bassänger t.ex. i badhallar, vattenverk och avloppsreningsverk	Botten, vägg, angränsande ytor och utrustning	Lätthet att rengöra, kemikalieresistens, porfrihet*)
Kärnkraftsstationer "kontrollerad area" (reaktorinneslutning, hjälpsystembyggnader m.m.) samt vissa angränsande utrymmen	Golv, vägg, tak, mekaniska detaljer	Lätthet att rengöra, resistens mot högttrycksrengöring. Åldringshärdighet, förmåga att motstå ånga med hög temperatur
Tunga transporter	Golv t.ex. truckvägar	Hög hållfasthet och resistens mot mekanisk nötning
Mekaniska konstruktioner i korrosiv miljö. Vissa motorredskap såsom saltspridare, krossar inom t.ex. anläggningsindustri	Fackverk och andra svåråtkomliga ytor, delar som är utsatta för betydande nötning eller korrosion	Underhållsfrihet, god hållfasthet, kemikalie- och fuktresistens

\* Porfrihet underlättar rengöring samt försvårar tillväxt av mikroorganismer t.ex. bakterier, svamp och virus.

<b>Användningsområde</b>	<b>Exempel på objekt för vilka epoxiplastkomponent kan behöva användas</b>	<b>Egenskapskrav som kan motivera användning av epoxiplastkomponent</b>
Vattenkraftstationer	Vattenberörda stål- och betongkonstruktioner	Resistens mot mekanisk påverkan, vatten och föremål
Betongkonstruktioner	Sprickor och andra skador i betong, montering av fugelement, bultförankring	God inträngningsförmåga, snabb härdning, hållfasthet, vidhäftning, resistens mot mekanisk nötning
Brobyggnad	Skadade betongbanor, vissa stålkonstruktioner, kantförseglingar av asfaltisolering	God inträngningsförmåga, hållfasthet, vidhäftning, snabb härdning, resistens mot mekanisk nötning
Bergförstärkning	Sprickor i berg	God inträngningsförmåga, hållfasthet, vidhäftning
Bergrum	Svåråtkomliga ytor	Underhållsfrihet
Fartyg	Skeppsbotten, tankar, lastoljerör, maskinutrustning, svåråtkomliga ytor och detaljer	Underhållsfrihet, kemikalie- och fuktresistens, hållfasthet
El- och teleutrustning	Täta förslutningar på el- och telekablar  Montage och reparation av elmaskiner t.ex. isolering av elektriska lindningar	Snabb härdning vid fukt och kyla, vidhäftning, fuktresistens  Driftsäkerhet vid samtidiga höga elektriska, mekaniska, termiska och kemiska påkänningar
Reparation av ledningsstolpar	Håligheter åstadkomna av skadedjur och fåglar	Snabb härdning vid fukt och kyla, god inträngningsförmåga, hållfasthet



**Ordlista**

Accelerator	Ämne som påskyndar en kemisk reaktion.
Aerosol	I luft svävande partiklar eller droppar.
Aldehyd	Kemisk förening innehållande reaktiv aldehydgrupp. Härdplastkomponent i amino- och fenoplaster.
Alifater	Kolväten med mättad struktur (alifatiska kolväten). De kan ha öppen kolkedja eller ha ringformig struktur (cykloalifatiska).
Allergi	Överkänslighet, där orsaken är ett förändrat reaktionssätt i kroppens immunförsvar, som vanligen uppstår genom upprepade kontakt med ett allergiframkallande ämne. Allergi kan visa sig på olika sätt t.ex. genom kontakteksem, rinnande ögon och näsa, andningsbesvär (astma) m.m.
Alveolit	Inflammation av lungblåsorna. Kan vara en allergisk reaktion eller effekt av en giftverkan.
Amin	Organisk förening med aminogrupp av basisk karaktär kopplad direkt till en kolatom.
Appretering	Belägga ett fibermaterial t.ex. tyg med ett ämne för att förbättra dess egenskaper (hållfasthet, känsla, glans m.m.).
Armeringsmaterial	Används för att öka den mekaniska hållfastheten hos vissa produkter. T.ex. används glasfiber, kolfiber, borfiber samt olika fibrer av plastmaterial som armeringsmaterial i vissa plastprodukter.
Aromater	Kolväten eller andra cykliska föreningar med plan ringformad omättad struktur, som på grund av speciell elektronstruktur har hög stabilitet.
Astma	Sjukdom i luftvägarna, inte sällan orsakad av en allergi eller annan överkänslighet som leder till ett kroniskt inflammatoriskt tillstånd. Sjukdomen kännetecknas av anfall av andnöd och utandningssvårigheter på grund av kramp och slemhinnesvullnad samt bakomliggande inflammatoriska förändringar i luftrörens finare förgreningar.
Diisocyanat	Isocyanat med två isocyanatgrupper per molekyl. Används som sådana eller i prepolymeriserad form vid polymerisering till uretanplast (PUR).
Eksem	En inflammatorisk reaktion i huden (dermatit) som karaktäriseras av klåda, rodnad och millimeterstora knottor och eventuellt blåsor. Vid mer akuta tillstånd kan svullnad och vätskning uppkomma medan hudförtjockning och fjällning kan förekomma vid kroniska tillstånd. Se även Kontakteksem.
Ekvivalentvikt	Molekylvikt dividerad med antal reaktiva grupper.
Epoxigrupp	Reaktiv, ringformig 3-atomig grupp i molekylen, innehållande en syreatom och två kolatomer.
Epoxiharts	Harts som används för framställning av epoxiplast. (Låg- resp. högmolekylärt epoxiharts se nedan).
Epoxipulver	Pulverfärg innehållande epoxiharts och härdare. Reagerar till epoxiplast vid förhöjd temperatur.
Esterplast	Härdad plast som tillverkats av t.ex. omättad polyester och styren.
Exponering	Utsättning för ett ämne genom t.ex. inandning, förtäring, hudkontakt (exposition).

Exponeringsmätning	Mätning av halten av ett eller flera ämnen i inandningsluften oftast med personburen utrustning.
Fenol	Aromatisk förening innehållande OH grupp(hydroxylgrupp) bunden direkt till aromatringen. Härdplastkomponent för fenoplaster.
Flyktighet	Mått på avdunstningshastighet.
Fyllmedel	Tillsätts för att dryga ut eller för att förbättra mekaniska (fyllmedel, filler) egenskaper hos ett material, t.ex. plast.
Glycidyleter	Typ av kemisk förening som innehåller oreagerad epoxigrupp. Kan användas som reaktivt spädmedel.
Harts	Mellanprodukt vid härdplasttillverkning. Material bestående av organiska föreningar, ofta med hög molekylvikt, fast eller halvfast, lösligt i organiska lösningsmedel. Ordet har tidigare använts synonymt med plast, men bör ersättas med ”plast” vid fullständigt uthärdat material.
Hydrolys	Kemisk nedbrytningsreaktion under inverkan av vatten.
Hyperreaktivitet	En ökad känslighet i slemhinnan för olika stimuli, t.ex. fysikaliska och kemiska faktorer.
Härda	Överföra en härdbar polymer till en fast, stabil, olöslig slutprodukt genom tvärbindningsreaktion.
Härdare	Ämne som tvärbinder kedjemolekyler i en polymer.
Högmolekylärt epoxiharts	Epoxihartsblandning med medelmolekylvikt större än 700.
Inhibitor	Ämne, som hindrar eller fördröjer en kemisk reaktion t.ex. härdning.
Initiator	Ett ämne som startar en kemisk reaktion genom att påverka ingående komponenter så att dessa börjar att reagera. En initiator binds till de komponenter den påverkar och förbrukas således själv under polymeriseringen.
Isocyanat	Typ av kemisk förening som innehåller en (monoisocyanat) eller flera reaktiva grupper (diisocyanat eller polyisocyanat) bestående av kväve, kol och syre. (Se vidare resp. monoisocyanat eller diisocyanat).
Kallhårdande	Som härdar under 30°C.
Katalysator	Ämne som påskyndar en kemisk reaktion utan att själv förbrukas.
Kolväten	Föreningar som består uteslutande av kol och väte. Kolväten kan vara alifatiska, t.ex. hexan och pentan, omättade, (olefiniska), t.ex. eten, propen och acetylen, alicykliska, t.ex. naftener, eller aromatiska, t.ex. bensen, toluen, xylen och styren. Polycykliska aromatiska kolväten, t.ex. benso(a)pyren, har kondenserad flerringstruktur.
Komposit	Sammansatt material bestående av två eller flera faser, av vilka en, vanligen sammanhängande, fungerar som bindemedel, medan den andra, t.ex. i form av fibrer eller partiklar, utgör armering eller förstyvning.
Kontakteksem	Eksem som uppkommer efter hudkontakt med visst ämne. Det indelas i icke-allergiskt (irritationseksem) och allergiskt kontakteksem.  Det icke allergiska kontaktekset uppkommer genom upprepad hudkontakt med hudirriterande ämnen eller faktorer, exempelvis i olika former av våtarbeten (vanligast) eller i arbeten där man kommer i kontakt med lösningsmedel, oljor, torrt damm eller smuts.

	Allergiskt kontakteksem uppkommer när sensibilisering skett på ett hudområde mot ett visst ämne och det har utvecklats en specifik överkänslighet. Vid förnyad exponering för ämnet, kan eksem utlösas var som helst på kroppen. Se även Eksem.
Laminat	Material uppbyggt i flera skikt av olika komponenter eller olika material.
Lågmolekylärt epoxiharts	Epoxihartsblandning med medelmolekylvikt mindre än 700 (flytande).
Lösningsmedel	Vanligen organiska vätskor som huvudsakligen används för att lösa, späda eller förtunna andra ämnen. Ett lösningsmedel kan bestå av ett kemiskt ämne eller en blandning av flera kemiska ämnen.
Makromolekyl	Molekyl, vars molekylvikt är mycket hög.
Medelmolekylvikt	Vägt medelvärde av ingående molekylers molekylvikter.
Mjukgörare	Ämne som tillsätts vid plasttillverkningen för att förbättra de elastiska egenskaperna hos plasten.
Molekylvikt	Summan av atomvikterna för de atomer som ingår i molekylen.
Monoisocyanat	Dessa kännetecknas av att de endast innehåller en isocyanatgrupp per molekyl. Monoisocyanater används inte vid tillverkning av uretanplast utan uppstår enbart som luftförorening vid termisk nedbrytning av uretanplast och vid termisk nedbrytning av vissa andra materialkombinationer innehållande kväve.
Monomer	Enkel molekyl med förmåga att kunna sammankopplas med flera andra molekyler av samma eller olika slag till större molekyler (polymerer). Dessa får ofta namn efter monomeren föregånget av poly- eller följt av -plast.
Oligomer	Molekyl uppbyggd av ett fåtal monomerer, vanligen 2–10.
Peroxid	Instabil syrerik förening som lätt avger syre.
Poly-	= många. Anger oftast att ett ämne är högmolekylärt (plast). För viss plasttyp används uttryck med antingen poly- eller -plast, t.ex. polyester, polyuretan eller esterplast, uretanplast. I dagligt tal kan både poly- och -plast ingå i beteckningen t.ex. polyuretanplast.
Polymer	Mycket stor molekyl som byggs upp av mindre repeterande enheter, s.k. monomerer.
Polymerisera	Låta mindre kemiska enheter (monomerer) reagera genom sammankoppling till stora enheter, makromolekyler, i form av kedjor eller nätverk ofta med mycket hög molekylvikt.
Polyol, polyeter, polyester	Makromolekylära kemiska föreningar (hartser). Polyeter och polyester används också som beteckning på den färdiga plasten.
Prepolymer	Polymer med ofullständig polymerisationsgrad. Kan ses som en delvis polymeriserad slutpolymer.
Prepolymeriserad isocyanat	Isocyanatmonomerer som delvis reagerat (förreagerat) med en polyol till större molekulstorlek. Totalantalet reaktionsbenägna isocyanatgrupper har på så sätt reducerats.
PUR	Polyuretan.
Reaktivt spädmiddel	Spädmiddel av epoxityp som används för att göra epoxiblandningar mer lättflytande och applicerbara.
Respirabla partiklar	Partiklar som kan nå längst ned i lungorna (alveolerna)

Sandwich-konstruktion	Skiktad kombination av material, t.ex. armerad esterplast och cellplast, som ger hög styvhet, god isolering e.d.
Sensibiliserande ämne	Ämne man kan bli överkänslig för, så att en mycket liten mängd kan utlösa allergiska besvär.
Stabilisator	Ämne som förhindrar att plast e.d. med tiden förändras (bryts ned) av t.ex. ljus, värme, luft.
Uretanplast	Alternativt namn på polyuretan.