

ALLMÄNNA RÅD 93:9

# AVFETTNING av metall

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningsadress:**

Naturvårdsverket  
Kundtjänst  
171 85 SOLNA  
Telefon 08-799 10 00  
Fax 08-20 00 78

**Teknisk information:**

Naturvårdsverket  
Industritekniska avdelningen  
171 85 Solna  
Telefon 08-799 10 00  
Fax 08-89 99 02

ISBN 91-620-0079-9

ISSN 0282-7271

© Naturvårdsverket 1993

Ansvarig utgivare: Ingvar Bingman

Illustrationer: Kjell Ström

Grafisk form: Ord & Bildmakarna

Tryckning: Tryckindustri, Solna 1993

Upplaga: 3 000 ex.

---

# FÖRORD

Dessa Allmänna råd är avsedda att fungera som vägledning för företag vid val och utformning av avfettningsutrustning samt för tillstånds- och tillsynsmyndigheter i deras arbete.

Huvudansvariga inom Naturvårdsverket för utformningen av dessa Allmänna råd har varit Inger Grunden och Anna Westerlund. Genom remissförfarande har följande intressenter givits tillfälle att lämna synpunkter:

Kemikalieinspektionen  
Arbetskyddsstyrelsen  
Länsstyrelser  
Miljö- och hälsoskyddskontor  
Branschorganisationer  
Branschinstitut  
Företag  
Svenska arbetsgivareföreningen  
Svenska kommunförbundet

Beslut om utgivning av dessa Allmänna råd har fattats av Naturvårdsverkets ställföreträdande generaldirektör.

Solna i augusti 1993

Statens naturvårdsverk

---

# INNEHÅLL

FÖRORD 3

SAMMANFATTNING 7

SUMMARY IN ENGLISH 11

INLEDNING 15

ALLMÄNT OM AVFETTNING 17

Val av tvättvätska 18

Tvättekniker 19

Förlängning av badets livslängd 23

Sköljning 25

Torkning 29

Avledning av avloppsvatten 29

Avfall 30

Förvaring och hantering av kemikalier och avfall 31

Kontroll 33

Sammanfattning av råd 33

MINSKNING AV AVFETTNINGSBEHOVET 34

Minskad nedsmutsning av godset 34

Ifrågasätt avfettningsbehovet 33

Sammanfattning av råd 35

AVFETTNING MED

ORGANISKA LÖSNINGSMEDEL 36

Allmänt 36

Miljö- och hälsoeffekter 37

Processutformning 39

Återvinning och reningsteknik 40

Sammanfattning av råd 42

---

## VATTENBASERAD AVFETTNING 44

- Allmänt 44
- Miljö- och hälsoeffekter 45
- Processutformning 45
- Recirkuleringsteknik 46
- Reningsteknik 49
- Sammanfattning av råd 53

## AVFETTNING MED MIKROEMULSIONER 54

- Allmänt 54
- Miljö- och hälsoeffekter 55
- Processutformning 55
- Recirkuleringsteknik 55
- Reningsteknik 56
- Sammanfattning av råd 56

## ANDRA AVFETTNINGSMETODER 57

- Vakuum 57
- Plasmarengöring 57
- Koldioxid 58
- Blästring med koldioxid 58
- Förbränning 58

## GÄLLANDE LAGSTIFTNING M M 59

## LITTERATURFÖRTECKNING 61

## BILAGOR

- Exempel  
på förbehandling och rengöring av några plaster 64
- Metoder för att mäta renhet 67
- Ordförklaring 70

---

# SAMMANFATTNING

I miljöpropositionen (1991) har restriktioner mot användningen av klorerade lösningsmedel uttalats. Förbud mot yrkesmässig hantering av vissa klorerade lösningsmedel kommer att träda i kraft 1993, 1995 och 1996.

Förbuden innebär att en övergång från avfettning med klorerade lösningsmedel till andra avfettningmetoder måste ske. Alternativen är framför allt vattenbaserad avfettning samt avfettning med mikroemulsioner och icke klorerade lösningsmedel. Dessa alternativa metoder bör utformas så att hälso- och miljöpåverkan minimeras.

Eftersom avfettning alltid innebär en miljöbelastning bör man i första hand se över produktionen i syfte att finna möjligheter att minska avfettningens behov. I vissa fall kanske ingen rengöring behövs över huvudtaget.

En genomgång av de kemikalier som används bör också göras och de kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas. Kemikalieleverantörerna är, enligt lagstiftningen om kemiska produkter, skyldiga att uppge vilka risker för hälsa och miljö kemikalierna kan medföra och hur avfallet bör hanteras.

Vid vattenbaserad avfettning eller när mikroemulsioner används är det av stor vikt att badens livslängd förlängs så långt som möjligt. Sköljvattenförbrukningen bör minimeras genom flerstegs motströmssköljning och utdragsförlusterna bör minskas så långt som möjligt.

Vid avfettning med organiska lösningsmedel eller mikroemulsioner har valet av lösningsmedel betydelse för hur allvarlig hälso- och miljöpåverkan blir. I första hand bör lågmolekylära alkoholer väljas. Alla lösningsmedel innebär dock en påverkan ur miljö- och hälsosynpunkt. Anläggningen bör därför utformas så att avgången av lösningsmedel blir så liten som möjligt. Utsläppet av från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel bör begränsas till 0,2-0,5 kg/timme, m<sup>2</sup> badyta. Lösningsmedel bör återvinnas i de

fall avfettning sker med klorerade lösningsmedel eller andra från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel.

Förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet, oljehaltigt slam och lösningsmedel bör betraktas som miljöfarligt avfall. Omvänd osmos (RO) eller annan metod med motsvarande resultat bör normalt användas för behandling av avfettningsbad och första sköljvattnet. Vid installation eller större ombyggnad av avfettningsutrustningar bör i varje enskilt fall alltid en bedömning göras av vart avloppsvattnet skall avledas. Behandlat avloppsvatten bör avledas till kommunalt avloppsreningsverk endast om det bara innehåller behandlingsbara föroreningar och om det inte stör reningsprocesserna.

Vid övergång till annan avfettningsmetod bör beskrivna åtgärder vidtas vid bytet. Vid övriga anläggningar bör åtgärderna vara vidtagna senast 1996-01-01.

## Råd

### Allmänt

- Användningen av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Utdragsförlusterna bör minimeras genom att åtgärderna i dessa Allmänna råd vidtas.
- Vattenbesparande åtgärder bör vidtas så långt som möjligt. Motströmssköljning med minst tre steg bör användas där så är möjligt.
- En bedömning från miljösynpunkt bör alltid göras av vart processavloppsvattnet skall avledas.
- Olja och fett från godsrengöring i avfettningsutrustning, förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet samt lösningsmedel och lösningsmedelskontaminerat avfall bör betraktas som miljöfarligt avfall.
- Mängden avfall som skall omhändertas slutligt bör reduceras så långt som möjligt.
- Miljöfarliga ämnen bör förvaras och hanteras enligt dessa Allmänna råd.

## Minskning av avfettningsbehovet

- Godset bör hanteras så att nedsmutsning undviks och processen utformas så att antalet hanteringssteg minimeras.
- Svårlosliga bearbetningsoljor, vaxer och dylikt bör undvikas.
- Behovet av rengöring med hänsyn till efterföljande behandlingssteg bör definieras.

## Avfettning med organiska lösningsmedel

- Följande avvecklingsplaner gäller för yrkesmässig hantering av klorerade lösningsmedel:

<b>Lösningsmedel</b>	<b>Avvecklat till</b>
Koltetraklorid	93-11-01
1,1,1-trikloretan	95-01-01
Triklöretylen	96-01-01
Metylenklorid	96-01-01

Halogenerade lösningsmedel i övrigt bör heller inte användas. Av övriga organiska lösningsmedel bör lågmolekylära alkoholer användas i första hand.

- Utrustning för avfettning bör konstrueras och skötas så att en så liten mängd lösningsmedel som möjligt avgår. Utsläppet av lösningsmedel bör, för från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel, begränsas till 0,2-0,5 kg/h, m<sup>2</sup> badyta.
- Anläggningar för från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel bör vara försedda med system för återvinning och recirkulering av lösningsmedel. Avskiljningsgraden bör uppgå till minst 95% och lösningsmedelshalten i utgående luft bör ej överstiga 20 mg/m<sup>3</sup>.
- Avfettning bör ske i en sluten anläggning. Luckor bör vara utformade så att turbulens inte uppstår i ångzonen och så att de endast öppnas vid in- eller utförsel av gods. Åtgärder bör vidtas för att minska utdraget.
- Fribordskvoten bör vara >0,75, helst >\_1,0.
- Kylslingor bör ha en arbetstemperatur av ca -25°C.
- Regenereringsvatten bör renas genom luftning i stripper. För klorerade lösningsmedel gäller att om utsläppsmängderna överstiger 30 kg/år bör vattnet renas, så att halten klorerade lösningsmedel understiger 0,1 mg/l.



## Vattenbaserad avfettning

- Avfettningssystem bör utformas med inkapsling och ventileringslösningar så att avgång av badångor till arbetsmiljön minimeras.
- Användning av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Åtgärder bör vidtas för att förlänga badens livslängd så långt som det är tekniskt möjligt om det är rimligt med hänsyn till anläggningens storlek.
- Förbrukade avfettningssystem och första sköljvattnet bör renas med ultrafilter och omvänd osmos eller metod som ger motsvarande resultat eller skickas till anläggning med tillstånd för omhändertagande.
- Förbrukade avfettningssystem, första sköljvattnet eller permeat från ultrafiltrering bör ej neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten i en neutraliseringsanläggning.

## Avfettning med mikroemulsioner

- Användning av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Förbrukade avfettningssystem och första sköljvattnet bör renas med ultrafilter och omvänd osmos, metod som ger motsvarande resultat eller skickas till anläggning med tillstånd för slutligt omhändertagande.
- Förbrukade avfettningssystem, första sköljvattnet eller permeat från ultrafiltrering bör ej neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten i en neutraliseringsanläggning.

---

# SUMMARY

The Government Environmental Bill of 1991 proposed restrictions on the use of chlorinated solvents. Bans on the commercial handling of certain chlorinated solvents will enter into force in 1993, 1995 and 1996.

The bans mean that a changeover must be made from degreasing with chlorinated solvents to other degreasing methods. The principal alternatives are aqueous degreasing and degreasing with microemulsions and non-chlorinated solvents. These alternative methods should be designed so that their health and environmental impact is minimized.

Since degreasing always entails an environmental load, attention should first be turned to the production process in order to find ways to reduce the need for degreasing. In some cases it may not be necessary to do any degreasing at all.

A review should also be made of the chemicals that are used in the process, and all chemicals that are toxic, poorly degradable or liable to bioaccumulate should be avoided. According to Swedish chemical products legislation, the chemical manufacturers are obliged to state what risks to health and the environment can be associated with the chemicals and how the waste should be handled.

When aqueous degreasing agents or microemulsions are used, it is of great importance that the life of the baths be extended as much as possible. Rinse water consumption should be minimized by means of multi-stage countercurrent rinsing, and drag-out losses should be reduced as far as possible.

In the case of degreasing with organic solvents or microemulsions, the choice of solvent is of importance for how serious the impact on health and the environment is. Lowmolecular alcohols should be chosen wherever possible. All solvents have some health and environmental impact, however, so the plant should be designed to minimize solvent emissions. Emissions of environmentally less-preferable solvents should be limited to 0,2-0,5 kg/h, m<sup>2</sup> of bath surface.

## SUMMARY

---

Solvents should be recovered when degreasing is performed with chlorinated solvents or other environmentally less-preferred solvents.

Spent degreasing baths, the first rinse water, oil-containing sludge and solvents should be regarded as hazardous waste. Reverse osmosis (RO), or some other method with similar results should normally be used for the treatment of degreasing baths and the first rinse water. In conjunction with the installation or major rebuilding of degreasing equipment, a judgement should always be made in each individual case of where the wastewater is to be drained to. Treated wastewater should be drained to a municipal sewage treatment plant only if the impurities it contains are all treatable, and if it does not disturb the treatment processes.

The measures described above should be adopted when a changeover is made to another degreasing method. At all other plants, the measures should be adopted by not later than 1 January 1996.

# Guidelines

## General

- The use of chemicals that are toxic, poorly degradable or liable to bioaccumulate should be avoided.
- Drag-out losses should be minimized by adopting the measures in these General Guidelines.
- Water-conserving measures should be adopted wherever possible. Countercurrent rinsing with at least three stages should be used where possible.
- An environmental assessment should always be carried out to determine where the process wastewater should be drained to.
- Oil and grease from workpiece cleaning in degreasing equipment, spent degreasing baths, the first rinse water and solvents and solvent-contaminated waste should be regarded as hazardous waste.

- The quantity of waste to be disposed of should be reduced as far as possible.
- Hazardous substances should be stored and handled in accordance with these General Guidelines.

## Reducing the need for degreasing

- The workpiece should be handled so that contamination is avoided and the process designed so that the number of handling steps is minimized.
- Poorly soluble cutting fluids, waxes and such like should be avoided.
- The need for cleaning, considering subsequent treatment steps, should be defined.

## Degreasing with organic solvents

The following phaseout plans apply to commercial handling of chlorinated solvents:

<b>Solvent</b>	<b>Phaseout deadline</b>
Carbon tetrachloride	1 November 1993
1,1,1-trichloroethane	1 January 1995
Trichloroethylene	1 January 1996
Methylene chloride	1 January 1996

Other halogenated solvents should not be used either. Of other organic solvents, low-molecular alcohols should be used wherever possible.

- Equipment for degreasing should be designed and cared for so that as little solvent as possible is emitted. Solvent emissions should, for environmentally less-preferred solvents, be limited to 0.2-0.5 kg/h, m<sup>2</sup> of bath surface.
- Plants for environmentally less-preferred solvents should be equipped with systems for recovery and recirculation of solvents. The separation efficiency should be at least 95%, and the solvent concentration in outgoing air should not exceed 20 mg/m<sup>3</sup>.
- Degreasing should take place in a closed system. Doors should be designed so that turbulence does not arise in the vapour zone and so that they are only opened when material enters and leaves. Measures should be adopted to reduce drag-out.

## SUMMARY

---

- The freeboard ratio should be  $>0.75$ , preferably  $\geq 1.0$ .
- Cooling coils should have a working temperature of about  $-25^{\circ}\text{C}$ .
- Regeneration water should be cleaned by aeration in a stripper. For chlorinated solvents, the water should be cleaned so that the concentration of chlorinated solvents is less than  $0.1\text{ mg/l}$  if emissions exceed  $30\text{ kg/y}$ .

### Aqueous degreasing

- Degreasing baths should be designed with enclosure and ventilation so that emissions of bath fumes to the working environment are minimized.
- The use of chemicals that are toxic, poorly degradable or liable to bioaccumulate should be avoided.
- Measures should be adopted to extend the life of the bath as long as is technically possible, if this is reasonable in relation to the size of the plant.
- Spent solvent baths and the first rinse water should be cleaned with ultrafilters and reverse osmosis or a method that provides equivalent results, or be sent to a plant licensed for disposal.
- Spent solvent baths, the first rinse water or permeates from ultrafiltration should not be neutralized together with metal-containing water in a neutralization plant.

### Degreasing with microemulsions

- The use of chemicals that are toxic, poorly degradable or liable to bioaccumulate should be avoided.
- Spent solvent baths and the first rinse water should be cleaned with ultrafilters and reverse osmosis or a method that provides equivalent results, or be sent to a plant licensed for disposal.
- Spent solvent baths, the first rinse water or permeates from ultrafiltration should not be neutralized together with metal-containing water in a neutralization plant.

---

# INLEDNING

Bakgrunden till dessa Allmänna Råd är bland annat de förbud mot användning av vissa klorerade lösningsmedel som kommer att träda i kraft 1993, 1995 och 1996, samt de restriktioner mot användning av klorerade lösningsmedel som uttalats i bland annat 1991 års miljöproposition.

*(Illustration)*

Förbuden innebär att vid många anläggningar måste en övergång ske från avfettning med klorerade lösningsmedel till andra avfettningmetoder. Behovet är därför stort att nu anpassa alternativa avfettningmetoder så att miljöpåverkan från dessa minimeras.

Med dessa Allmänna råd vill Naturvårdsverket understryka vikten av att process- och reningsutrustning utformas och används på ett ur hälso- och miljösynpunkt lämpligt sätt. Verket vill också styra hanteringen av avfall och avledning av avloppsvatten så att de blir miljömässigt godtagbara.

Framsteg vad gäller kemikalieutveckling samt anläggningars tekniska utformning för att minska belastningen på miljön bör utnyttjas där så är tekniskt och ekonomiskt möjligt. Därmed kan även andra än i dessa Allmänna råd beskrivna lösningar komma i fråga.

Vilka åtgärder som kan behöva vidtas vid olika anläggningar kan variera med bl a avfettningens omfattning, använda kemikalier, recipient m.m. De åtgärdskrav som redovisas här motsvarar dock vad Naturvårdsverket normalt anser bör gälla vid avfettningsanläggningar. Vid övergång till annan avfettningsmetod bör beskrivna åtgärder vidtas vid bytet. Vid övriga anläggningar bör åtgärderna vara vidtagna senast 1996-01-01.

Samtliga i dessa Allmänna råd beskrivna alternativ till klorerade lösningsmedel kan, sett utifrån dagens kunskapsnivå, ses som miljömässigt godtagbara om de råd som här beskrivs följs.

Ord märkta med (\*) förklaras i bilaga 3.

---

# ALLMÄNT OM AVFETTNING

Vid bearbetning och hantering av råvaror och halvfabrikat kan dessa lätt smutsas ned. För att möjliggöra efterkommande processteg, t.ex. lackering, eller för att överhuvudtaget kunna hantera godset måste det ofta rengöras.

Vanliga föroreningar på en yta är bearbetningsolja, partiklar samt metaller från bearbetning av godset och reaktionsprodukter som bildats vid olika processteg. Även fingeravtryck från hantering kan förorena godset. Det är väsentligt att godset tvättas så snart efter nedsmutsning som möjligt. Ju längre tiden går desto svårare är det att få godset rent. Visst gods behandlas också inför mellanlagring med rostskyddsolja, som kan behöva tvättas bort före vidare behandling.

Föroreningshalten och vilka föroreningar som förekommer i ett förbrukat avfettningsbad varierar beroende på vilka kemikalier som satts i badet och vilka föroreningar som tvättats bort från godset. Vilken reningsteknik som bör användas för slutbehandling av förbrukade bad måste beslutas i varje enskilt fall utgående från badets innehåll och utsläppta volymer, recipientens känslighet, tekniska möjligheter samt kostnaden. Om miljöfarliga kemikalier kan bytas ut och miljöfarliga föroreningar undvikas kan eventuellt en enklare rening accepteras.

Innan avfettning genomförs bör rengöringsbehovet ifrågasättas. Det har varit och är fortfarande alltför vanligt att gods doppas i ett klorerat bad "för säkerhets skull". I vissa fall kanske ingen rengöring behövs över huvudtaget. I andra fall kanske avfettning kan undvikas genom att godset hanteras varsammare, alternativt räcker det med en lättare rengöring. Se vidare sidan 34.

Ett viktigt steg i att minska utsläppen är att utbilda den personal som skall sköta anläggningen. Personalen måste bli medveten om orsakerna till utsläppen och deras miljöfarlighet samt riskerna i arbetet och lära sig vilka åtgärder som kan vidtas för att förhindra dem. Det är också väsentligt att anläggningen underhålls på ett riktigt sätt så att en tillfredsställande funktion uppnås.



## Val av tvättvätska

Det finns ett antal olika rengöringsmedel att välja mellan. De i dag vanligaste är alkaliska avfettningsmedel, klorerade lösningsmedel, icke klorerade organiska lösningsmedel och mikroemulsioner.

*(Illustration)*

Faktorer som kan påverka valet av rengöringsmedel är bl.a. miljö- och hälsoaspekter, godsets utformning och material, vilka föroreningar man vill tvätta bort samt hur rent godset måste bli. Väsentligt är också att välja bearbetningsfetter, rostskyddsoljor, avfettningsmedel och avloppsbehandling som passar ihop.

Kemikalier bör väljas som har så låg toxicitet och bioackumulerbarhet som möjligt, är lättnedbrytbara och inte har skadliga effekter på människan. Enligt 5 § lagen om kemiska produkter (1985:426) skall den som använder kemiska produkter undvika sådana produkter som kan ersättas med mindre farliga produkter (utbytesregeln). Genom att välja en kemikalie med låg miljöfarlighet kan eventuellt behovet av rening minskas. I Naturvårdsverkets AR 93:1 ges vägledning till företag om hur lagen om kemiska produkter skall tillämpas.

Kriterier för bedömning av kemiska ämnens miljöfarlighet har utarbetats av kemikalieinspektionen (22). Motsvarande kriterier för beredningar, d.v.s blandningar av ämnen, kommer att utarbetas senare.

Kemikalieleverantörerna är, enligt lagen om kemiska produkter, skyldiga att uppge vilka risker för hälsa och miljö kemikalierna

kan medföra och hur avfallet bör hanteras. Kunskapen om många kemikaliers miljöfarlighet är dock begränsad. Det kan ibland vara svårt att få tillräcklig information från kemikalieleverantörerna för att göra en riktig bedömning av vilka produkter som bör användas.

Förutom att det är miljömässigt motiverat kan det vara ekonomiskt fördelaktigt att använda kemikalier som går bra att recirkulera. Genom recirkulering kan kostnader för såväl kemikalier som avfallsbehandling minskas. Kostnaden för extern destruktion av miljöfarligt avfall är ofta relativt hög, så möjligheten att minska mängderna avfall har stor betydelse för totalkostnaden.

Avfettning av gods med smala spalter eller små håligheter kräver en tvättvätska med låg ytspänning som kan tränga in i små utrymmen. Om godset har detaljer av exempelvis plast eller gummi kan det vara känsligt vilket avfettningsmedel som används och vid vilken temperatur avfettningen sker. Exempel på rengöring av plaster återfinns i bilaga 1. Vid avfettning av aluminium, bly, tenn, zink och magnesiumlegeringar bör man vara försiktig med för högt pH då det kan ge angrepp på metallen. Koppar- och mässingsytor kan mattas vid höga pH.

Utrymmet i vissa fabriker kan vara en begränsande faktor vad gäller val av rengöringsmetod. Vattenbaserade tvättar t.ex. tar betydligt större plats än lösningsmedelstvättar. Då lösningsmedel används måste hänsyn tas till brand- och explosionsrisken.

Hos vissa leverantörer av utrustning finns möjligheter för kunden att prova olika tvättsystem och kemikalier på sina produkter. Vissa maskinleverantörer och kemikalieleverantör samarbetar vilket innebär att utprovningen kan samordnas. Även branschinstitut kan ge information om val av tekniker.

## Tvättekniker

### Grovtvätt

Gods kan i vissa fall grovrengöras genom avtorkning med trasa, blästring, högtryckssprutning med vatten eller med hjälp av vattenånga.

Smågoods som är bemängt med en större mängd olja kan grov rengöras genom centrifugering.

## Dopprensning

Dopprensning kan användas till gods med olika former och är oftast den billigaste rengöringsmetoden. Den vanligast förekommande tvättvätskan är alkalisk, men även sura och neutrala bad och organiska lösningsmedel förekommer.

*(Illustration)*

Godset sänks ned i ett kar med rengöringsvätska. Genom konvektionsströmmar, som erhålls vid värmeförsel eller genom att vätskan sätts i rörelse med hjälp av mekanisk omrörning, förs smuts bort från godsets yta. Ett alternativ är att godset sätts i rörelse. Tvättiden ligger vanligen mellan 3 och 10 minuter. Effekten vid dopprensning kan förstärkas genom mekanisk rengöring, elektrolytisk avfettning eller ultraljud, se sidan 22.

Små detaljer kan avfettas i en roterande trumma. De kan också transporteras genom tvätt- och sköljbad med hjälp av en skruvtransportör\*.

För att underlätta bortpumpningen av botten slam bör karet ha en lutande botten så att slammet samlas på ett ställe. På rengöringsvätskans yta samlas smuts, skum och olja. För att undvika att godset återsmutsas när det tas upp ur badet så bör karet vara försett med utrustning som tar bort föroreningarna från ytan.

## Sprayrensning

Sprayning kan utföras i en maskin eller av en operatör med bärbar sprayutrustning. Sprayrensning används mest vid

vattenbaserad avfettning och avfettning med mikroemulsioner och utförs i såväl kabintvättar\* som tunneltvättar\*. Rengöring i roterande trummor förekommer också.

Rengöringsvätskan pumpas från ett kar och sprayas på tvättgodset. Vanligt spraytryck är 0,5-2 bar. Med högre tryck tillförs mer mekanisk energi vilket hjälper till vid rengöringen av godset. Rengöringstiden kan då förkortas och mildare eller mindre mängd rengöringsmedel kan användas. Vätskan samlas sedan upp i ett kar som bör vara försett med avskiljningsutrustning för ytföroreningar. I vissa fall då föroreningarna är vattenlösliga och det inte är för stor mängd kan rengöringen ske med enbart varmt vatten.

Med sprayrengöring är det svårt att komma åt hela ytan på ett geometriskt komplicerat gods. Speciellt svårt är det i en tunneltvätt. Därför kombineras ibland spray- och dopprengöring.

För att rengöra större objekt kan sprayrengöring med ånga användas. Då blandas rengöringsvätskan med ånga i ett pistolliknande rör med stort spraymunstycke och man får en spray med stor volym.

## Ångrengöring

Ångrengöring innebär att tvättgodset förs in i en kammare med ånga av lösningsmedel som erhålls från ett kokande

*(Illustration)*

bad. Lösningsmedlet kondenserar\* på den kalla godsytan och dropparna tar med sig smuts tillbaka ner i badet. En förutsättning för ett gott tvättresultat är att föroreningarna löser sig i Lösningsmedlet.

Om man inte får ett tillräckligt rent gods med enbart ångrengöring så kan den kombineras med t.ex. sprayning eller dopprengöring.

Som tvättvätska vid ångrengöring används i första hand klorerade Lösningsmedel. Tekniken kan tillämpas även för andra organiska Lösningsmedel, men då ställs högre krav på brandsäkerhet vilket bland annat leder till dyrare anläggningar. I vissa fall då föroreningarna är vattenlösliga och det inte är för stor mängd kan vattenånga användas.

## Ultraljudsrengöring

Ultraljud är ljudvågor med en frekvens över ca 16 000 Hz, dvs över det för människan hörbara området. Energi med hög intensitet överförs i form av ultraljudsvågor till rengöringsbadet och förorsakar snabb bildning och kollaps av mikroskopiska vakuumbåsor. Vid kollapsen uppstår intensiva stötar av vätskan mot godsets yta som då rengörs mekaniskt. Samtidigt ökar omrörningen i badet.

Ultraljud används främst vid rengöring med organiska Lösningsmedel samt vattenbaserade system. En rengöringsutrustning med ultraljud består av ett kar av rostfritt stål med rengöringsvätska, en högfrequensgenerator och ett svängarelement som omvandlar den elektriska signalen till mekanisk energi. Även andra hårda material, t.ex. glas, är tänkbara att använda till karet.

Anläggningskostnaden är relativt hög och ultraljud används därför framför allt när andra metoder inte är tillräckliga. Detta gäller t ex borttagning av hårt bundna eller inbäddade partiklar och rengöring av gods med något porös yta eller komplicerade former.

Rengöringstiden kortas vid användning av ultraljud och metoden kan därför i vissa fall visa sig vara ekonomiskt försvarbar.

Ultraljud kan vara skadligt för hörseln. Det är dock ofta relativt enkelt att begränsa utstrålningen av ultraljud. Arbetarskyddsstyrelsen har gett ut föreskrifter om buller, AFS 1992:10, som berör ultraljud.

## Elektrolytisk rengöring

Vid elektrolytisk rengöring är badet vattenbaserat och oftast alkaliskt. Genom rengöringsvätskan passerar elektriska strömmar och vattnet elektrolyseras. Vätgas respektive syrgas bildas och därmed finns det risk för att knallgas, som är en explosiv gas, bildas. Gasen bidrar till rengöringen genom att den har en skrubbande verkan samt ger god omrörning.

För elektrolytisk rengöring krävs en ståltank eller plastinkladd tank utrustad med värmeelement, katod\*/anod\* och likströms-tillförsel. Smådetaljer kan rengöras i en roterande trumma med invändiga elektroder.

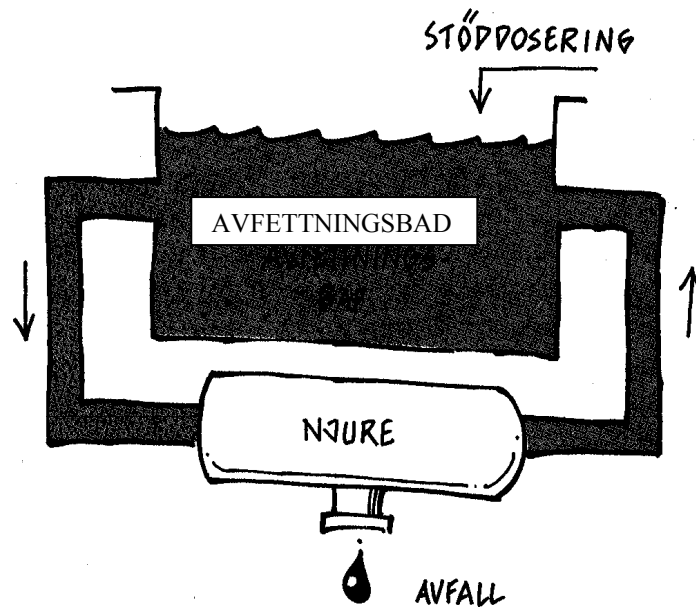
Metoden används när speciellt rena ytor önskas samt för att öka hastigheten för vattenbaserade rengöringsprocesser. Hårt smutsade ytor kan förstöra den elektrolytiska processen, varför elektrolytisk rengöring främst används som ett sista rengöringssteg. Processen kan vara katodisk eller anodisk och tvättgodset utgör då katod respektive anod.

## Förlängning av badets livslängd

Oavsett vilken rengöringsmetod som används så är det väsentligt, såväl miljömässigt som företagsekonomiskt, att beakta alla möjligheter till förlängning av livslängden hos rengöringsbad och sköljvatten. Samtidigt som utsläppen minskar så minskar förbrukningen av och kostnaden för kemikalier. Avfallsvolymer blir mindre och därmed minskar också kostnaden för destruktion.

God skötsel av baden är väsentligt för att erhålla en lång livslängd. Enkla åtgärder såsom att utbilda och motivera driftpersonalen samt att inte slänga skräp i baden kan ge goda resultat.

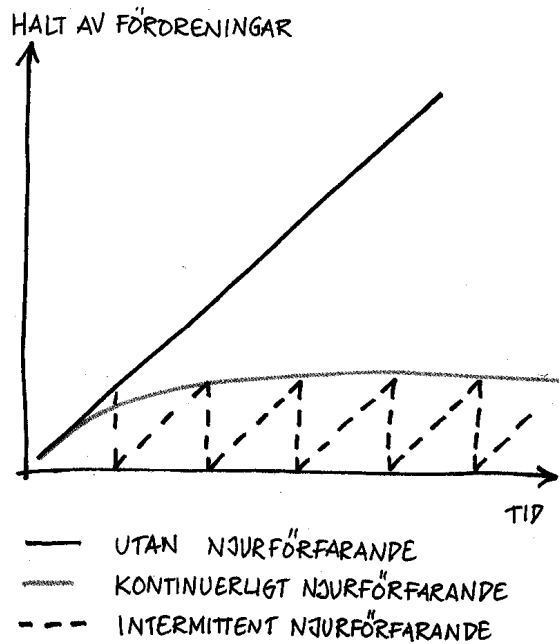
Badens livslängd kan förlängas avsevärt genom att föroreningar i baden avskiljs genom intern rening, så kallad njurteknik. Se bild 1.1 på nästa sida. Detta gäller framför allt vattenbaserade system. Regenerering kan ske antingen satsvis eller kontinuerligt.



1.1

## NJURTEKNIK

I bild 1.2 visas den teoretiska föroreningshalten i ett avfettningssbad som funktion av tiden vid kontinuerlig tillförsel av föroreningar, med och utan njurförfarande.



1.2

## FÖRORENINGSHALT I AVFETTNINGSBAD

Njurteknikerna och möjligheterna till recirkulering varierar beroende på vilken rengöringsvätska och vilka kemikalier som används och vilka föroreningar som finns i badet. Även utrustningens utformning och storlek spelar in. För små anläggningar med små badvolymmer är det inte alltid ekonomiskt försvarbart med en långt gående recirkulering.

För att upprätthålla en god produktkvalitet är det viktigt att kontrollera rengöringsvätskans kvalitet och vid behov stöddosera kemikalier.

## Sköljning

Syftet med sköljning är att minska halten föroreningar på godset, så att efterföljande processbad inte förorenas eller produktens kvalitet försämras. Ett kriterium för god sköljning är att ytorna ser fläckfria ut efter självtorkning.

Gods med plana ytor lämpar sig väl för sprutsköljning, medan gods med håligheter och skålformade fördjupningar bäst rengörs genom doppsköljning i kar. Genom att använda luftinblåsning eller ultraljud vid sköljning kan ett bättre resultat uppnås.

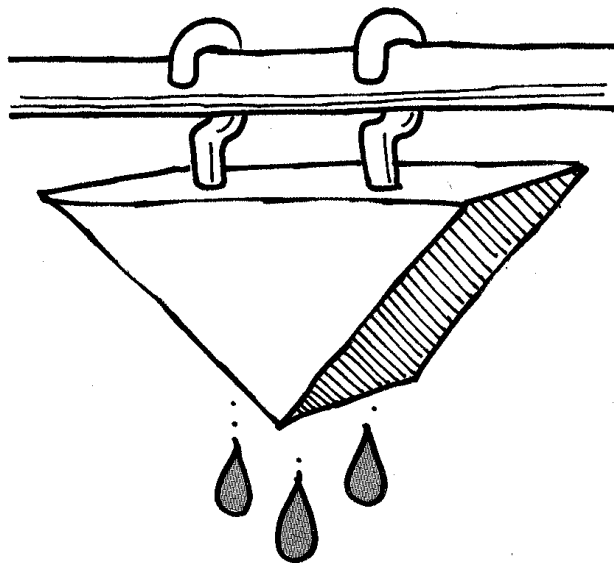
Genom att använda effektiva sköljtekniker kan vattenförbrukningen och därmed avloppsvattenflödet och utsläppet av föroreningar minskas väsentligt.

## Utdragsförluster

Genom minskade utdragsförluster\* reduceras vattenförbrukningen vid sköljning. Ett processbads utdragsmängd beror allmänt på badets kemiska och fysikaliska egenskaper, godsets form och upphängnings- och transportteknik. Här följer ett antal åtgärder som väsentligt kan minska utdragsförlusterna.

- Godsutformning. Godset bör konstrueras så att håligheter där tvättvätskan kan kvarstanna undviks.
- Ytspänning. Låg ytspänning innebär att mer av tvättvätskan rinner tillbaka till badet.



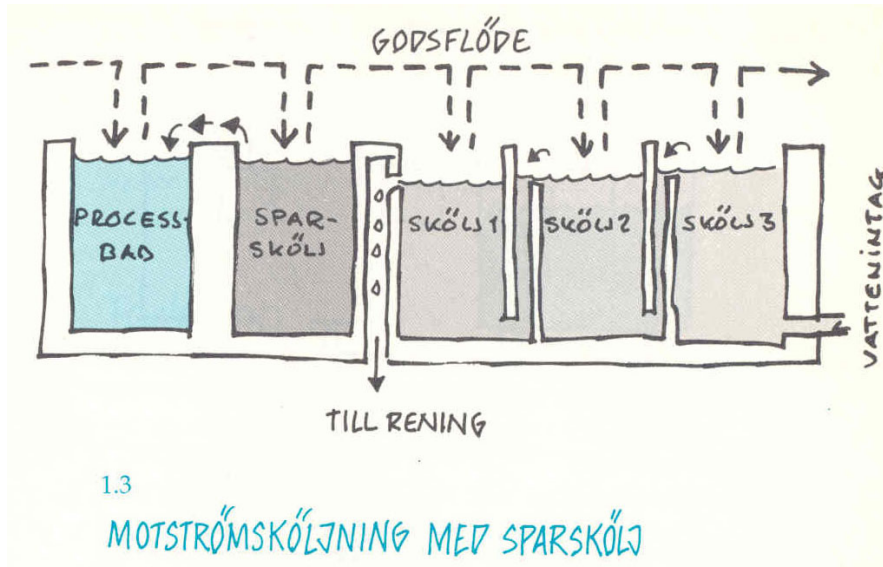


Godsupphängning. Godset bör hängas så att de längsta sidorna är horisontella och de största ytorna vertikala och så att inga fördjupningar finns på godsets ovansida. Avrinning bör hellre ske från ett hörn än från en kant. Gods bör ej hängas så att de droppar på varann.

- Enkla återföringsmetoder. Renblåsningsmunstycken blåser processlösning från godset tillbaka till badet. Genom att vibrera godset kan tvättvätska skakas loss. Dimsköljning\* kan installeras för att återföra tvättvätska till badet. Avstrykarrullar kan användas för band eller gods med släta profiler.
- Avrinningstid. Avrinningstiden mellan avfettningsbadet och första sköljbadet skall vara så lång som möjligt. För enkelt gods med plana ytor bör den vara ungefär 5 sekunder. För annat gods bör avrinningstiden vara längre, dock inte så lång att föroreningarna riskerar torka fast på godset.
- Processkemikalier. Använd så låg koncentration som möjligt som ger tillfredsställande resultat.

## Sköljtekniker

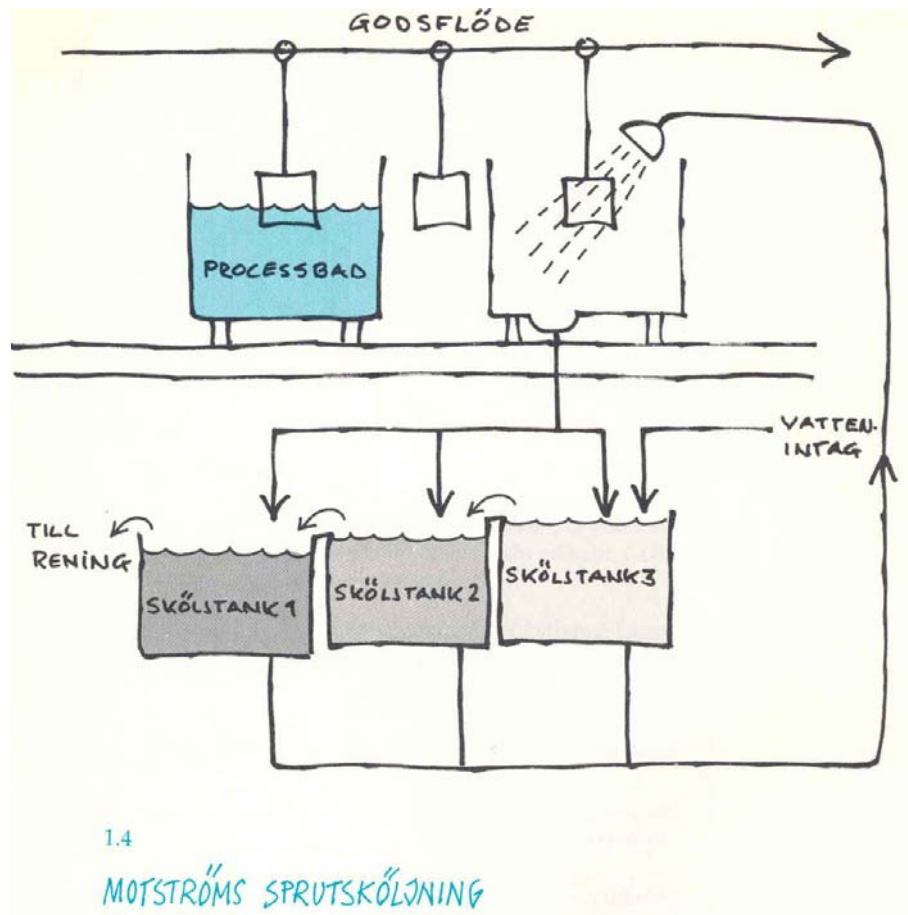
Motströmssköljning bör alltid användas där så är tekniskt möjligt. Se bild 1.3. Motströmssköljning innebär att vattnet rinner från tank 3 via tank 2 och 1 ut till rening eller tvättbadet. Rent vatten sätts till tank 3. Godset däremot sköljs först i tank 1 och därefter i tank 2 och 3.



Motströmssköljning ger ett mycket effektivt utnyttjande av vattnet. Nedan visas exempel på vattenåtgång vid olika antal sköljsteg vid bibehållet sköljresultat.

<i>Antal sköljsteg</i>	<i>Vattenåtgång l/l utdrag</i>
Sköljning 1 steg i rinnande vatten	5 000
Sköljning 2 steg i motström	70
Sköljning 3 steg i motström	17

Motströmssköljning i kar är relativt platskrävande. Ett bra alternativ om utrymmet inte räcker till är sprutsköljning i flera motströms steg. Se bild 1.4 på nästa sida. Sköljtankarna kan då placeras på någon tillgänglig plats i lokalerna och sköljvattnen pumpas till den sprututrustning som ingår i processen.



Vatten från sköljtank 1 sprutas på godset varpå det rinner tillbaka till tank 1. Sköjlvattnet i tank 2 och 3 används sedan på samma sätt.

Antalet sköljsteg bör vara minst tre där så är möjligt. Det vatten som bräddar över från första sköjlbadet bör renas med samma metod som avfettningsbadet.

För att få ett bra sköljresultat är det viktigt att föroreningarna från godset fördelas jämnt i sköjlvattnet. Exempel på en metod för detta är ombländning med hjälp av luftinblåsning.

För att minska kemikalieförbrukningen kan en sparskölj installeras som ett första sköljsteg före motströmssköljen. I sparsköljen avlägsnas den största delen av utdraget och kemikaliekoncentrationen blir därför förhållandevis hög i sparsköljen. Kemikalierna återvinns genom att vattnet från sparsköljen återförs till avfettningsbadet, se bild 1. 3.

## Torkning

Avfettning och sköljning med vatten innebär en korrosionsrisk. Därför är forcerad torkning nödvändig i många fall.

Metoder som kan användas är centrifugering, vakuum eller värme. Vilken process som är lämpligast beror av godsets utformning, mängd och material.

Värmetorkning är energikrävande och möjligheterna till värmeåtervinning eller utnyttjandet av spillvärme bör därför undersökas.

## Avledning av avloppsvatten

Naturvårdsverket har på uppdrag av regeringen utarbetat ett program för stegvis minskning av innehållet av stabila organiska miljöfarliga ämnen och metaller i slam från kommunala avloppsreningsverk. Målet är att få ett slam som även i ett långsiktigt perspektiv kan användas inom jordbruket som gödselmedel.

Riksdagen har sedan en tid tillbaka beslutat om att krav på rening av kväve i kommunalt avloppsvatten successivt skall införas vid i första hand de kustnära reningsverken. Kväverening störs lättare av olika ämnen i avloppsvattnet än de övriga reningsprocesserna.

Kvävereningen, tillsammans med målet att få ett renare slam, gör att synen på vilka föroreningar som kan accepteras i ett avloppsvatten som leds till ett kommunalt reningsverk förändras. Utgångspunkten är att sådana avloppsvatten som enbart innehåller föroreningar som är behandlingsbara och som inte stör reningsprocesserna kan ledas till kommunala avloppsreningsverk.

Den lokala VA-huvudmannen kan ställa särskilda krav på utsläppet i de fall avloppsvattnet avleds till det kommunala nätet.

Vid installation eller större ombyggnad av avfettningsutrustningar bör i varje enskilt fall alltid en bedömning göras av vart avloppsvattnet skall avledas. I bedömningen bör ingående kemikalier, typen av föroreningar, föroreningsmängder och flöden samt recipientförhållanden ingå.

Tekniker för att rena avfettningsbad så att det är acceptabelt att avleda dem till kommunala avloppsreningsverk beskrivs i dessa Allmänna råd.

Bedömningen av avloppsvattnets miljöfarlighet kan göras genom en biologisk-kemisk karakterisering, KIU-test (Karakterisering av Industriella Utsläpp) (11). Testet bygger på ett system av stegvisa tester och analyser. I det första steget utförs relativt enkla tester. Om resultatet så kräver kan mera avancerade testmetoder användas i ett andra och tredje steg.

## Avfall

I "Förordningen om miljöfarligt avfall" (1985:841) anges vilka slags avfall som skall betraktas som miljöfarligt avfall.

*(Illustration)*

Naturvårdsverket ger i en vägledande förteckning över miljöfarligt avfall (27) mer preciserade exempel på olika sorters avfall som omfattas av förordningen.

Av avfall som uppkommer vid avfettning bör, med ledning av förteckningen, speciellt följande avfall betraktas som miljöfarligt avfall.

- Olja och fett från godsrengöring i avfettningsutrustning, exempelvis koncentrat från ultrafiltrering, omvänd osmos och indunstning, gravimetriskt avskiljd olja och annat oljehaltigt slam.
- Förbrukade avfettningsbad.
- Första sköljvattnet. Även annat sköljvatten om det har hög oljehalt.
- Lösningemedel använda för rengöring eller avfettning.
- Lösningemedel eller lösningemedelskontaminerade filterhjälpmedel från rening av ventilationsluft.

Mängden avfall som slutligt måste omhändertas bör, av såväl miljömässiga som ekonomiska skäl, reduceras så långt som möjligt genom exempelvis recirkulering av tvättvätskor och uppkoncentrering av avfall. Exempel på tekniker återfinns i dessa Almännas råd.

För miljöfarligt avfall finns speciella bestämmelser som måste iakttas. Dessa återfinns bland annat i "Lagen om kemiska produkter" (1985:426), "Renhållningsförordningen" (1990:984), "Förordningen om miljöfarligt avfall" (1985:841), "Förordningen om kemiska produkter" (1985:835) och "Förordningen om export och import av farligt avfall m.m." (1992:918).

## Förvaring och hantering av kemikalier och avfall

Kemikalier och avfall bör förvaras så att läckage och spill inte leder till att dag- och spillvatten eller mark förorenas. Kemikalier som kan reagera med varandra bör förvaras åtskilda och inom olika invallningar. Sorptionsmedel bör finnas för omhändertagande av eventuellt spill.

*(Illustration)*

Förvaring bör ske under tak. Golv och kanter bör vara täta och resistent mot kemikalierna ifråga. Annars kan kemikalierna reagera med golvbeläggningen. Golven bör vara fria från golvbrunnar.

De kemikalier som kan frysa och orsaka kärleksprängning bör förvaras frysfrött. Vid långvarig förvaring av t.ex. halogenerade lösningsmedel är det risk för att emballagen korroderar sönder.

För att förhindra utsläpp vid stänk, spill och läckage från avfettningsskåpen bör behandlingslinjerna invallas eller golven få en lutning mot lämplig uppsamlingspunkt så att vätskan kan omhändertas och behandlas.

Stora mängder kemikalier kan läcka ut vid exempelvis bränder. För att minska skadorna på miljön bör det vid större anläggningar finnas haveribassänger som kan ta emot utläckande bad, släckvatten m.m.

Avfallet bör märkas så att inte olika avfallslag kan förväxlas. Farliga ämnen skall, enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrift, AFS 1985:17, märkas. Hälso- och miljöfarliga kemiska produkter skall i övrigt förpackas och förvaras i enlighet med Kemikalieinspektionens föreskrift 1987:4.

För att reducera de totala utsläppen av lösningsmedel till luft är det väsentligt att minska utsläppen i alla hanteringsled. Såväl påfyllning som tömning av bad samt annan hantering bör ske så att minsta möjliga mängd lösningsmedel avgår till luft. I Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse om åtgärder mot luftföroreningar, AFS 1980:11, finns regler om lösningsmedelshantering.

## Kontroll

Tillsynsmyndigheten skall, om det behövs, förelägga om kontrollprogram för miljöfarliga verksamheter enligt miljöskyddslagen (1969:387). I programmet beskrivs i detalj den kontroll som företaget är skyldigt att utföra enligt miljöskyddslagen. Denna kontroll skall bland annat visa om företaget uppfyller sina tillståndsvillkor samt redovisa utsläppens sammansättning, variation och belastning på miljön. Vad som bör ingå i kontrollen beskrivs i referens (4). Kemikalietillsyn beskrivs i referens (23).

Tillståndspliktiga företag är skyldiga att varje år avge en miljörapport till tillsynsmyndigheten. Miljörapporten skall bl.a. beskriva vilka skyddsåtgärder som vidtagits vid anläggningen samt resultat av dessa åtgärder. Naturvårdsverket har givit ut föreskrifter om vilka uppgifter som är obligatoriska för alla miljörapporter (SNFS 1990:4 MS:24) och i Allmänna råd 90:7 ger Naturvårdsverket sina rekommendationer om hur föreskriften bör tillämpas.

## Sammanfattning av råd

- Användningen av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Utdragsförlusterna bör minimeras genom att åtgärderna i dessa Allmänna råd vidtas.
- Vattenbesparande åtgärder bör vidtas så långt som möjligt. Motströmssköljning med minst tre steg bör användas där så är möjligt.
- En bedömning från miljösynpunkt bör alltid göras av vart processavloppsvattnet skall avledas.
- Olja och fett från godsrengöring i avfettningsutrustning, förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet samt lösningsmedel och lösningsmedelskontaminerat avfall bör betraktas som miljöfarligt avfall.
- Mängden avfall som skall omhändertas slutligt bör reduceras så långt som möjligt.
- Miljöfarliga ämnen bör förvaras och hanteras enligt dessa Allmänna råd.



---

# MINSKNING AV AVFETTNINGSBEHOVET

Avfettning medför alltid en miljöbelastning och kostnader i större eller mindre omfattning. Innan man rutinmässigt avfettar bör man därför se över sin produktion i syfte att finna möjligheter att undvika eller underlätta avfettning.

## Minskad nedsmutsning av godset

Genom en varsam hantering kan man undvika att smutsa ned godset i onödan. Produktionsflöden bör utformas så att antalet hanteringssteg minimeras. Vid manuell hantering kan handskar användas för att på så vis undvika att hudens fett förorenar godset.

Genom att anpassa produkters utformning kan nedsmutsningen minskas och rengöring underlättas. Kunskap om detta bör föras in redan på konstruktionsstadiet. Svårlösliga bearbetningsolja, vaxer och dylikt bör där så är tekniskt möjligt bytas ut mot mer lösliga. Exempelvis så bör vattenbaserade skärvätskor användas där så är möjligt. Rostskyddsolja kan i vissa fall undvikas genom att godset stoppas i en påse som avger organiska nitritångor, vilka fungerar korrosionsskyddande. Ångorna kan dock medföra negativa hälsoeffekter på grund av bildning av nitrosaminer.

Behovet av avfettning inom elektronikindustrin har och kan ytterligare minskas genom en övergång till lågfastmassehaltiga fluss\*, efter vilka tvätt inte behövs. Om vattenlösliga fluss används, kan avfettning genomföras med vattenbaserade rengöringsmedel.

## Ifrågasätt avfettningens behovet

I en del fall avfettas gods i onödan. Genom att ifrågasätta avfettningens behovet kan man undvika att så sker. Detta kan göras genom att man definierar hur rent godset måste bli med hänsyn tagen till efterföljande behandlingssteg och därefter kontrollerar hur smutsigt godset är. Med ledning av detta kan man bestämma om det är nödvändigt med avfettning och i vilken form och till vilken grad den bör genomföras.

*(Illustration)*

Det finns ett antal olika metoder för att kontrollera renhet. Vilken man väljer är bl a beroende av vilka renhetskrav som ställs och vilka föroreningar som kan finnas på godset. Exempel på metoder återfinns i bilaga 2.

## Sammanfattning av råd

- Godset bör hanteras så att nedsmutsning undviks och processen utformas så att antalet hanteringssteg minimeras.
- Svårslösliga bearbetningsoljor, vaxer och dyligt bör undvikas.
- Behovet av rengöring med hänsyn till efterföljande behandlingssteg bör definieras.

---

# AVFETTNING MED ORGANISKA LÖSNINGSMEDEL

## Allmänt

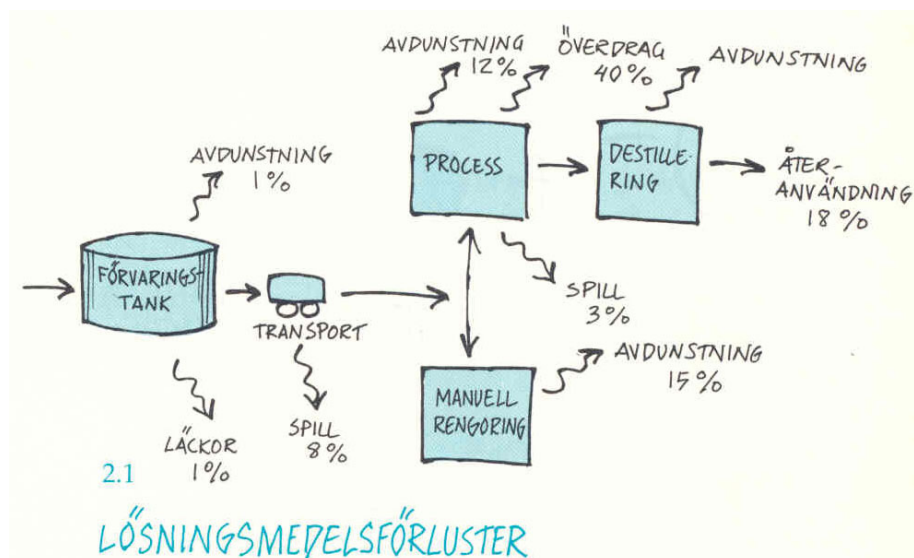
Användningen av ett flertal klorerade lösningsmedel kommer att förbjudas. Enligt förordningen om CFC och halon m m (1988:716) och förordningen om vissa klorerade lösningsmedel (1991:1289) gäller följande avvecklingsplaner för yrkesmässig hantering.

<b>Lösningsmedel</b>	<b>Avvecklat till</b>
Koltetraklorid	93-11-01
1,1,1-triklorethan	95-01-01
Triklöretylen	96-01-01
Metylenklorid	96-01-01

På grund av halogenerade\* lösningsmedels miljö- och hälsofarlighet bör inte heller andra sådana lösningsmedel, t.ex. perkloretylen, användas. Användningen av klorerade lösningsmedel förväntas på grund av förbudet att i stort sett upphöra. För de fall där de ändå kan komma att användas har nödvändiga skyddsåtgärder beskrivits längre fram i kapitlet.

Vanliga icke halogenerade lösningsmedel är alkoholer, petroleumdestillat, terpenier och ketoner. Även andra lösningsmedel används i viss omfattning eller är under utprovning. Exempel på sådana är olika naftaprodukter och etyllaktat. Avfettning med organiska lösningsmedel är lämpligt då godset kan korrodera eller på annat vis skadas av vatten. Lösningsmedel har ofta låg ytspänning vilket gör att de tränger in i spalter och andra små utrymmen och rengör även dessa.

Lösningsmedelsförlusterna är ofta mycket stora i en illa underhållen anläggning med låg slutningsgrad. Av bild 2.1 framgår karaktäristiska procentuella förluster i en sådan anläggning. I allmänhet återvinns inte mer än ca 20% av anskaffad lösningsmedelsmängd. Är inga utsläpps begränsande åtgärder vidtagna kan det totala utsläppet reduceras med ca 90%.



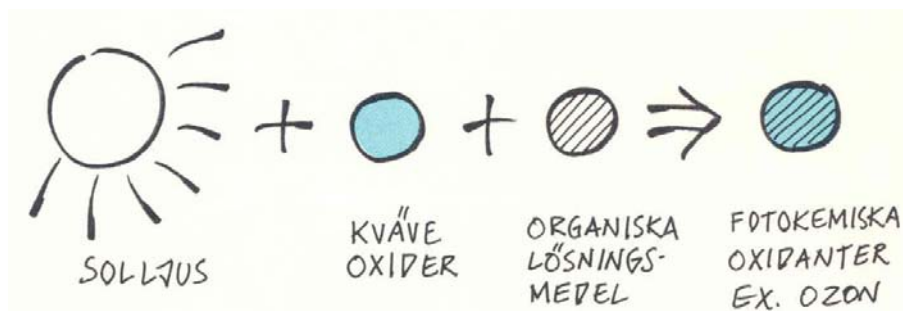
## Miljö- och hälsoeffekter

Användningen av lösningsmedel medför främst utsläpp till luft. För att minimera miljöpåverkan bör lösningsmedel väljas som inte bidrar till nedbrytning av ozonlagret och som har låg ozonbildningspotential vad gäller det marknära ozonet. Vid valet bör även hälso- och arbetsmiljöaspekter vägas in.

Vid en sammanvägning av miljö- och hälsorisker bedömer Naturvårdsverket att det inte finns underlag för att bortse från någon grupp av lösningsmedel, men att alkener (omättade alifatiska kolväten) och deras oxider, aromater, aldehyder och klorerade kolväten har hög prioritet att åtgärda medan lågmolekylära alkoholer har låg prioritet. Övriga grupper intar en mellanställning. Vid användning av lågmolekylära alkoholer bör man tänka på att dessa är brandfarliga. Metanol är dessutom giftigt.

Koltetraklorid, 1,1,1-triklorethan, CFC\* och HCFC\* bidrar till nedbrytningen av ozonskiktet, vilket leder till ökad instrålning av ultraviolett strålning. Ökad instrålning kan skada hälsan samt störa växternas fotosyntes.

Lösningsmedel ger upphov till växthusgasen koldioxid vid fullständig nedbrytning i luft. Vissa lösningsmedel är i sig så kallade växthusgaser. Till den senare gruppen hör bl a metylenklorid och trikloretylen.



Organiska lösningsmedel bidrar tillsammans med kväveoxider och solljus till bildningen av fotokemiska oxidanter. Till största delen bildas marknära ozon, som kan orsaka skador på skog och andra grödor och kan ge hälsoeffekter som t.ex. irritation i andningsvägarna. Olika lösningsmedel har olika ozonbildningspotential. Mycket vattenlösliga lösningsmedel såsom metanol, etanol och aceton förväntas tvättas ur atmosfären innan de hunnit brytas ned och de kommer därmed inte att hinna bidra till bildningen av fotokemiska oxidanter (3).

Lösningsmedel kan medföra arbetsmiljöproblemer. De kan i varierande grad påverka det centrala nervsystemet och/eller vara irriterande på luftvägarna. Flertalet lösningsmedel kan vid långvarig hudkontakt framkalla irritation, sprickbildning samt i vissa fall eksem.

Aromatiska kolväten som toluen och xylol samt klorerade kolväten kan i relativt låga halter påverka det centrala nervsystemet. Påverkan av alkoholer och estrar ger i första hand irritation i ögon och luftvägar.

Trikloretylen, tetrakloretylen och metylenklorid har i djurförsök visats vara cancerframkallande. De betraktas dock som lågpotenta.

Många lösningsmedel är mer eller mindre vattenlösliga. En del av dessa är toxiska mot vattenlevande organismer, svårnedbrytbara och/eller kan ackumuleras i biologiskt material. Exempel på sådana lösningsmedel är trikloretylen, tetrakloretylen, bensen, etylbensen, xylener, trimetylbensener och cyklohexan.

## Processutformning

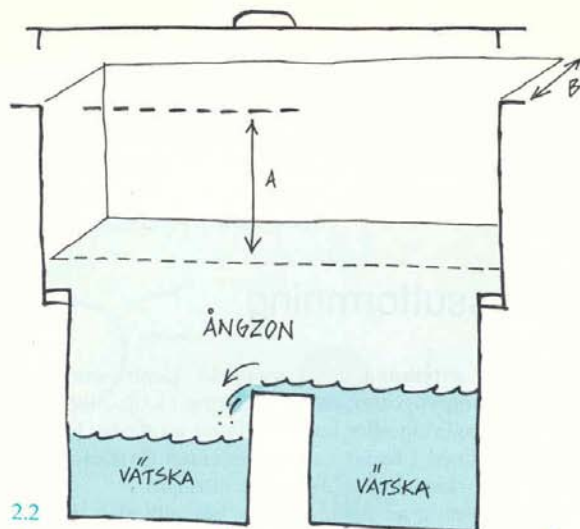
Metoder för avfettning med organiska lösningsmedel är framför allt ångrengöring, dopprengöring i kallt eller varmt bad, sprayrengöring eller kombinationer av dessa. I de fall godset sänks ned i badet kan tvätteffekten förstärkas med exempelvis mekanisk rengöring eller ultraljud.

Vid utformning av anläggningen bör alla steg där lösningsmedel hanteras konstrueras så att en så liten mängd lösningsmedel som möjligt avgår. Detta gäller för de allra flesta lösningsmedel. För lösningsmedel med ovanligt låga ångtryck (<4 kPa (30 mmHg) vid 38° C) kan det dock räcka med enklare skyddsåtgärder. Föreskrifter om hygieniska gränsvärden finns för många lösningsmedel, AFS 1990:13. Från och med 1 juli 1994 gäller istället AFS 1993:9.

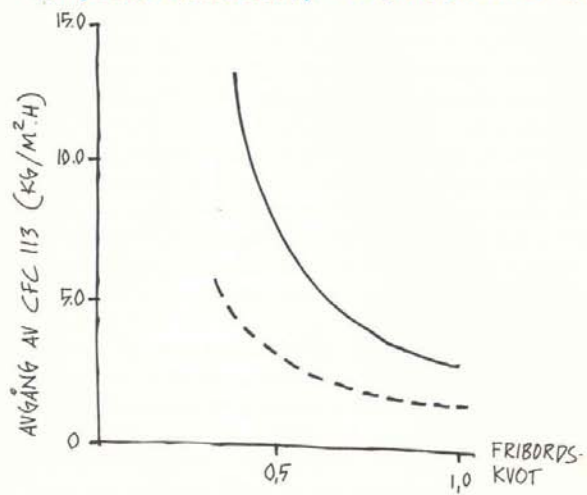
Bad bör vara försedda med luckor som hålls stängda när gods inte förs in eller ut. Ett bra exempel på sådan utformning är en sluss. Luckorna bör kunna manövreras automatiskt eller manuellt med liten ansträngning. De bör också vara utformade som skjutlock så att turbulens inte uppstår i ångzonen vid manövrering. Avrinningen bör ske i maskinen med luckorna stängda.

Tillförsel och utförsel av gods bör ske automatiskt. Lastbärare bör helst vara av kroktyp och utformas så att avrinning underlättas. Gods bör hängas så att lösningsmedel lätt kan rinna ur håligheter.

För att undvika lösningsmedelsavgång vid haveri i ångtvättar bör vätskeflödet till kondensorn kontrolleras med övervakande mätinstrument som reglerar att utrustningen stängs av vid cirkulationsstopp eller värmeöverslag. Anläggningen bör också vara försedd med en utrustning som stänger av eventuell sprayutrustning om ångzonen minskar med 10 cm.



2.2 ÅNGZONSRENGÖRING. FRIBORDSKVOTEN ÄR FÖRHÅLLET  $A/B$ .



2.3 — VÄTSKETEMPERATUR 40°C, MED ULTRALJUD  
 - - VÄTSKETEMPERATUR 20°C, MED ULTRALJUD

FRIBORDSKVOTENS INVERKAN PÅ AVGÅNGEN AV LÖSNINGSMEDEL.

Fribordskvoten, förhållandet A/B i bild 2.2, bör vara större än 0,75. Om anläggningen är ovanligt smal i förhållande till längden, bör fribordskvoten helst överstiga 1,0. Ett exempel på hur lösningsmedelsavgången kan bero av fribordskvoten visas i bild 2.3 (25).

Kylslingor som alltid bör användas vid ångrengöring, bör ha en arbetstemperatur av ca  $-25^{\circ}\text{C}$  och ett system för avfrostning.

De dysor som används vid sprayrengöring bör ge en koncentrerad stråle dels för att utnyttja den mekaniska energin väl, dels för att minska avdunstningen. Mynningstrycket bör även regleras så att risken för stänk minimeras.

Vid dopprengöring kan lösningsmedlet täckas med ett tunt vattenskikt för att motverka avdunstning av lösningsmedel. Metoden är endast tillämplig då lösningsmedlet har högre densitet än vatten och inte är vattenlösligt. Till vattenfasen kan korrosionsinhibitorer tillsättas.

För att påskynda avdunstningen från godset efter avfettning med lösningsmedel med lågt ångtryck kan forcerad torkning användas.

Det är av stor vikt att anläggningen utformas efter de krav som ställs på brand- och explosionssäkerhet.

## Återvinning och reningsteknik

Vid en anläggning där inga utsläpps begränsande åtgärder vidtagits är lösningsmedelsutsläppet normalt 2-5 kg/timme,  $\text{m}^2$  badyta. Om processen utformas och om återvinnings- och reningsutrustning installeras enligt dessa Allmänna råd kan utsläppet begränsas till 0,2-0,5 kg/timme,  $\text{m}^2$  badyta.

Återvinningsutrustning bör alltid användas i de fall då klorerade lösningsmedel eller andra ur miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel används, se sidan 37.

Vid användningen av lågmolekylära alkoholer är det vanligen inte rimligt ur miljösynpunkt att installera återvinningsutrustning. Det förutsätter dock att utrustningen konstruerats och sköts så att en så liten mängd lösningsmedel som möjligt avgår.



## Adsorption-desorption

Adsorption-desorption är en lämplig teknik för att återvinna acetater, ketoner, alkoholer, aromatiska och alifatiska kolväten samt klorerade lösningsmedel.

I ett första steg adsorberas lösningsmedlet på en adsorberat. Rätt dimensionerat kan en avskiljningsgrad på 95% uppnås och utgående lösningsmedelshalter bör ej överstiga 20 mg/m<sup>3</sup>. Ventilationsluftmängden bör vara 15-20 m<sup>3</sup>/minut, m<sup>2</sup> badyta.

Ett adsorptionsfilter kan bestå av aktivt kol, zeoliter eller polymerer. Kol är det vanligaste materialet och är en väl beprövad teknik. Zeoliters fördelar är att de är okänsliga för både fukt och höga temperaturer. Polymera adsorbenter kan modifieras för olika applikationer och är också okänsliga för fukt.

När adsorptionsfiltret är mättat med lösningsmedel regenereras det och används sedan på nytt. Regenereringen sker genom att filtret värms upp och ventileras så att adsorberad tvättvätska förångas och drivs av. Processen kallas desorption. Vanligtvis används vattenånga som förs motströms genom bädden relativt den behandlade luften. Även het inert\* gas eller direkt kontaktuppvärmning kan användas för desorptionen.

Efter desorptionen leds ångfasen till en kondensor där ett kondensat bildas. Har desorptionen skett med hjälp av vattenånga separerar kondensatet i två faser som skiljs åt i en dekanter. Lösningsmedlet kan därefter användas på nytt. Vattnet bör renas genom luftning i en stripper. Vid användning av klorerade lösningsmedel bör vattnet också renas i ett kolfilter om utsläppsmängderna till vatten överstiger 30 kg/år. För klorerade lösningsmedel gäller att vid rening i stripper kan utsläppsnivåer på 50 mg/l eller lägre nås och vid rening i kolfilter nås nivåer runt 0,1 mg/l.

För att möjliggöra kontinuerlig rening av den förorenade luften kan två adsorptionsfilter kopplas till anläggningen. I det ena filtret sker då adsorption medan det andra regenereras. Det är också möjligt att använda en roterande adsorbent där en sektor i taget regenereras.

## Destillation/Indunstning

Lösningsmedlet från förbrukade bad kan avskiljas genom destillation eller indunstning och därefter återanvändas. Vid

processen bildas ett avfallskoncentrat, som bör omhändertas som miljöfarligt avfall.

*(Illustration)*

För lösningsmedel med hög kokpunkt rekommenderas vakuumprocesser för att minska energiförbrukningen. Processen är mera ekonomisk om överskottsvärme finns eller om kondensationsvärmerna kan återvinnas.

## Andra tekniker

Biologisk rening eller förbränning av lösningsmedel från avfettning kan vara aktuellt, speciellt om lösningsmedel avgår från andra processer.

## Sammanfattning av råd

- Följande avvecklingsplaner gäller för yrkesmässig hantering av klorerade lösningsmedel:

<b>Lösningsmedel</b>	<b>Avvecklat till</b>
Koltetraklorid	93-11-01
1,1,1-trikloretan	95-01-01
Triklöretylen	96-01-01
Metylenklorid	96-01-01

Halogenerade lösningsmedel i övrigt bör heller inte användas. Av övriga organiska lösningsmedel bör lågmolekylära alkoholer användas i första hand.

- Utrustning för avfettning bör konstrueras och skötas så att en så liten mängd lösningsmedel som möjligt avgår. Utsläppet av lösningsmedel bör, för från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel, begränsas till 0,2-0,5 kg/h, m<sup>2</sup> badyta.
- Anläggningar för från miljösynpunkt högprioriterade lösningsmedel bör vara försedda med system för återvinning och recirkulering av lösningsmedel. Avskiljningsgraden bör uppgå till minst 95 % och lösningsmedelhalten i utgående luft bör ej överstiga 20 mg/m<sup>3</sup>.
- Avfettning bör ske i en sluten anläggning. Luckor bör vara utformade så att turbulens inte uppstår i ångzonen och så att de endast öppnas vid in- eller utförsel av gods. Åtgärder bör vidtas för att minska utdraget.
- Fribordskvoten bör vara >0,75, helst ≥1,0.
- Kylslingor bör ha en arbetstemperatur av ca -25°C.
- Regenereringsvatten bör renas genom luftning i stripper. För klorerade lösningsmedel gäller att om utsläppsmängderna överstiger 30 kg/år bör vattnet renas, så att halten klorerade lösningsmedel understiger 0,1 mg/l.

---

# VATTENBASERAD AVFETTNING

## Allmänt

Vattenbaserade avfettningsmedel kan vara alkaliska, sura eller neutrala.

Alkaliska avfettningsmedel är de mest använda. De består normalt av alkaliska salter såsom hydroxider, karbonater, silikater och fosfater samt av tensider där anjon- och nonjontensiderna är de vanligaste.

De alkaliska salterna ger avfettningsbadet ett högt pH. Fosfater kan dessutom fungerat som antiredepositionsmedel\* och komplexbildare och silikater kan verka korrosionsskyddande. Tensider verkar emulgerande\* och kan dessutom ha en skumdämpande effekt.

Sur avfettning kan användas vid lindrigt smutsat gods. Ett surt avfettningsbad kan bestå av en syra, fosfater, tensider och korrosionsinhibitorer. Exempel på syror är fosforsyra, citronsyra och oxalsyra. Vanligt pH är 2,5-5,5.

Förutom avfettande verkan kan ett surt avfettningsbad även avlägsna rost eller ge en fosfatbeläggning (järnfosfatering). Vid järnfosfatering används ofta två bad. Det första fungerar främst som avfettning och det andra som fosfateringsbad. Järnfosfatering ger bättre färgvidhäftning och ett visst skydd mot krypkorrosion.

Neutral avfettning är liksom sur avfettning lämplig för lindrigt nedsmutsat gods, och där flera olika metaller skall avfettas i samma bad. Badet består främst av en blandning av olika tensider.

Vattenbaserad avfettning är överlägsen organiska lösningsmedel när det gäller att tvätta bort oorganiska ämnen, partiklar och filmbeläggning. Den kan anpassas till aktuell situation genom att sammansättning, koncentration och temperatur varieras.

## Miljö- och hälsoeffekter

Vid vattenbaserad avfettning kan utsläpp av oönskade ämnen ske till vatten. Från miljösynpunkt olämpliga ämnen är vissa tensider, t.ex. nonylfenoletoxylater, och komplexbildare samt metaller och tillsatsämnen som följer med t.ex. skärvätskorna. Baden innehåller även olja.

Nonylfenoletoxylater bryts ned relativt lätt i miljön. Nedbrytningsprodukten nonylfenol däremot är svårnedbrytbar, toxisk för vattenorganismer och potentiellt bioackumulerbar. Kemikalieinspektionen och Naturvårdsverket arbetar för att begränsa användningen av nonylfenoletoxylater. Användningen skall i huvudsak vara avvecklad till år 2000.

Starka komplexbildare misstänks kunna ge störningar i efterföljande rening och i recipienten.

Baden innehåller också ofta fosfat som verkar eutrofierande\*.

Av skärvätskornas tillsatsämnen är det hittills främst klorerade paraffiner och arylfosfater som uppmärksammas på grund av att de är toxiska, svårnedbrytbara och bioackumulerbara. Man bör dock vara uppmärksam på att även andra ämnen kan ha negativa miljöeffekter.

Utsläpp av större oljemängder kan ge störningar i såväl reningsverk som i recipient.

Mikrotoxtest\* har visat att förbrukade alkaliska avfettningsbad kan vara starkt toxiska (14).

Oxalsyra är giftigt och kan orsaka skador på nervsystemet.

Alkaliska avfettningsbad kan vid spill och stänk samt i aerosolform orsaka irritation och frätskador på hud och i ögon. Framför allt beredning av bad kan orsaka problem eftersom koncentrerade kemikalier hanteras.

## Processutformning

Vattenbaserad avfettning utförs genom doppning eller sprutning. Tvätteffekten vid doppning kan förstärkas genom mekanisk eller elektrolytisk rengöring eller med ultraljud.

Avfettningen kan utföras i roterande trummor, programstyrda dopptvättlinjer, kabintvättmaskiner\* eller tunneltvättmaskiner\*. Både öppen och mer eller mindre inkapslad avfettningsutrustning förekommer.

*(Illustration)*

Genom inkapsling och ventilerings av avfettningsbad kan man minska avgången av badångor till arbetsmiljön. Alternativt kan baden förses med spaltutsug längs kanterna. Vid sprayrengöring, men även vid kraftig omrörning och vid elektrolytisk avfettning då aerosoler kan uppkomma, är det speciellt viktigt med god ventilation. Arbetarskyddsstyrelsen har gett ut en kungörelse om åtgärder mot luftföroreningar, AFS 1980:11. Anläggningar med ultraljud bör ljudisoleras (AFS 1992:10).

Fasta rörledningar från baden förenklar tömning av förbrukad tvättvätska. Anläggningar bör konstrueras så att rengöring av dessa underlättas. Genom mekanisk rengöring kan användningen av starka lösningsmedel minskas eller undvikas.

Sköljtekniker beskrivs på sidan 25 och torktekniker på sidan 29.

## Recirkuleringsteknik

Det finns ett antal olika tekniker för att förlänga livslängden hos vattenbaserade avfettningsbad. Val av teknik beror bl a av vilka föroreningar som skall avskiljas, storlek på anläggningen och om man vill recirkulera eller avskilja badkemikalierna. Recirkulering bör drivas så långt som det är tekniskt möjligt och rimligt med hänsyn till anläggningens storlek.

Vid grovt smutsade bad, vilket innebär täta badbyten, och/eller stora bad bör en teknik användas som maximerar livslängden. Om

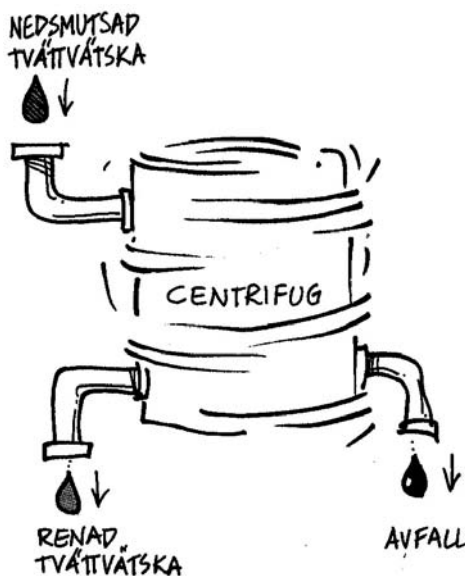
emulgerad olja finns i badet, vilket ofta är fallet, bör membranfiltrering användas. Praktiska exempel med ultrafiltrering har visat att långt gående recirkulering oftast lönar sig. Återbetalningstider på 1-2 år och därunder kan nås.

Vid små, mildt nedsmutsade bad kan en förlängning av livslängden genom avskiljning av fri olja vara tillräcklig. Avskiljningsutrustningen är relativt enkel och betydligt billigare än membranfiltrering, men en relativt god avskiljning kan ändå uppnås om oljan inte är stabilt emulgerad.

## Avskiljning av fri olja

Det skikt av fri olja som ansamlas på badets yta kan avskiljas genom att det sugas eller skrapas bort. Ett annat sätt att avskilja fri olja är att föra ett band av papper, metall eller gummi genom badet. Fri olja absorberas då på bandet.

Genom lamellseparering kan fri olja och partiklar avskiljas. En delström från badet leds till en separationstank där partiklar sedimenterar och fri olja flyter upp till ytan. Oljeskiktet bräddar till en uppsamlingstank och tvättvätskan återförs till badet. Separationstanken är försedd med snedställda skivor, lameller, vilket gör att en stor sedimenteringsyta per volymenhet erhålls och tankens volym kan minskas.



Ytterligare ett sätt att separera fri olja är att kontinuerligt leda en delström av badet till en centrifug. Från centrifugen erhålls en

delström med separerad olja och en med renad tvättvätska som kan ledas tillbaka till badet. Tryckfilter kan användas för att separera partiklar från tvättvätskan.

Även så kallade ABS-filter, som består av polypropylenkuddar, kan användas för att avskilja fri olja och på så vis förlänga badets livslängd.

Ovannämnda tekniker kan användas var för sig eller i någon form av kombination. Nackdelen med metoderna är att de inte kan avskilja emulgerad olja i tillräcklig omfattning inom rimlig tid. Koncentrationen emulgerad olja kan många gånger blir den faktor som begränsar badets livslängd.

## Membranfiltrering

Vid membranfiltrering pressas tvättvätskan under tryck genom ett semipermeabelt\* membran. Lågmolekylära föreningar passerar genom membranet, medan högmolekylära föreningar återfinns i koncentratet. Det finns flera olika membran med varierande separationsförmåga. Ett mikrofilter avskiljer föroreningar som är större än 0,1  $\mu\text{m}$ , ultrafilter avskiljer föroreningar i storleksordningen 0,001-0,1  $\mu\text{m}$  och det filter som används vid omvänd osmos (RO-filter) klarar att avskilja joner och molekyler med storlek omkring 0,001  $\mu\text{m}$ . Genom att använda ultrafilter kan badets livslängd väsentligt förlängas. Exempel finns där intervallen mellan dumpning av baden förlängts från två veckor till över ett år. Innan tvättvätskan leds till ultrafiltrering leds det genom ett förfilter för avskiljning av partiklar. Vid ultrafiltrering avskiljs suspenderade ämnen och emulgerad olja medan oförbrukade kemikalier till viss del passerar membranet och återförs till avfettningsbadet. Eftersom en del kemikalier avskiljs från badet är det i de flesta fall nödvändigt med stöddosering. Mängden stödkemikalier måste utprovas praktiskt eftersom mängden som avskiljs vid filtreringen varierar med typ av membran, kemikalier, temperatur och hur förorenat bad är vid filtreringen.

Vid projektering och installering av ultrafilter är det också väsentligt att anpassa filter och kemikalier till varandra för att nå största möjliga genomsläpplighet av avfettningskemikalierna. För stora volymer tvättvätska utförs regenereringen lämpligen kontinuerligt medan mindre system behandlas satsvis.



## Bakterier

Bakterier kan användas för att förlänga livslängden hos avfettningsbad. De tillsätts badet och bryter ned oljor och fetter som förorenat badet.

*(Illustration)*

Bakterierna är anpassade till att bryta ned såväl fri som emulgerad olja. I en separator avskiljs partiklar och döda bakterier och den renade tvättvätskan återförs till badet. Under drift sker stöddosering av förbrukade kemikalier och de näringsämnen som krävs för mikroorganismernas överlevnad.

För att förhindra att tensiderna i badet bryts ned alltför snabbt av bakterierna så använder man idag nonylfenoletoxylater. Nonylfenoletoxylater bör inte användas, men även fortsättningsvis kan svårnedbrytbara tensider komma att behövas för att förhindra biologisk nedbrytning av tensiderna. Därför är det speciellt viktigt att omhänderta baden och sköljvattnet så att svårnedbrytbara tensider inte sprids i miljön.

Vid ett pH över 9,4 och en temperatur över 42 °C så har man inte en aktiv mikroflora. Det medför att metoden begränsas till avfettning av lättare smutsat gods där höga pH och temperaturer inte erfordras.

Arbetskyddsstyrelsen har gett ut föreskrifter om biologiska ämnen, AFS 1992:8.

## Reningsteknik

Ett förbrukat avfettningsbad bör tas om hand så snart som möjligt eftersom lagring lätt leder till bakterietillväxt. Om baden måste lagras krävs att tanken luftas för att man ska

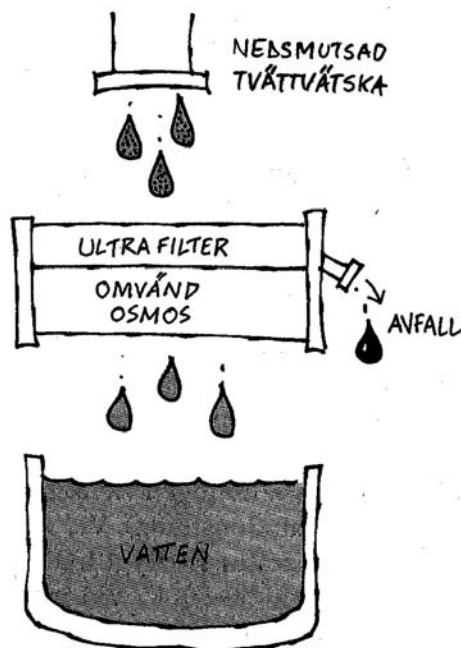
undvika bildning av svavelväte utan att behöva tillsätta baktericider.

Vid projektering av en reningsanläggning för avfettningsbad bör man beakta möjligheten att i samma anläggning behandla även andra processvatten. Exempel finns på anläggningar där avfettningsbad och sköljvatten behandlas tillsammans med skäremulsioner.

Vilken reningsteknik som bör användas för slutbehandling av förbrukade bad måste beslutas i varje enskilt fall utgående från badets innehåll och utsläppta volymer, recipientens känslighet, tekniska möjligheter samt ekonomiska konsekvenser. I de flesta fall krävs en långt gående rening, vilket beskrivs nedan, men om miljöfarliga kemikalier kan bytas ut och miljöfarliga föroreningar undvikas kan eventuellt en enklare rening accepteras.

## Membranfiltrering

Ultrafiltrering (UF) används idag vid flera företag för slutbehandling av vattenbaserade avfettningsbad. Före UF avskiljs fri olja och fasta partiklar för att minimera igensättningsrisker.



Metoden ger en god avskiljning av emulgerad\* olja och suspenderade\* ämnen medan lågmolekylära fraktioner såsom

vissa tensider och komplexbildare kan passera membranet. Det har visat sig att komplexbildare kan ha en negativ inverkan på metallutfällningen i neutraliseringsanläggningar (se "Neutraliseringsanläggning", sidan 53). Avfettningsbad kan också vara toxiska och ha en stor andel biologiskt svårnedbrytbar substans efter ultrafiltrering (14). UF bör därför kompletteras med ytterligare rening.

Genom att slutfiltrera med ett tätare membran, omvänd osmos (RO), kan ett långt bättre slutbehandlingsresultat uppnås. UF avskiljer 60-80% av kemiskt syreförbrukande ämnen medan RO i de flesta fall avskiljer mer än 99%. Vid RO-filtrering kan en resthalt mineralolja på mindre än 0,2 mg/l (detektionsgränsen) uppnås (14). Filtrering med RO ger en mycket god separering av ämnen med toxisk verkan. Försök har visat att RO-permeat har en potential för återanvändning i produktionen.

Vid användning av UF och RO kan konzentratvolymen reduceras till ca 7-15% av ursprungsvolymen. Detta innebär att volymen avfall som bör betraktas som miljöfarligt kan minskas betydligt och därmed kan också kostnaderna för extern destruktion sänkas.

## Indunstning

Vid indunstning tillförs värme till vätskan och de mer lättflyktiga ämnena förångas. Den icke förångningsbara fasen fås som ett konzentrat och den förångningsbara fasen kondenseras till vätska i en kylvanhet. I kondensatet kan förutom vatten återfinnas föroreningar med en flyktighet överstigande eller liknande vattnets. Efter indunstning kan därför krävas en slutrening i form av t ex omvänd osmos eller adsorption på kolfilter. I försök med indunstning av valsolje-emulsioner uppgick avskiljningen av kemiskt syreförbrukande ämnen (COD) till >99 %. I nästa steg där indunstningskondensatet filtrerades med omvänd osmos avskiljdes ca 95% av kvarvarande COD (6).

Indunstning kan ske antingen vid atmosfärstryck eller vid undertryck (vakuumindunstning). Vid atmosfärstryck krävs en behandlingstemperatur av drygt 100 °C. Vakuumindunstning sker vanligen vid 30-50°C. Vid indunstning bör alltid möjligheten till värmeåtervinning undersökas.

Indunstningstekniken har höga investeringskostnader men kan å andra sidan utformas så att den blir relativt okänslig för vilka vätskor som behandlas.

Det kondensat som erhålls är saltfritt vilket gör att det är lämpligt att återanvända t ex vid nysatsning av sköljvatten.

Indunstning kan också användas för att ytterligare koncentrera avfall som kräver extern destruktion, exempelvis koncentrat från omvänd osmos.

## Spräckning

Kemisk och elektrolytisk spräckning\*, ibland i kombination med flotation, är också metoder som används för behandling av oljeemulsionshaltigt vatten. Metoden bör normalt kompletteras med ytterligare rening för att ett miljömässigt godtagbart vatten skall erhållas.

## Neutraliseringsanläggning

Många förbrukade vattenbaserade avfettningsbad leds idag till en neutraliseringsanläggning för slutligt omhändertagande. Avfettningsbad kan störa metallutfällningen i anläggningen. Det troliga är att metallerna binds till komplexbildarna från avfettningsbadet med förhöjda metallutsläpp som följd. Avfettningsbad bör därför inte neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten.

Försök har gjorts med metallutfällning vid indosering av alkaliska avfettningsbad (14), se tabell 4.1. Klarvattenfasen analyserades efter två timmars sedimentering. Redan vid låga indoseringar av avfettningsbad stördes metallutfällningen.

	<b>Fe</b> <b>Mg/l</b>	<b>Cr</b> <b>mg/l</b>	<b>Ni</b> <b>mg/l</b>
<b>Inkommande vatten</b>	110	50	120
<b>Indosering av avfettningsbad</b>	<b>Analys av klarvattenfas</b>		
0%	0,11	<0,1	1,5
1 %	0,16	<0,1	5,0
5 %	0,84	0,5	24
17%	1,8	1,2	30
33%	2,3	1,4	27

Tabell 4.1. Metallutfällning vid indosering av avfettningsbad till neutraliseringsanläggning. (Källa ref, 14)

## Sammanfattning av råd

- Avfettningsbad bör utformas med inkapsling och ventilering så att avgången av badångor till arbetsmiljön minimeras.
- Användning av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Åtgärder bör vidtas för att förlänga badens livslängd så långt som det är tekniskt möjligt om det är rimligt med hänsyn till anläggningens storlek.
- Förbrukade avfettningsbad och första sköljvattnet bör normalt renas med ultrafilter och omvänd osmos eller metod som ger motsvarande resultat eller skickas till anläggning med tillstånd för omhändertagande.
- Förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet eller permeat från ultrafiltrering bör ej neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten i en neutraliseringsanläggning.

---

# AVFETTNING MED MIKROEMULSIONER

## Allmänt

Vid avfettning med mikroemulsioner förenas principerna för avfettning med vattenbaserade system och lösningsmedelssystem. Mikroemulsioner som används för avfettning består av organiskt lösningsmedel (10-30%) dispergerat i vatten. Dispersionen\* fås genom en tillsats av tensider (7-25%) och löslighetsförmedlare.

Den organiska fasen kan till exempel bestå av alifatiska kolväten, terpenier eller mjölksyrastrar. Exempel på andra kemikalier som förekommer är komplexbildare och korrosionsinhibitorer.

I mikroemulsioner är de dispergerade dropparna betydligt mindre och mängden tensid ofta betydligt högre än i andra emulsioner\*. Den totala kontaktytan organisk fas/vattenfas blir därför stor i en mikroemulsion och det är detta förhållande som ger den goda rengöringsförmågan.

Mikroemulsioner har ofta en låg ytspänning vilket gör att de kan tränga in i små utrymmen och rengöra även dessa. De innehåller endast relativt låga halter av lösningsmedel vilket medför att förångningsförlusterna är små och att de i de flesta fall inte är brandfarliga. Den höga vattenhalten gör att godset kan behöva torkas för att korrosionsproblem skall undvikas.

Vad gäller miljö- och hälsoeffekter, processutformning, recirkuleringsteknik och reningsteknik så finns likheter mellan mikroemulsioner och såväl vattenbaserade avfettningsmedel som organiska lösningsmedel. Därför tas i det följande endast upp det som väsentligt skiljer mikroemulsioner från de båda andra avfettningsmedlen.

## Miljö- och hälsoeffekter

Lösningsmedel avgår från mikroemulsioner, men avgången är betydligt lägre än vid användning av rent lösningsmedel.

## Processutformning

Sprayrengöring är den vanligaste tvättekniken vid avfettning med mikroemulsioner.

*(Illustration)*

När dropparna kastas mot ytan bryts de och lösningsmedlet frigörs och förstärker tvätteffekten.

## Recirkuleringsteknik

I de litteratursökningar som gjorts har inga praktiska tillämpningar av långt gående recirkulering av emulsioner funnits. Dock förekommer partikelfiltrering av mikroemulsioner för att förlänga badens livslängd.

Försök med ultrafiltrering för recirkulering av mikroemulsioner pågår.

## Reningsteknik

Mikroemulsioner slutbehandlas ofta genom spaltning\* tillsammans med övrigt oljehaltigt avfall. En stor del av lösningsmedlet avgår då till luft. Reningsanläggningen bör utformas så att lösningsmedlet kan omhändertas och antingen recirkuleras eller destrueras. Det är viktigt att även badens övriga komponenter, exempelvis emulgerad\* olja och tensider, avskiljs och omhändertas på ett miljömässigt lämpligt sätt. Tekniker för detta är i stort sett desamma som vid rening av vattenbaserade avfettningsbad.

## Membranfiltrering

Vid filtrering är det viktigt att lösningsmedelsresistenta membran väljs så att membranen inte skadas.

## Indunstning

Indunstning används inte idag för rening av mikroemulsioner, men väl för andra emulsioner. Metoden bör dock kunna fungera även för mikroemulsioner, eftersom tekniken kan utformas så att den blir relativt okänslig för vilka vätskor som behandlas.

## Sammanfattning av råd

- Avfettningsbad bör utformas med inkapsling och ventilerings så att avgången av badångor till arbetsmiljön minimeras.
- Användning av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
- Förbrukade avfettningsbad och första sköljvattnet bör renas med ultrafilter och omvänd osmos, metod som ger motsvarande resultat eller skickas till anläggning med tillstånd för omhändertagande.
- Förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet eller permeat från ultrafiltrering bör ej neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten i en neutraliseringsanläggning.



---

# ANDRA AVFETTNINGSMETODER

I detta kapitel beskrivs avfettningssmetoder som kan användas i speciella fall eller som ännu inte fått någon större spridning.

## Vakuüm

Oljeborttagning med vakuüm bygger på att oljan förångas i en vakuümchammare och samlas upp. Den kan sedan i vissa fall återanvändas. Idag används tekniken till rengöring av metallstämplar och rengöring före vakuümbeläggning.

## Plasmarengöring

Plasmatekniken\* används bland annat för rengöring av kretskort i elektronikindustrin. Främst används syrgasplasma, som både har en oxiderande och lätt eroderande verkan. Den mekaniska nötningen på grund av erosionen är dock av underordnad betydelse.

Organiska föroreningar såsom fetter, oljor, vaxer och lösningsmedelsfilmer oxideras av syrgasplasma. Oorganiska föroreningar som inte bildar flyktiga produkter kan inte avlägsnas. Syrgasplasma är effektivt när det gäller att avlägsna föroreningar från aluminium och aluminiumlegerade ytor.

Fördelar med plasmatekniken är att det är en torr och miljövänlig process. Den kan främst konkurrera med andra avfettningssmetoder när monomolekylära\* skikt av organiskt material måste avlägsnas för att inte störa efterföljande processer.

## Koldioxid

Koldioxid kan användas för avfettning när trycket och temperaturen överstiger den kritiska punkten\*. Koldioxiden kan utvinnas ur luften och medför således inget tillskott av koldioxid till atmosfären. Processtekniskt kan det i vissa fall behövas en tillsats av organiska lösningsmedel, som kan påverka miljön negativt. En nackdel med metoden är att energiförbrukningen är relativt hög.

Tekniken är mest tillämpbar då en hög renhet krävs och föroreningsmängden är låg. Låg viskositet och hög diffusivitet medför att små porer kan rengöras. För oorganiska material, polära organiska material eller partiklar är tekniken dock inte tillämpbar. Godset måste tåla höga tryck då det kritiska trycket för koldioxid är 72,8 atm.

## Blästring med koldioxid

Frusna koldioxidpellets kan användas för blästring. Vid rengöringen förångas koldioxiden vilket medför att det enda avfall som bildas är den avlägsnade smutsen. När koldioxidpellets förångas hjälper de till att avlägsna föroreningsfragmenten. Vissa känsliga material kan skadas av den mekaniska påverkan.

## Förbränning

Förbränning kan i vissa fall användas som avfettning före lackering. Oljor och luktande ämnen avgår i viss omfattning från processen.

---

*(Illustration)*

## GÄLLANDE LAGSTIFTNING M M

Avfettning berörs av ett flertal författningar såsom miljöskyddslagen, miljöskyddsförordningen, lagen om kemiska produkter, förordningen om kemiska produkter, förordningen om miljöfarligt avfall, renhållningsförordningen, arbetsmiljölagen. Olika internationella överenskommelser och aktionsplaner berör också avfettning.

Enligt miljöskyddslagen skall den som utövar miljöfarlig verksamhet tillämpa bästa tillgängliga teknik samt i övrigt vidta de åtgärder som krävs och tåla de begränsningar av verksamheten som fordras för att miljön inte skall komma till skada. En åtgärd skall vara ekonomiskt möjlig för ett genomsnittligt företag i branschen samt ekonomiskt rimlig i förhållande till åtgärdens betydelse för skyddet för miljön.

I en bilaga till miljöskyddsförordningen finns en förteckning över de typer av miljöfarlig verksamhet där det krävs tillstånd och för vilka anmälningsskyldighet föreligger.

Enligt 5 § lagen om kemiska produkter skall den som använder kemiska produkter undvika sådana produkter som kan ersättas med mindre farliga produkter (utbytesregeln).

Av förordning om CFC och halon mm (1988:716) framgår att 1,1,1-triklorethan inte får användas för yrkesmässigt bruk efter 31/12 1994 och att koltetraklorid inte får användas yrkesmässigt efter 31/10 1993.

Enligt förordning om vissa klorerade lösningsmedel (1991:1289) får metylenklorid och trikloretylen inte användas för yrkesmässigt bruk efter 31/12 1995.

1 2 kap 5 § arbetsmiljölagen sägs att maskiner, redskap och andra tekniska anordningar skall vara så beskaffade och placerade och brukas på sådant sätt, att betryggande säkerhet ges mot ohälsa och olycksfall. Vidare sägs i 2 kap 6 § att ämne som kan föranleda ohälsa eller olycksfall får användas endast under förhållanden som ger betryggande säkerhet.

I Pariskonventionen (konventionen om förhindrande av havsföroreningar från landbaserade källor) finns rekommendationer gällande ytbehandlingsindustrin, vilka även innefattar avfettning. Där sägs att klorerade lösningsmedel skall undvikas så långt som möjligt och ersättas med vattenbaserade system eller icke halogenerade lösningsmedel. Om avfettning måste ske med klorerade lösningsmedel så skall en sluten avfettare användas. Den förorenade luften skall renas så att utsläppet av klorerade lösningsmedel inte överstiger 20 mg/m<sup>3</sup> luft. Rekommendationerna talar också om att avloppsvatten inte får släppas ut om inte volymen och föroreningsmängden hålls låg genom bland annat följande åtgärder:

- Miljöfarliga ämnen, t ex nonylfenoletoxylater, skall bytas ut mot mindre miljöfarliga ämnen.
- Processbad skall behandlas för att erhålla längsta möjliga livslängd, genom att använda passande teknik. Exempel på sådan teknik är membranfiltrering.
- Motströmsskölj med minst tre sköljsteg skall användas. Teknik finns för att koncentrera upp mer än 90 % av utdraget till en liten volym.

Enligt 1991 års miljöproposition bör minst 90% av användningen av nonylfenoletoxylater ha upphört till år 2000. Detta bör kunna ske genom frivilliga åtgärder inom berörda branscher.

Om EES-avtalet träder i kraft så blir Sverige skyldigt att följa vissa EG-direktiv. I direktiv 86/280/ EEG, bilaga 2, anges att koncentrationen av klorerade ämnen i avloppsvatten från avfettning med trikloretylen, perkloretylen respektive 1,2-diklorethan inte får överstiga 0,1 mg/l sett som månadsmedelvärde och 0,2 mg/l sett som dagsmedelvärde. Detta gäller för de anläggningar där utsläppet överstiger 30 kg/ år.

Enligt direktiv 76/464/EEG krävs tillstånd för utsläpp av vatten som kan innehålla något av ovannämnda klorerade lösningsmedel.

---

# LITTERATURFÖRTECKNING

- 1 A Comparison of Cleaning Methods Aqueous and Chlorinated Solvents, 1990. - *CEFIC (Bryssel)*.
- 2 Alternatives for CFC-113 And Chloroform In Metal Cleaning, 1991. - *United States Environmental Protection Agency, EPA/400/1-91/019*.
- 3 Andersson-Sköld Y & Pleijel K, 1991. Miljöriser med lösningsmedel - Vilket ska jag välja? - *Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 1046*
- 4 Anläggningskontroll Verkstad- och ytbehandlingsindustri, 1989. - *Statens Naturvårdsverk, Allmänna råd 89:7*.
- 5 Anslutningspolicy - kommunala avloppsanläggningar, 1991. - *Statens naturvårdsverk, SNV informerar*.
- 6 Ardebrant H, Ekengren Ö, Jansson M, Johansson B, Kornfeldt A, Marteng M & Tolf J, 1992. Rengöring av metallytor - en översikt - *Institutet för metallforskning IM-2907, Institutet för vatten- och luftvårdsforskning IVL A-820 & Ytkemiska institutet YKI-B282*.
- 7 Assessment of chlorinated solvent usage and control costs in metal cleaning and electronics cleaning, 1988. - *United States Environmental Protection Agency Contract no 02128-3T8, draft report*.
- 8 Aqueous And Semi-Aqueous Alternatives For CFC-113 And Methyl Chloroform Cleaning Of Printed Circuit Board Assemblies, 1991. - *United States Environmental Protection Agency, EPA/400/1-91/016*.
- 9 Aqueous and terpene cleaning interim report, 1990: - *United States Environmental Protection Agency, external review report*.
- 10 Avvecklingen av CFC inom elektronik- och verkstadsindustrin i Sverige, 1990. - *Statens naturvårdsverk, rapport 3870*.

- 11 Biologisk - kemisk karakterisering av industriavloppsvatten, 1989. - *Statens naturvårdsverk, Allmänna råd 89:5.*
- 12 Bjurhem, 1989: Sköljteknik vid ytbehandling. – *Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 961.*
- 13 Carlsson H, Antonsson A-B, Andersson- Sköld Y & Solyom P, 1990: Limonen - lösningen på miljöproblemen eller ...? - *Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 1030.*
- 14 Carlsson H, Tolf J, Antonsson A-B, Ekengren Ö, Rondahl L, Bjurhem J-E & Solyom P, 1992: Miljöteknisk utvärdering av alkalisk avfettning. - *Institutet för vatten- och luftvårdsforskning, rapport B 1047.*
- 15 Conservation and Recycling Practices for CFC-113 and Methyl Chloroform, 1991. - *United States Environmental Protection Agency, EPA/400/1-91/017.*
- 16 Electronics cleaning, degreasing and drycleaning Solvents technical options report, 1989 - *United Nations Environment Programme.*
- 17 Eliminating CFC-113 And Methyl Chloroform In Precision Cleaning Operations, 1991. - *United States Environmental Protection Agency, EPA/400/1-91/018.*
- 18 Glas, Östman & Östman, 1989: Alternativ till 1,1,1-trikloretan. - *Statens naturvårdsverk, rapport 3717.*
- 19 Guide to clean technology "Alternatives to Chlorinated Solvents for Cleaning and Degreasing", 1992. - *United States Environmental Protection Agency.*
- 20 Inspection source test manual for solvent metal cleaning (degreasers), 1979: - *United States Environmental Protection Agency, contract no 68-01-4146.*
- 21 Karlsson L, 1990: Reningsteknik för industriella utsläpp av flyktiga organiska ämnen. - *Statens naturvårdsverk, rapport 3734.*
- 22 Kemikalieinspektionens Almänna råd till föreskrifterna (KIFS 1992:2) om klassificering och om märkning vid överlåtelse av miljöfarliga kemiska ämnen, 1992. - *Kemikalieinspektionen, Almänna råd 1992:1.*
- 23 Kemikalietillsyn, 1992. - *Statens naturvårdsverk, Almänna råd 92:6.*

- 24 Lagen om kemiska produkter, 1993. - Statens naturvårdsverk, Almännen råd 93:1.
- 25 Manual for Reductions in the Use of Ozone Depleting Substances, 1992. - *Japan Industrial Conference for Ozone Layer Protection*.
- 26 Metallaffedning med triklorethan samt CFC-113 og beskyttelsen af ozonlaget (under tryk 1992-1993). - *Nordiska rådet*.
- 27 Miljöfarligt avfall, vägledande förteckning, 1985. - *Statens naturvårdsverk, Almännen råd 85:1*.
- 28 Norrby C, 1992: Krav och reningsteknik för avloppsvatten från förbehandling vid lackeringsföretag - förstudie. - *Institutet för verkstadstekniks forskning, skrift 92803*.
- 29 Norrby C & Skogsmo J, 1992: Renhetsmätning - en uppslagsbok om mätmetoder. - *Institutet för verkstadsteknisk forskning, IVF-resultat 92603*.
- 30 Solvent Cleaning (Degreasing), 1992. - Center for Emissions Control, Inc (Washington, D.C.).
- 31 Strategi för flyktiga organiska ämnen (VOC) utsläpp, effekter, åtgärder, 1990. - *Statens naturvårdsverk, rapport 3763*.
- 32 Vattenvård inom verkstads- och ytbehandlingsindustri, 1985. *Statens naturvårdsverk, Almännen råd 85:1*.

## EXEMPEL PÅ FÖRBEHANDLING OCH RENGÖRING AV NÅGRA PLASTER

Ofta kan plaster rengöras med vätske och vatten om de inte skall limmas eller lackeras. Före limning och lackering krävs däremot en bättre rengöring. Vid förbehandlingen är det viktigt att endast den del som skall limmas eller lackeras rengörs, eftersom rengöringen ofta medför angrepp på plasten. Ofta krävs det specialkunskaper för behandlingen. Behandling av plast kan medföra problem från hälso- och miljösynpunkt.

### Etenplaster, propenplaster

Etenplaster och propenplaster har låg ytenergi och kräver därför oftast speciell förbehandling t.ex. tvättning med alkali och sköljning med vatten samt någon av nedanstående behandlingar:

- Behandling med oxiderande flamma
- Behandling med natriumbikarbonat i svavelsyra följt av sköljning och torkning
- Behandling med joniserande gas
- Plasmabehandling



## Tetrafluoretenplast

Tvättning av tetrafluoretenplast med natriumhydroxid samt etsning med natrium i flytande ammoniak, alternativt etsning med lösning av naftalen och natrium i tetrahydrofuran går bra.

## Acetalplaster

Acetaiplaster kan förbehandlas genom slipning följt av etsning med bikromsvavelsyra och sköljning med vatten alternativt behandlas med hexafluoracetonseskvihydrat (giftigt). Acetaiplaster är svåra att limma. De kan tvättas i etanol eller sodalösning.

## Styrenplaster, ABS plaster

Styrenplaster och ABS-plaster, speciellt de cellulära, är mycket känsliga för de flesta lösningsmedel. De kan dock tvättas med etanol, isopropanol eller vatten med tillsats av vätmedel. Om kontakttiden blir alltför lång finns risk för spänningssprickbildning.

## Vinylkloridplast (PVC)

Icke mjukgjord vinylkloridplast kan rengöras med natronlut följt av sköljning och torkning. Även etanol, isopropanol och laktater bör gå bra att använda. De senare bör dock testas innan användning.

---

## Metylmetakrylatplast och karbonatplast

Metylmetakrylatplast och karbonatplast kan rengöras med en blandning av n-propanol, vatten och vätmedel. Båda plasterna är dock mycket känsliga för spänningssprickbildning.

## Amidplaster

Amidplaster tål de flesta lösningsmedel och natronlut upp till en koncentration av 10% mycket bra under kortare tid. Syror, aldehyder, alkoholer och klorerade lösningsmedel angriper dock plasten mer eller mindre.

## Fenolplaster, glasfiberarmerad polyester

Fenolplaster och glasfiberarmerad polyester tål organiska lösningsmedel mycket bra.

## Vilka temperaturer tål plasterna vid förbehandlingen?

Plasterna tål följande temperaturer:

Etenplaster	ca 70°C	Akrylplast	65-80 °C
Propenplaster	100-120°C	Karbonatplast	130°C
Styrenplaster	60-65°C	Amidplaster	150°C
ABS-plaster	80-90°C	Speciella amidplaster	250 °C
PVC	60°C		

BILAGA 2  
METODER FÖR ATT MÄTA RENHET

1 = användbar 2 = väl lämpad

*ivf-resultat (källa ref.29)*

<b>Förening Egenskap</b>	Olja och fett	Oxider	Salter	Par- tiklar	Orga- niska föro- reningar	Kräver labora- torie- miljö	Kräver specia- list- kunnande	Apparat- kostnad >100 kkr	Geo- metri- känslig
<b>Mätmetod</b>									
1.1 Ljus- mikroskopi				1		X			X
1.2 Vit linneduk	1		1	1	1				
1.3 Tejpavtryck	1			1	1				
1.4 Nigrosin	1			1	1				
2 Vägning	1	1	1	1	1	X			
3.1 Bresles metod			1						
3.2 Acetonitril	1			1	1				
3.3 Urlakning med vatten respektive isopropanol	1		2	1	1	X	X	X	
4.1 Kopparsulfat- beläggning	1				1				
4.2 Vidhäftning	1			1					
4.3 Fosfatering	1		1		1	X	X		
5.2 Vatten- droppning	1				1				
5.3 Vatten- sprutning	1				1				
5.4 Ytspänning	1				1				
5.5 Kontakt- vinkel	1				1	X	X		X

1 = användbar 2 = väl lämpad

ivf-resultat (källa ref.29)

<b>Förorening Egenskap</b>	Olja och fett	Oxider	Salter	Par- tiklar	Orga- niska föro- reningar	Kräver labora- torie- miljö	Kräver specia- list- kunnande	Apparat- kostnad >100 kkr	Geo- metri- känslig
<b>Mätmetod</b>									
5.6 Vätningstvåg	1				1	X	X		
6.1 Manuell partikel- räkning				2		X		X	
6.2 Automatisk partikel- räkning				2					
7.1 Konduktivitet			2						
7.2 Ytisolations- resistans			2			X	X		
7.3 Ytresistans	2	2		2					
8.1 Radioaktivt spårämne	2		1	1	2	X	X		
8.2 Meseran	2				2	X	X		
9 Kromatografi	2		2		2	X	X	X	
10.1 Infraröd- (IR)- spektroskopi och FTIR	2	1			1	X	X	X	X
10.2 SC-3000 Oljedetektor	2							X	X
10.3 Ultraviolet- (UV)- fluorescens	2			2	1			X	
10.4 OSEE/PEE	2	2			2	X	X	X	X
10.5 Ellipsometri	1	1			1	X	X	X	X

1 = användbar 2 = väl lämpad

ivf-resultat (källa ref.29)

<b>Förorening Egenskap</b>	Olja och fett	Oxider	Salter	Par- tiklar	Orga- niska föro- reningar	Kräver labora- torie- miljö	Kräver specia- list- kunnande	Apparat- kostnad >100 kkr	Geo- metri- känslig
<b>Mätmetod</b>									
10.6 Röntgen- diffraktion		1				X	X	X	X
10.7 LIMA	1	2	2	2	2	X	X	X	
10.8 Röntgen- fluorescens		1	1			X	X	X	
10.9 GDOS		2	2			X	X	X	X
10.10 GDMS		2	2			X	X	X	X
11.1 Ford- metoden	2			1	2	X	X	X	
11.2 IMC- metoden	2			1	2	X	X	X	
11.3 Atom- adsorptions- spektroskopi			1	1		X	X	X	
11.4 Voest- metoden (Dytex)				2		X	X	X	
12.1 SEM och EDS	2	1	2	2	2	X	X	X	
12.2 AES respektive SAM		2	2	2	2	X	X	X	
12.3 XPS/ESCA		2	2		1	X	X	X	
12.4 SIMS		2	2		1	X	X	X	
12.5 ISS		2	2		1	X	X	X	

# ORDFÖRKLARING

**Anod:** Anoden är den elektrod som har positiv laddning.

**Antiredepositionsmedel:** Kemikalie som i avfettingsbad hindrar föroreningarna att åter fästa till godset.

**CFC:** En klorfluorkarbon som är fullständigt halogenerad. Handelsnamn är bl a freon.

**Dimsköljning:** Sköljning med finfördelade vattendroppar.

**Dispersion:** En blandning av två faser där den ena bildar partiklar eller vätskedroppar i den andra sammanhängande fasen.

**Emulsion:** En dispersion där båda faserna är vätskor. För att stabilisera emulsioner krävs ofta ett tredje ämne, emulgator.

**Eutrofiering:** Övergödning

**Flussmedel:** En substans som används för att göra det möjligt att foga samman två metallstycken utan att de oxideras.

**Halogenerade lösningsmedel:** Organiska lösningsmedel där en eller flera av väteatomerna har ersatts med fluor, klor eller brom.

**HCFC:** Icke fullständigt halogenerad CFC.

**Inert gas:** Ej reaktionsbenägen gas, t.ex. kvävgas, argon.

**Kabintvätt:** Tvättmaskin där godset tas in och ut på samma ställe. I motsats till tunneltvätten så förflyttas inte godset genom maskinen. Kan vara en- eller flerstegs.

**Katod:** Katoden är den elektrod som har negativ laddning.

**Kondenserar:** Ånga kyls och övergår till vätska.

**Korrosionsinhibitorer:** Korrosionsinhibitorer används för att minska angrepp på metallen. Vissa tensider, t.ex. arylfosfater, kan ha den funktionen. I mildt alkaliska lösningar ingår ibland aminer och alkanolaminer, vilka har korrosionsdämpande effekt.

**Kritiska punkten:** När trycket och temperaturen överstiger den så kallade kritiska punkten upphör skillnaden mellan vätske- och gasfas och systemet blir enfasigt. Dessa system har normalt bättre lösningsförmåga än gas- eller vätskefasen.

**Löslighetsförmedlare:** Tensider kan tillsammans med alkaliska salter och komplexbildare bilda grumliga lösningar. Löslighetsförmedlare kan i vissa fall tillsättas för att få en klar vattenlösning. Exempel på löslighetsförmedlare är urea samt korta joniska tensider.

**Microtoxtest:** Microtoxmetoden mäter testlösningars toxicitet mot en viss saltvattenbakterie. Bakterien utsänder en fluorescerande strålning, vars intensitet hämmas av toxiska ämnen.

**Monomolekylär:** Endast ett molekyllager tjockt.

**Permeat:** Permeat är den vätska som går igenom filtret vid filtrering.

**Plasma:** Joniserad gas.

**Semipermeabelt:** Halvt genomsläppligt. Ett semipermeabelt membran släpper igenom partiklar och molekyler upp till en viss storlek, beroende av filtrets porstorlek.

**Skuminhibitor:** Skuminhibitorer används i vattenbaserade avfettningsbad för att minska skumbildningen. Exempel på skuminhibitorer är blockpolymerer och små organiska föreningar som tributylfosfat.

**Skruvtransportör:** En transportör för gods. Den består av en spiral som roterar inuti en fast kåpa.

**Spaltning:** Separering av en vätskeblandning i dess beståndsdelar. Metoden separerar inte lösta ämnen.

**Spräckning:** En emulsion görs instabil och separerar i olika faser.

**Suspension:** En dispersion där den ena fasen är ett fast material.

**Tunneltvätt:** En tvättmaskin genom vilken godset passerar från ena sidan till den andra. Lämplig för gods upphängt på en transportkedja.

**Utdrag:** Den vätska som följer med godset när det tas ut ur tvätten.

**Viskositet:** Alla vätskor visar ett visst motstånd mot att rinna, vilket kallas viskositet. Lättflytande vätskor såsom vatten har låg viskositet medan trögflytande vätskor såsom sirap har hög.

**Ångtryck:** Över varje vätska och fast ämne finns ett tryck av dess ånga. I ett slutet kärl uppnås en jämvikt efter en viss tid, så att det är lika många molekyler som lämnar vätskeytan och övergår till ånga som de molekyler som övergår från ångfas och bildar vätska. Ångtrycket över en vätska eller ett fast ämne vid varje temperatur då jämvikt uppnås kallas vätskans ångtryck vid denna temperatur.

# AVFETTNING

## *av metall*

Klorerade lösningsmedel har under många år använts för avfettning. I och med de förbud mot yrkesmässig hantering som träder i kraft om några år måste de företag som använder klorerade lösningsmedel övergå till andra avfettningmetoder. Aktuella alternativ är framför allt vattenbaserad avfettning samt avfettning med icke klorerade lösningsmedel och mikroemulsioner.

Naturvårdsverket beskriver i dessa Allmänna råd hur process- och reningsutrustningar bör utformas och användas för att miljö- och hälsoriskerna ska minimeras. Råden gäller såväl nyinstallationer som befintliga anläggningar. Råden berör också möjligheter att minska avfettningsbehovet, avledning av avloppsvatten och hantering av avfall.

Råden är avsedda att fungera som vägledning för företag vid val och utformning av avfettningsutrustning samt för tillsynsmyndigheter i deras arbete.

ISBN 91-620-0079-9

ISSN 0282-7271

Naturvårdsverket FÖRLAG