

Tillsynshandledning Verkstadsindustriers ytbehandling

Miljösamverkan Västra Götaland november 2001
(vissa ändringar januari 2002)

Handledningen har tagits fram av Miljösamverkans Projektgrupp Verkstadsindustri (se sid 45) och sammanställts av Cecilia Lunder.

Information om Miljösamverkan Västra Götaland: www.vgregion.se/miljo, klicka på Miljösamverkan, där man även finner denna och den förra handledningen.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	1
1. Syfte	4
2. Projektets omfattning och avgränsning	4
3. Beskrivning av handledningen	4
3.1 Information och fakta	4
3.2 Lagstiftning	4
3.3 Tillsynstips	5
3.4 Handledningen för steg 1 (november 2000)	5
3.5 Tillsynskampanj, tidsplan	5
4. Exempel på miljöteknik vid ytbehandling	5
4.1 Miljötekniker vattenutsläpp	5
4.1.1 Minimering av vattenförbrukningen	6
4.1.2 Avloppsfria anläggningar	7
4.1.3 Slutna anläggningar/delvis slutna anläggningar	7
4.1.4 End-of-pipe-rening	7
4.2 Miljötekniker luftutsläpp	8
4.2.1 Flyktiga organiska lösningsmedel (VOC)	8
4.2.2 Rök och stoft	10
4.3 Bästa möjliga teknik	11
5. Kemiska produkter	11
5.1 Branschens användning	11
5.2 Produktvalsprincipen mm	11
5.3 Naturvårdsverkets rapport om verkstadsindustrins kemikalier	12
5.4 Övrigt	12
6. Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter	12
6.1 Avfettning	13
6.1.1 Allmänt	13
6.1.2 Vattenbaserad avfettning	13
6.1.3 Avfettning med organiska lösningsmedel	15

6.1.4 Andra avfettningmetoder	16
6.2 Avlackering/Lackborttagning	16
6.2.1 Inledning.....	16
6.2.2 Metod, råvaror och kemikalier	16
6.2.3 Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar	17
6.2.4 Tillsynstips.....	18
6.3 Blästring.....	18
6.3.1 Inledning.....	18
6.3.2 Utomhus.....	18
6.3.3 Inomhus	22
6.4 Trumling	24
6.4.1 Allmänt	24
6.4.2 Våttrumling (exempel)	24
6.4.3 Torrtrumling	24
6.4.4 Miljöpåverkan/Vattenrening.....	25
6.4.5 Tillsynstips.....	26
6.5 Härdning	26
6.5.1 Allmänt	26
6.5.2 Miljöpåverkan.....	27
6.5.3 Tillsynstips.....	27
6.6 Kemisk Elektrolytisk ytbehandling	27
6.6.1 Vad är kemisk och elektrolytisk ytbehandling?	27
6.6.2 Typer av kemisk och elektrolytisk ytbehandling.....	28
6.6.3 Miljöproblem	31
6.6.4 Åtgärder	31
6.6.5 Tips om föreskrifter/villkor	32
6.6.6 Termisk ytbehandling.....	34
6.6.7 Tillsynstips.....	34
6.7 Termisk sprutning/Metallsprutning	35
6.7.1 Allmänt	35
6.7.2 Metod, råvaror och kemikalier	35
6.7.3 Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar	35
6.7.4 Tillsynstips.....	35
6.8 Våtlackering.....	35
6.8.1 Introduktion	35
6.8.2 Våtlacker.....	37
6.8.3 Flyktiga organiska ämnen, VOC	37
6.8.4 Miljöproblem	38
6.8.5 Tillsynstips.....	39
6.8.6 Miljökvalitetsmålen med i beslut	40
6.9 Pulverlackering.....	41
6.9.1 Inledning.....	41
6.9.2 Metod.....	41
6.9.3 Råvaror	42
6.9.4 Kemikalier i processen	43
6.9.5 Miljöproblem.....	43
6.9.6 Möjliga miljöförbättringar	44
6.9.7 Tillsynstips.....	44
7. Mer information och kunskap.....	45
7.1 Miljösamverkans projektgrupp Verkstadsindustri.....	45

7.2 Diskussionsforum på Internet.....	45
7.3 Litteratur/Referenser.....	46
7.3.1 Branschfaktablad	46
7.3.2 Broschyrer, tidningar	46
7.3.3 Allmänna råd	46
7.3.4 Rapporter, böcker mm.	47
7.4 Experter, organisationer.....	48
7.5 Hemsidor	48

Bilagor

1. Tillsynskampanj, tidsplan
2. Klassning av miljöfarliga verksamheter, verkstadsindustri
3. Exempel på informationsbrev om kampanjen till berörda företag

1. Syfte

Miljösamverkans delprojekt om verkstadsindustrier, steg 2, inriktas på verkstadsindustriernas ytbehandling. Syftet är dels att höja kunskapsnivån när det gäller ytbehandlingsprocesser och dess miljöpåverkan, dels att genomföra en gemensam tillsynskampanj på dessa företag.

2. Projektets omfattning och avgränsning

Projektet inriktas på all ytbehandling inom verkstadsindustri. Det innebär ytbehandling av metall inom verkstadsindustrin. Hit räknas också metallackering integrerad i verkstadsindustri, även t.ex. legoverksamheter som inte själva tillverkar något men som t.ex. blåstrar och lackerar åt verkstadsindustriföretag.

Exempel på ytbehandlingsprocesser som ingår i projektet är våtlackering, pulverlackering, blåstring, kemisk och elektrolytisk ytbehandling och avfettning.

Dock ingår *inte* billackering eller andra lackeringsverksamheter utanför verkstadsindustrin. Materialet i denna handledning kan dock i tillämpliga delar användas även för andra verksamheter för dem som vill.

Inom ramen för projektet har denna handledning utarbetats som stöd för miljökontorens och Länsstyrelsens tillsyn enligt miljölagstiftningen. Vidare anordnas en upptaktsdag med syfte att tillföra ytterligare kunskap inom ämnesområdet och som introduktion till en tillsynskampanj. Den tillsyn som sker inom ramen för kampanjen utförs av miljökontoren och Länsstyrelsen.

3. Beskrivning av handledningen

3.1 Information och fakta

Handledningen innehåller dels information om projektet (Bilaga 1 om projektets olika skeden), dels allmän information med hänvisningar om var man kan hitta mer kunskap mm. Materialet i denna handledning är hämtat från flera olika källor, se *kapitel 7*.

I *kapitel 4 Exempel på miljöteknik vid ytbehandling* finns allmän information om olika slags tekniker i samband med ytbehandling. Man hittar vidare fakta om de olika ytbehandlingsprocesserna i *kapitel 6. Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter*, där en schematisk bild ges av processerna och vanligt förekommande miljöproblem, tillsynstips mm.

3.2 Lagstiftning

Eftersom den handledning som gjordes i samband med steg 1 i november 2000 innehåller information om tillämplig lagstiftning hänvisar vi i detta avseende till den handledningen (rubriken Lagöversikt), se nedan under rubriken *3.4 Handledningen för steg 1 (november 2000)*. Observera dock att reglerna för klassning av miljöfarlig verksamhet har ändrats, information om det finner du i Bilaga 2 i denna handledning.

3.3 Tillsynstips

I kapitlet 6 *Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter* avslutas varje avsnitt om en ytbehandlingsprocess med tillsynstips. Dessa ska vara till hjälp för att rikta in tillsynen på de delar av verksamheten som normalt bör uppmärksammas.

I den tidigare handledningen (se även nästa avsnitt) finns en checklista som kan användas vid systemtillsyn.

3.4 Handledningen för steg 1 (november 2000)

I steg 1 som handlade om tillsyn på verkstadsindustrier allmänt gjordes en handledning i november 2000 ”*Tillsynshandledning Verkstadsindustri*”. Denna handledning hänger ihop med den och kan ses som en fortsättning inom ytbehandling. Den förra handledningen innehåller alltså en hel del information som är aktuell även för steg 2. Det gäller t.ex. *kapitel 4 Regelöversikt* (med undantag för reglerna om klassning om miljöfarlig verksamhet som ändrats sedan dess och som nu presenteras i *Bilaga 2* i denna handledning).

Vill man få en presentation av tillverkningsprocesser, emissioner och miljöproblem finns det i den förra handledningen i *Bilaga 1 Beskrivning av verkstadsindustri*. I denna handledning beskrivs vanliga miljöaspekter i kapitlet 6. *Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av miljöaspekter*, där vi ger en övergripande beskrivning av de olika ytbehandlingsprocesserna och vanligt förekommande miljöproblem.

Handledningen för steg 1 ligger på Miljösamverkans hemsida, under Tillsyn på verkstadsindustrier (liksom denna handledning).

3.5 Tillsynskampanj, tidsplan

Se Bilaga 1.

4. Exempel på miljöteknik vid ytbehandling

Vid ytbehandling sker miljöpåverkan vanligen i form av förorenat utsläpp till vatten i form av bl.a. metaller och till luft i form av bl.a. flyktiga organiska ämnen, stoft mm. Vidare kan verksamheter ge upphov till mer eller mindre svårhanterat avfall och buller.

I detta avsnitt görs en allmän beskrivning av olika tekniker som förekommer vid ytbehandling, när det gäller utsläpp till vatten och till luft. Texten gör inte anspråk på att vara heltäckande, avsikten är att ge en presentation av de ytbehandlingstekniker som är vanligt förekommande.

I kapitlet 6 *Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter* ges en bild av de olika ytbehandlingsprocesserna (kemisk-elektrolytisk ytbehandling, blästring, avfettning m.fl.) och vilken miljöpåverkan som är vanligt förekommande för dessa. I de beskrivningarna kommer vissa hänvisningar att göras till detta avsnitt när det gäller beskrivning av miljötekniker. Där ges också en översiktlig beskrivning av avfall för processerna, vilket inte behandlas i detta kapitel.

4.1 Miljötekniker vattenutsläpp

Mycket av materialet i detta kapitel är hämtat från NV: s *AR 97:5, DEA – ett hjälpmedel att identifiera BAT (Best Available Technology) inom oorganisk ytbehandlingsindustri* (DEA är

namnet på en metod) samt *Möjligheter att minska miljöbelastningen från ytbehandlingsbad*, (se kapitel 7 *Mer information och kunskap*).

För att minska mängden föroreningar från ytbehandlingsanläggningar bör en minimering av vattenanvändningen eftersträvas och helst även en minimering av föroreningsmängden i utgående vatten. Så slutna system som är miljömässigt motiverat bör eftersträvas.

De vanligaste teknikerna i befintliga verksamheter är s.k. end-of-pipe-reningar, vanligt är t.ex. kemisk fällning där metallinnehåll i avfallsvatten fälls ut som svårlösta metallhydroxider. I slutändan får man avfall och avloppsvatten som behöver tas omhand. Avloppsvattnet avleds, vanligtvis efter intern rening, till kommunalt reningsverk eller till recipient. Avfall som t.ex. metallhydroxidslam deponeras ofta eftersom det hittills bedömts vara för dyrt att återvinna metallerna. Läs mer om konventionell reningsteknik i *NV: s AR 97: 5*.

Det är idag önskvärt att gå från end-of-pipe-rening till avloppsfria lösningar, och på sikt helt slutna. Även i befintliga anläggningar kan man vidta förbättrande åtgärder, t.ex. ökad slutenhet och därmed minskad miljöbelastning.

4.1.1 Minimering av vattenförbrukningen

Att reducera vattenförbrukningen är en relativt enkel metod för att begränsa utsläppsmängderna. Rätt sköljteknik är viktigt. Syftet med sköljning är att sänka halten av oönskade ämnen på godset så att inte produktens kvalitet försämras eller att efterföljande bad förstörs genom att dessa ämnen förorenar.

Minskning av utdragsförluster

Utdraget är den vattenmängd som följer med godset från processbadet till efterföljande sköljsteg. *Några exempel* på metoder för att minska utdraget är att använda *lägre kemikaliekoncentration i processbadet, lägre viskositet i processbadet, en riktig upphängning av godset och tillräckligt lång droppetid, användande av stänkskydd och dropplåtar* (så att droppet kan återföras till rätt bad och inte förorenar fel bad).

Motströmssköljning

Antalet sköljsteg kan vara två och uppåt. Rent vatten tillsätts det sista sköljbadet i systemet. Vattnet och godset går från motsatta håll, vilket innebär att godsets första bad sker i det smutsigaste vattnet.

Sparsköljning

I det första sköljsteget efter ett processbad avlägsnas större delen av det utdrag som följer med detaljen. Det blir alltså en relativt hög kemikaliekoncentration i det första sköljbadet. Detta sköljvatten kan man använda för att fylla på processbadet, för att återvinna kemikalierna.

Sprutsköljning

Genom att spruta godset istället för att doppa det kan man minska vattenvolymen.

Styrning av sköljvattenmängden

Om man har en jämn produktion kan man styra sköljvattenmängden. Har man en mer varierad produktion, vilket oftast är fallet, måste vattentillförseln varieras. Man kan då automatisera vattentillförseln genom exempelvis *tidsstyrning*.

Förhöjd sköljvattentemperatur

Sköljeffekten avtar med sjunkande temperatur. Vid ytbehandlingsprocesser som kräver kylning kan man använda den bortförda värmen som energi vid uppvärmning av vattnet.

Omrörning

Omrörning förbättrar sköljningen. Omrörning kan t.ex. åstadkommas med luftinblåsning eller propeller.

Jonbytare

Med jonbytare kan ett ämne även i låga halter och löst i vatten avlägsnas. Återvinning av sköljvatten och/eller processkemikalier kan ske med jonbytare beroende på typ. Det finns olika jonbytarmaterial, man skiljer på katjonbytare (katjoner avlägsnas) och anjonbytare.

4.1.2 Avloppsfria anläggningar

En del kallar i vardagligt tal avloppsfria anläggningar för slutna. Man ska dock inte förväxla en avloppsfri anläggning med en sluten, se definitioner i detta avsnitt samt under Slutna anläggningar.

Vid konventionell end-of-pipe-rening avleds det renade vattnet innehållande metalljoner samtidigt som man får ett avfall. En målsättning i det fortsatta arbetet är att gå mot mer slutna anläggningar. En avloppsfri anläggning innebär att man avlägsnar salterna från avloppsvattnet som då kan återanvändas som sköljvatten. Det innebär att man inte får något avloppsvatten. Man får ett avfall i fast eller flytande form som kan behandlas, återvinnas och/eller deponeras.

En avloppsfri anläggning består ofta av flera olika separationsmetoder, t.ex. jonbytare och indunstning. Energiåtgången är ofta högre än vid konventionella fällningsanläggningar, men med moderna indunstningsanläggningar som återanvänder energin i många steg kan energikostnaderna hållas nere.

4.1.3 Slutna anläggningar/delvis slutna anläggningar

En sluten anläggning definieras av att man varken får avloppsvatten som behöver avledas eller något avfall som behöver tas omhand, dvs. processen är helt sluten. Man utnyttjar alla tillförda metaller och kemikalier. Idag finns vad vi vet inga helt slutna anläggningar i Sverige. Man kan alltså säga att det är ett mål som ligger en bit fram i tiden.

Ett första steg är dock att arbeta mot så många slutna delströmmar i processen som möjligt. På så sätt minskas behovet av extern slutbehandling av avloppsvattnet och möjligheterna till återvinning ökas.

4.1.4 End-of-pipe-rening

Avskiljningsgraden i en konventionell end-of-pipe-anläggning kan förbättras genom fler reningssteg.

Genom att leda vätska genom ett filter kan partiklar och i vissa fall även lösta salter avlägsnas.

Sandfilter

Filtrering genom sand är en gammal beprövad metod för att rena vatten. Sandfilter kan användas för att avlägsna olösta ämnen från vattnet.

Filteraggregat

Filtret består av papper eller en duk (som kan vara belagt med t.ex. aktivt kol) och kan användas för filtrering av processbad och utgående avloppsvatten.

Membranmetoder

Man kan använda ett poröst membran för filtrering. Beroende på porernas storlek i membranet skiljer man mellan *mikrofiltrering*, *ultrafiltrering* och *omvänd osmos*.

Mikrofiltrering, MF, (avskiljer ämnen $< 0,1 \mu\text{m}$) används ofta som kompletterande steg till eller alternativ till sedimentering. *Ultrafiltrering, UF*; (avskiljer ämnen i området $0,001-0,1 \mu\text{m}$ vid något högre tryck än MF) används vanligen för slutbehandling av förbrukade avfettningsbad för avskiljning av olja. Om man kontinuerligt filtrerar avfettningsbad kan det få en längre livslängd. *Omvänd osmos* (avskiljer ämnen $< 0,001 \mu\text{m}$ vid ännu högre tryck) kan avlägsna lösta salter.

Avskilda partiklar separeras från vattnet och avvattnas exempelvis med filterpress, rejektvattnet går åter in i behandlingen.

Elektrolys

Metaller i sparsköljar och sköljvatten kan ibland återvinnas genom elektrolys. Metallerna vandrar mot katoden och fälls ut som ren metall. Effektiviteten bli högst vid höga metallkoncentrationer i lösningen.

Indunstning

Indunstning används ofta för att få bort olja samt för att uppkoncentrera en lösning från flytande fas till fast (eller förtjockad). Vid indunstning tillförs värme varvid vattenånga avgår och resten blir ett koncentrat (förtjockad eller fast fas). Det finns olika metoder, t.ex. *kylundunstning*, *öppen indunstning* och *vakuumindestare*. Indunstning kräver en hel del energi.

Kristallisation

Lösligheten för de flesta salter avtar med sjunkande temperatur. När man sänker temperaturen fälls metallsalterna ut och kan separeras från lösningen, exempelvis genom sedimentation.

Jonbytare kan användas för att avlägsna ett ämne i låga halter löst i vatten (exempelvis i ett sköljbad), t.ex. metalljoner (se under 4.1.1).

4.2 Miljötekniker luftutsläpp

Utsläpp till luft sker vid flera ytbehandlingsprocesser. Det kan vara utsläpp av flyktiga organiska ämnen (VOC), stoft, oljedimma, rök mm.

Åtgärder för att minska miljöbelastningen kan göras dels genom förändringar i processen, dels genom reningsanläggningar etc. Det första är givetvis att föredra eftersom man då förhindrar uppkomsten av föroreningar.

4.2.1 Flyktiga organiska lösningsmedel (VOC)

Utsläpp av flyktiga organiska ämnen kan ske vid bl.a. våtlackering av metall och avfettning med flyktiga organiska lösningsmedel.

VOC bidrar till bildningen av marknära ozon och andra fotokemiska oxidanter som kan orsaka stora skador på växter och verka irriterande på människors slemhinnor. Lösningssmedlen i sig kan också orsaka problem med lukt och riskera hälsomässiga konsekvenser för närboende.

De fyra följande rubrikerna är exempel på processinterna åtgärder.

Minska mängden flyktiga organiska lösningssmedel

I vissa fall kanske det går att minska mängden VOC. I första hand bör man utreda möjligheterna att övergå till torra metoder eller vattenbaserade lösningssmedel. Utvecklingen på lacksidan går även mot lacker med allt högre torrhalt.

Byt ut lösningssmedel

Man bör i första hand välja lösningssmedel som inte bidrar till nedbrytning av ozonlagret och som har låg ozonbildningspotential vad gäller det marknära ozonet. Vidare bör man välja lösningssmedel som medför låg risk för hälsan, både för anställda och närboende. I vissa fall medför det även att risken för lukt i omgivningen minskar. Här gäller miljöbalkens *Produktvalsprincip* (2 kapitel 6 §).

Förbättra uppsamlingsmöjligheterna

I de fall VOC-utsläppen sker till följd av diffusa utsläpp bör möjligheter till att innesluta dessa utredas.

Recirkulation av processluft

Vid automatisk sprutlackering finns möjligheter att minska frånluftflödet genom att recirkulera processluften. Luften filtreras från partiklar och återförs sedan till processen.

De följande rubrikerna beskriver exempel på olika slags reningstekniska åtgärder.

Adsorption

Vid adsorption binds lösningssmedlen till ytan på ett fast poröst material, t.ex. aktivt kol (vanligast) eller zeoliter. Luften med lösningssmedel leds genom en bädd (filter) med adsorbent i pulver- eller granulerad form. När adsorbenten blir mättad måste den bytas ut eller regenereras. Vid regenerering med luft kan man behöva ett andra reningsssteg, t.ex. oxidation (s.k. *tvåstegsrening*). Filter som byts ut får hanteras som avfall, t.ex. skickas för förbränning på någon anläggning för hushållsavfall (om det inte är farligt avfall). Kolfilter fungerar bättre vid torr avskiljning av lackstoff.

Absorption

Vid absorption kommer luften med lösningssmedel i kontakt med en vätska och lösningssmedlen separeras (vätskan ska kunna lösa de gasformiga föreningarna). Därefter behöver vätskefasen antingen renas, för att kunna användas på nytt, eller tas omhand för destruktion. Exempel: *spraytorn*, "*venturi-skrubbern*".

I vissa fall nyttjas den biologiska nedbrytningen av föroreningar direkt i absorptionsprocessen. Det bygger på att mikroorganismernas egen förmåga att bryta ned olika material. Olika tekniker som bygger på detta är *bioskrubbern* och *biofiltret*.

I *bioskrubbern* tvättas den förorenade gasen motströms i en s.k. fyllkroppskolonn med vatten som absorbent. Vattnet rinner ned i en bassäng där lösningssmedlen bryts ned. Vattnet renas

t.ex. i en aktiv-slamanläggning. Det renade vattnet och slammet dras av och separeras och leds tillbaka till processen respektive deponeras.

I ett *biofilter* byggs en artificiell miljö upp i en kolonn med hjälp av icke nedbrytbara material med stor yta. På dessa material ympas särskilt utvalda mikroorganismer som kan bryta ned de aktuella lösningsmedlen. Finns troligtvis inte någon sådan kommersiell installation i Sverige.

Biologiskt filter

I ett *kompostfilter* leds den förorenade luften genom en vanlig kompost. Nedbrytningen sker inte bara med mikroorganismer utan även med svampar, vilket gör processen mer tålig än t.ex. bakteriekulturen i aktiv-slam-bassängen i bioskrubbern. I det enklaste fallet utgörs kompostfiltret av ett hål i marken som fyllts med kompostmaterial. Då leds luften i underifrån och får stiga upp genom kompostfiltret.

Förbränning

Brännbara föroreningar kan destrueras genom förbränning. Stödbränsle behövs oftast. Man skiljer på olika förbränningstekniker, t.ex. *termisk och katalytisk*.

Termisk förbränning = förbränning i en flamma. Det krävs komplicerad apparatur, man kan inte bara använda sig av vilken panna som helst. För att säkerställa fullständig förbränning av lösningsmedel krävs allmänt att temperaturen blir 800 °C under en kort stund.

Vid *katalytisk förbränning* låter man gasen passera över en katalysatoryta och förbränning kan säkerställas redan vid 350 °C.

Kondensering

Genom att kyla en gasström kan man kondensera ut lösningsmedel. Det kan t.ex. ske i *kylmaskiner*, med *kolsyresnö* eller *flytande kväve*. Metoden används bara i speciella fall, normalt krävs låga flöden och höga koncentrationer för att det ska vara ekonomiskt rimligt.

Membranseparering

Gasen trycksätts och pressas mot och längs med ett membran. Lösningsmedlen anrikas på andra sidan membranet och tas bort. Luften går runt tills tillräckligt mycket avskiljts. Tekniken är dyr och energiförbrukningen hög. Används antagligen inte i Sverige.

4.2.2 Rök och stoft

Cykloner och spärrfilter

Vid exempelvis torr blästring, pulverlackering, varmförzinkning och termisk sprutning dammar och ryker det. Ett vanligt avskiljningsätt är *cykloner* i kombination med *spärrfilter*. Avskiljningen i en cyklon är dynamisk. Gasströmmen skickas in i en upp och nedvänd kon, roterar, varpå de stora partiklarna kolliderar med väggarna, faller ned mot botten och tas ut där. I ett spärrfilter, eller textilfilter, strömmar gasen genom ett filtermedium (kan vara bomull, glas, teflon mm.) då partiklarna avskiljs och bygger upp ett stoftskikt på filterytan. När tryckfallet över filtret blir för högt kan man antingen skaka, vibrera eller blåsa filtret rent. Stoftet samlas då upp.

Patronfilter

En nyare typ av effektivt stoftfilter är s.k. *Patronfilter*. De består av veckade membran som finstoftet fastnar på. Patronfiltren rensas med tryckluft.

Flussrök

Vid varmförzinkning uppstår s.k. *flussrök*, läs mer om det i *NV:s AR 97:4* om varmförzinkning.

Skrubber

En skrubber är en våt avskiljningsmetod, i vilken gasströmmen får möta en vätska. Vätskedropparna binder stoftpartiklar och gasströmmen blir renad. En skrubber kan avskilja både gas- och partikelformiga föroreningar. Vid avskiljning av stoft fås det avskiljda stoftet i vätskeform, vilket förutsätter någon form av efterbehandling, t.ex. sedimentering och slamavvattning. Förekommer främst i samband med varmförzinkning. Vattnet kan i vissa fall efter avskiljning av föroreningarna återföras till processen.

4.3 Bästa möjliga teknik

Enligt miljöbalkens 2 kapitel 3 § skall alla som bedriver yrkesmässig verksamhet använda bästa möjliga teknik för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

Detta bedöms vara lättast att genomföra vid nyinstallationer av processer. För befintliga verksamheter som är tillstånds- eller anmälningspliktiga är det viktigt att beakta detta i samband med prövningar och anmälningar om ändringar av verksamheten (enligt miljöbalken), t.ex. vid byte av teknik.

5. Kemiska produkter

Man kan även läsa en del om kemiska produkter i Miljösamverkans förra handledning, se kapitel 3.4.

5.1 Branschens användning

Inom verkstadsindustrin används många olika kemiska produkter. Användningen varierar mycket, vilket bland annat beror på att det finns så många olika processer. Antalet kemiska produkter för de olika processerna uppskattades 1997 till 2000-3000. I Naturvårdsverkets AR 97:5 om oorganisk ytbehandling beskrivs några olika grupper kemiska produkter som används.

5.2 Produktvalsprincipen mm.

Enligt miljöbalkens 2 kapitel 6 § ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd undvika att använda eller sälja sådana kemiska produkter eller biotekniska organismer som kan befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön, om de kan ersättas med sådana produkter eller organismer som kan antas vara mindre farliga (*Produktvalsprincipen*). Kraven på hänsyn gäller (enligt § 7) i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning skall särskilt beaktas nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder.

Hur ska man då gå tillväga när det gäller krav på verksamhetsutövare att byta ut eventuella riskfulla kemikalier? Det första man bör kontrollera är att inga kemiska produkter som används finns med på *Begränsningslistan* (ämnen som är förbjudna eller dess användning inskränkt). Därefter finns *OBS-listan* att tillgå som verktyg (ca 250 ämnen som fordrar särskild uppmärksamhet och som har stor användning). Båda dessa återfinns på Kemikalieinspektionens hemsida (www.kemi.se). Där finns också flera olika kemiska ämnesdatabaser.

Nämnas bör att det inte *alltid* är givet att utbyte är det mest optimala (bortsett från ämnen på t.ex. *Begränsningslistan*), man bör se till helheten, även faktorer som hur kemikalierna hanteras och i vilken utsträckning de används är viktigt. Det är verksamhetsutövarens ansvar att känna till och driva på kemikaliearbetet. Men det fungerar som bekant inte alltid så, särskilt i mindre verksamheter kan det vara ett lågprioriterat område och en del saknar kunskap.

5.3 Naturvårdsverkets rapport om verkstadsindustrins kemikalier

Ett verktyg i tillsynen kan vara Naturvårdsverkets Rapport 4781 *Verkstadsindustrins kemikalier* (se litteraturlistan, kap. 7.3.4).

I rapporten har man gjort en kartläggning av verkstadsindustrins kemikalieanvändning. Man har listat en rad olika organiska och oorganiska ämnen och anger för vart och ett ungefärliga användningsvolym, kriterier för miljöfarlighet, användningsområde mm. Man har utifrån dessa fakta prioriterat ämnena i fråga om vilka som i första, andra respektive tredje hand bör bytas ut och ibland kommenterat i vilken mån det är möjligt.

På Naturvårdsverket säger man att rapporten fortfarande är användbar och bra. Några av kemikalierna kan ha slutat användas (åtminstone till största del) och några nya har tillkommit. Om man till exempel varit ute på tillsyn och känner sig osäker på någon/några kemikalier som används kan man titta i listorna för att få mer kunskap om kemikaliens miljöfarlighet och prioritet för utbyte. De med nummer 1 (dessa ämnen är bioackumulerbara och svårnedbrytbara och används i stora volymer) bör givetvis prioriteras i första hand. I den mån de inte längre används står de med nummer 2 på tur.

5.4 Övrigt

I kapitel 6 *Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter* kan man hitta ytterligare information om kemiska produkter som används i de olika processerna.

För mer information om kemiska produkter, se under rubrik 7 *Mer information och kunskap* där det finns en del att ta del av, t.ex. *Handledning för kemikaliatillsyn på industrier och hos användare av kemiska produkter* (Miljösamverkan 2000) och *Handbok i Kemikaliehantering* (Länsstyrelsen i Östergötland). I kapitlet 7.5 *Hemsidor* finns t.ex. Kemikalieinspektionens hemsida med tips om information.

6. Olika ytbehandlingsprocesser samt beskrivning av vanliga miljöaspekter

Detta kapitel handlar om olika ytbehandlingsprocesser och ska ge en bild av vad dessa innebär. I de fall det finns bra tekniska beskrivningar av processerna i litteraturen, som till exempel för varmförzinkning och oorganiska processer i Naturvårdsverkets allmänna råd (97:4 och 97:5), hänvisar vi till dessa.

Texterna gör inte anspråk på att vara heltäckande utan syftet är att ge en övergripande beskrivning av processerna och de miljöproblem som är vanliga. Varje avsnitt avslutas med tillsynstips, dvs. exempel på sådant som kan vara viktigt att tänka på. I den rekommenderade litteraturen finns en hel del kunskap som kompletterar dessa uppgifter.

Följande avsnitt om ytbehandlingsprocesser finns:

- 6.1 Avfettning
- 6.2 Avlackering/Lackborttagning
- 6.3 Blästring
- 6.4 Trumling
- 6.5 Härdning
- 6.6 Kemisk elektrolytisk ytbehandling
- 6.7 Termisk sprutning/Metallsprutning
- 6.8 Våtlackering
- 6.9 Pulverlackering

6.1 Avfettning

6.1.1 Allmänt

För att möjliggöra efterkommande processteg, t ex lackering eller för att över huvud taget kunna hantera godset måste det ofta rengöras.

Vanliga föroreningar på en yta är oljor, partiklar och metaller från bearbetning av godset. Det är väsentligt att godset tvättas så snart som möjligt efter nedsmutsningen, ju längre tid det går desto svårare är det att få rent godset. Visst gods behandlas också inför mellanlagring med rostskyddsolja som kan behöva tvättas bort före vidare behandling.

Innan avfettning genomförs bör rengöringsbehovet ifrågasättas. I vissa fall kanske ingen rengöring behövs över huvud taget. I andra fall kanske avfettning kan undvikas genom att godset hanteras varsammare.

6.1.2 Vattenbaserad avfettning

Som avfettning före olika typer av ytbehandling är vattenbaserad avfettning den dominerande metoden. 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 fungera som antiredepositionsmedel (förhindrar att föroreningarna åter fäster vid godset) och komplexbildare. Silikater kan verka korrosionsskyddande och tensider verkar emulgerande, vissa tensider kan dessutom ha en skumdämpande verkan.

Sur avfettning kan användas vid lindrigt smutsigt gods. Ett surt avfettningsbad kan bestå av en syra, fosfater, tensider och korrosionsinhibitorer. Exempel på syror är fosforsyra och oxalsyra. Vanligt pH är 2,5 – 5,5. Förutom avfettande verkan kan ett surt avfettningsbad även avlägsna rost eller ge en fosfatbeläggning.

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

På senare år har en typ av biologisk avfettning börjat användas. Badet består av en vattenbaserad, svagt alkalisk lösning med bakterier. Lösningen cirkulerar över en lamellsedimenteringsanläggning, där föroreningar och döda bakterier avskiljs. Klarfasen återgår till badet. Erfarenheter visar att metoden i flera fall medfört att baden inte behövt dumpas.

Vattenbaserad avfettning är överlägsen avfettning med 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. Tekniken med vattenbaserad avfettning är dock mer komplicerad när det gäller att välja lämplig avfettningsprodukt och utrustning.

Miljöpåverkan vid vattenbaserad avfettning

Vid vattenbaserad avfettning kan utsläpp av oönskade ämnen ske till vatten. Från miljösynpunkt olämpliga ämnen är vissa tensider t ex nonylfenoletoxylater och komplexbildare, metaller och olja. Nonylfenol är svårnedbrytbart och finns med på OBS-listan. Mikrotoxtest har visat att förbrukade alkaliska avfettningsbad kan vara starkt toxiska.

Vattenbaserad avfettning utförs normalt genom doppning eller sprutning eller i olika typer av tvättmaskiner. Genom inkapsling och ventilering kan man minska avgången av ångor från baden. Livslängden på baden kan förlängas genom olika tekniker. Vilken teknik som används beror bl.a. på vilka föroreningar som skall avskiljas, storlek på anläggningen och om man vill recirkulera eller avskilja badkemikalierna.

Rening vid vattenbaserad avfettning

Membranfiltrering

Ett förbrukat avfettningsbad bör tas om hand så snart som möjligt eftersom lagring lätt leder till bakterieväxt. *Ultrafiltrering* är ett effektivt sätt att avskilja emulgerad olja och suspenderade ämnen medan lågmolekylära fraktioner såsom vissa tensider och komplexbildare kan passera membranet. *Omvänd osmos* är effektivare än ultrafilter och ger en mycket god separering av ämnen med toxisk verkan. Genom att använda membranfiltrering minskar mängderna farligt avfall till kanske 1/10 av ursprungsvolymen.

Indunstning

Vid indunstning tillförs värme till vätskan och de mer lättflyktiga ämnena förångas. Den förångningsbara fasen kondenseras till en vätska och återstoden fås som ett koncentrat. Beroende på vilka ämnen som finns i badet kan ytterligare rening krävas i form av t.ex. omvänd osmos eller adsorption på kolfilter. Metoden med indunstning har höga investeringskostnader men kan utformas så att den blir relativt okänslig för vilka vätskor som behandlas.

Små företag saknar ofta möjlighet till egen behandling av avfettningsbad. Förbrukade bad skall då hanteras som farligt avfall och skickas för extern behandling.

Tillsynstips vid vattenbaserad avfettning

1. Avfettningsbad bör utformas med inkapsling och ventilering så att avgången av badångor till arbetsmiljön minimeras.
2. Användning av kemikalier som är toxiska, svårnedbrytbara eller bioackumulerbara bör undvikas.
3. Åtgärder bör vidtas för att förlänga badens livslängd så långt som det är tekniskt och ekonomiskt möjligt.
4. Förbrukade avfettningsbad och första sköljvattnet bör normalt renas med ultrafiltrering eller omvänd osmos eller metod som ger motsvarande resultat. Saknas

utrustning för detta skall baden skickas till anläggning med tillstånd för omhändertagande.

5. Förbrukade avfettningsbad, första sköljvattnet eller permeat (den filtrerade vätskan) från ultrafiltrering bör ej neutraliseras tillsammans med metallhaltiga vatten i en neutraliseringsanläggning.

6.1.3 Avfettning med organiska lösningsmedel

Till gruppen organiska lösningsmedel hör halogenerade kolväten, petroleumbaserade lösningsmedel, alkoholer, ketoner (t ex aceton) och terpenier. Emulsioner av dessa ämnen förekommer också. Avfettning med organiska lösningsmedel används då risk finns för skador eller korrosion av vatten.

Halogenerade lösningsmedel var tidigare mycket vanliga bl.a. pga. sina goda fettlösande egenskaper och att de kunde användas i många olika rengöringsprocesser. Pga. sin miljö- och hälsofarlighet bestämdes att de skulle avvecklas. Användningen av flertalet klorerade lösningsmedel förbjöds under 1990-talet, det gäller 1, 1, 1-triklorethan, trikloretylen, metylenklorid och koltetraklorid (laboratoriearbete är undantaget). Efter det att trikloretylen och metylenklorid förbjöds 1996 har Kemikalieinspektionen beviljat ett antal företag dispenser vilket innebär att dessa ämnen fortfarande används för avfettning i industrin. Kemikalieinspektionen skickar inte längre regelmässigt kopior av dessa beslut om dispenser till kommunerna. Däremot kan man få kopior om man kontaktar KemI.

Petroleumbaserade produkter är vanliga inom verkstadsindustrin på grund av sina goda fettlösande egenskaper. De används t ex i kallavfettningsmedel och i mikroemulsioner. Strukturellt kan dessa produkter innehålla kolväten som kan vara raka och ogrenade eller förgrenade (alifatiska). De kan också vara ringformade och aromatiska eller icke aromatiska (alicykliska).

Aromatiska lösningsmedel t ex toluen och xylen är olämpliga att använda både med avseende på arbetsmiljö och yttre miljö. Alicykliska kolväten kan vara naftener eller terpenier (t ex limonen). Paraffiner är alifatiska kolväten som utgör viktiga beståndsdelar i lacknafta och industribensin.

Alkoholer är generellt goda lösningsmedel. De industriellt vanligaste alkoholerna för rengöring är metanol, etanol och isopropanol. Glykoler och glycerol är andra typer av alkoholer. Etanol och isopropanol är exempel på lämpliga alternativ från hälso- och miljösynpunkt medan metanol är olämpligt då det är giftigt.

Miljöpåverkan vid avfettning med organiska lösningsmedel

Användning av flyktiga organiska ämnen (VOC) 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 bedömning av miljö- och hälsorisker anser Naturvårdsverket att det inte finns underlag för att bortse från någon grupp av VOC. Aromater, klorerade kolväten m.fl. prioriteras högt medan lågmolekylära alkoholer (t.ex. etanol, propanol) har låg prioritet.

Klorerade lösningsmedel bidrar till nedbrytningen av ozonskiktet vilket leder till ökad instrålning av ultraviolett strålning. VOC bidrar tillsammans med kväveoxider och solljus till bildningen av fotokemiska oxidanter i form av marknära ozon, som kan orsaka skador på skog och andra grödor. De kan också ge hälsoeffekter t ex irritation i andningsvägarna.

Olika lösningsmedel har olika ozonbildningspotential. Mycket vattenlösliga VOC t ex etanol förväntas tvättas ur i atmosfären innan de brutits ned och de kommer därmed inte att hinna bidra till bildningen av fotokemiska oxidanter. Hälsoeffekter av VOC kan vara t ex irritation i luftvägarna och påverkan på centrala nervsystemet.

Rening vid avfettning med organiska lösningsmedel

Metoder för avfettning med organiska lösningsmedel är framförallt ångrengöring, dopprengöring i kallt eller varmt bad, sprayrengöring eller kombinationer av dessa. Tvätteffekten kan förstärkas med t ex mekanisk rengöring eller ultraljud.

Utsläpps begränsande åtgärder i form av t ex slussar och automatisk tillförsel och utförsel av gods bör införas. Detta kan reducera utsläppen med upp till 90 %. Vid användning av lågmolekylära alkoholer är det vanligen inte rimligt att installera återvinningsutrustning.

Tillsynstips vid avfettning med organiska lösningsmedel

1. Etanol, propanol och andra lågmolekylära alkoholer bör användas i första hand. Halogenerade lösningsmedel skall undvikas (dispens krävs).
2. Red ut företagets eventuella dispenser. Företaget skall kunna visa ett sådant beslut. Det kan också fås från KemI.
3. Utrustning för avfettning bör konstrueras och skötas så att en så liten mängd lösningsmedel som möjligt avgår.
4. Anläggningar för lösningsmedel (undantag lågmolekylära alkoholer) bör vara försedda med system för återvinning och recirkulation. Avskiljningsgraden bör uppgå till minst 95 % och lösningsmedelshalten i utgående luft bör inte överstiga 20 mg/m³.
5. Avfettning bör ske i en sluten anläggning.

6.1.4 Andra avfettningmetoder

Vid avfettning med *Mikroemulsioner* förenas principerna för vattenbaserad avfettning med lösningsmedelsbaserad avfettning. Mikroemulsioner kan innehålla höga halter av lösningsmedel förutom tensider och andra kemikalier t ex komplexbildare och korrosionsinhibitorer.

Ytterligare andra avfettningmetoder är *Plasmarengöring* och avfettning med *Vakuum* och *Koldioxid*.

6.2 Avlackering/Lackborttagning

6.2.1 Inledning

Fellackerat gods och galgar, krokar och gallerdukar är exempel på saker som avlackeras.

Avlackering är en arbetsoperation som ofta åsidosätts vid projekteringar av lackeringsanläggningar. Det har då lett till provisoriska lösningar som sedermera permanentats. På senare tid har det kommit fram en del legoavlackerare på marknaden.

6.2.2 Metod, råvaror och kemikalier

Tidigare användes metylenklorid vilket numera är förbjudet. Lösningsmedel som aceton, metanol m.fl. kan fortfarande förekomma. Även alkaliska medel (lut) var tidigare vanligt och lär fortfarande användas i viss utsträckning. Samtliga dessa metoder har tekniska men kanske framförallt stora arbetsmiljömässiga problem. Även om det går att automatisera mycket i

processerna så återstår ändå problem som lång behandlingstid, rengörning av sköljvatten, kemikaliehantering samt omhändertagande av förbrukade bad med lackslam.

Termisk avlackering där godset upphettas i en ugn så att lacken pyrolyseras bort förekommer också. Vid pyrolyt upphettas ett ämne utan närvaro av syre.

Vissa typer av gods kan avlackeras mekaniskt med vatten-, plastkule- eller sandblästring (se kapitel 6.3 *Blästring*).

Nyare metoder är frysning i flytande kväve ihop med stålku­leblästring samt avlackering med NMP (N-metyl-pyrrolidon).

NMP kom fram i Sverige i ett försök att hitta ”miljövänliga” alternativ till lösningsmedel och lut. Kemikalien har enligt importören och varuinformationsbladen relativt ”snälla” hygieniska egenskaper. NMP irriterar hud och ögon och tas lätt upp via huden. Det är viktigt med bra skyddsutrustning. Det låga ångtrycket är positivt ur avdunstningssynpunkt men den relativt höga temperaturen gör att det ändå kan avgå en hel del när karluckorna öppnas. NMP är vattenlösligt och luftutsläpp lär relativt snart hamna i mark- och vattenmiljön. Innan dess kan NMP ha indirekta effekter som bildande av marknära ozon. Det är lätt nedbrytbart enligt OECD-norm (DIN 38 412), inte toxiskt för vattenlevande organismer samt inte biologiskt ackumulerbart.

Avlackering med NMP är effektivt och fungerar på de flesta färger. Avlackeringen sker i varma bad där färgen löses upp och definitivt avlägsnas via högtrycksavspolning med vatten samt tryckluft över sköljkar.

Vid flytande kvävetoden sänks godset ner i kvävet och färgen blir spröd och spricker upp. Resterande färgrester blästras bort i en stålku­lebläster där kulorna återanvänds. Inga kemikalier erfordras utöver kvävet.

6.2.3 Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar

Avlackering med traditionella lösningsmedel har hela problematiken med inre arbetsmiljön till utsläpp till luft. Givetvis går det att bygga tätare ”liner” samt rena utsläppen men kostnaderna är höga.

Alkaliska bad (lut) är vanskliga att arbeta med. Det blir ett kemikaliefärgslam som skall tas om hand och sköljvattnen som skall renas mm. Det går att bygga mer slutna sköljvattensystem men grundkonceptet med lut gör metoden mindre attraktiv.

Avgaserna från pyrolysen måste renas i en form av efterförbränning vid minst 800° C. Värmen från efterbrännkammaren bör tas till vara. Det är tveksamt om termiska metoder skall användas på lacker som innehåller klor. Avlackering via direktavbränning med låga bör inte förekomma, då fullständig förbränning inte kan säkerställas. Askans innehåll bör analyseras för att veta hur avfallet skall tas om hand.

Mekanisk metod som blästring gör att normala stoftreningsfilter erfordras i form av cyklon och ytterligare stoftrening. Vattenblästring ger upphov till ett slam som om färgerna inte innehåller tungmetaller ev. kan släppas till avlopp efter noggrann avslamning. VA-verket bör dock först vidtalas.

Metoden flytande kväve/blästring har en rad fördelar:

- Bra arbetsmiljö
- Avfallet är ett torrt pulver
- Små mängder ventilationsluft erfordras
- Hög kapacitet

Kostnaden för inköp av flytande kväve är en faktor som bidrar till att metoden än inte är vanlig.

Normala stoftreningsfilter erfordras för blästeranläggningen i form av cyklon och ytterligare stoftrening.

Trots att NMP hittills inte uppvisat så mycket miljöfarliga egenskaper bör man med stöd av miljöbalkens hänsynsregler utforma anläggningarna så bra som möjligt.

Vid uppförande av nya NMP-avlackeringsanläggningar bör de göras slutna på luftsidan med ex kylsystem. Utöver vinsten att luftutsläpp förhindras minimeras kemikaliekostnaden som är hög per liter. Även sköljvattensidan bör göras slutna via ex indunstare, exempel på detta finns i Trollhättan.

Sammanfattningsvis kan sägas att flytande kväve och stålkulebläster är den bästa metoden följd av slutna NMP-avlackering.

6.2.4 Tillsynstips

1. Vilken avlackeringsmetod används? Används förbjudna kemikalier som metylenklorid?
2. Lösningssmedelsavlackeringar bör göras slutna.
3. Vid lut, neutraliseras och renas sköljvattnet?
4. Sker en direkt avbränning i låga? Detta bör i så fall avvecklas.
5. Vid blästeranläggningar, hur ser stoftutsläppet ut? Har det mätts någon gång? Finns tryckmätare? Fungerar dessa? Finns annan larmanordning för stoftreningen? Stoftet är vanligen farligt avfall pga. tungmetallinnehåll.
6. Vid NMP-avlackering bör anläggningen på luftsidan vara slutna ex med kondensering. Även sköljvattensidan bör vara slutna m h a ex en indunstare.
7. Bäst är flytande kväve med blästring troligen följt av NMP-avlackering.
8. Kontrollera att temperaturen vid pyrolysanläggningar är minst 800° C.

6.3 Blästring

6.3.1 Inledning

Blästring används vanligen för att rengöra och få en behandlingsbar yta på ex en stålplåt. På metallytor blästrar man för att avlägsna rost, glödska, färg eller andra främmande ämnen. Därefter sker ytbehandlingen då färg, metallbeläggning via metallsprutning e dyl. appliceras. Blästring används även innan limning eller plastbeläggning utförs. Blästring används också för rengörning av betong, tegel eller andra murytor liksom för att förändra en ytprofil.

6.3.2 Utomhus

- Blästring (torr metod)
- Vatten/blästerblandning (högtryck)
- Vattenblästring

Blästring, torr metod

Metod, råvaror:

Det traditionella blästringssättet där ett torrt blästermedel slungas mot en yta med lufttryck s.k. fristråleblästring. Även slunghjul eller turbiner kan användas för blästringen. Blästermedlen måste vara torra för att fungera.

Vid *tung blästring* av ex broar, fartyg, cisterner används hårda blästermedel som slagger av olika slag, olivinsand, granater (silikatmaterial) m fl. Se sid 9 Miljöanpassning och avfallsminimering vid blästring, Uppdragsrapport 1998: 6 Göteborgs Miljöförvaltning.

Vid *lätt blästring* vid ex borttagning av enbart färgskikt, klottersanering eller polering används mjuka blästermedel som glaspärlor, kalk, fruktkärnor m fl.

Vakuumblästring är en torr metod där blästermedlet recirkuleras. Metoden används på mindre ytor ex skarvar, lokala rostangrepp etc. Tekniken används utan skyddsanordningar då stoft/dammspridningen till omgivningen är liten.

Ur resurssynpunkt är det en fördel om blästermedlen renas och återanvänds vilket är möjligt i en del fall. Det finns vissa blästermedel som är lättare att återvinna än andra.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Fristråleblästring ger upphov till stoftspridning och avfall. Åtgången av blästermedel kan vara så stor som 50 kg/m² yta. Stoftet innehåller bl.a. tungmetaller som dels kommer från blästermedel (t.ex. om slagger används), dels från bortblästrad färg. Äldre färger kan innehålla bly mm. Det är uppenbart att detta inte är bra att sprida vare sig i en tätort eller i naturen.

Det har blivit vanligare på senare år att krav ställs på inkapsling av blästerarbetsplatsen för att blästeravfallet skall gå att samla upp. En positiv bieffekt av detta är att stoftspridningen minskar. I Göteborg ställs krav på att minst 95 % av avfallet ska samlas upp vid blästring av stål utomhus.

Kraftigt buller alstras speciellt vid fristråleblästring där ljudnivåerna kan uppgå till 100 dBA på några meters avstånd. Även här kan inkapsling av arbetsplatsen göra nytta. Reglering av arbetstiderna är ett annat sätt som ofta används separat eller ihop med inkapsling.

Vakuumblästringen är givetvis att föredra ur stoft-, buller- och resurssynpunkt.

Fuktblästersystem

Metod, råvaror:

Här används en blandning av blästermedel och vatten i en modifierad form av fristråleblästring. Metoden förhindrar risken för gnistbildning och stoftspridning. Blästermedlen är i stort sett desamma som vid torr fristråleblästring.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Stoftspridningen blir mindre men det blir ett stoftblandat vatten som måste tas om hand. Vissa leverantörer av blästermedel tar även hand om vattenblandningen och renar/återvinner blästermedel.

Ett problem är att det saknas krav på rening av vattenblandningen innan utsläpp. Det senaste året har detta dock uppmärksammats och det diskuteras vilka krav som skall gälla bl.a. för varvsverksamhet. Blandningen av vatten och avverkat material skall dock tas om hand och ex avslammas eller släppas ut som det är. Om avverkad färg innehållit tungmetaller väger detta åt att avfallet avslammas. VA-verket kan vilja ha ett ord med i laget om ex stora slammängder skall tillföras dag- eller spillvattennätet.

Bullret är även här ett problem som kan behöva lösas, se ovan.

Vattenblästring

Metod:

Vid vattenblästring används endast vatten.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Avfallsmängden blir betydligt mindre än vid metoderna ovan då endast vatten används vid blästringen. Avfallet är ändå en vattenblandning med problemen för omhändertagande enligt ovan.

Blästeravfall farligt avfall? Omhändertagande

Blästeravfallet består av blästermedel samt en del avverkat material. Huruvida blästermedlets innehåll gör avfallet farligt eller inte ska leverantören kunna ge information om.

För att ta reda på vad avfallet i övrigt innehåller kan man använda sig av följande rangordning:

- a. Ta reda på vilken färg som ska tas bort. Kan färgens innehåll leda till att avfallet blir farligt?
- b. Om man inte vet vilken färg objektet är målat med kan man använda sig av RUT-metoden (metoden beskrivs i rapporten "Miljöanpassning och avfallsminimering vid blästring", se kapitel 7.3.4).
- c. Om man varken gör a eller b så får provtagning och lakförsök av avfallet ske.

I de fall man inte vet innehållet i det skikt som ska blästras bort rekommenderas att ett test enligt RUT-metoden utförs på uppdrag av beställare eller entreprenör. Denna kan man använda sig av långt innan arbetena ska utföras. Cirka en kvadratmeter blästras bort med glaspärlor. Detta innebär att lakförsök enligt Nordtest NT Envir 003 analysen görs på enbart det bortblästrate materialet eftersom glaspärlorna är rena.

Lakmetod:

Det lakförsök som rekommenderas är Nordtest NT Envir 003 med följande analyser:

- Metaller: arsenik, bly, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel, tenn och zink.
- TOC (totalt organiskt kol), klorider, sulfid och ledningsförmåga.

Se vidare "Miljöfrågor vid underhållsarbeten av fartyg" (se kapitel 7.3.4)

EU-Kommissionens beslut om ändrad avfallsförteckning

Kommissionen har fattat beslut om ändring av avfallsförteckningen. Det är ännu inte beslutat hur Sverige ska genomföra ändringarna i svensk lagstiftning, men det kommer sannolikt att gälla från och med årsskiftet 2001/2002. Enligt den nya avfallsförteckningen skall

"Blästringmaterial som innehåller farliga ämnen" (punkt 12.01.16) klassas som farligt avfall. Tillsynsvägledning av Naturvårdsverket i form av handbok farligt avfall, litteratur och kurser samt rättsfall får visa vilka blästeravfall som skall betraktas som FA. I handboken om farligt avfall (tillgänglig på NV: s hemsida) finns kommentarer till kommissionens beslut. I avsnittet om blästring skriver man bland annat: *"Härmed skulle man få haltgränser automatiskt. Frågan är också hur man skall hantera blästringssavfall då blästringssmedlet redan före blästring innehållit relativt höga metallhalter. De farliga ämnenas tillgänglighet för organismer synes inte vara avgörande vid klassning med hjälp av preparatdirektivet, vilket skulle kunna medföra att blästringssavfall som utgörs av blästringssmedel med höga halter tungmetaller i hårt bunden form förorenat från blästring av rostigt järn skulle kunna klassas som farligt på grund av höga tungmetallhalter."*

Om det avverkade materialet eller blästermaterialet i sig innehåller farliga ämnen som t.ex. bly, krom, kadmium, arsenik eller tenn så är allt farligt avfall. Det är inte ovanligt att bly finns kvar på många större objekt som blästras, detta blästeravfall skall alltså klassas som farligt avfall. Det finns vidare en trend mot ökad användning av färger som innehåller höga zinkhalter. För att kunna göra en bedömning av hur zinkinnehållande avfall lämpligast skall tas omhand är det viktigt att göra en helhetsbedömning av avfallet, bl.a. bör man se till totalmängden zink, var en eventuell deponi är belägen samt hur lakvattnet tas om hand.

Om man använder slaggblästermedel på "ren" färg så är det erfarenhet/lakningen som bäst kan avgöra hur avfallet skall hanteras.

Ägaren till tilltänkt deponi bör alltid kontaktas av verksamhetsutövaren och tillfrågas om denne önskar ytterligare analyser.

Det är oftast så att det endast är för stora blästringsarbeten som det görs lakförsök på blästeravfallet. I övriga fall får Miljökontoren och Länsstyrelserna hjälpa varandra med erfarenhet osv.

Tillsynstips vid utomhusblästring:

Enstaka objekt

1. Hur omfattande är blästringsarbetet? Vid mindre arbeten ex några kvm yta går arbetet fort och bullerdämpande åtgärder kanske inte behövs. Även insamling av förbrukat blästermedel och färgrester blir relativt enkel.

2. Vid blästring av större objekt: Hur är blästringsplatsen belägen?

Bullerdämpande och stoftbegränsande åtgärder är ofta nödvändiga, särskilt om det ligger bebyggelse nära. Väl inbyggda blästringsobjekt ger en rad miljöfördelar.

- Mindre buller till omgivningen
- Mindre stoftspridning till omgivningen.
- Enklare/mindre system för att ta hand om ev. tvättvatten samt ingen inblandning av regn.
- Enklare att omhänderta blästeravfallet och därmed att återvinna blästermedel.
- Mindre färgstoff/stänk till omgivningen.

Erfarenheter från Göteborg visar att det går att både blästra och måla i väl inbyggda objekt vid regn och kraftig vind. Tidsbortfallet i arbetet för regn/kraftig vind kan reduceras avsevärt.

Även tidsbegränsningar av blästringararbeten kan bli aktuella. Detta är givetvis extra viktig vid skolor eller andra publika anläggningar, där kanske arbetet inte kan bedrivas samtidigt som annan verksamhet.

3. Blästermedel

Vilket/vilka blästermedel används?

Kan andra blästermedel användas? Oftast finns det valmöjligheter.

Det finns ingen samlad bedömning med avseende på olika blästermedels miljöpåverkan som baseras på lakförsök. Det vore önskvärt om ex Naturvårdsverket kunde tog fram en sådan lista. Det har gjorts lakförsök på slaggblästermedel och resultaten hittills visar att de läcker betydligt mindre än om det finns tungmetallfärg med men att de ändå bör deponeras ”miljösäkert” på en ”bra” godkänd deponeringsanläggning.

Vilket blästermedel är bäst ur miljösynpunkt? Detta är en mycket svår fråga att svara på. De ofta använda slaggerna kommer från olika smältverk bl.a. Rönnskärsverken eller koleldade kraftverk och innehåller en hel del tungmetaller. Det är hur mycket tungmetaller som lakar ut från blästermedlen som är det mest betydelsefulla men även det totala innehållet av tungmetaller har ett visst intresse på lång sikt.

Slaggerna kommer oftast från de nordiska länderna varför transportvägarna är relativt korta. Silikatmineraler eller olivinsand är naturliga (mineraliska) och innehåller oftast endast spår av tungmetaller.

Det finns en mineralisk produkt jämförbar användarmässigt med slaggerna som kommer från Indien och Australien. I Uddevalla är en återvinningsanläggning under tillståndsprövning. När denna är i drift kan blästermedlet användas flera gånger innan det måste kasseras. Det gör produkten mer intressant ur miljösynpunkt.

4. Samla upp minst 95 % av avfallet vid blästring av stålkonstruktioner. Vid blästring av husväggar o dyl. där helt eller delvis vatten används kan en miljöskyddsåtgärd vara att samla upp färgflagor i dagvattenbrunnarna med hjälp av någon filterinsats.

Sammanfattningsvis: Om inte slaggblästermedel används och man inte blästrar av färger med farliga ämnen så är avfallet enkelt att ta om hand och man behöver inte tänka på lakförsök mm.

Används ”rena” blästermedel så kan ev. avfallet användas på något samhällsnyttigt sätt istället för att deponeras. Ett viktigt arbete för framtiden är att minimera användningen av blästermedel, åtminstone av det som transporteras bort. Ett sätt är att återanvända blästermedlet så många gånger som möjligt.

6.3.3 Inomhus

Blästring inomhus sker av flera naturliga skäl. Arbetet kan bedrivas oberoende av årstid och väderförhållanden och arbetsmiljön blir därför oftast bättre. Möjligheten att återvinna blästermedel mm är goda. Blästerutrustningen behöver inte transporteras runt. Blästerhallar används storleksmässig för allt från små detaljer till mycket stora byggnadsdelar ex containrar, brodelar mm. Buller är vanligen inget yttre problem vid inomhusblästring förutsatt att dörrarna hålls stängda.

- Stålkuleblästring
- Torrblästring (fristråle)
- Blästerskåp

Stålkulebläster

Metoder, råvaror:

Blästringen sker med stålkulor, en form av fristrålebläster. Stålkulorna återanvänds och metoden är avfallssnål då det endast är godset och få krossade stålkulor som blir avfall. Vid nylokalisering av blästerhallar bör vi sträva efter att det blir stålkuleblästrar.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Det finkorniga stoftet som inte bildar avfall renas bort i luftreningsutrustning. Denna består oftast av en cyklon för de grövre partiklarna och ett textilt spärrfilter eller patronfilter för de finare partiklarna. Äldre anläggningar har ibland endast cykloner. I nya anläggningar bör stoftutsläppen understiga 5 mg/Nm^3 . I befintliga anläggningar bör stoftutsläppen understiga 10 mg/N m^3 . Cykloner klarar normalt inte att rena ner till 10 mg/Nm^3 varför det får göras en bedömning om krav på ytterligare rening skall ställas.

Torrblästring

Metoder, råvaror:

Fristråleblästring inomhus där slaggblästermedel eller andra blästermedel används. I vissa blästerhallar återanvänds en del slaggblästermedel eller andra blästermedel som inte slagits sönder. De får då ibland skottas upp för hand. Avfallsmängden blir stor och består som vid utomhusblästring främst av blästermedel.

Vakuumblästern som beskrivits i utomhuskapitlet ovan är bl.a. ur arbetsmiljösynpunkt en bra metod då stoftspridningen är liten.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Stoftutsläppen har samma problematik som vid stålkuleblästring ovan.

Det bildas mycket avfall vid denna typ av blästring. Se tillsynstips/diskussion för utomhusblästring ovan.

Blästerskåp

Metoder, råvaror:

Blästerskåp är en ”förminskad blästerhall” som man slipper vistas i, en sluten enhet. Det är enheter i bänkstorlek upp till några meter i kubik och används för små detaljer. Använda blästermedel är aluminiumoxid, glaspärlor aprikoskärnor mm.

Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar:

Blästerskåp har ofta intern rening och ibland utsläpp direkt i arbetslokalen. Det är viktigt att reningsgraden är hög även om totalutsläppen är relativt små. Kan leverantören ge bra uppgifter om utsläppsnivåer samt att driftsinstruktioner efterlevs kan det räcka. Utsläpp direkt i lokaler bör undvikas ur arbetsmiljösynpunkt, vi bör alltid eftersträva att alla punktutsläpp leds ut.

Tillsynstips vid inomhusblästring

1. Kolla först in anläggningen i stort. Lokaliseringen, finns det bostäder eller andra verksamheter som kan störas i närheten. Finns det klagomål på buller eller stoft från

verksamheten? Förekommer blästring utomhus? Många lokaliseringar är sådana att utomhusblästring inte bör tillåtas då stoft- och bullerspridningen är betydande.

2. Vilken reningsutrustning finns det? Är stoftutsläppen på utgående luft mätt någon gång? Om inte så bör en mätning ske om inte verksamheten är blygsam.
3. Vilket/vilka blästermedel används? Blästermedeldiskussion, se ovan.
4. Rutiner för avfallshanteringen? Vart lämnas avfallet? Separeras avfallet i ex sådant som innehåller tungmetaller och sådant utan?

6.4 Trumling

6.4.1 Allmänt

För att en mekanisk konstruktion klanderfritt ska kunna fungera krävs att dess ytor är fria från gjutskägg och grader (ojämnheter) efter mekanisk bearbetning, såsom svarvning, fräsning, stansning och slipning. Rester av t. ex presskanter kan i sämsta fall blockera en mekanisk rörelse. För detaljer som under sin dagliga användning berörs av djur och människor, måste man kräva en riskfri och behaglig kontakt.

Arbetsoperationer:

- Slipning och avgradning
- Avrundning
- Rengöring
- Rostborttagning
- Polering
- Ytkonditionering

6.4.2 Våttrumling (exempel)

- Behållare som roterar tillsammans med slipmaterial och i de flesta fall tillsatskemikalier. Behållaren är normalt sex eller åttakantig och liggande. Rotationen sker runt en egen axel.
- Flera mindre trumlor symetriskt placerade kring en större hjulaxel. Trumlorna roterar kring sin egen axel med ett relativt lågt varvtal. Hjulaxeln roterar med större hastighet åt motsatt håll. Godset tillsammans med slipmaterialet får på så sätt en dubbelrörelse. Genom de två olika rotationshastigheterna i motsatt riktning ökar tyngdkraften kraftigt och därmed trumlingseffekten.
- Gods vibreras tillsammans med slipmaterial, vatten och vanligtvis kemikalietillsatser i en behållare som normalt bärs upp av spiralfjädrar. Behållaren kan vara trågformad eller cirkulär. Oftast är den öppen och har en rundformad botten. Bearbetningen av godset sker i hela massan samtidigt vilket förkortar behandlingstiden.
- Gods, slipmaterial och eventuella tillsatser läggs i en öppen, cylinderformad, stillastående behållare som har en roterande botten. En mycket kraftig trombliknande spiralformad rörelse uppstår i hela trumlingsmassan. Alla godsdetaljer påverkas av tryckkraften samtidigt.

6.4.3 Torrtrumling

Består oftast av en horisontellt liggande behållare som roterar med hjälp av en kuggväxelmotor med kilremsöverföring. Genom en lucka på mitten kan godset läggas. Processen kan ske både med eller utan slipmaterial. Processen ger ett snabbt resultat men en

grövre ytstruktur. Den utsätter också godset för en större mekanisk belastning, vilket begränsar användningen.

Slipmaterial (chips)

Slipmaterial (chips) skall bearbeta ytan, bädda in detaljerna för att undvika att de får slagmärken samt transportera runt godset i trumlan. Chipsens form avgör vilka ytor de kommer åt att bearbeta. Det finns alla upptänkliga geometriska former. Chipsen bör vara klart större eller klart mindre än detaljerna för att kunna separeras utan problem och för att inte fastna i godset.

Det finns tre huvudtyper av chipsmaterial och utifrån dessa ett oöverskådligt antal varianter och kombinationer. De tre är keramik, plast och aluminiumoxid. Keramiska eller plast är de vanligaste.

Keramiska chips tillverkas av porslinsmassa med inblandning av exempelvis aluminiumoxid, kiseldioxid eller kiselkarbid. Plastchips tillverkas i regel av polyester/styren med ingjuten kiseldioxid (sand). Aluminiumoxid tillverkas av bauxit som krossas till oregelbundna kroppar och sorteras i bestämda storlekar.

Kemikalietillsatser

De flesta trumlingsprocesser sker i vatten med en kemisk tillsats, så kallad kompond. Den kemiska tillsatsen köps vanligtvis färdigblandad i flytande form. En vanlig koncentration i trumlingsvatten är 0,5 - 2 %.

Kompond kan ha olika huvuduppgifter:

- Lösa upp rost glödskal
- Rengöra
- Avfetta
- Mjukgöra vattnet
- Sänka ytspänningen
- Förtjocka vattnet
- Smörja
- Lösa upp metall
- Korrosionsskydda
- Slipa

Val av kompond styrs av materialet i trumlingsgodset respektive i slipkropparna, ytans beskaffenhet och vilket resultat som önskas.

Kompond innehåller bl.a. olika typer av tensider och komplexbildare. Se även i *kapitel 6.6.2*, avsnittet om tillsatser i metallbelägningsbadet (*kapitel 6.6* handlar om kemisk elektrolytisk ytbehandling).

6.4.4 Miljöpåverkan/Vattenrening

Avloppsvatten från trumling kan innehålla oljeföroreningar, oxidrester, glödskaletsrester, smuts, avverkat grundmaterial från godsdelarna, avverkat material från slipkropparna, lösta metallföreningar och tillsatskemikalier.

Både förbrukade trumlingslösningar och efterföljande sköljvatten innehåller vanligtvis föroreningar som kräver någon form av rening. Vid små anläggningar där godsmängden och avloppsvattenmängden är liten kan endast sedimentering i en slamavskiljare vara tillräcklig reningsåtgärd. I andra fall kan sedimenteringen kombineras med en efterföljande filtrering. Pås- eller pappersfilter används i flera anläggningar.

Vid installation av nya anläggningar bör kraven vara höga. Anläggningar som är avloppslösa och nära nog slutna eller där utgående avloppsvattenmängd är liten finns på marknaden. Önskade föroreningar separeras bort, vattnet och processkemikalierna återanvänds och processen sluts mer eller mindre. Trumlingsprocesser kan för övrigt jämföras med annan typ av ytbehandling. Vattenreningen är följaktligen ofta konventionell reningsteknik såsom mekanisk rening, eventuell oljeavskiljning, neutralisation, flockning, sedimentering och slamavvattning.

Vid torrtrumling alstras ett torrt och i många fall dammande avfall innehållande rester från produkten och eventuellt från slipkroppar. Stoff och partiklar av metaller samt förbrukade slipkroppar bör om farliga ämnen ingår betraktas som farligt avfall. Om trumlingen endast består av metallprodukten bör metallstoffet samlas upp och återvinnas.

6.4.5 Tillsynstips

1. Om det saknas tillstånd, kontrollföreläggande eller liknande finns anledning att låta verksamhetsutövaren redovisa utgående avloppsvattenmängd och föroreningsinnehåll i syfte att klara ut om vattenbesparing och rening sker i tillräckligt hög grad. Vid anläggningar där långtgående vattenbesparande åtgärder vidtagits kan högre halter föroreningar tillåtas.
2. Varuinformationsblad för tillsatskemikalier skall finnas. Verksamhetsutövaren bör ha gjort någon miljömässig bedömning av de kemikalier som används.
3. Slam från sedimentering, påsfilter, filterpressar och liknande skall i de allra flesta fall betraktas som farligt avfall (exempelvis sådant som innehåller tungmetaller och andra farliga ämnen).
4. Torrtrumling kan alstra störande buller och stoft. Framförallt om trumling sker utomhus i en trumma som inte är dämpad t.ex. gummiklädd på insidan.

6.5 Härdning

6.5.1 Allmänt

Genom värmebehandling och kylning (härdning) kan man få olika kombinationer av hårdhet och seghet hos stål och gjutjärn. Vissa aluminiumkvaliteter kan också härdas. Processen innebär att materialet värms upp till en bestämd temperatur och sedan kyls till rumstemperatur direkt eller stegvis.

Härdningstemperatur, eventuell varmhållningstemperatur och kylhastighet är beroende av materialet och önskade egenskaper.

Härdning kan bl.a. ske i vanlig traditionell ugn (ugnshärdning) eller i vakuumugn (vakuumhärdning). Kylning vid ugnshärdning sker vanligtvis i olja eller vatten med eller utan olika typer av tillsatser.

Vid vakuumhärdning värms materialet upp stegvis, först till ca 800°C. Därefter transporteras syret bort och genom den strålningsvärme som uppstår kan härdningsprocessen ske ända upp

till ca 1200°C. Snabbkylning sker med hjälp av ren kvävgas och efterkylning med värmeväxlare och kylslingor.

6.5.2 Miljöpåverkan

Utsläpp av oljedimma till luft från kylning i olja. Utsläpp till vatten består i förekommande fall av sköljvatten innehållande tillsatsmedel och olja. Förbränning av kvävgas vid vakuumhärdning innebär bildandet av NO_x.

6.5.3 Tillsynstips

1. Ej slutna sköljsteg kan innehålla föroreningar som är olämpliga att utan avskiljning/rening avleda till spill- eller dagvattennät.
2. Det kan förekomma att kylning sker i annan olja än härdolja som inte är anpassad för processen vilket ökar risken för att den oljedimma som släpps ut innehåller okända föroreningar. Används olja för kylningen skall oljan vara anpassad för detta. Varuinformationsblad skall finnas på härdoljan och eventuellt andra kemikalier som ingår i processen.
3. Vid stora vakuumhärdningsanläggningar bör utsläpp av NO_x beräknas/mätas.

6.6 Kemisk Elektrolytisk ytbehandling

6.6.1 Vad är kemisk och elektrolytisk ytbehandling?

Introduktion

Oorganisk ytbehandling omfattar ofta bl.a. följande processer förbehandling, ytomvandling och metallbeläggning. Avsikten är att förändra ytegenskaper hos ett grundmaterial ofta för att få ett bättre korrosionsskydd och/eller en vacker yta. Metallbeläggning kan ske genom olika processer:

Elektrolytisk, kemisk, termisk, mekanisk, vakuum.

Före metallbeläggningsen genomgår godset oftast någon förbehandling i form av t.ex. avfettning, betning eller blästring samt någon typ av ytomvandling i form fosfatering, kromatering, anodisering svartoxidering eller passivering. Mellan dessa steg sker vanligen ett eller flera sköljsteg.

Några av de faktorer som styr valet av ytbehandlingsmetod är följande:

- Grundmaterial
- Specifikationer
- Dekorativa krav
- Funktionella krav
- Automatiseringspotential
- Miljö- och Hälsoeffekter
- Kostnader

Varför väljer man en viss metod

Valet av en viss metod styrs av att man t.ex. vill få bättre korrosionsegenskaper, speciellt utseende på en yta eller för att det finns speciella kravspecifikationer från beställaren i syfte att uppnå en viss kvalitet.

Det är inte ovanligt att man lägger på flera olika metallskikt på varandra för att uppnå en viss kvalitet eller för att en internationell standard kräver dessa skikt.

6.6.2 Typer av kemisk och elektrolytisk ytbehandling

De vanligaste metoderna som förekommer i Sverige är:

Kemisk förbehandling (före lackering)

Fosfatering eller kromatering, betning (SNV: s allmänna råd 97:5, Oorganisk ytbehandling, Nationalencyklopedin CD-rom)

Fosfatering:

Ytbehandlingsmetod som faller ut tunna stabila skikt av zink, järn eller manganfosfat särskilt på stålytor men också på zink, kadmium och aluminium.

Fosfatering utförs vanligen för att ge korrosionsskydd åt godset, vidhäftning åt ett lackskikt och skydd mot krypkorrosion under ett lackskikt. Ett fosfatskikt kan även fungera som smörjmedelsbärare vid t.ex. tråddragning eller oljas in och fungera som inslitningsskydd av maskindetaljer.

Kromatering:

Ytbehandling av metaller genom kemisk beläggning av kromprodukter ur en dikromatlösning. Kromatering utförs vanligen för att ge förbättrat korrosionsskydd åt godset, vidhäftning åt en organisk beläggning såsom lack eller plastskikt och skydd mot korrosion under lack och plastskiktet.

Betning:

Metod att avlägsna oxidationsprodukter som bildas på metallytor såsom glödska, valshud, rost och andra typer av oxidskikt som bildas från metallytor. Betning av stål är vanligast men det förekommer även betning av t.ex. koppar och aluminiumlegeringar.

Vanligtvis sker betningen genom neddoppning av godset i en syra eller en blandning av syror, men även behandling med komplexbildande alkaliska salter och så kallade betpastor förekommer. Aluminium betas oftast alkaliskt med natriumhydroxid. Betning är vanligen en kemisk process.

Kemikalier - vanliga betkemikalier är svavelsyra, saltsyra, salpetersyra, fluorvätesyra, fosforsyra, kromsyra, organiska syror, natriumhydroxid och väteperoxid.

Betpasta är en betkemikalie som genom tillsats av förtjockningsmedel överförs till pastaform. Betpastan läggs på det område som skall betas och sköljs sedan av med vatten. Sköljvattnet innehåller betpastans komponenter samt löst metall.

Sköljvattnet bör omhändertas och behandlas med avseende på metaller och pH, innan det avleds.

Betning ger upphov till sura och alkaliska bad och sköljvatten som kan innehålla lösta metaller, fluorider, nitrater, nitriter och kromater, cyanider och andra ämnen.

Genom att ta bort det betslam som bildas på betkarets botten kan man förlänga badets livslängd.

Innehåller baden andra ämnen såsom cyanider och sexvärt krom behöver baden även behandlas med avseende på dessa ämnen före neutraliseringen.

Elektrolytisk förbehandling

Betning:

Även elektrolytisk betning förekommer. Då kopplas godset antingen till en anod eller till en katod. Elektrolytisk avrostning sker i bad innehållande komplexbildare i alkalisk lösning. Vanliga komplexbildare är EDTA (etendiamintetraacetat), NTA (nitrilotriacetat), glykossyra eller glukonater, oxalsyra och vinsyra.

Metallbeläggning

Elektrolytisk metallbeläggning:

Ex. zink, krom, nickel och koppar

Elektrolytisk förzinkning är i dag en dominerande metallytbehandlingsmetod och viktiga köpare av dessa produkter är främst bil-, verkstads- och byggnadsindustrin. Även förnickling och förkromning har varit av stor betydelse men har sedan nya konstruktionsmaterial införts inom bilindustrin minskat. I dag är möbel-, byggnads- och VVS-industrin de viktigaste kunderna. Elektronikindustrins snabba utveckling i Skandinavien, har medfört att användningen av förtennade och försilvrade produkter ökat.

Olika typer av elektrolytisk metallbeläggning finns beskrivet i SNV: s allmänna råd 97:5, Oorganisk ytbehandling och i lärobok i Elektrolytisk och kemisk ytbehandling, Band I-III, Sveriges Galvanotekniska Förening, SGF Ytservice förlag AB.

Kemisk metallbeläggning:

Ex. Nickel och koppar

Kemisk metallbeläggning sker främst på metaller, men även på glas och plast. De mest använda metallerna är koppar och nickel (kemkoppar, kemnickel). Processbadet innehåller förutom metallsalter även reduktionsmedel som reducerar metalljoner till dess grundform, komplexbildare som håller metallen löst samt andra kemikalier som ökar badets livslängd och stabilitet.

Kemisk förnickling kan i vissa sammanhang ersätta elektrolytisk förnickling. Sköljvattenmängden bör minimeras och åtgärder vidtas för att minska utdragsförlusterna. (SNV: s allmänna råd 97:5, Oorganisk ytbehandling).

Tillsatser i metallbeläggningsbadet

I produktregistret finns upp emot 1000 produkter registrerade under rubriker som ”metallytbehandlingsmedel”, ”betningsmedel” etc. Ungefär hälften är registrerade som avfettningsmedel. Det finns ett antal potentiellt miljöfarliga kemikalier används inom ytbehandlingsbranschen. De flesta är metaller och metallföreningar men även organiska produkter förekommer.

Komplexbildare:

För att hålla metaller i ytbehandlingsbadet i lösning används bl.a. komplexbildare. Den vanligaste komplexbildaren historiskt är cyanid. Exempel på komplexbildare förutom cyanider är ammoniak, aminer glukonsyra, glukonater oxalater, citronsyra, vinsyra, natriumacetat, fosfater, NTA (nitrilotriacetat), EDTA (etendiamintetraacetat) och ADPA (acetodifosfonsyra). Ur miljösynpunkt kan glukonater, vinsyra, citronsyra och oxalater vara ett bättre val än EDTA, NTA, ADPA, cyanider och ammoniak. Fosfater har även en eutrofierande effekt.

Miljöeffekter: komplexbildarna är viktiga ur processteknisk synpunkt och det största problemet de medför är risk för förhöjda metallhalter i utgående avloppsvatten p.g.a. att de försvårar metallutfällningen.

Tensider:

Tensider tillsätts för att uppnå fler olika egenskaper beroende på vilka bad det handlar om. En funktion är att minska ytspänningen på badet så att överdraget till sköljsteget minskar. I vissa situationer åstadkommer tensiderna en bättre vidhäftning av metallbeläggningen. I krombad tillsätts en skummande tensid som lägger sig som ett skumlock ovanpå badet. Syfte är att förhindra att aerosol som stänker upp ifrån badet kommer ut i arbetslokalen och orsaka en dålig arbetsmiljö. I stället fastnar den krominnehållande aerosolen i ”skumlocket” på badet.

De anjon- och nonjonaktiva tensiderna med tvättmedelsverkan är dominerande inom ytbehandlingsindustrin.

Den mest använda gruppen är linjära alkarylsulfonater (LAS) som är anjontensider. Nonjonaktiva tensider är t.ex. alkylfenoltoxylater (AFE) och alkoholetoxylater.

Tensiderna är en stor och inhomogen samling ämnen och egenskaperna är inte klarlagda för alla grupper. Allmänt är de mer svårnedbrytbara ju mer grenade kedjorna är. Vissa grupper som har visat sig vara speciellt miljöfarliga är nonylfenoletoxylater (NFE) och kvartära ammoniumföreningar.

Målet i Sverige är att användningen av nonylfenoletoxylater (NFE) skall ha upphört år 2000, genom frivilliga åtgärder. Detta mål har dock inte uppnåtts än.

Glansbildare:

Glansbildare tillsätts bl.a. för att få en jämn och blank yta. Även hårdheten på beläggningsskiktet kan styras av dessa tillsatser.

Glansbildare är en samlingsbeteckning på ett stort antal ämnen som tillsätts processbad i mycket små mängder. De kan vara t.ex. alkoholer, aldehyder, metaller eller bensenderivat. Några av de vanligaste inom ytbehandlingen är sackarin, krystasol (natriumsalt av sackarin) och butindiol.

Många av de ämnen som ingår i beteckningen glansbildare kan även förekomma under andra beteckningar, som t.ex. spänningsminskare och yttjämnare.

Ämnena används i låga halter, normalt mindre än 25 g/m³ (mg/l). Leverantörernas risk och innehållsdeklarationer bör konsulteras för att identifiera eventuella miljöfarliga ämnen.

Fällnings- och flockningskemikalier:

Fällningskemikalier används i reningsanläggningen för att underlätta utfällningen av metallhydroxider. Vanliga fällningsmedel är CaCl_2 , FeCl_3 , FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ och AlCl_3 .

Fällningsmedel tillsätts med ca 100 g/m^3 , de tillförda metallerna fälls ut som hydroxider.

Flockningsmedel tillsätts för att få de utskilda hydroxidpartiklarna att klumpa ihop sig till större flockar som kan sedimentera. Flockningsmedlet består normalt av organiska polymerer av anjonisk typ som tillsätts i en mängd av $10\text{-}15 \text{ g/m}^3$.

6.6.3 Miljöproblem

Vatten

Utsläpp av avloppsvatten innehållande metaller och organiska ämnen m.m. Avloppsvattnet kan även ha ett olämpligt pH.

Avfall

Hantering av farligt avfall i form av metallförorenat slam, olika typer av koncentrat och oljeslam.

Förorenade områden

Vid verksamheter som förekommit lång tid tillbaka, normalt äldre än 20 år är det inte ovanligt att mark och byggnader är förorenade av spill och andra kemikalier som kan förknippas med ytbehandling.

6.6.4 Åtgärder

Behandling av metallhaltigt vatten finns även beskrivet i beskrivet i Lärobok i Elektrolytisk och kemisk ytbehandling, Band III kap 16, SYF Ytservice AB samt SNV: s allmänna råd 97:5, Oorganisk ytbehandling kap 4 och 8. I kapitel 4 *Exempel på miljöteknik vid ytbehandling i denna handledning* finns olika miljötekniker kort beskrivna.

Vatten

Genom processinterna åtgärder kan utsläppen från en anläggning oftast minska betydligt mer än genom förbättringar i reningsanläggningen. Vattenförbrukningen bör minimeras. Sköljvatten bör i möjligaste mån renas och återcirkuleras. När mer slutet system inte kan åstadkommas/motiveras ur miljösynpunkt m.m. skall sköljvattnet genomgå lämplig rening innan det släpps ut i recipienten, alternativt tas om hand separat, se PARCOM-rekommendationerna nedan.

Processbad bör tas om hand och hanteras separat som farligt avfall.

Miljömål för ytbehandling är:

- Minimering av vattenanvändningen
- Minimering av föroreningsmängden i utgående vatten
- Minimering av avfallsmängden

Så slutna system som är miljömässigt motiverat bör eftersträvas!

Enligt PARCOM- rekommendationerna bör följande värden inte överskridas i utgående avloppsvatten, upp till fyra gånger högre halt kan tillämpas som riktvärde för anläggningar med högst 200 g metaller i ingående vatten till reningsanläggningen.

Riktvärde:

Ämne:	Koncentration (mg/l)
Bly	0,5
Kadmium	0,1
Koppar	0,5
Krom (tot.)	0,5
Krom (VI)	0,1
Nickel	0,5
Silver	0,1
Tenn	1,0
Zink	0,5 ¹⁾
Total cyanid	1,0
Fri cyanid	0,1
Lättflyktiga org. halogener	0,1
Suspenderade ämnen	10 ²⁾

Ovan angivna värden bör innehållas utan någon form av utspädning.

1) Om särskilda skäl föreligger kan zinkhalten få uppgå till 2,0 mg/l.

2) Ett riktvärde på 10 mg/l för suspenderade ämnen kan vara svårt att klara t.ex. om neutraliseringen sker med kalk. Om halten suspenderade ämnen överstiger 10mg/l bör man undersöka vad den suspenderade fasen består av innan krav ställs på ytterligare reningsåtgärder.

Förorenade områden

I de fall kunskapen är bristfällig avseende förekomsten av förorenade områden bör en inledande undersökning inledas. Se SNV:s publikationer om förorenade områden t.ex. SNV:s rapport 4918, Metodik för inventering av förorenade områden.

6.6.5 Tips om föreskrifter/villkor

Oorganisk ytbehandling genom järnfosfatering

Bestämmelser om anmälningsplikt för ytbehandling genom järnfosfatering finns i förordningen (1998: 899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

Med järnfosfatering avses en ytbehandlingsmetod som lämnar ett järnfosfatskikt på en stålyta.

Naturvårdsverket har tagit fram ett förslag till föreskrifter för oorganisk ytbehandling genom järnfosfatering. Av detta förslag framgår bl.a. följande:

- Oorganisk ytbehandling genom järnfosfatering bör inte bedrivas närmare bostadsbebyggelse eller annan bebyggelse där människor vistas stadigvarande än 200 meter.

- Sköljvattenförbrukningen vid järnfosfatering bör inte överstiga 10 liter per kvadratmeter fosfaterad yta. Vid järnfosfatering av smågods bör sköljvatten för brukningen inte överstiga 15 liter per kvadratmeter fosfaterad yta.
- För att förlänga livslängden för fosfateringsbad och för att minska behovet av badbyte skall behövliga åtgärder vidtas. Sådana åtgärder kan vara filtrering, jonbyte, indunstning eller annan lämplig åtgärd.
- Intern rening av processbad genom indosering i sköljvattenreningen får inte ske i genomströmningsanläggningar. Vid satsvis rening får blandning av processbad och sköljvatten ske om det inte påverkar reningsresultatet.

Avfall

- Återvinning av metaller från slammet bör eftersträvas.
- Metallhaltigt slam, olika typer av koncentrat och oljeslamskall hanteras som farligt avfall.

Övrig oorganisk ytbehandling

Med elektrolytisk och kemisk metallbeläggning avses en ytbehandlingsmetod som genom ett elektrolytiskt eller kemiskt förfarande lämnar ett metallskikt på en yta. Elektroformning är en elektrolytisk process för tillverkning av olika föremål. Med kromatering avses en ytbehandlingsmetod som genom ett kemiskt förfarande, med 3-värd eller 6-värd krom, lämnar ett kromatskikt på en metallyta.

Naturvårdsverket har tagit fram ett förslag till föreskrifter för oorganisk ytbehandling. Av detta förslag framgår bl.a. följande:

- Vid elektrolytisk och kemisk metallbeläggning, elektroformning och kromatering får högst den mängd metall släppas ut via avloppsvattnet som motsvarar 0,1 % av förbrukad mängd metall, räknat per år.
- Med förbrukad mängd metall avses förbrukad mängd anodmaterial och/eller mängd av motsvarande metall tillförd som metallsalt i samband med nysatsning eller underhåll av processbad.
- Intern rening av processbad genom indosering i sköljvattenreningen får inte ske.
- Process- och sköljkar skall vara invallade så att badlösningar eller sköljvatten kan samlas upp vid spill eller haverier.

I SNV: s allmänna råd 97:5 Oorganisk ytbehandling kapitel 4 finns en sammanställning av råd för organisk ytbehandling som även kan vara en vägledning för vad man specifikt bör titta på vid tillsyn av organisk ytbehandling.

6.6.6 Termisk ytbehandling

Varmförzinkning

Ytbehandling i form av varmförzinkning finns beskrivet i SNV: s allmänna råd 97: 4, Varmförzinkning. Där finns även checklistor, i form av tillsynstips och förslag på vilka krav som bör ställas på denna typ av verksamhet.

6.6.7 Tillsynstips

Produktion

1. Vilka metallbelägningsprocesser förekommer i verksamheten?
2. Vilken sköljteknik används efter respektive process?
(Sparsköljning, motströmssköljning i x antal steg, sprutsköljning eller annan sköljning)

Processinterna åtgärder

1. Förekommer slutning av processer? Vilka?
2. Hur styrs sköljvattenförbrukningen? (mäts ledningsförmågan eller annat sätt)

Invallningar och pumpgropar

1. Är ytbehandlingsavdelningen invallad?
2. Är katastrofvolymen inom invallningen tillräckligt stor? (största badvolymen + 10 %)
3. Vart leds avloppsvatten som hamnar innanför invallningen?
4. Var finns pumpgropen?
5. Finns bräddavlopp från pumpgropen?
6. Vart avleds bräddavloppsvattnet?
7. Finns larm för hög nivå?
8. Fungerar larmet?

Behandling av förbrukade bad (koncentrat)

1. Sker behandling av baden separat?
2. Sker behandlingen internt?
3. Sker behandlingen externt?
4. Om behandlingen sker internt, finns tillstånd för denna verksamhet?
5. Sker indosering av obehandlade bad till reningsanläggningen? Under hur lång tid sker indoseringen?

Kontroll av reningsanläggningen

1. I de fall reningsresultaten inte är tillfredsställande bör tillsynsmyndigheten uppdra åt verksamhetsinnehavaren att se över sin anläggning för att finna orsaken och vidta lämpliga åtgärder.
2. En handledning med tips till vad tillsynsmyndigheten bör kolla för att skaffa sig en allmän uppfattning om anläggningen fungerar och sköts som den bör finns i Naturvårdsverkets rapport 3425, Ytbehandlingsverksamhet - checklista för inspektion/besiktning, kapitel 2.7-2.17.

För tillsynen i övriga delar hänvisas till ”Tillsynshandledning för verkstadsindustri” (förra handledningen) och ”Handledning för kemikalietillsyn”, Miljösamverkan Västra Götaland.

6.7 Termisk sprutning/Metallsprutning

6.7.1 Allmänt

Termisk sprutning och metallsprutning är ytbehandlingsmetoder där en yta beläggs med en metall eller en legering. Den termiska sprutningen är en snabb beläggningsmetod jämfört med elektrokemiska processer och påläggssvetsning. Flera millimeter tjocka lager av ex. metall kan sprutas. Termisk sprutning används i såväl produktion som mekaniskt underhåll för rekonditionering av slitna maskindelar.

6.7.2 Metod, råvaror och kemikalier

Skillnader mellan metoderna kännetecknas av hög eller låg termisk energi resp. hög eller låg rörelseenergi i sprutstrålen.

Exempel på metoder är:

- flamsprutning med pulver
- flamsprutning med tråd
- Ljusbågssprutning med tråd
- Plasmasprutning med pulver med flera metoder

Många olika tillsatsmaterial används som;

- keramiska material i form av kromoxid, aluminiumoxid m.fl.,
- zink och aluminium
- molybden, rostfritt stål, kromstål
- metallegeringar med flera

6.7.3 Miljöproblem och möjliga miljöförbättringar

Miljöpåverkan vid termisk sprutning sker genom spridning av stoft från sprutningen. Anläggningar för termisk sprutning bör förses med utrustning för rening av stoft. Då stoftet vanligen är mycket finkornigt krävs avancerad rening som patronfilter, bra textila spärrfilter o dyl. Utsläppsriktvärdet bör ligga på högst 5 mg/Nm³. I befintliga anläggningar kan under en övergångstid 10 mg/Nm³ accepteras.

6.7.4 Tillsynstips

1. Vilken typ av termisk sprutning är det frågan om? Vilka kemikalier används?
2. Vilken typ av stoftrening finns? Har det mätts någon gång? Finns tryckmätare? Fungerar dessa? Finns annan larmanordning för stoftreningen?
3. Går uppsamlat stoft från anläggningen och filter att återanvända? I annat fall är det vanligtvis farligt avfall p g a tungmetallinnehåll mm.

6.8 Våtlackering

6.8.1 Introduktion

Våtlackering, dvs. lackering med lösningsmedelsbaserade eller vattenbaserade lackfärger är den klart dominerande lackeringsmetoden för metallackering.

Lackeringen kan grovt indelas i ett appliceringssteg och ett steg med torkning/härdning. Innan godset lackeras måste det vara väl rengjort.

Det finns olika sätt att applicera lackfärgen på godset. Det vanligaste sättet är sprutlackering, antingen manuell eller automatisk.

Manuell sprutlackering kräver sprutrum, sprutboxar eller sprutskåp. Detta för att förbättra arbetsmiljön samt för att skydda omgivningen från nedsmutsning. Det finns någon form av avskiljning för fasta partiklar, medan däremot lösningsmedelsgaserna släpps ut i det fria.

Torravskiljning – utsugningsluften sugas ut via torrfilter med > 90 % avskiljningsgrad av fasta partiklar.

Våtavskiljning - utsugningsluften går ut via en vattenridå (våtfilterbox), där vattnet är finfördelat med hjälp av tillsatta kemikalier. Lackpartiklarna fastnar i vattnet och flyter upp till ytan eller sjunker till botten. Avskiljningsgraden är ca 90 %.

Automatisk sprutlackering används som ett rationaliserande steg vid lackering i stor skala eller då arbetsmiljön kräver det. Det är främst plana detaljer som kan automatsprutas med ett gott resultat. Utrustningarna varierar från enkla boxar med fastmonterade sprutpistoler till komplicerade lackeringsrobotar. Kabinerna för automatisk sprutlackering har i regel hög kapacitet och ofta kombineras de med en torkanläggning.

Sprutlackeringsmetoderna kan indelas på följande sätt:

- a) Konventionell sprutlackering (lågtrycksmetoden). Tryckluft används för att transportera och sönderdela färgen. Färg- och luftstrålarna möts utanför färgmunstycket, där färgen finfördelas till små partiklar. Sprutförlusten är ca 50 %.
- b) Högtryckssprutning (luftlös sprutning). Vid högtryckssprutning matas färgen fram till sprutpistolens munstycke under högt tryck. Trycket erhålls i en kolv- eller membranpump som drivs av tryckluft. Pumpen transporterar färgen via ett filter till sprutpistolen, och färgen pressas med ett högt tryck genom munstycket. Tryckfallet i munstycket gör att färgen sönderdelas i mycket små partiklar. Sprutförlusten är ca 35 %.
- c) Airmix-sprutning. Här utnyttjas fördelarna från både högtrycks- och lågtryckssprutning. Till en högtrycksspruta kopplas en pistol som fördelar vätskestrålarna till ett minimum av spridningsluft. Sprutförlusten är ca 35 %.
- d) Varmsprutning. Uppvärmningen av färgen gör den mer lättflytande och appliceringsbar, utan att extra lösningsmedel behöver tillsättas. Uppvärmd färg behöver också lägre tryck, och översprutningen blir mindre då färgpartiklarna har lägre hastighet. Används främst inom rostskyddsmålning för att få ett tjockt och skyddande färgskikt.

Övriga appliceringsmetoder:

- a) Ridålackering. Är främst avsedd för lackering av ett större antal detaljer. Detaljerna förs via transportband till lackering i en färgridå. Påläggningsmängden kan ställas in mycket noga genom att variera pumptryck. Transportbandets hastighet kan också variera. Mycket små materialförluster.
- b) Valslackering. Lackmaterialet pumpas ut mellan en doseringsvals och en appliceringsvals, vilka går i motsatt riktning i förhållande till varandra.
- c) Doppning. Enkel och snabb metod när det gäller klarlackering. Används när kraven på ytans utseende inte är så höga.

6.8.2 Våtlacker

Det finns många olika typer av våtlacker, som innehåller lösningsmedel eller bärare, vilka kan vara antingen i huvudsak vatten eller enbart organiska lösningsmedel. Lösningsmedlets uppgift är att ”bära” de övriga komponenterna och ge lacken goda appliceringsegenskaper, att våta underlaget och ge god utflytning samt att underlätta filmbildningen. Det är viktigt att avpassa lösningsmedelsblandningen för rätt avdunstningshastighet. För långsam avdunstning ger långsam torkning och risk för rinning; för snabb avdunstning ger dålig utflytning vid sprutapplicering.

Lösningsmedelsburna lacker innehåller ofta höga lösningsmedelshalter, 50 volymprocent eller mer. Vanliga lösningsmedel är lacknafta, xylen, butylacetat och butanol.

High-solidlack har något lägre lösningsmedelshalter, 30-45 volymprocent. De vanligaste high-solidlackerna är av tvåkomponenttyp, huvudsakligen isocyanat-, epoxi- eller oxiranesterlack.

Vattenbaserade lacker innehåller normalt även en mindre del organiska lösningsmedel, oftast mindre än 10 %. Vanliga typer är glykoletrar och glykoleteracetater.

Strålningshärdande lacker härdas vanligen med UV-ljus och består ofta av flytande bindemedel, fotoinitatorer, tillsatsämnen och eventuellt pigment. Allt material i lacken blir en del av den torkade lacken.

Lackerna består ofta av bindemedel, pigment och lösningsmedel/bärare. Därtill finns fyllmedel och olika tillsatsmedel.

Bindemedlet avgör huvudsakligen lackens mekaniska och kemiska egenskaper. De viktigaste bindemedelstyperna är alkyder och andra polyestrar, akrylater, epoxi samt polyuretan/isocyanat.

Pigment ger täckning och kulör. Även korrosionspigment förekommer. Pigment kan vara oorganiska, t.ex. titandioxid och järnoxider eller organiska. Också organometalliska pigment används, t.ex. kopparftalocyanin.

Fyllmedel ger bl.a. färgfilmen volym och påverkar den torra lackens egenskaper, t.ex. slipbarheten. Fyllmedel utgörs ofta av miljömässigt relativt betydelselösa oorganiska föreningar såsom kalciumkarbonat och silikater.

Tillsatsämnen kan påverka många olika egenskaper i samband med tillverkning, lagring, applicering eller torkning. De kan exempelvis ha biocid verkan, vara skumdämpande eller påskynda torkningen.

6.8.3 Flyktiga organiska ämnen, VOC

VOC tillsätts för att ge en lämplig konsistens. En och samma färg tillsätts ofta flera olika VOC, eftersom färgen ofta innehåller olika typer av bindemedel. För att uppnå goda appliceringsegenskaper tillsätts VOC även för spädning.

Av VOC är de som innehåller aromatiska kolväten de som är värst ur hälso- och miljösynpunkt. Till de mest kända och diskuterade hör toluen och xylen. De är irriterande på hud, andningsvägar och ögon och kan ge skador på det centrala nervsystemet. Detta är något

som inte minst många målare och lackerare har fått erfara. De aromatiska kolvätena är färglösa och lättflyktiga. De bidrar bl.a. till bildningen av marknära ozon och andra fotokemiska oxidanter.

Eftersom dessa risker finns förknippade med främst aromatiska lösningsmedel så sker successivt en övergång till mindre farliga organiska lösningsmedel samt vattenbaserade färger/lacker. Att komma ihåg är dock att även vattenbaserade färger/lacker kan innehålla vissa tillsatsmedel som kan ge allergiska besvär och/eller hudbesvär för nyttjaren.

6.8.4 Miljöproblem

Luft

Lösningsmedlen kan orsaka problem med lukt och riskera hälsomässiga konsekvenser för närboende. VOC bidrar till bildningen av marknära ozon och andra fotokemiska oxidanter som kan orsaka stora skador på växter och verka irriterande på människors slemhinnor.

I NFS 2001: 11- ”Naturvårdsverkets föreskrifter om begränsning av utsläpp av flyktiga organiska föreningar förorsakade av användning av organiska lösningsmedel i vissa verksamheter och anläggningar” stadgas olika tröskelvärden och EU-gränsvärden. För metallackering gäller bilaga 2A, punkt 8 och de där angivna värdena.

Skyddsavstånd mellan bostäder och anläggning för lackering av metall bör enligt ”Bättre plats för arbete”, Boverkets allmänna råd 1995: 5 vara:

lösningsmedelsutsläpp > 50 ton/år	600 m
lösningsmedelsutsläpp 10-50 ton/år	400 m
lösningsmedelsutsläpp < 10 ton/år	200 m

I olika delar av Sverige, främst inom kommunerna, har frågan om acceptabla årsutsläpp av organiska lösningsmedel diskuterats. Det finns ingen rekommenderad nivå för när reningsåtgärder bör utredas, krävas etc. Vid mindre utsläpp av VOC är det normalt avståndet till bostadsbebyggelse m.m. som bör beaktas. Det finns kommuner som tillämpar 1 ton som tumregel. En gräns som skulle kunna motivera att frågan tas upp är gränsen för anmälningsplikt, dvs. när förbrukningen överstiger 500 kg organiska lösningsmedel per år. Det innebär inget generellt krav på rening, frågan måste avgöras från fall till fall.

Möjliga förbättringar:

Se *kapitel 4.2.1* om generella åtgärder för att minska utsläppen av VOC (processinterna samt reningstekniska åtgärder).

Hänvisa till miljömål i förelägganden.

Vatten

Våtboxavfall skall i normalfallet skickas till godkänd mottagare för farligt avfall och processen skall vara sluten.

Möjliga förbättringar:

Torrboxar är att föredra då avfallet inte kommer ut i vatten. Om våt box ändå används skall processen slutas.

Kemikalier

Det finns ett otal olika lacker med väldigt varierande lösningsmedelsmängd. För att kunna övergå till vattenbaserade lacker krävs att torkningstiden kan förlängas till uppåt 40 timmar. Det finns i grova drag tre olika sorters lösningsmedel glykoletrar, alifater och aromater i våtlacker.

Glykoletrar är vattenbaserade och används i vattenbaserad färg. Glykoletrar är en grupp lösningsmedel som förekommer i kemisk-tekniska produkter. Glykoletrarna metylglykol, etylglykol och butylglykol samt etyldiglykol har alla förhållandevis låg akut giftighet. Nackdelen med dessa är att de torkar långsammare. De kan även orsaka irritation och allergier på huden. Flera glykoletrar har även visat kraftiga reproduktionsstörande effekter vid djurförsök och har klassificerats av Kemikalieinspektionen som reproduktionstoxiska. Metyl- och etyldiglykol eter har båda gett upphov till testikelskador samt visats vara fosterskadande och toxiska för foster i låga halter vid djurförsök.

Alifater är inte direkt skadliga för människan men de är svårnedbrytbara i vatten och det brukar varnas i varuinformationsblad för risk för död fisk om de kommer ut i vattnet.

Aromater är skadliga för människan och i naturen är de svårare att bryta ned. De torkar snabbast.

Möjliga förbättringar:

Skaffa utrymme för torkning så att vattenbaserade lacker kan användas. Fasa ut aromatiska lösningsmedel i första hand då de är mest skadliga för människan och miljön. Minska användningen av VOC genom processtekniska åtgärder.

Avfall

Avfall från torrboxar samt filter till torrboxar kan idag skickas på deponi eller till förbränning. Ej härdade lack och färgrester bör inte ställas till härdning för att senare deponeras eller förbrännas. Det finns med största sannolikhet lösningsmedel kvar då det är svårt att få ett kärl att härda i mitten. Färg lack och härdare bör därför destilleras i egen anläggning eller skickas som farligt avfall. Aktivt kol från reningsanläggningar skall skickas som farligt avfall eller regenereras.

Möjliga förbättringar:

I dag klassas normalt ej utfärdade färger, lacker och härdare som farligt avfall. Härdade färgrester är inte farligt avfall så länge de inte innehåller lösningsmedel. Inte heller pulverrester är automatiskt farligt avfall.

Enligt EU-kommissionens beslut om ändring i avfallsförteckningen skall följande klassas som farligt avfall (observera att Sverige ännu inte fattat beslut om hur förslaget ska genomföras i svensk lagstiftning, se kommentarer på sidan 20): färg- och lackavfall som innehåller organiska lösningsmedel eller andra farliga ämnen, slam från färg eller lack som innehåller organiska lösningsmedel eller andra farliga ämnen, vattenhaltigt slam innehållande färg och lack som innehåller organiska lösningsmedel eller andra farliga ämnen.

6.8.5 Tillsynstips

1. Hur stor är förbrukningen av VOC? Man kan begära att få en leveransnota från företaget som levererar färg och lack på förbrukningen av lösningsmedel.

2. Går det att byta ut lösningsmedelslackar mot vattenbaserade lacker eller pulverlack?
Om inte lösningsmedlen går att byta ut helt bör i första hand de aromatiska lösningsmedlen bytas ut.
3. Går VOC-användningen att minska genom processinterna och/eller reningstekniska åtgärder?
4. Vad har företaget för planer i framtiden för sin VOC-användning?
5. Hur arbetar företaget med Produktvalsprincipen?
6. Sker det någon rening på ventilationsluften?
7. Vart skickas avfallet från reningsutrustningen?
8. Används torrbox eller våtbox?
9. Sker sprutningen manuellt eller automatiskt?
10. Sker ett stort översprut som kan regleras?
11. Vart skickas avfallet från sprutboxarna?
12. Vart skickas vattnet från våtboxen?
13. Destilleras färg och lackrester i egen anläggning?
14. Hur och var förvaras kemikalierna?

6.8.6 Miljökvalitetsmålen med i beslut

Exempel på föreläggande 1

Flyktiga organiska lösningsmedel (VOC) är inte bara störande lokalt utan även globalt. Regeringen har fastställt miljömål för bl.a. frisk luft. Utsläppen av VOC skall som delmål minskas med 50 % under perioden 1995 – 2010 i Sverige. Som handlingsväg skall utsläppen från industrin av VOC minskas kontinuerligt genom myndigheternas tillsynsarbete och prövningar av anläggningar.

Miljönämnden understryker att det är viktigt att minska lösningsmedelsutsläppen i så stor utsträckning som möjligt och uppmanar Företaget XX att utarbeta en handlingsplan för hur man skall kunna minska VOC-användningen. Företaget bör åläggas att följa handlingsplanen genom beslut om föreläggande av miljönämnden.

Företaget har redan minskat sina utsläpp av lösningsmedel genom byte av produktionsteknik och råvaror. Förutom denna typ av förändringar kan utsläppen av VOC till luft minskas genom en reningsanläggning. Det är idag tekniskt möjligt att begränsa VOC-utsläppen genom rening med mer än 90 %. Idag finns ingen reningsanläggning på företaget. Det bedöms inte vara ekonomiskt rimligt att ställa krav på att installera det i dagsläget då förbrukningen inte överskrider XX ton. Vid en produktionsökning eller annan förändring då utsläppen befaras öka finns det anledning att ompröva verksamheten.

1. En handlingsplan för hur VOC-användningen skall kunna minska till en viss nivå alternativt avvecklas skall inlämnas till miljönämnden senast 2001-12-01.

Exempel på föreläggande 2 (om xylenanvändning):

Även om användningen av xylen är liten är detta ett ämne man vill avveckla, inte minst med tanke på arbetsmiljön. Ämnet ger effekter på centrala nervsystemet och är irriterande på hud, andningsvägar och ögon. Det är toxiskt för vattenorganismer och bidrar vid utsläpp till luft under inverkan av solljus till bildning av marknära ozon.

1. Aromatiska lösningsmedel skall under en treårsperiod fasas ut.

6.9 Pulverlackering

6.9.1 Inledning

Under senare år har pulverlackering varit den lackeringsmetod som ökat kraftigast. Pulverlackering ger normalt sett inte några lösningsmedelsutsläpp men anledningen till ökningen är inte enbart kraven på minskad miljöbelastning. Utvecklingen av pulvermaterial och appliceringsutrustning som till en lägre kostnad ger hög kapacitet och kvalitet har i stor utsträckning bidragit till ökningen.

Pulverfärger kan formuleras för att få olika utseende och egenskaper. När det gäller kulör och glans finns det få begränsningar och pulverfärgens egenskaper kan anpassas för att passa den färdiglackerade produktens användningsområde. Exempel på detta är "glidlacker" som används när man vill sänka friktionen mellan två lackerade ytor eller "anti-stat färg" för hyllplan som skall förvara elektronikkomponenter.

Pulverlackering används främst på metaller inom de flesta användningsområden.

Polymera underlag, plast etc., kan pulverlackeras men tekniken har inte nått lika långt och är fortfarande på utvecklingsstadiet. För att pulverlackering skall fungera på polymera underlag krävs ofta att man använder sig av elektriskt ledande polymerer eller att det läggs på en ledande vätska som kan bestå av aminer, lösningsmedel och olefiner.

Trä, MDF-board, spånskivor och lergods kan också lackeras med pulverfärg men då krävs ofta någon form av befuktning eller förvärmning för att få pulvret att fästa.

Storleken på de detaljer som ska lackeras begränsas av storleken på förbehandlingsbad, sprutboxar, hårdugnar mm men detaljer i storlek från ett spikhuvud upp till 6,5 meters längd kan pulverlackeras.

Pulvermålning är ett viktigt kriterium för Nordiska Rådets miljömärkning Svanen eftersom pulverfärg inte innehåller något lösningsmedel, vilket normalt är den största föroreningskällan från ett måleri. Med pulverfärg minskar dessutom mängden inkommande färg eftersom det bara är färg som transporteras, inte en massa lösningsmedel. Pulverfärg minskar alltså mängden onödiga transporter av ett ämne som ställer till ytterligare miljöproblem i produktionen.

Pulverlackering ger inget aktivt korrosionsskydd. Önskas ett aktivt korrosionsskydd måste detaljen förbehandlas med t.ex. zinkfosfatering (se *kapitel 6.6*).

6.9.2 Metod

Den nedan beskrivna anläggningen, som är en relativt typisk anläggning, består av förbehandling, conveyorsystem, tork, sprutbox, hårdugn, hålltank för förorenat vatten och filteranläggning för återvinning av färgpulver.

För att kunna applicera pulvret på detaljen måste detaljen vara fri från smuts och fett. Förbehandlingen går till på samma sätt som förbehandling av detaljer som ska våtlackeras. Hur förbehandlingen går till beskrivs under andra rubriker om ytbehandlingsprocesser i detta kapitel.

Conveyorsystemet är "transportbandet" som för detaljerna genom de olika stegen i anläggningen. Ofta hängs detaljerna upp på krokar, galgar eller liknande.

Efter förbehandling går detaljerna genom en torktunnel. Efter torktunneln förs detaljerna till en sprutbox där torrt pulver appliceras med hjälp av elektrisk attraktion mellan den lackerade detaljen och pulvret. Pulverpartiklarna laddas i en pistol, elektriskt eller statiskt. Målningsobjektet är jordat och "suger" till sig färgen. Pulvret appliceras med tryckluftstyrda automatiska pistoler.

Moderna pulverlackeringsanläggningar har s.k. triggersystem som avläser form och storlek på den detalj som ska lackeras. När detaljen sedan passerar sprutmunstyckena minimeras översprayning av pulver vilket minimerar pulveråtgången. En minskad pulverförbrukning innebär också att mindre pulver behöver återvinnas. För varje gång pulvret går igenom processen försämras pulvrets kvalitet vilket leder till sämre vidhäftning och sämre färdigt resultat.

Triggersystemen innebär också minskat slitage på sprutmunstyckena eftersom en mindre mängd pulver sprutas igenom dem.

Pulvret kan appliceras med manuellt hållna sprutpistoler liknande de pistoler som används vid manuell våtlackering. Pulvret kan också appliceras i fluidiserade bäddar och elektrostatiskt laddade fluidiserade bäddar.

Sprutboxen är försedd med ett ventilationssystem som ser till att hålla ett undertryck i sprutboxen. Detta medför att ytterst små stoftmängder kommer utanför sprutboxen. Ventilationsluften renas först med cykloner som återför översprutat pulver tillbaka till pulverbehållaren. Den efterföljande reningen sker oftast med textila spärffilter.

Efter sprutboxen passerar detaljerna en härdugn där pulverfärgen härddas på detaljen i 130-200 grader under 10-20 minuter. När objektet kommer ur ugnen och har kallnat är det färdigt att plockas av och hanteras. I en del anläggningar kyls godset ner efter härdningen, i andra anläggningar får det svalna av sig själv.

Uppvärmning av härdugnen kan ske med gasol, naturgas, el eller en kombination av dessa. Elektrisk uppvärmning är ur miljösynpunkt att föredra.

Ny teknik som är UV-baserad innebär att den lackerade detaljen värms till ca 60°C och sedan belyses med UV-ljus för att färgen skall härda. UV-baserad härdning används på plaster, trä mm som inte tål lika höga temperaturer som metaller.

6.9.3 Råvaror

Pulverfärg innehåller pigment och bindemedel. Exempel på bindemedel är härdplaster som till exempel epoxi, polyester, polyuretan, akrylat och blandningar mellan dem. Olika bindemedel används beroende på var produkten ska användas och vilka krav som ställs.

Pulverlackerna är i allmänhet relativt ofarliga, de kan ge upphov till hudirritation vid långvarig kontakt, ögonirritation samt irritation i luftvägarna vid inandning.

Pulverlack har hittills inte visat sig ge allergier men personer med allergier kan reagera vid kontakt med pulverlack.

En del pulverlackar innehåller ämnen som är hälsovådliga. Ett av de vanligare exemplen på allvarigare kemikalier i pulverlackar är Triglycidyl isocyanurat, TGIC.

TGIC har CAS.nr. 2451-62-9.

TGIC har farosymbolerna

T, Giftigt, Dödskallemerkning

Mut2, Mutagen kategori 2,

Xi, irriterande, Andreaskorsmerkning

Xn, Allergiframkallande, Andreaskorsmerkning

R-fraserna 23/25, 41, 43, 46, 48/22, 52, 52/53, 53

S-fraserna 45, 53 och 61.

TGIC-innehållet kan variera mellan 0,1-10 %. Betydelsen av detta för den yrkesmässiga hanteringen är ännu inte klarlagd.

TGIC är en polyesterhärdare och pulverfabrikanterna jobbar med att ta fram alternativ till TGIC. Problemet är att TGIC använt under ca 30 år och pulver utan TGIC är svårare att applicera i många äldre anläggningar. Det främsta alternativet till TGIC är hydroxialkylamid eller hexandiamid, CAS-nr. 6334-25-4, som anses vara harmlös ur hälsosynpunkt. Ett vanligt varunamn för denna produkt är Primid 552.

Pulverlackar med TGIC står för en allt mindre del volymen sålda pulver.

Pulverlackerna kan innehålla andra kemikalier som bör uppmärksammas ur miljösynpunkt och om möjligt bör verksamhetsutövaren välja andra pulverlackar.

6.9.4 Kemikalier i processen

Utöver pulvret används de kemikalier som förekommer vid förbehandlingen av det gods som ska lackeras. Mer om detta finns beskrivet i kapitlet om förbehandling.

6.9.5 Miljöproblem

Luft

Pulverlackering är ur miljösynpunkt klart överlägset våtlackering då pulverlackering endast ger mycket små lösningsmedelsutsläpp.

Vid härdningen av pulverlacken avgår små mängder av hälsovådliga ämnen. De ämnen som avgår är främst glykol, alkoholer, syror och benzoin. Mängden av dessa ämnen är låg, ca 0,5-1 av pulvrets viktprocent avgår. För en C-anläggningen innebär detta att minst 50-100 kg avgår per år. Hittills har det inte ansetts att det skall ställas några krav på anläggningarna vad gäller rening av dessa ämnen. Det är dock viktigt att ventilationen i anläggningen fungerar tillfredsställande så att ämnena inte kommer ut i arbetslokalen.

Pulverlackering ger också stoftutsläpp.

Utgående stoftmängd i nyinstallerade anläggningar bör ej överstiga 5 mg/Nm³. I äldre anläggningar bör den utgående stoftmängden inte överstiga 10 mg/Nm³. Anläggningar med enbart cyklonrening kan behöva kompletteras med ytterligare stoftrening i form av t.ex. textila spärrfilter.

Buller kan uppstå från ventilation och kompressorer. Naturvårdsverkets riktlinjer för externt industribuller bör användas.

Vatten

Om det förekommer utsläpp till vatten så är det från förbehandling samt skurvatten. Förbehandlingen kan utföras i slutna processer och skurvattnet skall behandlas utifrån sammansättning, vilket ibland innebär som farligt avfall.

Miljöproblem vid förbehandling tas upp i kapitlet om förbehandling.

Avfall

Flera pulverleverantörer har retursystem för pulverlack. De tar alltså emot gammalt pulver vid leverans av nytt. I de fall avfallet skall bedömas som farligt avfall skall alltså transportören uppfylla kraven för transport av farligt avfall samt ha tillstånd för omhändertagande av farligt avfall. En stor del av det återtagna pulvret kan återanvändas i ny färg och som bindemedel i isolermaterial. Verksamhetsutövaren bör välja en pulverleverantör som erbjuder sig att återta gammalt pulver.

Överblivet pulver från de flesta pulverlack är inte farligt avfall. Några pulvertyper, bland annat de som innehåller TGIC skall på grund av deras farliga egenskaper hanteras som farligt avfall.

Filtermaterial kan förbrännas i anläggning godkänd för förbränning av hushållsavfall.

Pulveravfall som inte är farligt avfall kan förbrännas i anläggning för hushållsavfall eller efter härdning i företagets torkugn deponeras. Det är dock viktigt att observera att pulveravfall är mycket brandfarligt.

Skurvatten från golvrengöring mm skall behandlas som farligt avfall.

Kemikalier

Den största mängden förekommande kemikalier används vid förbehandlingen av det gods som ska lackeras. Mer om detta finns beskrivet i kapitlet om förbehandling.

6.9.6 Möjliga miljöförbättringar

Installation av triggersystem för minskad pulverförbrukning.

Användning av så miljövänliga pulver som möjligt.

Pulver som innehåller t.ex. TGIC bör om möjligt fasas ut.

Förbättrad avskiljningsgrad i filter.

6.9.7 Tillsynstips

1. Tillsynstips för förbehandlingen finns i de andra avsnitten om olika ytbehandlingsprocesser.
2. Vad gäller pulverlackeringsanläggningen så är den relativt harmlös ur miljösynpunkt men följande punkter bör ändå ses över.
3. Filteranläggningen: Utgående stoftmängd i nyinstallerade anläggningar bör ej överstiga 5 mg/Nm³. I äldre anläggningar bör den utgående stoftmängden inte

överstiga 10 mg/Nm³. Filteranläggningen skall vara försedd med tryckvakter som stannar anläggningen om det skulle bli något fel på filtren.

4. Anläggningar som bara har cykloner bör kompletteras med ytterligare stoftfilter.
5. Anläggningarna skall skyddsjordas för att minska risken för dammexplosion. Räddningstjänsten ställer detta krav och en anmälan enligt miljöbalken om pulverlackering skall remitteras till Räddningstjänsten.
6. Alla driftsstörningar skall journalföras och journalen ska kunna visas upp vid tillsynsbesök. I journalen bör också antecknas om driftstörningen ledde till någon miljöpåverkan och vilka åtgärder som vidtagits för att förhindra att driftstörningen upprepas.
7. I de fall automatiska sprutboxar används bör dessa vara försedda med s.k. triggersystem för att minimera pulverförbrukningen.
8. Aktuella varuinformationsblad för pulverlackerna skall finnas. Företaget bör som rutin se till att få med nya informationsblad varje gång de får en ny leverans av kemikalien och ersätta det gamla bladet.
9. Företaget ska årligen redovisa sin pulverförbrukning.
10. Leverantören av pulver bör kunna erbjuda återtagande av restpulver.
11. Hantering av skurvatten skall ske utifrån sammansättning. Huruvida det skall klassas som farligt avfall eller inte får avgöras från fall till fall.

7. Mer information och kunskap

7.1 Miljösamverkans projektgrupp Verkstadsindustri

Per-Olof Samuelsson, Trollhättan, tfn 0520-49 74 86, _____
Lena Thulin Plate, Länsstyrelsen, tfn 0521-60 54 90, _____
Jörgen Hammarström, Länsstyrelsen, tfn 0501-60 54 47, _____
Lars Ericson, Göteborg, tfn 031-61 28 80, _____
Annika Håkansson, Mark, tfn 0320-175 58, _____
Kennet Jonsson, Borås, tfn 033-35 30 15, _____
Cecilia Lunder, bitr. Projektledare MVG, tfn 031-60 58 95, _____
Lasse Lind, Projektledare MVG, tfn 0532-714 47, _____

Projektgruppen, liksom Länsstyrelsens verkstadsgrupp, kommer under kampanjtiden att finnas till hands för att försöka besvara frågor som kan uppkomma under tillsynen.

7.2 Diskussionsforum på Internet

Vi kommer att fortsätta använda samma konferenssystem som under projektets steg 1, dvs. i Svenska Miljönätets regi. Det är en sluten konferens och är bara tillgänglig för vårt projekt i Västra Götaland.

Sidan nås via en länk på Miljösamverkans hemsida under Tillsyn på verkstadsindustrier. Man behöver login och lösen för att komma in på konferensen. Alla som tidigare fått dessa uppgifter genom Miljösamverkan fortsätter nu att använda samma uppgifter för att ta sig in på konferensen. (Vid frågetecknen, kontakta Miljösamverkan.) Det är sedan praktiskt att lägga upp adressen som Favorit så att man snabbt kommer dit.

Systemet ger bäst effekt om så många som möjligt använder det för att ställa frågor och besvara andras frågor. De svar man skriver behöver inte vara heltäckande, fler personer kan

gå in och göra tillägg, ge sin bild av saken och så vidare. De frågor man ställer kan givetvis gälla allt möjligt som man stöter på i projektarbetet. Ingen fråga är för liten.

7.3 Litteratur/Referenser

Nedan följer en genomgång av olika slags litteratur som kan vara bra att ta del av. Flera av dessa har också fungerat som referenslitteratur vid framtagandet av denna handledning. Vissa gäller allmänt för verkstadsindustri medan vissa är mer inriktade på just ytbehandling.

Flera av rapporterna är bra att använda som uppslagsverk.

7.3.1 Branschfaktablad

Verkstadsindustri: lackering av metall: punkterna 38.01. 38.05.03 B, 38.05.06 C och 38.05.07 i miljöskyddsförordningen (1989: 364), 27 s., Naturvårdsverket, 1997, Best nr 9809.

Naturvårdsverket håller på att arbeta fram ett nytt branschfaktablad för verkstadsindustri, i samarbete med MVR (se under Experter). Enligt planeringen skulle detta ges ut under hösten 2001, men har hittills inte utgivits.

7.3.2 Broschyrer, tidningar

Kortfakta om miljö och diverse oljeavfall från verkstadsindustrin, 2 s., Naturvårdsverket 1997, Best nr 9833.

Lönsamt miljöarbete i verkstadsindustrin (Verkstadsindustrin och miljön), 12 s., Naturvårdsverket 1997, Best nr 9829.

Miljöfrågor i verkstadsindustrin (Verkstadsindustrin och miljön) 16 s., Naturvårdsverket 1997, Best nr 9828.

Kortfakta om miljö och skärvätskor, 4 s., Naturvårdsverket 1997, Best nr 9834.

Kortfakta om miljö och vattenbaserad avfettning, 4 s., Naturvårdsverket 1997, Best nr 9832.

Tidningen *Ytforum*: Ytbehandlingsskolan, nr 25/85 om Blästring.

7.3.3 Allmänna råd

Anläggningskontroll: verkstads- och ytbehandlingsindustri, Naturvårdsverkets Allmänna Råd 89:7, 52 s.

Oorganisk ytbehandling, Naturvårdsverkets Allmänna Råd 97:5, 128 s., Best nr 0100.

Varmförzinkning, Naturvårdsverkets Allmänna Råd 97:4, 56 s., Best nr 0099.

Avfettning av metall, Naturvårdsverkets Allmänna Råd 93:9.

Verkstadsindustrins avfall från metallbearbetning, vattenbaserad avfettning och hantering av verkstadsoljor, koncept till allmänna råd från 1997 (Naturvårdsverket). Planeras ges ut under hösten 2001. Har inte kommit ännu.

Naturvårdsverkets *Allmänna råd om tillsyn 2001: 3* samt *Operativ tillsyn*, Naturvårdsverkets handbok 2001: 4 (finns att hämta på Naturvårdsverkets hemsida).

Naturvårdsverkets allmänna råd om *egenkontroll 2001:2* samt *Egenkontroll – en fortlöpande process*, handbok 2001:3 (finns att hämta på Naturvårdsverkets hemsida).

7.3.4 Rapporter, böcker mm.

Handledning för kemikalietillsyn på industrier och hos användare av kemiska produkter, Miljösamverkan Västra Götaland 2000. Ligger på Miljösamverkans hemsida (under *Tidigare delprojekt*), kan även beställas från Miljösekretariatet i Borås, tfn 033-17 48 00.

Handbok i Kemikaliehantering (HiK), Rapport 1999: 4, projektet kemikalier i Östergötland. Kan beställas från Länsstyrelsen i Östergötland, tfn 013-19 63 31 eller 19 63 29, fax 013-19 63 33.

Verkstadsindustrins kemikalier, Naturvårdsverkets Rapport 4781. Överblick över vilka kemikalier som används (1997), 50 s., Best nr 4781.

Möjligheter att minska miljöbelastningen från ytbehandlingsindustrin, Rapport 1993: 561, Nordiska Ministerrådet. I rapporten har utretts möjligheten till att minska miljöbelastningen från verkstadsindustrin exempelvis genom byte av kemikalier eller processteknik, förlängd livslängd för olika sköljbad mm.

DEA – ett hjälpmedel att identifiera BAT inom oorganisk ytbehandlingsindustri, IVF 2000. BAT= Best Available Technology (dvs. bästa möjliga teknik). Metoden DEA har använts för att försöka finna varför vissa företag lyckas bättre än andra. Används som uppslagsverk, med bra exempel.

Miljöanpassning och avfallsminimering vid blåstring, Uppdragsrapport 1998: 6, Miljöförvaltningen i Göteborg. Kan beställas på tfn 031-61 26 10.

Miljöskyddsteknik, Kompendium i miljöskydd, del 2, Institutionen för miljöskydd och arbetsvetenskap, KTH, Norstedts Tryckeri AB (uppslagsbok miljöskyddstekniker).

Lärobok i elektrolytisk och kemisk ytbehandling, Band I-III. SYF Ytservice AB. Beskrivningar av flera olika ytbehandlingsprocesser.

Nationalencyklopedin CD-rom, beskrivning av elektrolytisk kemisk ytbehandling.

Ytbehandlingsverksamhet, NV: s Rapport 3425, checklista för inspektion/besiktning. Går inte längre att köpa.

Bra kemval för tvätt och rengöring, Miljöförvaltningen Göteborg och Stockholm Vatten, 1998.

Miljövänligare lackborttagning, IVF-rapport 94022 samt *Lackborttagning via frysning*, IVF-skrift 85809.

Miljöteknisk utvärdering an NMP som rengöringsmedel, B1309 november 1998, IVL Institutet för luftvårdsforskning.

Miljöanpassning och avfallsminimering vid blästring, Uppdragsrapport 1998: 6, Göteborgs Miljöförvaltning.

Miljöfrågor vid underhållsarbeten av fartyg, Januari 2001, Göteborgsregionens kommunalförbund.

Krav och reningsteknik för avloppsvatten från trumlingsprocesser, skrift 92804, förstudie, IVF.

Trumling som teknik för avgradning, rengöring och polering före ytbehandling, IVF-resultat 89601.

Tox-Infohandboken, Färger och lacker del 9, Tox.Info, Lund, 1996.

Ytbehandling av trä och metall – miljöfarligt avfall och utsläpp av lösningsmedel, 1986: 7, Göteborgs Miljöförvaltning.

7.4 Experter, organisationer

Exempel på experter som verkstadsindustrin kan kontakta för hjälp i miljöfrågor mm:

MVR, Mekaniska verkstäders riksförbund, www.mvr.se, tfn 08-545 161 50, fax 08-545 161 69, info@mvr.se. Branschorganisation för mindre och medelstora verkstadsföretag.

IVF, Institutet för verkstadsteknisk forskning, www.ivf.se, tfn 031-706 60 00, fax 031-27 61 30, info@ivf.se. Utvecklings- och forskningsprojekt inom teknik och miljö för verkstadsindustrin (läs mer på deras hemsida), konsultverksamhet.

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, www.ivl.se, tfn 031-725 62 00 fax 031-725 62 90, infomanager@ivl.se. Miljöforskning, konsultverksamhet.

AB Jacobson & Widmark, J & W, www.jw.se, tfn 08-688 60 00, fax: 08-688 69 99, info@jw.se, Konsultföretag inom bl.a. mark, vatten och energi.

VBB VIAK, www.sweco.se/viak/viak.htm, Göteborg: tfn 031-62 75 00, fax 031-62 77 22, Uddevalla: tfn 0522-818 00, fax 0522-352 74, Vänersborg: tfn 0521-655 00, fax 0521-655 10, info@sweco.se. Konsultföretag inom bl.a. industriell miljöteknik.

7.5 Hemsidor

www.vgregion.se/miljo/miljosamverkan

Information om det pågående delprojektet samt länk till diskussionsforumet.

www.kemi.se

Kemikalieinspektionens hemsida, där man t.ex. hittar Begränsningslistan, OBS-listan och flera olika kemiska ämnesdatabaser som N-Class som innehåller information om klassificering för drygt 7000 ämnen.

www.viron.se

På Naturvårdsverkets hemsida finns en del publikationer utlagda. Man hittar annat aktuellt och kan beställa litteratur i Miljöbokhandeln.

www.ivf.se

Läs *bland annat* om IVF:s pågående projekt samt Nyhetsbrevet Miljö i Produktion.

www.ivl.se

Sök på olika nyckelord, läs bland annat IVL Nyheter.

www.mvr.se

Bland annat deras tidning Verkstadsinformation.

Bilaga 1 –Tillsynskampanj, tidsplan

Den gemensamma tillsynskampanjen bedrivs under perioden december 2001-maj 2002. Under kampanjtiden finns projektgruppen samt Länsstyrelsens verkstadsgrupp till hands för att svara på frågor.

Att-göra för miljökontoren och Länsstyrelsen:

November – december 2001

Delta vid upptaktsdag den 15 november. Upptaktsdagen är en introduktion till tillsynskampanjen, men bör även ses som ett tillfälle att få mer kunskaper i ämnet.

Skicka informationsbrev om kampanjen till berörda verksamhetsutövare (förslag finns i Bilaga 3).

Utöver handledningen finns det en hel del litteratur att ta del av, vilket givetvis görs efter behov.

December 2001-maj 2002

Inspektioner görs med hjälp av tillsynstipsen i denna handledning. Ta även med *Handledning för kemikalietillsyn* samt *Handbok i kemikaliehantering (se kapitel 7)*.

Juni 2002

Rapportering till Miljösamverkan genom att fylla i en enkät som skickas ut under våren 2002.

Bilaga 2

Klassificering av miljöfarliga verksamheter, verkstadsindustri

- från Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899), Bilaga 2

Här följer en lathund för klassificering av miljöfarliga verksamheter inom verkstadsindustri, med särskild fokusering på ytbehandling. Det är i första hand processer och hantering av kemiska ämnen som kan vara aktuella för klassificering av verkstadsindustri. Bilagan med dess klassning har delvis ändrats i oktober 2001 och följande gäller från och med 2001-12-01. Nya läsanvisningar hittas på Naturvårdsverkets hemsida.

<i>Processer mm.</i> <i>(all förbrukning etc. avser per år)</i>	<i>Prövningsnivå:</i>	<i>Kod för process/hantering av kem. Ämnen</i>		
		A	B	C
Processer som sammanlagt ger upphov till > 5 kubikmeter avloppsvatten och innefattar: Kemisk och elektrolytisk ytbehandling, annan metallbeläggning (undantag vakuum), betning (undantag med betpasta), fosfatering (ej järn-), våttrumling (ej Al och stål). Termisk ytbehandling med en metallförbrukning av > 500 kg (omfattar varmdoppning och termisk sprutning).			-y1	
Processer enligt första stycket i -y1 som sammanlagt ger upphov till högst 5 kubikmeter avloppsvatten. Järnfosfatering, vattenbaserad avfettning som ger upphov till > 5 kubikmeter avloppsvatten (avser ej fordonstvätt), betning med > 50 kg betpasta eller där det finns stor risk för vattenförorening, torrtrumling av > 1 ton gods, blästring av > 500 kvadratmeter yta eller på en plats där det finns stor risk för förorening av vatten, våttrumling av > 1 ton Al eller stål, härdning av > 1 ton gods. Termisk ytbehandling med en metallförbrukning av > 50 kg men högst 500 kg (omfattar termisk sprutning och varmdoppning). Metallbeläggning med vakuummeter med en metallförbrukning av > 500 kg.			-y2	
Borttagning av lack eller färg från material av metall med termiska eller kemiska metoder för angiven mängd metallgods.			-a1 > 10 ton	-a2 - 10 ton
Verkstad med högst 20 000 kvadratmeter verkstadsyta där det förekommer metallbearbetning med en förbrukning av skärvätskor och/eller processoljor till en sammanlagd mängd av > 2000 liter koncentrat.			-m1	
Verkstad med högst 20 000 kvadratmeter verkstadsyta där det förekommer metallbearbetning med en förbrukning av skärvätskor och/eller processoljor till en sammanlagd mängd av > 200 men högst 2000 liter koncentrat.				-m2
Verkstadsindustri med > 100 000 kvadratmeter verkstadsyta (exkl. yta för enbart montering)		-v1		
Verkstadsindustri med > 20 000 men högst 100 000 kvadratmeter verkstadsyta (exkl. yta för enbart montering)			-v2	
Verkstadsindustri med > 5 000 kvadratmeter verkstadsyta (inkl. yta för montering) men högst 20 000 kvadratmeter verkstadsyta (exkl. yta för enbart montering)				-v3
Förbrukning i ton av organiska lösningsmedel (delvis andra mängder om halogenerade)		-o1 > 500	-o2 > 10-500	-o3 > 0,5-10
Förbrukning av > 20 ton färg eller lack eller 10 ton pulver				-p1

Alla befintliga anmälningspliktiga verksamheter skall vara anmälda senast 2002-12-31.

Tillståndspliktiga verksamheter som saknar tillstånd skall ha ansökt om tillstånd senast 2004-12-31.

Bilaga 3 – exempel på informationsbrev till berörda företag

November 2001

Information till verkstadsindustrier med ytbehandling

Tillsyn på verkstadsindustriernas ytbehandling, samordnad kampanj i Västra Götalands län 2001/2002

Miljösamverkan Västra Götaland, som är ett samarbetsprojekt mellan Västra Götalandsregionen, Länsstyrelsen i Västra Götaland, kommunförbunden i länet och kommunernas miljökontor, genomför nu projektet *Tillsyn på verkstadsindustrier, steg 2 om ytbehandling*. Mer information om Miljösamverkan samt det aktuella projektet kan fås på www.vgregion.se/miljo/miljosamverkan.

Bakgrund

Under 2000/2001 pågick projektet med tillsyn på verkstadsindustrier allmänt. Då deltog 28 av länets kommuner och närmare 400 företag besöktes. Projektet fortsätter nu med steg 2 om ytbehandling inom verkstadsindustri och vår kommun deltar. Vi använder det gemensamma underlagsmaterial som tagits fram och deltar i den inspektionskampanj som i huvudsak pågår under perioden december 2001 till och med maj 2002.

Anmälan/tillstånd enligt miljöbalken

Befintliga anmälningspliktiga industrier måste vara anmälda senast 2002-12-31. Alla tillståndspliktiga verksamheter som saknar tillstånd skall söka tillstånd senast 2004-12-31. Om detta missas blir obligatorisk miljöstraffavgift följden. Kontakta oss om ni är tveksamma till om det gäller Er verksamhet.

Vid planerad nyanläggning eller ändring av verksamhet som kräver anmälan eller tillstånd ska tillstånd sökas eller anmälan lämnas in i förväg. Vi bifogar information om vad som kan göra att en verkstadsindustri är anmälnings- eller tillståndspliktig.

Föranmäld inspektion

Inför den första inspektionen kommer vi att kontakta Er för att komma överens om tid för besöket.

Tillsynsavgift

Den som bedriver verksamhet som omfattas av miljöbalkens bestämmelser faktureras tillsynsavgift enligt taxa fastställd av kommunfullmäktige. Avgiften är

Ni är välkomna att kontakta undertecknad om Ni har frågor.

MILJÖKONTORET

Miljöinspektör