

1520

## Rätt hanterade avfettningsbad kan ge mycket goda förtjänster

*Stora pengar kan sparas om företagen väljer rätt metod för att ta hand om förbrukade avfettningsbad efter alkalisk avfettning. Detta visar en rapport med titeln "Miljöteknisk utvärdering av alkalisk avfettning" som Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning (IVL) arbetat fram med finansiering från NUTEK och Arbetsmiljölonden. IVL har studerat såväl arbetsmiljön vid alkalisk avfettning som olika reningstekniker bl a en kombination av ultrafiltrering och omvänd osmos (UF/RO). En grov ekonomisk kalkyl har gjorts för behandling av 100 m<sup>3</sup> och 1000 m<sup>3</sup> per år. Kalkylen visar att en anläggning för UF/RO betalar sig på sex resp två månader i jämförelse med kostnaden för att skicka baden till destruktion. Rapporten behandlar situationen inom verkstads- och ytbehandlingsindustrin.*

### BAKGRUND

Det är regeringens beslut om begränsning av användningen av klorerade kolväten som är bakgrunden till undersökningen. Alkaliska rengöringsmedel är ett vanligt alternativ till dessa. Studien redogör för en rad varianter av alkalisk avfettning, nämligen *doppning/sprutning* (konventionell metod), *elektrolytisk avfettning*, förstärkning av avfettningseffekten med hjälp av *ultraljud (UL)*, samt *biologisk avfettning*.

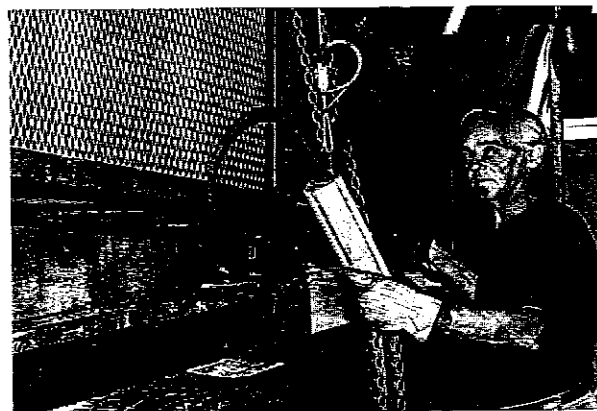
En kombination med *ultrafiltrering* och *omvänd osmos (UF/RO)* har testats för slutbehandling av avfettningsbaderna då de är förbrukade.

Rapporten gör en total bedömning av miljöbelastningen vid alkalisk avfettning samt av olika möjligheter som finns att begränsa miljöbelastningen genom tekniska åtgärder. Detta för att skapa bästa möjliga underlag för val av avfettningsmetod. Resultatet kan annars bli, vid t ex byte av metod, att problemet flyttas från arbetsmiljö till yttre miljö eller från luftutsläpp till vattenutsläpp.

### ARBETSMILJÖ

För att få en bild av hur den alkaliska avfettningen påverkar arbetsmiljön har åtta företag, två företag per metod, besökts. Man har tittat på anläggningar

vid såväl stora som små företag med både relativt automatiserade och mer manuellt skötta avfettningsanläggningar. Vid besöken har man studerat arbetsmetoderna och intervjuat personal. Man har därvid gått igenom arbetsmomenten vid normal drift samt vid oregelbundet förekommande moment, bl a vid rengöring.



*Triavfettning genom doppning är en metod som används inom verkstadsindustrin. Bilden visar en konventionell anläggning. Detaljer som ska avfettas läggs i detta fall i en korg av galler som sänks ner i badet. Foto: Bo Antonsson.*

Det som kan drabba personalen vid användning av alkaliska avfettningsmedel är i första hand irritation och frätskador genom spill och stänk. Dimmor som uppstår vid sprayning och uppvärmning kan skada hud och ögon. Särskilt stor är risken när man gör nya bad, men risker finns också i samband med gasutveckling vid elektrolytisk avfettning. Hälsofarligt damm kan förekomma vid hantering av koncentrat i pulverform.

En risk av ett annat slag beror på det kända faktum att alkaliska vattenlösningar och tvållösningar är hala. I samband med spill på golv och på trappsteg är halkrisken stor.

*Rekommendationer enligt rapporten är bl a följande:*

- Använd förpackningar som kan användas i sin helhet.
- Använd flytande koncentrat hellre än pulver.
- Automatisk doseringspump är en bra lösning.
- För tillsats av små mängder vid stödtillsats är pumpar av olika slag till stor nytta.
- Undvik att hälla över kemikalierna till mellanbehållare, pumpa, så långt det är möjligt, direkt från ursprungsförpackning till bad.
- Tillsätt kemikalierna under eller strax ovanför badytan för att undvika stänk.
- Utrustning bör finnas som möjliggör badprovning och upplockning av nerfallna detaljer utan hudkontakt med badvätskan.
- Utforma nya anläggningar så att det blir lätt att komma åt vid service, underhåll och rengöring.
- Välj om möjligt högfrekvent ultraljud.

*Om pulverkoncentrat måste användas:*

- Använd en speciell blandningstank från vilken badvätskan kan pumpas till baden.
- Ordna speciell ventilation vid denna tank så att dammet snabbt sugs bort.
- Använd säcktömmare för minskning av damm och eliminerande av dålig arbetsställning.
- Kan speciell blandningstank inte ordnas rekommenderas portabel utrustning för dosering av pulver till badet.
- Manuell säcktömning direkt i badet är en dålig lösning.
- Se till att tömningen kan ske långsamt så att kokning och stänk undviks.

- Dessutom rekommenderas att alla bad ska vara märkta med innehåll och farosymboler.
- Kemikalieförpackningar ska vara märkta med innehåll och farosymboler.
- Nödstopp ska finnas lätt åtkomliga längs automatiska linjer.
- Hanterings- och skyddsinstruktioner ska finnas tillgängliga för personalen (läs mer om detta i AFS 1985:17).

#### FÅ VÄTSKEKONTAKTER UNDER DRIFTEN

Under pågående drift förekommer sällan kontakt med vätskan, utom vid elektrolytisk avfettning. Där arbetar man närmare baden och knallgas kan bildas i elavfettningsbadet. Knallgasen kan fastna i det skumlager som bildas på ytan, särskilt i nya bad. Det händer att knallgasen exploderar varvid frätande alkaliskt skum yr kring baden.

För tömningen av baden är fasta rörledningar vanligast. Där man pumpade ur baden med mobil pump förekom i något fall spill från slangarna.

Visst stänk förekom vid elektrolytiska bad och vid en utraljudstvätt då man plockade i och ur detaljer.

Skyddsglasögon och skyddshandskar bör användas vid arbete där det är risk för stänk. Tillgång till ögonskölj-/dusch och nöddusch är ett krav.

#### FÅ SPÅR AV ALKALI I LUFTEN RUNT BADEN

Mätningen av alkali i luften runt avfettningsanläggningarna är inte helt enkel. De mätningar som gjorts visade emellertid att halterna var låga. Personalen kände heller inte den karaktäristiska stickande lukten av alkalidimma. Vid elektrolytisk avfettning och vid kraftig omröring, liksom vid sprayapplicering, krävs ventilation. Inkapsling och ventilering eller spaltutsug vid badens kanter är effektivt.

#### ... OCH LÅG ENDOTOXINHALT

Vid företag med biologisk avfettning inriktades undersökningen i stor utsträckning på att undersöka om endotoxiner (en sorts bakteriegifter) från levande eller döda bakterier sprids till luften i badens omgivning.

De mätningar som gjorts visar på mycket låga endotoxinhalter. Andra undersökningar tyder på att bakteriespridningen från baden till luften kring dem är försumbar.

Intervjuer visade att ingen av dem som arbetar vid baden haft besvär som kan kopplas till bakterier i baden.

Vid företaget med biologisk avfettning saknades tidigare separat avfettning varför detaljerna doppa-

des direkt i saltsyrabadet. Detta ledde till syraemissioner i luften som upplevdes som mycket besvärande. Den alkaliska avfettningen har minskat detta problem avsevärt.

#### OSÄKERHET OM ULTRALJUDET – MEN DET HÖRBARA BULLRET ÄR SKADLIGT

Mätningar IVL gjort på företag som förstärker tvätt-effekten med ultraljud har visat betydande bullernivåer inom det hörbara området. Detta har upplevts ansträngande och tröttnande av personalen.

Ultraljud har frekvensen 20 kHz och uppåt. Ultraljud i skalans nedre del (lågfrekvent ultraljud) kan höras av små barn, men förmågan att höra dessa ljud avtar med åren. Man vet också mycket lite om ultraljudets hörselskadande effekter. Det anses att man skall vara särskilt försiktig med låg-

frekventa ultraljud nära det hörbara området. Hörbart ljud i form av undertoner kan höras vid anläggningar för ultraljud. Subjektiva besvär som huvudvärk, susningar i öronen och illamående har noterats från personer utsatta för långvarig exponering för ultraljud. Ultraljud åstadkommer uppvärmning av vävnader (vilket som bekant utnyttjas i medicinsk behandling). Grumling av ögonlinsen kan förekomma vid ultraljud av hög frekvens. För detta krävs emellertid troligen mycket högre effekter än de som förekommer vid de verksamheter denna rapport behandlar. Skadlig uppvärmning av kroppsvävnad skulle kräva direkt kontakt med vätskan som överför ljudet eller med ultraljudskällan.

För att eliminera skaderisker och obehag är det viktigast att anläggningarna ljudisolerats. Man får aldrig t ex doppa händerna i ultraljudsbad när ultraljudet är på.

## Därför är det nödvändigt att rena de förbrukade avfettningsbadet

När Naturvårdsverket 1985 utfärdade sina allmänna råd för vattenvård inom verkstads- och ytbehandlingsindustrin samt för järn- och stålindustrins ytbehandlingsoperationer, ställdes kravet att utgående vatten inte får innehålla mer än 5–20 mg mineralolja/liter beroende på metod.

Förutom olja och smuts innehåller baden kemikalier som doserats från start. Bl a innehåller de fosfater som är eutrofierande och bidrar till övergödningen. *Alkalidelen* bestående av *natriumhydroxid*, *natriumkarbonat* och *natriummetasilikat* medför i regel inga problem. Mera omtvistade är däremot *tensider*, *komplexbildare* samt *metaller* och *tillsatsämnen* som t ex följt med skärvätskor.

*Tensider* kan vara svärmedbrytbara. *Nonylfenol-etoxylater* bryts ner till ämnen med hög bioackumulerbarhet och toxicitet. *Komplexbildare* kan ge miljöstörningar både i reningsprocess och recipient.

De föroreningar man i första hand bör inrikta sig på att separera ur avloppsvatten, t ex förbrukade avfettningsbad, är de som är svärmedbrytbara, toxiska och/eller bioackumulerbara. Eftersom analyser av flera av dessa ämnen är svåra och kostnadskrävande har de krav som ställts på många avloppsvatten i stället relaterats till trubbiga summparametrar som BOD<sub>7</sub> (biologiska syreförbrukningen) eller COD (kemiska syreförbrukningen) och totalhalten av organiskt bundet klor, mätt som AOX (Adsorberbara Organiska Halogener). Detta har gjort att behandlingsinsatserna inte alltid blivit miljööptimala.

För att undvika en ökad belastning på miljön krävs att de förbrukade baden behandlas vid företaget eller skickas iväg för destruktion.

#### KONVENTIONELL BEHANDLING

I dag destrueras avfettningsbad hos extern destruktör eller i företagets interna reningsverk. Dessa reningsverk är egentligen byggda för att avskilja fria metaller i form av metallhydroxidslam. Blandas avfettningsbad och metallhaltigt vatten skapas en process som ger förhöjda metallhalter i det utgående vattnet. IVL-rapporten visar med tabeller resultatet av olika indoseringar av avfettningsbad i neutraliseringsanläggningar för kemisk fällning. Resultatet visar att metallutfällningen störs redan vid låg inblandning av avfettningsbad. Resthalterna och toxiciteten ökar. Det är tensiderna som ökar toxiciteten och komplexbildarna som stör metallutfällningen.

Det står därför klart att neutralisering av avfettningsbadet inte bör utföras i samma neutraliseringsanläggning som används för rening av metallhaltigt vatten.

#### BÖRJA VID KÄLLAN

Som vid allt miljöarbete gäller det att börja så nära källan som möjligt. Om avfettningen ska göras så miljöanpassad som möjligt, börjar man med valet av olja (i den mån man kan påverka det) och avfettningssmetod. Oljan används oftast som smörj- och kylmedel i tillverkningens slutfas före ytbehand-

lingen. Genom att minska användningen av olja och genom att välja rätt olja kan avfettningsbehovet minskas. Rostskyddsolja kan reduceras eller helt undvikas genom användning av vax/lackliknande skikt eller lägre luftfuktighet. Kan man använda enbart hett vatten eller ånga för avfettning kan oljan lätt skummas av.

Genom motströmssköljning och anpassning till avdunstningsförlusten i badet är en slutning av sköljprocessen möjlig för att minska utsläpp av olja via sköljvatten. Man kan också t ex byta ut miljöfarliga tillsatser i skärvätskor och alkylfenoletoxylater i alkaliska avfettningsbad.

## SEX METODER FÖR SLUTBEHANDLING AV OLJEHALTIGT VATTEN

I princip finns det i dag sex metoder för behandling av oljehaltigt vatten:

- Kemisk spaltning
- Biologiska metoder
- Elektrolytisk spaltning
- Adsorption på aktivt kol
- Indunstning
- Membranfiltrering.

*Kemisk spaltning* dominerade tidigare men har i dag konkurrerats ut av membranfiltrering. Nya idéer har gett metoden förnyat intresse.

*Biologiska metoder* har introducerats på några företag. Detta innebär att man låter bakterier bryta ner oljor och fett. Intressant och bör utvärderas.

*Indunstningstekniken* har höga investerings- och driftskostnader. Klarar de flesta vatten. Ger gott behandlingsresultat. Kräver i vissa fall kompletterande polerstep. Bör också den bli föremål för framtida utvärdering.

*Elektrolytisk spaltning* är teoretiskt intressant, men svår att köra kontinuerligt under varierande förhållanden.

*Adsorption* på aktivt kol lämpar sig bäst som polerstep efter annan behandling.

*Membranfiltrering. Ultrafiltrering* är i dag den dominerande metoden för skärvätskor och valsoljor. Används på många företag för behandling av förbrukade avfettningsbad och sköljvatten. Släpper igenom merparten av tvättkemikalierna och kan därför användas som "njure" för livstidsförlängning av baden.

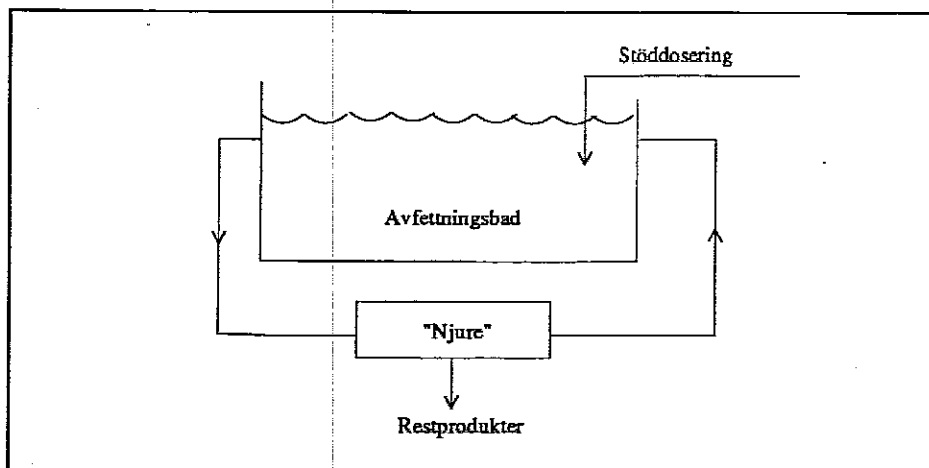
Ytterligare ett sätt är att förlänga livslängden på avfettningsbadet genom att som "njure" installera lamelledimentering, patronfilter eller cykloner som effektivt för bort olja och partiklar. För att ta bort emulgerad olja kan membranfiltrering tänkas.

"Njuren" ska alltså avskilja olja och suspenderade ämnen, men låta så mycket som möjligt av tvättkemikalierna passera och återföras till badet. Allt man skulle vilja ha kvar får man emellertid inte behålla, varför en viss stöddosering är nödvändig. Valet av membran är också viktigt vid denna metod.

Idag provas denna metod på några företag och ytterliga prov planeras för såväl pilot- som fullskaleförsök. Fördelarna med detta förfarande är bl a:

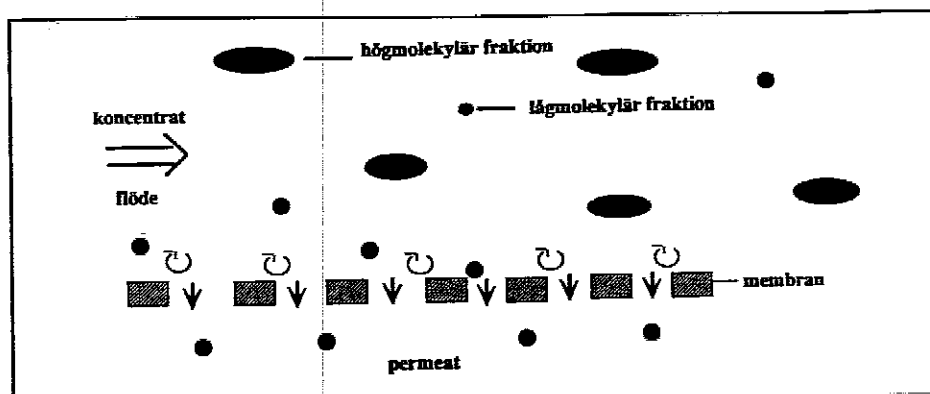
- ökad badlivslängd,
- lägre kemikalieförbrukning,
- mindre antal badbyten och därigenom,
- lägre vattenförbrukning, och
- mindre volym avfallsolja, samt
- bättre rengöringseffekt.

De mineraloljehalter som passerar ett filter med cut-off 20 000–100 000 är ofta lägre än 5 mg/l. IVL-försök har tidigare pekat på en förlängning av badens livslängd med fyra gånger utan att rengöringseffekten försämrats. Andra försök antyder förlängd livslängd med 14 ggr. Förlänger man livslängden med fem gånger når man en pay-off-tid på 1–2 år exklusive minskade avfallskostnader.



Princip "njure" för recirkulering av avfettningsbad.

# Kombinationsbehandling genom användning av UF/RO

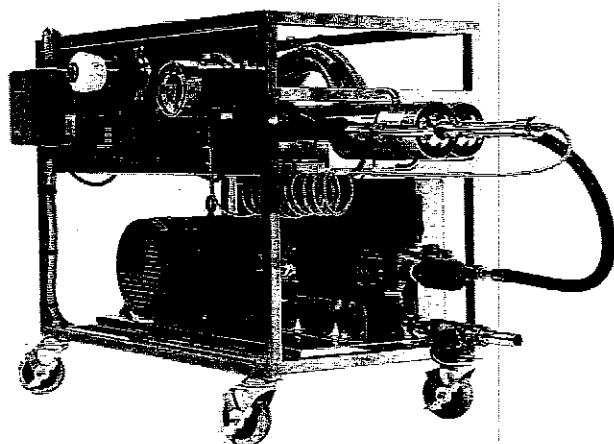


Princip för ultrafiltrering.

I rapporten ägnas huvudutrymmet åt en redogörelse för ett slutbehandlingskoncept som bygger på seriebehandling med ultrafiltrering följt av omvänd osmosfiltrering – UF/RO. Rapportens författare påpekar i detta sammanhang att andra metoder inte behöver vara sämre och de ser fram emot en utvärdering inom ett annat pågående projekt. Valet har gjorts därför att många företag i dag använder ultrafiltrering. Omvänd osmosfiltrering är därvid ett naturligt polersteg.

## AVSKILJER JONER OCH MOLEKYLER

Vid membranfiltreringen pressas en lösning under tryck genom membranet. Genomträngligheten anges som cut-off. Mikrofiltrering har ett cut-off mellan 300 000–1 000 000, dvs de avskiljer föroreningar i området  $>0,1 \mu\text{m}$ . Arbetstrycket är ofta 1–5 bar. Ultrafiltreringsmembranet har ett cut-off mellan 500 och 300 000. De avskiljer föreningar i området  $0,001 \mu\text{m}$ – $0,1 \mu\text{m}$  och kräver ett arbetstryck på 2–



Laboratorieenhet för ultrafiltrering/omvänd osmos. Denna modell är tillverkad av PCI.

15 bar. Vid omvänd osmos används membran med cut-off mindre än 500 och som arbetar med mycket höga tryck, 20–80 bar. De kan avskilja joner och molekyler med storleken mindre än  $0,001 \mu\text{m}$ .

Ultrafiltreringsförsöken utfördes med en pilotanläggning.

Utrustningen som användes för omvänd osmosfiltrering, exklusive själva filtret, var samma som för ultrafiltreringen.

Ultrafiltreringen förmår avskilja endast 60–80 procent av badens innehåll av kemiskt syreförbrukande ämnen. Men efter omvänd osmosfiltrering uppgår avskiljningen till mer än 99 procent.

Dessa resultat är signifikanta även för avskiljning av AOX och ämnen som uppvisar toxicitet vid MICROTOX-test (test med indikatorbakterier).

## SPARA INTE FÖRBRUKADE BAD

Baden måste, sedan de förbrukats, behandlas innan de kan släppas ut i avloppet. Mellanlagring före t ex ultrafiltrering kräver att förrådstanken luftas för att det inte ska bildas svavelväte. Man bör bli därtill hand om ett förbrukat bad så snart som möjligt. Baktericid tillsats för att minska bakterietillväxten bör undvikas dels för att baktericiden är obehaglig att hantera. Dels för att den kan vara olämplig att släppa ut i avloppet.

## ÅTERBETALAR SIG SNABBT

För att göra en ekonomisk bedömning av filtrering av detta slag krävs uppgifter om filtratflödeskapacitet och behandlingsvolym.

För behandling av  $100 \text{ m}^3/\text{år}$  hamnar investeringen för en tubmembranläggning för UF/RO på 150 000–200 000 kronor.

För att klara volymen  $1 000 \text{ m}^3/\text{år}$  krävs en investering i storleksordningen 300 000–500 000 kronor.

Skulle man i detta alternativ välja tubmembran för UF och spiraldrivna membran för RO hamnar kostnaderna på 330 000 till 400 000 kronor.

Till dessa kostnader kommer eventuella byggnads- och ledningskostnader fram till filtreringsanläggningen.

Investeringskostnaderna kan sättas i relation till kostnaderna för extern destruktion av avfettningsbadet. Dessa kostnader ligger på cirka 4 500 kr/m<sup>3</sup>.

För membrantechniken beräknas följande kostnader/m<sup>3</sup>:

Energikostnader	10 kr
Membranersättningskostnader	40 kr
Kemikaliekostnader för membranrengöring	10 kr
Återanvändning av behandlat vatten	- 10 kr

Med en slutkoncentration på 15 procent av utgångsvolyten blir årskostnaden, exklusive arbetskostnaden, 72 000 kr/år vid behandlingen av 100 m<sup>3</sup> och 720 000 kronor vid behandlingen av 1 000 m<sup>3</sup>.

Enligt dessa beräkningar betalar sig anläggningen på sex resp två månader.

Rapportens författare anser sig kunna dra slutsatsen att man med UF/RO-filtrering når ett mycket gott reningsresultat. Störningar i den interna reningsanläggningen undviks och det behandlade vattnet kan återanvändas. Allt på ekonomiskt gynnsamma villkor, bl a genom att man slipper onödiga transporter av vatten. Författarna anser att det kan finnas möjligheter att ytterligare minska restvolymerna genom indunstning av de koncentrat man fått vid UF/RO-filtreringen.

## Detta använder man vid alkalisk avfettning

Alkaliska avfettningsmedel används för att skapa emulsioner och dispersioner och för att i viss mån förtvåla fetter, hartser och partikelföreningar. De har därför en kraftigt fettlösande och uttorkande effekt. De vattenbaserade avfettningsmedel som används inom verkstads- och ytbehandlingsindustrin innehåller också anjon-, katjon- eller nonjonaktiva tensider, komplexbildare, korrosionsinhibitorer och andra tillsatssämnen. Detta utöver de organiska eller oorganiska alkaliska ingredienserna.

De organiska ingredienserna, i regel aminoalkoholer, ger i regel ett pH mellan 11 och 12 i koncentrat och mellan 9 och 10 i brukslösning. De oorganiska, t ex natron- eller kalilut och meta- eller disilikater, har i pulverform pH 12-14 och efter utspäd-

ning 1:100 pH 10-12. Lågalkaliska avfettningsmedel innehåller i regel svaga alkali i form av borater, silikater eller polysilikater har vanligen i koncentrat pH på drygt 10 och får efter spädning cirka pH 9.

### RAPPORTEN

**Miljöteknisk utvärdering av alkalisk avfettning** (69 sidor) har utarbetats av Helene Carlsson, Jonas Tolf, Ann-Beth Antonsson, Jan-Erik Bjurhem, Östen Ekengren, Lars Rondahl och Peter Solyom, samtliga vid IVL Stockholm. Den har beteckningen IVL Rapport B 1047 och kan beställas från IVL, Biblioteket, Box 21060, 100 31 Stockholm, per telefax 08-31 85 16 eller tel 08-729 15 00. Pris: 200 kronor exkl. moms.

1520

*För innehållet i sammanfattningen svarar*

**Ann-Beth Antonsson**

Institutet för Verkstadsteknisk Forskning, IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm, tel 08-729 15 47.

*Bearbetning: Bo Antonsson*

*Pnr 89-0444 Kemiska problemområden, övrigt (29) Oktober 1992*

**Arbetsmiljöfonden**

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31  
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM  
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90