

Miljøprojekt nr. 159

1991

Miljøvenlig affedtning i jernindustrien

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøprojekt

- Nr. 62: Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark
- Nr. 63: Anvendelse af analyseresultater ved vandkontrol
- Nr. 64: Kosmetik - bivirkninger
- Nr. 65: Miljøfremmede stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 66: Undersøgelser af blødt aggressivt vand
- Nr. 67: Kilder til grundvandsforurening
- Nr. 68: Overflade aktiveret iltning af ferrojern i vand fra Hvidmosen
- Nr. 69: Forbrug og forurening med chlorphenoler
- Nr. 70: Organiske opløsningsmidler
- Nr. 71: Kviksølv i havneslam
- Nr. 72: Organic solvents
- Nr. 73: Arealanvendelse og geologi - nitrat i grundvand
- Nr. 74: Kviksølv i danske ferskvandsøkosystemer
- Nr. 75: Forureningstilstanden i danske svømmebade
- Nr. 76: Nitrat og pH i drikkevand
- Nr. 77: Kviksølv i jord
- Nr. 78: Drænvandskvalitet fra pyritholdige arealer
- Nr. 79: Leptospirabakterier i rotter ved dambrug og landbrug
- Nr. 80: Svømmebade og sygdomsrisici
- Nr. 81: Lokale forureninger og helbredseffekter
- Nr. 82: QSAR og toksikologi - en ny strategi i kemikalievurdering
- Nr. 83: Forurening fra gamle affaldsdepoter uden kemikalieaffald
- Nr. 84: Alternativ lossepladsteknologi - en litteraturgennemgang
- Nr. 85: Tilførsel af næringsstoffer til vandløb
- Nr. 86: Genanvendelse af tekstilaffald
- Nr. 87: Substitution af PVC-plast med andre plastmaterialer
- Nr. 88: Emballage til mælk og juice
- Nr. 89: Vandressourcerne og klimasvingninger
- Nr. 90: Nikkelafgivelse fra metallegeringer
- Nr. 91: Algetoksicitetstest
- Nr. 92: CFC-forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 93: Mikrobiel nedbrydning af miljøfremmede stoffer i grundvand
- Nr. 94: Genanvendelse af madaffald fra storkøkkener i København
- Nr. 95: Bundfaunaundersøgelser som redskab til overvågning
- Nr. 96: Svovlbrintedannelse og -kontrol i trykledninger
- Nr. 97: Renere teknologi i fiskeindustrien
- Nr. 98: Renere teknologi i træ- og møbelbranchen
- Nr. 99: Kompostering af haveaffald i Frederiksborg amt
- Nr. 100: Hazard assessment of 1,1,1-trichloroethane
- Nr. 101: Organiske opløsningsmidler i husholdningsprodukter
- Nr. 102: Fuglefaunaen på konventionelle og økologiske landbrug
- Nr. 103: Sprøjtefri randzoner i kornmarker
- Nr. 104: Miljøforbedring ved hovedseparation i rejepilleindustrien
- Nr. 105: Forbrug af og forurening med bly i Danmark
- Nr. 106: Haloner - forbrugsmønster i Danmark
- Nr. 107: Galvanisk overfladebelægning uden affald og spildevand
- Nr. 108: Madaffald fra storkøkkener - organisation af indsamling og oparbejdning
- Nr. 109: Erstatningsstoffer for fosfat - spredning og effekter i miljøet
- Nr. 110: Olie/kemikalieaffald - en spørgeskemaundersøgelse
- Nr. 111: Undersøgelser af vejledende pyritgrænseværdier
- Nr. 112: Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept
- Nr. 113: Storskrald og haveaffald
- Nr. 114: Papirindsamling via specialcontainere og genbrugsstation
- Nr. 115: Vandmiljøplanens overvågningsprogram
- Nr. 116: Renere teknologi i svine- og kreaturslagteribranchen
- Nr. 117: Dioxinemission ved affaldsforbrænding
- Nr. 118: Klorkilders betydning for dioxindannelse ved forbrænding
- Nr. 119: Okkerrensning i forbindelse med landbrugsmæssig dræning
- Nr. 120: Kontrol af køretøjer med katalysator
- Nr. 121: Forurenede industrigrunde

Miljøprojekt nr. 159

1991

Miljøvenlig affedtning i jernindustrien

**Anvendelse af vandige produkter til affedtning
af stål inden malebehandling**

Marianne Rachlitz
Overfladeteknik, Dansk Teknologisk Institut

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen vil, når lejlighed gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Denne rapport er finansieret af Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi i forbindelse med gennemførelsen af »Udviklingsprogram for Renere Teknologi 1987-1989«.

Indhold

Resumé	Side 5
English summary	7
1. Indledning og formål	9
2. Konklusion	11
2.1 Status for affedtning	11
2.2 Miljøbelastende faktorer	13
2.3 Erfaringer fra virksomheder	14
2.3 Demonstrationsanlæg	15
3. Forbehandling før malebehandling	17
3.1 Formål	17
3.2 Krav til forbehandling	17
3.3 Valg af forbehandlingsmetode	17
3.4 Kontrol af forbehandlingen	20
4. Urenheder på ståloverflader	23
4.1 Leveringstilstand af stålplader	23
4.2 Typer af stoffer der ønskes fjernet ved forbehandling	23
4.3 Forekommende stoffer og stofgrupper ved forskellige bearbejdningsprocesser	24
5. Forbehandlingskemikalier og -udstyr	31
5.1 Kemikalier	31
5.2 Karakterisering af midlerne	31
5.3 Valg af affedtningsmiddel	39
5.4 Anlægsudformning	41
6. Karakterisering af besøgte virksomheder	59
7. Økonomi	63
8. Demonstrationsprojekt	71
8.1 Indledning	71
8.2 Beskrivelse af virksomheden, DISA	71
8.3 Emner	72
8.4 Forekommende forureninger	77
8.5 Prøveemner til kvalitetsbedømmelse	78
8.6 DISA's hidtidige overfladebehandling	80
8.7 Ny overfladebehandling	82
8.8 Indkøring og drift	86
8.9 Ressource- og miljøforhold	87
8.10 Økonomi	93
9. Litteraturliste	99

Bilag

1.	Udvalgte stoffers funktion i alkalisk affedtning	101
2.	Indhold i smøremidler	103
3.	Datablade - Fosfateringsmidler	105
4.	Anlæg og styring	115
5.	Analyseresultater	121
6.	Analysemetoder for bestemmelse af olie/fedt på metaloverflader	123
7.	Bestykning i anlæg	129

Resumé

En række vandige affedtningsmetoder er beskrevet med hovedvægten lagt på typer der anvendes som forbehandling af stål før malebehandling.

Anlæg til såvel triaffedtning som vandig forbehandling er beskrevet og de tekniske, økonomiske og miljømæssige konsekvenser er vurderet på traditionelle anlæg og anlæg med forskellige foranstaltninger til miljøforbedring.

6 virksomheder der malebehandler er interviewet for at få afdækket holdninger og eventuelle barrierer mod at erstatte triaffedtning med vandig affedtning.

En mellemstor virksomheds overgang fra triaffedtning og opløsningsmiddelholdig maling til jernfosfatering og pulvermaling er beskrevet.

Jernfosfateringsanlægget er konstrueret med henblik på minimering af kemikalie-, vand- og energiforbrug samt reduktion i spildevandsudledning ("miljøanlæg").

Den opnåede kvalitet af overfladebehandlingen i forhold til den tidligere er undersøgt og fundet at være af langt højere standard.

Forbrug af ressourcer er registreret i en 8 måneders periode, og der er foretaget beregninger over de økonomiske konsekvenser for det nye forbehandlingsanlæg.

De samlede omkostninger ved produktion på et "miljøanlæg" er med den nuværende produktion kr. 5,95/m² mod kr. 5,65/m² på et traditionelt fosfateringsanlæg (~ +5%).

Udnyttes anlægget med maksimal kapacitet viser beregninger at omkostningerne på miljøanlægget vil være 1,78 kr./m² mod kr. 2,24/m² på det traditionelle anlæg (~ ÷20%).

Driftsomkostninger ved det gamle tri-anlæg var på 2,75 kr./m².

English summary

A series of water borne degreasing methods are described with particular emphasis on those applied as pretreatment of steel before coating.

Plants for solvent based as well as water borne degreasing are described. Technical, economical and environmental aspects of traditional plants are compared with newer equipment being improved from an environmental point of view.

Interviews have been carried out in 6 industries having surface coatings facilities, to reveal attitudes, and opinions towards a change from traditional degreasing, and if possible to identify any barriers against such a change.

The shift in a particular medium sized enterprise from traditional solvent borne degreasing and coating to water borne pretreatment, iron phosphating and finally powder coating is described in detail.

The plant for the iron phosphating has been designed specifically to minimize the consumption of chemicals, water, energy and the effluents from the process.

The obtained coating quality from the new plant clearly exceeded its traditional predecessor.

Consumption of chemicals etc. have been monitored for a period of 8 months, and the economy of the new plant has been estimated.

Total costs for treatment (degreasing and phosphating) of one m² have been calculated to DKK 5,95 (1990) in the new plant in comparison to DKK 5,95 in the traditional.

During the 8 month period mentioned however the plant has not been fully engaged.

With the plant running at maximum capacity the costs may be reduced to DKK 1,78/m² compared to DKK 2,24/m² in the traditional plant.

In the old plant, the average productivity corresponded to costs of DKK 2,75/m².

1. Indledning

Nærværende projekt er udført indenfor Miljøstyrelsens program for renere teknologi i perioden 1988-1990.

I projektet var nedsat en styregruppe med følgende medlemmer:

Peter Gammeltoft, Miljøstyrelsen, formand
Karsten Skov, Miljøstyrelsen
Bent Brask, Industriens Arbejdsgivere
Erik Olsen, Arbejdsmiljøinstituttet
Ago Saarnak, NIF
Hans Jørgen Gabel, Danfoss A/S
Helmut Kersting, A/S Teknos Schou
Ove Salling Johansen, UDD Inter A/S
Peter Svane, Dansk Teknologisk Institut

Overfladebehandling af stål med organiske belægninger kræver en forbehandling af metallet før malebehandling for at sikre vedhæftningen, eventuelt give en aktiv korrosionshindring og skabe grundlag for opnåelse af den ønskede overfladefinish.

Ståloverflader er forurenet, dels med forskellige olier (rustbeskyttelsesolier, presseolier eller hærdeolier), dels med andre forureninger hidrørende fra midler der anvendes i såvel spånløse som spåntagende bearbejdningsprocesser. Under forbehandlingen skal disse stoffer fjernes fra metallets overflade.

De vigtigste kemiske stoffer inden for industriel affedtning og rengøring før malebehandling, kan inddeles i følgende hovedgrupper:

- Chlorerede opløsningsmidler
- Emulsionsmidler
- Alkaliske affedtningsmidler
- Fosfateringsmidler (konversionsmidler)

Historisk er udviklingen gået fra affedtning med traditionelle opløsningsmidler til affedtning med chlorerede opløsningsmidler. Dette skift var hovedsageligt baseret på den store brandrisiko, der var forbundet med de traditionelle opløsningsmidler, og at de chlorerede midler i visse tilfælde var skånsommere mod emnerne. Et andet forhold, der har spillet ind er de chlorerede midlers store effektivitet og alsidighed.

Alsidigheden, der både går på produktionsstørrelsen og emnevariationen er en nok så vigtig faktor, idet langt de fleste danske virksomheder har et varieret emnesortiment. Det sidste forhold, der har spillet ind er anlæggenes simple konstruktion og enkle styring.

Forbruget i 1987, 1988 og 1989 af chlorerede opløsningsmidler var:

	1987 tons	1988 tons	1989 tons
Trichlorethylen	2100	1791	1845
Perchlorethylen	510	928	790
Trichlorethan	700	486	398

(oplysninger fra Danmarks Statistik)

I de seneste år er en del anlæg med chlorerede opløsningsmidler erstattet af anlæg, der er konstrueret til anvendelse af vandige forbehandlingsmidler. Der findes kun enkelte industrigrene med dokumenterede retningslinier for anvendelse af vandige affedtningsmidler, set i relation til virksomhedens bearbejdningsproces, emnestrøm, anvendt malingsystem og krav til brugsegenskaber for de enkelte overfladebehandlede komponenter.

Projektets formål er at undersøge mulighederne for at erstatte opløsningsmidler til affedtning af stål før malebehandling med vandige midler såvel ren affedtning som fosfatering.

Projektet er inddelt i 2 faser, en teoretisk del og en fuldskalaafprøvning.

Fremgangsmåde i fase 1:

- Identifikation af nogle af urenhederne (uorganiske og organiske), der forekommer på ståloverflader i forbindelse med bearbejdningsprocesser, rustbeskyttelse m.v.
- Karakterisering af forbehandlingskemikalier samt beskrivelse af de typer udstyr til forbehandlingsprocesser der findes på markedet.
- Indhentning af erfaringer hos leverandører og brugervirksomheder, bl.a. for at identificere eventuelle barrierer mod brug af vandige midler.
- Tekniske og økonomiske vurderinger ved substitution.
- Miljømæssige vurderinger af de alternative metoder.

I fase 2 følges opstart og drift af et forbehandlingsanlæg med henblik på vurdering af:

- den opnåede tekniske standard
- miljøbelastningen, i form af affald og spildevand
- indgående ressourcer
- investering og driftsomkostninger
- driftsforhold.

Det aktuelle anlæg er projekteret med henblik på at minimere miljøbelastningen og ressourceforbruget.

Vurderingen sker med reference til dels virksomhedens tidligere forbehandlingsanlæg, dels et almindeligt forekommende fosfateringsanlæg.

2. Konklusion

2.1 Status for affedtning

Generelt

Jern- og metalindustrien har et stort og varierende behov for affedtning på flere trin i produktionsprocessen:

- som forarbejde til sammenføjning og tildannelse
- som en del af efterbehandlingen på emner der f.eks. påføres en rustbeskyttende olie før lagring
- som del af en forbehandling før overfladebehandling.

Kravene til rensningsgrad ved affedtning varierer meget afhængig af formålet. Kravene til affedtningen i de processer der er omtalt under pkt. 1 og 2 er generelt mindre end de vil være under pkt. 3. Disse mindre og i øvrigt stærkt varierende krav er ikke gjort til genstand for en særskilt analyse i projektet.

Arbejdet i projektet har været koncentreret om affedtning som forbehandling før malebehandling. Kravene til renhedsgraden er indenfor dette anvendelsesområde noget af det mest veldefinerede med udviklede kontrolmetoder for såvel hel- som halvfabrikata.

Ved substitution fra triaffedtning til vandig forbehandling er der tale om bevægelse fra et relativt enkelt anlæg med en veldefineret renseeffekt til et bredt spektrum af anlæg der kan præstere meget varierende renhedsgrader.

De anlægsvarianter der er velegnede til at frembringe en forbehandling før malebehandling er komplekse anlæg i forhold til trianlæg med deraf relativt store investerings- og driftomkostninger.

Disse anlæg leverer en affedtningsstandard der er for høj til mange af de andre formål og total substitution med vandig affedtning vil derfor som oftest resultere i at en virksomhed skal installere flere forskellige anlæg.

Affedtning med chlorerede kulbrinter sker gennem en opløsningsproces, medens vandig affedtning sker gennem emulgering af snavs, olie og fedt.

Emulgeringsprocessen stiller krav om opretholdelse af en række procesforhold:

- kemikaliekoncentration
- tid
- temperatur
- mekanisk bearbejdning

der tilsammen er afgørende for effektiviteten.

Dette betyder, at processen er mere indviklet at styre end opløsningsprocessen og dertil kommer at der for emulgeringsprocessen er en snævrere sammenhæng mellem kemikaliesammensætning og effekt overfor type af stoffer der skal afrenses.

Betegnelserne rustbeskyttelsesolier og smøremidler dækker over et utal af varianter med meget varierende sammensætning og resistens over for emulgering.

En stor del af leverede stålplader som råvareleverance er behandlet med en rusthindrende film, mineralolier eller voksprodukter.

Ved de forskellige produktionsprocesser anvendes en række hjælpestoffer der alle kan give anledning til en belægning på overfladen. Nogle af disse belægninger er på grund af deres kemiske egenskaber, i sig selv svære at fjerne og i forbindelse med bearbejdninger der medfører opvarmning, kan belægningen undergå en ændring, hvorved vedhæftning og resistens øges.

Ud over de stoffer der har tjent en funktion i produktioner forekommer forureninger af bl.a. støv, snavs, slagger og spåner som igen udvider spektret af krav til forbehandlingsprocessen.

Der synes at være en generel tilbøjelighed til at overdosere de anvendte hjælpestoffer for at sikre deres funktion. Dette indebærer naturligvis at affedtningsprocessen bliver unødigt vanskeligere og mere ressourcekrævende.

En del virksomheder er dog i stigende grad opmærksom på denne problemstilling.

Valg af de konkrete hjælpestoffer foretages primært med henblik på deres funktionsduelighed, medens afrensningen af disse indtager en mere sekundær placering

De aktuelle forbehandlingsmidler før malebehandling, som kan erstatte de chlorerede opløsningsmidler er:

- emulsionsmidler
- alkaliske midler
- fosfateringsmidler (sur affedtning - konversionsmidler)

Indenfor disse hovedgrupper findes en lang række produkter med forskellige virkningsgrad. Det betyder, at midlet skal vælges i forhold til forureninger og standard for rensning samt anlægsudformning. I afsnit 5 er sammenstillet en generel oversigt over kemikaliernes renseeffekt over for forureningerne.

Et affedtningsanlæg er som hovedregel konstrueret for en bestemt type middel, hvilket indebærer at skift fra én hovedgruppe til en anden normalt vil have anlægsmæssige konsekvenser.

Substitution af chlorerede opløsningsmidler vil altid kræve et nyt anlæg.

Indenfor gruppen af anlæg til vandig affedtning kan skelnes mellem:

- dyppeanlæg
- lukkede spuleanlæg (vaskemaskiner)
- åbne spuleanlæg (gennemløbsanlæg)

Ved dyppeanlæg er renseprocessen i praksis en ren kemisk proces, hvilket kræver flere kemikalier, længere opholdstider og højere temperaturer. Omvendt er tab til omgivelserne små.

De lukkede spuleanlæg er i mange tilfælde programstyrede standardmaskiner, hvor flere behandlingstrin er indbygget.

Åbne spuleanlæg skræddersyes normalt til processen og omfatter almindeligvis 3 eller flere trin. Emnerne passerer trinene ved enten at være ophængt i conveyor eller lagt på rullebane.

I forhold til dyppeanlæg indeholder spuleprocessen en mekanisk bearbejdning, hvorfor kemikaliekoncentration, opholdstid og temperatur kan reduceres.

Gennemløbsanlæg har i forhold til lukkede vaskemaskiner et stort ventilationsbehov og dermed et stort tab til omgivelserne.

Valg af anlæg afhænger naturligvis af emnernes størrelse og geometri. Nogle emner vil indeholde skjulte og delvis skjulte overflader og disse vil naturligt være uegnede til spuling, medens andre emner kan være svære at neddyppe.

Generelt vil overgang fra tri til vandig affedtning stille større krav til emnernes positionering og afløbsmuligheder for rensediet. Almindeligvis giver overgangen anledning til nogle konstruktionsændringer, boring af drænhuller m.v.

De vandige processer kræver, i modsætning til triaffedtning, alle en særskilt mekanisk afblæsning og/eller termisk fjernelse af vand.

I den almindelige anlægsopbygning afsluttes forbehandlingen med en ovntørring.

Forbehandlingsstandard

Den traditionelle triaffedtning og opløsningsmiddelholdige malebehandling gav og giver stadig en nogenlunde velkendt standard. Ved overgang til vandig affedtning opnås en anden kemisk rensning, bl.a. kan overfladen blive hydrofil (vandtiltrækkende). Dette fænomen er af interesse ved anvendelse af vandige malinger, medens det nødvendigvis ikke er en fordel for opløsningsmiddelholdige malebehandlinger.

Anvendelse af de miljøvenlige pulvermalinger kræver en meget høj rensningsgrad. Dette kan i princippet bedre opnås med vandige midler alene end med triaffedtning. Vandig affedtning er dog som oftest en del af en mere omfattende kemisk forbehandling (fosfateringsprocesser) før pulverlakering.

2.2 Miljøbelastende faktorer

Eksternt

De eksternt miljøbelastende faktorer for affedtningsprocesser er følgende:

1. Emission
2. Spildevand
3. Affald
4. Energi.

Ved triaffedtning er emissionen af opløsningsmidler den alt-dominerende miljøbelastning og det er karakteristisk at såfremt der ikke er installeret kulfilter, vil tabet til omgivelserne være 75-90%, afhængig af driftsforholdene.

Installeres kulfilter vil op til 90% af opløsningsmidlerne kunne regenereres.

Generelt for eksisterende anlæg i Danmark uden genindvinding emitteres ca. 0,5 kg/m² overflade i anlægget pr. time i tomgang.

Ved belastning må påregnes et noget større tab.

Ved vandig affedtning er energiforbruget som regel højere end ved triaffedtning, især på grund af den nødvendige tørning af emnerne.

Energiforbruget kan søges mindsket ved anvendelse af tensider der er virksomme ved lave temperaturer samt ved at sikre at mindst mulig vand rester på emnerne før varmebehandling, eventuelt ved en forudgående mekanisk afblæsning.

Traditionelle affedtningsanlæg har som oftest udledning af vand fra første skylletrin. Spildevandsmængden afhænger af produktionsstørrelsen og den ønskede renhedsgrad på emnerne. Skyllevandet indeholder olie/fedt, tensider og andre indgående kemikalier. Såfremt forureningen overstiger de af kommunen fastsatte grænseværdier kan forskellige rensningsforanstaltninger iværksættes, f.eks. olieskimmer, separatorer eller ultrafiltrering.

En alternativ måde til mindskelse af skyllevandsforbruget er at etablere flere skylletrin efter modstrømsprincippet. Således kan der i princippet opnås samme kvalitet skylning ved anvendelse af 10 l skyllevand i tre-trins modstrømsskylning som ved 1000 l vand i 1-trins skylning.

Affedtningsbadene vil have en vis funktionstid, hvorefter forureningsmængden er så stor at effektiviteten af badet forringes. Tiden afhænger af mængden af indgående forurening og det anvendte tensids evne til at "optage" olie.

I alkaliske bade bør så vidt muligt anvendes selvspaltende tensider, hvilket med de nødvendige renseforanstaltninger kan forlænge badets levetid op til 8 gange. Imidlertid skal der passes på ved optræk af emner, idet de herved igen kan blive forurenede.

Endelig bør det som tidligere omtalt tilstræbes at forurene emnerne mindst mulig.

Ved forbehandlinger af højere standard, dvs. fosfateringsprocesser anvendes ofte skylning med chromholdigt vand.

Dette vil kræve at badet enten renses i virksomheden eller ved udskiftning sendes til Kommunekemi.

En del virksomheder vælger i stedet at skylle i demineraliseret vand.

Arbejds miljø

Arbejds miljømæssigt vil åbne trianlæg give gener, som er kendt for arbejde med opløsningsmidler, og det vil da også fremover være et krav at der på nye anlæg etableres overbygning.

Vandige affedtningsmidler giver i drift ikke anledning til gener såfremt anlæggene fungerer. Ved ansætning af bade og vedligehold skal leverandørernes sikkerhedsdatablade overholdes, idet en del af kemikalierne kan virke ætsende og give anledning til hudeksem.

2.3 Erfaringer fra virksomheder

6 typiske jernindustrielle virksomheder er blevet forespurgt om deres holdning til vandig affedtning.

Der synes i branchen at være delte holdninger.

Nogle virksomheder har oplevet overgangen fra "tri"-affedtning til vandig affedtning som fuldstændig uproblematisk på grund af kvalificeret bistand fra materiale- og udstyrsleverandører.

Heroverfor står et ikke ubetydeligt antal virksomheder der har dårlige erfaringer med opstart og drift af anlæg. Den primære årsag til de dårlige erfaringer ligger i dårlig/utilstrække-

lig rådgivning og information fra kemikalie- og anlægsleverandørerne. Dette skal dog ofte ses i sammenhæng med at virksomhederne ikke har været i stand til at fastsætte kravspecifikationer.

Endelig er der en gruppe, der af miljømæssige årsager principielt gerne vil anvende vandig affedtning, men på grund af sammensætning af forureninger på emnerne, krav om forskellige renskvaliteter, og meget varieret emnestrøm, ikke finder det teknisk og økonomisk forsvarligt.

2.4 Demonstrationsanlæg

En virksomheds overgang fra triaffedtning og 2 gange opløsningsmiddelholdig maling til jernfosfatering og pulverlakering er blevet analyseret over en periode på 8 mdr., omfattende etablering, indkøring og drift.

Fosfateringsanlægget som er opbygget af 1 trin affedtning/fosfatering og 3 skylletrin med modstrømsskylning blev dimensioneret til at det nødvendige vandforbrug der medgår til fordampning og overslæb på emnerne skulle være tilstrækkelig til at holde skyllebadenes renhedskrav vedlige. Herved skulle udslip til kloak kunne undgås.

Følgende konklusioner kan drages:

1. Fosfateringsanlægget har fungeret tilfredsstillende siden opstart. Efter 14 dages indkøring med småjusteringer fungerede anlægget, dog uden total PC-registrering.

Den smertefri indkøring skyldes en god indsats fra såvel virksomhedens medarbejdere som anlægs- og kemikalieleverandøren. Efter 2 mdrs. drift fungerede PC-registreringen og det har herefter været muligt at få oplysninger om såvel forbrug som uregelmæssigheder i driften.

Det skal i øvrigt bemærkes, at virksomhedens medarbejdere er meget tilfredse med anlægget, finder at det er nemt at betjene og at de arbejdsmiljømæssige forhold er stærkt forbedret.

2. Den opnåede tekniske standard af overfladebehandlingen, både hvad angår æstetik, korrosionsbestandighed og mekanisk robusthed, er langt højere end den gamle.

3. Anlæggets ressourceforbrug hvorved forstås:

- kemikalieforbrug
- vandforbrug
- energiforbrug

adskiller sig i forhold til triaffedtningen inden for de enkelte områder væsentligt, men nettoresultatet i kr. giver et større forbrug på den nye forbehandling. Den egentlige forskel kan især henføres til energiforbrug til tørreprocessen.

Det skal nævnes, at vandforbruget for et anlæg af den type er usædvanligt lille, omregnet til årsbasis vil det svare til 117 m³.

Sædvanligvis påregnes et forbrug på mindst 1.800 m³.

Forventninger til spildevandsudledning er blevet indfriet ved den hidtidige drift og der synes ingen indikation af at forholdene skulle ændre sig.

Det skal i den forbindelse bemærkes, at anlægget langt fra har kørt med fuld kapacitet samt at virksomheden har gjort en stor indsats for at minimere forureningerne på emnerne.

Dette har også afspejlet sig i det lille kemikalieforbrug i rense-/fosfateringstrinet.

En anden årsag til det lille kemikalieforbrug ligger i, at anlægget kun anvender demineraliseret vand.

4. Valg af 4-trinsanlægget (miljøanlægget) i stedet for et traditionelt 3-trins anlæg har medført større investeringsomkostninger medens driftomkostninger er blevet reduceret, på grund af mindre vand- og kemikalieforbrug samt færre omkostninger til kontrol og dokumentation, bl.a. overfor miljømyndighederne.

De samlede omkostninger ved produktion på et "miljøanlæg" er med den nuværende produktion kr. 5,95/m² med kr. 5,65/m² på et traditionelt anlæg (~ +5%).

Udnyttes anlægget med maksimal kapacitet viser beregninger at omkostningerne på "miljøanlægget" vil være 1,78 kr./m² med kr. 2,24/m² på det traditionelle anlæg (~ ÷20%).

Driftsomkostningerne på det gamle trianlæg var på 2,75 kr./m².

3. Forbehandling før malebehandling

3.1 Formål

Med stigende krav til kvaliteten af en industriel overfladebehandling med organiske materialer følger stigende krav til forbehandlingen.

For det første skal forbehandlingen af emnerne sikre, at den efterfølgende malebehandling opnår en optimal vedhæftning til emnet.

For det andet kan forbehandlingen være aktivt korrosionshindrende, således at korrosion omkring skader og porer forløber med begrænset hastighed.

For det tredje skal forbehandlingen medvirke til at underlagets overflade er af en sådan beskaffenhed, at den ønskede finish af malingfilmen kan opnås.

3.2 Krav til forbehandling

Kemiske forbehandlinger kan have to effekter på overfladen:

- en rensende virkning hvorved såvel olie, fedt som smuds og andre urenheder fjernes
- en ætsende/opløsende virkning hvorved der sker en ændring i overfladens tilstand (konversion).

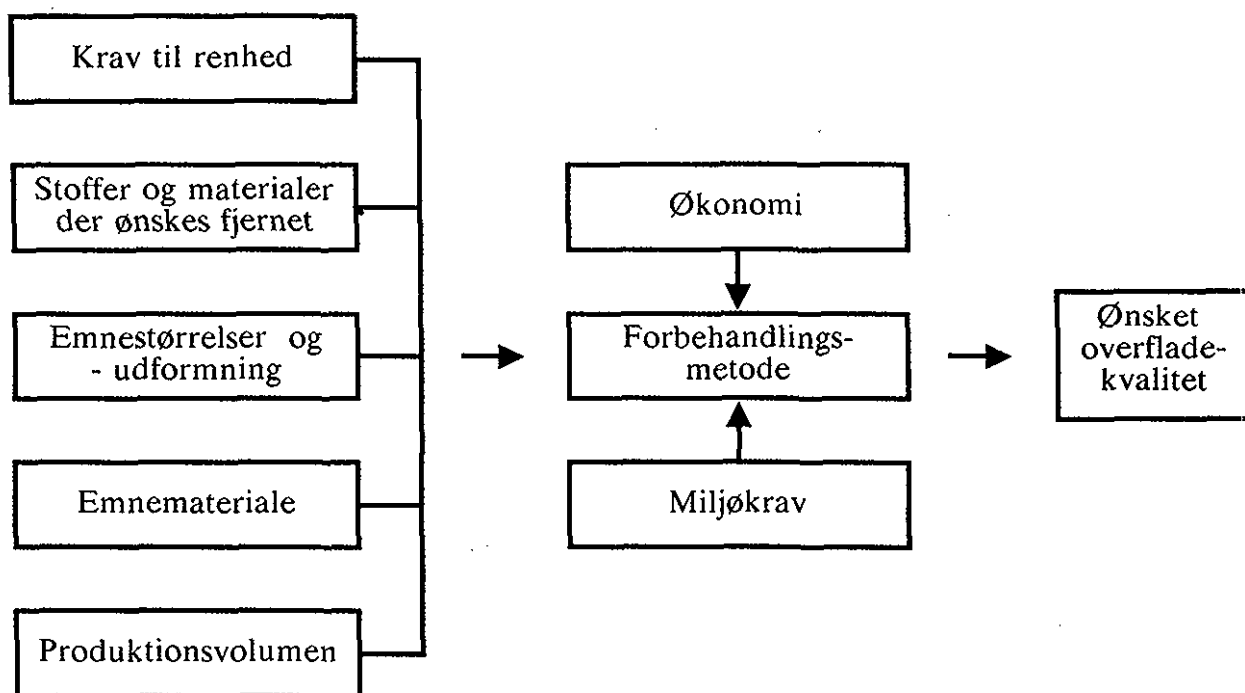
To vigtige betingelser for at opnå vedhæftning af en malebehandling til et underlag er, at

- malingen befugter overfladen, dvs. at malingens overfladespænding (γ) er lavere end underlagets kritiske overfladespænding
- overfladeenergien for henholdsvis tør malingfilm og underlag stort set er ens.

Af ovenstående fremgår, at valg af forbehandling afhænger, dels af hvilken malingstype der skal anvendes, dels i hvilket miljø emnerne skal fungere, dvs. hvilke funktionskrav der stilles til det anvendte malingsystem. Naturligvis afhænger valget også af den standard der ønskes opnået.

3.3 Valg af forbehandlingsmetode

Fastlæggelse af forbehandlingsmetode er bestemt af en række forhold af teknisk art, og når disse er afklaret af en vurdering af de enkelte metoders miljømæssige og økonomiske konsekvenser. De miljømæssige konsekvenser omfatter både arbejdsmiljøforhold og påvirkninger af det ydre miljø. De omkostninger, der er begrundet i disse forhold, f.eks. punktudsugning, spildevandsrensning m.v. må medtages i den økonomiske vurdering.



Valg af forbehandlingsmetode

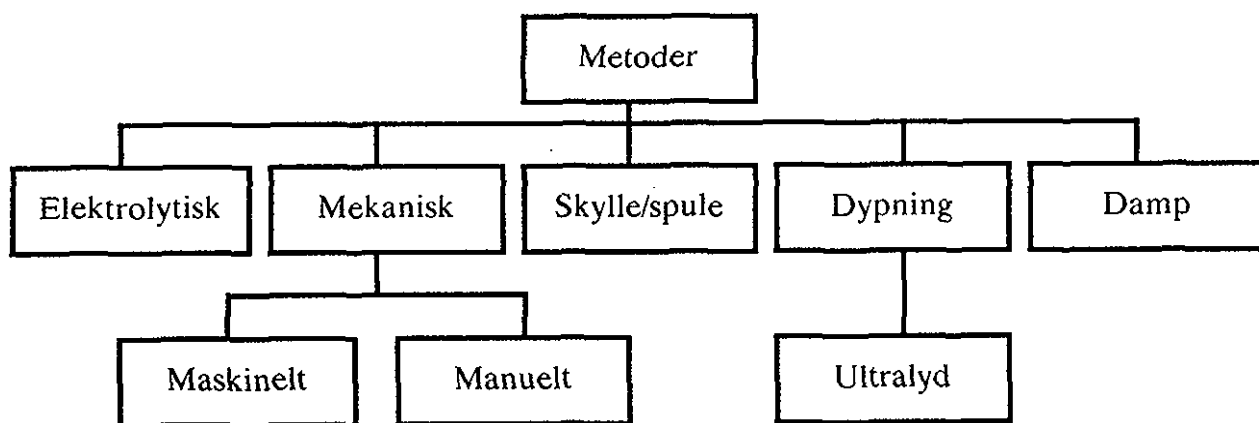
Figur 3.1

Det bør derfor i de enkelte tilfælde undersøges hvilken forbehandling, der er nødvendig og tilstrækkelig, dvs.:

- Hvilke krav stilles der til den rensede overflades renhed?
- Hvilke stoffer eller stofgrupper er det, der ønskes fjernet fra emneoverfladen? Det er yderst sjældent at det kun er en enkelte stofgruppe. Oftest er det en kompleks sammensætning af f.eks. et smøremiddel samt diverse urenheder fra produktionen.
- Emnestørrelser og -udformninger. Forbehandlingsudstyrets konstruktion er bestemt af produktionsmængden og emneudformningen, f.eks. af mængden af hulrum og andre svært tilgængelige overflader.
- Emnematerialet. Affedtningsmidler kan reagere u hensigtsmæssigt med forskellige emnematerialer.
- Produktionsvolumen. Er produktionsvoluminet tilstrækkeligt stort kan anlægget "skræddersyes" til opgaven. Ofte er situationen imidlertid den, at produktionen er varierende både hvad angår emneform, materialer og volumen. De ideelle forhold kan således ikke altid opnås, men der findes kompromisser, der tilgodeser størsteparten af enhver produktion.

I figur 3.1 er sammenfattet nogle af de indgående overvejelser ved valg af rensemetode.

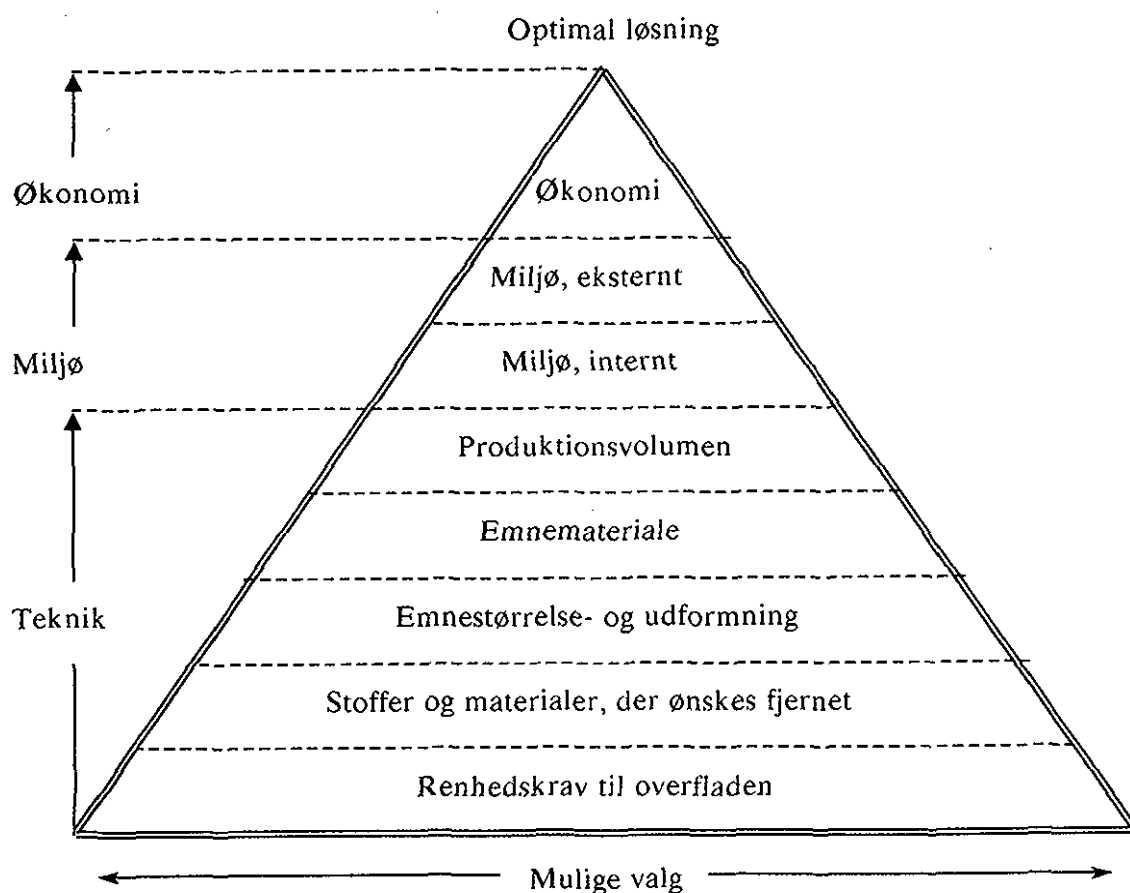
Der kan skelnes mellem 5 forskellige metoder, jvf. figur 3.2. De elektrolytiske og mekaniske metoder falder udenfor rammerne af projektet, medens de øvrige behandles.



Figur 3.2

I figur 3.3 er samlet de forhold der påvirker valg af forbehandlingsmetode.

Figuren symboliserer at jo flere forhold der er kendt og beskrevet, jo mere givet er den optimale forbehandlingsmetode.



Figur 3.3

3.4 Kontrol af forbehandlingen

Kontrol af resultatet af forbehandling på stål før malebehandling kan foretages på forskellig vis. Undersøgelser viser, at kontrolmetoder bør vælges under hensyntagen til såvel aktuel forbehandlingsmetode som anvendt malingsystem.

Der kan være tale om kontrolmetoder der

- anvendes inden malebehandling for at undersøge rensningsgrad
- anvendes efter at malebehandlingen er udført for at undersøge kvaliteten af den samlede overfladebehandling.

Der findes i princippet to anvendelsesområder for kontrolmetoder

- i den løbende produktion, dels kontrol af rengøringseffekt af forskellige forbehandlingsmetoder
- i forbindelse med projektering af ny produktion.

Produktionskontrol

Ved kontrol i den løbende produktion kan man anvende en hvilken som helst metode som er i stand til at registrere forandringer der har betydning for slutresultatet.

Metoden behøver derfor ikke at være direkte relateret til den rensede overflade. Det kan i princippet ligeså godt være en metode der registrerer forandringer f.eks. i rengøringsbadenes sammensætning.

Det kræver naturligvis at metoden er i stand til at registrere forandringer som er betydende for processen og som kan gøre det på et teknisk og økonomisk hensigtsmæssigt tidspunkt.

Kontrol af ny forbehandling

Ved kontrol i forbindelse med ændringer i produktionen skal rengøringsresultatet fra flere alternative processer sammenlignes.

Eftersom malingstypen har afgørende indflydelse på valget af forbehandlingsmetode, bør der dels foretages afprøvninger på færdige overfladebehandlede emner for at få kendskab til sammenhæng mellem de valgte parametre (forbehandling/malebehandling), dels foretages undersøgelse af forbehandlingsens effekt på underlaget for at kunne korrelere det færdige resultat til den aktuelle forbehandling.

Der foreligger p.t. ikke systematiske og dokumenterede sammenhænge mellem forbehandling/malingsystem og kontrolmetoder.

I nedenstående tabel 3.4 er anført en række kontrolmetoder der alene tager sigte på forbehandlingsprocessen. Beskrivelse af analyser for olie er beskrevet i bilag 6.

Kontrolmetoder til vurdering af de færdigbehandlede overflader vil ikke blive nærmere beskrevet.

I fase 2 vil nogle af metoderne til kontrol af forbehandlingsproces og færdigbehandling blive behandlet i det omfang de indgår i demonstrationsprojektet.

	Løbende/styrende kontrol	Manuel stikprøvekontrol
Proceskontrol	Temperatur Tryk/flow Ledningsevne pH-måling Automatisk titrering	Temperatur Tryk/flow pH-måling Titrering Analyse af olie i badene
Slutkontrol		IR-absorption Scan elektron Mikroskopi med EDAX analyse Lagvægt Overfladespænding Udseende Tapeprøve } forbehandling alene Korrosionstest Mekaniske test } hele overflade- behandlingen

Tabel 3.4

4. Urenheder på ståloverflader

4.1 Leveringstilstand af stålplader

Koldvalset stål fremstilles ved processen:

- Varmvalsning
- Syrebejdsning (dekapering)
- Koldvalsning (valseolie)
- Udglødning
- Strækning (olie)
- Indfedtning
- Afkortning

Rester af processmøremidlerne fra valseprocesserne fjernes som regel inden slutglødning på værket, idet tilbagesiddende rester vil kunne give pletter på de færdige plader.

Ofte vil pladerne imidlertid gennemgå en "tempervalsning" efter glødningen for at bibringe pladerne nogle proces-tekniske egenskaber i forhold til den efterfølgende bearbejdning (optrækning, bukning m.v.).

Rester af vandige køle-/smøremidler fra denne valsning, fjernes ofte kun ved en blæsning. Det kan derfor forventes, at der kan genfindes mindre rester heraf på de leverede plader.

Som slutbehandling før levering fra værk korrosionsbeskyttes pladerne ved påsprøjtning af en rustbeskyttende mineralolie.

4.2 Typer af stoffer, der ønskes fjernet ved forbehandling

I jernindustrien forekommer en række stoffer på stålemnerne, dels ved levering dels påført i forbindelse med bearbejdningprocesser.

De almindeligt forekommende forureningstyper er som følger:

- Rustbeskyttelse
- Flusmidler
- Støv og snavs
- Lappe- og polermidler
- Spåner og andre fragmenter
- Oxidlag
- Slagger og svejsestænk
- Smøremidler.

Hver type repræsenterer en række faste og flydende materialer, hvoraf nogle er påført som hjælpestof og andre må opfattes som en uundgåelig følge af proces og omgivelser.

Fælles for samtlige stoffer er, at de skal fjernes fra overfladen i forbindelse med forbehandling inden malebehandling. Graden af rensning afhænger som tidligere nævnt af den standard, der ønskes af overfladebehandlingen.

I det følgende gennemgås forureningstyperne med hensyn til oprindelse og indhold.

<i>Rustbeskyttelse</i>	Påført ved levering og består oftest af mineralolier. Kan bestå af voksprodukter, vandige eller opløsningsmiddelholdige (f.eks. "Tectyl").
<i>Flusmidler</i>	Påføres i forbindelse med lodning og indeholder en række uorganiske og organiske forbindelser.
<i>Støv og snavs</i>	Påføres i forbindelse med ophold i værksted i form af nedfald af svævestøv og afsætning af olietåger.
<i>Lappe- og polermidler</i>	Påføres i forbindelse med polering og tilpasning. Består af slibemiddel opslemmet i mineralolie eller voks.
<i>Spåner og andre fragmenter</i>	Påføres i forbindelse med bearbejdningsprocesser og består af fragmenter fra emne- og værktøjsmaterialer. Størrelsen varierer fra synlige spåner til partikler på få mikrometer.
<i>Oxidlag</i>	Forekommer i meget tynde lag på koldvalsede ståloverflader. Ved svejsning opstår i og omkring svejsezonen et sværere oxidlag.
<i>Slagger og svejsestænk</i>	Opstår i forbindelse med svejseprocessen. Svejsestænk er fastbrændte stænk af smeltet metal fra svejsebadet. Slagger er smeltede rester fra elektrodebeklædningen.
<i>Smøremidler</i>	Smøremidler er betegnelse for en række stoffer, der anvendes ved bearbejdningsprocesser, hvor friktionen mellem to flader skal reduceres. Hvor der også er krav til køling anvendes de såkaldte kølesmøremidler. Gruppen indeholder et meget bredt spektrum af stoffer, faste som flydende, organiske og uorganiske, opløsningsmiddelholdige eller vandige.

I skema 4.1 er anført en oversigt over forureningstyperne.

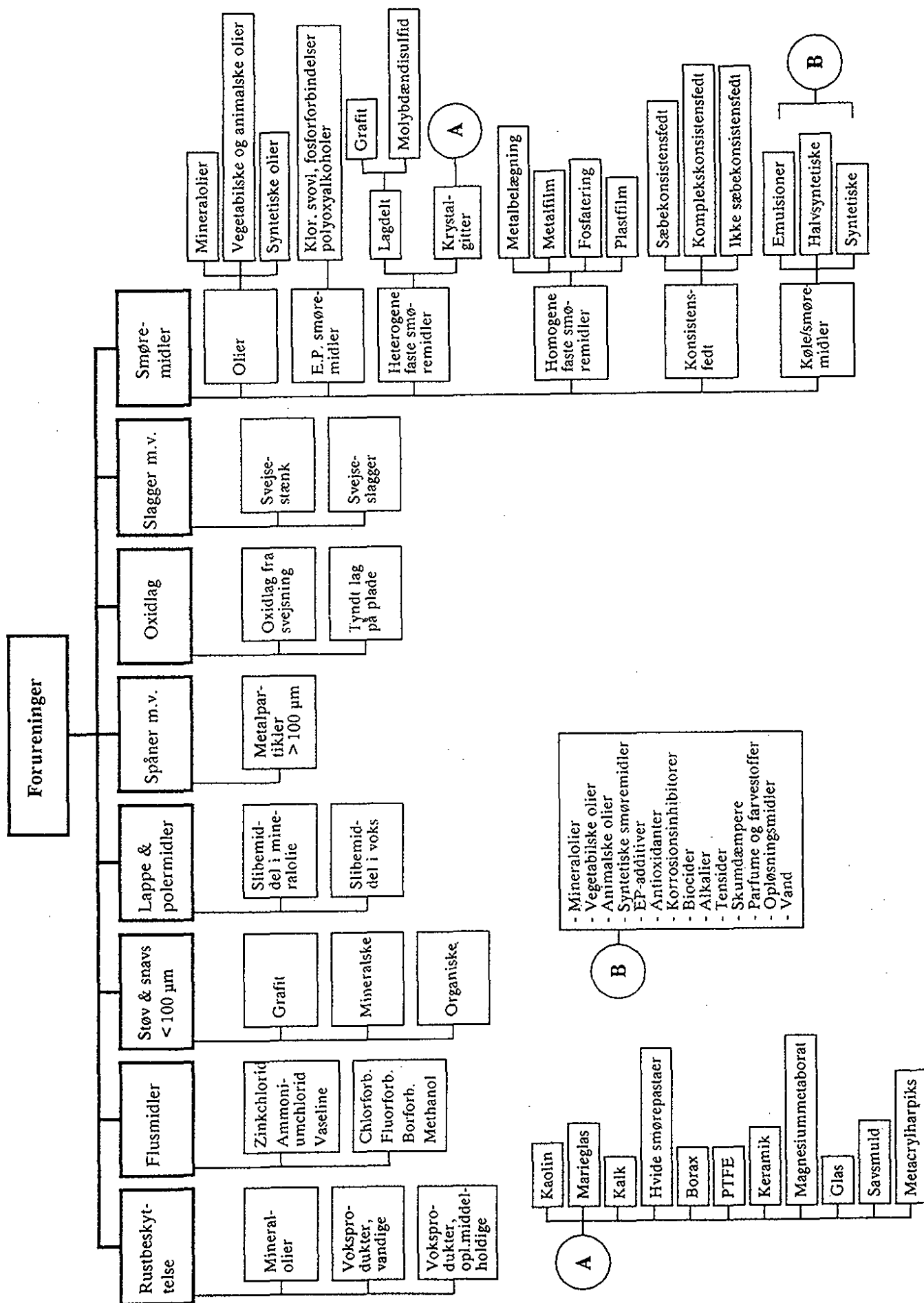
I skema 4.2 er anført en oversigt over eksempler på sammensætning af smøremidler og kølesmøremidler.

I skema 4.3 er eksempler på mulige indgående stoffer i smøremidler.

4.3 Forekommende stoffer og stofgrupper ved forskellige bearbejdningsprocesser

I skemaerne 4.4 til 4.11 er angivet hvilke stoffer, der anvendes ved de forskellige produktionsprocesser. Der skal i den forbindelse gøres opmærksom på, at recirkulerende væsker under brugsperioden vil indeholde rester dels fra maskinens styre- og smøresystem (lækolier) dels fra tidligere overfladebeskyttelse.

Oversigt over forureningstyper



Oversigt over sammensætningen af smøremidler og køle-/smøremidler*

Indholdsstoffer/bestanddele	Smøremidler Type nr.						
	Mineralske olier	Vegetabilske og/eller animalske olier	Opløsningsmiddelbaserede væsker	Emulsioner af mineralolie	Halvsyntetiske væsker	Fuldsyntetiske væsker	Emulsioner af vegetabilske og/eller animalske olier
Mineralolie	x		(x)	x	x		
Vegetabilske og/eller animalske olier	(x)	x		(x)			x
Syntetiske smøremidler					(x)	x	
EP-additiver	x		x	(x)	(x)	(x)	(x)
Opløsningsmidler	(x)		x				
Vand				(x)	x	x	x
Tensider				x	x	x	x
Antioxidanter	x	(x)		x	x		(x)
Korrosionsinhibitorer	(x)			x	x	x	x
Biocider				x	x	x	x
Alkalier					x	x	
Viskositetsregulerende stoffer	(x)						
Skumdæmpende stoffer	(x)			(x)	x		
Parfumer og farvestoffer	x	x	x	x	x	x	x

x = Stofgruppen findes normalt i den pågældende type

(x) = Stofgruppen kan forekomme

* Bearbejdet efter Brandorff, N. et al, 1984

Skema 4.2

Eksempler på mulige indgående stoffer i smøremidler

Smøremidler	Indholdsstoffer/bestanddele
Mineralolie	Hvid kosmetisk ren mineralolie Paraffinolie Voks
Vegetabilisk olie	Tallolie Palmeolie Rapsolie Sulfoneret ricinusolie
Animalsk olie	Svineolie Spermolie Talg Lanolin
Syntetiske smøremidler	Modificeret block copolymer Polypropylenglycol Estervoks Carboxylsyrer Carboxylsyreestre Polyethylenglycol
EP-additiver	Chloreret paraffin Di-tert-nonylpolsulfid Sulfureret svineolie Svovl Zinkdithiofosfat
Opløsningsmidler	Højt kogende petroleum Petroleum 1,1,1 trichlorethan trichlorethylen
Tensider	Sulfamidocarbonsyre Carboxylsyrederivater Ethoxylerede nonioniske detergenter N-funktionelle carboxylsyrederivater Carboxylsyresalte Petroleumsulfonatsalte Ethanolaminfedtsyreestre Nonylphenolethoxylat Oleylethoxylat Methyleat Sorbitanmonooleat Alkanolaminer Glycoler
Antioxidanter	Phosphorsyreestersalte BHT (2,6 bis (1,1 dimethylethyl) - 4 - methylphenol)
Korrosionsinhibitorer	Borsyreforbindelser Sulfamidocarbonsyre Boramidester Natriumborat Natriumnitrit Benzotriazoler Alkanolaminer
Biocider	Phenylphenol Formaldehyd Formaldehyd fraspaltende stoffer Andre phenoler Cresoler Isothiazolinonforbindelser
Alkali	Natriumhydroxid Kaliumhydroxid
Viskositetsregulerende stoffer	Polyolefiner Polymethacrylater
Skumdæmpere	Carboxylsyreestre Carboxylsyresalte Siliconopolymere Polymethacrylat Paraffinvoks
Parfume	Pineoil Methylsalicylat
Farve	Fluorescein

Skema 4.3

Forekommende stoffer og stofgrupper ved produktionsprocesser

Ekstrudering	
Varm	Kold
Glas Grafit Mineralolie (Magnesiummetaborat) (Keramik)	Fosfatering Sæber Metalfilm PTFE

Skema 4.4

Koldflydepresning	
Let koldflydepresning	Vanskelig koldflydepresning
Emulsion Molybdendisulfid Grafit PTFE Borax Olier EP-additiver Fosfatering + sæbe = stearater Metalfilm	Fosfatering + sæbe = stearater Sæber Metalfilm PTFE

Skema 4.5

Trækning	
Våd smøring	Tør smøring
Emulsion Sæber Olie EP-additiver	Kalk Sæber Konsistensfedt Molybdendisulfid Grafit Metalbelægning

Skema 4.6

Varmsmedning og varmpresning
Grafit Konsistensfedt Olie Emulsion Savsmuld Molybdendisulfid Glas

Skema 4.7

Pladeformgivning
Emulsion Voks EP-additiver Fosfatering Sæber Plastfilm Methacrylharpiks PTFE Borax Olie Konsistensfedt

Skema 4.8

Skærende bearbejdning
Mineralolier Vegetabiliske olier EP-additiver Emulsioner Halvsyntetiske væsker Helsyntetiske væsker

Skema 4.9

Spåntagende bearbejdning	
med primært krav om køling	med primært krav om smøring
Emulsioner Halvsyntetiske væsker Helsyntetiske væsker	Mineralolier EP-additiver (chlorparafin)

Skema 4.10

Lodning	
Blødlodning < 450°C	Hårdlodning > 450°C
Zinkchlorid Ammoniumchlorid Vaseline	Borforbindelser Fluorforbindelser Chlorforbindelser Methanol

Skema 4.11

5. Forbehandlingskemikalier og -udstyr

5.1 Kemikalier

De vigtigste kemiske stoffer indenfor industriel affedtning og rengøring før malebehandling kan inddeles i følgende hovedgrupper:

- Chlorerede opløsningsmidler
- Emulsionsmidler
- Alkaliske midler
- Fosfateringsmidler (sur affedtning - konversionsmidler)

5.2 Karakterisering af midlerne

Chlorerede opløsningsmidler

Funktion

Affedtningen sker i såkaldte "trianlæg" ved, at det kogende opløsningsmiddel udkondenserer på emnet, hvorved olie og fedt opløses og løber tilbage i karret sammen med opløsningsmidlet.

Indhold

Følgende kulbrinter finder anvendelse:

- Trichlorethylen (tri)
- Perchlorethylen (per)
- Trichlorethan

Renseeffekt

Olie og fedtstoffer baseret på mineralolier fjernes effektivt. Korrosionsprodukter, fastsiddende snavs og støv, flusmidler samt fuldsyntetiske køle-/smøremidler fjernes normalt ikke i traditionelle "trianlæg". Der sker ingen passivering af overfladen.

Emulsionsaffedtning

Emulsionsaffedtning kan foregå på 3 måder:

- Primær emulgering
- Sekundær emulgering
- Affedtning i emulsionsfase

Primær emulgering

Ved primær emulgering tilsættes emulgator med specielle egenskaber til procesolierne inden de tages i brug. Herved forberedes den efterfølgende rengøring inden olien påføres på emnerne. Affedtningen kan herefter foregå blot ved spuling med vand.

Sekundær emulgering

De olieforurenede dele dyppes i et bad med opløsningsmiddel til hvilket der er tilsat tensid. Ved den efterfølgende skylning med vand sker emulgeringen.

Et sådant bad består typisk af

95% opløsningsmiddel
5% tensid

Som opløsningsmiddel anvendes et produkt med højt flammepunkt af hensyn til lav afdunstning og brandrisiko.

Tensid består oftest af nonionaktive ethylenoxidaddukter som er gode til at penetrere og til at emulgere forureninger.

På større emner sprøjtes eller børstes emulsionsaffedtningensmidlet på. I øvrigt gælder samme krav for tensiderne som ved alkalisk affedtning.

Affedtning i emulsionsfase

Ved denne type emulgeres tensidet i vand, hvorefter emnet enten dyppes i eller påsprøjtes væsken.

Kan anvendes til alle metaller, men fjerner kun lettere typer af forurening. Denne type effektiviseres med alkali, jvf. alkalisk affedtning.

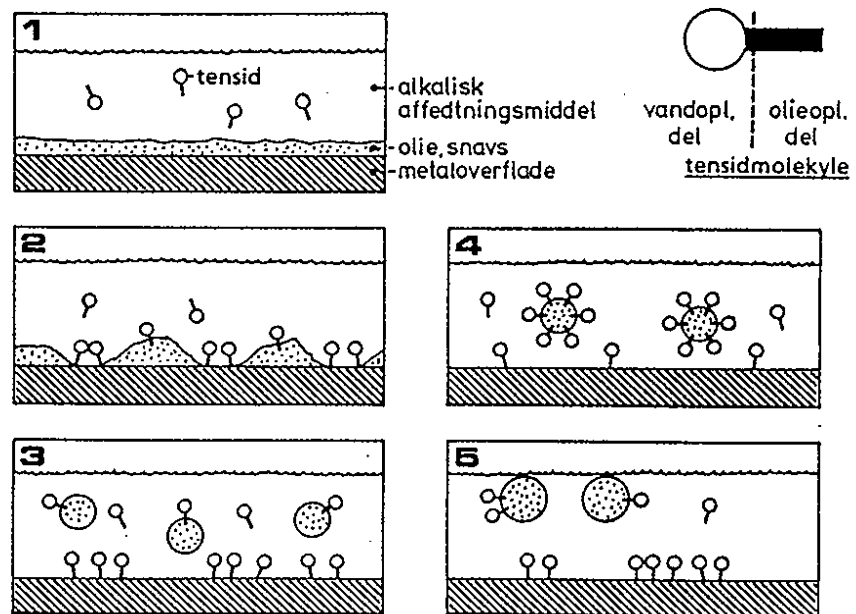
Alkaliske midler

Funktion

Affedtning sker ved påvirkning med et vandigt alkalisk medium indeholdende forskellige funktionelle kemikalier, hvorved forureningerne fjernes.

Rengøringen foregår i princippet ved, at et tensid (f.eks. sæbe) trænger ind i forureningen, der frigøres. Tensidmolekylet er asymmetrisk opbygget og består af en hydrofil (vandtiltrækkende) og en hydrofob (vandskyende) del.

Tensidmolekylet trænger med den hydrofobe del ind i forureningen og angriber den, hvorved forureningen bliver gjort dispergerbar i den vandige fase, jvf. figur 5.1.



Figur 5.1

For at en alkalisk opløsning skal fungere, skal den:

- forsæbe vegetabiliske og animalske olier og fedtstoffer
- have lav overfladespænding for at opnå god rengørings effekt
- have god dispergeringsevne for at fjerne og holde faste partikler svævende
- stabilisere dispergeringen

- have god emulgeringsevne i drift for at holde olien i vandfasen og hindre, at den går tilbage på metaloverfladen
- kunne blødgøre vandet og forhindre negative effekter af calcium- og magnesiumsalte
- indeholde den rette tensidtype og mængde til den aktuelle rengøring
- ikke reagere kemisk med metallerne under affedtningen
- have kontrolleret skumningstendens og god skylbarhed.

Der skelnes ofte mellem stærkt alkaliske ($\text{pH} > 11$) og svagt alkaliske ($9 < \text{pH} < 11$), men der er ikke nogen veldefineret grænse mellem disse midler.

Tensiderne skal være biologisk nedbrydelige, dvs. at de skal kunne nedbrydes af mikroorganismer, enten således at de mister deres overfladeaktivitet (primær bionedbrydning) eller at de fuldstændig nedbrydes til CO_2 , H_2O og uorganiske salte (total bionedbrydning).

Indhold

Kravene til og dermed opbygningen af et alkalisk affedtningsmiddel afhænger som nævnt af forureningerne og det anlæg der er til rådighed. Det er derfor ikke muligt at angive universelle opskrifter, men det består i princippet af:

- buildere, uorganiske salte
- tensider
- dispergeringsmidler
- blødgørere
- inhibitorer.

Stoffernes funktion er angivet i bilag 1.

Som tensider anvendes hovedsageligt nonionaktive eller anioniske forbindelser (dvs. forbindelser hvor den aktive bestanddel er negativt ladet).

Tensidtype	Eksempel	Olie - Vand grænse
Anionaktiv	Alkylbenzensulfonat	$R - \text{C}_6\text{H}_5 - \text{SO}_3^-$
	Alkyletersulfat	$R - \text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{SO}_3^-$
Kationaktiv	Fedtamin	$R - \text{NH}_3^+$
Nonionaktiv	Alkylfenoladdukt	$R - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
	Fedtalkoholaddukt	$R - \text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$
	Fedtaminaddukt	$R - \text{N} \begin{cases} (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_m\text{H} \\ (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_p\text{H} \end{cases}$
Amfotere		Basisk miljø $R - \text{NH} - \text{CH}_2\text{COO}^-$
		Surt miljø $R - \text{NH}_2^+ - \text{CH}_2\text{COOH}$
		Olieopløselig Vandopløselig
		Fasegrænse

Eksempler på tensidtyper* og vand- respektive olieopløselige dele i molekylerne

Skema 5.2

I praksis anvendes en blanding af an- og nonionaktive tensider, idet nonionaktive tensider lettere danner miceller end anionaktive, medens de anionaktive er mere stabile.

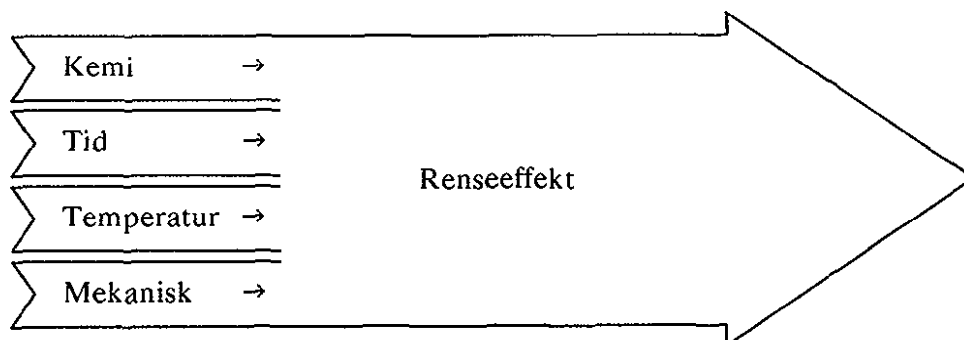
Kemikalierne forefindes i såvel pulverform som flydende form. Sidstnævnte anvendes især hvor der er tale om automatisk dosering og hvor støvgenerne med pulvere vil undgås.

* Om tensidet optræder som emulgator, befugtningsmiddel, skyllemiddel eller vaskeaktivt middel afhænger af den præcise opbygning af tensidmolekylet.

En forøgelse af mængden af den olieopløselige (hydrofobe) del af molekylet forøger opløseligheden af olie medens en forøgelse af den vandopløselige del (hydrofile) eller styrkelse af denne formindsker olieopløseligheden.

Renseeffekten afhænger af 4 forhold:

- Kemisk sammensætning af badet
- Behandlingstid
- Behandlingstemperatur
- Mekanisk påvirkning



Figur 5.3

Ændres én parameter skal der ændres i én eller flere af de andre parametre for at fastholde uændret renseseffekt.

Kemi

Koncentrationen af kemikalier afhænger af de faktiske produktionsforhold, men koncentrationen af alkali ligger i størrelsesordenen 10-100 g/l i dyppeanlæg og 3-30 g/l i sprøjteanlæg.

Tid

Behandlingstiden afhænger af rensemetoden men er typisk 5-10 min. i dyppeanlæg og 3-5 min. i sprøjteanlæg.

Temperatur

De fleste alkaliske bade arbejder mest effektivt ved temperaturer over 60°C, men udviklingen går dog i retning af anvendelse af andre tensidtyper, der arbejder ved lavere temperaturer (ikke skummer).

De nyere tensidtyper danner desuden mindre skum, hvilket er nødvendigt i sprøjteanlæg, der arbejder med forholdsvis højt tryk.

Mekanisk påvirkning

Affedtningen kan foregå i dyppekar med mekanisk omrøring eller ved spuling. Se i øvrigt afsnit 5.4 om anlæg.

Levetid

Sammensætningen i badet vil naturligt ændre sig i takt med anvendelsen. Levetiden for et alkalisk bad afhænger af:

- Typer af kemikalier
- Mængder og typer af forureninger på emnerne (indslæb/udslæb)
- Emnestrøm
- Badvolumen
- Regenerering/olie-snavs fjernelse.

Det er ikke muligt at udføre realistiske beregninger af badets levetid, idet det omfattende antal variable ikke kan kvantificeres med tilstrækkelig sikkerhed. Dertil kommer, at der formentlig vil være en række ukendte interferencer parametrene imellem.

Der kan være stor forskel på, hvor stor forureningsmængde et bad kan indeholde før det bliver ineffektivt.

Badets levetid kan bl.a. forlænges, hvis de anvendte tensider er selvspaltende, hvorved olien kan skummes fra, se i øvrigt under afsnit 5.4 anlæg.

Efterbehandlinger

Skylning og tørring

Affedtningen afsluttes som regel med en skylning i ét eller flere trin, afhængig af kravene til den rensede overflade, for at fjerne overskydende rester af alkali/tensid/olieblandinger. Endelig skal emnerne tørres.

Skyllevandet kan være tilsat inhibitor, hvorved ståloverfladen passiveres, men der sker ingen egentlig kemisk reaktion med ståloverfladen.

Kvaliteten af skyllevandet har stor betydning på den endelige rensningsgrad.

Vandets hårdhedsgrad, som er et udtryk for indhold af Calcium- og Magnesiumcarbonat har stor indflydelse på resultatet.

Ifølge en kemikalieleverandør (Gruhn Kemi A/S) kan følgende retningslinier til bedømmelse af vandkvaliteten anvendes under forudsætning af, at der ikke pr. specifikation er pålagt skylning i vand af bestemt kvalitet.

$$A = ^\circ \text{dH} \times 17.85 < 200 \text{ mg/l}$$

$$B = \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} < 70 \text{ mg/l}$$

$$A+B < 225 \text{ mg/l}$$

$$\text{Ledningsevnen} < 500 \mu\text{S/m.}$$

$$1^\circ \text{dH} = 10 \text{ mg Calciumoxid/l vand}$$

$$1^\circ \text{dH} = 7,19 \text{ mg Magnesiumoxid/l vand}$$

Hårdhedsskala:

Meget blødt	<4° dH
Blødt	4-8° dH
Middelhårdt	8-12° dH
Ret hårdt	12-18° dH
Hårdt	18-30° dH
Meget hårdt	>30° dH

Er det tilstedeværende vandværksvand ikke godt nok bør demineraliseret vand eller opblandinger benyttes.

Fosfatering

De vigtigste fosfateringer i forbindelse med malebehandling er jern- og zinkfosfatering.

Funktion

Disse processer har, udover affedtning, den funktion, at danne et ganske tyndt lag af jern, zink eller manganfosfat på ståloverfladen. Affedtningsprocessen kan (ved jernfosfatering) finde sted i samme bad som fosfateringsprocessen eller i et forudgående trin, der enten kan være en alkalisk affedtning eller en sur affedtning i form af et fosfateringsbad tilsat større mængde tensid.

Ved zinkfosfatering foretages altid alkalisk affedtning separat.

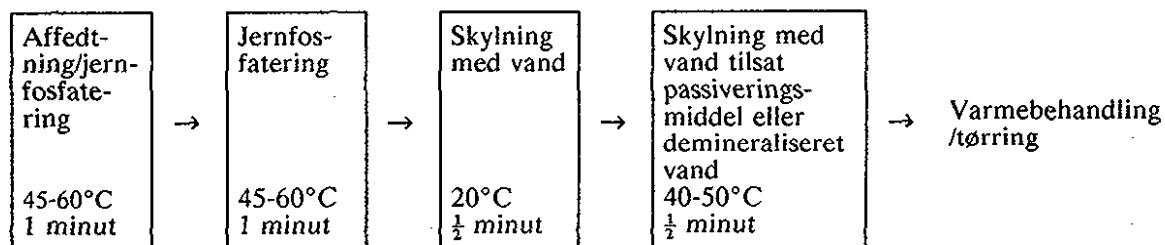
Processerne kan foregå både ved dypning og spuling og efterfølges altid af skylning og tørring.

Jernfosfatering

Jernfosfatering udføres med en opløsning hovedsagelig bestående af:

- Primært alkalifosfat
- Alkalipolyfosfater
- Tensider

Opløsningen er svagt sur, pH 3,5-6 og indeholder som regel accelerator. Processen udføres fortrinsvis ved sprøjtning og i fire trin som vist nedenfor:



I tilfælde af meget lidt forurenede emner kan jernfosfateringen foregå i ét trin, f.eks.:

- ståltyndplader
- emner med små mængder kølesmøremidler.

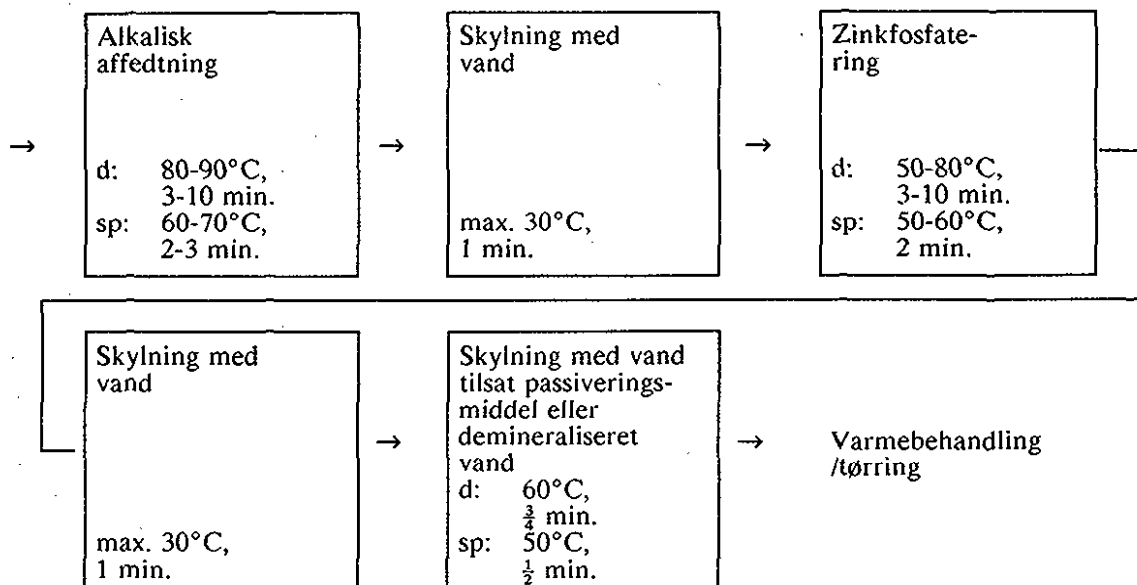
I tilfælde af svært forurenede emner kan det være nødvendigt at affedte alkalisk og skylle inden jernfosfateringen.

Zinkfosfatering

Fosfateringsvæsken består i hovedsagen af:

- Fri fosforsyre
- Primær zinkfosfat
- Accelerator.

Opløsningen er sur, pH = 2-3. Processen udføres både ved sprøjtning og dypning og i mindst 5 trin. Ved dypning anvendes højere temperatur og længere behandlingstid end ved sprøjtning. Procestrinene er (d = dypning, sp = sprøjtning):



Fosfatlaget kan efterbehandles ved:

- skylning med demineraliseret vand
- skylning med chromfrit passiveringsmiddel
- skylning med svag opløsning af chromsyre og myresyre eller anden chromholdig væske, afhængig af vandets hårdhed.

Af miljømæssige årsager er de 2 første efterbehandlinger absolut at foretrække. Det chromfrie passiveringsmiddel hævdes af kemikalieleverandører at være fuldt på højde med chromskylning, hvad angår beskyttelse mod underkorrosion.

Indhold

Kravene til og dermed opbygningen af et jernfosfateringsbad afhænger som ved alkalisk affedtning af forureninger og anlæg. I bilag 1 er angivet stoffernes funktioner.

Opbygning af et zinkfosfateringsbad afhænger af hvilken type zinkfosfat og lagvægt der ønskes.

Resultat

I nedenstående oversigt er angivet forekommende fosfateringstyper.

Fosfaterings-type	Lagvægt (g/m ²)	Eksempel	Form
Ekstra tynd	0,2-1,5	Jernfosfatering	Amorf
Tynd	1,5-4,5	Zinkfosfatering Zinkcalciumfosfatering	Krystallinsk
Middelsvær	4,5-7,5	Zinkfosfatering Zinkcalciumfosfatering	Krystallinsk
Svær	> 7,5	Zinkfosfatering Manganfosfatering	Krystallinsk

Skema 5.4

Typerne ekstra tynd, tynd og i mindre omfang middelsvær anvendes i forbindelse med malebehandling.

Jernfosfatering

Jernfosfatering anvendes all-round i forbindelse med malematerialer med både lav og høj hærdetemperatur. Fosfatlaget giver malebehandlingen en god vedhæftning. Passiveringsevenen (dvs. beskyttelse mod underrust) afhænger bl.a. af efterbehandlingen. Laget er deformerbart.

Zinkfosfatering

Zinkfosfatering anvendes, hvor der stilles store krav til korrosionsbeskyttelsen. Laget har dårlig deformerbarhed. Lagvægten og den opnåede krystalstruktur har især indflydelse på malebehandlings vedhæftning, idet lag med store krystaller har ringere kohæsion end lag med små krystaller.

Der er ikke i nærværende projekt udført en afprøvning af opnåelige resultater ved de forskellige fosfateringsprocesser, men én jernfosfateringsproces bliver undersøgt i demonstrationsprojektet.

5.3 Valg af affedtningsmiddel

Valg af affedtningsmetode afhænger som omtalt af mange forhold. I forbindelse med valg af affedtningsmiddel er nedenfor angivet en oversigt over midlernes evne til at fjerne forskellige hovedgrupper af forureninger.

Forudsætningen for de angivne resultater er, at processen er valgt optimalt.

Skemaet er tænkt som en vejledning ved valg af affedtningsmetode. Det tilrådes dog, at man i det konkrete tilfælde indhenter detaljerede oplysninger om forureninger og drøfter mulighederne nærmere med leverandører af affedtningsmidler/fosfateringsmidler og anlæg.

Forurening	Affedtning					
	Chlorede opløsningsmidler	Mild alkalisk affedtning	Stærk alkalisk affedtning	Sur affedtning	Bejdsning	Mekanisk blæserensning *
● God effekt △ Nogen effekt ○ Ingen effekt						
Mineralolier	●	●	●	●	○ / △	△
Vegetabiliske og animalske olier	●	●	●	△	○ / △	△
Syntetiske olier	△ / ●	● / △	●	● / △	○ / △	△
E.P. holdige smøremidler	△ / ●	● / △	●	△	○ / △	△
Heterogene faste smøremidler	○	●	△	△	△	△
Homogene faste smøremidler	○	○	△ ²	○	△ ⁴	△
Konsistensfedt	●	△ ³	● ³	△	○	△
Grafit	○	△	△	△	△ / ○	△
Snavs	○	●	●	●	△ / ○	●
Voks, vandig	△ ¹	△	●	△	○	△ / ○
Voks, opløsningsmiddelholdig	●	△ ³	● ³	△ ³	○	△ / ○
Spåner, metalpartikler	△	●	●	●	●	●
Oxidlag, svejsning	○	○	○	○	●	●
Oxidlag, tyndplade	○	○	○	△	●	●
Svejsestænk	○	○	○	○	● / △	△
Svejseslagger	○	○	○	○	● / △	△
Emulsioner	△	●	●	●	○	△
Halvsyntetiske køle-/smøremidler	△	●	●	●	○	△
Syntetiske	△	●	●	●	○	△
Flusmidler - blød	●	△	●	△	○	△
Flusmidler - hård	○	○	●	●	●	△
* Ved mekanisk rensning kommer det bl.a. an på type blæsemiddel (éngangs- eller genanvendeligt) 1 Perchlorethylen (eller elektrolytisk affedtning) 2 Kan fjerne fosfatlag 3 Høj temperatur nødvendig 4 Kan fjerne metal- og fosfatlag						

Skema 5.5

5.4 Anlægsudformning

Som hovedregel er et affedtningsanlæg konstrueret for en enkelt type affedtningsmiddel. Der er derfor ikke muligt at substituere et middel med et andet, uden at affedtningsanlægget ombygges til det nye middel. En overgang fra chlorerede opløsningsmidler til vandige midler vil således kræve et helt nyt anlæg, hvorimod et skift indenfor gruppen af vandige midler ofte vil kunne lade sig gøre med mindre justeringer.

I det følgende gennemgås dels anlæg for chlorerede opløsningsmidler, dels anlæg for vandige midler.

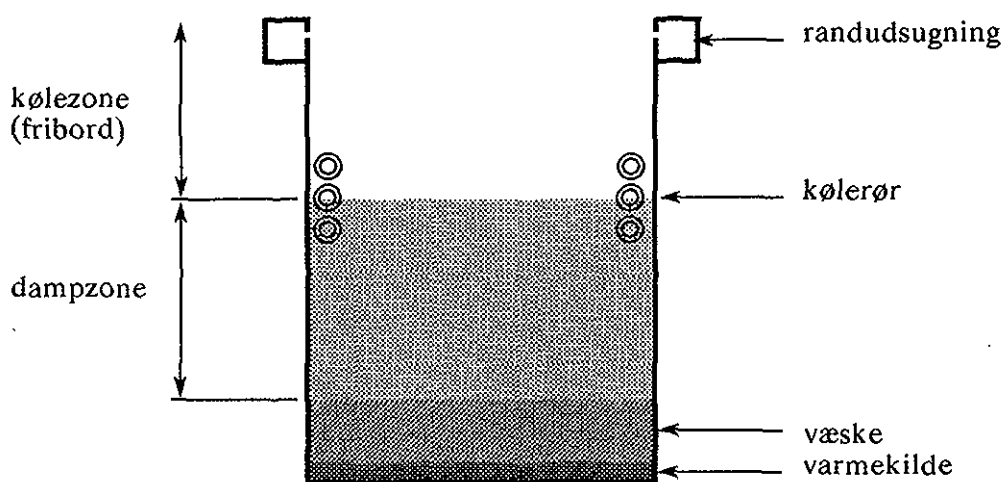
Anlæg for chlorerede opløsningsmidler

Princip

Den grundlæggende anlægskonstruktion for denne gruppe midler er ens, men forskellige fysiske parametre for de enkelte stoffer bevirker, at f.eks. opvarmnings- og køleforhold varierer fra anlæg til anlæg.

De grundlæggende principper for affedtning med chlorerede kulbrinter er dampaffedtning.

Dampaffedtningsanlæg



Figur 5.6

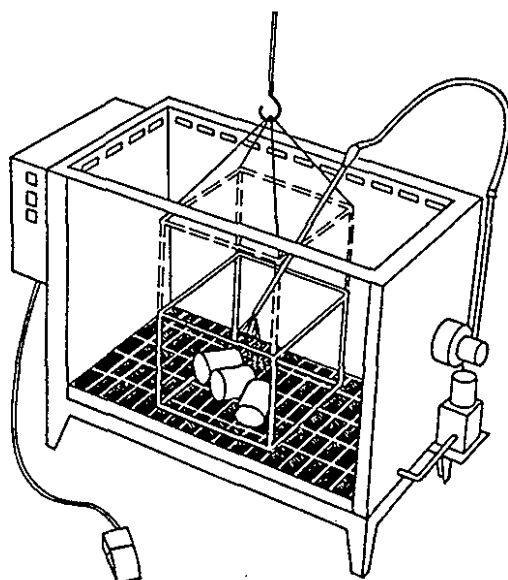
Anlægget består af et åbent kar, hvori opløsningsmidlet opvarmes til kogepunktet. Over den kogende væske dannes en dampzone, hvori rensningen foregår.

Over dampzonen er placeret en kølezone, der har til opgave at begrænse dampzonens udbredelse.

Over kølezonen skal der være et tilstrækkeligt volumen, hvor emnerne kan afdampe inden de tages ud af anlægget.

Af arbejds-hygiejniske grunde skal anlæggene være forsynet med randudsugning, der som minimum opfylder Arbejds-tilsynets publikation nr. 19 (1959). Publikationen omfatter udformning og brug af metalaffedtningsanlæg.

Dampaffedtningsanlæg med skylning



Figur 5.7

Dampaffedtning kombineres ofte med neddykning eller skylning enten i den hensigt at reducere behandlingstiden ved emner med store smudsmængder (neddykning) eller for at fjerne fastere siddende partikler (skylning).

Anlæggene kan teknisk forbedres ved at anvende flertrinsanlæg med modstrømsprincip og/eller ultralyd.

Køling

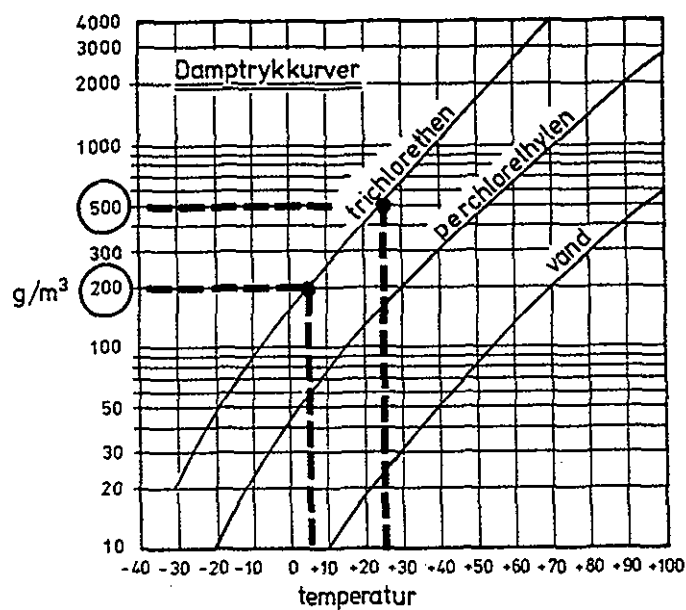
For at hindre udslip af opløsningsmidler er anlægget forsynet med en kølezone.

Der kan anvendes forskellige former for køling: luft, vand og kompresserkøling.

Damptrykskurverne for hhv. "Tri" og "Per" viser, at ved stuetemperatur, som er "køletemperaturen" for de luftkølede anlæg, er opløsningsmiddelmængden i g/m^3 stor, hvis luften er mættet.

Ved f.eks. 25°C kan luften indeholde 500 g/m^3 "Tri", ved en temperatur på $5-10^\circ\text{C}$ er den tilsvarende mængde ca. 200 g/m^3 .

Disse tal, der gælder mættet luft, kan ikke helt overføres til praktiske forhold, men viser betydningen af en effektiv køling, f.eks. med koldt vand eller bedre med kompressorkøling.



Kurvediagram fra AMEG

Figur 5.8

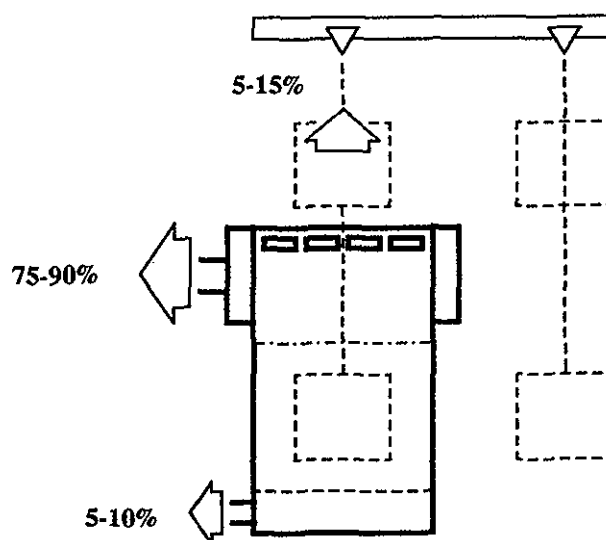
Miljøbelastning

Anvendelsen af organiske opløsningsmidler og især de chlorerede giver en række problemer dels i arbejdsmiljøet og dels i det ydre miljø.

Hovedårsagen ligger i produkternes store flygtighed, der uundgåeligt giver store tab til omgivelserne.

Fordelingen er tilnærmelsesvis som anført på nedenstående figur.

Tab ved åbent dampaffedtningsanlæg



Åbent dampaffedtningsanlæg

Figur 5.9

Hovedårsagerne til tabene er:

1. For dårlig køling i kølezonen og afdampningszonen
2. For høj temperatur, dårlig styring
3. Forstyrrelse i randudsugningen
4. Forstyrrelse af dampzonen
5. Forkert opholdstid i afdampningszonen

Ad I

De fleste anlæg lever op til den arbejdshygiejniske standard ved en teknisk dårlig køling, der kompenseres for ved en effektiv randudsugning.

Hvis anlægget ellers er rimeligt konstrueret og driftmæssig forsvarligt vedligeholdt vil det leve op til arbejdsmiljølovens krav, men problemet er nu flyttet til det eksterne miljø.

Forsøg udført i 70'erne viste, at det var muligt, i væsentlig grad, at nedbringe dampkoncentrationen i randafsugningen.

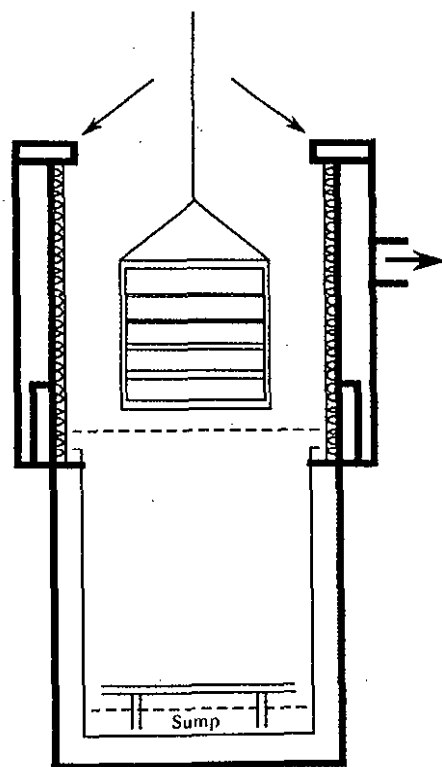
Ved at udstrække kølefladen til også at omfatte hele afdampningszonen og samtidig opretholde en max. temperatur på 4°C på kølefladen, blev der i princippet lagt en "prop" mellem randafsugningen og et stykke over afdampningszonen.

Den kolde tunge luft vil trykke aerosoler og dampe ned mod dampzonen hvor disse opvarmes og integreres i dampzonen.

Den luft der bortsuges fra anlægget af randafsugning vil fortrinsvis bestå af kold tung luft med et minimalt indhold af dampe. Størst effekt har køleprincippet i anlægsbredde ikke over 1 m.

For at opretholde den lave temperatur på kølefladen er kølesystemet et lukket system integreret med kompressorkøling.

Erfaringsmæssigt kan siges, at kølekompressorens effekt kan være ca. $\frac{1}{4}$ af totaleffekten på dampeaffedtningsanlæggene.



Figur 5.10

Ad 2

Opvarmningen af badene sker for den overvejende del som inddirekte elopvarmning.

Ifølge lovgivningen skal disse være termoregulerede, så temperaturen i kogebeholderen ikke kan overstige 120°C.

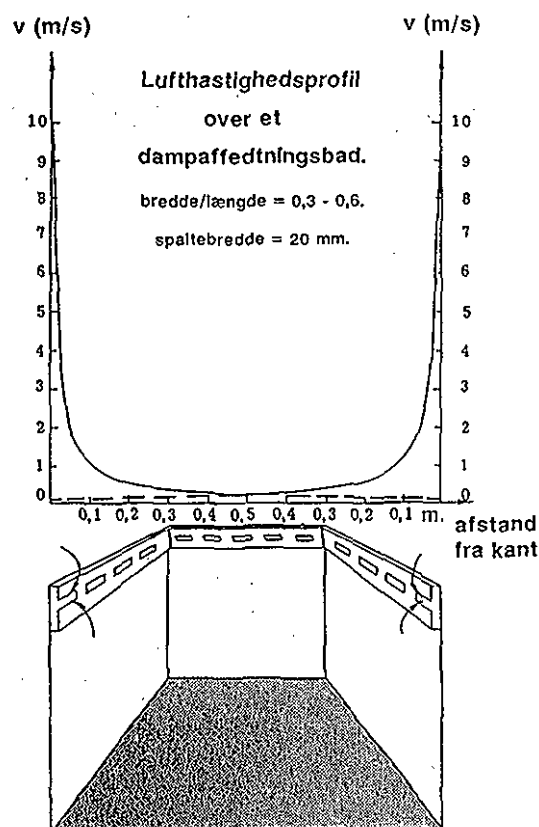
Justering af temperaturen er et kritisk punkt, idet mange forhold spiller ind, bl.a. om der f.eks. tilføres badet chlorerede skæreolier med emnerne.

Ofte er temperaturen sat for højt på anlæggene, i forhold til det renseteknisk nødvendige, med det resultat at tabet af opløsningsmiddel øges.

Ad 3

Randudsugningen på et affedtningsanlæg med chlorerede opløsningsmidler er et kompromis mellem et tilstrækkeligt sug, der fjerner dampene over hele karetets areal og en tilpas lav sugehastighed, der ikke giver turbulens i en størrelse så dampzonen påvirkes.

Under bedste forhold vil et åbent affedtningsanlæg ved tomgang (uden emner) have et tab på 0,5-1 kg opløsningsmiddel i timen pr. m² overflade. Dette tab under "ideelle" forhold øges ved uhensigtsmæssig placering af anlægget, f.eks. ved træk, afkast fra varme anlæg og andre luftbevægelser, der påvirker udsugningen, dampzonen m.v.

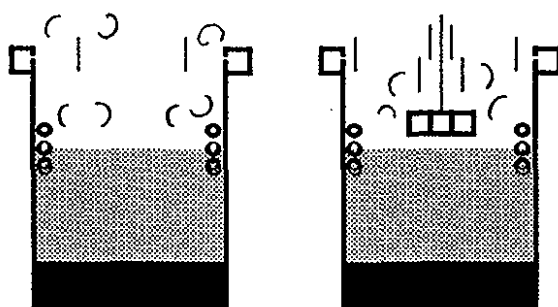


Dampaffedtningsbad - Lufthastighedsprofil

Figur 5.11

Ad 4

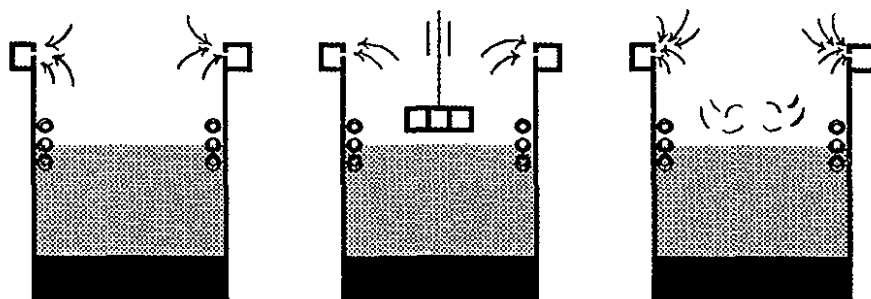
De almindeligste årsager til forstyrrelse af dampzonen er uhensigtsmæssig placering af anlægget og for høj håndterings-hastighed.



Uden emner

Med emner

Dampaffedtning uden udsugning



Uden emner

Med emner

For kraftig
udsugning

Dampaffedtning med udsugning

Luftstrømninger over "Tri"-bade med og uden emner samt med og uden randudsugning

Figur 5.12

Ad 5

Alt efter emnernes udformning og tætheden hvormed de pakkes i trådkurven varierer afdampningstiden.

F.eks. vil et tyndvægget fladt emne være afdampet på få sekunder hvorimod en tætpakket trådkurv med små emner kan være op til 25-30 min. om at afdampe.

Dette forhold kan der tages hensyn til ved større produktioner og automatiske anlæg, hvor passende dampningspladser kan etableres med udsugning.

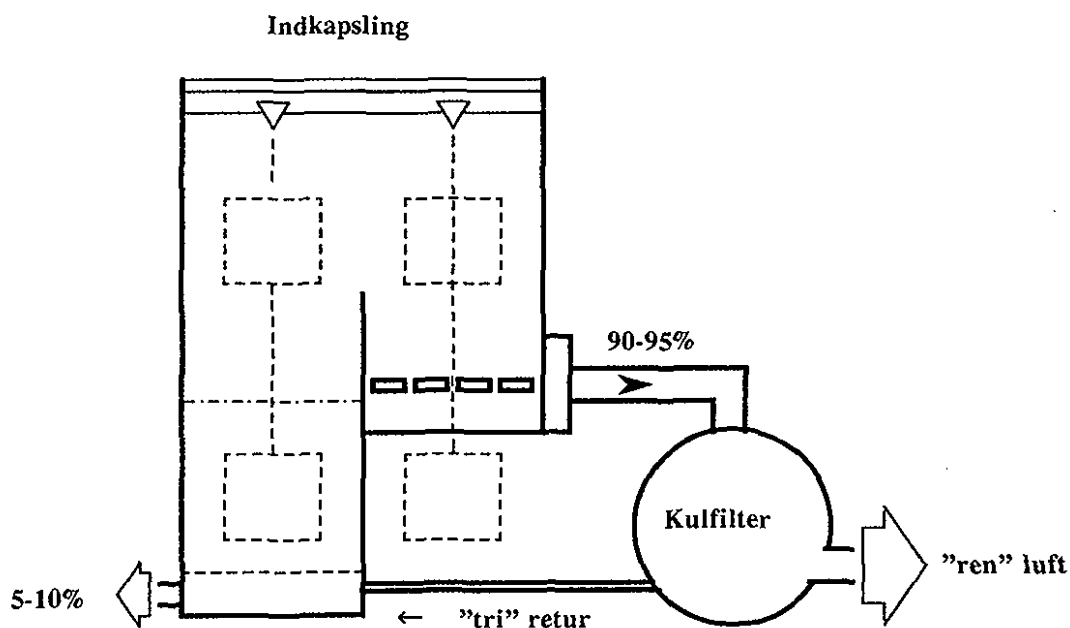
Problemet opstår især ved stærkt blandet emnesammensætning og manuelle anlæg, hvor det er yderst vanskeligt for operatøren at afgøre, hvornår afdampningen er afsluttet.

Miljøforbedrende foranstaltninger

Overbygning

For at forbedre arbejdsmiljøet kan anlægget forsynes med overbygning / indkapsling, således at dampzonen er fuldstændig indkapslet. Denne foranstaltning vil blive krævet ved nye anlæg.

Reduktion af tab fra "Tri"-anlæg



"Tri"-anlæg efter neutralisering og stabilisatortilsætning

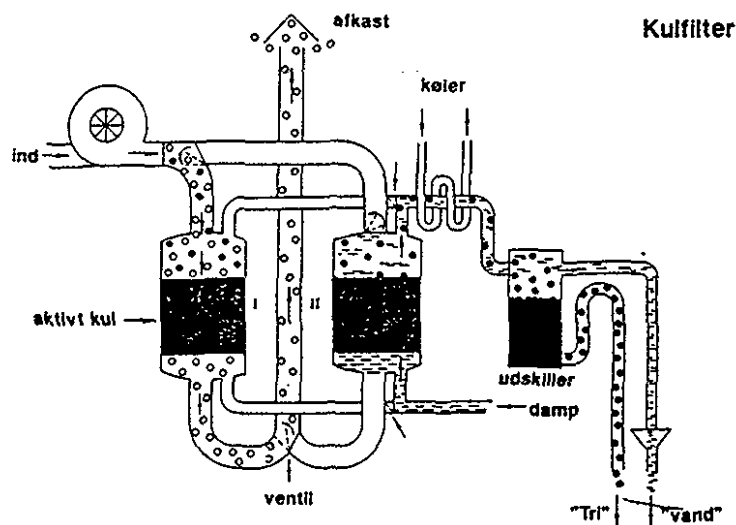
Figur 5.13

Kulfilter

Ved indkapslingen af anlægget reduceres udslippet til værkstedsluften, men den samlede mængde "Tri"-dampe, som føres til omgivelserne er stort set det samme.

Skal emissionen til omgivelserne reduceres skal udsugningen fra anlægget føres over et kulfilter før afkast til det fri. Kulfilterets renseevne er teoretisk meget stor, men i praksis må der regnes med en tilbageholdelsesprocent på 98-99%, dette dog under forudsætning af, at filteret er korrekt dimensioneret til den forekommende "Tri"-mængde, luftmængde og lufttemperatur.

Ved et større forbrug af chlorerede opløsningsmidler vil det ofte være fordelagtigt at genbruge disse efter en rensning. Rensningen foregår ved destillation - helst med en tilbagemløbskolonne.



Figur 5.14

Drift af kulfilter kræver omhyggelig overvågning og vedligehold.

Anlæg for vandige midler

Anlæg for vandige affedtningsmidler adskiller sig radikalt fra anlæg til organiske opløsningsmidler. Den grundlæggende forskel i anlægsudformningen er, at de organiske opløsningsmidler fungerer ved en opløsningsproces, hvor de vandige fungerer ved en micelledannelsesproces.

De vandige affedtningsmidler skal derfor, for at give et tilfredsstillende resultat på en acceptabel tid, tilføres med en eller anden form for mekanisk energi.

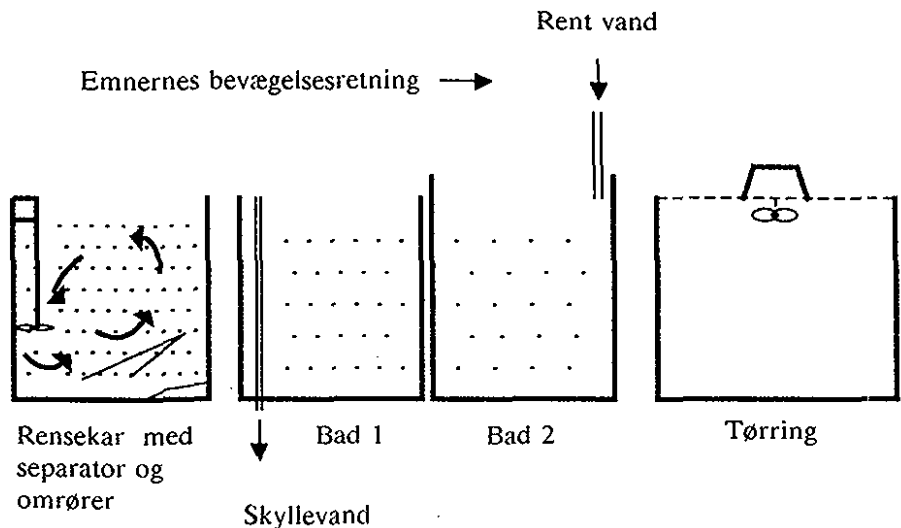
Efter affedtningsprocessen kan rester fra affedtningsbadet fjernes ved afvaskning i rent vand.

Efter affedtningen skal stålemnerne tørres eller inhiberes for at modvirke korrosion.

Dyppeanlæg

Princip

Den enkleste anlægstype er dyppeanlæg hvor emnerne neddyppes i et rensekar med efterfølgende skyllekar.



Rensekar for separator (for slam/smuds og partikler) og omrører

Figur 5.15

Rensekarret forsynes normalt med en eller anden form for omrøring, der sikrer relativ stor cirkulationshastighed i væsken. Cirkulationen skal sikre en effektiv rensning, micelledannelse og en sedimentering af større faste partikler.

Endvidere skal cirkulationen for de selvspaltende tensider vedkommende sikre at spaltningen ikke finder sted under rensprocessen.

Den efterfølgende skylning kan foregå i ét eller flere trin. I sidstnævnte tilfælde foregår det ofte som en modstrømsskylning (se senere).

Til slut tørres emnerne, f.eks. ved blæsning af luft hen over emnet.

Dyppetiden er normalt 5-10 min.

Jernfosfatering kan være vanskelig at udføre optimalt i dyppeanlæg.

Ved spuleanlæg tilføres rensmiddel gennem dyser.

Spuleanlæggenes effektivitet er bestemt af:

1. Koncentration af affedtningsmidlet og midlets natur, typisk mellem 2 og 5%
2. Temperatur, normalt mellem 30 og 80°C
3. Spuletid, 2-5 min.
4. Antal dyser og dyseindstilling
Der kan ikke sættes eksakte værdier for dyseantal, vinkler og placering samt væskemængden der føres over dyserne, men som tommelfinderregel, kan antallet af dyser sættes til 10 pr. m² flade og væskemængden til min. 100 l/m²/min., dvs. min. 10 l/dyse/min. Stor væskemængde kan være af større betydning end spuletrykket.
5. Spuletryk, 1-3 bar
6. Smudsmængde i rensebadet.

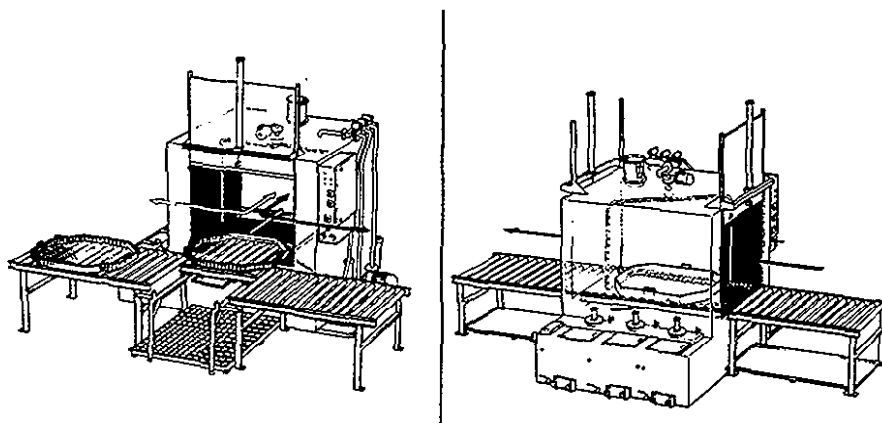
Ved ændring af én af parametrene er det nødvendigt at ændre mindst én af de øvrige for at opnå samme rensekvalitet.

Rensebadet kan variere betydeligt, ikke alene i sammensætning og koncentration, men også i hvilken grad badet kan optage de tilførte smudsmængder og stadig bibeholde renseevnen.

Smudsmængden kan variere fra 5-65 g/l før renseevnen nedsættes.

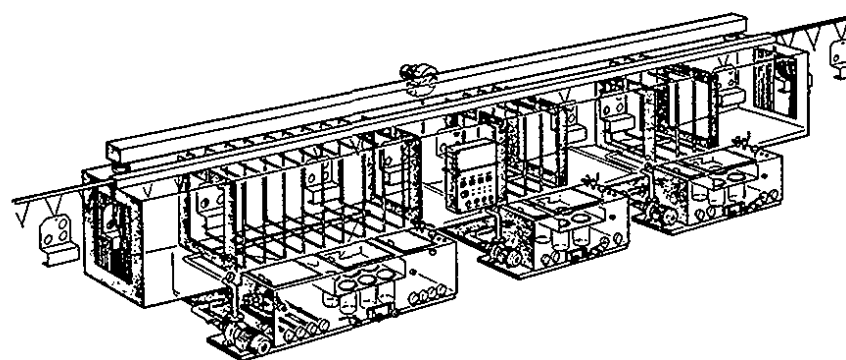
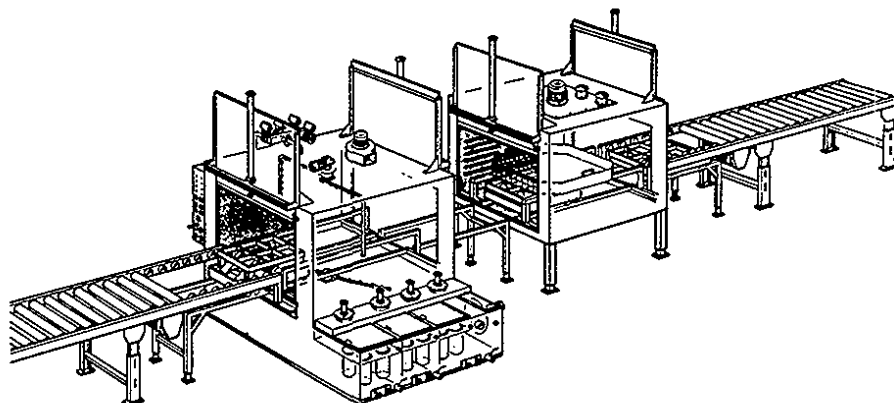
Spuleanlæg udføres enten som

1. programstyrede anlæg med ét eller flere trin hvor emnerne er stillestående og dyserne bevæges efter fastlagte bevægelsesmønstre, eller
2. gennemløbsanlæg, hvor emnerne transporteres gennem rensezone, skyllezoner og tørrezoner



Programstyrede vaskemaskiner

Figur 5.16



Gennemløbsanlæg

Figur 5.17

Skylning

Udgangspunktet for alle betragtninger over skylleprocessen er renhedskravet til overfladen af emnet før maling.

Denne renhed bestemmes af renheden i sidste hold skyllevand som derfor bør defineres. Oftest defineres renheden i skyllevandet indirekte, idet den udtrykkes ved to forhold:

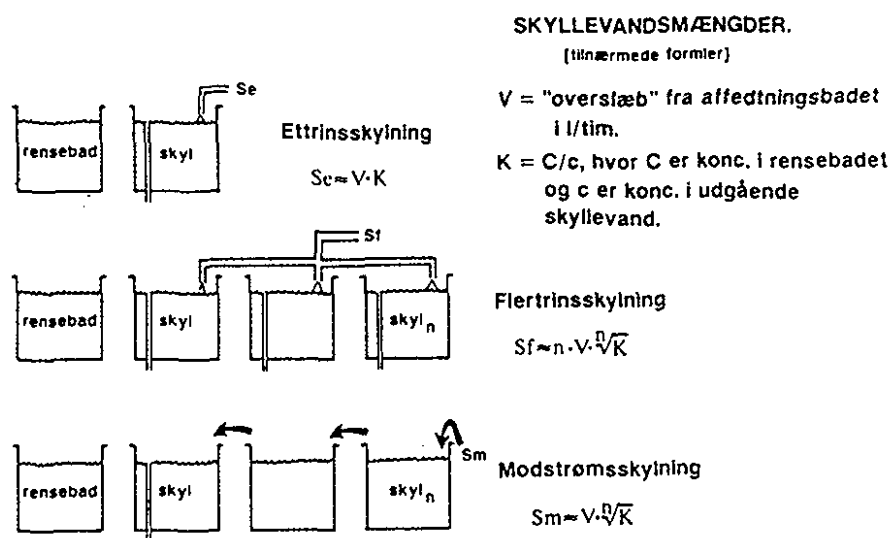
1. K-faktoren (skyllekriteriet), der er forholdet mellem koncentrationen i rensebadet (C) og koncentrationen i sidste hold skyllevand c ($C/c = K$). For emner der skal males er K typisk 1000 eller derover.
2. E (skylleeffektiviteten), der er forholdet mellem koncentrationen (af et bestemt stof) i skyllevandet og i den væskefilm der findes på emnet.

Efter fastlæggelse af skyllekriteriet kan skyllevandsmængderne fastlægges. Der findes 3 principper for skylning:

- ét-trins skylning
- fler-trins skylning
- modstrømsskylning.

Til udregningen kan benyttes de angivne tilnærmede formler, jvf. figur 5.18.

Ved en efterfølgende maleproces er det ofte et krav, at i det mindste sidste skylning sker i demineraliseret vand (se i øvrigt i afsnit om krav til skyllevandet, 5.3).



Skyllevandsmængder (tilnærmede formler)

Figur 5.18

For $K = 550, 1000, 4000$ og 20.000 er de nødvendige skyllevandsmængder udregnet. Vandforbruget ved de forskellige skylleprocesser viser meget store forskelle.

For $K = 1000$ (typisk for maleproces) vil der kræves følgende skyllevandsmængder/liter overslæb fra rensebadet, ved de forskellige principper.

Enkeltskyllning:	1000 l
To-trins skyllning:	63 l
3-trins modstrømsskyllning:	10 l

$V = 1, E \approx 1$	$n = 1$	$n = 2$		$n = 3$		$n = 4$	
K:	Se:	Sf:	Sm:	Sf:	Sm:	Sf:	Sm:
500	500	45	22	24	8	19	5
1.000	1.000	63	32	30	10	22	6
4.000	4.000	126	63	48	16	32	8
20.000	20.000	283	141	81	27	48	12

Skyllevandsmængder

Figur 5.19

Energiforbruget for vandige anlæg er meget varierende og beror på en række faktorer, så som bl.a.:

- affedtningsstemperatur
- opvarmning af godset
- fordampning
- varmeafgivelse til omgivelserne
- ventilationsflow
- godssammensætning
- tilført mekanisk energi
- tørring

Energiforbrug for opvarmning af emner og tab ved konvektion er proportional med temperaturen.

Opvarmning af emnerne er normalt ikke et direkte tab, fordi det medvirker ved tørringen.

Energien som tilføres pumperne i et sprøjteanlæg er vanskelig at beregne netto, idet en del af denne energi omdannes til varme og derved udnyttes.

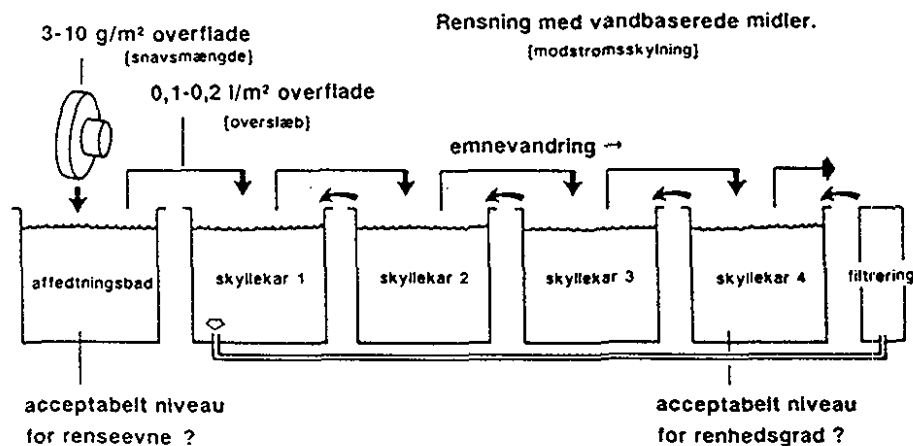
Energiforbrug ved fordampning har normalt en eksponentiel afhængighed af temperaturen, hvis luftfugtigheden ikke er for stor. Hvis luften er mættet er fordampning umulig. Hvis affedtningen finder sted ved sprøjtning i lukket anlæg, bliver vandindholdet stort og hvis mætningspunktet er nået, er fordampningshastigheden bestemt af ventilationen i anlæget.

Energiforbrug ved tørring afhænger af:

- mængden af tilbageværende vand på emnerne
- mulighed for "mekanisk tørring"
- emneform.

Det er vigtigt at mængden af tilbageværende vand på emnerne minimeres for at mindske energiforbruget. Dette kan gøres ved etablering af såkaldt jetblæsning af emnerne inden en egentlig tørring finder sted. Endvidere bør ophængningen af emnerne være således at vand kan løbe af emnerne.

Højt fugtindhold i udgående luft er vigtig for at minimere energiforbruget, hvilket dog omvendt indebærer at tørrehastigheden falder. I praksis kommer fugtindholdet normalt ikke på et niveau der giver problemer med tørrehastigheden.



Figur 5.20

I forbindelse med vandig affedtning er der tale om:

- forbrug af energi
- forbrug af vand
- forbrug af kemikalier
- bortskaffelse af rensede
- spildevand til kloak.

Energiforbrug

Energiforbruget på virksomheder med vandig affedtning er som regel højere end ved tri-affedtningen.

Forbruget afhænger naturligvis af anlæggets størrelse, men i høj grad også af badenes temperatur, jvf. ovenstående.

Energiforholdene vil blive belyst gennem drift af demonstrationsanlægget.

Forbrug af vand og kemikalier

Forbrug af vand kan være meget stort ved disse anlæg, hvilket betyder:

- store driftsomkostninger
- store mængder spildevand.

Det er derfor yderst vigtigt, at der etableres vandbesparende foranstaltninger, herunder som omtalt f.eks. nedsættelse af skyllevandsmængderne ved etablering af modstrømsskylning i flere trin.

Forbruget af kemikalier afhænger dels af smudsmængden der forekommer på emnerne, dels af overslæb fra rensede til skyllebadene.

Ved alle rensprocesser er det derfor vigtigt, at begrænse den smudsmængde, der tilføres badet mest muligt. Dette kan ske ved at gennemgå de forudgående bearbejdninger, for om muligt at reducere mængden, enten ved at vælge produkter, f.eks. olier med lavere viskositet, der sviner mindre og lettere afdrypper, eller ved at emnerne allerede på arbejdspladsen fikseres på en måde så afdrypningen lettes.

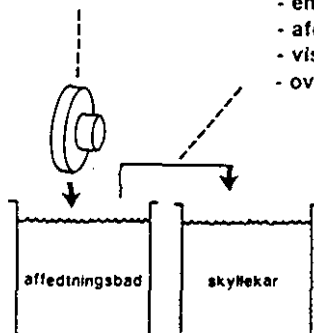
En korrekt fiksering vil, hvis den bibeholdes gennem rensprocessen tillige sikre, at "overslæbet" fra bad til bad minimeres.

snavsmængden ?

- snavstype
 - viskositet
 - overfladespænding
- afdrypning
 - emneplacering
 - tid

"overslæb" ? (specifikke udslæb)

- emneform
- "kop"-effekter
- emneplacering
- afdrypningstid
- viskositet
- overfladespænding



eks. på overslæb i ml/m ²		
placering afdrypningstid / overslæb		
lodret	lang	15 ml/m ²
	midde	80 ml/m ²
	kort	165 ml/m ²
vændret	lang	30 ml/m ²
	kort	400 ml/m ²
"kop"-form	350-1000 ml/m ² , eller mere.	

Snavsmængde og "overslæb"

Figur 5.21

Det skyllevand der ledes til kloak fra f.eks. et jernfosfateringsanlæg uden miljøforanstaltninger, kan typisk have en sammensætning som anført i nedenstående skema (udleveret af Aabo Maleanlæg A/S).

Kemikalier	Pr. liter skyllevand	Pr. sek.	Pr. min.	Pr. time	Pr. dag á 8 timer	Pr. år á 2000 timer
Vandforbrug	1 l	0,33 l	20 l	1,2 m ³	9,6 m ³	2.400 m ³
Natriumfosfat	15,5 mg	5,12 mg	307 mg	18,4 g	147,2 g	37,8 kg
Phosphat (P)	10,0 mg	3,30 mg	198 mg	11,9 g	95,2 g	23,8 kg
Oxalsyre	2,0 mg	0,66 mg	40 mg	2,4 g	19,2 g	4,8 kg
Ammoniumbifl.	1,2 mg	0,40 mg	24 mg	1,4 g	11,2 g	2,8 kg
Molybdat	0,5 mg	0,17 mg	10 mg	0,6 g	4,8 g	1,2 kg
Bionedbrydelig Alkylfenol-ethox	1,4 mg	0,46 mg	28 mg	1,7 g	13,6 g	3,4 kg

Spor af organisk Nitrit, Diacetonealkohol og Dibutyloxitol

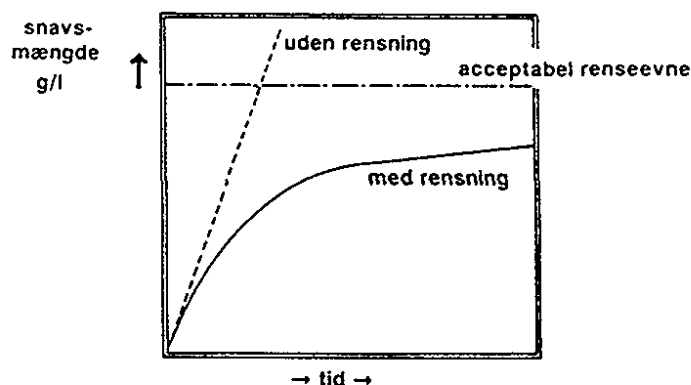
Figur 5.22

Bortskaffelse af rensbade

Brugte affedtningsvæsker og i visse tilfælde skyllevand vil ikke kunne udledes til det offentlige kloaknet uden en eller anden form for rensning.

For at nedbringe mængden af brugte affedtningsvæsker er det nødvendigt at vedligeholde disse og derved forlænge brugsperioden for det enkelte bad.

Vedligeholdelsen af affedtningsvæskerne består i en fjernelse af olie/fedt og partikler/slam samt tilsætning af koncentrat eller enkeltstoffer til erstatning for nedslidning af væsken.



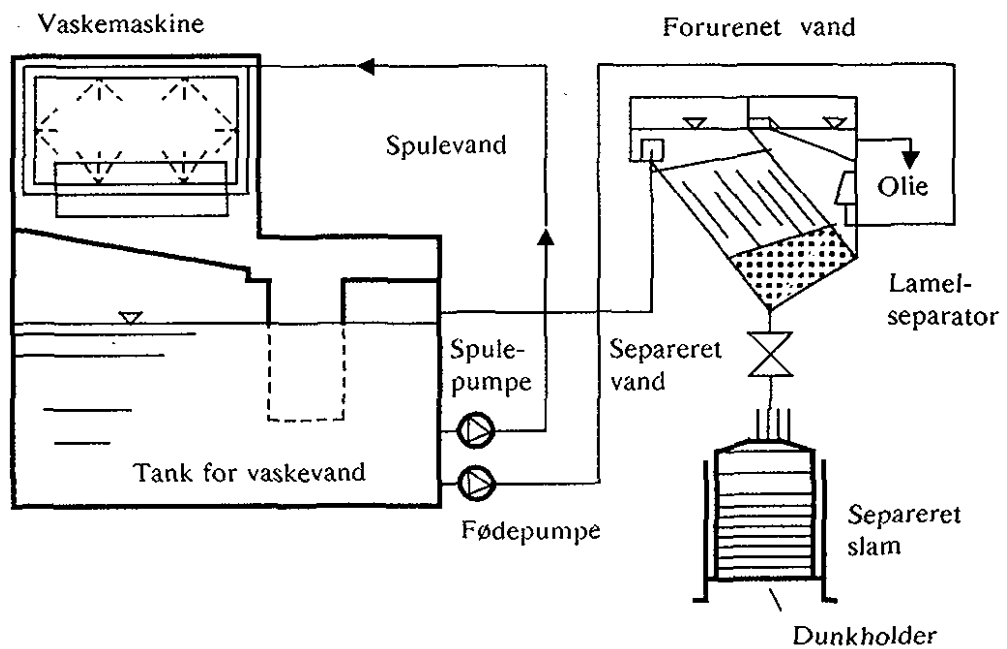
Smudsudvikling i rensning

Figur 5.23

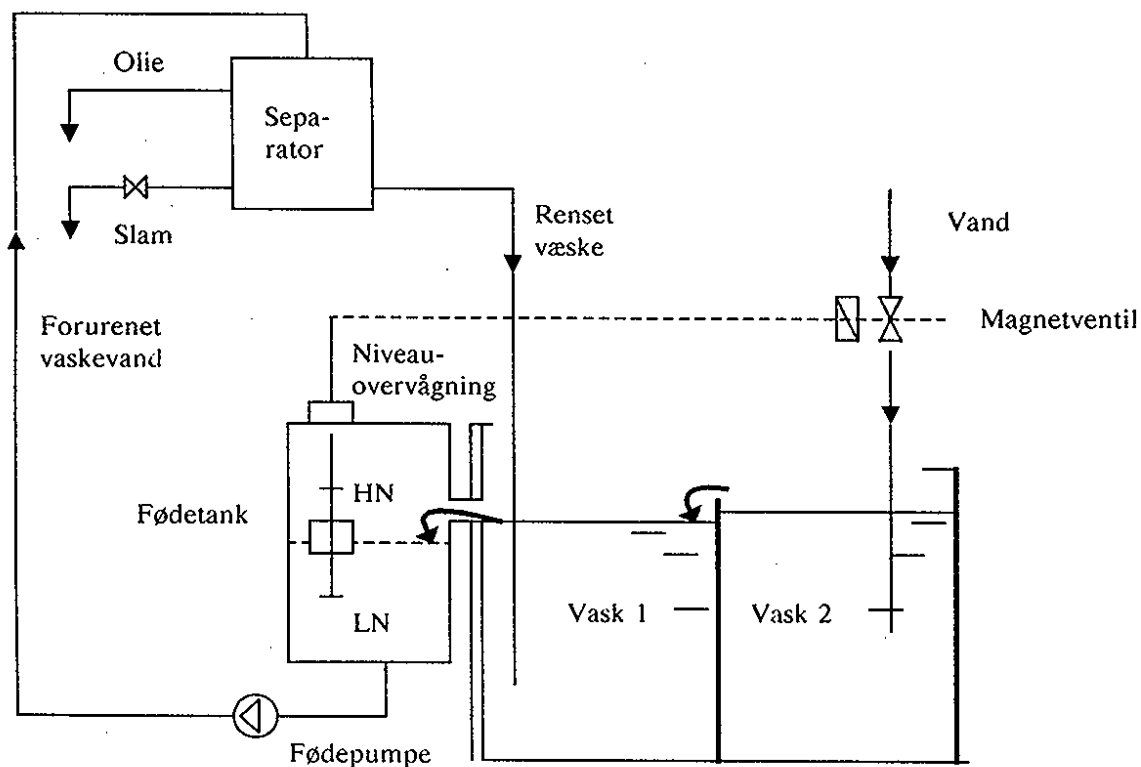
Ud fra et renseteknisk synspunkt er væsker indeholdende selvspaltende tensider lettest at rense for olie og fedt. Tensiderne er her så ustabile at olie vil begynde at søge til overfladen, selv efter kort tids henstand. Af samme grund skal anlæg, hvorpå disse væsker skal anvendes udstyres med omrører, således at separeringen ikke begynder under selve renseprocessen. Disse bade vil efter kort tids henstand kunne renses for olie og fedt med en olieskimmer. Partiklerne kan fjernes ved en filtrering.

Alternativt anvendes der en separator der kontinuerligt renser vaskevandet (se figur).

Levetiden af et rensebad kan ifølge en leverandør forlænges 4-8 gange.



Figur 5.24



Figur 5.25

Emulsionsspaltning

Olieholdige rensbade/spildevand (olieemulsioner) må ikke ledes til kloak. I praksis varieres kravene til olieindholdet fra kommune til kommune fra 20 ppm til 100 ppm.

Olie og fedtindholdet skal derfor reduceres, dvs. emulsionerne skal spaltes.

Der eksisterer en række metoder hvoraf de mest anvendte er omtalt nedenfor.

Fysiske metoder

Adsorptionsspaltning kan komme på tale, hvor man kun skal oparbejde små emulsionsmængder.

Spaltningen foregår ved binding af oliedråberne til overfladen af spaltningsproduktet. Dette sker kun ved høj koncentration af spaltningsproduktet, hvorfor en stor slammængde dannes. Denne skal grundet olieindholdet bortskaffes som kemikalieaffald.

Mekaniske metoder

Her har ultrafiltrering størst betydning. Metoden virker ved, at de dispergerede oliedråber tilbageholdes af de ekstremt fine porer i ultrafiltreringsmembranen. Begrænsningen ligger i at porerne har en tendens til at stoppe til. Fri olie skal fjernes først. I modsat fald medfører dette en kapacitetsnedgang for anlægget og kræver rensning af membranen.

Kemiske metoder

Her skelner man mellem syrespaltning, saltspaltning samt spaltning ved hjælp af organiske spaltningsprodukter.

Syrespaltning

Denne metode kan anvendes til køle-/smøremidler med anioniske emulgatorsystemer. Spaltningen sker efter syretilsætning til $\text{pH} < 2$. Der fås en flotterende oliefase, som kan skimmes væk, hvorefter vandfasen inden udledning neutraliseres med base. Ulempen ved denne metode er den høje salt-

koncentration, der fås ved syre-base neutraliseringen - ses ofte som slam i væskefasen.

Saltspaltning

Metoden taber mere og mere i betydning, da der skal anvendes store mængder uorganiske salte for at udvirke spaltningen. Disse saltkoncentrationer virker dels ødelæggende på cellevæggene i mikroorganismer og dels korroderende på rør m.v.

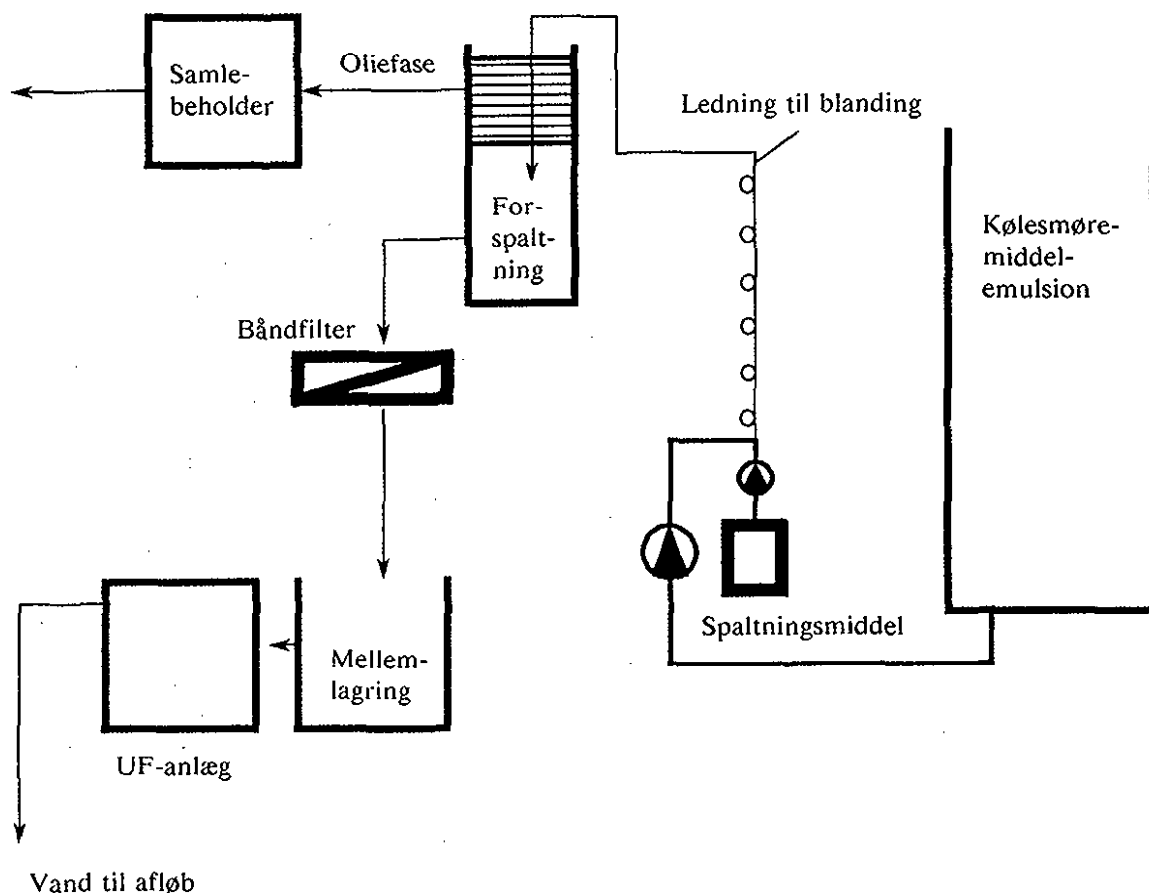
Organisk spaltning

Organisk spaltning virker, ligesom for syrespaltningen, primært på anioniske emulgatorsystemer. Produkternes kationiske ladning neutraliserer emulgatorernes anioniske overskudsladning og fører dermed emulsionen tilbage til sin instabile tilstand, hvilket resulterer i en fraspaltning af olien.

I tilfælde, hvor der ikke opnås værdier under grænseværdien for olieindholdet i vandfasen, kan sådanne værdier opnås ved en efterfølgende tilsætning af aluminium- eller jernsalte. Disse salte danne hydroxydflokke, som adsorberer resten af olien i vandfasen, hvorefter denne kan udledes.

Organisk spaltning og ultrafiltrering

En særlig elegant emulsionsspaltning består i at kombinere spaltning med organiske produkter og ultrafiltrering. Herved minimeres belastningen af ultrafiltreringsanlægget, hvilket fører til betydeligt længere driftsperioder mellem rengøring af membranerne. Et procesforslag til kombination af de to metoder ses på figur 5.26.



Organisk spaltning efterfulgt af ultrafiltrering

Figur 5.26

I forbindelse med behandling af brugte rensbade, kan det være aktuelt at medtage det eventuelle forbrug af brugte køle-/smøremidler i beregningerne, da disse i mange tilfælde er sammensat af beslægtede stoffer og derfor ofte vil kunne behandles på samme anlæg.

Effektiviteten af de forskellige metoder er belyst i Jørn Bødgers rapport "Rensning af spildevand med emulgeret olie, juni 1986".

Herfra skal blot anføres konklusionen:

Der er afprøvet en række metoder vedrørende rensning af spildevand, som indeholder emulgeret olie.

Det har vist sig, at de simple løsninger, som kunne anvendes i forbindelse med traditionelle og måske allerede eksisterende udskillere, ikke virker over for olieemulsioner, der er stabiliseret med detergenter.

- Coalescere af polyurethanskum og formodentlig andre lignende coalescere virker godt, når det drejer sig om en olieemulsion uden tilstedeværelse af detergent. Coalesceringsvirkningen er imidlertid næsten borte, når der arbejdes med detergentstabiliserede emulsioner.
- Anvendelse af flokkuleringsmidler og emulsionsbrydere kan i nogle tilfælde anvendes, men formodentlig kun ved batchvis rensning af olieholdigt spildevand. Det er yderst vanskeligt at dosere flokkuleringsmiddel i den rette mængde, og en overdosering giver i mange tilfælde en endnu stærkere stabiliseret emulsion end uden flokkuleringsmiddel.
- Ultrafiltrering, som er en kostbar metode at anvende, virker meget effektivt over for emulgeret olie i spildevand. Heller ikke denne metode er problemfri, og bakterievækst på membraner og tilstopning af membraner er de største problemer ved denne metode.
- Fældning med aluminiumsulfat er ligeledes en kostbar metode, som er forbundet med store driftsomkostninger til bortskaffelse af slam. Metoden fungerer imidlertid tilfredsstillende, og det er sandsynligvis muligt ved små anlæg at "nøjes" med en bundfældningsenhed som sidste trin og dermed undlade det noget dyrere flotationsanlæg til fraseparering af slam.
- Udskiftning af stærkt emulgerede rengøringsmidler med midler, der i knapt så høj grad forstyrrer separationen i en gravimetrisk olieudskiller, vil i de fleste tilfælde have en gavnlig effekt på olieudskillelsen, og dermed forbedre afløbskvaliteten. Man skal dog ved en senere udskiftning af rengøringsmidlet, være opmærksom på, at det ikke er sikkert, at rengøringskvaliteten kan opretholdes.
- Olieedråbestørrelsen i spildevandet er afgørende for, i hvor høj grad en gravimetrisk udskiller kan bringes til at fungere. Mikroskopi af vandprøver ved hjælp af relativt simpel lysmikroskopi, er en udmærket metode til vurdering af olieedråbestørrelsen.

6. Karakteristik af besøgte virksomheder

For at vurdere hvilke problemer der er i danske virksomheder omkring affedtning er 6 typiske jernindustrielle virksomheder besøgt.

De besøgte virksomheder er beskrevet efter følgende disposition:

1. Beskrivelse af branche og produktionskategori
2. Funktionskrav til overfladebehandlingen
3. Anvendte affedtningsmetoder
4. Efterfølgende malebehandling
5. Kvalitetskontrol
6. Holdning til affedtning/forbehandling.

Virksomhed 1

1. Jernindustri, landbrugsudstyr.
2. Kravene er ikke definerede, ud over at produkterne skal være "pæne" når de forlader fabrikken.
3. "Tri"-affedtning, dampzoneanlæg
"Tri"-affedtningen anvendes for emner, der er forurenet med skæreolier. Emner, hvor der ved bearbejdningen har været anvendt vandbaserede køle-/smøremidler affedtes ikke.
4. Maling, opløsningsmiddelholdig
5. Visuel kontrol
6. Virksomheden ønsker at gå over til vandig affedtning ud fra arbejdsmiljømæssige årsager, fordi man har hørt at "Tri" var uheldigt.

Virksomheden har endnu ikke undersøgt mulighederne for vandig rensning, idet man afventer at et skift skal ske i forbindelse med en flytning af virksomheden.

Virksomhedens øjeblikkelige viden om vandig rensning er meget lille. Den generelle viden om renseprocesser, herunder "Tri"-affedtning, er præget af holdningen: "Dette er en underordnet proces i forhold til det at få produktionen igennem, så hvis der ikke er tekniske problemer eller arbejdsmiljøproblemer, er der ingen grund til at bruge tid herpå.

Virksomhed 2

1. Jernindustri, finmekaniske dele og elektronik.
2. Høje krav til de malede overfladers udseende, ingen definerede krav
3. "Tri"-affedtning, dampzoneanlæg
4. Maling, opløsningsmiddelholdig
5. Visuel kontrol, ingen synlige fejl accepteres
6. Virksomheden har kemisk indsigt, men udtrykker også den holdning at: "Når man nu har et så fremragende middel som "Tri", der arbejder uden problemer, er der ingen grund til at søge forandring".

Virksomhed 3

1. Lakereri, underleverandørvirksomhed
2. Ingen synlige fejl
3. Vandigt programstyret anlæg til fosfatering og chromatering - nyt anlæg.
"Tri"-anlæg, dampaffedtning, anvendes ved overbelastning af ovenstående anlæg, og ved specielle emner.
4. Maling, opløsningsmiddelholdig og pulverlakering

5. Visuel kontrol
6. Virksomheden er gået over til vandige midler. Bibeholder det gamle "Tri"-affedtningsanlæg en tid endnu, men er klar over at det kun er et spørgsmål om tid før det må kasseres, efter pres fra miljømyndighederne (kommunen). Det nye anlæg fungerede tilfredsstillende, men var stadig under indkøring, så erfaringsgrundlaget var lille. Holdningen var på nuværende tidspunkt at anlægsinvesteringen ikke var lille men driftomkostningerne lavere end ved "Tri", samtidig med at dette anlæg kunne noget helt andet (chromatering og fosfatering), hvilket betød at man kunne få mere for varerne.

Virksomhed 4

1. Jernindustri, reguleringsudstyr for luftarter
2. Kravene er ikke definerede ud over "pæne" overflader
3. "Tri"-affedtning for alle emner. Emner, der skal males, renses derudover ved alkalisk affedtning før maling
4. Maling, opløsningsmiddelholdig
5. Visuel kontrol
6. "Tri"-anlægget, der anvendes for alle emner, er et indkapslet tretrins-anlæg med et enkelt kulfilter.

Der er en del uregelmæssigheder ved drift og vedligehold af anlægget. Der afspejles den holdning at så længe emnerne er tilfredsstillende rensede, er der ingen problemer. Anlæggets kulfilter er i sin tid dimensioneret for rensning på 1 skift. Virksomheden har imidlertid gennem de sidste ca. 15 år arbejdet på 2-skift og filteret regenereres ved manuel indkobling efter arbejdstidens ophør. Fra regnes den "tri", der afleveres til Kommunekemi, er det årlige tab fra dette anlæg 25 tons.

En del af dette tab skyldes destillationen af snavset "tri", idet virksomheden har et unødigt overslæb af olie fra bearbejdede emner til affedtningsanlægget på ca. 4-5000 l om året. Dette skyldes at "kopplignende" emner ikke afdrypper ved maskinerne og lægges i tilfældig orden i trådkurvene. Denne fremgangsmåde medfører det omtalte overslæb, men betyder også at renseprocessen, ved neddypning og damprensningen, bliver af en dårlig kvalitet som følge af de "fyldte kopper", som føres fra trin til trin i processen.

Den holdning i virksomheden, der afspejles i ovennævnte forhold, er ikke udtryk for at virksomheden bevidst påfører omgivelserne en miljøbelastning, men nærmere et spørgsmål om uvidenhed og en presset situation, der prioriterer andre forhold højere.

Virksomhed 5

1. Jernindustri, møbler
2. Krav til mekanisk robusthed og bestandighed overfor kemikalier og fugtighed
3. Vandig affedtning, dypning, 1 trin, og slyngrensning
4. Pulverlakering
5. Visuel kontrol, lagtykkelse
6. Virksomheden har i flere år anvendt vandig affedtning, som dog ikke var særlig effektiv. Årsagen hertil var manglende viden omkring teknologien. Problemet kan løses ved at indføre endnu et trin (skylle) i affedtningsprocessen.

Virksomhed 6

1. Jernindustri
2. Krav til mekanisk robusthed
3. "Tri"-affedtning

4. Pulverlakering
5. Visuel kontrol, ingen synlige fejl accepteres
6. Virksomheden planlægger i øjeblikket overgang til vandig forbehandling, da kommunen ikke længere vil give dispensation til udledning af de store mængder "Tri". Virksomheden har intet kendskab til processerne, men håber samtidig med et forbedret miljø at få en kvalitetsforbedring.

Kommentarer

Der synes i branchen at være delte holdninger med hensyn til de vandige affedtningsmetoder.

Nogle virksomheder har oplevet overgangen fra "tri"-affedtning til vandig affedtning som fuldstændig uproblematisk på grund af kvalificeret bistand fra materiale- og udstyrsleverandører.

Heroverfor står et (ikke ubetydeligt) antal virksomheder der har dårlige erfaringer med opstart og drift af anlæg. Den primære årsag hertil ligger i dårlig/utilstrækkelig rådgivning og information fra kemikalie- og anlægsleverandører.

Endelig er der en gruppe, der af miljømæssige årsager principielt gerne vil anvende vandig affedtning, men på grund af sammensætning af forureninger på emnerne, krav om forskellige renskvaliteter, og meget varieret emnestrøm, ikke finder det teknisk og økonomisk forsvarligt.

Virksomhederne blev forespurgt i begyndelsen af projektarbejdet. Ved forespørgsel 2 år efter var situationen følgende for virksomhederne.

Virksomhed 1

Uændret, dog overvejer virksomheden at overgå til alkalisk affedtning efter at flytningen var foretaget.

Virksomhed 2

Uændret.

Virksomhed 3

Uændret.

Virksomhed 4

Nyt kulfilter er påmonteret.

Virksomhed 5

Skylletrin er indført i forbindelse med affedtningen.

Virksomhed 6

Virksomheden har anskaffet et gennemløbsanlæg til alkalisk rensning, men der har været en række indkørimæssige vanskeligheder der har bevirket at anlægget ikke er i drift endnu.

7. Økonomi

Vurdering af de økonomiske konsekvenser ved valg af affedtningsmetode er besværliggjort ved at det tekniske resultat er forskelligartet.

Der kan skelnes mellem tre typiske situationer:

- eksisterende trianlæg erstattes med nyt anlæg, hvilket naturligt indebærer en kraftig forøgelse af de totale omkostninger pr. rensenhet
- nyetablering af trianlæg med overbygning sammenlignet med nyt vandigt anlæg vil stadig medføre større omkostninger for det vandige anlæg
- nyetablering af trianlæg med overbygning og kulfilter vil medføre samme omkostningsniveau som for et nyetableret vandigt anlæg.

Det skal som nævnt holdes i erindring, at substitution af tri med vandig affedtning før malebehandling ofte hænger sammen med overgang til anden type maling, med højere krav til forbehandling.

En økonomiberegning kan kun udføres med basis i virksomhedens øjeblikkelige situation, dvs. krav til rensning, emneform og størrelse, produktantal, emnematerialer etc. Ud over disse rent tekniske krav, kan komme interne og eksterne miljøhensyn, som kan påvirke økonomien.

I forbindelse med ændring af affedtning før malebehandling, vil det ofte være forbundet med at virksomheden overgår til andre og mere miljøvenlige malingstyper som kræver bedre forbehandling end den oprindeligt anvendte.

Det vil derfor ikke være rimeligt at foretage en økonomisk sammenligning mellem anlæggene, idet især kvalitet, men også produktivitet vil være forbedret væsentlig på et nyt anlæg.

Omkostningerne i forbindelse med affedtningsprocesser kan inddeles i:

a. Investeringsomkostninger

- til grundanlæg
- miljøforbedrende foranstaltninger

b. Driftsomkostninger

1. Lønomkostninger til:
 - rensning af emner (produktion) samt påfyldning og tømning af anlægget
 - reparation og vedligehold
 - drift af evt. kulfilter eller anden miljøforanstaltning.
2. Materialeomkostninger
 - indkøb af affedtningsvæske
 - bortskaffelse af affedtningsvæske
 - vandforbrug
 - indkøb af andre kemikalier, f.eks. stabilisatorer, aktivt kul til filtre etc.
 - bortskaffelse af triholdigt vand fra kulfilterets vandudslip.

3. Energiomkostninger
 - kraft (pumper)
 - varme (opvarmning af badene)
 - ventilation (udsugning)
4. Værktøjsomkostninger
 - renseteknisk begrundede værktøjsomkostninger, f.eks. ophængningsværktøjer.

Investeringsomkostningerne for et grundanlæg til vandig affedtning er normalt højere end for et modsvarende trianlæg. Meromkostningerne udgøres hovedsageligt af tørreenheden.

Med miljøforbedrende foranstaltninger i form af kulfilter på trianlægget bliver investeringsomkostningerne af samme størrelsesorden.

De miljøforbedrende foranstaltninger der kan etableres på et vandigt anlæg varierer betydeligt afhængig af den valgte type. I demonstrationsanlægget er der foretaget nogle beregninger for udgifterne ved investering og drift af forskellige varianter.

Med hensyn til driftsomkostningerne udgør lønomkostningerne i begge affedtningsmetoder erfaringsmæssigt omkring 50%. For triaffedtningen er kemikalieomkostningerne (uden regenerering) de næststørste, medens det er energiforbruget ved vandig affedtning der er særligt omkostningskrævende.

Sammenlignende eksempel

I det efterfølgende er økonomien behandlet for to anlæg: et dampaffedtningsanlæg og et spuleanlæg for vandige affedtningsmidler.

De to udstyr er valgt ud fra følgende forudsætninger:

1. Anlæggene skal være typiske med henblik på størrelse. Her er valgt anlæg, der har samme kapacitet m.h.t. emnestrøm og -størrelser.
2. Anlæggene skal kunne rense til en kvalitet, der lever op til samme krav for en efterfølgende malebehandling.

På investeringssiden foreligger der økonomiske oplysninger for hver enkelt delinvestering med en begrundelse for disse. For driftsomkostningerne er oplyst hvilke parametre der påvirker disse, men kun få eksakte tal. Oplysningerne skal tjene til, at der i den enkelte situation, tages hensyn til de mange parametre, der kan påvirke investerings- og driftsomkostningerne og som, hvis de glemmes, kan betyde at investeringen får karakter af en fejlinvestering.

Priserne er for 1989-90.

"Tri"-anlæg

Dampaffedtningsanlæg med badstørrelse 1,5-2 m³. Væskeareal ca. 1,7 m².

Data for anlæg:

- Varmeeffekt	24 kW
- Tilslutningseffekt	27 kW
- Ventilationsbehov	1900 m ³ /t
- Volumen opløsningsmiddel	250 l
- Vandkøling	12 l/min.

Investering

Anskaffelsespris, u/installation	125.000,- kr.
----------------------------------	---------------

Miljøforanstaltninger

Overbygning med kran og automatik
for at sikre arbejdsmiljøet (krav i dag) 175.000,- kr.

Kulfilter for at sikre det eksterne miljø
(forventet krav), incl. regenerering med
airstripper (Byco-air-stripper).

Data:

- Adsorptionskap. 50 kg tri
- Ventilationskap./time:
1.000-1.500 m³

Pris 320.000,- kr.

Driftsomkostninger

Ad 1. Lønomkostninger

Det forventes, at 1 mand er beskæftiget med affedtningspro-
cessen.

Vedligehold af "tri"-anlæg indskrænker sig normalt til
kontrol af temperaturstyring og niveaufølere samt eftersyn for
synlige fejl i form af utætheder, revner, korrosion etc.

Ad 2. Materialeomkostninger

Langt de største omkostninger er indkøb af "Tri". Som tom-
melfingerregel regnes med et tab i en størrelsesorden på 0,6-2
kg/m²/h. Idet der anslås et forbrug på 8.000 kg/år fås en mate-
rialepris på kr. 44.000,-. Bortskaffelse af brugt "tri" beløber
sig til kr. 8.175,-. Beregningerne baseres på at 300 kg brugt
væske 5 gange årligt sendes til Kommunekemi, og pris/t er
kr. 5.450,-.

Forsynes anlægget med kulfilter kan mindst 6.000 kg ge-
nanvendes (~ kr. 30.000,-).

Omkostninger til kølevand anslås til kr. 10.000,-.

Ad 3. Energiomkostninger

De dominerende energiomkostninger er omkostninger til op-
varmning.

Øvrige omkostninger til ventilation og eventuelt spule-
pumpe medregnes ikke, da de er af underordnet betydning.

Omkostningerne til opvarmning anslås til kr. 12.500,-.

Ad 4. Værktøjsomkostninger

I forbindelse med "tri"-affedtning anvendes sædvanligvis
trådkurve. Disse omkostninger er sædvanligvis ikke særligt
belastende.

Vandige affedtningsanlæg

Det valgte anlæg er et kammervaskeanlæg udført i rustfast
stål.

Anlægget har følgende specifikationer:

Tre-trins kammervaskeanlæg indeholdende:

- | | |
|--|-----------|
| 2 tanke + 1 netskyl (skyllevand tilkoblet vandværksvand) | |
| - 1. tank | 1800 l |
| - 2. tank | 1400 l |
| Netskyl pr. charge | 150-200 l |

Varmeeffekt på hver tank 36 kW.

Pumpeeffekt	
- 1. tank, 580 l/min., 5 bar	11 kW
- 2. tank, 430 l/min., 2,5 bar	3 kW
Tilslutningseffekt	83 kW
Cyklustid pr. charge ca.	6-8 min.
(heri indgår ikke håndteringstid)	

Investeringsomkostninger Anskaffelsesprisen for anlægget: ca. kr. 375.000,-

Heri indgår den nødvendige styreudrustning, men ikke installationsomkostninger. Ønskes anlægget udvidet med flere skylletanke, vil disse koste pr. stk. ca. kr. 50.000,-.

I ovennævnte priser indgår der ikke eventuelle renseforanstaltninger for affedtningsbad eller skyllevand.

I modsætning til "Tri"-affedtnings "tørre" affedtning vil det i forbindelse med malebehandling være nødvendigt at gennemføre en tørreproces. En tørreovn til dette anlæg vil koste kr. 150.000.

Miljøforanstaltninger Eksempler på investeringsomkostninger i forbindelse med reduktion i miljøbelastningen:

Olieskimmer (mekanisk)	kr. 5.000-10.000
Lamelseparator, kap: 100 l/t	ca. kr. 50.000
Båndfilter, kap: 100 l/t	kr. 20.000-30.000

Ultrafiltrering: Kræver en nøjere undersøgelse i hvert enkelt tilfælde, men vil være den dyreste løsning.

Disse investeringsomkostninger skal ses i relation til udskiftnings- og bortskaffelsesomkostningerne for de brugte bade. I nedenstående beregninger er besparelserne i bortskaffelsesomkostningerne ikke medregnet.

Driftsomkostninger

Ad 1. Lønomkostninger

Samme lønomkostninger ved drift som ved "tri"-affedtning.

Reparation og vedligehold af anlægget kan dog, ved et umiddelbart skøn være lidt dyrere end ved et tilsvarende "tri"-anlæg. Dette skyldes, at udstyret er mere kompliceret (flere dele, der kan opstå fejl ved), herunder ikke mindst kalkaflejringer på varmelegemerne.

Der må forventes ekstra lønomkostninger til kontrol.

Ad 2. Materialeomkostninger

Kemikalieomkostninger anslås i det givne anlæg at ligge på kr. 18.000,- (25 kr./kg, koncentration 5%).

En anden væsentlig omkostning er skyllevandsforbruget som anslås at være på samme beløb som til kølevand på "tri"-anlægget, kr. 10.000,-.

Bortskaffelsesomkostningerne anslås til kr. 11.250,- (1800 l udskiftes 5 gange/år til en pris på kr. 1.250/t).

Ad 3. Energiomkostninger

Energiomkostningerne anslås til kr. 19.000,-. Der er her tale om et groft skøn, idet emnestrøm, driftstemperaturer m.v. vil kunne give store forskydninger i energiforbrug.

Hertil kommer omkostninger til tørring som anslås til kr. 10.000.

Ad 4. Værktøjsomkostninger

Omkostningerne i forbindelse med værktøjer/ophæng til vandig affedtning vil generelt være højere end ved "tri"-affedtning, idet det mange gange er nødvendigt at konstruere

specialværktøjer for at emnerne kan placeres hensigtsmæssigt under forbehandlingen.

I nedenstående oversigt er omkostningerne såvel ved investering som drift summarisk anført.

"Tri"-anlæg/Investeringer	Kr.	Alkalisk affedtningsanlæg/ Investeringer	Kr.
Dampanlæg - Varmeeffekt 24 kW - Tilslutning 27 kW - Ventilationsbehov 1900 m ² /t - Volumen opl. middel, 250 l - Væskeareal 1,5-2 m ²	125.000	Tre-trins kammeranlæg - Varmeeffekt 36 kW - Pumpeeffekt 11 kW - Pumpeeffekt 3 kW - Tilslutningseffekt 83 kW 1. tank 1800 l 2. tank 1400 l Netskyl 200 l/charge Tørreovn (kan evt. indbygges i anlæg)	375.000 150.000
<i>Miljø</i> Overbygning	200.000	Olieskimmer, mekanisk	5.-10.000
Kulfilter, enkelt - Adsorp.kap. 50 kg "Tri" - Ventilationskap. 1.000-1.500 m ³ /t - Regenerering	320.000	Lamelseparator 100 l/t Papirbåndfilter 100 l/t Ultrafiltrering	50.000 20.-30.000 Afhænger af opga- verne
"Tri"-anlæg/Driftsomkostninger	Kr/år	Alkalisk affedtningsanlæg/ Driftsomkostninger	Kr./år
Løn, 1 mand	Ikke med- regnet	Løn, 1 mand	Ikke med- regnet
Materialer 8000 kg "tri"/år	44.000	Kemikalier	18.000
Vand (til køling)	10.000	Vand	10.000
Affald	8.175	Affald	11.250
Energi	12.500	Energi/anlæg Energi/ovn	19.000 10.000
Værktøjskurve	Ikke med- regnet	Værktøj, specialophæng	Ikke med- regnet
Ialt	74.675		68.250

I det følgende er der foretaget beregninger over de årlige omkostninger der er forbundet med overgang fra "tri"-affedtning til vandig affedtning ud fra én af følgende forudsætninger.

1. Fungerende "tri"-anlæg haves/nyt anlæg til vandig affedtning ønskes
2. Nyt "tri"-anlæg uden regenerering anskaffes/nyt anlæg til vandig affedtning anskaffes
3. Nyt "tri"-anlæg med regenerering anskaffes/nyt anlæg til vandig affedtning anskaffes.

	"Tri"-anlæg	Kr.	Anlæg til vandig affedtning	Kr.	Meromkostninger for nyt vandigt anlæg
1	Materialeomkostninger	44.000	Anskaffelse af anlæg	375.000	
	Vand til køling	10.000	Anskaffelse af ovn	150.000	
	Affald	8.175	Afskrivning	52.500	
	Energi	<u>12.500</u>	Renter (gennemsnit 14%)	<u>36.750</u>	
			Ialt	89.250	
	Omkostninger, ialt	74.675			
			Kemikalier	18.000	
			Vand	10.000	
			Affald	11.250	
			Energi	<u>29.000</u>	
			Omkostninger, ialt	157.500	82.825
2	"Tri"-anlæg	125.000			82.825
	Overbygning	200.000			<u>÷ 55.250</u>
					27.575
	Afskrivning	32.500			
	Renter (gennemsnit 14%)	<u>22.750</u>			
	Ialt	55.250			
3	Kulfilter	320.000			27.575
					<u>÷ 34.400</u>
	Afskrivning	32.000			÷ 6.825
	Renter (gennemsnit 14%)	<u>22.400</u>			
	Ialt	54.400			
	÷ Materialebesparelse ~	30.000			
	Skønnede				
	+ energiomkostninger ~	<u>10.000</u>			
		34.400			

Kommentarer

Af beregningerne fremgår, at omkostningerne ved investering og drift af vandigt anlæg er på niveau med omkostningerne ved affedtning i trichlorethylen i nyt anlæg med overbygning og kulfilter.

Investering i nyt vandigt anlæg til erstatning for et fungerende trianlæg uden miljøforanstaltninger, vil naturligt nok

være betydeligt dyrere, idet driftsomkostningerne i det beregnede eksempel viser samme niveau for de to anlæg.

Såfremt det vandige anlæg er af tunneltypen, må der forventes langt større energiomkostninger.

8. Demonstrationsanlæg

8.1 Indledning

Overgang fra triaffedtning til en vandig forbehandling kræver i hvert enkelt tilfælde at der foretages en række overvejelser for at sikre at:

- der opnås en kvalitetsmæssig tilfredsstillende forbehandling
- der ikke skabes et nyt miljøproblem i form af store mængder affald og spildevand
- ressourceforbruget, dvs. energi-, kemikalie- og vandforbruget bliver mindst mulig.

I afsnittet beskrives opstart og drift af et forbehandlingsanlæg - jernfosfatering - med henblik på vurdering af:

- den opnåede tekniske kvalitet
- miljøbelastningen, i form af affald og spildevand
- indgående ressourcer
- investerings- og driftsomkostninger
- driftsforhold.

Det aktuelle anlæg er projekteret med henblik på at minimere miljøbelastningen og ressourceforbruget.

Vurderingen sker med reference til dels virksomhedens tidligere forbehandlingsanlæg, dels et traditionelt fosfateringsanlæg.

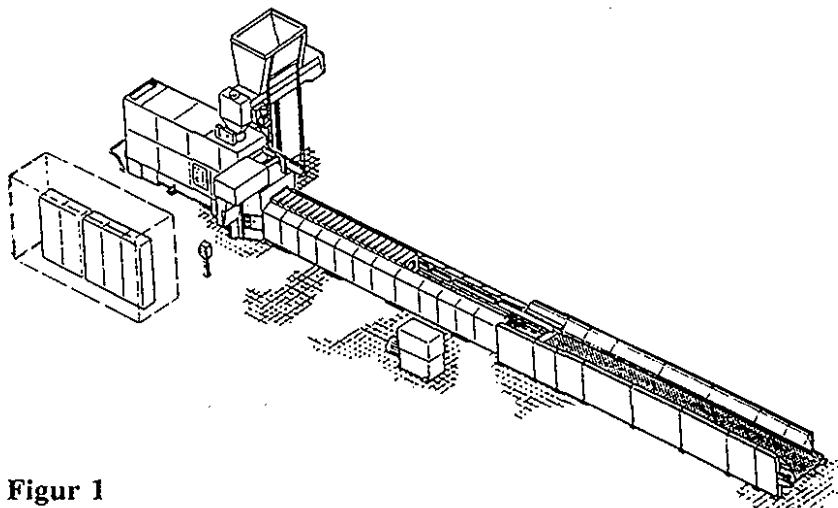
Samtidig erstattes anvendelse af opløsningsmiddelholdige malinger med pulvermaling. De miljømæssige konsekvenser af denne substitution indgår ikke i beskrivelsen. Den opnåede kvalitet af den nye overfladebehandling i forhold til den tidligere, vil blive bedømt.

Rapporten kan således anvendes som "opskrift" for andre jernindustrielle virksomheder med overfladebehandling.

Demonstrationsprojektet gennemført i et samarbejde med virksomhed, kemikalie- og anlægslieferandør.

8.2 Beskrivelse af virksomheden, DISA

DISA er en jernindustriel virksomhed der producerer automatiske forme- og støbemaskiner.



Figur 1

Virksomheden blev startet i 1900 og har i dag en omsætning på ca. 450 mill. kr. og 500-600 ansatte.

I overfladebehandlingsafdelingen var ved projektets start ansat 7 medarbejdere.

Den tidligere overfladebehandling bestod i affedtning med trichlorethylen/eventuelt zinkfosfatering og påføring af 2 lag opløsningsmiddelholdig maling.

De anvendte kulører er blå, sort, hvid, gul, orange og rød. Blå er hovedfarven og udgør omkring 90% af produktionen.

DISA ønskede af miljømæssige årsager at overgå til en anden overfladebehandling.

Der blev indhentet tilbud på anlæg til jernfosfatering og pulverlakering og DISA valgte ud fra virksomhedens behov, type af anlæg og leverandør.

Tilbuddet forelå før nærværende projekt blev igangsat og bestod på forbehandlingssiden af et tre-trins jernfosfateringsanlæg:

- affedtning/jernfosfatering
- skylning
- chromatskylning

I forbindelse med DISA's medvirken i demonstrationsprojektet blev forbehandlingsanlægget ændret, jvf. senere beskrivelse.

Anlæggets kapacitet m.v. undergik ingen ændringer.

8.3 Emner

En nødvendig forudsætning for at overgå til ny forbehandling er at have kendskab til:

- emneudformning og størrelse
- produktionsvoluminen
- materialesammensætninger.

Oplysninger om emneudformning og størrelse skal anvendes til at finde frem til:

- de største emner der skal kunne behandles i anlægget,
- den bedste anlægstype for rensning af emnerne.

Produktionsvoluminet skal anvendes til at vurdere, dels hvorledes emnerne skal håndteres, dels kapacitetsbehov.

Materialeoplysningerne anvendes til vurdering af hvilke affedtningsmidler der kan anvendes uden skadevirkning på underlaget.

Emneudformning og størrelse

En egentlig analyse af virksomhedens produktsortiment efter form, f.eks. ved en gennemgang af produktspecifikationer, tegninger etc., ville være alt for omkostningskrævende i forhold til det opnåede resultat og dets anvendelse.

For at skaffe det fornødne materiale over produkternes fordeling efter form, blev lageret gennemgået for malede emner. Disse blev så anvendt som grundlag for en analyse.

Analysen var derfor et øjebliksbillede af forholdene den 25. oktober 1988, hvor optællingen fandt sted. Det var dog virksomhedens skøn, at lagersituationen var normal den pågældende dag.

Analysen blev udført på grundlag af en gennemgang af lageret, hvor emnerne blev optalt og fordelt i 7 formgrupper.

Der blev optalt 1493 emner. Ud over disse var der 300 emner, der ikke blev medtaget, da de efter virksomhedens skøn ikke var lagerført efter normale regler.

De 1493 emner skønnes at omfatte 90% af de emnetyper der skal affedtes og males på det nye anlæg.

Beskrivelsen af emnerne i de enkelte formgrupper er baseret på udformninger, der kan påvirke procesparametrene. Dimensionsangivelserne er ikke nøjagtigere end nødvendigt for at overholde de proces tekniske krav til anlægudformning og styring.

Emneopdeling efter form	
Gruppe/type	%-fordeling
1. Afdækninger	15,0
2. Gitterrammer	24,4
3. Skinner	10,8
4. □-profiler	13,3
5. L-,U- og svejste profiler*	21,8
6. "Kasser"	1,5
7. Svært gods af profiler	3,2
Øvrige emner	10,0

*Emneopdeling efter form	
Gruppe/type	%-fordeling
5.1 L-profiler	11,9
5.2 U-profiler	6,2
5.3 Svejste profiler	3,7

Gruppe 1

Afdækninger



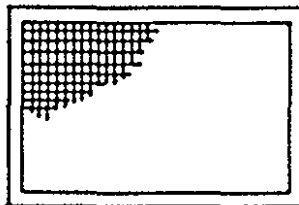
B= 1000→1500 mm

L= 1000→1500 mm

t= 1→1,5 mm

Gruppe 2

Gitterrammer



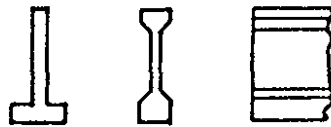
B= 1000→1500 mm

L= 1000→2500 mm

t= 3→5 mm (profil)

Gruppe 3

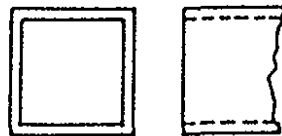
Skinner



H= 150→200 mm
L= 1500→2500 mm
t= 10→30 mm

Gruppe 4

□-profiler



H= 100→150 mm
B= 100→150 mm
L= 1500→2500
t= 6→8 mm

Gruppe 5

L-profiler



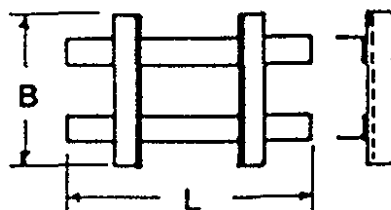
60x60→125x125 mm
L= 1000→2500 mm
t= 6→8 mm

U-profiler



H= 60 mm
B= 120 mm
L= 1000→2000 mm

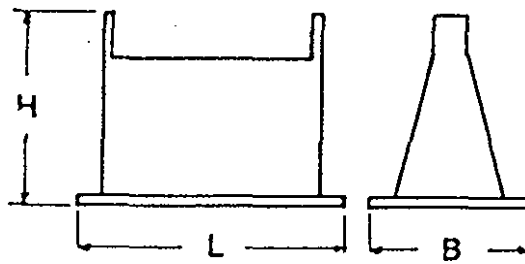
Svejste profiler



B= 1200 mm
L= 1500 mm
t= 6→8 mm

Gruppe 6

"Kasser"



H= 800 mm

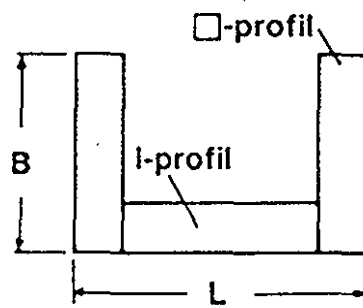
B= 600 mm

L= 1000 mm

t= 12→15 mm

Gruppe 7

Svært gods af profiler



B= 1500 mm

L= 2000 mm

t= 12 mm

Material sammensætning

Materialerne, der skal forbehandles:

- støbegods
- varmvalset stål (slyngrenset)
- koldvalset stål.

Produktionsvolumen

Produktionsmængden kan udtrykkes på forskellig vis. Her er valgt det samlede areal, der skal males, udtrykt ved m²/år. Hvilket udtryk for produktionsmængden man vælger er i høj grad et spørgsmål om "hvad der er tilstrækkeligt godt" til at de rigtige beslutninger kan tages.

Grundlaget for beregningen er følgende indsamlede data:

- Årsforbruget af maling for 1987 blev oplyst til: 6700 l, heraf 50% opløsningsmiddel
- Det skønnes at udnyttelsesgraden er 60%, resten er forbi-sprøjt
- Malings lagtykkelse er i gennemsnit 60 µm
- Det skønnes at 25% af virksomhedens malearbejde er udført hos underleverandører i 1987.

På basis af disse oplysninger vil det antal m², der skal males om året blive:

$$(6700 \text{ l maling pr. år} \times 0,6/2 \times 4/3): 0,060 \sim 45.000 \text{ m}^2$$

8.4 Forekommende forureninger

Køle-/smøremidler

De forureninger, der kan forekomme på emnernes overflader er hovedsagelig rester fra de væsker, der anvendes ved bearbejdningen af emnerne. Ud over væskeresterne vil almindeligt forekommende støv og snavs kunne optræde på overfladerne.

Følgende køle-/smøremidler anvendes ved bearbejdningsprocesserne:

- Ferma S.
- Ferma U.
- Synol
- Synol, m/antiphosfinadditiv (f.eks. Cu-kompleks)
- Genol
- Genol P.

Alle ovennævnte produkter blev forhandlet af Kemisk Værk, Køge.

Castrol leverer et produkt af samme type som Synol:

- Syntilo R.

Af samme type leverer firma Fuchs + Sidal produktet:

- Blasocut 2000

Rensemiddel

Der tilsættes et resemiddel, til køle-/smøremidlet, de sidste driftstimer før væsken skal skiftes:

- Biorens

Endelig vil der kunne forekomme rester af rengøringsmidler fra maskinrengøring:

- Maskinrengøring.

Ovennævnte midler blev forhandlet af Kemisk Værk, Køge.

Skæreolier

Ud over de omtalte ks-midler, anvendes der en "skæreolie" fra Rigid i forbindelse med rørskæring. Olien er en svovlet og kloreret mineralolie:

- Rigid

Midlertidig rustbeskyttelse

Nogle ubehandlede emner der lægges på lager beskyttes forinden med:

- Tectyl

Opdeling af midlerne, jvf. afsnit 4

Fuldsyntetiske midler:

- Ferma S, Ferma U, Genol, Genol P (pasta) Biorens

Halvsyntetiske midler:

- Synol, Synol m/antiphosphinadditiv
- Syntilo R, Blasocut 2000 Maskinrengøring

Mineralsk olie:

- Rigid

I bilag 2 er angivet en oversigt over indholdet i de forskellige midler.

Rustbeskyttende olie

Langt den største del af emnerne (de største overfladearealer), er emner der ikke forurenes med køle-/smøremidler. Der vil således kun findes rester af de ovenstående midler på omkring 30% af det samlede overfladeareal, der skal renses.

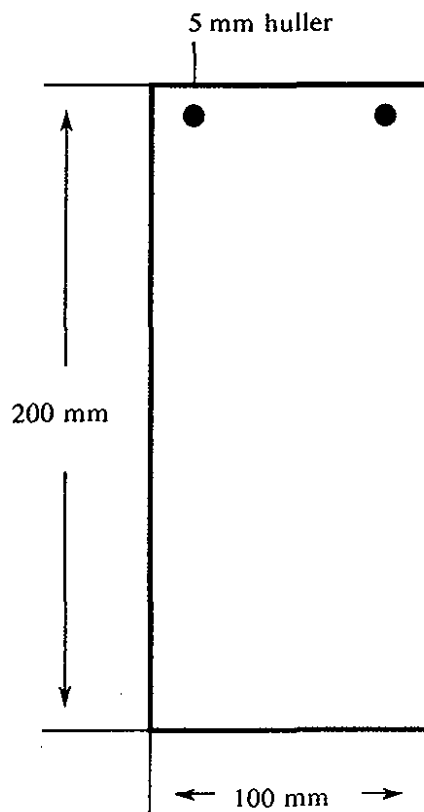
Af de resterende 70%, vil koldtvalsede plader, der leveres fra værk være konserverede med en rustbeskyttende olie.

Den rusthindrende olie fra de koldtvalsede plader må anses at give det betydeligste bidrag til forureningen af affedtningsbadet.

8.5 Prøveemner til kvalitetsbedømmelse

I forbindelse med projektets gennemførelse blev der fremstillet prøveemner af koldtvalset stål til laboratorieundersøgelser.

En skitse af prøveemnet er anført på næste side.



Stålplade $t = 1,5 \text{ mm}$

Testemnet er udformet, således at en række standardiserede tests kan udføres.

En vurdering af anlæggets evne til at forbehandle komplicerede emneudformninger kan ikke foretages på disse emner, men vil blive vurderet på de aktuelle emner.

Emnerne blev inden overfladebehandling, ud over rustbeskyttelsesolien, forurenet med én af de 2 hovedtyper af anvendte smøremidler:

- a. Et halvsyntetisk køle-/smøremiddel, Synol
- b. En mineralolie, Rigid.

Dette blev udført ved at neddykke emnet i smøremidlet med efterfølgende afdrypning.

Følgende analyser blev udført:

1. Bestemmelse af olie/fedt mængde på ubehandlet emne ved IR-analyse. Beskrivelse af metode i bilag 6.
2. Bestemmelse af olie/fedt mængde på forbehandlet emne ved IR-analyse.
3. Bestemmelse af følgende på malebehandlede emner:
 - lagtykkelse, DS/ISO 2808

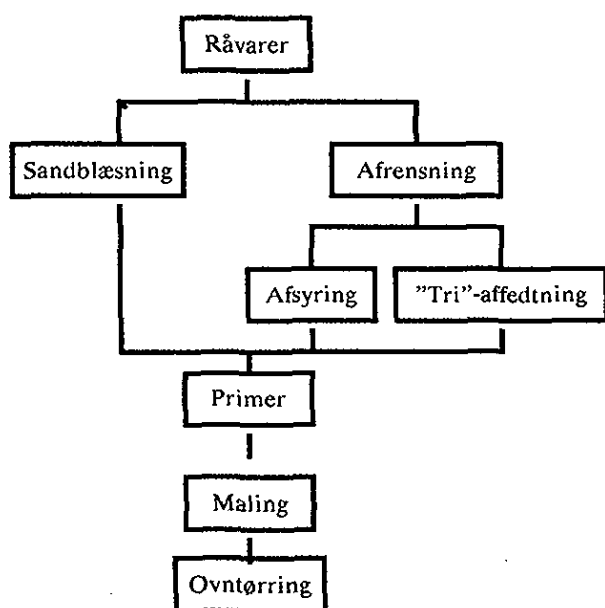
- slagfasthed, ASTM D 2794-69, 1974
- bøjeprobe, ASTM D 522-85
- bedømmelse af vedhæftning, DS/ISO 2409 efter kogetest, 2 timer i demineraliseret vand
- bedømmelse af rust- og blæredannelse, DS/ISO 4628 efter saltågetest, 336 timer, ASTM B117.

8.6 DISA's hidtidige overfladebehandling

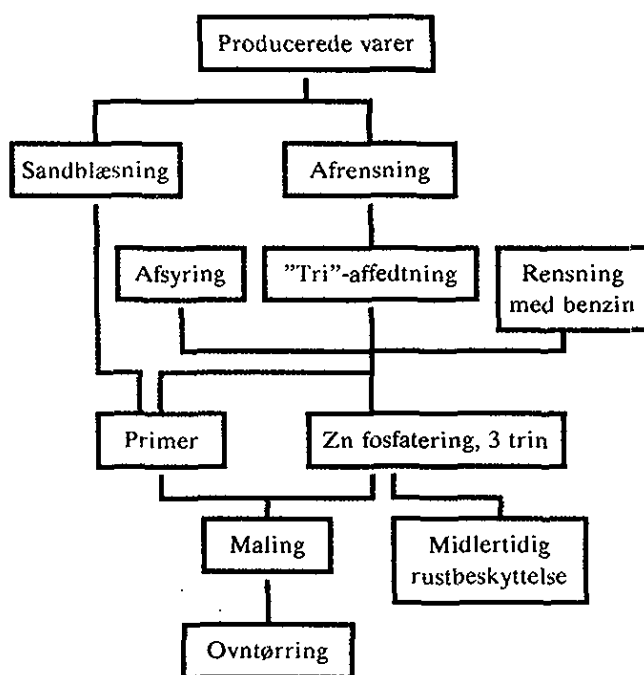
Procesforløb

Det hidtidige procesforløb beskrives med henblik på at kunne foretage en teknisk, økonomisk og miljømæssig sammenligning med det nye anlæg.

Nedenfor er skitseret flowdiagrammer for såvel råvarer som bearbejdede emner.



Flow for råvarer



Flow for bearbejdede emner

Zinkfosfateringsprocessen vil ikke blive beskrevet i nærværende rapport.

Tri-anlægget indgik i råmaterialestrømmen, hvor råmaterialerne i form af støbegods og udbrændte emner blev beskyttet ved maling.

For de producerede varer, som både kunne komme fra underleverandører og fra egne værksteder indgik tri-anlægget i langt de fleste tilfælde i forbindelse med affedtning før maling eller affedtning før behandling med rustbeskyttende olie inden lagring.

De fleste emner fra produktionen blev ført direkte til "tri"-karret hvor de blev affedtning. Efter affedtningen blev emnerne ført til zinkfosfatering med efterfølgende skylning i skyllekar. Efter skyllingen førtes emnerne til "tri"-karret hvor de blev tørret inden malebehandling.

De emner, der ikke blev zinkfosfateret, blev aftørret efter trirensningen for fastsiddende kulstøv med rene klude, inden maling. Denne procedure var nødvendig, på trods af skylle-

mulighed på anlægget, hvis malingen skulle hæfte på emnerne.

Drifttemperaturen på "tri"-badet var 90°C.

Anlægsbeskrivelse for triaffedtning

Affedtningsanlægget var et dampaffedtningsanlæg med følgende data:

Leverandør:	Uddeholm International A/S
Type:	S66300
Effekt:	40,5 kW
Volumen:	300 l
Affedtningsmiddel:	Trichlorethylen
Randudsugning:	2.280 m ³ /h
Bredde/længde:	850 × 2.500 mm
Damphøjde:	ca. 900 mm

Anlægget havde punktudsugning med afkast til det fri.

Driftsforhold

Ventilation, rand- og punktudsugning virkede efter hensigten, idet der ikke var nogen lugt af trichlorethylen i rummet hvor anlægget var placeret.

En egentlig udskiftning af karrets indhold af "tri" fandt ikke sted. Oprensning af karret blev foretaget ca. 2 gange årligt, hvor sedimenterede partikler blev fjernet som slam.

Transporten af de affedtede emner der skulle malebehandles foregik på pallevogne.

Miljøforhold

Internt miljø

Det interne miljø omkring "tri"-anlægget var præget af dampe fra anlægget. Anlæggets udformning med randudsugningen på karret og punktudsugningen over karret sikrede, at grænseværdierne for "tri" i luften må antages at være overholdt.

Der blev ikke udført arbejds-hygieniske målinger (GV-målinger) i forbindelse med anlægget, men som kontrol i forbindelse med den nuværende anlægsudformning er der taget blodprøver på arbejderne, der viste at indhold af trichloreddikesyre var lavt.

Eksternt miljø

Det årlige forbrug af "tri" er oplyst til 8.000 l, svarende til ca. 12 tons/år.

Anlægget blev rensat to gange om året for sit indhold af "slam". "Tri"-indholdet i anlægget var 300 l. Skønnes halvdelen at være slam på udskiftningstidspunktet, giver det en årlig afleveringsmængde på $2 \times 150 \text{ l} = 300 \text{ l} \sim 450 \text{ kg}$ (baseret på trichlorethylens vægtfylde).

Den årligt tilførte mængde trichlorethylen til det ydre miljø, via afkastet var således 7.700 l eller 11.650 kg.

"Tri"-dampene blev tilført det ydre miljø via et ca. 8 m højt afkast (målt over tag) med jethætte.

Kvalitet

Egen kontrol

Der forelå ingen specifikation for krav om renhed på de affedtede emner og der blev ej heller foretaget egentlige kontrolforanstaltninger.

Emnerne blev visuelt bedømt.

Efter maling blev emnerne ligeledes kun visuelt bedømt.

Prøveemner

Resultaterne af laboratorieundersøgelserne fremgår af bilag 5.

Økonomi

De årlige driftsomkostninger fordelte sig som følger:

Indkøbt "tri": 8.000 l ~

12.000 kg af kr. 5,50 kr. 66.000,-

Rengøring, vedligeholdelse m.v. kr. 6.000,-

Bortskaffelsesomkostninger kr. 2.000,-

Energiomkostninger, nominel kap.

40,5 kW. Forbrug $40,5 \text{ kW} \times 0,6 \times 1800 \text{ timer} = 43.740 \text{ kW/år}$, med en elpris på 0,35 kr./kW giver det

kr. 15.309,-

Energiomkostninger til ventilation fordeler sig på dels randudsugningen og dels punktudsugningen.

Omkostningerne til ventilation $5 \text{ kW} \times 1800 \times 0,35$

kr. 3.150,-

Samlede årlige driftsomkostninger kr. 92.459,-

Dette giver en årlig omkostning på

$$\frac{92.459}{33.750} \text{ kr./m}^2 = 2,75 \text{ kr./m}^2$$

Der er ikke i dette beløb medtaget lønomkostningerne til selve affedtningen.

Ved udskiftning/fjernelse af anlægget skønnes skrotprisen ikke at kunne dække omkostningerne ved nedtagning af anlægget samt renovering af bygningen. Skønnede omkostninger ved nedtagning af anlægget: kr. 25.000,-.

8.7 Ny overfladebehandling

Overvejelser i forbindelse med ny proces

I forbindelse med overgang til ny overfladebehandling havde virksomheden følgende krav:

- rimelig korrosionsbeskyttelse
- god mekanisk robusthed
- pænt udseende.

Virksomheden havde ingen kvantificerede krav, men havde inden projektets iværksættelse som tidligere omtalt, valgt at jernfosfatere og pulverlakere emnerne.

Emneudformning

De forekomne emneudformninger og -størrelser anses, med få ændringer, f.eks. etablering af dræn på enkelte typer, alle at være egnede til en sprøjteproces, hvor emnerne ophænges på conveyer.

Forureninger

De forekomne forureninger på emnerne er alle kendte produkter som efter kemikalieleverandørens opfattelse ikke vil være vanskelige at fjerne med en jernfosfatering.

Mængden af forureninger på emnerne må betegnes som værende lille og derfor ikke kræve særlige rensningsforanstaltninger, f.eks. en forudgående alkalisk affedtnings-

Levetiden for badet kan ikke forudses, idet forskellige af de indgående forureninger kan have betydning for rengørings-effekt, herunder bl.a. mineralolie og emulgatorer fra køle-/smøremidlerne.

Valg af forbehandling

Forbehandlingen var som tidligere nævnt valgt at være en jernfosfatering. Udgangspunktet ved valg af kemikalier og anlæg er, at processen ønskes optimeret, således at de miljømæssige konsekvenser, dvs. at dels affald fra affedtnings-/fosfateringsbadet bliver mindst muligt, dels at udslip af spildevand bliver minimeret.

Samtidig søges energiforbruget reduceret.

Det er naturligvis en forudsætning at kvaliteten af jernfosfateringen ved processen bliver lige så høj som ved anvendelse af en traditionel proces.

De merinvesteringer der kommer til at indgå på grund af miljø- og energimæssige forhold vil blive vurderet i forhold til nuværende priser og eventuelle senere prisstigninger på såvel vand, affald som energi, jvf. afsnit 8.10.

Kemikalier

De behandlede emner skal efter pulverlakering kunne opná de stillede krav til rimelig korrosionsbeskyttelse (korrosionsklasse 2) og mekanisk robusthed.

Der er valgt en kemikaliesammensætning i 1. trin som giver en kombineret affedtnings/jernfosfatering af ståloverfladen.

Efter denne proces foretages skylning i demineraliseret vand - uden passivering (se i øvrigt næste afsnit).

Blandingen består af:

1. Fosfateringskemikalie

- fosfater
- zink
- nitrat
- kompleksbindere
- uorganisk accelerator
- Cr^{3+} -forbindelse (<1%)
- kompleks flourid

2. pH-regulator

- fosforsyre
- natriumsalt af nitrobenzensulfonsyre

3. Affedter

- bionedbrydeligt tensid

Kemikalieleverandør er Gruhn Kemi A/S.

Kopi af datablade er anført i bilag 3.

Opgivne data

Koncentration:	3% fosfateringsvæske 0,1% affedter pH regulator, efter behov Kemikalierne er flydende på grund af at doseringen skal foregå automatisk
Temperatur:	35-65°C
Behandlingstid:	1-4 min.

pH: 4,5-5,2
Dysetryk: 1,5-2,5 ato.

Som udgangspunkt vælges den lavest mulige temperatur, 35°C.

Anlæg

Anlægsleverandør er Aabo Maleanlæg A/S.

Med udgangspunkt i kravene om minimering af vandforbrug og udslip af kemikalier er anlægget opbygget af 4 trin mod normalt 3, idet der indføres et såkaldt spareskyl. Anlægget benævnes i det følgende for "miljøanlæg".

Skitse af fosfateringsanlægget (og det totale pulveranlæg) er anført i bilag 4 og funktionen kan beskrives som følger:

Funktion

Trin 1 er et kombineret affedtnings- og jernfosfateringstrin, og trin 2-4 er skylletrin, der arbejder efter modstrømsprincippet. Vandet doseres til trin 4 fra et demineraliseringsanlæg.

Trin 1 har et vist vandbehov på grund af fordampning og emnernes vandoverførsel til trin 2. Vandbehovet erstattes af kontinuerlig returføring af vand fra trin 2, der sker gennem en skylleraise, der er indtegnet stiple.

Alle kar er på samme måde udført med en efterskylleraise, der får vand fra det efterfølgende trin betjent af magnetventil A. Disse efterskylleraiser betyder en skylning af produktet til slut i et trin med mindre forurenede vandoverførsel til det efterfølgende trins vand. Disse efterskylleraiser indstilles til f.eks. 80-90% af trinenes totale vandbehov for at sikre, at ingen kar "løber over".

Ved et sporadisk ekstra vandbehov i et trin bliver trinnet forsynet med ekstra vand fra det efterfølgende kar gennem en skylleraise som vist i forbindelse med magnetventil B.

Magnetventilerne A og B styres af det foranliggende trins niveauregulator.

Trin 2 er det eneste af anlæggets trin, der har overløb til kloak.

Trin 3 og 4 er henholdsvis spareskylle- og kvalitetsskylletrin.

Ud over et fosfateringsanlægs 2 normale afsugninger fra enderne, er der indført en ekstra afsugning mellem trin 1 og trin 2 for at undgå, at trin 1's varmedampe overføres til trin 2 og opvarmer dette, da et af anlæggets kritiske parametre er at holde trin 2's temperatur nede under ca. 30°C for at undgå nyrust på overfladerne.

Måle- og reguleringsudstyr

Trinene er forsynet med følgende måle- og reguleringsudstyr:

Trin 1

Automatisk kemikaliedosering gennem 3 stk. doseringspumper, der styres af pH- og ledningsevne (µS) målesonder.

Temperaturregulering - Pt - for styring af badets temperatur

En niveauregulering - N.

En olieskimmer - S - for at formindske olieindholdet i trinnet og dermed forlænge badets levetid.

Trin 2

pH-målesonde for sikring af at badet opfylder kravet til en pH-værdi for udledning af vandet til kloak.

Temperaturmåling - Pt - for sikring af at badets temperatur ikke overstiger en tilladelig temperatur. Temperaturen er sat til max. 30°C for at undgå nyrustdannelse på den rensede overflade.

Overstiger badets kvalitet disse fastlagte grænser, vil det øjeblikkeligt blive justeret ved ekstra vandoverførsel fra trin 3.

Trin 4

Ledningsevнемåler til sikring af at trin 4 altid arbejder med vand med et lavt saltindhold.

Overstiger værdien den fastsatte grænse, åbnes magnetventil B mellem trin 2 og 3, og en vandoverførsel mellem trinene 2-3-4 vil ske, idet det overskydende vand i trin 2 vil løbe til afløb.

Samtidig ledes nyt vand fra demineraliseringsanlægget til trin 4, og når μS -værdien i trin 4 er indenfor det fastsatte område, stoppes processen automatisk.

Alle trin

Der er indført 4 vandmålere - M - i systemet for at registrere vandforbruget i de enkelte trin.

Differencen mellem målerne mellem trin 1 og 2 og trin 2 og 3 indikerer anlæggets afløbsmængde, dog skal der tages hensyn til den aktuelle fordampling fra karrene.

styring og registrering

Til at styre og registrere ovennævnte procesforløb anvendes en PC/PLC-styring, idet anlægget styres af en PLC, der kommunikerer med en PC som overordnet styre- og registreringsmodul.

Kopi af udskrift af menu m.v. for styring findes i bilag 5.

Følgende registreringer og styringer er inkluderet:

Udsugningsventilator

Registrering af drifttid på 3 stk. udsugningsventilatorer på forbehandlingsanlægget.

Denne registrering anvendes ved sammentælling af kubikmeter luft, som passerer ud af anlægget.

Driftsforhold

Opvarmningstid og drifttid registreres.

Data kan gemmes med henblik på beregning af bl.a. driftomkostninger.

Kar 1

- a. Registrering af gasforbrug
- b. Registrering af kemikalieforbrug på 3 stk. pumper
- c. Registrering af ledningsevne samt pH-værdi, samt alarmindikering, hvis disse værdier er uden for de i PC'en indtastede grænser
- d. Registrering af tilført vand fra kar 2 til kar 1.
Denne registrering foregår ved, at vandforbrug summeres op, når en af de 2 ventiler er åbne.

Kar 2

- a. Styring af pH-værdi ved hjælp af tilført vand fra kar 3 (under setværdi åbner en ventil med vand fra kar 3 til kar 2).
- b. Registrering af temperatur. Ved en for høj temperatur åbnes ventil med vandoverførsel fra kar 3 til kar 2
- c. Registrering af tilført vand fra kar 3 til kar 2.
Denne registrering foregår ved, at vandforbrug summeres op, når en af de 2 ventiler er åbne.

Kar 3

- a. Registrering af tilført vand fra kar 4 til kar 3.
Denne registrering foregår ved, at vandforbrug summeres op, når en af de 2 ventiler er åbne.

- a. Registrering af ledningsevne i kar 4. Denne værdi anvendes til at styre overførsel af vand fra kar 3 til kar 2
- b. Registrering af tilført vand fra demineraliseringsanlæg til kar 4.
Denne registrering foregår ved, at vandforbrug summeres op, når en af de 2 ventiler er åbne.

8.8 Indkøring og drift

Opstarten af anlægget skete primo august 1989. I det følgende findes en kort omtale af de tekniske indkøringsproblemer i opstartsfasen.

Data for anlæg og badsammensætning fremgår af bilag 4.

Efter 2 uger

I løbet af de første 2 uger var anlægget "køreklart" og produktionen i gang.

Kvalitet af forbehandling

Emner syntes ifølge kemikalieleverandøren at være tilfredsstillende ud fra en visuel bedømmelse.

Kemikaliesammensætning blev kontrolleret, og lednings-evnemålere justeret.

Prøveplader blev overfladebehandlet.

Resultatet fremgår af bilag.

Anlægget

Anlægget fungerede i princippet. Der var et for stort vandforbrug og alarmen satte i gang meget ofte, hvilket blev ændret.

Styring

Styringen fungerede ikke fuldt ud, men opsamling af visse typer data, f.eks. ressourceforbrug og drifttid blev opsamlet.

Efter 2 mdr.

Anlæg og styring fungerede, med undtagelser som anført nedenfor.

Kvalitet af forbehandling

Der opstod nyrust på emnerne, hvilket viste sig at være forårsaget af for lav conveyorbastighed.

På støbegods forekom ligeledes nyrust, hvilket skyldtes for lav pH-værdi i kar 1.

Der kunne blive tale om ændring af kemikaliesammensætningen, idet den anvendte er meget følsom overfor ændringer i procestiderne.

Prøveplader blev overfladebehandlet.

Resultatet fremgår af bilag.

Anlægget

Vandforbruget var højere end først antaget, idet lav pH i kar 2 udløste vand fra kar 3. Årsagerne til lav pH-værdi skyldes dels lav pH-værdi i kar 1, dels at det demineraliserede skyllevand har meget lidt bufferkapacitet (manglende kalkindhold), hvorfor overslæb af små mængder surt vand fra kar 1 registreres som en "svær forurening".

Overslæbet søgtes minimeret med opsætning af gardiner mellem kar 1 og kar 2. pH-værdien i kar 1 blev sat op ved anvendelse af højere koncentration af fosfateringskemikalie og mindre tilsætning af pH-reguleringsmiddel. Dette hjalp på problemet med nyrust på støbejernet.

Olieskimmeren havde tilsyneladende endnu ikke skilt større mængder olie fra.

<i>Styring</i>	Styringen fungerede tilfredsstillende. Der er løbende foretaget så mange justeringer på anlægget at egentlig dataopsamling ikke var relevant på det tidspunkt.
<i>Efter 8 mdr.</i>	
<i>Kvalitet af forbehandlingen</i>	Efter justeringerne i kar 1 syntes forbehandlingen at fungere tilfredsstillende. Det viste sig nødvendigt at lave afløbshuller ved en del af emnetyperne. Ved samlinger med punktsvejsninger var der svære problemer med rustudsivning. Enkelte emner er ikke helt tørre efter gennemløb i vand-tørreovn på grund af konstruktionsudformningen. Prøveplader blev overfladebehandlet. Resultatet fremgår af bilag. Salttågekammereksposeringen indikerer at affedtningen/fosfateringen af de mineralolieforurenede plader ikke er så effektiv. Årsagen hertil var at pH i bad er for høj. Denne blev derfor sænket.
<i>Anlægget</i>	Anlægget havde med mindre justeringer fungeret tilfredsstillende. Der er ikke under normale driftforhold registreret udløb af vand var kar 2 (opsamles i beholder). Renheden i sidste skylletrin måles som omtalt ved ledningsevnen, blev efter 8 mdrs. drift registreret til 30 µS/m. Ledningsevnen af det tilledte demineraliserede vand er 20 µS/m. Det viste sig nødvendigt at erstatte "Tectyl" med et andet rusthindrende produkt som lod sig fjerne i forbehandlingen. Der blev valgt 2 produkter: Ferma Petrocor (Kemisk Værk) og Rust Veto 4214 HFAF, som begge er korrosionsbeskyttende midler der indeholder mineralolie, højt kogende petroleum, metalsalte af sulphonylsyre og carboxylsyre samt non-ionisk tensid.
<i>Styring</i>	Styringen havde i princippet fungeret tilfredsstillende. Dataopsamling fandt løbende sted i et halvt år.

8.9 Ressource- og miljøforhold

<i>Beregningsforudsætninger for ressourceforbrug</i>	De i det følgende opgivne forbrug er baseret på opsamling af måleresultater fra 6 måneders kørsel. Årsforbruget er beregnet ved ekstrapolering til 11 mdr., idet sommerferien dækker den sidste måned. Anlægget var ikke fuldt udnyttet på daværende tidspunkt. For at få et indtryk af forbruget under fuld belastning, er der udført produktion over 6 timer, hvor procesparametrene er registreret løbende. Værdierne for en sådan kørsel kan, som en følge af den korte produktionstid, kun afdække væsentlige afvigelser. Ud over produktionskørselen blev der kørt to én-dages forsøg ved tomgang, for at få fastlagt grundforbruget på anlægget. De to forsøg er kørt ved normaltemperatur på fosfateringsbadet på 35°C, samt en forhøjet badtemperatur på 50°C.
<i>Prøvekørsler</i>	Prøvekørslerne har omfattet følgende driftssituationer: 1. Ved produktion over 6 timer, med en badtemperatur på 35°C

2. Kørsel uden emner over 4 timer, med en badtemperatur på 35°C
3. Kørsel uden emner over 4 timer, med en badtemperatur på 50°C.

Resultater

Ad 1

Situationsbeskrivelse

Anlægget blev fyldt op med 6 timers produktion. Produktionen var en blandingsproduktion med relativt mange små emner. Emnerne blev pladeret med den optimale tæthed, svarende til 100% udnyttelse af conveyormeterne.

Måleresultater

Måleperiode: 5. marts 1990, kl. 8.00 - 14.00

Antal conveyormetre: 469 m

Antal m² behandlet areal: 130 m², opmålt.

Forbrug

Energi

Opvarmning morgen ¹	4.200 m ³
Drift (m ³ /h) gasforbrug	4,650 m ³ /h
Pumper pr. time ²	15,00 kW
Udsugning pr. time ³	7,65 kW

Vandforbrug ⁴

	l
Fosfateringskar	74
1. skyllekar	103
2. skyllekar	126
3. skyllekar	138

Kemikalieforbrug ⁵

	l/h
Pumpe 1 (pH-reg.)	0,02
Pumpe 2 (fosfat.)	0,10
Pumpe 3 (tensid)	0,03

Ad 2**Situationsbeskrivelse**

Conveyor afbrudt, alle øvrige funktioner i drift.

Kørselen er uden emner og har til formål at registrere "tomgangsforbruget" på anlægget. Temperatur i fosfatbadet: 35°C (normaltemp.).

Måleresultater

Måleperiode: 6. marts 1990, kl. 7.00 - 11.00

Antal conveyormetre: 0

Antal m² behandlet areal: 0

Forbrug**Energi**

Opvarmning morgen ¹	3.913 m ³
Drift (m ³ /h) gasforbrug	4,006 m ³ /h
Pumper pr. time ²	15,00 kW
Udsugning pr. time ³	7,65 kW

Vandforbrug ⁴ (ingen udledning)

	l/h
Fosfateringskar	33
1. skyllekar	45
2. skyllekar	44
3. skyllekar	71

Kemikalieforbrug ⁵

	l/h
Pumpe 1 (pH-reg.)	0,01
Pumpe 2 (fosfat.)	0,02
Pumpe 3 (tensid)	0,01

Ad 3**Situationsbeskrivelse**

Conveyor afbrudt, alle øvrige funktioner i drift.

Kørselen er uden emner og har til formål at registrere "tomgangsforbruget" på anlægget, ved en temperatur på 50°C i fosfatbadet.

Måleresultater

Måleperiode: 9. marts 1990, kl. 7.00 - 12.00

Pumper startet kl. 8.00

Antal conveyormetre: 0

Antal m² behandlet areal: 0

Forbrug

Energi

Opvarmning morgen ¹	8.037 m ³
Drift (m ³ /h) gasforbrug	11,051 m ³ /h
Pumper pr. time ²	15,00 kW
Udsugning pr. time ³	7,65 kW

Vandforbrug ⁴

	l/h
Fosfateringskar	134
1. skyllekar	121
2. skyllekar	117
3. skyllekar	126

Kemikalieforbrug

Blev ikke udskrevet.

- 1 Startopvarmningen er trukket fra opvarmningen under drift. Indenfor den første times kørsel er der en sammenblanding af forbrug til opvarmning og til drift.
- 2 & 3 Ved beregningen af forbruget til pumperne og ventilationen er der regnet med en virkningsgrad på 0,75.
- 4 Det målte vandforbrug må tages med et vist forbehold, idet niveaumålerne, der styrer vandtilførslen, på en så kort kørselsperiode vil give mulighed for fejl.
- 5 Det målte kemikalieforbrug er meget lille. De viste tal er afrundede tal, som ikke kan anvendes til beregning af f.eks. årsforbruget.

Beregnete årsforbrug

Fosfaterings- og affedningsdelen-

Kemikalieforbrug

Kemikalieforbruget har været som angivet i nedenstående skema.

Pumpe nr.	Funktion	6 mdr. 1	Pr. år 1
1	pH-regulering	63	116
2	Fosfatering	115	210
3	Tensid	8	15

Vandforbrug

Vandforbruget er målt over hvert enkelt kar via vandmålere.

Kar nr.	6 mdr. m ³	Pr. mdr. m ³	Pr. time l	Pr. år m ³
1	25	4,2	51	46
2	46	7,7	94	84
3	60	10	122	110
4	64	10,7	130	117

Vandmålerne registrerer de vandmængder, der flyttes mellem karrene. Kun den tilførte mængde til kar 4 kommer "udefra", dvs. det samlede forbrug på anlægget er 117 m³ pr. år.

De 117 m³ fordeles på følgende tabsmuligheder:

1. Overslæb med emner til tørreovn
2. Fordampning
3. Aerosoler
4. Evt. overløb fra kar 2 til kloak i forbindelse med uheld eller specielle driftsforhold.

Gasforbrug

Kar 1 er gasopvarmet. Gasforbruget registreres i form af en måling af den tid brænderen kører.

6 måneders brændertid:	152 timer
Forbrug/6mdr.	2.721 m ³ gas
Beregnet forbrug/år:	4.990 m ³ gas

Pumpetid

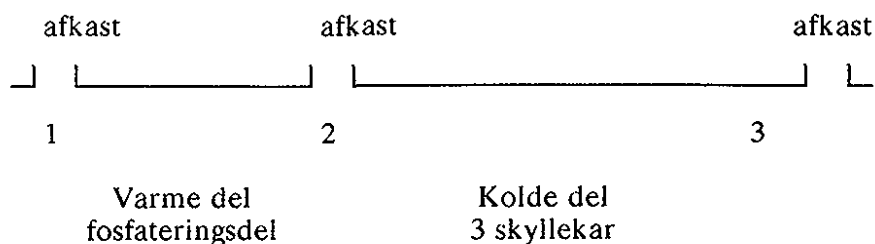
Driftstiden er registreret i form af en registrering af pumpernes køretid.

Fosfateringskarret har 2 pumper, de 3 skyllekar har hver 1 pumpe, dvs. systemet har i alt 5 pumper.

Driftstid pumper: 490 timer (for hver)
Beregnet driftstid/år: 900 timer.

Udsugning

Fosfaterings-skylletunellen har 3 udsugninger, dvs. én mere end normalt for denne type anlæg. Årsagen til dette er som tidligere beskrevet et ønske om at separere den varme og den kolde del af anlægget, således at der ikke kan forekomme en utilsigtet opvarmning af den kolde del (afkast 2).



Gennemsnitlig driftstid/år for ventilatorer: 1.375 h

Udsugning nr.	1	2	3
Køretid timer	782	753	715
m ³ luft	3.325.000	3.100.000	210.000
m ³ pr. år	6.100.000	5.600.000	388.000

Tørreovn

Tørreovnen er ikke omfattet af det indbyggede registrerings-system. Tallene er oplyst af anlægsleverandøren, samt for opvarmningens vedkommende efter den indjusterede brænderindstilling og en vurderet brændetid i forhold til driftstiden på 40%.

Brænderindstilling: 18,6 N/m³
 Brændetid (temp. 110°C) 40%
 Forbrug: 7,44 m³/h
 Opvarmning/drift: 7,5 m³ gas/h
 Ventilation (effekt): 12 kW/h
 Driftstimer: 900 h

Miljøforhold omkring spildevand

I forbindelse med Kapitel 5 godkendelsen af virksomheden, blev der udtaget prøve af kar 2 til analyse for:

- chrom
- zink
- COD
- Olie

Analyserne blev udført af Levnedsmiddelkontrollen I/S i Skovlunde.

Resultaterne fremgår af nedenstående skema.

	Analysemetode	Målt	Tilladelige mængder
Chrom	DS 259-AA	<0,04 mg/l	2 mg/l
Zink	DS 259 og 263	0,90 mg/l	5 mg/l
COD	DS 217	140 mg O ₂ /l	600 mg O ₂ /l
Olie, gravimetrisk	DS/R 208	4,4 mg/l	20 mg/l

Det ses, at de målte værdier ligger langt under de tilladelige.

På baggrund af resultaterne, samt det faktum, at der i princippet ikke udledes noget, blev det aftalt med Herlev Kommune at der med mellemrum blev tilsendt kommunen driftrapporter, i form af udskrifter fra PC'eren til dokumentation for kemikalie- og vandforbrug.

Der synes fra kommunens side ikke at være behov for egentlige analyser, idet forbruget må anses for meget lille.

Den påmonterede olieskimmer har ikke fungeret, idet tensiderne i den aktuelle zone ikke affedter er selvspaltende, hvorfor olien forbliver emulgeret i væsken.

Ifølge kemikalieleverandøren skønnes at badet vil fungere i min. 2 år. Årsagerne til den lange levetid er, dels meget lidt forurenede emner og lille produktionsvolumen, dels at anlægget kun bruger demineraliseret vand.

8.10 Økonomi

Der indgår ikke lønomkostninger i økonomiberegningerne, ud over medgået tid i forbindelse med skift af fosfateringsaffedtningsvæsken 1 gang pr. år.

Når lønomkostningerne ikke indgår direkte i beregningerne er årsagen, at anlægget også omfatter pulverlakeringsanlæg og hærdeovn.

Tidligere var der 7 mand beskæftiget i maleafdelingen, det nye anlæg betjenes af 3,5 mand, dvs. en halvering af arbejdstimerne. Hertil kommer, at der tidligere blev sendt 25% af varerne til underleverandører. Disse males nu også på anlægget.

I økonomiberegningerne er der anvendt de aktuelle satser for energi gældende i december måned 1989. Disse var 1,62 kr./m³ gas og 0,429 kr./kWh.

Prisen på demineraliseret vand er sat til 350 kr./m³. Ved stort forbrug af demineraliseret vand vil m³-prisen kunne sænkes væsentlig ved at installere demineraliseringsanlæg i virksomheden.

Investeringsomkostninger

I nedenstående skema er anført investeringsomkostninger for følgende anlæg:

- a. Traditionelt 3-trins anlæg - jernfosfatering og 2 gange skyl
- b. "Miljø-anlæg", 4-trins anlæg - jernfosfatering og 3 gange skyl
- c. Anlæg B med registreringsudstyr
- d. Anlæg C med PC/PLC styring
- e. Anlæg D med conveyorstop, dvs. PC'erne stopper pumperne når der ingen emner er.

Ved beregning af de årlige omkostninger byggende på følgende forudsætninger:

- Afskrivningsperiode = 14 år
- Renten = 14% ~ udlånsrenten fra bank eller sparekasse ved årsskiftet 1989/90
- Der er anvendt annuitetsmetoden.

Investering	Traditionelt anlæg A 3 trin	"Miljøanlæg" B 4 trin	C 4 trin + reg.	D 4 trin + reg. + PC	E 4 trin + reg. + PC + conveyorstop
Anlægsinvestering	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Ekstra trin		90.000	90.000	90.000	90.000
Autokontrol + dosering			135.000	135.000	135.000
PC/PLC-Styring				45.000	45.000
Conveyorstop					20.000
Tørreovn	275.000	275.000	275.000	275.000	275.000
Ialt	775.000	865.000	1.000.000	1.045.000	1.065.000
Afskrivning og forrentning = Investering × 0,167	129.425	144.455	167.000	174.515	177.855

*Driftsomkostninger pr. år
for nuværende produktions-
volumen*

*Affedtnings- og fosfaterings-
delen*

<i>Kemikaler</i>	pH-reg.	116 l af 19,70:	2.285 kr.
	Fosfatering	210 l af 11,80:	2.478 kr.
	Tensid	15 l af 43,30:	650 kr.
	Ialt	341 l	5.413 kr.

<i>Vandomkostninger Demineraliseret vand</i>	Årsforbrug	117 m ³	
	m ³ pris	350 kr.	
	117 × 350		40.950 kr.

<i>Gasomkostninger</i>	Årsforbrug	4.990 m ³	
	m ³ pris	1,62 kr.	
	4990 × 1,62		8.084 kr.

<i>El-energi, pumper</i>	Driftstid:	900 h	
	5 pumper á 4 kW		
	kWh pris:	0,429 kr.	
	900 × 5 × 4 × 0,75 × 0,429		5.792 kr.

<i>El-energi, ventilation.</i>	Driftstid:	1375 h	
	Effekt:	10,2 kW	
	1375 × 10,2 × 0,75 × 0,429		4.513 kr.

<i>Kemikalieaffald (skift af indhold i kar 1)</i>	Skiftfrekvens	1 × år	
	Skiftetid + kørsel + bortskaffelsesomkostninger samt opblanding af nyt bad (Værdien er sandsynligvis for høj, idet badets levetid er længere)		12.000 kr.
	Omkostninger for fosfateringsdelen		76.752 kr.

Tørreovnen

Er anlægget forsynet med conveyorstop vil dette normalt ikke udkoble tørreovnens varme og ventilation.

Driftstid 900 h
Gasforbrug: $7,5 \text{ m}^3/\text{h} = 6.750 \text{ m}^3/\text{år}$
El, ventilation: $12 \text{ kW/h} = 10.800 \text{ kWh}$

Gasomkostninger	10.935 kr.
Ventilationsomkostninger	4.633 kr.
Tørreovn i alt	15.568 kr.

Det skønnes at virksomheden udnytter ca. 50% af de eksisterende conveyormeter. Beregningerne forudsætter ligeledes, at virksomheden samler produktionen og kører det igennem samlet.

Andre driftsforhold

Beregnete værdier for andre driftsforhold

Ud over beregningen baseret på virksomhedens faktiske belastningssituation er følgende situationer beregnet:

- 1a. Omkostninger ved fuld udnyttelse af anlæggets conveyormeter, dvs. 1800 timers produktion ($\sim 90.000 \text{ m}^2$)
- 1b. Omkostninger ved udnyttelse af anlæggets maksimale kapacitet ($\sim 200.000 \text{ m}^2$)
2. Tomgangskørsel med anlægget, uden emner, ved en badtemperatur på 35°C på fosfaterings-affedtningsbadet.
3. Tomgangskørsel som pkt. 2 men ved badtemperatur på 50°C
4. Tomgangskørsel uden pumperne i drift ved en temperatur på 35°C .

Basis for de fire beregninger er dels målingerne over 6 måneder og dels 3 prøvekørsler, hvor de manglende oplysninger blev registreret.

De fire beregninger skal afklare omkostningerne ved denne type anlæg ved:

- fuld udnyttelse af anlægget ved en badtemperatur på 35°C på affedtningsbadet
- konsekvensen ved at anvende en højere temperatur på affedtningsbadet.

Endelig er foretaget en beregning af driftsomkostninger ved anvendelse af et traditionelt anlæg.

Fuld udnyttelse af conveyormetrene

Ved 1800 timers produktion og badtemperatur 35°C

Kemikalieforbrug	
$5413 \text{ kr.} \times 2$	10.800 kr.
Vandomkostninger (demi.vand)	
$234 \text{ m}^3 \times 350 \text{ kr.}$	81.900 kr.
Gasomkostninger	
Opvarmning: $4,0 \text{ m}^3$ i 230 døgn	1.500 kr.
Drift: $4,65 \times 1800 \times 1,62$	13.650 kr.
El-omkostninger til pumper	

	$15 \times 1800 \times 0,429$	11.580 kr.
	Udsugning: $7,65 \times 1800 \times 1,62$	5.900 kr.
	Kemikalieaffald (skift af kar 1)	12.000 kr.
	Driftsomkostninger for fosfaterings-/affedtningsdelen	<u>137.240 kr.</u>
	Vådtørreovn Gasomkostninger og el til ventilation	31.136 kr.
<i>Tomgang 35°C</i>		
<i>Tomgangskørsel med pumperne i drift</i>	Kemikalieforbrug	0 kr.
	Vandomkostninger (demi. vand) $0,071 \text{ m}^3/\text{h} \times 1800 \times 350$	44.730 kr.
	Gasomkostninger	
	Opvarmning: $4,0 \times 230 \times 1,62$	1.500 kr.
	Drift: $4,0 \times 1800 \times 1,62$	11.600 kr.
	El-omkostninger til pumper (som ved prod.):	11.580 kr.
	Udsugning (som ved prod.):	5.900 kr.
	Driftsomkostninger ved tomgang ved badtemperatur 35°C	<u>75.310 kr.</u>
	Vådtørreovn Gas/el-omkostninger	~ 30.000 kr.
<i>Tomgang 50°C</i>		
<i>Tomgangskørsel med pumper i drift ved 50°C</i>	Kemikalieforbrug	0 kr.
	Vandomkostninger (demi. vand) $0,127 \text{ m}^3 \times 1800 \times 350$	79.400 kr.
	Gasomkostninger	
	Opvarmning skøn: $6,0 \times 230 \times 1,62$	2.240 kr.
	Drift: $11,0 \times 1800 \times 1,62$	32.000 kr.
	El-omkostninger til pumper:	
	Uændret	11.580 kr.
	Ventilation: Uændret	5.900 kr.
	Omkostninger ved badtemperatur 50°C	<u>131.120 kr.</u>
	Vådtørreovn	~ 30.000 kr.
<i>Tomgang ved 35°C, ulpumper i drift</i>	Kemikalieforbrug	0 kr.
	Vandomkostninger	0 kr.
	Gasforbrug	
	Opvarmning, som tidligere Drift: $4,0 \times 0,5 \times 230 \times 1,62$	1.500 kr. 750 kr.

El-omkostninger til pumper:	0 kr.
Ventilation: Uændret	5.900 kr.
Tomgangsomk. u/pumper i drift	<u>8.150 kr.</u>

Vådtørreovn
Gas-/El-forbrug ~ 30.000 kr.

Driftsomkostninger ved fuld udnyttelse af anlæggets kapacitet

Anlægget er af forskellige årsager købt med en vis overkapacitet. Dette bevirker, at tallene kun er korrekte for netop denne virksomhed.

I det efterfølgende er talmaterialet korrigeret, og beregningerne er udført svarende til en fuld udnyttelse af anlæggets kapacitet.

Teoretisk antal m² pr. år er beregnet på basis af følgende:

Conveyorhastighed:	1,5 m/min.
Emnehøjde:	1,0 m
Conveyorudnyttelse	2/3
Antal sider	2

Dette giver et areal på 120 m²/time. Pr. år giver det 1800 × 120 = 216.000 ~ 200.000 m²

*"Miljøanlæg", 4 trin
D_{max}*

Driftsomkostninger:

Demineraliseret vand:	90.000 kr.	
Kontrol (miljøkontrol):	0 kr.	
Kemikalier:	27.000 kr.	
Energi:	40.000 kr.	
Kemikalieaffald, skift af fosfateringsbad 2 × år	<u>24.000 kr.</u>	181.000 kr.

Investeringsomkostninger 175.000 kr.

I alt pr. år 356.000 kr.

Dette giver en m²-pris på: 1,78 kr

*Traditionelt anlæg, 3 trin
A_{max}*

Driftsomkostninger:

Råvand (2 m ³ /h)	54.000 kr.	
Demineraliseret vand: (2 l/m ²)	140.000 kr.	
Kontrol (miljøkontrol):	30.000 kr.	
Kemikalier	30.000 kr.	
Energi	40.000 kr.	
Kemikalieaffald	<u>24.000 kr.</u>	318.000 kr.

Investeringsomkostninger 130.000 kr.

I alt pr. år 448.000 kr.

Dette giver en m²-pris på: 2,24 kr.

Driftsomkostninger for de forskellige anlæg er sammenstillet i følgende skema. I dette skema er ligeledes anført skønnede omkostninger ved et traditionelt anlæg.

Driftsomkostninger beregnet for et traditionelt anlæg og et miljøanlæg, under forskellige driftsbetingelser

Driftsomkostninger	A DISA's prod.	A Max. kap.	D DISA's prod. 35°C	D Fuld belastet conveyor 35°C	D Max. kap.	D Tomgang 35°C	D Tomgang 50°C	D Tomgang 35°C u/pum- per
Kemikalier	~6.000	30.000	5.413	10.800	27.000	0	0	0
Vand	16.200 26.000	54.000 140.000	40.950	86.800	90.000	44.730	79.400	0
Gas Opv. Drift	8.084	40.000	8.084	15.000 13.560	40.000	1.500 11.600	2.240 32.000	1.500 750
El-pumper	5.792		5.792	11.580		11.580	11.580	0
El-ventilation	4.513		4.513	5.900		5.900	5.900	5.900
Kemikalie- affald	12.000	24.000	12.000	12.000	24.000			
Tørreovn	15.568		15.568	31.136		~30.000	~30.000	~30.000
Kontrol	~30.000	~30.000						
Ialt	124.157	318.000	93.320	173.276		105.310	161.120	38.150
Driftsomk. kr./m ²	2,75	1,59	2,10	1,90	0,90			
Omk. incl. investering kr./m ²	5,65	2,24	5,95	3,85	1,78			

9. Litteraturliste

1. Kursuskompedium fra TI/Værkstedsteknik af T. Wanheim og T. Nellenmann
2. Kursuskompedium i Substitution, Arbejds miljøfondet
3. Bonder-Technik 20, Der Einfluss der Stahlblech-Oberfläche auf Phosphatierung und Lackierung, Chemitall
4. Foredrag af Hans Jørgen Gabel, Danfoss A/S
5. IVF resultat 75642, Steen Bertil, Omhändertagende av alkaliska tvättlösningar, innehållande olja
6. IVF resultat 72622. Allvarson Ulf. Kontrolmetoder för bedömning af rengöring af kollvalsad stålplåt före lackering.
7. Jansen Georg, Niedrig-Temperatur-Reinigung, Metalloberfläche 42 (1988)
8. Falderer, Rolf, Umweltfreundliche Metall-reinigung und entfettung, Metalloberfläche 42 (1988)
9. Carl-Gunnar Drougge et al, Rengöring, fosfatering og kromatering som förbehandlingsmetod vid industriel målning af verkstadsprodukter, STF ingenjörers utbildning, 1979
10. Spring Samuel, Industrial Cleaning, Prism Press
11. Brochurer og kataloger m.m. fra leverandører af kemikalier og anlæg
 - Skandinavisk Henkel
 - Gruhn Kemi
 - Aabo Maleanlæg A/S
 - UDD-Inter A/S
 - Demo-udstyr A/S
 - Danfoss A/S
12. Askengren Lars. Teknisk og økonomisk jämførelse av avfettning i tri och vattenbaserade processer, Maj 1989. Foredrag fra tema-dag.

Udvalgte stoffers funktion i alkalisk og sur affedtning

	NaOH + KOH	Na-Car- bonat	Na- Silikat	O-fosfat	Poly- fosfater	Borater	An- ioniske tensider	Noniono- gene tensider
Crack-evne	x x x x	x x	x x (x)	x (x)	(x)	-	-	-
Forsæbnings- kraft	x x x x	x	x x (x)	x (x)	x	-	-	-
Emulgerings- evne	-	-	x x (x)	x	x x	-	x x x x	x x x x
Stabiliserings- evne (smuds- bæreevne)	-	-	x x x	x x	x x x x	-	x x x x	x x x x
Inhibering/ passivering	-	-	x x x	-	-	x x x	-	-
Blødgøring	-	-	-	-	x x x x	x x x	-	-
Befugtningsevne	-	-	-	-	-	-	x x x x	x x x x
Afskyllelighed	-	-	x	x x	x x x	x x	x x x x	x x x x

Kilde: Oversigt udarbejdet af Skandinavisk Henkel A/S

x x x x }
 x x x } Primær funktion

x x }
 x } Sekundær funktion

- Ingen funktion

	Fuldsyntetiske midler					Halvsyntetiske midler				Mineralolie	
	Ferma S	Ferma U	Genol	Genol P	Biorensen	Synol	Synol ap.	Syntilo R	Blasocut 2000	Rigid	
Tensid	Sulfamidcarbonsyre Alkanolaminderivat	Sulfamidcarbonsyre Carboxylsyrederivat	Carboxylsyresalte Alkanolaminderivat Carboxylsyresalte	Alkanolaminderivat		Sulfamidcarbonsyre Alkanolaminderivat Carboxylsyrederivat	Sulfamidcarbonsyre Alkanolaminderivat Carboxylsyrederivat				
Korrosionsinhibitor	Sulfamidcarbonsyre Borsyreforb.	Sulfamidcarbonsyre Borsyreforb.				Sulfamidcarbonsyre Borsyreforb.	Sulfamidcarbonsyre Borsyreforb.				
Smøremiddel	Glycoler	Carboxylsyreestre	Propylenglycol Polyglycoler Estervoks	Estervoks		Hvid mineralolie Carboxylsyreestre	Hvid mineralolie Carboxylsyreestre			Svovlet og chloreret mineralolie	
Emulgator						Ethoxylerede nonio- niske detergenter	Ethoxylerede nonio- niske detergenter				
Phosphindæmper							Kobberkompleks				
Biocid					Isothiazolinonforb.						
Antioxidant			Phosforsyre- estersalte	Phosforsyre- estersalte							

DATA - BLAD

FOR

FERROPHOS Z 2300.

Produkt-Beskrivelse: Ferrophos Z 2300 er et væskeformigt fosfateringskemikalie, baseret på phosphorsyre.

Blandet i vand sammen med en egnet Klensol-affedter, anvendes Ferrophos Z 2300 til i en sprøjteproces at affedte og fosfatere emner af jern, stål og aluminium samt emner belagt med upassiveret zink eller aluzink.

Det ved behandlingen dannede lag, er et med overfladen integreret amorft jern-zink-fosfatlag.

Ferrophos Z 2300 er således sammensat, at det behandlede emne, uden sluttelig chromatskylning, efter lakering fremviser såvel korrosionsbeskyttende- som mekaniske egenskaber af optimal kvalitet.

Påførings-metode: Denne Ferrophos-behandling gennemføres fortrinsvis ved sprøjtning, men kan også gennemføres ved en dypeproces.

Koncentration: Sprøjteproces (2 trin):

Trin 1: 3 % Ferrophos Z 2300
0,1 % Klensol TSU eller TR 55.

Trin 2: Koldt skyllebad med en udskiftning på 1 - 2 % af badvolumen pr. minut.

Sprøjteproces (3 trin):

Trin 1: 3 % Ferrophos Z 2300.
0,1 % Klensol TSU eller TR 55.

Trin 2: Koldt skyllebad med overløb.

Trin 3: Koldt skyllebad eventuelt tilsat chromat, arbejder badet uden chromat-tilsætning, overføres vandet fra dette bad til trin 2.

Sprøjteproces (4 trin):

Trin 1: 1 % Ferrophos Z 2300.

0,1 % Klensol TSU eller TR 55.

Trin 2: 2 % Ferrophos Z 2300.

0,05 % Klensol TSU eller TR 55.

Trin 3: Koldt skyllebad med overløb.

Trin 4: Koldt skyllebad eventuelt tilsat chromat,
arbejder badet uden chromat-tilsætning,
overføres vandet fra dette bad til trin 3.

Kontrol-punkter: Punkttal: 2,5 - 8 ml.

pH-værdi: 3,8 - 5.

Dysetryk: 1,5 - 2 ato.

Beh.tid: 1 - 4 minutter.

Temp.: 35 - 65° C.

Bad-opbygning:

a. Fyld kar 3/4 med vand, og påbegynd opvarmning.

b. Tilsæt under cirkulation den beregnede mængde
Ferrophos.

c. Fortsæt opvarmning. Ved ca 35° C tilsættes Klensol,
hvorefter badet kan tages i brug.

Badkontrol og

vedligeholdelse:

Bestemmelse af punkttal:

1. Overfør 10 ml. af en afkølet badprøve til en ren
konisk kolbe.

2. Tilsæt 6 - 8 dråber phenolphthalein-indikator.

3. Fyld buretten til 0-punkt med 0,1 N Natrium-
hydroxid.

4. Mens kolben rystes, tilsættes nu Natrium-
hydroxid fra burette til prøve, indtil denne
skifter farve fra farveløs til lyserød.

5. Det antal ml. 0,1 N Natriumhydroxid der er
medgået til titreringen, angiver badets punkttal.

6. Ønskes punkttallet i første trin forhøjet med 1 ml.,
tilføres badet 4 kg. Ferrophos Z 2300 samt 400 ml.
Klensol pr. 1000 l. bad.

Ved en forhøjelse af punkttallet i trin 2 i et 4 trins-
anlæg, tilføres pr. ml. 4 kg. Ferrophos Z 2300, men kun
200 ml. Klensol pr. 1000 l. bad.

Yderligere op-
lysninger

: Under arbejdet med samtlige produkter til processen, bør der anvendes ansigtsskærm, beskyttelseshandsker samt forklæde.

Såvel anlæg som ophæng og hedeblade kan være fremstillet i almindeligt jern.

SIKKERHEDS - BRUGSANVISNING.

1. **Handelsnavn:** Ferrophos Z 2300.
Kemisk betegnelse: Delvist neutraliseret phosphorsyre med indh. af zink, nitrat, kompleksbindere, uorganisk accelerator og mindre end 1 % Cr+3 og kompleks fluorid.
PR-nr.: 431936
Producent/Leverandør: Gruhn Kemi A/S,
Lyngager 14,
2660 Glostrup. **Tlf.:** 02 966840
2. **Anvendelsesområde:** Opløst i vand sammen med en Klensol-affedter, anvendes Ferrophos Z 2300 til affedtning og fosfatering af jern, aluminium, zink og olieret aluzink.
3. **Anvendelsesbegrænsning:** Ferrophos Z 2300 anvendes alene til det beskrevne formål. Ferrophos Z 2300 bør ikke anvendes af personer under 18 år.
4. **Krav til uddannelse:** Bortset fra en kort oplæring kræves ingen særlig uddannelse.
5. **Sundhedsfarlige egenskaber:**
 - a. Ved indånding: Ingen
 - b. Ved hudkontakt: Forlænget hudkontakt kan forårsage eksem.
 - c. Ved øjenkontakt: Vil irritere øjet.
 - d. Ved indtagelse: Vil ætse og irritere mund, svelg og fordøjelseskanal.
6. **Forholdsregler ved omgang med materialet/stoffet:**
Anvendelse af beskyttelseshandsker, forklæde og ansigtsskærm anbefales ved omhåndling af koncentrat.

7. Førstehjælp:
- a. Ved indånding: Ingen.
 - b. Ved hudkontakt: Vask med vand og sæbe straks efter kontakt.
 - c. Ved øjenkontakt: Skyl med rigelige vandmængder i minimum 15 minutter ved fortsat irritation søg læge.
 - d. Ved indtagelse: Drik flere glas mælk og søg læge.
Beklædningsgenstande, forurenet med bad eller koncentrat, bør straks fjernes fra kroppen.
8. Egenskaber ved opvarmning og brand: Ferrophos Z 2300 er ikke brandbart.
9. Forholdsregler ved brand: Evt. brand i område kan slukkes med vand.
10. Forholdsregler ved brud på emballage, spild og bortskaffelse: Overfør indhold til ren plast.-beholder. Evt. spild opsuges i granulat og leveres til Kommune-Kemi.
11. Sikkerhedsforskrifter ved oplagring: Opbevares på frostfrit lager.
12. Mærkning: Ferrophos Z 2300.
- a. Leverandør: Gruhn Kemi A/S.
 - b. Faresymboler: Xi: Lokalirriterende.
 - c. R-sætninger: 36: Irriterer øjnene.
 - d. S-sætninger: 25: Undgå kontakt med øjnene.
 - e. Flammepunkt: Intet.
 - f. Brandfareklasse: Ingen.
 - g. Giftattest kræves: Nej.

SIKKERHEDS - BRUGSANVISNING.

1. Handelsnavn: Ferrophos pH - kontrol 1.
Kemisk betegnelse: Phosphorsyreopløsning med natriumsalt af
PR-nr.: nitrobenzolsulfonsyre.
Producent/Leverandør: Gruhn Kemi A/S,
Lyngager 14,
2660 Glostrup. Tlf.: 02 966840
2. Anvendelsesområde: Anvendes til justering af pH-værdi i
Jernfosfateringsbade.
3. Anvendelsesbegrænsning: Anvendes alene til det beskrevne
formål. Må ikke anvendes af personer under 18 år.
4. Krav til uddannelse: Kræver bortset fra kort oplæring ingen
særlig uddannelse.
5. Sundhedsfarlige egenskaber:
 - a. Ved indånding: Irriterer åndedrætsorganer.
 - b. Ved hudkontakt: Vil ætse og irritere huden, kan ved for-
længet kontakt forårsage eksem.
 - c. Ved øjenkontakt: Vil ætse og irritere øjet.
 - d. Ved indtagelse: Vil ætse og irritere mund, svelg og
fordøjelseskanaal samt have en svag
giftvirkning.
6. Forholdsregler ved omgang med materialet/stoffet:
Anvendelse af gummihandsker, forklæde og beskyttelsesbriller
eller ansigtsskærm anbefales ved arbejde med det koncentrerede
produkt.

7. Førstehjælp:
- a. Ved indånding: Søg frisk luft, ved fortsat irritation søg læge.
 - b. Ved hudkontakt: Vask omhyggeligt med sæbe og vand straks efter kontakt.
 - c. Ved øjenkontakt: skyl med rigelige vandmængder i minimum 15 minutter og søg læge.
 - d. Ved indtagelse: Drik flere glas kalkvand eller mælk og søg læge.
- Beklædningsgenstande, der er forurenede med produktet må straks fjernes fra kroppen.
8. Egenskaber ved opvarmning og brand: Er ikke brændbart.
9. Forholdsregler ved brand: Evt. brand i område kan slukkes med vand.
10. Forholdsregler ved brud på emballage, spild og bortskaffelse: Overfør indhold til ren plastic beholder. Evt. spild neutraliseres med soda, opsuges i granulat og leveres til Kommune Kemi.
11. Sikkerhedsforskrifter ved oplagring: Oplagres tørt og frostfrit.
12. Mærkning: Ferrophos pH -kontrol 1.
- a. Leverandør: Gruhn Kemi A/S.
 - b. Faresymboler: C: Ætsende.
 - c. R-sætninger: 34: Ætsningsfare
36: Irriterer øjnene
37: Irriterer åndedrætsorganerne
 - d. S-sætninger: 26: I tilfælde af stof i øjnene skyl straks grundigt med vand og søg læge.
28: Straks efter kontakt med stoffet skyl med rigeligt vand, og vask med vand og sæbe.
 - e. Flamme punkt: Intet.
 - f. Brandfareklasse: Ingen.
 - g. Giftattest kræves: Nej.

SIKKERHEDS - BRUGSANVISNING.

1.

Handelsnavn:	KLENSOL TR 55
Kemisk betegnelse:	ALKYLETHOXILAT + POLYETHOXILERET ALKOHOL + KOKOS-AMIN- ETHOXILAT + $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OC}_4\text{H}_9$
PR-nr.:	: 431928
Producent/Leverandør:	Gruhn Kemi A/S, Lyngager 14, 2660 Glostrup.
	Tlf.: 02 966840
2.

Anvendelsesområde: DENNE KLENSOL ANVENDES SOM AKTIVATOR I BADE OPBYGGET AF ALKALISKE KLENSOLER ELLER SVAGT SURE FOSFATER MED HENBLIK PÅ FORBEDRET AFFEDTNING.
--
3.

Anvendelsesbegrænsning: PRODUKTET ANVENDES KUN TIL DE BESKREVNE FORMÅL.

4.

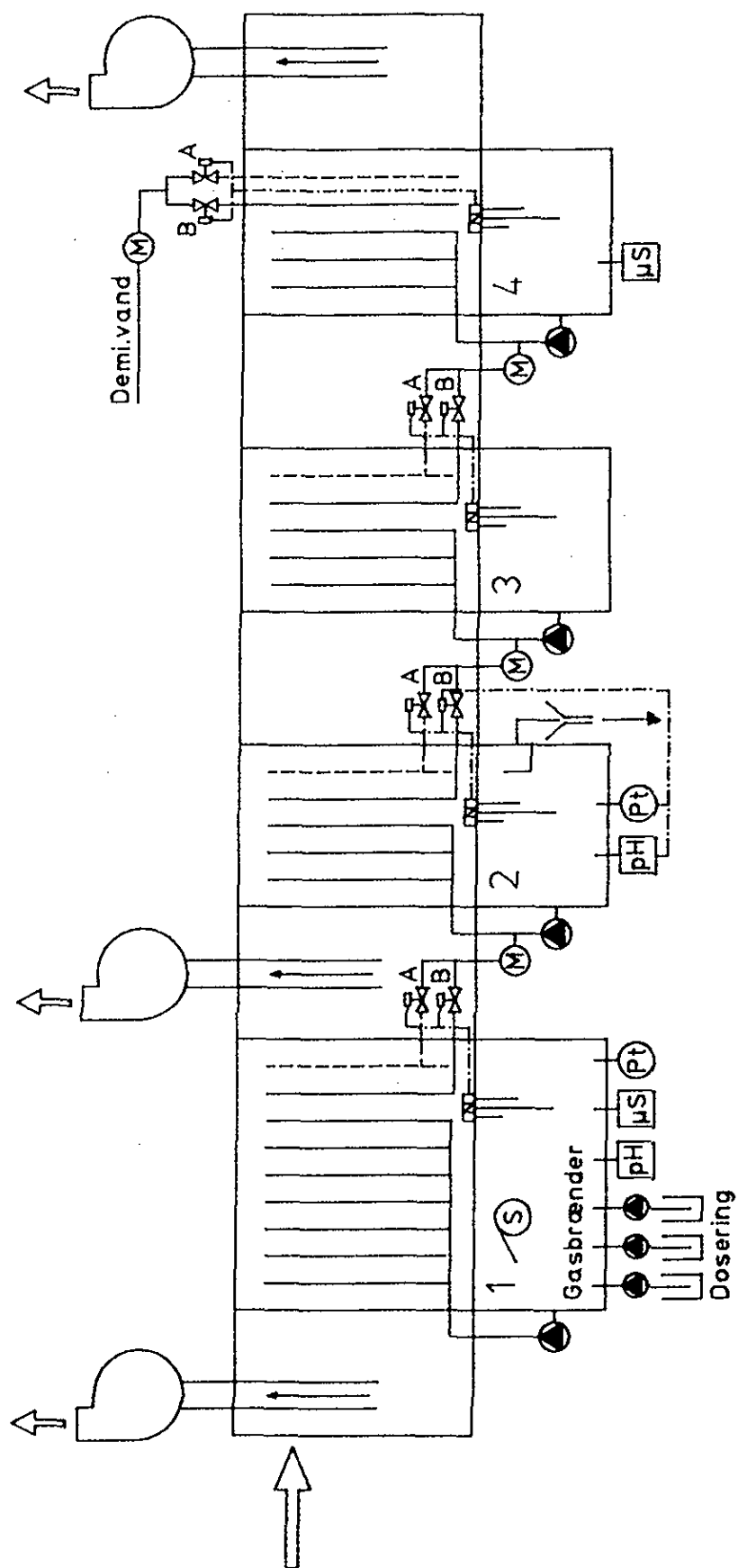
Krav til uddannelse: PRODUKTETS ANVENDELSE KRÆVER INGEN SÆRLIG UDDANNELSE.
--
5.

Sundhedsfarlige egenskaber: a. Ved indånding: DE OPVARMEDE PRODUKTER KAN HAVE EN BEDØVENDE, NARKOTISK VIRKNING. b. Ved hudkontakt: FORLÆNGET HUDKONTAKT KAN FORÅRSAGE EKSEM. c. Ved øjenkontakt: VIL FREMKALDE SVIE OG IRRITATION. d. Ved indtagelse: PRIMERT GENER SOM VED INDTAGELSE AF SULFOPRODUKTER.
--
6.

Forholdsregler ved omgang med materialet/stoffet: ANVENDELSE AF GUMMIHANDSKER, FORKLÆDE OG ANSIGTSSKÆRM ANBEFALES.
--

7. Førstehjælp:
- a. Ved indånding: VED UBEHAG, SØG FRISK LUFT.
 - b. Ved hudkontakt: VASK MED VAND OG SÆBE.
 - c. Ved øjenkontakt: SKYL MED RIGELIGE MÆNGDER VAND I MINIMUM 15 MINUTTER STRAKS EFTER KONTAKT OG SØG LÆGE.
 - d. Ved indtagelse: BEHANDLING SOM VED INDTAGELSE AF IONE OG NONIONE OVERFLADEAKTIVE FORBINDELSER. SØG LÆGE.
- NB: BEKLÆDNINGSGENSTANDE, FORURENET MED PRODUKTET, BØR STRAKS FJERNES FRA KROPPEN.
8. Egenskaber ved opvarmning og brand:
VIL KUNNE ANTÆNDES EFTER NOGEN TIDS OPVARMNING.
9. Forholdsregler ved brand:
HOLDES AFKØLET, BRAND SLUKKES MED VAND, SKUM ELLER CO₂.
10. Forholdsregler ved brud på emballage, spild og bortskaffelse:
OVERFØR INDHOLD TIL REN PLASTBEHOLDER. EVT. SPILD OPSUGES I GRANULAT OG LEVERES TIL KOMMUNE-KEMI.
11. Sikkerhedsforskrifter ved oplagring:
OPLAGRES TØRT OG FROSTFRIT, MEN KØLIGT.
12. Mærkning: KLENSOL TR 55
- a. Leverandør: GRUHN KEMI A/S
 - b. Faresymboler: Xn-SUNDHEDSSKADELIG.
 - c. R-sætninger: 22-FARLIG VED INDTAGELSE.
36/38-IRRITERER ØJNE OG HUD.
 - d. S-sætninger: 24/25-UNDGÅ KONTAKT MED HUDEN. UNDGÅ KONTAKT MED ØJNENE.
26-I TILFÆLDE AF STOF I ØJNENE, SKYL STRAKS GRUNDIGT MED VAND OG SØG LÆGE.
28-STRAKS EFTER BRUGEN/KONTAKT MED STOFFET AFVASKES MED RIGELIGT VAND OG SÆBE.
 - e. Flammepunkt: HØJERE END 60°C.
 - f. Brandfareklasse:
 - g. Giftattest kræves: NEJ.

Føsfateringsanlæg



SYSTEM-OVERSIGT

03-11-89 09:26:41

1. : Ændring af konstante data.
2. : Udskrift af konstante data.
3. : Udskrift/visning af fejl/registreringer.
4. : Sletning af fejl/registreringer.
5. : Udskrift/visning af statistik.
6. : Visning af status.
7. : Indstilling af systemets dato og tid.
8. : Udskrift/visning af aktivitetslog.

F1 : Hjælp

pH-værdi for lav i kar 2. F9 : Kvitter for fejl.

VISNING AF STATUS I ANLÆG

03-11-89 09:27:56

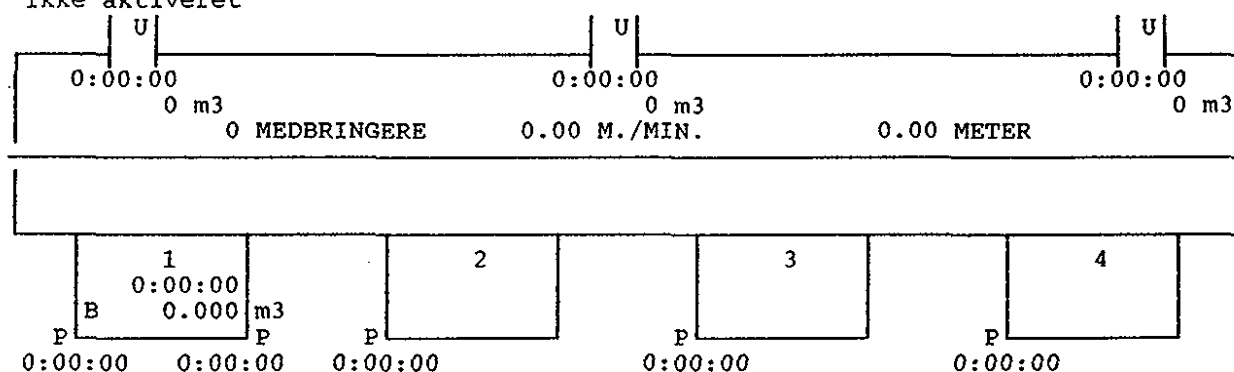
1. : Vis status vedr. pumper og udsugninger.
2. : Vis status vedr. ledningsevne + pH.
3. : Vis status vedr. vandtællere.
4. : Vis diverse status.

F1 : Hjælp * F3 : Afslut

pH-værdi for lav i kar 2. F9 : Kvitter for fejl.

VISNING AF STATUS VEDR. PUMPER OG UDSUGNINGER 03-11-89 09:28:47

P = Pumpe
 U = Udsugning
 B = Brænder
 Aktiveret
 Ikke aktiveret

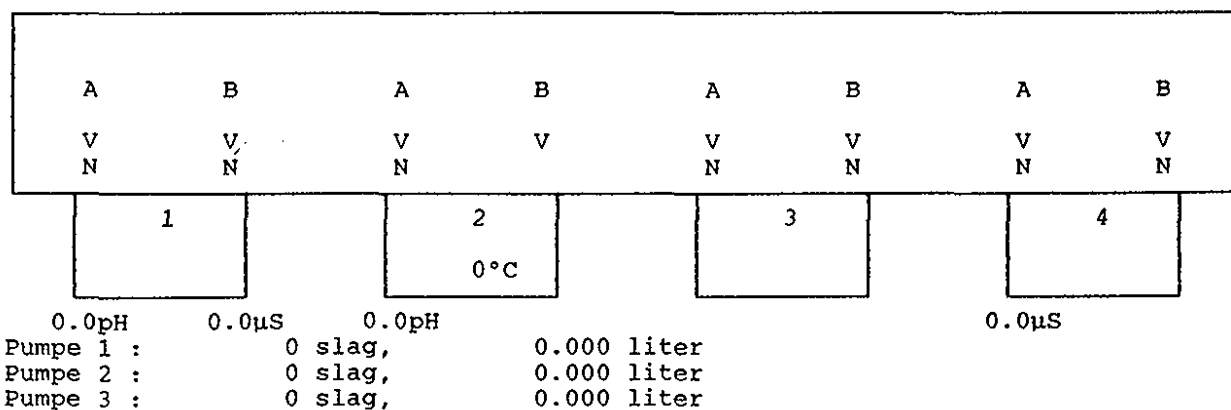


F1 : Hjælp * F3 : Afslut

VISNING AF STATUS VEDR. PH. OG LEDNINGSEVNE 03-11-89 09:30:13

V = Ventil
 N = Niveau

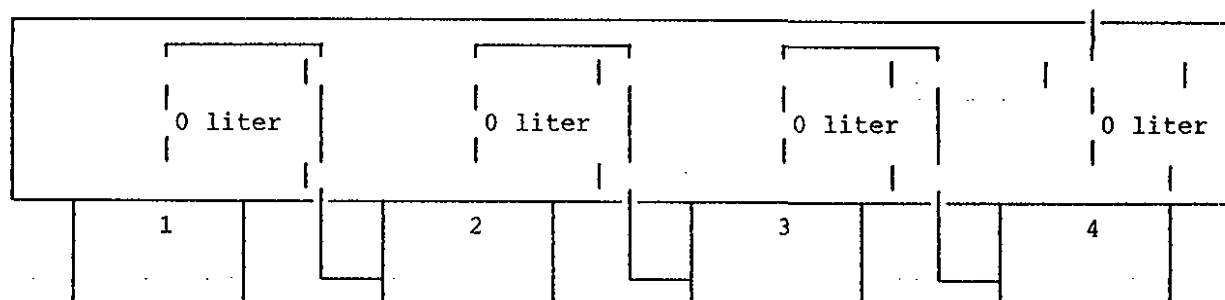
Aktiveret
 Ikke aktiveret



F1 : Hjælp * F3 : Afslut

VISNING AF STATUS VEDR. VANDTÆLLERE

03-11-89 09:31:55



F1 : Hjælp * F3 : Afslut

VISNING AF DIVERSE STATUS

03-11-89 09:33:22

INDGANGE	UDGANGE
DRIFT.....: *	DRIFTLAMPE.....: *
MANUEL DOSERING PUMPE 1.....: *	DOSERINGSPUMPE 1.....: *
MANUEL DOSERING PUMPE 2.....: *	DOSERINGSPUMPE 2.....: *
MANUEL DOSERING PUMPE 3.....: *	DOSERINGSPUMPE 3.....: *
FEEDBACK PUMPE 1.....: *	FEJLLAMPE.....: *
FEEDBACK PUMPE 2.....: *	ALARMSIRENE.....: *
FEEDBACK PUMPE 3.....: *	OLIEUDSKILLER.....: *

▪ = Aktiveret
 ▪ = Ikke aktiveret

F1 : Hjælp * F3 : Afslut

UDSKRIFT/VISNING AF STATISTIK

03-11-89 09:37:59

1. : Vis statistik over pumpe-tid.
2. : Vis statistik over udsugnings-tid.
3. : Vis statistik over brænder-tid.
4. : Vis statistik over vandforbrug.
5. : Vis statistik over kemikalieforbrug.
6. : Vis statistik over conveyormeter.
7. : Vis statistik over opvarmningstid.
8. : Udskriv pumpe-statistik.
9. : Udskriv udsugning-statistik.
10. : Udskriv brænder-statistik.
11. : Udskriv vandforbrug-statistik.
12. : Udskriv kemikalieforbrug-statistik.
13. : Udskriv conveyor-meter-statistik.
14. : Udskriv opvarmningstid-statistik.

F1 : Hjælp * F3 : Afslut

VISNING AF PUMPE-STATISTIK

03-11-89 09:38:53

1. :	Drifftid for pumper pr. døgn.	Stør.:	7
2. :	Drifftid for pumper pr. uge.	Stør.:	3
3. :	Drifftid for pumper pr. måned.	Stør.:	3
4. :	Drifftid for pumper pr. år.	Stør.:	0

F1 : Hjælp * F3 : Afslut

03-11-89 09:40:23

SIDE : 1

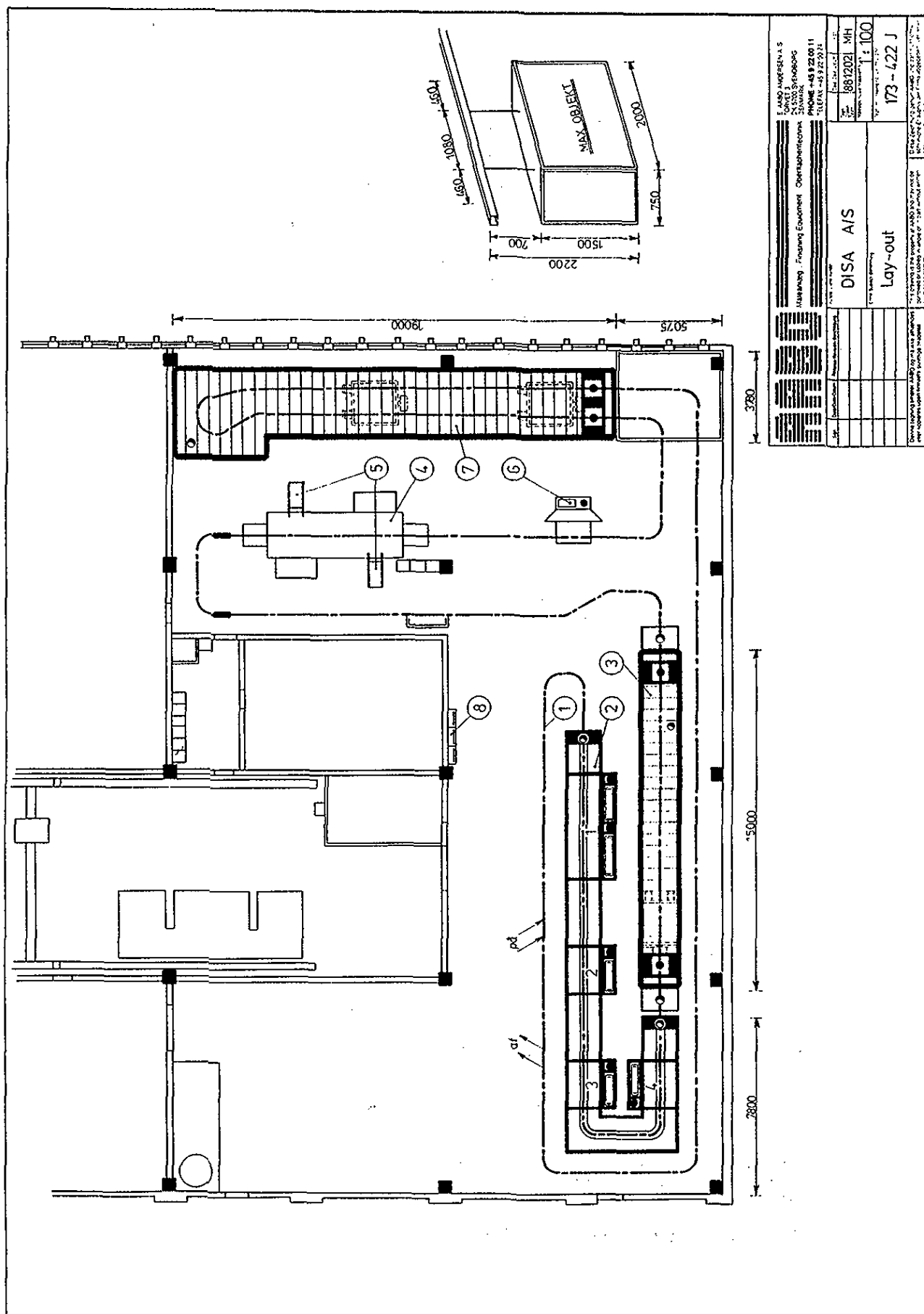
UDSKRIFT AF KONSTANTER I ANLÆGGET

Udskriften er foretaget d. : 03-11-89
kl. : 09:40:23

Konstantværdier vedr. udsugning:

Udsugning 1 luft/time..:	4000 m3
Udsugning 2 luft/time..:	4000 m3
Udsugning 3 luft/time..:	2500 m3

Konstantværdier vedr. brænder i kar 1:



Analyseresultater

Emne	Tid Ugenr. År	Umalet emne		Malet emne																		
				Kogetest, 2 timer vedh. før/efter ¹	Saltågetest 336 timer			Vedhæft- ning														
		Olie/fedt mg	Snit							mm ² rust langs snit	Tør											
												Ubeh.	For- beh.	Flade	Rust	Blærer	Våd					
Foru- rening				Lagtykkelse µm		Slag- fast- hed kg/cm	Bøje- prøve mm															
				x	R																	
				A Synol	Gl. emne									30	22-33	<73	23	Kl 0/kl 5 ²	Ri 1	3-4 (S5)	1500 ⁴⁾	
					31/89									75	46-98	>182	<2,5	Kl 0/kl 0	Ri 0	0	60	Kl 0
41/89	55	0,23	38		29-48	>182	<2,5	Kl 0/kl 0	Ri 0	1 (S2)	115	Kl 0										
	10/90			70	45-140	>182	<2,5	Kl 0/kl 0 ³	Ri 0	0	120	Kl 0										
B Rigid	Gl. emne			42	26-58	<91	23	Kl 0/kl 5 ²	Ri 0	3 (S5)	1100 ⁴⁾											
	31			85	61-119	>173	<2,5	Kl 0/kl 0	Ri 0	0	120	Kl 0										
	41	49	0,19	39	27-51	>182	<2,5	Kl 0/kl 0	Ri 0	1 (S2)	110	Kl 0-1										
	10/90			65	44-82	>182	>2,5	Kl 0/kl 0 ³	Ri 0	0	870	Kl 0										

1 Våd vedhæftning. Kl 0 = bedst, kl 5 = dårligst

2 Blæredannelser på fladen 5 (S3), DS/ISO 4628/2, vedhæftningssvigt mellem stål og primer

3 Efter kogning. Blæredannelser på fladen 4 (S2)

4 Gittersnit umuligt at foretage på grund af de mange blærer

Analysemetoder for bestemmelse af olie/fedt på metaloverflader

Til bestemmelse af organisk materiale på metalplader er der i det nærværende projekt anvendt to analysemetoder. Den ene metode er baseret på oxidation af kulholdigt materiale (IMC-metoden)¹ og disse analyser er udført ved Svenska Institutet för Metallforskning (SIM). Den anden analysemetode er baseret på bestemmelse af infrarød absorption (IR) fra CH grupper i olie, der er fjernet fra metalplader ved afvaskning med kultetraklorid². Disse analyser er udført på NIF.

Beskrivelse af IMC-metoden

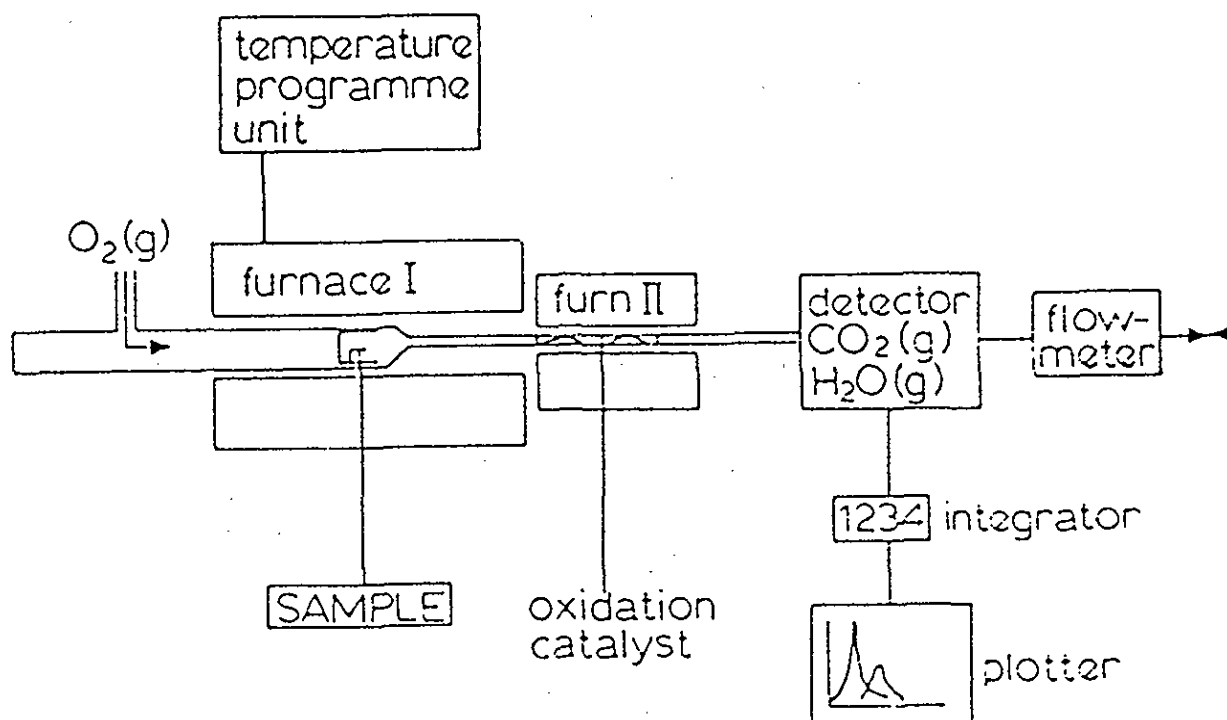
Instrumentalopstillingen for IMC-metoden er vist i figur 1. Metoden er baseret på oxidation af kulholdigt materiale i en strøm af ren ilt. Prøven anbringes i en ovn (furnace I Figur 1), som opvarmes med en konstant hastighed på 20°C/min. Kul og kulbrinter, som findes på overfladen, oxideres selektivt i specifikke temperaturområder, afhængigt af termodynamiske og kinetiske faktorer. Tabel 1 viser de i ¹ rapporterede temperaturområder for forskellige kulholdige materialer af interesse i det nærværende projekt.

Oxidationstemperatur for nogle kulholdige materialer (fra ¹)

Materiale	Temperatur °C
Smøreolie	150-350
Polymerer	300-450
Amorf kul	450-550
Grafit	650-800

Reaktionsprodukterne omdannes i en oxidationsovn (furnace II i figur 1) med en katalysator til CO₂ og H₂O hvis koncentration bestemmes med en IR-detektor. Et eksempel på et eksperimentelt resultat er vist i figur 2. Detektionsgrænsen for IMC-metoden er angivet til 0,01 mg C/dm².

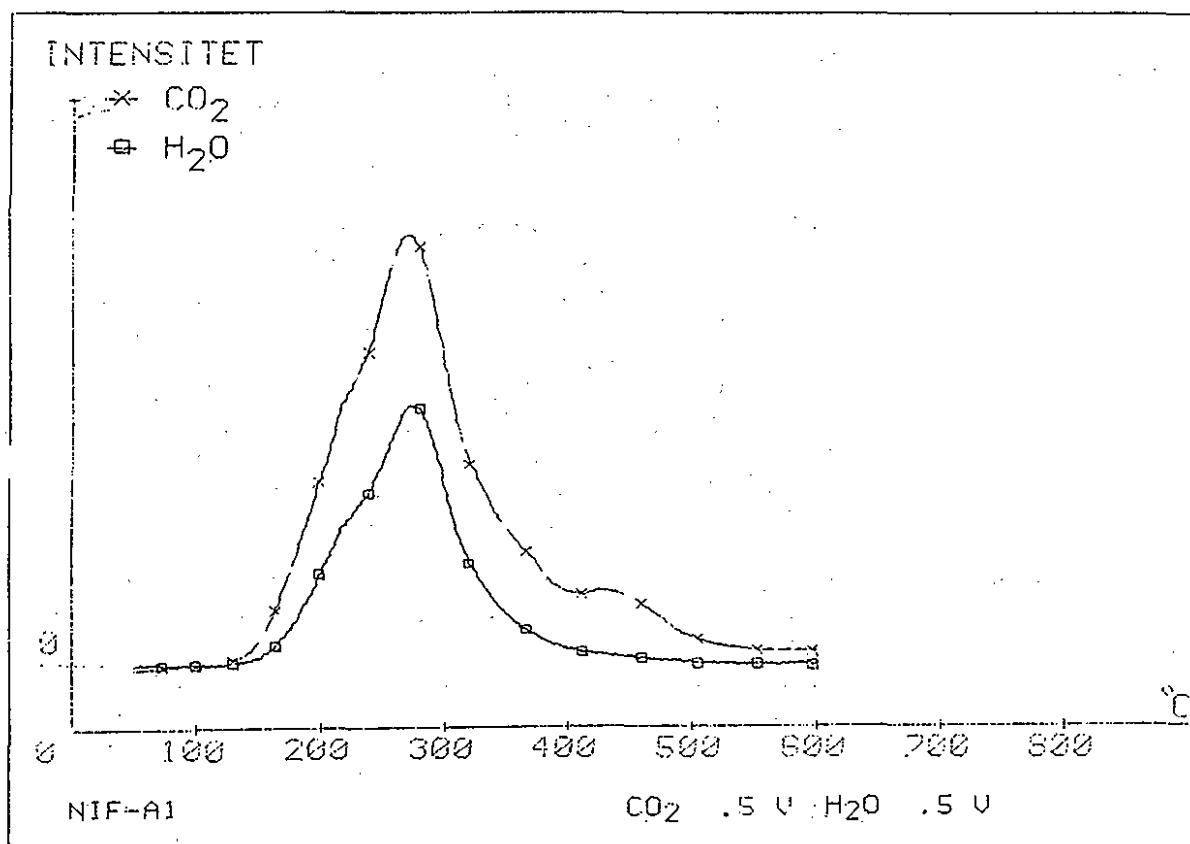
4104/89



FIGUR 1

Instrumental opstilling for IMC-metoden

4104/89



FIGUR 2

Udskrift af resultat fra IMC-metoden, som viser mængden af kuldioxid og vand, som afgives fra plade A1 som funktion af ovntemperatur.

Beskrivelse af IR-metoden**Princip**

Stålpladerne afvaskes med CCl_4 , og koncentrationen af kulbrinter i opløsningsmidlet bestemmes ved IR-spektroskopi i en specielt tilpasset kuvette.

Afvaskning

Pladerne (10×10 cm) placeres i en til formålet specielt fremstillet kobberbeholder. I beholderen bliver pladerne vasket med ca. 25 ml CCl_4 (spektroskopisk kvalitet) i 10 min. Vaskeprocessen foregår i et ultralydsbad.

IR-analyse

CCl_4 -mængden bestemmes dernæst nøjagtigt, og opløsningens IR-absorption ved omkring 3000 cm^{-1} måles ved FT-IR. Denne vaskeproces foretages, indtil det målte signal falder til under 5% af absorptionen af den første afvaskning.

Alle vaskefraktionerne blandes sammen, og IR-absorptionerne i område $2800\text{-}3000 \text{ cm}^{-1}$ måles.

Koncentrationen af forurening beregnes ved sammenligning med tidligere fremstillet kalibreringskurve.

Til beregning er der udviklet et specielt regneprogram, der giver resultatet i mg kul/m^2 .

Bestemmelse af organisk materiale på forurenede plader

Pladerne blev først glødet ved ca. 500°C for at fjerne alt organisk materiale. Derefter blev pladerne dyppet i opløsning, der indeholdt kendte mængder af olie, en opløsning som var 0,1% i olie og en anden som var 1,0%. Desuden blev der målt på rene plader, som var rensede ved glødning. Pladerne, som skulle måles ved IMC-metoden, blev indpakket og sendt med en person op til SIM. Pladerne, der skulle måles ved IR-metoden, blev målt direkte.

Der er foretaget en dobbeltbestemmelse af forureningsmetoderne, og resultatet er vist i tabel 2.

Forurening	IMC-metoden		IR-metoden	
	mg C/m^2		mg C/m^2	
Dyppet i 0,1% olieopløsning	62	184	13	16
Dyppet i 1,0% olieopløsning	167	209	83	92
Plader rensed i CCl_4	46	87	0	0

Tabel 2

Endvidere er der foretaget analyse på en række plader der er affedt enten i tri eller ved forskellige vandige metoder.

Resultaterne er anført i tabel 3.

	Plade mrk.	IMC-metoden		IR-metoden
		mg C/m ²		mg C/m ²
Urenset plade	A	191	163	250
Vandig	B	21	26	10
Vandig	C	25	23	4
Vandig	D	22	22	6
Vandig	E	31	31	12
Vandig	F	14	15	5
Vandig	G	18	20	6
Vandig	H	19	16	6
Vandig	I	18	21	7
Vandig	J	46	24	8
Vandig	K	35	33	12
Vandig	L	53	45	6
Vandig	M	34	59	8
Tri-aff.	N	27	54	3

Tabel 3

Konklusion

Resultaterne viser, at der er nogenlunde god reproducerbarhed i IR-metoden, mens den ikke er så god for IMC-metoden. Specielt er det bemærkelsesværdigt, at de plader, som var forurenet og derefter rensed med CCl₄, indtil der ikke kunne måles et signal ved IR-metoden, giver et betydeligt signal ved måling med IMC-metoden. SIM har tidligere vist, at IMC-metoden er nøjagtig, og at den har en udmærket reproducerbarhed, så den store afvigelse mellem pladerne, som findes ved IMC-metoden, må sandsynligvis skyldes forurening under transport.

De udførte analyser viser, at IR-metoden er den sikreste for bestemmelse af olierester på affedtede plader.

Afprøvning af metoderne har vist, at de begge har nogenlunde samme detektionsgrænse, ca. 1 mg kul/m², men en afgørende ulempe ved IMC-metoden er, at det kan være svært at transportere pladerne til Stockholm, uden at de bliver forurenet under transporten.

Resultaterne fra affedtningsforsøgene viser, at der er en stor forskel på en ubehandlet plade og en plade, som er affedt med enten vandigt eller organisk affedningsmiddel. Der er ikke påvist forskelle i affedtningskvalitet ved de forskellige metoder, hertil er der ikke tilstrækkelige data.

Referencer

1. K. Husby og O. Grinder, New Technique to Characterize Carbonaceous Contaminants on Metal Surfaces. pp 193-197, Surface Engineering, 1, 1985.
2. L. Finsen, Kontrol af Vaskeprocesser ved Infrarød Spektroskopi. Foredrag til ATV-Seminar vedr. Analyse og karakterisering af overflader, 1988.

Bestykning i anlæg

	Trin 1	Trin 2	Trin 3	Trin 4
Volumen	4,2 m ³	2,8 m ³	2,8 m ³	2,8 m ³
Antal dyserør	10 sæt vertikal 11 sæt horisontal	4 sæt vertikal 5 sæt horisontal	4 sæt vertikal 5 sæt horisontal	4 sæt vertikal 5 sæt horisontal
Antal dyser pr. rør	8 stk. 2 stk.	8 stk. 2 stk.	8 stk. 2 stk.	8 stk. 2 stk.
Dysetype	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2
Dysekapacitet	V/2 bar 0: 24 l pr. min. 1: 17 l pr. min. 2: 12 l pr. min.	V/1,2 bar 0: 18 l pr. min. 1: 12 l pr. min. 2: 9 l pr. min.	V/1,2 bar 0: 18 l pr. min. 1: 12 l pr. min. 2: 9 l pr. min.	V/0,75 bar 0: 15 l pr. min. 1: 10 l pr. min. 2: 1 l pr. min.
Antal pumper	2	1	1	1
Pumpetype	Centrif. dyp. 112 M 688	Centrif. dyp 112 M 688	Centrif. dyp 112 M 688	Centrif. dyp 112 M 688
Total pumpekapacitet	1800 l/min.	800 l/min.	800 l/min.	800 l/min.

Kemikaliesammensætning i badene

	Bad 1	Bad 2	Bad 3	Bad 4
Volumen	4,2 m ³	2,8 m ³	2,8 m ³	2,8 m ³
Formål	Affedtning + fosfatering	Skylning	Skylning	Skylning
Kemikalier	Klenzol TR 55 Ferrophos Z 2300			
Påføring	Sprøjtning	Sprøjtning	Sprøjtning	Sprøjtning
Koncentration	0,1% TR 55 3% Z 2300			
Opbygning	4,2 l TR 55 125 kg. Z 2300			
Analyser	pt: 1 ± 0,5 pH: 1-4,5 Le: 5,5-6,5 mS	pH: in. 5,5		Le: Max 200 µS
Behandlingstid	2½-5 min.	¾-1½ min.	¾-1½ min.	¾-1½ min.
Dysetryk	1,2-2 bar	1,2-2 bar	1,2-2 bar	0,75-2 bar
Temperatur	Max. 35°C	Max. 30°C		
Vedligeholdelse	0,6 l TR 28/pr.t 18 kg Z 2300/pr.t			
Udskiftning				

Le = Ledningsevne

Registreringsblad

Udgiver:

Miljøstyrelsen, Strandgade 29,
1401 København K

Serietal, nr.: Miljøprojekt, 159

Udgivelsesår: 1991

Titel:

Miljøvenlig affedtning i jernindustrien

Undertitel:

Anvendelse af vandige produkter til affedtning af stål
inden malebehandling

Forfatter(e):

Rachlitz, Marianne

Udførende institution(er):

Miljøstyrelsen, Rådet vedr. genanvendelse og mindre
forurenende teknologi (spons); Dansk Teknologisk
Institut. Overfladebehandling

Resumé:

Affedtning er en af de mest anvendte processer i jernindustrien. Der anvendes både traditionelle kemiske produkter som organiske og klorerede opløsningsmidler samt vandige produkter. De forskellige metoder og anlæg til affedtning samt de tekniske, økonomiske og miljømæssige konsekvenser beskrives. I tilknytning hertil er der gennemført et successrigt demonstrationsprojekt, som på trods af en betydelig forureningsbegrænsning kun bliver ganske lidt dyrere og ved fuld belastning billigere end et traditionelt miljøforsvarligt anlæg.

Emneord:

overfladebehandling; jernindustri; stål; substitution;
renere teknologier; maling; økonomi; anlægsteknik

ISBN: 87-503-8966-1

ISSN: 0105-3094

Pris (inkl. moms): 85,-

Format: A4

Sideantal: 132

Md./år for redaktionens afslutning: december
1990

Oplag: 750

Andre oplysninger:

Tryk: P. J. Schmidt A/S, 6500 Vojens

Miljøprojekt

- Nr. 122: Indsamling af papir og pap fra erhvervsvirksomheder
- Nr. 123: Risikovurdering af forurenede grunde
- Nr. 124: Vedligeholdelse af køle-smøremidler
- Nr. 125: Fugleføde i kornmarker - insekter og vilde planter
- Nr. 126: Miljøvenlige malematerialer i jernindustrien
- Nr. 127: Miljøfremmede, organiske stoffer i kommunalt spildevand
- Nr. 128: Nedsivning fra byggeaffald
- Nr. 129: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1
- Nr. 130: Forureningsfri galvanomaskiner til værkstedsbrug
- Nr. 131: Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 132: PVC i kontorartikler, sundhedssektor, m. v.
- Nr. 133: PVC i byggeri og anlæg
- Nr. 134: PVC i emballage
- Nr. 135: Hjemmekompostering
- Nr. 136: Bearbejdning af danske måledata af regn og afstrømning
- Nr. 137: Regulering af forurening fra afløbssystemer under regn
- Nr. 138: Renere teknologi på energiområdet
- Nr. 139: Afvask af trykpresser med sojaolie
- Nr. 140: Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse
- Nr. 141: Det grønne affaldssystem i AFAV
- Nr. 142: Det grønne affaldssystem i Høng
- Nr. 143: Katodisk elektrodypemaling
- Nr. 144: Reparationsmaling af automobiler
- Nr. 145: Genanvendelse af nedknust tegl
- Nr. 146: Restprodukter fra røggasrensning ved affaldsforbrænding 1
- Nr. 147: Blæserensningsmetoder
- Nr. 148: Storskraldsordninger med genanvendelse
- Nr. 149: Emissionsundersøgelse for pejse og brændeovne
- Nr. 150: Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport
- Nr. 151: Prognose for bygge- og anlægsaffald - bilagsdel
- Nr. 152: Kemikalier i husholdningen
- Nr. 153: Danmarks udledning af industrielt spildevand
- Nr. 154: Miljømærkning af produkter
- Nr. 155: Spredning af forurening i moræner
- Nr. 156: Drikkevandskvalitet i Danmark
- Nr. 157: Anvendelse af nedknust beton i ny beton
- Nr. 158: Bortskaffelse af havneslam
- Nr. 159: Miljøvenlig affedtning i jernindustrien

Miljøvenlig affedtning i jernindustrien

Affedtning er en af de mest anvendte processer i jernindustrien. Der anvendes både traditionelle kemiske produkter som organiske og klorerede opløsningsmidler samt vandige produkter. De forskellige metoder og anlæg til affedtning samt de tekniske, økonomiske og miljømæssige konsekvenser beskrives. I tilknytning hertil er der gennemført et successrigt demonstrationsprojekt, som på trods af en betydelig forureningsbe- grænsning kun bliver ganske lidt dyrere og ved fuld belastning billigere end et traditionelt miljøforsvarligt anlæg.

Miljøministeriet

Miljøstyrelsen

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 85,- inkl. 22% moms

ISBN 87-503-8966-1
ISSN 0105-3094