

**Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde
oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –**

Referentienummer 93-156
Dossiernummer 112326-23533
Datum september 1993
NP

Auteurs
D.C. Heslinga (TNO-IMET)
C.M. Görtz (IR-TNO)
M. Kok (IR-TNO)

Bestemd voor
VROM / KWS 2000
projectcoördinator Ing. P. Damen

Samenvatting

In het kader van het programma KWS 2000 en het CFK actieprogramma wordt veel aandacht besteed aan de vervanging van reinigingssystemen die zijn gebaseerd op gehalogeneerde oplosmiddelen. De verwachtingen met betrekking tot reinigen met water en zeep zijn hoog gespannen.

Deze studie draagt bij aan de informatievoorziening die voor een grootschalige overstap van de Nederlandse industrie op andere reinigingssystemen essentieel is. Daarbij is veel aandacht besteedt aan de kosten voor reinigen, zowel in de oude als in de nieuwe situatie. Een onderliggende vraag voor het onderzoek was in hoeverre, in de nieuwe situatie, watervcontreiniging en energieverbruik het resultaat voor het milieu beïnvloeden.

Het onderzoek betreft een case studie. Elf bedrijven zijn geïnterviewd en de informatie die uit die interviews is verkregen is verwerkt. De bedrijven zijn geselecteerd op grond van het feit dat ze een overstap hebben gemaakt naar een reinigingssysteem dat niet meer gebaseerd is op gehalogeneerde oplosmiddelen.

De onderzochte bedrijven variëren in grootte van 35 tot 1800 werknemers per onderzochte vestiging. Er zijn bedrijven geïnterviewd uit alle bedrijfstakken die voor het reinigen in Nederland relevant worden geacht.

Het is niet mogelijk om een algemene uitspraak te doen over de verandering in de kosten van het reinigen wanneer men overstapt op een alternatieve wijze van reinigen. De kosten nemen soms toe, soms af maar kunnen ook ongeveer gelijk blijven. Doorgevoerde veranderingen in de bedrijfsvoering spelen daarin mede een rol.

Het blijkt dat de mogelijkheden voor waterig reinigen enorm groot zijn. Het blijkt ook dat slechts weinig bedrijven een verandering hebben doorgevoerd alleen vanwege het milieu. Meestal spelen andere factoren, zoals een capaciteitsuitbreiding of een verhuizing, mede een rol. De overstap is meestal voorafgegaan door een project van aanzienlijke omvang, in de orde van een mensjaar of meer.

Het energieverbruik voor reinigen neemt, gemiddeld over 9 bedrijven, toe met bijna 60%. Omdat het aandeel van de energiekosten relatief gering is ten opzichte van de totale kosten van het reinigen wordt dit niet als knelpunt ervaren.

Bij de elf onderzochte bedrijven is de hoeveelheid en de kwaliteit van het te lozen afvalwater, in mindere dan wel in meerdere mate, gewijzigd door de verandering van het reinigingssysteem. Bij de contacten met de waterbeheerders heeft dit niet tot knelpunten geleid. Ook de lozingskosten zijn gering gebleven ten opzichte van de andere kosten. De bijdrage van de kosten voor menskracht bij het reinigen, zowel in de oude als in de nieuwe situatie, kan aanzienlijk zijn. Door het beperkte aantal onderzochte bedrijven kan niet aangenomen worden dat er zich bij elke toekomstige omschakeling geen knelpunten met betrekking tot de afvalwaterlozing zullen voordoen. Het zal noodzakelijk blijven bij omschakelingen naar waterige reinigingsmethoden de waterbeheerder te informeren. Dit moet dan een onderdeel zijn van een brede oriëntatie op het productieproces in relatie tot het reinigen. Dit kan een bedrijf veel opleveren, in kwaliteit, in flexibiliteit en in kosten, maar zeker ook in bijdragen aan een schoon milieu (lucht, water, afvalstoffen).

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
1.1	Kader en doelstelling.....	4
1.2	Reinigen en milieubeleid.....	4
1.3	Enige aanwijzingen voor de lezer.....	6
2	De opzet van het onderzoek.....	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Selectie van bedrijven	7
2.3	Representativiteit van het onderzoek	8
2.4	Interview en verslag.....	8
2.5	Evaluatie.....	9
3	Resultaten.....	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Kostenberekeningen.....	10
3.3	Bezoekverslagen	12
4	Evaluatie	81
5	Conclusies en aanbevelingen.....	86
6	Literatuur.....	88
7	Verantwoording	90
<i>Bijlage 1</i>	<i>Samenstelling van de begeleidingscommissie</i>	
<i>Bijlage 2</i>	<i>Een discussie met betrekking tot kostenberekeningen</i>	
<i>Bijlage 3</i>	<i>Overzicht van veel voorkomende handelsnamen van gehalogeneerde oplosmiddelen</i>	

1 Inleiding

1.1 Kader en doelstelling

In dit rapport wordt verslag gedaan van een vergelijkend onderzoek naar reinigen en ontvetten. Dit onderzoek is door TNO uitgevoerd in opdracht van de projectgroep KWS 2000 van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Aan het onderzoek werd meegewerkt door het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie van TNO (TNO-IMET) in Apeldoorn en het Instituut voor Reinigingstechnieken van TNO (IR-TNO) in Delft. Het onderzoek is gestart in augustus 1992 en werd in februari 1993 afgerond.

Het onderzoek had tot doel het verzamelen van informatie over reinigen en ontvetten in praktijksituaties met aandacht voor de milieuaspecten en vooral voor de kosten. Meer specifiek was de opdracht gericht op de vergelijking van reinigingssystemen gebaseerd op gehalogeneerde oplosmiddelen en systemen gebaseerd op alternatieve reinigers, zoals bijvoorbeeld waterige systemen. De belangrijkste aanleiding tot het onderzoek was de vrees van veel bedrijven dat het reinigen met water en zeep veel duurder is dan reinigen met gehalogeneerde oplosmiddelen als gevolg van een toename in het energiegebruik en zuiveringslasten voor afvalwater. Het uitgangspunt was het verkrijgen van een zo representatief mogelijk beeld van de praktijk van het reinigen in Nederland.

De informatie die voor het onderzoek nodig was is verzameld door interviews te houden bij bedrijven die een verandering in hun reinigingsproces hebben doorgevoerd waarbij zij zijn afgestapt van het gebruik van gehalogeneerde oplosmiddelen. De interviews zijn gehouden aan de hand van een enquêteformulier dat in overleg met de begeleidingscommissie werd opgesteld (de samenstelling van de begeleidingscommissie is te vinden in Bijlage 1).

Het project is geïnitieerd door de maatregelgroep 'Reinigen & Ontvetten' van de taakgroep 'Verf', werkgroepen die werkzaam zijn in het kader van het project 'KWS 2000'. Het onderzoek moet daarnaast ook gezien worden als van belang in het kader van het CFK actieprogramma.

1.2 Reinigen en milieubeleid

Het programma KWS 2000 is gericht op het verminderen van de emissies van koolwaterstoffen naar de lucht. Koolwaterstoffen dragen bij aan de vorming van ozon op leefniveau waardoor de concentraties hiervan te hoog kunnen worden. Het gebruik, en uiteindelijk de emissie, van oplosmiddelen draagt aanzienlijk bij tot de totale emissie van koolwaterstoffen in Nederland en is daarom een punt van aandacht. Hoewel hun bijdrage tot de vorming van ozon op leefniveau relatief gering is worden gehalogeneerde koolwaterstoffen meegenomen in de doelstellingen van het programma. Daarnaast hebben gehalogeneerde oplosmiddelen toxicologische nadelen en kunnen een aanzienlijke bodemverontreiniging veroorzaken. Men moet hierbij in het kader van reinigen en ontvetten vooral denken aan oplosmiddelen zoals perchloor-ethyleen, 1,1,1-trichloorethaan, trichloorethyleen en methyleenchloride (een over-

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

zicht van handelsnamen van de verschillende gehalogeneerde oplosmiddelen staat in bijlage 3).

Het CFK actieprogramma richt zich juist op stoffen die als schadelijk worden beschouwd voor de ozonlaag in de hogere lagen van de atmosfeer. Het gebruik van de stoffen die hiervoor verantwoordelijk zijn zal in de nabije toekomst geheel worden stopgezet. Voor reinigen en ontvetten zijn twee stoffen vooral van belang, namelijk 1,1,1-trichloorethaan en 1,1,2-trichloortrifluorethaan (CFK 113). Het gebruik van andere CFK's is zó specifiek dat die in het kader van deze studie buiten beschouwing worden gelaten.

Het ministerie van VROM voert een actief beleid ter vermindering van de emissies van koolwaterstoffen en CFK's. Hierbij worden middelen ingezet zoals de hierboven beschreven actieprogramma's en stimulering van de ontwikkeling en demonstratie projecten van schone technologie. De Europese Commissie werkt aan een richtlijn voor het verminderen van de emissies van oplosmiddelen. Daarin wordt onder andere specifiek aandacht verleend aan reinigen en ontvetten. Deze richtlijn zal waarschijnlijk binnen afzienbare tijd van kracht worden.

In verschillende studies die ten grondslag liggen aan het beleid in Nederland en in de Europese Gemeenschappen ten aanzien van reinigen en ontvetten wordt veel aandacht besteed aan de vervanging van gehalogeneerde oplosmiddelen door alternatieve wijzen van reinigen [2, 3, 8]. Vooral het reinigen met water, waaraan meestal een reinigingsmiddel op neutrale of alkalische basis is toegevoegd, wordt beschouwd als een goede vervanging van het reinigen met gehalogeneerde oplosmiddelen. In het beleid en de voorlichting wordt dan ook sterk de nadruk gelegd op de substitutie van oplosmiddelen.

Van verschillende kanten wordt erop aangedrongen om de gevolgen van het overstappen op een alternatieve reiniging goed te onderzoeken. Twee belangrijke aspecten worden daarbij steeds genoemd. Ten eerste de mogelijke vervuiling van water door reinigingssystemen gebaseerd op waterig reinigen. Zowel de gebruikte zeepoplossingen als het verwijderde vuil worden daarbij beschouwd als potentiële bron van verontreiniging. Bij lozing van dit verontreinigde water, mits toegestaan door het zuiveringschap, moet een heffing worden betaald. Vervolgens moet het energieverbruik van de reiniging worden beschouwd. Vooral het drogen van met water gereinigde onderdelen kost energie. Wanneer waterig reinigen veel meer energie kost dan reinigen met gehalogeneerde middelen is dat strijdig met de gewenste vermindering van het energieverbruik door de Nederlandse industrie.

Een goede vergelijking van reinigingssystemen kan pas worden gemaakt wanneer voldoende gegevens bekend zijn over de milieueffecten van deze systemen. Met deze studie is getracht een bijdrage te leveren aan de informatievoorziening ten aanzien van reinigen en ontvetten. Door de wijze van werken zoals die in het volgende hoofdstuk wordt beschreven treedt een zekere vertekening op van de werkelijkheid omdat alleen bedrijven werden geïnterviewd die zijn overgestapt op een alternatief reinigingssysteem. Deze bedrijven zijn in staat gebleken eventuele moeilijkheden met betrekking tot de nieuwe wijze van reinigen, op te lossen. Die bedrijven die knelpunten ondervinden bij het zoeken naar een alternatief reinigingssysteem, en die knelpunten nog niet op konden lossen, zijn niet in deze studie meegenomen. Een aantal mogelijke knelpunten zal in dit rapport, bij de evaluatie, aan de orde komen.

Het proces van verandering in reinigen is in Nederland volop aan de gang. Er is geen sprake van een stabiele situatie maar van duidelijke beweging naar meer milieuvriendelijk wijzen van reinigen. Hoewel vele bedrijven bezig zijn met de materie zijn er maar weinig bedrijven concreet overgeschakeld. Dit kwam tot uiting in de moeite die het kostte om voorbeeldbedrijven te vinden voor dit onderzoek. Het valt te verwachten dat deze beweging nog wel enige tijd zal doorgaan. Een beperking van deze studie is dan ook dat het een momentopname is. Technologische ontwikkelingen en de implementatie daarvan zullen de komende tijd van groot belang blijven.

1.3 Enige aanwijzingen voor de lezer

Dit rapport bevat 11 verslagen van de onderzoeken bij de bedrijven. Deze verslagen staan in hoofdstuk 3. De volgorde van de bedrijven staan aangegeven in tabel 1. Boven elke bladzijde van de bezoekverslagen staat vermeld om welk bedrijf het gaat. Elk verslag wordt voorafgegaan door een samenvatting in een kader.

In hoofdstuk 4 staan overeenkomsten en verschillen vermeld die volgen uit de case-studies. Hierbij is geprobeerd om zo duidelijk mogelijk de gemeenschappelijke elementen weer te geven en de daaruit voortvloeiende conclusies. Uiteraard zijn niet alle details daar vermeld, alleen wanneer deze voor de evaluatie van belang zijn.

Ter verduidelijking volgen hieronder nog enige begrippen en afkortingen die geregeld in de verslagen worden genoemd maar die misschien verduidelijking behoeven:

Batchgewijze productie:	een bepaalde hoeveelheid produkten doorloopt tegelijkertijd een processtap; het begin en eind van het proces zijn duidelijk gedefinieerd.
Flowgewijze productie:	de produkten doorlopen het proces achter elkaar; ieder produkt gaat direct door naar de volgende processtap.
NER:	Nederlandse Emissie Richtlijnen.
Shift:	werktijd, één shift betekent één normale werktijd per dag (8 uur).
Softgritten:	een straalproces waarbij op mechanische wijze een (harde) laag wordt verwijderd.
Stortgoed:	kleine produkten die willekeurig in een verzameleenheid worden verzameld (mand, korf).
Stofklasse:	maat voor de maximale hoeveelheid stof die de lucht mag bevatten in de betreffende ruimte (uitgedrukt in aantal stofdeeltjes per volume lucht).
WVO:	Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren

2 De opzet van het onderzoek

2.1 Inleiding

De werkwijze tijdens het onderzoek was erop gericht om zo getrouw mogelijk de situatie met betrekking tot mogelijkheden voor reinigen zonder gehalogeneerde oplosmiddelen in Nederland weer te geven. Er is gestreefd naar een representativiteit van ruim 80% van de Nederlandse bedrijven die in dit kader relevant zijn. Er is een indeling gemaakt in zeven industriële produktgroepen waarmee een groot deel van de Nederlandse industrie waarin reinigen wordt toegepast wordt bestreken. Deze produktgroepen zijn:

1. Het reinigen (dampontvetten) van metalen produkten voor lakapplicatie;
2. Het spoelen en reinigen (dampontvetten) van metalen produkten na een mechanische behandeling (olie, vet, spaanders);
3. Het spoelen en reinigen (dampontvetten) van massagoed in korven (bouten, moeren);
4. Het reinigen van eindprodukten (lagers, assen, metalen huizen etc.);
5. Het reinigen van grote onderdelen (motorblokken);
6. Het reinigen van carriers voor automatische soldeermachines;
7. Het reinigen van printed circuit boards (PCB's).

In verband met een ander lopend onderzoek dat specifiek gericht is op de problematiek met betrekking tot PCB's en elektronika is rubriek 6) uiteindelijk komen te vervallen. Voor rubriek 7) is één bedrijf geïnterviewd omdat dit een reiniging betreft die wel goed past in het kader van dit onderzoek (namelijk tijdens het gebruik vervuilde elektronika). Het onderscheid tussen de groepen 4) en 5) bleek te vaag zodat in de verdere rapportage deze rubrieken zijn samengevoegd.

Voor elke rubriek is gezocht naar Nederlandse bedrijven die een overstap hebben gemaakt naar een alternatief reinigingsproces. Uit het aanbod zouden dan de meest geschikte bedrijven worden geselecteerd voor een interview.

Het interview omvatte vragen met betrekking tot het bedrijf, de processen en produkten, het oude en het nieuwe reinigingsproces, logistieke aspecten, milieu en veiligheid en kosten van het reinigen.

2.2 Selectie van bedrijven

Via diverse netwerken is een lijst van potentiële kandidaat-bedrijven voor het onderzoek opgesteld. Hierin speelden gegevens van diverse leveranciers een belangrijke rol. Ook via diverse branche organisaties, zoals de Vereniging FME, zijn zoveel mogelijk namen van relevante bedrijven verzameld. Deze bedrijven zijn telefonisch benaderd om inzicht te krijgen in de situatie in relatie tot reinigingsprocessen. Daarbij was van belang in hoeverre de bedrijven een redelijke representativiteit bezitten voor de situatie in Nederland volgens de rubrieken zoals hierboven genoemd. Vervolgens moest een nieuwe wijze van reinigen zijn toegepast in, tenminste een deel van, het produktieproces. De eventuele medewerking van het bedrijf aan het onderzoek was natuurlijk doorslaggevend.

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
 – een vergelijkende studie –

Aan de bedrijven die na deze eerst selectieronde overbleven is een brief gestuurd met daarin de achtergronden en de opzet van het project. Wanneer het bedrijf zijn medewerking aan het onderzoek wilde verlenen is de case aan de begeleidingscommissie voorgelegd om de geschiktheid voor de studie te bepalen. Uiteindelijk bleek het aantal geschikte kandidaat-bedrijven niet groot genoeg om een echte selectie uit te voeren. Tabel 1 geeft een overzicht van de bedrijven die aan het onderzoek hebben meegewerkt.

Tabel 1 Geïnterviewde bedrijven

1. Lakapplicatie	Stago Avedko
2. Na mechanische behandeling	BK Philips
3. Massagoed	van Doorne Transmissie
4/5. Eindprodukten/grote onderdelen	Sokkia Asco Honeywell NS
6. Soldeercarriers	-----
7. Printed circuit boards	Digital

2.3 Representativiteit van het onderzoek

Aangezien de selectie van de bedrijven een zeer tijdrovende bezigheid bleek te zijn is, in overleg met de begeleidingscommissie, besloten de genoemde groep cases als uitgangspunt te nemen voor het onderzoek en de rapportage. Dit heeft gevolgen voor de representativiteit. Uit de tabel blijkt dat elke groep wordt vertegenwoordigd. In hoeverre binnen deze groepen de bezochte bedrijven representatief zijn voor de groep is op dit moment niet vast te stellen. Dit zou uit een vervolgstudie moeten blijken. De representativiteit wordt verder besproken bij de evaluatie in hoofdstuk 4.

2.4 Interview en verslag

De geselecteerde bedrijven zijn bezocht. Aan de hand van het enquêteformulier is zoveel mogelijk relevante informatie verzameld. Hiernaast is een algemene indruk verkregen van de bedrijfsvoering en de productieprocessen. In de meeste gevallen bleek een bezoek aan de productiefaciliteiten en de reinigingsapparatuur mogelijk. De respons op de gestelde vragen was over het algemeen uitstekend. Aan de gesprekken werd meestal deelgenomen door medewerkers die een zekere milieuverantwoordelijkheid in het bedrijf hebben, vaak ondersteund door medewerkers uit afdelingen engineering of productie.

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

Van de bezoeken is een verslag gemaakt dat in hoofdstuk 3 is opgenomen.

2.5 Evaluatie

Het belangrijkste onderdeel van het rapport is de evaluatie van de nieuwe reinigingsprocessen in relatie tot het vroegere reinigen. Deze evaluatie omvat aspecten zoals de gebleken geschiktheid van het nieuwe proces, de criteria waaraan het reinigingsproces moet voldoen, het proces van overstappen, de kosten en eventuele aanpassingen in het productieproces of de produkten.

3 Resultaten

3.1 Inleiding

De resultaten van de interviews zijn in het rapport opgenomen als een bezoekverslag. Elk verslag wordt voorafgegaan door een samenvatting. Per bedrijf zijn daarin de belangrijkste gegevens vermeld. De verslagen zijn weergegeven in de volgorde van tabel 1.

3.2 Kostenberekeningen

Eén van de belangrijkste vragen met betrekking tot andere reinigingsprocessen betreft de kosten. Nemen de kosten significant toe of is dat niet het geval? Daarom is hieraan veel aandacht besteed in de interviews en in de verwerking van de gegevens. Toch bleek het niet altijd mogelijk om een goede vergelijking te maken door een aantal oorzaken. In de eerste plaats worden kosten voor het reinigen over het algemeen niet expliciet door een bedrijf gekwantificeerd. Vervolgens bleek over de oude situatie weinig informatie beschikbaar te zijn. Het energieverbruik en de kosten voor water worden ook zelden, specifiek voor reinigen, vastgelegd.

Deze situatie is ondervangen door het maken van schattingen van de kosten in de oude, en soms ook de nieuwe, situatie. De meeste van deze schattingen zijn door TNO gemaakt op basis van informatie van de bedrijven en informatie van leveranciers van reinigingsapparatuur en de benodigde chemicaliën.

Overige uitgangspunten voor de kosten waren:

gas	f	0,30	per m ³
elektriciteit	f	0,155	per kWh
water	f	0,61	per m ³
perchloorethyleen	f	1,74	per kg
trichloorethyleen	f	1,60	per kg

(Voor 1,1,1 trichloorethaan en CFK 113 zijn de werkelijke kosten genomen in de oude situatie, in nieuwe situaties komen deze niet meer voor.)

De kosten geven de investeringen die zijn opgegeven (en geschat voor de oude situaties). De jaarkosten zijn berekend als 20% van de investering (zie voor een discussie bijlage 2).

Kosten van de oude reinigingssystemen

Voor een kostenvergelijking die realistisch is moeten de gegevens van de oude situatie voor reinigen worden aangepast aan de eisen die tegenwoordig gelden. In de eerste plaats zal in de nabije toekomst het gebruik van sommige middelen worden verboden

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

(1,1,1-trichloorethaan en CFK 113) zodat moet worden gekeken naar reinigingsmiddelen die nog wel gebruikt kunnen worden. Vervolgens moeten de systemen worden aangepast aan de geldende eisen voor emissies naar de lucht en naar water. In de meeste gevallen betekent dit dat een nageschakelde techniek voor het zuiveren van de met koolwaterstoffen beladen luchtstroom moet worden toegepast om daarmee te voldoen aan de NER.

Van de bezochte bedrijven bleken slechts enkele te beschikken over voldoende gegevens betreffende de oude situatie van reinigen. Voor de meeste bedrijven zijn de gegevens niet meer voorhanden of sterk verouderd. Vooral het energieverbruik en het waterverbruik zijn moeilijk te inventariseren omdat deze gegevens niet per installatie worden opgeslagen. Ook tijdens het onderzoek naar de nieuwe systemen is door de bedrijven relatief weinig aandacht besteed aan de kosten van de oude systemen.

Om een eerlijke vergelijking mogelijk te maken hebben we gekozen voor een opzet waarin de oude situatie van reinigen is aangepast aan de eisen van de tijd. Voor dampontvetters is gekozen voor emissiearme systemen (zoveel mogelijk afgesloten, automatische deksels, afzuiging) gebaseerd op reiniging met perchloorethyleen. Ook voor ultrasoonbaden en dompelbaden zijn emissiearme systemen in beschouwing genomen. Verder zijn de systemen voorzien van een installatie voor het reinigen van de lucht met behulp van actieve kool.

Door deze keuze van werken worden niet de kosten zichtbaar gemaakt die gemaakt worden voor het treffen van milieumaatregelen ten opzicht van een situatie waarin dat niet het geval is maar het verschil in kosten tussen twee opties die beide voldoen aan de milieu-eisen. In enkele gevallen bleek het niet mogelijk voldoende gegevens te verzamelen om een kostenvergelijking te maken.

De voorzieningen die verplicht getroffen moeten worden voor het tegengaan van bodemverontreiniging zijn niet expliciet in de kosten opgenomen. Dit betreft over het algemeen vloeistof dichte bodembedekking en faciliteiten voor het opvangen van lekkages. Deze voorzieningen zijn zeer specifiek voor het betreffende systeem en de plaats waar deze staat opgesteld. Men moet in dit verband al gauw denken aan investeringen in de orde van enige tienduizenden guldens.

Kosten van nieuwe reinigingssystemen

De informatie over de kosten van de nieuwe reinigingssystemen was bij de bedrijven beschikbaar, in ieder geval voor wat betreft de investeringen in de kosten voor de installatie. De variabele kosten zijn vaak moeilijker in kaart te brengen doordat weinig bedrijven deze expliciet verantwoorden. Energieverbruik en waterverbruik zijn, zonnig, geschat. Overigens blijkt dat de afschrijvingen en de kosten van menskracht die voor het reinigen wordt ingezet de belangrijkste kostenposten zijn.

3.3 Bezoekverslagen

Samenvatting

Bedrijf: Stago, Hoorn	
Produkten: kabeldraagsystemen (goten enz.)	Capaciteit (reinigen): 2000 artikelen per dag 1 ploeg voor reinigen (totaal bedrijf 2 ploegen)
Te reinigen producten: plaatstaal onderdelen 100 tot 3000 mm	
Verontreiniging: stof, oliën en vetten van bewerken	
<i>Oud</i> Reinigingsproces: dampontvetter 4 × 3 m ² × 1 m met trichloorethyleen	<i>Nieuw</i> Reinigingsproces: reinigen fosfateren spoelen water spoelen demiwater blazen drogen 90 - 140 °C
Een reële schatting van de kosten voor de oude situatie bleek in dit geval niet mogelijk	Investerings: <i>f</i> 258.333,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 51.667,- var. kosten - 63.637,- totaal per jr. <i>f</i> 115.304,-
	Milieuvorzieningen: bezinkbak (restwater mag geloosd) afvoeren slib
	Overstap: project 3/4 tot 1 jaar; kosten: 1 mensjaar
<i>Opmerkingen:</i> De benodigde menskracht is niet veranderd. De verandering is onderdeel geweest van een verhuizing naar een nieuwe locatie.	

Bezoekverslag STAGO - Hoorn

5 november 1992

gesproken met: De heer Van der Hoek, kwaliteitsbeheerder

1 Bedrijfsgegevens

STAGO B.V. te Hoorn maakt deel uit van STAGO Wibe (Zweden). STAGO produceert kabeldraagsystemen, zoals kabelgoot-, vloergoot-, wandgoot-systemen, aftakzuilen, vloeraansluitdozen, etc.

In totaal werken bij het bedrijf in Hoorn ca. 163 mensen, waarvan 100 in de produktie en 63 in overige functies.

Het interview heeft plaatsgevonden bij STAGO, Electronweg 1, Hoorn.

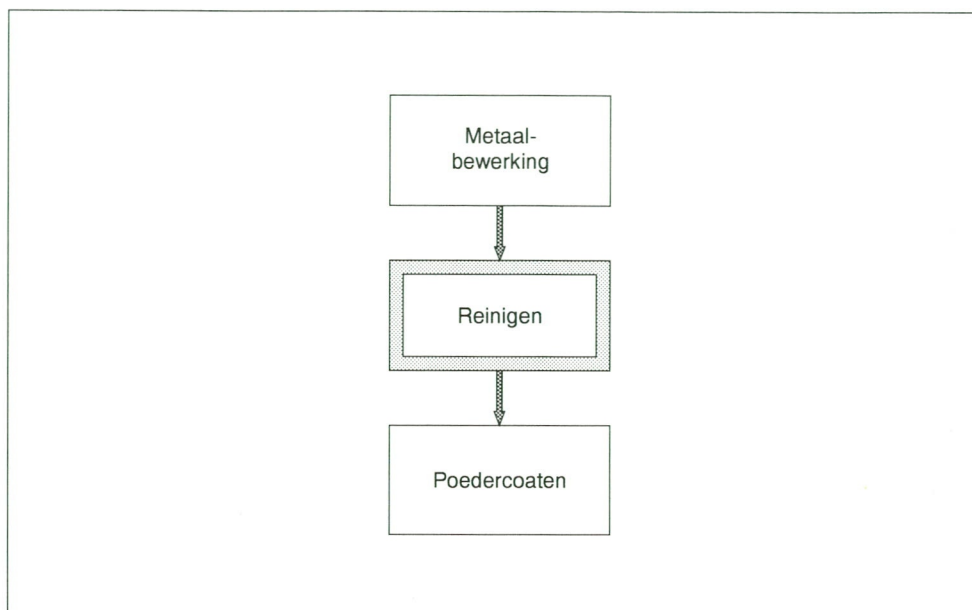
Er wordt gewerkt in twee ploegen, waarvan de eerste een produktietijd heeft van 8 uur en de tweede 7 uur.

De kabelgoten en onderdelen worden vervaardigd van Sendzimir verzinkt of van thermisch verzinkt plaatstaal. Vervolgens worden de goten en onderdelen gereinigd en indien gewenst voorzien van een poedercoating.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

De reden van reiniging is het vervolg van het productieproces. Het poederspuiten van de produkten kan alleen goed plaatsvinden bij een oppervlak vrij van vervuiling.

De verontreiniging van de produkten bestaat uit stof, oliën en vetten afkomstig van metaalbewerkingsvloeistoffen.



Figuur 1 Flowdiagram van het productieproces

De te reinigen onderdelen hebben afmetingen van minimaal 100 mm en de goten hebben een maximale afmeting van 3 meter. Dit betreft alle eindprodukten. Het extern uitvoeren van de reiniging is produktietechnisch nadelig.

2.2 Reinigingsproces

Er wordt gebruik gemaakt van één reinigingssysteem. Het proces wordt continu uitgevoerd gedurende ca. 6,5 uur per dag. De doorzet bedraagt zo'n 2.000 artikelen per dag.

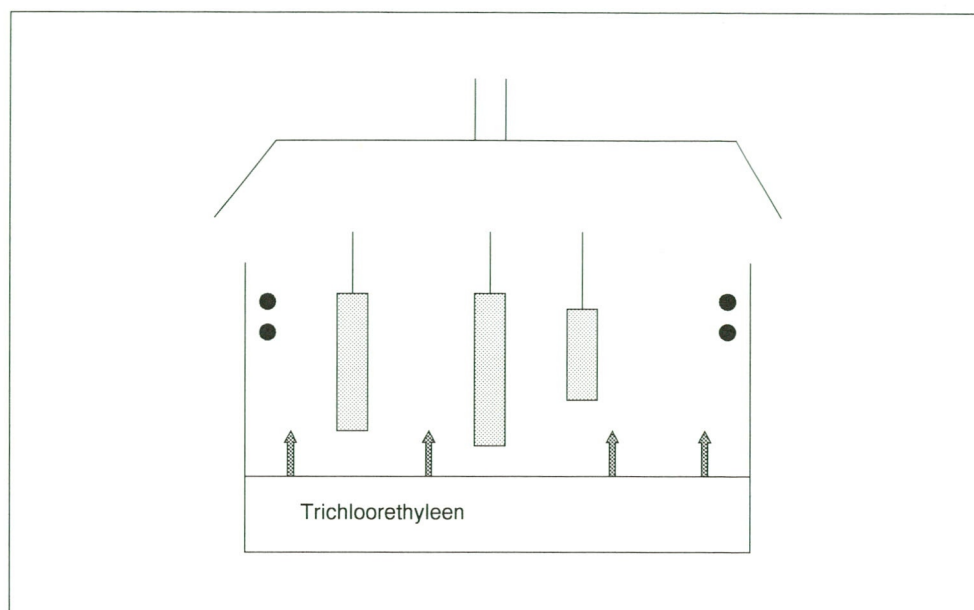
Wanneer de reiniging niet zou voldoen, dan heeft dit als gevolg dat de poedercoating zich niet goed hecht op het metaal. Er treedt kwaliteitsverlies op.

3 Oude situatie

Het oude reinigingssysteem bestond uit één dampontvettingsbad ($4 \times 1 \times 3$ m) met dampontvetter chlooretheen (trichloorethyleen). Het bad werd elektrisch verwarmd.

Voor het reinigen en spuiten waren 3 à 4 mensen per dag nodig. Het dampontvettingsbad was niet continu in gebruik. Een aparte droogstap vond niet plaats.

Het poedercoaten werd voor bijna alle produkten uitbesteed (behalve voor schakelkasten en enkele goten).



Figuur 2 Dampontvetter

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt gereinigd met water en fosforzuur. Het gebruikte zeepmiddel voldoet aan de eis wat betreft reinigingskwaliteit. De reinigingsinstallatie (sproeitunnel), voldoet aan de Arbo-wet en is aangepast aan de gewenste doorloopp processen van STAGO. Het systeem bestaat uit een aantal stappen:

- reinigen en fosfateren;
- spoelen;
- demispoelen;
- blazen;
- drogen.

Het reinigen en fosfateren vindt tegelijk plaats bij een temperatuur van 40 - 50 °C. Na dit sproei proces worden de produkten afgespoeld met koud water en daarna met demiwater.

De droogstap bestaat uit een blaaszone en een droogtunnel (oven) bij een werkteperatuur van 90 - 140 °C.

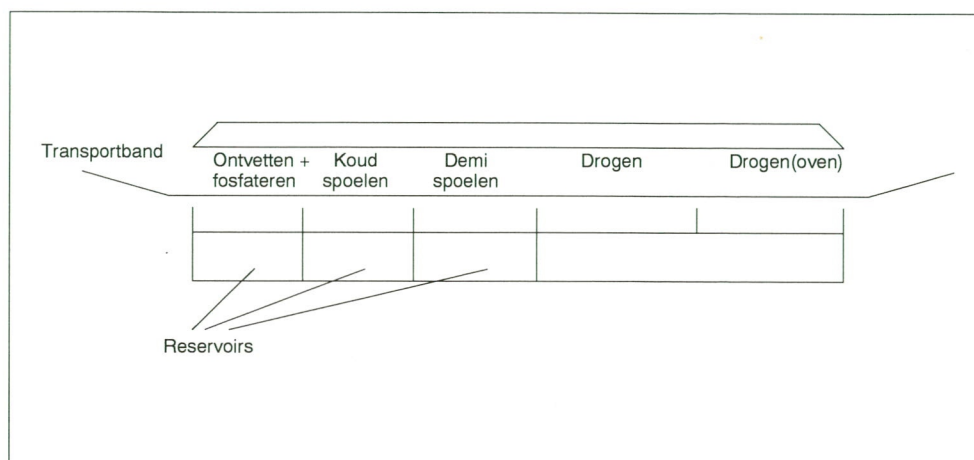
Het systeem verbruikt 1.700 m³ water per jaar en wordt met gas verwarmd. Het gasverbruik is 100.000 m³ per jaar.

Het gebruik van reinigingsmiddel bedraagt 4000 liter per jaar.

Het voldoen aan de geëiste kwaliteitsnormen wordt gecontroleerd middels het controleren van het reinigingsbad (hoeveelheid reinigingsmiddel en zuurgraad) en het nemen van een valproef en krasproef van het gecoate produkt.

De kwaliteit van het reinigen wordt makkelijk gehaald, waarbij direct geen menskracht nodig is voor het reinigen. In totaal werken 3 à 4 man in de spuitrij.

Om de 3 à 4 weken wordt het systeem gedurende één werkdag stopgezet. Vanaf vrijdagmiddag en tijdens het weekend laat men het systeem bezinken, zodat maandagochtend na neutralisatie het water langzaam op het riool mag worden geloosd. Het slib wordt opgevangen en afgevoerd als chemisch afval.



Figuur 3 Nieuwe wasstraat

5 Overgangsfase

STAGO is ongeveer 5 jaren geleden verhuisd naar een nieuw gebouw. Hiervoor is gekozen om een overstap te kunnen maken naar een doorloopproces voor oppervlaktebehandeling zodat de uitvoering van het reinigen en poedercoaten in eigen beheer kunnen worden uitgevoerd.

Met een projectteam, bestaande uit 5 personen betreffende chef spuiterij, hoofd inkoop, produkttechnicus, directielid, kwaliteitsbeheerder, is een project gestart om zo tot een continu reinigingsproces te komen. Hiervoor is overleg gevoerd met leveranciers betreffende lakken/poeders, installaties en chemisch reiniging.

De totale doorlooptijd van het project bedroeg 3/4 à 1 jaar.
De totale inzet wordt geschat op één mensjaar.

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze.
Het reinigingsproces milieuvriendelijk, vergt minder menskracht, terwijl de hoeveelheid gereinigde produkten met een factor 10 is toegenomen.

6 Kosten

Oude systeem

De kostengegevens van het oude systeem zijn niet meer beschikbaar.

Nieuw systeem

Aanschaf complete installatie f 775.000,-- waarvan 1/3 voor de reinigingsinstallatie

	f 258.333,-
Variabele kosten:	
reinigingsmiddel	f 14.000,-
water	- 1.037,-
gas	- 36.600,-
lozingsheffing water	- 1.000,-
afvoer slib	- 11.000,-
20% van investering:	- 51.667,-
Totaal per jaar	f 115.304,-

7 Conclusies

De project-inspanning bedroeg ongeveer 1 mensjaar. Het project heeft ongeveer 1 jaar in beslag genomen.

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze.

Samenvatting

Bedrijf: Avedko, Dordrecht	
Produkten: RVS behuizingen	Capaciteit (reinigen): 20.000 m ² plaatoppervlak per dag 1 ploeg
Te reinigen producten: 100 - 3.000 × 400 - 1.200 × 150 - 600 mm; 0,8 -3 mm dik plaatstaal Verontreiniging: resten verspanende bewerkingen, oliën	
<i>Oud</i> Reinigingsproces: dampontvetter met 1,1,1,-trichloorethaan (luchtkoeling)	<i>Nieuw</i> Reinigingsproces: reinigen water/zeep spoelen spoelen demiwater uitlekken drogen 120 - 170 °C
Investerings: <i>f</i> 365.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 73.000,- var. kosten - 83.290,- totaal per jr. <i>f</i> 156.290,-	Investerings: <i>f</i> 1.000.000,- Inv. per jaar <i>f</i> 200.000,- var. kosten - 81.940,- totaal per jr. <i>f</i> 281.940,-
	De producten zijn zodanig ontworpen dat het uitlekken zo efficiënt mogelijk verloopt.
	Overstap: project 1/2 jaar met projectteam van 3 à 4 personen (niet continu)
<i>Opmerkingen:</i> Met het nieuwe systeem is de capaciteit uitgebreid en kon er van batch naar flow overgeschakeld worden. De kwaliteit van het reinigen is sterk verbeterd. De overstap is in één keer uitgevoerd wat een behoorlijk (productie)risico inhield.	

Bezoekverslag Avedko B.V. - Dordrecht

2 december 1992

gesproken met: de heer T. van de Wetering, bedrijfsleider en de heer E.R. Mertens

1 Bedrijfsgegevens

Avedko B.V. te Dordrecht maakt deel uit van H.D. Kom Beheermij. Avedko produceert rvs behuizingen voor buitenopstelling bestemd voor diverse doeleinden (zoals centrale antenne systemen, gasmetersystemen, rioleringsystemen etc.). In totaal zijn er 35 personen werkzaam in het bedrijf, waarvan 27 in de produktie en 8 in overige functies.

Het interview heeft plaatsgevonden bij Avedko, Nijverheidsstraat 8 te Dordrecht. Er wordt gewerkt in één shift van 8 uur.

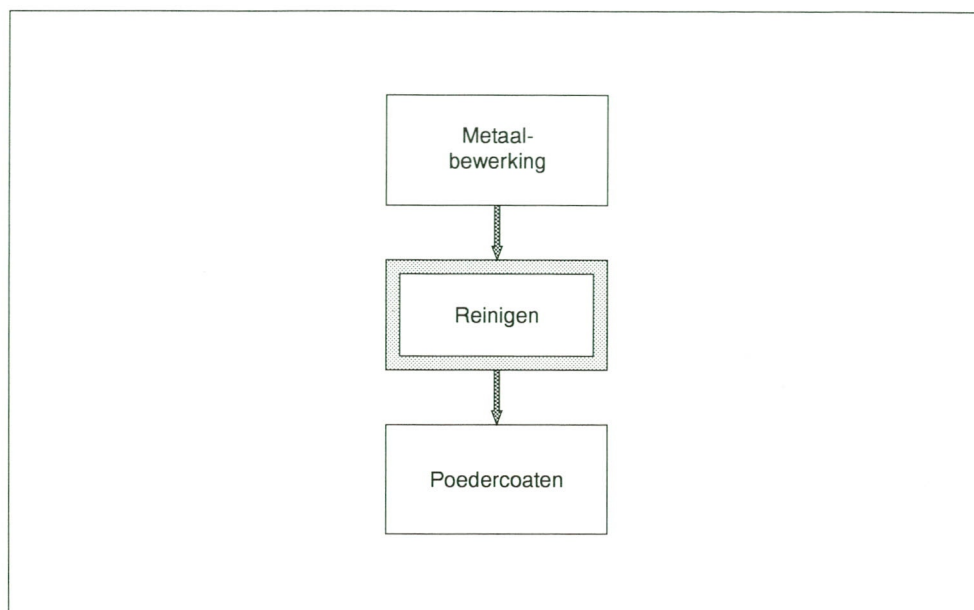
De eindprodukten worden vervaardigd van rvs plaatoppervlak. Vervolgens worden ze gereinigd en gelakt.

2 Beschrijving van het proces

2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is

De produkten moeten gereinigd worden voordat een coating kan worden aangebracht.

Het poederspuiten van de produkten kan alleen goed plaatsvinden bij een oppervlak dat droog is en vrij van vervuiling. De verontreiniging van de produkten bestaat uit stof en smeerdelen afkomstig van de metaalbewerking.



Figuur 4 Flowdiagram van het productieproces

De te reinigen onderdelen hebben afmetingen variërend van 100 - 3.000 mm (lengte), 400 - 1.200 mm (hoogte), 150 - 600 mm (breedte) en 0,8 - 3 mm (dikte).

Het oppervlak is in het algemeen gepolijst.

Dit betreft alle eindprodukten. Het extern uitvoeren van de reiniging is vervoerstechnisch nadelig.

2.2 Reinigingsproces

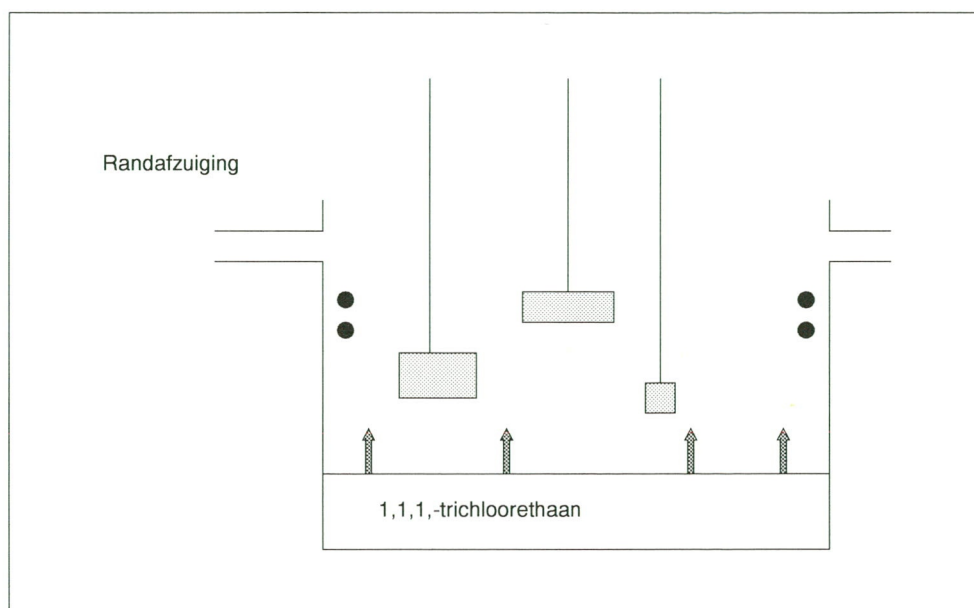
Er kan worden beschikt over twee reinigingssystemen waarvan er één in hoofdzaak wordt gebruikt. Het tweede reinigingssysteem wordt gebruikt voor kleine onderdelen bestemd voor het lassen. Deze kleine onderdelen worden ontvet in een zgn. wasmachine zonder gebruik te maken van een spoelprogramma. Er vindt vervolgens geen poedercoating plaats. Dit reinigingssysteem wordt verder niet besproken.

Het voor dit onderzoek van belang zijnde reinigingsproces wordt continu uitgevoerd gedurende ca. 7 uur per dag. De doorzet bedraagt zo'n 20.000 m² plaatoppervlak (rvs 304) per dag.

Wanneer de reiniging niet voldoet, dan heeft dit tot gevolg dat de poedercoating niet goed hecht op het metaal.

3 Oude situatie

Het oude reinigingsproces, uitgevoerd met één systeem, vond plaats tussen het lassen en het lakken. Het systeem bestond uit een dampontvettingsbad met dampontvetter 1,1,1-trichloorethaan. Het bad werd met gas en elektriciteit verwarmd. Er vond geen aparte droogstap plaats. Alle onderdelen werden met behulp van een takel boven het ontvettingsbad geplaatst.



Figuur 5 Dampontvetter

Er werd gebruik gemaakt van één reinigingsmiddel, namelijk 1,1,1-trichloorethaan. Hiervan werd 60 kg per dag gebruikt (± 250 dagen/jaar). Het gebruik aan water was nihil daar het een gesloten systeem was (luchtgekoeld).

De inzet van menskracht bij het reinigen was 1 mankracht per dag.

De totale reinigingsinstallatie nam een ruimte in van 12 m².

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt gereinigd met water en zeep na het lassen en voor het lakken.

De reinigingsinstallatie bevat een sproeitunnel en bestaat uit een aantal stappen:

- reinigen;
- spoelen met water;
- spoelen met demiwater;
- uitlekken;
- drogen.

Het reinigen vindt plaats bij een temperatuur van 60 °C. Hierna worden de onderdelen tweemaal gespoeld. De constructie van de kasten is aangepast aan deze laatste fase, zodat het waterafvoer na het spoelen zo groot mogelijk is.

Vervolgens worden de produkten gedroogd in een droogoven bij een temperatuur variërend van 120 - 170 °C. De temperatuur is afhankelijk van de soort en dikte van het materiaal.

Het transportsysteem bestaat uit een combinatie van een monorailsysteem en twee kettinghangbanen elk met een lengte van 72 meter. Deze combinatie maakt het mogelijk om bufferbanen te creëren.

De totale ruimte ingenomen door de reinigingsinstallatie, inclusief drogen, is 30 m².

De beschikbare tijd voor reinigen is ca. 12 min. (3 × 4 min.).

Het systeem verbruikt 600 liter water per productie uur en wordt met elektriciteit en gas verwarmd.

Het gebruik in reinigingsmiddel is 7 kg per dag.

Na een bepaalde periode laat men het systeem bezinken. Het verkregen bezinksel bevat voornamelijk fosfaten; het wordt afgevoerd als chemisch afval en bedraagt ongeveer 12 liter per jaar.

Het overige vervuilde water wordt na neutralisatie en verlaging van de temperatuur op het riool geloosd.

De geëiste kwaliteitsnorm is dat een gelakt produkt bestand is tegen een omgeving met een relatieve vochtigheid van 100% en een temperatuur van 40 °C gedurende minstens 96 uur.

Het reinigingsproces wordt op kwaliteit gecontroleerd door het controleren van het reinigingsbad (onder andere temperatuur, geleiding van spoelwater) en een visuele inspectie van het droogproces. De kwaliteit van de produkten wordt gecontroleerd door het uitvoeren van een hechtingstest op gecoate proefplaatjes. Tevens vindt er controle op kwaliteit plaats door de VOM.

De kwaliteit van het reinigen wordt makkelijk gehaald, waarbij de inzet van menskracht 1 à 2 man per dag bedraagt.

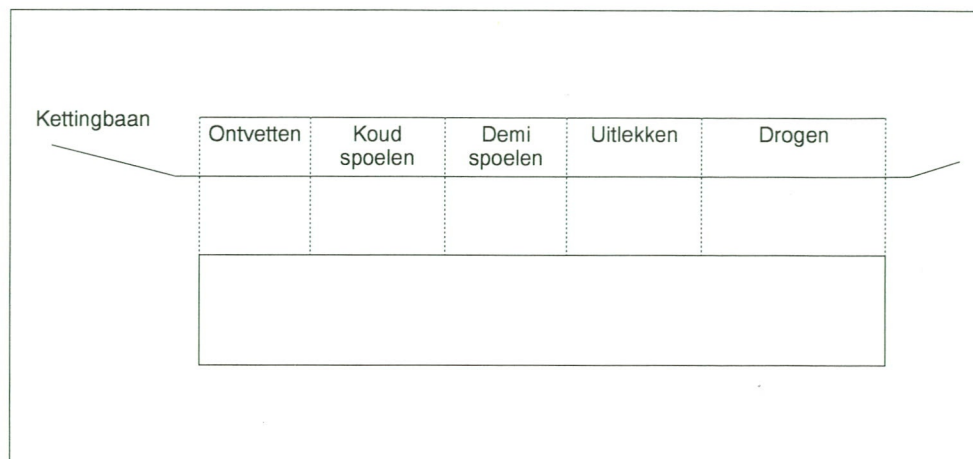
5 Overgangsfase

Avedko is in 1988 begonnen met het reinigen met behulp van een tri-ontvettingsbad. Enkele jaren later kreeg men meer ruimte beschikbaar ten behoeve van het reinigingsproces. Men was van mening dat het reinigen met 1,1,1-trichloorethaan en het natlakken een te lage productiecapaciteit opleverde voornamelijk bij grote kasten. Bij het natlakken treedt onder invloed van corrosie nogal eens blaasvorming op en de werkomstandigheden met 1,1,1-trichloorethaan waren niet prettig.

Op grond hiervan heeft Avedko besloten om over te stappen naar een reinigingssysteem zonder gebruik te maken van chemicaliën en naar poedercoating.

Het regenereren van gebruikt demiwater gebeurt niet met behulp van ionenwisselaars, maar via een osmoseproces, zodat ook hier minder chemicaliën nodig zijn.

Men heeft verschillende leveranciers benaderd betreffende installatie, chemicaliën en lakken.



Figuur 6 Het nieuwe reinigingssysteem

Na de gemaakte keuze is men radicaal overgestapt op het nieuwe reinigingssysteem en poedercoating.

De benodigde tijd voor de verandering bedroeg 1/2 jaar. Er waren ongeveer 4 personen betrokken bij het project.

De overstap is in april 1991 gemaakt.

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze, hoewel de overstap wel risicovol was. Het nieuwe reinigingsproces biedt een hogere productiecapaciteit, het gebruik van chemicaliën is sterk afgenomen en het proces is milieuvriendelijker.

6 Kosten

Oude systeem

Aanschaf complete installatie (opgave bedrijf f 200.000,- met een correctiefactor voor de tijd verstreken sinds de aanschaf, ca. 10 jaar: een factor 1,5)

	f	300.000,-
actieve kool installatie	-	50.000,-
installatiekosten	-	15.000,-
Totaal	f	365.000,-

Variabele kosten:

elektriciteit	f	17.290,-
gas	-	36.000,-
tri (terugwinning 50%)	-	30.000,-
20% van investering	-	73.000,-
Totaal	f	156.290,-

Nieuw systeem

Aanschaf complete installatie f 1.000.000,-

Variabele kosten:

elektriciteit	f	23.940,-
gas	-	49.000,-
reinigingsmiddel	-	7.000,-
water	-	2.000,-

20% van investering - 200.000,-

Totaal f 281.940,-

7 Conclusies

De jaarlijkse kosten zijn aanzienlijk toegenomen. Dit heeft echter geleid tot een grotere capaciteit, een betere kwaliteit en de mogelijkheid om in flow te werken.

Er heeft een aanpassing plaatsgevonden in het ontwerp van de produkten zodat een zo groot mogelijke waterafvoer mogelijk werd.

De overstap naar het nieuwe proces hield een zeker risico in omdat het oude systeem niet beschikbaar bleef tijdens de overstap.

Samenvatting

Bedrijf: BK, Kampen	
Produkten: pannen	Capaciteit (reinigen): 2500 per dag ploeg
Te reinigen produkten: pannen 120 × 60 tot 300 × 18 mm Verontreiniging: produktievuil, oliën, dieptrekolie	
<i>Oud</i> reinigingsproces: dompelen (2×) dampontvetter perchloorethyleen	<i>Nieuw:</i> reinigingsproces: wasstraat (water/zeep) wassen spoelen spoelen demiwater drogen
Investerings: <i>f</i> 895.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 179.000,- var. kosten - 51.356,- totaal per jr. <i>f</i> 230.356,-	Investerings: <i>f</i> 290.000,- nv. jaarlijks <i>f</i> 58.000,- var. kosten - 20.619,- totaal per jr. <i>f</i> 78.619,-
	Milieuvoorzieningen: energielekken van het ene deel van de wasstraat naar het andere deel zijn zoveel mogelijk voorkomen door gescheiden kettingbanden, luchtrecirculatie enz.
	Overstap: project 5 jaar veel overleg leveranciers, andere bedrijven, branche kosten 1 mensjaar
<i>Opmerkingen:</i> Naast de aanschaf van de nieuwe wasstraat is een aantal veranderingen doorgevoerd in het productieproces. De dieptrekolie is vervangen door een zeepoplossing die na het dieptrekken met warm water kan worden afgespoeld. De polijstpasta is aangepast. Binnenslijpen wordt voortaan droog uitgevoerd. Voor walsproces is een emulsie met verkorte polymeren in gebruik.	

Bezoekverslag Berk Kampen - Kampen

14 oktober 1992

gesproken met: De heer T. Eelman, hoofd technische dienst

1 Bedrijfsgegevens

Berk Kampen B.V. (BK) te Kampen maakt deel uit van Koninklijke van Kampen en Begeer B.V. in Zoetermeer. BK produceert pannen en aanverwante artikelen zoals fluitketels en dergelijke. De holding omvat ruim 30 bedrijven met zeer verschillende aantallen werknemers. Bij BK in Kampen werken ongeveer 90 mensen waarvan 75 in de productie en 15 in overige functies.

Het interview heeft plaatsgevonden bij BK, Noordweg 5 in Kampen. In deze vestiging worden per werkdag enkele duizenden pannen en toebehoren geproduceerd. Er wordt gewerkt met glijdende werktijden van 07.00 uur tot 18.00 waarbij een grote mate van flexibiliteit bestaat.

De productie van een pan verloopt als volgt. Een ronde plaat van roestvast staal 304 wordt door dieptrekken in de juiste vorm gebracht. De pan wordt gereinigd en daarna voorzien van een aluminium plus stalen bodemplaat door middel van een lasproces. Vervolgens wordt de pan via een verspanende bewerking in de juiste vorm gebracht. Hierna worden achtereenvolgens de binnenkant en de buitenkant van de pan afgewerkt, de binnenkant met een verspanend proces (draaien) en de buitenkant wordt gepolijst. De pan wordt hierna schoongemaakt, van handvatten voorzien en ingepakt. Er zijn vijf produktielijnen met verschillende capaciteit.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

Er is een aantal redenen om een pan te reinigen. De eerste reden is het vervolg van het productieproces. Het lassen van de bodem en de handvatten aan de pan kan alleen goed plaatsvinden bij een schoon oppervlak. Vervolgens betreft het artikelen die als consumenten produkt op de markt komen en daarom esthetisch acceptabel moeten zijn. Dit houdt in dat de pan visueel schoon en vlek vrij moet zijn.

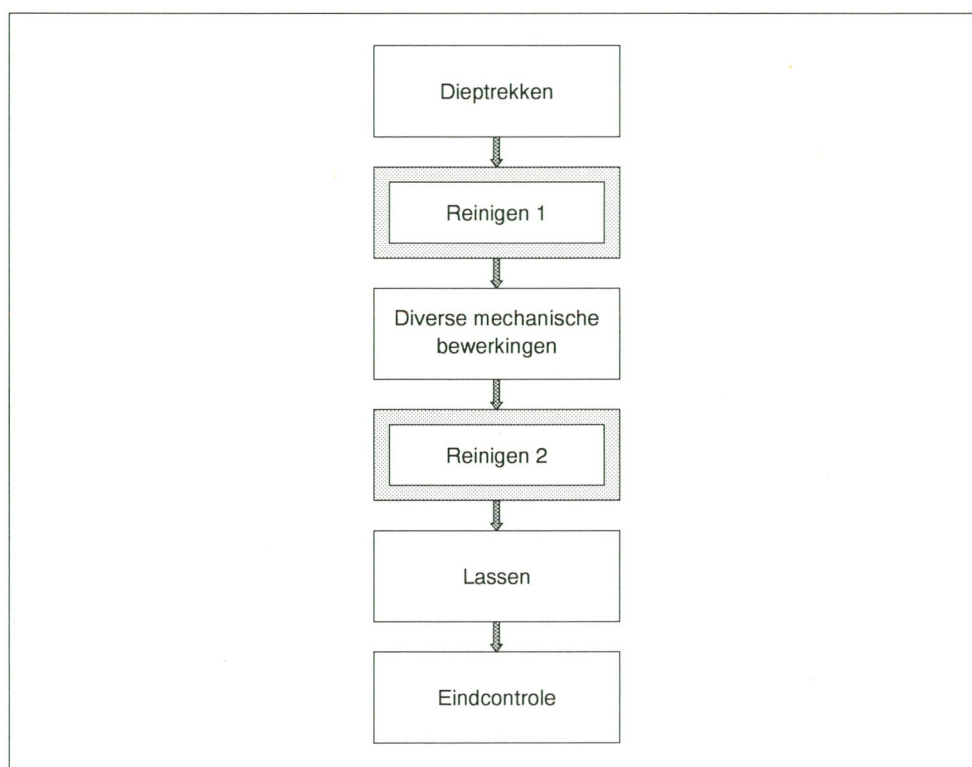
De verontreiniging van de pannen bestaat uit de resten van de bewerkingen, veelal stof, en de middelen die voor het proces nodig waren zoals dieptrekmiddel, lasflux en polijstmiddelen.

De te reinigen onderdelen hebben afmetingen die variëren van 120 × 60 mm tot 300 × 180 mm. Gereinigd worden zowel halfprodukten (gedurende een fase in het proces) als eindprodukten.

Na het polijsten van de pannen zijn deze warm geworden. Deze warmte wordt tijdens het reinigen benut waardoor minder energie behoeft te worden toegevoerd. Het extern uitvoeren van het reinigingsproces is hierdoor ongunstig.

2.2 Reinigingsproces

De aanwezigheid van verontreinigingen wordt met het oog gecontroleerd. De doorzet door de reinigingssystemen bedraagt zo'n 2500 pannen per 8 uur. Het proces wordt als continuproces uitgevoerd maar is nauwelijks tijdkritisch (er kan een batch gereinigd worden als dat nodig is).



Figuur 7 Flowdiagram van het productieproces

Wanneer de reiniging niet voldoet, wat eigenlijk zelden voorkomt, treedt er kwaliteit-verlies op of eventueel productieverlies.

3 Oude situatie

Het bestaande reinigingssysteem (nog in gebruik) bestaat uit twee dompelbaden en een dampontvetter met perchloorethyleen. Het eerste bad wordt op een temperatuur van 90 °C gehouden, het tweede op 60 - 70 °C en de dampontvetter op 121 °C. In het eerste bad wordt de ergste vervuiling verwijderd waarna, in het tweede

bad, de bijna schone onderdelen verder worden gereinigd en gekoeld. In de laatste fase worden de laatste vuilresten verwijderd.

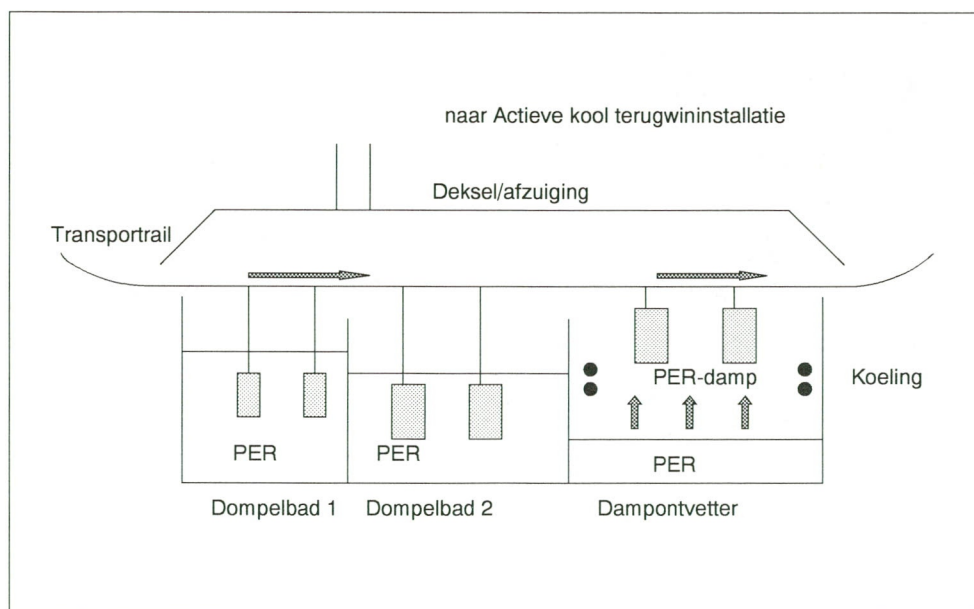
Een aparte droogstap is voor dit proces niet noodzakelijk

Het gebruik van perchloorethyleen bedraagt ongeveer 400 kilo per week plus de teruggewonnen hoeveelheid van het actieve koolfilter. Per eenheid produkt wordt 17 g perchloorethyleen verbruikt. Naar schatting wordt per jaar 2000 kilo perchloorethyleen via het afval afgevoerd (WCA melding) en zo'n 15% naar de lucht geëmitteerd.

Het systeem verbruikt 800 m³ koelwater per maand en wordt elektrisch verwarmd.

Het reinigen vergt ongeveer een manuur per dag voor opstarten en stoppen en controle. Schoonmaken vergt nog een 6 à 8 manuren eens in de zes weken.

Het PER systeem is zeer betrouwbaar maar onprettig om mee te werken. Voor systeemonderhoud zijn speciale voorzieningen noodzakelijk zoals perslucht. De ventilatie lucht van het bestaande systeem wordt met een actieve koolfilter gereinigd. Als dit actieve koolfilter aan de eisen van de NER zou worden aangepast zou dat een aanzienlijke uitbreiding van deze installatie betekenen. De kosten voor een aangepast actieve koolsysteem bedragen 230.000 gulden. Het PER systeem zelf kost 650.000 gulden.



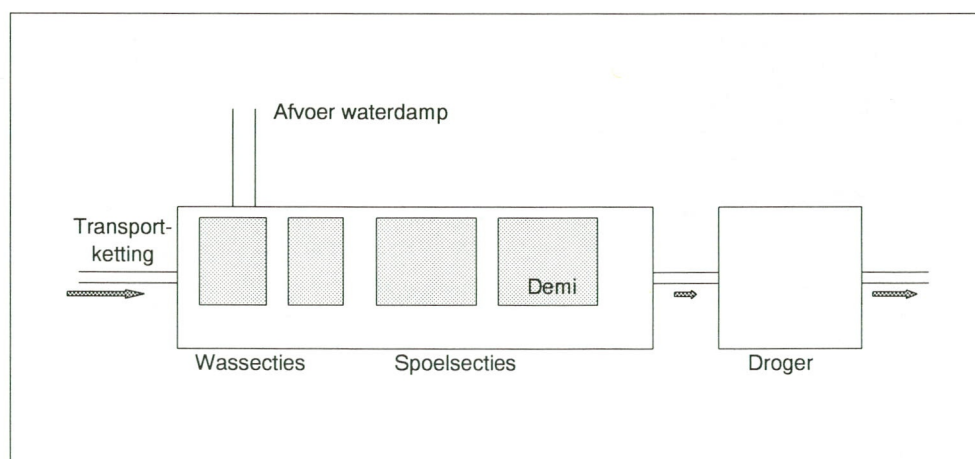
Figuur 8 Het oude reinigingssysteem

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt met water en zeep gereinigd. De keuze voor deze wijze van reinigen kon echter pas worden gemaakt toen het gehele productieproces was doorgelicht met het oog gericht op mogelijkheden voor waterig reinigen. Zo is de dieptrekolië vervangen door een zeepoplossing zodat met heet water afspoelen volstaat voor de volgende produktiestap. Ook bij verspanende bewerkingen worden water en zeep toegepast. Deze procesveranderingen zijn op bruikbaarheid onderzocht met proefexemplaren. Het binnenslijpen (draaien) wordt droog uitgevoerd. Voor een drijfproces wordt een van water scheidbare emulsie van verkort polymeren gebruikt. Tenslotte wordt gepolijst met 70% minder pasta van een aangepaste kwaliteit. De pasta bleef noodzakelijk om een oxidehuid te verwijderen. Na onderzoek bleek een pasta gemaakt te kunnen worden die met water te reinigen is.

Na alle veranderingen in het productieproces kan met water en zeep worden gereinigd. De zeep oplossing bedraagt minder dan 2%. Na twee sproeiprocessen worden de produkten afgespoeld met gewoon water en met demiwater. In een volgend compartiment worden de produkten met lucht gedroogd. Er zijn voorzieningen om oversleep van water aan de ketting te verminderen en afblaas units om het drogen te vergemakkelijken.

Het systeem verbruikt ongeveer 35 m³ water per maand. Water kan tegen hoog tarief worden geloosd. De geloosde hoeveelheid is echter zeer gering.



Figuur 9 Waterzeef reinigingssysteem

Het systeem voldoet uitstekend aan de gestelde normen en is prettiger om mee te werken dan het PER systeem. Voorzieningen worden alleen getroffen bij het bijmengen van de zeep. Het nieuwe systeem neemt 10 m² minder ruimte in beslag. De oorzaak hiervan is niet duidelijk, vermoedelijk was het oude systeem een (iets overgedimensioneerd) standaardsysteem terwijl het nieuwe systeem op bedrijfsspecificaties is ontworpen. De systeemkosten bedragen 290.000.

5 Overgangsfase

Het nieuwe systeem is in ongeveer 5 jaar tijd ontstaan uit een evaluatie van het productieproces in relatie tot het reinigen. Er bleek geen standaard oplossing voor de gewenste toepassing op de markt beschikbaar. Het gehele productieproces is daarna stap voor stap veranderd waardoor op den duur een watersysteem mogelijk werd. De daarmee ontstane uitbreiding van de capaciteit was gepland. Het nieuwe systeem is beduidend goedkoper dan het PER systeem, prettiger om mee te werken en kwalitatief goed.

De doorlooptijd voor de verandering bedroeg 5 jaar waarbij ongeveer één mensjaar werk nodig was (selecteren, testen, bouwen). De informatie is verkregen door zeer veel contacten te leggen met personen die een aspect van de problematiek kenden.

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze het project om tot die keuze te komen was echter risicovol.

6 Kostenoverzicht

Oude systeem

Investerings:	
dampontvetter:	f 650.000,-
actieve kool installatie	- 230.000,-
installatiekosten	- 15.000,-
Totaal	f 895.000,-

Variabele kosten:	
perchloorethyleen	f 36.200,-
koelwater	- 5.856,-
energie (schatting TNO)	- 9.300,-
20% van investering	- 179.000,-
totaal	f 230.356,-

Nieuwe situatie

Investerings:	
wasstraat	f 207.000,-
demiwaterinstallatie	- 48.000,-
installatiekosten	- 35.000,-
totaal	f 290.000,-

Toegevoegd (éénmalig)	
engineeringskosten	f 100.000,- (niet in afschrijving opgenomen)

Variabele lasten:		
zeep	f	3.128,-
water	-	256,-
elektriciteit	-	3.038,-
gas	-	13.420,-
WVO-heffing	-	777,-
20% van investering	-	58.000,-
totaal	f	78.619,-

7 Conclusies

De kosten van het reinigen zijn aanzienlijk afgenomen.

De projectkosten worden geschat op één mensjaar.

Samenvatting

Bedrijf: Philips, Drachten	
Produkten: scheerapparaten	Capaciteit (reinigen): band: 7 meter/minuut continubedrijf
Te reinigen produkten: scheerkop-onderdelen in diverse stadia van de productie Verontreiniging: resten verspanende bewerkingen, oliën	
<i>Oud</i> Reinigingsproces: meerdere dompel/dampontvetters met trichloorethyleen en perchloorethyleen (waterkoeling)	<i>Nieuw</i> Reinigingsproces: reinigen water/zeep spoelen demiwater drogen warme lucht
	De wijze van bedrijfsvoering is gebaseerd op verregaande automatisering van het gehele proces. Ook de reinigingsstappen zijn ondergebracht in een centrale logistieke structuur
	Overstap: project 4 jaar met project-team van 3 à 4 personen (niet continu)
<i>Opmerkingen:</i> Met het nieuwe systeem is de capaciteit uitgebreid en kon er van batch naar flow overgeschakeld worden. De overstap is een proces waarbij de gehele plant stap voor stap voorzien wordt van milieuvriendelijke reinigingssystemen.	

Bezoekverslag Philips, Drachten

21 januari 1993

gesproken met: de heer Ing. J. van Dalen, engineer

1 Bedrijfsgegevens

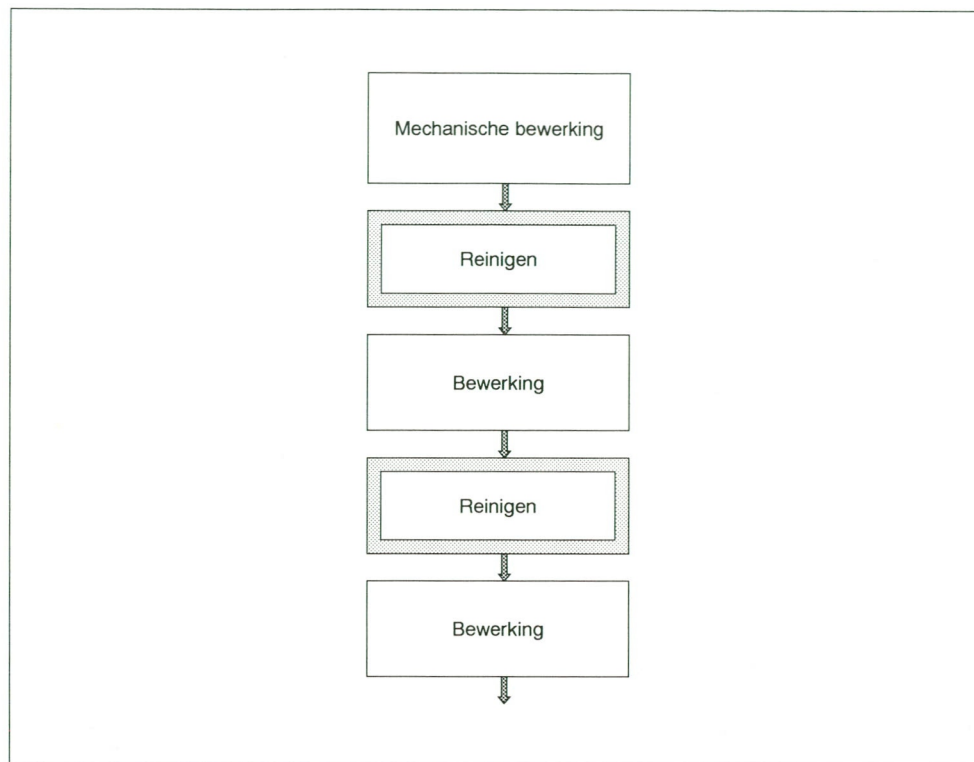
Philips Drachten maakt deel uit van de Nederlandse Philips Bedrijven B.V. In Drachten produceert Philips scheerapparaten en onderdelen voor huishoudelijke apparatuur. In totaal werken zo'n 1800 mensen in de vestiging in Drachten. Het interview heeft plaatsgevonden bij Philips, Oliemolenstraat 5, Drachten. Er wordt vol continudienst gedraaid.

Het onderdeel waar in het kader van het onderzoek vooral de nadruk op ligt is het produceren en reinigen van scheerkoppen en overige metaalwaren onderdelen.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

In diverse stadia van de produktie moeten de scheerkoppen worden gereinigd van verontreiniging die al op het materiaal aanwezig was of daar tijdens de vorige produktiestap op terecht is gekomen. Het betreft hier in de eerste fasen van het proces voor bandgestampte onderdelen die nog in de band zitten. In latere fasen in het proces worden de onderdelen ook los gereinigd. De verontreinigingen bestaan uit metaalresten vanwege bewerkingen en bewerkingsstoffen (oliën, koelvloeistoffen, polijstmiddelen).

De te reinigen onderdelen hebben afmetingen in de orde van 20 mm in doorsnede, < 1 mm dik. De banden kunnen een breedte bezitten tot zo'n 5 cm. Het extern uitvoeren van de reiniging is logistiek onmogelijk. De onderdelen zijn veelal van staal maar ook non-ferro produkten komen voor (onder andere aluminium en messing).

*Figuur 10 Flowdiagram van het productieproces*

2.2 Reinigingsproces

Op diverse plaatsen in het bedrijf worden onderdelen gereinigd. Dit gebeurt nu hoofdzakelijk in flow. Sommige onderdelen worden batch gereinigd (volgens het oude reinigingsprocédé). De continuïteit van het gehele proces wordt gewaarborgd door op cruciale punten parallelle systemen en bufferzones te gebruiken. De reiniging moet voldoen aan hoge kwaliteitseisen omdat de volgende produktiestappen dat vereisen.

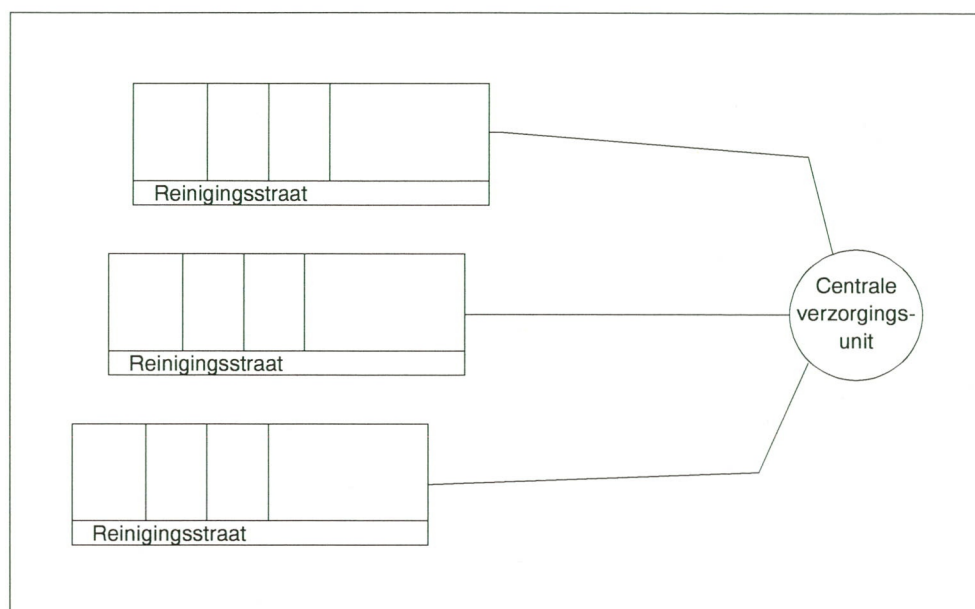
3 Oude situatie

In de oude situatie, nog deels aanwezig, werd gereinigd met trichloorethyleen in gecombineerde dompel/damp ontvetters, trichloorethyleen in een grote dampontvetter en in waterige reinigingssystemen. Deze systemen kwamen op verschillende plaatsen in het bedrijf voor. De kleine ontvetters hadden afmetingen van ongeveer $1 \times 0,5 \text{ m}^2$. De te reinigen banden werden door deze baden geleid. Voor lossen delen was (is er nog) een grote dampontvetter beschikbaar met een oppervlak van enkele m^2 . De onderdelen konden hierin in korven worden gereinigd.

De totale emissie naar de lucht van gechloreerde oplosmiddelen voor reinigen lag, in de oude situatie, in de orde van 27 ton per jaar.

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van diverse wasstraten gebaseerd op water en zeep. Tegelijk met de nieuwe reinigingsmethode wordt een groter aandeel van de te reinigen onderdelen in flow gereinigd, waar vroeger nog batchgewijs reiniging plaatsvond. Centraal staat een verzorgingsunit voor reinigingsmiddel met micro- en ultrafiltratie.



Figuur 11 Reinigen in de nieuwe situatie

De volgende stappen worden doorlopen in de, in concept gelijke, reinigingssystemen:

- reinigen;
- spoelen;
- demispoelen;
- drogen.

Het reinigen vindt plaats bij 70 - 80 °C. Het spoelen met demiwater is noodzakelijk om de vorming van vlekken tegen te gaan.

Er heeft een verregaande integratie plaatsgevonden van de nieuwe reiniging in het productieproces. Op een aantal punten is het reinigingsproces tijdskritisch doordat het is opgenomen in de flow van de productie. Het onderliggende concept is het creëren van een totale logistieke structuur waarin de reinigingssystemen zijn opgenomen.

5 Overgangsfase

De overgang naar het reinigen met water en zeep is onderdeel van een continue aanpassing van de produktiewijze aan de eisen van de tijd. In de bedrijfsfilosofie van Philips met betrekking tot milieu moeten gechloreerde oplosmiddelen op termijn uit de bedrijven worden geweerd. In Drachten is men al vier jaar bezig met het projectmatig aanpakken van de reiniging. De reiniging wordt in één grote totale beheersstructuur gebracht. De aan- en afvoer van reinigingsmiddelen en water zijn gecentraliseerd zodat een optimale logistieke structuur bereikt kan worden. Hier vindt ook reiniging van afvalwater plaats. Integratie en automatisering zijn zeer ver doorgevoerd. Voor de overschakeling is veel eigen menskracht ingezet.

6 Kosten

Gezien de verregaande integratie van de reiniging in het productieproces is het niet mogelijk een goede analyse te maken van de kosten van het reinigen, noch in de oude, noch in de nieuwe situatie.

Hier onder volgen enkele reductiepercentages die zijn bereikt met het invoeren van nieuwe reinigingssystemen

	Vermindering
gebruik oplosmiddelen	50%
gebruik reinigingsmiddelen	30%
waterverontreiniging	30%
emissies naar de lucht	55%
afvoer van chemisch afval	50%

7 Conclusies

De inzet van waterige reinigingssystemen past in de integratie van het reinigen in de productieflow. Dit maakt een gedetailleerde beoordeling van de nieuwe situatie ten opzichte van de oude situatie niet mogelijk.

Er is een aanzienlijke vermindering opgetreden van de diverse emissies naar water en lucht. Ook de hoeveelheid chemisch afval is aanzienlijk afgenomen.

Samenvatting

Bedrijf: Van Doorne's Transmissie, Tilburg [1. snaren]			
Producten: snaren ten behoeve van duwschakelbanden		Capaciteit (reinigen): 20.000 per dag continu bedrijf	
Te reinigen producten: snaren 160 - 240 × 8 - 12 mm; 0,2 mm dik in manden			
Verontreiniging: walsolie, walsstof			
Oud		Nieuw	
reinigingsproces: alkalisch bad spoelen met water spoelen met freon 113 (CFK 113)		reinigingsproces: in flow sproeitunnel wassen spoelen (2×) spoelen demiwater nevel demiwater afblazen	
Investerings: f 625.000,-		Investerings: f 700.000,-	
Inv. jaarlijks f 125.000,-		Inv. jaarlijks f 140.000,-	
var. kosten - 124.850,-		var. kosten - 66.410,-	
totaal per jr. f 249.850,-		totaal per jr. f 206.410,-	
menskracht f 216.000,-		menskracht f 10.800,-	
		Overstap: project 2 jaar	
Opmerkingen:			
De overstap van batch naar flow heeft een enorme vermindering van de benodigde hoeveelheid menskracht tot stand gebracht.			

Bezoekverslag van Doorne's Transmissie B.V. Tilburg

26 november 1992

gesproken met: De heer M. Mannesse

1 Bedrijfsgegevens

Bij VDT (van Doorne's Transmissie) in Tilburg worden duwschakelbanden geproduceerd voor inbouw in automatische transmissies voor auto's (beter bekend als van Doorne's Continu Variabele Transmissie). VDT is een zelfstandig bedrijf.

In totaal werken bij de vestiging in Tilburg 230 personen, waarvan 85 direct betrokken zijn bij het productie proces. De productie vindt plaats in een 3 ploegendienst.

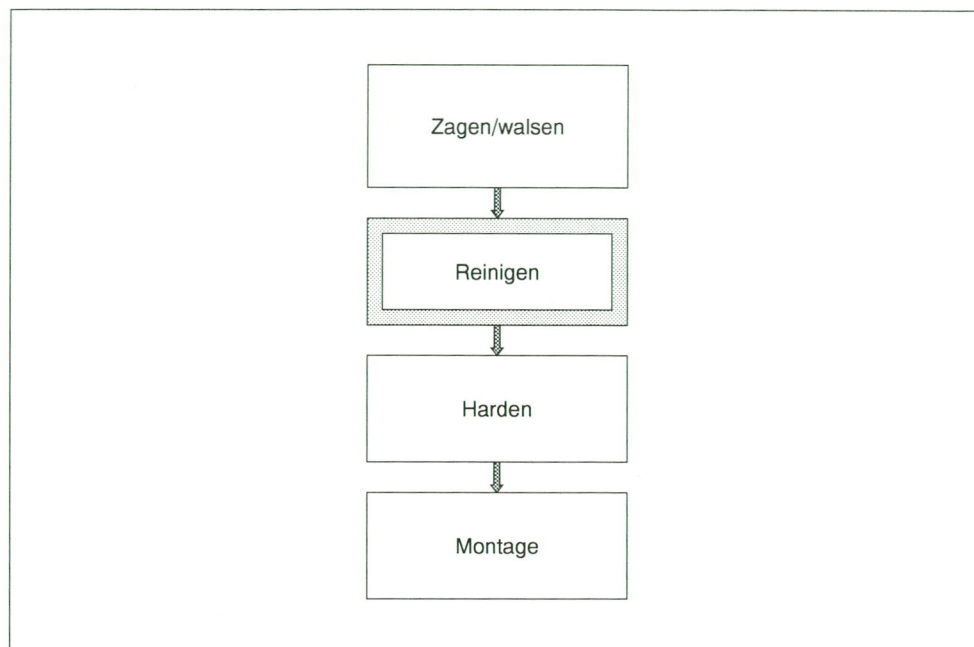
Tijdens de productie is een aantal wasprocessen nodig waarbij tot voor kort freon 113 (CFK 113) en perchloorethyleen gebruikt werden. Deze wasprocessen zijn inmiddels vervangen door wasprocessen op basis van water en zeep.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

De snaren hebben een diameter van 160 - 240 mm, een breedte van 8 - 12 mm en een dikte van 0,2 mm. Het gewicht van één snaar bedraagt ca. 10 gram. De snaren worden gemaakt van maraging staal (een staalsoort die geen koolstof bevat).

De snaren worden uit een buis gezaagd die daarna uitgewalst worden. Daarna worden de snaren gehard waarna het oppervlak behandeld wordt door gasnitreren. Het te reinigen produkt is een halffabrikaat dat in het vervolg van het productieproces afgemonteerd wordt.

Per dag worden ca. 20.000 snaren geproduceerd.

*Figuur 12 Flowdiagram van het productieproces*

2.2 Reinigingsproces

De verontreiniging bestaat uit dunne walsolie (lichte minerale olie) en sterk hechtend walsstof (zeer fijn magnetisch ijzerstof). De structuur van het snaaroppervlak is aan de buitenzijde glad en aan de binnenzijde voorzien van een ribbel profiel.

Van het reinigingsproces wordt geëist dat het produkt absoluut schoon is en vrij van residuen; verder moet het produkt vlek vrij gedroogd worden. Reden voor het reinigen zijn de volgende stappen in het productie proces. Bij het gloeien (harden) branden olieresten en residuen in op het oppervlak. Bij het gasnitreren veroorzaken vlekken op het oppervlak zwakke plekken en vervorming van snaaroppervlak.

Het reinigen betreft een toenemende activiteit en is direct gekoppeld aan de productie aantallen van duwbanden. De reiniging kan absoluut niet extern uitgevoerd worden.

De kwaliteit van het reinigingsproces wordt steekproefsgewijs gecontroleerd door visuele waarneming en door middel van een veegtest. Het resultaat van de veegtest wordt bepaald door vergelijking met een stalenkaart.

3 Oude situatie

Reiniging vond plaats met behulp van een wasstraat met dompelbaden en een beladingsrobot. Het reinigingsproces bestond uit de volgende onderdelen:

Handmatig beladen van manden.
Dompelen in ultrasoon alkalisch wasbad (fosfaat).
Spoelen (water) (2×).
Spoelen (freon) (2×).
Handmatig ontladen van manden.

Producten die na reiniging niet voldoende schoon waren werden opnieuw gereinigd.

De installatie was 24 uur per dag in bedrijf, per uur werden ca. 600 snaren gereinigd.

In het reinigingsproces werd gebruik gemaakt van de volgende grondstoffen:

- emulsie reiniger; verbruik ca. 3000 kg per jaar; kosten ca. f 5,- per kg;
- fosfaat reiniger; verbruik ca. 250 kg per jaar; kosten ca. f 5,- per kg;
- freon 113; verbruik ca. 13000 kg per jaar; kosten ca. f 7,- per kg;
- onthard water.

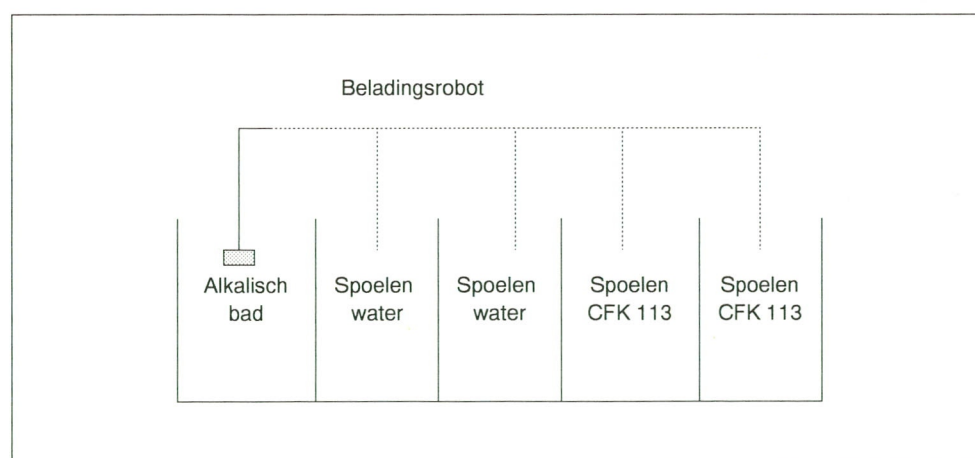
Verder verbruikte de reinigingsinstallatie 250 liter water per uur (deels koelwater) en 10 kWh aan elektriciteit voor verwarming.

Voor het beladen/ontladen van de machine waren 2 man per ploeg nodig.
Het voor het reinigingsproces benodigde oppervlak bedroeg 30 m², een beperkte hoeveelheid ruimte was nodig voor het afkoelen/drogen van het produkt voordat dit verder bewerkt kon worden.

De installatie verloor ongeveer 1 kg freon 113 per uur door verdamping. De totale freon 113 emissie naar de lucht werd geschat op 9000 kg per jaar.

Per jaar werd 4000 kg freon 113 en 3000 kg emulsiereiniger afgevoerd als chemisch afval.

De installatie verbruikte vrij veel koelwater voor het condenseren van de freon.



Figuur 13 Het oude reinigingssysteem

4 Nieuwe situatie

Reiniging vindt plaats met een volautomatische doorloop sproeitunnel, die direct in de produktielijn is opgenomen. Het reinigingsproces vindt nu in flow plaats. De sproeitunnel is gebouwd volgens door VDT opgegeven specificaties

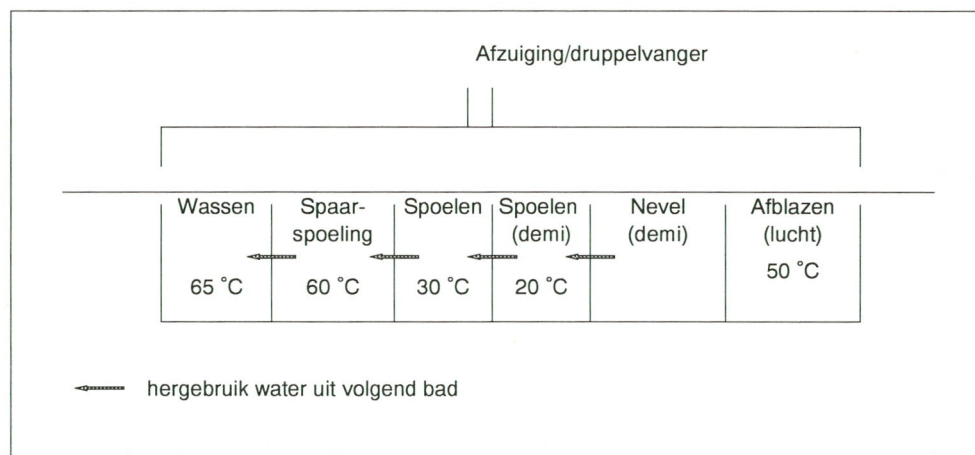
In de eerste sectie van de reingingsmachine wordt gesproeid met een alkalische fosfaat reiniger. Door het gebruik van overnames in het transport systeem (beperking uitsleep) en een voorspoeling in een spaarbad is de fosfaatlozing geminimaliseerd tot ca. 250 gram per dag. Het spoelwater mag ongezuiverd geloosd worden. Tevens is, dankzij continue olieafscheiding en filtering, de standtijd van het wasbad in de praktijk meer dan één jaar.

Door het aanhangende vocht van de produkten af te blazen worden de snaren gedroogd zonder dat er door verdamping vlekken kunnen ontstaan.

De emissie naar de lucht wordt verminderd door een druppelvanger in de afzuiginstallatie op te nemen.

Produkten die na reiniging niet voldoende schoon zijn worden afgekeurd.

De installatie is 24 uur per dag in bedrijf, per uur worden ongeveer 900 snaren gereinigd.



Figuur 14 Het nieuwe reinigingssysteem

In het reinigingsproces wordt gebruik gemaakt van de volgende grondstoffen:

- bevochtiger; verbruik ca. 500 kg per jaar; kosten ca. f 10,- per kg;
- fosfaat reiniger; verbruik ca. 300 kg per jaar; kosten ca. f 10,- per kg;
- demiwater.

Verder verbruikt de reinigingsinstallatie 450 liter water per uur (spoelwater en koelwater), 50 kWh aan elektriciteit (voornamelijk voor droogblazen) en 3 m³ aardgas per uur voor verwarming van de was en spoelbaden.

Het voor het reinigingsproces benodigde oppervlak bedraagt 60 m². Voor de bediening van de machine is 0,1 man per ploeg nodig.

Per jaar wordt 1500 kg oude olie en zeep als chemisch afval afgevoerd.

Het reinigingsresultaat is beter en van een meer constante kwaliteit dan vroeger. Geschat wordt dat er nog een marge van 20 - 30% in de reinigingsspecificaties zit. Het gebruik van fosfaat is onvermijdelijk in verband met de vervuiling door walsstof en wordt wenselijker geacht dan het gebruik van fosfaatvervangende complexvormers.

5 Overgangsfase

Eind '88 gestart met het onderzoek naar een nieuw reinigingsproces in verband met het opzetten van een nieuwe produktielijn. Motivatie voor het zoeken naar een alternatief proces waren de kosten van de oude machine en de freon emissie.

Door literatuur onderzoek en proefnemingen bij diverse leveranciers is men tot het huidige reinigingsproces gekomen. De totale overschakeling heeft twee jaar gekost.

Voor de overschakeling zijn geen aanpassingen in het productieproces nodig geweest.

Aan het begin van de snarenproduktielijn komt nog een kleine open freon-dampontveter voor. Het procesonderzoek voor de vervanging door een freonvrij alternatief is gestart.

Men is tevreden over de keus van het nieuwe reinigingssysteem. Het nieuwe systeem leidt tot een hoger energieverbruik en vergde een hogere investering. De kostenvermindering door een lager gebruik van grondstoffen en een veel lagere inzet van menskracht compenseert dit ruimschoots.

6 Kosten

Oude systeem

De gegevens betreffende de kosten voor de oude en de nieuwe situatie zijn afkomstig van het bedrijf. De kosten van de investering voor de oude situatie zijn aangepast (een factor 1,5 voor correctie voor de verstreken tijd en bovendien de toevoeging van een actieve kool installatie).

Investerings:	
reinigingssysteem	f 350.000,-
actieve kool installatie	- 260.000,-
installatiekosten	- 15.000,-
Totaal	f 625.000,-

Variabele kosten:	
reinigingsmiddel (emulsie)	f 15.000,-
reinigingsmiddel (fosfaat)	- 1.250,-
CFK 113	- 91.000,-
water	- 950,-
elektriciteit	- 9.650,-
chemisch afval	- 7.000,-
20% van investering	- 125.000,-
Totaal	f 249.850,-
menskracht 2 mensjaar à f 60,- per uur	f 216.000,-

Nieuw systeem

Investeringskosten:	
reinigingssysteem	f 650.000,-
installatiekosten	- 50.000,-
Totaal	f 700.000,-
Variabele kosten:	
reinigers	f 8.000,-
water	- 1.700,-
elektriciteit	- 48.360,-
gas	- 6.850,-
chemisch afval	- 1.500,-
20% van investering	- 140.000,-
Totaal	f 206.410,-
menskracht 0,1 mensjaar à f 60,- per uur	f 10.800,-

7 Conclusies

De nieuwe wijze van reinigen levert een aanzienlijke besparing van kosten op, vooral door vermindering van het benodigde aantal mensuren.

Het project voor de overschakeling had een looptijd van twee jaar.

De energiekosten zijn aanzienlijk toegenomen

Samenvatting

Bedrijf: Van Doorne's Transmissie, Tilburg [2. schakels]	
Produkten: schakels voor duwbanden	Capaciteit (reinigen): 300.000 schakels per dag continu bedrijf
Te reinigen producten: schakels 20 × 20 × 2 mm Verontreiniging: olieresten metaaldeeltjes	
<i>Oud</i> reinigingsproces: dampontvetters (5×) perchloorethyleen	<i>Nieuw</i> reinigingsproces: schroefwasinstallaties (3×) water/zeep spoelen drogen
Investerings: <i>f</i> 430.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 86.000,- var. kosten - 157.600,- totaal per jr. <i>f</i> 243.600,-	Investerings: <i>f</i> 300.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 60.000,- var. kosten - 73.350,- totaal per jr. <i>f</i> 133.350,-
	Overstap: project 1 jaar
<i>Opmerkingen:</i> Een bijzonderheid is de bediening/kwaliteitsbewaking van het reinigen door de volgende operator in het productieproces.	

Bezoekverslag van Doorne's Transmissie B.V. te Tilburg

26 november 1992

gesproken met: De heer M. Mannesse

1 Bedrijfsgegevens

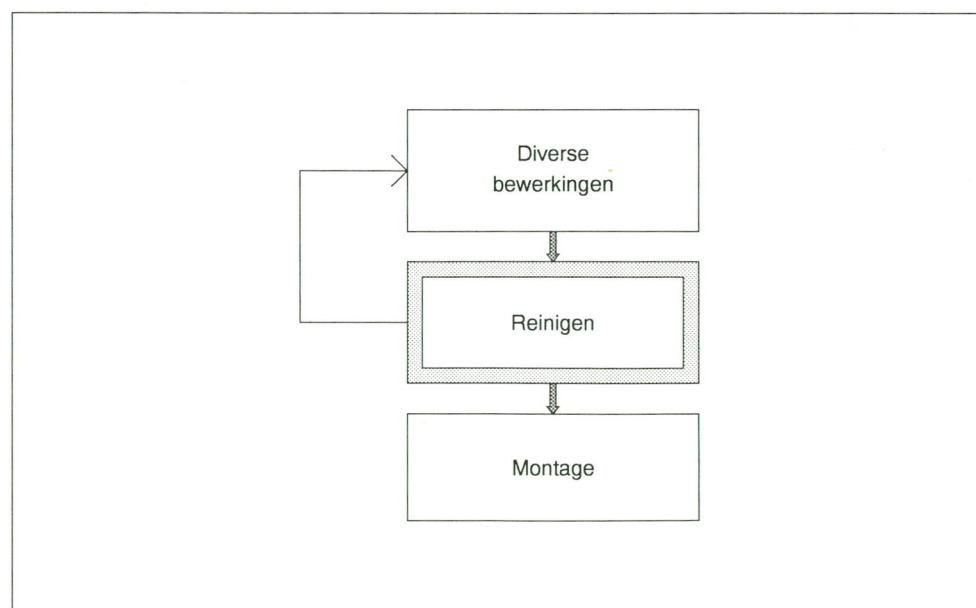
Bij VDT (van Doorne's Transmissie) in Tilburg worden duwschakelbanden geproduceerd voor inbouw in automatische transmissies voor auto's (beter bekend als van Doorne's Continu Variabele Transmissie). VDT is een zelfstandig bedrijf.

In totaal werken bij de vestiging in Tilburg 230 personen, waarvan 85 direct betrokken zijn bij het productie proces. De productie vindt plaats in een 3 ploegendienst.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

De schakels worden gemaakt uit stalen banden. De afmetingen van de schakels zijn $20 \times 20 \times 2$ mm en wegen ca. 3 gram per schakel.

Per dag worden 300.000 schakels geproduceerd. Productie vindt 24 uur per dag en 5 dagen per week plaats.

*Figuur 15 Flowdiagram van het productieproces*

Bij de productie van de schakels worden de volgende bewerkingen uitgevoerd:

- Stanzen;
- Wassen;
- Ontbramen;
- Harden;
- Wassen;
- Slijpen;
- Wassen;
- Afwerken.

2.2 Reinigingsproces

De vervuiling bestaat voornamelijk uit diverse oliesoorten en restmetalen. In de produktielijn van de schakels worden meerdere reinigingen van de schakels uitgevoerd. De schakels worden bij het reinigen als stortgoed behandeld.

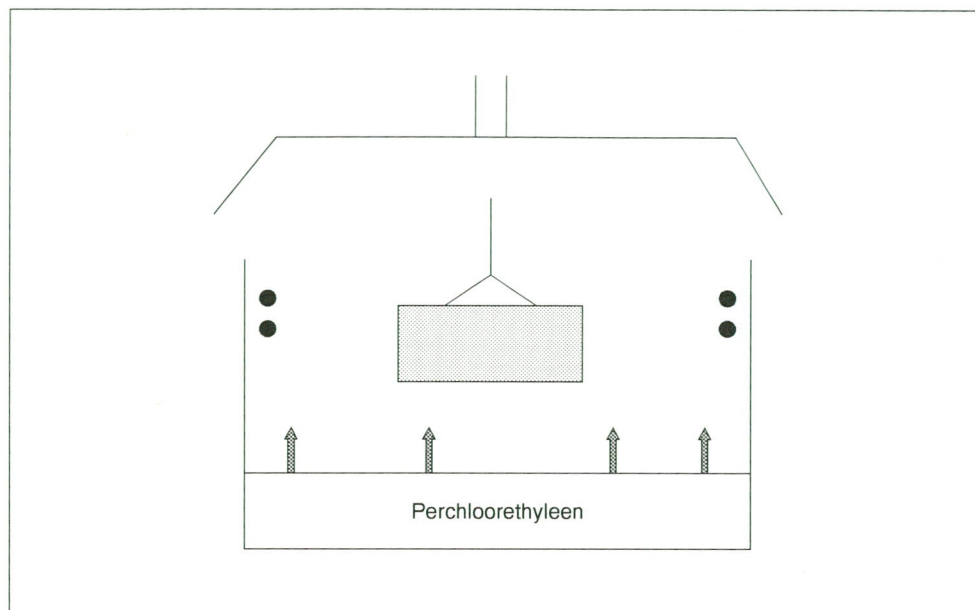
De eisen die aan het reinigingsproces worden gesteld zijn niet zo streng als bij de snaarproductie. In het algemeen wordt geëist dat het produkt redelijk vetvrij en droog is. De kwaliteit van het reinigingsproces wordt visueel beoordeeld. Als de produkten na reiniging niet schoon genoeg zijn worden ze opnieuw gereinigd.

3 Oude situatie

Voor de reiniging beschikte men over 5 halfgesloten perchloorethyleen dampontvetters met ieder een perchloorethyleen verbruik van ongeveer 1 kg/uur (diffusieverlies). Per installatie werd per week 500 l afgewerkte perchloorethyleen opgeslagen in een tank. De inhoud van deze tank werd als chemisch afval afgevoerd.

De dampontvettingsinstallatie werd elektrisch verwarmd en verbruikte 10 tot 15 kWh. Voor de koeling van de condensatiespiralen werd water gebruikt.

Per reinigingsinstallatie was een oppervlak van ca. 12 m² nodig (inclusief ruimte voor bediening etc.).



Figuur 16 Het oude reinigingssysteem

4 Nieuwe situatie

De 5 dampontvettingsinstallaties zijn vervangen door 3 schroefwas-installaties. De schakels worden gereinigd met een neutraal reinigingsmiddel, gespoeld met water en vervolgens met hete lucht gedroogd. De concentratie reinigingsmiddel in het water bedraagt 2%. De standtijd van het reinigingsbad is ongeveer één maand.

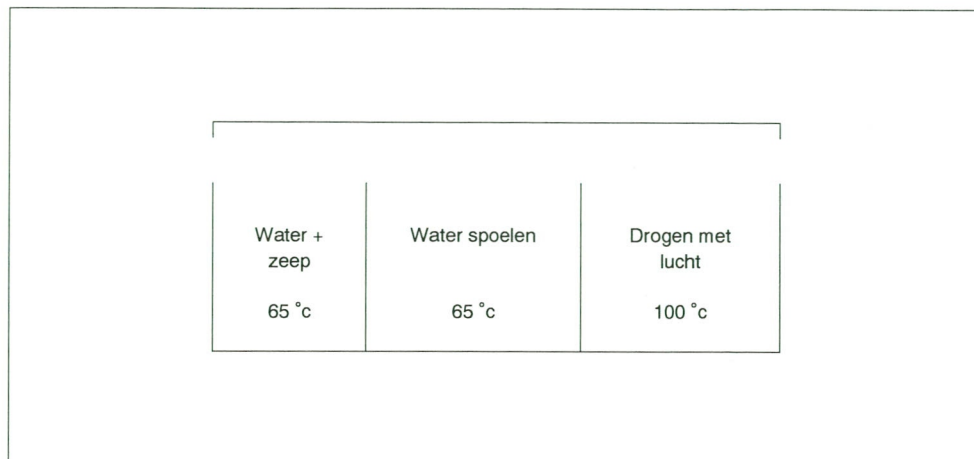
Per installatie verliest men ca. 30 liter water (met 2% zeep) per uur. Dit afvalwater kan niet direct geloosd worden door de olie die erin opgelost is. Men werkt nog aan een centrale olieafscheidingsinstallatie. Voor de verwarming en de lucht blowers is 20 kWh per machine nodig.

Per reinigingsinstallatie is een oppervlak van ca. 12 m² nodig (inclusief ruimte voor bediening etc.).

De arbeidsomstandigheden rond het reinigingsproces zijn verbeterd door vermijden van perchloorethyleen.

Het tot stand brengen van de overschakeling vergde weinig inspanning. Al vrij gemakkelijk is een bruikbaar systeem gevonden.

Vrij bijzonder is het dat de persoon die de volgende bewerking op de schakel uitvoert verantwoordelijk is voor het aan de bewerking voorafgaande reinigingsproces. Op deze manier is een directe koppeling tussen reinigingsproces en bewerkingsproces ontstaan. Als er in het bewerkingsproces problemen ontstaan omdat de reiniging niet goed is uitgevoerd wordt dit onmiddellijk door de bewerker opgemerkt. Door deze directe koppeling van reiniging en bewerking kan de bewerker de kwaliteit van het reinigingsproces beter beoordelen.



Figuur 17 Het nieuwe reinigingssysteem

5 Overgangsfase

De tijd benodigd voor de overschakeling bedroeg 1 jaar. Omdat de eisen aan de kwaliteit van het reinigingsproces niet zo streng zijn, zijn er alternatieve reinigingssystemen mogelijk. Er is weinig geëxperimenteerd om tot de keuze van het huidige systeem te komen.

Voor de overschakeling waren geen aanpassingen in het productieproces nodig.

Men is niet 100% tevreden over de keuze van het nieuwe reinigingsproces. De kwaliteit van het reinigingsproces is goed, maar er zou efficiënter gebruik gemaakt kunnen worden van water en zeep.

6 Kosten

Oude systeem

De kostengegevens van de (vijf) oude systemen zijn niet meer beschikbaar, de kosten zijn daarom door TNO geschat op basis van informatie betreffende de oude situatie en gegevens van leveranciers. Het aangehouden prijspeil is eind 1992.

Investerings:

vijf dampontvetters à 1 m ²	f 120.000,-
actieve kool installatie	- 260.000,-
installatiekosten	- 50.000,-

Totaal	f 430.000,-
--------	-------------

Variabele kosten:		
perchloorethyleen (50% terugwinning)	f	69.600,-
elektriciteit (5 × 8000 uur × 10 kW)	-	62.000,-
chemisch afval	-	26.000,-
20% van investering		- 86.000,-
Totaal	f	243.600,-

Nieuw systeem

Investering:		
reinigingssysteem (inclusief installatie)	f	300.000,-
Variabele kosten:		
reiniger	f	15.000,-
water	-	350,-
elektriciteit	-	58.000,-
20% van investering		- 60.000,-
Totaal	f	133.350,-

De hoeveelheid benodigde menskracht is niet veranderd.

7 Conclusies

De jaarlijkse kosten van het reinigen zijn afgenomen.

De projectinspanning bedroeg ongeveer één mensjaar.

De kosten voor energie zijn iets afgenomen.

Samenvatting

Bedrijf: Sokkia, Almere	
Produkten: serviceverlening landmeetkundige apparatuur	Capaciteit (reinigen): ongeveer twee uur per dag verdeeld over de dag
Te reinigen producten: onderdelen en behuizingen van meetapparatuur 150 × 150 × 200 mm en 1 × 3 mm grillige oppervlakken Verontreiniging: door gebruik vervuilde apparatuur	
<i>Oud</i> reinigingsproces: 2-bads ultrasoon dompelbad /damp- ontvettingssysteem CFK 113 60 °C	<i>Nieuw</i> reinigingsproces: ultrasoon bad 35 °C water/zeep spoelen na-reiniging met iso-propylalkohol (eventueel afblazen met perslucht)
Investerings: <i>f</i> 70.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 14.000,- var. kosten - 4.800,- totaal per jr. <i>f</i> 18.800,- menskracht <i>f</i> 54.000,-	Investerings: <i>f</i> 48.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 9.600,- var. kosten - 1.634,- totaal per jr. <i>f</i> 11.234,- menskracht <i>f</i> 108.000,-
Milieuvoorziening: actieve koolinstallatie ten behoeve van terugwinning IPA	
Overstap: apparatuur snel gekozen 6 maanden proberen (drie soorten zeep)	
<i>Opmerkingen:</i> Het is meer dan vroeger noodzakelijk het reinigen goed in de planningen op te nemen. De kosten voor menskracht bepalen in grote mate de totale kosten.	

Bezoekverslag Sokkia - Almere

24 november 1992

gesproken met: De heer G. Wolsink, chief engineer

1 Bedrijfsgegevens

Sokkia B.V. te Almere maakt deel uit van Sokkia Co. Ltd.

Sokkia houdt zich bezig met serviceverlening, dat wil zeggen onderhoud en reparatie van landmeetkundige instrumenten.

In totaal werken er bij de Nederlandse onderneming 50 mensen, waarvan 12 mensen op de afdeling service. Hiervan zijn 4 à 5 mensen betrokken bij het reinigingsproces.

Het interview heeft plaatsgevonden bij Sokkia, Damsluisweg 1 te Almere.

In deze vestiging wordt dagelijks service verleend met betrekking tot landmeetkundige instrumenten voor de Nederlandse en de Europese markt. Hiervoor worden onderdelen en/of het gehele apparaat gereinigd en ontvet en/of onderdelen worden gerepareerd/vervangen.

Er wordt gewerkt met één produktietijd van 8.00 uur tot 16.30 uur.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

Het is noodzakelijk dat de instrumenten worden gereinigd vóór onderhoudsreparatie.

Aangezien de landmeetkundige instrumenten gebruikt worden in de open lucht kunnen ze behoorlijk vervuild zijn. Het gaat daarbij om cement- en betonstof en zand. Verder bestaat de verontreiniging uit de al aanwezige vetten en oliën.

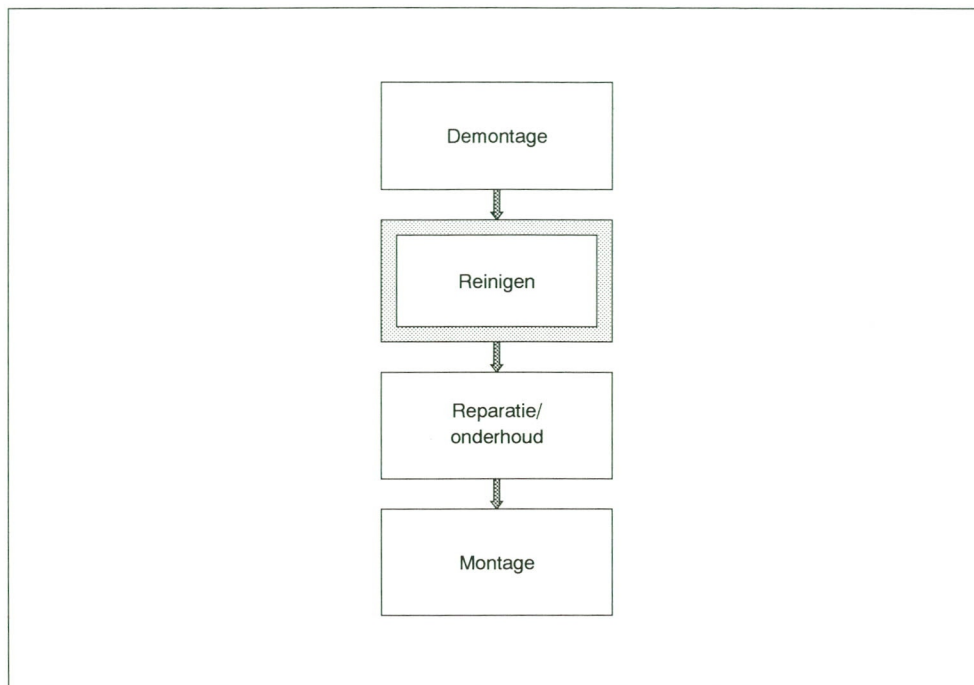
De te reinigen onderdelen hebben afmetingen van $15 \times 15 \times 20$ cm wat betreft aluminiumdelen en de larfjes (kleine onderdeeljes van de instrumenten) hebben een doorsnede van 1 mm en een lengte van 3 mm.

Het te reinigen oppervlak bestaat uit aluminium, rvs, messing, staal of kunststof.

De structuur van het oppervlak betreft schroefdraad, blinde gaten, gevelde of gladde oppervlakten.

Het reinigen van schroefdraad en blinde gaten is moeilijk, vanwege het feit dat meer aandacht besteed moet worden aan het verwijderen van water in verband met het coroderen van het materiaal.

Het reinigen van landmeetkundige instrumenten is rechtstreeks gerelateerd aan de onderhoudsreparatie. Het extern uitvoeren van de reiniging is niet praktisch.



Figuur 18 Flowdiagram van het productieproces

2.2 Reinigingsproces

Er wordt gebruik gemaakt van één reinigingssysteem. Het reinigingsproces wordt in batch uitgevoerd. Bij benadering wordt er 2 uur per dag gereinigd, waarbij de reinigingsprocestijd niet kritisch is.

De geëiste kwaliteitsnorm is dat na reiniging de onderdelen schoon zijn, dat wil zeggen vrij van stof, vet, etc. Deze controle vindt plaats middels een visuele beoordeling.

3 Oude situatie

Het oude reinigingssysteem was één systeem en bestond uit het ultrasoon reinigen met Freon TF (CFK 113). Hiermee is men 4 1/2 jaar geleden begonnen. Het reinigen in freon duurde ca. 5 minuten bij een temperatuur van 60 °C. Er vond geen aparte droogstap plaats, doordat het freon na het reinigingsproces verdampte.

Het verbruik aan Freon TF was 500 kg per jaar. Het systeem werd elektrisch verwarmd.

De reinigingsinstallatie nam $1,20 \times 0,80 \times 1,20$ m ruimte in beslag. De totale inzet van menskracht was ongeveer 1/2 mandag.

De lozing van water was nihil, daar de machine was voorzien van een gesloten koelsysteem.

Naar schatting werd er zo'n 440 kg freon per jaar geëmitteerd naar de lucht.

De afvoer van chemisch afval werd geschat op ongeveer 60 kg per jaar.

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt gereinigd met water en zwak alkalisch reinigingsmiddel. Gedurende 20 à 25 minuten vinden de volgende stappen plaats:

- ultrasoon reinigen met water en zeep;
- spoelen met leidingwater;
- spoelen met isopropylalcohol (IPA) ter bevordering van het drogen.

Vervolgens worden de onderdelen, eventueel uit elkaar gehaald, gedroogd aan de lucht (is ingebouwd in de unit) en indien noodzakelijk drooggeblazen met behulp van perslucht gedurende 10 à 15 minuten.

In het begin werd er gereinigd bij een temperatuur van 55 °C en een grotere dosering zeep. Daar de werking te agressief was is de temperatuur verlaagd tot 35 °C en wordt er nu gereinigd met een lagere dosering zeep.

Het verbruik aan zeepmiddel bedraagt 20 liter per jaar.

Er wordt 200 kg IPA per jaar gebruikt.

Indien de gestelde normen niet haalbaar zijn, dan wordt er met de hand gereinigd met wasbenzine en/of alcohol.

De hoeveelheid water die in één jaar wordt gebruikt met name voor het spoelen is 3 à 4 m³.

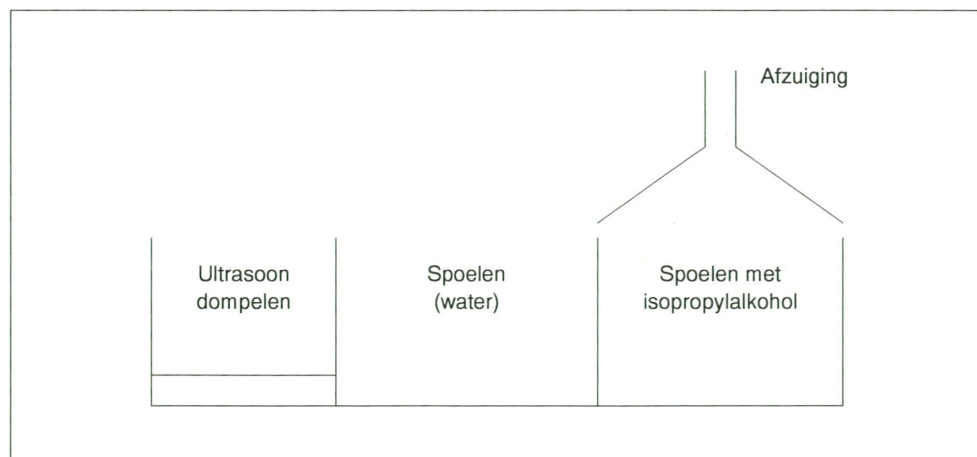
Het systeem wordt elektrisch verwarmd en neemt een ruimte in van 4,5 × 1,5 × 1,6 meter.

De inzet van menskracht bij het reinigen is ongeveer 1 mandag.

Er is een afzuiging ingebouwd voor de afvoer van IPA. De emissie van IPA naar de lucht is ca. 1 liter per maand.

Tevens is er in de installatie een actieve koolfilter aanwezig voor het verminderen van emissies.

De afgevoerde hoeveelheid (chemisch) afval afkomstig van filter (5 micron) en IPA is gezamenlijk 20 à 25 kg per maand. Het filtraat wordt geloosd op het riool.



Figuur 19 Het nieuwe reinigingssysteem

5 Overgangsfase

In 1992 is men overgestapt op het nieuwe reinigingssysteem. De reinigingsinstallatie bestemd voor het reinigen met freon was versleten. Op dat moment heeft de directie van Sokkia besloten om af te stappen van het milieuonvriendelijke freon. Tevens was het verbruik aan freon hoog en duur.

Men heeft zich gedurende een aantal weken georiënteerd bij verschillende leveranciers en geëxperimenteerd met diverse zeppen bij de leverancier.

In de aanloopperiode van 6 maanden is men drie keer overgestapt naar een andere zeep.

Het nieuwe reinigingssysteem kost meer tijd, zodat meer aandacht aan de planning moet worden besteed. Soms moeten er meer onderdelen uit elkaar worden gehaald in verband met het achterblijven van water.

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze.

6 Kosten

Oude systeem

De gegevens betreffende de kosten van het oude systeem zijn niet meer beschikbaar (met uitzondering van de kosten voor het reinigingsmiddel).

De overige kosten zijn door TNO geschat op basis van informatie betreffende de oude situatie en gegevens van leveranciers. Het aangehouden prijspeil is eind 1992.

Investerings:

ultrasoon reiniger	f	50.000,-
actieve kool (niet regeneratief)	-	15.000,-
installatiekosten	-	5.000,-
Totaal	f	70.000,-

Variabele kosten:

reinigingsmiddel	f	3.800,-
elektriciteit	-	1.000,-
20% van investering	-	14.000,-
Totaal	f	18.800,-

Nieuw systeem

Investerings:

installatie	f	38.000,-
IPA afzuiging (inclusief actieve koolfilter)	-	10.000,-

Totaal	f	48.000,-
--------	---	----------

Variabele kosten:

Isopropylalkohol	f	470,-
zeep	-	164,-
elektriciteit (geschat)	-	1.000,-

20% van investering	-	9.600,-
---------------------	---	---------

Totaal	f	11.234,-
--------	---	----------

7 Conclusies

Men is zeer tevreden over de gemaakte keuze van het reinigingssysteem. De directe kosten zijn lager.

Het nieuwe proces vergt meer aandacht voor planning om lange wachttijden ten behoeve van drogen nuttig te kunnen besteden.

Samenvatting

Bedrijf: Asco Controls, Scherpenzeel					
Produkten: magneetafsluiters (kleppen, afsluiters)		Capaciteit (reinigen): 15000 - 20000 onderdelen per week 4 uur per dag			
Te reinigen produkten: fijn draaiwerk, geboorde delen 10 × 13 tot 60 × 40 mm					
Verontreiniging: bewerkingsresten, oliën					
Oud		Nieuw			
reinigingsproces: dampontvetter batch 1 m ² trichlooretheen, perchlooretheen		reinigingsproces: drietrap ontvetter water en zeep			
Investerings:	f	114.000,-	Investerings:	f	145.000,-
Inv. jaarlijks	f	22.800,-	Inv. jaarlijks	f	29.000,-
var.kosten	-	5.825,-	var. kosten	-	1.000,-
totaal per jr.	f	28.625,-	totaal per jr.	f	30.000,-
		Milieuvoorziening: papierbandfilter voor water reiniging			
		Overstap: project 2 maanden; zoeken naar kwaliteit			
Opmerkingen:					
Het proces vergt iets minder menskracht					

Bezoekverslag ASCO Controls B.V. Scherpenzeel

4 november 1992

gesproken met: De heer N.E. de Kleyn, manager technical services

1 Bedrijfsgegevens

Het interview heeft plaatsgevonden bij ASCO, Industrielaan 21, Scherpenzeel.

ASCO Controls B.V. te Scherpenzeel maakt deel uit van de Amerikaanse holding Emerson. ASCO produceert magneetontsluiters (kleppen, afsluiters), drukschakelaars en temperatuurschakelaars.

Het bedrijf is in 1959 opgericht. In eerste instantie werden alleen eind-assemblage werkzaamheden uitgevoerd, maar in de loop van de tijd is men steeds meer onderdelen zelf gaan maken. Tegenwoordig worden vrijwel alle onderdelen in de eigen werkplaats vervaardigd. De onderdelen worden gefabriceerd uit metalen variërend van diverse RVS-soorten tot messing en aluminium.

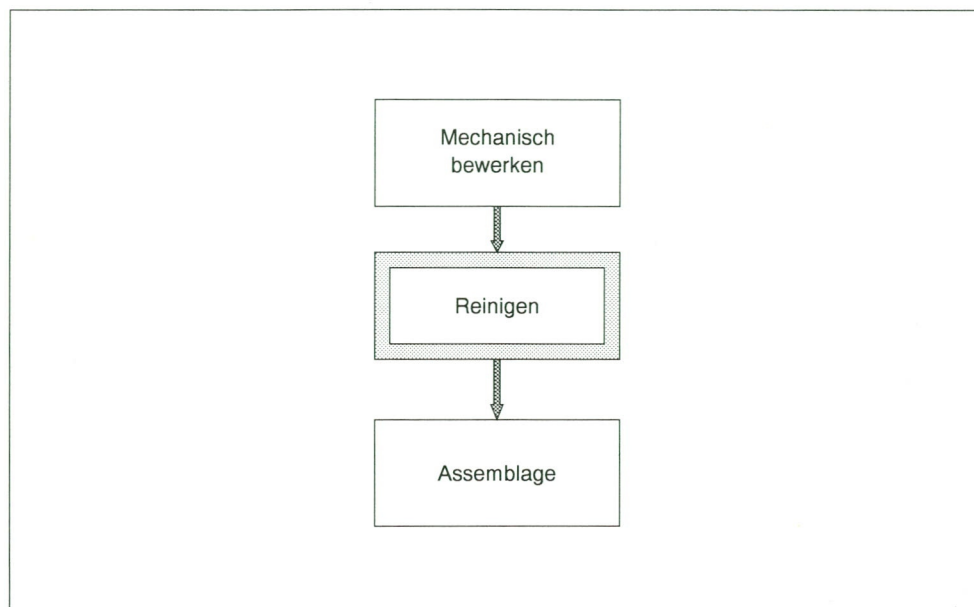
In totaal werken bij de vestiging in Scherpenzeel 164 personen, waarvan 81 direct betrokken zijn bij het productie proces. In de draaijerij wordt in twee shifts gewerkt, de overige werkzaamheden worden in één shift uitgevoerd.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

De te reinigen produkten zijn onderdelen en halffabrikaten van magneetontsluiters, drukschakelaars en temperatuurschakelaars.

Omdat vooraf niet bekend is onder welke omstandigheden de produkten toegepast gaan worden, worden alle onderdelen voor assemblage gereinigd om tot een uniform schoon eindprodukt te komen. Verder moeten de produkten voldoen aan de in de USA vastgelegde normen (Aquab, ISO 9001).

De dimensies van de te reinigende onderdelen variëren van 10 × 13 [mm] tot 60 × 40 [mm].



Figuur 20 Flowdiagram van het productieproces

2.2 Reinigingsproces

De verontreiniging bestaat uit olie/water-emulsies, koel- en snij-oliën. De structuur van het te reinigen oppervlak is te karakteriseren als fijn draaiwerk met verschillende boringen met draad, tapgaten etc.

Het reinigen betreft een toenemende activiteit in verband met een toenemende productie. De reiniging kan om logistieke redenen niet extern worden uitgevoerd, er wordt nl. geproduceerd op een direct orderbestand om de voorraden zo klein mogelijk te houden.

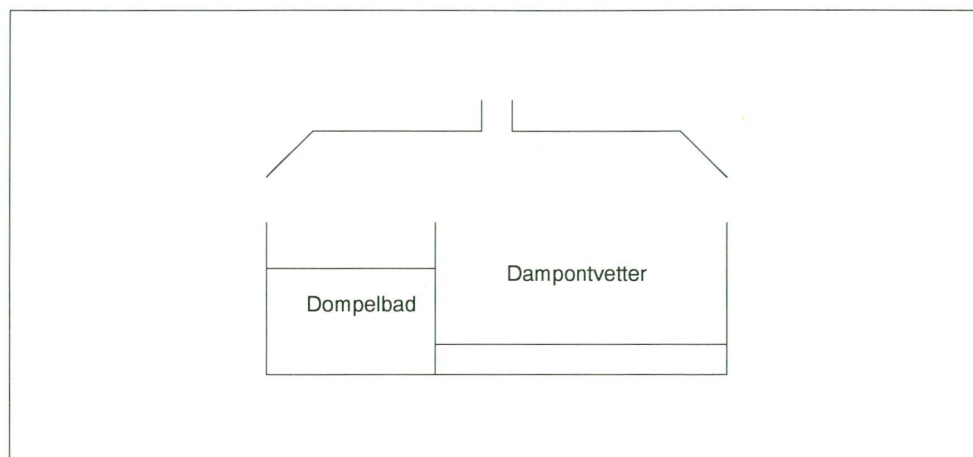
Het reinigingsproces is niet tijdkritisch. Er is ca. $\frac{1}{2}$ dag beschikbaar voor het reinigen van de onderdelen. Er worden gemiddeld 15.000 tot 20.000 onderdelen per week gereinigd. Hiervoor is per dag ca. 4 uur nodig.

De kwaliteit van het reinigingsproces wordt steekproefgewijs gecontroleerd als onderdeel van het kwaliteitscontrole-systeem. De controle vindt plaats met behulp van UV spotting en visuele waarneming. Als de gestelde kwaliteitseisen niet gehaald worden, worden de onderdelen opnieuw gereinigd.

3 Oude situatie

Het oude reinigingssysteem bestond uit een dampontvettingsinstallatie gevuld met trichlooretheen en later met perchloorethyleen. De reiniging vond batchgewijs plaats. Er was één persoon nodig voor de belading van de machine (niet continu).

Er was geen aparte droogstap noodzakelijk. Het dampontvettingsbad was voorzien van randafzuiging.



Figuur 21 Het oude reinigingssysteem

Per jaar werd 1200 liter tri/per verbruikt. Hiervan moest 400 à 500 liter per jaar afgevoerd worden als chemisch afval. De rest werd geëmitteerd naar de lucht.

De installatie werd elektrisch verwarmd en gebruikte water voor koeling. De verbruikte hoeveelheden water en elektriciteit zijn niet bekend (deze werden opgenomen in de totale kosten van de productie faciliteiten). De benodigde ruimte wordt geschat op 10 m².

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt gereinigd op basis van een alkalisch reinigingsproces dat 'volledig' geautomatiseerd is (alleen het beladen van de korven gebeurt nog met de hand).

Hiervoor is in 1989 een 3 traps ontvettingsinstallatie aangeschaft. Het is een standaard installatie die door de leverancier uitgebreid is met een robot arm voor het transport van de korven. De machine heeft een vloeroppervlakte van 12 × 1½ meter nodig.

Er is gemiddeld 2 uur per dag één man nodig voor het beladen en ontladen van de machine.

Voor het drogen is in de machine een aparte droogsectie ingebouwd waarin de producten met behulp van hete lucht gedroogd worden.

Per jaar wordt ca. 100 kg alkalisch reinigingsmiddel verbruikt. Verder wordt ca. 200 m³ water en 1800 kWh elektriciteit verbruikt.

Om de emissie naar het oppervlaktewater te verkleinen wordt het afvalwater door een papierbandfilter geleid om metaaldeeltjes van het water te scheiden. Hiermee wordt voldaan aan de door het waterschap gestelde normen.

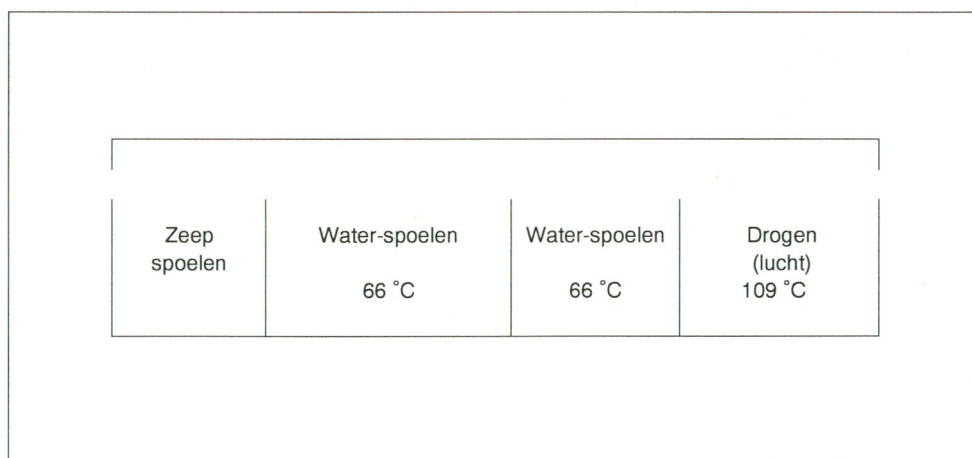
Daarnaast worden sommige produkten nog nagereinigd met freon. Het betreft hier alleen produkten die onder ultra schone omstandigheden toegepast moeten worden zoals toepassing in medische installaties, toepassing in zuivere zuurstof systemen (restvuil kan hier spontaan brand en explosies veroorzaken) en magneetafsluiters voor lage temperaturen. Voor deze installatie heeft men nog geen alternatief gevonden.

5 Overgangsfase

De keuze van de reinigingsmachine is tot stand gekomen via een inventarisatie van potentiële leveranciers. Dit onderzoek is uitgevoerd door een intern bedrijfsbureau en koste 1/2 jaar. Er was vooraf geen tijdslimiet of budget vastgesteld voor de overschakeling.

Na de keuze van de reinigingsmachine kostte het 2 maanden om deze in het productie proces in te passen. Gedurende het eerste half jaar zijn er nog problemen geweest met zeepresten op de gereinigde produkten. Door te experimenteren met de reinigingsmiddelen en de droogstap te versnellen zijn deze problemen nu opgelost.

De oude machine is een half jaar bewaard en daarna terug verkocht aan de leverancier van de oude reinigingsmachine.



Figuur 22 Het nieuwe reinigingssysteem

6 Kosten

Oude systeem

De kostengegevens van het oude systeem zijn niet meer beschikbaar, de kosten zijn daarom door TNO geschat op basis van informatie betreffende de oude situatie en gegevens van leveranciers. Het aangehouden prijspeil is eind 1992.

Investerings:

dampontvetter met dompelbak (ca.1 m ²)	f	24.000,-
actieve kool systeem	-	80.000,-
installatiekosten	-	10.000,-
Totaal	f	114.000,-

Variabele kosten:

oplosmiddel (per)	f	3.500,-
elektriciteit (1000 uur à 15 kW)	-	2.325,-
20% van investering	-	22.800,-
Totaal	f	28.625,-

Nieuw systeem

Investerings:

Reinigingsinstallatie	f	130.000,-
Installatie kosten	-	15.000,-
Totaal	f	145.000,-

Variabele kosten:

diversen (zeep, energie) minder dan	f	1.000,-
20% van investering	-	29.000,-
Totaal	f	30.000,-

Samenvatting

1. Bedrijf: Honeywell, Emmen	
Produkten: regelapparatuur	Capaciteit (reinigen): 40 manden à 15 kg per uur 1 tot 3 ploegen afh. van afdeling
Te reinigen produkten (in manden): stortgoed 30 × 30 × 20 mm onderdelen 100 × 100 × 50 mm Verontreiniging: resten verspanende bewerking; oliën	
<i>Oud</i>	<i>Nieuw</i>
Reinigingsproces: dompelen ultra-soon dompelen + damp drogen met perchloorethyleen	Reinigingsproces: reinigen spoelen drogen (onthard) water en zeep
Investerings: <i>f</i> 1000.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 200.000,- var. kosten - 93.560,- totaal per jr. <i>f</i> 293.560,- menskracht - 180.000,-	Investerings: <i>f</i> 1.500.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 300.000,- var. kosten - 62.760,- totaal per jr. <i>f</i> 362.760,- menskracht - 132.000,-
	Milieuvoorziening: ultrafiltratie-unit à <i>f</i> 150.000,- (in kosten verwerkt)
	Overstap: project 1,5 jaar; veel overleg leveranciers; veel proberen (zeep, temperatuur enz.)
<i>Opmerkingen:</i> De capaciteit van het nieuwe systeem is ongeveer twee keer zo groot; de flexibiliteit is toegenomen; de benodigde menskracht is afgenomen. Het productieproces is niet aangepast	

Verslag Honeywell - Emmen

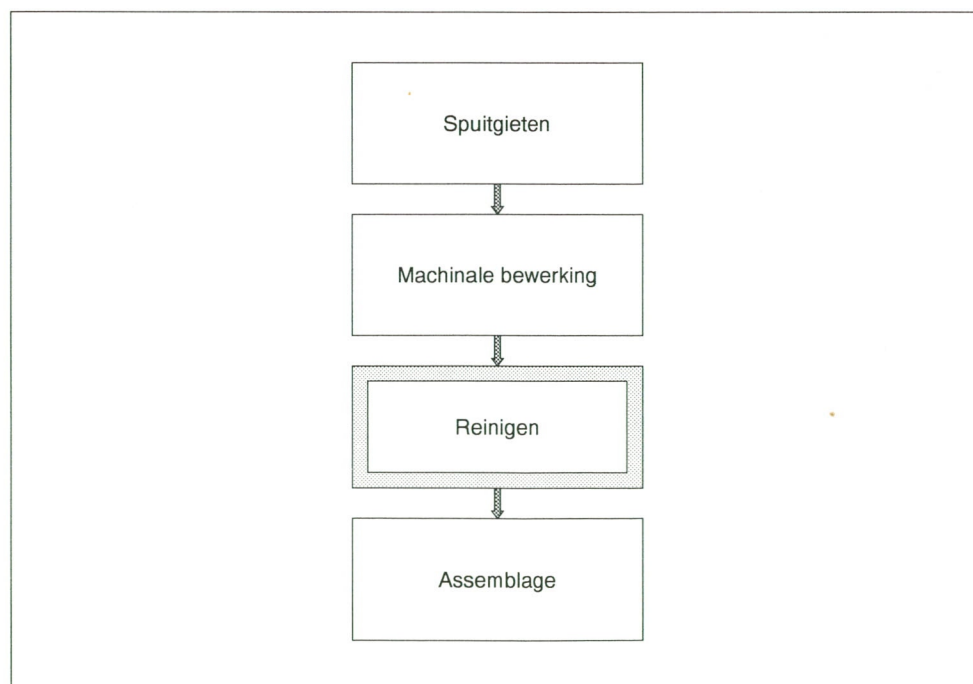
Contactpersoon: De heer J.M. de Rooij

1 Bedrijfsgegevens

Honeywell B.V. in Emmen is een onderdeel van Honeywell Inc. in Minneapolis (U.S.A.). Het bedrijf produceert regelapparatuur voor verbrandingsinstallaties, voornamelijk C.V. en gasgestookte ketels. Bij Honeywell B.V. werken ongeveer 800 mensen waarvan 500 in productie en 300 in overige functies. Er wordt gewerkt in één, twee en drie ploegendiensten afhankelijk van het type afdeling. Te onderscheiden afdelingen zijn de aluminium spuitgieterij, machinale bewerkingen, assemblage en kantoor.

2 Beschrijving van het proces

Tijdens de productie moeten machinaal bewerkte onderdelen worden gereinigd (materiaal: AlSi9Cu3). Het gaat om halffabrikaten. De verontreiniging bestaat uit booremulsie, spanen en boorgruis. Het oppervlak is ruw vanwege het spuitgieten en staalstralen. De onderdelen zijn grillig wat betreft de vormgeving. Het ontvetten, reinigen en drogen van de onderdelen is noodzakelijk vóór verdere toepassing van de onderdelen in de productie.



Figuur 23 Flowdiagram van het productieproces

De grootte varieert van stortgoed ($30 \times 30 \times 20$ mm) tot grotere onderdelen ($100 \times 100 \times 50$ mm) en klein deel van de onderdelen is groter. De onderdelen gaan allemaal in draadkorven (manden) van $600 \times 300 \times 150$ mm.

Logistieke aspecten en kwaliteit van de reiniging maken het vrijwel ondoenlijk om de reiniging extern uit te laten voeren. De, voor reiniging, in gebruik zijnde units zijn specifiek voor het bedrijf aangepast.

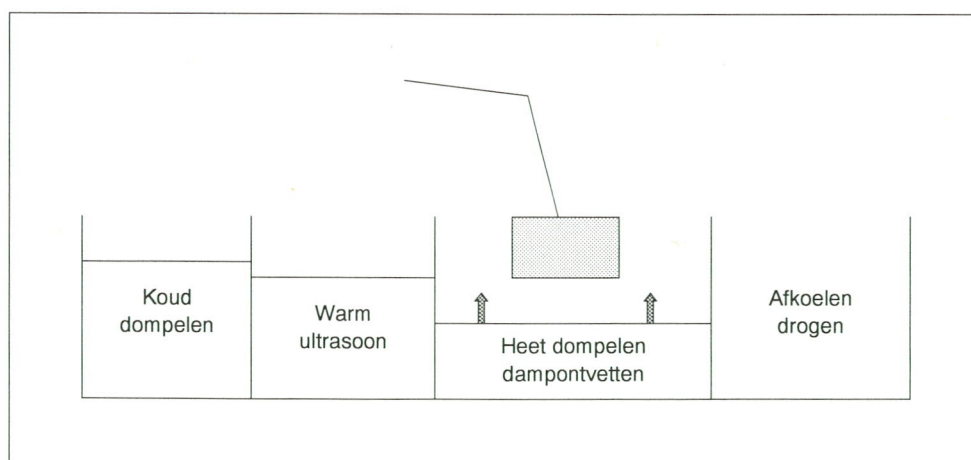
2.1 Reinigingsproces

De kwaliteit van het reinigen wordt visueel beoordeeld. De doorzet bedraagt ongeveer 40 manden per uur elk met een vulgewicht van ongeveer 15 kg. De reiniging is batchgewijs.

Het produkt moet na het reinigen spaan- en gruisvrij zijn, vlek vrij, vetvrij en droog. Bij afkeuring na de reiniging wordt direct opnieuw gereinigd. Wanneer een niet goed gereinigd produkt naar de assemblage afdeling gaat levert dit produktverlies op.

3 Oude situatie

Het oude reinigingssysteem (één unit) bestond uit een koud dompelbad, een warm ultrasoon bad, een heet dompelbad in combinatie met damp en een afkoel-/droog sectie. De unit bevatte perchloorethyleen. De droogstap was een onderdeel van de unit (verdampen warme per).



Figuur 24 Het oude reinigingssysteem

De installatie kon worden bedreven door één persoon (40 manden per uur). Het benodigde ruimtebeslag was $10 \times 60 = 60$ m²

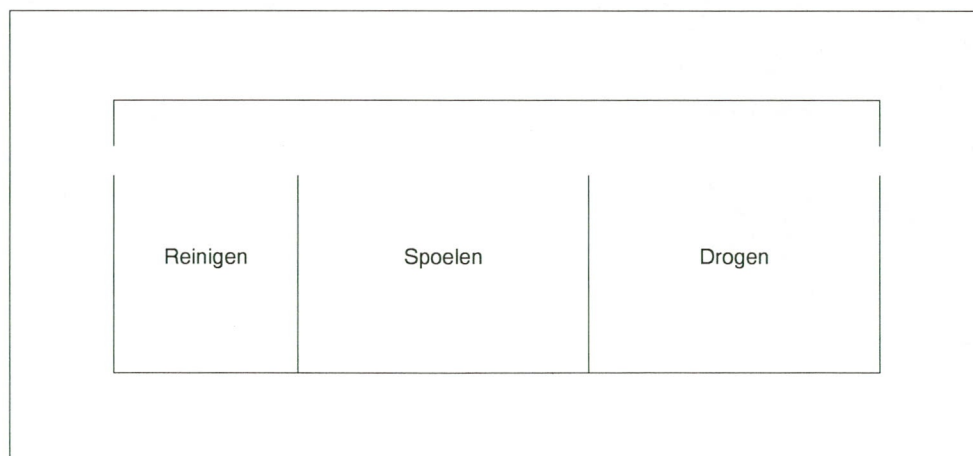
Er werd ongeveer 12000 liter perchloorethyleen per jaar verbruikt, 6500 m³ water (stoom voor terugwininstallatie en koeling) en verder elektriciteit en gas voor verwarming en mechanische energie (ultrasoonbad).

Ongeveer 1 à 2 liter perchloorethyleen kwam per jaar in het water terecht (sporen). De afvoer van vervuilde perchloorethyleen bedroeg 2000 liter per jaar. De overige hoeveelheid perchloorethyleen, die per jaar werd verbruikt verdween naar de lucht.

Het werken met perchloorethyleen vereist maatregelen voor wat betreft de arbeidshygiëne zoals beschermingsmiddelen bij het betreden van de ruimte (alleen na afkoelen). Het was niet toegestaan alleen in deze ruimte te werken. Voor het leegpompen/overpompen waren veiligheidsvoorzieningen getroffen zoals afzuigingen.

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt gereinigd met water en zeep. Hiervoor zijn twee units beschikbaar. De doorlooptijd bedraagt 24 minuten (reinigen: 6 min./ spoelen: 6 min./ drogen: 12 min.). Er wordt gewerkt volgens een werkvoorschrift. De eisen die aan de reiniging worden gesteld zijn niet veranderd. De marges voor wat betreft de zeepoplossing zijn relatief klein.



Figuur 25 Het nieuwe reinigingssysteem

Er wordt ongeveer 10000 liter vloeibare zeep per jaar verbruikt. Het waterverbruik bedraagt 6000 m³ waarvan de helft voor de reiniging en de helft voor spoelen. Verder zijn gas en elektriciteit nodig voor het verwarmen van het water en voor het drogen.

Het ruimtebeslag van de nieuwe installaties is 32 m² terwijl de capaciteit is toegenomen tot 80 manden per uur (met 1^{1/2} man).

Er zijn geen emissies meer naar de lucht. De lozing van water op het riool komt overeen met 2 à 3 inwonerequivalenten. De ultrafiltratie-unit die nodig is voor lozing op

het riool levert ongeveer 2000 liter chemisch afval op (booremulsie). Het oliegehalte in het geloosde water ligt onder de norm van 50 mg/l.

Voor het toedienen van de zeep moeten handschoenen worden gedragen. Het verdere verloop van het proces is geautomatiseerd er zijn verder geen beschermingsmiddelen nodig.

5 De overgangsfase

De oude unit moest worden vervangen zodat er ruimte was voor een andere invulling van het reinigingsproces. De wens bestond om het gebruik van perchloorethyleen te elimineren. Verder zou het nieuwe systeem een grotere capaciteit en flexibiliteit moeten hebben. Ook de verhouding vloeroppervlak/capaciteit speelde mee bij de overwegingen. Het project ten behoeve van de overschakeling heeft ongeveer 1½ jaar in beslag genomen. In overleg met de leverancier is in één jaar tijd een concept uitgewerkt. Naast prototypefouten heeft het bereiken van de juiste kwaliteit van reinigen de nodige moeite gekost. Het uiteindelijke resultaat is naar volle tevredenheid. De leverancier heeft garanties afgegeven voor het proces.

De nieuwe reinigingswijze heeft niet geleid tot aanpassingen in het productieproces.

6 Kosten

De kosten voor de oude en de nieuwe situatie zijn opgegeven door het bedrijf en zijn gebaseerd op het prijspeil van 1992.

Oude situatie

Investerings:		
perchloorethyleen unit	f	750.000,-
installatie	-	50.000,-
actieve kool install.	-	150.000,-
diversen afzuiging	-	50.000,-
Totaal	f	1.000.000,-

Variabele kosten:		
perchloorethyleen	f	30.000,-
water	-	4.000,-
elektriciteit	-	560,-
gas	-	24.000,-
20% van investering	-	200.000,-
Totaal	f	258.560,-

menskracht: 3000 u.p.j. à f60,- f 180.000,-

Nieuwe situatie

Investeringen:	
wasstraat	f 1.300.000,-
installatie	- 50.000,-
water reiniging (ultra filter)	- 150.000,-

Totaal	f 1.500.000,-
--------	---------------

+ engineering éénmalig	f 150.000,-
------------------------	-------------

Variabele kosten	
reinigingsmiddel	f 15.000,-
water	- 3.660,-
elektriciteit	- 18.600,-
gas	- 18.000,-

20% van investering	- 300.000,-
---------------------	-------------

Totaal	f 355.260,-
--------	-------------

menskracht 2200 u.p.j. à f 60,-	f 132.000,-
---------------------------------	-------------

WVO-heffing bedraagt slechts enige honderden guldens per jaar (enkele inwoners equivalenten).

7 Conclusies

De directe kosten voor het reinigen zijn toegenomen maar de kosten voor menskracht zijn afgenomen. In totaal veranderden de kosten nauwelijks.

Het project ten behoeve van de overschakeling heeft ongeveer 1,5 jaar geduurd.

De kosten voor energieverbruik in de nieuwe situatie zijn ongeveer 1,5 maal zo hoog in vergelijking tot de oude situatie.

Samenvatting

Bedrijf: Nederlandse Spoorwegen, Tilburg	
Produkten: locomotieven	Capaciteit (reinigen): 1650 onderdelen per jaar 1 shift
Te reinigen produkten: motoren, compressoren, losse onderdelen Verontreiniging: kool, vet, pakkingresten, verf, enz.	
<i>Oud</i> Reinigingsproces: voorweken (methyleenchloride) afspuiten borstelen/ stralen/ sproeireinigen drogen conserveren	<i>Nieuw</i> Reinigingsproces: voorweken sproeireinigen (alkalisch middel) borstelen/ stralen drogen conserveren
Investerings: onbekend var. kosten f 167.500,-	Investerings: nog niet bekend var. kosten f 102.000,-
	Milieuvoorzieningen: afvalwaterbehandeling is in voorbereiding
	Overstap: studie drie jaar overstap 1/2 jaar ongeveer 600 uren
<i>Opmerkingen:</i> De hoeveelheid benodigde menskracht is niet veranderd. De variabele kosten voor het reinigen zijn fors verlaagd.	

Bezoekverslag NS - Utrecht

26 februari 1993

gesproken met: de heer Ir. C.J.M. van Gils, projectleider Milieuzorg
en de heer Ing. R. Smit, projectleider werkplaatsoutillage

1 Bedrijfsgegevens

De afdeling Motorenreiniging, Hoofdwerkplaats Tilburg, maakt deel uit van de Nederlandse Spoorwegen. In totaal zijn bij de NS 27.000 personen werkzaam. Het productiepakket is (in hoofdzaak) vervoer. De afdeling Motorenreiniging reinigt onder andere onderdelen van motoren en compressoren.

Het interview heeft plaatsgevonden bij de NS, Afdeling MW 4.2, Hoofdgebouw 3, 655, te Utrecht, met de heren C.J.M. van Gils en R. Smit. Het onderzoek beperkt zich tot één werkplaats (Tilburg) en in deze werkplaats tot één proces.

Er wordt gewerkt in één shift van 8 uur, waarbij moet worden opgemerkt dat het voor-
weken ('s nachts) buiten deze tijd plaatsvindt.

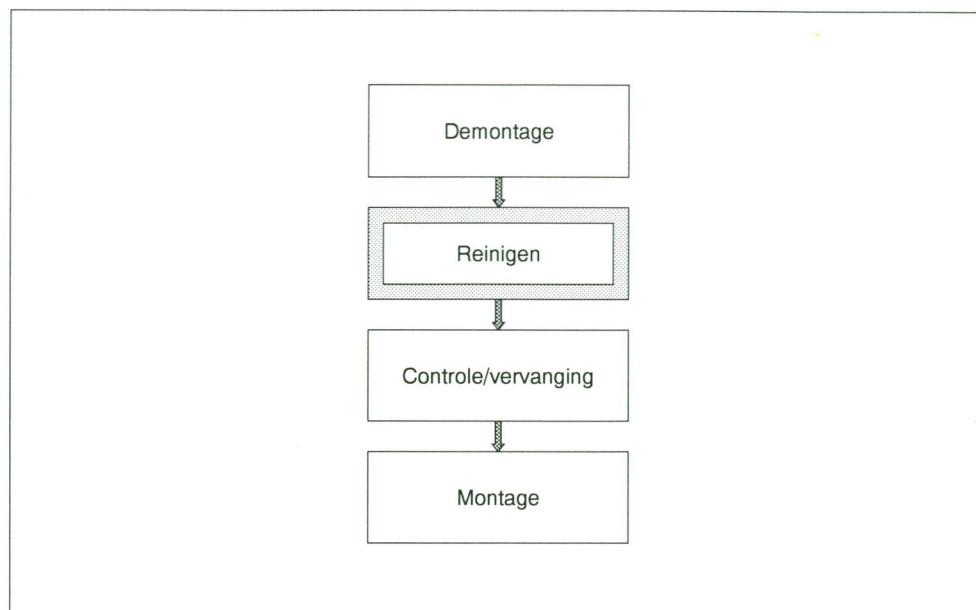
De reiniging betreft 'halffabrikaten', dat wil zeggen onderdelen van motoren en compressoren in het kader van revisie/herstelproces.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

De reden van reiniging is het reviseren/herstellen van onderdelen.
De verontreiniging van de onderdelen bestaat uit kool, vet, pakingsresten, verfresten, brandstof, koelwater, stof, zand en slijtagdelen.
De te reinigen onderdelen hebben een afmeting variërend van relatief gering tot 2000 × 1500 × 1500 mm.

De te reinigen oppervlakken bestaan uit metalen, kunststoffen, (giet)ijzer, brons, aluminium en dergelijke. De structuur van het oppervlak is variërend van ruw gietijzer tot bewerkte geslepen oppervlakken. Dit betreft alle halffabrikaten.

Het extern uitvoeren van de reiniging is niet mogelijk, in verband met de procesintegratie en de kosten. Gewerkt wordt in de volgende volgorde, zowel in het oude als in het nieuwe systeem: demontage – reiniging – gedeeltelijk controle/vervangen onderdelen – monteren.



Figuur 26 Flowdiagram van het productieproces

2.2 Reinigingsproces

De plaats van het reinigen in het productieproces in het nieuwe systeem is niet veranderd ten opzichte van het oude systeem. In het nieuwe systeem is een stap minder nodig dan in het oude. Een aparte droogstap is noodzakelijk gebleven. Verschillende stappen hebben wel een wijziging in werkwijze en toegepaste stoffen ondergaan.

Het proces wordt continu uitgevoerd gedurende ca. 8 uur per dag. Echter, voorweken gebeurt ook 's nachts. De doorzet bedraagt zo'n 1650 onderdelen per jaar, onder te verdelen in:

150 motoren, 1000 compressoren en 500 losse componenten.

De keuze van het reinigen wordt bepaald door de mate (soort) van verontreiniging en de gewenste reinheid met betrekking tot de functie.

Wanneer de reiniging niet zou voldoen, dan heeft dit als gevolg dat de motoren en compressoren helemaal niet of niet naar behoren werken of binnen korte tijd storingen en/of extra slijtage geven.

De geëiste kwaliteitsnorm is dat een onderdeel goed schoon en droog is en geschikt voor de functie.

Het voldoen aan de geëiste kwaliteitsnormen wordt visueel gecontroleerd.

3 Oude situatie

Het oude reinigingsproces, bestond uit meerdere stappen, die plaatsvonden na demontage.

Er werd gebruik gemaakt van drie reinigingsmiddelen, namelijk carbostreen, terpentine en een alkalisch reinigingsmiddel. Carbostreen bestaat voor 40-50% uit methyleenchloride en verder uit water, glycolethers, detergenten/zepen en loog. Gedurende één nacht werden de onderdelen voorgeweekt in een bad met koud carbostreen. Dan volgde koude reiniging met behulp van een hogedrukspuit met water/terpentine. Indien de onderdelen koolstof-verontreiniging bevatten, dan werd deze door middel van softgritten (stralen) verwijderd. De overige onderdelen werden geborsteld of gesproeireinigd bij 80 °C met water en een alkalisch reinigingsmiddel. Daarna volgde voor alle onderdelen een droogproces (blazen met lucht), waarna werd geconserveerd.

Het systeem verbruikte voor f 162.000,- per jaar (inclusief afvoer) aan reinigingsmiddelen. De totale kosten voor water (inclusief WVO-heffing) bedroegen f 2.500,- .

De benodigde energie was elektriciteit, stoom en perslucht.

De emissies naar water betroffen verontreinigingen, NMP (n-methylpyrrolidon), alkalische reinigingsmiddelen en minerale olie.

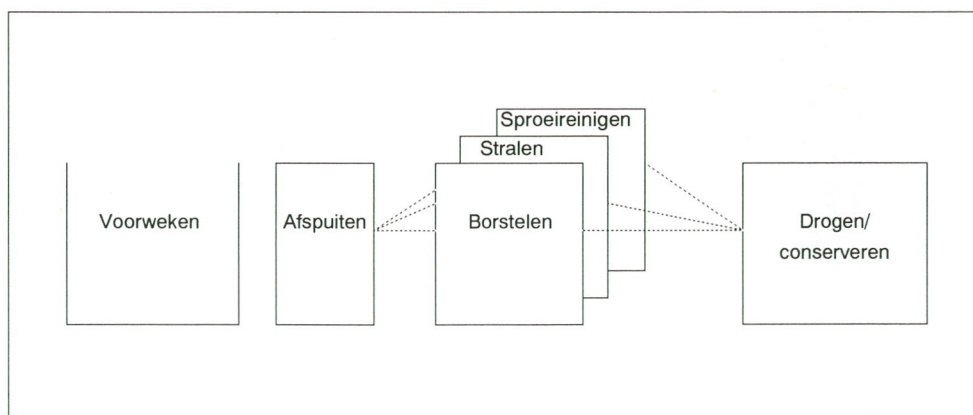
De emissies naar lucht betroffen NMP (n-methylpyrrolidon) en terpentine.

De overige hoeveelheid terpentine en afgewerkte carbostreen werd afgevoerd als chemisch afval.

De speciale voorzieningen aan de apparatuur waren onder andere filters, afzuiging, adembescherming, beschermkappen.

De inzet van menskracht bij het reinigen was 2 man per dag.

Het totale reinigingsproces nam een ruimte in gebouw 67 van 300 m²; in gebouw 74: 70 m². Het drogen nam een totale ruimte in beslag van 75 m².



Figuur 27 Het oude reinigingssysteem

4 Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt een gedeelte van de onderdelen voorgeweekt bij 80 °C in een bad (6 kuub) met water + een alkalisch reinigingsmiddel + alifaat. Vervolgens worden alle onderdelen bij 80 °C gereinigd met water + alifaat met behulp van een hogedrukspuit en daarna bij 80 °C gesproeireinigd met water en een alkalisch reinigingsmiddel.

Indien hierna de onderdelen nog verontreinigd zijn met koolstof, dan ondergaan deze een borstel- of softgritproces.

Hierna worden alle onderdelen gedroogd door uitdampen en afblazen.
De totale ruimte van de reinigingsinstallatie inclusief drogen is gelijk aan de oude.

In het algemeen is het reinigingsproces niet tijd-kritisch. Het voorweken vindt 's nachts plaats en het sproeireinigen overdag gedurende ca. $\frac{1}{2}$ uur.
Het nieuwe systeem verbruikt voor f 5.000,- per jaar aan water, inclusief afvoer.
Er wordt net als voorheen energie verbruikt in de vorm van elektriciteit, stoom en perslucht.

Het gebruik aan de drie reinigingsmiddelen is f 82.000 per jaar.

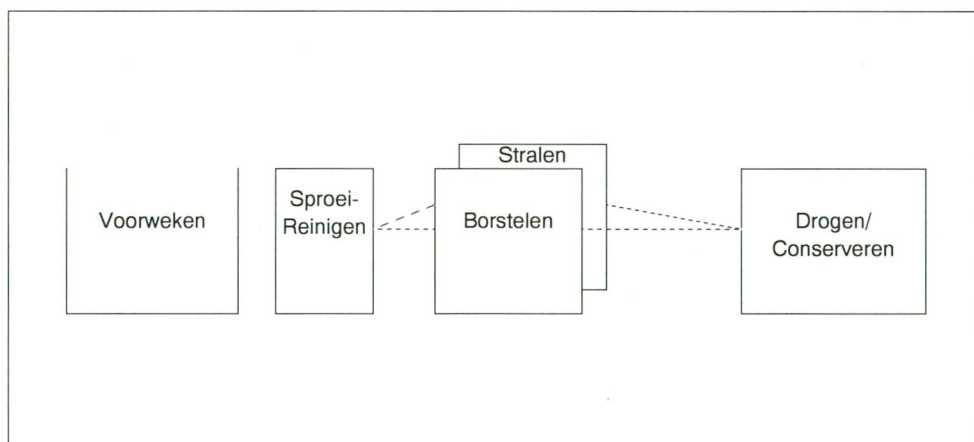
Er wordt in batch gereinigd.

Het vervuilde water wordt op het riool geloosd. Hierin bevinden zich de volgende stoffen: verontreinigingen, alkalisch reinigingsmiddel, minerale olie.

Momenteel is een systeem van afvalwaterbehandeling in ontwerp. Zodra dit in een later stadium in werking treedt, neemt de belasting van het afvalwater met minerale olie en metalen af.

De emissies naar lucht betreffen in geringe mate alifaten, daar de grootste hoeveelheid alifaten wordt afgevoerd als chemisch afval.

De speciale voorzieningen die aan de apparatuur zijn getroffen betreffen onder andere filters, afzuiging, adembescherming, beschermkappen.



Figuur 28 Het nieuwe reinigingssysteem

De kwaliteit van het reinigen wordt makkelijk gehaald, waarbij de inzet van menskracht 2 man per dag bedraagt.

5 Overgangsfase

Twee jaar geleden is de NS overgestapt van het reinigen met dichloormethaan naar alkalische reiniging met carbostreen (40-50% dichloormethaan) en terpentine.

In de nieuwe situatie gaat gereinigd worden met alifaten en een alkalisch reinigingsmiddel. De hieraan voorafgaande studie van 3 jaar en de uitvoerende fase van $\frac{1}{2}$ jaar is nu gereed.

In totaal betreft dit naar schatting 600 manuren.

Op grond van milieu-overwegingen, ARBO en het noodzakelijke onderhoud aan de apparatuur heeft de NS destijds besloten om te gaan overstappen op een alternatief reinigingssysteem.

De keuze is tot stand gekomen aan de hand van marktonderzoek, informatie van deskundigen en experimenteel onderzoek.

6 Kosten

Oude systeem

Aanschafprijs complete installatie, inclusief oude olieafscheider, is niet meer te achterhalen.

reinigingsmiddel	f	162.000,-
water (inclusief heffing)	-	2.500,-
elektriciteit	-	3.000,-
Totaal	f	167.500,-

menskracht: 2 mensjaar

Nieuw systeem

Variabele kosten:

reinigingsmiddel	f	82.000,-
water (inclusief heffing)	-	5.000,-
elektriciteit	-	15.000,-
Totaal	f	102.000,-

menskracht: 2 mensjaar

Samenvatting

Bedrijf: Digital, Nijmegen	
Produkten: printplaten (PCB's) ter reparatie aangeboden	Capaciteit (reinigen): 300 - 400 PCB's per werkdag
Te reinigen producten: bestukte printplaten die voor reparatie gereinigd moeten worden (eis: als nieuw) Verontreiniging: gebruiksvuil (stof e.d.)	
<i>Oud</i> reinigingsproces: dampontvetter CFK 113 dubbele uitvoering watergekoeld	<i>Nieuw</i> reinigingsproces: wassstraat water/zeep: 60 - 80 °C wassen afblazen spoelen (2x) drogen
Investerings: <i>f</i> 145.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 29.000,- var. kosten - 45.000,- totaal per jr. <i>f</i> 74.000,-	Investerings: <i>f</i> 392.000,- Inv. jaarlijks <i>f</i> 78.400,- var. kosten - 22.100,- totaal per jr. <i>f</i> 100.500,-
	Milieuvoorziening: warmteterugwinning via geïntegreerde warmtewisselaar
	Overstap: project: 2 jaar kosten 2 mensjaar
<i>Opmerkingen:</i> De spreiding in de kwaliteit is toegenomen maar blijft binnen de kwaliteitseisen.	

Bezoekverslag DIGITAL - Nijmegen

30 september 1992

gesproken met: De heer L. Voss, Physical Repair Engineer

1 Bedrijfsgegevens

Digital Equipment International B.V. maakt deel uit van de Digital Equipment Corporation (DEC), waarvan het hoofdkantoor is gevestigd te Maynard, Massachusetts (USA). Digital levert computers in netwerken en services. In totaal werken bij de onderneming 102.000 medewerkers, in Nederland ongeveer 1200 in zeven vestigingen. In Nijmegen werken ongeveer 600 mensen.

Het interview heeft plaatsgevonden bij Digital Equipment Parts Center B.V., St. Teunismolenweg 15, Nijmegen. In dit bedrijf worden per werkdag zo'n 300 tot 400 Printed Circuit Boards (PCB's) gerepareerd. Er wordt gewerkt in twee shifts. De PCB's worden door reparatie centra in Europa aan de centrale reparatieunit toegeleverd. Het gaat hierbij om boards die, om welke reden dan ook, niet meer functioneren. De PCB's komen 'uit het veld' en kunnen daarom in zeer verschillende staat worden aangeleverd. In een logistieke afdeling worden de PCB's uitgepakt en eventueel opgeslagen tot ze door de reparatie-afdeling worden opgevraagd. Alle voor reparatie in aanmerking komende boards moeten worden gereinigd. Zodra een board door de reparatieafdeling is opgevraagd wordt deze bij binnenkomst in de afdeling gereinigd. Er zijn 60 en 40 mensen werkzaam in respectievelijk de eerste en de tweede shift. De gehele reparatieafdeling is een geconditioneerde ruimte en voldoet aan de eisen voor stofklasse 100.000. Hiertoe draagt het personeel aangepaste kleding.

2 Beschrijving van het proces**2.1 Produktiedeel waarvan het reinigen een onderdeel is**

Aangezien de PCB's afkomstig zijn van diverse omgevingen kunnen ze behoorlijk vervuild zijn. Het gaat daarbij om stof, vet, haren, as en dergelijke. Incidenteel kan de vervuiling het gevolg zijn van onoordeelkundig gebruik (koffie enz.).

Vóór de diagnose gesteld kan worden en de reparatie uitgevoerd worden alle PCB's gereinigd om een standaard kwaliteit te verkrijgen en te voldoen aan de eisen die moeten worden gesteld ten aanzien van de stofklasse van de reparatieruimte. De PCB's hebben afmetingen van 120 × 80 × 8 mm tot 300 × 400 × 75 mm. Het betreft hier eindprodukten die na reparatie aan dezelfde eisen moeten voldoen als nieuwe boards (ook wat betreft garantie). Het oppervlak betreft een soldeermasker met daarop gesoldeerde componenten.

De verontreinigingen zijn voor het overgrote deel organisch van aard (stof, haren en dergelijke). Gesteld wordt dat vervuiling vanwege de productie al verwijderd is (hier-

mee wordt vooral soldeerflux bedoeld) en dat de vervuiling uitsluitend nieuwe betreft. Het is essentieel dat de produkten voor de eigenlijke reparatie volledig droog zijn.

De reparatie activiteit neemt iets af wat betreft het aantal toegeleverde PCB's. Door hogere kosten per board neemt de omzet niet af. De reiniging zou theoretisch extern kunnen worden uitgevoerd maar vanwege logistieke en technische eisen is dit nauwelijks haalbaar (onder andere statische elektriciteit vanwege verpakking van de gereinigde onderdelen).

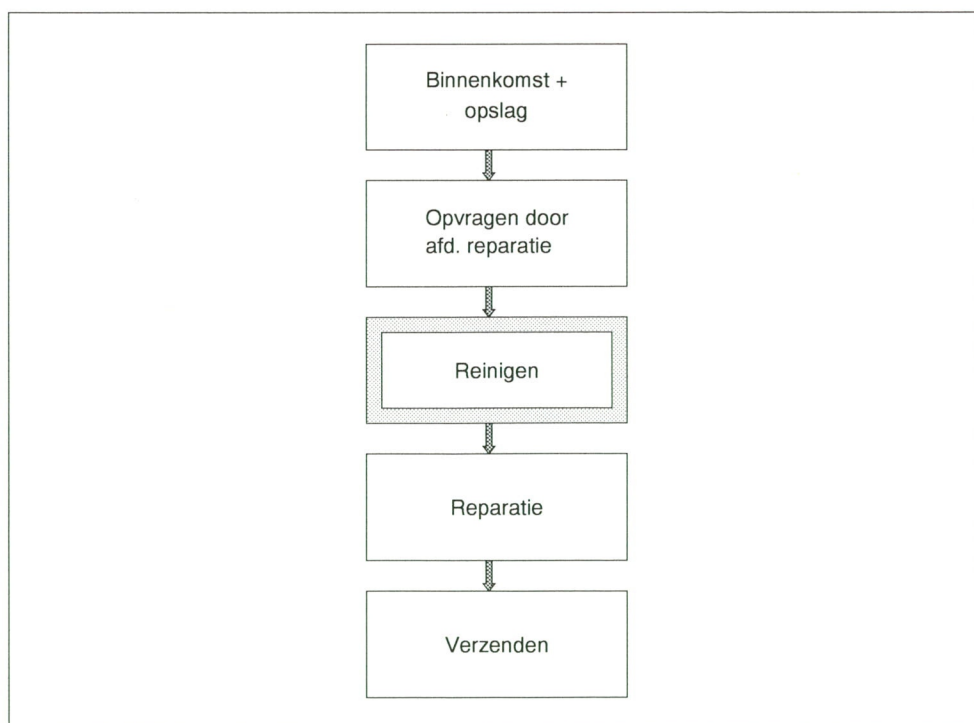
2.2 Reinigingsproces

De gereinigde onderdelen moeten na het ondergaan van de reiniging voldoen aan diverse normen die voor elektronische onderdelen gelden. Deze zijn:

- DEC standards (intern DEC)
 - DEC STD 299
 - DEC STD 116
- MIL specs
 - MIL-P-28809
- ionic contamination
 - maximum 20 microgram NaCl equivalent/inch²

Deze normen gelden ook voor de produktie van de PCB's. Er mag geen zichtbaar vuil worden waargenomen. De ionen-concentratie wordt gemeten met een ionograaf.

De apparatuur moet geschikt zijn voor het potentieel verwerken van 1000 modules per dag.

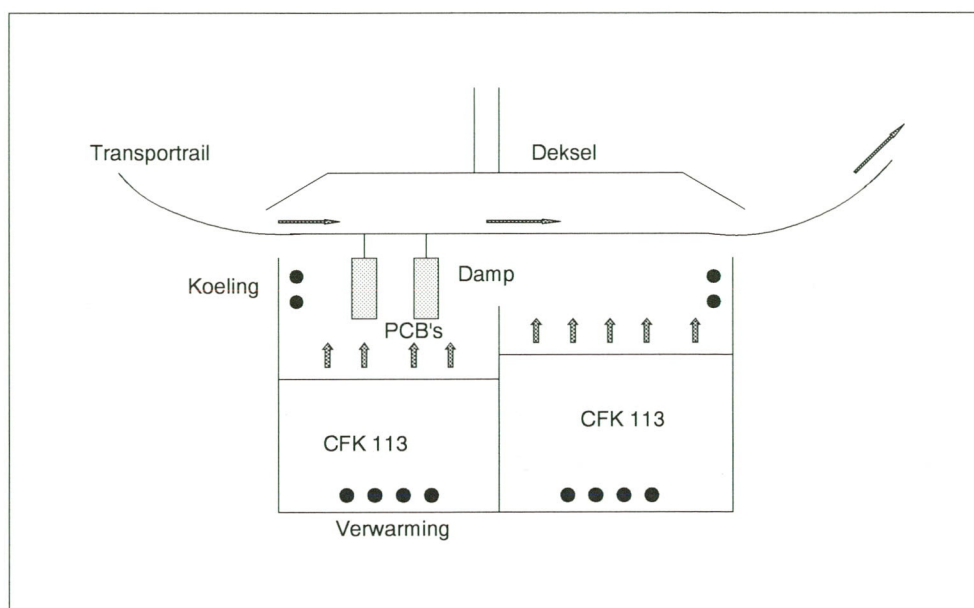


Figuur 29 Flowdiagram van het productieproces

3 Oude situatie

Het bestaande reinigingssysteem omvatte een dampontvetter gebaseerd op 1,1,2-trichloortrifluorethaan (CFK 113). De PCB's werden in de damp gehangen die op de boards condenseerde en de vervuiling meenam. Om al te grote vervuiling van het bad te voorkomen werd een uitvoering met twee bakken gebruikt. Bovenin het systeem bevond zich een koelelement gekoeld met water. Het apparaat was voorzien van een overkapping maar verder open naar de ruimte waarin de ontvetter was opgesteld.

Een aparte droogstap was voor dit systeem niet noodzakelijk.



Figuur 30 Dampontvetter

Het totaalverbruik aan CFK 113 bedroeg 5.000 kg/j, waarvan 1.000 kilo werd afgevoerd als chemisch afval volgens de WCA. De overige 4.000 kilo verdampte naar de lucht.

Energieverbruik: schatting TNO 15 kW à 4000 uur per jaar (60.000 kWh).

Kosten dampontvetter: ongeveer f 50.000,- (1980).

Bediening: 1 persoon continu gedurende bedrijfstijd

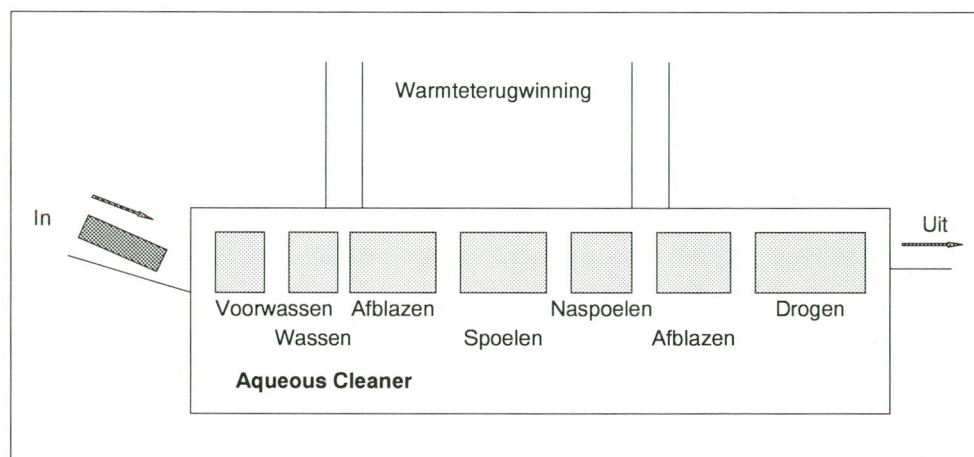
4 Nieuwe situatie

Het nieuwe reinigingsproces wordt uitgevoerd met water waaraan 2% zeep is toegevoegd. Deze zeepoplossing voldoet aan de te stellen eisen wat betreft de kwaliteit van de reiniging en voldoet aan de gestelde randvoorwaarden wat betreft ar-

beidsomstandigheden en veiligheid. Het systeem bestaat uit een wasstraat van ongeveer 4 meter met diverse secties:

- voorwassen;
- wassen;
- afblaas I;
- spoelen met ontkalkt water;
- naspoelen;
- afblaas II;
- drogen (infrarood).

Het systeem wordt bedreven bij een werktemperatuur van 60 °C (wassen) of 80 °C (drogen). De waterinhoud is 180 liter. Per week wordt ongeveer 6 liter zeep toegevoegd. Het water en de warmte worden gerecirculeerd door een systeem van filters en warmtewisselaars.



Figuur 31 Het nieuwe reinigingssysteem

De gereinigde PCB's worden gecontroleerd op zichtbaar vuil en, steekproefgewijs, met de ionograaf. De kwaliteit van het reinigen kan worden gevarieerd door de doorlooptijd van de boards door de wasstraat te variëren (normaal 7 minuten). De geëiste kwaliteit wordt ruimschoots gehaald, zij het dat de spreiding in de resultaten groter is dan bij het reinigen met CFK 113.

Het systeem wordt aan het einde van de week geleegd, waarbij 360 liter water op het riool wordt geloosd. Dit is binnen de bestaande vergunning toegestaan. Tijdens de bedrijfstijd wordt nog eens 500 liter water per week geloosd. De temperatuur van het geloosde water bedraagt 12 °C. Extreme vervuiling van het systeem kan door middel van de geleidbaarheid worden aangetoond. Incidenteel wordt het water dan sneller ververst.

Energieverbruik: niet gespecificeerd (99% voor het drogen)

Waterverbruik: 44 m³/jaar. Het energieterugwinsysteem lijkt overgedimensioneerd.

Het nieuwe systeem staat opgesteld in dezelfde ruimte waar het oude systeem stond opgesteld. De benodigde ruimte is niet veranderd.

5 Overgangsfase

In de bedrijfsfilosofie van Digital is gesteld dat alle emissies die voor de ozonlaag gevaar kunnen opleveren zo snel mogelijk moeten worden vervangen door een milieuvriendelijker produkt. Digital Nijmegen heeft hiertoe een inventarisatie gehouden waarbij de reiniging als voornaamste verbruiker van CFK's naar voren kwam. Met een projectteam, bestaande uit 6 mensen op parttime basis, is een project gestart om tot een milieuvriendelijke oplossing voor het reinigen te komen.

Er bleek geen standaard systeem op de markt te zijn. Er is geëxperimenteerd met diverse oplossingen gebaseerd op terpenen/alcoholen en water en zeep middelen. De nieuwe machine is een aangepaste versie van een leverbaar systeem. Ten aanzien van geluidsniveau, elektrostatische aspecten en veiligheid moesten extra voorzieningen worden getroffen. Deze zijn, in overleg met de leverancier, door Digital zelf uitgevoerd.

De totale doorlooptijd voor het project bedroeg twee jaar. De totale inzet wordt geschat op twee manjaar.

6 Kosten

Oude systeem

De kostengegevens van het oude systeem zijn niet meer beschikbaar, de kosten zijn daarom door TNO geschat op basis van informatie betreffende de oude situatie en gegevens van leveranciers. Het aangehouden prijspeil is dat van eind 1992.

Investerings:

dampontvetter	f	65.000,-
actieve kool systeem	-	80.000,-
Totaal	f	145.000,-

Variabele kosten:

F113	f	35.000,-	(prijs f 7,- per kg)
chemisch afval	-	1.000,-	
elektriciteit	-	9.000,-	
20% van investering	-	29.000,-	
Totaal	f	74.000,-	

Nieuw systeem**Investerings:**

wasstraat	f	592.000,-	(inclusief energierterugwinning)
	f	392.000,-	(exclusief energierterugw.)

Variabele kosten:

waterverbruik	< f	100,-
zeepverbruik	< -	2.000,-
energie (schatting TNO)	-	20.000,-

20% van investering	-	78.400,-
---------------------	---	----------

Totaal	f	100.500,-
--------	---	-----------

De hoeveelheid benodigde menskracht is niet veranderd.

7 Conclusies

De kosten voor het reinigen zijn met ongeveer een derde toegenomen.

De projectinspanning voor de overschakeling bedroeg ongeveer twee mensjaar.

4 Evaluatie

De bedrijfsgrootte van de bedrijven die aan het onderzoek deelnamen varieerde van 35 tot 1800 werknemers.

De onderzochte cases zijn te verdelen in drie groepen wanneer we kijken naar het soort verontreiniging dat verwijderd moet worden. De grootste groep (8 bedrijven) bestaat uit bedrijven die produkten moeten reinigen vanwege één of meerdere voorafgaande bewerkingen van het produkt. Het betreft dan bewerkingsresten van veelal verspanende bewerkingen zoals boren, slijpen, zagen en dergelijke en beschermings, koel- en hulpstoffen. De tweede groep bedrijven (2 maal) reinigt produkten die zijn vervuild met gebruiksvuil zoals stof en vet. Tenslotte is één bedrijf onderzocht waar de verontreiniging min of meer direct samenhangt met het gebruik. Dit betreft smeermiddelen en koolresten. In de oude situatie kon meestal zonder problemen een goede kwaliteit van het reinigingsproces worden behaald met gehalogeneerde oplosmiddelen.

De beslissing om het reinigingsproces te veranderen wordt slechts in incidentele gevallen volledig bepaald door milieu-eisen. In de meeste cases bleek dat er veelal andere redenen waren om de wijze van reinigen te veranderen. Deze redenen zijn bijvoorbeeld een verhuizing, een vergroting van de productiecapaciteit, onvoldoende kwaliteit van het vroegere resultaat (in één geval) of de wens over te schakelen op een flowgewijze produktie. Het is duidelijk dat de representativiteit van het onderzoek mede hierdoor bepaald wordt. Immers, veel bedrijven die in de nabije toekomst moeten overschakelen op alternatieve reiniging of die hun systeem aan de nu geldende milieu-eisen moeten aanpassen zouden niet overstappen op een alternatief als dit niet werd afgedwongen. De steeds strenger wordende eisen in het kader van water-, lucht- en bodemkwaliteit vormen een dwingende reden om alternatieven voor reinigen te zoeken. Omgekeerd geldt natuurlijk ook dat het zinvol kan zijn om een nieuwe manier van reinigen in een breder kader te zetten en daaruit een positieve meerwaarde van de overschakeling te halen (bijvoorbeeld door een toename van de flexibiliteit of een overschakeling van batchgewijze naar flowgewijze produktie).

Kosten

Eén van de belangrijkste vragen die gesteld kan worden betreft de kosten van het reinigen in de oude en in de nieuwe situatie. Er is in dit onderzoek veel aandacht aan dit onderdeel besteed. Hieronder volgt een overzicht van de jaarlijkse kosten die aan reinigen worden toegeschreven in de diverse situaties. Het bleek voor twee bedrijven niet mogelijk om een schatting te maken van de kosten in beide situaties.

In de jaarlijkse kosten zijn de kosten voor personele inzet niet inbegrepen omdat deze niet nauwkeurig bekend zijn. Om de jaarlijkse kosten voor reinigen in een perspectief te zien kan men ervan uitgaan dat de reinigingsprocessen al gauw een mensjaar aan arbeid met zich meebrengen. De kosten bedragen hiervoor dan ruim f 100.000,-. In die gevallen waar de inzet van personeel significant is veranderd moeten deze kosten dus worden meegenomen. In één geval bleek de verandering van het reinigen zodanig ingrijpend dat de hoeveelheid in te zetten menskracht met 95% werd verminderd (Van Doorne's Transmissie (1)). In de overige gevallen was de verandering niet zo groot of was er geen informatie bekend.

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

Tabel 2 Jaarlijkse kosten van reinigen in de oude en de nieuwe situatie

	oud	nieuw	% verandering
Avedko	f 156.290,-	f 281.940,-	+ 80%
BK	f 230.356	f 78.619	- 66%
Van Doorne T. (1)	f 249.850	f 206.410,-	- 17%
Van Doorne T. (2)	f 243.600,-	f 133.350,-	- 45%
Sokkia	f 18.800,-	f 11.234,-	- 40%
Asco	f 28.625	f 30.000,-	+ 5%
Honeywell	f 293.560,-	f 362.760,-	+ 24%
N.S.	f 167.500,-	f 102.000,-	- 39%
Digital	f 74.000,-	f 100.500,-	+ 36%

Uit de tabel blijkt dat de kosten van reinigen enorm kunnen veranderen maar dit kan zowel een toename als een afname van de kosten zijn. Er komt geen duidelijk beeld uit dit overzicht naar voren.

Wanneer we wat preciezer kijken naar de cases dan blijkt dat bij Avedko en Honeywell de capaciteit voor het reinigen is toegenomen, bij Honeywell zelfs met een factor 2. Een aanzienlijk deel van de kostentoename wordt dus gecompenseerd door de toename van de capaciteit. Dit betekent dat alleen bij Digital de kosten significant hoger zijn geworden door de nieuwe wijze van reinigen. In alle andere gevallen is de overstap kostenneutraal of levert aanzienlijke besparingen op.

Proces- en produktaanpassingen

Naast veranderingen in de productiecapaciteit zijn nog andere factoren van belang geweest bij het overstappen op andere reinigingssystemen. In meer dan de helft van de gevallen blijkt dat het bedrijf is overgeschakeld op een doorloopproces (van batch naar flow). Ook een aantal andere aanpassingen kan hebben plaatsgevonden. Zo is bij BK het gehele productieproces doorgelicht en hier en daar aangepast zodat waterig reinigen mogelijk werd. Ook is de dieptrekolië vervangen door een zeepoplossing en is een nieuwe polijstpasta in gebruik genomen. Bij Avedko is het produktontwerp enigszins aangepast waardoor een betere waterafvoer vanuit het produkt mogelijk is geworden.

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

Voor Sokkia betekent het nieuwe reinigingssysteem dat de doorlooptijd van de producten is toegenomen. Door hiermee in de planning rekening te houden levert dit geen knelpunt op.

Bij Philips is het reinigen ingebracht in een totale aanpassing van de productie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van doorloopprocessen en is er een centrale unit voor het reinigen geïnstalleerd.

Vervroegde afschrijving milieu – investeringen

In het kader van de Wet op de inkomstenbelasting bestaat een regeling 'vervroegde afschrijving milieu-investeringen'. In de herziene versie hiervan (gepubliceerd in de Staatscourant nr. 249, 1992) zijn onder nummer 200 en 201 opgenomen: metaalontvettings- en metaalreinigingsinstallatie en reinigingsinstallatie voor (elektronische) componenten. Op grond van deze regeling kunnen waterige reinigingsinstallaties vervroegd worden afgeschreven.

Energie

Een tweede veel genoemd aspect van waterige reinigingssystemen is het toenemende verbruik van energie. In tabel 3 staat het energieverbruik van de bedrijven weergegeven. Er is gerekend met de kosten voor het gebruik van energie. Dus zowel de kosten voor gas als de kosten voor elektriciteit zijn in de totale kosten opgenomen.

We zien dus een aanzienlijke gemiddelde stijging van het verbruik van energie voor het reinigen. Teruggerekend naar energiewaarde betekent dit een toename van het energieverbruik met 75 MWh per bedrijf per jaar (prijs elektriciteit f 0,155 per kWh).

Tijdens het afnemen van de interviews werd het energieverbruik niet als knelpunt gezien. Dit kan verklaard worden uit het feit dat de kosten voor energie slechts een beperkt deel van de jaarlijkse kosten voor reinigen uitmaken (in de orde van 10 tot 25%) en het feit dat er weinig expliciete registratie van het energieverbruik plaatsvindt. Het hogere energieverbruik valt dus niet erg op.

De waterige reinigingssystemen zijn over het algemeen energie-efficiënt uitgevoerd. Dit houdt bijvoorbeeld in dat transportbanden die een warm gedeelte van de installatie doorlopen gescheiden zijn van de koude gedeelten. Of dat producten die door een mechanische behandeling (bijvoorbeeld polijsten) worden verwarmd worden direct gereinigd zodat er zo weinig mogelijk warmteverlies optreedt.

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

Tabel 3 Energieverbruik bij reinigen in de oude en de nieuwe situatie

	oud	nieuw	% verandering
Avedko	f 53.290,-	f 72.940,-	+ 37%
BK	f 9.300,-	f 16.458,-	+ 77%
Van Doorne T. (1)	f 9.650,-	f 55.210,-	+ 472%
Van Doorne T. (2)	f 62.000,-	f 58.000,-	- 6%
Sokkia	f 1.000,-	f 1.000,-	0%
Asco	f 2.325,-	f 279,-	- 88%
Honeywell	f 24.560,-	f 36.600,-	+ 50%
N.S.	f 3.000,-	f 15.000,-	+ 400%
Digital	f 9.000,-	f 20.000,-	+ 120%
totaal	f 174.125,-	f 275.487,-	+ 58%

Water

Het blijkt dat het waterverbruik geen kostenpost van betekenis oplevert. Veelal werd ook in de oude situaties al water gebruikt voor onder andere koeling van dampontvetters. Waterige reinigingssystemen zijn meestal voorzien van recirculatiesystemen voor water en watersparende afscheidingen.

Wanneer de produktkwaliteit dat vereist wordt demiwater gebruik voor een nabehandeling na het reinigen. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan vóór lakapplicaties.

In de meeste gevallen volstaan eenvoudige maatregelen voor het tegengaan van waterverontreiniging zoals bezinkbakken of olie/water scheidrs. Een verdere waterbehandeling is meestal niet nodig. In twee gevallen is een papierbandfilter geïnstalleerd voor het verwijderen van (metaal)deeltjes en in twee gevallen een ultrafiltratie-unit.

De heffingen voor het lozen van het gebruikte water zijn in alle gevallen lager dan f 2.500,- per jaar, in veel gevallen zelfs lager dan f 1.000,- per jaar.

Deze uitkomst van het onderzoek is verbazend. De algemene verwachting was dat reinigen op waterbasis aanzienlijke kosten voor afvalwaterzuivering of heffingen voor lozingen tot gevolg zou hebben. Uit dit onderzoek blijkt dat verontreinigd water met relatief eenvoudige middelen gezuiverd kan worden. We mogen hieruit niet de conclusie trekken dat waterig reinigen zonder problemen kan worden toegepast in alle

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

Nederlandse bedrijven. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat er situaties zijn die wel problemen met afvalwater opleveren. Bij welke toepassingen dat het geval is, en in welke mate, zal uit vervolgonderzoek moeten blijken.

Overige aspecten

Het blijkt dat het relatief veel tijd kost, in de meeste gevallen zeker een jaar, om een verantwoorde keuze te maken voor een nieuwe reinigingsinstallatie. Slechts in enkele gevallen bleek het mogelijk om binnen een paar maanden een beslissing te nemen. De ingezette menskracht varieerde van 2 maanden tot meer dan één mensjaar. In de meeste gevallen is een projectteam geformeerd dat gedurende de looptijd bij de keuze werd betrokken.

Een belangrijke opmerking die werd gemaakt bij meerdere bedrijven betreft het behalen van zeer hoge kwaliteit van reinigen. Hiervoor wordt in de meeste gevallen nog gebruik gemaakt van gehalogeneerde oplosmiddelen (vaak CFK 113) omdat de gevraagde kwaliteit niet gehaald wordt met andere middelen. De betreffende bedrijven doen onderzoek naar alternatieven. Het betreft hier speciale toepassingen zoals voor medische instrumenten. In dit onderzoek zijn geen cases opgenomen die deze producten betreffen.

Ook militaire specificaties in NAVO verband leveren de nodige problemen op, omdat deze expliciet de wijze van reinigen voorschrijven. Op dit gebied is actie van beleidsmakers noodzakelijk.

Ook na een grondige voorbereiding bleken nog veel bedrijven de keuze van de nieuwe reinigingsmiddelen te moeten bijstellen. Er is veel geëxperimenteerd met verschillende soorten zeep en met temperaturen.

In één geval bleef een droogstap met isopropylalkohol wenselijk. Voor het voorkomen van emissies naar de lucht werd een actieve kool installatie geplaatst.

Externe reiniging wordt afgewezen als een logistiek onverantwoorde oplossing. Reiniging vormt een integraal onderdeel van de productie in de bezochte bedrijven.

5 Conclusies en aanbevelingen

Hieronder volgt een aantal conclusies en aanbevelingen zoals die volgen uit het onderzoek.

- Reinigen wordt steeds meer een belangrijk deel van het productieproces en behoort daarom ruime aandacht te krijgen.
- Het potentieel van technieken en processen voor het reinigen zonder gehalogeneerde oplosmiddelen is groot; een verantwoorde keuze voor een nieuw reinigingsproces hoeft niet vast te lopen door gebrek aan technische mogelijkheden.
- De kosten van het reinigen kunnen aanzienlijk veranderen door het overschakelen op een ander reinigingssysteem. Er zijn gevallen gevonden waarin de kosten hoger werden, gevallen waarin de kosten gelijk bleven maar ook gevallen waarin de kosten lager werden. De kosten voor menskracht maken een significant deel uit van de totale kosten voor reinigen maar zijn meestal moeilijk precies vast te stellen. Slechts in één geval kon de invloed van de afname van personele inzet voor het reinigen expliciet worden vastgesteld.
- De kosten voor watergebruik en waterverontreiniging blijken geen significante bijdrage te leveren aan de totale kosten. Verrassend zijn de lage kosten voor heffingen in het kader van lozingen op het riool.
- Het energiegebruik voor reinigen neemt gemiddeld over 9 bedrijven toe met bijna 60%. Deze toename komt niet als knelpunt naar voren omdat het aandeel van energiekosten in de totale kosten voor reinigen relatief gering is.
- Slechts in één geval van de onderzochte cases was het milieu de enige reden voor de verandering, in alle overige gevallen speelden andere factoren mee. Dit heeft zeker invloed op de kosten. Voor bedrijven die alleen vanwege milieu-eisen hun reinigingsproces moeten aanpassen is de representativiteit van dit onderzoek dus minder groot.
- De projectkosten voor de overstap kunnen aanzienlijk zijn (tussen één en twee mensjaren). De projectduur ter voorbereiding, installatie en proefdraaien van een alternatief reinigingssysteem bedraagt gemiddeld ongeveer een jaar.
- Er zijn geen standaard oplossingen voor het reinigen. Uit voorzichtigheid blijken de meeste bedrijven te kiezen voor een wat groter systeem dan strikt noodzakelijk is. Er wordt veel geëxperimenteerd met reinigingsmiddelen en procesparameters.
- Deze studie geeft inzicht in de situatie bij bedrijven die een overstap hebben gemaakt en, min of meer, tevreden zijn met de gemaakte keuze. De elf onderzochte cases zijn goed verdeeld over de activiteiten met betrekking tot reinigen in Nederland. De inschatting is dat meer dan 80% van de Nederlandse bedrijven ingedeeld kan worden in één van de groepen die in dit onderzoek zijn gebruikt (hoofdstuk 2). In deze zin is de representativiteit dus goed te noemen. Het verdient aanbeveling om een soortgelijke inventarisatie uit te voeren naar bedrijven die nog niet zijn overgestapt maar zich oriënteren op een vervanging van hun rei-

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

nigingssysteem. Het is mogelijk dat zich knelpunten voordoen die niet tijdens dit onderzoek naar voren zijn gekomen.

- Wel genoemde knelpunten zijn reinigingsprocessen die aan zeer hoge kwaliteitseisen moeten voldoen, zoals bijvoorbeeld bij de produktie van medische apparatuur, en produkten die volgens (vaak internationaal) voorgeschreven processen moeten worden gereinigd, zoals militaire produkten. Op deze gebieden is onderzoek en/of actie van de overheid noodzakelijk.
- Veel bedrijven zullen in de nabije toekomst een nieuw reinigingssysteem gaan zoeken. Een soortgelijke studie als deze over enige tijd zal een positieve bijdrage aan de informatievoorziening kunnen leveren.
- Bedrijven die een overstap naar andere reinigingssystemen overwegen doen er goed aan zich breed te oriënteren en daarbij ook hun gehele productieproces te beschouwen in relatie tot de kwaliteit van het reinigen. Dit kan tot verrassende inzichten leiden. Een externe adviseur (Innovatiecentrum, Branche instituut, TNO) kan daarbij een goede dienst bewijzen.

6 Literatuur

- [1] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, (1989);
Project KWS 2000 - Bestrijdingsstrategie voor de emissies van vluchtige organische stoffen.
Projectgroep KWS 2000 - 's-Gravenhage.
- [2] Heslinga, D.C., (1990);
Emission reduction of volatile organic compounds in the metal cleaning and degreasing sector.
Final report on EC contract no. B.6611-89-38.
- [3] Commission of the European Communities, (1991);
Draft of a council directive on the limitation of emissions of organic solvents from certain industrial installations and processes.
Brussels - August 1991.
- [4] European Chlorinated Solvent Association, (1990);
A Comparison of Cleaning Methods - Aqueous and Chlorinated Solvents.
CEFIC - Brussels.
- [5] ECE Task Force VOC, (1990);
Emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) from Stationary Sources and Possibilities of their Control.
IIP - Universität Karlsruhe im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- [6] Vereniging FME, (1991);
KWS 2000 en de metalektro-industrie.
Zoetermeer, maart 1991.
- [7] Vereniging FME, (1991);
Strengere eisen voor het gebruik van chloorfluorkool-waterstoffen (CFK's), waaronder CFK 113 en 1,1,1-trichloorethaan.
Circulaire nr.: C/91/L/04, maart 1991.
- [8] Vereniging FME / Metaalunie / VOM, (1991);
HKW's & CFK's bij reiniging en ontvetting in de metalektro-industrie - aanbevelingen voor de vervanging van gechloreerde oplosmiddelen.
Zoetermeer/De Bilt/Bilthoven, augustus 1991.
- [9] Wolf, K. / Yazdani, A. / Yates, P., (1991);
Chlorinated Solvents: Will the Alternatives be Safer?
J.Air Waste Manage. Assoc., vol.41, No.8, August 1991.
- [10] Anonymous, (1981);
Metaaloppervlaktebehandeling met gechloreerde oplosmiddelen.
Oppervlaktetechnieken (25) 1981 nrs.5,6 en 7.

*Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –*

- [11] Bruin, H.de, (1990);
Reststoffenmanagement bij Phillips Nederland.
PT Energiebeheer & Afvalbeheer, Nr.1, februari 1990.
- [12] Brummer, J.M. / Wills, R., (1990);
Reinigen en Ontvetten - Het Proces in relatie tot olieprodukten.
Tijdschrift voor Oppervlaktetechnieken en corrosiebestrijding (34) 1990 nr.8.
- [13] Sperlich, V. / Verheyen, O., (1990);
Recycling wäßriger Entfettungslösungen.
WBL Wasser, Luft und Boden 3/1990.
- [14] Schakel, A.M. / Visser, M., (1991);
Schoon schip met ozonvriendelijke reinigingsmiddelen.
Milieumarkt, september 1991.

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

7 Verantwoording

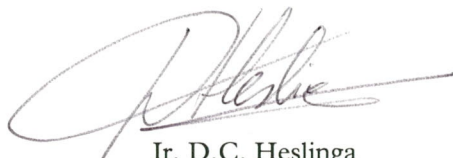
Naam en adres van de opdrachtgever
VROM / KWS 2000
projectleider Ing. P. Damen

Namen en functies van de medewerkers
D.C. Heslinga (TNO-IMET)
C.M. Görtz (IR-TNO)
M. Kok (IR-TNO)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
...

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
augustus 1992 - februari 1993

Ondertekening



Ir. D.C. Heslinga
onderzoekleider

Goedgekeurd door



Ir. J.I. Walpot
werkgroep leider

Bijlage 1 Samenstelling begeleidingscommissie

Ing. P Damen	Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Ing. A.G.J. Hug	Vereniging voor de metaal- en de elektrotechnische industrie FME
H.W.J. Wilms	Unitech B.V.
L.W. van Horssen	Nederlandse Philips Bedrijven B.V. - CFT technology (tot december 1992)
Ir. M.A.J. Kuyken	Nederlandse Philips Bedrijven B.V. - CFT technology (vanaf december 1992)

Bijlage 2 Een discussie met betrekking tot kostenberekeningen

De kosten voor milieumaatregelen leveren altijd uitvoerig stof voor discussie op. Zelfs wanneer men het over de kosten voor investeringen en de operationele kosten eens is blijkt er nog groot verschil te kunnen bestaan in de resultaten van de berekening van de jaarlijkse kosten.

Een belangrijke oorzaak van verschillen is het hanteren van verschillende rentevoet en verschillende termijnen voor de afschrijving van apparatuur. De dieperliggende oorzaak van het conflict ligt in de wijze waarop men de kosten beschouwt. Kunnen de kosten in produkten worden doorberekend of moeten de kosten worden gecompenseerd door hogere winsten (of kostenbesparingen) elders in het bedrijf? Een discussie hierover is te vinden onder andere in de syllabus van de Themadag Chemie, van 6 november 1992, bijdrage van dr. M.S.A. Vrijland (Universiteit Twente).

Om enig inzicht te geven in de doorwerking van de keuze van rentevoet en afschrijvingstermijn worden hieronder een aantal annuïteitsfactoren gegeven voor diverse waarden van deze variabelen.

Tabel B.1 Annuïteiten

afschr.termijn\rentevoet	7 jaar	10 jaar
5% (CBS)	0,173	0,130
6%	0,179	0,136
8%	0,192	0,149
10%	0,205	0,163
12%	0,219	0,177
20,8% (VNO)	0,284	0,245

Bijlage 3 Overzicht van veel voorkomende handelsnamen (overgenomen uit circulaire C\93\L\02 van Vereniging FME)

CFK-113

1,1,2-trichloortrifluorethaan
 $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$

Arcton 113
Arklone 113
Arklone P
Delifrene
Flugene
Forane 113
Freon T-DFC
Freon T-DFX
Freon T-WD 602
Freon TE
Freon TF
Freon TMC
Freon TMS
Freon 113
Frigen 113
Genesolv
Kaltron 113
Merck 8442
Prolabo 28718
Prolabo 28722

Tetrachlooretheen

CCl_2CCl_2

Dowper
Dowper MC
Per
Perchloroethyleen
Perstabil
Riedel 16211
Soltene

Reinigen en Ontvetten met gehalogeneerde oplosmiddelen en waterige systemen
– een vergelijkende studie –

1,1,1,-trichloorethaan



Methylchloroform (MCF)
Chlorothene
Genklene
Baltane
Dowclene EC
Mecloran
Prelete
Propaklone
Solvethane
Tri-ethane
Wacker 3×1

Dichloormethaan



Mehtyleenchloride
Aldrich 15.479-2
Baker 7053
BDH 28096
Deglazing fluid
Prolabo 23354
Prolabo 25631
Stripton

Trichlooretheen



Tri
Trichloroethyleen
Trilabo