

Titel
TOEPASSING VAN MICROFILTRATIE BIJ DE
ZUIVERING VAN GALVANISCH AFVALWATER
FASE 1

Ref.nr. : 91-097
Dossiernr. : 112322-21458
Datum : maart 1991
NP

Auteur(s):
Ing. W.G.J.M. van Tongeren

Trefwoord(en):
- membraanfiltratie
- microfiltratie
- galvanische industrie
- afvalwaterzuivering
- zware metalen

Bestemd voor:
NOVEM B.V.
Postbus 8442
3503 RE Utrecht

SAMENVATTING

Membraanprocessen worden op dit moment op beperkte schaal toegepast bij de zuivering van galvanisch afvalwater. Dit is voor een belangrijk deel het gevolg van de slechte ervaringen met deze toepassing in het verleden. De oorzaken hiervan moeten voornamelijk worden gezocht in de slechte uitvoering van een aantal projecten, zowel in de voorbereidingsfase als bij de opstart van de installatie.

Het doel van het onderhavige project is via een intensieve begeleiding van een praktijksituatie te komen tot een juiste aanpak bij zowel de aanschaf van een membraanfiltratie-installatie, als tijdens de opstartfase. Dit laatste zal in de vorm van een demonstratieproject moeten worden uitgevoerd.

In dit rapport worden alleen de resultaten uit de voorbereidingsfase besproken.

Belangrijke onderdelen van de voorbereiding zijn:

- Het vaststellen van de te zuiveren afvalwaterstromen
- De selectie van de in aanmerking komende technieken
- Een test met één of meerdere proefinstallaties onder praktijkomstandigheden
- Offerte-aanvraag en definitieve keuze

Bij loongalvanische bedrijven is het moeilijk een goede inschatting te maken van de afvalwatersituatie.

Bij het bepalen van de hoeveelheden te zuiveren afvalwater moet na een inventarisatie van de afvalwaterstromen, eerst worden vastgesteld welke mogelijkheden er zijn om de afvalwaterstroom te verminderen.

Na de keuze van één of meerdere technieken is het zeer aan te bevelen gedurende enkele weken een test met een proefinstallatie onder praktijkomstandigheden uit te voeren. Voor membraanprocessen is dit min of meer noodzakelijk.

Bij de offerte-aanvraag is een goede beschrijving van de eisen noodzakelijk.

Bij de beoordeling van de offertes zijn naast de uitvoering en de kosten

van de installatie, ook de planning, de begeleiding en opleiding tijdens de opstart en de beschrijving van de installatie belangrijke aandachtspunten. Met betrekking tot de prestaties van de installatie moeten schriftelijke garanties worden gegeven.

Door een aantal oorzaken, waarvan tijdgebrek de belangrijkste was, is het vooronderzoek in het kader van het onderhavige project niet geheel volgens de voorgestelde route uitgevoerd. De beslissing hieromtrent is in overleg met de begeleidingscommissie genomen.

Een belangrijke afwijking is geweest, dat geen test met een proefinstallatie is uitgevoerd, waardoor een schatting van de praktijkomstandigheden moest worden gemaakt.

Gebleken is onder meer dat de fluctaties in de samenstelling van het afvalwater aanzienlijk groter waren dan verwacht. Bij het ontwerp en de bouw van de installatie is onvoldoende rekening gehouden met deze grote schommelingen. Mede hierdoor functioneerde de installatie niet goed. Het bevestigd de noodzaak van het vooraf uitvoeren van een test met een proefinstallatie.

Wel is gebleken dat microfiltratie in principe geschikt is voor zuivering van dit type afvalwater.

Doordat er nog geen sprake is geweest van een goed werkende zuiveringsinstallatie is het vooronderzoek nog niet afgerond.

In overleg met NOVEM is afgesproken dat het onderzoek pas wordt voortgezet wanneer is bewezen dat de installatie in technisch opzicht goed functioneert. Hierna kan de voorbereidingsfase af worden gerond met de uitvoering van een kort testprogramma. Op basis van de resultaten hiervan moet de beslissing worden genomen over de voortzetting van het project als demonstratieproject.

	Pagina
91-097/R.22/GVL	4
INHOUDSOPGAVE	
SAMENVATTING	2
1. INLEIDING	5
2. ALGEMENE UITVOERING VAN HET VOORONDERZOEK	8
3. UITVOERING VAN HET VOORONDERZOEK BIJ DE FA RAADTGEVER	20
4. PRAKTIJKERVARING BIJ DE FA RAADTGEVER	25
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	31
6. LITERATUUR	33
7. VERANTWOORDING	34
Bijlagen 1 tot en met 6	

1. INLEIDING

Uit een door VOM en TNO uitgevoerde haalbaarheidsstudie naar de toepassingsmogelijkheden van membraanprocessen in de natte oppervlakte bewerkende industrie [1] is gebleken dat membraanprocessen op een groot aantal plaatsen kunnen worden toegepast in deze bedrijfstak, maar dat toepassing in de praktijk maar beperkt plaatsvindt. Ook is gebleken dat membraanfiltratie een minder goede naam heeft in de natte oppervlaktebewerkende industrie. Een belangrijke oorzaak hiervan is een slechte uitvoering van een aantal projecten, zowel met betrekking tot probleem-analyse en ontwerp van de installatie als bij de begeleiding en ondersteuning tijdens de opstartfase en de periode hierna. Daarbij is gebleken dat membraanfiltratie op een aantal plaatsen is toegepast waar dit minder geschikt is. Mede hierdoor functioneren de meeste van de in de afgelopen jaren in de galvanische industrie geleverde installaties niet meer of niet volledig naar wens. Andere factoren die van invloed zijn geweest op de beperkte invoering van deze processen zijn de onbekendheid met de membraantechnieken, de relatief hoge kosten van vooronderzoek en de kleine schaal waarop de membraanprocessen in de natte oppervlaktebewerkende industrie kan worden toegepast.

Doel van dit project is om, mede aan de hand van een praktijkdemonstratie, aan te tonen dat toepassing van membraanfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater onder bepaalde condities goed mogelijk is en in een aantal gevallen zelfs de voorkeur verdient boven andere technieken.

Het project wordt uitgevoerd aan de hand van een praktijkvoorbeeld met één membraanfiltratietechniek, namelijk microfiltratie.

De algemene resultaten van het onderzoek zijn voor een belangrijk deel goed vertaalbaar naar andere membraanfiltratietechnieken.

Daar het steeds moeilijker wordt de metaalhydroxydeslibben, die bij de zuivering van galvanisch afvalwater ontstaan, af te voeren, is het project gericht op de behandeling van zoveel mogelijk deelstromen die maar één metaal bevatten (monostromen). De mogelijkheden voor hergebruik eventueel na opwerking van het slib dat hierbij ontstaat, zijn in het algemeen groter dan bij slibben die veel metalen bevatten.

In de oorspronkelijke opzet is het onderzoek verdeeld in twee fasen:

Fase 1: Ontwikkeling opzet vooronderzoek

De voorbereiding is in het algemeen van groot belang bij de aanschaf van een waterzuiveringsinstallatie en met name voor een membraanfiltratie-installatie.

In deze eerste fase van het onderzoek is mede aan de hand van het praktijkgeval vastgesteld welke werkwijze moet worden gevolgd en welke criteria gelden bij de eventuele keuze van een installatie voor de zuivering van een afvalwater. De nadruk ligt hierbij op membraanfiltratie en in dit geval microfiltratie, hoewel een aantal aspecten betrekking heeft op de aanschaf van een zuiveringsinstallatie in het algemeen. Uitgangspunt hierbij is de behandeling van monostromen.

Een belangrijk onderdeel in deze fase is het onderzoek met een proefinstallatie op de praktijklokatie. De resultaten hiervan zijn in het algemeen van doorslaggevende betekenis bij de beslissing over de aanschaf van de installatie en levert een aantal ontwerpparameters.

Fase 2: Demonstratie

Indien aan de hand van de resultaten uit fase 1 de beslissing wordt genomen tot aanschaf van een microfiltratie-installatie, zal bij het ontwerp van de installatie en gedurende de opstart en de eerste maanden van de procesvoering een intensieve begeleiding plaatsvinden.

Aan het eind van deze periode zal in een apart rapport verslag worden gedaan van deze ervaringen.

Door een aantal oorzaken waarop in de volgende hoofdstukken van dit rapport nader zal worden ingegaan is de projectopzet enigszins gewijzigd, waardoor er een gedeeltelijke overlap van fase 1 en 2 is opgetreden. Belangrijkste aspect hierbij is dat al vóór afronding van fase 1 tot aanschaf van een installatie is overgegaan. De uitvoering van de test met een proefinstallatie moet daardoor met de praktijkinstallatie worden uitgevoerd.

Omdat er echter op het moment van deze rapportage (nog) geen sprake is

van een goed werkende installatie, kon de beslissing over voortzetting van het project als demonstratieproject nog niet worden genomen.

Het onderzoek is uitgevoerd door de hoofdgroep Milieu en Energie van TNO, afdeling Milieutechnologie, in samenwerking met de leverancier van de installatie, de fa Facet/Najade, en het galvanisch bedrijf waar de installatie is opgesteld, de fa Raadtgever.

Financiële ondersteuning voor het project is verkregen van de Ministeries van VROM en van Verkeer en Waterstaat. NOVEM is door VROM aangewezen als projectbeheerder en begeleider.

2. ALGEMENE UITVOERING VAN HET VOORONDERZOEK

Het ontwikkelen van een algemene opzet van het vooronderzoek is uitgevoerd aan de hand van

1. De expertise bij TNO en de ervaringen van de leveranciers van membraanfiltratie-installaties
2. De informatie verkregen bij de haalbaarheidsstudie [1]
3. Een praktijksituatie, bij de firma Raadtgever in Zaandam

In eerste instantie is op basis van de twee eerstgenoemde punten een plan opgesteld voor de uitvoering van dit voorbereidend onderzoek. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk besproken. Daarna is deze opzet getoetst in de praktijk bij de fa Raadtgever. De resultaten hiervan zijn in hoofdstuk 3 weergegeven.

De belangrijkste onderdelen bij de uitvoering van een vooronderzoek ten behoeve van de aanschaf van een zuiveringsinstallatie zijn:

- a. Probleemdefinitie
- b. Inventarisatie van proces- en afval(water)stromen en vaststellen van de interne saneringsmogelijkheden
- c. Verkenning van de technieken die kunnen worden toegepast voor de zuivering van de verschillende te behandelen (deel)stromen
- d. Test van één of meerdere technieken met een proefinstallatie
- e. Evaluatie van de onderzoeksresultaten/ keuze van de techniek(en)
- f. Definitieve beslissing over de toe te passen techniek(en) en de leverancier(s) van de installatie(s)
- g. Opstellen van een planning in samenwerking met de leverancier(s) met betrekking tot de levering van de installatie

Een aantal van de hierboven genoemde onderdelen heeft betrekking op de aanschaf van een zuiveringsinstallatie in het algemeen. Bij de uitwerking in dit rapport ligt de nadruk op de aanschaf van een membraanfiltratie-installatie, hoewel de meeste resultaten wel meer in algemene zin zijn te gebruiken.

ad a. Probleemdefinitie

Het probleem naar aanleiding waarvan in een bedrijf wordt overwogen een nieuwe zuiveringsinstallatie aan te schaffen staat in het algemeen duidelijk vast. De belangrijkste redenen zijn:

1. Er kan niet meer aan de eisen (van de waterbeheerder) worden voldaan
2. Toename van de afvalwaterstroom door vergroting van de produktie-capaciteit
3. Uitbreiding van het bedrijf met één of meerdere procesreeksen
4. Bouw van een nieuw bedrijf

In de eerste drie gevallen is er meestal sprake van uitbreiding of vervanging van een oude installatie, in het laatste geval betreft het de aanschaf van een geheel nieuwe zuivering.

Met het vaststellen van de aanleiding is echter het afvalwaterprobleem nog niet gedefinieerd. Vaak is het zinvol om in dergelijke omstandigheden de totale afvalwatersituatie te beschouwen en te zoeken naar de in technisch en economisch opzicht meest aantrekkelijke oplossing voor alle afval(water)stromen¹⁾.

Hierop zal bij dit project niet uitvoerig worden ingegaan.

Hierbij is een duidelijke wisselwerking met onderdeel b., de inventarisatie van de afvalwaterstromen en het vaststellen van interne saneringsmogelijkheden. De uiteindelijke definitie van het afvalwaterprobleem zal dan in de meeste gevallen pas plaats kunnen vinden na de uitvoering van onderdeel b..

Naast het vaststellen van de hoeveelheden afvalwater en de concentraties in deze stromen is het ook noodzakelijk te weten op welk water het gezuiverde water moet worden geloosd en welke de eisen, zowel met betrek-

¹⁾ In veel gevallen is de aanschaf van een nieuwe procesinstallatie en/of zuiveringsinstallatie een goed tijdstip om tot invoering van een milieuzorgsysteem over te gaan, waarbij niet alleen afvalwater maar ook alle andere milieucompartimenten zijn betrokken.

king tot vracht als concentratie, de waterbeheerder stelt. Tijdig overleg met de waterbeheerder is daarom aan te bevelen.

Een derde aspect dat moet worden genoemd in de uiteindelijke beschrijving van het afvalwaterprobleem is de beschikbare ruimte voor de installatie.

Zeker bij het plaatsen van een installatie in een bestaande situatie speelt dit vaak een belangrijke rol.

ad b. Inventarisatie van proces- en afval(water)stromen en vaststellen van de interne saneringsmogelijkheden

Bij onderdeel a. is al vermeld dat voor de uiteindelijke definitie van het afvalwaterprobleem een goed inzicht nodig is in de bestaande situatie in het bedrijf. In eerste instantie moet een inventarisatie van de huidige processen en de hoeveelheid en de samenstelling van de diverse afvalwaterstromen worden uitgevoerd. Dit betekent dat voor elke processtap moet worden vastgesteld of er afvalwater bij vrij komt en zo ja hoeveel en van welke samenstelling.

Vervolgens zal worden aangegeven welke maatregelen kunnen worden genomen ter vermindering van de hoeveelheid afvalwater c.q. ter verlaging van de metalenconcentratie (Bronaanpak).

In bijlage 1 zijn de belangrijkste maatregelen kort samengevat. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar de betreffende literatuur [2,3,4,5]. Op enkele maatregelen wordt hieronder nader ingegaan.

Een onderscheid kan worden gemaakt in twee soorten procesgeïntegreerde maatregelen:

1. "Eenvoudige" maatregelen, samengevat onder de term "Good-housekeeping"
2. Extra procesgeïntegreerde maatregelen gericht op spaar- en procesbaten.

ad 1. Good-housekeeping

De maatregelen die hierbij worden bedoeld zijn in het algemeen eenvoudig uit te voeren en hebben in veel gevallen niet alleen voordelen uit milieu-oogpunt maar ook uit financieel oogpunt.

De belangrijkste maatregelen zijn:

- Verminderen van uitsleep door onder andere
 - * gunstige ophanging
 - * langere uitdruiptijd
 - * mechanische schok
 - * verlaging badconcentratie
- Verbetering spoeltechnieken door toepassing van
 - * spaarbaden
 - * cascadespoeling
 - * sproeispoelen
- Minimalisering waterverbruik onder andere door montage flowmeters
- Beperking morsverliezen

Hoewel de maatregelen in het algemeen eenvoudig van opzet zijn kan invoering in de praktijk toch vaak op problemen stuiten. Zo is bijvoorbeeld de plaatsing van een spaarbad vanwege ruimtegebrek vaak niet mogelijk.

ad 2. Extra procesgeïntegreerde maatregelen gericht op proces- en spaarbaden

De maatregelen gericht op de procesbaden hebben allemaal tot doel, verlenging van de standtijd van de baden. De belangrijkste zijn:

- electrolyse van het bad
- filtratie van het bad voor afscheiding van deeltjes
- ionenwisseling op het bad voor afscheiding metalen
- betere bewaking van de baden

Behandeling van de spaarbaden is erop gericht de metalen hieruit te verwijderen of de concentratie te verhogen waardoor meer kan worden teruggevoerd in het procesbad. Naast de hierboven genoemde technieken komen concentreringstechnieken zoals indampen, electrodialyse en omgekeerde osmose in principe in aanmerking. In de praktijk wordt dit echter nog maar beperkt toegepast.

Voor het vaststellen van het uiteindelijke afvalwaterprobleem moeten de hierboven genoemde maatregelen zoveel mogelijk zijn geïmplementeerd.

Voor een aantal van deze maatregelen, en met name de onder 2 genoemde maatregelen, is dit niet altijd mogelijk en zal het effect ervan kunnen worden geschat. In een aantal gevallen kunnen de voorgestelde maatregelen als onderdeel van de zuivering worden beschouwd, en zullen als zodanig bij de probleembeschrijving worden meegenomen. Een voorbeeld hiervan is de behandeling van de spaarbaden.

De volgende stap in deze fase is het inventariseren van de afvalwaterstromen die na het uitvoeren van de bovengenoemde maatregelen vrijkomen. Voor zover mogelijk zal de hoeveelheid en samenstelling van de afvalwaterstromen van elke processtap apart worden vastgesteld. Op deze wijze wordt een beeld verkregen van alle stromen die moeten worden behandeld omdat directe lozing ervan niet mogelijk is.

Hierna kan de uiteindelijke probleemdefinitie (fase a.) worden afgerond.

c. Verkenning van de technieken die kunnen worden toegepast voor de behandeling van de vrij komende afvalwaterstromen (deelstromen)

Bij de inventarisatie is een overzicht verkregen van alle in het bedrijf vrij komende afvalwaterstromen. Voordat wordt bepaald welke technieken in aanmerking komen wordt eerst vastgesteld welke stromen gescheiden en welke gezamenlijk behandeld kunnen worden. Aparte behandeling van stromen heeft met name voordeel wanneer het gaat om afvalwaterstromen die maar één of enkele componenten bevatten. De mogelijkheden van opwerken en/of hergebruik van de bij de behandeling van deelstromen ontstane concentraten en slibben is hierbij aanzienlijk groter.

In een aantal gevallen kan de behandeling van een deelstroom worden beperkt tot een pH-correctie. Daarnaast kan afvoer van de afvalwaterstroom naar een verwerker voordelen bieden boven zelf zuiveren.

In bijlage 2 zijn de belangrijkste zuiveringstechnieken weergegeven. Voor een beschrijving van de technieken wordt verwezen naar [6].

Bij de keuze van een techniek voor de behandeling van afvalwater gelden een aantal criteria, waarvan er hieronder een aantal worden genoemd:

1. Is de techniek in het algemeen geschikt voor verwijdering van de betreffende componenten onder de heersende condities.

2. Wat zijn de te bereiken effluentconcentraties.
3. Hoe is de ervaring in de praktijk.
4. Welke afvalstromen komen er na de behandeling vrij en zijn er mogelijkheden voor opwerken en/of hergebruik.
5. Zijn er mogelijkheden voor hergebruik van het gezuiverde water.
6. Benodigde ruimte voor de installatie.
7. Kosten (en baten).
8. Vereiste deskundigheid bij het bedrijven van de installatie.

Hieronder wordt alleen voor de verschillende membraantechnieken kort op bovengenoemde criteria worden ingegaan. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar een eerder gepubliceerd rapport over de toepasingsmogelijkheden van membraanprocessen in de natte oppervlaktebewerkende industrie [1]. Voor de andere technieken wordt verwezen naar een binnenkort te verschijnen rapport over deelstroomzuivering en monosliverwerking [7].

ad 1. Toepasbaarheid van de techniek in het algemeen

Omgekeerde osmose en electrodialyse kunnen worden toegepast voor de verwijdering van opgeloste stoffen, zoals zware metalen. Bij ultra- en microfiltratie is voorafgaande hieraan precipitatie van de metalen, bijvoorbeeld als hydroxide noodzakelijk. Cyanides moeten vooraf worden verwijderd via oxydatie met bijvoorbeeld chloorbleekloog, Cr(VI) moet worden tot Cr(III) met bijvoorbeeld natriumbisulfiet. Ultrafiltratie kan ook worden toegepast voor (selectieve) verwijdering van grote moleculen ((bijvoorbeeld olie) of andere deeltjes. De aanwezigheid van een aantal componenten kan de werking van de membranen verstoren door vervuiling of aantasting. De membranen kunnen in een beperkt pH-bereik worden toegepast, afhankelijk van het type membraan.

UF en MF zijn in een breed concentratiegebied inzetbaar. Voor omgekeerde osmose geldt een maximumconcentratie van enkele tientallen grammen per liter. Aan de hand van een aantal gegevens over de samenstelling van het te zuiveren afvalwater kan worden bepaald of een membraanproces in principe kan worden toegepast.

Het is op voorhand echter meestal niet te zeggen of toepassing van membraanfiltratie in de praktijk mogelijk is. Hiervoor is minimaal een laboratoriumexperiment nodig.

ad 2. Te bereiken effluentconcentraties

Bij toepassing van membraanprocessen kunnen in het algemeen effluentconcentraties zware metalen in de ordergrootte van 0,1 tot enkele mg/l worden bereikt. Bij toepassing van sulfideprecipitatie bij UF of MF kan dit nog een factor 10 of meer lager zijn. De aanwezigheid van een aantal verbindingen (onder andere complexvormers) kan hierop een nadelige invloed hebben.

In het algemeen zal door toepassing van membraanfiltratie ruimschoots aan de eisen van de waterbeheerder kunnen worden voldaan. Een laboratoriumbeproeving, met praktijkafvalwater is ook hierbij echter nodig.

ad 3. Praktijkervaring

De belangrijkste reden voor het uitvoeren van dit project is de betrekkelijk slechte ervaring met membraanprocessen in deze bedrijfstak in de praktijk. Bij bedrijven met een afvalwaterstroom van betrekkelijk constante kwaliteit en constant debiet treden in het algemeen minder problemen op dan bij bedrijven met een sterk wisselend aanbod van afvalwater.

Omdat verwacht wordt dat een belangrijk deel van de oorzaken van de negatieve ervaringen kan worden weggenomen behoeft dit aspect geen negatieve invloed op de beslissing te hebben. (Zie ook [1]).

ad 4. Vrijkomende afvalstromen en mogelijkheden tot opwerking en hergebruik

Bij toepassing van omgekeerde osmose of electrodialyse wordt de afvalwaterstroom gescheiden in een geconcentreerde oplossing en relatief schoon water. Het concentraat kan, mits de zuivering op een monostroom zoals bijvoorbeeld een spaarbad wordt toegepast, worden teruggevoerd in het procesbad. De maximale concentrering wordt bij omgekeerde osmose beperkt door de osmotische druk, waardoor de maximaal te bereiken concentratie lager is dan die van de procesvloeistof. Bij warme procesbaden, waar water moet worden toegevoegd ter compensatie van de verdampingsverliezen, speelt dit probleem minder.

Bij microfiltratie en ultrafiltratie van zware metalen bevattende afvalstromen komt naast het gezuiverde water een slib vrij, meestal als hydroxyde. Voor direct hergebruik moet het slib in zuur worden opgelost.

Ook hiervoor geldt dat de mogelijkheden voor hergebruik (na eventueel opwerken) aanzienlijk groter zijn wanneer dit slib slechts één metaal bevat. Dit is met name het geval wanneer de spaar- en/of spoelbaden van de metaal-opbrengende bewerking apart worden gezuiverd van de overige baden. De spoelbaden van de ontvettingsbaden en beitsbaden bevatten in het algemeen een groot scala aan metalen, waardoor opwerken en hergebruik vaak niet mogelijk is.

Bij toepassing van ultrafiltratie bij de zuivering van een ontvettingsbad ontstaat een olie/vetconcentraat dat, wanneer de concentraties hoog genoeg zijn kan worden verbrand. De gezuiverde stroom bevat vaak nog (een deel van) de detergenten en kan na toevoeging van bepaalde componenten worden hergebruikt.

ad 5. Hergebruik van het gezuiverde water

De gezuiverde stroom die vrijkomt bij de verschillende membraanprocessen is in het algemeen zo schoon dat gebruik als spoelwater zonder meer mogelijk is. Het gezuiverde water van een omgekeerde osmose-installatie is vaak van een zodanige kwaliteit dat het ook geschikt is voor andere doeleinden, zoals de aanmaak van procesbaden.

ad 6. Benodigde ruimte

Voor een membraanfiltratie-installatie is relatief weinig ruimte nodig. Bij toepassing van micro-of ultrafiltratie wordt eerst een voorbehandeling toegepast, welke vergelijkbaar is met de eerste twee stappen van een ONO. Voor de vlokvorming is in het algemeen echter minder ruimte nodig dan bij de ONO. De eisen die aan de vlokvorming worden gesteld zijn minder hoog, zodat kortere verblijftijden kunnen worden toegepast.

ad 7. Kosten (en baten)

De kosten van membraanprocessen bestaan in het algemeen voor een belangrijk deel uit kapitaalslasten en membraanvervangingskosten. Daarnaast zijn de energiekosten een belangrijke kostenpost. De kosten voor arbeid kunnen afhankelijk van de automatiseringsgraad erg laag zijn. In het verleden blijken deze kosten sterk te zijn bepaald door de mate waarin de installatie functioneerde.

De kosten van membraanprocessen bedragen zeer globaal geschat f 1,- tot f 10,- per m³.

Tegenover deze kosten staan in veel gevallen baten zoals:

- Besparing op chemicaliën
- Minder watergebruik
- Minder af te voeren slib
- Lagere lozingsheffingen

In een aantal gevallen kunnen de baten een belangrijk deel van de kosten dekken.

ad 8. Vereiste deskundigheid bij het bedrijven van de installatie

Uit ervaringen uit het verleden is gebleken dat enige ervaring met membraanprocessen noodzakelijk is voor het bedrijven van een membraanfiltratie-installatie. Deze ervaring kan worden opgebouwd in een proefperiode en in de opstartfase.

Indien na toetsing van de hiervoor genoemde criteria kan worden geconcludeerd dat membraanfiltratie een geschikte methode lijkt voor het oplossen van (een deel van) het betreffende afvalwaterprobleem dan is het noodzakelijk deze toepasbaarheid in de praktijk te testen. Hiervoor dient een test met een proefinstallatie gedurende een periode van minimaal enkele weken onder praktijkomstandigheden te worden uitgevoerd.

d. Test met een proefinstallatie

Bij de test met een proefinstallatie in de praktijk wordt een deel van de onder c. genoemde aspecten gecontroleerd c.q. nader vastgesteld. De resultaten van deze beproeving zijn in de meeste gevallen doorslaggevend bij de beslissing omtrent de aanschaf van een installatie. Het is daarom van groot belang dat deze test op de juiste wijze wordt uitgevoerd. Dit betekent op de eerste plaats dat de beproeving zoveel mogelijk overeenkomstig de toekomstige praktijksituatie wordt uitgevoerd.

Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- De proefinstallatie

Het is belangrijk dat de proefinstallatie zo weinig mogelijk verschilt van de eventueel aan te schaffen praktijkinstallatie. Een grote mate van automatisering is ook voor een proefinstallatie erg belangrijk, enerzijds om de werking ervan te controleren, anderzijds omdat de beproeving

vaak voor een groot deel moet worden uitgevoerd door medewerkers van het bedrijf zelf die geen ervaring met membraanfiltratie hebben. Uit de praktijk is gebleken dat in deze fase veel experimenten hierdoor mislukten.

- De te zuiveren afvalwaterstro(o)m(en)

Deze stro(o)m(en) moet(en) op dezelfde wijze worden verkregen als dat dit in de praktijksituatie zal gebeuren.

Omdat tijdens een proefperiode vaak slechts een deel van de stroom wordt behandeld, biedt dit de mogelijkheid een schonere stroom af te tappen of een extra behandeling toe te passen die op een grotere schaal niet mogelijk is of tot extra kosten leidt. Het op deze wijze creëren van gunstiger condities moet worden vermeden.

- Wie voert de test met de proefinstallatie uit

Het is om een aantal redenen erg belangrijk dat de toekomstige gebruiker nauw betrokken is bij de uitvoering van de test. Enkele van die redenen zijn zijn:

- * Het verkrijgen van een goed inzicht in de resultaten en hoe deze tot stand zijn gekomen. Mede op basis hiervan zal de beslissing over de aanschaf worden genomen.
- * Controle of de uitvoering volgens praktijkomstandigheden plaatsvindt
- * Het opdoen van ervaring met membraanfiltratie. Het is wenselijk de praktische uitvoering van de test zoveel mogelijk uit te laten voeren door de persoon die bij aanschaf van een eventuele praktijkinstallatie deze zal gaan bedienen.

Naast de hiervoor genoemde algemene aspecten is er een aantal technische aspecten waaraan bij het onderzoek aandacht moet worden besteed:

- * Optimalisatie van de procescondities.

De belangrijkste procescondities zijn concentreringsgraad, langsstroomsnelheid, temperatuur en systeemdruk. Een optimalisatie in zowel technische als economische zin moet plaatsvinden.

- * De membraanflux.

De flux is de hoeveelheid "schoon" water die per m² membraan per uur wordt geproduceerd. Dit is de belangrijkste ontwerpparameter voor een membraanfiltratie-installatie. De waarde van de flux zal gedurende de beproeving voortdurend worden gemeten.

* De kwaliteit van het gezuiverde water.

De kwaliteit van het gezuiverde water (het permeaat) wordt beoordeeld aan de hand van troebelheidsmetingen en via zware metalenanalyses van de monsters.

* De membraanvervuiling en -reiniging.

De vervuiling van de membranen is in het algemeen het grootste probleem bij membraanfiltratieprocessen. Door vervuiling nemen de prestaties van de membranen af, hetgeen betekent een lagere flux en meestal een slechtere kwaliteit van het gezuiverde water. Direct gekoppeld aan de membraanvervuiling is het aspect van de reiniging van de membranen. Ook dit moet tijdens de test worden beproefd.

* De levensduur van de membranen.

Het is belangrijk om in overleg met de leverancier een programma op te stellen voor de testperiode, alsmede afspraken te maken over monsternamen en analyses.

e. Evaluatie van de testresultaten/keuze van techniek(en)

Het is zinvol alle bij de onderdelen a tot en met d verzamelde informatie in een kort verslag samen te vatten. Hierna moet een bespreking volgen met de betrokkenen. Dit zijn in ieder geval het bedrijf zelf (bedrijfsleider, milieu-verantwoordelijke), de leverancier en de waterbeheerder. In een aantal gevallen kan ondersteuning van een onafhankelijk deskundige nuttig zijn.

Tenslotte zal een keuze moeten worden gemaakt welke technieken toepasbaar zijn. Bij deze beslissing over de aanschaf van de installatie zullen naast technische zaken ook andere aspecten worden betrokken, zoals de toekomstvisie van het bedrijf, de verwachte ontwikkelingen op het gebied van de wetgeving en uiteraard de kosten.

Offertes moeten worden aangevraagd, waarbij wordt aanbevolen om bij meerdere leveranciers van hetzelfde type installatie een offerte aan te vragen. Een zo gedetailleerd mogelijke beschrijving van de eisen wordt hierbij opgesteld.

f. Definitieve beslissing over de toe te passen techniek(en) en de leverancier(s) van de installatie(s)

Bij de beoordeling van de offertes moet onder meer aandacht besteed worden aan de uitvoeringsvorm en de mate van automatisering van een installatie. Hierdoor kunnen vaak grote prijsverschillen ontstaan.

Bij deze beoordeling en bij het maken van een definitieve keuze kan eveneens de expertise van een onafhankelijk deskundige worden ingehuurd. In veel gevallen kan dit kostenbesparend werken.

Het is aan te bevelen bij de aanschaf van verschillende componenten of meerdere installaties de eindverantwoordelijkheid bij één leverancier te leggen. Dit voorkomt discussies over de oorzaken van problemen.

Bij het beoordelen van de offeretes moet niet alleen worden gelet op de technische beschrijving van de installatie en de uitvoeringsvorm. Andere belangrijke aspecten zijn de leveringsvoorwaarden, de levertijd en de garanties zowel met betrekking tot het defect raken van de installatie als met betrekking tot de zuiveringsprestaties.

h. Opstellen van een planning in samenwerking met de leverancier(s) met betrekking tot de levering van de installatie

Met de gekozen leverancier moeten goede afspraken worden gemaakt over levertijd van de installatie en over de overige uit voeren voorbereidende werkzaamheden die noodzakelijk zijn om de installatie te kunnen plaatsen.

3. UITVOERING VAN HET VOORONDERZOEK BIJ DE FA. RAADTGEVER

Het resultaat van het bij de fa. Raadtgever uitgevoerde vooronderzoek is beschreven aan de hand van de in hoofdstuk 2 uitgewerkte algemene opzet.

a. Probleemdefinitie

De fa. Raadtgever heeft een geheel nieuwe afvalwaterzuivering nodig. Met de bestaande installatie (ONO) kan niet aan de eisen van de waterbeheerder worden voldaan, mede door uitbreiding van het bedrijf met een nieuwe nikkelchroom-reeks. Er moet een oplossing komen voor het totale afval(water)probleem.

Met de waterbeheerder, het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en W. Friesland, is een gesprek gevoerd over de plannen bij de fa. Raadtgever. Van de zijde van het Hoogheemraadschap is toegezegd dat zij waar mogelijk ondersteuning willen verlenen. Wel werd benadrukt dat de fa. Raadtgever zelf de verantwoording draagt met betrekking tot de lozing van het afvalwater in de tussenliggende periode.

b. Inventarisatie van proces- en afval(water)stromen en vaststellen van de interne saneringsmogelijkheden

De inventarisatie bij de fa. Raadtgever is uitgevoerd in samenwerking met de VOM en het RIVM. De belangrijkste gegevens zijn hieronder samengevat:

- Het bedrijf omvat een drietal reeksen, te weten een nikkelchroomreeks en twee zinkreeksen (hang en trommel).
- De nikkelchroomreeks is eind 1988 geïnstalleerd, de beide zinkreeksen zijn volgens de heer Raadtgever sterk verouderd en zullen op redelijke termijn worden vervangen.
- De huidige werkwijze bij de fa. Raadtgever wijkt sterk af van de situatie na het installeren van de waterzuivering. Door het ontbreken van een zuivering is de hoeveelheid spoelwater tot het minimum beperkt en wordt veel recirculatie toegepast. Een aantal maatregelen in het kader van "good-housekeeping" worden derhalve al toegepast, zoals toepassing van spaarbaden, sproeispoelen en een aantal maatregelen ter vermindering van de uitsleep.

- Geadviseerd is het cadmeren, dat door de fa. Raadtgever nog zo af en toe wordt uitgevoerd, te beëindigen omdat voor het halen van de Cd-eis waarschijnlijk met betrekking tot de zuivering onevenredig veel extra inspanning moet worden gepleegd.
- Bij een loongalvanisch bedrijf, zoals dat van de heer Raadtgever, varieert het werkaanbod en daarmee de hoeveelheid en samenstelling van het afvalwater sterk.
- Tengevolge van het niet meer kunnen lozen van afvalwater staat er op het terrein van de fa. Raadtgever een aantal vaten met sterk vervuild afvalwater.

Geconcludeerd is dat het niet zinvol is een uitgebreide inventarisatie, zoals voorgesteld in de algemene opzet van het vooronderzoek, bij de fa. Raadtgever uit te voeren om een aantal van de hierboven genoemde redenen. Met name met betrekking tot het niet kunnen lozen van het afvalwater en de daarbij noodzakelijk opslag, was de situatie sterk afwijkend van een gemiddeld loongalvanisch bedrijf.

Wel zijn van een aantal baden analyses uitgevoerd. De resultaten zijn in bijlage 3 en 4 weergegeven. Het betreft de analyses van de door Raadtgever gebruikte nikkel- en zinkbaden en daarnaast de analyses van diverse baden van de Ni-Cr-reeks en van het Zn-passiveerbad. Met uitzondering van de twee eerstgenoemde monsters zijn deze allemaal door TNO genomen en geanalyseerd.

Opgemerkt moet worden dat de door TNO geanalyseerde monsters niet representatief zijn voor de toekomstige situatie, voornamelijk doordat door het beperkte spoelen in de huidige situatie het concentratie-niveau hoger is. Bijlage 4 geeft wel enig inzicht in de verhouding waarin de verschillende metalen in de baden voorkomen.

Het blijkt dat in de Ni en Cr-spoelbaden het betreffende metaal in aanzienlijk hogere concentraties voorkomt dan de andere metalen, maar dat voor de overige baden geldt dat een aantal metalen in dezelfde order-grootte aanwezig is. Bij het zinkpassiveerbad bevat het spoelwater voornamelijk zink en chroom(III). De mogelijkheden tot vorming van monoslibben lijkt derhalve beperkt tot het spoelwater van de metaalopbrengende processen.

Omdat het niet mogelijk is gebleken aan de hand van de huidige procesvoering de vrijkomende afvalwaterstromen vast te stellen, is aan het bedrijf zelf gevraagd een schatting te geven van de hoeveelheden van de verschillende afvalwaterstromen die bij een normale bedrijfsvoering zijn te verwachten.

Op basis daarvan is aan de leverancier van de microfiltratie-installatie gevraagd een zuivering te bouwen voor de volgende stromen:

- Cyanidische zink bevattend afvalwater, max. 1 m³/h
- Chroom(VI) bevattend afvalwater, max. 5 m³/dag
- "Koper"bevattend afvalwater, max. 5 m³/dag

De twee eerstgenoemde stromen moeten eerst worden ontgift alvorens hydroxyde-precipitatie en microfiltratie kan worden toegepast.

De "koperhoudende" stroom is de verzamelstroom van de diverse zure spoelwater-stromen, die naast koper ook veel andere metalen bevat en kan niet als monostroom worden beschouwd.

Naast het cyanidisch zink bevattend spoelwater is er ook cyanide bevattend spoelwater van de ontvetting. Deze stromen moeten eerst worden ontgift voordat ze (samen met andere meer metaalbevattende stromen) worden verwerkt. Het spoelwater van het zinkpassiveerproces bevat naast Cr (alleen Cr (III)) ook veel zink en zal eventueel apart moeten worden verwerkt.

Het nikkel bevattend spoelwater wordt allemaal via het spaarbad in het procesbad teruggevoerd.

Het lijkt zinvol in de demonstratiefase nog eens aandacht te besteden aan dit onderdeel b. van het onderzoek, omdat de situatie dan naar verwachting meer de werkelijkheid benadert.

c. Keuze van de zuiveringstechniek(en)

De keuze van membraanfiltratie als (meest) geschikte zuiveringstechniek bij de fa. Raadtgever is niet geheel binnen dit project tot stand gekomen. Op het moment dat de beslissing genomen diende te worden moest het project nog worden gestart. Wel is er in de periode voorafgaande aan het project reeds overleg geweest met TNO over de aanschaf van de zuivering,

eerst via een ééndagsadvies van de Rijksnijverheidsdienst later bij het opstellen van het onderzoek-voorstel. Hierbij zijn ook andere zuiveringstechnieken besproken.

Op grond van de in deze periode beschikbare informatie is aan de hand van de in hoofdstuk 2 onder c. genoemde criteria bepaald dat microfiltratie een geschikte techniek is voor de zuivering van het afvalwater van de fa. Raadtgever.

Een aantal voordelen van toepassing van microfiltratie voor deze situatie zijn:

- De lage te bereiken effluent concentraties.

Uit ervaring met andere afvalwaters en uit enkele oriënterende proeven met het afvalwater van Raadtgever is gebleken dat de zware metalen concentraties in het effluent in het algemeen laag kunnen zijn. Er zijn waarden gemeten van < 0,1 tot 0,3 mg/l.

- Het geringe ruimtebeslag.

De meeste ruimte wordt ingenomen door buffervaten en andere vaten die bij de voorbehandeling nodig zijn. De microfiltratie-installatie zelf kan op een oppervlak van 1,5 * 0,5 meter worden geplaatst.

- De mogelijkheden tot het behandelen van deelstromen.

Het is met deze installatie mogelijk een aantal stromen apart te behandelen. Hierbij ontstaan slibben, waarvan de mogelijkheden van afzet en hergebruik beter zijn dan bij gezamenlijke verwerking, omdat de eerstgenoemde slibben hoge concentraties van slechts één of enkele metalen bevat.

- De flexibele procesvoering.

Door de PLC-besturing is aanpassing aan veranderingen van volumina of uitbreiding van het aantal te behandelen stromen eenvoudig mogelijk. Voor een loongalvanisch bedrijf met een wisselend werkaanbod is dit erg belangrijk. Ook is het microfiltratie-proces minder gevoelig voor de werking van de voorafgaande precipitatiestap, hetgeen bij een wisselende procesvoering voordelig kan zijn.

Indien noodzakelijk kan de capaciteit van de installatie eenvoudig worden uitgebreid door het bijplaatsen van een module.

- Hergebruik van het gezuiverde water is mogelijk.

d.t.m. g. Test met een proefinstallatie en navolgende stappen

Door de vertraging die er door verschillende oorzaken bij het project is ontstaan, is, in overleg met de betrokkenen en de begeleidingscommissie, besloten de test op lokatie niet met een aparte proefinstallatie uit te voeren maar met de praktijkinstallatie zelf. Dit heeft naast tijdsbesparing het grote voordeel dat met een volledig geautomatiseerd systeem wordt getest, waarbij op exact dezelfde wijze kan worden gewerkt als in de praktijk.

Een belangrijk nadeel is dat het risico voor zowel de leverancier als de opdrachtgever groter is omdat slechts één laboratoriumexperiment is uitgevoerd.

Ook de stappen na de test (e. t.m. g), zoals in hoofdstuk 2 zijn weergegeven, zijn niet op de voorgestelde werkwijze uitgevoerd. De enige test die is uitgevoerd is het eerder genoemde laboratoriumexperiment bij de fa. Facet-Najade. Dit betreft een test gedurende een periode van 3 uur die door de fa. Facet-Najade is uitgevoerd met een monster zinkhoudend afvalwater. Er bleek gedurende de proefperiode nauwelijks of geen sprake van membraanvervuiling. Het permeaat bevatte 0,3 mg/l Zink. Hierbij moet worden opgemerkt dat de belasting van het membraan slechts gering was (indikking circa 3 maal).

Door een aantal problemen met de installatie, waarop in het volgende hoofdstuk nader zal worden ingegaan is er bij de fa. Raadtgever (nog) geen sprake geweest van de uitvoering van een testprogramma, zoals dat met een proefinstallatie zou moeten worden uitgevoerd. Een voorstel voor een dergelijk testprogramma is wel gemaakt en is in bijlage 6 weergegeven.

4. PRAKTIJKERVARING BIJ DE FA. RAADTGEVER

4.1 Beschrijving van de zuiveringsinstallatie

In bijlage 7 is een blokschema gegeven van de door de leverancier in overleg met de fa. Raadtgever en TNO voorgestelde waterzuivering.

Hieronder volgt een nadere toelichting.

Het afvalwater wordt gescheiden opgevangen in drie verzamelputten en van daaruit overgepompt in drie buffertanks: één voor zinkhoudend afvalwater, één voor chroombevattend afvalwater en één voor "koperhoudend" afvalwater. Laatstgenoemde stroom is een verzamelstroom van alle stromen die geen cyanide, zink en chroom bevatten.

De drie afvalwaterstromen worden apart in de microfiltratie-installatie behandeld, de volgorde is afhankelijk van het niveau in de buffervaten. Het cyanidische spoelwater wordt eerst in een apart vat ontgift met chloorbleekloog, de reductie van Cr(VI) naar Cr(III) met natriumbisulfiet wordt in de Cr-buffer zelf uitgevoerd. Voorafgaande aan deze ontgiftiging vindt pH-correctie plaats.

Hierna wordt het afvalwater overgepompt naar het flocculatievat, waar het met zuur of loog op de juiste pH voor de vlokvorming wordt gebracht. De gevormde vlokken suspensie wordt in de membraanfiltratie-installatie gescheiden in een gezuiverde stroom, die kan worden geloosd en een geconcentreerde stroom die naar een zakkenfilter wordt geleid. De zakkenfilters voor de drie verschillende stromen hangen ieder boven één van de drie spoelwaterverzamelputten, van waaruit het betreffende afvalwater de installatie wordt ingepompt.

Nadat de inhoud van het flocculatievat is verwerkt met de microfiltratie-installatie wordt het vat gespoeld met leidingwater. Dit spoelwater wordt weer teruggevoerd naar het buffervat van de behandelde stroom.

Hierna wordt de inhoud van het volgende buffervat naar de flocculator overgepompt en verder behandeld met behulp van de microfiltratie-installatie.

De installatie heeft een capaciteit van maximaal 1 m³/h. Het overschakelen naar de verschillende afvalwaterstromen, het reinigen van de installatie en het terugspoelen tijdens de procesvoering verloopt volledig automatisch door middel van een PLC-besturing.

4.2 Levering en opstart van de installatie

Hieronder is een kort chronologisch overzicht gegeven van de gang van zaken met betrekking tot de aanschaf, levering en opstart van de installatie. Aan een aantal problemen en de oorzaken ervan wordt daarna uitgebreider aandacht besteed.

Chronologisch overzicht

Midden 1989 is de beslissing genomen tot aanschaf van de installatie, waardoor de levering van de installatie in eerste instantie was gepland op 1 september 1989. Door problemen met de levering van enige onderdelen door derden is een vertraging opgetreden, echter in november van hetzelfde jaar stond de installatie klaar bij de leverancier om te worden afgeleverd bij de fa. Raadtgever.

Dit bleek echter op dat moment niet mogelijk om een aantal redenen. Op de eerste plaats bleek de afvoer van een groot vat met slib voor de nodige problemen te zorgen. Daarnaast moest er nog een aantal voorzieningen worden gerealiseerd die door de fa. Raadtgever zelf zouden worden verzorgd, waaronder diverse aansluitingen. De fa. Raadtgever had gedurende deze periode geen mogelijkheden afvalwater te zuiveren en concentreerde dit daarom zoveel mogelijk en sloeg het vervolgens op in een aantal tanks.

In april 1990 is de installatie opgesteld bij de fa. Raadtgever en werd begonnen de inmiddels opgeslagen afvalwatervoorraad te behandelen. Hierbij deden zich een aantal mechanische en technische problemen voor, die deels te wijten waren aan de andere dan voorziene samenstelling van dit afvalwater en de hogere concentraties zware metalen hierin. De problemen betroffen vooral de besturing, die geen mogelijkheden bood om grote variaties op te vangen. Om deze reden is de opstart van de installatie uitgesteld naar 15 augustus.

Tijdens een bespreking op 27 september bleken deze problemen nog niet opgelost, echter volgens de leverancier zou dit op korte termijn kunnen worden gerealiseerd.

Op 7 november, bij een bespreking met de begeleidingscommissie, bleek dit echter nog niet het geval.

Het gegeven dat er in januari 1991 er nog steeds geen sprake was van een goed werkende installatie was voor de opdrachtgever, NOVEM b.v., aanleiding TNO te verzoeken het onderzoek/ demoproject voorlopig af te ronden.

Overzicht problemen en oorzaken

In dit overzicht worden alleen de belangrijkste problemen besproken die tijdens de levering van de zuiveringsinstallatie bij de fa. Raadtgever zijn opgetreden en wat de oorzaken hiervan zijn. De gebruikelijke problemen die kunnen worden verwacht bij de opstart van een nieuwe installatie komen niet aan de orde.

1. Vertraging bij het leveren en installeren van de installatie

Door het niet tijdig leveren van componenten door derden was de leverancier niet in staat de installatie tijdig op te leveren.

Een veel grotere vertraging is echter ontstaan door het niet kunnen plaatsen van de installatie bij de fa. Raadtgever doordat een in de weg staand vat met opgeslagen slib lange tijd niet kon worden verwijderd, doordat de afvoer van de inhoud ervan problematisch bleek voor de hiervoor aangezochte bedrijven.

Daarna heeft het vrij lang geduurd voordat door fa. Raadtgever de benodigde aansluitingen waren gerealiseerd.

2. Niet goed functioneren van de besturing

Het niet goed functioneren van de besturing kan ondermeer worden veroorzaakt door een niet juist ontwerp van de besturing, het niet goed vertalen van dit ontwerp naar een programma (de software) en het niet goed uitvoeren van de randapparatuur inclusief de PLC en de programmering ervan (de hardware).

Dit laatste is voor een deel uitbesteed aan derden, omdat de leverancier deze expertise zelf niet in huis heeft. Het is gebleken dat dit problemen kan veroorzaken, zowel doordat de vertaling van een ontwerp naar een programma problematisch kan zijn, als doordat bij dringende problemen niet snel kan worden gereageerd door bijvoorbeeld het wijzigen van de programmering.

In de situatie bij de fa. Raadtgever lijken alle hierboven genoemde problemen te zijn opgetreden.

Een andere oorzaak van de problemen met de PLC is dat de waarden van de binnenkomende signalen afkomstig van de diverse meters sterk afwijken van de verwachte waarden, als gevolg van de fluctuaties in de samenstelling van het te zuiveren afvalwater, die aanzienlijk groter zijn dan was voorzien.

De opdracht aan Facet Najade was blijkens de offerte het leveren van een installatie voor de behandeling van drie gedefinieerde separate afvalwaterstromen tot schoon loosbaar water en drie verschillende monoslubs. Toen de installatie werd opgestart, geschiedde dit echter noodzakelijkerwijs op de inmiddels opgezamelde hoog geconcentreerde mengsels van allerlei afgewerkte baden van ontvettings-, beits-, spoel-, en galvaniseervloeistoffen. Tevens werd duidelijk dat een meer gevarieerd aanbod van afvalwater bij een bedrijf als Raadtgever, waar (nog) geen sprake is van een continue produktie, toch een normale situatie is.

3. Storingen met meetapparatuur en pompen

Een aantal meters en pompen bleek niet goed te functioneren. Eén van de oorzaken was dat deze meters en pompen aan omstandigheden zijn blootgesteld waarvoor ze niet geschikt zijn. Met name bij de behandeling van het opgeslagen afvalwater bleek dit het geval. Daarnaast zijn pompen en meters gedurende lange tijd aan bijzondere omstandigheden blootgesteld in perioden van stilstand tengevolge van storingen.

Een aantal pH-meters bleek hierdoor defect te zijn geraakt, evenals de dompelpomp in het flocculatievat. Ook trad er bij perioden van onvoorziene stilstand tengevolge hiervan regelmatig verstopping op van de toevoerleiding naar de voedingpomp.

Het is gebleken dat deze storingen niet goed werden verwerkt door de PLC, waardoor problemen optraden, zoals een continue dosering van zout of zuur, het niet geven van een foutmelding of alarmering en het niet in werking treden van een beveiliging.

4. Beperkte mogelijkheden om in te grijpen bij problemen

Tijdens de procesvoering en met name bij het optreden van calamiteiten bleek het vaak niet mogelijk in te grijpen. Dit komt op de eerste plaats doordat het moeilijk is vast te stellen waar de installatie exact mee bezig is. De oorzaak hiervan is dat dit niet voldoende duidelijk op de besturingskast zichtbaar is en dat er (nog) geen goede beschrijving was gemaakt van de installatie. Ook het aantal foutmeldingen is beperkt.

Daarnaast zijn de mogelijkheden om de installatie handmatig te bedienen zeer beperkt.

Uit bovenstaande blijkt dat een belangrijk deel van de problemen had kunnen worden voorkomen wanneer de in hoofdstuk 2 genoemde procedure was gevolgd. Met name het uitvoeren van een test onder praktijkomstandigheden had veel extra informatie kunnen opleveren.

4.3 Resultaten van enige beproevingen met de installatie

Ondanks de voortdurende problemen met de installatie zijn er vanaf juni 1991 wel enige hoeveelheden afvalwater met de installatie gezuiverd. Van enkele monsters zijn analyses uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn in bijlage 5 weergegeven.

Uit de tabel blijkt op de eerste plaats de complexe samenstelling van het opgeslagen afvalwater, aangeduid met bad 1,2 en 3. In alle monsters zijn Cr, Ni en CN naast elkaar aanwezig. Ook bevatten alle monsters kleine hoeveelheden Cd.

De zware metalenconcentraties in het gezuiverde water, het permeaat zijn in het algemeen erg laag en voldoen hiermee ruimschoots aan de lozingsnorm.

Een uitzondering vormen de waarden gemeten in het monster met de code H201. Dit monster afkomstig van de behandeling van een cyanidische zinkstroom bevatte een te hoge concentratie Cr, namelijk 10 mg/l. De oorzaak hiervan is niet achterhaald, maar is vermoedelijk een vermenging van een kleine hoeveelheid Cr-houdend afvalwater met het zinkcyanide bevattend afvalwater. Hierdoor was de installatie niet in staat het chroom als hydroxide te verwijderen.

De gemeten fluxwaarden waren sterk afhankelijk van de procesomstandigheden, maar waren aanzienlijk lager dan de verwachte circa 1 m³/uur. In het algemeen zijn waarden gemeten van 200 tot 500 l/uur.

Een oorzaak hiervan kan dat de condities waaronder werd gezuiverd vaak sterk afwijken van de omstandigheden zoals die werden verwacht.

Omdat de installatie een aanzienlijke overcapaciteit heeft worden op dit terrein geen problemen verwacht.

Aan de hand van deze resultaten kan worden geconcludeerd dat microfiltratie in principe een geschikte methode is voor het zuiveren van het galvanisch afvalwater van de fa. Raadtgever. De verwachting is dat de concentratie van de diverse metalen in de gezuiverde stroom onder praktijkomstandigheden voldoende laag zal zijn, mits vermenging van stromen zoals eerder genoemd worden voorkomen.

Of microfiltratie in de praktijk toepasbaar is onder de omstandigheden zoals die zich bij de fa. Raadtgever voordoen is voor een belangrijk deel afhankelijk van de mogelijkheden om een installatie te bouwen, inclusief randapparatuur en besturingssysteem, die onder alle voorkomende omstandigheden kan functioneren.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Aan de hand van de ervaringen bij de fa. Raadtgever kan een aantal conclusies worden geformuleerd. Een deel ervan heeft betrekking op het specifieke situatie bij de fa. Raadtgever, een ander deel heeft betrekking op de toepassing van microfiltratie in de galvanische industrie in het algemeen.

Met betrekking tot de situatie bij de fa. Raadtgever kan het volgende worden geconcludeerd:

- De afvalwatersituatie bij de fa. Raadtgever is moeilijk vast te stellen, enerzijds door de bijzondere omstandigheden waarin het bedrijf momenteel verkeert, anderzijds door de gebruikelijke variatie in afvalwaterhoeveelheid en samenstelling tengevolge van het wisselende werkaanbod bij een loongalvanisch bedrijf.
- Microfiltratie is in principe een geschikte methode voor de zuivering van het galvanisch afvalwater van de fa. Raadtgever. De kwaliteit van het gezuiverde water zal onder normale omstandigheden zonder problemen kunnen voldoen aan de eisen van de waterbeheerder.
- De bij de fa. Raadtgever opgestelde waterzuivering, waarmee in de periode van juni 1990 tot januari 1991 is proefgedraaid, voldoet niet aan de algemene technische eisen die kunnen worden gesteld aan een goed werkende installatie. De belangrijkste tekortkomingen zijn:
 - * Niet goed werken van de besturing (PLC)
 - * Defecte randapparatuur, zoals meters en pompen
 - * Geen goede indicatie waar de installatie mee bezig is
 - * Slechte beschrijving van de installatie
 - * Zeer beperkte mogelijkheden om handmatig in te grijpenOpm. Een aantal van de hier genoemde tekortkomingen zijn in de periode van rapportage reeds verholpen.
- De fluctuaties in de omstandigheden bij de fa. Raadtgever zijn niet goed ingeschat. Wanneer gedurende een aantal weken een test was uitgevoerd met een proefinstallatie, had een aantal problemen kunnen worden voorkomen.

Enige algemene conclusies zijn:

- Microfiltratie is in principe een geschikte methode voor de zuivering van galvanisch afvalwater. De specifieke condities kunnen echter van grote invloed zijn op de toepasbaarheid in de praktijk.
- Voor het goed laten functioneren van de techniek moet meer rekening worden gehouden met de mogelijkheden en beperkingen van microfiltratie. Hierdoor kunnen problemen, bijvoorbeeld tengevolge van extreme omstandigheden of het vermengen van stromen, worden voorkomen.
- Voor een loongalvanisch bedrijf zijn de omstandigheden met betrekking tot de afvalwatersituatie tengevolge van het wisselend aanbod moeilijk vast te stellen. De behandeling van het afvalwater vraagt hierdoor specifieke aandacht, hetgeen moeilijk te automatiseren is.
- Het is sterk aan te bevelen bij het aanschaffen van een nieuwe waterzuivering en zeker wanneer membraanfiltratie wordt overwogen, de in hoofdstuk 2 voorgestelde stappen uit te voeren. Met name het uitvoeren van een test gedurende enkele weken is erg belangrijk.

Met betrekking tot het demoproject wordt aanbevolen dit project alleen dan voort te zetten wanneer er bij de fa. Raadtgever sprake is van een bij de actuele omstandigheden goed werkende installatie. Dit moet worden vastgesteld aan de hand van resultaten van beproeving in de praktijk bij de fa. Raadtgever. Wanneer gebleken is dat de installatie gedurende een periode van minimaal 2 weken zonder problemen heeft gedraaid, zal een kort testprogramma moeten worden uitgevoerd (zie bijlage 6). Aan de hand van de resultaten van deze test kan de beslissing worden genomen over voortzetting van het project in de vorm van een demonstratieproject.

6. LITERATUUR

- [1] Tongeren van W. en J.W. du Mortier, Praktische toepassingsmogelijkheden van membraanprocessen in de natte oppervlaktebewerkende industrie.
Publikatiereeks Milieubeheer, VROM 90118/3-89.
- [2] De keuze van een zuiveringsinstallatie bij oppervlaktebehandeling van metalen. VOM publikatie 1982.
- [3] Afvalproblematiek bij de oppervlaktebehandeling van metalen
CUWVO VI rapport, december 1987.
- [4] Rulkens W.H. Onderzoek naar de afvalwaterproblematiek metaaloppervlakte-bewerkende industrie.
Evaluatierapport. Ref nr. 87-032.
- [5] VOM cursus "Afvalwater bij oppervlaktebehandelingen". VOM Bilthoven 1987.
- [6] Tongeren van W.G.J.M en F. van Voorneburg. Technieken voor het zuiveren van galvanisch afvalwater. Werkrapport 1 in het kader van het project "Deelstroomzuivering en (mono)slibverwerking in de galvanische industrie".
TNO-rapport, dossiernr. 112322-22428, april 1991.

91-097/R.22/GVL

34

7. VERANTWOORDING

- Naam en adres van de opdrachtgever:

NOVEM B.V.
Postbus 8242
3503 RE Utrecht

- Namen en functies van de medewerkers:

Ing. W.G.J.M. van Tongeren

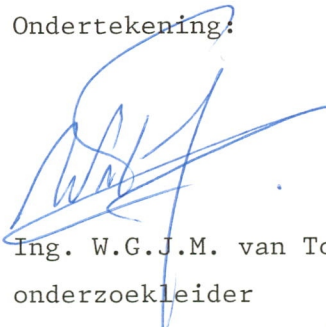
- Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

n.v.t.

- Datum waarop, of tijdbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

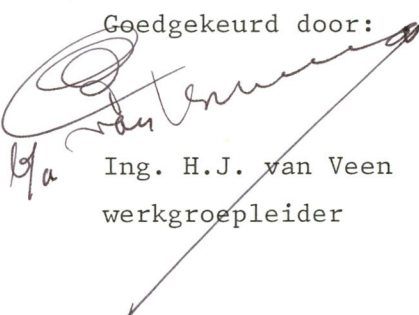
april 1990 - februari 1991

- Ondertekening:



Ing. W.G.J.M. van Tongeren
onderzoekleider

Goedgekeurd door:



Ing. H.J. van Veen
werkgroep leider

91-097/R.22/GVL

bijlage 1-1

Bijlage 1 PROCESGEÏNTEGREERDE EN OVERIGE NIET-ZUIVERINGSTECHNISCHE
MAATREGELEN

A. Spaarbaden

B. Andere spoelwijze - Cascadespoelen
- SproeispoelenC. Minimalisering waterverbruik - Meten en registreren
(Overige)- - Dekfels op baden
- Regeling spoelwater
(bv. via geleidbaarheidscel)
- Geforceerde wervelingD. Andere badchemicaliën - Overgang van chroom zes naar chroom drie
- Cyanidevrije baden
- Alkalische in plaats van organische
ontvettingsmiddelenE. Verminderen oversleep - Betere ophanging
- Langer uitdruipen
- Bevochtigers
- Mechanische schok
- Afblazen aanhangende vloeistof
- Lagere badconcentratiesF. Beperking morsverliezen - Andere badopstelling
- Meelopende opvangbakG. Reiniging procesbaden - Electrolyse
- (Ultra)Filtratie
- IonenwisselingH. Reiniging spaar- en spoelbaden - Electrolyse
(voor hergebruik) - Omgekeerde osmose
- Ionenwisseling
- Verdampen

I. Verhoging hergebruik door hogere temp. procesbad (verdamping)

J. Bewaking en controle proces- en spoelbaden

K. Minimalisering energieverbruik

L. Alle baden van labels voorzien

M. Mogelijkheden van automatisering

N. Ander proces kiezen (bv. droog opp.bewerkingssysteem)

X. Registratie chemicaliënverbruik

Y. Werkvoorschriften

Z. Opstellen procedures tbv. controle/bewaking bovenstaande maatregelen

91-097/R.22/GVL

bijlage 2-1

Bijlage 2 ZUIVERINGSTECHNISCHE MAATREGELEN

1. Zoveel mogelijk gescheiden houden van de afvalstromen
2. Toepassen van DEELSTROOMZUIVERING
 - a. Met de bestaande zuivering
 - b. Na aanschaf nieuwe zuivering
3. Zuiveringstechnieken voor procesbaden, spaarbaden en spoelbaden.
 - Ontgiften
 - Neutraliseren
 - Precipitatie
 - Ontwateren
 - ONO
 - Ionenwisseling
 - Ultrafiltratie/Microfiltratie
 - Omgekeerde osmose
 - Electrodialyse
 - Solvent extractie of pertractie
 - Electrolyse
 - Filtratie (divers)
 - Indampen
 - Vloeibare membranen
 - Korrelreaktor
 -
 -
 - Combinaties van bovengenoemde technieken
4. Afvoer van deelstromen naar verwerker
5. Bewaking en controle

91-097/R.22/GVL

bijlage 3-1

Bijlage 3. SAMENSTELLING PROCESBADEN FA. RAADTGEVER

1. Zinkbad, type Z-Brite 850

Zink	39	g/l
Natriumcyanide totaal	49	g/l
Natriumhydroxyde	77	g/l
R I	1,3	g/l
R II	2,0	g/l

Loodacetaattest neg

2. Nikkelbad, type Ultralite no. 2

Nikkel	73	g/l
Nikkelchloride	77	g/l
Nikkelsulfaat	264	g/l
Boorzuur	46	g/l
pH	4,7	
S.G.	27,3	gr. Baumé
Brightener 63	20,5	g/l
Brightener 42	10,2	g/l

91-097/R.22/GVL

bijlage 4-1

Bijlage 4 RESULTATEN VAN DE ANALYSES VAN DIVERSE PROCES- EN SPOELBADEN
BIJ DE FA. RAADTGEVER

Monsternamedatum: 25-5-1989

Omschrijving : Gehalten in mg/l

Monstercode	Cu	Cr	Ni	Zn	Fe	Cr(VI)	CN ⁻
1. Ontvet bad	118	21,6	34	101	466		1,97%
2. Spoel ont. bad	22	< 0,5					191
3. HCl-beits	45	40	60	552	2640		
4. Zuurdip	56	10,7	18,4	34	900		
5. Spoelbad Ni	0,07	< 0,5	535	0,90	0,05		
6. Chroompassiveer (spaar)	30	2400	11,1	15,8	7,0	2370	
7. Chroompassiveer (spoel)	16,3	1280	15,5			1260	
8. Zn passiveer	0,61	1410	860	38		< 1	
Methode: NEN	6451	6448	6456	6443	6460	6485	6489

91-097/R.22/GVL

bijlage 5-1

Bijlage 5 ANALYSERESULTATEN MICROFILTRATIE-EXPERIMENTEN (UITVOERING HH
SCHAP UITWATERENDE SLUIZEN)
ALLE RESULTATEN IN mg/l

Monster	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Cn
AL1	2,65	4,6	90	81	0,68	63,5	
AL2							9840
AL3	6,5	27,9	285	210	4,0	150	
AL4							14250
AL5	1,9	2,9	85,5	55	<0,2	37	
AL6							800
AL7	0,07	4730	188	65	1,16	111	
AL8	1,3	17	120	93	2,56	62	
AL9	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AL10	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AL11	<0,01	0,11	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AL12	0,59	4,3	37,2	43,4	1,8	55,7	
AL13							565
AL14	<0,02	0,23	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AL15	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AWL16A	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
AWL16B	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,5	
H201	0,01	10	2,2	1,9	<0,1	0,9	<0,01

H201: Chloride 6200 mg/l

AL1 = steekmonster bad 1 dd 180690
 AL2 = steekmonster bad 1 dd 180690
 AL3 = steekmonster bad 2 dd 180690
 AL4 = steekmonster bad 2 dd 180690
 AL5 = steekmonster bad 3 dd 180690
 AL6 = steekmonster bad 3 dd 180690
 AL7 = chroom spoelwater dd 230790
 AL8 = koper spoelwater dd 200790
 AL9 = permeaat chroomwater (niet aangezuurd) dd 230790
 AL10 = permeaat chroomwater (aangezuurd) dd 230790
 AL11 = permeaat chroomwater (aangezuurd) dd 240790
 AL12 = influent zinkcyanide (zonder NaOH) dd 250790
 AL13 = influent zinkcyanide (met 5 ml NaOH) dd 250790
 AL14 = permeaat chroomwater dd 250790
 AL15 = leidingwater dd 260790
 AWL16A = permeaat chroomwater dd 051090
 AWL16B = permeaat chroomwater dd 051090
 H201 = permeaat zinkcyanide dd 261090

Bijlage 6 BEPROEVINGSPROGRAMMA AFVALWATERZUIVERING FA. RAADTGEVER

A. Test instalatie

De test van de werking van de verschillende componenten van de installatie zal onder normale omstandigheden met schoon water plaatsvinden. Omdat de installatie van de fa. Raadtgever al een aantal malen heeft proefgedraaid wordt deze test uitgevoerd met de vuile afvalwaterhoeveelheden die momenteel bij het bedrijf staan opgeslagen. Het wegwerken van deze hoeveelheden afvalwater is mede noodzakelijk om het vastgestelde beproevingsprogramma met representatief afvalwater uit te voeren. Al het gezuiverde afvalwater wordt opgeslagen en geanalyseerd. Ook van het te zuiveren afvalwater worden monsters genomen en geanalyseerd. De analyses zullen in eerste instantie bestaan uit het totale pakket zoals hieronder is weergegeven. Indien noodzakelijk wordt een gezuiverde afvalwaterstroom voor een tweede maal gezuiverd.

B. Test individuele stromen

In deze periode wordt de zuivering van de drie stromen, te weten chroomhoudend afvalwater, cyanidisch afvalwater en "koperhoudend" afvalwater, afzonderlijk beproefd, waarbij de procesomstandigheden bij de galvanische processen zo goed mogelijk de praktijk zullen benaderen. De proefduur voor de individuele stromen is afhankelijk van de hoeveelheid afvalwater die beschikbaar is, maar zal voor elke stroom minimaal enkele uren zijn. De volgende metingen zullen worden verricht:

Debieten

- Permeaatflux : 1 maal per uur, tijdens eerste uur 4 maal.
- Debiet overige stromen: 1 maal per 2 uur voeding en concentraat

Samenstelling diverse stromen

- Geleidbaarheid voeding, permeaat en concentraat 1 maal per uur permeaat; voeding en concentraat 1 maal per 2 uur.
- Chemische samenstelling
Van de drie stromen, permeaat, concentraat en voeding, wordt een aantal monsters verzameld. Het permeaat (het gezuiverde water) wordt opgeslagen en aan het einde van de run bemonsterd. Van de voeding en het concentraat wordt een steekmonster genomen.
Van deze monsters wordt het totaalpakket analyses bepaald. Van het concentraat wordt bovendien het droge-stofgehalte bepaald.

Overige procesparameters

Eénmaal per twee uur worden de temperatuur, de systeemdruk en de langsstroomsnelheid gemeten, cq gecontroleerd, evenals de pH van de diverse stromen.

91-097/R.22/GVL

bijlage 6-2

C. Test totaalsysteem

Gedurende een periode van maximaal twee dagen wordt de werking van het volledige systeem getest, waarbij één of enkele malen automatisch overgeschakeld wordt naar een andere afvalwaterstroom. Naast een controle van de procesbesturing kan ook worden nagegaan of er sprake is van een volledige gescheiden houden van de diverse stromen. Waar nodig zal dit via bemonstering en analyse worden gecontroleerd. Tijdens deze test zullen de diverse procesparameters regelmatig worden gecontroleerd. Meting van de flux en de geleidbaarheid vindt regelmatig plaats.

Analyses:

Totaalpakket: Cd, Cr, Cu, Zn, Pb, Ni en cyanide

Opmerking:

Gedurende de testperiode moeten alle procesomstandigheden, wekzaamheden, calamiteiten enz. die betrekking hebben op de waterzuivering in een lab-journaal (Logboek) worden genoteerd.

Bijlage 7 BLOKSCHEMA AFVALWATERZUIVERING FA. RAADTGEVER

