

**Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van
zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2**

(Inventarisatie van de praktijkervaring
met het Facet-Najade systeem)

Referentienummer 92-152
Dossiernummer 112322-21458
Datum april 1992
NP

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

met medewerking van.
A. van Duijn, Facet-Najade

Trefwoorden
— zware metalen
— afvalwaterzuivering
— Microfiltratie
— Galvanische industrie

Bestemd voor
NOVEM B.V.
Utrecht

*Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)*

Samenvatting

Een inventariserend onderzoek is uitgevoerd naar de praktijkervaring bij het zuiveren van zware metalen bevattend afvalwater door middel van microfiltratie. Via bezoeken aan 9 bedrijven met een microfiltratie-installatie van één leverancier (Facet-Najade) en aanvullende informatie van een aantal andere bedrijven is een overzicht verkregen van de mogelijkheden en beperkingen van deze techniek voor deze toepassing.

Microfiltratie blijkt een geschikte techniek voor het verwijderen van zware metalen uit diverse typen afvalwater afkomstig van onder meer beitserijen, galvano's en andere natte oppervlaktebehandelende bedrijven. De concentratie van de metalen in het gezuiverde water ligt in het algemeen ver beneden de eisen van de waterbeheerder en blijft laag wanneer de capaciteit van de installatie afneemt. De capaciteit is sterk afhankelijk van de toepassing en de voorbehandeling en varieerde bij deze bedrijven van 80 tot 750 l/h per m² membraan.

De belangrijkste problemen bij microfiltratie zijn de afname van de capaciteit door vervuiling van de membranen - onder meer door organische polymeren en olie - en de membraanreiniging.

In een aantal gevallen is een voorbehandeling voor het verwijderen van membraanvervuilende componenten noodzakelijk. Daarnaast kan de juiste keuze van het reinigingsmiddel of de reinigingsmethode belangrijk zijn.

In de praktijk zijn met name in de opstartfase vaak problemen opgetreden, voor een belangrijk deel veroorzaakt door een niet juiste afstemming van de geleverde installatie op de bestaande situatie en door het niet goed omgaan met de installatie, ten gevolge van de onbekendheid met de mogelijkheden en beperkingen van de techniek.

Veel problemen zijn te voorkomen door een goede voorbereiding bij de aanschaf van een installatie, waarbij een uitgebreide test op praktijkschaal één van de belangrijkste onderdelen is. Daarnaast is een goede controle en procesbeheersing van belang. Er wordt met name in de opstartfase vaak een extra inspanning van zowel de leverancier als de gebruiker gevraagd. Hiervoor zijn niet altijd de middelen beschikbaar.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	Microfiltratie	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Het membraansysteem van Facet-Najade	6
2.3	De procesvoering	7
3	Praktijkervaring met het Facet-Najade-systeem	8
3.1	Type bedrijven en afvalwaterstromen	8
3.2	Procesvoering en procescondities	9
3.2.1	Voorbehandeling	9
3.2.2	Regeling en bediening	9
3.3	Praktijkervaring bij de bezochte bedrijven	10
3.3.1	Flux	10
3.3.2	Samenstelling gezuiverde stroom	11
3.3.3	Samenstelling geconcentreerde stroom	11
3.3.4	Reiniging	11
3.3.5	Storingen en calamiteiten	12
3.4	Overige praktijkervaring	13
3.5	Recente ontwikkelingen	14
3.6	Kosten	14
4	Conclusies	16
5	Literatuur	17
6	Verantwoording	18

Bijlage 1 Bezoekverslagen

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1 Inleiding

Microfiltratie wordt momenteel slechts op een beperkte schaal toegepast bij het zuiveren van zware metalen bevattend afvalwater. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn de onbekendheid met de techniek en enige negatieve ervaringen met deze toepassing in het verleden [1].

Omdat microfiltratie voor een aantal afvalwaterproblemen een goede oplossing lijkt te kunnen bieden en om de techniek meer bekendheid te geven is met financiële steun van het ministerie van VROM en van Verkeer en Waterstaat een project opgezet, waarbij de demonstratie van de toepassing van microfiltratie bij de zuivering van afvalwater van een galvanisch bedrijf het belangrijkste onderdeel was. Door faillissement van dit bedrijf halverwege het project is deze demonstratie echter niet uitgevoerd.

Wel is uitgebreid aandacht besteed aan de voorbereiding van de aanschaf van de waterzuivering. De resultaten hiervan zijn in een rapport samengevat [2].

Om toch een beter inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater is ter afronding van het project een inventarisatie uitgevoerd bij een aantal bedrijven die ervaring met een dergelijke installatie in de praktijk hebben. De inventarisatie is beperkt tot installaties die door de fa. Facet-Najade zijn geleverd, het bedrijf dat de installatie ten behoeve van het demonstratieproject heeft geleverd. Facet-Najade is ook betrokken geweest bij de bedrijfsbezoeken die in dit kader zijn afgelegd.

In totaal zijn 9 bedrijven bezocht. Van de bezoeken aan deze bedrijven zijn korte verslagen gemaakt volgens een vaste indeling. Deze bezoekverslagen zijn in bijlage 1 van dit rapport opgenomen. Aan de hand van deze verslagen en enige aanvullende informatie is een overzicht gemaakt van de praktijkervaring met het Facet-Najade-microfiltratiesysteem. Deze informatie is in hoofdstuk 3 weergegeven. Hier aan voorafgaande is in hoofdstuk 2 een korte beschrijving van de microfiltratietechniek gegeven. In hoofdstuk 4 zijn de belangrijkste conclusies samengevat.

Bij de interpretatie van de in dit rapport weergegeven resultaten en een eventuele vertaling naar de eigen praktijksituatie, moet rekening worden gehouden met het gegeven dat er sprake is van slechts één membraantype en dat de situatie bij elk individueel bedrijf weer anders zal zijn. In dit kader wordt nogmaals verwezen naar het eerdergenoemde rapport [2] waarin met name aandacht is besteed aan deze aspecten en aan de voorbereiding bij de aanschaf van een membraanfiltratie-installatie.

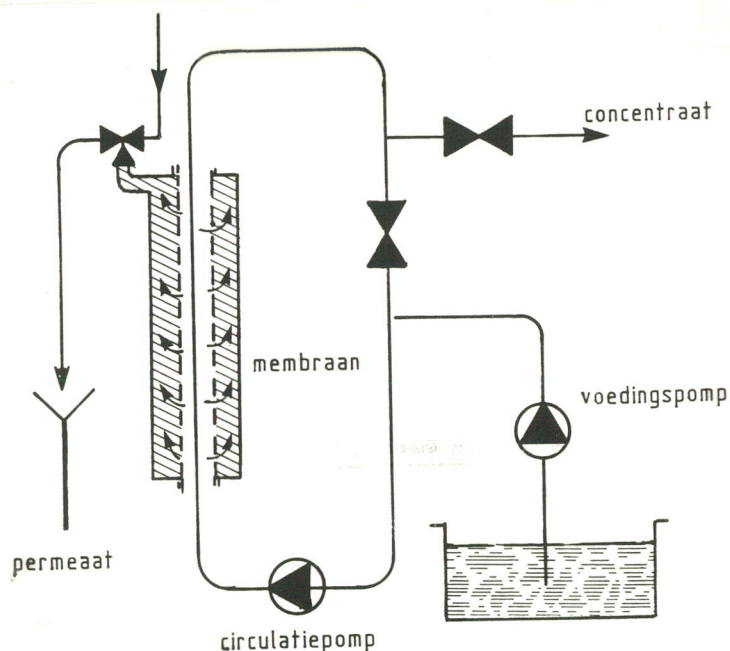
Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

2 Microfiltratie

2.1 Algemeen

Microfiltratie is een filtratie-proces, waarbij de scheiding plaats vindt over een semipermeabele wand, het membraan. Microfiltratiemembranen hebben een poriegrootte van 0,1 - 10 μm . Het scheidingsmechanisme is gebaseerd op zeefwerking: deeltjes groter dan de poriediameter worden tegengehouden, kleinere deeltjes worden doorgelaten. De drijvende kracht is een aangelegd drukverschil van 1 tot 5 bar. De afvalstroom wordt gescheiden in een gezuiverde stroom, het permeaat, en een geconcentreerde stroom, het concentraat.

Het proces wordt in het algemeen als cross-flow-filtratie toegepast, hetgeen betekent dat de stromingsrichting van de te zuiveren vloeistof loodrecht op de stromingsrichting van de gezuiverde vloeistof (het permeaat) staat. In figuur 1 wordt een prinscipeschema van microfiltratie gegeven



Figuur 1 Prinscipeschema microfiltratie

Er wordt in het algemeen een langsstroomsnelheid van minimaal 4 m/s toegepast. De membranen zijn in filtereenheden, zogenaamde modules verpakt. Er zijn verschillende uitvoeringsvormen: buisvormig, spiraalgewonden, vlak en holle vezel. Membranen kunnen zowel van organisch als anorganisch materiaal zijn gemaakt.

Een belangrijke parameter is de flux. Dit is de hoeveelheid vloeistof die per tijdseenheid een m^2 membraan passeert. Onder invloed van vervuiling van de membranen neemt de flux af.

*Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater**Fase 2**(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)*

Voor de verwijdering van zware metalen uit afvalwater door middel van microfiltratie is het noodzakelijk de metalen eerst te precipiteren als hydroxyde of sulfide, omdat opgeloste metaalionen te klein zijn en het membraan passeren. Voor het verwijderen van Cr(VI) is voorafgaande aan de precipitatie reductie tot Cr(III) noodzakelijk.

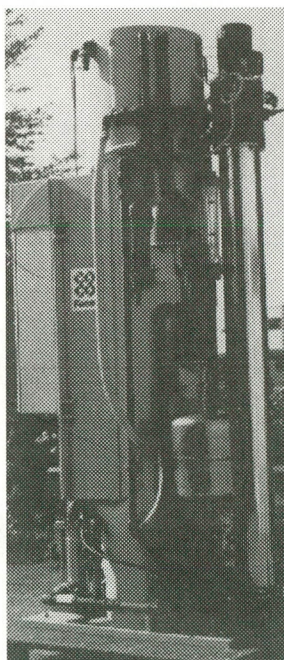
In tegenstelling tot de slibverwijdering door middel van bezinking zijn geen vlok-hulpmiddelen zoals poly-electrolyten nodig.

2.2 Het membraansysteem van Facet-Najade

Het membraan van de fa. Facet-Najade is buisvormig en bestaat uit een poreuze drager van keramisch materiaal waarop aan de binnenzijde een zeer dunne kunststof laag dat het feitelijke membraan vormt.

In de standaard uitvoeringsvorm wordt 3 m² membraanoppervlak in een roestvrij stalen moduul verpakt. Boven op de moduul is een circulatiepomp aangebracht. Eén of meerdere modules worden in een installatie gebouwd, waarbij een voedingspomp zorgt voor de druk van 1 tot 6 bar.

In figuur 2 wordt een afbeelding gegeven van een membraanfiltratieinstallatie met één membraanmodule.



Figuur 2 Membraanfiltratie-installatie van Facet-Najade

Naast de standaardmodule levert Facet-Najade ook kleinere units met één of meerdere membraanbuizen. Er wordt bij deze installaties geen gebruik gemaakt van een aparte circulatiepomp, de voedingspomp zorgt hierbij ook voor de noodzakelijke langstroomsnelheid.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

In eerste instantie was slechts één membraantype leverbaar met type-aanduiding B 21. Sinds enkele jaren is een nieuw type membranen beschikbaar (B81) met een hogere porositeit en in het algemeen ook een hoger debiet. Het membraan bestaat uit een poreuze drager, waarop een polymere laag is aangebracht.

Een belangrijk onderdeel van de installatie is het terugspoelsysteem. Telkens wordt na een periode van enkele minuten gedurende een korte periode (één tot enkele seconden) aan de permeaatzijde druk op de buitenzijde van het membraan gezet waarbij een kleine hoeveelheid permeaat wordt teruggespoeld. Hierdoor worden de poriën van het membraan gereinigd, waardoor de flux toeneemt.

2.3 De procesvoering

Een installatie voor het verwijderen van zware metalen met behulp van microfiltratie bestaat in het algemeen uit 3 onderdelen:

- a. de voorbehandeling
- b. de microfiltratie
- c. de slibindikking

De voorbehandeling bestaat, net als bij een klassieke ONO, uit een ontgiftingsstap voor het eventueel verwijderen van cyanide en het reduceren van Cr(VI), gevolgd door een precipitatie tot hydroxyde met kalk en/of loog of tot sulfide met Na_2S . Toevoegen van een vlokhelpmiddel is in het algemeen niet nodig.

Vanuit de precipitatietank wordt het slibmengsel in de microfiltratie-installatie gepompt. In de installatie wordt geconcentreerd tot een drogestofconcentratie van 5 tot 10%, waarna concentraat wordt afgevoerd. Dit kan continu worden uitgevoerd of op basis van een meting van het ds-gehalte in de installatie (bijvoorbeeld via meting van de pulsdemping).

Het concentraat kan worden opgevangen in een vat en via een filterpers verder worden ontwaterd. Bij kleinere installaties wordt het concentraat vaak in filterzakken geleid waar het verder uitlekt tot een ds-gehalte van ca. 20%. Het filtraat wordt weer teruggevoerd naar de precipitatietank.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

3 Praktijkervaring met het Facet-Najade-systeem

3.1 Type bedrijven en afvalwaterstromen

In de navolgende tabel is een overzicht gegeven van de bedrijven die zijn bezocht in het kader van de inventarisatie met daarbij de belangrijkste gegevens over de microfiltratietoepassing bij deze bedrijven.

Tabel 1 Overzicht van bezochte bedrijven met een microfiltratie-installatie voor het verwijderen van zware metalen uit afvalwater

No.	Naam bedrijf plaats	Type bedrijf	Type afvalwater	Zware metalen	Membraan type, oppervlak	Bouw- jaar
1	De Boer, Hilversum	Drukkerij	Spoelwater (divers)	Cr, Cu, Fe	B 21, 3 m ²	1987
2	Zincoat, Nw. Amsterdam	Thermische Verzinkerij	Spoel, koel hemelwater	Zn, Fe	B 21, 6 m ²	1987
3	Fasto, Buinen	Geiser en cv. fabrikant	Spoelwater (divers)	Cu, Zn, Pb, Sn	B 81, 3 m ²	1983
4	Arosta, Beverwijk	RVS.-Beitserij	Spoelwater na beitsen	Fe, Zn, Cr, Ni	B 81, 3 m ²	1988
5	Tieleman, Doesburg	Installatie bouwer	Spoelwater na beitsen	Fe, Zn, Cr, Ni	B 21, 3 m ²	1987
6	Swallow, Swalmen	Spiegel- fabriek	Spoelwater	Cu	B 21, 3 m ²	1987
7	Sony, Haarlem	Platen Producent	Spoelwater verchromen	Cr	B 81, 0,25m ²	1992
8	Droege, Kirchlangern, BRD	Loon-galvano	Spoelwater (divers)	Ni, Cr, Sn	B 81, 3 m ²	1990
9	Miele, Gütersloh, BRD	Fabrikant Wasmachines	Spoelwater chem. Ni	Ni	B 81, 3 m ²	1990

Uit de tabel blijkt dat microfiltratie op afvalwater van de natte oppervlaktebehandeling van verschillende typen bedrijven wordt toegepast.

De meeste van de in Nederland bezochte installaties zijn ca. 5 jaar oud. Eén installatie functioneert al bijna 10 jaar en één installatie is onlangs opgesteld. Deze laatste installatie is de enige die niet bestaat uit één of meerdere standaard modules van 3 m² membraanoppervlak met ingebouwde circulatiepomp.

De beide installaties van Facet-Najade die in Duitsland op galvanisch afvalwater worden toegepast zijn ca. 1,5 jaar geleden geïnstalleerd.

Naast de in de tabel weergegeven toepassingen is er nog een aantal installaties in gebruik welke niet zijn bezocht.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Voor zover van deze installaties relevante informatie bekend is, zal deze in de laatste paragraaf worden besproken. Tevens zal hier kort worden ingegaan op en aantal aanvragen die niet hebben geleid tot levering van een praktijkinstallatie.

3.2 Procesvoering en procescondities

3.2.1 Voorbehandeling

Zoals in hoofdstuk 2 is vermeld, is het noodzakelijk bij toepassing van MF voor het verwijderen van opgeloste metalen deze eerst te precipiteren. Bij alle bezochte installaties wordt hiervoor natronloog toegepast. De ingestelde eind pH is afhankelijk van de aanwezige metalen in het afvalwater. In twee gevallen wordt naast loog ook een kleine hoeveelheid kalk gedoseerd. In het ene geval is dit ten behoeve van een betere vlokvorming (5) in het andere geval (6) wordt dit gedaan om aan de sulfaateis te kunnen voldoen.

Bij de bedrijven 1, 7 en 9 bevindt zich Cr(VI) in het afvalwater, dat met behulp van bisulfiet of dithioniet wordt gereduceerd.

Eén bedrijf (1) laat het afvalwater eerst bezinken ter verwijdering van zand. Eventuele aanwezige vrije olie wordt afgeroomd.

3.2.2 Regeling en bediening

Er is bij de inventarisatie geen uitgebreide aandacht besteed aan de regeling en bediening van de MF-installaties. Slechts enkele aspecten, die specifiek zijn voor MF en die van belang zijn voor de beoordeling van het functioneren van de MF-installaties, zijn hierna besproken.

De opstart van de installaties en het instellen van de juiste procescondities gebeurt in alle gevallen handmatig. Bij het starten van de MF-installatie wordt het voorbehandelde afvalwater met behulp van de voedingspomp van de MF-installatie in het systeem gepompt. De circulatiepompen in de standaardmodules starten gelijktijdig.

Door het drukverschil over de membranen te regelen kan het permeaatdebiet worden gevarieerd. Dit kan met de hand worden uitgevoerd met behulp van afsluiters aan de voedingskant of via regeling van de druk aan de permeaatzijde. Het debiet wordt beperkt door het maximale drukverschil. In de meeste gevallen is dit maximaal 5 bar.

De regeling van het concentraatdebiet is bij de meeste installaties standaard uitgevoerd als een automatische regeling met behulp van een pulsdempingmeting van een ultrasoon signaal. In een aantal gevallen bleek deze regeling niet goed te functioneren en is men overgeschakeld op een continue afvoer via een handmatige instelling van en afsluiter. In één geval (1) wordt bij het terugpulsen telkens een kleine hoeveelheid concentraat afgevoerd.

Het terugpulsen via de permeaatzijde gebeurt automatisch. De frequentie kan handmatig worden ingesteld. De reiniging wordt bij alle installaties handmatig uitgevoerd. Zie ook 3.3.3.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

3.3 Praktijkervaring bij de bezochte bedrijven

In de navolgende tabel zijn een aantal praktijkgegevens samengevat van de verschillende installaties die zijn bezocht.

Tabel 2 Overzicht praktijkgegevens MF-installaties

Type afvalwater	Bedrijfsduur per week	Gemiddelde flux l/m ² .h	Samenstelling permeaat (ppm)	Reinigings-frequentie
1. Spoelwater drukkerij	7 maal 24 uur	167 (ingesteld)	Cr: 0,1-0,4 Cu: 0,2-0,8	1 maal per week (vast)
2. Spoelwater thermische verzinkerij	5 maal 16 uur	200 (koelwater) 100 (spoelwater)	Zn: 0,1-1	1 maal per dag tot 3 weken
3. Spoelwater geiserfabr.	7 maal 24 uur	167* (ingesteld)	Meestal onder Unie eis	1 maal per week (vast)
4. Spoelwater na beitsen	1-2 maal enkele uren	500 *	Diverse metalen < 0,5	1 maal per maand
5. Spoelwater na beitsen	1-2 maal enkele uren	350	Diverse metalen < 0,5	1 maal per maand
6. Spoelwater spiegelfabrikant	5 maal 10 uur	250	Cu: 0,2 Zn: 0,1	1 maal per week
7. Cr-houdend spoelwater	1 dag per 2 à 3 weken	80*	Cr: 0,3-0,8	Onbekend
8. Spoelwater loongalvano	5 maal 6 uur	750*	Cr; Ni: < 0,1 Sn: 0,2-0,4	1 maal per week
9. Ni-spaarspoelbad	5 maal 15 uur	700*	Ni: < 0,1	2 maal per week

* Met B 81 membraan. Overige B 21 membraan

3.3.1 Flux

Met betrekking tot de in de tabel gegeven fluxwaarden kunnen een aantal aanvullende opmerkingen worden gemaakt. De flux is onder meer afhankelijk van de ingestelde druk. Twee bedrijven stellen het debiet van de installatie in op een constante waarde van 500 l/h (= 167 l/m².h) en houden deze waarde constant door de druk langzaam op te voeren. Bij de andere bedrijven wordt een bepaalde waarde voor de druk ingesteld, waarna de flux afneemt.

Bij de installatie bij de thermische verzinkerij is de flux sterk afhankelijk van het type afvalwater. Wordt alleen koelwater gezuiverd dan blijft de flux lang gehandhaafd op een waarde van ca. 200 l/m².h. Wanneer ook spoelwater wordt toegevoegd daalt de flux vrij snel tot 100 l/m².h.

Bij de installaties die worden toegepast voor het zuiveren van spoelwater na het beitsen is de gemiddelde flux hoog, echter de installaties worden slechts enkele uren per week bedreven.

De flux bij de installatie van de spiegelfabriek is gedurende de gebruikperiode van ca. 5 jaar langzamerhand gedaald van de ontwerpcapaciteit van 400 l/m².h naar ca. 250 l/m².h (B21-membraan).

De flux bij de beide in Duitsland opgestelde installaties is hoog.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Met name voor bedrijf 8 is dit opvallend omdat het een kleine loongalvano betreft, met een afvalwater van een wisselende samenstelling. Er is bij beide installaties een goede interne controle.

3.3.2 Samenstelling gezuiverde stroom

De samenstelling van het gezuiverde water blijkt in het algemeen zodanig te zijn dat de concentraties zware metalen ver onder de eisen te zitten die door het waterschap zijn gesteld.

Een uitzondering hierop wordt gevormd door het gezuiverde spoelwater van de geiserfabricage. Dit voldoet meestal wel aan de eisen, maar in periodes met een sterk wisselend aanbod en erge hoge concentraties, hetgeen met name op de vrijdag voorkomt, worden de eisen wel eens overschreden. Dit wordt echter niet veroorzaakt door het niet goed functioneren van de microfiltratie-installatie, maar door de pH-regeling, die deze grote schommelingen niet altijd goed kan verwerken. Naast de pH-sturing kan de aanwezigheid van complexvormers de samenstelling van het gezuiverde spoelwater beïnvloeden.

3.3.3 Samenstelling geconcentreerde stroom

De geconcentreerde stroom wordt in het algemeen verder ingedikt via filterzakken of een filterpers. Ondanks dat geen vlokhelpmiddelen worden toegepast, treden weinig problemen op.

Eén bedrijf voert het concentraat rechtstreeks terug in het procesbad.

Bij één bedrijf wordt het slib via de bezinker ingedikt. Sinds het toepassen van MF is het slibvolume aanzienlijk kleiner dan in de situatie zonder MF.

3.3.4 Reiniging

3.3.4.1 Procedure

Naast de reiniging van de membranen door het terugpulsen, hetgeen 1 maal per 3 tot 5 minuten wordt uitgevoerd, vindt regelmatig een chemische reiniging plaats. Hoewel door de leverancier bij de installatie vaak wel een reinigingsprocedure is voorgeschreven is deze bij de meeste bedrijven aangepast aan de hand van praktijkervaringen, een en ander in overleg met de leverancier.

Alle bedrijven passen een zure spoeling toe, waarbij in de meeste gevallen zoutzuur wordt gebruikt. Twee bedrijven passen een combinatie van zoutzuur en citroenzuur toe.

Bij één bedrijf (1) wordt de zure spoeling gevolgd door een neutralisatie en een spoeling met waterstofperoxyde. Een ander bedrijf spoelt af en toe met chloorbleekloog om de vorming van een bacterielaag te voorkomen.

Een gewijzigde zure reiniging, waarbij het tijdrovende uitspoelen van de installatie werd bekort, bleek bij een aantal bedrijven een aanzienlijke verbetering. Hierdoor blijkt de reiniging beter en aanzienlijk sneller te verlopen.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

3.3.4.2 Frequentie

De meeste bedrijven reinigen de membranen pas wanneer de capaciteit van de installatie beneden een bepaalde waarde komt. De periode tussen twee reinigingen is sterk afhankelijk van de bedrijfsduur en de mate van vervuiling en kan variëren van een dag tot meer dan een maand. Enkele bedrijven hebben een vaste procedure en reinigen de installatie wekelijks.

3.3.5 Storingen en calamiteiten

De meeste bedrijven hebben met name in de opstartfase een aantal problemen gehad. Deze problemen zijn voor het belangrijkste deel te herleiden tot twee hoofdoorzaken:

1. technische problemen,
2. aanloopproblemen met de bediening van de installatie.

De onder 1 genoemde problemen waren voor een belangrijk deel te herleiden tot aanpassingsproblemen tussen de geleverde installatie en het aanwezige proces. De meest voorkomende waren:

- niet goed functioneren van de regeling van vloeistofniveaus, gevolgd door andere mankementen (lekkage afdichtingen, geen toevoer naar pomp),
- problemen bij het regelen van de pH door sterke debiet en pH-schommelingen, vervuiling van de elektrodes gevolgd door vervuiling van de membranen,
- verstopping van de concentraatvoer door onjuiste afstemming van de concentratieregeling op de samenstelling van het voedingwater,
- verstopping grofvuilvanger door overmatig veel vuil in het afvalwater,
- gebroken membraanbuizen, meestal ten gevolge van transportschade.

Deze problemen zijn in het algemeen goed door de leverancier of door het bedrijf zelf verholpen.

Aanloopproblemen

De aanloopproblemen, die optraden ten gevolge van het niet juist omgaan met de installatie, waren in het algemeen het gevolg van de onbekendheid met de microfiltratietechniek. De meeste bedrijven waren niet voldoende op de hoogte van de beperkingen van de techniek en de installatie. De aanvankelijke bedieningsproblemen bestonden voornamelijk uit:

- bedieningsfouten met afsluiters, waardoor defecten optraden,
- pH-regelproblemen door onvoldoende onderhoud en controle,
- het niet voldoende aangepast zijn van het bedieningsvoorschrift aan de specifieke omstandigheden bij het bedrijf.

Nadat enige ervaring met het systeem was opgedaan bleek de installatie in het algemeen aanzienlijk beter te functioneren. Wel bleek dat de tijdsinspanning die door de bedrijven en de leverancier is geleverd in de opstartperiode in een aantal gevallen erg groot is geweest.

Membraanverontreiniging

Een aantal verontreinigingen, die met name problemen bleken te veroorzaken, zijn:

- organische stoffen, zoals polymeren,
- oliën en vetten,
- zand- en houtskooldeeltjes,

*Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater**Fase 2**(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)*

- complexvormers,
- aluminiumverbindingen,
- silicaten.

Deze componenten moeten worden verwijderd in een voorbehandeling of in het geheel worden voorkomen.

Bij een enkel bedrijf bleek de capaciteit op de zich voordoende watersamenstelling niet voldoende. In één geval (4) zijn de membranen van het type B 21 vervangen door B 81 membranen. Hierdoor bleek niet alleen de capaciteit toe te nemen, maar ook de reiniging aanzienlijk eenvoudiger te verlopen.

3.4 Overige praktijkervaring

Bij de inventarisatie van de praktijkervaring met de membraanfiltratiesystemen van Facet-Najade voor de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater zijn niet alle praktijkinstallaties bezocht. Enige informatie van de toepassing bij overige bedrijven is hierna weergegeven.

Er zijn nog 3 installaties bij galvanische bedrijven geleverd. Noemenswaardige problemen bij deze installaties waren de te lage capaciteit c.q. de membraanvervuiling en de reiniging. Dit laatste heeft bij één bedrijf (Siemens, België) geresulteerd in een ombouw tot een volledig geautomatiseerd reinigingssysteem (zie ook 3.5). Bij de andere twee bedrijven bleken de prestaties van de praktijkinstallatie aanzienlijk slechter dan vooraf met een proefinstallatie bepaald. **In beide gevallen is er sprake van een niet goed uitgevoerd vooronderzoek, waarbij de omstandigheden, met name met betrekking tot de samenstelling van het afvalwater, anders waren dan in de praktijk.**

Daarnaast draait er een installatie op afvalwater van het zinkfosfateren en op koperhoudend afvalwater van de printplatenfabricage. Laatstgenoemd afvalwater is vrij complex van samenstelling. Bij beide installaties zijn ook aanloopproblemen geweest, echter deze lijken nu opgelost.

Er zijn met een groot aantal bedrijven contacten geweest en/of zijn er testen uitgevoerd, zonder dat dit geresulteerd heeft in de levering van een praktijkinstallatie. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn geweest:

- te snelle membraanvervuiling ten gevolge van de in de totaalafvalwaterstroom aanwezige membraanvervuilende componenten,
- problemen met abbrasieve eigenschappen van het medium.

Waar de lozingseisen het toelieten gaf men veelal de voorkeur aan behandeling van de totaalafvalwaterstroom met zwaartekrachtafscheiding.

3.5 Recente ontwikkelingen

Facet-Najade heeft op grond van de hierboven weergegeven ervaringen met membraanvervuiling twee nieuwe typen membraanfiltratie-installaties ontwikkeld.

De eerste is een low-cost uitvoering (zonder voorbehandeling) voor kleine capaciteiten met een gecombineerde druk/circulatiepomp en slechts twee bedienings-

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

afsluiters. De membraanbuizen kunnen eenvoudig en snel uit de module worden verwijderd en buiten de installatie worden gereinigd. Door met twee sets membranen te werken kost deze reiniging nauwelijks produktietijd. De installaties zijn leverbaar met 0,25 tot 1 m² membraanoppervlak.

Het tweede type is een geheel automatisch werkende installatie met voorbehandeling, geschikt voor afvalwaterstromen met zeer wisselende samenstelling. Ook de chemische reiniging wordt geheel automatisch uitgevoerd, waardoor er relatief weinig tijd voor nodig is (ca. 0,5 uur)

Handbediening is echter ook mogelijk. De installatie is leverbaar met één of meer standaardmodules van 3 m² membraanoppervlak.

3.6 Kosten

Voor het verkrijgen van een inzicht in de kosten van deze toepassing van membraanfiltratie is door de leverancier, aan de hand van praktijkgegevens, een tweetal voorbeelden uitgewerkt.

1. Een installatie voor het zuiveren van 15.000 m³ afvalwater per jaar.

De installatie bestaat uit een complete (pallet-mounted) membraanfiltratie met permeaatspoelvat, concentraatindikvat, concentraatregeling en pompen en bijbehorende voorbehandeling met pH-regeling, loogdosering, vlokformingsvat, reactievat en mengpomp. De installatie is voorzien van een automatische terugspoeling en een ultrasone concentraatregeling. De reiniging moet handmatig worden uitgevoerd.

De geschatte investeringen bedragen (exclusief membranen) f 78.000,--

De membraankosten bedragen f 21.000,--

Rente 8%

Afschrijving installatie 10 jaar, membranen 5 jaar.

Jaarlijkse kosten

Installatie	f 10.920,--
Membranen	f 5.040,--
Chemicaliën	f 6.000,--
Energie	f 4.600,--
Bediening en onderhoud	f 5.000,--
Totaal	f 31.560,--

Dit komt overeen met f 2,10 m³ afvalwater.

Indien gekozen wordt voor een volledig geautomatiseerd systeem, inclusief chemische reiniging, zijn de investeringen ca. f 15.600,- hoger. De jaarlijkse lasten zullen niet veel veranderen door een afname van de bedieningskosten en een gemiddeld iets hogere capaciteit.

2. Installatie voor het zuiveren van 1.800 m³ afvalwater per jaar.

De membraanfiltratie-installatie zonder voorbehandeling kost f 11.000,-, waarvan f 2.520,- membraankosten.

De installatie met afmetingen van 120 * 40 * 40 cm wordt vanuit een (batch)-voorbehandeling gevoed met 300 l/h afvalwater.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Jaarlijkse kosten	
Installatie	f 1.187,--
Membranen	f 605,--
Energie	f 1.050,--
Chemicaliën	f 750,--
Bediening en onderhoud	f 7.500,--
Totaal	f 11.092,--

Dit komt overeen met f 7,40 m³ afvalwater.

Een belangrijke kostenpost bij dit tweede voorbeeld vormt de bediening (inclusief voorbehandeling) en het onderhoud. Indien de bedieningskosten niet worden meegerekend, dalen de kosten per m³ met ca. f 5,- tot ca. f 2,40 per m³.

Bij deze berekeningen zijn geen kosten voor bouwkundige voorzieningen opgenomen. In het algemeen is dit niet nodig, omdat de afmetingen van de installaties gering zijn.

Bij de kostenberekeningen is ook geen rekening gehouden met slibafvoerkosten, lozingsheffingen, enz. Ook baten, bijvoorbeeld door hergebruik van het gezuiverde water, zijn niet meeberekend.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

4 Conclusies

Aan de hand van de resultaten van de bedrijfsbezoeken bij de 9 bedrijven die microfiltratie toepassen voor de verwijdering van zware metalen uit hun afvalwater en via aanvullende informatie afkomstig van andere bedrijven met ervaring op dit terrein zijn de volgende conclusies opgesteld:

- Microfiltratie kan worden toegepast voor het verwijderen van zware metalen uit afvalwater van diverse herkomst en samenstelling. De prestaties van de installatie zijn sterk afhankelijk van ondermeer het type afvalwater, de bedrijfsduur en de mate van controle en beheersing.
De prestaties van de installaties zijn in het algemeen beter wanneer voldoende aandacht aan de installatie wordt besteed en nemen vaak toe wanneer de ervaring bij het bedrijf met MF langer wordt.
- De membraanflux van de bezochte installaties varieerde van 80 tot 750 l/m².h, bij een druk van maximaal 6 bar.
- De samenstelling van het gezuiverde water was in het algemeen zodanig dat de metalenconcentraties aanzienlijk lager zijn dan de eisen van de waterbeheerder. In veel gevallen bedraagt de concentratie niet meer dan 0,1 tot 0,5 ppm. Ook bij het minder goed functioneren van de microfiltratie door vervuiling van de membranen blijft de samenstelling van het gezuiverde afvalwater in het algemeen aan de eisen voldoen.
- Chemische reiniging van de membranen vindt bij de bedrijven gemiddeld éénmaal per week plaats. Soms wordt vaker gereinigd, bij een minder intensief gebruik kan worden volstaan met éénmaal per maand. De reiniging wordt in de praktijk veelal met zoutzuur (pH=2) uitgevoerd. Voor het verwijderen van organische vervuiling wordt meestal waterstofperoxyde toegepast.
- De belangrijkste problemen die bij zowel bij de praktijkinstallaties als de testinstallaties zijn voorgekomen, waren de te lage capaciteit van de installatie ten gevolge van vervuiling van de membranen en de membraanreiniging. Belangrijke membraanvervuilende stoffen zijn oliën en vetten en organische polymeren. Deze moeten worden voorkomen en eventueel vooraf worden verwijderd.
- Door de leverancier van de installaties zijn ter voorkoming van de reinigingsproblemen twee nieuwe types installaties ontwikkeld - één 'low-cost', en één volledig geautomatiseerd - waardoor de reiniging eenvoudiger en beter kan worden uitgevoerd.
- Een aantal problemen is veroorzaakt door opstart- en aanloopproblemen, waarbij een niet juiste aanpassing van de zuiveringsinstallatie aan het bestaande proces en de onbekendheid met membraanfiltratie de belangrijkste zijn. Vaak bleken de problemen oplosbaar, echter de tijdsinspanning van de bedrijven en de leverancier in de opstartperiode was vaak erg groot.
- Een goede voorbereiding bij de aanschaf van een microfiltratie-installatie, waaronder een test van enkele weken onder praktijkomstandigheden, kan eerdergenoemde problemen in veel gevallen voorkomen of verminderen. Het niet (juist) uitvoeren van een dergelijke voorbereiding heeft in enkele gevallen tot problemen geleid.

Uit bovenstaande blijkt dat microfiltratie een geschikte techniek is voor het zuiveren van metalen bevattend afvalwater mits op de goede plaats toegepast en onder de juiste condities. Het noodzakelijke voorbereidende onderzoek en de begeleiding bij de opstart vergen echter veel inspanning van zowel leverancier als afnemer. Dit heeft een negatieve invloed op de invoering van deze techniek.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

5 Literatuur

- [1] Tongeren, van W. en Du Mortier, J.W.
Praktische toepassingsmogelijkheden van membraanprocessen in de
natte oppervlaktebewerkende industrie.
Februari 1989.
Publikatiereeks Milieubeheer, VROM 90118/3-89.

- [2] Tongeren, van W.G.J.M.
Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van galvanisch afvalwater.
Fase 1.
Maart 1991, TNO-rapport 91-097.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

6 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
NOVEM B.V.
Utrecht

Namen en functies van de medewerkers
Ing. W.G.J.M. van Tongeren - onderzoeker
A. van Duijn - onderzoekmedewerker

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
A. van Duijn - Facet-Najade, Almere

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
maart - juni 1992

Ondertekening



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

Goedgekeurd door



Ing. H.J. van Veen
werkgroep leider

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Bijlage 1 Bezoekverslagen

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.1 Bedrijfsbezoek fa. De Boer

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : De Boer Rotatie, Hilversum
Telefoonnr. : 035 - 258611
Gesproken met : Hr. J. Boersma
Type bedrijf : Drukkerij

Afvalwater

Type : Diverse spoelwaterstromen afkomstig van de vervaardiging van drukwalsrollen.

Af en toe worden uitgewerkte of vervuilde baden langzaam bijgemengd en meeverwerkt, evenals schrobwater.

Debiet : 0,5 m³/h

Samenstelling : maximale concentraties

Cr	500	mg/l
Cu	25	mg/l
Fe	25	mg/l
Ni	0,1	mg/l
Ag	0,01	mg/l

Voorbehandeling : Cascade-bezinking om zand te verwijderen.
Eventueel olieverwijdering via afromen.
ONO met Cr-reductie en NaOH-precipitatie bij pH=9.

Installatie

Bouwjaar : 1987

Type membraan : B 21

Membraanoppervlak: 3 m² (1 module)

Regeling/bediening : Na de voorbehandeling wordt het afvalwater in het membraansysteem geleid en rondgepompt. Elke 3 minuten wordt er teruggespoeld, waarbij gelijktijdig een kleine hoeveelheid concentraat wordt afgevoerd. De concentrateregeling, waarbij bij een bepaalde maximale concentratie wordt afgevoerd wordt in de praktijk niet aangesproken, omdat deze waarde niet wordt bereikt. In de installatie wordt het afvalwater globaal ca. 20 maal geconcentreerd. Verdere concentrering lijkt mogelijk. Het concentraat wordt in een opslagtank verzameld, waarbij ook nog andere stromen worden toegevoegd. Vanuit de tank wordt batchgewijs naar een filterpers gepompt. Het filtraat gaat weer terug naar de buffertank voor het afvalwater.

De jaarlijkse slibhoeveelheid bedraagt ca. 5 ton. Er worden geen vlokmiddelen gedoseerd. Aanvankelijk gewerkt met zakkenfilters, echter de capaciteit hiervan was onvoldoende.

Door met de hand de druk aan de permeaatzijde te regelen wordt een constant debiet van ca. 500l/h ingesteld.

Procescondities

Druk : 4 bar, verschildruk 1 tot 3 bar

Terugspoelfrequent : 1 x per 3 minuten

Produktieduur : 7 x 24 uur, incl. reiniging

Reinigingsfrequentie : 1 x per week, vast tijdstip (maandag)

*Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater**Fase 2**(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)*

Reiniging	:	Terugspoelen via permeaatzijde Twee stappen: 1. zure reiniging met HCl-opl. (pH=1), 2. spoelen en neutraliseren met NaOH tot pH=8 en behandeling met waterstofperoxide-oplossing (0,2%). (Reiniging onder andere met alleen zwavelzuur, salpeterzuur en zoutzuur bleken niet voldoende.)
Ervaring		
Bij de opstart	:	Veel problemen in de opstartperiode. Vervuiling van de membranen door olie, vet, deeltjes (zand, houtskool, metaal). Lange aanlooperperiode, ca. 1 jaar. Voor een belangrijk deel is dit ook te wijten aan de te geringe aandacht voor het systeem in deze periode. Waarschijnlijk had de aanlooperperiode tot 1 à 2 maanden beperkt kunnen blijven.
Bij huidig gebruik	:	Geen problemen bij de normale procesvoering. Storingen hebben meestal wel een duidelijk aanwijsbare oorzaak. Er wordt een logboek bijgehouden. Er vindt bovendien een dagelijkse controle plaats. Er is in de loop der jaren voldoende ervaring opgebouwd.
Resultaten		
Flux	:	ca. 165 l/m ² .h. (afgeregeld)
Samenstelling		
Gezuiverde water	:	Ver onder de lozingseisen. Cr 0,02 – 0,4 ppm Cu 0,2 – 0,8 ppm
Membraan- vervanging	:	Geen

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Uitgegaan van de theoretische mogelijkheden en de specificaties. Geen uitvoerige verkenning. De afvalwatersituatie was nog niet of nauwelijks bekend. Installatie moest goed kunnen voldoen aan de eisen van de waterbeheerder. Compacte installatie was gewenst. Aanvaardbare prijs.

(Kosten: Membraanfiltratiegedeelte ca. f 30.000,-. Totale zuiveringsinstallatie f 150.000,- + f 20.000 voor slib tanks en filterpers.)

Opmerkingen

De heer Boersma heeft veel tijd gestopt in het zich eigen maken van de MF-techniek. Hij is nu zeer goed op de hoogte van de mogelijkheden en beperkingen van de installatie. De installatie wordt nu goed beheerst, mede door een goede controle en voldoende toezicht. Er bestaan goede procedures.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.2 Bedrijfsbezoek Zincoat

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Zincoat Nieuw Amsterdam
Gesproken met : Hrn. Vos en Poldervaart
Telefoonnr. : 05915 51323
Type bedrijf : Thermische verzinkerij

Afvalwater

Type : Koelwater na verzinken (ca. 250 ppm Zn), spoelwater na beitsen (5 g/l Zn en 7 g/l Fe) en hemelwater c.q. terreinwater (5 - 10 ppm, max 30 ppm Zn)

Debiet : maximaal 2 m³/h

Samenstelling : Afhankelijk van verhouding van de drie afvalwaterstromen.

De verschillende stromen kunnen zowel apart als gezamenlijk worden behandeld.

Voorbehandeling : Na eventueel opmengen in een buffertank wordt het afvalwater overgepompt naar de flocculator. Hierin wordt chloorbleekloog (voor oxidatie van Fe(II) naar Fe(III)) en natronloog gedoseerd tot pH = 10,5?

Installatie

Bouwjaar : 1987

Type membranen : B 21

Membraanoppervlak : 6 m² (2 modules)

Regeling/bediening : Concentraatregeling met behulp van ultrasoon signaal. Bij een bepaalde mate van demping wordt de concentraatklep gedurende een aantal seconden geopend. Het concentraat bevat ca. 15% d.s.

Procescondities

Druk : maximaal 6 bar

terugspoelfrequentie : 1 maal per 10 minuten

Produktieduur : 16 uur per dag, 5 dagen per week

Reinigingsfrequentie : Afhankelijk van het type water van 1 maal per dag tot enkele weken.

Reiniging : Sinds kort nieuwe procedure: Concentraat uitblazen met lucht. Vanuit de permeaatzijde vullen met aangezuurd permeaat. (Voorheen werd met zuur aan de concentraatkant gecirculeerd. Hiermee was veel tijd gemoeid.)

Ervaring

Bij opstart : Kleine technische mankementen. Enige malen kleine wijzigingen aangebracht.

Bij huidig gebruik : De installatie functioneert in het algemeen zonder problemen, al lijken de prestaties langzaam af te nemen. De beginflux is gedaald van ca. 2 m³/h tot ca. 1200 l/h. In het concentraat worden de laatste tijd regelmatig klonten aangetroffen, hetgeen wijst op een te hoge concentrering.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater

Fase 2

(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Resultaten

Flux : Sterk afhankelijk van het type water: met alleen koelwater is de flux ca. 200 l/m².h. Deze blijft vrijwel constant. Bij aanwezigheid van spoelwater treed snel daling van de flux op van 175 naar 100 l/m².h (invloed aanwezigheid van beitsrem?).

Samenstelling

gezuiverde water : Ver onder de eis van 3 mg/l. Vaak rond 0,1 mg/l.

Membraanvervanging : Geen

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Naar aanleiding van aanscherpen eisen zuiveringsschap was aanschaf nieuwe zuivering nodig. Keuze tussen ONO en MF. Overleg gevoerd met waterschap. Ervaringen bij Fasto gehoord. Na aanvankelijke keuze van conventionele ONO later toch gekozen voor MF.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.3 Bedrijfsbezoek Fasto

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Fasto Buinen
Telefoonnr. : 05998 17111
Gesproken met : Hrn. Hospus en Kuiper
Type bedrijf : Fabricage geisers en c.v.-ketels.

Afvalwater

Type : Spoelwater na beitsen van de koperen warmtewisselaars en spoelwater na dompelen in fluxbad. Daarnaast spoel- en reinigingswater uit de gehele werkplaats. Vrijdags vaak hoge concentraties in diverse stromen
Debiet : 2 m³/h.
Samenstelling : Cu, Zn, Pb, Sn. Wisselende samenstelling.
Voorbehandeling : Afvalwater wordt verzameld in twee tanks en met loog op pH 9,2 gebracht. Vanuit deze tanks wordt het overgepompt naar een buffertank.

Installatie

Bouwjaar : 1983
Type membraan : B 81
Membraanoppervlak : 3 m² (1 module)
Regeling/bediening : Na de voorbehandeling wordt het afvalwater in het membraansysteem gepompt. Door regeling van de permeaatafvoer wordt het debiet geregeld. De pH wordt regelmatig met de hand gemeten ter controle van vervuiling van de pH-meter. Het concentraat wordt in een vat verzameld en dagelijks met een filterpers verder ontwaterd. Indien de installatie geen voeding krijgt zal bij een bepaalde lage waarde van de voordruk permeaat worden teruggespoeld, waarna de installatie stopt.

Procescondities

Druk : 6 bar, verschildruk 1 tot 3 bar
terugspoelfrequentie : 1 x per 2,5 minuten
Produktieduur : 7 x 24 uur, incl. reiniging
Reinigingsfrequentie : 1 x per week, vaste procedure
Reiniging : Zure reiniging met HCl-opl. (pH=1)
Soms reiniging met chloorbleekloog ter verwijdering van slijmerige bacterielaag.

Ervaring

Bij de opstart : Aantal kleine problemen. Gestart met statische menger in plaats van bezinkvat, echter dit functioneerde niet. Problemen bij gebruik van citroenzuur. Door complexvorming hoge metalen in het afvalwater. Enkele malen breuk van membraanfilter.
Bij huidig gebruik : Geen problemen bij normaal bedrijf. Soms problemen op vrijdag door 'zuurpieken'.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Resultaten

Flux : ca. 165 l/m².h (500 l/h).

Samenstelling

gezuiverde water : Voldoet meestal aan de eisen: Cu: 1 ppm
Zn: 3 ppm
Pb: 3 ppm

Soms overschrijdingen door sterk wisselende samenstelling en grote pH-fluctuaties in aanvoer.

Membraanvervanging : Na 8 jaar zijn de drie B 21 modules vervangen door één B 81. Door langdurig toepassing van hoge pH wordt het keramiek aangetast.

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

In 1980 werden strengere eisen door het waterschap gesteld. Keuze tussen ONO + IW of MF. Op basis van de lagere bedrijfskosten gekozen voor MF. Er bestond bovendien een relatie met Facet.

(Kosten totale installatie f 161.000,- Membraanfiltratie f 125.000,- (op basis van systeem met 3 modules) 50% subsidie ontvangen.)

Opmerkingen

De heer Kuiper is werkzaam geweest bij een leverancier van membraanfiltratie-apparatuur en bezit hierdoor kennis van deze techniek.

Volgens Kuiper en Hospus moet je met MF leren omgaan, om vast te stellen wat de mogelijkheden en beperkingen zijn. Continue aandacht blijft gewenst.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.4 Bedrijfsbezoek Arosta

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Arosta Beverwijk
Telefoonnr. : 02510 27656
Gesproken met : Hrn. Ooms en Glorie
Type bedrijf : Loonbeitserij (roestvrij staal)

Afvalwater

Type : Spoelwater na beitsen (diverse verzamelde stromen).
De verschillende voorwerpen worden na het beitsen gespoeld op een niet doorlatende vloer. Vanuit de vloer stroomt het spoelwater in verzamelputjes, waar van uit het met een pomp naar een buffervat overgebracht.

Voorbehandeling : In het buffervat wordt de pH met loog op 9 gebracht. In het vat hangt een pomp, waarmee de inhoud kan worden rondgepompt. Met dezelfde pomp kan naar de membraanfiltratie-installatie worden gepompt.

Debiet : 10 -12 m³ per week.
Samenstelling : Niet bekend, Cr, Ni, Fe, Zn.

Installatie

Bouwjaar : 1988
Type membranen : sinds 2 jaar B 81, hiervoor B21
Membraanoppervlak : 3 m²
Bediening/regeling : Concentraatregeling oorspronkelijk via ultrasoon signaal. In huidige opzet wordt continu via ontluchting een klein stroompje concentraat afgevoerd naar een opvangvat met trechtervormige bodem. Het slib wordt in filterzakken verder ingedikt. Het decantaat loopt via een overloop terug in het opvangvat.

Procescondities

Druk : 1 - 4 bar
Terugspoelfrequentie : 1 maal per 5 min.
Produktieduur : 1 à 2 maal per week enkele uren
Reinigingsfrequentie : ca. 1 maal per maand
Reiniging : Spoelen met HCl (enkele procenten)
Duur maximaal 1 uur per keer.

Ervaring

Bij de opstart : Behoudens enkele kleine mankementen weinig problemen met betrekking tot regeling en bediening. Wel traden er vrij snel capaciteitsproblemen en problemen met reiniging op.

Bij huidig gebruik : Na installatie van nieuwe membranen (ca. 2 jaar na de in gebruikname van de installatie) geen noemenswaardige problemen.

Resultaten

Flux : Neemt in de enkele uren af van 600 naar 500 l/m².h
Samenstelling :
Gezuiverde water : Voldoet ruimschoots aan de eisen.
Membraanvervanging : Ca. 2 jaar geleden naar nieuw type membraan.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Bij het bedrijf was de noodzaak tot aanschaf van een nieuwe waterzuivering aanwezig. Overleg gevoerd met de waterbeheerder.

Aanvankelijk gekozen voor ONO.

In contact gekomen met Facet-Najade.

Gekozen voor membraanfiltratie vanwege:

- eenvoud,
- compactheid,
- relatief lage prijs (50 - 60 kF).

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.5 Bedrijfsbezoek Tieleman

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Tieleman Doesburg
Telefoonnr. : 08334 73543
Gesproken met : Hrn. Zwaneveld en Willemsen
Type bedrijf : Installatiesbouwer in voedingsbranche, voornamelijk kippslachterijen

Afvalwater

Type : Spoelwater na beitsen in HNO_3 .
Voorbehandeling : Via een goot wordt het spoelwater in een buffer geleid. In het buffervat wordt de pH met loog en een klein beetje kalk op 9 - 10. Dit minimaal 1 uur handhaven.

Debiet : 10 - 12 m³ per week.

Samenstelling : Niet bekend

Installatie

Bouwjaar : 1987
Type membranen : B 21
Membraanoppervlak : 3 m² (1 module)
Bediening/regeling : Concentraatregeling oorspronkelijk via ultrasoon signaal. In huidige opzet wordt bij het terugpulsen via de ontluchting een klein stroompje concentraat afgevoerd naar 4 filterzakken.

Procescondities

Druk : 3 - 4 bar
terugspoelfrequentie : 1 maal per 3 min.
Produktieduur : 1 à 2 maal per week enkele uren
Reinigingsfrequentie : ca. 1 maal per maand
Reiniging : Spoelen met citroenzuur en HCl (enkele procenten). Duur maximaal 1 uur per keer.

Ervaring

Bij de opstart : Enige apparaattechnische problemen. Installatie zelf enigszins aangepast.
Bij huidig gebruik : Slechts enkele malen problemen. Eénmaal is er een membraanbuis gebroken. Daarnaast is er éénmaal een probleem geweest met sterke vervuiling van de membranen tengevolge van vet in het afvalwater.

Resultaten

Flux : Neemt langzaam af van 650 naar 160 l/m².h. Bij deze laatste waarde wordt gereinigd.

Samenstelling

Gezuiverde water : Voldoet ruimschoots aan de eisen.
Membraanvervanging : Geen.

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Na overleg met adviesorgaan en na contact met leverancier.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.6 Bedrijfsbezoek Swallow

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Swallow B.V. Swalmen
Telefoonnr. : 04740-3131
Gesproken met : Hr. Rutten
Type bedrijf : Spiegelfabriek

Afvalwater

Type : Spoelwater na (chemisch) aanbrengen koperlaag.
Voorbehandeling : Het spoelwater wordt verzameld in een opslagtank. In de tank wordt de pH verhoogd tot 8,75. Dit gebeurde aanvankelijk met natronloog, maar sinds kort wordt kalk gedoseerd om ook aan de sulfaatnorm van 300 mg/l te kunnen voldoen.
Vanuit deze tank wordt het mengsel overgepompt naar een voedingtank voor de microfiltratie. Het concentraat wordt in een concentraattank geleid en via een filterpers verder ontwaterd. Er ontstaat ca. 75 l koek per dag met 20% ds.

Debiet : 10 – 15 m³ per dag.
Samenstelling : 400 – 500 ppm Cu, Zn onbekend.

Installatie

Bouwjaar : 1987
Type membranen : B 21
Membraanoppervlak : 3 m² (1 module)
Bediening/regeling : Concentraat wordt continu via een klein stroompje afgevoerd.

Procescondities

Druk : 2,5 – 4 bar
terugspoelfrequentie : 1 maal per 5 min.
Produktieduur : 10 uur per dag
Reinigingsfrequentie : ca. 1 maal per week
Reiniging : Spoelen met HCl en citroenzuur, pH = 2.
Het is in de periode voorafgaand aan het bezoek steeds moeilijker gebleken het membraan goed te reinigen.

Ervaring

Bij de opstart : Enige apparaattechnische problemen, onder andere met buisbreuk en voedingspomp.
Bij huidig gebruik : Slechts enkele malen problemen. Er is éénmaal een probleem geweest met sterke vervuiling van de membranen tengevolge van olie in het afvalwater. Door langdurig spoelen kon de olie verwijderd worden.
Op de lange termijn wel enige daling van de flux. Ontwerpcapaciteit ca. 1200 l/h, huidige capaciteit gemiddeld ca. 800 l/h.
Bedrijf wil meer water gebruiken en daarom de capaciteit MF uitbreiden.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

Resultaten

- Flux : Neemt langzaam af van 600 naar 250 l/m².h.
Samenstelling
Gezuiverde water : Cu < 0,2 ppm Zn < 0,1 ppm. Voldoet ruimschoots aan de eisen van het waterschap.
Membraanvervanging : Geen. Er bestaan wel plannen, met het oog op uitbreiding van de capaciteit.

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Na contact met leverancier op een beurs.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.7 Bedrijfsbezoek Sony

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Sony Music Haarlem
Telefoonnr. : 023 182838
Gesproken met : Hr. Gerrits
Type bedrijf : Producent Geluidsdragers

Afvalwater

Type : Chroomhoudend spoelwater.
Voorbehandeling : Het spoelwater wordt verzameld in een buffervat en ontgift met dithioniet. Vervolgens wordt de pH met loog op ca. 8,7 gebracht.

Debiet : Batch van ca. 375 liter in 3 weken
Samenstelling : ca. 700 ppm Cr

Installatie

Bouwjaar : 1992
Type membranen : B 81
Membraanoppervlak : 0,25 m²
Bediening/regeling : Batch indikking over het voedingsvat

Procescondities

Druk : 2,5 bar
Temperatuur : omgevingstemperatuur
terugspoelfrequentie : 1 maal per 3 min.
Produktieduur : 1 maal per 3 weken een dag
Reinigingsfrequentie : ?
Reiniging : Spoelen met HCl

Ervaring

Bij de opstart : Probleem met luchtklep bij terugspoelen.
Bij huidig gebruik : Installatie draait slechts enkele weken. Bij het bedrijfsbezoek werd de tweede batch gedraaid.

Resultaten

Flux : Neemt in de enkele uren af van 200 naar 80 l/m².h
Samenstelling
gezuiverde water : Voldoet ruimschoots aan de eisen. Cr 0,3 - 0,8 ppm
Membraanvervanging : niet van toepassing.

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Bij het bedrijf was de noodzaak tot aanschaf van een nieuwe waterzuivering aanwezig.

In contact gekomen met Facet-Najade via bedrijf dat ook MF toepast. Proefje uitgevoerd.

Gekozen voor membraanfiltratie vanwege:

- lage eindconcentraties,
- compactheid,
- relatief lage prijs (8 kF).

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.8 Bedrijfsbezoek Droege

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Droege, Kirchlangern, Duitsland
Gesproken met : Hr. Kleine, hr Jansen (leverancier)
Type bedrijf : Loongalvano

Afvalwater

Type : Diverse spoelwaterstromen.
Voorbehandeling : Het spoelwater wordt in een doorloop-ONO behandeld. Cr-ontgifting vindt plaats met dithioniet, pH verhoging met natronloog. Het voorbehandelde water wordt overgebracht in een opslagtank. Vanuit deze tank wordt het mengsel overgepompt naar een voeding-tank voor de microfiltratie. Het concentraat wordt in een concentraattank geleid.

Debiet : 10 m³ per dag.

Samenstelling : onbekend.

Installatie

Bouwjaar : oktober 1990
Type membranen : B 81
Membraanoppervlak : 3 m² (1 module)
Bediening/regeling : Concentraatregeling via ultrasoon signaal.

Procescondities

Druk : 5,5 - 6 bar
terugspoelfrequentie : 1 maal per 6 min.
Produktieduur : 5 - 6 uur per dag
Reinigingsfrequentie : ca. 1 maal per week
Reiniging : Spoelen met HCl, pH = 2.

Ervaring

Bij de opstart : Geen noemenswaardige problemen.
Bij huidig gebruik : Slechts enkele malen problemen met reiniging. Eénmaal defect aan motor van de pomp.
Eénmaal problemen met vervuiling van de membranen door olie.

Resultaten

Flux : 700 - 800 l/m².h.
Samenstelling
gezuiverde water : Cr en Ni < 0,1 ppm, Sn 0,3 - 0,5 ppm. Voldoet ruimschoots aan de eisen van het waterschap.
Membraanvervanging : Geen.

Hoe is het bedrijf tot de keuze van membraanfiltratie gekomen?

Na contact met leverancier. Keuze MF door leverancier gemaakt.

Opmerking

Het slib in de slibtank dikt aanzienlijk beter in na microfiltratie, dan in de vroegere situatie waarbij alleen bezinken werd toegepast.

Toepassing van microfiltratie bij de zuivering van zware metalen bevattend afvalwater
Fase 2
(Inventarisatie van de praktijkervaring met het Facet-Najade systeem)

1.9 Bedrijfsbezoek Miele

Algemene bedrijfsinformatie

Naam bedrijf : Miele, Gütersloh, Duitsland
Gesproken met : Hr Jansen (leverancier)
Type bedrijf : Fabrikant wasmachines

Afvalwater

Type : Spaarbad chemisch vernikkelen.
Voorbehandeling : pH verhoging met natronloog. Het concentraat wordt teruggevoerd in het procesbad.

Debiet : 2 m³ per uur.
Samenstelling : ca. 150 ppm Ni.

Installatie

Bouwjaar : november 1990
Type membranen : B 81
Membraanoppervlak : 3 m² (1 module)
Bediening/regeling : Concentraatregeling via ultrasoon signaal. Per week ca. 800 l concentraat met ca 20 g/l.

Procescondities

Druk : 5 bar
terugspoelfrequentie : 1 maal per 6 min.
Produktieduur : 15 uur per dag
Reinigingsfrequentie : ca. 2 maal per week
Reiniging : Spoelen met HCl, pH = 1.

Ervaring

Bij de opstart : Geen noemenswaardige problemen.
Bij huidig gebruik : Momenteel problemen met vervuiling die zich langzaam heeft opgebouwd. Probleem met behulp van Facet-Najade waarschijnlijk opgelost.

Resultaten

Flux : 700 l/m².h.
Samenstelling
gezuiverde water : Voldoet ruimschoots aan de eisen.
Membraanvervanging : Geen.