

Waterbesparing in de voorbehandelingslijn door procesgeïntegreerde milieutechnologie

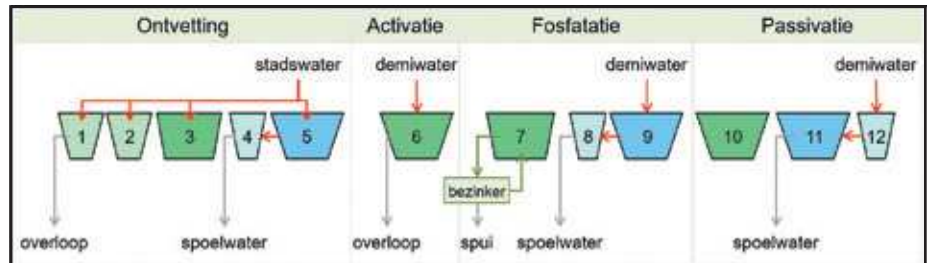
i Trevi Environmental Solutions
Filip Mergan & Jan Gruwez

Onachtzaam waterverbruik in de voorbehandelingslijn leidt tot hoge werkskosten voor waterbereiding en afvalwaterzuivering. De capaciteit van de (afval)waterbehandelingsinstallaties en de hieraan verbonden investeringskosten kunnen significant worden verlaagd door het toepassen van bronbeperkende maatregelen en best beschikbare technieken in het proces.

Metalen werkstukken ondergaan een uitgebreide voorbehandeling om de corrosieweerstand en de verfhechting te optimaliseren. Van de diverse waterige processen wordt in dit artikel ingegaan op ontvetting, fosfatatie, passivatie en beitsen, typisch zeer grote waterverbruikers. Best beschikbare waterbesparende maatregelen zijn in detail terug te vinden in de Europese referentiedocumenten BREF STM en STS. Hieronder volgen enkele praktische opportuniteiten.

ONACHTZAAM WATERVERBRUIK IN EEN TYPISCHE VOORBEHANDELINGSLIJN

Typisch omvat de voorbehandeling een ontvetting, activatie, fosfatatie en passivatie. Na de procesbaden wordt een cascade-spoeling voorzien. Door meesleep vanuit het procesbad worden de spoelbaden verontreinigd en een continue verversing met overloop naar de waterzuivering is vereist. Dit resulteert in een hoog waterverbruik en afvalwaterdebiet verontreinigd met organische stoffen, metalen, fosfaten, stikstof, fluoriden, ... Figuur 1 toont een mogelijke configuratie met suppletie van vers stads- en demiwater en de emissiepunten van afvalwater. In een dergelijke opstelling kan onachtzaam gebruik van spoelwater oplopen tot meer dan 5 l/m². Voor een koetswerklijn van grootteorde 50 stuks per uur



Figuur 1: typische opbouw voorbehandelingslijn zonder procesgeïntegreerde maatregelen

is dit een totaal waterverbruik van 25 m³/u of meer.

OPTIMALISATIEMOGELIJKHEDEN IN DE ONTVETTINGSZONE

Nog te vaak wordt verwijdering van olie en vuil uitgevoerd door een continue overloop en/of een frequente dump van procesvloeistof. Naast aanzienlijke water-volumes gaan ook kostbare chemicaliën verloren. Het verlies loopt op tot 30 procent van het aanwezige ontvettingsvolume per week. Hoewel een never-dump als utopie wordt gezien, is een continue overloop ongewenst. Bij een aangepaste procesvoering en filtratie kunnen de badverliezen beperkt worden tot minder dan 10 procent per week.

Een eerste vereiste hiervoor is een dump-tank om de procesvloeistof op te slaan terwijl onderhoud van de lijnbaden wordt uitgevoerd. Ook geschikte filtratietechnieken zijn vereist. In een kleine lijn kan een zakfiltratie met juiste specificaties al volstaan. In grote lijnen komen meestal een drukbandfilter, voorafgegaan door een hydrocycloon of centrifuge, en een magneetseparator aan bod. Olieverwijdering via skimming wordt vaak toegepast in niet-emulsie systemen, maar vereist een zekere verblijftijd met onder andere warmteverlies als gevolg. Deze energiekost kan in bepaalde emulsiesystemen beter worden besteed aan ultrafiltratie. Deze techniek maakt gebruik van robuuste keramische

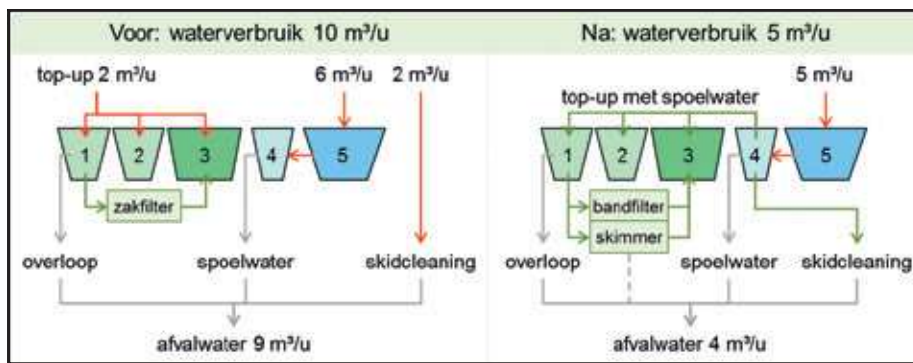
membranen om olie, metaal- en vuildeeltjes in één filtratieloop te verwijderen en neemt minder plaats in. In het emulsiesysteem wordt steeds een deel van het toegepaste surfactant mee verwijderd met de olie. De afweging ultrafiltratie versus bandfilter en skimmer dient dus van geval tot geval te worden onderzocht, rekening houdende met investerings- en werkskosten.



Figuur 2: verwijderen van olie uit ontvettingsvloeistof via een skimmer

Het helpt uiteraard ook om de werkstukken zo proper mogelijk aan te leveren. Het beperken van snij-, pers- en conservatieoliën, een afblaasinstallatie of stofpreventiebeleid kunnen hierbij helpen.

Het spoelwaterverbruik na ontvetting kan worden beperkt door het toepassen van een cascade-spoeling en verantwoorde verdunningsgraad op basis van de juiste procesparameter(s). Een geleidbaarheidsmeting die de automatische toevoer klep stuurt, maakt het spoelproces volledig beheersbaar. Bij de behandeling van koetswerken is een waterverbruik lager dan 0,5



Figuur 3: reductie van het waterverbruik in de ontvettingszone met 50%

tot 2 l/m² mogelijk (respectievelijk met 3 en 2 cascadespoelbaden). Het is daarnaast een Best Beschikbare Techniek (BBT) om spoelwater deels te hergebruiken in de ontvetting zelf om dump-, verdampings- en uitsleepverliezen te compenseren. In continue lijnen kan dit automatisch gebeuren in functie van een niveaumeting in de ontvettingsbaden. Het relatief warme water kan in bepaalde gevallen nog worden hergebruikt in een geschikte toepassing zoals een nabije jig-cleaning.

De volgende casestudy toont een reductie van het waterverbruik met 50 procent in de ontvettingszone na implementatie van bronbeperkende maatregelen, vergaande badfiltratie via drukbandfilter en skimmer en hergebruik van spoelwater in de procesbaden en skidcleaning.

OPTIMALISATIEMOGELIJKHEDEN IN DE ACTIVATIE

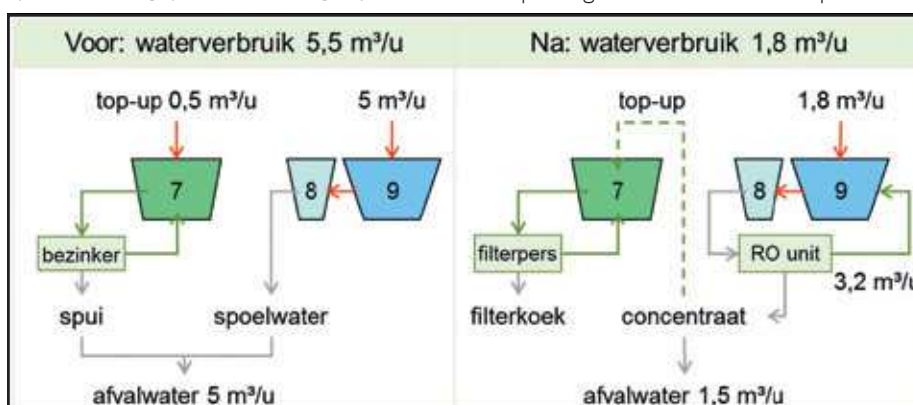
De activatieproducten vragen meestal een zekere verversingsgraad. Het is aanbevolen om een periodieke dump van het procesbad te vergelijken met een continue kleine overloop. Aangezien de activatie de eerste stap van de metaalconversie is, wordt geen spoelfase toegepast. In sommige systemen

wordt de activatie gecombineerd met de spoelstap na ontvetting. In dit geval is een hoger productverbruik dikwijls een nadeel.

KRINGLOOPLUITING VAN DE FOSFATIEZONE

Het fosfatatiebad is een schoolvoorbeeld van een never-dump bad. Opnieuw is een aparte dumptank vereist om de procesvloeistof te stockeren terwijl het procesbad wordt gereinigd. Een overloop van het fosfatatiebad dient gezien de samenstelling te allen tijde te worden vermeden. De hydraulische balans wordt in evenwicht gehouden door verdampingsverliezen te compenseren door suppletie van de additieven, aangevuld met spoelwater. Indien de dosering van de chemicaliën een te groot volume vertegenwoordigt, en dus een overloop creëert, dienen meer geconcentreerde chemicaliën of poedersystemen te worden onderzocht.

Het spoelwaterverbruik na fosfatatie kan opnieuw worden beperkt door cascade-spoeling en evaluatie van de nodige verdunningsgraad vóór het volgende proces. Een kringloopsluiting is minder evident, maar technisch mogelijk. Uitgevoerde toepassingen behandelen het spoelwater



Figuur 4: reductie van het waterverbruik in de fosfatatiezone met 70%

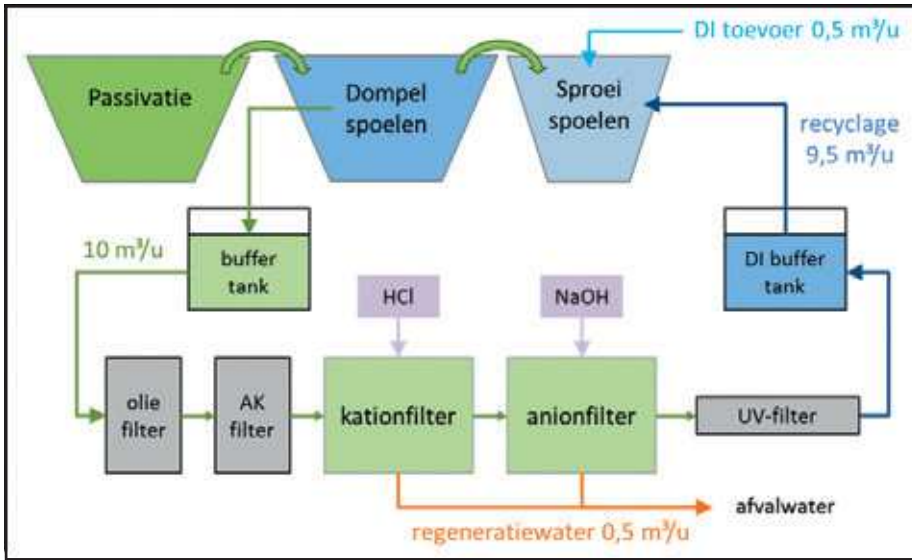
in een membraanfiltratie via omgekeerde osmose (RO) of nanofiltratie (NF) met de nodige voorfiltratie en conditionering. In beide gevallen wordt een vergaande scheiding bekomen via opconcentratie. Het gefilterde permeaat is van goede kwaliteit en wordt terug in de spoelzone gebruikt. Het concentraat kan deels terug naar het fosfatatiebad ter compensatie van verdamping. Hierdoor wordt ook een deel van de chemicaliën teruggewonnen. In de afvalwaterbehandeling heeft het concentraat-afvalwater ten opzichte van het verdunde spoelwater een hogere verwijderingsefficiëntie voor metalen en fluoriden. Hierdoor worden lagere chemicaliëndoseringen en werkingskosten bekomen.

De situatie vóór en na in figuur 4 toont een reductie van het waterverbruik met 70 procent in de fosfatatiezone. De aanpassingen betroffen bronbeperkende maatregelen, vergaande badfiltratie via filterpers als vervanging van lamellenseparator en slibindikker en de tweetraps RO-unit met hergebruik van permeaat in de spoelzone en van concentraat in het procesbad.

KRINGLOOPLUITING VAN DE PASSIVATIEZONE

Ook het spoelwater na het passiveren kan worden beperkt door de gepaste cascade en controle van de nodige verdunningsgraad na de laatste spoelfase. Een kringloopsluiting via ionenwisseling is vaak de optimale oplossing. Een ionenwisseling kan worden toegepast bij eerder lage concentraties van contaminanten en afwezigheid van organisch materiaal.

De behandeling start met een zandfilter, microfiltratie en/of actief koolfilter. De ionenwisseling gebeurt in een kation- en anionfilter in serie. In de kationfilter worden de aanwezige kationen gebonden aan een zwak en/of sterk zuur hars en vervangen door waterstofionen. In de anionfilter worden de aanwezige anionen aan een zwak en/of sterk basisch hars gebonden en vervangen door hydroxide-ionen. Het gedemineraliseerde water wordt vervolgens gedesinfecteerd met behulp van UV en gerecycleerd in de spoelzone. Kation- en anionhars dienen te worden geregeneerd vóór verzadiging en doorslag van badparameters, in praktijk bewaakt door de geleidbaarheid. Met een zoutzuurop-



▲ **Figuur 5: flowschema kringloopsluiting 10 m³/u in de passivatiezone**

lossing wordt het kationhars opnieuw in de waterstofvorm gebracht. De anionfilter wordt geregenereerd met natriumhydroxide waarbij de gebonden anionen worden verdrongen door hydroxide-ionen. De regeneratie omvat ook een naspoeling in een aantal fasen. Het zure en basische regeneratiewater met de verwijderde metalen wordt naar de afvalwaterzuivering geloosd. Figuur 5 toont de opbouw van een dergelijke installatie:

Het regeneratiewater komt periodiek vrij, meestal buiten de productie-uren, en komt overeen met grootteorde 5 procent van het behandelde spoelwater.

De volgende casestudy toont een reductie van het waterverbruik met 95 procent na implementatie van bronbeperkende maatregelen met een filtratie via ionenwisseling, circulatie van het gedemineraliseerde water in de spoelzone en afvoer van het regeneratiewater.

Als alternatief op de kringloopsluiting in deze zone kan worden opgemerkt dat

meer compatibele producten het hergebruik van het spoelwater na passivatie toelaten in de spoelzone na fosfatatie. Door een eenvoudige transfer en een pH-correctie kan alle passivatiespoelwater worden hergebruikt in de fosfatatiezone.

IONENWISSELING IN DE BEITZONE

Een ander voorbeeld van ionenwisseling betreft een kringloopbehandeling van diverse spoelbaden bij een vliegtuigonderdelenfabrikant. De betrokken spoelbaden (na aluminiumbeitsen, na titaanbeitsen en na anodisatie van aluminium) bevatten meesleep van residus van de behandelde substraten, salpeterzuur, ammoniumdifluoride, chroomtrioxide en fluorzuur. De vereiste spoelkwaliteit (< 20 µs/cm) zou een zeer hoge verversing van de spoelbaden vragen. Dit scenario zou resulteren in een hoog waterverbruik en afvalwatervolume

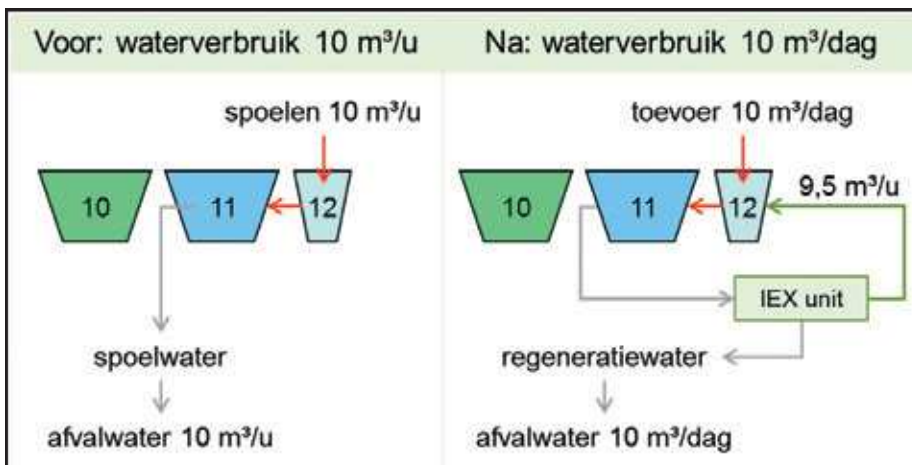
en een noodzakelijke uitbreiding van de demiwater-installatie, de chroomreductie en verdere afvalwaterbehandeling. Deze hoge investerings- en werkingskosten gaven de doorslag voor een alternatieve behandeling.

In een scenario-analyse met economische evaluatie bleek een in het proces geïntegreerde gezamenlijke behandeling via ionenwisseling de meest geschikte techniek. TREVI ontwierp één behandelingsinstallatie van 5 m³/u waarover beurtelings de drie spoelbaden worden gecirculeerd. De investering lag significant lager dan een uitbreiding van de demiwater- en afvalwaterbehandelingsinstallatie. De beschikbaarheid van de lijnen is toegenomen en tijdens regeneratie is zelfs geen productiestop nodig. De waterbesparing vertegenwoordigt ruim 95 procent ten opzichte van een continue overloop. Het regeneratiewater vormt een beperkte hoeveelheid afvalwater in het waterzuiveringsproces met een hoog verwijderingsrendement.

TOT SLOT

De lijst van beschikbare technieken en optimalisatiemogelijkheden is lang. Beperken van de meesleep is steeds prioritair. Bij continue processen kan een automatische detectie van onderdelen de toevoer van spoelwater enkel openen wanneer nodig. Een continue meting van het niveau, geleidbaarheid, pH,... leidt tot een betere procesvoering waarbij het waterverbruik beheersbaar en beperkt wordt. Alternatieve proceschemicaliën worden steeds milieuvriendelijker en verbruiken minder spoelwater en energie. Bij nieuwe lijnen is dus een doordachte keuze van toegepaste chemicaliën, procesvoering, aantal spoelbaden, constructie, ophanging van de materialen, enz. van groot belang.

Elk geval bezit aparte nuances. De aanpak van TREVI start dan ook steeds met het in kaart brengen van de hydraulische balans en de procesvoering te toetsen aan de Best Beschikbare Technieken. Het uitwerken van waterbesparende maatregelen is gestoeld op een scenario-analyse met kosten-baten-evaluatie, eventueel ondersteund door labotesten. Voor een duurzame implementatie van waterbesparende technologieën zoals kringloopsluiting, wordt aanbevolen de haalbaarheid te bevestigen via een piloottest.



▲ **Figuur 6: reductie van het waterverbruik in de passivatiezone met 95%**