

Koeltorens: behandeling suppletiewater doet werkingskosten dalen

Bij het gebruik van open recirculerende koeltorens wordt koelwater gecirculeerd over een koeltoren waarbij het grootste gedeelte van de opgenomen warmte wordt afgevoerd door een beperkt deel van het omloopwater te verdampen. Tijdens het verdampen van het water blijven alle opgeloste en zwevende stoffen, zoals zouten en mineralen, achter in het omloopwater waardoor er een opconcentratie plaatsvindt van deze componenten. Deze zogeheten indikking weerspiegelt zich in een toename van de geleidbaarheid van het water. Om te vermijden dat hierdoor problemen ontstaan van kalkafzetting, bacteriologische vervuiling en/of corrosie, wordt de maximaal toegestane graad van indikking geregeld via de spui. De spuiklep wordt vaak automatisch aangestuurd aan de hand van een continue geleidbaarheidsmeting op het omloopwater. Daarenboven wordt er meestal een antikalk/anticorrosieproduct gedoseerd aan het suppletiewater en wordt er regelmatig aan het omloopwater een biocide toegevoegd.

Om de indiktingsgraad maximaal te houden en op deze manier zowel het waterverbruik als de hoeveelheid afvalwater tot een minimum te beperken, is een goede waterbehandeling onontbeerlijk. Zoals blijkt uit navolgend praktijkvoorbeeld zal deze behandeling ook resulteren in een significante daling van de vereiste productdoseringen, waardoor de totale werkingskosten in belangrijke mate kunnen worden gereduceerd.

► Oorspronkelijke situatie: stadswater als suppletie

Situatie

Een bedrijf, actief in de kunststofverwerking, beschikt over twee open recirculerende koeltorens met elk een vermogen van 800 kW. Beide koeltorens worden gevoed met leidingwater met een geleidbaarheid van ongeveer 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Om kalkafzetting op de koeltorens te vermijden, is er een automatische spui voorzien die wordt geregeld in functie van de geleidbaarheid van het circulatiewater. De spui was ingesteld op 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wat overeenstemt met een indiktingsfactor van 2.

Waterverbruik

Het waterverbruik ten gevolge van verdamping en spatverliezen bedraagt per koeltoren ongeveer 30 m^3/dag . Bij de ingestelde indiktingsfactor van 2 wordt er per koeltoren bijkomend nog eens 30 m^3/dag leidingwater verbruikt voor de spui. Het totale waterverbruik per koeltoren bedraagt dus 60 m^3/dag . Dit resulteert in een gezamenlijk waterverbruik van 27 000 m^3/jaar wat overeenstemt met een kost aan water van ongeveer € 27 000 per jaar.

Productdosering

Om kalkafzetting in het systeem te beperken, wordt er aan het suppletiewater debietsproportioneel een hardheidsstabilisator en corrosieinhibitor (een antikalk- en anticorrosieproduct) toegevoegd in een dosering van ongeveer 75 g/m^3 . Bij een indikking van 2 resulteert dit in de gewenste concentratie van 150 g/m^3 in het circulatiewater. Bij een suppletie

van 27 000 m³/jaar resulteert dit in een jaarlijks verbruik van 2025 kg product wat een bijkomende kost vertegenwoordigt van € 12 150 per jaar.

Afvalwaterzuivering

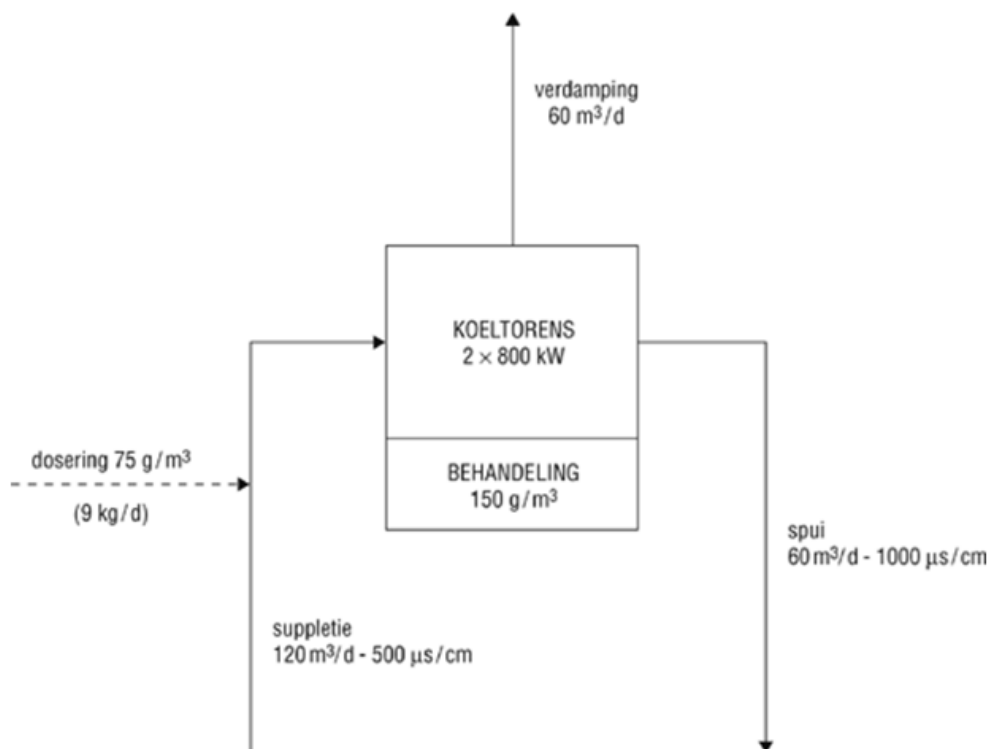
De dosering van het product maakt de behandeling van de spui via de fysicochemische zuivering noodzakelijk. De hoeveelheid afvalwater dat ten gevolge van de spui van de koeltorens naar de afvalwaterzuivering wordt afgevoerd, bedraagt 13 500 m³/jaar en veroorzaakt een kost van ongeveer € 40 500 per jaar aan werkingskosten in de waterzuivering (voornamelijk chemicaliënverbruik en slibafvoer).

Werkingskosten

De totaalcost voor dit scenario bedraagt bijna € 80 000 per jaar en is samengevat in *tabel 1*. De situatie is visueel voorgesteld in *figuur 1*.

Tabel 1. Werkingskosten, situatie met stadswater als suppletie

	Verbruik	Eenheidsprijs	Totale kostprijs
Totaal waterverbruik	27 000 m ³ /jaar	€ 1,00 per m ³	€ 27 000 per jaar
Afvalwater t.g.v. spui	13 500 m ³ /jaar	€ 3,00 per m ³	€ 40 500 per jaar
Productdosering	2025 kg/jaar	€ 6,00 per kg	€ 12 150 per jaar
TOTAALKOST	-	-	€ 79 650 per jaar



Figuur 1. Waterbalans koeltorens, situatie met stadswater als suppletie

► Geoptimaliseerde situatie: omschakeling naar demiwater als suppletie

Demineralisatie

Na uitvoering van een afvalwateraudit werd beslist om de koeltorens te voeden met gedemineraliseerd water waaraan een beperkte hoeveelheid leidingwater is toegevoegd (geleidbaarheid ongeveer 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) teneinde corrosie te voorkomen.

Demineralisatie kan worden uitgevoerd door middel van ionenuitwisselaars waarbij in een kationfilter positief geladen ionen (kationen) zoals calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^+) en kalium (K^+) worden verwijderd en in een anionfilter negatief geladen ionen (anionen) zoals chloriden (Cl^-) en sulfaten (SO_4^{2-}) worden geëlimineerd. Tussen beide filters wordt meestal een uitdrijftoren geplaatst voor het verwijderen van koolzuur (CO_2). Bij verzadiging van het harsbed moet een regeneratie worden uitgevoerd. De kationfilter wordt hierbij geregenereerd met een zuur (meestal zoutzuur), de anionfilter met een loog (meestal natriumhydroxide). Dit houdt in dat er bij de demineralisatie van water door middel van ionenuitwisselaars dus een afvalwaterstroom ontstaat die als bedrijfsafvalwater dient te worden behandeld en geloosd. In de meeste gevallen volstaat het om de pH van deze afvalwaterstroom te neutraliseren voor lozing. Als richtwaarde geldt dat de hoeveelheid regeneratiewater ongeveer 5 à 10% van het influentdebiet bedraagt.

Een alternatieve technologie voor het demineraliseren van water is membraanfiltratie door middel van omgekeerde osmose. Hierbij wordt het water door een semi-permeabel membraan gepompt, waarbij enkel zuiver water (H_2O) het membraan passeert (permeaat) waardoor alle aanwezige zouten worden opgeconcentreerd aan de voedingszijde van het membraan (concentraat). Het voordeel van deze techniek is dat er in principe geen chemicaliën moeten worden gebruikt voor regeneratie. Niettemin is er steeds een risico op vervuiling van de membranen waardoor in de praktijk soms een ontharder moet worden voorzien als voorbehandeling of er een anti-scaling product moet worden gedoseerd. Daarenboven is het meestal noodzakelijk om de membranen op regelmatige tijdstippen te spoelen en periodiek aan een chemische reiniging te onderwerpen waardoor eveneens bedrijfsafvalwater wordt gegenereerd. Bijkomend nadeel is de relatief hoge hoeveelheid afvalwater door de afvoer van het concentraat (ongeveer 15 à 25% van het influentdebiet). Meestal kan deze concentraatstroom echter zonder bijkomende behandeling worden geloosd.

In het beschreven praktijkvoorbeeld vereiste de omschakeling van leidingwater naar gedemineraliseerd water geen bijkomende investering, aangezien de ionenuitwisselaars die instaan voor de productie van gedemineraliseerd water in het bedrijf nog over voldoende restcapaciteit beschikten. Immers, ten gevolge van andere maatregelen die in hetzelfde bedrijf werden genomen via de resultaten van een afvalwateraudit, werd een significante daling van het demiwaterverbruik bekomen waardoor veel capaciteit in de installatie vrijkwam. De kostprijs voor de beschreven optimalisatie beperkte zich tot de aanpassing van het leidingnetwerk en bedroeg ongeveer € 10 000.

Waterverbruik

Bij behoud van de spui-instellingen in de koeltorens (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kon de indikkingfactor worden verhoogd tot 10 waardoor de spui per koeltoren afnam van 30 m^3/dag naar slechts 3 m^3/dag . Voor beide koeltorens samen resulteerde dit in een daling van het waterverbruik van 27 000 m^3/jaar naar ongeveer 15 000 m^3/jaar . Rekening houdend met de hogere kostprijs voor gedemineraliseerd water ten opzichte van leidingwater (ongeveer € 1,50 versus € 1,00) resulteerde dit in een jaarlijkse besparing aan water van ongeveer € 4500.

Productdosering

De daling van het waterverbruik resulteerde ook in een significante daling van het verbruik aan antikalk/anticorrosieproduct, aangezien het product debietsproportioneel aan het suppletiewater wordt toegevoegd en er bovendien bij hogere indikking minder moet worden gedoseerd om in het circulatiewater de gewenste concentratie van 150 g/m³ te bereiken. De dosering in het suppletiewater kon op deze manier worden gereduceerd van 75 g/m³ naar 15 g/m³. Hierdoor daalde het verbruik van 2025 kg/jaar naar 225 kg/jaar wat resulteerde in een jaarlijkse besparing van € 10 800.

Afvalwaterzuivering

De grootste winst werd echter bekomen in de afvalwaterzuivering, aangezien de spui afnam van 13 500 m³/jaar naar slechts 1350 m³/jaar. De zuiveringskosten daalden hierdoor met ruim € 36 000 op jaarbasis.

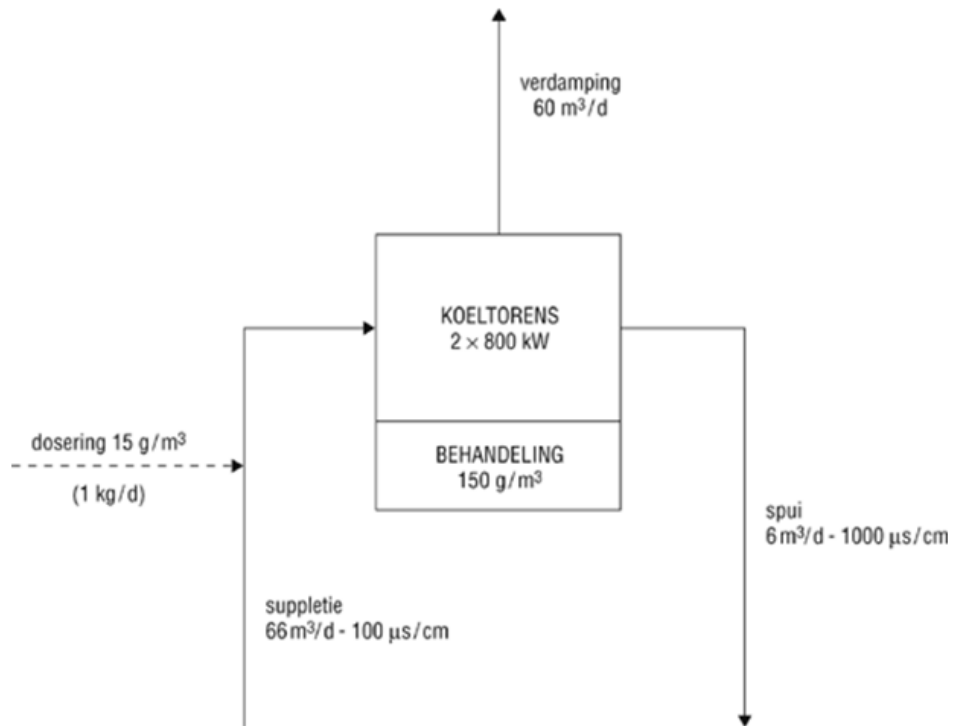
Gerealiseerde besparing

De totale besparing van deze optimalisatie bedroeg € 51 750 per jaar wat een daling is met 65% ten opzichte van de oorspronkelijke situatie (zie *tabel 2*). De cijfers tonen aan dat de beperkte investering voor aanpassing van het leidingnetwerk (ongeveer € 10 000) zich op zeer korte tijd terugverdiende.

De situatie na de realisatie van deze optimalisatie is samengevat in *figuur 2*.

Tabel 2. *Werkingskosten koeltorens na omschakeling naar demiwater als suppletie*

	Verbruik	Eenheidsprijs	Totale kostprijs
Totaal waterverbruik	15 000 m ³ /jaar	€ 1,50 per m ³	€ 22 500 per jaar
Afvalwater t.g.v. spui	1350 m ³ /jaar	€ 3,00 per m ³	€ 4050 per jaar
Productdosering	225 kg/jaar	€ 6,00 per kg	€ 1 350 per jaar
TOTAALKOST	-	-	€ 27 900 per jaar
BESPARING	-	-	€ 51 750 per jaar



Figuur 2. Waterbalans koeltorens na omschakeling naar demiwater als suppletie