

INLEIDING

Voor het behoud van stoomketels moet U vooraan beginnen en dat is waterontharding. Met dit informatieblad proberen wij u op een eenvoudige wijze duidelijk te verschaffen over een correcte waterbehandeling.

Inhoudsopgave.

1. Voorbehandeling voedingswater
 - 1.1 Ontharding
 - 1.2 Decarbonatie
 - 1.3 Demineralisatie
 - 1.4 Reverse Osmosis (R.O.)
 - 1.5 Thermische ontgassing

2. Problematiek
 - 2.1.0 Bicarbonaat- en sodasplitsing
 - 2.2.0 Indikking van het ketelwater
 - 2.3.0 Afzettingen
 - 2.3.1 Calciumcarbonaat
 - 2.3.2 Magnesiumhydroxide
 - 2.3.3 Calciumfosfaat
 - 2.3.4 Magnetiet en hematiet
 - 2.3.5 Organische vervuilingen
 - 2.3.6 Silicaten
 - 2.4.0 Opkokers en schuimvorming
 - 2.5.0 Corrosie
 - 2.5.1 Zuurstofcorrosie
 - 2.5.2 Koolstofdioxidecorrosie
 - 2.5.3 Loogcorrosie
 - 2.5.4 Zuurcorrosie

- 3 Doseran

- 4 Spuiprogramma's
 - 4.1 Continue spui
 - 4.2 Discontinue spui op basis van tijd
 - 4.3 Discontinue spui op basis van geleidbaarheid

- 5 Landelijke aanvaarde richtlijnen ketelvoeding- en ketelwater

Als U hard water in de stoomketel gebruikt zal bij verhoging van de temperatuur kalk vorming zich op de warmste plekken van je ketel neerslaan en een isolerende werking hebben. Hierdoor moet U te veel warmte produceren om het water op de gewenste temperatuur te verkrijgen.

Stoom produceren is een vorm van destilleren van Uw voedingswater. Stoom is zuiver water en dus blijven de zouten achter in de ketel. Naar mate er steeds meer zouten in het ketel water achter blijven krijgt men een vaste stof of ook wel indikking genoemd.

Als de zoutconcentraten te hoog worden krijgt men afzetting aan de ketel, waardoor oververhitting (opkokers en schuimvorming) en dus schade aan de ketel. De vlampijpen en de vuurkist zijn daardoor het zwakste punt van de ketel. De gevolgen van opkokers en schuimvorming is natte stoom en vervuiling van de stoomleidingen.

Om deze concentratie in de hand te houden zult U regelmatig moeten spuien en dat kan bijvoorbeeld op elke 100 liter voedingswater wel 25 liter zijn. Door het voedingswater te ontharden naar 0,1 °D met een ionenwissel (harskolom) hebben we nog te maken met het zuurstof. Dit is door een conditioneringsmiddel te binden (zuurstofbinder).

Verder is het ook belangrijker om de geleidbaarheid van het water regelmatig te controleren, want dat zal onder een maximum waarde moeten blijven en dat is in de hand te houden door regelmatig een bepaalde hoeveelheid te spuien na stoom verbruik. Het aantal liters te spuien ketelwater is op deze manier met onthard water en conditioneringsmiddel na verloop van tijd te reduceren naar 5 - 15 %.

De ionenwisselaar

Om geen roest of vuil water in onze stoomketels te krijgen maken we vaak gebruik van leiding water. Met leiding water hebben we te maken met hard water en hard water is funest voor onze stoomketels. De hardheid wordt aangeduid in °D (graden Duits). In Nederland kan deze hardheid variëren tussen de 8 °D en 30 °D.

00 - 04 °D	zeer zacht
04 - 08 °D	zacht
08 - 12 °D	gemiddeld
12 - 18 °D	vrij hard
18 - 30 °D	hard

Wanneer water 'hard' wordt genoemd, betekent dit alleen maar dat er meer mineralen in zitten dan in gewoon water. Het gaat dan met name om de mineralen calcium en magnesium. De mate van hardheid van het water neemt toe, wanneer er meer calcium en magnesium in opgelost zijn. Magnesium en calcium zijn positief geladen ionen. Vanwege hun aanwezigheid zullen andere positief geladen ionen minder makkelijk oplossen in hard water dan in water dat geen calcium en magnesium bevat. Daarom lost een toevoeging niet goed op in hard water.

Wanneer water een behoorlijke hoeveelheid calcium en magnesium bevat, wordt het hard water genoemd. Het is bekend dat hard water pijpleidingen verstopt en het oplossen van toevoegingen in water bemoeilijkt.

Bij water ontharden wordt een techniek gebruikt die de ionen die het water hard maken, in de meeste gevallen calcium en magnesium ionen, verwijdert. Ook ijzerionen kunnen verwijderd worden met waterontharding.

De beste manier om het water te ontharden is om een wateronthardings eenheid te gebruiken en deze direct aan de waterbevoorrading aan te sluiten.

Waterontharders zijn specifieke ionenuitwisselaars die ontworpen zijn om positief geladen ionen te verwijderen. Ontharders verwijderen vooral calcium (Ca^{2+}) en magnesium (Mg^{2+}) ionen. Calcium en magnesium worden ook wel de 'hardheid mineralen' genoemd. Soms worden ontharders ook toegepast om ijzer te verwijderen.

De onthardingsapparaten kunnen tot 5 milligram opgelost ijzer per liter (5 mg/L) verwijderen. Ontharders kunnen zowel automatisch, semi-automatisch als manueel opereren. Elk type wordt ingedeeld naar de hoeveelheid hardheid die het kan verwijderen voordat regeneratie nodig is. Een water ontharder verzamelt hardheidsmineralen en spoelt deze een keer in de zoveel tijd of na een bepaald afgenomen volume weg naar een afvoerpijp.

Wanneer een ionenwisselaar wordt gebruikt om water te ontharden, verwisselt het de calcium en magnesium ionen in het water met andere ionen, zoals natrium of kalium. De uitwisselings ionen worden aan de ionenwisselaar natrium- en kaliumzouten (NaCl en KCl). Een goede water ontharder kan vele jaren mee gaan.

Calcium magnesium

Om de ionenwisselaar vele jaren optimaal te gebruiken is regeneratie na een bepaald afgenomen volume na omvang van de ionenwisselaar nodig. Regeneratie houdt in dat de filterkolom met een zout (broxo zout) oplossing vanuit een pekeltank wordt gespoeld. Wanneer regenereren? Als U bijvoorbeeld een ionenwisselaar hebt met een periode capaciteit van $80 \text{ m}^3/\text{°D}$ en U heb leiding water met een hardheid van 10 °D , dan is het mogelijk om 8 m^3 water te ontharden. Na die 8 m^3 moet er geregenereerd worden waar $4,8 \text{ kg}$ broxo zout voor nodig is. Deze ionenwisselaar levert dan weer 800 liter per uur tot aan de 8 m^3 .

1. "Voorbehandeling voedingswater

1.1 Ontharding

Onbehandeld water bevat meestal een bepaalde hoeveelheid hardheid. Hardheid is gedefinieerd als de som van tijdelijke hardheid en blijvende hardheid.

De tijdelijke hardheid zijn alle calcium- en magnesiumbicarbonaten.

De blijvende hardheid zijn alle overige calcium- en magnesiumzouten.

De tijdelijke hardheid zal bij verhoging van de watertemperatuur kalk vormen, dat als harde, isolerende afzetting neerslaat op vooral de heetste delen van de stoomketel.

Om te voorkomen dat kalk in de ketel ontstaat kan het suppletiewater onthard worden. Ontharding geschiedt door alle calcium- en magnesiumionen te vervangen door natrium, middels een klassieke onthardingsinstallatie.

1.2 Decarbonatie

Decarbonatie heeft net als ontharding ionenwisseling als principe.

Wordt bij ontharding Calcium en Magnesium uitgewisseld tegen Natrium; bij decarbonatie worden positieve ionen tegen waterstofionen of alle bicarbonaat- en carbonaationen tegen chloride-ionen uitgewisseld. Resultaat is dat calcium-carbonaat (kalk) niet meer kan neerslaan in de ketel omdat het bicarbonaat verwijderd is. Indien een sterk zure harsmassa gekozen wordt zullen alle positieve ionen worden uitgewisseld tegen H^+ , waarbij mineraalzuur ontstaat.

Is de harsmassa zwakzuur, dan zullen alleen de positieve ionen in verbinding met het zwakzure bicarbonaat worden uitgewisseld waardoor de blijvende hardheid blijft bestaan. Achter een (zure) decarbonatie-installatie dient een uitdrijftoren te worden geplaatst om het ontstane koolstofdioxide te laten ontwijken. Hiertoe is een optimale menging met lucht noodzakelijk. Regeneratie vindt plaats met zoutzuur.

1.3 Demineralisatie

Het principe van ontzouting middels demineralisatie is ook gebaseerd op het uitwisselen van ionen. Alle positieve ionen én negatieve ionen worden hierbij vervangen door respectievelijk (waterstofion) en - (hydroxylion) welke tezamen vormen.

Er zijn dan ook twee types hars nodig. Het kationhars is beladen met H^+ -ionen en het anionhars met OH^- -ionen. Regeneratie geschiedt met natronloog voor de anionzuil en met zoutzuur voor de kationzuil.

1.4 Reverse Osmosis (R.O.)

Reverse Osmosis (omgekeerde osmose) is gebaseerd op de osmotische druk van water. Indien twee zoutoplossingen van verschillende concentraties door een semi-permeabel membraan (alleen passeerbaar voor water moleculen) gescheiden worden, zal water van de oplossing met de laagste zoutconcentratie door het membraan naar die met de hoogste concentratie gaan. Op deze manier zal de osmotische druk in de hoogste concentratie verlagen en dus het verschil tussen hoog en laag verkleinen. Wordt nu op het water met de hoogste zoutconcentratie een druk uitgeoefend welke groter is dan de osmotische druk, dan zal de waterstroom door het membraan omkeren (omgekeerde (reverse) osmose). Bij toepassing van dit principe verkrijgt men zeer zoutarm water. Indien het oorspronkelijke water een hoge hardheid heeft dient dit vooronthard of van een antiscalant voorzien te worden om kalkafzetting op het membraan te voorkomen.

1.5 Thermische ontgassing

Het ontgassen van het ketelvoedingswater is noodzakelijk om schadelijke gassen uit het voedingswater te verwijderen. De schadelijke gassen zijn in dit geval zuurstof en vrij koolzuurgas. Beide gassen moeten uit het voedingswater worden verwijderd in verband met corrosie, die zij in het verdere deel van de ketelinstallatie kunnen veroorzaken.

Met het ontgassen wordt daarom beoogd in het voedingwater het zuurstofgehalte te verlagen tot minder dan 0,1 mg/l en het koolzuurgehalte tot minder dan 5 mg/l. Dit zijn de richtlijnen zoals die gelden voor voedingswater ten behoeve van stoomketelinstallaties tot circa 20 bar werkdruk. Ontgassing van het ketelvoedingswater geschiedt door verwarming van het water onder druk of vacuüm. Men maakt hierbij gebruik van het principe dat de oplosbaarheid van gassen in water bij temperatuurverhoging afneemt. Dit fysische proces vindt plaats in een gesloten tank.

2. "Problematiek

2.1 Bicarbonaat- en sodasplitsing

De bicarbonaat- en sodasplitsing is voor het ketelbedrijf van groot belang, omdat dit de bron is voor het koolstofdioxide in de gecondenseerde stoom. Dit koolstofdioxide is in belangrijke mate verantwoordelijk voor de aantasting van condensaatleidingen en apparatuur.

Bevat het voedingswater van een stoomketel geen hardheid, dan is het bicarbonaat gebonden aan natrium. Reeds in de ontgasser vindt ten gevolge van de hoge temperatuur deels een chemische omzetting plaats van het natriumbicarbonaat in koolstofdioxide en natriumcarbonaat (soda).

Het gevormde koolstofdioxide wordt in de ontgasser uitgedreven, hetgeen gunstig is. Ten gevolge van de gedeeltelijke ontleding van het natriumbicarbonaat in natriumcarbonaat, gaat vervolgens een mengsel van natriumbicarbonaat en natriumcarbonaat naar de ketel. Onder invloed van de aldaar heersende druk en temperatuur, wordt het resterende deel natriumbicarbonaat omgezet in natriumcarbonaat (soda). Dit natriumcarbonaat wordt vervolgens omgezet tot natriumhydroxide en koolstofdioxide.

2.2 Indikking van het ketelwater

Het voedingswater dat van de ketelvoedingswatertank of de ontgasser naar de ketel gaat, bevat een hoeveelheid zouten en andere componenten. In de ketel wordt stoom geproduceerd, hetgeen in principe vergelijkbaar is met een destillatie proces. De geproduceerde stoom bestaat uit zuiver water en de in het water aanwezige zouten blijven dus achter in de ketel. Zou men de voedingswatertoevoer naar de ketel stoppen en doorgaan met stoom produceren, dan wordt de concentratie van de opgeloste zouten steeds groter. Uiteindelijk zullen de oplosbaarheidsgrenzen van de verschillende zouten overschreden worden en gaan deze over in vaste stoffen. Tenslotte zou men slechts een vaste massa overhouden. Ook indien men steeds voedingswater toevoert, zal op een gegeven moment de oplosbaarheidsgrens van bepaalde componenten overschreden worden.

Men heeft het water dan te ver laten indikken. Men dient dan ook, om de concentraties in het ketelwater binnen bepaalde grenzen te houden, regelmatig een bepaalde hoeveelheid ketelwater af te voeren door te spuien.

De hoeveelheid te spuien ketelwater, wordt bepaald door meetbare parameters, zoals die door bijvoorbeeld fabrikanten van stoomketels in richtlijnen zijn opgesteld. Het naar de ketel teruggevoerde condensaat, bevat normaliter praktisch geen zouten en bij een volledig gesloten systeem, waarbij geen verliezen optreden, zou het spuien derhalve niet nodig zijn. Zodra er echter verliezen zijn in de vorm van water of stoom, zal men vers water moeten suppleren. Het suppletiewater bevat, op bepaalde uitzonderingen na, een hoeveelheid zouten en staat dus in direct verband met de hoeveelheid te spuien ketelwater.

Ten gevolge van een ongecontroleerde hoge indikking en dus een toenemende zoutconcentratie in het ketelwater, kunnen diverse problemen ontstaan, die hoge kosten met zich meebrengen.

2.3 Afzettingen

Ten gevolge van een te hoge indikking, kunnen de oplosbaarheidsgrenzen van bepaalde zouten overschreden worden, met afzettingen in de ketel tot gevolg.

Daar afzettingen een veel lagere warmtegeleidingcoëfficiënt hebben dan het ketelmateriaal zelf, heeft dit tot gevolg dat op plaatsen waar zich afzettingen bevinden, de warmte minder goed kan worden uitgevoerd. Dit kan oververhitting en materiaalspanning tot gevolg hebben en uiteindelijk leiden tot schade aan de ketel. Tevens vermindert het rendement van de ketel sterk, hetgeen een verhoging van de energiekosten tot gevolg heeft.

2.3.1 Calciumcarbonaat

Calciumcarbonaat in ketelwatersystemen ontstaat doordat calciumbicarbonaat ten gevolge van temperatuur en druk wordt omgezet in calciumcarbonaat, koolstofdioxide en water. Daar de oplosbaarheidsgrens van het calciumcarbonaat zeer laag is, kan zelfs bij toepassing van zacht water bij lage indikking reeds afzetting ontstaan. Het gevormde koolstofdioxide gaat met de stoom mee en kan problemen in het condensaatnet veroorzaken.

2.3.2 Magnesiumhydroxide

Wat voor calciumbicarbonaat geldt, is ook van toepassing op magnesiumbicarbonaat. Het calciumbicarbonaat zet zich als een harde laag af. Magnesiumbicarbonaat zet zich om tot onoplosbare magnesiumhydroxide en koolstofdioxide. Door toepassing van eerder genoemde voorbehandelingsmethoden, worden de calcium- en magnesiumconcentraties uitermate laag gehouden. Echter als gevolg van een zeer hoge indikking, kunnen van de restconcentraties toch de oplosbaarheidsgrenzen worden overschreden. Het magnesiumhydroxide kan zich afzetten als slib.

2.3.3 Calciumfosfaat

Afzettingen van calciumfosfaat ontstaan alleen indien aan calciumhoudend ketelvoedings-water fosfaat wordt toegevoegd. Er vormt zich dan uit mono-, di- of trinatriumfosfaat en calciumzouten het zeer slecht oplosbare calciumhydroxi-apatiet. Het hydroxi-apatiet zet zich als slib en niet als een harde laag af en wordt grotendeels via de spui uit de ketel verwijderd.

2.3.4 Magnetiet en hematiet

Indien in het ketelwater geen zuurstof aanwezig is, maar wel voldoende alkaliteit, reageert ijzer bij temperaturen boven 120 °C met water, onder de vorming van magnetiet. Dit zwarte ijzeroxide vormt een beschermende huid op het metaaloppervlak. Als in een later stadium regelmatig zuurstof wordt aangevoerd, wordt het magnetiet afgebroken en omgezet in het niet beschermende hematiet (roest)

2.3.5 Organische vervuilingen

In de ketel gekomen organische vervuilingen vanuit het voedingswater en/of retourcondensaat zullen afhankelijk van de aard van de verbinding en de keteldruk in meer of mindere mate ontleden, waarbij zich dan onoplosbare verbindingen vormen. Door een vergaande ontleding kan uiteindelijk koolstof ontstaan dat, in verband met zijn sterk isolerend karakter, als afzetting zeer zeker niet gewenst is. Een eenmaal gevormde inerte koolstoflaag is zelfs door middel van een chemische reiniging praktisch niet te verwijderen.

2.3.6 Silicaten

Afzettingen van silicaten kunnen voorkomen in diverse vormen. De eigenschap die dit soort afzettingen gemeen hebben, is dat zij sterk isolerende van karakter zijn en uitermate hardnekkig.

2.4 Opkokers en schuimvorming

Ten gevolge van een te hoge indikking kan het ketelwater gaan schuimen met de volgende problemen:

- De productie van natte stoom ten gevolge van het meegaan van ketelwater met de stoom; dit kan vervuiling van de stoom- en condensaatleidingen betekenen.
- Schuim in contact met het verwarmde oppervlak van de ketel geleidt de warmte niet zo effectief als water, waardoor oververhitting kan optreden. Detergenten, olie en vetten kunnen eveneens sterke schuimvorming veroorzaken.
- Schuimvorming en opkokers kunnen echter ook mechanische oorzaken hebben, zoals:
 - Het produceren van stoom bij een lagere druk dan de druk waarvoor de ketels ontworpen.
 - Een plotselinge en sterke verhoging van de stoomvraag.

Het aanhouden van een te hoog waterpeil in de ketel geeft opkokers. Schuimvorming kan gesignaleerd worden door een onrustig gedrag van het ketelwater in de peilglazen.

2.5 Corrosie

Op diverse wijzen kan een ketelwatersysteem zowel water- als stoomzijdig door corrosie worden aangetast. Hierna zullen de meest bekende vormen besproken worden.

2.5.1 Zuurstofcorrosie

Zuurstofcorrosie is van alle vormen de meest bekende. Het meest voorkomende corrosieprobleem in het voedingswatersysteem is zuurstofcorrosie, veroorzaakt door een slecht werkende ontgasser. Deze kan aanleiding geven tot pitting, zowel in de ontgasser zelf als in de voedingswaterleiding naar de stoomketel. Daarbij treedt van de diverse deelreacties (zie vorming hematiet) de volgende reactie op, waarbij de putten worden bedekt met roodbruine pokken ijzerroest. Slecht ontgast ketelvoedingswater zal uiteindelijk ook corrosie veroorzaken in de ketel en het condensaatnet. Het condensaatnet kan op zeer korte termijn worden aangetast, waarbij de corrosie ook kan leiden tot verontreiniging van het ketelwater met ijzeroxidenslib. Zuurstofcorrosie kan ook optreden tijdens bedrijfsstilstand. Indien het systeem slecht geconserveerd is en een vacuüm in het condensaatnet ontstaat waardoor lucht wordt aangezogen.

2.5.2 Koolstofdioxidecorrosie

Ten gevolge van de door bicarbonaat- en soda-splitsing ontstane H^+ ionen daalt de pH van het condensaat fors. Hierdoor kan aantasting van het staal optreden.

Koolstofdioxide corrosie leidt tot een egale aantasting van het staal, in de vorm van een geul.

2.5.3 Loogcorrosie

Een andere vorm van corrosie is de aantasting van koolstofstaal ten gevolge van een te hoge pH, de zogenaamde loogcorrosie. In stoomketels is loogcorrosie een gevolg van een extreem hoge indikking. Daarbij wordt in eerste instantie de beschermende magnetiethuid opgelost, waarna vervolgens loog en water rechtstreeks reageren met het staal onder de vorming van hematiet (roest).

2.5.4 Zuurcorrosie

Ook ten gevolge van een lage pH kan ernstige corrosie ontstaan, namelijk:

- Zuurcorrosie als gevolg van een niet goed uitgevoerde chemische reiniging of nabehandeling.
- Zuurcorrosie als gevolg van het meevoeren van regeneratiezuur met het suppletiewater of inlek van zure producten via het condensaat.

3. "Dosereren"

De dosering van de diverse typen conditioneringsmiddelen vindt over het algemeen automatisch en gestuurd plaats, waarbij de dosering bij voorkeur geschiedt in de ketelvoedingwaterleiding aan de zuigzijde van de voedingspomp. Dosering vóór of in de ontgasser wordt in de praktijk ook wel toegepast, waarbij echter dient te worden opgemerkt dat op deze wijze het verbruik van een chemische zuurstofbinder hoger is. Bepaalde typen conditioneringmiddel dienen rechtstreeks in de stoomleiding geïnjecteerd te worden. In verband met specifieke toepassingen is het derhalve raadzaam het doseerpunt met de waterbehandelaar te bespreken.

Op kleine ketelwatersystemen wordt nog wel eens handmatig gedoseerd, waarbij het nadeel is dat de actieve concentratie dan niet van een constant niveau is en diverse menselijke factoren voor een sterk schommelende dosering kunnen zorgen. Handmatige dosering is derhalve ter voorkoming van problemen niet aan te bevelen.

4. "Spuiprogramma's"

Ten gevolge van de stroomproductie wordt het ketelwater ingedikt en neemt dus de totale zoutconcentratie sterk toe. Om aan de richtlijnen te voldoen en om negatieve effecten zoals corrosie, afzettingen, opkokers, slibvorming, etc. te voorkomen, dient er naast een conditioneringprogramma een bepaalde hoeveelheid water gespuid te worden. Spuien is noodzakelijk om de concentratie opgeloste stoffen in het ketelwater te beperken tot de maximaal toelaatbare waarden. Om water en energie te besparen, is het echter noodzakelijk te streven naar de maximale toelaatbare indikking en dus een minimale hoeveelheid spui. Het spuien van het ketelwater kan zowel continu als discontinu worden uitgevoerd.

4.1 Continue spui

Bij een continue spui wordt een constante hoeveelheid water per tijdseenheid afgevoerd. Deze wijze van spui kan worden toegepast op systemen met een gemiddeld constante belasting. Hierbij wordt echter niet ingespeeld op eventueel wisselende hoeveelheden retourcondensaat, waarbij de maximaal haalbare indikking sterk kan fluctueren.

4.2 Discontinue spui op basis van tijd

Bij een discontinue spui op basis van tijd wordt op gezette tijden automatisch door middels van bijvoorbeeld een tijdgestuurde bodemspui-afsluiter gespuid. Een dergelijk systeem speelt echter niet in op een wisselende belasting van het systeem en op eventuele wisselende hoeveelheden retourcondensaat.

4.3 Discontinue spui op basis van geleidbaarheid

Bij een spui op basis van geleidbaarheid, wordt continu en automatisch door een elektrode de geleidbaarheid van het ketelwater gemeten. Bij het overschrijden van de ingestelde maximaal toelaatbare geleidbaarheid, wordt automatisch een afsluiter opengestuurd, waarna een hoeveelheid gespuid wordt, tot het moment dat de ingestelde geleidbaarheid weer bereikt wordt. Een dergelijk systeem speelt goed in op wisselende belastingen van het systeem.

5. "Landelijke aanvaarde richtlijnen ketelvoeding- en ketelwater"

Voedingwater

Ketelwater

Keteldruk	0,5 tot 20 bar		
	Tot 0,5 bar	0,5 tot 20 bar	
Keteltype	Alle typen	Vuurgang vlampijp	Waterpijp
Uiterlijke hoedanigheid	Praktisch vrij van slib, geen afwijkende geur of reuk, weinig of geen neiging tot schuimen.		
p-getal minimaal (meq/l)	5	5	5
p-getal maximaal (meq/l)	10	20	15
Kiezelduur maximaal (mg/l)	15 x p-getal	15 x p-getal	15 x p-getal
Totaal opgeloste stof uitgedrukt als:	-	-	-
- Elektrisch geleidingsvermogen bij 20°C, pH 8,3 maximaal (µS/cm)	4000	7000	6000
- Soortgelijk gewicht bij 15°C maximaal (°Be)	0,4	0,7	0,6
Organische stoffen als chemische zuurstofverbruik (CZV) maximaal (mg/l)	(100)	(200)	(150)
Bij toevoeging van:	-	-	-
- Fosfaat	-	30 - 80	30 - 80
- Tannine	100 - 150	100 - 150	100 - 150
- Sulfit	40 - 100	40 - 100	40 - 100
- Hydrazine	0,4 - 1,0	0,4 - 1,0	0,4 - 1,0

Ketelwater	0,5 tot 20 bar		
	Tot 0,5 bar	0,5 tot 20 bar	
Keteltype	Alle typen	Vuurgang vlampijp	Waterpijp
Uiterlijke hoedanigheid	Helder, kleur- en reukloos	Helder, geen afwijkende kleur of geur	
pH minimaal	7,0	7,0	7,0
Totale hardheid maximaal (°D)	0,1	0,1	0,1
IJzer maximaal (mg/l)	0,5	0,3	0,1
Koper maximaal (mg/l)	0,1	0,1	0,05
Zuurstof maximaal (mg/l)	-	0,1	0,1
Organische stoffen als chemisch zuurstofverbruik	(25)	(25)	(25)
CZV maximaal (mg/l)	-	-	-
Bij een toevoeging van: een moderne organische zuurstof-binder, zoals: DEHA, Hydrochinon, isoascorbinezuur, methylethylketoxine (mg/l)	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0	0,5 - 1,0

Deze informatie is u aangeboden door **Dutch Project Management Group**
 Een multidisciplinair projectmanagement bureau met een vernieuwende frisse visie op installatie management. Voor meer informatie verwijzen wij u graag door naar de internetsite www.dpmg.nl