SPIROCARE® WATERCHEMIE

In zowel open als gesloten verwarmings- en koelsystemen is water een van de belangrijkste onderdelen van de installatie. Vaak is de wisselwerking tussen de waterchemie (zoals de pH-waarde, zuurstof- en calciumhoeveelheden), de mechanische componenten (leidingen, radiatoren en warmtewisselaars) en de fysische kenmerken (zoals druk en temperatuur) van de installatie onvoldoende bekend of wordt deze onderschat. Dit kan echter leiden tot problemen met een mogelijk slechte warmteoverdracht, mechanische storingen, een hoge mate van onderhoud of een kortere levensduur, wat uiteindelijk een negatief effect heeft op de energie- en exploitatiekosten. De waterchemie is een belangrijk onderdeel en vereist kennis van de voornaamste eigenschappen van water en de mogelijke effecten, zoals kalkaanslag en corrosie.

RICHTLIJNEN

Zodra de kwaliteit van het verwarmings- of koelwater niet meer toereikend is, kunnen grote storingen, ernstige schade en rendementsverliezen optreden. Dit is niet alleen juridisch relevant, met het oog op garantieclaims, maar ook bedrijfseconomisch, omdat reparatie- en onderhoudskosten geen positieve bijdrage leveren aan het bedrijfsresultaat. Voor de juiste waterkwaliteit in verwarmings- en koelinstallaties wordt verwezen naar diverse richtlijnen, waaronder de VDI 2035. Veel leveranciers zijn afkomstig uit Duitsland of hebben daar hun belangrijkste afzetmarkten. Mede daarom zijn de garantiebepalingen van leveranciers van appendages vaak gerelateerd aan de VDI 2035. Desondanks verwijzen sommige fabrikanten van systeeminstallaties of onderdelen naar andere richtlijnen.

De verschillende waterparameters van het systeem moeten 8-12 weken na de eerste vulling en vervolgens eenmaal per jaar worden gemeten en gecontroleerd. Als additieven aan het systeem worden toegevoegd, moet ook de concentratie daarvan jaarlijks worden gemeten.

BASISPARAMETERS VAN HET SYSTEEMWATER

Er zijn een aantal basisparameters voor het bepalen van de waterkwaliteit in verwarmings- of koelsystemen. Aan de hand van deze basisparameters kan een eerste en betrouwbare analyse van de waterkwaliteit worden gemaakt. Basiskennis van de verschillende parameters is belangrijk om een deskundige beoordeling te kunnen geven over de waterkwaliteit in verwarmings- en koelsystemen.

Basiskennis van de verschillende parameters is een belangrijke eerste stap om een deskundige op het gebied van verwarmings- en koelsystemen te worden.

pH WAARDE

De pH-waarde, of zuurgraad, is een van de belangrijkste parameters voor de waterkwaliteit. De waarde wordt gedefinieerd als de negatieve logaritme van de waterstofconcentratie (pH = -log [H+]) en wordt gebruikt om het zure of basische karakter van een oplossing in water te beschrijven. Een goede kennis van het effect van de pH-waarde op het verwarmingssysteem biedt een belangrijk voordeel, omdat bepaalde chemische processen alleen bij een bepaalde zuurgraad kunnen plaatsvinden. De zuurgraad van het systeemwater kan in de loop der jaren toenemen, bijvoorbeeld doordat er zuurstof in het systeem komt die de uiteindelijke corrosiegevoeligheid van een metaal beïnvloedt. Een goede ontluchting van het systeem kan de pH-waarde stabiel houden.

De pH-waarde van het water wordt ingedeeld in een logaritmische schaal van 0 tot 14. Dit betekent dat een verschil van één eenheid op de pH-schaal leidt tot een aanzienlijke verandering in de zuurgraad. Bij een pH-waarde van 6,0 is de zuurgraad 10 keer hoger (sterker) dan bij een pH-waarde van 7,0. De pH-waarde moet daarom worden gemeten met een nauwkeurigheid van ten minste 0,1.

Oplossingen met een lage pH-waarde zijn zuur en hebben een hoog gehalte aan waterstofionen (H+). Oplossingen met een hoge pH-waarde zijn basisch (ook wel alkalisch genoemd) en hebben een hoog gehalte aan hydroxide-ionen (OH-). Een pH-waarde van 7 bij kamertemperatuur

geeft aan dat een oplossing neutraal is, zoals zuiver water. Er zijn dan evenveel H+ als OH- ionen. De pH-waarde is echter geen kwantitatieve maatstaf voor de zure of basische stoffen die in het water zijn opgelost.
Het risico van corrosie bij een bepaalde pH-waarde hangt af van het gebruikte metaal. Voor ferrometalen is een pH-waarde van meer dan 8,0 ideaal om het risico van corrosie te verminderen, terwijl een pH van minder dan 9,0 noodzakelijk is voor aluminiumlegeringen. Hoe hoger de pH-waarde, hoe groter het risico van kalkaanslag. De aanbevolen pH-waarde is dus een compromis.

ELEKTRISCHE GELEIDBAARHEID (EC)

Deze parameter geeft een indicatie van de zuiverheid van het water. Zuiver water heeft een zeer lage elektrische geleidbaarheid (ionenactiviteit). Mineralen (zoals alkaliën, chloriden, sulfiden en carbonaatverbindingen) opgelost in water verhogen de elektrische geleidbaarheid (EC). De elektrische geleidbaarheid kan worden gebruikt als een indicatie van de kans op metaalcorrosie.

Corrosie in verwarmingssystemen wordt veroorzaakt door zuurstof, zuren, basen en opgeloste zouten. Hoe hoger het aandeel opgeloste zouten en mineralen in het water (meer ionen), hoe hoger het elektrisch geleidingsvermogen en dus het risico van corrosie.Hoe hoger het geleidingsvermogen, hoe sneller het corrosieproces in onbehandeld water verloopt. Een lage waarde van het elektrisch geleidings-vermogen (minder ionen) veroorzaakt een hogere potentiaalvorming, wat leidt tot potentiaalvereffening en aarding. Hierdoor treedt uitkristallisatie van bepaalde zouten op wat leidt tot de vorming van afzettingen.

GELEIDBAARHEIDS-WAARDE IN µS/CM	CLASSIFICATIE
0 - 100	Vertraagde corrosie
100 - 350	Zeer langzame corrosie
350 - 500	Trage corrosie
500 – 1,000	Versnelde corrosie
1,000 - 2,000	Sterk versnelde corrosie
>2,000	Zeer sterk versnelde corrosie

Alleen een elektrische geleidbaarheidsmeting in microsiemens per centimeter (µS/cm) kan de hoeveelheid ionen van deze opgeloste mineralen bepalen.
Een meting van het geleidingsvermogen toont de totale concentratie van de in het water opgeloste ionen, maar niet het soort en volume van de mineralen. Omdat geleidbaarheid gemakkelijk te meten is, wordt het vaak gebruikt om de waterkwaliteit te controleren. Geleidbaarheid is echter niet geschikt om de watersamenstelling te controleren. Zolang de geleidbaarheid ongewijzigd blijft, blijft de watersamenstelling stabiel (bij ontharding blijft de geleidbaarheid gelijk, maar worden de Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen vervangen door Na^{+} ionen). Een verandering in het geleidingsvermogen is een aanwijzing dat de watersamenstelling is veranderd. Het water moet opnieuw worden geanalyseerd om te bepalen welke factoren in het water zijn veranderd.

De elektrische geleidbaarheid van het water is afhankelijk van de watertemperatuur: hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de elektrische geleidbaarheid; daarom moeten de gemeten EC-waarden worden gecompenseerd voor de temperatuur.

Gedemineraliseerd water kan door zijn zeer lage (zo niet verwaarloosbare) geleidbaarheid als isolator werken en wordt daarom aanbevolen voor het vullen, bijvullen of behandelen van het systeemwater om het geleidend vermogen te verminderen. Hoewel er een nauw verband bestaat tussen de elektrische geleidbaarheid (EC) en de totale hoeveelheid opgeloste vaste stoffen (TDS), zijn deze niet hetzelfde. EC is het vermogen om elektriciteit te geleiden en TDS is het totale volume aan opgeloste vaste stoffen in het water. Vaak wordt een omrekeningsfactor gebruikt (bv. 0,7). De totale opgeloste vaste stoffen (ppm) = 0,7 x geleidbaarheid (µS/cm).

TOTALE HARDHEID

De totale hardheid is de som van alle alkalische aardionen opgelost in het water en wordt uitgedrukt in ppm $CaCO_3$ of in graden Duitse hardheid (°dH), of in graden Franse hardheid (°fH). De waterhardheid wordt voornamelijk bepaald door opgeloste mineralen zoals calcium- en magnesiumzouten. Calcium gebonden aan m-alkaliteit wordt de tijdelijke hardheid genoemd, deze hardheid zet zich spontaan om tot ketelsteen zodra het water een temperatuur boven de 60 °C bereikt.

Hoe harder het water, hoe groter het risico van afzetting van calcium- en magnesiumzouten. Anderzijds is te zacht water agressief en corrosief.

Bij verhitting van hard water kan zich kalk (calciumcarbonaat) afzetten in de delen van het verwarmingssysteem met de hoogste temperaturen. Dit kan de levensduur en het rendement van het toestel aanzienlijk verminderen. Verwarmingsketels, warmtewisselaars en verwarmingsbuizen worden als het ware van binnenuit geïsoleerd en de energiekosten stijgen. Kalkaanslag in pompen, afsluiters en watermeters leidt tot slijtage van bewegende delen.

Een hoge hardheid kan leiden tot aanzienlijke kalkaanslag. Thermische spanning door kalkaanslag is het grootste probleem voor roestvrijstalen warmtewisselaars. Te zacht water kan echter corrosief en agressiever zijn.

Kalkaanslag in een verwarmingssysteem en daarmee de totale hardheid kan worden verminderd door:

- Ontharding, door ionenwisseling (uitwisseling van Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen tegen Na^{+} ionen)
- Demineralisatie of omgekeerde osmose van het vul- of suppletiewater.

Demineralisatie verwijdert alle ionen, inclusief magnesium en calcium, zodat een goede pH-buffering niet mogelijk is. Aan volledig onthard water moet een inhibitor worden toegevoegd om de pH-waarde te stabiliseren.

Er zijn twee manieren om de waterhardheid ter plaatse te meten: teststrips of titratie (toevoegen van druppels). Titratie is nauwkeuriger, terwijl teststrips eenvoudiger en sneller zijn.

TROEBELHEID

Troebelheid is een maat voor de relatieve helderheid van een vloeistof. Het wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van zwevende deeltjes, waaronder slib, corrosieproducten en bacteriën, die ‘gesuspendeerde vaste stoffen’ worden genoemd. De totale hoeveelheid zwevende deeltjes (TSS) in het water heeft een grote invloed op de normale werking van een systeem. Deze deeltjes kunnen afkomstig zijn van de installatiewerkzaamheden of het contact met de externe omgeving of kunnen het gevolg zijn van chemische reacties (corrosie) in het systeemwater. De vaste deeltjes in het water leiden ook tot erosie van zachte metalen zoals koper, aluminium en zink.

Ongeacht hun oorsprong kunnen zwevende deeltjes de leidingen, regelkleppen, pompen en warmtewisselaars blokkeren. De meting van de totale hoeveelheid gesuspendeerde vaste stoffen kan daarom van groot belang zijn voor het functioneren van de installatie en kan samen met de bepaling van de opgeloste zouten worden uitgevoerd.

Het water wordt als troebel beschouwd wanneer de aanwezigheid ervan een bepaalde waarde of concentratie bereikt. De troebelheid of onhelderheid van het water is een van de moeilijkst te meten parameters omdat het een subjectieve meting is. Troebelheidsmetingen zijn geen metingen van de concentratie, het type of de grootte van de aanwezige deeltjes.

De hoeveelheid licht die door de zwevende deeltjes in het watermonster wordt verspreid, wordt gemeten aan de hand van de optische karakteristiek van het water. Hoe hoger de intensiteit van het verspreide licht, hoe groter de troebelheid. Zo kan de gebruiker bepalen hoe troebel het water in het systeem is.

MAGNETIET

In wezen bevatten de vaste corrosieproducten slecht oplosbare zwarte deeltjes (magnetiet) of oranje deeltjes (hematiet). Deze deeltjes worden afgezet op punten in een verwarmingssysteem waar de stroming zwak is.

Magnetiet (Fe_3O_4) is een zwarte stof (slib) die ontstaat door slijtage en corrosie wanneer water en lucht reageren met ferrometalen in verwarmingsinstallaties. Het heeft de neiging zich op te hopen in leidingen en radiatoren en na verloop van tijd de watertoevoer te beperken of volledig te blokkeren. Hematiet zet zich af, groeit aan en veroorzaakt een geleidelijke reductie van de leidingdiameter totdat de leiding op een bepaald moment verstopt is.

Afzettingen van zwevende deeltjes kunnen ertoe leiden dat bewegende delen (zoals in pompen, ventilatieopeningen en meetapparatuur)vastlopen. Dit effect kan worden versterkt door de magnetische eigenschappen van magnetietdeeltjes. Dit is bijvoorbeeld mogelijk in hoogrendement circulatie-pompen, elektrische ontluchters en meetinstrumenten op basis van magneten. Als het magnetiet in het systeemwater niet wordt verwijderd, leidt dit onvermijdelijk tot snellere slijtage van pompen, rendementsverlies van de ketel en capaciteitsverlies van de gehele installatie.

Magnetiet bestaat uit zwarte ijzerdeeltjes die magnetisch zijn. Als de deeltjes zich aan een magneet hechten, geeft dit aan dat ze het product zijn van ijzercorrosie. Dit is een zeer goede visuele indicatie van hoe vervuild of schoon het systeem is en of er magnetiet aanwezig is.

TEMPERATUUR

De temperatuur, of warmtegraad, is de belangrijkste fysische waarde van het systeemwater die als drager de warmte overbrengt op andere materialen. Warmte kan alleen van een hoge temperatuur naar een lage temperatuur gaan. Natuurkundig gezien is het een maat voor de gemiddelde chaotische kinetische energie van de samenstellende deeltjes, d.w.z. van de beweging van de moleculen plus de beweging van de atomen in de moleculen. Bovendien veroorzaakt de temperatuur ook variaties in de macroscopische parameters zoals volume en druk. Onder invloed van temperatuurgradiënten kunnen de in het water opgeloste zouten zich afzetten op de wanden van onderdelen en in leidingen.

In installaties met een hoge watertemperatuur moet het systeemwater afkoelen voordat de pH-waarde of de elektrische geleidbaarheid (EC) kan worden gemeten of er moet een meter met temperatuurcompensatie worden gebruikt. Hoewel temperatuur niet noodzakelijk is voor de analyse van de waterkwaliteit van een verwarmingssysteem, is het toch een belangrijke parameter.

INHIBITOR (PROTECTOR)

Een inhibitor of corrosiebeschermer is een stof die de snelheid van chemische reacties zoals kalkafzetting en corrosie sterk vertraagt. Door toevoeging van een inhibitor aan systeemwater zal het corrosieproces vertragen en het water stabiliseren. In sommige gevallen kan de chemische reactie zelfs volledig worden stopgezet.

Een inhibitor wordt aan het systeemwater toegevoegd om het verwarmingssysteem te beschermen en zo de energie-efficiëntie ervan te verhogen. Het voorkomt corrosie van alle metalen die normaal in een verwarmingssysteem voorkomen, zoals koolstofstaal, roestvrij staal, koperlegeringen en aluminium. Het zorgt ervoor dat er geen corrosieslib ontstaat en beschermt openingen, leidingen en radiatoren tegen verstoppingen. Het voorkomt ook kalkaanslag in de verwarmingsketel en warmtewisselaars, wat het rendement verhoogt en een energiebesparend effect heeft. Daardoor worden de onderhouds- en reparatiekosten verlaagd en de levensduur van het systeem verlengd.

De SpiroPlus Protector bestaat uit speciaal geselecteerde stabiliserende en kristalstructuur-vernietigende polymeren, organische corrosieremmers en een verbindingsmiddel. De pH-neutrale werking vernietigt de kristalstructuur van de minerale zouten en zorgt ervoor dat deze in het systeemwater blijven drijven. Ze kunnen dan gemakkelijk worden verwijderd zonder aanslag te vormen. Door zijn pH-bufferend vermogen blijft de pH-waarde stabiel.

De inhibitors vormen een film op de te beschermen metalen oppervlakken. Voor alle producten, ook voor Protector, is het belangrijk dat de aanbevolen concentratie wordt aangehouden. Daarom is het zo belangrijk om de inhibitor concentratie nauwkeurig te controleren.

GASSEN EN ZUURSTOF

Elk watersysteem bevat een bepaalde hoeveelheid opgeloste gassen. Deze gassen kunnen van natuurlijke oorsprong zijn. Het kan gaan om lucht (zuurstof, koolzuur, kooldioxide en stikstof) of om andere gassen die ontstaan bij chemische reacties, zoals gasvormig waterstof, waterstofsulfide of ammoniak.

Opgeloste gassen kunnen in de vorm van microbellen vrijkomen als de watertemperatuur stijgt of de systeemdruk daalt (wet van Henry). Luchtbellen zijn slechte warmtedragers, waardoor de warmteoverdracht afneemt en het energieverbruik stijgt, bijvoorbeeld in warmtewisselaars en radiatoren, en waardoor de ketel oververhit kan raken. Bij hogere stroomsnelheden kunnen ze ook leiden tot geluiden in het hele systeem of zelfs cavitatie en erosie veroorzaken. Lucht bemoeilijkt ook het instellen van de installatie, veroorzaakt vroegtijdige slijtageverschijnselen aan onderdelen en bevordert corrosie en daarmee de vorming van vuil en magnetiet. Luchtbellen (opgehoopte gassen) kunnen zelfs een volledige beperking van de waterstroom veroorzaken.

Zuurstof veroorzaakt sterke versnelde corrosie van leidingen, ketels (aluminium/RVS), radiatoren, enz., vooral in systemen met een verhoogde watertemperatuur. Ook in gesloten koudwaterinstallaties is zuurstofcorrosie een probleem. Onder invloed van zuurstof wordt eerst ijzeroxide (roestwater) gevormd, gevolgd door de vorming van magnetiet (Fe_3O_4). Zuurstofcorrosie van ijzerhoudende materialen leidt eerst tot een verhoging van de pH-waarde (vorming van OH-). Bij verdere sterke zuurstofinbreng zal de corrosie echter een verlaging van de pH-waarde veroorzaken. In alkalisch systeemwater (pH >8,2) met weinig zuurstof zal zich een oxidelaag (passiveerlaag) vormen die het metaaloppervlak beschermt.

Volledig luchtdichte verwarmingsinstallaties kennen geen corrosieproblemen. Dit is echter niet realistisch, aangezien gassen op verschillende manieren in het systeemwater terechtkomen, onder meer via het vul- en suppletiewater, onvoldoende ontluchting, plaatselijke onderdruk, gasdiffusie door kunststof leidingen of membranen in expansievaten en via chemische en/of microbiologische reacties.

De normen bevatten geen richtlijnen voor zuurstof omdat speciale, dure in-line meetapparatuur nodig is om de juiste zuurstofwaarde te meten en een zuurstofwaarde alleen van belang is voor de plaats waar corrosie kan ontstaan, niet voor het gehele systeem. Het beperken van de constante toevoer van gassen (zuurstof) in het systeemwater en het zo snel mogelijk verwijderen van de vrijgekomen gassen en luchtbellen zijn aanbevolen maatregelen. Daartoe kunnen geautomatiseerde systemen (snelontluchters, luchtafscheiders of vacuümontgassers) worden geïnstalleerd om de opgeloste gassen en luchtbellen uit het systeemwater te verwijderen.

ALKALINITEIT

De totale alkaliteit toont de concentratie van carbonaten, bicarbonaten en hydroxide in het water, elimineert H+ ionen en is een maat voor het vermogen van het systeemwater om zuren te neutraliseren. De alkaliteit geeft het zuur-bufferend vermogen van het systeemwater aan, d.w.z. het vermogen om de pH-waarde stabiel te houden. Hoe hoger de alkaliteitswaarde, hoe minder de pH-waarde van het systeemwater kan variëren. Systeemwater met een lage alkaliteit, bijvoorbeeld door toevoeging van gedemineraliseerd water, kan met slechts een kleine toevoeging van een zuur of base een daling van de pH-waarde veroorzaken.

Het verband tussen de pH-waarde, kooldioxide (CO_2) en alkaliteit beschrijft de algemene toestand van het systeemwater. De totale alkaliteit wordt uitgedrukt in mg/l $CaCO_3$.

IJZER

IJzer is een metaal dat in de natuur voorkomt in de vorm van oxiden, of in combinatie met silicium of zwavel. In systeemwater komt ijzer voornamelijk voor in twee vormen: oplosbare en onoplosbare ijzerhoudende deeltjes. Water met volledig opgelost ijzer is helder en kleurloos. Wanneer het ijzer onder invloed van zuurstof wordt geoxideerd, verandert het in ijzerdeeltjes. Water met ijzerhoudende deeltjes heeft een roodbruine kleur en eventueel een bezinksel dat niet oplost.

IJzerbepalingen kunnen informatie geven over de mate van corrosie in het verwarmingssysteem. Het kan zich ophopen in leidingen en schade of een verminderde doorstroming en verminderde warmteoverdracht of -uitwisseling veroorzaken.

Een regelmatige analyse kan helpen bepalen of het ijzergehalte toeneemt, wat zou kunnen wijzen op voortdurende corrosie. Deze analyse moet ook uitwijzen of het ijzer oplosbaar of onoplosbaar is. Onoplosbaar ijzer kan worden verwijderd met magnetische

vuilafscheiders of filtratie. Oplosbaar ijzer moet worden omgezet in onoplosbaar ijzer om te kunnen worden verwijderd. Als deze omzetting niet mogelijk is, is spoelen en vervolgens reinigen van het systeem nodig om het ijzer te verwijderen. Er moeten geschikte inhibitors (corrosieremmers) worden gebruikt om voortdurende corrosie te voorkomen.

CHLORIDE EN SULFATEN

Chloriden en sulfaten zijn zouten in het systeemwater die het elektrisch geleidingsvermogen en de corrosiesnelheid verhogen.

In systemen met permanente of onregelmatige zuurstoftoevoer treedt meestal geen corrosieschade op aan roestvrij staal. Ongunstige omstandigheden, meestal gebaseerd op hoge chloride- of sulfaatconcentraties, kunnen echter leiden tot corrosie en lekkage, vooral in systeemwater met een lage alkaliteit. Chloride is uiterst schadelijk voor de passiveringslaag (oxidelaag) van materialen, vooral bij roestvast staal waarvan de beschermende chroomoxide laag kan worden aangetast. Daardoor kan in zwakke oxidelagen spannings-, scheur- of putcorrosie optreden. Het risico van putcorrosie neemt toe met het chloridegehalte en de temperatuur van het water. Het is daarom raadzaam lage chloride- en sulfaatconcentraties in het systeemwater aan te houden.

ATP (MICRO-ORGANISMEN)

Adenosinetrifosfaat (ATP) is het belangrijkste molecuul voor de overdracht en opslag van energie in alle levende cellen, van menselijke en dierlijke cellen tot microben zoals aerobe en anaerobe bacteriën, algen en schimmels. Als water een hoge concentratie levende organismen bevat, worden grote hoeveelheden ATP gedetecteerd.

Alle open en gesloten watersystemen vormen een omgeving waarin zich micro-organismen kunnen ontwikkelen. Ongecontroleerde microbiologische activiteit kan leiden tot biofilms (slijmlagen) op oppervlakken van het koel- of verwarmingssysteem. Hierdoor verslechtert de warmteoverdracht en ontstaan gunstige omstandigheden voor corrosie door lucht- en kalkvorming. Dit kan het rendement en de levensduur van de installatie verminderen en onvoorziene systeemstoringen veroorzaken.

Met een ATP-meting kan de microbiële activiteit snel worden gecontroleerd. Het resultaat hiervan geeft een algemeen beeld van de microbiologische status van de installatie.

VULLEN EN SUPPLETIEWATER

Het vullen van een verwarmingssysteem gebeurt bij voorkeur met water dat voldoet aan de richtlijnen voor de kwaliteit van systeemwater. Suppletiewater is het water dat nodig is om het door verdamping, lekkage en doorspoelen verloren gegane water aan te vullen.

Moderne verwarmingsketels en de bijbehorende installatieonderdelen vereisen dat het vul- en suppletiewater aan bepaalde kwaliteitseisen voldoet, zodat een probleemloze werking is gewaarborgd. Zelfs een kleine hoeveelheid zuurstof of kalkaanslag kan de oppervlakken van warmtewisselaars gedeeltelijk overbelasten door warmteaccumulatie, en schade en scheuren veroorzaken door thermo-mechanische spanningen. Om dit risico te vermijden moeten verschillende waterkwaliteitsparameters 8 tot 12 weken na de eerste vulling en vervolgens eenmaal per jaar overeenkomstig de voorschriften worden gemeten.

In grote installaties kan als vul- of suppletiewater het beste geconditioneerd leidingwater worden gebruikt, waarvoor ontharden (ontzouten) en ontgassen de eenvoudigste methoden zijn. Om de hardheid van het water te verminderen en problemen met kalkaanslag te voorkomen, moet het vul- en suppletiewater worden onthard. Om te voldoen aan de plaatselijke richtlijnen of de richtlijnen van de boilerfabrikant kan het leidingwater het beste worden ontgast en onthard of gedemineraliseerd, of worden behandeld met een omgekeerde osmose installatie.

ARTICLE NO.