

An aerial photograph of the city of Groningen, Netherlands, with a semi-transparent red overlay. The city features a dense urban core with numerous buildings, a prominent church spire on the left, and a large stadium (Stadion Afdeling) in the lower right. A river or canal runs through the bottom of the frame.

WarmteStad

Waterkwaliteit Noordwest & Warmtestations TB.WP.3.04

Colofon

WarmteStad
Postbus 24
9700 AA GRONINGEN
Bezoekadres: Griffieweg 99, Groningen

Status Definitief

Datum 8-4-2019

Versie 1.0

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten.....	4
2.1	Geleidbaarheid	4
2.2	Alkaliteit (pH-waarde).....	4
2.3	Chloride.....	4
2.4	Zuurstof.....	5
2.5	Warmtesysteem	5
3	NoordWest.....	6
3.1	Waterkwaliteit.....	6
3.2	Suppletiewater	6
3.3	Waterbereiding.....	7
3.4	Waterzuivering	7
3.5	Ontgassing.....	7
3.6	Monsternamen en dosering	8
3.7	Beheer & Onderhoud	8
4	Warmtestations.....	10
4.1	Waterkwaliteit.....	10
4.2	Suppletiewater	10
4.3	Waterbereiding.....	11
4.4	Waterzuivering	11
4.5	Ontgassing.....	11
4.6	Monsternamen en dosering	11
4.7	Beheer & Onderhoud	12
5	Risico inventarisatie.....	13
	Bijlage 1: Eisen leveranciers	14
	Bijlage 2: Hematiet en magnetiet.....	16

1.0	8-4-2019	Definitief	Erik Hollman	
0.1	18-3-2019	Initieel document	Erik Hollman	Lieuw Leijstra
Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Controle

1 Inleiding

WarmteStad ontwikkelt en beheert in Groningen een aantal alternatieve duurzame energievoorziening voor verwarming en koeling van woningen en utiliteiten. In dit document worden de eisen aan waterkwaliteit voor warmtenet NoordWest en de warmtestations voor WKO-installaties beschreven. De waterkwaliteit is zeer belangrijk ten einde tegen lage kosten de assets langdurig te kunnen exploiteren. Naast de kwaliteit wordt ook onderhoud en beheer van het water beschreven.

2 Uitgangspunten

Met deze uitgangspunten wil WarmteStad specificeren, waaraan de waterkwaliteit in verschillende assets (NoordWest en Warmtestation (secundair)) dienen te voldoen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het warmtenet NoordWest en de Warmtestations waarbij middels een warmtepomp op lage/middentemperatuurniveau wordt geleverd. Binnen het Warmtenet NoordWest kan de kwaliteit in het primaire leidingnet afwijken van het secundaire leidingnet.

Wanneer conditionering van water niet (goed) gedaan wordt, kunnen de volgende problemen optreden:

Corrosie van koolstofstaal:

- Zuurcorrosie,
- Erosie-corrosie,
- Zuurstofcorrosie,
- Sulfidecorrosie,
- Spanningscorrosie.

Afzettingen:

- Ketelsteen,
- Calciumfosfaatslib,
- Magnetietlib,
- IJzeroxiden,
- Zand en klei.

Luchtinbreuk:

- Zuurstofintreding,
- Stikstofintreding.

Om bovenstaande problemen te voorkomen, dient het water zeer beperkte hoeveelheden zouten en zuurstof te bevatten.

2.1 Geleidbaarheid

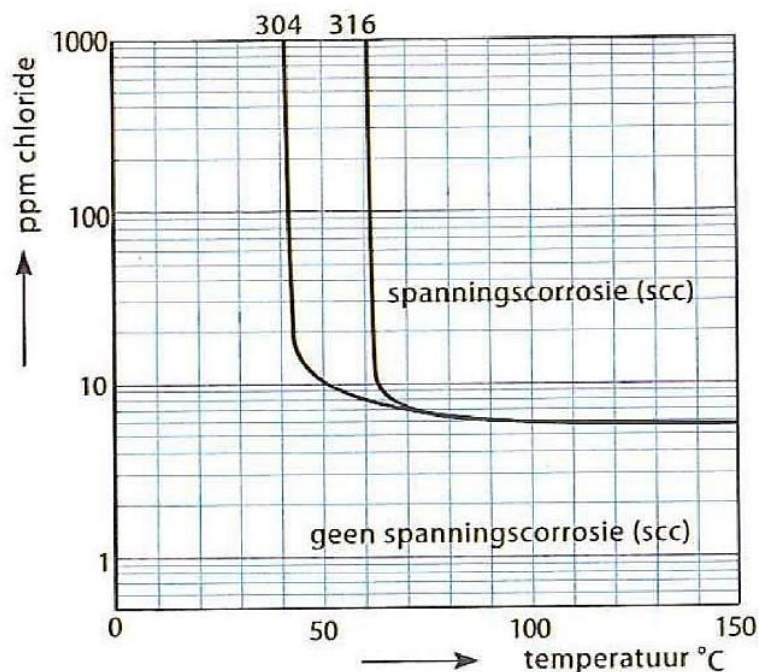
De geleidbaarheid is de maat voor hoeveelheid op geloste hardingszouten als calcium- en magnesiumcarbonaten. Deze mogen niet tot nauwelijks aanwezig zijn om ketelsteen en afzetting te voorkomen.

2.2 Alkaliteit (pH-waarde)

De juiste pH-waarde (tussen 9 en 10) zorgt voor een film aan de binnenzijde van de leidingen en daarmee een beschermingslaag. Bij een te lage pH ontstaat niet voldoende beschermingslaag en kan zuurcorrosie optreden. Bij pH-waarden boven de 10 kan interkristallijne spanningscorrosie bij lassen ontstaan. De pH-waarde mag derhalve niet hoger dan 10 zijn.

2.3 Chloride

De afwezigheid van chloride zorgt ervoor dat geen spanningscorrosie met roestvaststaal kan ontstaan. De maximale waarde chloride is 10 mg/l (ofwel lager dan 6 PPM).



Figuur 1: Spanningscorrosie bij roestvaststaal (bron: Isso 7)

Om de kans op spanningscorrosie te minimaliseren dient derhalve altijd minimaal RVS316 toegepast te worden.

2.4 Zuurstof

Zuurstof zorgt voor oxidatie, waarbij onder ander ijzeroxides (roest) ontstaan. In combinatie met sulfide producerende bacteriën kan zelfs grote hoeveelheden magnetiet ontstaan. Zuurstof dient derhalve in beperkte hoeveelheden in het water aanwezig te zijn.

2.5 Warmtesysteem

Belangrijk voor de waterkwaliteit in het warmtesysteem is dat het systeem zuurstof(diffusie)dicht is. Dit voorkomt overmatige ontgassing en ontstaan van zouten en corrosie.

3 NoordWest

Warmte NoordWest heeft een primair en secundaire systemen. De waterkwaliteit welke in het primaire systeem gehandhaafd wordt, wordt in dit hoofdstuk beschreven.

WarmteStad sluit op het primaire net zowel bestaande bouw als nieuwbouw secundair aan. Voor de nieuwbouw wordt dezelfde waterkwaliteit secundair gehanteerd als aan de primaire zijde (conform beschreven in dit hoofdstuk). Er vindt hier ook suppletie vanuit de primaire naar de secundaire zijde plaats.

In de bestaande bouw is het vaak onduidelijk welke materialen zijn toegepast. Het demiwater in het primair systeem kan grote schade aanrichten aan bijvoorbeeld aluminium in de secundaire systemen. Derhalve wordt voor bestaande bouw de waterkwaliteit conform de warmtestation (hoofdstuk 4) verlangd.

3.1 Waterkwaliteit

Warmtenet NoordWest is gekwalificeerd als een stadsverwarmingsnet. In Nederland bestaat de Kema richtlijn voor stadsverwarmingswater. Dit is de algemeen gehanteerde richtlijn en schrijft de waterkwaliteit voor. De gehanteerde waarden zijn:

- Deeltjesgrootte < 10 µm
- S.gel25kf * < 100 µS/cm,
- pH25 ** 9,5 -10,0,
- Zuurstof < 0,02 mg/l,
- Hardheid < 0,10 °D (< 0,0107 mmol/l),
- Cl < 10 mg/l,
- Fe < 0,2 mg/l,
- Cu < 0,1 mg/l.

* soortelijke geleiding bij 25 °C na kationfilter,

** pH bij 25°C.

Het zuurstofgehalte is sterk afhankelijk van de zuurstofdiffusiedichtheid van de (binnen)installatie.

Overigens komt de AGFW tot soortgelijke richtlijnen voor waterkwaliteit in stadsverwarmingsnetten.

3.2 Suppletiewater

De kwaliteit van het suppletiewater voor NoordWest dient aan de volgende normen voldoen:

- Hardheid < 0,10 °D (< 0,0107 mmol/l),
- Cl < 50 mg/l,
- Fe < 0,2 mg/l,
- Cu < 0,1 mg/l,
- pH25: 9,5 -10,0.

3.3 Waterbereiding

Grote hoeveelheden demiwater zullen door Northwater met tankwagens worden geleverd. Northwater is onderdeel van Waterbedrijf Groningen. Het water wordt geleverd met de volgende specificaties:

Parameter	Eenheid	Waarde
Acidity		5 - 10
Turbidity	FTU	< 0,1
Conductivity	µs / m	20
Iron	mg / l	< 0,01
Chloride	mg / l	< 5
Sulphate	mg / l	< 10
Magnesium	mg / l	< 1
Calcium	mg / l	< 1
Sodium	mg / l	< 5
Carbon dioxide	mg / l	< 30

Figuur 2: Waterkwaliteit volgens Northwater

De levering vanuit Northwater geschiedt per tankwagen, tegen de volgende condities:

- Product gedemineraliseerd water vanuit locatie Veendam,
- volume: 30 m³
- prijs per m³: €30,00
- administratiekosten: eenmalig € 100,00
- extra lostijd: € 60,- per uur (na 2 uur vrij voor lossen)

Voor suppletie zal een kleine RO-installatie dienst doen om water te leveren voor lekverliezen en vulacties met een laag volume.

Normaal kan gerekend worden met een suppletiekwantiteit van 1 tot 2% van de systeeminhoud per week. Er dient incidenteel rekening gehouden te worden met grotere hoeveelheden.

De secundaire systemen kunnen worden gesuppleerd met water uit het primaire systeem, vermits binneninstallaties tegen demiwater bestand zijn. In deze gevallen is het nog wel noodzakelijk om secundair monsternamen en dosering en ontgassing te kunnen doen.

De suppletie dient bemeterd te worden met een watermeter met pulsuitgang. De pulsuitgang moet in de automatisering (PA) worden opgenomen.

3.4 Waterzuivering

In de retour voor de warmtemeter en pompen wordt een grof en een fijn filter met magneetstaaf voor afvangen van magnetiet geplaatst. Het grof filter filtreert deeltjes tot en met 0,6 mm; het fijn filter tot en met 5 µm.

3.5 Ontgassing

De ontgassing kan (boven)atmosferisch (thermisch) of onderatmosferisch (vacuüm)

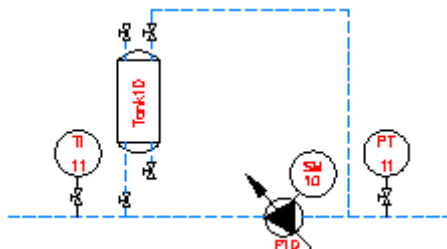
plaatsvinden. Vacuümontgassing is energetisch gezien de betere oplossing en de passende oplossing voor het warmtenet Noordwest.

De volgende methoden worden niet toegepast:

- Strippen met stikstof, gezien het kostenaspect en achterblijven van stikstof,
- Chemisch binden met sulfiet, wegens verhoging van het zoutgehalte,
- Chemisch binden met hydrazine, gezien het kostenaspect en de giftigheid.

3.6 Monstername en dosering

Om de kwaliteit van het water te kunnen meten, wordt een monstername punt geïnstalleerd. Veelal is dit monsternamepunt gecombineerd met een doseerinrichting. Dosereren gebeurt met chemicaliën, waaronder natronloog (NaOH). Bij monteren van de doseerinrichting dient rekening gehouden te worden met voldoende ruimte om veilig chemicaliën te kunnen doseren en te kunnen bemonsteren. De monstername en doseerunit wordt veelal rond een pomp geïnstalleerd:



Figuur 3: Voorbeeld inbouw van monstername en doseerunit.

3.7 Beheer & Onderhoud

Om de waterkwaliteit goed in stand te kunnen houden dienen metingen door een gespecialiseerd bedrijf en/of vakbekwaam persoon te worden gedaan. De chemische controle is erop gericht om na te gaan of de waterkwaliteit voldoet aan de normen. Analyse en frequentie van metingen in het warmtenet is als volgt:

- S.gel25 /S.gel25kf 2x per jaar,
- pH-waarde 2x per jaar,
- Chloride 2x per jaar,
- Zuurstof 2x per jaar,
- Ammonium 2x per jaar,
- Koper en ijzer 2x per jaar,
- Hardheid 2x per jaar,
- Alkaliteit 2x per jaar.

Bij de registratie gaat het om het vastleggen van de volgende informatie:

- De hoeveelheid van aardalkalimetalen of de totale hardheid,
- Inhoud van de installatie,
- Totale verwarmingsvermogen,
- Bij installaties met meerdere ketels/warmtepompen het vermogen per ketel/warmtepomp,
- Het gebruikte vulwater en de hoeveelheid water gebruikt gedurende de levensduur van de installatie,
- Additieven voor waterbehandeling (soort en hoeveelheid),
- Beoordeling van de waterkwaliteit,
- De selectie van het type en de afmetingen van de drukregeling,

- Selectie van materialen,
- PH-waarden,
- Het geleidingsvermogen.

Voor het veilig uitvoeren van monsternamen van waterkwaliteit en dosering van chemicaliën dient een voorschrift voor werkwijze opgesteld te worden. Hierin dient uitvoerig en stapsgewijs de procedures te worden beschreven.

4 Warmtestations

4.1 Waterkwaliteit

Naast Warmtenet NoordWest exploiteert WarmteStad ook diverse warmtestations. Een warmtestation is installatie die warmte uit wko-bronnen middels een warmtepomp opwaardeert en distribueert aan (veelal) commerciële ruimten en appartementen in één gebouw.

De omvang van dergelijke systemen is veel kleiner en temperaturen zijn over het algemeen veel lager. De problematiek ten gevolge van slechte waterkwaliteit is beperkter evenals de impact. Derhalve wordt voor deze warmtestations in basis de VDI2035 richtlijn gehanteerd.

De VDI 2035 hanteert de volgende norm voor hardheid en zuurstof:

Table 1. Guide values for the heating water

		Low-saline	Saline
Electrical conductivity at 25 °C	µS/cm	< 100	100–1500
Appearance		free of sedimentating substances	
pH value at 25 °C		8,2–10,0 ^{*)}	
Oxygen	mg/l	< 0,1	< 0,02

^{*)} In the case of aluminium and aluminium alloys the pH value range is limited; see also Section 7.4.

Figuur 4: VDI 2035 richtlijn voor waterkwaliteit

Bij toepassing van aluminium legeringen stelt de richtlijn andere eisen aan de pH-waarden; de pH-waarde moet zich bevinden tussen 6,5 en 8,5. Bij andere waarden is er een verhoogd risico op corrosie (oplossing van aluminium). In basis moeten aluminium legeringen vermeden worden.

4.2 Suppletiewater

Voor suppletiewater stelt VDI2035 het volgende

Totaal vermogen	Waterhardheid in °dH bij <20l/kW kleinste boiler	Waterhardheid in °dH bij >20l/kW<50l/kW kleinste boiler	Waterhardheid in °dH bij >50l/kW kleinste boiler
in KW			
<50kW	Geen eis of <16,8°dH	11,2°dH	0,11°dH
>50kW<200kW	11,2°dH	8,4°dH	0,11°dH
>200kW<600kW	8,4°dH	0,11°dH	0,11°dH
>600kW	0,11°dH	0,11°dH	0,11°dH

Figuur 5: VDI 2035 richtlijn voor suppletiewater

Bereiding van suppletiewater kan middels een ontharder worden bewerkstelligt. Deze wordt berekend op systeemgrootte en te verwachten suppletiehoeveelheden. De drinkwater aansluiting op de waterbehandeling dient voorzien te zijn van controleerbare keerklep.

4.3 Waterbereiding

De eerste vulling van een warmte/koudenet kan met tankwagens worden gerealiseerd en/of met een tijdelijke water bereider.

Voor suppletie zal een onthardingsinstallatie dienst doen om water te leveren voor lekverliezen en vulacties met een laag volume.

Normaal kan gerekend worden met een suppletiekwantiteit van 1 tot 2% van de systeeminhoud per week. Er dient incidenteel rekening gehouden te worden met grotere hoeveelheden.

De ontharder als ionenwisselaar in Duplex uitvoeren. Automatische regeneratie moet plaatsvinden op basis van afgenomen waterhoeveelheid. De aansluiting van de suppletievoorziening/ontharder voorzien van de vereiste terugstroombeveiligingen. Afhankelijk van de vulcapaciteit is een buffertank met een kleinere onthardingsinstallatie aantrekkelijk.

De suppletie dient bemeterd te worden met een watermeter met pulsuitgang. De pulsuitgang moet in het gebouwbeheersysteem worden opgenomen.

4.4 Waterzuivering

In de retour voor de warmtemeter en pompen wordt een grof en een fijn filter met magneetstaaf voor afvangen van magnetiet geplaatst. Het grof filter filtreert deeltjes tot en met 0,6 mm; het fijn filter tot en met 5 µm.

4.5 Ontgassing

De ontgassing kan onderatmosferisch (vacuüm) plaatsvinden. Vacuümontgassing is energetisch gezien een goede oplossing en de passende oplossing voor het warmtestations.

Indien het in pandig net groter wordt en expansieautomaat toegepast dient te worden, is het interessant om voor een pompautomaat te kiezen. Een pompautomaat zorgt namelijk voor het opvangen van expansie van het medium en voor ontgassing van het medium. In dit geval zou geen aparte vacuümontgasser nodig zijn. In gevallen waar het volume klein is, is een expansievat met vacuümontgasser de beste oplossing.

4.6 Monstername en dosering

Om de kwaliteit van het water te kunnen meten, wordt een monstername punt geïnstalleerd. Veelal is dit monsternamepunt gecombineerd met een doseerinrichting. Dosereren gebeurt met chemicaliën, waaronder natronloog (NaOH). Bij monteren van de doseerinrichting dient rekening gehouden te worden met voldoende ruimte om veilig chemicaliën te kunnen doseren en te kunnen bemonsteren. De monstername en doseerunit wordt conform figuur 3 geïnstalleerd.

4.7 Beheer & Onderhoud

Om de waterkwaliteit goed in stand te kunnen houden dienen metingen door een gespecialiseerd bedrijf en/of vakbekwaam persoon te worden gedaan. De chemische controle is erop gericht om na te gaan of de waterkwaliteit voldoet aan de normen. Analyse en frequentie van metingen in het warmtenet is als volgt:

- S.gel25 /S.gel25kf 2x per jaar,
- pH-waarde 2x per jaar,
- Chloride 2x per jaar,
- Zuurstof 2x per jaar,
- Ammonium 2x per jaar,
- Koper en ijzer 2x per jaar,
- Hardheid 2x per jaar,
- Alkaliteit 2x per jaar.

Bij de registratie gaat het om het vastleggen van de volgende informatie:

- De hoeveelheid van aardalkalimetalen of de totale hardheid,
- Inhoud van de installatie,
- Totale verwarmingsvermogen,
- Bij installaties met meerdere ketels/warmtepompen het vermogen per ketel/warmtepomp,
- Het gebruikte vulwater en de hoeveelheid water gebruikt gedurende de levensduur van de installatie,
- Additieven voor waterbehandeling (soort en hoeveelheid),
- Beoordeling van de waterkwaliteit,
- De selectie van het type en de afmetingen van de drukregeling,
- Selectie van materialen,
- PH-waarden,
- Het geleidingsvermogen.

Voor het veilig uitvoeren van monsternamen van waterkwaliteit en dosering van chemicaliën dient een voorschrift voor werkwijze opgesteld te worden. Hierin dient uitvoerig en stapsgewijs de procedures te worden beschreven.

5 Risico inventarisatie

Indien bovenstaande maatregelen en toepassingen niet nageleefd worden, wordt door o.a. corrosie en vervuiling de levensduur van installaties van WarmteStad sterk verkort. De daarmee samenhangende exploitatiekosten zullen hoog worden.

Als de klant niet op de hoogte van de gehanteerde waterkwaliteit is, kan door toepassing van “verkeerde” materialen (veelal aluminium) de levensduur van de betreffende materialen sterk verkort worden. Het gebruik van aluminium is uitgesloten en voor rubber dient EPDM toegepast te worden.

Bij aanpassing van de waterkwaliteit van (bestaande) installaties dienen de afnemers vooraf ingelicht te worden over de veranderde waterkwaliteit, zodat problemen met de (bestaande) binneninstallaties voorkomen kunnen worden.

Een ander risico ontstaat in de situatie waarin de afleversets niet door WarmteStad zijn voorgeschreven (Grunoblok 7) en de waterkwaliteit niet goed is. Onderdelen in de afleversets (denk bijv. aan de oude Agpo URS; de klepjes) kunnen dan falen. WarmteStad wordt vervolgens geconfronteerd met de aansprakelijkheid wat nu in de praktijk ook al het geval is.

Het werken met chemicaliën bij monsternamen en dosering is een risico, waarbij werklui gevaar lopen. Deze gevaren dienen geïdentificeerd te worden en middels een set maatregelen beheersbaar gemaakt worden.

Bijlage 1: Eisen leveranciers

In deze bijlage zijn de eisen opgenomen die leveranciers aan de waterkwaliteit stellen.

Novum (TO)

De waterkwaliteit dient periodiek (1 à 2 maal per jaar) gecontroleerd te worden op onderstaande waarden. Deze metingen moeten in een logboek bijgehouden worden evenals de hoeveelheden gesuppleerd water en de hardheid van het gesuppleerde water.

- pH 8,5 – 9,5
- hardheid < 0,0107 mol/m³ (= 0,1 °D)
- geleidbaarheid < 600 µS/cm
- CL < 150 mg/l
- Fe < 0,2 mg/l
- Cu < 0,1 mg/l
- Uiterlijke hoedanigheid Helder, kleur- en reukloos

HERTZ firematic (Zonnelaan)

Opgevraagd bij Energon

Remeha Quinta Ace (Grunoblok 6/7/8, container W2)

Grenswaarden CV-water Zuurgraad (behandeld water en onbehandeld water)	6,5 - 9,0 pH
Geleidbaarheid(1)	≤ 800 µS/cm
(25 °C) Chloriden	≤ 150 mg/l
Sulfaten	≤ 50 mg/l

Eco Heating (container W1)

Een eerste noodzakelijke voorwaarde is de kwaliteit van het te verwarmen water. Drie eigenschappen zijn belangrijk: de hardheid, de hoeveelheid opgeloste vaste stof en de zuurgraad.

- Hardheid mag niet hoger zijn dan 205 PPM CaCO₃ (11,5°dH)
- TDS (Totaal opgeloste vaste stof) mag niet hoger zijn dan 450 PPM
- Waterhardheid en TDS samen mag niet hoger zijn dan 450 ppm
- pH-waarde moet tussen 6,5 en 7,5 liggen, koud gemeten

Shimaka (Sportcentrum, Lunnethof, kolenpark)

Tabelle 1	
pH-Wert 7 bis 9	Freies Chlor < 0,5 ppm
SO ₄ ⁻⁻⁻ < 100 ppm	Fe ⁺⁺⁺ < 0,5 ppm
HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ⁻⁻ > 1	Mn ⁺⁺ < 0,05 ppm
Cl ⁻ < 50 ppm	CO ₂ < 10 ppm
PO ₄ ⁻⁻ < 2 ppm	H ₂ S < 50 ppb
NH ₃ < 0,5 ppm	Leitfähigkeit > 50 µS/cm, < 500 µS/cm
Wandtemperatur < 65 °C*	Sauerstoff < 0,1 ppm

Gesamthärte 4,0 bis 8,5 °dH*

CIAT LPG 400 (Grunoblok 6/7/8)

Aanbevelingen voor warmtewisselaar vloeistoffen:

- Geen NH_4^+ -ionen (ammoniumionen) in het water, deze zijn namelijk zeer schadelijk voor koper. Dit is een van de bepalende factoren voor de levensduur van koperen leidingen. Zelfs door enkele tienden mg/l wordt het koper in de loop der tijd ernstig gecorrodeerd (de platenwarmtewisselaars die worden gebruikt voor deze apparaten hebben gesoldeerde koperverbindingen).
- Cl⁻-ionen (chloriden) zijn schadelijk voor koper met het risico van perforaties als gevolg van putcorrosie. Houd het gehalte zo mogelijk lager dan 125 mg/l.
- SO_4^{2-} Sulfaationen kunnen perforatie door corrosie veroorzaken als hun concentratie hoger is dan 30 mg/l.
- Geen fluoriden (<0,1 mg/l).
- Vermoed geen Fe^{2+} - en Fe^{3+} -ionen met niet-verwaarloosbare gehalten opgeloste zuurstof aanwezig zijn. Opgelost ijzer < 5 mg/l met opgeloste zuurstof < 5 mg/l.
- Opgeloste silicium: silicium is een zuurelement van water en kan ook tot corrosie leiden. Gehalte < 1 mg/l.
- Waterhardheid: >0,5 mmol/l. De aanbevolen waarde ligt tussen 1 en 2,5 mmol/l. Dit vergemakkelijkt kalkafzetting die de corrosie van koper kan beperken. Te hoge waarden kunnen in de loop der tijd leiden tot verstopping van de leidingen. Een totale alkaliteit (TAC) beneden 100 is gewenst.
- Opgeloste zuurstof: vermijd plotselinge wijzigingen in het zuurstofgehalte in het water. Het is net zo schadelijk om zuurstof aan het water te onttrekken door het te mengen met inert gas als teveel zuurstof toe te voeren door het te mengen met pure zuurstof. Het verstoren van de zuurstoftoevoercondities leidt tot destabilisatie van koperhydroxiden en vergroting van deeltjes.
- Elektrische geleidbaarheid 10-600 µS/cm
- pH: ideale situatie pH neutraal bij 20-25°C - 7 < pH < 8.

Bijlage 2: Hematiet en magnetiet

Magnetiet

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)

Hematiet

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 cv-ketel. 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.

Loogcorrosie

Een andere vorm van corrosie is de aantasting van koolstofstaal ten gevolge van een te hoge pH, de zogenaamde loogcorrosie. In cv-ketels 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).

Behandeling

Magnetiet is magnetisch en te filteren met een magneetfilter.

Hematiet is niet magnetisch en met filtertechnieken slecht af te vangen



**Afbeelding 1: Kleppen Fortis afleversets
Grunoblok 7**