

Klimaatregeling EPB

→ Technische inhoud bestemd voor de opleidingsinstellingen

Technische module

HOOFDSTUK 9 Begrippen inzake waterbehandeling

Voor professionals inzake klimaatregeling: controleurs, technicus klimaatregeling EPB



Ontwerp oktober 2012

Meer info: www.bruxellesenvironnement.be

→ Professionals

→ Energieprestatie en Binnenklimaat

→ Technische installaties

Leefmilieu Brussel - BIM
Departement verwarming en klimaatregeling EPB
E-mail: climPEB@environnement.irisnet.be

ÉNERGIE



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 9.	Begrippen inzake waterbehandeling.....	3
9.1	Doel van waterbehandeling.....	3
9.2	Belangrijkste parameters om te bewaken	3
9.3	Samenvatting van de voornaamste bronnen van corrosie.....	7
9.4	Voornaamste waterbehandelingen bij klimaatregelingsinstallaties.....	9
9.5	De ontkalkingen.....	12

HOOFDSTUK 9. BEGRIPPEN INZAKE WATERBEHANDELING

9.1 DOEL VAN WATERBEHANDELING

De warmtegeleidende middelen die gebruikt worden in de klimaatregelingsinstallaties zijn hoofdzakelijk koelmiddelen, lucht en water.

Water biedt het voordeel dat het, in onze regio, gemakkelijk te verkrijgen en van goede kwaliteit is. Bovendien kan het door zijn grote soortelijke warmte gebruikt worden als warmtegeleidend fluidum.

Het gebruik ervan vereist wel onze aandacht.

De volgende fenomenen kunnen immers optreden:

- corrosie: oxidatie, erosie, corrosie onder afzetting, ...
- biologische groei: bacteriën, algen, biologische films
- afzetting van zouten: kalkaanslag, ...
- een combinatie van de 3

Deze fenomenen kunnen de volgende gevolgen met zich brengen:

- risico's voor de gezondheid: bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van Legionella pneumophila
- daling van het rendement: bijvoorbeeld verkalking van een wisselaar
- defecten: bijvoorbeeld doorboring van een ventilator-convecteur
- toename van de kosten en de tijd voor onderhoud: bijvoorbeeld reiniging van een wisselaar.

Het wordt dus aanbevolen om de kwaliteit van het naar een toepassing gevoerde water te beheersen, evenals de evolutie van de waterkwaliteit in elke toepassing.

9.2 BELANGRIJKSTE PARAMETERS OM TE BEWAKEN

9.2.1 DE HARDHEID VAN HET WATER

Het Hygrometrische Gehalte (TH = Total Hardness) of de totale hardheid is de totale hoeveelheid calcium- en magnesiumionen in het water. In combinatie met carbonaten kunnen deze ionen kalk vormen. De hardheid wordt uitgedrukt in Franse graden: $1^{\circ}\text{F} = 10 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$.

Het is ook mogelijk om enkel de calciumconcentratie te meten; het gaat dan om de calciumhardheid TCa (ook uitgedrukt in $^{\circ}\text{F}$)

Deze waarden worden verkregen door een analyse (titratie in laboratorium of met draagbare kit. Sommige kits maken gebruik van Duitse graden $\rightarrow 1^{\circ}\text{F} = 1,78^{\circ}\text{dH}$)

Typische waarden van TH:	leidingwater in Brussel	30 tot 40 $^{\circ}\text{F}$
	uitvoer ontharder	< 1 $^{\circ}\text{F}$
	gemengd water	7 tot 15 $^{\circ}\text{F}$

Deze parameter wordt meestal op de volgende toepassingen gemeten : waterverzachter, bevochtigingsbakken, koeltorens, sanitair warm water, verwarmingscircuits, stoomketels ...

9.2.2 DE GELEIDBAARHEID

De geleidbaarheid is een snelle meting van het gehalte aan zouten (zonder onderscheid) in het water. Hoe meer zouten in het water, hoe beter het stroomgeleidingsvermogen van het water.

Deze eigenschap wordt gebruikt voor de meting met behulp van een geleidbaarheidsmeter. De eenheid die doorgaans gebruikt wordt, is de microSiemens per centimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Het gehalte aan opgeloste zouten uitgedrukt in mg/l bedraagt 0,5-0,6 x de geleidbaarheid in $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Typische waarden voor de geleidbaarheid:



leidingwater in Brussel
uitvoer omgekeerde osmose 650 tot 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
< 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$

uitvoer ontharder de waterontharding
verandert weinig
aan de
geleidbaarheid =
controlemiddel

Met behulp van de geleidbaarheid kan men ook een concentratiefactor in een toepassing berekenen = geleidbaarheid van het water in de toepassing / geleidbaarheid van het toegevoerde water.

De concentratiefactoren toegepast op de koeltorens en de bevochtigingsbakken hangen af van de kwaliteit van het toegevoerde water en het toegepaste type behandeling; doorgaans schommelen ze tussen 2 en 3. Deze factor wordt ook toegepast op de installaties die stoom produceren (stoomketel, waterreservoir, ...).

Deze meting wordt door de temperatuur beïnvloed en wordt meestal op 20°C uitgevoerd (sommige geleidbaarheidsmeters beschikken over de optie "temperatuurcorrectie").

9.2.3 DE PH

De pH (zuurtegraad) is een getal tussen 0 en 14 en hangt af van de concentratie H^+ -ionen (zuur) in het water ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$).

Richtwaarden:



0	minimale waarde in het water = zeer zuur
0-1	sterke zuren: zwavelzuur, chloorwaterstofzuur, ...
2-3	sommige koolzuurhoudende dranken: Coca cola ...
7	neutraal
7-8	leidingwater in Brussel
7-8	waarde gewoonlijk aanbevolen voor een circuit dat aluminium bevat (vb. wisselaar)
8-10,5	waarde gewoonlijk aanbevolen voor een klassiek ijswatercircuit van staal
9,5-10,5	waarde gewoonlijk aanbevolen voor een klassiek verwarmingscircuit van staal
10,5-12	waarde gewoonlijk aanbevolen voor een stoomketel
13-14	sterke basen: natriumhydroxide, ...
14	maximale waarde in het water = zeer basisch

De pH wordt gemeten met een pH-meter die regelmatig moet worden onderhouden en geijkt met behulp van bufferoplossingen, dit is minder nauwkeurig, of met teststrips voor extreme waarden (ontkalkingen → cf. paragraaf gewijd aan ontkalking).

9.2.4 DE TOTALE ALCALINITEIT

De totale alkaliniteit wordt gemeten door titratie (in een laboratorium of met een sneltest), door aan een waterstaal zwavelzuur toe te voegen tot men een pH verkrijgt van 4,2 (zuur).

Het betreft dus de alkalinereserve, de buffer (hoofdzakelijk bicarbonaten en carbonaten) die verhindert dat het water verzuurt.

De gebruikte eenheid is dezelfde als die van de totale hardheid: Franse graden °F

Typische waarden:	leidingwater in Brussel	25-30°F
	glycolwater	> 100 °F op te volgen want de antivriesmiddelen kunnen zure afgeleide producten produceren op te volgen
	gesloten en halfopen circuits	op te volgen

9.2.5 DE RYZNARINDEX (RI) EN DE LANGELIERINDEX (LI)

Dit zijn indexen voor kalkaanslag berekend op basis van de pH, de calciumhardheid, de totale alkaliniteit en de temperatuur.

Richtwaarden:		I_R	I_L
	Stabiel water voor wat betreft kalkaanslag	5,8-6,9	
	Kalkrijk water	< 5,8	> 0
	Zeer kalkrijk water	< 3,7	
	Kalkoplossend of agressief water	> 6,9	< 0
	Zeer kalkoplossend of agressief water	> 8,7	

9.2.6 DE CONCENTRATIES METALEN

Bij een laboratoriumanalyse worden doorgaans de concentraties (in mg/l) ijzer, koper en zink bepaald (wanneer aluminiumdelen met het water in contact komen, ook de concentratie aluminium). De opvolging van de evolutie van de concentraties verstrekt informatie over de corrosie van het circuit. Bij de interpretatie van de evolutie zal men rekening houden met het type circuit (gesloten of halfopen) en met de aanwezigheid van een behandelingsproduct (dat een complexvormer kan bevatten die de metalen doet zweven in het water).

9.2.7 OPVOLGING VAN DE CONCENTRATIE BEHANDELINGSPRODUCT

Wanneer een behandelingsproduct in het water geïnjecteerd wordt, volgt men vaak de concentratie van een tracer (ion dat gemakkelijk door analyse gevolgd kan worden, dat niet degenereert en dat evenredig is met de concentratie behandelingsproduct). Typische tracers: fosfonaten, molybdaten, ...

9.2.8 VRIESPUNT

Voor glycolwater wordt het vriespunt doorgaans bepaald door refractometrie (refractometer) of densimetrie ("glycolweging"). In België raadt men over het algemeen een vriespunt onder -15 °C aan. (In sommige voedingsmiddelentoeepassingen wordt een zoutoplossing gebruikt als antivriesmiddel. In dat geval is het gewoonlijk de geleidbaarheid die toelaat te bepalen of de concentratie antivriesmiddel volstaat.)

9.2.9 MICROBIOLOGIE

totale kiemen: totale concentratie aerobe bacteriën doorgaans bepaald in een laboratorium bij 37 °C gedurende 48u. (Kolonievormende eenheid: CFU/100 ml). Snelle testen op basis van de concentratie ATP (molecule gebruikt door alle levende wezens) zorgen voor een snelle evaluatie van de microbiële besmetting van een toepassing (bijvoorbeeld: bevochtigingsbak of koeltoren)

andere testkiemen: voor de voedingsmiddeltoepassingen worden gewoonlijk de gehalten van volgende bacteriën bepaald → coliformen, E. Coli, fecale streptokokken, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa. (wanneer corrosie door anaerobe bacteriën wordt vermoed, kan men op zoek gaan naar sulfaatreducerende bacteriën)

Legionella pneumophila is een bacterie die kan voorkomen in stilstaand sanitair water en in de koeltorens. De analyse moet gebeuren door een erkend laboratorium.

9.2.10 CONCENTRATIE OPGELOSTE ZUURSTOF

Oxidatie is een van de voornaamste bronnen van corrosie.

Het leidingwater in Brussel kan tot 12 mg O₂/l bevatten (smaakcriterium). Men tracht de zuurstofaanvoer naar de gesloten circuits te beperken (meter op de watertoevoer, gesloten expansievaten, ...)

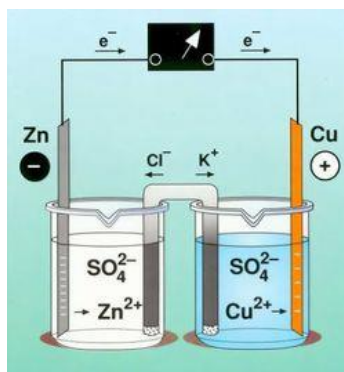
9.2.11 TEMPERATUUR

De verschillende temperaturen van het water in een toepassing hebben een grote invloed op de daarmee samenhangende fenomenen: bacteriologische ontwikkeling, kalkaanslag, corrosie, aanwezigheid van opgeloste zuurstof, ...

9.3 SAMENVATTING VAN DE VOORNAAMSTE BRONNEN VAN CORROSIE

9.3.1 REDUCTIEOXIDATIE

In aanwezigheid van opgeloste zuurstof komen ionen tussen zoals in een batterij: een element wordt geoxideerd en het andere gereduceerd. Bijvoorbeeld: een ijswatercircuit met koperen ventilator-convectoren, messing kleppen, stalen leidingen, met opgeloste zuurstof en geen corrosiewerend behandelingsproduct: het koper wordt gereduceerd en het staal geoxideerd. Hoe meer verschillende metalen, hoe groter de concentratie zuurstof, hoe sterker dit fenomeen. Men tracht de toevoer opgeloste zuurstof te beperken (gesloten expansievat, beperking van de watertoevoeren), de metalen in een circuit te uniformiseren, maatregelen te nemen om de reductieoxidatie te volgen en te beheersen.



9.3.2 EROSIE

De aanwezigheid van bellen (bijvoorbeeld als gevolg van holtevorming of aanwezigheid van gasholten) of deeltjes (bijvoorbeeld corrosieresten, zwevende materialen in het toegevoerde water, ...) in beweging veroorzaakt erosie.

9.3.3 CORROSIE ONDER AFZETTING

Een afzetting (kalk, magnetiet, ...) zorgt voor andere voorwaarden onder, boven en naast de afzetting: andere temperatuur, andere snelheid van het fluïdum, andere concentratie zuurstof, ander redoxvermogen. Deze verschillen veroorzaken een fenomeen dat men corrosie onder afzetting noemt.



9.3.4 CORROSIE ALS GEVOLG VAN DE ZUURTEGRAAD

Wanneer de pH-waarde te laag is voor de toepassing (cf. punt 1.2.3), hebben de metalen de neiging op te lossen en corroderen de metalen oppervlakken.

9.3.5 CORROSIE DOOR BIOLOGISCHE BRON

Sommige bacteriën kunnen specifieke corrosie veroorzaken (bijvoorbeeld sulfaatreducerende bacteriën). Biologische films zijn gewoonlijk ook een bron van corrosie.

9.3.6 PUTCORROSIE DOOR SULFATEN OF CHLORIDEN

In bepaalde omstandigheden kunnen hoge concentraties sulfaten of chloriden leiden tot putcorrosie of pitting.

Dit zijn de voornaamste bronnen van corrosie in de watercircuits van klimaatregelingsinstallaties. Corrosie is een uitgebreid onderwerp. Er bestaan nog andere oorzaken, maar die worden niet uitgewerkt in dit hoofdstuk: trillingen, thermische stress, H₂S, stroom, ...

Vaak zien we een "sneeuwbalfenomeen": een type corrosie kan leiden tot andere en zo de corrosiesnelheden doen toenemen.

De beheersing van de corrosie en de afzettingen speelt een belangrijke rol bij de vermindering van het aantal defecten en de handhaving van het rendement van de installaties. De corrosiesnelheden van de installaties kunnen beoordeeld worden met behulp van corrosiecoupons (stukjes metaal die in contact gebracht worden met het water van een installatie en na enkele maanden verwijderd, gewogen en onderzocht worden).

9.4.5 WATERBEHANDELINGSPRODUCTEN

9.4.5.1 TEGEN CORROSIE EN AFZETTINGEN

Er bestaan vele behandelingsproducten tegen corrosie en afzettingen, afgestemd op elke toepassing.

Vaak voorkomende moleculen:

- tolyltriaazol (corrosieremmer voor koper)
- molybdaten (corrosieremmer voor multimetalen)
- fosfonaten (corrosieremmer en complexvormer)
- fosfaten (corrosieremmer, pH-regelaar, inwerking op kalkaanslag, ...)
- silicaten (corrosieremmer en complexvormer)
- zinkderivaten (corrosieremmer)
- zuurstofreductoren (sulfieten, ascorbinezuur, DEHA ...)
- pH-regelaars (natriumhydroxide, ...)
- polymeren (dispersiemiddelen, complexvormers zoals polyacrylaten)

9.4.5.2 BIOCIDEN

De biociden kunnen op meerdere manieren ingedeeld worden, bijvoorbeeld:

- oxiderende biociden: derivaten van chloor, broom, ozon, ...
- niet-oxiderende biociden: isothiazolines, DBNPA ...

Bij de keuze van een biocide zijn verschillende gegevens belangrijk: selectiviteit ten aanzien van de micro-organismen, compatibiliteit met de installaties, milieuparameters, risico's voor de gezondheid, in het bijzonder bij de hantering, ...

Voorbeeld van een tabel die de selectie vergemakkelijkt:

BIOCIDE	EFFECTIVENESS AGAINST			COMMENTS
	BACTERIA	FUNGI	ALGAE	
Oxidizing Biocides				
Chlorine (Cl ₂)	E	G	G	Usable pH range 5 to 8 Effective at neutral pH (pH = 7) Less effective at high pH Reacts with -NH ₂ groups
Chlorine Dioxide (ClO ₂)	E	G	G	Insensitive to pH levels Insensitive to presence of -NH ₂ groups
Bromine	E	G	P	Usable pH range 5 to 10 Effective over broad pH range Substitute for chlorine
Ozone	E	G	G	pH range 7 to 9
Non-Oxidizing Biocides				
Carbamate	E	E	G	pH range of 5 to 9 Good in high suspended solids systems In-compatible with chromate treatment programs
Organo-Bromide (DBNPA)	E	P	P	pH range 6 to 8.5
Methylenebis-Thiocyanate (MBT)	E	P	P	Decomposes above a pH of 8
Isothiazoline	E	G	G	Insensitive to pH levels Deactivated by HS and -NH ₂ groups
Quaternary Ammonium Salts	E	G	G	Tendency to foam Surface active Ineffective in organic-fouled systems
Organo-Tin/Quaternary Ammonia Salts	E	G	E	Tendency to foam Functions best in alkaline pH
Glutaraldehyde	E	E	G	Effective over broad pH range Deactivated by -NH ₂ groups
Dodecylguanidine (DGH)	E	E	G	pH range of 6 to 9
Triazine	N	N	E	pH range of 6 to 9 Specific for algae control Must be used with other biocides

Biocide Control
E=Excellent
G=Good
P=Poor
N=No






Ontsmetting met behulp van UV-stralen kan de werking van de biociden vervangen of aanvullen.

Alle producten moeten zorgvuldig geselecteerd worden; het gebruik ervan moet beheerst en beperkt worden (verbruik, verblijfstijd, doseerfrequentie). Bovendien moeten alle voorzorgsmaatregelen genomen worden die vermeld worden in de MSDS-bladen (Material Safety Data Sheet).

9.5 DE ONTKALKINGEN

Wanneer aanslag in een installatie vastgesteld wordt, kan ontkalking beoogd worden. Alvorens te ontkalken, moet men zich ervan vergewissen dat het wel degelijk om kalk gaat: er bestaan andere oplossingen voor metaalslib of biologische afzettingen (dispersiemiddelen, ...).

Hierbij vindt u een tabel die de selectie van het zuur voor de ontkalking vergemakkelijkt:

Metalen	Zuren	Passibel Gepassiveerd zoutzuur	Sulfaminezuur	Fosfoorzur
Staal		OK	OK	OK
Roestvrij staal			OK	OK
Koper en koperlegeringen		Niet aan te raden	OK	OK
Verzinkt staal				
Aluminium			Niet aan te raden	OK
Gietijzer		OK	Niet aan te raden	OK

Het wordt aanbevolen een procedure voor de ontkalking van de installatie te volgen die het volgende vermeldt:

- de benodigde uitrustingen: circulatiepomp, controlemiddelen, ...
- de dosering
- de persoonlijke beschermingsmiddelen
- de middelen voor de opvolging van de pH
- de contacttijd
- de procedure voor de neutralisatie van het afval

Een ontkalking houdt steeds een risico voor de installatie in. Het is dus ten zeerste aangeraden preventieve middelen te zoeken, om de vorming van afzettingen in een installatie zo veel mogelijk te beperken.