

Voorschrift hechtingsmeting

VERENIGING VAN EXPLOITANTEN VAN WATERLEIDINGBEDRIJVEN IN NEDERLAND

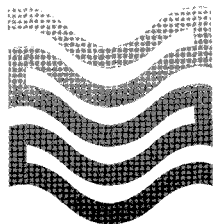


kiwa

SWE 97.012

Voorschrift hechtingsmeting

VEWIN



OPDRACHTGEVER

Gezamenlijke waterleidingbedrijven

OPDRACHTNUMMER

100014.013

AUTEURS

G. Galjaard, J.C. van der Dussen en H. Brink

AFDELING

Behandeling en Distributie

Nieuwegein, augustus 1997

OMSLAGFOTO

De hechtingsmeting in werking op pompstation Scheveningen (Duinwaterbedrijf Zuid Holland)

kiwa

Onderzoek en Advies

Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon (030) 60 69 511
Telefax (030) 60 61 165

ISBN 90-74741-44-4

© 1997 Kiwa N.V.

Niets uit dit drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Kiwa N.V., noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

SWE 97.012

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	2
2	ONDERWERP	2
3	TOEPASSINGSGEBIED	2
4	BEGINSEL	3
5	TOESTELLEN EN GLASWERK	6
6	REAGENTIA	7
7	VOORBEREIDEN HECHTINGSMETING	8
	7.1 Opstellen hechtingsmeting	8
	7.2 Reinigen opstelling	8
	7.3 Capillair plaatsen	8
	7.4 Aanmaken prescale-oplossing	9
8	UITVOEREN HECHTINGSMETING	10
	8.1 Monsternemen	10
	8.2 Analyse van de watersamenstelling	10
	8.3 Aanbrengen prescale	10
	8.4 Meting	11
	8.5 Meting afsluiten	12
	8.6 Beveiligingen	12
9	DE PACC EN t_{15-30} BEPALEN	13
10	EVALUATIE RESULTATEN	16
11	VERSLAG	17
12	LITERATUUR	18

BIJLAGE 1

Samenstelling van de Kiwa-Projectbegeleidingsgroep Kalkafzetting

BIJLAGE 2

Analyseformulier bij de hechtingsmeting

BIJLAGE 3

Voorbeeld van een verslag van de hechtingsmeting

1 INLEIDING

Afzettingen van kalksteen in drinkwaterinstallaties en warmwatertoestellen veroorzaken veel hinder voor de consument. Bovendien leidt kalkafzetting tot een toename van het energieverbruik en veel onderhoud aan huishoudelijke en industriële warmwatertoestellen. De Nederlandse waterleidingbedrijven streven ernaar om een zodanige kwaliteit drinkwater te distribueren, dat de consument zo weinig mogelijk wordt geconfronteerd met de problemen die door kalkafzetting worden veroorzaakt. Traditioneel wordt de verzadigingsindex SI, berekend bij temperaturen waarbij het water wordt gedistribueerd, gebruikt om het kalkafzettend vermogen van drinkwater te karakteriseren. Gebleken is echter dat deze parameters onvoldoende correlatie vertoont met problemen in de praktijk (Van Eekhout e.a., 1991). Daarom heeft Kiwa onder begeleiding van de Projectbegeleidingsgroep Kalkafzetting van de Werkgroep Conditionering nieuwe meetmethoden ontwikkeld, waarmee snel en eenduidig het kalkafzettend vermogen van drinkwater kan worden vastgesteld.

Een van de meetmethoden betreft de zogenaamde 'hechtingsmeting'. Met deze meting wordt onder praktijk-condities vastgesteld hoe snel aangroei van kalksteen verloopt. Dit voorschrift beschrijft de uitvoering van de hechtingsmeting. De Projectbegeleidingsgroep Kalkafzetting heeft standaardcondities vastgesteld voor de uitvoering van de meting. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van de samenstelling van deze Projectbegeleidingsgroep.

De meting, het voorschrift en de voor de meting benodigde capillairen worden geleverd door, en zijn te bestellen bij:

Kiwa N.V. Onderzoek en Advies
Afdeling Behandeling en Distributie
Postbus 1072
3430 BB NIEUWEGEIN
Telefoon (030) 606 95 11

2 ONDERWERP

Dit voorschrift beschrijft de hechtingsmeting. Met deze meting wordt onder gecontroleerde omstandigheden de in Praktijk Afgezette hoeveelheid CalciumCarbonaat (PACC) bepaald.

3 TOEPASSINGSGEBIED

Dit voorschrift is van toepassing op drinkwater, zoals dat in Nederland wordt gedistribueerd. Daarnaast is dit voorschrift van toepassing op water tijdens de bereiding tot drinkwater.

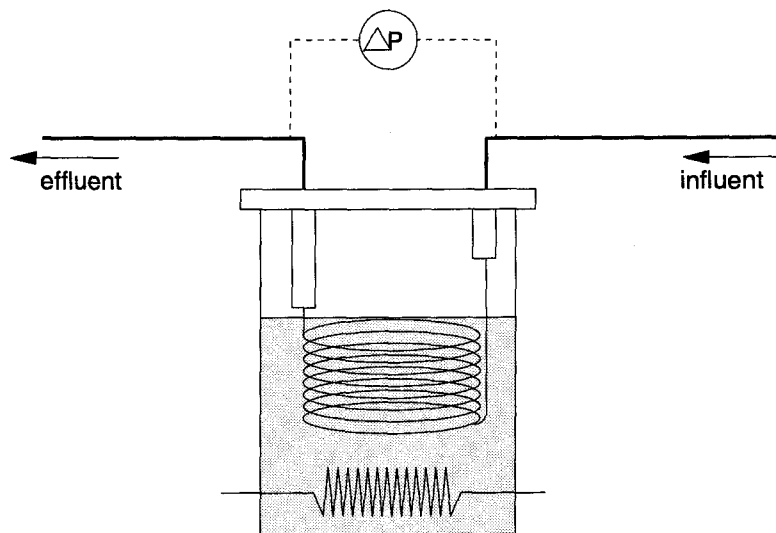
Simuleren van kalkafzetting in huishoudelijke warmwatertoestellen

Doel van de hechtingsmeting is om eenduidig de kalkafzettende eigenschappen van drinkwater in huishoudelijke warmwatertoestellen te karakteriseren. De mate waarin kalkafzetting optreedt in een warmwatertoestel hangt echter niet alleen af van de samenstelling van het water, maar ook van de constructie en het gebruik van het toestel. Het is daarom van belang om de meting uit te voeren met een gestandaardiseerde opstelling, waarbij de constructie en uitvoering van de hechtingsmeting nauw aansluiten bij de praktijk.

Problemen met kalkafzetting worden vooral ervaren in doorstroom warmwatertoestellen als gasgeisers en gecombineerde centrale-verwarming / warm tapwater toestellen (zogenaamde 'combi-toestellen'). De projectbegeleidingsgroep Kalkafzetting heeft er daarom voor gekozen om de omstandigheden waaronder de hechtingsmeting wordt uitgevoerd zoveel mogelijk overeen te laten komen met de omstandigheden aan de wand van dergelijke warmwatertoestellen.

Opzet van de meting

Figuur 1 geeft vereenvoudigd het principe van de hechtingsmeting weer.



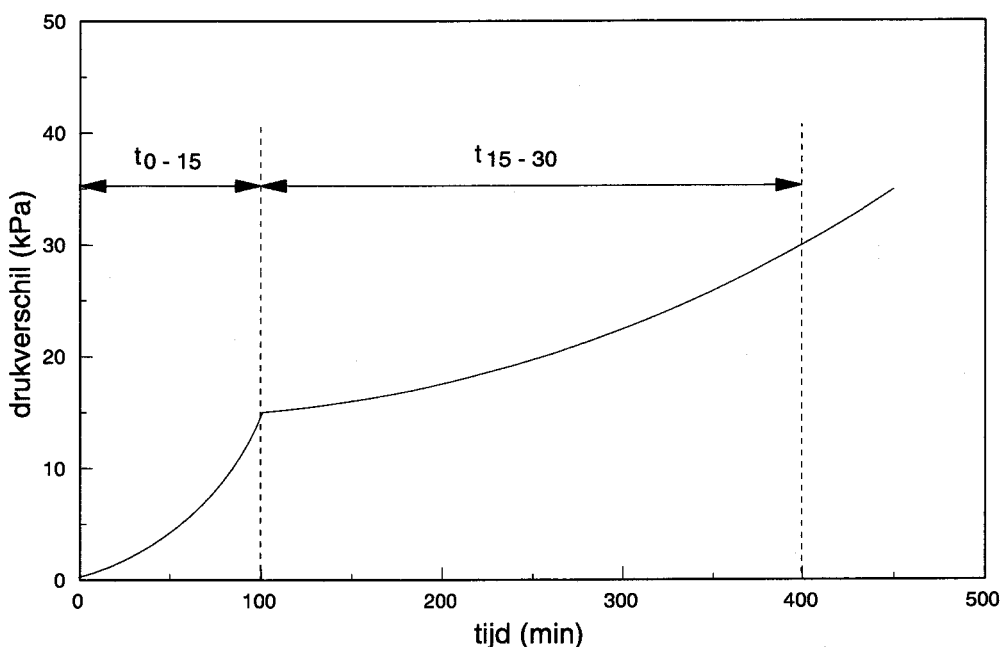
Figuur 1 Een vereenvoudigde weergave van de hechtingsmeting

In de hechtingsmeting wordt het water, onder circa 7 bar druk, door een capillair gepompt. Dit capillair heeft een interne diameter van 1,1 mm, een totale lengte van 97,5 cm en is uitgevoerd in roestvaststaal. Het capillair hangt in een verwarmd thermostaatbad. Door de verhoging van de temperatuur zet calciumcarbonaat af in

het capillair. Sterk kalkafzettend water zet meer kalk af dan zwak kalkafzettend water.

Het verloop van de hechting van het calciumcarbonaat aan de warme wand van het capillair wordt gevolgd door de toename van de drukval over het capillair in de tijd te meten. Tijdens het hechten van het calciumcarbonaat aan de wand wordt de doorsnede van het capillair kleiner waardoor de drukval over het capillair groter wordt. Sterk kalkafzettend water geeft sneller een toename van de drukval dan zwak kalkafzettend water.

Vanwege het feit dat de eerste aanhechting op het metalen capillair langzaam op gang komt, wordt in eerste instantie een zeer sterk kalkafzettend watertype door het capillair geleid. Dit synthetisch aangemaakte watertype, wordt in dit rapport verder de 'prescale-oplossing' genoemd. De calcium- en carbonaationen uit deze synthetische oplossing vormen in het capillair het eerste dunne laagje kalksteen. Deze dunne laag wordt de eerste laag of de 'prescale' genoemd.



Figuur 2 Voorbeeld toename drukval over het capillair tijdens een hechtingsmeting

In bovenstaande figuur is het verloop de druk tijdens een meting weergegeven. Tijdens de prescale-fase vindt de eerste aanhechting plaats van calciumcarbonaat aan de warme wand. Ter controle wordt de tijd gemeten waarin de drukval over het capillair toeneemt van 0 tot 15 kPa (t_{0-15}). Vervolgens wordt het monster waarvan de kalkafzettende eigenschappen bepaald moeten worden door het capillair geleid. De drukval neemt door het kalkafzettend vermogen van het monster verder toe.

De hechtingsmeting: hoeveelheid afgezette calciumcarbonaat en verstoppingstijd

De mate waarin kalkafzetting optreedt in het capillair wordt op twee manieren bepaald:

- door het calciumgehalte te bepalen in het water voorafgaand aan de meting en in het water na de meting. Het verschil in calciumgehalte geeft aan hoeveel calciumcarbonaat in het capillair is afgezet. Deze afgezette hoeveelheid wordt de 'onder Praktijkomstandigheden Afgezette hoeveelheid CalciumCarbonaat' (PACC) genoemd;
- door ter controle de drukval over het capillair te meten. De tijd die het duurt totdat de drukval over het capillair is toegenomen van 15 naar 30 kPa (t_{15-30}) wordt bepaald.

Beide uitkomsten van de meting worden gerapporteerd.

Definitie van de PACC

De onder Praktijkomstandigheden Afgezette hoeveelheid CalciumCarbonaat PACC is als volgt gedefinieerd:

$$PACC = [Ca]_{\text{influent}} - [Ca]_{\text{effluent}}$$

Hierin is $[Ca]_{\text{influent}}$ de concentratie calciumionen van het water voorafgaand aan de meting en $[Ca]_{\text{effluent}}$ de concentratie calciumionen van het water uit de meting, twee uur na aanvang van de meting. Beide concentraties worden uitgedrukt in mmol/l. Ook de PACC wordt uitgedrukt in de eenheid mmol/l. Desgewenst kan de PACC worden uitgedrukt in mg/l, door te vermenigvuldigen met de molmassa van calciumcarbonaat (100 g/mol).

Definitie van de t_{15-30}

Ter controle wordt vastgesteld hoe snel de druktoename over het capillair plaats vindt. Hiertoe wordt de tijd bepaald waarin de drukval over het capillair toeneemt van 15 tot 30 kPa, de t_{15-30} . Deze tijd is als volgt gedefinieerd:

$$t_{15-30} = \text{de tijd (in minuten) die het duurt totdat het drukverschil over het capillair, onder standaard condities, is toegenomen van 15 tot 30 kPa.}$$

Korte verstoppingstijden duiden op een grote mate van hechting van kalksteen op het verwarmde capillair. Lange verstoppingstijden duiden op een kleine tot geen mate van hechting van kalksteen.

5 TOESTELLEN EN GLASWERK

De opstelling voor de uitvoering van de hechtingsmeting bestaat uit:

- a1 een programmeerbare pomp (HPLC, 0 tot 30 ml/min, resolutie is 0,001 ml);
- a2 buisveermanometer, 0 - 15 bar kl. 1,6;

- a3 overdruk beveiliging;
- a4 afsluiter;
- a5 een thermostaatbad (0 - 150° C, siliconenolie);
- a6 hechtingscapillair;
- a7 drukverschilmeter;
- a8 warmtewisselaar (luchtkoeling);
- a9 membraanafsluiter;

- b1 datalogger
- b2 recorder
- b3 laptop

- c1 400 ml bekerglas (wijd)
- c2 2000 ml maatkolf
- c3 2 ml pipet
- c4 20 ml pipet
- c5 filtratieset
- c6 0,45 µm filterschijfjes (d=57mm)
- c7 jerrycan 20 liter (2x)
- c8 jerrycan 10 liter (2x)
- c9 2000 ml monster fles
- c10 500 ml monster fles

Tekeningen van de opstelling en onderdelen zijn bij Kiwa verkrijgbaar.

6 REAGENTIA

- 6.1 Calciumchloride-oplossing, $c(\text{CaCl}_2) = 1,00 \text{ mol/l}$: Weeg 111 g watervrij calciumchloride ($\text{CaCl}_2 \cdot 0\text{H}_2\text{O}$) af en voeg dit toe aan 750 ml gedemineraliseerd water. Vul met gedemineraliseerd water aan tot 1 liter. Toepassing: het aanmaken van de prescale.
- 6.2 Natriumwaterstofcarbonaat, $c(\text{NaHCO}_3) = 0,50 \text{ mol/l}$: Weeg 42,05 g natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO_3) af en voeg dit toe aan 750 ml gedemineraliseerd water. Vul met gedemineraliseerd water aan tot 1 liter. Toepassing: het aanmaken van de prescale.
- 6.3 Chemisch zuiver zoutzuur, $c(\text{HCl}) = 0,10 \text{ mol/l}$: Voeg 80,5 ml zoutzuur, $c(\text{HCl}) = 37,6\% \text{ m/m}$ toe aan 5 liter gedemineraliseerd water. Vul met gedemineraliseerd water aan tot 10 liter. Toepassing: het reinigen van de hechtingsmeting.
- 6.4 Dinatriumethyleendiaminetetra-acetaat, $c(\text{NaEDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,01 \text{ mol/l}$: Weeg 40 g dinatriumethyleendiaminetetra-acetaat af en voeg dit toe aan 5 liter gedemineraliseerd water. Vul met gedemineraliseerd water aan tot 10 liter. Toepassing: het reinigen van de hechtingsmeting.

7 VOORBEREIDEN HECHTINGSMETING

7.1 Opstellen hechtingsmeting

Stel de hechtingsmeting op (Hoofdstuk 5). Noodzakelijke voorzieningen zijn voldoende werkruimte (één tafel), een afvoer, stromend water en elektriciteit (220V, 16A). Het verdient de voorkeur om de hechtingsmeting op een laag belaste spanningsgroep aan te sluiten.

7.2 Reinigen opstelling

Reinig, voor elke meting, de hechtingsmeter. Dit moet gebeuren om de eventueel aanwezige calciumcarbonaat aanslag in de roestvaststalen aan- en afvoerleidingen en de membraanafsluiter te verwijderen. Het capillair van de vorige meting moet in het apparaat aanwezig zijn.

Het reinigen van de hechtingsmeter wordt uitgevoerd met standaardinstellingen, te weten:

Temperatuur oliebad	: 20° C
Debiet HPLC-pomp	: 13,5 ml/min
Systeemdruk	: 6 - 8 bar

Met deze instellingen wordt het volgende spoelprogramma afgewerkt:

- 1) 10 minuten spoelen met gedemineraliseerd water;
- 2) 15 minuten spoelen met EDTA oplossing 0,01 mol/l (6.4);
- 3) 15 minuten spoelen met gedemineraliseerd water;
- 4) 15 minuten spoelen met HCl oplossing 0,10 mol/l (6.3);
- 5) 15 minuten spoelen met gedemineraliseerd water;

7.3 Capillair plaatsen

Na het reinigen van de hechtingsmeter, wordt een nieuwe capillair geplaatst. Het vervangen van het capillair gebeurt als volgt:

- a) Haal de spanning van het apparaat.
- b) Demonteer de deksel van het oliebad en verwijder het oude capillair.
- c) Bevestig een nieuwe capillair, zorg ervoor dat de windingen van het capillair, elkaar na montage niet raken.
- d) Controleer of de aansluiting van het capillair aan de deksel niet lekt. Plaats hiervoor de deksel in een doorzichtig 400 ml bekersglas en sluit de bovenkant van de deksel aan op de rest van het systeem en zet de pomp aan.
- e) Plaats de deksel in het oliebad.

7.4 Aanmaken prescale-oplossing

De prescale is het eerste laagje calciumcarbonaat op het capillair die aangebracht wordt met behulp van een sterk kalkafzettende oplossing. Het voornaamste doel van de prescale is om de meettijd te verkorten en een zelfde uitgangssituatie te creëren.

De oplossing is synthetisch en wordt als volgt aangemaakt:

- Vul een 2 liter maatkolf met circa 1 liter gedemineraliseerd water.
- Voeg 5,0 ml 1 M CaCl_2 -oplossing (6.1) en 20,0 ml 0,5 M NaHCO_3 -oplossing (6.2) toe.
- Vul de maatkolf met gedemineraliseerd water aan tot 2 liter.
- Filtreer de oplossing over een 0,45 μm membraanfilter met behulp van een filtratieset.
- Bewaar de oplossing in een twee liter fles gekoeld en op een donkere plaats (houdbaarheid circa 4 uur).

8 UITVOEREN HECHTINGSMETING

8.1 Monsternemen

Voor een hechtingsmeting is de benodigde hoeveelheid monster afhankelijk van het kalkafzettend vermogen van dit monster. Naarmate het watertype sterker kalkafzettend wordt, wordt het benodigde monstervolume kleiner. Houdt het tijdstip tussen monsternamen en de meting zo kort mogelijk. Dit is om te voorkomen dat:

- de watersamenstelling van het monster in de tussentijd verandert;
- deeltjes aan de wand van de jerrycan gaan kleven;
- kiemvorming en groei van deeltjes op gaan treden.

Het heeft de voorkeur om de meting op lokatie uit te voeren zodat de HPLC-pomp het monster direct (bijvoorbeeld uit een overstort) kan onttrekken. Indien dit niet uitvoerbaar is, is het ook mogelijk om een 20 liter jerrycan met het te meten monster te vullen. Een eis hierbij is dat het monster dan gekoeld en op een donkere plek bewaard wordt. De meting dient uitgevoerd te worden op de dag van monstername.

8.2 Analyse van de watersamenstelling

Om de PACC te bepalen dient het calciumgehalte gemeten te worden. Het calciumgehalte wordt bepaald volgens NEN 6446 of gelijkwaardig, en wordt uitgedrukt in mmol/l.

8.3 Aanbrengen prescale

Nadat de voorbereidingen voor de meting zijn uitgevoerd, wordt de prescale aangebracht. Tijdens de prescale fase vindt de eerste aanhechting plaats van calciumcarbonaat aan de warme wand. De prescale wordt met behulp van een synthetisch aangemaakte calcium-carbonaat-oplossing aangebracht (zie paragraaf 7.4).

Standaard instellingen

Het aanbrengen van de prescale wordt uitgevoerd met de volgende instellingen:

Temperatuur oliebad	: 100°C
Debiet HPLC-pomp	: 20,0 ml/min
Tap-regime HPLC-pomp	: 8 minuten aan, 2 minuten uit
Systeemdruk	: 6 - 8 bar

Opwarmperiode

Zet de roerder en de temperatuurregelaar van het warmtebad aan. Tijdens het instellen van de juiste temperatuur is het voedingswater gedemineraliseerd water. Het opwarmen van het oliebad duurt circa 15 minuten. Controleer, gedurende deze periode, het complete systeem op lekkages.

Aanzetten recorder en datalogger

Nadat de juiste temperatuur is bereikt, wordt de recorder en de datalogger aangezet (zie handleiding recorder en datalogger). Stel voor het aanbrengen van de prescale het drukverschil over het capillair in op 0 kPa.

Aanbrengen prescale

Indien is vastgesteld dat de datalogger en de recorder de benodigde gegevens (tijd, drukverschil en temperatuur) registreren, kan men beginnen met het aanbrengen van de prescale. Stop de pomp, plaats de aanvoerslang in de prescale oplossing en zet de pomp weer aan.

Nadat het drukverschil over het capillair gestegen is tot 15 kPa wordt de pomp stopgezet.

Het aanbrengen van de prescale duurt circa 90 minuten. Indien het aanbrengen van de prescale korter duurt dan 75 minuten of langer duurt dan 120 minuten zal de prescale opnieuw moeten worden aangebracht op een nieuwe capillair. Het inwendige van het capillair heeft dan mogelijk ontoelaatbare onevenheden waardoor de hechting sneller verloopt dan voorgaande metingen.

8.4 Meting

Na het aanbrengen van de prescale kan de PACC en de verstoppingstijd t_{15-30} van het te meten monster bepaald worden.

Standaardinstellingen

Het bepalen van de PACC en van de verstoppingstijd wordt uitgevoerd met de volgende instellingen:

Temperatuur oliebad	: 100 °C
Debiet HPLC-pomp	: 13,5 ml/min
Tap-regime HPLC-pomp	: 8 minuten aan, 2 minuten uit
Systeemdruk	: 6 - 8 bar

Starten meting en aanpassen drukverschil

Na het aanpassen van het debiet van de HPLC-pomp wordt de aanvoerslang in het te meten monster geplaatst en de pomp weer aangezet. Door het lagere debiet zal het drukverschil over het capillair zijn gezakt. Stel daarom het uitgangssignaal van de drukverschilmeter bij tot 15 kPa.

Bepaling $[Ca]_{in\text{fluent}}$ en $[Ca]_{effluent}$

Bepaal het calciumgehalte van het watermonster ($[Ca]_{in\text{fluent}}$).

Het calciumgehalte van het effluent van het capillair ($[Ca]_{effluent}$) wordt als volgt bepaald:

- Plaats na 1 uur en 35 minuten de afvoerslang van de hechtingsmeter in een monsterfles van 500 ml.
- Verwijder de afvoerslang 25 minuten later uit de monsterfles.
- Bepaal het calciumgehalte ($[Ca]_{effluent}$).

8.5 Meting afsluiten

Nadat het drukverschil over het capillair gestegen is tot 30 kPa kan de meting worden afgesloten. De te volgen handelingen zijn:

- Stop de datalogger.
- Zet de thermostaat van het oliebad uit.
- Stop de pomp.
- Reinig indien noodzakelijk de hechtingsmeter (paragraaf 7.2).
- Schrijf de datalog file van de datalogger naar de computer.

8.6 Beveiligingen

De hechtingsmeter is uitgevoerd met twee drukbeveiligingen, een instelbare drukverschilbeveiliging en een systeem-overdrukbeveiliging.

Drukverschilbeveiliging

Deze beveiliging is met de hand instelbaar. Indien het drukverschil over het capillair toeneemt tot de ingestelde alarmwaarde (standaard 70 kPa) slaat de pomp uit. Deze beveiliging is ingebouwd om de systeemdruk in een veilige range te houden en om een beschadiging aan de drukverschilmeter te voorkomen. De beveiliging wordt vooralsnog niet gebruikt om de meting automatisch stop te zetten nadat de 30 kPa drukverschil is bereikt.

Overdruk beveiliging

Deze tweede beveiliging is een ventiel dat automatisch opent indien de druk in het systeem hoger wordt dan 15 bar. Dit kan veroorzaakt worden indien de ingestelde verschildruk beveiliging overbrugd wordt en de pomp door blijft pompen nadat het capillair verstopt is geraakt of door een verstopping in de leidingen voor de drukverschilmeter.

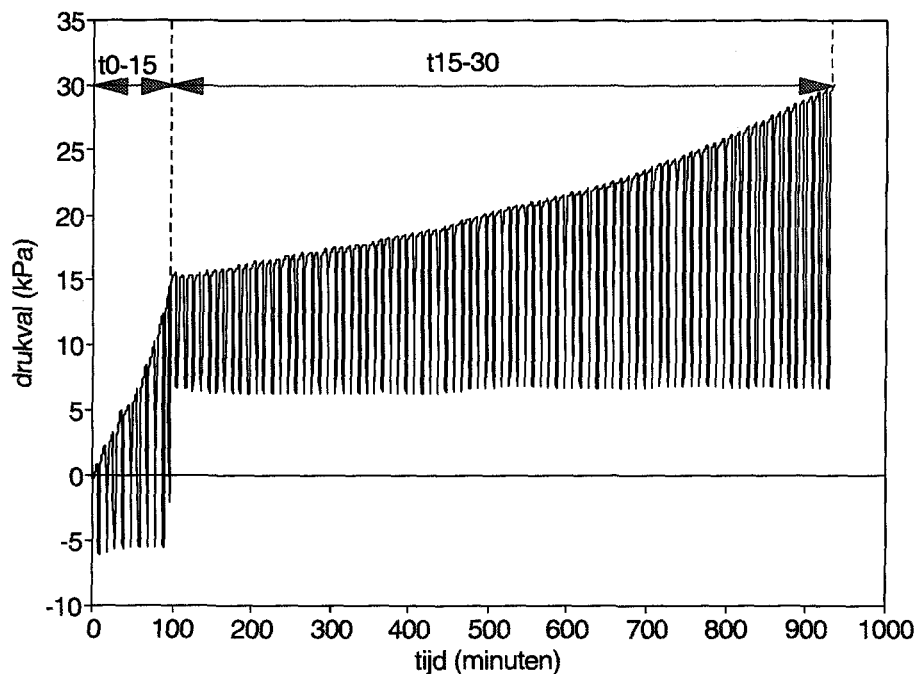
9 DE PACC EN t_{15-30} BEPALEN

De 'in Praktijk Afgezette hoeveelheid CalciumCarbonaat' PACC wordt berekend overeenkomstig de definitie in hoofdstuk 4:

$$\text{PACC} = [\text{Ca}]_{\text{influent}} - [\text{Ca}]_{\text{effluent}}$$

Hierin is $[\text{Ca}]_{\text{influent}}$ de concentratie calciumionen van het water voorafgaand aan de meting en $[\text{Ca}]_{\text{effluent}}$ de concentratie calciumionen van het water uit de meting, twee uur na aanvang van de meting. Beide concentraties worden uitgedrukt in mmol/l. Ook de PACC wordt uitgedrukt in de eenheid mmol/l.

De verstoppingstijd t_{15-30} is gedefinieerd als de tijd die het duurt totdat het drukverschil over het capillair gestegen van 15 tot 30 kPa.



Figuur 3 Voorbeeld hechtingsmeting

De verstoppingstijd kan vanuit het gemeten drukverschil in de tijd ruw bepaald worden, in het voorbeeld van figuur 3 circa 850 minuten. Uit deze figuur kan ook de prescale-tijd (t_{0-15}) worden afgelezen, in het voorbeeld circa 90 minuten. Om de tijden exact te bepalen moet de datalog file worden ingelezen in een spreadsheet programma (in dit voorbeeld Quattro Pro). Wanneer de datalog file in het spreadsheet programma is ingelezen, wordt de tijdstippen opgezocht waarbij de drukval over het capillair 0 kPa (T0), 15 kPa (T15) en 30 kPa bedragen (zie figuur 4). Vervolgens worden de pre-scale- en de verstoppingstijd berekend:

$$\begin{aligned} \text{prescale-tijd} & : t_{0-15} = T15 - T0 \\ \text{verstoppingstijd} & : t_{15-30} = T30 - T15 \end{aligned}$$

In het voorbeeld van figuur 4 betekent dit:

prescale-tijd : $t_{0-15} = 95,5 - 0 = 95,5$ minuten
 verstoppingstijd : $t_{15-30} = 931,5 - 95,5 = 836$ minuten

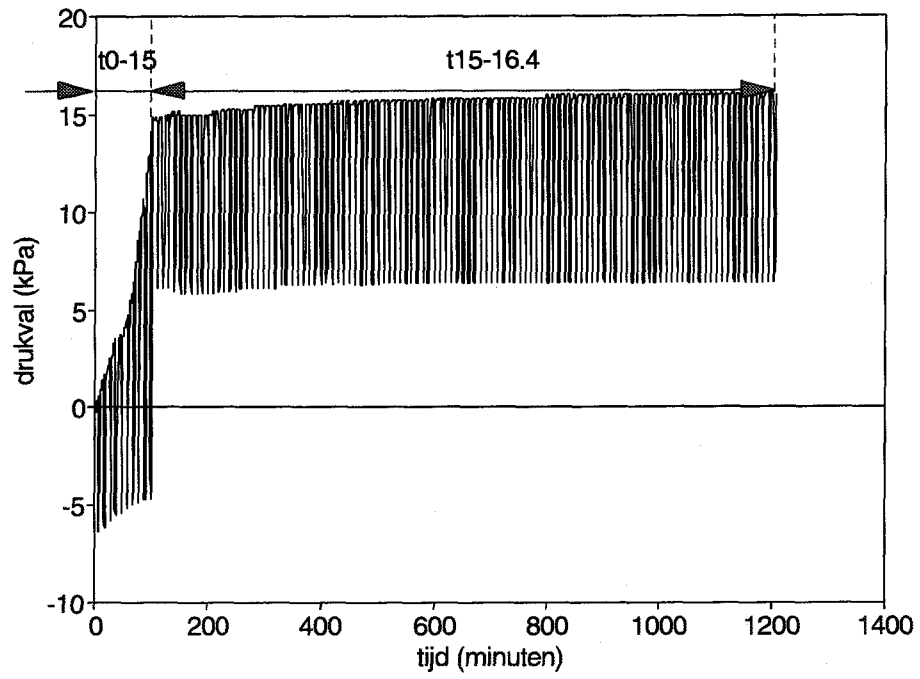
	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date	Time	Chan 6	dP (kPa)	tijd (min)			
2			V					
3	09-Feb-96	10:45:03	Dummy					
4	09-Feb-96	10:45:33	-0.026					
5	09-Feb-96	10:46:03	-0.008					
6	09-Feb-96	10:46:33	-0.004	-0.28011				
7	09-Feb-96	10:47:03	-0.004	-0.28011				
8	09-Feb-96	10:47:33	-0.004	-0.28011				
9	09-Feb-96	10:48:03	-0.002	-0.14006				
10	09-Feb-96	10:48:33	0	0	0			<----- T0
11	09-Feb-96	10:49:03	0	0	0.5			
12	09-Feb-96	10:49:33	0.002	0.140056	1			
13	09-Feb-96	10:50:03	0.004	0.280112	1.5			
14								
15	09-Feb-96	12:23:33	0.21	14.70568	95			
16	09-Feb-96	12:24:03	0.216	15.12605	95.5			<----- T15
17	09-Feb-96	12:24:33	0.218	15.26611	96			
18								
19	10-Feb-96	02:20:03	0.428	29.97199	931.5			<----- T30
20	10-Feb-96	02:20:33	0.428	29.97199	932			
21	10-Feb-96	02:21:03	0.43	30.11204	932.5			

Figuur 4 Het bepalen van de prescale- en de verstoppingstijd met behulp van een spreadsheet programma

Indien bepaalde watertypes niet of nauwelijks kalkafzettend zijn, kan het voorkomen dat de drukval van 30 kPa niet binnen een acceptabele meettijd komt te vallen (bijvoorbeeld 24 h). De verstoppingstijd kan dan niet bepaald worden. Noteer in dit geval de totale meettijd vanaf inzetten monster (na de prescale-tijd) en de tot dan toe gerealiseerde drukval. Een voorbeeld van een dergelijke meting is weergegeven in figuur 5.

Na het aanbrengen van de prescale is in circa 1100 minuten de drukval over de spiraal slechts 1,4 kPa toegenomen. De verstoppingstijd wordt als volgt genoteerd:

t_{15-30} : >1100 minuten, drukval na 1100 minuten: 1,4 kPa



Figuur 5 Voorbeeld van een hechtingsmeting van zwak kalkafzettend water

10 EVALUATIE RESULTATEN

Door voor een groot aantal locaties in Nederland de uitkomsten van de hechtingsmeting te vergelijken met het optreden van problemen met kalkafzetting in huishoudelijke warmwatertoestellen, is de volgende correlatie vastgesteld:

PACC < 0,2 mmol/l	in het geheel geen klachten over kalkafzetting, zeer gering onderhoud aan warmwatertoestellen als gevolg van kalkafzetting;
$0,2 \leq \text{PACC} \leq 0,6$ mmol/l	van tijd tot tijd ontvangt het waterleidingbedrijf klachten over kalkafzetting, merkbaar ontkalking van huishoudelijke warmwatertoestellen noodzakelijk;
PACC > 0,6 mmol/l	veel klachten over kalkafzetting, veel ontkalking van huishoudelijke warmwatertoestellen nodig.

Voor nadere informatie hierover wordt verwezen naar het rapport '*nieuwe parameters voor het kalkafzettend vermogen van water - samenhang met problemen in de praktijk*' (Kiwa-SWE 97.008).

11 VERSLAG

Vermeld in het verslag:

- datum meting;
- naam analist;
- monsteromschrijving, de eventuele code van het monster;
- tijdstip monstername;
- calciumgehalte monster;
- de instellingen waarbij de prescale is aangebracht:
 - de molariteit van de calciumchloride-oplossing;
 - de molariteit van de natriumwaterstofcarbonaat-oplossing;
 - tijdstip aanmaak prescale oplossing;
 - de temperatuur van het oliebad (standaard: 100° C);
 - het debiet van de voedingspomp (standaard: 20 ml/min);
 - het tapregime van de voedingspomp;
 - de systeemdruk (standaard: 6 - 8 bar);
 - tijdsduur aanmaak prescale t_{0-15} (>75 minuten).
- tijdstip inzet monster;
- de instellingen van de hechtingsmeting:
 - de temperatuur van het oliebad (standaard: 100° C);
 - het debiet van de voedingspomp (standaard: 13,5 ml/min);
 - het tapregime van de voedingspomp;
 - de systeemdruk (standaard: 6 - 8 bar).
- calciumgehalte effluent na 2 uur;
- de PACC;
- tijdstip afsluiten meting;
- de meetwaarden van de druk in de tijd (grafisch);
- druktoename vanaf inzet monster;
- tijdsduur behorende bij deze druktoename;
- de verstoppingstijd t_{15-30} .

Ter ondersteuning van de opbouw van een meetverslag is een analyseformulier gemaakt. Een blanco analyseformulier is opgenomen in bijlage 2. Een voorbeeld van een uitgewerkt verslag is opgenomen in bijlage 3.

12 LITERATUUR

AMMERS, M. VAN: 1982. *H₂O* 15, pp. 485.

BRINK, H. en G.H. EKKERS: 1995. '*Handleiding TACC90 versie 1.2*'. SWS 95.505, Nieuwegein

EEKEREN, M.W.M. VAN, H.BRINK en TH.J.J. VAN DEN HOVEN: 1991. '*Ontharden van drinkwater: recent onderzoek in Nederland*'. *De Ingenieur*, 103 nr.2, pp 16-19.

EEKHOUT, J.M.J.M. VAN, K.J. HOOGSTEEN, B.J.A.M. HARING en M.W.M. VAN EEKEREN: 1991. '*Problemen met kalkafzetting*'. *H₂O* 24 nr. 12, pp. 310-314.

EEKHOUT, J.M.J.M. VAN, M.W.M. VAN EEKEREN en H. BRINK: 1992. '*Kiwa-workshop: Voorkomen en voorkómen van kalkafzetting*'. *H₂O* 25 nr. 25, pp. 697-699.

GALJAARD, G., H.BRINK en H. VAN DER JAGT: 1995. '*Voorschrift meting nucleërend vermogen*'. SWE 95.014, Nieuwegein

MOREL, F.M.M. and J.G. HERING: 1993. '*Principles and applications of aquatic chemistry*'. Wiley & Sons, London.

NEDERLANDS NORMALISATIE INSTITUUT: 1990. '*Nederlandse Praktijk Richtlijn 6538 - Toelichting bij de bepaling van agressiviteit ten opzichte van calciumcarbonaat en de berekening ten behoeve van de ontzuring volgens NEN 6533 en 6536*'.

PLUMMER, L.N. en E. BUSENBERG: 1982. '*The solubilities of calcite, aragonite and vaterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C*'. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 46, pp. 1011-1040.

PROJECTBEGELEIDINGSGROEP KALKAFZETTING: 1996. '*Nieuwe parameters voor het kalkafzettend vermogen van water - samenhang met problemen in de praktijk*'. Kiwa SWE 97.008.

SONTHEIMER, H., P. SPINDLER en U. ROHMAN: 1980. '*Wasserchemie für Ingenieure*'. Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe. ZfGW-Verlag GmbH, Frankfurt/Main.

STUMM, W. en J.J. MORGAN: 1982. '*Aquatic chemistry*'. Wiley & Sons, London.

BIJLAGE 1

Samenstelling van de Kiwa-Projectbegeleidingsgroep Kalkafzetting

Voorzitter

drs. M.J.C. van Raalte NV Waterleiding Friesland

Secretaris

ir. H. Brink Kiwa N.V. Onderzoek en Advies

Leden

drs. L.A.C. Feij Stichting Waterleidinglaboratorium Zuid

drs. P.G.G. Slaats Kiwa N.V. Onderzoek en Advies

ing. E.A.M. van Soest Gemeentewaterleidingen Amsterdam

P.P.R. Vaal NV Delta Nutsbedrijven

drs. G. Veenendaal Stichting Waterlaboratorium Noord

BIJLAGE 2

Analyseformulier bij de hechtingsmeting

Lokatie

Pompstation :.....

Datum :.....

Monstername

Omschrijving monster :.....

Monsternemer :.....

Tijdstip :.....

Analyse watersamenstelling

[Ca²⁺ influent meting] :.....(mmol/l)

[Ca²⁺ effluent meting] :.....(mmol/l)

ΔCa :.....(mmol/l)

Prescale

Molariteit CaCl₂-oplossing :.....(mol/l)

Molariteit NaHCO₃-oplossing :.....(mol/l)

Tijdstip aanmaak prescale-oplossing :.....

Temperatuur oliebad :.....(° C)

Debiet voedingspomp :.....(ml/min)

Systeemdruk :.....(bar)

Tapregime pomp :.....

t₀₋₁₅ :.....(min)

Hechting monster

Tijdstip inzet monster :.....

Temperatuur oliebad :.....(° C)

Debiet voedingspomp :.....(ml/min)

Systeemdruk :.....(bar)

Tapregime pomp :.....

Tijdstip afsluiting meting :.....

Meetresultaten

PACC :.....(mmol/l)

T_{begin} (vanaf 15 kPa) :.....(min)

T_{eind} (bij 30 kPa) :.....(min)

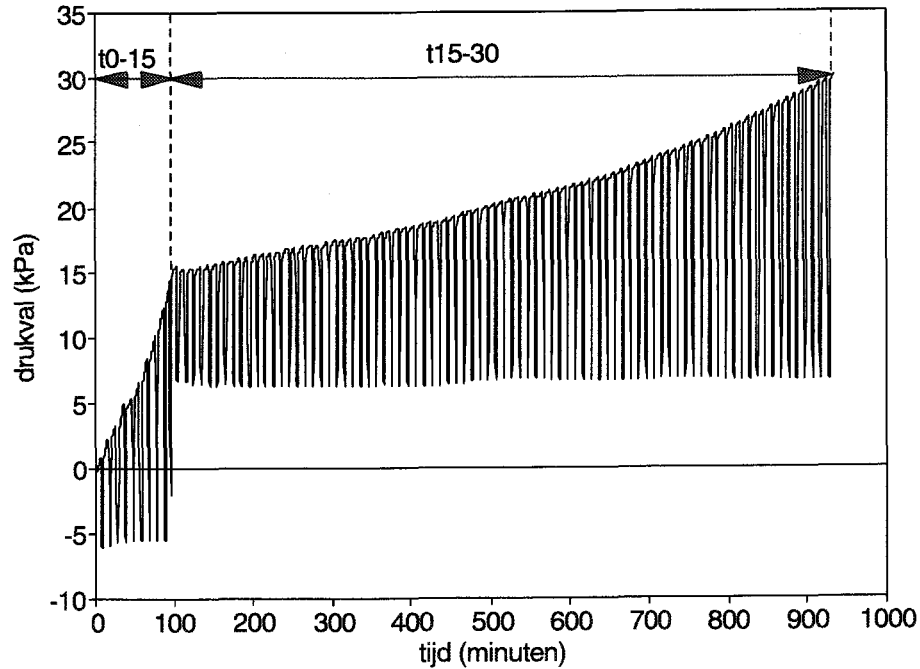
t₁₅₋₃₀ (T_{eind} - T_{begin}) :.....(min)

Opmerkingen:

BIJLAGE 3

Voorbeeld van een verslag van de hechtingsmeting

Lokatie : Nieuwegein
Datum : 9-10 februari 1996
Code : GG/180496_3
Analist : Sjaak van der Dussen



Figuur 6 Grafische weergave meting

Prescale instellingen

Molariteit CaCl_2 -oplossing : 1,00 mol/l
Molariteit NaHCO_3 -oplossing : 0,50 mol/l

Tijdstip aanmaak prescale-oplossing : 10:00 h
Temperatuur oliebad : 100° C
Debiet voedingspomp : 20 ml/min
Systeemdruk : circa 7 bar
Tapregime pomp, min aan/min uit : 8/2

Hechtings instellingen

Tijdstip inzet monster : 12:24h
Temperatuur oliebad : 100° C

Debiet voedingspomp : 13,5 ml/min
Systeemdruk : 6 - 7 bar
Tapregime pomp, min aan/min uit : 8/2
Tijdstip afsluiting meting : 02:21h

Resultaten meting

t_{0-15} : 95 min
PACC : 0.52 mmol/l
 t_{15-30} : 835 min