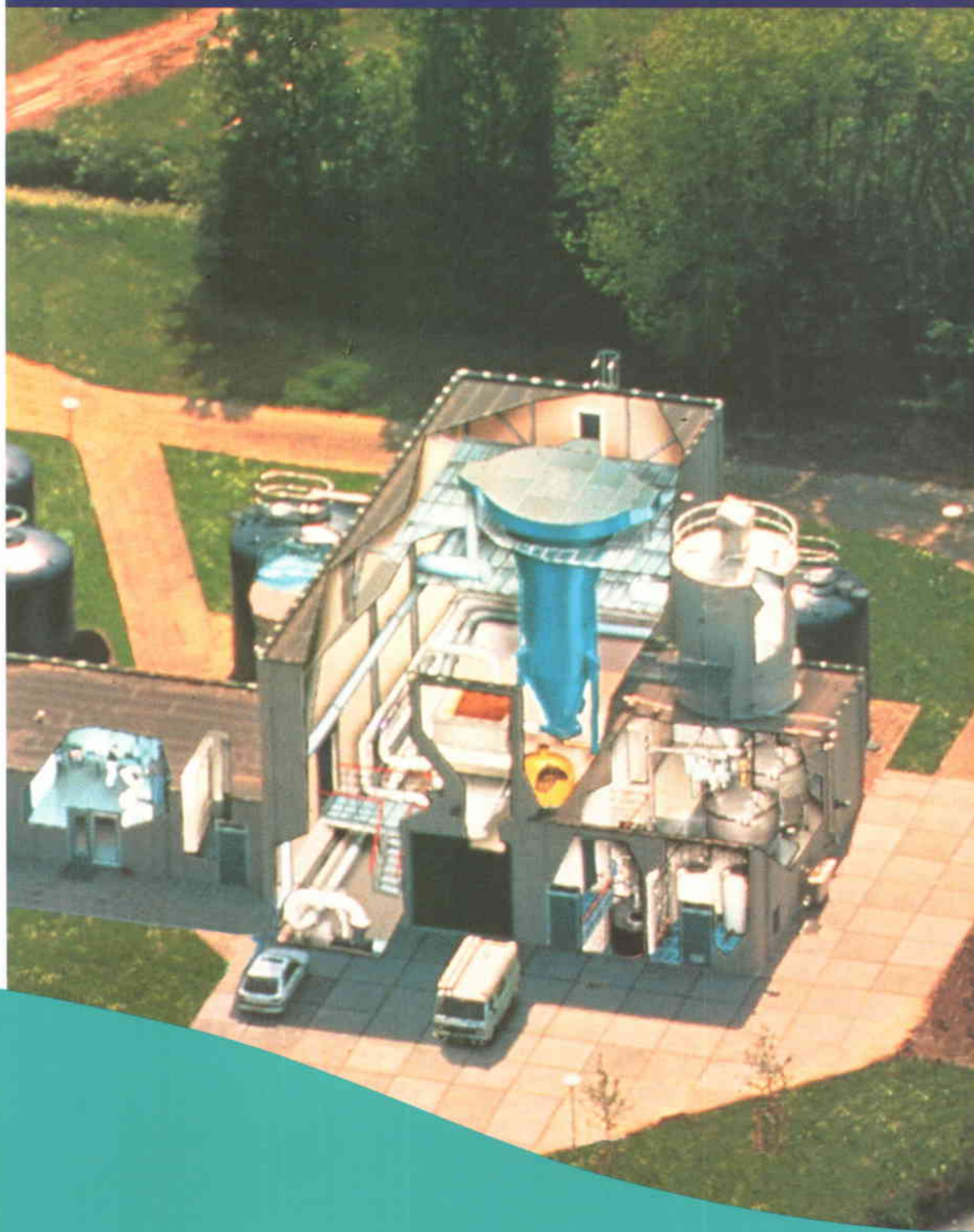


Stand van zaken ontharden in korrelreactoren in Nederland

bijlagen per pompstation

VERENIGING VAN EXPLOITANTEN VAN WATERLEIDINGBEDRIJVEN IN NEDERLAND



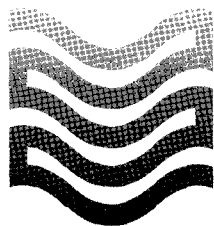
kiwa

SWE 95.001

Stand van zaken ontharden in korrelreactoren in Nederland

bijlagen per pompstation

VEWIN



OPDRACHTGEVER

VEWIN

OPDRACHTNUMMER

100015.014

SAMENSTELLING

Projectbegeleidingsgroep Ontharden

AUTEURS

C.W.A.M. Merks en M.M. Nederlof

AFDELING

Behandeling en Distributie

Nieuwegein, september 1995

kiwa

Onderzoek en Advies

Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
Telefoon (030) 606 95 11
Telefax (030) 606 11 65

90-74741-07-X

© 1995 Kiwa N.V.

Niets uit dit drukwerk mag worden vervoelvoudigd 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 95.001

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Merks, C.W.A.M.

Stand van zaken ontharden in korrelreactoren in Nederland,
bijlagen per pompstation /

samenstelling : Projectbegeleidingsgroep Ontharden;

auteurs : C.W.A.M. Merks en M.M. Nederlof

Nieuwegein : Kiwa N.V. Onderzoek en Advies

SWE 95.001

Opdrachtgever : VEWIN.

ISBN 90-74741-07-X

Trefwoorden : ontharden / korrelreactoren

Omslag : de onthardings- en nafiliterinstallatie op pompstation

Veiddriel van de N.V. Waterleiding Maatschappij Gelderland;

foto : Solutions Kommunikatie Adviseurs (Duiven).

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGE 1

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Noordbergum (WLF)	5
1.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	5
1.2 Onthardingschemicalie	7
1.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	8
1.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	8
1.5 Informatie nafiltratie	10
1.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	11
1.7 Resultaten aanvullende metingen	12

BIJLAGE 2

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Spannenburg (WLF)	17
2.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	17
2.2 Onthardingschemicalie	19
2.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	19
2.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	20
2.5 Informatie nafiltratie	22
2.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	22

BIJLAGE 3

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Assen (WMD)	23
3.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	23
3.2 Onthardingschemicalie	25
3.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	26
3.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	26
3.5 Informatie nafiltratie	28
3.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	29
3.7 Resultaten aanvullende metingen	30

BIJLAGE 4

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Sint Jansklooster (WMO)	35
4.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	35
4.2 Onthardingschemicalie	36
4.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	37
4.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	37
4.5 Informatie nafiltratie	38

BIJLAGE 5

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Oldenzaal (COGAS)	39
5.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	39
5.2 Onthardingschemicalie	41
5.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	41
5.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	42
5.5 Informatie nafiltratie	43

BIJLAGE 6

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Vierakker te Zutphen (WOG)	45
6.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	45
6.2 Onthardingschemicalie	47
6.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	48
6.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	48
6.5 Informatie nafiltratie	50
6.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	51

BIJLAGE 7

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Velddriel (WMG)	53
7.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	53
7.2 Onthardingschemicalie	54
7.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	55
7.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	55
7.5 Informatie nafiltratie	56

BIJLAGE 8

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Nieuwe Marktstraat te Nijmegen (ZgN)	57
8.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	57
8.2 Onthardingschemicalie	59
8.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	59
8.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	60
8.5 Informatie nafiltratie	61
8.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	62

BIJLAGE 9

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Cothen (WMN)	63
9.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	63
9.2 Onthardingschemicalie	65
9.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	66
9.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	66
9.5 Informatie nafiltratie	68
9.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	69
9.7 Resultaten aanvullende metingen	69

BIJLAGE 10

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Weesperkarspel (GW)	71
10.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	71
10.2 Onthardingschemicalie	73
10.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	73
10.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	74
10.5 Informatie koolfiltratie	75
10.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	76
10.7 Resultaten aanvullende metingen	77

BIJLAGE 11

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Leiduin (GW)	81
11.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	81

11.2	Onthardingschemicalie	83
11.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	83
11.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	84
11.5	Informatie nafiltratie	85
11.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	85

BIJLAGE 12

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hoorn te Alphen aan den Rijn (EWR) ..	87
12.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	87
12.2 Onthardingschemicalie	89
12.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	89
12.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	90
12.5 Informatie nafiltratie	91
12.6 Schatting kosten op jaarbasis	92

BIJLAGE 13

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hazerswoude (WZHO)	93
13.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	93
13.2 Onthardingschemicalie	95
13.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	95
13.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	96
13.5 Informatie nafiltratie	98
13.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	98
13.7 Resultaten aanvullende metingen	99

BIJLAGE 14

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Ridderkerk (WZHO)	103
14.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	103
14.2 Onthardingschemicalie	104
14.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	104
14.4 Informatie nafiltratie	104

BIJLAGE 15

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hendrik Ido Ambacht (WZHO)	105
15.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	105
15.2 Onthardingschemicalie	107
15.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	107
15.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	108
15.5 Informatie nafiltratie	109
15.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	110

BIJLAGE 16

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Kamerik (WZHO)	111
16.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	111
16.2 Onthardingschemicalie	113
16.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	113
16.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	114
16.5 Informatie nafiltratie	116
16.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	116

BIJLAGE 17

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Scheveningen (DZH)	117
17.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	117
17.2 Onthardingschemicalie	119
17.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	120
17.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	121
17.5 Informatie nafiltratie	123
17.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	123
17.7 Resultaten aanvullende metingen	124

BIJLAGE 18

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Baanhoek (WBE)	127
18.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	127
18.2 Onthardingschemicalie	129
18.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	130
18.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	131
18.5 Informatie nafiltratie	133
18.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	133

BIJLAGE 19

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Halsteren (DeltaN)	135
19.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	135
19.2 Onthardingschemicalie	137
19.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	138
19.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	138
19.5 Informatie nafiltratie	140
19.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	141

BIJLAGE 20

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Altena (WNWB)	143
20.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	143
20.2 Onthardingschemicalie	145
20.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	146
20.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	146
20.5 Informatie nafiltratie	148

BIJLAGE 21

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Seppe (WNWB)	149
21.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	149
21.2 Onthardingschemicalie	151
21.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	152
21.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	152
21.5 Informatie nafiltratie	154

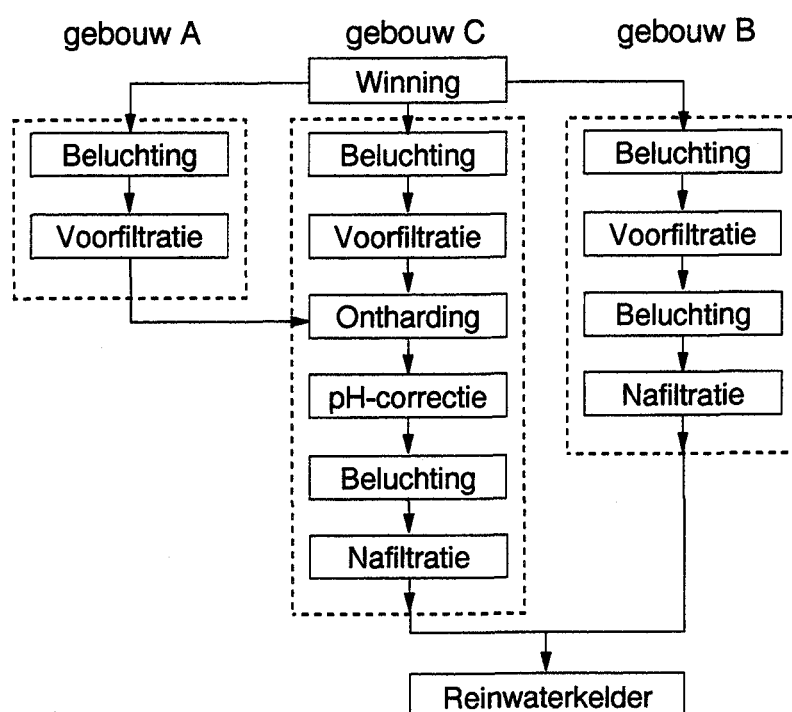
BIJLAGE 1

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Noordbergum (WLF)

1.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Het ruwe water van het pompstation Noordbergum is afkomstig van de drie productiegroepen van het wingebied Ritskebos. Het wingebied Ritskebos bestaat uit 33 putten (capaciteit 65 m³/h) en levert diep gewonnen anaëroob grondwater. Figuur 1 geeft het zuiveringsproces van pompstation Noordbergum schematisch weer.



Figuur 1 Blokschema zuivering Noordbergum.

Het anaëroobe water wordt verdeeld over drie zuiveringsstraten. Bij drie productiegroepen van het wingebied in bedrijf is de verdeling 540 m³/h voor gebouw A, 650 m³/h voor gebouw B en 900 m³/h voor gebouw C. Het water komt in alle gebouwen via sproeikamers op de voorfilters terecht. Het voorfiltraat van gebouw A wordt gemengd met voorfiltraat van gebouw C en wordt vervolgens in drie korrelreactoren onthard met kalkmelk. Na ontharding en pH-correctie (H₂SO₄-dosering) stroomt het water via cascadebakken naar de nafiltraats van gebouw C. Het voorfiltraat van gebouw B wordt niet onthard en komt via cascadebakken op de nafiltraats in dit gebouw. Het nafiltraat van gebouw C (het ontharde water) en van gebouw B (bypasswater) wordt gemengd en stroomt daarna in diverse kelders.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 1 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat (geb. C)	Reinwater
Zuurgraad	-	7,18	7,50	9,02	8,95	8,11
EGV	mS/m	67,18	65,2	37,4	39,3	56,3
Troebelheid	FTE	-	1,0	29	0,2	0,23
CO ₂	mg/l	46,50	30	-	-	5
HCO ₃ ⁻	mg/l	305	305	107	84	179
CO ₃ ²⁻	mg/l	-	-	44	8	-
Chloride	mg/l	101	-	-	-	87,5
Sulfaat	mg/l	6	-	-	-	16,0
Natrium	mg/l	37,5	37,5	37,6	37,8	48,5
Calcium	mg/l	92,6	95,0	40	28,6	56,6
Magnesium	mg/l	9,5	9,8	9,6	9,5	10,1
Ammonium	mg/l	0,78	0,06	0,06	0,00	0,00
IJzer	mg/l	6,0	0,1	0,1	0,02	0,02
Mangaan	µg/l	250	10	10	4	< 10
Aluminium	µg/l	4,3	2,3	98,2	35,9	21,0
Temperatuur	°C	11,8	11,8	12,0	12,0	12,0
Zwevende stof	mg/l	-	3,0	25,0	2,50	-
Zuurstof	mg/l	< 0,1	6,2	6,3	8,0	8,7

Tabel 2 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Noordbergum (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,06	-0,06	0,80	0,88	264	3,5	0,5
Reinwater	0,45	0,10	0,96	0,45	135	1,0	0,9

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

1.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Carmeuse
produktnaam	: Edelwit
concentratie aangeleverd produkt	: 96 - 98 % Ca(OH)_2

Er is gekozen voor kalkmelk omdat hierbij het natriumgehalte niet wordt verhoogd. Dit speelt een rol in verband met de toenemende verzilting in Noordbergum. Bovendien is kalkmelk goedkoper dan natronloog.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 60 m ³
verblijftijd in de silo	: 3 - 4 dagen
hellingshoek silo	: 70°
type trilbodem	: Brabender BAV 1502

Aanmaak van kalkmelk

In Noordbergum wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 16 - 18 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat/doseervat	: 1 - 2,5 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat/doseervat	: 13 - 16 minuten

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde centrifugaalpomp met NUK-waaier ϕ 150 mm. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering varieert tussen 130 en 170 g $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$.

diameter doseerleiding(en)	: 50 mm
materiaal doseerleiding(en)	: multibarslang (zacht PVC)

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

Direct bij levering wordt de zuiverheid (het Ca(OH)_2 -gehalte) en de hoeveelheid van het aangeleverde produkt gemeten.

1.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 650 m ³ /h (v_{\max} 100 m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
aantal water-invoerpunten	: 30 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 1
overstortgoot	: buiten de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 9020 mm
hoogte invoerkamer	: 700 mm
hoogte conisch onderstuk	: 2100 mm
hoogte cilindrisch deel	: 3020 mm
hoogte verwijding	: 2400 mm
hoogte overstortgoot	: 800 mm
diameter bodem	: 1300 mm
diameter cilindrische deel	: 2900 mm
diameter uitstroomopening	: 5500 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 24°
openingshoek verwijding	: 33° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak en in verband met de bedrijfsvoering cq. onderhoud.

1.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Noordbergum is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is niet constant en varieert tussen de 70 en 100%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 60 en 100 m³/m²h, en het onthardingstraject ΔTH van 1 tot 1,7 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 10,5 en een ondergrens van 7,4 ingesteld;
- continue meting totale hardheid en pH van de totale effluentstroom afkomstig van de drie reactoren;
- continue meting pH en totale hardheid van het ruwe water;
- continue meting totale hardheid en pH nafiltraat.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op korrelbedhoogte en op de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 3 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de kalkmelkdosering. De kalkmelkdosering valt zowel uit door verstoppingen in het aanvoergeedeelte van de kalkmelkinstallatie (verstoppingen door kalk) als door verstoppingen in de doseerleidingen richting reactoren (verstoppingen door de kalkmelk). De waterstroom door de reactoren wordt bij storingen aan de kalkmelkdosering niet gewijzigd.

tijdsduur storingen : 1 uur
schatting aantal storingen : 20 - 25 keer per jaar

Bij storingen aan (een van de) reactor(en) blijft de samenstelling van het water gelijk met uitzondering van de totale hardheid, die circa 0,5 mmol/l stijgt. De bedrijfsvoering van de zuivering wordt niet gewijzigd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 3000 - 4000 mm
hoogte fluïde bed : 6000 - 7000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:
 d_{50} : 0,95 mm
 UC (d_{60}/d_{10}) : 1,75

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 50 tot 60 volume procent.

frequentie korrelaftap : 21 - 28 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels : 1,4 - 1,8 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen : 50 mm
materiaal korrelafvoerleidingen : RVS
snelheid in de afvoerleidingen : 1,4 m/s
type korrelpomp : verrubberde vuigerwaaier
capaciteit : 10 m³/h

type afsluiter : kogelkleppen onder de reactor en een membraanafsluiter bij de korrelbunker

Korrelbunker

inhoud : 120 - 140 ton, 80 - 90 m³
hoogte aftappunt : 4,5 m
openingshoek conisch onderdeel : 110° (tophoek)

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging entmateriaal : 1 - 3 keer per week
hoeveelheid entzand per toevoeging : 100 - 200 kg per keer
soort entmateriaal : zilverzand
specificatie entmateriaal:
 d₁₀ : 0,12 mm
 d₉₀ : 0,28 mm
 UC (d₉₀/ d₁₀) : 1,54

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 30 m³ (40 - 50 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 15 m/h.

1.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters : 10 stuks
type filter : dubbellaags
afmetingen per filter (l-b-h) : 7,9 · 2,5 · 2,4 m
materiaal : beton
totale hoogte filterbed : 1,70 m
filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m) : zand 0,6 - 0,8 mm
filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,9 m) : magno 1,6 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 6 en 10 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 48 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium nafilts : looptijd van de nafilts

spoelprogramma nafilts:

- 2,5 minuten water van 0 tot 40 m/h
- 6 minuten water 40 m/h
- 2,5 minuten water van 40 tot 0 m/h

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : 0,5 uur per week

Aandachtspunt bij het onderhoud aan de filters is het verwijderen van kalkafzetting. Bovendien worden de filters eens per maand extra gespoeld met water (0 tot 40 m/h) - lucht (30 m/h) - water (40 tot 0 m/h).

1.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie : 460 kfl. per jaar

kosten entmateriaal : 7 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten : 360 kfl. per jaar

kosten korrelafvoer : geen kosten

kosten mensdagen onderhoud : 9 kfl. per jaar

kosten mensdagen storingen : 6 kfl. per jaar

kosten mensdagen bedrijfsvoering : 49 kfl. per jaar

Investeringen

civiel totaal : 2550 kfl.

onthardingsinstallatie (wtb) : 2521 kfl.

kalkmelkinstallatie(s) (wtb) : 475 kfl.

ontharding/kalkmelkinst. (E & I) : 1921 kfl.

nafiltratiestap (wtb) : 400 kfl.

nafiltratiestap (E & I) : 60 kfl.

1.7 Resultaten aanvullende metingen

Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen, die op 6 april 1994 zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Noordbergum. De metingen zijn ondersteund door de heer ir. W.G.J. van der Meer (WLF).

Watersamenstelling steekmonsters

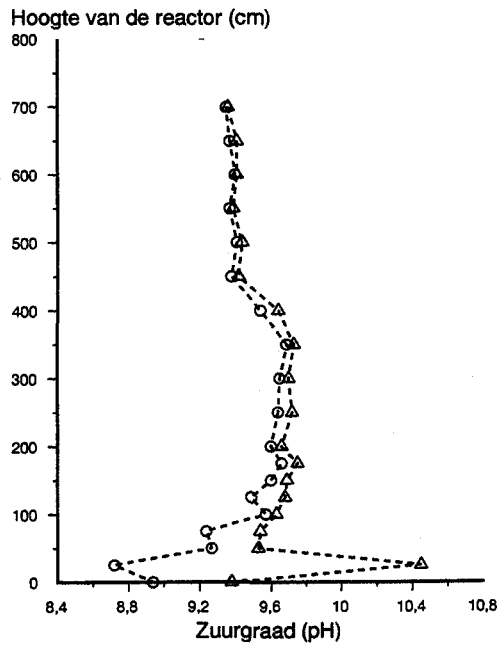
De gemeten parameters voor de watersamenstelling van het influent en het effluent van reactor 2 en het filtraat van het nafiltraat van filtergebouw C op 6 april 1994 zijn opgenomen in tabel 3.

Tabel 3 Resultaten analyse watersamenstelling pompstation Noordbergum op 6 april 1994.

Parameter	Eenheid	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat (geb. C)
Zuurgraad	-	7,52	9,31	8,30
EGV	mS/m	65,6	38,1	39,7
Temperatuur	°C	11,6	11,3	11,6
Calcium	mg/l	96,2	27,6	32,8
TH	mmol/l	2,72	1,04	1,12
HCO ₃ ⁻	mg/l	304,4	68,3	76,2
Natrium ¹	mg/l	37,5	37,7	37,8
IJzer ¹	mg/l	0,101	0,170	0,024
Mangaan ¹	µg/l	11	19	4
Aluminium ¹	µg/l	3,2	99,9	39,7
Ammonium ¹	mg/l	0,06	0,06	0
Zwevende stof ¹	mg/l	2,96	24,91	2,50
Troebelheid	FTU	1,50	23,0	0,26

De met ¹ aangeduide parameters zijn door het laboratorium van WLF gemeten. De overige parameters zijn ter plekke door Kiwa bepaald.

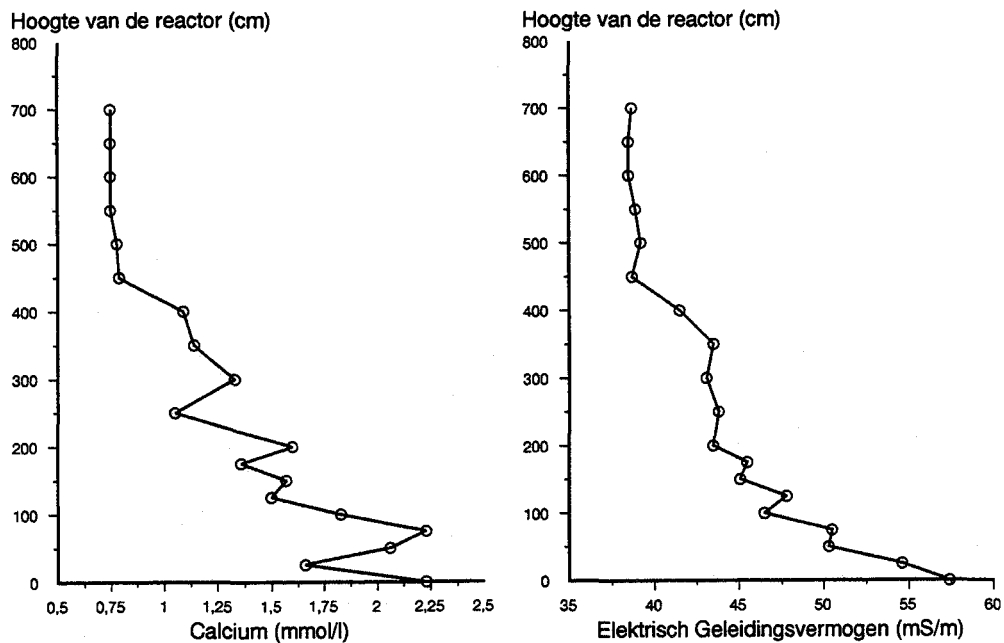
De watersamenstelling van de steekmonsters komt nagenoeg overeen met de gemiddelde watersamenstelling gedurende 1992 (tabel 1).



Figuur 3 Het verloop van de minimum en maximum pH over de hoogte van reactor 2 op 6 april 1994.

Verloop van het calciumgehalte en het geleidingsvermogen

In figuur 4 is het verloop van het calciumgehalte en van het elektrisch geleidingsvermogen bij 20°C over de hoogte van de reactor uitgezet.



Figuur 4 Het verloop van het calciumgehalte en de geleidbaarheid over de hoogte van reactor 2 op 6 april 1994.

Het calciumgehalte en het elektrisch geleidingsvermogen neemt vanaf de bodem over de hoogte van de reactor af. Uit het verloop van beide parameters volgt dat de onthardingsreactie in het korrelbed verloopt tot een hoogte van 450 cm boven de bodem. Boven deze hoogte zijn beide parameters nagenoeg stabiel.

Het nucleërend vermogen op plaatsen in de zuivering

Het resultaat van de metingen van het nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 4 Resultaten metingen nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering te Noordbergum (6 april 1994).

SI = 1,5 (-)	Influent	Effluent	Filtraat
t_{ind} (min)	91,4	1,3	15,1

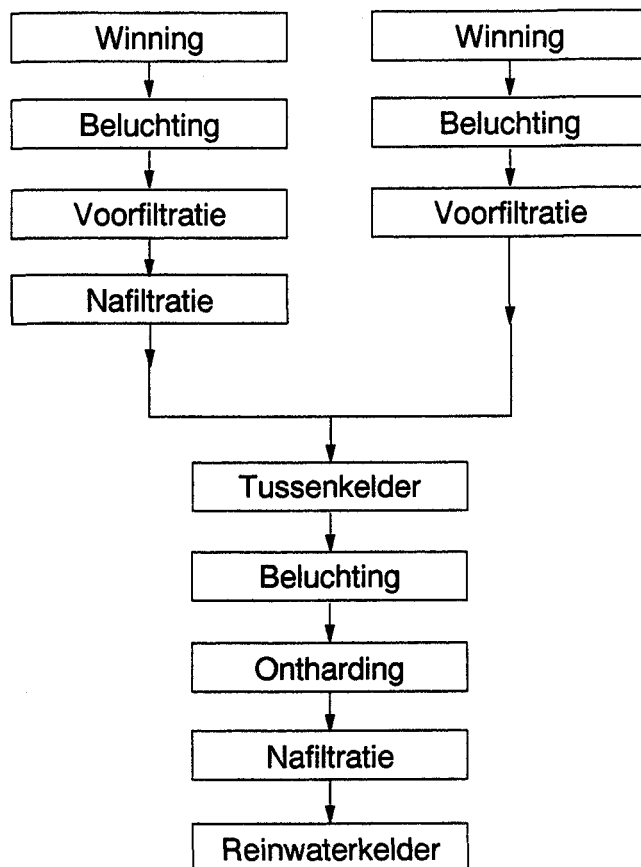
Uit de tabel blijkt dat bij ontharding kiemen (zwevende stof en microkristallen) worden gevormd; de inductietijd van het effluent is aanzienlijk lager dan de inductietijd van het influent. De hoeveelheid kiemen neemt na filtratie af; de inductietijd neemt weer toe. De inductietijd na filtratie is 15,1 minuten. Dit duidt op een relatief grote hoeveelheid kiemen in het filtraat.

BIJLAGE 2

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Spannenburg (WLF)

2.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 5 Blokschema zuivering Spannenburg.

Plaats van ontharding in de zuivering : belucht voorfiltraat

De plaats van de ontharding is gekozen vanwege de korrelvorming. Bovendien is het loogrendement laag in het geval onbelucht water met relatief veel CO₂ wordt onthard en bestaat op pompstation Spannenburg een risico van doorslag van Fe³⁺ als belucht ruwwater wordt onthard.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 5 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	6,76	7,74	8,40	8,10	7,90
EGV	mS/m	71,5	60,6	-	-	56,50
Troebelheid	FTE	-	-	-	-	0,14
CO ₂	mg/l	155	16	0,4	1,30	4,25
HCO ₃ ⁻	mg/l	440	390	250	310	300
Chloride	mg/l	35,5	-	-	-	31,5
Sulfaat	mg/l	< 0,5	-	-	-	< 0,5
Natrium	mg/l	17,5	17,5	88,0	69,5	69,5
Calcium	mg/l	122,5	122,5	27	46,0	46,0
Magnesium	mg/l	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0
Ammonium	mg/l	3,2	1,0	1,0	0,8	0,02
Methaan	µg/l	40	< 3	< 3	< 3	< 3
IJzer	mg/l	11,30	0,1	0,1	0,04	0,02
Mangaan	µg/l	520	370	35	30	< 10
Aluminium	µg/l	4,4	4,4	4,4	4,0	4,0
Temperatuur	°C	11,3	11,3	11,3	11,3	11,7
Zuurstof	mg/l	< 0,1	8	8	8	7,44

Tabel 6 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Spannenburg (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,21	-0,46	0,67	1,26	317	6,3	0,1
Filtraat	0,37	0,15	1,03	0,65	161	2,0	0,3

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

2.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog 50%
concentratie aangeleverd produkt	: 50%

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 3 stuks
inhoud per opslagtank	: 45 m ³
verblijftijd in de tank	: 1,5 - 2 dagen
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: op afroep, met extra opslagtank voor verdunde natronloog
type verdunwater	: reinwater
concentratie loog in de tank	: 2 tanks 50% en 1 tank 25%

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraanpomp met pulsdemper. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 100 - 110 g NaOH/m³.

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

De concentratie van de natronloog en de zuiverheid (met name het gehalte kwik) wordt gecontroleerd.

2.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 260 m ³ /h (v_{\max} 100 m/h)
aantal reactoren	: 10 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
aantal water-invoerpunten	: 15 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 7100 mm
hoogte invoerkamer	: 500 mm
hoogte conisch onderstuk	: 900 mm
hoogte cilindrisch deel	: 3000 mm
hoogte verwijding	: 2000 mm
hoogte overstortgoot	: 700 mm

diameter bodem	: 800 mm
diameter cilindrische deel	: 1800 mm
diameter uitstroomopening	: 3500 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 18,5°
openingshoek verwijding	: 22°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak, in verband met de bedrijfsvoering en het onderhoud en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent.

2.4 **Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie**

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Spannenburg is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroommengverhouding varieert tussen 70 en 80%. De oppervlaktebelasting van de reactoren en het onthardingstraject zijn constant.

oppervlakte belasting	: 100 m ³ /m ² h
onthardingstraject ΔTH	: 2,0 mmol/l

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met een continue pH-meting van de totale effluentstroom van de reactoren. Voor de pH is een bovengrens van 9,7 en een ondergrens van 7,5 ingesteld.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De korrelbedhoogte, de tijdsduur van korrelaftap en de tijdsduur van toevoegen van entmateriaal worden routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud	: 2 uren per week
---------------------------	-------------------

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor natronloog.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

De reactoren worden aan- en uitgeschakeld om variaties in de produktie te volgen. Per produktiegroep is een reactor in bedrijf, normaal zijn 7 tot 9 van de 10 groepen in bedrijf. De reactoren zijn circa 1750 uur per jaar uit bedrijf.

Storingen aan de reactor(en)

De reactor(en) gaan bij storingen uit bedrijf. Het betreft dan in hoofdzaak storingen aan de loogdosering (uitval); geschat wordt dat dit eens per jaar gedurende 30 minuten het geval is. Bij storingen wordt de reserve reactor bijgezet. Tijdelijk zal de hardheid iets verhoogd zijn.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 2700 - 3200 mm
hoogte fluïde bed	: 5200 - 5700 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{90}	: 1,8 - 2,0 mm
d_{50}	: 1,0 - 1,2 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,6 - 1,8

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een totaal volume onthard water. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap	: 21 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels	: 0,5 - 0,6 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 50 mm
materiaal afvoerleidingen	: staal en RVS met Rinsol
snelheid in de afvoerleidingen	: 1,4 m/s
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderkleppen onder de reactor en een membraanafsluiter bij de korrelbunker

Korrelbunker

inhoud	: 80 - 90 ton, 61 m ³
hoogte aftappunt	: 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 110° (tophoek)

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 1 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 170 kg per keer
soort entmateriaal	: zilverzand
specificatie entmateriaal:	
d_{10}	: 0,14 mm
d_{90}	: 0,30 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,60

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 50 m³ (70 - 80 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 25 m/h (zou 35 m/h moeten zijn).

2.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 10 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 10 · 4 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,5 - 2,0 m
filterbedvulling	: riviergrind
d ₁₀	: 0,90 mm
d ₉₀	: 1,20 mm
UC	: 1,20

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met een constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 4 en 5 m/h. Er wordt circa 0,2 - 0,4 mg/l FeCl₃ als vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 60 uur. De filters worden gespoeld op looptijd. De spoelsnelheid van de filters is 35 m/h.

Onderhoud aan de filters

De filters zijn op dit moment 10 jaar in bedrijf. Er heeft tot dusverre geen onderhoud plaatsgevonden (was niet noodzakelijk).

2.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie	: 900 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 5 kfl. per jaar
kosten vlokmiddel	: 50 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 350 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: geen kosten
kosten mensdagen onderhoud	: 9 kfl. per jaar
kosten mensdagen storingen	: 2 kfl. per jaar
kosten mensdagen bedrijfsvoering	: 29 kfl. per jaar

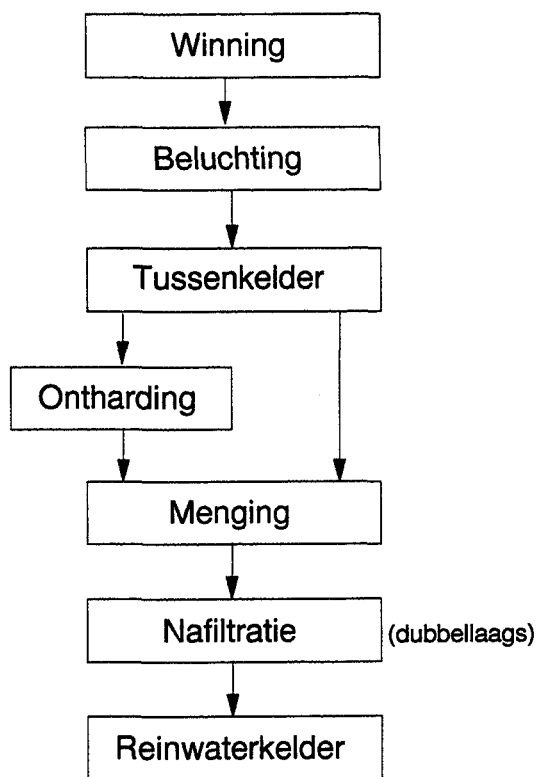
Investeringskosten

civiel	: 1750 kfl.
onthardingsinstallatie (wtb en E)	: 4250 kfl.

BIJLAGE 3
Informatie onthardingsinstallatie pompstation Assen (WMD)

3.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 6 Blokschema zuivering Assen.

De WMD onthardt op pompstation Assen belucht ruwwater. De zuiveringscapaciteit bedraagt 900 m³/h in drie produktiestappen van elk maximaal 300 m³/h.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 7 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruw-water	Influent reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	7,14	7,32	9,14	7,99	7,85
EGV	mS/m	42,5	-	20,2	-	32,0
Troebelheid	FTE	-	-	-	32,0	0,2
CO ₂	mg/l	41,6	27,3	-	6,1	7,1
HCO ₃ ⁻	mg/l	282	272	-	208	200
CO ₃ ²⁻	mg/l	-	-	-	-	-
Chloride	mg/l	29,4	-	-	-	24,2
Sulfaat	mg/l	< 0,5	-	-	-	< 0,5
Natrium	mg/l	14,9	-	-	-	14,4
Calcium	mg/l	75,2	-	25,1	49,9	52
Magnesium	mg/l	6,3	-	6,0	6,1	6,2
Ammonium	mg/l	0,56	-	-	-	< 0,02
IJzer	mg/l	4,6	-	3,58	4,0	0,004
Mangaan	mg/l	0,12	-	0,03	0,08	0,001
Zwevende stof	mg/l	-	-	45	35,5	-
Zuurstof	mg/l	< 1	9,1	-	-	9,2

Tabel 8 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Assen (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,19	-0,18	0,69	0,70	261	3,3	0,2
Filtraat	0,24	0,07	0,91	0,49	164	1,2	0,2

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

3.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Carmeuse
produktnaam	: Edelwit
concentratie aangeleverd produkt	: 96 - 98 % Ca(OH)_2

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 60 m ³
verblijftijd in de silo	: 5 weken
hellingshoek silo	: 60°
type trilbodem	: Brabender BAV 1502

Aanmaak van kalkmelk

In Assen wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt. De aanmaak van kalkmelk wordt gestuurd op het niveau van de kalkmelk in het aanmaakvat. Het niveau wordt constant gehouden.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 60 kg/h (max. capaciteit)
concentratie in aanmaakvat/doseervat	: 1 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat/doseervat	: 1 - 3 uren
coating aanmaak/doseervat	: RVS

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde monopomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt 164 g Ca(OH)_2 per m³ te ontharden water.

nominale doseercapaciteit per pomp	: 2 m ³ /h
diameter doseerleiding(en)	: 60 mm
materiaal doseerleiding(en)	: PVC-slang

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

Bij levering wordt de zuiverheid en de hoeveelheid van het aangeleverde produkt gemeten.

3.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 150 m ³ /h (bij v = 70 m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: buiten de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 10050 mm
hoogte invoerkamer	: 650 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1200 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4000 mm
hoogte eerste verwijding	: 1750 mm
hoogte tweede verwijding	: 1750 mm
hoogte overstortgoot	: 600 mm
diameter bodem	: 800 mm
diameter cilindrische deel	: 1650 mm
diameter bovenzijde eerste verwijding	: 2200 mm
diameter uitstroomopening	: 3300 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 20,5°
openingshoek eerste verwijding	: 8,9°
openingshoek tweede verwijding	: 17,45°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor en de bodemconstructie zijn gekozen vanwege bedrijfsvoerings- en onderhoudaspecten.

Uitgangspunten bij de hoogte van de reactor zijn:

- het fluïde korrelbed bevindt zich in het cilindrische deel;
- de uitstroomsnelheid is voldoende laag om het fijne entmateriaal in de reactor te houden (niet uitspoelen);
- stroomlijnen van het water moeten de reactorwand kunnen blijven volgen; dit bepaald de hoogte van de cilinder naar de uitstroomdiameter (in 2 stappen).

3.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Assen is een onbemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en is 50%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant. De oppervlaktebelasting bedraagt 70 m³/m²h en het onthardingstraject ΔTH circa 1,5 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 10,5 (alarm) en een ondergrens van 7,5 ingesteld;
- continue EGV-meting effluent reactor.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd, evenals de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : ± 4 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

Tot dusverre is één keer een van de reactoren uit bedrijf gegaan door een storing in de kalkmelkaanmaakinstallatie. Deze storing duurde 2 uur. Bij een storing wordt de reactor uit bedrijf genomen en wordt een van beide andere reactoren bijgezet.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 5000 mm
hoogte fluïde bed	: 6500 mm
pellets ter plaatse van de bodem:	
d_{50}	: 1,05 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,58

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is het totale volume onthard water door de reactoren (iedere 6000 m³). Het aftappen van de korrels gebeurt zonder aftapwater.

frequentie korrelaftap	: 2 keer per week per reactor
hoeveelheid afgetapte korrels	: 2 m ³ per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 80 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: kogelkraan

Korrelbunker

inhoud	: 25 m ³
hoogte aftappunt	: 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 45°

De korrelbunker is binnen opgesteld en is voorzien van een transportschroef voor het lossen van de korrels.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 2 keer per week per reactor
hoeveelheid entmateriaal	: 15 kg per keer
soort entmateriaal	: zand 0,2 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 12 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is circa 20 m/h.

3.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 5 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 6,5 · 4,5 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 1 m)	: zand 0,6 - 0,8 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 1 m)	: antraciet 0,8 - 1,6 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld door een verdeelgoot stroomopwaarts van de filters (de totale hoeveelheid te zuiveren water wordt in gelijke delen over de beschikbare filters verdeeld). De filtratiesnelheid varieert tussen 2 en 6 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 2 tot 3 dagen.

Spoelen van de filters

spoelcriterium	: doorstroomde hoeveelheid
spoelprogramma:	
- 10 minuten leegloop filter	
- 5 minuten water 750 m ³ /h	
- 10 minuten lucht 1000 m ³ /h	

Eens in drie maanden worden de filters gespoeld met een aangepast spoelprogramma, als volgt:

- 10 minuten leegloop filter
- 5 minuten water 750 m³/h
- 5 minuten lucht 1680 m³/h
- 4 minuten water 200 m³/h
- 6 minuten water 750 m³/h

3.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie	: 80 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 2,5 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 25 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: 5,7 kfl. per jaar
kosten mensdagen onderhoud	: 6 kfl. per jaar
kosten mensdagen storingen	: 2 kfl. per jaar
kosten mensdagen bedrijfsvoering	: 6 kfl. per jaar

Investeringen

gehele zuivering (onthardingsinstallatie incl. beluchting en nafiltratiestap)	
civiel	: 2500 kfl.
werktuigbouwkundig	: 2400 kfl.
elektrotechnisch	: 1800 kfl.

3.7 Resultaten aanvullende metingen

Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen, die op 5 juli 1994 zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Assen. De metingen zijn ondersteund door de heer J.H.C. Reilman (WLN).

Watersamenstelling steekmonsters

De gemeten parameters voor de watersamenstelling van het influent en het effluent van reactor 3, het mengwater van reactor 3 en het filtraat van het nageschakelde filter 3 zijn opgenomen in tabel 9.

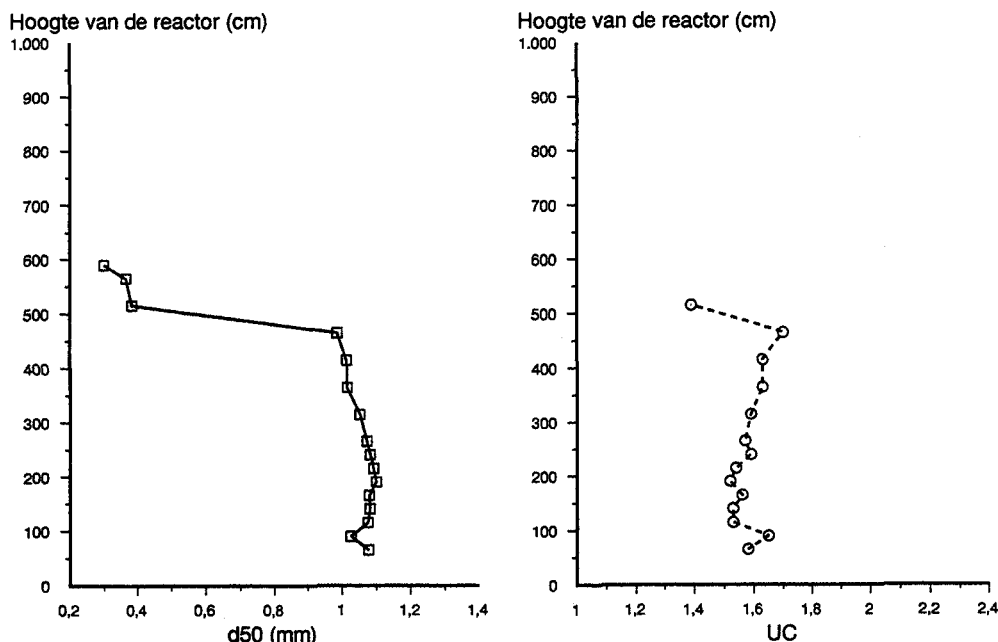
Tabel 9 Resultaten analyse watersamenstelling pompstation Assen op 5 juli 1994.

Parameter (eenheid)	Influent reactor	Effluent reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad (-)	7,46	9,49	7,84	7,88
EGV (mS/m)	47,7	22,6	37,6	35,2
Temperatuur (°C)	12,2	12,2	11,5	12,2
Calcium (mg/l)	78,1	28,5	55,7	52,5
TH (mmol/l)	2,23	0,85	1,59	1,52
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	286,1	87,8	215,9	192,7
Natrium (mg/l) ¹	22,1	-	-	21,5
IJzer (mg/l) ¹	4,62	0,14	-	0,016
Mangaan (mg/l) ¹	0,11	0,003	-	0,001
Ammonium (mg/l) ¹	0,53	-	-	0,018
Sulfaat (mg/l) ¹	0,25	-	-	0,43
Chloride (mg/l) ¹	33,3	-	-	32,3
Aluminium (µg/l) ¹	3,0	-	-	6,1
Zwev. stof (mg/l) ¹	-	34,9	-	-
Troebelheid (FTU)	17	25	14,5	0,20

De met ¹ aangeduide parameters zijn gemeten door WLN. De overige parameters zijn ter plekke door Kiwa bepaald. De monsters van effluent reactor 3 en mengwater reactor 3 zijn genomen bij een oppervlaktebelasting van 70 m/h (normale bedrijfssituatie).

Opbouw van het korrelbed over de hoogte van de reactor

De opbouw van het korrelbed in reactor 3 is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7 Opbouw van het korrelbed over de hoogte van reactor 3 op 5 juli 1994.

Uit figuur 7 blijkt dat de korreldiameter van de korrels in reactor 3 tot een hoogte van 465 cm boven de bodem vrijwel constant is. Boven de 465 cm neemt de korreldiameter van de korrels af: de d_{50} wordt naar boven toe kleiner.

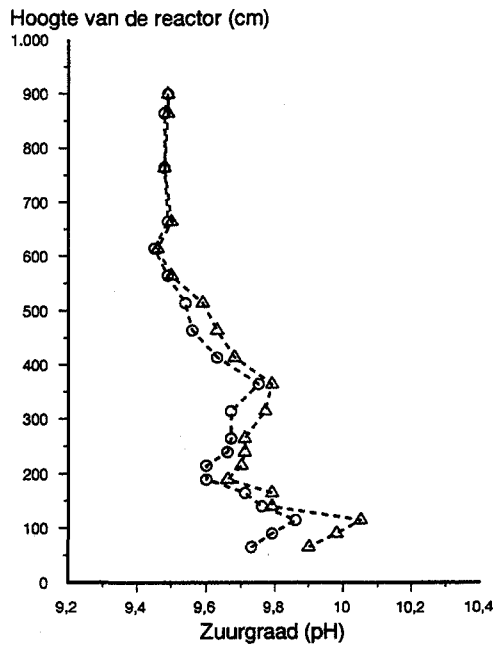
Tot een hoogte van 465 cm boven de bodem is het korrelbed in reactor 3 gemengd. Zowel grote als kleine korrels komen in het korrelbed voor, hetgeen blijkt uit de waarden voor de UC van circa 1,6. Boven de 465 cm bevindt zich het fijne korrelmateriaal.

De hoogte van het vaste bed is niet gemeten omdat de reactor continu in bedrijf was. Het fluïde bed had een hoogte van 615 cm.

Verloop van de pH over de hoogte van de reactor

In figuur 8 is het verloop van de minimum en de maximum pH over de hoogte van reactor 3 uitgezet. De metingen zijn uitgevoerd vanaf 65 cm boven de reactorbodem (ter plaatse van de onderkant van het conische onderstuk) om beschadiging van de doseerlans voor kalkmelk door eventuele botsingen met de hevel te voorkomen.

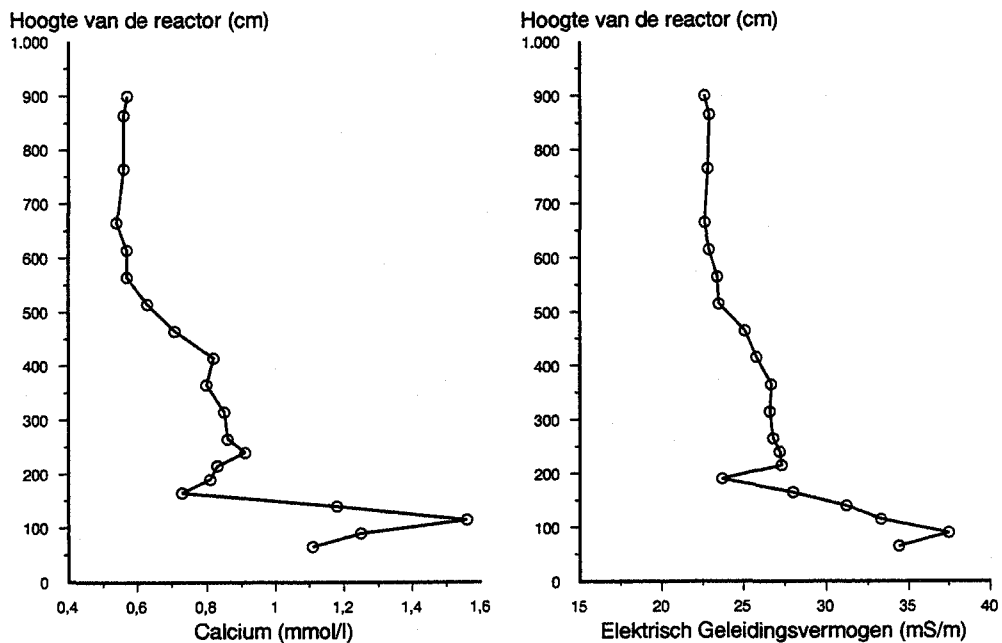
De pH-waarde, die onder in de reactor wordt gemeten, hangt af van de plaats waar de meting wordt verricht. In een waterstroom met kalkmelk komen pH-waarden variërend van 9,7 tot 9,9 voor. Uit het verloop volgt dat de verschillen tussen de minimum en de maximum pH vanaf een hoogte van 265 cm boven de bodem kleiner zijn dan 0,1 pH-eenheid. Op een hoogte van circa 650 cm boven de bodem is de pH nagenoeg stabiel.



Figuur 8 Het verloop van de minimum en maximum pH over de hoogte van reactor 3 op 5 juli 1994.

Verloop van het calciumgehalte en het geleidingsvermogen

In figuur 9 is het verloop van het calciumgehalte en van het elektrisch geleidingsvermogen bij 20°C over de hoogte van de reactor uitgezet.



Figuur 9 Het verloop van het calciumgehalte en de geleidbaarheid over de hoogte van reactor 3 op 5 juli 1994.

Het calciumgehalte en het elektrisch geleidingsvermogen neemt vanaf 65 cm boven de bodem over de hoogte van de reactor af. Uit het verloop van beide parameters volgt dat de onthardingsreactie in het korrelbed verloopt tot een hoogte van circa 650 cm boven de bodem. Boven deze hoogte zijn beide parameters nagenoeg stabiel.

Het nucleërend vermogen op plaatsen in de zuivering

Het resultaat van de metingen van het nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 10 Resultaten metingen nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering te Assen (5 juli 1994).

SI = 1,75 (-)	Influent	Effluent ¹	Mengwater ²	Filtraat
t _{ind} (min)	15,8	-	5,4	24,6

¹ het bleek niet mogelijk de meting van het nucleërend vermogen met een monster van het effluent uit te voeren.

² gemeten bij een SI van 1,5.

Uit de tabel blijkt dat bij ontharding kiemen (microkristallen en zwevende stof) worden gevormd; de inductietijd van het mengwater is aanzienlijk lager dan de inductietijd van het influent. De hoeveelheid kiemen neemt na filtratie af; de inductietijd neemt weer toe. De inductietijd na filtratie is 24,6 minuten. Dit duidt op kiemen in het filtraat.

BIJLAGE 4

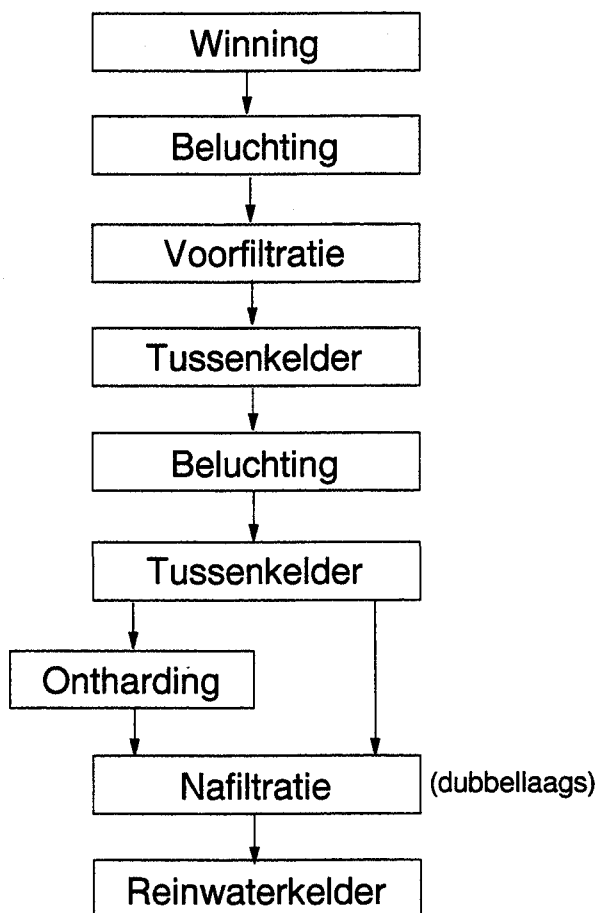
Informatie onthardingsinstallatie pompstation Sint Jansklooster (WMO)

De informatie over de onthardingsinstallatie op pompstation Sint Jansklooster is overgenomen uit het Programma van Eisen Onthardingsinstallatie pompstation Sint Jansklooster van december 1993. Deze installatie wordt in 1995 en 1996 gebouwd en wordt naar verwachting begin 1997 in bedrijf genomen.

WMO heeft voorafgaande aan het opstellen van het Programma van Eisen in de jaren 1989 tot en met 1991 samen met Kiwa proefinstallatie-onderzoek met een proefreactor uitgevoerd.

4.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 10 Blokschema zuivering Sint Jansklooster.

Plaats van ontharding in de zuivering : belucht voorfiltraat

4.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: calciumoxide (ongebluste kalk)
leverancier en produktnaam	: nog nader in te vullen

De keus voor kalkmelk is gemaakt vanwege de verdergaande verlaging van het lood- en koperoplossend vermogen ten opzichte van ontharding met natronloog bij een gelijk onthardingstraject. Bovendien wordt het natriumgehalte niet verhoogd en wordt een goede samenstelling van het reactoreffluent bereikt.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 3 stuks
inhoud per silo	: 50 m ³
verblijftijd in de silo	: 14 dagen
hellingshoek silo	: 60°
type trilbodem	: nog nader in te vullen

Aanmaak van kalkmelk

In Sint Jansklooster wordt de kalkmelk batchgewijs aangemaakt. De ongebluste kalk wordt met gedecarboniseerd water geblust in een aanmaakvat. Na een gecontroleerde verblijftijd in het aanmaakvat wordt het blusmengsel overgebracht in één van de twee doseervaten. In het doseervat wordt het blusmengsel verdund met gedecarboniseerd water. De poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 22 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat	: 15 - 20 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat	: 40 minuten
concentratie in doseervat	: 1 % m/m
verblijftijd in doseervat	: nog nader in te vullen
coating aanmaak/doseervat	: RVS

Dosering van kalkmelk

De kalkmelk zal worden gedoseerd met een toerengeregelde centrifugaal-pomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt naar verwachting 190 g Ca(OH)₂/m³.

Decarbonisatie-installatie

capaciteit gedecarboniseerd water	: 22 m ³ /h
type water vóór decarbonisatie	: reinwater
concentratie zoutzuur	: 33 %

inhoud zoutzuurtank	: 2 x 45 m ³
type doseerpomp	: nog nader in te vullen
sturing zuurdosering	: zuurgraad invoer kolom
zuurgraad invoer kolom	: 7,8
zuurgraad uitvoer kolom	: ≤ 3
diameter kolom	: 1000 mm
hoogte kolom	: 4400 mm
vulling van de kolom	: Pall-ringen 1 inch
capaciteit ventilator	: 650 m ³ /h
gelijk/tegenstroom beluchting	: tegenstroom

4.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: 375 m ³ /h (bij v = 100 m/h)
aantal reactoren	: 4 stuks
bodemconstructie	: PWN-bodem
overstortgoot	: buiten de reactor
totale hoogte reactor	: 7000 mm
diameter bodem/reactor	: 2150 mm
diameter uitstroomopening	: 2150 mm

4.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Sint Jansklooster is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 70%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant.

oppervlakte belasting	: 70 m ³ /m ² h
onthardingstraject ΔTH	: 0,8 mmol/l

Overige gegevens

aftappen met aftapwater	: ja
diameter korrelafvoerleidingen	: 50 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS
snelheid in de afvoerleidingen	: 3 m/s
type korreelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
inhoud korrelbunker	: 48 m ³
soort entmateriaal	: zand 0,4 - 0,6 mm
inhoud entmateriaalopslag	: 2 stuks van 13 m ³
opstelling	: binnen
desinfectie-installatie	: nee
spoelinstallatie	: ja

4.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 8 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 5 · 5 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2 m
filtermateriaal 1 (bedhoogte 1,25 m)	: zand 0,8 - 1,25 mm
filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,75 m)	: antraciet 1,4 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 2 en 8 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 80 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : filterweerstand

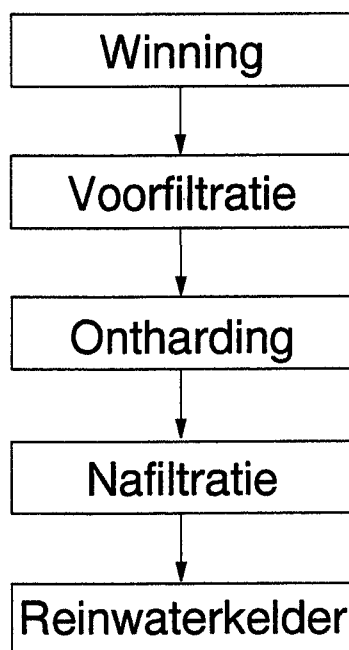
spoelprogramma:

- 5 minuten water 60 m/h
- 5 minuten lucht 60 Nm/h
- 5 minuten water 60 m/h

BIJLAGE 5
Informatie onthardingsinstallatie pompstation Oldenzaal (COGAS)

5.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 11 Blokschema zuivering Oldenzaal.

COGAS onthardt in Oldenzaal voorfiltraat. De plaats van ontharding is gekozen op basis van ervaring binnen de bedrijfstak.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 11 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,33	8,41	7,9
EGV	mS/m	62	55,8	55
Troebelheid	FTE	-	-	0,4
CO ₂	mg/l	25	0,5	4
HCO ₃ ⁻	mg/l	213,4	156,7	160
CO ₃ ²⁻	mg/l	4,2	1,5	0
Chloride	mg/l	-	-	47
Sulfaat	mg/l	-	-	102
Natrium	mg/l	-	-	67
Calcium	mg/l	99,6	40,0	47
Magnesium	mg/l	11,8	11,6	11,3
Ammonium	mg/l	0,93	0,92	< 0,05
IJzer	mg/l	0,08	0,045	0,03
Mangaan	mg/l	0,28	0,04	< 0,01
Temperatuur	°C	10	10	10
Zuurstof	mg/l	-	-	9,9

Tabel 12 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Oldenzaal (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,04	-0,02	0,80	0,63	221	4,3	0,9
Filtraat	0,10	0,02	0,76	0,32	141	2,9	1,3

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

5.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog (membraanloog)
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 56 m ³
verblijftijd in de tank	: 1 maand
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: in de opslagtank
type verdunwater	: gedecarboniseerd reinwater
concentratie loog in de tank	: 25 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraandoseerpomp met pulsdemper. Er is één doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 91 g NaOH/m³.

5.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrische reactor met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: 160 m ³ /h (bij v = 90 m/h)
aantal reactoren	: 2 stuks
bodemconstructie	: Amsterdamse bodem
aantal water-invoerpunten	: 63 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 50 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 7000 mm
diameter bodem	: 1500 mm
diameter uitstroomopening	: 1700 mm
openingshoek verwijding	: 30° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak, vanwege de bedrijfsvoering en onderhoudaspecten en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent.

5.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Oldenzaal is een onbemand pompstation, waar gedurende circa 15 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. Het onthardingstraject is constant en bedraagt ΔTH 1,3 mmol/l. De oppervlaktebelasting varieert tussen 68 en 102 m³/m²h.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met een continue pH-meting van het effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 9,5 ingesteld. De meetopnemers worden een keer per week handmatig gereinigd. De gemiddelde diameter van de afgetapte korrels wordt routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op korrelbedhoogte en op de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 10 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, controle van de korreldiameter en van de hardheid van het water.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 300 uren per jaar (per reactor)

De reactoren worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactorbodem, indien noodzakelijk gecombineerd met onderhoud.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 1800 mm

hoogte fluïde bed : 4750 mm

korrels ter plaatse van de bodem:

d_{10} : 0,6 mm

d_{60} : 0,9 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap : 15 keer per week per reactor

hoeveelheid afgetapte korrels : 80 à 90 liter per keer

diameter korrelafvoerleidingen : 50 mm

materiaal afvoerleidingen : staal

type korrelpomp : wervelradpomp met verrubberde waaier en verrubberd slakkehuis

type afsluiter : vlinderklep

Korrelbunker

inhoud	: 35 ton, 18 m ³
hoogte aftappunt	: 5 m
openingshoek conisch onderdeel	: 45°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

hoeveelheid entmateriaal	: 0,47% van afgetapt volume korrels
frequentie toevoeging	: 20 keer per week
soort entmateriaal	: zilverzand 0,4 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag is geschikt voor 25 ton en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 80 m/h.

5.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 5 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 2,4 · 5 m
materiaal	: staal
totale hoogte filterbed	: 1 m

Bedrijfsvoering filtratiestap

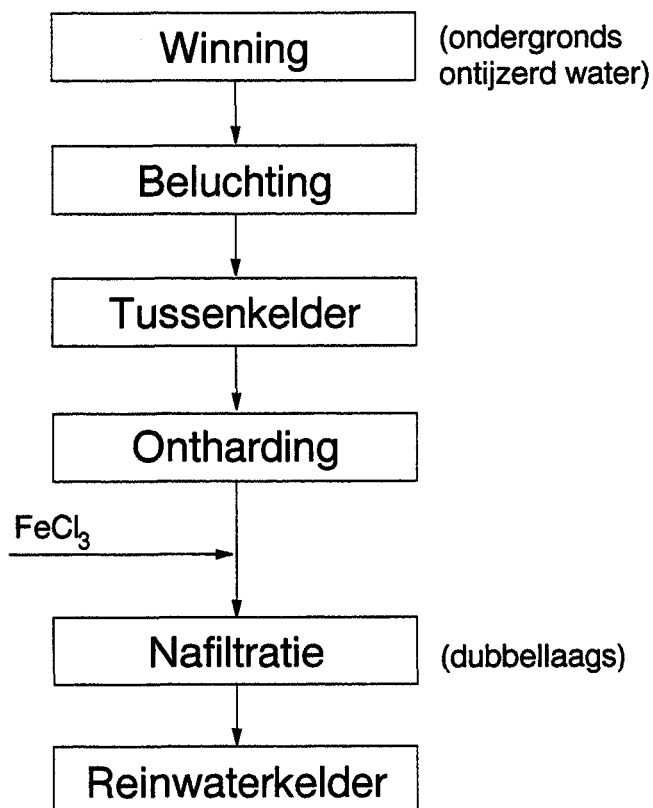
De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 6 m/h. Er wordt op dit moment geen vlokmiddel gedoseerd. Vanaf april 1995 zijn circa 0,25 mg/l FeCl₃ worden gedoseerd. De looptijd van de filters is 330 uur. De filters worden op looptijd gespoeld.

BIJLAGE 6

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Vierakker te Zutphen (WOG)

6.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 12 Blokschema zuivering Vierakker.

De WOG onthardt op pompstation Vierakker ondergronds ontijzerd water na beluchting. Deze plaats voor de ontharding is gekozen om een filtratiestap te besparen, vanwege de vorming van goede korrels en op basis van ervaring binnen het bedrijf cq. de bedrijfstak.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 13 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,3	7,7	8,7	8,4
EGV	mS/m	84	83	61	63
CO ₂	mg/l	38	15	< 1	< 1
HCO ₃ ⁻	mg/l	340	340	150	170
CO ₃ ²⁻	mg/l	< 1	< 1	7	< 1
Chloride	mg/l	-	-	-	94
Sulfaat	mg/l	-	-	-	53
Natrium	mg/l	66	66	66	66
Calcium	mg/l	103	106	49	49
Magnesium	mg/l	12,5	12	12	13
Ammonium	mg/l	0,65	0,5	0,4	< 0,05
IJzer	mg/l	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Mangaan	mg/l	0,07	0,05	< 0,01	< 0,01
Aluminium	mg/l	-	-	-	17
Temperatuur	°C	10	10	10	10
Zwevende stof	mg/l	-	-	29	-
Zuurstof	mg/l	0	11	10 - 11	10

Tabel 14 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Vierakker/Zutphen (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,11	0,12	0,95	1,09	226	4,6	0,6
Filtraat	0,62	0,11	0,98	0,40	71	1,3	1,3

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

6.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Ankerpoort
produktnaam	: Calciumhydroxide type A
concentratie aangeleverd produkt	: 92 - 96 %

Er is gekozen voor kalkmelk vanwege de gehalten aan natrium en waterstofcarbonaat en omdat het loodoplossend vermogen bij kalkmelkontharding verder wordt verlaagd dan met natronloog. Er is gekozen voor kalkhydraat in plaats van ongebluste kalk vanwege de extra investering en het extra onderhoud dat met een blusinstallatie is gemoeid.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 60 m ³
verblijftijd in de silo	: 2 maanden
hellingshoek silo	: 70°
type trilbodem	: Brabender BAV 1802

Aanmaak van kalkmelk

In Zutphen wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 5 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat/doseervat	: 1,7 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat/doseervat	: 40 minuten
coating aanmaak/doseervat	: RVS

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt gedoseerd met een slangenpomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 120 g Ca(OH)₂/m³ te ontharden water. De doseerleiding(en) zijn van zacht PVC-multibarslang voorzien van Eritite koppelingen (PP) en EPDM-afdichtingen. De diameter van deze slangen is 32 mm.

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Van de geleverde kalk worden de volgende parameters gemeten: CaCO₃, MgCO₃, Mg(OH)₂, Ca(OH)₂, CaO, CO₂, Ca-oplosbaarheid als Ca(OH)₂ en het vochtgehalte.

6.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 240 m ³ /h (bij v = 100 m/h)
aantal reactoren	: 2 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
aantal water-invoerpunten	: 15 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 9650 mm
hoogte invoerkamer	: 1550 mm
hoogte conisch onderstuk	: 2000 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4000 mm
hoogte verwijding	: 1500 mm
hoogte overstortgoot	: 600 mm
diameter bodem	: 800 mm
diameter cilinderische deel	: 1750 mm
diameter uitstroomopening	: 3500 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 13,5°
openingshoek verwijding	: 30°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaringen binnen het bedrijf en de bedrijfstak.

6.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Vierakker is een onbemand pompstation, waar gedurende circa 24 uur per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard, het onthardingstraject is constant en bedraagt 1,25 mmol/l. Wisselingen in productie worden opgevangen door variatie van de oppervlaktebelasting. De oppervlaktebelasting is in het algemeen circa 75 m³/m²h.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met een continue pH-meting van effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 9,2 en een ondergrens van 7,8 ingesteld. De pH-elektrodes worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur van het toevoegen van entmateriaal, de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels wordt routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op de tijdsduur van korrelaftap.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 16 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 40 uren per jaar

De reactor(en) worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactor en van de reactorbodem.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de kalkmelkdosering en van de reactorpomp.

tijdsduur storingen : 1 uur
schatting aantal storingen : 5 - 10 keer per jaar

Bij storingen aan (een van de) reactor(en) wordt belucht en gedeeltelijk ontgast ondergronds ontijzerd en (na)gefiltreerd water geleverd. Het water wordt via deelstroombedrijf langs de reactoren naar de nafilts gevoerd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 3200 - 3500 mm
hoogte fluïde bed : 4850 - 5150 mm
korrels ter plaatse van de bodem:
d₁₀ : 0,7 mm
d₅₀ : 0,99 mm
UC (d₆₀/d₁₀) : 1,63

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een totaal volume onthard water. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is niet bekend.

frequentie korrelaftap : 15 keer per dag
hoeveelheid afgetapte korrels : 0,11 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen : 50 mm
materiaal afvoerleidingen : RVS 304L
snelheid in de afvoerleidingen : 4,2 m/s
type korrelpomp : wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp : 22 m³/h

Korrelbunker

inhoud : 35 ton
hoogte aftappunt : 3,6 m
openingshoek conisch onderdeel : 30°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is handbediend. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 5 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: totaal 10.000 kg per maand
soort entmateriaal	: kwartszand 0,4 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 10 ton en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 31 m/h.

6.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 4 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 6,6 · 4 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,6 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m)	: zand 0,6 - 1,0 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 0,8 m)	: antraciet 1,2 - 2,0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 4,5 m/h. Er wordt FeCl_3 als vlokmiddel gedoseerd met een dosering van 0,25 mg/l. De looptijd van de filters varieert van 80 tot 180 uur. De filters worden gespoeld op filterweerstand.

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud	: 1 uur per week
---------------------------	------------------

Bij het onderhoud wordt het filtermateriaal visueel gecontroleerd en wordt een van de filters 1 keer per week handmatig gespoeld.

6.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie	: 45 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 18 kfl. per jaar
kosten vlokmiddel	: 2 kfl. per jaar
kosten zoutzuur	: 0,1 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 36 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: 15 kfl. per jaar
kosten reserve-onderdelen	: 5 kfl. per jaar
kosten mensdagen totaal	: 60 kfl. per jaar

Investeringen

beluchting, onthardingsinstallatie en kalkmelkaanmaakinstallatie

civiel : 1000 kfl.

wtb en elektrotechnisch : 3100 kfl. *

* inclusief terreinleidingen (390 kfl.) en de ombouw van winputten tot ondergronds ontijzeringsputten (200 kfl.).

nafiltratiestap (ombouw van bestaande filters)

civiel : 300 kfl.

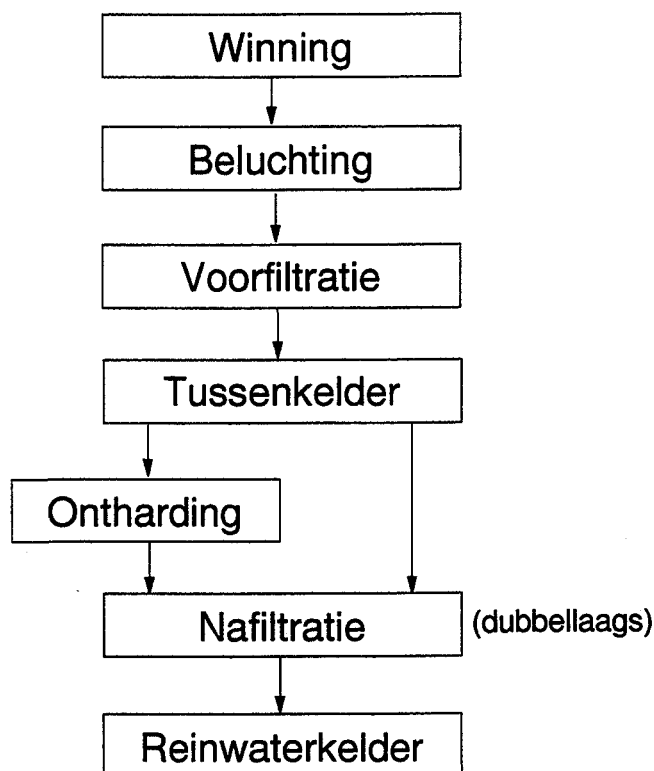
wtb en elektrotechnisch : 300 kfl.

BIJLAGE 7

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Velddriel (WMG)

7.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 13 Blokschema zuivering Velddriel (vanaf april 1995).

De onthardingsinstallatie op pompstation Velddriel wordt naar verwachting medio 1995 in bedrijf genomen. WMG heeft voorafgaande aan de bouw van de installatie in de jaren 1988 en 1989 samen met Kiwa proefinstallatie-onderzoek met een proefreactor uitgevoerd. Uit dit onderzoek bleek dat bij ontharding van het onbeluchte en het beluchte grondwater geen of korrels met een slechte kwaliteit werden gevormd. Dit was voor de WMG aanleiding om het reinwater te gaan ontharden.

7.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: kalkhydraat
leverancier	: Carmeuse
produktnaam	: Edelwit
concentratie aangeleverd produkt	: 96 - 98 % Ca(OH)_2

WMG heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk omdat:

- de watersamenstelling na ontharding voldoet aan de aanbevelingen van de Commissie Conditionering;
- het lood- en koperoplossend vermogen verdergaand wordt verlaagd dan bij ontharding met natronloog;
- het natriumgehalte hierbij niet wordt verhoogd.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 1 stuks
inhoud per silo	: 70 m ³ bruto, 63 m ³ netto
verblijftijd in de silo	: 15 dagen
hellingshoek silo	: 60°
type trilbodem	: Iserco CAO92

Aanmaak van kalkmelk

In Velddriel wordt de kalkmelk batchgewijs aangemaakt. De poederkalk wordt vanuit de silo met een differentieel doseerweger aan het aanmaakvat toegevoegd. Vanuit het aanmaakvat stroomt de kalkmelk na een gecontroleerde verblijftijd over in het doseervat. De kalkmelk wordt met gedecarboniseerd reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 1 stuks
capaciteit per installatie	: 7,5 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat	: 2 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat	: > 10 minuten bij 7,5 m ³ /h
concentratie in doseervat	: 2 % m/m
verblijftijd in doseervat	: > 45 minuten bij 7,5 m ³ /h
coating aanmaak/doseervat	: RVS 316 L

Dosering van kalkmelk

De kalkmelk wordt gedoseerd met een monopomp met sperwatervoorziening. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 135 g $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$.

diameter doseerleiding(en)	: DN 25
materiaal doseerleiding(en)	: gewapend PVC-slang

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Van de aangeleverde kalk wordt de zuiverheid gemeten. De parameters moeten voldoen aan de eisen gesteld in de Kiwa-ATA.

7.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 350 m ³ /h (bij v = 78 m/h)
aantal reactoren	: 1 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
overstortgoot	: buiten de reactor, rechthoekig vertand
totale hoogte reactor	: 9700 mm
hoogte invoerkamer	: 700 mm
hoogte conische onderstuk	: 1800 mm
hoogte cilindrische deel	: 4000 mm
hoogte verwijding	: 2600 mm
hoogte overstort	: 440 mm
diameter bodem	: 1100 mm
diameter cilindrische deel	: 2400 mm
diameter uitstroomopening	: 4500 mm
openingshoek conische onderstuk	: 20°
openingshoek verwijding	: 22°

7.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Pompstation Velddriel is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie zal een deelstroom water worden onthard. De deelstroom bedraagt 54 procent. Het onthardingstraject is constant en bedraagt 0,94 mmol/l. De oppervlaktebelasting is variabel en wisselt tussen 50 - 100 m/h.

Procesbewaking

De werking van de installatie wordt bewaakt met continue meting van de pH, het EGV en de troebelheid van het reactoreffluent. De pH-elektrode wordt gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

Onderhoud en storingen aan de installatie

De installatie is nog niet in bedrijf, zodat nog geen gegevens over onderhoud en storingen beschikbaar zijn. Bij storingen aan de installatie zal niet onthard reinwater worden geleverd.

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor de korrelaftap is het totale volume onthard water of een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen gebeurt met aftapwater.

hoeveelheid afgetapte korrels	: 3 - 4 ton per keer
frequentie korrelaftap	: 1 keer per dag
diameter korrelafvoerleidingen	: 50 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier Sulzer Delta FN 65-200-30
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderkleppen

Korrelbunker

inhoud	: 27,5 m ³ bruto
hoogte aftappunt	: 4,1 m
openingshoek conisch onderdeel	: 60°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

Het toevoegen van entmateriaal start handbediend. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

hoeveelheid entmateriaal	: 300 - 400 kg per keer
frequentie toevoeging	: 1 keer per dag (verwachting)
soort entmateriaal	: zand 0,4 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De opslag heeft een inhoud van 13 m³ (20 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De spoelsnelheid is 35 m/h.

7.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 2 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: rond 6 m, 28,3 m ²
materiaal	: staal
totale hoogte filterbed	: 2,00 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 1 m)	: filtergrind 0,6 - 0,8 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 1 m)	: hydroantraciet 1,4 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

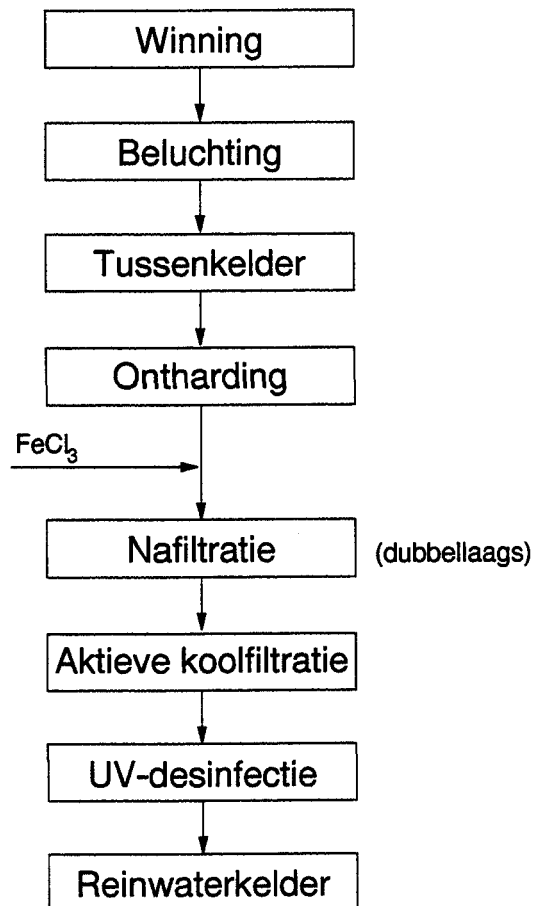
De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand. De filtratiesnelheid varieert tussen 4 en 8,5 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De (verwachte) looptijd van de filters is 40 tot 50 uren. De filters worden gespoeld op looptijd of filterweerstand. De spoeling gebeurt met water (50 m/h) - lucht (60 m/h) en water (50 m/h).

BIJLAGE 8

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Nieuwe Marktstraat te Nijmegen (ZgN)

8.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 14 Blokschema zuivering Nieuwe Marktstraat.

ZgN onthardt op het pompstation Nieuwe Marktstraat te Nijmegen belucht ruwwater. De plaats van ontharding is gekozen in verband met de verwijdering van ijzer en mangaan tijdens ontharding en om een filtratiestap te besparen.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 15 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,54	8,12	8,45	8,10
EGV	mS/m	66	66	60	58
CO ₂	mg/l	16	4	< 1	2
HCO ₃ ⁻	mg/l	201	204	145	141
CO ₃ ²⁻	mg/l	-	< 1	2	0
Chloride	mg/l	-	-	-	75
Sulfaat	mg/l	-	-	-	55
Natrium	mg/l	45	-	-	68
Calcium	mg/l	82	81	44	43
Magnesium	mg/l	10,4	10,5	10,2	9,7
Ammonium	mg/l	0,18	0,13	0,08	< 0,05
Methaan	µg/l	-	-	-	-
IJzer	mg/l	0,33	0,20	-	< 0,01
Mangaan	mg/l	0,16	0,15	0,04	< 0,01
Aluminium	µg/l	< 5	-	-	-
Temperatuur	°C	11,5	10,6	10,7	10,6
Zuurstof	mg/l	1,2	-	-	9,6

Tabel 16 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Nieuwe Marktstraat (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,08	0,04	0,85	0,56	210	2,9	0,9
Filtraat	0,20	0,03	0,75	0,26	120	1,5	1,4

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

8.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natriumhydroxide-oplossing
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 45 m ³
verblijftijd in de tank	: 6 weken
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: in de opslagtank
type verdunwater	: dieponthard water
concentratie loog in de tank	: 25 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraandoseerpomp met pulsdemper. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 127 g NaOH per m³ water.

8.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: 250 m ³ /h (bij v = 90 m/h)
aantal reactoren	: 2 stuks
bodemconstructie	: PWN-bodem
aantal water-invoerpunten	: 76 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 25 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 9090 mm
hoogte cilindrisch deel	: 6100 mm
hoogte verwijding	: 1450 mm
diameter bodem	: 1900 mm
diameter uitstroomopening	: 3500 mm
openingshoek verwijding	: 30°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Bij de bouw van de onthardingsinstallatie in 1985 - 1986 heeft ZgN twee cilindrische reactoren met conisch ondergedeelte en flappenbodem geplaatst. De ervaringen met deze reactoren waren niet positief: ondanks de ontharding nam het aantal klachten over kalkafzetting bij de consument toe. De toename van kalkafzetting werd in belangrijke mate veroorzaakt doordat in de

reactoren met conisch ondergedeelte en flappenbodem microkristallen calciumcarbonaat werden gevormd. Na uitvoerig onderzoek samen met WLO en Kiwa is vastgesteld dat de problemen met kalkafzetting aanzienlijk verminderd werden door aanpassingen aan de reactoren: in cilindrische reactoren met vlakke bodem worden minder microkristallen gevormd dan in reactoren met conisch ondergedeelte. Dit was voor ZgN aanleiding de bestaande reactoren om te bouwen tot cilindrische reactoren met vlakke bodem volgens het PWN-concept.

De reactorhoogte is noodzakelijk in verband met de opvoerhoogte. Vanuit de reactoren stroomt het water onder vrij verval naar de nafilts.

8.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Nieuwe Marktstraat is een onbemand pompstation. Er is circa 5 uur per week een bedrijfsvoerder aanwezig.

In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard, de volumestroom en het onthardingstraject zijn constant (oppervlaktebelasting circa 90 m/h en ΔTH 1 mmol/l).

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met een continue pH-meting van het effluent van de reactoren. Voor de pH is een bovengrens van 9,5 ingesteld. De pH-elektrodes worden ultrasoon gereinigd.

Routinematig wordt de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal, de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 1 uur per week

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

De reactor(en) gaan bij storingen uit bedrijf. De aard van de storingen is verstopping van de loogdoseerpompen waardoor de maximale persdruk wordt overschreden. Dit gebeurt circa 1 keer per jaar en duurt 336 uur. Bij storingen wordt de productiecapaciteit van de onthardingsinstallatie gehalveerd. De samenstelling van het water verandert niet.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 1900 mm

hoogte fluïde bed : 3850 mm

korrels ter plaatse van de bodem:

d_{10} : 0,8 mm

d_{50} : 1,0 mm

UC (d_{60}/d_{10}) : 1,45

Aftappen van korrels

De korrelaftap wordt automatisch na een vast ingestelde tijd gestart. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 25 volume procent.

frequentie korrelaftap	: 14 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels	: 0,7 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 50 mm
materiaal afvoerleidingen	: staal
snelheid in de afvoerleidingen	: 1,4 m/s
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderklep

Korrelbunker

inhoud	: 18 ton, 15 m ³
hoogte aftappunt	: 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 52°

De korrelbunker is binnen opgesteld en is voorzien van een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap en start automatisch na een vast ingestelde tijd. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 14 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 80 kg per keer
soort entmateriaal	: zand 0,4 - 0,63 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 8 m³ (9 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 15 m/h.

8.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 4 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: rond 3,6 m, 10,2 m ²
materiaal	: staal
totale hoogte filterbed	: 2 m
filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	: zand 0,6 - 1,0 mm
filtermateriaal 2 (bedhoogte 1 m)	: antraciet 1,2 - 2,0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de aanvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 12,5 m/h. Er wordt FeCl₃ als vlokmiddel gedoseerd; de dosering is circa 0,15 mg Fe/l. De looptijd van de filters is 60 uur. De filters worden gespoeld op filterweerstand.

8.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten natronloog	: 90 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 20 kfl. per jaar
kosten vlokmiddel	: 4 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 330 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: geen kosten
kosten mensdagen onderhoud	: 3 kfl. per jaar
kosten mensdagen storingen	: 4 kfl. per jaar
kosten mensdagen bedrijfsvoering	: 15 kfl. per jaar

Investeringskosten

Betreft de bouw van de zuiveringsinstallatie in 1985 inclusief de dubbellaagsfiltratie en de aanpassingen aan de reactoren.

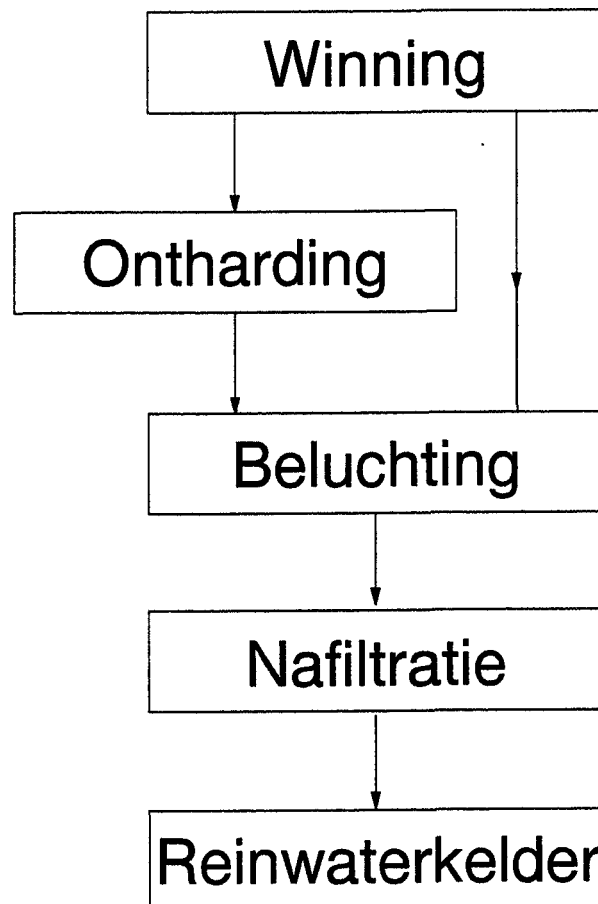
civiel	: 1600 kfl.
werktuigbouwkundig	: 2500 kfl.
elektrotechnisch	: 1200 kfl.

BIJLAGE 9

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Cothen (WMN)

9.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 15 Blokschema zuivering Cothen.

De WMN onthardt op pompstation Cothen onbelucht ruwwater. Deze plaats is gekozen na uitvoerig proefinstallatie-onderzoek, dat gezamenlijk met Kiwa is uitgevoerd. Uit het onderzoek bleek dat ontharding van het onbeluchte ruwwater goede resultaten opleverde, zodat een extra filtratiestap niet noodzakelijk was.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 17 Resultaten analyse watersamenstelling: ruwwater gemiddelde waarden 1993, effluent reactor 1 en mengwater 6-06-94, filtraat 9-09-94.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Effluent reactor 1	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	7,4	9,4	8,1	7,9
EGV	mS/m	45,5	17,1	28,8	29
Troebelheid	FTE	-	20	12	-
CO ₂	mg/l	27	< 0,5	3	4
HCO ₃ ⁻	mg/l	325	72	190	185
CO ₃ ²⁻	mg/l	< 1	5,8	0,8	0,5
Chloride	mg/l	7,5	10,8	9,5	9,5
Sulfaat	mg/l	< 2	-	-	< 2
Calcium	mg/l	84,8	20,9	45,8	43
Magnesium	mg/l	7,76	7,83	7,93	6,7
Ammonium	mg/l	0,17	0,17	0,17	< 0,02
Methaan	µg/l	2800	2900	280	< 5
IJzer	mg/l	2,67	0,70	1,42	< 0,02
Mangaan	mg/l	0,17	0,03	0,09	< 0,02
Aluminium	µg/l	< 5	-	70,3	< 5
Temperatuur	°C	11	11	11	11
Zwevende stof	mg/l	-	13	6	0
Zuurstof	mg/l	< 0,1	-	8	7,5

Tabel 18 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Cothen (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,18	0,15	0,99	1,02	224	3,1	0
Filtraat	0,18	0,04	0,84	0,39	153	1,0	0,1

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

9.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Duwa Kalk & Dolomiet
produktnaam	: Lhocal EH 63
concentratie aangeleverd produkt	: 93 - 95 %

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 40 m ³
verblijftijd in de silo	: 6 weken
hellingshoek silo	: 65,5°
type trilbodem	: Brabender BAV 1250

Aanmaak van kalkmelk

In Cothen wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt sinds februari 1994 met gedecarboniseerd reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 9 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat/doseervat	: 1,2 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat/doseervat	: ca. 1 uur

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde monopomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt 120 g Ca(OH)₂/m³.

diameter doseerleiding(en)	: 43 mm
materiaal doseerleiding(en)	: gewapend PVC-slang

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

Bij levering wordt het gehalte Ca(OH)₂ bepaald (titratie met HCl).

Decarbonisatie-installatie

capaciteit gedecarboniseerd water	: 10 m ³ /h
type water vóór decarbonisatie	: reinwater
concentratie zoutzuur	: 31 %
inhoud zoutzuurtank	: 3 m ³
type doseerpomp	: Prominent Gamma 4 (7,7 l/h)
zuurgraad invoer kolom	: 4,3
zuurgraad uitvoer kolom	: 6,0

diameter kolom	: 500 mm
hoogte kolom	: 3 m bed
vulling van de kolom	: Pall-ringen 1 inch
capaciteit ventilator	: 280 m ³ /h
gelijk/tegenstroom beluchting	: tegenstroom

De zuurdosering wordt volumeproportioneel gestuurd met een fijnregeling voor de pH van het water. De decarbonisatie-installatie is continu in bedrijf en maakt steeds evenveel gedecarboniseerd water aan als er kalkmelk wordt verbruikt.

9.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 120 m ³ /h (bij $v = 84$ m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: buiten de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 12100 mm
hoogte invoerkamer	: 500 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1000 mm
hoogte cilindrisch deel	: 8000 mm
hoogte verwijding	: 2000 mm
hoogte overstortgoot	: 600 mm
diameter bodem	: 600 mm
diameter cilindrische deel	: 1350 mm
diameter uitstroomopening	: 2700 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 21°
openingshoek verwijding	: 19° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor en de bodemconstructie zijn gekozen op basis van ervaringen binnen het bedrijf en de bedrijfstak en vanwege bedrijfsvoerings- en onderhoudsaspecten. De reactorhoogte is gekozen omdat de opvoerhoogte noodzakelijk was en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent.

9.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Cothen is een onbemand pompstation, waar gedurende 20 uur per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 60%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant. De oppervlaktebelasting is 75 m³/m²h en het onthardingstraject ΔTH is 1,6 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 10,5 en een ondergrens van 7,2 ingesteld;
- continue EGV en troebelheid van gemengd mengwater.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De hoogte van het korrelbed wordt routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op tijdsduur van korrelaftap en van toevoegen van entmateriaal en op de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 16 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de kalkmelkdosering en storingen bij de korrelaftap/entzandtoevoeging.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 4700 mm
hoogte fluïde bed : 8500 - 10000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:
 d_{50} : 0,99 mm
 UC (d_{60}/d_{10}) : 1,70

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap : 7 à 8 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels : 1,2 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen : 80 mm
materiaal afvoerleidingen : RVS
snelheid in de afvoerleidingen : 0,6 m/s
type korrelpomp : wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp : 10 m³/h
type afsluiter : kogelkraan

Korrelbunker

inhoud	: 60 m ³
hoogte aftappunt	: > 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 75°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 8/6 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 50 kg per keer
soort entmateriaal	: zilverzand 0,1 - 0,3 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 8 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 40 m/h.

9.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 4 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 5 · 5 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 1 m)	: filtergrind 0,6 - 1,2 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 1 m)	: (hydro-)antraciet 1,2 - 2,4 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid is maximaal 5 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 80 uur. De filters worden op weerstand gespoeld.

Spoelprogramma

- 1e fase: lineair opbouwen waterspoeling 0 - 48 m/h (60 s)
- 2e fase: voorspoelen met water 48 m/h (240 s)
- 3e fase: rust (niveau-verlaging) (120 s)
- 4e fase: luchtspoeling 60 Nm/h (180 s)
- 5e fase: uitdrijven lucht, spoelen met water 18 m/h (40 s)
- 6e fase: rust (10 s)
- 7e fase: naspoelen met water 48 m/h (300 s)
- 8e fase: afbouwen 48 - 7 m/h (120 s)

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : 2 uren per week

Bij het onderhoud is het reinigen van het sproeinnet (beluchting) boven de filters een aandachtspunt.

9.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie : 45 kfl. per jaar

kosten entmateriaal : 4 kfl. per jaar

kosten zoutzuur : 2 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten : 100 kfl. per jaar

kosten korrelafvoer : 10 kfl. per jaar

kosten reserve-onderdelen (1994) : 3 kfl. (pH-elektrodes)

kosten mensdagen totaal (1994) : 150 kfl.

Investeringen

onthardingsinstallatie, aanmaak- en doseerinstallatie(s), inclusief decarbonisatie-installatie

totaal : 4500 kfl.

nafiltratiestap inclusief H.D., spoelwaterinstallatie etcetera

totaal : 5000 kfl. (1980)

9.7 Resultaten aanvullende metingen

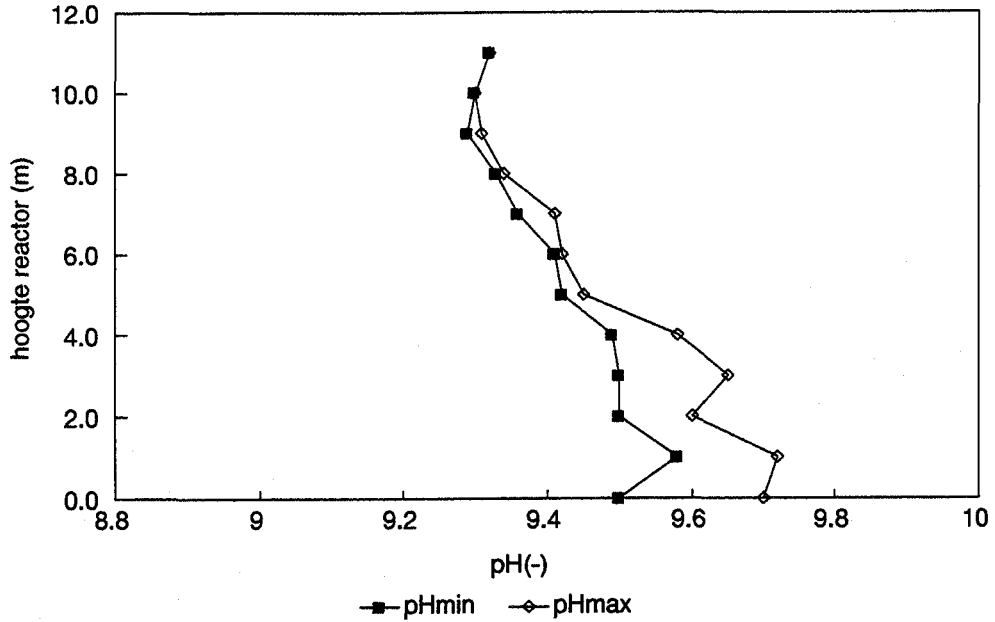
Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen die door WMN zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Cothen.

Opbouw van het korrelbed over de hoogte van de reactor

De korreldiameter van de korrels in de reactor is tot een hoogte van 400 cm boven de bodem vrijwel constant en bedraagt 0,93 mm (d_{50}) bij een UC van 1,26. Boven de 400 cm neemt de korreldiameter van de korrels af: de d_{50} wordt naar boven toe kleiner (van 0,93 mm op 400 cm tot 0,2 mm op een hoogte van 700 cm). Tot een hoogte van 400 cm zijn nagenoeg geen korrels aanwezig ter grootte van entzand (0,1 - 0,3 mm).

Verloop van de pH over de hoogte van de reactor

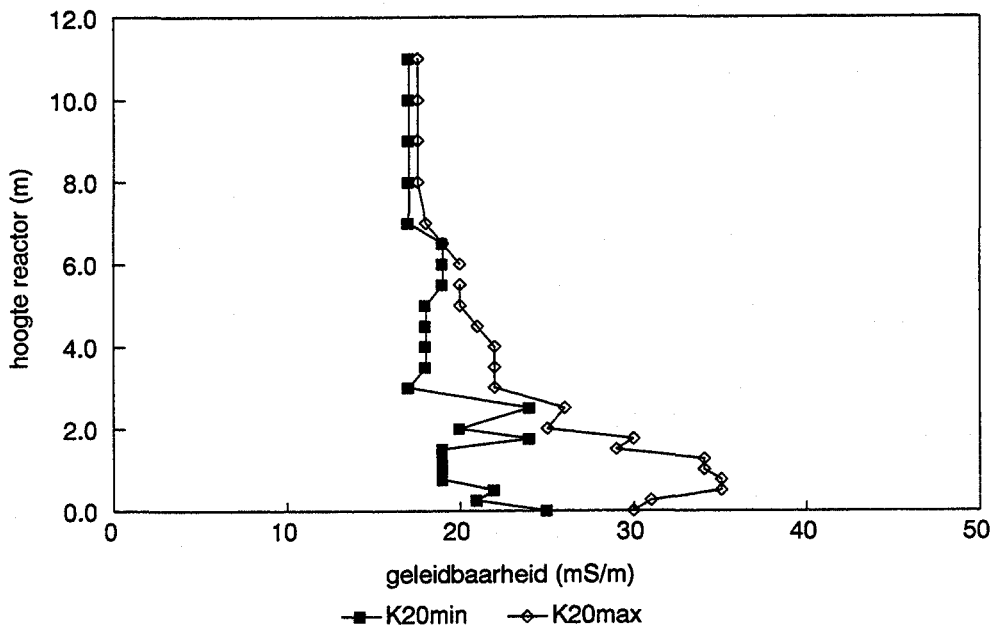
In figuur 16 is het verloop van de minimum en de maximum pH over de hoogte van de reactor uitgezet. De hoogte van het vaste bed bedroeg voorafgaande aan de meting 5 m. Het fluïde bed had een hoogte van 700 cm.



Figuur 16 Het verloop van de minimum en maximum pH over de hoogte.

Verloop van de geleidbaarheid over de hoogte van de reactor

In figuur 17 is het verloop van de minimum en de maximum geleidbaarheid over de hoogte van de reactor uitgezet.



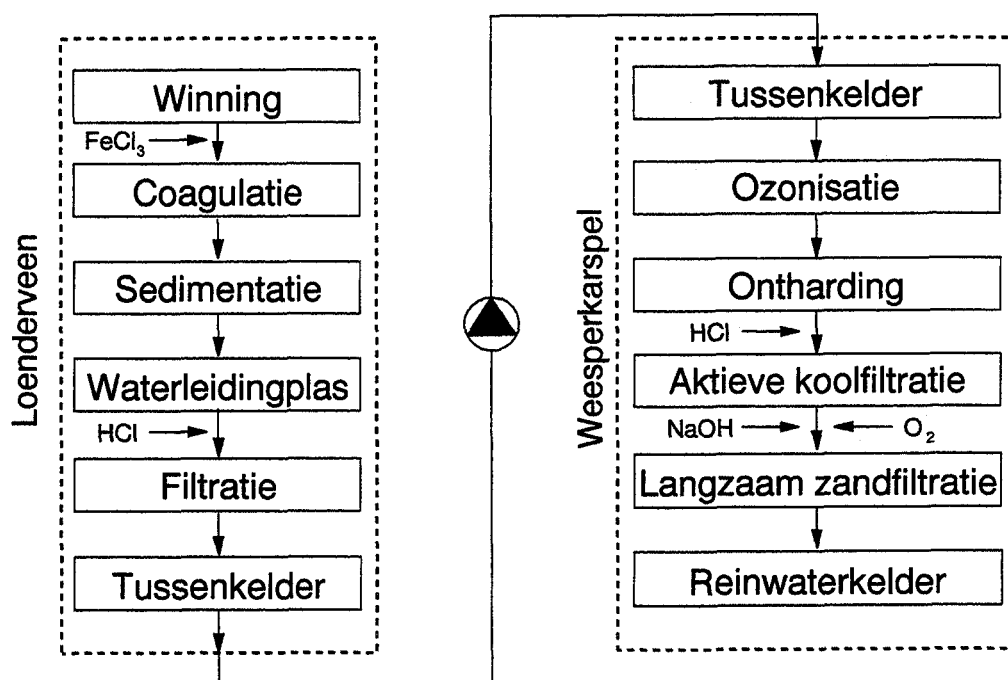
Figuur 17 Het verloop van de minimum en maximum geleidbaarheid over de hoogte van de reactor.

BIJLAGE 10

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Weesperkarspel (GW)

10.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 18 Blokschema zuivering Weesperkarspel (inclusief voorzuivering).

GW onthardt op pompstation Weesperkarspel vergaand voorgezuiverd oppervlaktewater na ozonisatie. Na conditionering met zoutzuur wordt het ontharde water naar actieve koolfilters geleid. Deze actieve koolfiltratie is primair in de zuivering opgenomen voor verwijdering van schadelijke bestanddelen door adsorptie en biologische afbraak. Een bijkomend voordeel van de actieve koolfiltratie is dat zwevende stoffen worden verwijderd.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 19 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1993.

Parameter	Eenheid	Ruwwater (Bethunepolder)	Influent reactor	Effluent + mengwater na pH-correctie	Filtraat na pH- correctie
Zuurgraad	-	7,50	7,75	7,90	8,25
EGV	mS/m	53	52	49	50
Troebelheid	FTE	28	0,15	0,30	0,07
HCO ₃ ⁻	mg/l	284	223	163	173
CO ₃ ²⁻	mg/l	< 1,0	< 1,0	-	-
Chloride	mg/l	42	-	-	77
Sulfaat	mg/l	10	-	-	10
Natrium	mg/l	24	25	-	17
Calcium	mg/l	85	82	-	54
Magnesium	mg/l	6,6	6,6	-	6,5
Ammonium	mg/l	1,6	< 0,04	0,07	< 0,04
IJzer	mg/l	5,29	< 0,02	-	< 0,01
Mangaan	mg/l	0,31	-	-	< 0,01
Temperatuur	°C	11,0	12,5	11,5	11,5
Zwevende stof	mg/l	12	1,0	-	< 1
Zuurstof	mg/l	4	9	-	10

Tabel 20 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Weesperkarspel (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,21	0,14	1,00	0,89	210	2,8	0,3
Filtraat	0,56	0,11	0,98	0,44	110	0,6	0,8

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

10.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 5 stuks
inhoud per opslagtank	: 62 m ³
verblijftijd in de tank	: 2 weken
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: tijdens het lossen van de tankauto
type verdunwater	: gedemineraliseerd water
concentratie loog in de tank	: 25 - 30 %

Dosering van natronloog

Vanuit de natronloogtanks wordt de natronloog via een gemeenschappelijke ringleiding verpompt naar de reactoren. Vanuit de ringleiding stroomt de natronloog via regelafsluiters naar de reactor. De hoeveelheid natronloog per reactor wordt debietproportioneel geregeld met een fijnregeling op de pH van het reactoreffluent. De dosering is circa 37,5 g NaOH/m³.

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De concentratie en de zuiverheid van de natronloog wordt gecontroleerd. De eisen waaraan de zuiverheid moet voldoen liggen vast in de Kiwa-ATA.

10.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: 650 m ³ /h (v_{\max} 125 m/h)
aantal reactoren	: 6 stuks
bodemconstructie	: Amsterdamse bodem
aantal water-invoerpunten	: 186 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 170 stuks
uitvoering water-/loogdop	: Amsterdamse dop
overstortgoot	: buiten de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 8000 mm
hoogte invoerkamer	: 2000 mm
hoogte cilindrisch deel	: 5500 mm
hoogte verwijding	: 500 mm
diameter bodem/cilindrische deel	: 2600 mm

diameter uitstroomopening	: 3000 mm
openingshoek verwijding	: 21,8° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de reactorhoogte zijn gekozen na uitvoerig proefinstallatie-onderzoek door GW.

10.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Weesperkarspel is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard; de hoeveelheid water door de bypass kan in 7 vaste stappen worden ingesteld tussen 0 en 40 %. De juiste instelling voor de bypasshoeveelheid hangt onder andere af van de watertemperatuur en is van groot belang voor optimale werking van de installatie. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 60 en 100 m³/m²h, en het onthardingstraject ΔTH van 1 tot 1,5 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 10 en een ondergrens van 5 ingesteld;
- continue troebelheidsmeting effluent reactor. Voor de troebelheid is een bovengrens van 10 en een ondergrens van 0 ingesteld;
- continue meting totale hardheid effluent reactor
- continue meting totale hardheid filtraat. Voor de totale hardheid is een bovengrens van 1,61 mmol/l en een ondergrens van 1,43 mmol/l ingesteld;
- continue meting temperatuur influent reactor;
- continue meting korrelmassa d.m.v. verschildruk.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De korrelbedhoogte, de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels en de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 2000 mm
hoogte fluïde bed	: 4000 - 5000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{60}	: 1,1 mm
d_{50}	: 1,0 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,6

Aftappen van korrels

Het start- en stopcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels is geautomatiseerd en gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap	: ± 7 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels	: 0,8 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 42 mm
materiaal afvoerleidingen	: HPE
snelheid in de afvoerleidingen	: 0,75 m/s
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 5 m ³ /h
type afsluiter	: plaatafsluiter

Korrelbunker

De korrelbunkers (2 stuks) zijn rechthoekig van vorm. Het lossen gebeurt onder vrij verval onder uit de bunkers; de bunkers zijn opgesteld boven een weegbrug.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap en verloopt automatisch. Het entmateriaal wordt via aparte invoerpunten aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: ± 7 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 60 - 80 kg per keer
soort entmateriaal	: granaatzand
specificatie entmateriaal:	
d ₁₀	: 0,20 mm
d ₅₀	: 0,25 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	: 1,35

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag bestaat uit 2 verticale cilindrische silo's met een uitloop naar een wasinrichting. De silo's zijn opgesteld op drukdozen voor de afweging van de hoeveelheid entmateriaal, die na een korrelaftap naar de reactor wordt toegevoerd.

10.5 Informatie koolfiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal actieve koolfilters	: 26 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 12 stuks 48 m ² en 14 stuks 31 m ²
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2,5 m

filtermateriaal (aktieve kool):

type	: Chemviron F300
d ₁₀	: 0,63 mm
d ₆₀	: 1,36 mm
UC	: 2,16

aantal langzaamzandfilters	: 12 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 625 m ²
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,2 m
filtermateriaal	: zand 0,25 - 0,85 mm

Bedrijfsvoering koolfiltratiestap

De koolfilters worden bedreven met constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 6 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de koolfilters varieert van 3 tot 14 dagen.

De filtratiesnelheid van de langzaamzandfilters is 0,6 m/h. De looptijd van deze filters is circa 1 jaar.

Spoelen van de actieve koolfilters

spoelcriterium	: combinatie van looptijd en filterweerstand
spoelprogramma	: lucht en water gevolgd door water

Onderhoud aan de koolfilters

De tijd nodig voor onderhoud is 4 mandagen voor vullen en legen van een filter in verband met regeneratie van de actieve kool. Dit gebeurt eenmaal per 3 weken.

10.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten natronloog	: 700 kfl. per jaar (1994)
kosten entmateriaal	: 140 kfl. per jaar (1994)
kosten zoutzuur	: 120 kfl. per jaar (1994)

Bedrijfsvoering

mandagen onderhoud en storingen	: 2171 uur in 1993
mandagen bedrijfsvoering	: 5015 uur in 1993

Investeringen

onthardingsinstallatie totaal	: 4000 kfl. (1987)
civiel inclusief silogebouw	: 1000 kfl. (1987)

10.7 Resultaten aanvullende metingen

Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen, die op 25 oktober 1994 zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Weesperkarspel. De metingen zijn ondersteund door de heer ing. E.T. Baars (GW).

Watersamenstelling steekmonsters

De gemeten parameters voor de watersamenstelling van influent en effluent reactor 1, filtraat actieve koolfilters (AKF) en verzameld filtraat langzaam zandfilters (LZF) zijn opgenomen in tabel 21.

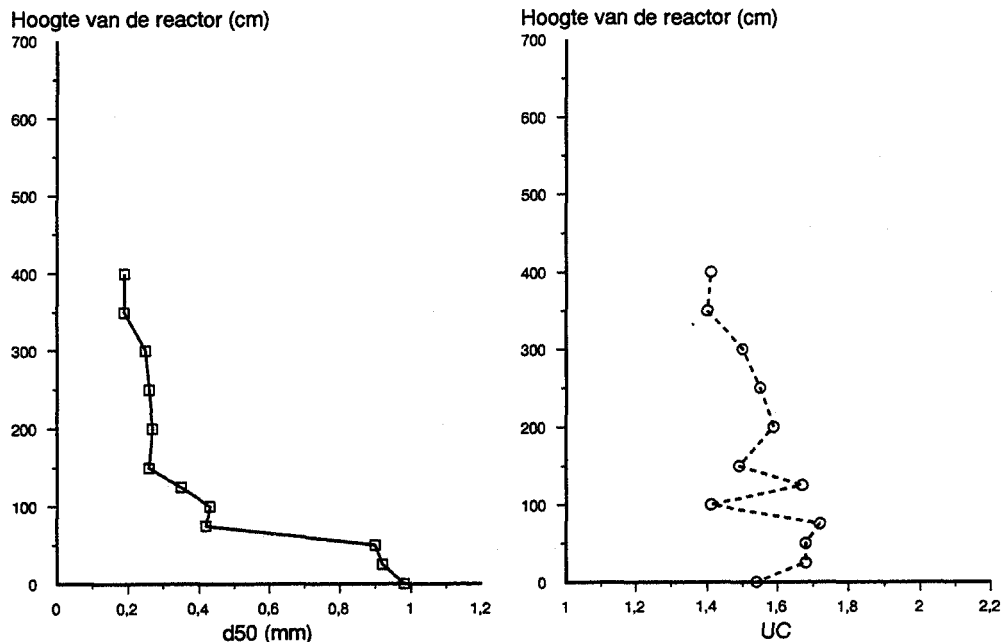
Tabel 21 Resultaten analyse watersamenstelling pompstation Weesperkarspel op 25 oktober 1994.

Parameter (eenheid)	Influent	Effluent reactor	AKF	LZF
Zuurgraad (pH)	7,64	8,61	8,12	8,34
EGV (mS/m)	53,4	46,0	49,9	50,2
Temperatuur (°C)	11,3	11,3	11,3	14,9
Calcium (mg/l)	82,9	37,3	50,9	50,9
TH (mmol/l)	2,26	1,1	1,44	1,47
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	204,9	145,2	170,8	169,6
Natrium (mg/l) ¹	27	57	53	54
IJzer (mg/l) ¹	0,01	0,01	0	0
Mangaan (mg/l) ¹	0	0	0	0
Ammonium (mg/l) ¹	0,07	0,07	0,05	0,04
Sulfaat (mg/l) ¹	11	10	11	10
Chloride (mg/l) ¹	76	82	81	80
Troebelheid (FTU)	0,14	0,40	0,10	0,08

De met ¹ aangeduide parameters zijn gemeten door Gemeentewaterleidingen Amsterdam (GW). De overige parameters zijn ter plekke bepaald. Het monster van effluent reactor 1 is genomen bij een oppervlaktebelasting van 60 m/h (normale bedrijfssituatie).

Opbouw van het korrelbed over de hoogte van de reactor

De opbouw van het korrelbed in reactor 1 is weergegeven in figuur 19.



Figuur 19 Opbouw van het korrelbed over de hoogte van reactor 1 op 25 oktober 1994.

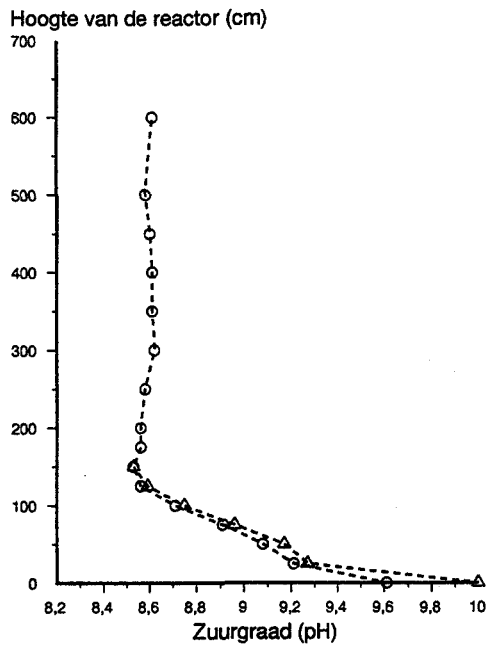
Uit figuur 19 blijkt dat de korreldiameter van de korrels in reactor 1 vanaf de bodem constant afneemt over de hoogte van het fluïde bed. Het korrelbed is volledig gestratificeerd: de d_{50} wordt naar boven toe kleiner. Vanaf 150 cm boven de bodem is de korreldiameter gelijk aan de korreldiameter van het entmateriaal. Bovenin het fluïde bed bevindt zich het fijne entmateriaal. De hoogte van het vaste bed is niet gemeten omdat de reactor continu in bedrijf was. Het fluïde bed had een hoogte van 400 cm.

Verloop van de pH over de hoogte van de reactor

In figuur 20 is het verloop van de minimum en de maximum pH over de hoogte van reactor 1 uitgezet.

De pH-waarde die ter plaatse van de bodem van de reactor wordt gemeten varieert van 9,6 tot 10. Op de overige monsterpunten boven de reactorbodem is het verschil tussen de minimum en de maximum pH kleiner dan 0,1 pH-eenheid.

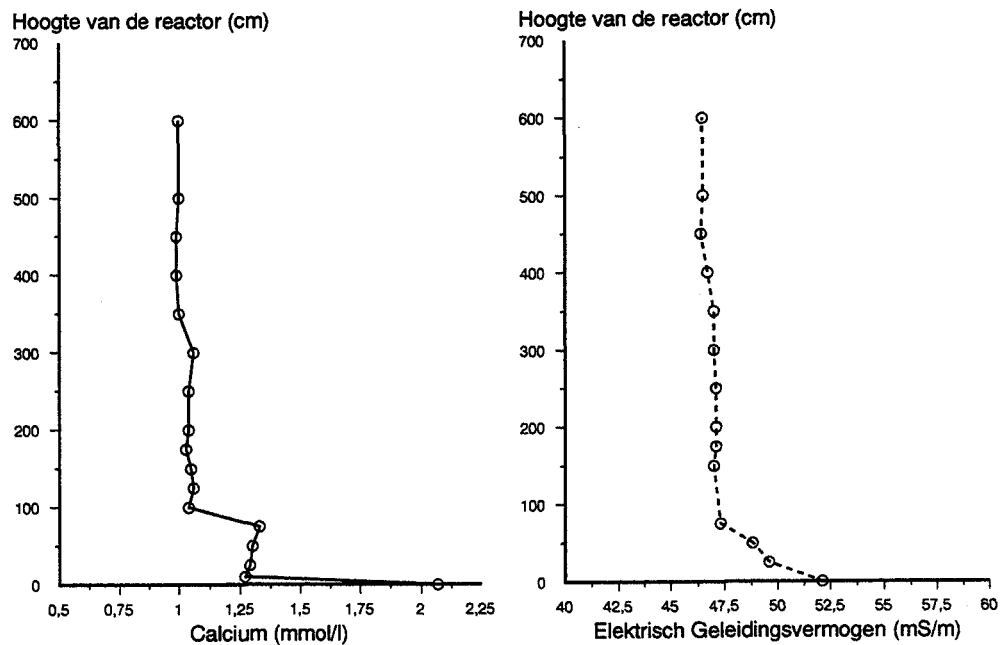
Vanaf de reactorbodem neemt de pH over de hoogte af tot een hoogte van 150 cm boven de bodem. Vanaf 150 cm is de pH over de hoogte nagenoeg constant.



Figuur 20 Het verloop van de minimum en maximum pH over de hoogte van reactor 1 op 25 oktober 1994.

Verloop van het calciumgehalte en van het geleidingsvermogen

In figuur 21 is het verloop van het calciumgehalte en van het elektrisch geleidingsvermogen bij 20°C over de hoogte van de reactor uitgezet.



Figuur 21 Het verloop van het calciumgehalte en het geleidingsvermogen over de hoogte van reactor 1 op 25 oktober 1994.

Uit het verloop van zowel het calciumgehalte als het geleidingsvermogen kan worden geconcludeerd dat de onthardingsreactie nagenoeg geheel in de onderste meter van de reactor verloopt.

Het nucleërend vermogen op plaatsen in de zuivering

Het resultaat van de metingen van het nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 22 Resultaten metingen nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering te Weesperkarspel (25 oktober 1994).

SI = 1,75 (-)	Influent	Effluent ¹	AKF	LZF
t _{ind} (min)	52	9,1	19,9	11,7

¹ gemeten bij een SI van 1,5.

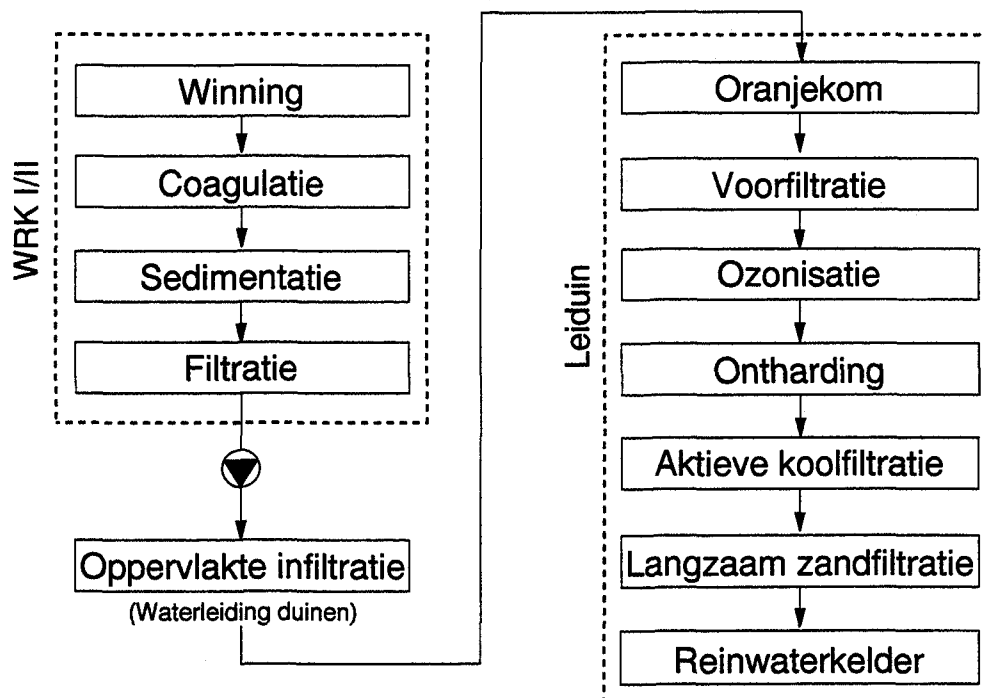
Uit de tabel blijkt dat bij ontharding microkristallen worden gevormd (de inductietijd van het effluent is aanzienlijk lager dan de inductietijd van het influent). De hoeveelheid microkristallen neemt na actieve koolfiltratie af (AKF); de inductietijd neemt weer toe. De inductietijd na langzaam zandfiltratie is echter weer lager dan na actieve koolfiltratie. Dit duidt op een relatief grote hoeveelheid microkristallen in het filtraat van de langzaam zandfilters.

BIJLAGE 11

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Leiduin (GW)

11.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 22 Blokschema zuivering Leiduin (inclusief voorzuivering).

GW onthardt op pompstation Leiduin vergaand voorgezuiverd oppervlakte-water na duinpassage en ozonisatie. Na conditionering met zoutzuur wordt het ontharde water naar actieve koolfilters geleid. Deze actieve koolfiltratie is primair in de zuivering opgenomen voor verwijdering van schadelijke bestanddelen door adsorptie en biologische afbraak. Een bijkomend voordeel van de actieve koolfiltratie is dat zwevende stoffen worden verwijderd.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 23 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1993.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Effluent Reactor	Mengwater	Reinwater
Zuurgraad	-	7,95	8,75	8,65	8,40
EGV	mS/m	76	70	70	70
Troebelheid	FTE	2,5	3,9	3,3	0,13
HCO ₃ ⁻	mg/l	193	130	137	139
CO ₃ ²⁻	mg/l	< 1,0	6,7	5,5	2,5
Chloride	mg/l	142	-	-	143
Sulfaat	mg/l	63	-	-	62
Natrium	mg/l	72	-	-	96
Calcium	mg/l	82	42	45	44
Magnesium	mg/l	10,0	9,8	9,8	9,9
Ammonium	mg/l	0,09	-	-	< 0,04
IJzer	mg/l	0,30	-	-	< 0,01
Mangaan	µg/l	100	-	-	< 10
Aluminium	µg/l	3	-	-	2
Temperatuur	°C	11,5	11,5	11,5	12,0
Zuurstof	mg/l	10,4	-	-	10,1

Tabel 24 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Leiduin (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,45	0,13	1,02	0,58	152	2,3	1,6
Reinwater	0,50	0,07	0,85	0,29	95	1,2	2,3

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

11.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 56 m ³
verblijftijd in de tank	: 2 weken
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: tijdens het lossen van de tankauto
type verdunwater	: gedemineraliseerd water
concentratie loog in de tank	: 25 %

Dosering van natronloog

Vanuit de natronloogtanks wordt de natronloog via een gemeenschappelijke ringleiding verpompt naar de reactoren. Vanuit de ringleiding stroomt de natronloog via regelafsluiters naar de reactor. De hoeveelheid natronloog per reactor wordt debietproportioneel geregeld met een fijnregeling op de pH van het reactoreffluent. De dosering is circa 44,3 g NaOH/m³.

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De concentratie en de zuiverheid van de natronloog wordt gecontroleerd. De eisen waaraan de zuiverheid moet voldoen liggen vast in de Kiwa-ATA.

11.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: 850 m ³ /h (v_{\max} 120 m/h)
aantal reactoren	: 10 stuks
bodemconstructie	: Amsterdamse bodem
aantal water-invoerpunten	: 256 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 240 stuks
uitvoering water-/loogdop	: Amsterdamse dop
overstortgoot	: buiten de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor	: 9500 mm
hoogte invoerkamer	: 2000 mm
hoogte cilindrisch deel	: 6500 mm
hoogte verwijding	: 500 mm
diameter bodem/cilindrische deel	: 3000 mm

diameter uitstroomopening	: 3480 mm
openingshoek verwijding	: 25,6° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de reactorhoogte zijn gekozen na uitvoerig proefinstallatie-onderzoek door GW.

11.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Leiduin is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard; de hoeveelheid water door de bypass kan in vaste stappen worden ingesteld tussen 0 en 52 %. De juiste instelling voor de bypasshoeveelheid hangt onder andere af van de watertemperatuur en is van groot belang voor optimale werking van de installatie. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 50 en 150 m³/m²h.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 2000 mm
hoogte fluïde bed	: 4000 - 5000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d ₆₀	: 1,1 mm
d ₅₀	: 1,0 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	: 1,6

Aftappen van korrels

Het start- en stopcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels is geautomatiseerd en gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap	: ± 7 keer per week
diameter korrelafvoerleidingen	: 63 mm
materiaal afvoerleidingen	: HPE
snelheid in de afvoerleidingen	: 0,75 m/s
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 5 m ³ /h
type afsluiter	: plaatafsluiter

Korrelbunker

inhoud	: 2 stuks 50 m ³
hoogte aftappunt	: ± 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 110°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap en verloopt automatisch. Het entmateriaal wordt via aparte invoerpunten aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: ± 7 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: ± 60 kg per keer
soort entmateriaal	: granaatzand
specificatie entmateriaal:	
d_{10}	: 0,20 mm
d_{50}	: 0,25 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,35

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 64 m³ (2 stuks 32 m³) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 90 m/h.

11.5 Informatie nafiltratie

Over de nafiltratie op pompstation Leiduin zijn (nog) geen gegevens beschikbaar. Op dit moment wordt te Leiduin een biologische actieve koolfiltratie gebouwd.

11.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Investerings bouwproject ontharding Leiduin (nacalculatie 21-03-1989) civieltechnische werken:

voorbereiding en toezicht	: 2550 kfl.
uitvoering	: 8536 kfl.
bouwrente	: 872 kfl.
werktuigbouwkundig:	
voorbereiding en toezicht	: 1292 kfl.
uitvoering	: 5785 kfl.
bedrijfsvoorschriften	: 433 kfl.
begeleiding en opleiding	: 103 kfl.
elektro/meet & regel:	
voorbereiding en toezicht	: 1353 kfl.
uitvoering	: 3369 kfl.

Exploitatiekosten

Uitgaande van annuïteiten, een afschrijvingstermijn van 20 jaar en een rente van 9% bedragen de kapitaalslasten 3,78 cent per m³ bij een productie van 64,51 Mm³/jaar (1993). De variabele kosten zoals chemicaliën, entmateriaal, onderhoud en energie bedragen in 1993 circa 4,25 cent per m³.

Chemicaliekosten 1993

kosten natronloog en zoutzuur : 1713,6 kfl. per jaar
kosten entmateriaal : 243,7 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering 1993

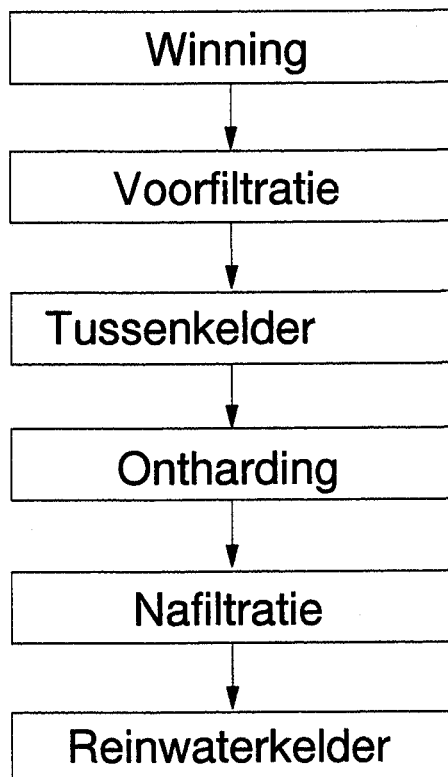
energiekosten : 175 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer : geen kosten
kosten onderhoud : 622 kfl. per jaar

BIJLAGE 12

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hoorn te Alphen aan den Rijn (EWR)

12.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 23 Blokschema zuivering Hoorn.

EWR onthardt op pompstation Hoorn voorfiltraat. De voorfilters verlagen het ijzer- en mangaangehalte vergaand voorafgaande aan de ontharding.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 25 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1993.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,06	7,70	8,51	-
EGV	mS/m	115	116	107	-
Troebelheid	FTE	3,81	0,37	6,32	0,219
HCO ₃ ⁻	mg/l	471	462	362	-
Chloride	mg/l	132	-	-	111
Sulfaat	mg/l	128	-	-	96,9
Natrium	mg/l	96	102	156	-
Calcium	mg/l	158	160	65,6	-
Magnesium	mg/l	25	25	25	-
Ammonium	mg/l	2,85	1,46	-	-
IJzer	µg/l	5026	107	-	17
Mangaan	µg/l	999	379	-	0,74
Temperatuur	°C	11,6	11,7	11,7	-
Zwevende stof	mg/l	4,99	0,72	2,72	0,42
Zuurstof	mg/l	1,04	9,87	-	-

Tabel 26 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Hoorn (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,19	0,33	1,03	1,82	279	8,1	0,7
Reinwater	0,53	0,19	1,10	0,73	154	3,4	1,2

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN. Bovendien zijn de berekeningen voor reinwater gebaseerd op de watersamenstelling zoals opgegeven in de Statistiek wateronderzoek 1994.

12.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog 50 %
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 21 m ³
verblijftijd in de tank	: 2 maanden
verdunnen aangeleverd produkt	: nee
concentratie loog in de tank	: 50 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt vanuit een gemeenschappelijke ringleiding via regelafsluiters naar de reactoren geleid. De ringleiding is verwarmd en geïsoleerd om kristallisatie van de 50 %-ige natronloog te voorkomen. De natronloog wordt vanuit de loogtanks door middel van een drukvat met 4 bar luchtdruk in de ringleiding geperst. De dosering aan de reactoren bedraagt circa 270 g NaOH/m³.

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Van de geleverde natronloog wordt de hoeveelheid en de zuiverheid (parameters overeenkomstig de criteria van de Kiwa-ATA) bepaald.

12.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte in gesloten uitvoering
ontwerpcapaciteit reactor	: 200 m ³ /h (v_{\max} 115 m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: geen, gesloten uitvoering
totale hoogte reactor	: 5150 mm
hoogte conisch onderstuk	: 900 mm
hoogte cilindrisch deel	: 3000 mm
hoogte verwijding	: 1050 mm
diameter bodem	: 500 mm
diameter cilindrische deel	: 1500 mm
diameter uitstroomopening	: 2000 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 29°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn geadviseerd door RID op basis van resultaten van proefinstallatie-onderzoek.

12.4 **Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie**

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Hoorn is een bemand pompstation, waar gedurende circa 40 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait onbemand. In deze installatie wordt de hoofdstroom onthard, de volumestroom door de reactoren en het onthardingstraject zijn constant.

oppervlakte belasting	: 80 m ³ /m ² h
onthardingstraject ΔTH	: 2,5 mmol/l

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 9 en een ondergrens van 7 ingesteld.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De korrelbedhoogte, de tijdsduur van korrelaftap en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels worden routinematig gecontroleerd. Er is geen controle op de tijdsduur van toevoegen van entmateriaal.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud	: 10 uren per week
---------------------------	--------------------

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en)	: 120 dagen per jaar
-----------------------------------	----------------------

De reactor(en) worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactorbodem, eventueel gecombineerd met onderhoud. Bij lage productie is er bovendien slechts 1 reactor in bedrijf.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaan de reactoren uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de loogdosering en lekkages.

tijdsduur storingen	: 1 uur
schatting aantal storingen	: 5 keer per jaar

Bij storingen wordt op een andere reactor overgeschakeld. Afhankelijk van de tijdsduur en aard van de storing zal er een aantal dagen worden gespoeld met water. Na goedkeuring van het genomen monster (bacteriologisch onderzoek) kan de reactor in bedrijf.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 3400 mm
hoogte fluïde bed : 3900 mm
korrels ter plaatse van de bodem, d_{50} : 1,5 - 2,0 mm

Aftappen van korrels

De korrelaftap wordt handmatig gestart en gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is niet bekend.

frequentie korrelaftap : 7 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels : 0,7 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen : 80 mm
materiaal afvoerleidingen : staal
type korrelpomp : ejecteur
type afsluiter : vlinderklep en membraanafsluiter

Korrelbunker

De korrels worden direct vanuit de reactor(en) gestort in containers.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van entmateriaal wordt handmatig gestart. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging : 7 keer per week
hoeveelheid entmateriaal : 100 kg per keer
soort entmateriaal : filterzand 0,2 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 8,4 ton en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is niet bekend.

12.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters : 8 stuks
type filter : enkellaags
afmetingen per filter : 6,5 m²
materiaal : beton
totale hoogte filterbed : 2,15 m
filtermateriaal : zand 1,0 - 2,0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filtratiesnelheid bedraagt 2,9 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd.
De looptijd van de filters is 3 tot 4 dagen.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : looptijd van het filter

spoelprogramma:

- 5 minuten lucht 78 m/h
- 5 minuten water 27 m/h
- 20 minuten afvoer eerste filtraat

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : < 2 uren per week

Aandachtspunt bij het onderhoud is het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor filtraat.

12.6 Schatting kosten op jaarbasis

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie : 81 kfl. per jaar
kosten entmateriaal : 6,7 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

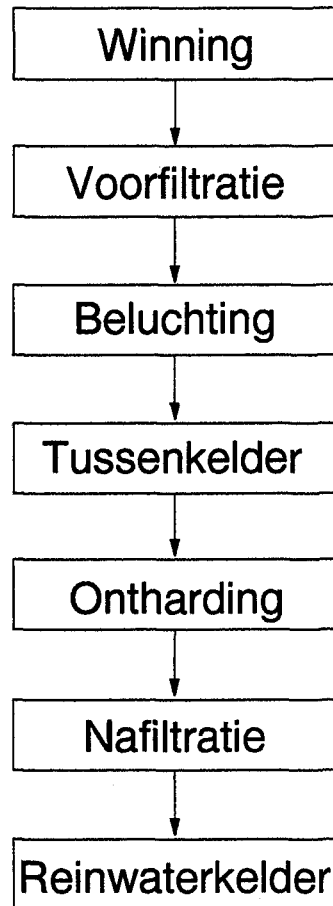
kosten korrelafvoer : 10 kfl. per jaar
kosten reserve-onderdelen : 2 kfl. per jaar
kosten mensdagen totaal : 55 kfl. per jaar

BIJLAGE 13

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hazerswoude (WZHO)

13.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 24 Blokschema zuivering Hazerswoude.

WZHO onthardt op pompstation Hazerswoude water dat na voorfiltratie is belucht. Deze plaats van ontharding is gekozen op basis van resultaten van proefinstallatie-onderzoek door RID.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 27 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	6,99	-	8,57	-
EGV	mS/m	136,9	124,6	118,2	114,8
Troebelheid	FTE	-	-	3,05	-
CO ₂	mg/l	80,1	-	-	-
HCO ₃ ⁻	mg/l	486,5	-	358,1	-
Chloride	mg/l	144	-	-	138
Sulfaat	mg/l	211	-	-	166
Natrium	mg/l	103,2	-	179,3	-
Calcium	mg/l	178,2	-	71,8	-
Magnesium	mg/l	36,8	-	32,1	-
Ammonium	mg/l	4,6	1,6	-	< 0,02
Methaan	µg/l	270	-	-	-
IJzer	mg/l	4,83	0,19	-	0,03
Mangaan	µg/l	1005	619	-	61
Temperatuur	°C	10,7	-	-	-
Zuurstof	mg/l	< 1	7,21	-	9,3

Tabel 28 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Hazerswoude (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,15	0,29	1,00	1,92	278	10,2	0,8
Filtraat	0,84	0,46	1,33	1,23	138	5,7	1,2

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN. De parameters pH, elektrisch geleidingsvermogen, waterstofcarbonaat, calcium en temperatuur voor het filtraat zijn eveneens overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994.

13.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Er is gekozen voor natronloog als onthardingschemicalie op advies van RID.

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 36 m ³
verblijftijd in de tank	: 14 dagen
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: tijdens het lossen van de tankauto
type verdunwater	: dieponthard water (ionenwisselaar)
concentratie loog in de tank	: 33 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraandoseerpomp met pulsdemper. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 240 g NaOH per m³ water.

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De concentratie en de soortelijke massa van de aangeleverde natronloog wordt gecontroleerd.

13.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 200 m ³ /h (bij v = 106 m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
aantal water-invoerpunten	: 12 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 8300 mm
hoogte invoerkamer	: 1000 mm
hoogte conisch onderstuk	: 800 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4500 mm
hoogte verwijding	: 2000 mm

diameter bodem	: 1000 mm
diameter cilindrische deel	: 1550 mm
diameter uitstroomopening	: 2500 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 21°
openingshoek verwijding	: 14,8°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn geadviseerd door RID.

13.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Hazerswoude is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. Het onthardingstraject is constant; ΔTH bedraagt 2,7 mmol/l. De oppervlaktebelasting van de reactoren kan worden gevarieerd, de snelheid door de reactoren is veelal ingesteld op 90 m/h. Variaties in waterproductie worden opgevangen door te schakelen met het aantal reactoren.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met een continue pH-meting van het effluent van de reactoren. Bovendien vindt wekelijks een kwaliteitsbewaking door het laboratorium plaats.

De pH-elektrodes worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De korrelbedhoogte en de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd. Er is geen controle van de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 2 - 3 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor natronloog en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

De reactoren worden uit bedrijf genomen na storingen. Er vindt aan de reactoren geen preventief onderhoud plaats.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de reactorpomp. Dit gebeurt circa 5 keer per jaar en duurt 4 uur.

Bij storingen aan (een van de) reactor(en) wordt de productie over de overige reactoren gevoerd. Bij een storing aan alle reactoren wordt voorfiltraat geleverd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 4455 mm
hoogte fluïde bed	: 6150 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{90}	: 2,0 mm
d_{50}	: 1,5 mm

Aftappen van korrels

De korrelaftap is handbediend. Het aftappen vindt plaats met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is niet bekend.

frequentie korrelaftap	: 7 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels	: 0,6 - 0,8 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 250 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderklep bij de korrelbunker plaatafsluiter onder de reactor

Korrelbunker

inhoud	: 30 ton
hoogte aftappunt	: 3 m

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

Het toevoegen van entmateriaal is evenals de korrelaftap handbediend. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoerd.

frequentie toevoeging	: 2 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 200 l per keer
soort entmateriaal	: gegloeid filterzand 0,2 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud voor 30 ton entmateriaal en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met chloorbleekloog en gespoeld.

13.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 7 stuks
type filter	: enkellaags droogfilters
afmetingen per filter	: 10 m ²
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2,15 m
filtermateriaal	: gebroken filtergrind 1,2 - 2,4 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De droogfilters worden met de hand geregeld. De filtratiesnelheid is circa 6 - 6,5 m/h.

Spoelen van de filters

spoelcriterium	: looptijd van het filter
spoelprogramma:	
- 5 filters 10 - 15 minuten water	475 - 500 m ³ /h
- 2 filters 10 - 15 minuten water en lucht	475 - 500 m ³ /h

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud	: 2 uren per week
---------------------------	-------------------

Aandachtspunt bij het onderhoud is het schoonmaken van de sproeiers.

13.6 Schatting kosten op jaarbasis

Chemicaliekosten

kosten natronloog	: 78 kfl. per jaar
overige kosten	: 150,5 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 157 kfl. per jaar
---------------	---------------------

Investeringskosten

De investeringen zijn niet meer te achterhalen.

13.7 Resultaten aanvullende metingen

Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen, die op 22 juni 1994 zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Hazerswoude. De metingen zijn ondersteund door medewerkers van de afdeling Onderzoek en Ontwikkeling van de WZHO.

Watersamenstelling steekmonsters

De gemeten parameters voor de watersamenstelling van het influent en het effluent van reactor 2 en het gemengd filtraat van de nafilts op 22 juni 1994 zijn opgenomen in tabel 29.

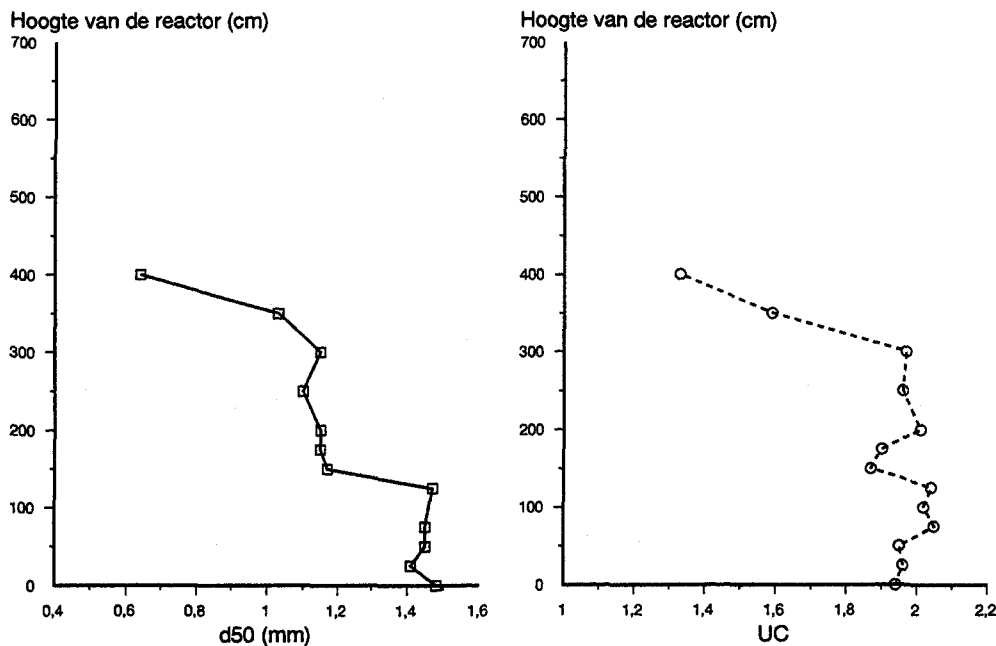
Tabel 29 Resultaten analyse watersamenstelling pompstation Hazerswoude op 22 juni 1994.

Parameter (eenheid)	Influent reactor 2	Effluent reactor 2	Filtraat
Zuurgraad (-)	7,40	8,40	8,32
EGV (mS/m)	120,6	117,3	110,7
Temperatuur (°C)	16,5	15,7	17,7
Calcium (mg/l)	164,7	75,8	84,6
TH (mmol/l)	5,34	2,87	3,05
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	445,3	355	359,3
Natrium (mg/l) ¹	100,9	183,9	178,1
IJzer (mg/l) ¹	0,17	0,24	0,02
Mangaan (mg/l) ¹	0,76	-	< 0,02
Ammonium (mg/l) ¹	1,92	0,12	< 0,02
Sulfaat (mg/l) ¹	217,6	217,2	215,9
Troebelheid (FTU)	0,46	2,1	0,5

De met ¹ aangeduide parameters zijn gemeten door het laboratorium van de N.V. Watermaatschappij Zuid-Holland-Oost (WZHO). De overige parameters zijn ter plekke door Kiwa bepaald. Het monster van effluent reactor 2 is genomen bij een oppervlaktebelasting van 90 m/h (normale bedrijfssituatie).

Opbouw van het korrelbed over de hoogte van de reactor

De opbouw van het korrelbed in reactor 2 is weergegeven in figuur 25.



Figuur 25 Opbouw van het korrelbed in reactor 2 op 22 juni 1994.

Uit figuur 25 blijkt dat de korrel diameter van de korrels in reactor 2 tot een hoogte van 125 cm vrijwel constant is. Boven de 125 cm neemt de korrel diameter enigszins af: de d_{50} wordt tussen 125 cm en 350 cm boven de bodem circa 0,4 mm kleiner. De bovenste 50 cm van het fluïde bed wordt gevormd door fijn korrelmateriaal.

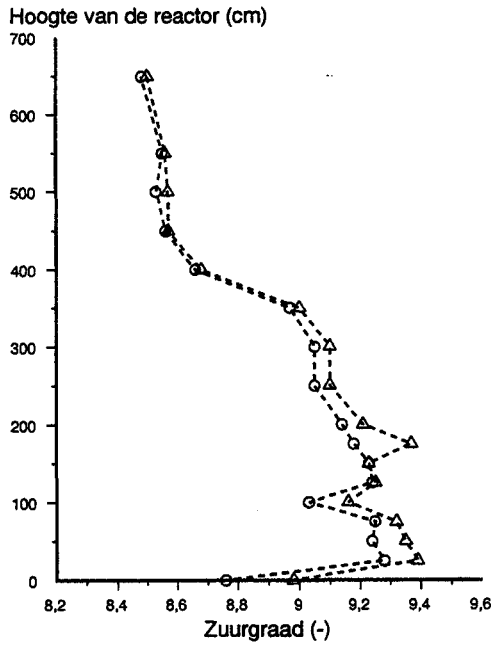
Tot een hoogte van 125 cm boven de bodem is het korrelbed in reactor 2 gemengd. Zowel grote als kleine korrels komen in het korrelbed voor, hetgeen blijkt uit de waarden voor de UC van circa 2. Boven de 125 cm is enigszins sprake van stratificatie.

De hoogte van het vaste bed is niet gemeten omdat de reactor continu in bedrijf was. Het fluïde bed had een hoogte van 400 cm.

Verloop van de pH over de hoogte van de reactor

In figuur 26 is het verloop van de minimum en de maximum pH over de hoogte van reactor 2 uitgezet.

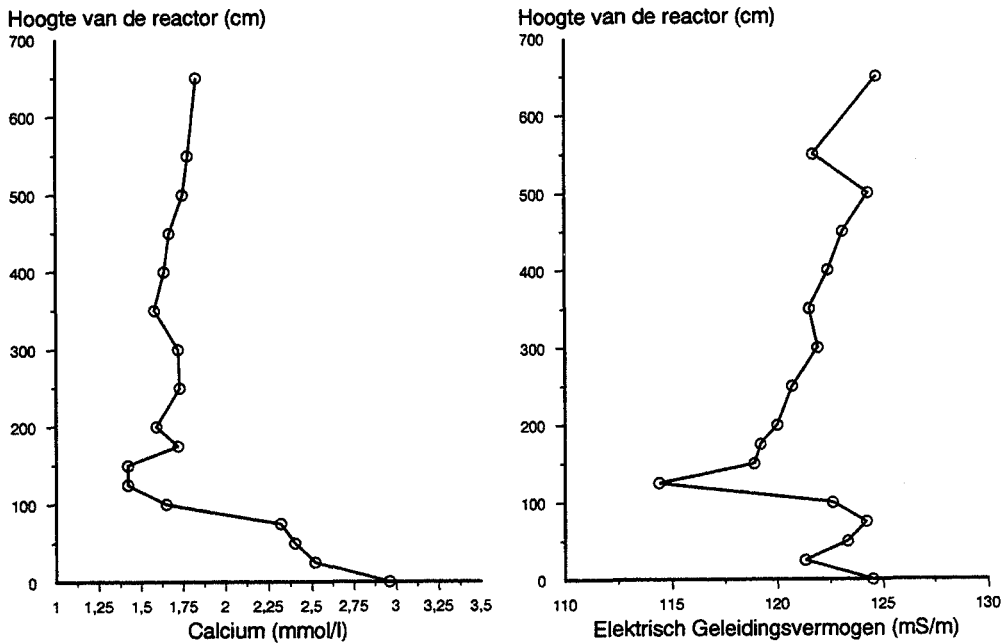
De pH-waarde, die tot een hoogte van 300 cm boven de bodem wordt gemeten, is nagenoeg constant. Het verschil tussen de minimum en de maximum pH-waarde is op iedere hoogte, met uitzondering van het monsterpunt ter plaatse van de bodem, kleiner dan 0,1 pH-eenheid. Vanaf een hoogte van 300 cm boven de bodem neemt de pH relatief snel af. De pH blijft ook boven het fluïde bed (dat 400 cm hoog was) afnemen.



Figuur 26 Het verloop van de minimum en maximum pH over de hoogte van reactor 2 op 22 juni 1994.

Verloop van het calciumgehalte en het geleidingsvermogen

In figuur 27 is het verloop van het calciumgehalte en van het elektrisch geleidingsvermogen bij 20°C over de hoogte van de reactor uitgezet.



Figuur 27 Het verloop van het calciumgehalte en de geleidbaarheid over de hoogte van reactor 2 op 22 juni 1994.

Het calciumgehalte en het elektrisch geleidingsvermogen neemt vanaf de bodem tot een hoogte van 150 cm boven de bodem af. Het gehalte calcium neemt daarna over de gehele hoogte van de reactor weer enigszins toe. Het geleidingsvermogen neemt eveneens over de hele hoogte van de reactor weer toe; de eindwaarde voor het geleidingsvermogen boven in de reactor is hoger dan het geleidingsvermogen van het influent.

Het nucleërend vermogen op plaatsen in de zuivering

Het resultaat van de metingen van het nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 30 Resultaten metingen nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering te Hazerswoude (23 juni 1994).

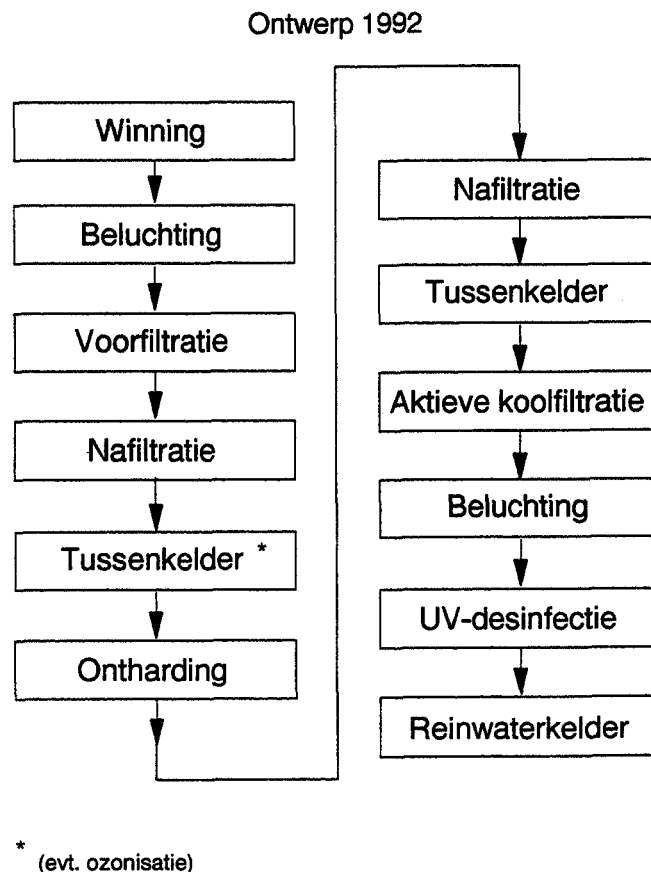
SI = 1,75 (-)	Influent	Effluent	Filtraat
t_{ind} (min)	> 128	103,7	24,6

BIJLAGE 14

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Ridderkerk (WZHO)

Op dit moment worden de laatste aanpassingen aan de onthardingsinstallatie op pompstation Ridderkerk doorgevoerd. De installatie is vanaf medio 1995 in bedrijf.

14.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering



Figuur 28 Blokschema (toekomstige) zuivering Ridderkerk.

WZHO gaat op pompstation Ridderkerk (voorheen pompstation Kivietsweg) voorfiltraat ontharden. DHV heeft op pompstation Ridderkerk proefinstallatie-onderzoek uitgevoerd om ontwerpgegevens te verzamelen. De plaats van ontharding is geadviseerd door Kiwa, na een 'second opinion' van de door DHV verzamelde gegevens.

14.2 Onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie : kalkhydraat

14.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor : cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor : 288 m³/h (v_{\max} 120 m/h)
aantal reactoren : 3 stuks
bodemconstructie : flappenbodem
aantal water-invoerpunten : 16 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten : 1 stuks (5 stuks mogelijk)
overstortgoot : binnen de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor : 11766 mm
hoogte invoerkamer : 761 mm
hoogte conisch onderstuk : 1075 mm
hoogte cilindrisch deel : 8760 mm
hoogte verwijding : 660 mm
hoogte overstortgoot : 510 mm
diameter bodem : 1024 mm
diameter cilindrische deel : 1750 mm
diameter uitstroomopening : 2200 mm
openingshoek conisch onderstuk : 19°
openingshoek verwijding : 21°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak.

14.4 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters : 5 stuks (en 1 reserve)
type filter : dubbellaags
afmetingen per filter : 18 m²
materiaal : beton
totale hoogte filterbed : 1,5 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,5 m) : zand 0,4 - 0,8 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 1 m) : antraciet 0,8 - 1,6 mm

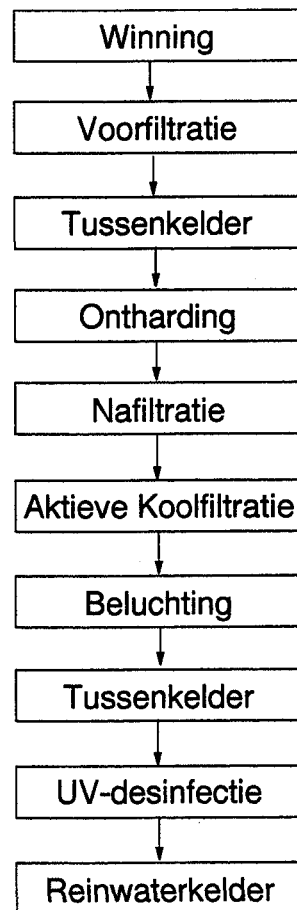
filtratiesnelheid : circa 8 m/h

BIJLAGE 15

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Hendrik Ido Ambacht (WZHO)

15.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 29 Blokschema zuivering Hendrik Ido Ambacht.

WZHO onthardt op pompstation Hendrik Ido Ambacht voorfiltraat. Deze plaats van ontharding is geadviseerd door DHV op basis van proefinstallatie-onderzoek.

De oude naam van pompstation Hendrik Ido Ambacht is pompstation Crezeepolder; WZHO hanteert sinds kort de plaatsnamen voor het aanduiden van de pompstations.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 31 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,06	-	7,89	-
EGV	mS/m	91,9	91,3	87,5	87,3
Troebelheid	FTE	8,92	-	6,41	-
CO ₂	mg/l	38,2	-	5,7	-
HCO ₃ ⁻	mg/l	247,5	-	173,8	-
Chloride	mg/l	160	-	-	162
Sulfaat	mg/l	56	-	-	60
Natrium	mg/l	77,5	-	112,1	-
Calcium	mg/l	99,6	-	71,4	-
Magnesium	mg/l	13,5	-	12,4	-
Ammonium	mg/l	2,45	1,02	-	0,002
Methaan	µg/l	1989	-	-	-
IJzer	mg/l	7,17	0,21	-	0,024
Mangaan	µg/l	796	353	-	10
Temperatuur	°C	11,9	11,8	12,3	11,6
Zuurstof	mg/l	< 1	9,96	-	8,7

Tabel 32 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Crezeepolder (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,26	-0,24	0,61	0,61	282	4,3	1,2
Filtraat	0,16	0,04	0,84	0,42	174	2,3	2,0

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN. De parameters pH, elektrisch geleidingsvermogen, waterstofcarbonaat, calcium en temperatuur voor het filtraat zijn eveneens overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994.

15.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produknaam	: Natronloog
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 1 stuks
inhoud per opslagtank	: 27 m ³
verblijftijd in de tank	: 1 maand
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: tijdens het lossen van de tankauto
type verdunwater	: reinwater
concentratie loog in de tank	: 25 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraandoseerpomp met pulsdemper. Er zijn vijf doseerpompen per reactor; ieder loog-invoerpunt in de reactorbodem heeft een eigen doseerpomp. De dosering bedraagt circa 150 g NaOH per m³ water.

15.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem in gesloten uitvoering
ontwerpcapaciteit reactor	: 110 m ³ /h (v_{\max} 90 m/h)
aantal reactoren	: 2 stuks
bodemconstructie	: nozzleplaat
aantal water-invoerpunten	: 39 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 5 stuks (lanzen)
overstortgoot	: geen, gesloten uitvoering
totale hoogte reactor	: 5355 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4400 mm
hoogte verwijding	: 955 mm
diameter bodem/cilindrische deel	: 1260 mm
diameter uitstroomopening	: 1600 mm
openingshoek verwijding	: 20°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de reactorhoogte zijn geadviseerd door DHV.

15.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Hendrik Ido Ambacht is een onbemand pompstation, waar gedurende circa 8 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 75%. Het onthardingstraject is constant en bedraagt ΔTH 0,8 mmol/l. De volumestroom door de reactoren kan worden gevarieerd. In de normale bedrijfssituatie bedraagt de oppervlaktebelasting $100 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met een continue pH-meting van het effluent van de reactoren. Voor de pH is een bovengrens van 9,0 en een ondergrens van 7,0 ingesteld. De meetopnemers worden handmatig gereinigd.

De korrelbedhoogte, de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels en de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 8 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en verhelpen van verstoppingen aan de loogdoseerlanzen.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 2 weken per jaar

De reactoren worden uit bedrijf genomen om kalkafzetting van de binnenkant van de reactoren te verwijderen.

Storingen aan de reactor(en)

reactor(en) uit bedrijf door storingen : nihil

Korrelbedbeheer

hoogte fluïde bed : 4000 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed (170 kPa). Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

hoeveelheid afgetapte korrels	: 35 m^3 per 3 maanden
diameter korrelafvoerleidingen	: 25 mm
materiaal afvoerleidingen	: PVC
type korrelpomp	: geen
type afsluiter	: membraanafsluiter

Korrelbunker

inhoud : 2 containers van 10 m³
opstelling : binnen

De containers worden opgehaald zodra ze vol zijn.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging : 3 - 4 keer per week

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 5 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld.

15.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters : 6 stuks
type filter : enkellaags
afmetingen per filter : 10 m²
materiaal : beton
totale hoogte filterbed : 2 m
filtermateriaal : gegloeid grind 1,5 - 3 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 6 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 48 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : looptijd van het filter

spoelprogramma:

- 2 minuten water 300 m³/h
- 2 minuten lucht 1400 m³/h
- 2 minuten water 300 m³/h
- 5 minuten water 300 m³/h

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : nihil

Aandachtspunt bij de filters is het vervangen van filtermateriaal.

15.6 Schatting kosten op jaarbasis

chemicaliekosten	: 23 kfl. per jaar
energiekosten	: 67 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: 19 kfl. per jaar

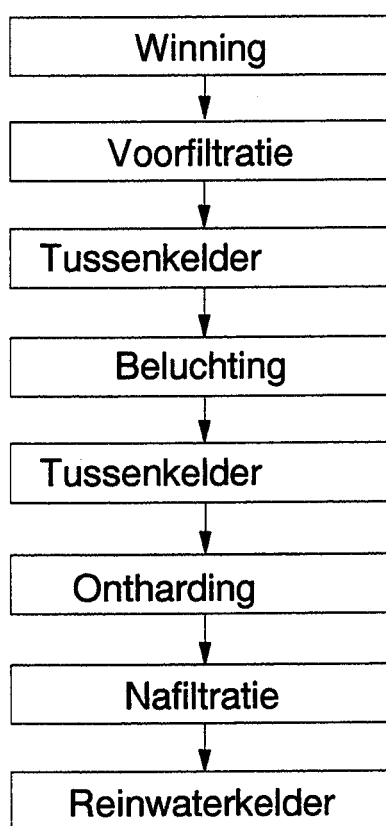
De investeringen zijn niet meer te achterhalen.

BIJLAGE 16

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Kamerik (WZHO)

16.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 30 Blokschema zuivering Kamerik.

WZHO onthardt op pompstation Kamerik water dat na voorfiltratie is belucht. De plaats van ontharding in de zuivering is gekozen op basis van resultaten van proefinstallatie-onderzoek.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 33 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,04	8,01	8,39	8,06
EGV	mS/m	78,6	75,9	66,3	66,2
Troebelheid	FTE	20,9	0,54	3,66	0,81
CO ₂	mg/l	56,8	-	1,71	4,31
HCO ₃ ⁻	mg/l	368,5	328,6	263,9	259,3
Chloride	mg/l	72	-	-	44,4
Sulfaat	mg/l	57	-	-	30
Natrium	mg/l	42,9	41,8	77,4	78,5
Calcium	mg/l	109,8	109,6	57,1	56,1
Magnesium	mg/l	17,8	17,6	17,6	17,4
Ammonium	mg/l	3,42	1,15	1,03	0,02
Methaan	µg/l	1771	25	25	25
IJzer	mg/l	9,25	0,12	0,13	0,03
Mangaan	µg/l	529	112	53	0
Temperatuur	°C	10,8	11,0	12,3	11,1
Zuurstof	mg/l	< 1	11,8	10,7	7,3

Tabel 34 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Kamerik (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	-0,07	-0,10	0,80	1,13	272	5,6	0,4
Filtraat	0,53	0,18	1,08	0,67	132	2,1	0,4

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

16.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Natronloog
leverancier	: Akzo
produktnaam	: Natronloog 50 %
concentratie aangeleverd produkt	: 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Opslag en verdunning van natronloog

aantal tanks voor natronloog	: 2 stuks
inhoud per opslagtank	: 32 m ³
verblijftijd in de tank	: 20 dagen
verdunnen aangeleverd produkt	: ja
wijze van verdunnen	: in de opslagtank
type verdunwater	: dieponthard water (ionenwisselaar)
concentratie loog in de tank	: 25 %

Dosering van natronloog

De natronloog wordt gedoseerd met een membraandoseerpomp met pulsdemper. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt 120 g NaOH/m³.

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De concentratie en de soortelijke massa van de aangeleverde natronloog wordt gecontroleerd.

16.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 120 m ³ /h (bij $v = 84$ m/h)
aantal reactoren	: 4 stuks
bodemconstructie	: flappenbodem
aantal water-invoerpunten	: 8 stuks
aantal loog-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: binnen de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 7800 mm
hoogte invoerkamer	: 400 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1100 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4300 mm
hoogte verwijding	: 2000 mm
diameter bodem	: 590 mm
diameter cilindrische deel	: 1350 mm

diameter uitstroomopening	: 3200 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 19°
openingshoek verwijding	: 25° (verwijding aan bovenzijde)

16.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Kamerik is een bemand pompstation. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. In de normale bedrijfs-situatie is het onthardingstraject ΔTH 1,3 mmol/l en bedraagt de oppervlaktebelasting $90 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 9,5 en een ondergrens van 8,0 ingesteld;
- continue pH-meting verzamelde stroom. Voor de pH is een bovengrens van 9,0 en een ondergrens van 8,0 ingesteld.

De meetopnemers worden ultrasoon gereinigd.

De korrelbedhoogte, de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels en de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 2 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor natronloog en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 10 uren per jaar

De reactoren worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactor en de reactorbodem, eventueel gecombineerd met onderhoud.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de loogdosering en van de reactorpomp. Het aantal storingen bedraagt naar schatting 5 tot 10 keer per jaar.

Bij storingen aan een van de reactoren wordt de hoofdstroom verdeeld over de overige reactoren. De watersamenstelling verandert nagenoeg niet.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 2550 mm
hoogte fluïde bed	: 4300 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{90}	: 3,0 mm
d_{50}	: 1,5 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is het totaal doorstroomde debiet (iedere 4000 m³ door de reactor). Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

frequentie korrelaftap	: 1 keer per dag
hoeveelheid afgetapte korrels	: 0,5 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 60 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS en staal
type korrelpomp	: wervelradpomp met verrubberde waaier
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: membraanafsluiter bij de pomp plaatafsluiter bij de reactor

Korrelbunker

inhoud	: 30 ton
hoogte aftappunt	: 2 m

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 1 keer per dag
hoeveelheid entmateriaal	: 50 kg per keer per reactor
soort entmateriaal	: gegloeid filterzand 0,2 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud voor 33 ton entmateriaal en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog, maar niet gespoeld.

16.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 3 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 18 m ²
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,7 m
filtermateriaal	: zand 1,5 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de aanvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 7,5 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 56 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : looptijd van het filter

spoelprogramma:

- 3 minuten water 460 m³/h
- 5 minuten water 460 m³/h
- 10 minuten water en lucht 460 m³/h
- 2 minuten afvoer eerste filtraat

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : 1 uur per week

Aandachtspunten bij het onderhoud aan de filters zijn het aanvullen van filtermateriaal en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor filtraat (afhankelijk van storingen).

16.6 Schatting kosten op jaarbasis

Chemicaliekosten

kosten natronloog	: 140 kfl. per jaar
kosten overige materialen	: 6 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 297 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: 10 kfl. per jaar

Investerings

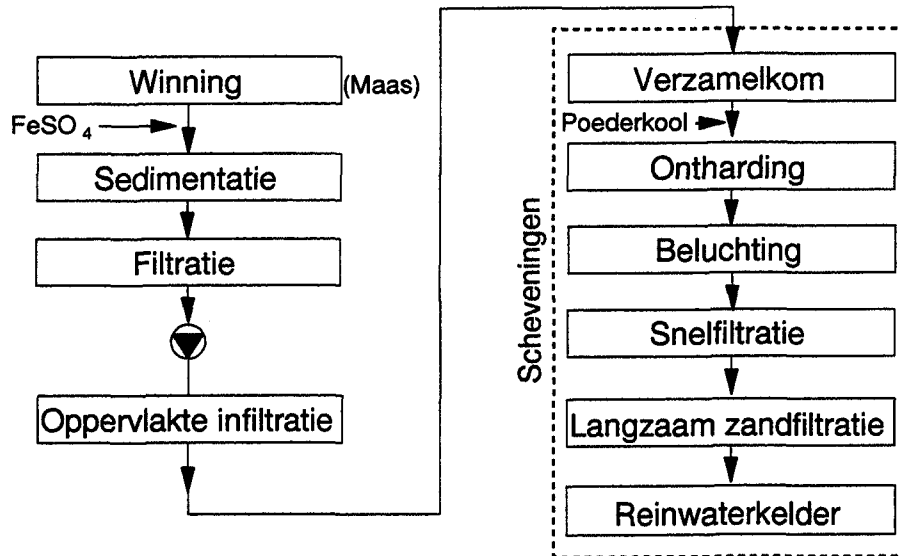
De investeringen zijn niet meer te achterhalen.

BIJLAGE 17

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Scheveningen (DZH)

17.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 31 Blokschema zuivering Scheveningen (inclusief voorzuivering).

DZH onthardt op pompstation Scheveningen onbelucht ruwwater. DZH heeft uitvoerig onderzoek uitgevoerd naar ontharding van het onbeluchte ruwwater in een proefreactor en in een installatie op praktijkschaal. Doelstelling bij dit onderzoek was het beperken van de toename van het gehalte aan zwevende stoffen tot maximaal 10 mg/l en het produceren van water met een zo laag mogelijke TACC (maximaal 0,15 mmol/l) om de belasting van de nageschakelde snelfilters te beperken. Tijdens het onderzoek is vastgesteld dat de nageschakelde snelfilters de tijdens de ontharding gevormde zwevende stoffen zonder probleem verwijderen.

De ontwerpcapaciteit van de onthardingsinstallatie bedraagt 60 miljoen m³ per jaar.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 35 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden periode 01 februari 1994 tot en met 31 augustus 1994.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	7,64	7,74	8,99	8,64	8,52
EGV	mS/m	56,1	56,0	44,3	47,3	47,3
Troebelheid	FTE	2,70	2,38	12,23	6,34	0,19
CO ₂	mg/l	8,8	-	-	0,9	0,7
HCO ₃ ⁻	mg/l	206	205	108	124	121
CO ₃ ²⁻	mg/l	2	1	7	6	4
Chloride	mg/l	74	-	-	-	75
Sulfaat	mg/l	58	-	-	-	58
Natrium	mg/l	36	-	-	-	-
Calcium	mg/l	76	76	45	52	52
Magnesium	mg/l	8,7	8,7	8,9	8,7	8,7
Ammonium	mg/l	0,18	-	-	0,24	< 0,02
IJzer	mg/l	0,48	-	-	1,23	0,01
Mangaan	µg/l	90	-	-	80	< 10
Aluminium	µg/l	< 5	< 5	102	56	6
Temperatuur	°C	11,3	10,7	11,9	10,8	10,8
Zwevende stof	mg/l	1,1	4,2	21,3	10,0	0,2
Zuurstof	mg/l	2,8	-	-	5,9	8,7

Tabel 36 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Scheveningen (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,16	0,07	0,90	0,58	193	2,8	0,9
Filtraat	0,66	0,09	0,91	0,29	63	0,8	1,6

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

17.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Calciumoxide
leverancier	: Rheinische Kalksteinwerke Wülfrath
produktnaam	: Weißfeinkalk Type A (Rapidquell)
concentratie aangeleverd produkt	: $\pm 96 \% \text{ CaO}$

DZH heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk omdat hierbij het natriumgehalte niet wordt verhoogd. De keuze voor calciumoxide (ongeblyste kalk) is gemaakt wegens de lagere exploitatie- en investeringskosten ten opzichte van kalkhydraat en natronloog.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 100 m^3
verblijftijd in de silo	: 15 dagen
tophoek silo	: 120°
type trilbodem	: Brabender BAV

Aanmaak van kalkmelk

In Scheveningen wordt batchgewijs ongebluste kalk geblust met gedecarboniseerd reinwater. Iedere aanmaakinstallatie bestaat uit twee blusvaten en één doseervat. Het blusmengsel wordt na een gecontroleerde verblijftijd vanuit het blusvat overgebracht in het doseervat, waar de kalkmelk met gedecarboniseerd reinwater wordt verdund tot de gewenste concentratie.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: $34 \text{ m}^3/\text{h}$
concentratie in aanmaakvat	: 19 - 21 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat	: 2 à 2,5 uur
concentratie in doseervat	: 1,5 - 3,7 % m/m
verblijftijd in doseervat	: > 75 minuten
coating aanmaak/doseervat	: RVS

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een toerengeregelde centrifugaal-pomp via een ringleiding rondgepompt. Per reactor is er een doseerpomp (ook toerengeregelde centrifugaalpomp), die de kalkmelk uit de ringleiding onttrekken. De kalkmelk wordt per reactor via twee verdeelstukken over 2×38 doseerkoppen verdeeld. Het debiet wordt gevarieerd bij een leiding-snelheid van 1,5 tot 2 m/s. De concentratie van de kalkmelk wordt geregeld van 1,5 tot 3,7 % m/m. De dosering varieert tussen 2,7 en $4,25 \text{ m}^3$ kalkmelk per uur, afhankelijk van het onthardingstraject.

diameter doseerleiding(en)	: 3 mm (inwendig)
materiaal doseerleiding(en)	: PE-slang

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Van het aangeleverde produkt wordt de zuiverheid (onder andere het gehalte CaO) en de reactiviteit (bluscurve en oplostijdconstante) bepaald.

Decarbonisatie-installatie

capaciteit gedecarboniseerd water	: $3 \times 20 \text{ m}^3/\text{h}$ (1 reserve)
type water vóór decarbonisatie	: reinwater
concentratie zoutzuur	: 33 %
inhoud zoutzuurtank	: 24 m^3
type doseerpomp	: verdringerpomp
sturing zuurdosering	: vast debiet
zuurgraad invoer kolom	: wordt niet gemeten
zuurgraad uitvoer kolom	: 3
diameter kolom	: 500 mm
hoogte kolom	: 7,1 m
vulling van de kolom	: pakkingmateriaal CF 12
capaciteit ventilator	: $3600 \text{ m}^3/\text{h}$
gelijk/tegenstroom beluchting	: tegenstroom

17.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met vlakke bodem
ontwerpcapaciteit reactor	: $900 \text{ m}^3/\text{h}$ ($v_{\max} 100 \text{ m/h}$)
aantal reactoren	: 8 stuks
bodemconstructie	: een door DZH voor kalkmelk ingerichte PWN-bodem (dezelfde dichtheid van de waterdoppen)
aantal water-invoerpunten	: 210 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 76 stuks (2 maal 38)
uitvoering waterdop	: PWN-dop
uitvoering kalkmelkdop	: DZH-dop
overstortgoot	: concentrisch binnen de reactor, rechthoekig vertand
totale hoogte reactor	: 9000 mm
hoogte cilindrisch deel	: 7250 mm (van bodem tot overstort)
diameter bodem/cilindrische deel	: 3385 mm
diameter uitstroomopening	: 3385 mm

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen na uitvoering onderzoek met een proefinstallatie en na onderzoek op praktijk-schaal.

17.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Ten behoeve van de onthardingsinstallatie op pompstation Scheveningen is gedurende circa 40 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In de installatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding varieert van 70 tot 100%. De volumestroom door de reactoren is constant (oppervlaktebelasting $100 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$) en het onthardingstraject varieert van 1,3 tot 0,7 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent reactor. Voor de pH is een bovengrens van 9,3 en een ondergrens van 7,8 ingesteld;
- continue troebelheidsmeting effluent reactor. Voor de troebelheid is een bovengrens van 19 FTU ingesteld;
- meting totale hardheid mengwater. De bovengrens voor de totale hardheid is 1,7 mmol/l en de ondergrens 1,5 mmol/l.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd. Bovendien wordt de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 12 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 62 dagen per jaar (één van de acht reactoren)

De reactoren worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactoren en van de reactorbodems en voor het verhelpen van storingen. Iedere reactor wordt om de acht maanden geïnspecteerd (per maand een reactor). De benodigde tijd voor inspectie en onderhoud aan de reactoren bedraagt circa 6 dagen per reactor. Bij deze inspectie vindt tevens onderhoud plaats aan het kalkmelkdoseersysteem (verdeelstukken, doseerslangen en doseerkoppen).

Storingsen aan de reactor(en)

Bij storingsen gaat de reactor uit bedrijf. Tot dusverre zijn storingsen opgetreden aan de korrelaftap van de reactoren. De productie wordt overgenomen door een van de andere reactoren.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 2500 mm
hoogte fluïde bed	: 5000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{90}	: 2,0 mm
d_{50}	: 1,3 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,6

Aftappen van korrels

Het aftappen van korrels start na een vast ingestelde tijd. Het aftappen gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 18 volume procent.

frequentie korrelaftap	: 16 keer per dag
hoeveelheid afgetapte korrels	: 20 ton per dag
diameter korrelafvoerleidingen	: 40 mm
materiaal afvoerleidingen	: staal
snelheid in de afvoerleidingen	: 2,2 m/s
type korrelpomp	: centrifugaal pomp
capaciteit korrelpomp	: 14 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderklep

Korrelbunker

De korrelbunkers (4 stuks) hebben elk een inhoud van 60 m³ en zijn binnen opgesteld. De bunkers zijn voorzien van een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

Het toevoegen van entmateriaal start nadat na korrelaftap een minimale waarde voor het drukverschil over het korrelbed is bereikt. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

hoeveelheid entmateriaal	: 180 kg per keer
soort entmateriaal	: gegloeid zand 0,4 - 0,6 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 60 m³ (108 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 20 m/h.

17.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 16 stuks
type filter	: dubbellaags
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,4 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 1,2 m)	: zand 0,8 - 1,2 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 0,2 m)	: (hydro-)antraciet 2,5 - 3,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand. De volumestroom door de filters wordt geregeld bij de aanvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 3 en 5 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 1 week. De filters worden op looptijd gespoeld.

17.6 Schatting exploitatiekosten en investeringen

Investeringen

werktuigbouwkundig:

voorbereiding	: 949 kfl.
uitvoeringsbegeleiding	: 467 kfl.
uitvoering (inclusief reactoren)	: 9833 kfl.

civiel/bouwkundig:

voorbereiding	: 949 kfl.
uitvoeringsbegeleiding	: 445 kfl.
uitvoering	: 6840 kfl.

elektro/meet & regel:

voorbereiding	: 667 kfl.
uitvoeringsbegeleiding	: 228 kfl.
uitvoering	: 4702 kfl.

overig:

vergunningen	: 51 kfl.
proefinstallaties	: 958 kfl.
in bedrijf name	: 342 kfl.
voorlichting	: 274 kfl.
bouwrente	: 1778 kfl.

Exploitatiekosten

Uitgaande van annuïteiten en een rente van 7,5% bedragen de vaste lasten 4,5 cent per m³ bij een capaciteit van 60 Mm³/jaar. De variabele kosten zoals onderhoud, energie, chemicaliën, korrelafvoer en personeel wordt ingeschat op 5 tot 5,5 cent per m³.

17.7 Resultaten aanvullende metingen

Deze paragraaf bevat het resultaat van metingen, die op 13 oktober 1994 zijn uitgevoerd aan de onthardingsinstallatie op pompstation Scheveningen. De metingen zijn ondersteund door de heer ing. M. Rutte (DZH).

Watersamenstelling steekmonsters

De gemeten parameters voor de watersamenstelling van het influent en het effluent van reactor 631-04, de aanvoer naar de snelfilters (ASF) en van het verzameld snelfiltraat (VSF) zijn opgenomen in tabel 37, 38.

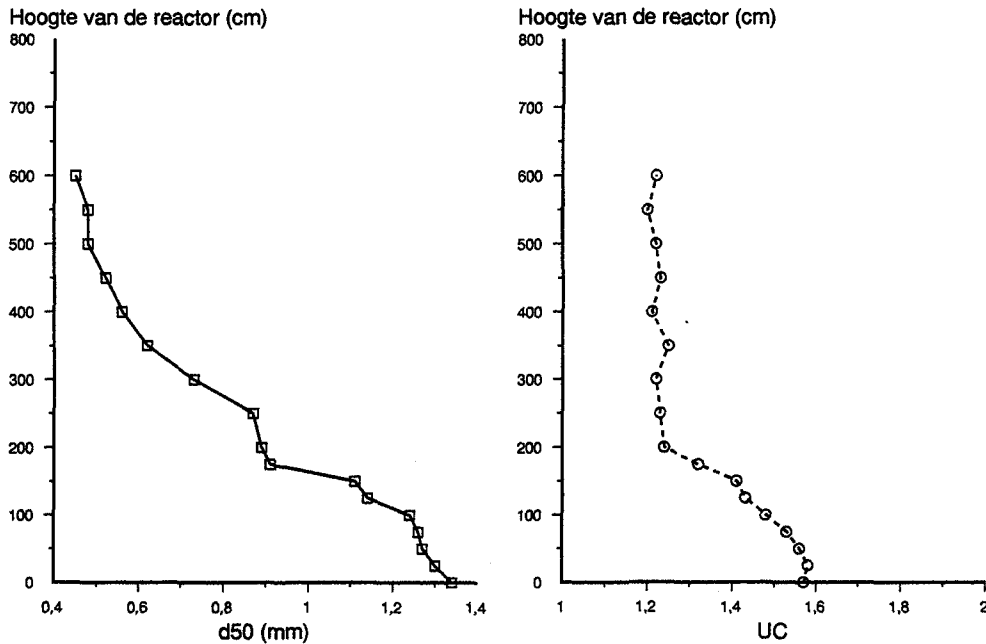
Tabel 37 Resultaten analyse watersamenstelling pompstation Scheveningen op 13 oktober 1994.

Parameter (eenheid)	Influent	Effluent reactor	ASF	VSF
Zuurgraad (-)	7,740	8,77	8,28	8,46
EGV (mS/m)	55,3	44,9	48,3	47,0
Temperatuur (°C)	14,2	14,7	14,6	14,9
Calcium (mg/l)	78,9	50,9	57,7	54,5
TH (mmol/l)	2,28	1,55	-	1,67
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	208,6	116,5	145,2	126,3
Natrium (mg/l) ¹	39	-	-	36
IJzer (mg/l) ¹	0,31	0,42	0,41	0,02
Mangaan (mg/l) ¹	0,11	0,04	0,05	< 0,01
Ammonium (mg/l) ¹	0,27	0,14	0,11	0,03
Sulfaat (mg/l) ¹	56	-	-	60
Chloride (mg/l) ¹	63	-	-	64
Aluminium (µg/l) ¹	< 5	44	39	8
Zwev. stof (mg/l) ¹	2,4	17,6	13,8	0,1
Troebelheid (FTU)	1,6	18	6,9	0,18

De met ¹ aangeduide parameters zijn gemeten door het laboratorium van de N.V. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH). De overige parameters zijn ter plekke door Kiwa bepaald. Het monster van effluent reactor is genomen bij een oppervlaktebelasting van 100 m³/m²h (normale bedrijfssituatie).

Opbouw van het korrelbed over de hoogte van de reactor

De opbouw van het korrelbed in reactor 631-04 is weergegeven in figuur 32.



Figuur 32 Opbouw van het korrelbed over de hoogte van reactor 631-04 op 13 oktober 1994.

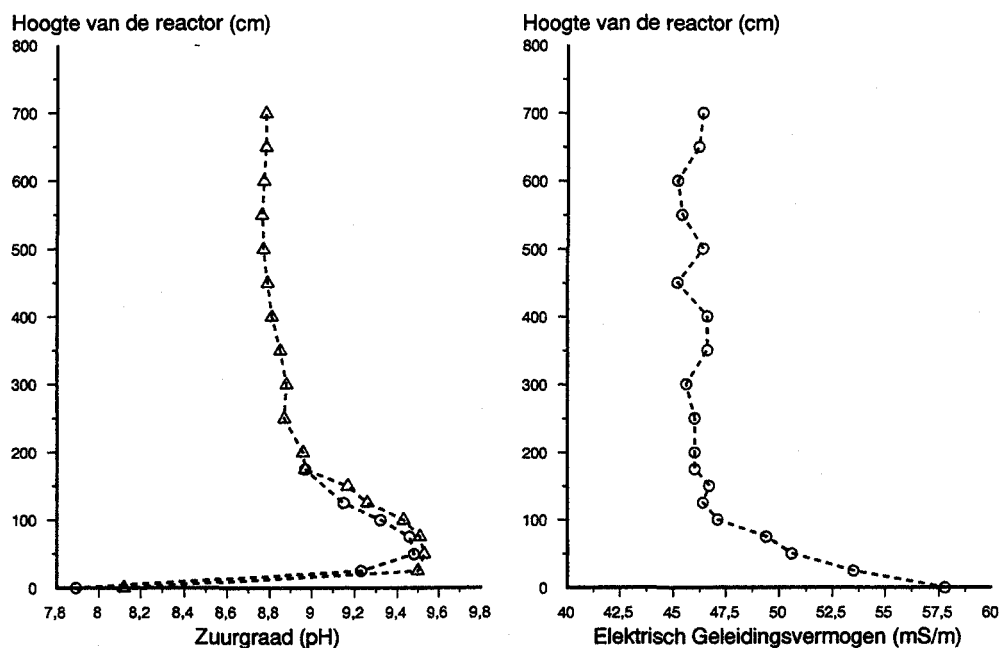
Uit figuur 32 blijkt dat de korrel diameter van de korrels in reactor 631-04 vanaf de bodem constant afneemt over de hoogte van het fluïde bed. Het korrelbed is volledig gestratificeerd: de d_{50} wordt naar boven toe kleiner. Onder in het fluïde bed (tot een hoogte van 200 cm) komen zowel grote als kleine korrels voor, hetgeen blijkt uit de waarden voor de UC van circa 1,6. Boven de 200 cm is de UC nagenoeg constant (circa 1,2). De hoogte van het vaste bed is niet gemeten omdat de reactor continu in bedrijf was. Het fluïde bed had een hoogte van 600 cm.

Verloop van de pH en van het geleidingsvermogen over de hoogte van de reactor

In figuur 33 is het verloop van de minimum en de maximum pH en van het geleidingsvermogen over de hoogte van reactor 631-04 uitgezet.

De pH-waarde, die onder in de reactor wordt gemeten, is nagenoeg gelijk aan de pH van het reactorinfluent. Tot een hoogte van 50 cm boven de bodem neemt de pH toe: het oplossen van deeltjes $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in de kalkmelk overheerst. Vanaf een hoogte van 50 cm boven de bodem neemt de pH geleidelijk af: de deeltjes $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zijn naar verwachting opgelost en de onthardingsreactie overheerst.

Het verschil tussen de minimum en de maximum pH-waarde is op iedere hoogte in de reactor boven 25 cm boven de bodem kleiner dan 0,1 pH-eenheid. De pH is vanaf 400 cm boven de bodem nagenoeg stabiel.



Figuur 33 Het verloop van de minimum en maximum pH (links) en van het geleidingsvermogen (rechts) over de hoogte van reactor 631-04 op 13 oktober 1994.

Het elektrisch geleidingsvermogen neemt vanaf de reactorbodem over de hoogte van de reactor af. Uit het verloop volgt dat de onthardingsreactie in het korrelbed verloopt tot een hoogte van 300 cm boven de bodem. Boven deze hoogte varieert het geleidingsvermogen rond een waarde van 46 mS/m.

Het nucleërend vermogen op plaatsen in de zuivering.

Het resultaat van de metingen van het nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 38 Resultaten metingen nucleërend vermogen op verschillende plaatsen in de zuivering te Scheveningen (13 oktober 1994).

SI = 1,5 (-)	Influent	Effluent	ASF	VSF	LZF
t _{ind} (min)	> 120	3,8	6,1	32,8	70,2

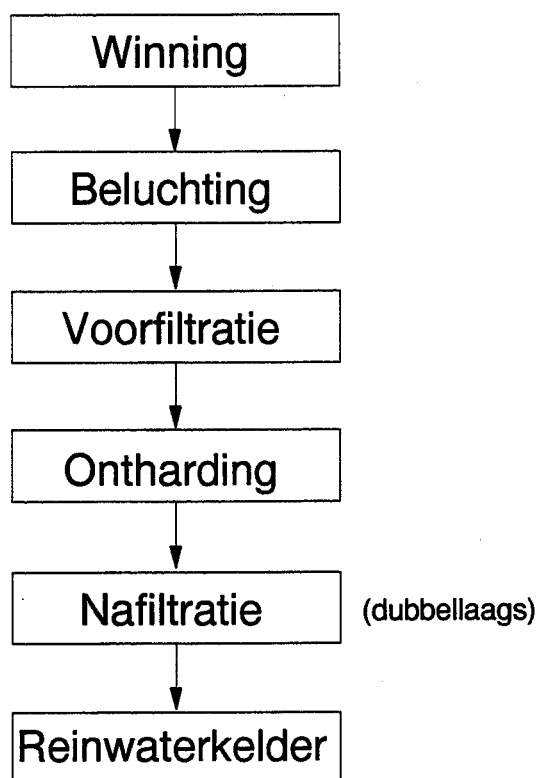
Uit de tabel blijkt dat bij ontharding kiemen (zwevende stof en micro-kristallen worden gevormd; de inductietijd neemt af. De hoeveelheid kiemen neemt bij menging met het bypass-water af (ASF). Tijdens snelfiltratie worden daarna de meeste kiemen verwijderd (VSF), maar ten opzichte van het reactorinfluent is nog wel een verhoging te zien. Door de langzaam zandfiltratie wordt het aantal kiemen terug gebracht tot een niveau vergelijkbaar met het influent.

BIJLAGE 18

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Baanhoek (WBE)

18.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 34 Blokschema zuivering Baanhoek.

WBE onthardt op pompstation Baanhoek voorfiltraat. Deze plaats van ontharding in de zuivering is gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 39 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1994.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,20	7,80	8,40	8,30
EGV	mS/m	63	-	34	34
CO ₂	mg/l	59	-	-	< 1
HCO ₃ ⁻	mg/l	447	-	-	206
CO ₃ ²⁻	mg/l	0	-	-	< 1
Chloride	mg/l	15	-	-	18
Sulfaat	mg/l	< 2	-	-	< 2
Natrium	mg/l	17	-	-	19
Calcium	mg/l	120	-	-	46
Magnesium	mg/l	10	-	-	9,9
Ammonium	mg/l	0,86	-	-	< 0,01
Methaan	µg/l	25000	-	-	-
IJzer	mg/l	2,5	0,057	-	0,005
Mangaan	µg/l	140	2	-	1
Aluminium	µg/l	< 1	-	100	10
Temperatuur	°C	13,2	-	-	13,4
Zwevende stof	mg/l	-	-	39	-
Zuurstof	mg/l	< 1	6,4	-	9,4

Tabel 40 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Baanhoek (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,25	0,36	1,09	1,64	278	4,8	0,1
Filtraat	0,67	0,15	1,06	0,51	125	0,7	0,2

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

18.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Calciumoxide
leverancier	: Duwa Kalk & Dolomiet
produktnaam	: Lhocal EO 05 (laag CO ₂)
concentratie aangeleverd produkt	: 93 - 95 % CaO

WBE heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk in verband met de hardheid en het gehalte waterstofcarbonaat in het voorfilteraat. Er is gekozen voor calciumoxide wegens de goede resultaten met betrekking tot carry-over bij proefinstallatie-onderzoek.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 1 stuks
inhoud per silo	: 70 m ³
verblijftijd in de silo	: 40 dagen
hellingshoek silo	: 67°
type trilbodem	: Brabender BAV 1502

Aanmaak van kalkmelk

Op pompstation Baanhoek wordt semi-ladingsgewijs ongebluste kalk met gedecarboniseerd water in een aanmaakvat geblust. De ongebluste kalk wordt in de hoofdinstantie gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', en in de reserve-installatie volumetrisch met een doseerschroef aan het aanmaakvat toegevoegd. Het geroerde aanmaakvat is altijd tot aan de overloop gevuld met kalkmelk; tijdens de blussing stroomt via de overloop evenveel kalkmelk over in het doseervat als er wordt aangemaakt. Het aanmaakvat gedraagt zich als een ideale menger. Het blusmengsel wordt tijdens de blussing (tijdens het overlopen vanuit het blusvat in het doseervat) op de gewenste concentratie gebracht door gedecarboniseerd water toe te voegen.

aantal installaties	: 2 stuks ¹
capaciteit per installatie	: 10 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat	: 20 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat	: 20 minuten
concentratie in doseervat	: 4 % m/m
verblijftijd in doseervat	: 15 minuten

¹ één hoofdinstantie (met gravimetrische doseerinrichting) en één noodinstallatie (met volumetrische doseerinrichting).

Dosering van kalkmelk

Vanuit het doseervat wordt kalkmelk gecirculeerd door een ringleiding. Met behulp van een regelbare membraanpomp wordt vanuit de ringleiding kalkmelk naar de reactoren gedoseerd. Er is een doseerpomp per reactor. De membraandoseerpompen hebben ieder drie koppen, die onder een hoek van 120° zijn geplaatst. De dosering bedraagt 130 g Ca(OH)₂/m³.

diameter doseerleiding(en) : 40 mm
materiaal doseerleiding(en) : PVC

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Van de ongebluste kalk wordt de concentratie CaO en het gehalte onoplosbare bestanddelen bepaald.

Decarbonisatie-installatie

capaciteit gedecarboniseerd water : 2,85 m³/h
type water vóór decarbonisatie : onthard reinwater (filtraat)
concentratie zoutzuur : 30 %
inhoud zoutzuurtank : 2 m³
type doseerpomp : membraanpomp
sturing zuurdosering : zuurgraad uitvoer kolom
zuurgraad invoer kolom : 8,3
zuurgraad uitvoer kolom : 3,6
diameter kolom : 400 mm
hoogte kolom : 2,5 m
vulling van de kolom : Pall-ringen
capaciteit ventilator : 285 m³/h
gelijk/tegenstroom beluchting : tegenstroom

De decarbonisatie-installatie is sinds begin 1994 in bedrijf.

18.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor : cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor : 285 m³/h (v_{\max} 100 m/h)
aantal reactoren : 3 stuks
bodemconstructie : tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten : 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten : 1 stuks
overstortgoot : binnen de reactor, schuinvertand
totale hoogte reactor : 10000 mm
hoogte invoerkamer : 500 mm
hoogte conisch onderstuk : 1200 mm
hoogte cilindrisch deel : 5100 mm
hoogte verwijding : 1400 mm
hoogte overstortgoot : 800 mm

diameter bodem	: 800 mm
diameter cilindrische deel	: 1900 mm
diameter uitstroomopening	: 3200 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 25°
openingshoek verwijding	: 32° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen vanwege bedrijfsvoerings- en onderhoudsaspecten.

18.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Baanhoek is een bemand pompstation, waar gedurende 40 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In deze installatie wordt de hoofdstroom onthard; het onthardingstraject ΔTH is constant en bedraagt circa 1,85 mmol/l. De volumestroom door de reactoren varieert tussen 70 en 100 m³/m²h.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue EGV-meting effluent reactor. Voor het EGV is een bovengrens van 40 mS/m en een ondergrens van 30 mS/m ingesteld;
- continue troebelheidsmeting effluent reactor. Voor de troebelheid is een bovengrens van 50 FTU ingesteld.

De meetopnemers worden routinematig handmatig schoongemaakt.

Routinematig wordt de korrelbedhoogte, de tijdsduur van de korrelaftap, de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels en de tijdsduur van toevoegen van entmateriaal gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 17 uren per week

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en kalibreren van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het verhelpen van verstoppingen aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaan de reactor(en) uit bedrijf. Het geschatte aantal storingen is 50 keer per jaar. Een storing duurt gemiddeld 2 uren, en is veelal het gevolg

van een storing bij de kalkmelkaanmaak. In deze periode is de reactor buiten bedrijf en vindt er geen productie plaats.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed	: 4000 mm
hoogte fluide bed	: 6000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:	
d_{90}	: 2,0 mm
d_{50}	: 1,2 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,3

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een vast ingestelde tijd. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is niet bekend.

frequentie korrelaftap	: 14 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels	: 1,5 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen	: 50 mm
materiaal afvoerleidingen	: RVS
snelheid in de afvoerleidingen	: 1,4 m/s
type korrelpomp	: slurriepomp
capaciteit korrelpomp	: 10 m ³ /h
type afsluiter	: vlinderklep

Korrelbunker

inhoud	: 2 stuks 32 m ³
hoogte aftappunt	: > 4 m
openingshoek conisch onderdeel	: 45°

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal start na een vast ingestelde tijd. Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 5 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 500 kg per keer
soort entmateriaal	: zand
specificatie entmateriaal:	
d_{10}	: 0,4 mm
d_{90}	: 0,63 mm
UC (d_{60}/d_{10})	: 1,28

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 16 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd en niet gespoeld.

18.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 4 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 4,65 · 4,3 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 2 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m)	: zand 0,8 - 1,2 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 1,6 m):	
type	: antraciet
d ₁₀	: 1,38 mm
d ₉₀	: 2,19 mm
UC	: 1,37

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 7 en 10 m/h. Er wordt circa 0,5 mg/l FeCl₃ als vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 48 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : looptijd van het filter

spoelprogramma:

- verlaging bovenwaterstand
- 4 minuten water 50 m/h
- verlaging bovenwaterstand
- 5 minuten lucht 65 m/h
- 3 minuten ontluichten
- 14 minuten water 55 m/h
- 15 min afvoer eerste filtraat

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : 1 uur per week

Aandachtspunt bij het onderhoud is het schoonmaken van de toevoergoot.

18.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie	: 108 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 18 kfl. per jaar
kosten vlokmiddel	: 7,5 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

energiekosten	: 10 kfl. per jaar
kosten korrelafvoer	: 38 kfl. per jaar
kosten reserve-onderdelen	: 20 kfl. per jaar
kosten mensdagen onderhoud	: 46 kfl. per jaar
kosten mensdagen storingen	: 10 kfl. per jaar
kosten mensdagen bedrijfsvoering	: 25 kfl. per jaar

Investeringsen

onhardingsinstallatie

civiel en wtb	: 300 kfl.
elektrotechnisch	: 300 kfl.

aanmaak- en doseerinstallatie(s), inclusief decarbonisatie-installatie

civiel en wtb	: 550 kfl.
elektrotechnisch	: 200 kfl.

nafiltratiestap

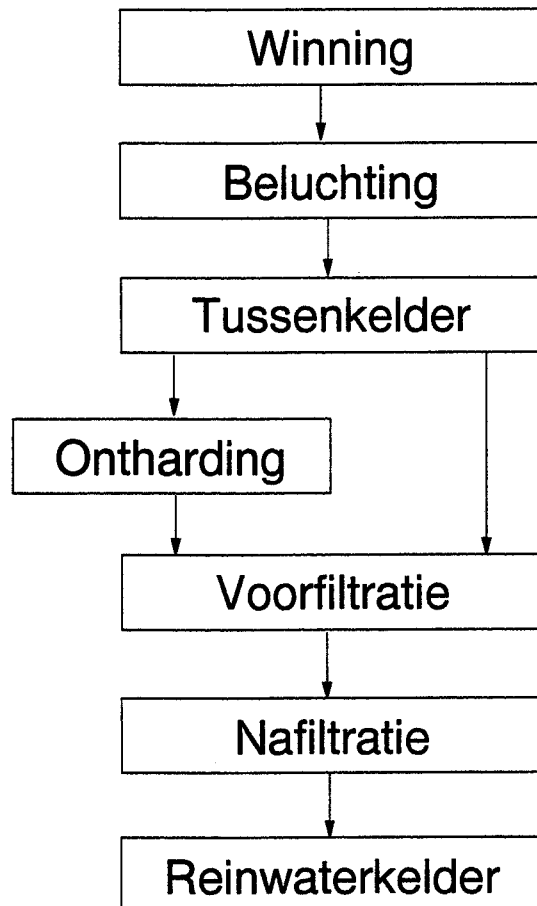
civiel en wtb	: 450 kfl.
---------------	------------

BIJLAGE 19

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Halsteren (DeltaN)

19.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 35 Blokschema zuivering Halsteren.

DeltaN onthardt op pompstation Halsteren het beluchte ruwwater. De plaats van ontharding in de zuivering is gekozen op basis van ervaring binnen het bedrijf en de bedrijfstak, bewust na de methaanverwijdering om biologische activiteit en bacteriegroei in de reactor te voorkomen.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 41 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1992.

Parameter	Eenheid	Ruw- water	Influent reactor	Effluent Reactor	Meng- water	Filtraat
Zuurgraad	-	7,2	7,55	8,7	8,0	8,1
EGV	mS/m	47	-	24	34	33
Troebelheid	FTE	-	-	-	58	0,18
CO ₂	mg/l	41	15	-	-	-
HCO ₃ ⁻	mg/l	317	311	176	229	210
Chloride	mg/l	18	-	-	-	17
Sulfaat	mg/l	2	-	-	-	1
Calcium	mg/l	95	-	53	-	56
Magnesium	mg/l	3,6	-	3,4	-	1,5
Ammonium	mg/l	0,37	-	-	-	< 0,03
Methaan	µg/l	5500	< 100	-	-	< 100
IJzer	mg/l	7,1	-	-	-	< 0,01
Mangaan	µg/l	120	-	-	-	10
Aluminium	µg/l	< 10	-	-	-	< 5
Temperatuur	°C	-	-	-	-	11
Zwevende stof	mg/l	-	-	40	40	< 2
Zuurstof	mg/l	< 0,5	10	-	-	9,6

Tabel 42 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Halsteren (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,01	0,01	0,87	0,99	252	3,5	0,1
Filtraat	0,53	0,15	1,05	0,58	125	1,0	0,1

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

19.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Rheinische Kalksteinwerke Wülfrath
produktnaam	: Weißkalkhydrat Ultraleicht
concentratie aangeleverd produkt	: 96 % Ca(OH)_2

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 1 stuks
inhoud per silo	: 90 m ³
verblijftijd in de silo	: 1 maand
uitdraaginrichting silo	: ronddraaiende spiraal

Aanmaak van kalkmelk

In Halsteren wordt de kalkmelk batchgewijs aangemaakt in een aanmaakvat. De poederkalk wordt volumetrisch aan het aanmaakvat toegevoegd. Vanuit het aanmaakvat stroomt de kalkmelk na een gecontroleerde verblijftijd over in het doseervat. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 1 stuks
capaciteit per installatie	: 7 m ³ /h
concentratie in aanmaakvat	: 0,8 % m/m
verblijftijd in aanmaakvat	: > 17 minuten
concentratie in doseervat	: 0,8 % m/m
verblijftijd in doseervat	: 1,4 uur
coating aanmaak/doseervat	: Sigmaguard EHB37

Dosering van kalkmelk

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde monopomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt 106 g $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$.

diameter doseerleiding(en)	: 50 mm
materiaal doseerleiding(en)	: staal met coating

Kwaliteits- cq. ingangscontrole chemicalie

Jaarlijks wordt op het laboratorium het gehalte zware metalen in de poederkalk bepaald. Ter plaatse wordt bij levering het Ca(OH)_2 -gehalte gemeten. Wekelijks wordt van de kalkmelk het calciumgehalte gemeten.

19.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 310 m ³ /h (v_{\max} 100 m/h)
aantal reactoren	: 1 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks (doseerlans)
overstortgoot	: buiten de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 12400 mm
hoogte invoerkamer	: 600 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1800 mm
hoogte cilindrisch deel	: 6150 mm
hoogte verwijding	: 3200 mm
hoogte overstortgoot	: 650 mm
diameter bodem	: 1000 mm
diameter cilindrische deel	: 1988 mm
diameter uitstroomopening	: 2988 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 16°
openingshoek verwijding	: 7°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het reactortype, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaringen binnen het bedrijf en de bedrijfstak, bedrijfsvoerings- en onderhoudsaspecten en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent.

19.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Halsteren is een onbemand pompstation, waar circa 4 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is niet constant en varieert tussen de 50 en 100%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 60 en 100 m³/m²h, en het onthardingstraject ΔTH van 1,1 tot 2,0 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue EGV-meting effluent reactor;
- continue EGV- en pH-meting in mengwater. Voor de pH is een bovengrens van 8,8 ingesteld.

De meetopnemer van de pH-meter wordt aangezuurd met (verdund) zoutzuur en de elektroden van de EGV-meters worden eens per week schoon-geborsteld.

De korrelbedhoogte (door middel van meting van de drukval over het korrelbed) en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels wordt routinematig gecontroleerd. De tijdsduur van de korrelaftap en van toevoegen van entmateriaal worden niet gecontroleerd; beide zijn vast ingestelde tijden.

Onderhoud aan de installatie

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk en het schoonmaken van de mengwatergoot naar de voorfilters.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : nihil

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de kalkmelkdosering, doordat de aanmaak is gestopt.

tijdsduur storingen : 1 - 12 uren
schatting aantal storingen : 12 keer per jaar

Bij langdurige storing wordt niet onthard water met een totale hardheid van 2,6 mmol/l gedistribueerd. De bedrijfsvoering wordt niet gewijzigd, al het water stroomt door de reactor.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 4000 - 4500 mm
hoogte fluïde bed : 9000 mm
korrels ter plaatse van de bodem:
 d_{90} : 2,7 mm
 d_{50} : 1,5 mm
 UC (d_{60}/d_{10}) : 1,6

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 40 tot 50 volume procent.

frequentie korrelaftap : 3 - 7 keer per week
hoeveelheid afgetapte korrels : 2,9 ton per keer
diameter korrelafvoerleidingen : 65 mm
materiaal afvoerleidingen : staal met coating
snelheid in de afvoerleidingen : 0,5 m/s
type korrelpomp : Sulzer Delta FN 50-160-30
capaciteit korrelpomp : 12 m³/h
type afsluiter : plugafsluiter

Korrelbunker

inhoud	: 17 m ³
hoogte aftappunt	: 1,5 m
openingshoek conisch onderdeel	: 40°

De korrelbunker is binnen opgesteld en is voorzien van een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 3 - 7 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 58 kg per keer
soort entmateriaal	: zilverzand
specificatie entmateriaal:	
d ₁₀	: 0,17 mm
d ₉₀	: 0,40 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	: 1,44

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 10 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 45 m/h.

19.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal voorfilters	: 5 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 4,5 · 4,5 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed voorfilter	: 2 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m):	
type	: zand
d ₁₀	: 0,8 mm
d ₉₀	: 1,2 mm
UC	: 1,25
filtermateriaal 2 (laagdikte 1,2 m):	
type	: antraciet
d ₁₀	: 1,4 mm
d ₉₀	: 2,5 mm
UC	: 1,38
aantal nafilts	: 4 stuks
type filter	: enkellaags
afmetingen per filter	: 4,5 · 4,5 m

materiaal	: beton
totale hoogte filterbed nafilter	: 1,4 m
filtermateriaal:	
type	: zand
d ₁₀	: 0,6 mm
d ₉₀	: 0,85 mm
UC	: 1,21

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met een constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 6 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is ≤ 6 dagen.

Spoelen van de filters

spoelcriterium : combinatie van looptijd en filterweerstand

spoelprogramma:

- 4 minuten water 900 m³/h
- 7 minuten lucht 1200 Nm³/h
- 0,5 minuut water 1200 m³/h
- 5,5 minuten water 900 m³/h

Onderhoud aan de filters

tijd nodig voor onderhoud : nihil

19.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

kosten onthardingschemicalie	: 55 kfl. per jaar
kosten entmateriaal	: 0,7 kfl. per jaar
kosten natronloog	: < 1 kfl. per jaar

Bedrijfsvoering

kosten korrelafvoer	: 14 kfl. per jaar
kosten mensdagen onderhoud	: 8 kfl. per jaar
kosten mensdagen storingen	: 10 kfl. per jaar
kosten mensdagen bedrijfsvoering	: 25 kfl. per jaar

Investeringsen

onthardingsinstallatie

civiel	: 125 kfl.
werktuigbouwkundig	: 250 kfl.
elektrotechnisch	: 125 kfl.

aanmaak- en doseerinstallatie(s), inclusief kalksilo

civiel	: 50 kfl.
werktuigbouwkundig	: 240 kfl.
elektrotechnisch	: 25 kfl.

nafiltratiestap (voorfilters)

civiel	: 500 kfl.
werktuigbouwkundig	: 500 kfl.
elektrotechnisch	: 500 kfl.

nafiltratiestap (nafilters)

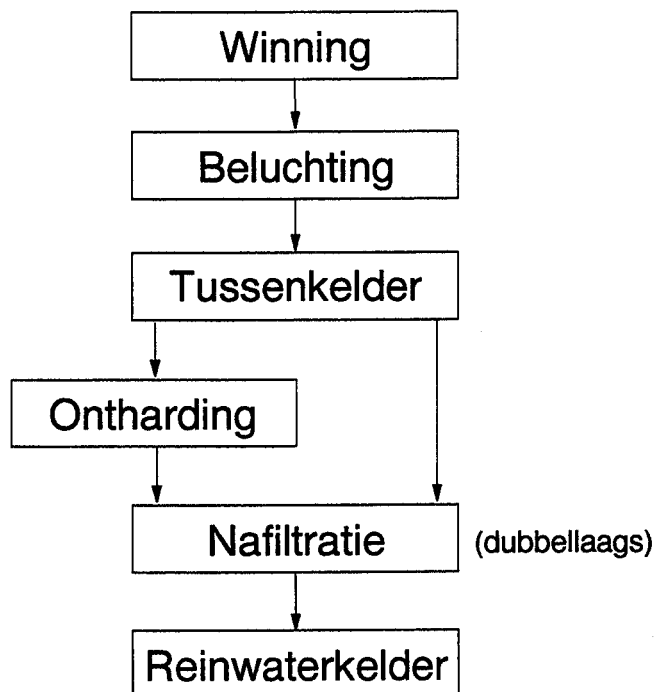
civiel	: 375 kfl.
--------	------------

BIJLAGE 20

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Altena (WNWB)

20.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 36 Blokschema zuivering Altena.

WNWB onthardt op pompstation Altena belucht ruwwater. De plaats van de ontharding in de zuivering is gekozen vanwege:

- ervaring binnen bedrijf cq. bedrijfstak;
- korrelvorming;
- biologische activiteit cq. bacteriegroei;
- besparen filtratiestap;
- goede resultaten tijdens onderzoek binnen het bedrijf.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 43 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1993.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	7,3	7,9	8,85	8,4	8,2
EGV	mS/m	55,6	54,4	23,0	36	31
CO ₂	mg/l	40	10,9	0	2	< 2,3
HCO ₃ ⁻	mg/l	399	389	122	229	214
CO ₃ ²⁻	mg/l	-	0	6,5	< 5	< 5
Chloride	mg/l	18	-	-	-	18
Sulfaat	mg/l	< 3	-	-	-	< 3
Natrium	mg/l	14	14,6	14,3	-	15
Calcium	mg/l	113	114,2	27,6	42	55
Magnesium	mg/l	6,0	6,3	6,3	-	6,4
Ammonium	mg/l	0,54	0,67	0,63	0,54	-
Methaan	µg/l	-	-	-	-	-
IJzer	mg/l	5,1	5,0	3,3	4,0	< 0,03
Mangaan	mg/l	0,06	0,06	0,02	0,03	< 0,01
Aluminium	µg/l	-	-	-	-	< 5
Temperatuur	°C	-	-	-	-	11,8
Zwevende stof	mg/l	-	-	43,3	31,9	-
Zuurstof	mg/l	-	10,1	-	-	9,6

Tabel 44 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Altena (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,28	0,33	1,10	1,47	247	4,1	0,1
Filtraat	0,64	0,17	1,10	0,60	120	0,9	0,1

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

20.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Carmeuse
produktnaam	: Edelwit
concentratie aangeleverd produkt	: 95 %

WNWB heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk omdat hierbij alleen stoffen worden verwijderd en geen (zoals natrium) worden toegevoegd. Het waterstofcarbonaatgehalte is bovendien hoog genoeg voor ontharding met kalkmelk.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 2 stuks
inhoud per silo	: 65 m ³
verblijftijd in de silo	: 24 dagen
hellingshoek silo	: 30°
type trilbodem	: Brabender BAV 1502

Aanmaak van kalkmelk

In Altena wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 2 stuks
capaciteit per installatie	: 20 m ³ /h
concentratie in aanmaak/doseervat	: 1 % m/m
verblijftijd in aanmaak/doseervat	: 12 minuten
coating aanmaak/doseervat	: Rilsan

Dosering van kalkmelk

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een centrifugaalpomp in een ring- of circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. De dosering is circa 125 g Ca(OH)₂/m³.

diameter doseerleiding(en)	: 75 mm
materiaal doseerleiding(en)	: staal met coating

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De eisen, die aan het kalkhydraat worden gesteld, zijn:

- Ca(OH)₂ ≥ 90 %
- HCl-onoplosbaar ≤ 1 g/kg

- zware metalen overeenkomstig richtlijnen Kiwa-ATA
Per keer dient ongeveer 22 ton kalkhydraat geleverd te worden.

20.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 200 m ³ /h (bij v = 60 m/h)
aantal reactoren	: 3 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: buiten de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 9750 mm
hoogte invoerkamer	: 1000 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1500 mm
hoogte cilindrisch deel	: 4000 mm
hoogte verwijding	: 2600 mm
hoogte overstortgoot	: 650 mm
diameter bodem	: 1100 mm
diameter cilindrische deel	: 2100 mm
diameter uitstroomopening	: 2600 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 18,5°
openingshoek verwijding	: 7,6°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het reactortype, de reactorbodem en de bouwhoogte zijn gekozen vanwege:

- ervaring binnen bedrijf cq. bedrijfstak
- bedrijfsvoering cq. onderhoud
- kwaliteit effluent cq. proces

20.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Altena is een pompstation waar gedurende circa 30 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In de installatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 50%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant. De oppervlaktebelasting is 60 m³/m²h en het onthardingstraject ΔTH 2,15 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent totaal na menging. Voor de pH is een bovengrens van 8,7 en een ondergrens van 8,1 ingesteld;

- continue EGV-meting effluent reactor met een bovengrens van 24 mS/m en een ondergrens van 18 mS/m;
- continue EGV-meting na menging met een bovengrens van 38 mS/m en een ondergrens van 30 mS/m.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

Routinematig worden de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal, de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 8 uren per week

Onderhoud vindt plaats tijdens de uren dat de bedrijfsvoerder aanwezig is. De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 8 uren per jaar

De reactor(en) worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactor en van de reactorbodem, eventueel gecombineerd met onderhoud.

Storingen aan de reactor(en)

De reactor(en) gaan door storingen uit bedrijf. Dit gebeurt ongeveer 20 keer per jaar gedurende 10 minuten, veelal als gevolg van uitvallen op de beveiliging van de meetapparatuur. Bij storingen wordt direct overgeschakeld op een van de andere reactoren. De watersamenstelling blijft ongewijzigd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 5000 mm

hoogte fluïde bed : 7500 mm

korrels ter plaatse van de bodem, d_{50} : 1,5 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 70 volume procent.

frequentie korrelaftap : 2 keer per week

hoeveelheid afgetapte korrels : 8 ton per keer

diameter korrelafvoerleidingen : 50 mm

materiaal afvoerleidingen : dikwandig staal met coating

snelheid in de afvoerleidingen : 1,6 m/s

type korrelpomp (wervelradpomp) : Sulzer Delta FN 65 200 30

capaciteit korrelpomp : 20 m³/h

type afsluiter : kogel-/plugafsluiter

Korrelbunker

inhoud	: 64,6 ton, 38 m ³
hoogte aftappunt	: 4 m

De korrelbunker is binnen opgesteld en is voorzien van een transportschroef als losvoorziening.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 2 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 300 kg per keer
soort entmateriaal	: zilverzand 0,2 - 0,4 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 15 m³ (22,5 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 45 m/h.

20.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 5 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 3,6 · 7,5 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,5 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m)	: zand 0,52 - 0,86 mm
filtermateriaal 2 (laagdikte 0,7 m)	: antraciet 0,85 - 1,71 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met een constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 2 en 6 m/h (gemiddeld 4,5 m/h). Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 24 uur.

Spoelen van de filters

spoelcriterium	: filterweerstand en troebelingsgraad
spoelprogramma:	
- 6 minuten water	17 m/h
- 4 minuten lucht	60 m/h
- 5,5 minuten water	17 m/h

Onderhoud aan de filters

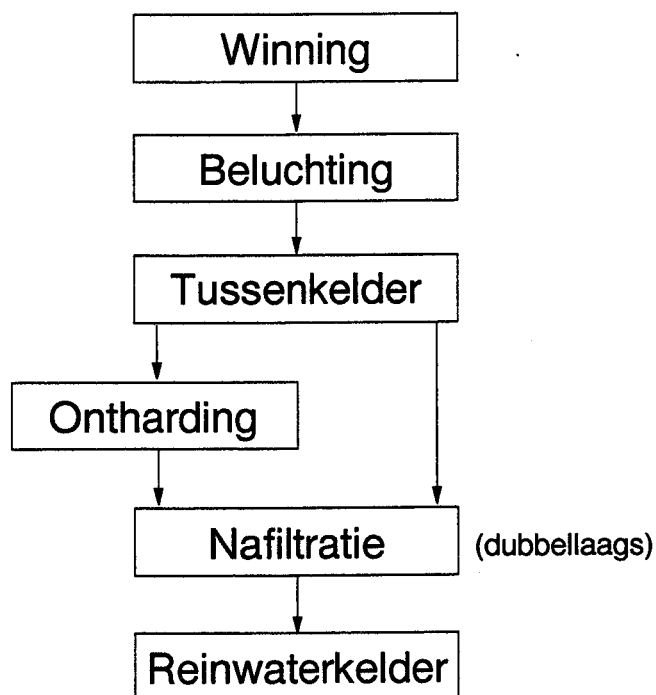
tijd nodig voor onderhoud	: nihil
---------------------------	---------

BIJLAGE 21

Informatie onthardingsinstallatie pompstation Seppe (WNWB)

21.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering



Figuur 37 Blokschema zuivering Seppe.

Op pompstation Seppe wordt belucht ruwwater onthard. De plaats van de ontharding in de zuivering is gekozen wegens:

- ervaring binnen bedrijf cq. bedrijfstak;
- korrelvorming;
- biologische activiteit cq. bacteriegroei;
- besparen filtratiestap;
- goede resultaten tijdens onderzoek binnen het bedrijf.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 45 Resultaten analyse watersamenstelling: gemiddelde waarden 1993.

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	7,40	7,76	9,18	8,48	8,12
EGV	mS/m	48,8	46,6	18,3	30,9	34,3
Troebelheid	FTE	-	-	-	-	< 2
CO ₂	mg/l	28	8,6	0	0,3	4,1
HCO ₃ ⁻	mg/l	338	330	86	197,4	225
CO ₃ ²⁻	mg/l	-	0	9,3	< 5	< 5
Chloride	mg/l	16	-	-	-	30
Sulfaat	mg/l	8	-	-	-	< 6
Natrium	mg/l	10,2	10,2	-	10,5	10,4
Calcium	mg/l	99	95,5	39,5	65,8	62
Magnesium	mg/l	6,3	6,3	-	6,3	6,4
Ammonium	mg/l	0,36	0,43	-	0,42	< 0,04
IJzer	mg/l	4,3	4,5	2,8	3,5	< 0,03
Mangaan	mg/l	0,07	0,08	0,03	0,05	< 0,01
Aluminium	µg/l	-	-	-	-	< 5
Temperatuur	°C	11,5	-	-	-	11,5
Zwevende stof	mg/l	-	-	32,9	16,5	-
Zuurstof	mg/l	-	10,3	-	-	10,1

Tabel 46 Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index pompstation Seppe (berekende waarden).

Parameter:	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid:	(-)	(mmol/l)	(-)	(mmol/l)	(µg/l)	(mg/l)	(-)
Ruwwater	0,26	0,24	1,06	1,18	230	3,4	0,1
Filtraat	0,63	0,19	1,12	0,67	128	1,1	0,2

De gehalten chloride en sulfaat die in de berekeningen zijn gebruikt, zijn overgenomen uit de Statistiek wateronderzoek 1994 van de VEWIN.

21.2 Onthardingschemicalie

Basisprodukt onthardingschemicalie

type onthardingschemicalie	: Kalkhydraat
leverancier	: Carmeuse
produktnaam	: Edelwit
concentratie aangeleverd produkt	: 95 %

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

aantal silo's voor kalk	: 3 stuks
inhoud per silo	: 80 m ³
verblijftijd in de silo	: 12 dagen
hellingshoek silo	: 30°
type trilbodem	: Brabender BAV 1502

Aanmaak van kalkmelk

In Seppe wordt de kalkmelk continu aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt gravimetrisch, met behulp van een 'loss in weight feeder', aan het aanmaakvat toegevoegd. De kalkmelk wordt met reinwater aangemaakt.

aantal installaties	: 3 stuks
capaciteit per installatie	: 37,5 m ³ /h
concentratie in aanmaak/doseervat	: 1 % m/m
verblijftijd in aanmaak/doseervat	: 13 minuten
coating aanmaak/doseervat	: Rilsan

Dosering van kalkmelk

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een centrifugaalpomp in een ring- of circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. De dosering is circa 125 g Ca(OH)₂/m³.

diameter doseerleiding(en)	: 100 mm
materiaal doseerleiding(en)	: staal met coating

Kwaliteits- cq. ingangscntrole chemicalie

De eisen, die aan het kalkhydraat worden gesteld, zijn:

- Ca(OH)₂ ≥ 90 %
- HCl-onoplosbaar ≤ 1 g/kg
- zware metalen overeenkomstig richtlijnen Kiwa-ATA

Per keer dient ongeveer 22 ton kalkhydraat geleverd te worden.

21.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

type reactor	: cilindrisch met conisch ondergedeelte
ontwerpcapaciteit reactor	: 400 m ³ /h (bij v = 80 m/h)
aantal reactoren	: 4 stuks
bodemconstructie	: tangentiële invoer
aantal water-invoerpunten	: 1 stuks
aantal kalkmelk-invoerpunten	: 1 stuks
overstortgoot	: buiten de reactor, onvertand
totale hoogte reactor	: 13450 mm
hoogte invoerkamer	: 800 mm
hoogte conisch onderstuk	: 1500 mm
hoogte cilindrisch deel	: 6860 mm
hoogte verwijding	: 4240 mm
diameter bodem	: 1100 mm
diameter cilindrische deel	: 2500 mm
diameter uitstroomopening	: 3560 mm
openingshoek conisch onderstuk	: 25°
openingshoek verwijding	: 7°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor(en)

Het reactortype, de reactorbodem en de bouwhoogte zijn gekozen vanwege:

- ervaring binnen bedrijf cq. bedrijfstak
- bedrijfsvoering cq. onderhoud
- kwaliteit effluent cq. proces

21.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het pompstation Seppe is een pompstation waar gedurende circa 30 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In de installatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 53%. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant. De oppervlaktebelasting is 80 m³/m²h en het onthardingstraject ΔTH 1,40 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen:

- continue pH-meting effluent totaal na menging. Voor de pH is een bovengrens van 8,7 en een ondergrens van 8,1 ingesteld;
- continue EGV-meting effluent reactor met een bovengrens van 21 mS/m en een ondergrens van 16 mS/m;
- continue EGV-meting na menging met een bovengrens van 30 mS/m en een ondergrens van 24 mS/m.

De meetopnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

Routinematig worden de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal, de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

tijd nodig voor onderhoud : 8 uren per week

Onderhoud vindt plaats tijdens de uren dat de bedrijfsvoerder aanwezig is. De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor kalkmelk.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

tijdsduur uit bedrijf reactor(en) : 8 uren per jaar

De reactor(en) worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactor en van de reactorbodem, eventueel gecombineerd met onderhoud.

Storingen aan de reactor(en)

De reactor(en) gaan door storingen uit bedrijf. Dit gebeurt ongeveer 20 keer per jaar gedurende 10 minuten, veelal als gevolg van uitvallen op de beveiliging van de meetapparatuur. Bij storingen wordt direct overgeschakeld op een van de andere reactoren. De watersamenstelling blijft ongewijzigd.

Korrelbedbeheer

hoogte vast korrelbed : 6000 mm

hoogte fluïde bed : 9500 mm

korrels ter plaatse van de bodem, d_{50} : 1 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 70 volume procent.

frequentie korrelaftap : 6 keer per week

hoeveelheid afgetapte korrels : 8,33 ton per keer

diameter korrelafvoerleidingen : 50 mm

materiaal afvoerleidingen : dikwandig staal met coating

snelheid in de afvoerleidingen : 1,6 m/s

type korrelpomp (wervelradpomp) : Sulzer Delta FN 65-200-30

capaciteit korrelpomp : 20 m³/h

type afsluiter : kogel-/plugafsluiter

Korrelbunker

inhoud : 102 ton, 60 m³

hoogte aftappunt : 4 m

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal is gekoppeld aan de korrelaftap. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

frequentie toevoeging	: 6 keer per week
hoeveelheid entmateriaal	: 450 kg per keer
soort entmateriaal	: zilverzand
specificatie entmateriaal:	
d_5	: 0,16 mm
d_{95}	: 0,35 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 15 m³ (22,5 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 45 m/h.

21.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

aantal filters	: 22 stuks
type filter	: dubbellaags
afmetingen per filter	: 3,6 · 7,2 m
materiaal	: beton
totale hoogte filterbed	: 1,8 m
filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m)	: zand
d_5	: 0,53 mm
d_{95}	: 0,77 mm
UC	: 1,20
filtermateriaal 2 (laagdikte 1,0 m)	: antraciet
d_5	: 0,83 mm
d_{95}	: 1,52 mm
UC	: 1,41

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met een constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid varieert tussen 1,4 en 5,3 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 48 tot 72 uur.

Het spoelcriterium is een combinatie van weerstand, troebelheid en looptijd.

De filters worden als volgt gespoeld:

- 6,5 minuten water 650 m³/h
- 5,0 minuten lucht 850 m³/h
- 6,5 minuten water 650 m³/h

Onderhoud aan de filters

Aandachtspunten bij het onderhoud zijn bedhoogte- en filterweerstands-metingen.