

KWR 02.087
Februari 2003

Overzicht van de korrelreactoren in Nederland



KWR 02.087
Februari 2003

Overzicht van de korrelreactoren in Nederland

KWR 02.087
Februari 2003

Overzicht van de korrelreactoren in Nederland

© 2003 Kiwa N.V.
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch,
mechanisch, door
fotokopieën, opnamen, of
enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
uitgever.

Opdrachtgevers

- Waterleiding Maatschappij Drenthe
- Hydron Midden Nederland
- PWN Provinciaal
Waterleidingbedrijf Noord Holland
- Gemeente Waterleidingen
Amsterdam
- Duinwaterbedrijf Zuid Holland
- Hydron Zuid Holland
- Waterbedrijf Europoort
- Brabant Water
- Waterleiding Maatschappij
Limburg

Projectnummer

30.4832.011

ISBN

Kiwa N.V.
Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511
Fax 030 60 61 165
Internet www.kiwa.nl

Colofon

Titel

Overzicht van de korrelreactoren in Nederland

Projectnummer

30.4832.011

Projectmanager

Henk Brink

Kwaliteitsborger

Henk Brink

Samenstelling

Contactgroep Ontharding

Auteur

Wolter Siegers

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het adviesproject.
Eventuele verkoop vindt alleen plaats door Kiwa Water Research.

Voorwoord

Het voor u liggende boekwerk geeft een overzicht van alle onthardingsinstallaties met korrelreactoren van de waterleidingbedrijven in Nederland anno 2002. Het boek is tot stand gekomen doordat de waterleidingbedrijven de informatie ter beschikking hebben gesteld. De leden van de Contactgroep Ontharding, Wilbert van den Broek (DELTA) en een aantal procesoperators hebben een grote bijdrage geleverd om het overzicht compleet te krijgen. Onze dank gaat uit naar al deze personen.

De Contactgroep Ontharding bestond anno 2002 uit de volgende leden:

Jan Bahlman	Waterbedrijf Europoort
Henk Brink	Kiwa Water Research
Dick Brummel	Vitens
Rolf Cuypers	Waterleiding Maatschappij Limburg
Frank Donker	Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord Holland
Leo Keltjens	Waterleiding Laboratorium Zuid
Eric Kokshoorn	Duinwaterbedrijf Zuid Holland
Ruud Kolpa	Hydron Advies en Diensten
Gerry Könning	Vitens
Hans Kraaijvanger	Vitens
Harry Leijssen	Hydron Advies en Diensten
Wim Oorthuizen	Duinwaterbedrijf Zuid Holland
Gert Reijnen	Waterleiding Maatschappij Limburg
Jacob Reilman	Waterlaboratorium Noord
Mark Schaap	Waterbedrijf Groningen
Frank Schoonenberg	Vitens
Wolter Siegers	Kiwa Water Research
Stephan van de Wetering	Brabant Water
Dolf Wind	Gemeente Waterleidingen Amsterdam

Inhoud

	Voorwoord	1
1	Inleiding	9
2	Noordbergum (Vitens)	10
2.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	10
2.2	Onthardingschemicalie	11
2.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	12
2.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	13
2.5	Informatie nafiltratie	15
2.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	15
3	Spannenburg (Vitens)	17
3.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	17
3.2	Onthardingschemicalie	18
3.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	19
3.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	19
3.5	Informatie nafiltratie	21
3.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	22
4	Sint Jansklooster (Vitens)	23
4.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	23
4.2	Onthardingschemicalie	24
4.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	25
4.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	26
4.5	Informatie nafiltratie	27
4.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	27
5	Goor (Vitens)	28
5.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	28
5.2	Onthardingschemicalie	29
5.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	30
5.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	30
5.5	Informatie nafiltratie	32
5.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	32
6	Nijmegen (Vitens)	33
6.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	33

6.2	Onthardingschemicalie	34
6.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	35
6.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	35
6.5	Informatie nafiltratie	37
6.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	37
7	Zutphen (Vitens)	39
7.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	39
7.2	Onthardingschemicalie	40
7.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	41
7.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	42
7.5	Informatie nafiltratie	44
7.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	44
8	Eibergen (Vitens)	45
8.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	45
8.2	Onthardingschemicalie	46
8.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	47
8.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	47
8.5	Informatie nafiltratie	49
8.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	50
9	Velddriel (Vitens)	51
9.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	51
9.2	Onthardingschemicalie	52
9.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	53
9.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	54
9.5	Informatie nafiltratie	55
9.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	56
9.7	Aanvullende gegevens	56
10	Hengelo Gld (Vitens)	57
10.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	57
10.2	Onthardingschemicalie	58
10.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	59
10.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	59
10.5	Informatie nafiltratie	61
10.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	62

11	Nietap (Waterbedrijf Groningen)	63
11.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	63
11.2	Onthardingschemicalie	64
11.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	65
11.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	66
11.5	Informatie nafiltratie	68
12	Assen (Waterleidingmaatschappij Drenthe)	69
12.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	69
12.2	Onthardingschemicalie	70
12.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	71
12.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	72
12.5	Informatie nafiltratie	74
12.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (uit 1995)	74
13	Hoogeveen (Waterleidingmaatschappij Drenthe)	76
13.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	76
13.2	Onthardingschemicalie	77
13.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	78
13.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	78
13.5	Informatie voor- en nafiltratie	80
13.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	81
13.7	Aanvullende gegevens	81
14	Wim Mensink (PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland)	83
14.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	83
14.2	Onthardingschemicalie	84
14.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	85
14.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	85
14.5	Informatie nafiltratie	87
14.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	87
14.7	Aanvullende gegevens	88
15	Weesperkarspel (Gemeentewaterleidingen Amsterdam)	89
15.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	89
15.2	Onthardingschemicalie	90
15.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	91
15.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	91
15.5	Informatie filtratie	93

15.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	94
16	Leiduin (Gemeentewaterleidingen Amsterdam)	95
16.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	95
16.2	Onthardingschemicalie	96
16.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	97
16.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	97
16.5	Informatie actieve-koolfiltratie	99
16.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	99
17	Cothen (Hydron Midden Nederland)	100
17.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	100
17.2	Onthardingschemicalie	101
17.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	102
17.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	103
17.5	Informatie nafiltratie	105
18	Tull en 't Waal (Hydron Midden Nederland)	106
18.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	106
18.2	Onthardingschemicalie	107
18.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	108
18.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	108
18.5	Informatie nafiltratie	109
19	Hendrik Ido Ambacht (Hydron Zuid Holland)	110
19.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	110
19.2	Onthardingschemicalie	111
19.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	112
19.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	112
19.5	Informatie nafiltratie	114
19.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)	114
20	Reijerwaard (Hydron Zuid Holland)	115
20.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	115
20.2	Onthardingschemicalie	116
20.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	117
20.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	117
20.5	Informatie carry-over filtratie	119
20.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	120

21	De Hooge Boom (Hydron Zuid Holland)	121
21.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	121
21.2	Onthardingschemicalie	122
21.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	123
21.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	123
21.5	Informatie nafiltratie	125
21.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)	126
22	De Steeg (Hydron Zuid Holland)	127
22.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	127
22.2	Onthardingschemicalie	128
22.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	129
22.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	130
22.5	Informatie nafiltratie	130
22.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	131
22.7	Aanvullende gegevens	131
23	De Laak (Hydron Zuid Holland)	134
23.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	134
23.2	Onthardingschemicalie	135
23.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	136
23.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	137
23.5	Informatie nafiltratie	137
24	Katwijk (Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)	138
24.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	138
24.2	Onthardingschemicalie	139
24.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	140
24.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	140
24.5	Informatie filtratie na ontharding	143
24.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	144
25	Scheveningen (Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)	146
25.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	146
25.2	Onthardingschemicalie	147
25.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	149
25.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	149
25.5	Informatie filtratie na ontharding	151
25.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	153

26	Baanhoek (Waterbedrijf Europoort)	154
26.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	154
26.2	Onthardingschemicalie	155
26.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	157
26.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	157
26.5	Informatie nafiltratie	159
26.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	160
27	Seppe (Brabant Water)	161
27.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	161
27.2	Onthardingschemicalie	162
27.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	163
27.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	164
27.5	Informatie nafiltratie	166
27.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	166
28	Wouw (Brabant Water)	167
28.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	167
28.2	Onthardingschemicalie	168
28.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	169
28.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	170
28.5	Informatie nafiltratie	172
28.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	172
29	Nuland (Brabant Water)	173
29.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	173
29.2	Onthardingschemicalie	174
29.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	174
29.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	175
29.5	Informatie nafiltratie	175
30	Halsteren (DELTA)	176
30.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	176
30.2	Onthardingschemicalie	177
30.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	178
30.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	179
30.5	Informatie filtratie	181
30.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)	182

31	Ijzeren Kuilen (Waterleiding Maatschappij Limburg)	183
31.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	183
31.2	Onthardingschemicalie	184
31.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	185
31.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	186
31.5	Informatie nafiltratie	189
31.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	190
31.7	Aanvullende gegevens	191
32	De Beitel (Waterleiding Maatschappij Limburg)	192
32.1	Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering	192
32.2	Onthardingschemicalie	193
32.3	Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)	194
32.4	Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie	194
32.5	Informatie nafiltratie	196
32.6	Schatting kosten op jaarbasis en investeringen	197
32.7	Aanvullende gegevens	197
33	Verklaring afkortingen uit tabel 2	199
34	Overzichtstabellen	200

1 Inleiding

De ontharding van drinkwater door middel van korrelreactoren staat nog volop in de belangstelling van de Nederlandse waterleidingbedrijven. Er worden nieuwe installaties gebouwd, er zijn de afgelopen jaren vele installaties gerealiseerd en er blijken nog steeds verbeteringen mogelijk in de techniek. In het verleden (1988 en in 1995) zijn reeds overzichten verschenen van de korrelreactoren die in de betreffende periodes zijn gerealiseerd. De overzichten uit het verleden zijn gebundeld in Mededeling 102 en SWO 95.001. Gezien de voortgang van de ontwikkelingen is door een negental waterleidingbedrijven de behoefte uitgesproken voor een geactualiseerde versie.

Het boek is bedoeld voor ontwerpers en bedrijfsvoerders en kan worden gebruikt voor het behalen van betere resultaten door gebruik te maken van ervaringen elders. Het boekwerk is per waterleidingbedrijf ingedeeld. De opbouw van de verschillende overzichten is overgenomen uit het overzicht van 1995 [SWO 95.001 (Merks, Nederlof)]. De extra beschikbaar gestelde gegevens, zoals metingen over de bedhoogte, uit het overzicht van 1995 zijn niet meer opgenomen. Ter beschikking gestelde nieuwe gegevens zijn per zuiveringsstation vermeld.

In hoofdstuk 33 zijn de gebruikte afkortingen uit de tabellen 2 van ieder hoofdstuk toegelicht. In hoofdstuk 34 zijn vier overzichtstabellen opgenomen waarmee het onderling vergelijken van de reactoren is vereenvoudigd.

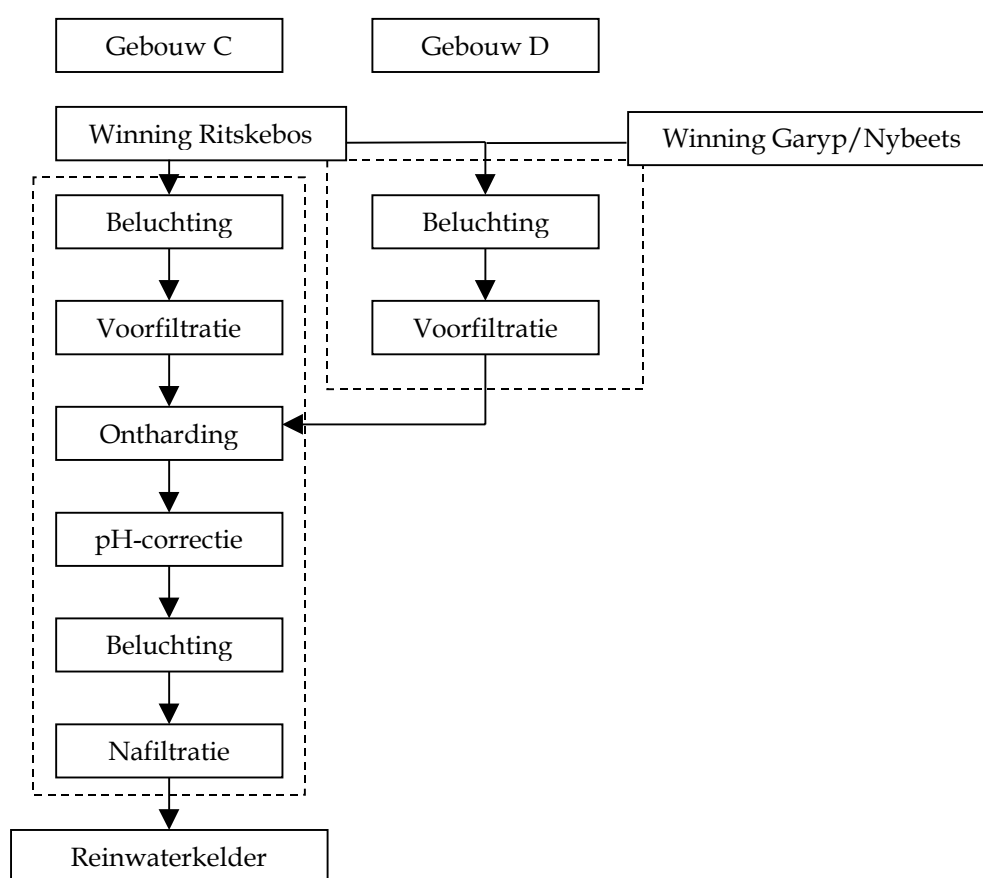
Tot slot dient te worden opgemerkt dat het rapport met de grootst mogelijke nauwkeurigheid is samengesteld. Voor eventuele fouten kan niet worden ingestaan.

2 Noordbergum (Vitens)

2.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Voor de aanpassing in 2002 was het ruwe water van het zuiveringsstation Noorbergum afkomstig van de drie productiegroepen van het wingebied Ritskebos. Het wingebied Ritskebos bestond uit 33 putten (capaciteit 65 m³ per uur) en leverde diep gewonnen anaëroob grondwater. Figuur 2.1 geeft het aangepaste zuiveringsproces (medio 2002) van zuiveringsstation Noordbergum schematisch weer.



Figuur 2.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Noordbergum anno 2002

De wingebieden Garyp en Nybeets nemen een deel van Ritskebos over in verband met verzilting van Ritskebos. Het anaëroobe water wordt verdeeld over twee zuiveringsstraten. Bij zes productiegroepen van de wingebieden in bedrijf is de verdeling 1100 m³/h voor gebouw C en 800 m³/h voor gebouw D. Het water komt in gebouw C via sproeikamers op de voorfilters en in gebouw D via plaatbeluchters terecht. Het voorfiltraat van gebouw D wordt gemengd met voorfiltraat van gebouw C en wordt vervolgens in de drie korrelreactoren onthard met kalkmelk. Na ontharding en pH-correctie (H₂SO₄-dosering) stroomt het water via

cascadebakken naar de nafilts van gebouw C. Het nafiltraat van gebouw C (het ontharde water) stroomt daarna in diverse kelders.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 2.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater Ritskebos	Ruwwater Garyp	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat	Reinwater
Zuurgraad	-	7.18	6.95	7.1	8.8	8.4	8.4
EGV	mS/m	81	55.8	74	40	40	40
Troebelheid	FTE			1.0	30	0.5	0.5
CO ₂	mg/l	61	80	66			
HCO ₃ ⁻	mg/l	322	392	342	100	92	92
CO ₃ ²⁻	mg/l				8	0	0
Chloride	mg/l	120	18	91	91	91	91
Sulfaat	mg/l	8	0.5	5.8	5.8	16	16
Natrium	mg/l	43.2	15	35	35	35	35
Calcium	mg/l	121	111	118	30	40	40
Magnesium	mg/l	12.4	8.4	11.2	11.2	11.5	11.5
Ammonium	mg/l	1.1	0.25	0.9	0.9	0	0
Ijzer	mg/l	7.7	10.5	0.1	0.05	0.02	0.02
Mangaan	µg/l	277	300	10	4	< 2	< 2
Aluminium	µg/l	< 27	< 27	< 27	40	< 27	< 27
Temperatuur	°C	12.0	12	12.0	12.0	12.0	12.0
Zwevende stof	mg/l			3.0	25.0	2.5	2.5
Zuurstof	mg/l	< 0.1	< 0.1	6.2	6.3	8.0	9.0
Ionsterkte	mmol/l	13	10,5			6,6	

Tabel 2.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden, gebaseerd op ionsterkte uit tabel 2.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater Ritskebos	0.06	0.07	0.91	1.10	267	3.7	0.6
Ruwwater Garyp	- 0.10	- 0.16	0.78	1.19	299	5.0	0.06
Filtraat	0.33	0.03	0.66	0.16	0.5	< 0.5	1.9

2.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : Kalkhydraat
 Leverancier : Carmeuse
 Productnaam : Edelwit
 Concentratie aangeleverd product : 93 % 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

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	60	m ³
Verblijftijd in de silo	:	3 - 4	dagen
Hellingshoek van de silo	:	70	°
Type trilbodem	:	Brabender BAV 1502	

Aanmaak van de 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 gedecarboniseerd water aangemaakt. Er is een decarbonisatie installatie bij geplaatst.

Aantal installaties	:	2	stuks
Capaciteit per installatie	:	16 - 18	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	2,5	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	13 - 16	min

Dosering van de kalkmelk:

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde centrifugaalpomp met NUK-waaier Ø 150 mm. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt circa 190 g Ca(OH₂)/m³.

Diameter doseerleiding	:	50	mm
Materiaal doseerleiding	:	multibarslang (zacht PVC)	

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

Direct bij levering wordt de zuiverheid (het Ca(OH₂)-gehalte) en de hoeveelheid van het aangeleverde product gemeten. Ook de oplossnelheid wordt ter plaatse bepaald (pH-meting).

2.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte	
Ontwerpcapaciteit reactor	:	650	m ³ /h
Aantal reactoren	:	3	stuks
Bodemconstructie	:	flappenbodem	
Aantal water-invoerpunten	:	30	stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1	stuks
Overstortgoot	:	buiten de reactor	
Vertanding overstortgoot	:	schuin vertand	
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	°

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.

2.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Noordbergum is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. De volumestroom door de reactoren is variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 60 en 100 m³/m².h, en het onthardingstraject Δ TH bedraagt 1,7 mmol/l.

Procesbewaking

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

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

De meteropnemers worden gereinigd met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur voor 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
Aantal malen onderhoud	:	onbekend	

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en iken 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 nemen reactor(en)	:	nihil	uren per week
Aantal malen uit bedrijf	:	onbekend	

Storingen aan de reactor(en)

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

Tijdsduur storingen	:	1	uren per week
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	:	22	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	m ³ /h
Type afsluiter	:	kogelkleppen onder de reactor en een membraanafsluiter bij de korrelbunker	

Korrelbunker

Inhoud	:	120 - 140 ton, 80 - 90 m ³
Hoogte aftappunt	:	4,5 m
Openingshoek conisch onderdeel	:	110 ° tophoek = 55 ° openingshoek

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	:	3 - 4	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	100 - 200	kg per keer
Soort entmateriaal	:	zilverzand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0,12	mm
d ₉₀	:	0,28	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	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.

2.5 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 min water van 0 - 40 m/h	
		- 6 min water 40 m/h	
		- 2,5 min water van 40 - 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 - 40 m/h) - lucht (30 m/h) - water (40 - 0 m/h).

2.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	418	k€/jaar
------------------------------	---	-----	---------

Kosten entmateriaal : 6,3 k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten : 327 k€/jaar

Kosten korrelafvoer : geen kosten

Kosten mensdagen onderhoud : 8,2 k€/jaar

Kosten mensdagen storingen : 5,4 k€/jaar

Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 44,5 k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

Civiel totaal : 1159 k€

Onthardingsinstallatie : 1146 k€

Kalkmelkinstallatie(s) : 216 k€

Ontharding kalkmelkinstallatie : 873 k€

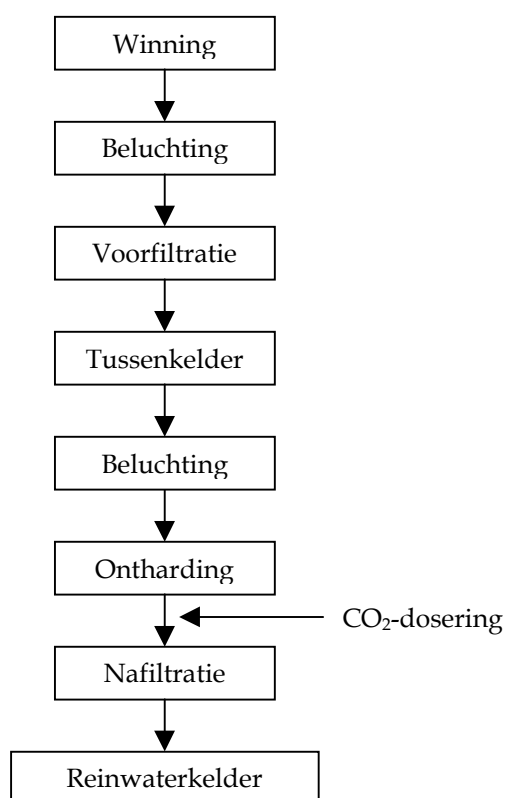
Nafiltratiestap : 209 k€

3 Spannenburg (Vitens)

3.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 3.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Spannenburg schematisch weer.



Figuur 3.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Spannenburg

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 zuiveringsstation Spannenburg een risico van doorslag van Fe³⁺ als belucht ruwwater wordt onthard.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 3.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Filtraat
Zuurgraad	-	6.8	7.8	8.5	8.1	7.8
EGV	mS/m	67	65	48	50	50
Troebelheid	FTE					0.16
CO ₂	mg/l	170	10	0	5	7
HCO ₃ ⁻	mg/l	450	415	275	310	305
Chloride	mg/l	30	30	30	30	30
Sulfaat	mg/l	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Natrium	mg/l	16	16	90	77	77
Calcium	mg/l	125	125	17	33	34
Magnesium	mg/l	10	10	10	10	10
Ammonium	mg/l	3.4	2.5	2.5	2.5	0.02
Methaan	µg/l	36	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Ijzer	mg/l	12	1.5	1.5	1.5	0.02
Mangaan	µg/l	500	300	30	75	< 10
Aluminium	µg/l	3.5	3.5	6.5	6.5	6.5
Temperatuur	°C	11.2	11.2	11.2	11.2	11.5
Zuurstof	mg/l	< 0.1	11	11	11	4.0
Ionsterkte	mmol/l	12				7,6

Tabel 3.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op ionsterkte uit tabel 3.1)

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	- 0.37	0.72	1,35	311	6,3	0,08
Filtraat	0,15	0,06	0,89	0,50	173	2,2	0,16

3.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Natronloog
Leverancier	:	Akzo
Productnaam	:	Natronloog 50%
Concentratie aangeleverd product	:	50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	4 stuks
Inhoud per opslagtank	:	3 van 45 m ³ en 1 van 800 m ³
Verdunnen aangeleverd product	:	ja
Wijze van verdunnen	:	op afroep, extra opslagtank
Type verdunwater	:	drinkwater na ionenwisselaar
Concentratie natronloog in de tanks	:	2 met 50 en 2 met 25 % (w/w)
Dosering	:	95 g NaOH/m ³

Dosering via	:	Membraandoseerpomp per reactor
Regeling	:	vaste dosering (basislast)

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

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

3.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	260 m ³ /h 10 reactoren 520 m ³ /h 2 grote reactoren ¹
Aantal reactoren	:	12 stuks
Bodemconstructie	:	flappenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	15 stuks
Aantal loog-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	binnen de reactor
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	7.100 mm
Hoogte invoerkamer	:	500 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	900 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	3.000 mm
Hoogte verwijding	:	2.000 mm
Hoogte overstortgoot	:	700 mm
Diameter bodem	:	800 mm / 800 mm grote reactor
Diameter cilindrische deel	:	1.800 mm / 2.300 mm grote reactor
Diameter uitstroomopening	:	3.500 mm / 4.475 mm grote reactor
Openingshoek conisch onderstuk	:	18,5 ° / 18,5 ° grote reactor
Openingshoek verwijding	:	22 ° / 22 ° grote reactor

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, in verband met de bedrijfsvoering en het onderhoud en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent. De twee grote reactoren zijn geplaatst bij de uitbreiding van de installatie.

3.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Spannenburg is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 83 : 17 % (onthard : niet-onthard). De oppervlaktebelasting (100 m³/m².h) en het onthardingstraject ΔTH (2,7 mmol/l) zijn constant. De variatie in productiecapaciteit vindt dus plaats door bij/afschakelen van reactoren.

¹ Alle reactoren hebben $v_{\max} = 100$ m/h

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 meteropnemers 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
Aantal malen onderhoud	:	onbekend	

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur, 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 productie te volgen. Per productiegroep is een reactor in bedrijf, normaal zijn 9 tot 11 van de 14 groepen in bedrijf. De reactoren zijn circa 1.750 uur per jaar uit bedrijf, afhankelijk van de afname.

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.

Tijdsduur storingen	:	0,5	uren per keer
Schatting aantal storingen	:	1	keer per jaar

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.700 – 3.200	mm
Hoogte fluïde bed	:	5.200 – 5.700	mm
Korrels ter plaatse van de bodem			
d_{90}	:	1,55 – 2,0	mm
d_{50}	:	1,2 – 1,3	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	1,6 – 1,8	

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een totaalvolume 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 korrelafvoerleidingen	:	staal en RVS met Rilsan coating	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4	m/s

Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier
Capaciteit	:	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 entmateriaal	:	1 keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	230 kg per keer (460 kg grote reactor)
Soort entmateriaal	:	zilverzand
Specificatie entmateriaal		
d ₁₀	:	0,14 mm
d ₉₀	:	0,26 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,43

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 bij voorkeur 35 m/h moeten zijn).

3.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	15 stuks
Type filter	:	enkellaags
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	10 * 4 m
Materiaal	:	beton
Totale hoogte filterbed	:	1,5 – 2,0 m
Filtermateriaal 1	:	riviergrind
d ₁₀	:	0,90 mm
d ₉₀	:	1,20 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	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 0,20 – 0,40 mg/l FeCl₃ gedoseerd. De looptijd van de filters is 45 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 20 jaar in bedrijf. Er heeft tot dusverre geen onderhoud plaatsgevonden (was niet noodzakelijk).

3.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	910	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	4,5	k€/jaar
Kosten vlokmiddel	:	45,5	k€/jaar
Kosten CO ₂	:	onbekend	

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	318	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	geen kosten	
Kosten mensdagen onderhoud	:	8,2	k€/jaar
Kosten mensdagen storingen	:	1,8	k€/jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	22,7	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

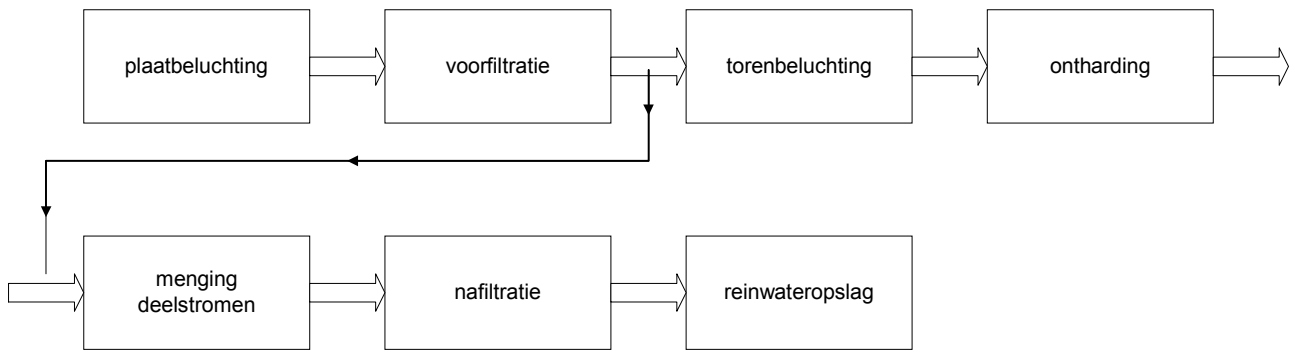
Civiel totaal	:	796	k€
Onthardingsinstallatie	:	1.932	k€

4 Sint Jans klooster (Vitens)

4.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 4.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Sint Jans klooster schematisch weer.



Figuur 4.1 Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Sint Jans klooster

Plaats van ontharding in de zuivering: belucht voorfiltraat.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 4.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 1992)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Filtraat
Zuurgraad	-		8.05
EGV	mS/m		37
Troebelheid	FTE		0.13
CO ₂	mg/l		2
HCO ₃ ⁻	mg/l		123
CO ₃ ²⁻	mg/l		0
Chloride	mg/l		47
Sulfaat	mg/l		29
Natrium	mg/l		20
Calcium	mg/l		50
Magnesium	mg/l		7
Ammonium	mg/l		< 0.05
IJzer	mg/l		0.02
Mangaan	µg/l		< 0.01
Aluminium	µg/l		12
Temperatuur	°C		11
Zuurstof	mg/l		> 10
Ionsterkte	mmol/l		6,3

Tabel 4.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 4.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater							
Filtraat	0.20	0.03	0.75	0.25	132	0.85	0.93

4.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk uit ongebluste kalk
Leverancier	:	Schaeffer
Productnaam	:	Precal 30 S
Concentratie aangeleverd product	:	ongebluste kalk poeder

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	3 stuks
Inhoud per silo	:	50 m ³
Verblijftijd in de silo	:	circa 75 dagen
Hellingshoek van de silo	:	60 °
Type trilbodem	:	trilmotor aan buitenkant silo

Kalkmelk wordt batchgewijs aangemaakt vanuit ongebluste kalk. Als aanmaakwater wordt met zoutzuur gedecarboneerd water gebruikt. De blussing

vindt plaats in een aanmaakvat. Vanuit 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.

Blusvaten

Aantal blusvaten	:	2	stuks
Inhoud blusvaten	:	2,2	m ³

Verdunvaten

Aantal verdunvaten	:	3	stuks
Inhoud vaten	:	25	m ³
Capaciteit per installatie	:	2	m ³ /h
Concentratie in doseervat	:	1,5	% (w/w)
Verblijftijd in doseervat	:	> 10	min tot 3 dagen max.

Dosering van kalkmelk

De kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde centrifugaalpomp. Er is een doseerpomp per reactor.

Diameter doseerleiding	:	32	mm
Materiaal doseerleiding	:	gewapend pvc	
Snelheid in doseerleiding	:	> 2	m/s

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Afgegaan wordt op de gegevens van de kalkleverancier. Het zoutzuur wordt gecontroleerd op DOC.

4.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	volledig cilindrische reactor
Ontwerpcapaciteit reactor	:	300m ³ /h
Aantal reactoren	:	4
Bodemconstructie	:	doppenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	121
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	3 stuks van bovenaf ("doseerster"), circa 30 cm vanaf de wand
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	driehoekig vertand.
Totale hoogte reactor	:	9.470 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	9.470 mm
Hoogte verwijding onder bodem	:	1.000 mm
Hoogte overstortgoot	:	500 mm
Diameter bodem	:	2.130 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.130 mm
Diameter uitstroomopening	:	300 mm
Openingshoek verwijding	:	45 ° (tophoek 90 °)

4.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is zo veel mogelijk constant. Zowel de volumestroom door de reactoren als de onthardingsdiepte zijn constant. De reactoren worden bij wisselende productie dus aan/uit geschakeld.

Oppervlaktebelasting	:	84	m ³ /m ² /h
Onthardingstraject	:	1	mmol/l (van 2,2 naar 1,2 mmol/l)

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen: EGV, pH, volumestromen en ultrasone pelletbedmeting

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	2	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	1	per jaar gedurende 2 weken.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	80	uren per jaar
Aantal malen uit bedrijf	:	1	per jaar

Storingen aan de reactor(en)

Tijdsduur storingen	:	1,5	uren per storing
Schatting aantal storingen	:	15	keer per jaar

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000-2500	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.000-5.000	mm

Aftappen van korrels

De korrels worden afgetapt na 500 m³ productie.

Frequentie korrelaftap	:	100	keer per week/reactor
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0,2	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	rvs	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4	m/s
Type korrelpomp	:		centrifugaalpomp met verrubberde waaier en pomphuis
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:		kogelafsluiter

Korrelbunker

Inhoud	:	48	m ³ (+ 9 m ³ noodbunker)
Hoogte aftappunt	:	4	m
Openingshoek conisch onderdeel	:	30	°

De bunker is op 4 meter hoogte geplaatst. De pellets worden via een transportschroef naar een tankwater getransporteerd.

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal wordt via de pelletafvoerleiding aan de reactor toegevoegd.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	12	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	35	kg per keer
Soort entmateriaal	:	granaatzand 0,2-0,3 mm	

Opslag en bewerking entmateriaal

De eisen die aan het entzand worden gesteld zijn korrelgrootte en stofgehalte.

Hey entzand wordt voor gebruik gespoeld met nafiltraat met een snelheid van 100 m/uur, maar niet gedesinfecteerd.

Aantal entzandsilo's	:	2	stuks
Inhoud entzandsilo	:	13	m ³

4.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	6	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	5x5x5 m	
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2,5 m	
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,7 m)	:	antraciet 1,4-2,5 mm	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1,8. m)	:	zand 0,8-1,25 mm	

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters wordt mechanisch geregeld via een ringleiding.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilters	:	1 x per 40.000 m ³ productie		
Spoelprogramma nafilter	:	water	7 min.	44 m/uur
		lucht	3 min.	
		water	6 min	8 m/uur

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud	:	0	uur per week
---------------------------	---	---	--------------

4.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

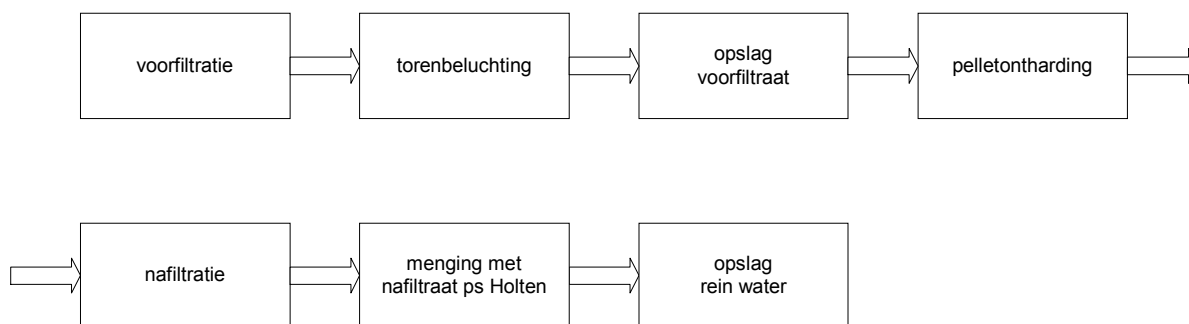
Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	19	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	0,9	k€/jaar

5 Goor (Vitens)

5.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Figuur 5.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Goor schematisch weer.



Figuur 5.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Goor

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 5.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.15	7.35		
EGV	mS/m	82			
Troebelheid	FTE	-			
CO ₂	mg/l	47			
HCO ₃ ⁻	mg/l	372			
CO ₃ ²⁻	mg/l	-			
Chloride	mg/l	52			
Sulfaat	mg/l	104			
Natrium	mg/l	34			
Calcium	mg/l	138			
Magnesium	mg/l	12			
Ammonium	mg/l	0.60	< 0.05		
Ijzer	mg/l	5.3	0.1		
Mangaan	µg/l	0.4	0.05		
Aluminium	µg/l	5			
Temperatuur	°C	10			
Zwevende stof	mg/l	-			
Zuurstof	mg/l	< 0.5	10		
Ionsterkte	mmol/l	15			

Tabel 5.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 5.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater	0.12	0.16	0.96	1.36	247	6.3	0.50
Filtraat							

5.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : natronloog
 Concentratie aangeleverd product : 50 %

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal tanks voor natronloog : 2 stuks
 Inhoud per tank : 50 en 10 m³
 Verblijftijd in de tank : 28 dagen

Natronloog wordt als 50 % (W/W) aangeleverd. Dit wordt gelost in een aanmaak/voorraadtank van 50 m³. De loog wordt verdund met diep onthard water (ionenwisselaar) tot een concentratie van circa 25 %. Vanuit de voorraadtank wordt

een productietank met een inhoud van 10 m³ continu gevuld gehouden. Vanuit de productietank wordt de loog met een membraanpomp aan de reactor gedoseerd.

Verdunvaten

Aantal verdunvaten	:	1	stuks
Inhoud vaten	:	50	m ³
Concentratie in doseervat	:	25	% (w/w)
Verblijftijd in doseervat	:	5	dagen

Dosering van natronloog

Diameter doseerleiding	:	20	mm
Materiaal doseerleiding	:	rvs	

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

Afgegaan wordt op de gegevens van de natronloogleverancier.

5.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	volledig cilindrische reactor
Ontwerpcapaciteit reactor	:	200 m ³ /h
Aantal reactoren	:	1
Bodemconstructie	:	doppenbodern
Aantal looginvoerpunten	:	3 stuks van bovenaf, circa 30 cm vanaf de wand
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	driehoekig vertand.
Totale hoogte reactor	:	8.500 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.500 mm
Hoogte overstortgoot	:	500 mm
Diameter bodern	:	1.680 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.680 mm
Diameter uitstroomopening	:	200 mm

5.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation is een onbemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is zo veel mogelijk constant. Zowel de volumestroom door de reactoren als de onthardingsdiepte zijn constant. De reactor wordt bij wisselende productie dus aan/uit geschakeld.

Oppervlaktebelasting	:	90	m ³ /m ² /h
Onthardingstraject	:	2,5	mmol/l (van 4 naar 1,5 mmol/l)

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen: EGV, pH, volumestromen en ultrasone pelletbedmeting.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	2	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	1	per jaar gedurende 2 weken.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	80	uren per jaar
Aantal malen uit bedrijf	:	1	per jaar

Storingen aan de reactor(en)

Tijdsduur storingen	:	1,5	uren per storing
Schatting aantal storingen	:	15	keer per jaar

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000-2500	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.000-5.000	mm

Aftappen van korrels

De korrels worden afgetapt na 500 m³ productie.

Frequentie korrelaftap	:	21	keer per week/ reactor
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0,4	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	rvs	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4	m/s
Type korrelpomp	:	centrifugaalpomp met verrubberde waaier en pomphuis	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	kogelafsluiter	

Korrelbunker

Inhoud	:	15	m ³ (+ 5 m ³ noodbunker)
Hoogte aftappunt	:	4	m
Openingshoek conisch onderdeel	:	30	°

De bunker is op 4 meter hoogte geplaatst. De pellets worden via een transportschroef naar een tankwater getransporteerd.

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal wordt via de pelletafvoerleiding aan de reactor toegevoegd.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	2,6	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	90	kg per keer
Soort entmateriaal	:	granaatzand 0,2-0,3 mm	

Opslag en bewerking entmateriaal

De eisen die aan het entzand worden gesteld zijn korrelgrootte en stofgehalte. Het entzand wordt met nafiltraat met een snelheid van 100 m/uur gespoeld maar niet gedesinfecteerd.

Aantal entzandsilo's	:	1	stuks
Inhoud entzandsilo	:	3	m ³

5.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	4	stuks
Type filter	:	enkellaags nat, filterketel	
Afmetingen per filter (diam..h)	:	2,2x5	m
Materiaal	:	staal	
Totale hoogte filterbed	:	2,5	m
Filtermateriaal	:	zand 0,8-1,25 mm	

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters wordt geregeld met een centrale aanvoerleiding.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	1 x per 40.000 m ³ productie	
Spoelprogramma nafilts	:	- water 7 min. 44 m/uur	
		- lucht 3 min.	
		- water 6 min 8 m/uur	

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud	:	0	uur per week
---------------------------	---	---	--------------

5.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

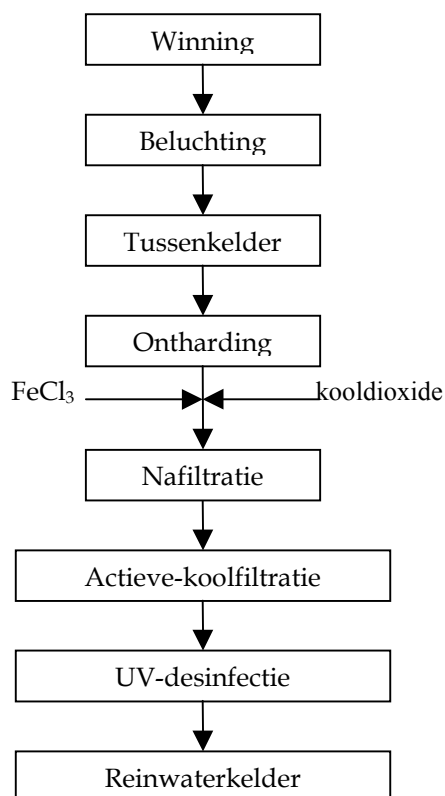
Kosten onthardingschemicalie	:	19	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	0,9	k€/jaar

6 Nijmegen (Vitens)

6.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 6.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Nijmegen (Nieuwe Marktstraat) schematisch weer.



Figuur 6.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Nieuwe Marktstraat Nijmegen

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

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 6.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat*
Zuurgraad	-	7.45	8.2	8.6	8.2
EGV	mS/m	66	63	55	55
CO ₂	mg/l	16	3	< 1	2
HCO ₃ ⁻	mg/l	220	209	130	144
CO ₃ ²⁻	mg/l		< 1	2	0
Chloride	mg/l	73			73
Sulfaat	mg/l	62			62
Natrium	mg/l	42	41	69	70
Calcium	mg/l	85	82	37	37
Magnesium	mg/l	9.8	9.5	9.4	9.7
Ammonium	mg/l	0.12	0.13	0.08	< 0.05
Ijzer	mg/l	0.44	< 0.10		< 0.01
Mangaan	mg/l	0.36	< 0.10	0.04	< 0.01
Aluminium	µg/l	< 5	< 0.10		
Temperatuur	°C	10.5	12.2	12.4	12.5
Zuurstof	mg/l	1.0			9.0

*na pH-correctie middels CO₂-dosering op effluent reactor (influent nafilter)

Tabel 6.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.82	0.60	205	3.34	0.85
Filtraat	0.07	0.01	0.67	0.23	157	1.8	1.38

6.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Natronloog
Leverancier	:	Akzo
Productnaam	:	Natronhydroxide-oplossing
Concentratie aangeleverd product	:	50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	2	stuks
Inhoud per opslagtank	:	45	m ³
Verblijftijd in de tank	:	4	weken
Verdunnen aangeleverd product	:	ja	
Wijze van verdunnen	:	in de opslagtank	
Type verdunwater	:	dieponthard water	
Concentratie natronloog in de tank	:	25 % (w/w)	NaOH

Dosering	:	0.16 l 25 % NaOH/m ³
Dosering via	:	Membraandoseerpomp per reactor
Regeling	:	vaste dosering (basislast)

6.3 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
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	9.090 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.100 mm
Hoogte verwijding	:	1.450 mm
Diameter bodem	:	1.900 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.500 mm
Openingshoek verwijding	:	30 °

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

Bij de bouw van de onthardingsinstallatie in 1985 - 1986 heeft (indertijd) Zuid Gelders Nutsbedrijf Nijmegen (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 nafiltsers.

6.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

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

In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. De oppervlaktebelasting (90 m³/m².h) van de reactoren is constant. Het onthardingstraject varieert tussen circa ΔTH (1,1 - 1,3 mmol/l). Ter voorkoming van microkristallen wordt op het effluent van de reactoren CO₂ gedoseerd.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met een continue pH-meting van het effluent van de reactoren. Voor de pH is een bovengrens van 9,0 ingesteld.

De pH-electrodes worden periodiek gereinigd door middel van een automatisch zoutzuur injectie. Routinematig wordt de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal, de korrelbedhoogte en de gemiddelde diameter van de afgetapte korrel gecontroleerd.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	1	uur per week
Aantal malen onderhoud	:	1-2	keren per jaar

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. Bij storingen wordt de productiecapaciteit van de onthardingsinstallatie gehalveerd. De samenstelling van het water verandert niet.

Tijdsduur storingen	:	1	uur per keer
Schatting aantal storingen	:	1	keer per jaar

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.250	mm
Hoogte fluïde bed	:	5.500	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	:	1 keer per week; 12 ton/week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0,86 ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50 mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	gecoat staal/rvs
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4 m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier
Capaciteit	:	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 entmateriaal	:	1 keer per dag per reactor
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	117 kg per keer
Soort entmateriaal	:	zand 0,4 - 0,63 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 6,5 m³ (circa 10 ton) en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog en gespoeld. De watersnelheid in het spoelvat is 15 m/h. Het spoel/desinfectievat is vernieuwd vanwege slijtage.

6.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	4 stuks
Type filter	:	dubbellaags
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	rond 3,6 m, 10,2 m ²
Materiaal	:	staal
Totale hoogte filterbed	:	2,0 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 een stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de aanvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 12,5 m/h. Er wordt 0,10 mg/l FeCl₃ gedoseerd. De looptijd van de filters is 90 uur. De filters worden gespoeld op filterweerstand.

6.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten 2001 op basis van een jaarlijkse drinkwaterproductie 3,75 Mm³

Kosten onthardingschemicalie	:	64,1	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	8,8	k€/jaar
Kosten vlokmiddel	:	1,7	k€/jaar
Kosten kooldioxide	:	1,6	k€/jaar

Bedrijfsvoering 2001 op basis van een jaarlijkse drinkwaterproductie 3,75 Mm³

Energiekosten	:	32,1	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	1,4	k€/jaar
Kosten mensdagen onderhoud	:	1,4	k€/jaar
Kosten mensdagen storingen	:	1,9	k€/jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	6,9	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

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

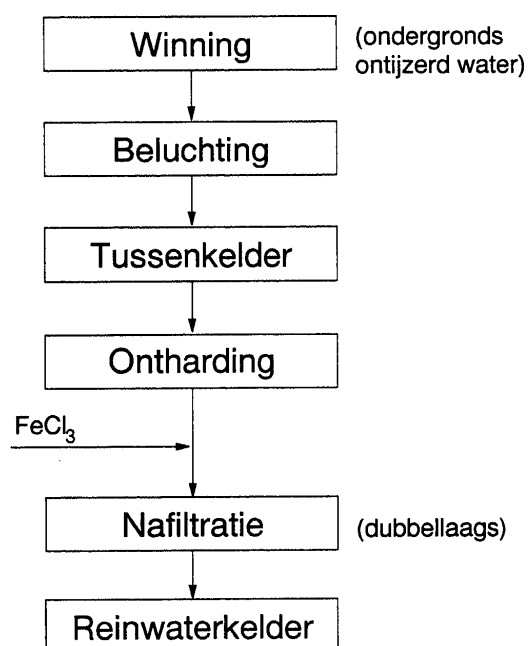
Civiel totaal	:	728	k€
Werktuigbouwkundig	:	1.137	k€
Electrotechnisch	:	546	k€

7 Zutphen (Vitens)

7.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 7.1 is de zuivering van zuiveringsstation Zutphen (Vierakker) schematisch weergegeven.



Figuur 7.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Vierakker

Vitens onthardt op zuiveringsstation 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 en de bedrijfstak. Op het zuiveringsstation wordt beluchten toegepast voor het ontzuren van het ruwe water.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 7.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.2	7.6	8.6	8.3
EGV	mS/m	82	82	61	62
Troebelheid	FTE		0.12	9.8	0.1
HCO ₃ ⁻	mg/l	365	367	186	185
Chloride	mg/l	91			
Sulfaat	mg/l	47			
Natrium	mg/l	64			
Calcium	mg/l	105	108	51	51
Magnesium	mg/l		12	12	12
Ammonium	mg/l	0.36	0.36	0.36	<0.05
Ijzer	mg/l	0.07	0.01	0.01	<0.01
Mangaan	mg/l	0.35	0.3	0.01	<0.01
Aluminium	µg/l				10
Temperatuur	°C		11.5	11.5	11.6
Zwevende stof	mg/l			23	
Zuurstof	mg/l		10	10	10

Tabel 7.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.48	0.40	1.19	1.32	201	4.2	0.55
Filtraat	0.57	0.11	0.96	0.43	106	1.42	1.14

7.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Supercalco 95
Concentratie aangeleverd product	:	95-99 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	60	m ³
Verblijftijd in de silo	:	60	dagen
Hellingshoek van de silo	:	70	°
Type trilbodem	:	Brabender BAV 1802	

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 gedecarboneerd aangemaakt.

Aantal installaties	:	2 stuks
Capaciteit per installatie	:	5 m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1.9 % (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	40 min

Kalkmelk wordt gedoseerd met een slangenpomp. Er is een doseerpomp per reactor. De dosering bedraagt 120 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 zijn 32 mm.

Diameter doseerleiding	:	32 mm
Materiaal doseerleiding	:	PVC gewapend

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

De kwaliteits- en/of ingangscontrole van de chemicalie vindt plaats door de onderstaande parameters te meten:

CaCO₃, Ca(OH)₂, vocht, K-waarde, τ-waarde, OT90 waarde, aluminium, zware metalen (ATA).

7.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	240 m ³ /h
Aantal reactoren	:	2
Bodemconstructie	:	flappenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	15
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	schuin vertand.
Totale hoogte reactor	:	9.650 mm
Hoogte invoerkamer	:	1.550 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	2.000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.000 mm
Hoogte verwijding	:	1.500 mm
Hoogte overstortgoot	:	600 mm
Diameter bodem	:	800 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.750 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.500 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	13,5 °
Openingshoek verwijding	:	30 °

7.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Vierakker is een onbemand zuiveringsstation waar gedurende 24 uur per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt een hoofdstroom onthard, het onthardingstraject is constant en bedraagt 1,4 mmol/l. Wisselingen in productie worden opgevangen door variatie van de oppervlaktebelasting. De reactoren schakelen op het niveau in de reinwaterkelder. De oppervlaktebelasting is in het algemeen circa 100 m³/m².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 9,2 en een ondergrens van 7,8 ingesteld.

De meteropnemers worden gereinigd met (verdund) zoutzuur.

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

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	12	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	52	keren per jaar

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. Tevens aandachtspunten zijn het inregelen en ijken, visuele inspectie van de installatie en preventief onderhoud.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	1	week
Aantal malen uit bedrijf	:	1	keer per jaar

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

Storingen aan de reactor(en)

De aard van de tot dusverre opgetreden storingen betreffen met name storingen aan de kalkmelkinstallatie.

Tijdsduur storingen	:	1	uren per week
Schatting aantal storingen	:	25	keer per jaar

De reactor wordt bij storingen uit bedrijf genomen. Het water wordt via deelstroombedrijf langs de reactoren naar de nafilters gevoerd.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	3.500	mm
Hoogte fluïde bed	:	5.200	mm
Korrels ter plaatse van de bodem			
d ₁₀	:	0.7	mm
d ₅₀	:	1	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1.5	

Aftappen van korrels

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

Frequentie korrelaftap	:	100	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0.11	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	4.2	m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verubberde waaier	
Capaciteit	:	22	m ³ /h

Korrelbunker

Inhoud	:	35	m ³
Hoogte aftappunt	:	3.6	m
Openingshoek conisch onderdeel	:	70	°

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

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd door middel van dezelfde pomp als pelletafvoer.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	56	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	16	kg per keer
Soort entmateriaal	:	kwartszand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0.42	mm
d ₅₀	:	0.5	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1.5	

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. Het entmateriaal moet voldoen aan gestelde bacteriologische eisen en aan een vereiste zeefcurve.

7.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	4	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter (l.b.)	:	6.6 * 4	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1.6	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m)	:	zand	0.6-1.0 mm
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,8 m)	:	antraciet	1.2-2.0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van een overstortgoot. De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters bij de afvoer wordt geregeld. Er wordt FeCl₃ als vlokmiddel gedoseerd.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	180	uur
Spoelprogramma nafilts	:	- 12 min water	520 m ³ /h
	:	- 1* per maand	vindt vooraf waterspoeling, luchtspoeling plaats.

Onderhoud aan de filters

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

Bij het onderhoud wordt het filtermateriaal visueel gecontroleerd.

7.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	30	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	10	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	13	k€/jaar	0.05 €/kWh
Kosten korrelafvoer	:	geen	kosten	
Kosten mensdagen onderhoud	:	16,5	k€/jaar	
Kosten mensdagen storings	:	1	k€/jaar	

Investeringen (uit overzicht 1995)

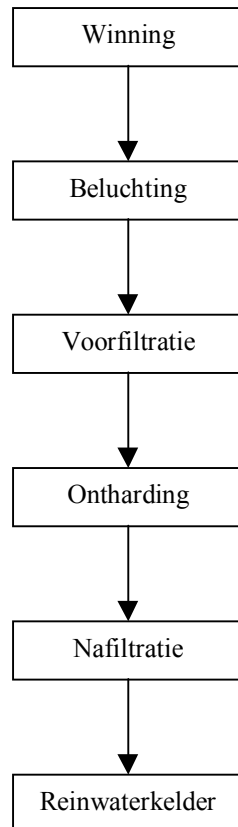
Civiel totaal	:	460	k€
Onthardingsinstallatie	:	1.400	k€ incl. beluchting-kalkmelkinstallatie
Nafiltratiestap	:	27.5	k€ ombouw bestaande filters

8 Eibergen (Vitens)

8.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 8.1 is de zuivering van Eibergen schematisch weergegeven.



Figuur 8.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Eibergen

Vitens onthardt in Eibergen voorfiltraat na beluchting. In Eibergen wordt beluchting toegepast om de oxidatieprocessen in de voorfiltratie te doen plaats vinden. De lucht-water verhouding is zodanig dat het ruwe water tijdens de voorfiltratie grotendeels ontzuurd wordt.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 8.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.2	7.7	8.2	8.2
EGV	mS/m	75	69	57	
Troebelheid	FTE		0.5	0.6	0.1
CO ₂	mg/l	43			
HCO ₃ ⁻	mg/l	320	313	205	205
Chloride	mg/l	37	37	37	37
Sulfaat	mg/l	101	101	101	101
Natrium	mg/l	23	24	74	74
Calcium	mg/l	130	131	51	51
Magnesium	mg/l	9	8.2	7.9	7.9
Ammonium	mg/l	0.60	<0.05	<0.05	<0.05
Ijzer	mg/l	7.2	0.01	<0.01	<0.01
Mangaan	mg/l	0.35	0.01	<0.01	<0.01
Aluminium	µg/l	<5	<5	<5	<5
Temperatuur	°C	10.2	10.8	10.8	10.6
Zuurstof	mg/l	0.3	9.9	10.4	10.2

Tabel 8.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.09	0.10	0.93	1.13	244	5.6	0.52
Filtraat	0.50	0.12	0.97	0.47	108	2.8	0.92

8.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	natronloog
Leverancier	:	Solvay chemie
Productnaam	:	Natronloog
Concentratie aangeleverd product	:	50 % NaOH

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	3 stuks
Inhoud per opslagtank	:	38/38/27 m ³
Verblijftijd in de tank	:	21 dagen
Verdunnen aangeleverd product	:	ja
Wijze van verdunnen	:	na lossen
Type verdunwater	:	diep onthard drinkwater
Concentratie natronloog in de tank	:	25 % (w/w) NaOH

Dosering	:	87 g NaOH/m ³
----------	---	--------------------------

Dosering via	:	doseerpomp per reactor.
Regeling	:	vaste dosering

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

De geleverde natronloog wordt gecontroleerd op het gehalte natronloog en op de aanwezigheid van zware metalen.

8.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	diffusor reactor
Ontwerpcapaciteit reactor	:	350 m ³ /h
Aantal reactoren	:	2
Bodemconstructie	:	doppenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	386
Aantal loog-invoerpunten	:	16
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	ronde gaten.
Totale hoogte reactor	:	11.956 mm
Hoogte invoerkamer	:	2.019 mm
Hoogte verwijding	:	9.437 mm
Hoogte overstortgoot	:	500 mm
Diameter bodem	:	2.260 mm
Diameter uitstroomopening	:	4.700 mm
Openingshoek verwijding	:	7 °

8.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

In Eibergen wordt de hoofdstroom onthard, de reactoren schakelen op het niveau in de reinwaterkelder. De oppervlaktebelasting bedraagt 81 m³/m²/h, het onthardingstraject bedraagt 2 mmol/l.

Procesbewaking

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

- pH-meting en off-line hardheidsmeting (elke dag)

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	6	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	52	keer per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Reinigen van doseer- en aanmaakinstallaties,
- Verhelpen van verstoppingen
- Preventief onderhoud

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	1	week
Aantal malen uit bedrijf nemen	:	0.5	keer per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Bodemplaat
- Doppen
- Coating (roest,slijtage)
- NaOH dosering/verdeling

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding zijn:

- Verstopping loogdosering
- Kapotte dop

Tijdsduur storingen	:	0.5	uren per week
Schatting aantal storingen	:	5 -10	keer per jaar

Het effect van de opgetreden storingen betreft verlaging van het onthardingstraject.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.500	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.500	mm
Korrel ter plaatse van de bodem			
d_{10}	:	0.7	mm
d_{50}	:	1.3	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	2	

Aftappen van korrels

Het criterium voor de korrelaftap is de korrelgrootte ter plaatse van de bodem van de reactor en de verhouding tussen het vaste en fluïde bed. Het aftappen vindt plaats via een scheidingslaag.

Frequentie korrelaftap	:	3	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	5	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1.4	m/s
Type korrelpomp	:	wervelrad, rubberen waaier	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinderklep	

Korrelbunker

Inhoud	:	25	m ³
Hoogte aftappunt	:	2	m
Openingshoek conisch onderdeel	:	60	°

De pellets worden opgeslagen en ontwateren in de bunker. Via conisch onderdeel worden de pellets afgevuld op een "bakjes" elevator. De elevator transporteert de pellets naar een container die door een vrachtwagen wordt opgehaald.

Toevoegen van entmateriaal

Het entzand wordt uitgeliterd in een vat, waarna het met behulp van een waterejecteur getransporteerd wordt naar de onthardingsreactor.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	3	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	150	kg per keer
Soort entmateriaal	:	kwartszand	
Specificatie entmateriaal			
d_{10}	:	0.12	mm
d_{50}	:	0.19	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	1.4	

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entmateriaal wordt opgeslagen in een 15 m³ opslagvat. Het entzand moet voldoen aan bacteriologische eisen en moet voldoen aan de gewenste zeefcurve. Het entzand wordt van tevoren niet gespoeld en/of gedesinfecteerd.

8.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	6	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter (diameter, hoogte)	:	3.8 * 6,06 m	
Materiaal	:	staal	
Totale hoogte filterbed	:	1.6	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	zand (0.4-0.8) 1 meter	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0.7 m)	:	antraciet (0.8-1.6) 0.7 meter	

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van een overstortgoot. De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	druk
Spoelprogramma nafilts	:	10 minuten waterspoeling (60 m/h)

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud	:	0.5	uur per week
---------------------------	---	-----	--------------

Het onderhoud bestaat uit een visuele inspectie van het filtermateriaal.

8.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	84,72	k€/jaar	
Kosten entmateriaal	:	14,4	k€/jaar	

Bedrijfsvoering

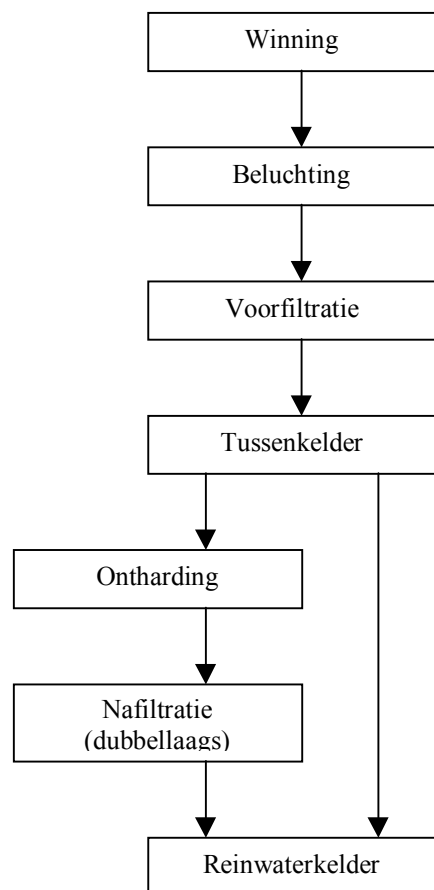
Energiekosten	:	16,5	k€/jaar	0.05 €/kWh
Kosten korrelafvoer	:	geen kosten		
Kosten mensdagen onderhoud	:	6	k€/jaar	
Kosten mensdagen storingen	:	1	k€/jaar	

9 Velddriel (Vitens)

9.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 9.1 is de zuivering van Velddriel schematisch weergegeven.



Figuur 9.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Velddriel

Vitens onthardt op zuiveringsstation Velddriel reinwater. De keuze voor de ontharding van reinwater is gebaseerd op proefinstallatieonderzoek uitgevoerd in 1988 en 1989. Bij ontharden op onbelucht ruwwater werden geen goede korrels gevormd. In Velddriel wordt beluchting toegepast om de oxidatieprocessen in de voorfiltratie te doen plaats vinden. De lucht-water verhouding is zodanig dat het ruwe water tijdens de voorfiltratie grotendeels ontzuurd wordt.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 9.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.2	7.2	8.6	8.4
EGV	mS/m	50	55	30	30
Troebelheid	FTE		0.4	14	0.2
CO ₂	mg/l	40			
HCO ₃ ⁻	mg/l	327	337	135	130
Chloride	mg/l	19			
Sulfaat	mg/l	17.5			
Natrium	mg/l	10.3			
Calcium	mg/l	98	100	52	38
Magnesium	mg/l	9.8	9.9	9.9	10.0
Ammonium	mg/l	1.35	<0.05		
Ijzer	mg/l	3.8	0.03		
Mangaan	mg/l	0.45	<0.01		
Aluminium	µg/l	<5	<5		
Temperatuur	°C	11.2	11.4	11.4	11.4
Zwevende stof	mg/l		<1	35	<1
Zuurstof	mg/l	0.8	4		

Tabel 9.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.03	0.03	0.87	1.04	256	4.03	0.14
Filtraat	0.40	0.05	0.76	0.23	87	0.19	0.41

9.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Supercalco 95
Concentratie aangeleverd product	:	95-99 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	1	stuks
Inhoud per silo	:	70	m ³
Verblijftijd in de silo	:	15	dagen
Hellingshoek van de silo	:	60	°
Type trilbodem	:	Iserco	CAO92

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 water aangemaakt

Aantal installaties	:	1	
Capaciteit per installatie	:	7.5	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	2	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	>10	min

De kalkmelk wordt gedoseerd met een monopomp met sperwatervoorziening. De dosering bedraagt circa 135 gram Ca(OH)₂/m³

Diameter doseerleiding	:	25	mm
Materiaal doseerleiding	:	gewapend PVC-slang	

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

De kwaliteits- en/of ingangscontrole van de chemicalie vindt plaats door controle op de parameters:

CaCO₃, Ca(OH)₂, vocht, K-waarde, τ-waarde, OT90 waarde, aluminium, zware metalen (ATA)

9.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	350 m ³ /h
Aantal reactoren	:	1
Bodemconstructie	:	flappenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	25
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	rechthoekig vertand.
Totale hoogte reactor	:	9.700 mm
Hoogte invoerkamer	:	700 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.800 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.000 mm
Hoogte verwijding	:	2.600 mm
Hoogte overstortgoot	:	440 mm
Diameter bodem	:	1.100 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.400 mm
Diameter uitstroomopening	:	4.500 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	20 °
Openingshoek verwijding	:	22 °

9.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Velddriel is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroom bedraagt 54 %. Het onthardingstraject is constant en bedraagt 1,6 mmol/l. De oppervlaktebelasting bedraagt 78 m³/m².h ter hoogte van het cilindrische deel.

Procesbewaking

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

- EGV, pH, troebelheid, bodemdruk, vast/fluide bed meting

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	6	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	52	per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Reinigen en ijken van meetapparatuur
- Visuele inspectie en schoonmaken
- Preventief onderhoud

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	1	week
Aantal malen uit bedrijf	:	1	per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Gehele kalkmelkinstallatie
- Reactorbodem en -wand

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding betreft met name de kalkinweeg.

Tijdsduur storingen	:	1	uren per week
Schatting aantal storingen	:	26	keer per jaar

De reactor wordt bij storingen uit bedrijf genomen. Het water wordt via deelstroombedrijf naar de reinwaterkelder verpompt.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	3.800-4.200	mm
Hoogte fluide bed	:	4500	mm
Korrels ter plaatse van de bodem			
d ₁₀	:	0.6	mm
d ₅₀	:	1.1	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1.9	

Aftappen van korrels

Het criterium voor de korrelaftap is de fluïde bedhoogte (structureel 1 keer per dag).

Frequentie korrelaftap	:	7	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	3	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1.4	m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinderkleppen	

Korrelbunker

Inhoud	:	27.5	m ³
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 entmateriaal wordt via de korrelafvoerleidingen aan de reactor toegevoegd, door middel van dezelfde pomp als pelletafvoer.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	7	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	135	kg per keer
Soort entmateriaal	:	granaatzand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0.19	mm
d ₅₀	:	0.24	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1.3	

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand moet voldoen aan bacteriologische eisen en moet voldoen aan de gewenste zeefcurve. De opslag heeft een inhoud van 13 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd, maar wel gespoeld. De spoelsnelheid is 35 m/h.

9.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	2	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter (diameter, hoogte)	:	6 * 7	m
Materiaal	:	staal	

Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1	:	zand	(0.6-0.8)
Filtermateriaal 2	:	antraciet	(1.4-2.5)

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van een overstortgoot. De filters worden met een stijgende bovenwaterstand bedreven, waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilters	:	looptijd, filterweerstand, eventueel troebelheid filtraat.
Spoelprogramma nafilter	:	- afzakken bovenwater, - 10 min spoellucht - 5 min ontlichten - 8 min spoelwater (1400 m ³ /h)

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 1 uur per week

De aandachtspunten bij het onderhoud van de filters zijn:

- Reinigen van afsluiters

9.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	67	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	12,5	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	16,1	k€/jaar	0.05 €/kWh
Kosten korrelafvoer	:	geen kosten		
Kosten mensdagen onderhoud	:	8,5	k€/jaar	
Kosten mensdagen storingen	:	1	k€/jaar	

9.7 Aanvullende gegevens

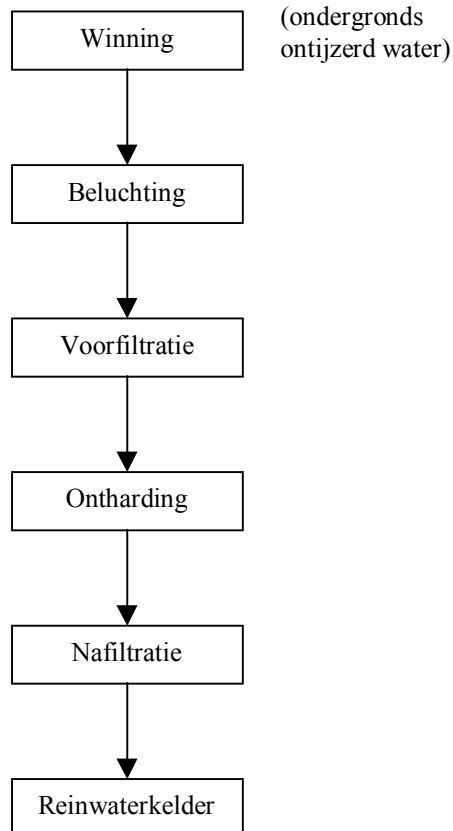
Zie Kiwa rapport: KOA 96.088

10 Hengelo Gld (Vitens)

10.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 10.1 is de zuivering van Hengelo Klooster schematisch weergegeven.



Figuur 10.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Hengelo Klooster

Vitens onthardt voorfiltraat na beluchting en voorafgaande ondergrondse ontijzering. In Hengelo wordt beluchting toegepast om de oxidatieprocessen in de voorfiltratie te doen plaats vinden. De lucht-water verhouding is zodanig dat het ruwe water tijdens de voorfiltratie grotendeels ontzuurd wordt.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 10.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.3	7.3	7.8	7.8
EGV	mS/m	56	57	49	49
Troebelheid	FTE		0.13	0.3	0.1
CO ₂	mg/l	28			
HCO ₃ ⁻	mg/l	279	281	210	210
Chloride	mg/l	27			
Sulfaat	mg/l	56			
Natrium	mg/l	13	15	66	66
Calcium	mg/l	110	108	38	38
Magnesium	mg/l	8.5	9	8.6	8.6
Ammonium	mg/l	0.33	<0.05	<0.05	<0.05
Ijzer	mg/l	1.1	0.01	<0.01	<0.01
Mangaan	mg/l	0.40	0.01	<0.01	<0.01
Aluminium	µg/l	<5	<5	<5	<5
Temperatuur	°C	10.2	10.4	10.4	10.3
Zuurstof	mg/l	0.4	9.9	10.4	10.2

Tabel 10.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.05	0.89	0.90	228	4.1	0.39
Filtraat	0.01	0	0.73	0.35	157	2.6	0.57

10.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	natronloog
Leverancier	:	Solvay chemie
Productnaam	:	Natronloog
Concentratie aangeleverd product	:	50 % NaOH

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	2	stuks
Inhoud per opslagtank	:	60	m ³
Verblijftijd in de tank	:	21	dagen
Verdunnen aangeleverd product	:	ja	
Wijze van verdunnen	:	na lossen	
Type verdunwater	:	diep onthard drinkwater	
Concentratie natronloog in de tank	:	25	% (w/w) NaOH

Dosering	:	88	g NaOH/m ³
Dosering via	:	doseerpomp	per reactor.

Regeling : vaste dosering

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

De kwaliteits- en/of ingangscontrole van de chemicalie vindt plaats door controle op de parameters concentratie aangeleverd natronloog en zware metalen.

10.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	diffusor reactor (onder druk bedreven)
Ontwerpcapaciteit reactor	:	400 m ³ /h
Aantal reactoren	:	2
Bodemconstructie	:	doppenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	386
Aantal loog-invoerpunten	:	24
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	ronde gaten
Totale hoogte reactor	:	7.835 mm
Hoogte invoerkamer	:	1.865 mm
Hoogte verwijding	:	5.300 mm
Hoogte overstortgoot	:	670 mm
Diameter bodem	:	2.490 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.800 mm
Openingshoek verwijding	:	7 °

10.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

In Hengelo wordt de hoofdstroom onthard, de reactoren worden geschakeld op het niveau van de reinwaterkelder. De oppervlaktebelasting bedraagt 81 m³/m².h, het onthardingstraject 1,8 mmol/l.

Procesbewaking

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

- pH-meting
- off-line hardheidsmeting (elke dag)

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	6 uren per week
Aantal malen onderhoud	:	52 keer per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Reinigen van doseer- en aanmaakinstallaties
- Verhelpen van verstoppingen
- Preventief onderhoud

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	1	week
Aantal malen uit bedrijf nemen	:	0.5	keer per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Bodemplaat
- Doppen
- Coating (roest,slijtage)
- NaOH dosering

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding zijn:

- Verstopping loogdosering waardoor hoge druk in de doseerleiding ontstaat

Tijdsduur storingen	:	0.5	uren per week
Schatting aantal storingen	:	5-10	keer per jaar

Het effect van de opgetreden storingen is verlaging van onthardingstraject.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.500	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.500	mm
Korrel ter plaatse van de bodem			
d_{10}	:	0.7	mm
d_{50}	:	1.3	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	2	

Aftappen van korrels

Het criterium voor de korrelaftap is de korrelgrootte ter plaatse van de bodem van de reactor en de verhouding tussen het vaste en fluïde bed. Het aftappen vindt plaats via een scheidingslaag.

Frequentie korrelaftap	:	3	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	5	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1.4	m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met rubberen waaier	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinder	

Korrelbunker

Inhoud	:	16 m ³ (container)
--------	---	-------------------------------

De pellets worden via de pelletpomp getransporteerd naar containers van 16 m³. De containers worden met vrachtwagens vervoerd.

Toevoegen van entmateriaal

Het zand wordt voorgespoeld in een spoelvat, waarna het naar de reactor wordt gepompt.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	3	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	150	kg per keer
Soort entmateriaal	:	kwartzand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0.12	mm
d ₅₀	:	0.19	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1.4	

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entmateriaal wordt opgeslagen in een 15 m³ opslagvat. Er worden bacteriologische eisen gesteld aan het entzand, tevens moet het entzand aan een gewenste zeefcurve voldoen. Het entzand wordt vooraf gespoeld maar niet gedesinfecteerd.

10.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	4	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter (diameter, hoogte)	:	5,2 * 6,9 m	
Materiaal	:	staal	
Totale hoogte filterbed	:	1.6	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	zand (0.4-0.8)	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,6 m)	:	antraciet (0.8-1.6)	

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van een overstortgoot. De filters worden bedreven met stijgende bovenwaterstand.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	druk over het filter	
Spoelprogramma nafilts	:	10 minuten waterspoeling (60 m/h)	

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud	:	0.5	uur per week
---------------------------	---	-----	--------------

Het onderhoud bestaat uit een visuele inspectie van het filtermateriaal.

10.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	137,7	k€/jaar	
Kosten entmateriaal	:	1,44	k€/jaar	

Bedrijfsvoering

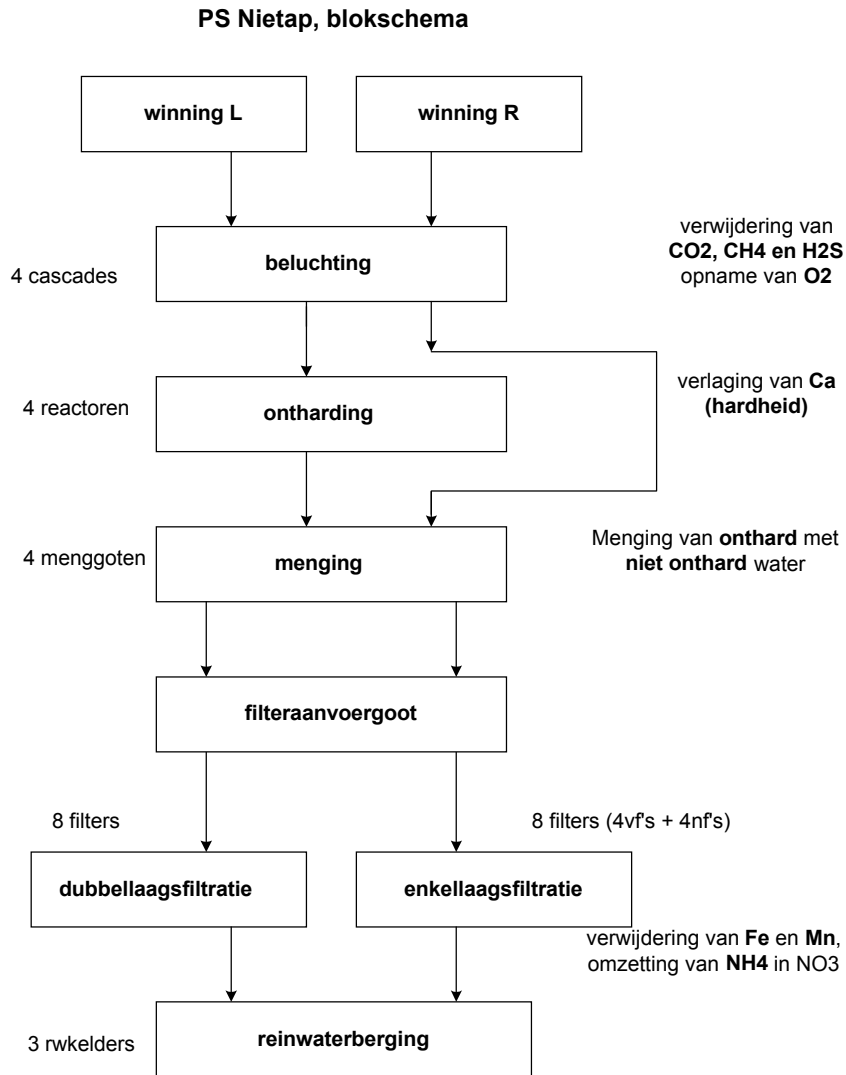
Energiekosten	:	23	k€/jaar	0.05 €/kWh
Kosten korrelafvoer	:	geen	kosten	
Kosten mensdagen onderhoud	:	6	k€/jaar	
Kosten mensdagen storingen	:	1	k€/jaar	

11 Nietap (Waterbedrijf Groningen)

11.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 11.1 is de zuivering van Nietap schematisch weergegeven.



Figuur 11.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Nietap

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 11.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (momentane waarden op 22-01-02)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.11	7.43	8.81	7.8
EGV	mS/m	45.6	42.8	24.5	31.9
Troebelheid	FTE				0.1
CO ₂	mg/l	40.5	8.4	0	5.1
HCO ₃ ⁻	mg/l	291	263	103	182
CO ₃ ²⁻	mg/l	0	0	14	
Chloride	mg/l	18.3			18.5
Sulfaat	mg/l				3.2
Natrium	mg/l				13.4
Magnesium	mg/l	6.89			6.67
Calcium	mg/l	83.1	80	33	51
Ammonium	mg/l	0.22			<0.02
IJzer	mg/l	7.2			<0.02
Mangaan	mg/l	0.24			<0.005
Aluminium	µg/l				0.8
Temperatuur	°C	10.6			11
Zwevende stof	mg/l			14	
Zuurstof	mg/l	0			10

Tabel 11 2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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							
Filtraat	+0.13	+0.04	+0.83	+0.41		1.2	

11.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Leverancier	:	Schaefer
Productnaam	:	Precal 72
Concentratie aangeleverd product	:	18 % Ca(OH) ₂

Opslag en dosering van kalkmelk

Aantal tanks voor de kalkmelk	:	3	stuks
Inhoud per tank	:	60	m ³
Verblijftijd in de tank	:	7	dagen

Type bodem : bol

De kalkmelk wordt vloeibaar (18 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$) met behulp van tankwagens aangevoerd en opgeslagen in 3 kalkmelktanks van elk 60 m³. Door middel van een centraal geplaatst roerwerk in elke tank wordt uitzakking van de kalkmelk voorkomen. De kalkmelk wordt met behulp van verdringerpompen (9 m³/h, 500 kPa) rond gepompt door twee kalkmelk ringleidingen. Elke reactor (4 stuks) heeft een eigen kalkmelkdoseerpomp (slangenpomp, 50 – 400 l/h).

Diameter doseerleiding : 15 mm
Materiaal doseerleiding : HPE
Diameter ringleiding : 50 mm
Materiaal ringleiding : HPE

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Van elk kalkmelk transport wordt een monster genomen. 1 x per week wordt een monster bepaald op het gehalte aan gewichts-% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en incidenteel op Pb, Cr, Cd, As, Ni, Hg.

11.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor : conisch ondergedeelte en
tangentele waterinvoer
Ontwerpcapaciteit reactor : 370 m³/h
Aantal reactoren : 4
Bodemconstructie : tangenteel
Aantal water-invoerpunten : 1
Aantal kalkmelk-invoerpunten : 1
Overstortgoot : inwendig
Vertanding overstortgoot : onvertand
Totale hoogte reactor : 11.500 mm
Hoogte invoerkamer : 1.000 mm
Hoogte conisch onderstuk : 1.500 mm
Hoogte cilindrisch deel : 4.000 mm
Hoogte verwijding : 4.200 mm
Hoogte overstortgoot : 600 mm
Diameter bodem : 1.100 mm
Diameter cilindrische deel : 2.200 mm
Diameter uitstroomopening : 4.420 mm
Openingshoek conisch onderstuk : 20 °
Openingshoek verwijding : 7;9;28 °

11.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Er wordt in deelstroom onthard, het reactordebiet is constant, per reactor 300 m³/h (80m/h), de bypasstroom varieert van 100 tot 300 m³/h, afhankelijk van de te produceren hoeveelheid.

Oppervlaktebelasting	:	60-100	m ³ /m ² /h
Onthardingstraject	:	1.0	mmol/l

Procesbewaking

- $\Delta EGV = \pm 190 \mu S/cm$ (afhankelijk van bypass debiet)
- $8 < pH < 9$ pH (pH < 8 → kalkmelk storing, pH = 9 → voor alarm, pH = 10 → reactor uit)
- $\Delta P_{bed} = 46$ kPa.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	8	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	afhankelijk van type onderhoud	

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Calibreren EGV meter (elke 2 dagen), calibreren pH meter (1x maand), visuele inspectie reactoren, pompen, kleppen etc.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	1	week
Aantal malen uit bedrijf	:	1	keer per 2 jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Leeghalen van de reactor, verwijdering van alle scaling met behulp van hogedruk spuit, hygiënisch werken, opstarten met voldoende entzand.

Storingen aan de reactor(en)

- Kalkmelkverstopping bij doseerpomp (kalk worst)
- Verstopping van de pelletaftapleiding door loslatende scaling
- Incidenteel niet halen van de eindschakelaar van afsluiter in de pelletaftapleiding

Tijdsduur storingen	:	3	uren per week
---------------------	---	---	---------------

De tijd dat een deel van de ontharding stilstaat ten gevolge van een storing is nihil. De reactor die uit bedrijf is wordt opgestart indien noodzakelijk (afhankelijk van kelderniveau en watervraag).

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	6.0	m
Hoogte fluïde bed	:	6.8-7.0	m

Korrels ter plaatse van de bodem

Indien er meer duidelijkheid is met betrekking tot het pelletbedbeheer (wordt thans aan gewerkt) zijn de korrelgegevens ook bekend. Streven is naar pellets met een korrelgrootte tussen 1.0 en 1.5 mm

Aftappen van korrels

Aftap criterium: wanneer de drukval over het korrelbed is opgelopen tot 46,0 kPa wordt er afgetapt tot 45,8 kPa. De pelletaftap gaat in 5 stappen:

1. spoelen van de aftapleiding naar de container ($T_1 = 10$ sec.)
2. spoelen van de aftapleiding naar de reactor ($T_2 = 30$ sec.)
3. pellet aftap ($T_3 = 2$ min.)
4. spoelen van het leidingwerk naar de reactor ($T_4 = 10$ sec.) en afsluiter onder reactor sluiten
5. spoelen van het leidingwerk naar de container ($T_5 = 1 - 2$ min, afhankelijk van lengte leidingwerk)

Deze aftap cyclus mag maximaal 5 x doorlopen worden om de drukval van 0,2 kPa te halen. Drukval en insteltijden kunnen per reactor worden gevarieerd.

Frequentie korrelaftap	:	15	keer per dag (3 kPa/dag)
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0.15	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	HPE	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	2	m/s
Type korrelpomp	:	venturi	
Type afsluiter	:	membraan afsluiter	

Korrelbunker

Inhoud container : 3x10 m³

De drie pelletcontainers staan in het onthardingsgebouw naast elkaar op een laadplatform ($\pm 1,5$ m boven wegniveau). Een vrachtwagen kan met behulp van een haakarmsysteem de containers laden en lossen.

Toevoegen van entmateriaal

Uit een entzand silo wordt een ingestelde hoeveelheid (60 kg) afgewogen en via een venturisysteem naar de entzandwasser getransporteerd. In de entzandwasser wordt het entzand ontdaan van stof en fijne fractie waarna het met behulp van entzandtransportpompen onderin de reactor (cilindrisch deel) wordt gepompt.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	3	keer per dag
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	60	kg per keer
Soort entmateriaal	:	0,2-0,5	filterzand
Specificatie entmateriaal:			
d ₁₀	:	0,27	mm
d ₅₀	:	0,38	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,4	

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand dient een Kiwa-ATA certificaat te bezitten. Het entzand wordt met behulp van een entzandwasser vooraf gespoeld maar niet gedesinfecteerd.

11.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	8	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter	:	35	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1.8	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0.8 m)	:	0,8	m antraciet 0,8 – 1,6 mm
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1.0 m)	:	1,0	m filterzand 0,6 – 0,8 mm

Naast de 8 dubbellaagsfilters worden er 4 voor- en nafilts gebruikt (bestaand filtergebouw).

Aantal filters	:	8	stuks
Type filter	:	enkellaags	nat
Afmetingen per filter	:	35	m ²
Materiaal	:	beton	
Hoogte filterbed voorf. + nafilts	:	2.0	m
Filtermateriaal voorfilters	:	1.0	m grind 1.7-2.5 mm
Filtermateriaal nafilts	:	1,0	m grind 0.8-1.2 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling wordt via een overstortgoot aan de korte zijde over de filters geregeld.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium dubbellaagsfilter	:	30	uur
Spoelprogramma dubbellaagsfilter	:	- breken met water 200 m ³ /hr - afzakken - spoelen met lucht - naspoelen met water 800 m ³ /hr - 1 ^e filtraat afvoeren	
Spoelcriterium voor- en nafilts	:	20 / 44	uur (VF / NF)
Spoelprogramma voor- en nafilts	:	- breken met water 600 m ³ /hr - spoelen met lucht en water 600 m ³ /hr - naspoelen met water 900 m ³ /hr	

Onderhoud aan de filters

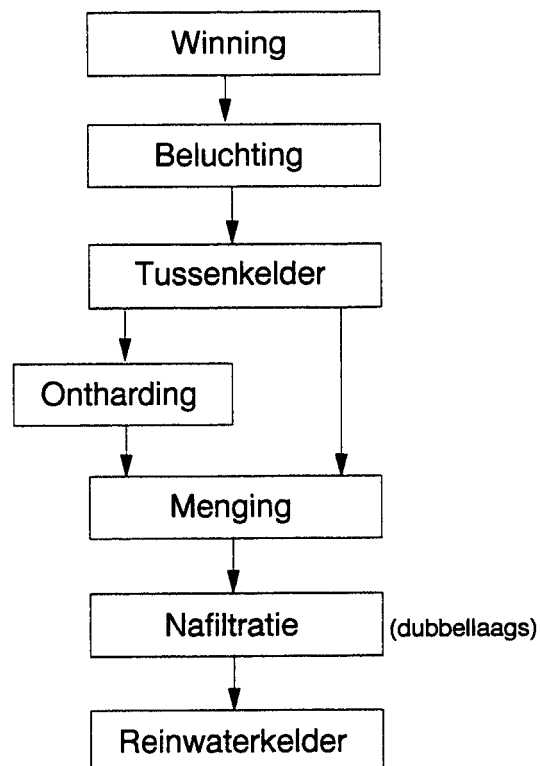
Tijd nodig voor onderhoud	:	1	uur per week
---------------------------	---	---	--------------

12 Assen (Waterleidingmaatschappij Drenthe)

12.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 12.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Assen schematisch weer.



Figuur 12.1 Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Assen

De WMD onthardt op zuiveringsstation Assen belucht ruwwater. De zuiveringscapaciteit bedraagt 900 m³/uur in drie productiestappen van elk maximaal 300 m³/uur.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 12.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (momentane waarden tijdens een jaaronderzoek op 30-11-01)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.20	7.44	9.11	7.84
EGV	mS/m	52.9	48.5	26.1	36.7
Troebelheid	FTE				0.10
CO ₂	mg/l	32.1	20.6	0	6.3
HCO ₃ ⁻	mg/l	288	275	91	198
CO ₃ ²⁻	Mg/l			14	
Chloride	mg/l	45.5			
Sulfaat	mg/l	0			
Calcium	mg/l	80.5	80.2	27.0	54.5
Magnesium	mg/l	6.76			6.61
Ammonium	mg/l	0.61			<0.02
Ijzer	mg/l	4.23	<0.02		<0.02
Mangaan	mg/l	0.10			<0.005
Aluminium	µg/l				0
Temperatuur	°C	10.9			10.9
Zwevende stof	mg/l			27.2	
Zuurstof	mg/l	0			8.4

Tabel 12.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index dd 30-11-01 (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	-0.12	-0.10	0.74	0.75	250	3.19	0.23
Filtraat	0.26	0.08	0.91	0.49	156	1.20	0.26

12.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Kalkhydraat
Leverancier	:	Carneuse
Productnaam	:	Edelwit
Concentratie aangeleverd product	:	96 - 98 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	60	m ³
Verblijftijd in de silo	:	5	weken
Hellingshoek van de silo	:	60	°
Type trilbodem	:	Brabender BAV 1502	

Aanmaak van de 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
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	1 - 3	uren
Coating aanmaak/doseervat	:	RVS	

Dosering van de 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	:	2,5	m ³ /h
Diameter doseerleiding	:	60	mm
Materiaal doseerleiding	:	PVC-slang	

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Direct bij levering wordt de zuiverheid (het Ca(OH)₂-gehalte) en de hoeveelheid van het aangeleverde product gemeten.

12.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte	
Ontwerpcapaciteit reactor	:	150	m ³ /h
Aantal reactoren	:	3	stuks
Bodemconstructie	:	tangentele invoer	
Aantal water-invoerpunten	:	1	stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1	stuks
Overstortgoot	:	buiten de reactor	
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand	
Totale hoogte reactor	:	10.050	mm
Hoogte invoerkamer	:	650	mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.200	mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.000	mm
Hoogte verwijding	:	1.750	mm
Diameter bodem	:	800	mm
Diameter cilindrische deel	:	1.650	mm
Diameter bovenzijde eerste verwijding	:	2.200	mm
Diameter uitstroomopening	:	3.300	mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	20,5	°
Openingshoek eerste verwijding	:	8,9	°

Openingshoek tweede verwijding : 17,45 °

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

Het type reactor en de bodemconstructie zijn vanwege bedrijfsvoerings- en onderhoudsaspecten. 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 bepaalt de hoogte van de cilinder naar de uitstroomdiameter (in 2 stappen).

12.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Assen is een onbemand zuiveringsstation. 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/m².h en het onthardingstraject ΔTH circa 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 10,5 (alarm) en een ondergrens van 7,5 ingesteld.
- Continue EGV-meting effluent reactor.

De meteropnemers worden gereinigd met (verdund) zoutzuur.

De tijdsduur voor 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
Aantal malen onderhoud : onbekend

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en iken 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 nemen reactor(en) : nihil uren per week
Aantal malen uit bedrijf : onbekend

Storingen aan de reactor(en)

Tot dusverre is een 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	:	5,5-6,0 m
Hoogte fluide bed	:	onbekend
Korrels ter plaatse van de bodem		
d_{50}	:	1,05 mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	1,58

Aftappen van korrels

Het startcriterium is de druk van de reactorpomp, de verschilddruk is bepalend voor de tijdsduur van het aftappen. Deze tijdsduur is maatgevend voor de bij te vullen hoeveelheid entzand.

Frequentie korrelaftap	:	2	keer per week per reactor
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	2	m ³ per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	80	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met RVS waaier	
Capaciteit	:	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 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 entmateriaal	:	2	keer per week per reactor
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	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.

12.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	5	stuks
Type filter	:	dubbellaags	
Afmetingen per filter (l * b)	:	6,5 * 4,5	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m)	:	zand 0,6 - 0,8 mm	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,9 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

Het huidige spoelproces -na passage van 3000 m³ water- ziet er als volgt uit:

Tabel 11.3: Spoelregimes van de nafilts

Spoelregime no 1	LF	SW	LI	SL	ON	SW	ON	SW	ST
Debiet (m ³ /h)		750						1000	
Tijd (min)	10	5						6	1
Spoelregime no 2									
Debiet (m ³ /h)		750		3200		200		1000	
Tijd (min)	10	5	20	20	1	1	1	8	1

LF = leegloop via filtraatleiding
 SW = spoelen water
 LI = leegloop via inwerkleiding
 SL = spoelen lucht
 ON = ontluchten
 ST = stop

Spoelregime no 1 wordt standaard toegepast, terwijl één keer per maand volgens regime no 2 wordt gespoeld.

12.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (uit 1995)

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie : 37 k€/jaar

Kosten entmateriaal : 1,2 k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten : 11,3 k€/jaar

Kosten korrelafvoer : 2,6 k€/jaar

Kosten mensdagen onderhoud : 2,7 k€/jaar

Kosten mensdagen storingen : 0,9 k€/jaar

Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 2,7 k€/jaar

Investerings gehele zuivering (onthardinginstallatie incl. beluchting en nafiltratie, uit overzicht 1995)

Civiel totaal : 1.135 k€

Werktuigbouwkundig : 1.090 k€

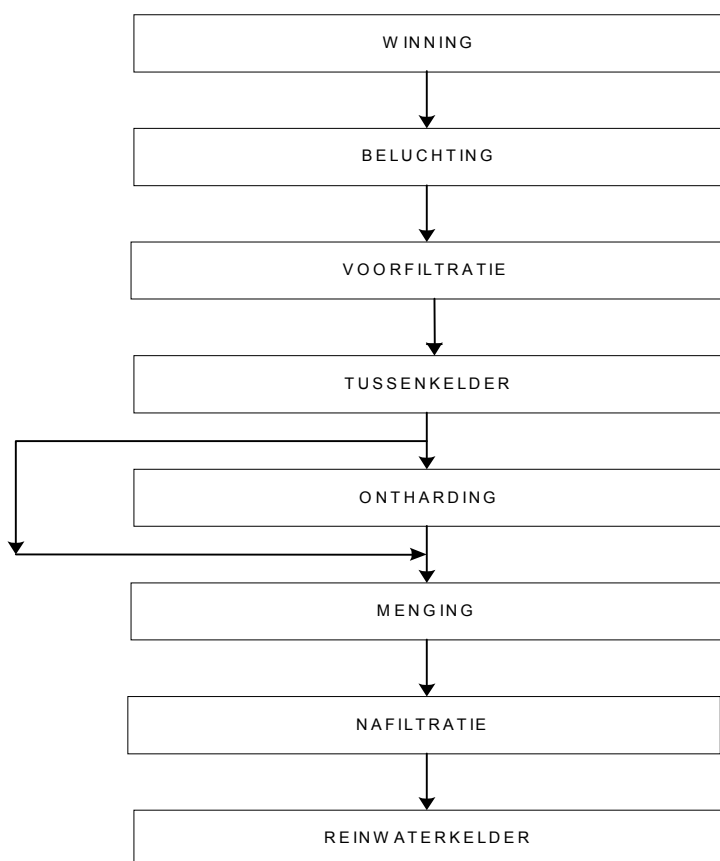
Electrotechnisch : 817 k€

13 Hoogeveen (Waterleidingmaatschappij Drenthe)

13.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 13.1 is de zuivering van Hoogeveen schematisch weergegeven.



Figuur 13.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Hoogeveen

In Hoogeveen wordt ruwwater belucht via plaatbeluchters. Vervolgens wordt het water gezuiverd via voorfiltratie. Tijdens voorfiltratie vindt de verwijdering plaats van Fe, Mn en NH_4 . Via opslag in tussenkelders wordt het voorfiltraat in deelstroom onthard. De nafiltratie heeft als hoofdtaak het afvangen van carry-over.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 13.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (momentane waarden op 27-02-02 tijdens het jaaronderzoek)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	6.89	7.66	8.97	8.27
EGV	mS/m	49.8	46.8	26.9	33.9
Troebelheid	FTE				0.08
CO ₂	mg/l	77.2	13	0	0.5
HCO ₃ ⁻	mg/l	324	297	116	180
CO ₃ ²⁻	mg/l			19.7	
Chloride	mg/l	18.9			19.2
Sulfaat	mg/l	0			0
Natrium	mg/l	14			14
Calcium	mg/l	90.5		38.6	51.5
Magnesium	mg/l	7.84			8.05
Ammonium	mg/l	0.56			<0.02
Ijzer	mg/l	8.7	0.05		<0.02
Mangaan	mg/l	0.25			<0.005
Aluminium	µg/l	0.28			7.5
Temperatuur	°C	10.6			11.0
Zwevende stof	mg/l			20.8	
Zuurstof	mg/l	0			10.3

Tabel 13.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index dd 27-02-02 (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	-0.33	-0.46	0.56	0.76	290	4.45	0.08
Filtraat	0.55	0.13	1.01	0.50	110	0.65	0.17

13.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kant en klare kalkmelk
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Aquacal F 30
Concentratie aangeleverd product	:	30 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal voorraadvaten voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per voorraadvat	:	35	m ³
Verblijftijd in voorraadvat	:	4-5	dagen
Hellingshoek van de voorraadvat	:		vlakke bodem

Kalkmelk wordt kant en klaar aangevoerd in tankwagens en gelost in één van de voorraadvaten. Van hieruit wordt de kalkmelk ongewijzigd naar de reactoren gevoerd.

De 30 %-ige kalkmelk wordt met slangenpompen naar de reactoren gevoerd

Diameter doseerleiding : 27 mm
Materiaal doseerleiding : gewapend kunststofslang

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Van elke bulk (vrachtauto) wordt een monster genomen en van het monster wordt het gehalte aan Ca(OH)_2 bepaald. Elk kwartaal wordt het monster geanalyseerd op Pb, Cr, Cd, As, Ni, Hg.

13.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor : conisch ondergedeelte,
tangentiele invoer
Ontwerpcapaciteit reactor : $320 \text{ m}^3/\text{h}$
Aantal reactoren : 3
Bodemconstructie : tangentieel
Aantal water-invoerpunten : 1
Aantal kalkmelk-invoerpunten : 1
Overstortgoot : buiten
Vertanding overstortgoot : driehoekig vertand
Totale hoogte reactor : 11.070 mm
Hoogte invoerkamer : 750 mm
Hoogte conisch onderstuk : 1.600 mm
Hoogte cilindrisch deel : 4.000 mm
Hoogte verwijding : 4.020 mm
Hoogte overstortgoot : 650 mm
Diameter bodem : 1.000 mm
Diameter cilindrische deel : 2.200 mm
Diameter uitstroomopening : 4.200 mm
Openingshoek conisch onderstuk : 78°
Openingshoek verwijding : 87°

13.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

In Hoogeveen wordt in deelstroom onthard: 228 m^3 onthard water wordt gemengd met 92 m^3 niet onthard water. Het aantal in bedrijf zijnde reactoren varieert van 0 tot 3 stuks. Per reactor wordt $320 \text{ m}^3/\text{h}$ onthard (tot 1.5 mmol/l) water geproduceerd. De oppervlaktebelasting bedraagt $60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ (ter hoogte cilindrisch deel). Het onthardingstraject bedraagt $1,2 \text{ mmol/l}$ (van 2.3 naar 1.1).

Procesbewaking

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

- pH en EGV meting
- Bewaking op kalkmelkpompen en kalkvaten

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	1,5	uren per week
Aantal malen onderhoud	:	1x	per 3 jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Bedhoogte
- pH-meters
- Kalkinstallatie

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	nvt	uren per week
Aantal malen uit bedrijf	:	1 x	per 3 jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Afzetting in het onderste reactorgedeelte
- Doseerpunt

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding zijn:

- Te dikke kalkmelk (2 tot 3 keer per jaar)
- Slangbreuk kalkmelkpompjes (2 tot 3 keer per jaar)

Het effect van de opgetreden storingen en in hoeverre de bedrijfsvoering wordt aangepast wanneer een storing optreedt is:

- De kalkmelk wordt dunner gemaakt en slangen worden vervangen. De reactor in storting wordt overgenomen door de reactor die stil staat (95% van het jaar).

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	6,5	m
Hoogte fluïde bed	:	onbekend	
Korrels ter plaatse van de bodem	:	1 - 2	mm

Aftappen van korrels

Het criterium voor de korrelaftap is de drukhoogte van de reactorpomp. Het aftappen gaat automatisch door middel van een pomp.

Frequentie korrelaftap	:	2	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	2,3	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	60	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	roestvrijstaal	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1	m/s
Type korrelpomp	:	Sulzer FN 65-200-30	

Capaciteit : 10 m³/h
Type afsluiter : kogel

Korrelbunker

Inhoud : 20 m³
Hoogte aftappunt : 11.6 m
Openingshoek conisch onderdeel : 63 °

De bunker staat in het gebouw naast de reactoren. Het lossen vindt plaats door middel van een transportschroef waarmee een vrachtauto wordt gevuld.

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal wordt toegevoegd aan de reactor met een zanddoseerpomp na iedere aftap.

Frequentie toevoeging entmateriaal : 2 keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging : 25 kg per keer
Soort entmateriaal : M32 entzand,
korrelgrootte 0.1- 0.3 mm

Specificatie entmateriaal

d₁₀ : 0.15 mm
d₅₀ : 0.22 mm
UC (d₆₀/d₁₀) : 1.60

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand wordt voor gebruik gespoeld met drinkwater maar niet gedesinfecteerd.

13.5 Informatie voor- en nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Voorfiltratie

Aantal filters : 6 stuks
Type filter : enkellaags nat
Afmetingen per filter (l.b.h) : 6,70 x 4,03 x 3,30 m
Filteroppervlak : 27 m²
Materiaal : beton
Totale hoogte filterbed : 2.0 m
Filtermateriaal (bedhoogte 2.0 m) : grind 1.2-2.0 mm

Nafiltratie

Aantal filters : 6 stuks
Type filter : dubbellaags nat
Afmetingen per filter (l.b.h) : 6,70 x 4,03 x 3,30 m
Filteroppervlak : 27 m²
Materiaal : beton
Totale hoogte filterbed : 2.0 m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1.0 m) : hydroantraciet 0.4-1.6 mm

Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1.0 m) : grind 0.5- 0.9 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

Elk voorfilter krijgt belucht water aangevoerd via plaatbeluchters en menggoot. De nafilts krijgen het gemengde water aangevoerd via een aanvoergoot.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium voorfilters : na een doorstroming van 3500 m³
Spoelprogramma voorfilters :
- opvullen met water 8 min 11 m/h
- spoelen met lucht 10 min 330 m/h
- spoelen met water/lucht 10 min 22 m/h
- spoelen met water 6 min 22 m/h
Spoelcriterium nafilts : na een doorstroming van 8500 m³
Spoelprogramma nafilts :
- spoelen met water 2 min 7.5 m/h
- spoelen met water 3 min 17 m/h
- spoelen met water 8 min 26 m/h
- spoelen met water 2 min 17 m/h
een keer per maand met een spoelluchtfase

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 24 uur per jaar

De aandachtspunten bij het onderhoud van de filters zijn:

- Controle spoelingen
- Bedhoogte en filtraatkwaliteit

13.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie : 50 k€/jaar
Kosten entmateriaal : 1,35 k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten : onbekend
Kosten korrelafvoer : geen kosten
Kosten mensdagen onderhoud : 12 k€/jaar
Kosten mensdagen storings : 5 k€/jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 5 k€/jaar

13.7 Aanvullende gegevens

Er zijn proeven uitgevoerd met 3 verschillende types kant en klare kalkmelk.

30 %-ige kalkmelk van Carmeuse

18 %-ige kalkmelk van Schaefer

18 %-ige kalkmelk van Lhoist

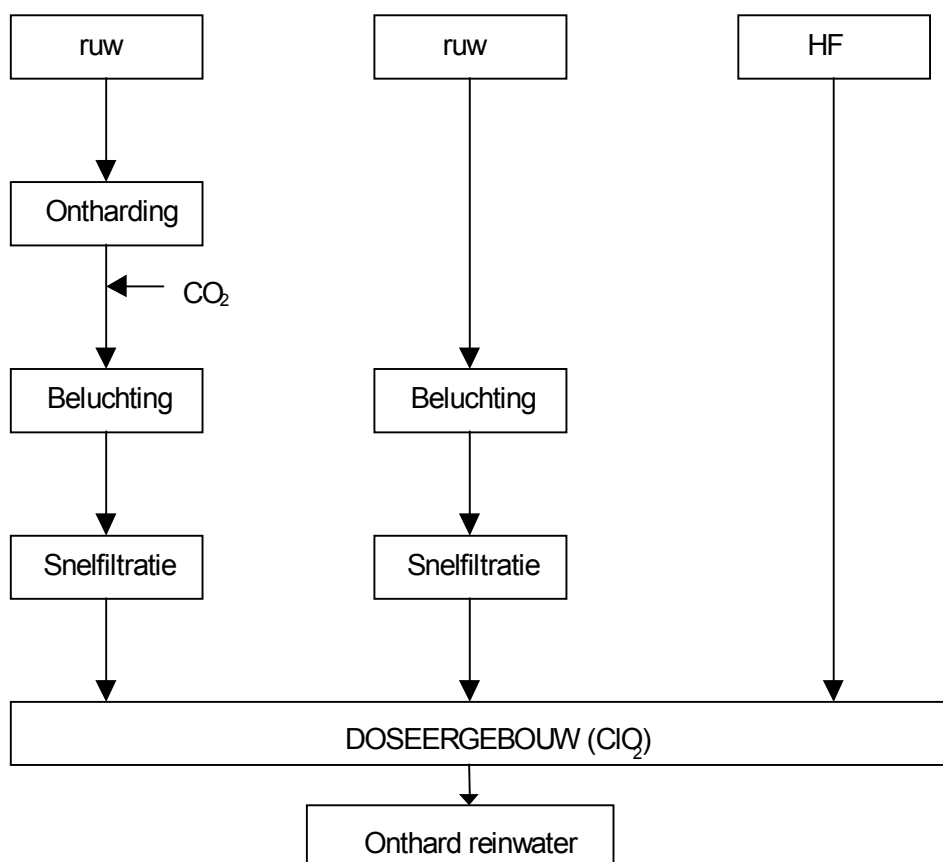
De eerstgenoemde veroorzaakt de meeste carry-over met als gevolg kortere looptijden van de nafilts dan bij andere twee, 10000 m³ versus 30.000 m³. Uiteindelijk is toch gekozen voor de Carmeuse kalkmelk vanwege de veel lagere kostprijs. Ondanks het frequenter moeten spoelen en daardoor het vaker moeten bedienen van de spoelwaterhergebruik-installatie, is op economische gronden de Carmeuse kalkmelk (nog) steeds favoriet.

14 Wim Mensink (PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland)

14.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering (vanaf 2000)

In figuur 14.1 is het blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Wim Mensink weergegeven.



Figuur 14.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Wim Mensink

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 14.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Effluent Reactor*	Filtraat
Zuurgraad	-	7.7	8.0	
EGV	mS/m	70	64	
HCO ₃ ⁻	mg/l	188	149	
Chloride	mg/l	95		
Sulfaat	mg/l	110		
Natrium	mg/l	53	80	
Calcium	mg/l	80	45	
Magnesium	mg/l	12.9	10.5	
Ammonium	mg/l	0.13	0.04	< 0.01
Ijzer	mg/l	0.51	0.19	< 0.02
Mangaan	mg/l	0.09	0.02	< 0.005
Temperatuur	°C	11.0		
Zuurstof	mg/l	1.5 - 2.0		

* na CO₂ - dosering

Tabel 14.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.20	0.07	0.89	0.52	193	3.63	1.53
Filtraat*	0.16	0.03	0.74	0.28	151	2.84	1.98

* na ontharding en CO₂

14.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : natronloog
 Concentratie aangeleverd product : 50 % NaOH

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog : 2 stuks
 Inhoud per opslagtank : 62 m³
 Verblijftijd in de tank : afhankelijk productie
 Verdunnen aangeleverd product : ja
 Wijze van verdunnen : tijdens lossen
 Type verdunwater : hyperfiltraat
 Concentratie natronloog in de tank : 25 % (w/w) NaOH

Dosering : 50 g NaOH/m³
 Dosering via : doseerpomp per reactor
 Regeling : debietproportioneel, fijnregeling op Ca-gehalte

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Er vindt ter plaatse ingangscontrole plaats van het soortelijk gewicht van de natronloog-oplossing. Incidenteel (6 maal per jaar) vindt door het laboratorium controle plaats op de aanwezigheid van Kiwa-ATA-stoffen zoals kwik.

14.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	volledig cilindrische reactor
Ontwerpcapaciteit reactor	:	500 m ³ /h
Aantal reactoren	:	6
Bodemconstructie	:	doppenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	144
Aantal loog-invoerpunten	:	52
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	rechthoekig vertand
Totale hoogte reactor	:	6.700 mm (incl. ruwwateraanvoer)
Hoogte cilindrisch deel	:	6.000 mm (excl. ruwwateraanvoer)
Hoogte overstortgoot	:	5.110 mm
Diameter bodem	:	2.660 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.660 mm
Diameter uitstroomopening	:	400 mm

14.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Er wordt in deelstroom onthard. Reactoren schakelen in of uit afhankelijk van de gevraagde hoeveelheid onthard water wat noodzakelijk is. Het aan- en afschakelen gaat volgens een bepaalde volgorde:

Reactoren schakelen in bij de volgende hoeveelheden:

- 450, 666, 1333, 2000, 2500 en 3333 m³/h

Reactoren schakelen uit bij de volgende hoeveelheden:

- 400, 500, 1000, 1500, 2000 en 25000 m³/h

Oppervlaktebelasting	:	90 m ³ /m ² /h (ter hoogte cilindrisch deel)
Onthardingstraject	:	10 – 50 mg Ca /l

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de volgende metingen en beveiligingen: pH- en Ca-meting effluent reactor.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	4 uren per week
Aantal malen onderhoud	:	1 keer per week

Het onderhoud betreft de controle van de kwaliteitsmetingen. Het reguliere onderhoud aan de reactoren gebeurt 2 a 3 maal per week. Een reactor wordt uitgeschakeld, een half uur gespoeld met zoutzuur en weer in gebruik genomen.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	2 – 3	weken
Aantal malen uit bedrijf nemen	:	1	keer per 2 jaar

Een keer per 2 jaar wordt de bodem van de reactor, de leidingen, doseerpunten etc. geïnspecteerd en eventueel vervangen.

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die tot op heden zijn opgetreden beperken zich tot storingen aan afsluiters, een kapotte thermostaat en een lekkende zoutzuurslang.

Tijdsduur storingen	:	1	uren per week
Schatting aantal storingen	:	20	keer per jaar

Omdat er 6 reactoren zijn kan er zonder invloed op de uiteindelijke watersamenstelling een reactor buiten bedrijf worden genomen.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000	mm
Hoogte fluïde bed	:	3.000 – 4.000	mm
Korrel ter plaatse van de bodem			
d_{10}	:	ca 1,0	mm
d_{50}	:	ca 1,3	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	1,2 – 1,6	

Aftappen van korrels

De aftap van de korrels vindt plaats op druk ($\Delta p > 18$). Indien nodig kan ieder half uur de aftap plaatsvinden.

Frequentie korrelaftap	:	2	keer per uur (indien nodig)
Diameter korrelafvoerleidingen	:	36	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	PE	
Type korrelpomp	:	centrifugaalpomp	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinderklep	

Korrelbunker

Inhoud	:	110	m ³
Hoogte aftappunt	:	bodem	

Het lossen gebeurt rechtstreeks vanuit de klep in een vrachtwagen.

Toevoegen van entmateriaal

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	ca 2	keer per dag
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	40	kg per keer

Soort entmateriaal	:	entzand
Specificatie entmateriaal	:	0,4 – 0,63 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De eisen die gesteld worden aan het entmateriaal betreffen de korrelgrootte, korrelgrootteverdeling, gegloeid aangeleverd (bacteriologisch betrouwbaar) en Kiwa-certificaat (norm BRL-4240/02). Het entmateriaal wordt vooraf niet gespoeld of gedesinfecteerd.

14.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	12 stuks
Type filter	:	dubbellaags nat
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	oppervlak 33 m ² ; h = 2 m
Materiaal	:	beton
Totale hoogte filterbed	:	1,5 m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	zand
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,5 m)	:	antraciet

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door hevelwerking.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	op looptijd
Spoelprogramma nafilts	:	- 3 min water 1800 m ³ /h - 4 min lucht - 4 min water 2100 m ³ /h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud	:	4 uur per maand
---------------------------	---	-----------------

De aandachtspunten bij het onderhoud aan de filters betreffen de druksensoren ten behoeve van de bovenwaterstandsmeting, de drukverschilmeting en de troebelheidsmeting.

14.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	61,4 k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	4,5 k€/jaar

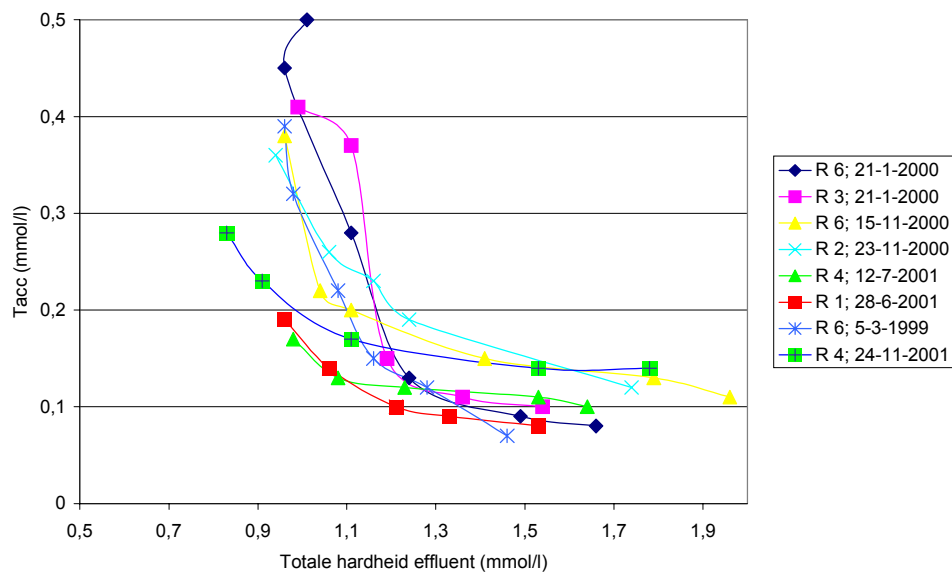
Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	8.477 kWh/jaar
Kosten korrelafvoer	:	geen kosten
Kosten mensdagen onderhoud	:	15 k€/jaar
Kosten mensdagen storings	:	1 k€/jaar

Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 15 k€/jaar

14.7 Aanvullende gegevens

De aanvullende gegevens betreft de resultaten van TACC-metingen ten opzichte van de totale hardheid van het effluent van een aantal reactoren op verschillende tijdstippen (figuur 14.2).



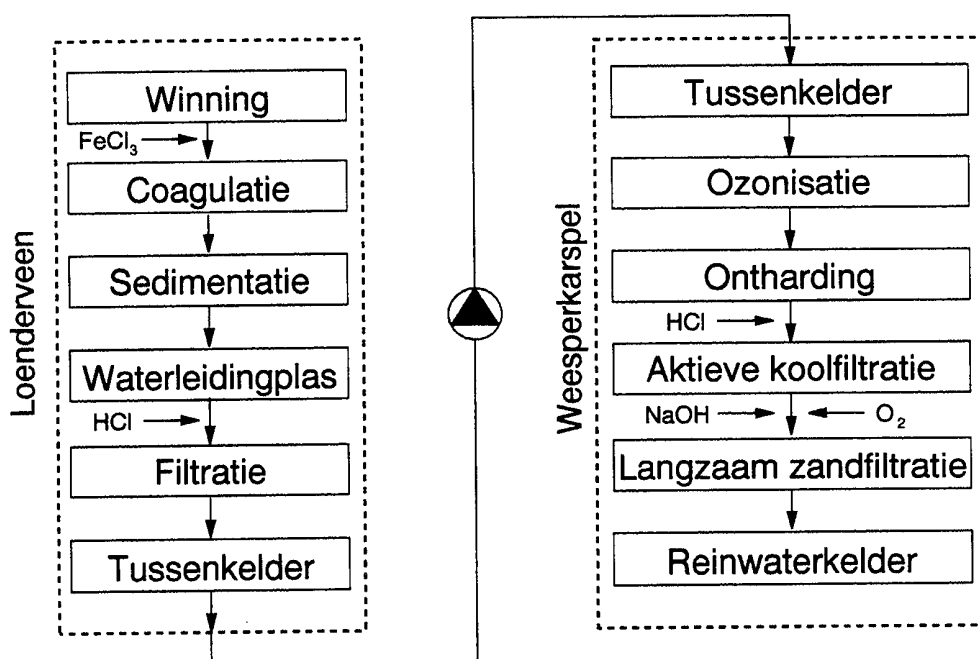
Figuur 14.2: TACC-metingen ten opzichte van de totale hardheid van het effluent van een aantal reactoren op verschillende tijdstippen

15 Weesperkarspel (Gemeentewaterleidingen Amsterdam)

15.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 15.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Weesperkarspel schematisch weer.



Figuur 15.1 Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Weesperkarspel (inclusief voorzuivering)

GWA onthardt op zuiveringsstation 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.

In 2001 is onderzoek uitgevoerd met een scheidingsinstallatie van de onthardingpellets. Het doel was vast te stellen wanneer kleine pellets ($< 0,7$ mm) teruggevoerd worden in het onthardingsproces, of er milieuwinst en financieel voordeel mee gehaald kon worden. De kleine pellets hebben bovendien een te laag kalkgehalte voor hergebruik door Hoogovens (eis 95 %). Uit het onderzoek bleek dat er met een scheidingsinstallatie zowel milieuwinst als financieel voordeel

gehaald kan worden. GWA is voornemens om in een scheidingsinstallatie te gaan investeren.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 15.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 1992)

Parameter	Eenheid	Ruwwater Bethune- polder	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	5.3	< 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 15.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	1.0	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.

15.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : Natronloog
 Productnaam : Natronloog
 Concentratie aangeleverd product : 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog : 5 stuks
 Inhoud per opslagtank : 62 m³

Verblijftijd in de tank	:	2	weken
Verdunnen aangeleverd product	:	ja	
Wijze van verdunnen	:	tijdens het lossen van de tankauto	
Type verdunwater	:	gedemineraliseerd water	
Concentratie natronloog in de tank	:	25 – 30 % (w/w) NaOH	

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.

Dosering	:	37,5	g NaOH/m ³
Dosering via	:	ringleiding	
Regeling	:	debietsproportioneel met fijnregeling pH	

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

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

15.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met vlakke bodem
Ontwerpcapaciteit reactor	:	650 m ³ /h
Aantal reactoren	:	8 stuks
Bodemconstructie	:	Amsterdamse bodem
Aantal water-invoerpunten	:	186 stuks
Aantal loog-invoerpunten	:	170 stuks
Uitvoering water-/loogdop	:	Amsterdamse dop
Overstortgoot	:	buiten de reactor
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	8.000 mm
Hoogte invoerkamer	:	2.000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	5.500 mm
Hoogte verwijding	:	2.000 mm
Hoogte overstortgoot	:	500 mm
Diameter bodem/cilindrische deel	:	2.600 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.000 mm
Openingshoek verwijding	:	21,8 °

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

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

15.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Weesperkarspel is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de hoeveelheid water door de

bypass kan continu worden ingesteld tussen 0 en 40 %. De juiste instelling voor de bypasshoeveelheid hangt onder andere af van de watertemperaturen. Dit 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/m².h, 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 door middel van verschilddruk.
- De meteropnemers worden gereinigd door aan te zuren met (verdund) zoutzuur.

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

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.000 – 5.000	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 startcriterium voor korrelaftap is een totaalvolume onthard water. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

Frequentie korrelaftap	:	7	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	0,8	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	42	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	HPE	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	0,75	m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier	
Capaciteit	:	5	m ³ /h
Type afsluiter	:	plaatafsluiter	

Korrelbunker

De korrelbunkers (2 stuks) zijn rechthoekig van vorm. Het lossen gebeurt onder vrij verval onderuit 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 entmateriaal	:	7	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	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 worden toegevoerd.

15.5 Informatie filtratie

Uitvoering actieve-koolfiltratiestap

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 bedhoogte	:	2,5	m
Filtermateriaal	:	Chemviron F300	
Specificaties actieve kool			
d_{10}	:	0,63	mm
d_{60}	:	1,36	mm
UC	:	2,16	

Uitvoering nafiltratiestap

Aantal filters	:	12	stuks
Type filter	:	enkellaags	
Afmetingen per filter	:	625	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m)	:	zand 0,25 – 0,85 mm	

Bedrijfsvoering filtratiestap

De actieve-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 actieve-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

Het spoelcriterium is een combinatie van looptijd en filterweerstand. Het spoelprogramma bestaat uit lucht en water gevolgd door lucht.

Onderhoud aan de actieve-koolfilters

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

15.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	346	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	51,8	k€/jaar
Kosten zoutzuur	:	38,6	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Kosten mensdagen onderhoud/storingen	:	2.171	uren in 1993
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	5.015	uren in 1993

Investerings (uit overzicht 1995)

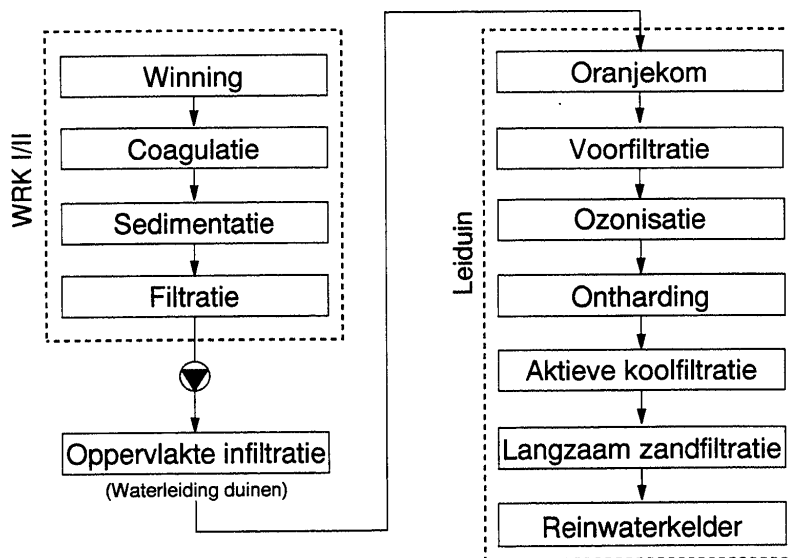
Civiel totaal	:	455	k€
Onthardingsinstallatie	:	1.820	k€

16 Leiduin (Gemeentewaterleidingen Amsterdam)

16.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 16.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Leiduin schematisch weer.



Figuur 16.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Leiduin (inclusief voorzuivering)

GWA onthardt op zuiveringsstation Leiduin vergaand voorgezuiverd oppervlaktewater 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 16.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 1992)

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	62			62
Natrium	mg/l	72			96
Calcium	mg/l	82	42	45	44
Magnesium	mg/l	10	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 16.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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
Filtraat	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.

16.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : Natronloog
 Productnaam : Natronloog
 Concentratie aangeleverd product : 50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog : 2 stuks
 Inhoud per opslagtank : 56 m³
 Verblijftijd in de tank : 2 weken
 Verdunnen aangeleverd product : ja
 Wijze van verdunnen : tijdens lossen van de tankauto
 Type verdunwater : gedemineraliseerd water
 Concentratie natronloog in de tank : 25 % (w/w) NaOH

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.

Dosering	:	44,3 g NaOH/m ³
Dosering via	:	ringleiding
Regeling	:	debietproportioneel (fijnregeling op pH)

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

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

16.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met vlakke bodem
Ontwerpcapaciteit reactor	:	850 m ³ /h (v_{\max} 120 m/h)
Aantal reactoren	:	12 stuks
Bodemconstructie	:	Amsterdamse bodem
Aantal water-invoerpunten	:	256 stuks
Aantal loog-invoerpunten	:	240 stuks
Uitvoering water-/loogdop	:	Amsterdamse dop
Overstortgoot	:	buiten de reactor
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	9.500 mm
Hoogte invoerkamer	:	2.000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.500 mm
Hoogte verwijding	:	500 mm
Diameter bodem cilindrische deel	:	3.000 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.480 mm
Openingshoek verwijding	:	25,6 ° (verwijding aan bovenzijde)

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

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

16.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Leiduin is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard; de hoeveelheid water door de bypass kan continu 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/m².h.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000	mm
Hoogte fluïde bed	:	4.000 – 5.000	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	:	ca 7	keer per week
Diameter korrelafvoerleidingen	:	63	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	HPE	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	0,75	m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier	
Capaciteit	:	5	m ³ /h

Korrelbunker

Inhoud	:	2 stuks 50 m ³
Hoogte aftappunt	:	ca 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 en verloopt automatisch. Het entmateriaal wordt via aparte invoerpunten aan de reactor toegevoegd.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	ca 7	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	ca 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.

16.5 Informatie actieve-koolfiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	40 stuks (20 1 ^e trap en 20 2 ^e trap)
Type filter	:	enkellaags
Afmetingen per filter	:	58 m ²
Materiaal	:	beton
Totale hoogte filterbed	:	2,5 m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 2,5 m)	:	actieve kool Norit ROW 0,8 Supra

Bedrijfsvoering filtratiestap

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 1^e trap is 1 maand, de looptijd van de 2^e trap is 2 maanden.

Spoelen van de actieve-koolfilters

Het spoelcriterium van de actieve-koolfilters is een combinatie van looptijd en filterweerstand. Het spoelprogramma bestaat uit spoelen met lucht gevolgd door water.

16.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	1.060	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	51	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	80	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	geen	
Kosten onderhoud	:	283	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

Civiel totaal	:	5.436	k€
Werktuigbouwkundig	:	3.460	k€
Electro/meet & regel	:	2.146	k€

Exploitatiekosten

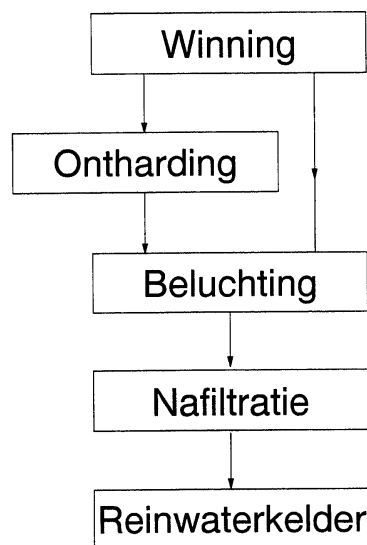
Uitgaande van annuïteiten, een afschrijftermijn van 20 jaar en een rente van 9 % bedragen de kapitaalslasten 1,72 €-cent per m³ bij een productie van 64,51 Mm³/jaar (1993). De variabele kosten zoals chemicaliën, entmateriaal, onderhoud en energie bedragen in 1993 circa 1,93 €-cent per m³.

17 Cothen (Hydron Midden Nederland)

17.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 17.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Cothen schematisch weer.



Figuur 17.1 Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Cothen

Hydron MN onthardt op zuiveringsstation 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 17.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.32	7.32	8.02
EGV	mS/m	45.7	45.7	31.1
Troebelheid	FTE			<0.1
CO ₂	mg/l	28.3	28.3	3.49
HCO ₃ ⁻	mg/l	313	313	202
CO ₃ ²⁻	mg/l	<2	<2	<2
Chloride	mg/l	9.3	9.3	9.1
Sulfaat	mg/l	<1	<1	<1
Natrium	mg/l	13.4	13.4	13.7
Calcium	mg/l	83.5	83.5	49.2
Magnesium	mg/l	7.48	7.48	7.47
Ammonium	mg/l	0.134	0.134	<0.03
Ijzer	mg/l	2.81	2.81	<0.002
Mangaan	mg/l	0.173	0.173	<0.05
Aluminium	µg/l	<2	<2	
Temperatuur	°C	11.6	11.6	11.8
Zuurstof	mg/l	<0.5	<0.5	9.08
Ionsterkte	mmol/l	8.3		5.7

Tabel 17.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 17.1)

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	0.06	0.91	0.93	242	3.17	0.05
Filtraat	0.38	0.10	0.96	0.49	146	0.98	0.08

17.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Leverancier	:	Lhoist
Productnaam	:	Lhoist EH-63
Concentratie aangeleverd product	:	93-95 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	40	m ³
Verblijftijd in de silo	:	6	weken
Hellingshoek van de silo	:	65,5	°
Type trilbodem	:	Brabender BAV 1250	

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 drinkwater aangemaakt.

Aantal installaties	:	2	
Capaciteit per installatie	:	4	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1,0	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	30	min

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde monopomp. Er is 1 doseerpomp per reactor.

Diameter doseerleiding	:	43	mm
Materiaal doseerleiding	:		gewapend PVC-slang

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Het gehalte calcium wordt ongeveer 2 maal per jaar gecontroleerd.

Decarbonisatie-installatie

Capaciteit gedecarboniseerd water	:	10	m ³ /h
Type water voor decarbonisatie	:		drinkwater
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 kolom	:		Pall-ringen 1 inch
Capaciteit ventilator	:	280	m ³ /h
Gelijk/tegenstroom beluchting	:		tegenstroom

De zoutzuurdosering 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

17.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrische reactor met conisch ondergedeelte en tangentiële invoer
Ontwerpcapaciteit reactor	:	120 m ³ /h (200 m ³ /h totaal, 80 m ³ /h by-pass)
Aantal reactoren	:	2 (+1 reserve)
Bodemconstructie	:	tangentieel
Aantal water-invoerpunten	:	1
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1
Overstortgoot	:	buiten

Vertanding overstortgoot	:	driehoekig vertand
Totale hoogte reactor	:	12.100 mm
Hoogte invoerkamer	:	500 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	8.000 mm
Hoogte verwijding	:	2.000 mm
Hoogte overstortgoot	:	600 mm
Diameter bodem	:	600 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.350 mm
Diameter uitstroomopening	:	2.700 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	21 °
Openingshoek verwijding	:	19 °

17.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Zuiveringsstation Cothen is een bemand zuiveringsstation, waar gedurende 40 uur per week een procesoperator aanwezig is. In de onthardingsinstallatie wordt in deelstroom onthard waarbij de deelstroomverhouding constant is op 60%. Hierbij wordt een vaste capaciteit per reactor per dag ingesteld. In de reguliere situatie draait 1 reactor 24 uur per dag. De tweede reactor komt alleen in bedrijf als de vraag te hoog wordt voor 1 reactor. De twee reactoren rouleren wekelijks. OPIR gaat op korte termijn de drinkwaterlevering sturen.

Oppervlaktebelasting	:	circa 85	m ³ /m ² /h (ter hoogte cilindrisch deel)
Onthardingstraject	:	2,4 - 1,5	mmol/l mengwater 2,4 - 0,95 mmol/l reactoreffluent

Procesbewaking

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

- Continu pH-effluent reactor (stuurparameter). Voor de pH is een bovengrens van 10,5 en een ondergrens van 7,2 ingesteld.
- Continu EGV, troebelheid en pH op het mengwater.

De pH-meters worden automatisch gereinigd met verdund zoutzuur.

De hoogte van het pelletbed wordt routinematig gecontroleerd. Geen controle op de grootte van de pellets.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor regulier onderhoud	:	circa 20	uren per week
Aantal malen groot onderhoud	:	1	reactor per jaar

Elk jaar wordt de bodem van 1 reactor opengemaakt en nagekeken/gereinigd, dus om het jaar komt een reactor aan de beurt voor onderhoud. Onderhoud: controle en ijken van de meetapparatuur en het reinigen van de aanmaak- en doseerinstallatie voor de kalkmelk en het reinigen van de overstort en de menggoot.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	nihil uren per week
Aantal malen uit bedrijf	:	1 reactor per jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn: Verwijderen kalkafzettingen nabij de waterinlaat/dosering.

Storingen aan de reactor(en)

Tijdsduur storingen	:	nihil uren per week
Schatting aantal storingen	:	circa 10 keer per jaar

Het effect van de opgetreden storingen en in hoeverre de bedrijfsvoering wordt aangepast wanneer een storing optreedt is: Bij storing gaat de reactor uit bedrijf en wordt automatisch overgeschakeld op de tweede reactor.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	circa 5.000 mm
Hoogte fluïde bed	:	9.000-10.000 mm
Korrels ter plaatse van de bodem	:	1,1 - 1,3 mm

Aftappen van korrels

De pelletaftap start bij een verschildruk van 4,3 mwk en eindigt bij 3,9 mwk. Na 20 maal aftappen wordt eenmaal entzand gedoseerd. Het aftappen gebeurt met drinkwater.

Frequentie korrelaftap	:	4-5 keer per dag
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	circa 30 ton per 6 weken
Diameter korrelafvoerleidingen	:	80 mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	RVS
Snelheid in de afvoerleidingen	:	0,6 m/s
Type korrelpomp	:	wervelradpomp met verrubberde waaier
Capaciteit	:	10 m ³ /h
Type afsluiter	:	kogelkraan

Korrelbunker

Inhoud	:	60 m ³
Hoogte aftappunt	:	5 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 entmateriaal	:	circa 2 keer per week
------------------------------------	---	-----------------------

Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging : circa 50 kg per keer
Soort entmateriaal : zilverzand 0,1-0,3 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand wordt voor gebruik gespoeld. De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 8 m³. De spoelsnelheid in het spoelvat is 40 m/h.

17.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters : 4 stuks (3 in bedrijf, 1 leeg)
Type filter : dubbellaags nat
Afmetingen per filter (l.b.h) : 5x5x2 m
Materiaal : beton
Totale hoogte filterbed : 2 m
Filtermateriaal 1 : zand: 0,8-1,25 mm
Filtermateriaal 2 : hydro-antraciet: 2,5-4,0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters wordt geregeld via een sproeinnet. De filters worden bedreven met een geregelde bovenwaterstand, waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld in de filtraatleiding. De filtratiesnelheid is maximaal 5 m/h. De looptijd van de filters is ongeveer 80 uur.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilters : De filters worden na keuze op looptijd, weerstand of klokuren gespoeld.

Spoelprogramma nafilter:

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

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 2 uur per week

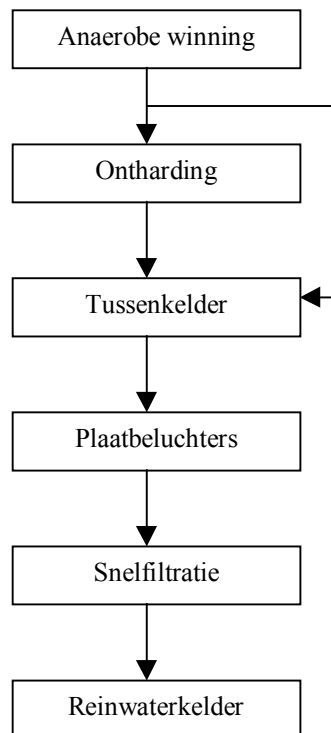
Bij onderhoud is het reinigen van het sproeinnet boven de filters een aandachtspunt.

18 Tull en 't Waal (Hydron Midden Nederland)

18.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 18.1 is de toekomstige zuivering van Tull en 't Waal schematisch weergegeven.



Figuur 18.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Tull en 't Waal

Hydron Midden Nederland gaat in Tull en 't Waal anaërobe ontharding toepassen op het ruwe water.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 18.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor*	Filtraat*
Zuurgraad	-	7.68	7.68		
EGV	mS/m	40	40.0		
CO ₂	mg/l	10.3	10.3		
HCO ₃ ⁻	mg/l	268	268		
CO ₃ ²⁻	mg/l	<2	<2		
Chloride	mg/l	9.3	9.3		
Sulfaat	mg/l	<1	<1		
Natrium	mg/l	12.1	12.1		
Calcium	mg/l	74.1	74.1		
Magnesium	mg/l	6.08	6.08		
Ammonium	mg/l	0.171	0.171		
Ijzer	mg/l	0.891	0.891		
Mangaan	mg/l	0.136	0.136		
Aluminium	µg/l	<2	<2		
Temperatuur	°C	12.8	12.8		
Zuurstof	mg/l	0.6	0.6		

* nog geen gegevens, installatie nog niet in bedrijf

18.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie : kalkmelk
Leverancier : Schaefer
Productnaam : HRK20
Concentratie aangeleverd product : 18 % Ca(OH)₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalkmelk : 2 stuks
Inhoud per silo : 40 m³
Verblijftijd in de silo : max. 11,4 dagen

De kalkmelk wordt als 18 %-ige oplossing aangeleverd en ook als zodanig gedoseerd, dus geen aanmaak van kalkmelk. De 18 %-ige kalkmelk wordt met behulp van een toerengeregelde slangenpomp rechtstreeks in de reactor gedoseerd.

Diameter doseerleiding : circa 25 mm

Kwaliteits- en/of ingangsccontrole chemicalie

Het is nog niet bekend hoe de kwaliteits- en/of ingangsccontrole van de chemicalie gaat plaatsvinden.

18.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	conisch ondergedeelte met tangentele invoer
Ontwerpcapaciteit reactor	:	250-322 m ³ /h
Aantal reactoren	:	3
Bodemconstructie	:	tangentieel
Aantal water-invoerpunten	:	1
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	10.000 mm
Hoogte invoerkamer	:	750 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.250 mm
Hoogte verwijding	:	1.500 mm
Hoogte overstortgoot	:	500 mm
Diameter bodem	:	900 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.850 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.580 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	25,5 °
Openingshoek verwijding	:	30,0 °

18.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Bij een normale productie wordt de hoofdstroom onthard, bij een topdag in deelstroom. Er kan per reactor en per plaatbeluchter/carry-overfilter onafhankelijk van elkaar aan/uit/hogere capaciteit geschakeld worden. De oppervlaktebelasting bedraagt 93-120 m³/m²/h (ter hoogte cilindrisch deel). Het onthardingstraject bedraagt van 2,1 naar 1,0 mmol/l.

Procesbewaking

Het is nog niet bekend hoe de werking van de onthardingsinstallatie wordt bewaakt met de metingen en beveiligingen:

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.500-3.000 mm
Hoogte fluïde bed	:	naar verwachting 6000 mm

Aftappen van korrels

Hoeveelheid afgetapte korrels	:	1400 ton per jaar
-------------------------------	---	-------------------

Korrelbunker

Inhoud	:	50 m ³
--------	---	-------------------

Het lossen gaat vanuit de bunker via een wormschroef naar een vrachtauto.

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal wordt toegevoegd aan de reactor na eerst wassen in een zandwasinstallatie bij een snelheid van 32 m/h met een mogelijkheid van desinfectie met natronloog, daarna doseren met behulp van een pomp.

Soort entmateriaal	:	zilverzand
Specificatie entmateriaal	:	fractie circa 0,1-0,3 mm

18.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	3	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	5x5x2	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1,5 m)	:	filtergrind	1,7-2,5 mm
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,5 m)	:	hydro-antraciet	2,0-4,0 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

Vanuit de drie reactoren wordt het water gemengd in een mengbak. Vanuit de mengbak via drie instelbare messen gaat het water naar de drie plaatbeluchters. Vanuit de plaatbeluchters gaat het water via drie overstortgoten naar de drie filters.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts	:	keuze uit weerstand/looptijd/ gefiltreerde hoeveelheid
------------------------	---	---

Spoelprogramma nafilts:

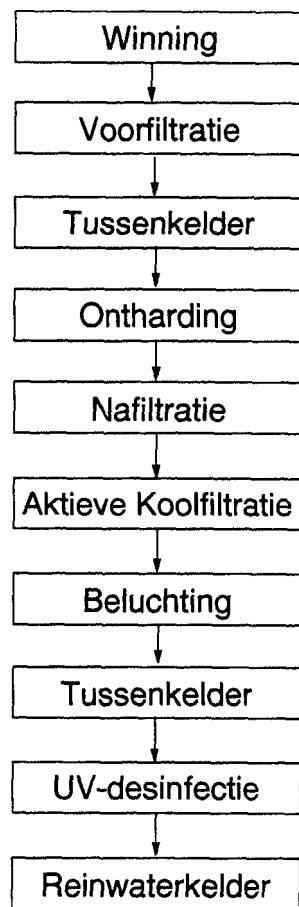
1. Opbouwen 1 min. 0-60 m/h water
 2. Voorspoelen 2 min. 60 m/h water
 3. Afbouwen 0,5 min. 60-0 m/h water
 4. Lucht 6 min. 0 m/h water, 60 Nm/h lucht
 5. Opbouwen 2 min. 0-60 m/h water
 6. Naspoelen 4 min. 60 m/h water
 7. Afbouwen 0,5 min. 60-0 m/h water
 8. Lucht 5 min. 0 m/h water, 60 Nm/h lucht
 9. Opbouwen 2 min. 0-60 m/h water
 10. Naspoelen 6 min. 60 m/h water
 11. Afbouwen 2 min. 60-0 m/h water
- Totaal ca 400 m³ spoelwater

19 Hendrik Ido Ambacht (Hydron Zuid Holland)

19.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 19.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Hendrik Ido Ambacht schematisch weer.



Figuur 19.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Hendrik Ido Ambacht

Hydron Zuid Holland onthardt op zuiveringsstation Hendrik Ido Ambacht voorfiltraat. Deze plaats van ontharding is gekozen op basis van proefinstallatie-onderzoek.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 19.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactoren*	Effluent Reactoren*	Effluent carry-over filters*	Reinwater
Zuurgraad	-	7.1	7.5	8.1	8.0	7.7
EGV	mS/m	71	71	68		68
Troebelheid	FTE	-	0.5	2.0	0.4	< 0.1
HCO ₃ ⁻	mg/l	210		165		163
Chloride	mg/l	122			120	117
Sulfaat	mg/l	59				60
Natrium	mg/l	67				89
Calcium	mg/l	80				50
Magnesium	mg/l	9.9				9.8
Ammonium	mg/l	2.0	0.8	0.2	0.03	< 0.02
Ijzer	mg/l	5.5				< 0.03
Mangaan	µg/l	0.70				< 0.04
Aluminium	µg/l	7				8
Temperatuur	°C	11.8	12	12	12	12.4
Zuurstof	mg/l	< 1.0	10		9	9.4

* geschat en gemiddeld uit aangeleverde figuren

Tabel 19.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden 2001)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater	-0,38	-0,26	0,49	0,39	275,5	3,73	1,2
Reinwater	0,25	0,08	0,91	0,49	163	2,77	0,84

19.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Natronloog
Leverancier	:	Akzo
Productnaam	:	Natronloog 50%
Concentratie aangeleverd product	:	50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	1	stuks
Inhoud per opslagtank	:	27	m ³
Verblijftijd in de tank	:	1	maand
Verdunnen aangeleverd product	:	ja	
Wijze van verdunnen	:	tijdens lossen tankauto	
Type verdunwater	:	effluent reactor	
Concentratie natronloog in de tank	:	25 %	(w/w) NaOH

Dosering	:	circa 150 g NaOH/m ³
Dosering via	:	5 membraandoseerpompen, een per doseerpunt per reactor
Regeling	:	debietproportioneel

19.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch, vlakke bodem, drukreactor
Ontwerpcapaciteit reactor	:	120 m ³ /h (incl. bypass)
Aantal reactoren	:	2 stuks
Bodemconstructie	:	bodem met nozzles
Aantal water-invoerpunten	:	39 stuks
Aantal loog-invoerpunten	:	5 stuks (lanzen)
Overstortgoot	:	geen, gesloten uitvoering
Totale hoogte reactor	:	5.355 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.400 mm
Hoogte verwijding	:	955 mm
Diameter bodem/ cilindrische deel	:	4.400 mm
Diameter uitstroomopening	:	1.600 mm
Openingshoek verwijding	:	20 °

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

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

19.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Hendrik Ido Ambacht is een onbemand zuiveringsstation, waar gedurende circa 8 uren per week een procesoperator aanwezig is. De ruwwater aanvoer in 2001 bedraagt 2400 m³/dag. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is constant en bedraagt 75 %. Het onthardingstraject ΔTH is constant en bedraagt 0,8 mmol/l. De volumestroom door de reactoren kan worden gevarieerd. In de normale bedrijfssituatie bedraagt de oppervlaktebelasting 100 m³/m².h.

Procesbewaking

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

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

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	4 uren per week
---------------------------	---	-----------------

De aandachtspunten bij onderhoud zijn controle en ijken van meetapparatuur en het 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 m³ per 3 maanden

Diameter korrelafvoerleidingen : 25 mm

Materiaal korrelafvoerleidingen : PVC

Type korreelpomp : geen

Type afsluiter : membraanafsluiter

Korrelbunker

Inhoud : 2 containers van 10 m³ (= max. 15 ton)

De korrelcontainers zijn verhoogd en binnen opgesteld.

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 : 3 - 4 keer per week

Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging : kg per keer

Soort entmateriaal : entzand

Specificatie entmateriaal : 0,4 - 0,63 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

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

19.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	2	stuks
Type filter	:	enkellaags	
Afmetingen per filter	:	11	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,8	m
Filtermateriaal	:	grind 1,7 – 2,5	mm

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 48 uur.

Spoelen van de filters

Het spoelcriterium is de looptijd van het filter. Het spoelprogramma is:

1. 3 min water 260 m³/h
2. 3 min lucht 1.000 m³/h
3. 3 min water 260 m³/h
4. 3 min lucht 1.000 m³/h
5. 3 min water 260 m³/h

Onderhoud aan de filters

De tijd voor onderhoud is nihil.

Aandachtspunt bij de filters is het extern reinigen van het filtermateriaal (1x per 10 jaar).

19.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	10,5	k€/jaar
------------------------------	---	------	---------

Bedrijfsvoering

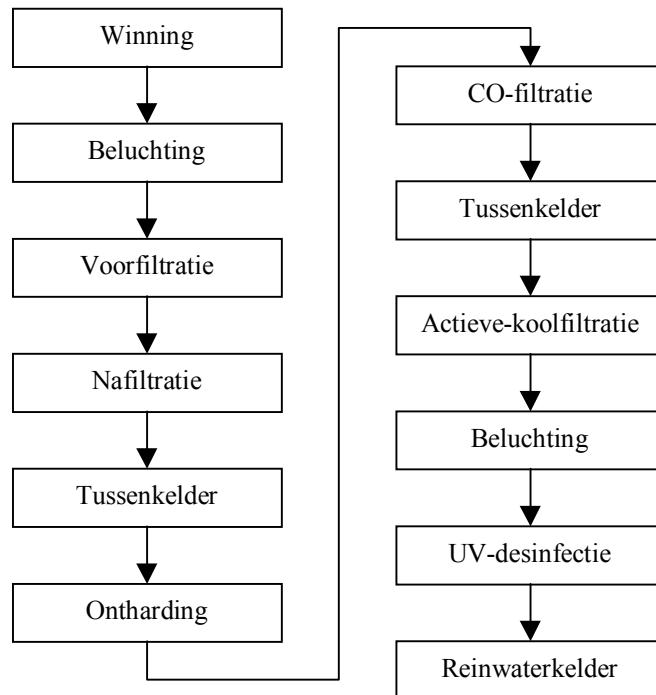
Energiekosten	:	30,5	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	8,6	k€/jaar

20 Reijerwaard (Hydron Zuid Holland)

20.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 20.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Reijerwaard te Ridderkerk schematisch weer.



Figuur 20.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Reijerwaard

Hydron ZH onthardt op zuiveringsstation Reijerwaard nafiltraat.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 20.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gem. waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactoren	Effluent carry-over filters	Reinwater
Zuurgraad	-	7.0	7.9	8.8	8.4
EGV	mS/m	88.8	79.5	61,9	58.0
Troebelheid	FTE	-	0.23	0.54	< 0.08
HCO ₃ ⁻	mg/l	349	282		69
Chloride	mg/l	136			198
Sulfaat	mg/l	6			13
Natrium	mg/l	57.9			57.0
Calcium	mg/l	102			34.6
Magnesium	mg/l	18.1			17.8
Ammonium	mg/l	9.71			< 0.02
Ijzer	mg/l	6.3			< 0.03
Mangaan	mg/l	0.38			< 0.04
Aluminium	µg/l	2			5
Temperatuur	°C	12.2	12,0	12,2	12.4
Zuurstof	mg/l	< 1.0	9.9		9.3
Ionsterkte	mmol/l	13.3			8.6

Tabel 20.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 20.1)

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	- 0.21	0.72	0.97	294	4.45	0.55
Reinwater	0.13	0.01	0.44	0.08	99	< 0.5	5.07

20.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Kalkhydraat
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Supercalco 95/30
Concentratie aangeleverd product	:	95-98 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	1	stuks
Inhoud per silo	:	71	m ³
Verblijftijd in de silo	:	21	dagen
Hellingshoek van de silo	:	18	°
Type trilbodem	:	Conisch met tegenconus	

Aanmaak van de kalkmelk:

Aantal installaties	:	1	stuks
Inhoud aanmaakvat	:	8	m ³

Aanmaakcapaciteit per installatie	:	15	m ³ /uur
Rondpompcapaciteit	:	23	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	2,0	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	circa 180	min

De kalkmelk gaat met een circulatiepomp vanuit aanmaaktank langs reactoren via drukregelaar terug in de aanmaaktank. Per reactor gaat de kalkmelk via regelklep / flowmeter naar doseerlanzen.

Diameter circulatieleiding	:	63 x 5,8 mm
Diameter doseerleiding	:	32 x 3,0 mm
Materiaal doseerleiding	:	HPE (spiegelgelast)

20.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	240 m ³ /h
Aantal reactoren	:	3 stuks
Bodemconstructie	:	nozzelbodem
Aantal water-invoerpunten	:	16 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1 stuks (en 4 reserve)
Overstortgoot	:	binnen de reactor
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	11.766 mm
Hoogte inwoerkamer	:	761 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.075 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	8.760 mm
Hoogte verwijding	:	660 mm
Hoogte overstortgoot	:	510 mm
Diameter bodem	:	1.024 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.750 mm
Diameter uitstroomopening	:	2.200 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	19 °
Openingshoek verwijding	:	21 °

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.

20.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Reijerwaard is tijdens kantooruren bemand. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. De ruwwater onttrekking bedraagt gemiddeld 7.929 m³/dag. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. De oppervlaktebelasting varieert tussen 50 en 100 m³/m².h, Onthard wordt van 19 naar 8,8 °D.

Procesbewaking

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

- Δ EGV
- pH (alarm hoog, hoog-hoog, laag, laag-laag)
- Bedhoogte (alarm hoog, laag)

De meteropnemers worden gereinigd met Herli Rapid.

De tijdsduur voor korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd. Er is controle op korrelbedhoogte; de pellets worden maandelijks gezeefd.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	gem. 5 uur per week
Aantal malen onderhoud	:	dagelijks, afhankelijk van onderhoudslijst

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

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	tijdens onderhoudsstop
Aantal malen uit bedrijf	:	gering

Storingen aan de reactor(en)

Genoemd kunnen worden:

- storingen aan kalkmelkdoseerleidingen: Deze zijn in het verleden opgelost door toepassen van drukregelklep in de retourleiding;
- storing korrelaftap door het niet juist sluiten van de afsluiters (komt circa 1 maal per maand voor);
- verstopping van de korrelaftap door loslaten van kalkschilvers van de binnenzijde van de reactor (komt ook circa 1x per maand voor).

Tijdsduur storingen	:	2 uren per week
Schatting aantal storingen	:	36 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	:	4,6 m
Hoogte fluïde bed	:	5 à 6 m
Korrels ter plaatse van de bodem		
d_{50}	:	1,1 mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	1,45

Aftappen van korrels

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

Frequentie korrelaftap	:	8 – 10	keer per dag per reactor
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	ca 3,8	ton per dag (2 reactoren in dienst)
Diameter korrelafvoerleidingen	:	40 x 3,0	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	PVC	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4	m/s
Type korreelpomp	:	n.v.t.	(afvoer onder vrij verval)
Type afsluiter	:		membraanafsluiters

Korrelcontainers

Inhoud	:	2x 20 m ³	(belading max. 2 x 25 ton)
--------	---	----------------------	----------------------------

De korrelcontainers zijn binnen opgesteld en kunnen door een vrachtwagen worden opgehaald.

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 maal per 3	aftappen van korrels
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	410	kg per dag
Soort entmateriaal	:		entzand
Specificatie entmateriaal	:	0,4 – 0,63	mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een inhoud van 8,7 m³ en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt niet gedesinfecteerd maar wel gespoeld met reinwater.

20.5 Informatie carry-over filtratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	6	stuks
Type filter	:		enkellaags
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	18	m ²
Materiaal	:		beton
Totale hoogte filterbed	:	1,8 – 2,0	m
Filtermateriaal	:		zand 1,7 – 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de afvoer. De filtratiesnelheid bedraagt circa 3 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 120 uur.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium carry-over filters : looptijd van de carry-over filters

Spoelprogramma carry-over filters:

1. Vullen 1 min water 400 m³/h
2. 10 min water 400 m³/h en lucht 1000 Nm³/h
3. 3 min water 400 m³/h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : gem. 2,1 uur per week

Aandachtspunt bij het onderhoud aan de filters is het verwijderen van kalkafzetting. Extern reinigen vindt 1 maal per 6 jaar plaats.

20.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten gebluste kalk (470 ton/jaar) :	52,1	k€/jaar
Kosten zwavelzuur (15,6 m ³ / jaar) :	3,96	k€/jaar
Kosten zoutzuur (3,1 m ³ /jaar) :	0,56	k€/jaar
Kosten entzand (148 ton/jaar) :	9,99	k€/jaar

Bedrijfsvoering

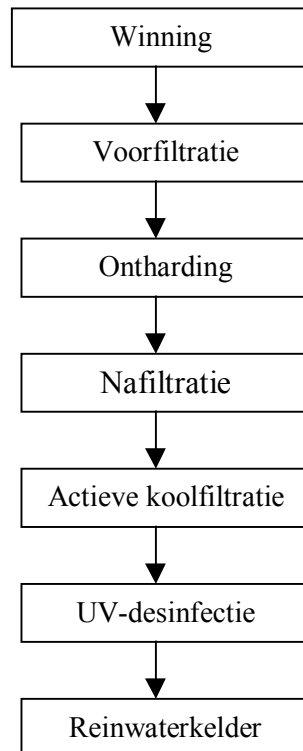
Energiekosten (340.000 kWh/jaar) :	ca 17	k€/jaar
Kosten korrelafvoer :	ca € 1	k€/jaar
Kosten mensdagen onderhoud :	ca 260	uur / jaar
Kosten mensdagen storingen :	ca 110	uur /jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering :	ca 94	uur /jaar

21 De Hooge Boom (Hydron Zuid Holland)

21.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 21.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation De Hooge Boom te Woerden schematisch weer.



Figuur 21.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation De Hooge Boom

Hydron Zuid Holland onthardt op zuiveringsstation De Hooge Boom water dat na voorfiltratie is belucht. De plaats van ontharding is gekozen op basis van resultaten van proefinstallatie-onderzoek.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 21.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor*	Effluent Reactoren*	Effluent carry-over filter*	Reinwater
Zuurgraad	-	7.0	8.0	8.0	8.0	7.9
EGV	mS/m	77		70	68	65
Troebelheid	FTE			0.5	0.6	0.2
HCO ₃ ⁻	mg/l	380	330	230	230	238
Chloride	mg/l	74			72	75
Sulfaat	mg/l	44			50	62
Natrium	mg/l	43				86
Calcium	mg/l	109				45
Magnesium	mg/l	16.8				16.7
Ammonium	mg/l	3.4		0.1	0.03	< 0.02
Ijzer	mg/l	8.2				< 0.03
Mangaan	µg/l	0.47				< 0.04
Aluminium	µg/l	5				6
Temperatuur	°C	11.4	11	11	11.5	11.8
Zuurstof	mg/l	< 1.0	9.5		10	9.3

* geschat en gemiddeld uit aangeleverde figuren

Tabel 21.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	-0,09	-0,13	0,77	1,13	284	5,58	0,38
Reinwater	0,25	0,08	0,91	0,49	163	2,77	0,84

21.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Natronloog
Leverancier	:	Akzo
Productnaam	:	Natronloog 50%
Concentratie aangeleverd product	:	50 %

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	2	stuks
Inhoud per opslagtank	:	32	m ³
Verblijftijd in de tank	:	20	dagen
Verdunnen aangeleverd product	:	ja	
Wijze van verdunnen	:	in de opslagtank	
Type verdunwater	:	diep onthard water (ionenwisselaar)	
Concentratie natronloog in de tank	:	33	% (w/w) NaOH

Dosering	:	120 g NaOH/m ³
Dosering via	:	membraandoseerpomp per reactor
Regeling	:	vaste dosering (basislast)

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

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

21.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	120 m ³ /h
Aantal reactoren	:	6 stuks (3 in productie)
Bodemconstructie	:	flappenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	8 stuks
Aantal loog-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	binnen de reactor
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	7.800 mm
Hoogte invoerkamer	:	400 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.100 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.300 mm
Hoogte verwijding	:	2.000 mm
Diameter bodem	:	590 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.350 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.200 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	19 °
Openingshoek verwijding	:	20 °

21.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation De Hooge Boom is een bemand zuiveringsstation. In de onthardingsinstallatie wordt de hoofdstroom onthard. De ruwwater aanvoer in 2001 bedraagt 2,913 Mm³/jaar. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn variabel. In de normale bedrijfsvoering is het onthardingstraject ΔTH 1,9 mmol/l bedraagt de oppervlaktebelasting 77 m³/m².h.

Procesbewaking

De werking van de korrelreactoren wordt bewaakt met:

Continue pH-meting van de effluenten van de reactoren. Voor de pH is een bovengrens van 9,3 en een ondergrens van 8,0 ingesteld.

Continue pH-meting verzamelde stroom. Voor de pH is een bovengrens van 9,3 en een ondergrens van 8,0 ingesteld.

De meteropnemers worden ultrasoon gereinigd.

De korrelbedhoogte, de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels en de tijdsduur van korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal worden routinematig 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 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) : 30 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)

Reactor(en) uit bedrijf door storingen : 10 - 15 keer per jaar

De aard van de tot dusverre opgetreden storingen is het uitvallen van de loogdosering en van de reactorpomp. Bij storingen aan een van de reactoren wordt de hoofdstroom verdeeld over de overige reactoren. De watersamenstelling verandert nagenoeg niet.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed : 2.550 mm

Hoogte fluïde bed : 4.300 mm

Korrels ter plaatse van de bodem

d₉₀ : 3,0 mm

d₅₀ : 1,5 mm

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is het totaal doorstroomde debiet (iedere 4500 m³ door de reactor). Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater.

Frequentie korrelaftap : na 4500 m³

Hoeveelheid afgetapte korrels : 0,5 ton

Diameter korrelafvoerleidingen : 60 mm

Materiaal korrelafvoerleidingen : staal

Type korrelpomp : wervelradpomp met verrubberde waaier

Type afsluiter : membraanafsluiter bij de pomp
plaatafsluiter bij de reactor

Korrelbunker

Inhoud : 28 ton

Hoogte aftappunt : 2 m

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval. De pellets komen terecht in een op bak die door een vrachtwagen wordt meegenomen.

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	:	na 4500 m ³
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	50 kg per keer per reactor
Soort entmateriaal	:	gegloeid filterzand 0,2 - 0,5 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

De entmateriaalopslag heeft een netto inhoud voor 28 m³ entmateriaal en is binnen opgesteld. Het entmateriaal wordt gedesinfecteerd met natronloog maar niet gespoeld.

21.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	3 stuks
Type filter	:	enkellaags
Afmetingen per filter	:	18 m ²
Materiaal	:	beton
Totale hoogte filterbed	:	1,6 m
Filtermateriaal	:	zand 1,5 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De filters worden bedreven met een constante bovenwaterstand waarbij de volumestroom door de filters wordt geregeld bij de aanvoer. De filtratiesnelheid bedraagt 6,3 m/h. Er wordt geen vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 60 uur.

Spoelen van de filters

Het spoelcriterium is de looptijd van het filter. Het spoelprogramma is:

1. 0,33 min water 360 m³/h
2. 5 min water 360 m³/h en lucht 900 Nm³/h
3. 4 min water 360 m³/h

Onderhoud aan de filters

De tijd voor onderhoud is 5 uur per week.

21.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	63,6	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	2,7	k€/jaar

Bedrijfsvoering

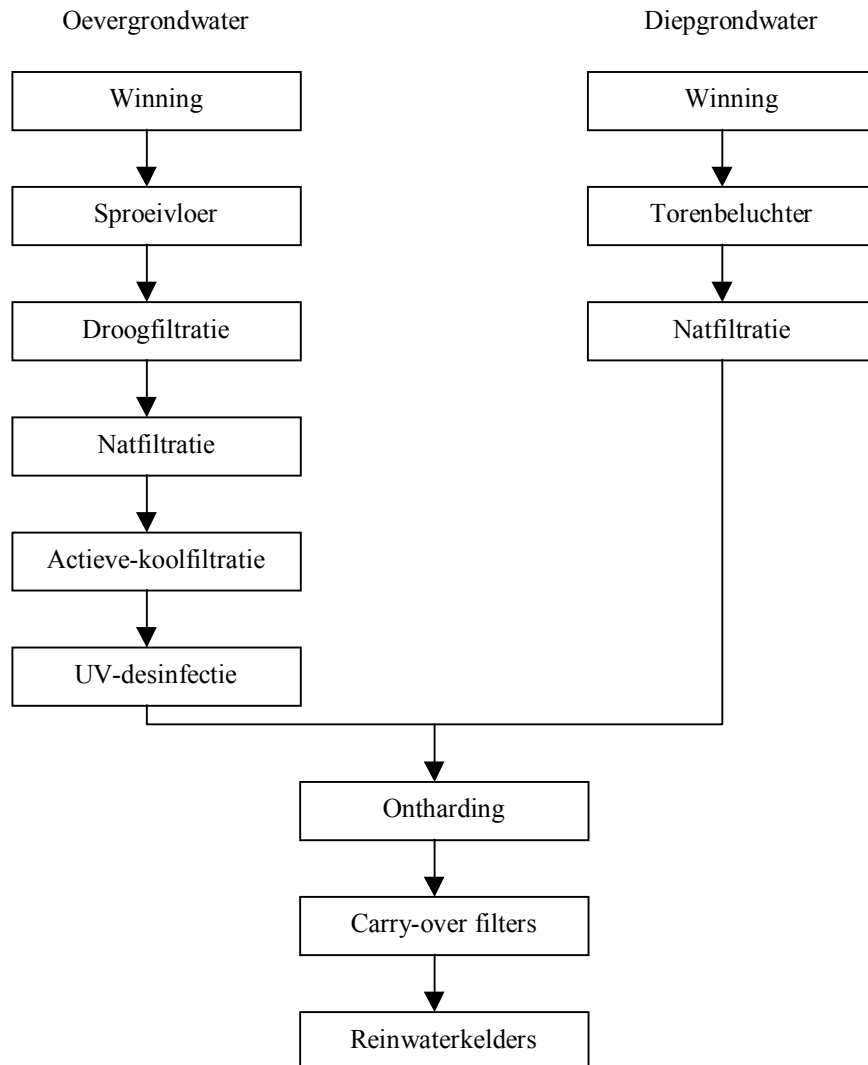
Energiekosten	:	135	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	4,5	k€/jaar

22 De Steeg (Hydron Zuid Holland)

22.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 22.1 is het zuiveringsschema van zuiveringsstation De Steeg weergegeven.



Figuur 22.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation De Steeg

Hydron ZH onttrekt in De Steeg oevergrondwater (OGW) en diepgrondwater (DGW). Beide straten ondergaan een aparte zuivering voordat er wordt onthardt.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 22.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 1^e helft 2002)

Parameter	Eenheid	Ruwwater OGW/DGW	Effluent Reactor	Reinwater
Zuurgraad	-	7.5 / 7.4	8.5	8.2
EGV	mS/m	81 / 49	42,5	43
Troebelheid	FTE	-	9.9	0.5
HCO ₃ ⁻	mg/l	190 / 290	170	170
Chloride	mg/l	141 / 17		47
Sulfaat	mg/l	66 / 11		22
Natrium	mg/l	72 / 35		38
Calcium	mg/l	75 / 59	40.7	40.3
Magnesium	mg/l	11 / 11	10.4	10.2
Ammonium	mg/l	0.82 / 0.92	<0.01 N	<0.01 N
Ijzer	mg/l	1.4 / 1.2		< 0.02
Mangaan	µg/l	0.61 / 0.07		<0.003
Aluminium	µg/l	< 5		15
Temperatuur	°C	11.7 / 11.8	11.9	11.9
Zuurstof	mg/l	< 1.0		9.5
Ionsterkte	mmol/l	11.7 / 8.0		6.7

Tabel 22.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 22.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater							
OGW	- 0.04	- 0.02	0.76	0.47	218	3.05	1.59
DGW	- 0.03	- 0.02	0.81	0.67	233	3.02	0.14
Reinwater	0.39	0.07	0.88	0.35	122	0.91	0.63

22.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	gebluste kalk
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Supercalco 95
Concentratie aangeleverd product	:	95 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	4	stuks
Inhoud per silo	:	82	m ³ (bruto)
Verblijftijd in de silo	:	30	dagen
Hellingshoek van de silo	:	60	°
Type trilbodem	:	FV CAO-1500/1, Heck B.V.	

Aanmaak van de kalkmelk:

De kalkmelk wordt batchgewijs aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt volumetrisch aan het aanmaakvat toegevoegd. Gebruik wordt gemaakt van gedecarboniseerd drinkwater (stripwater).

Aantal installaties	:	2	
Capaciteit per installatie	:	10	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1,9	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	270	min

Dosering van de kalkmelk:

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat in de circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. Het gewenste debiet wordt bepaald aan de hand van ΔEGV .

Doseerleidingen

Diameter doseerleiding	:	40	mm
Materiaal doseerleiding	:	HPE-ringleiding / RVS lans	

Kwaliteits- en/of ingangscontrolle chemicalie

Gebruikte chemicaliën worden beschouwd als kritische goed. Dit houdt in dat bij opdracht gecontroleerd wordt of de chemicaliën voldoen aan de gestelde eisen, voor het lossen een ingangscontrolle plaatsvindt en dat het laboratorium controle uitvoert op samenstelling en mogelijke verontreiniging.

22.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte en tangentele invoer	
Ontwerpcapaciteit reactor	:	500	m ³ /h
Aantal reactoren	:	4, waarvan 2 in gebruik (2002)	
Bodemconstructie	:	tangenteel	
Aantal water-invoerpunten	:	1	stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1	stuks
Overstortgoot	:	buiten	
Vertanding overstortgoot	:	onvertand	
Totale hoogte reactor	:	13.450	mm
Hoogte invoerkamer	:	800	mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.500	mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.860	mm
Hoogte verwijding	:	4.240	mm
Diameter bodem	:	1.100	mm
Diameter cilindrische deel	:	2.500	mm
Diameter uitstroomopening	:	3.560	mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	25	°
Openingshoek verwijding	:	7	°

22.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Op moment van rapportage was de installatie nog in opstartfase zodat er over de bedrijfsvoering geen definitieve meldingen kunnen worden gemaakt.

Bedrijfsvoering en procesregeling

Er wordt in deelstroom onthard, er is een bypass aanwezig. De verhouding van de bypass ten opzichte van de stroom naar de onthardingsreactor bedroeg tijdens proefmetingen circa 22 %. Het gewenste onthardingstraject bedraagt van 12 naar 8 °D.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie wordt geregeld op EGV. Tevens worden pH en troebeling continu gemonitord.

Korrelbedbeheer

De hier vermelde gegevens zijn afkomstig van resultaten van een experiment.

Hoogte fluïde bed : 8400 mm

Aftappen van korrels

Het criterium voor de korrelaftap is de druk in de aanvoerleiding. Het aftappen vindt op tijdbasis regelmatig plaats.

Korrelbunker

Aantal : 4
Inhoud : 10 m³

De bunkers bestaan uit open containers die periodiek worden weggehaald.

Toevoegen van entmateriaal

Soort entmateriaal : zand 0,2 - 0,5 mm

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand moet voldoen aan BRL-K240/2. Het entzand wordt gespoeld en gedesinfecteerd met natronloog.

22.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters : 10 stuks
Capaciteit : 215 m³/h
Type filter : dubbellaags nat
Afmetingen per filter : 30 m²
Materiaal : beton
Totale hoogte filterbed : 2 m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m) : antraciet 1,4 - 2,5 mm

Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1 m) : zand 0,8 - 1,25 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van toevoergoten met overstorten op gelijk niveau. De hoogte van de bovenwaterstand bedraagt 0,68 m.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts : 20.000 m³

Spoelprogramma nafilts :

1. 840 sec water, 700 m³/h
2. 180 sec lucht, 1200 Nm³/h
3. 1200 sec water, 540 m³/h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 80 uur per jaar

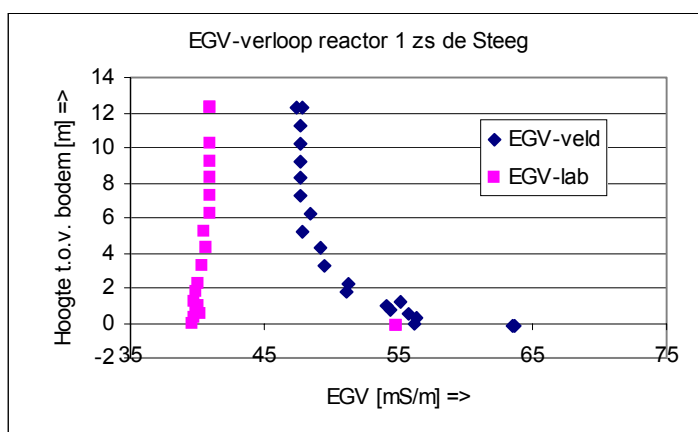
Aandachtspunten bij het onderhoud zijn calibratie pH-meters, schoonmaken toevoergoten.

22.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

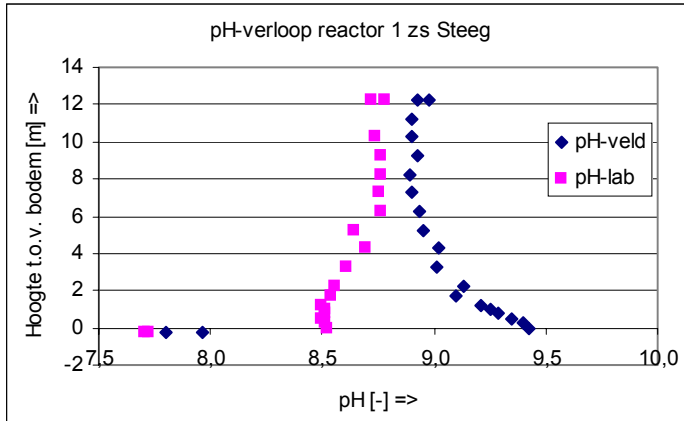
Deze gegevens zijn nog onbekend.

22.7 Aanvullende gegevens

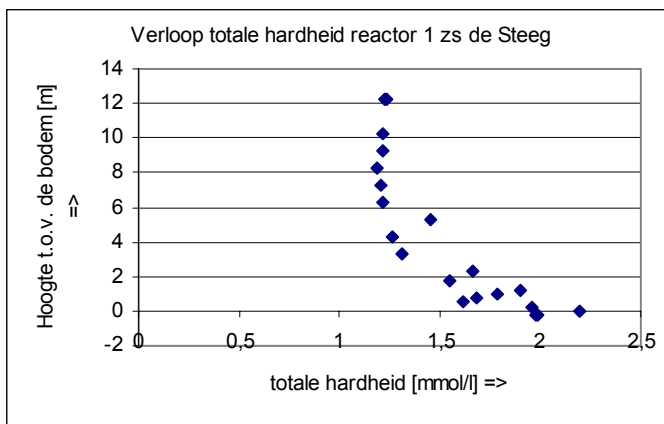
In de figuren zijn de resultaten van de hevelproef van een van de reactoren van zs de Steeg van Hydron Z-H weergegeven. De metingen zijn in januari uitgevoerd, vrij kort na het in bedrijf nemen van de reactor. De ervaring van de laatste tijd is dat de pellets minder uniform zijn hetgeen ook de bedoeling is bij een spiractor.



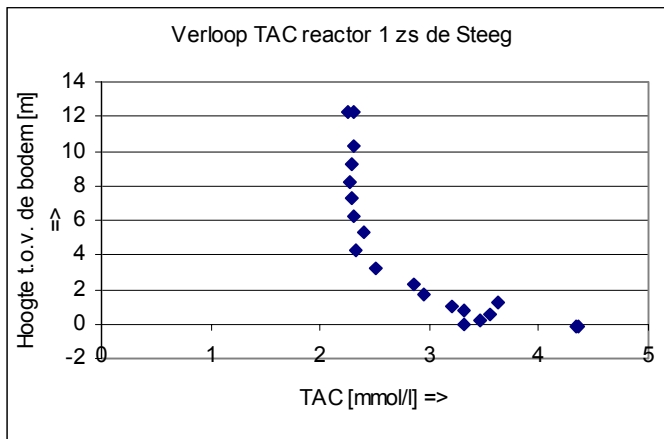
Figuur 22.2 Verloop van het geleidingsvermogen over de hoogte van de reactor



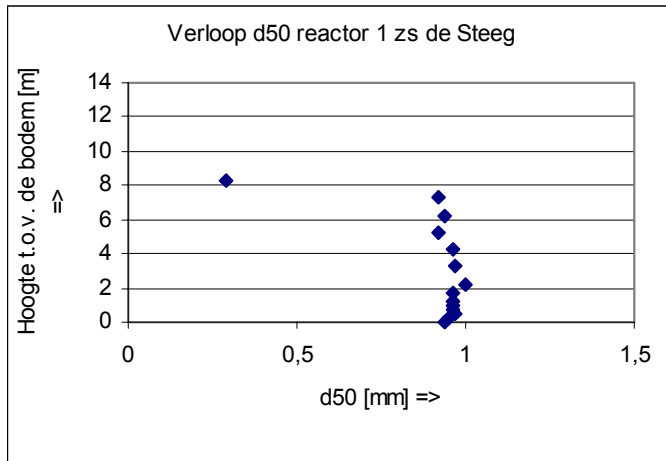
Figuur 22.3: Verloop van de pH over de hoogte van de reactor



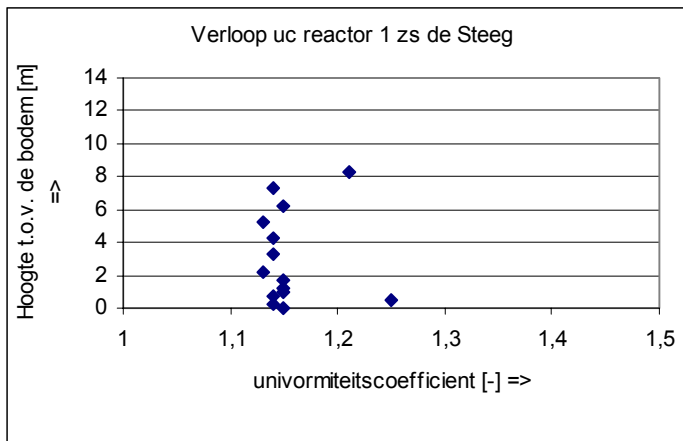
Figuur 22.4: Verloop van de totale hardheid over de hoogte van de reactor



Figuur 22.5: Verloop van de TAC over de hoogte van de reactor



Figuur 22.6: Verloop van de d50 over de hoogte van de reactor



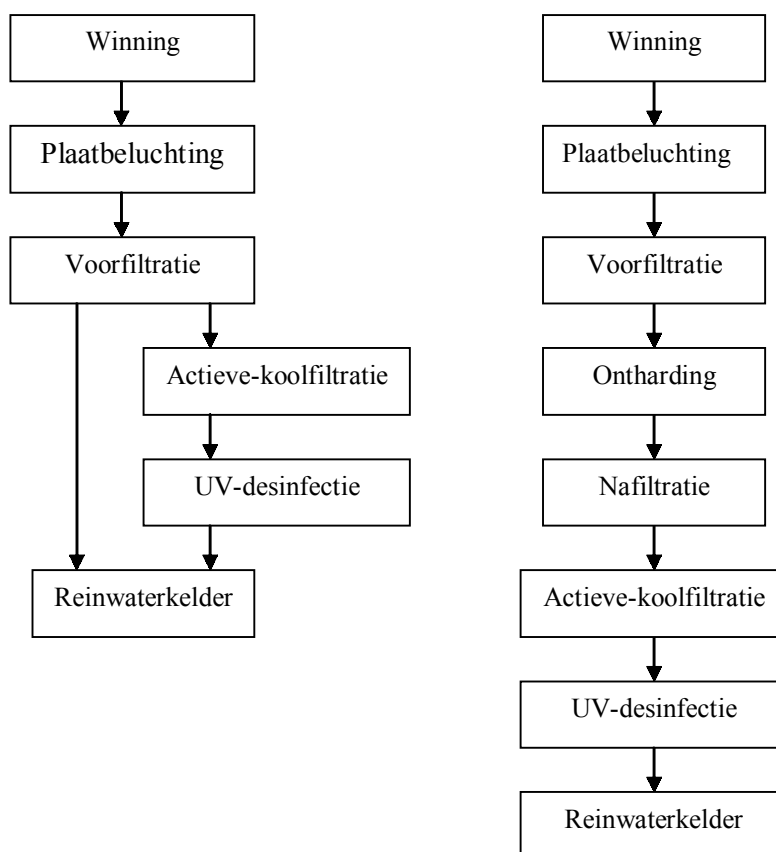
Figuur 22.7: Verloop van de uniformiteitscoefficient over de hoogte van de reactor

23 De Laak (Hydron Zuid Holland)

23.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 23.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation de Laak schematisch weer. Het station wordt momenteel uitgebreid met onder andere ontharding en actieve kool.



Figuur 23.1: Huidig en toekomstig blokschema zuivering de Laak

Hydron Zuid-Holland zal binnen enige tijd water ontharden op voorfiltraat.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

In tabel 23.1 is een overzicht gegeven van de watersamenstelling in 2001, dus zonder ontharding.

Tabel 23.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Reinwater (zonder ontharding)
Zuurgraad	-	7,6	7,7
EGV	mS/m	49	51
Troebelheid	FTE		0,1
HCO ₃ ⁻	mg/l	294	284
Chloride	mg/l	30	30
Sulfaat	mg/l	19	18
Natrium	mg/l	28	27
Calcium	mg/l	70	70
Magnesium	mg/l	12,7	12,7
Ammonium	mg/l	0,67	0,06
Ijzer	mg/l	0,89	<0,03
Mangaan	µg/l	100	<40
Aluminium	µg/l	<5	<5
Temperatuur	°C	12,2	12,1
Zuurstof	mg/l	<1	9,4

Tabel 23.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	-
Reinwater (zonder ontharding)	0,35	0,18	1,05	0,83	195	2,57	0,25

23.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	gebluste kalk
Leverancier	:	n.b.
Productnaam	:	n.b.
Concentratie aangeleverd product	:	95 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2 stuks
Inhoud per silo	:	110 m ³
Type bodem	:	trilbodem

Aanmaak van de kalkmelk:

De kalkmelk wordt batchgewijs aangemaakt in een gecombineerd aanmaak- en doseervat. Poederkalk wordt volumetrisch aan het aanmaakvat toegevoegd. Gebruik wordt gemaakt van gedecarboniseerd drinkwater (stripwater).

Aantal installaties	:	2	
Capaciteit	:	24,5	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1-2	% (w/w)
Netto inhoud	:	6,7	m ³

Dosering van de kalkmelk:

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat in de circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. Het gewenste debiet wordt bepaald aan de hand van ΔEGV .

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Gebruikte chemicaliën worden beschouwd als kritische goed. Dit houdt in dat bij opdracht gecontroleerd wordt of de chemicaliën voldoen aan de gestelde eisen, voor het lossen een ingangscontrole plaatsvindt en dat het laboratorium controle uitvoert op samenstelling en mogelijke verontreiniging.

23.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte en tangentiële invoer
Ontwerpcapaciteit reactor	:	500 m ³ /h
Aantal reactoren	:	4
Bodemconstructie	:	tangentieel
Aantal water-invoerpunten	:	1 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	13.450 mm
Hoogte invoerkamer	:	800 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.500 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.860 mm
Hoogte verwijding	:	4.240 mm
Diameter bodem	:	1.100 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.500 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.560 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	25 °
Openingshoek verwijding	:	7 °

23.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Korrelbunker

Aantal	:	2
Inhoud	:	42 m ³

23.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering van de filtratiestap:

Aantal filters	:	10	stuks
Capaciteit	:	280	m ³ /h
Type filter	:	natfilter	
Afmetingen per filter	:	30	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m

Bedrijfsvoering filtratiestap

De waterverdeling over de filters vindt plaats door middel van toevoergoten met overstorten op gelijk niveau.

Spoelen van de filters

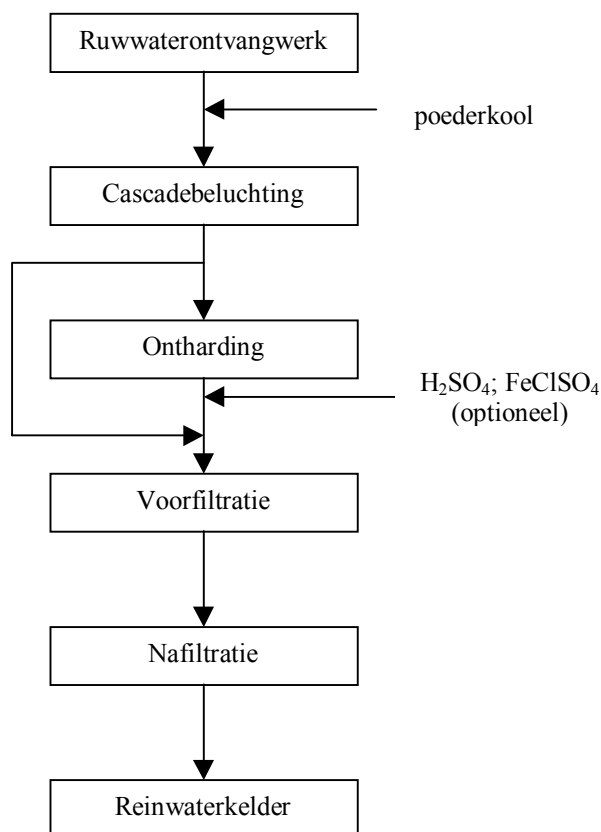
Het spoelprogramma zal nog nader vastgesteld worden.

24 Katwijk (Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)

24.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 24.1 is de zuivering van zuiveringsstation Katwijk schematisch weergegeven.



Figuur 24.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Katwijk

DZH onthardt water dat de cascadebeluchting is gepasseerd.

Momenteel wordt 50% van het ruwwaterdebiet in volstroom onthard van circa 2,3 naar 1,5 mmol/l, 25% van het debiet wordt in één reactor dieponthard tot circa 1,0 mmol/l en de resterende 25% van het ruwwaterdebiet wordt 'gebypassed'. Na de snelfiltratie worden de volumestromen gemengd en heeft de mengstroom een totale hardheid van 1,5 mmol/l. Naar verwachting wordt op niet al te lange termijn overgestapt op 50% diepontharding en 50% bypass.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 24.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen bij volstroomontharding (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.66	7.71	8.72	8.70
EGV	mS/m	51.6	51.7	48.5	47.6
Troebelheid	FTE	1.8	3.9	6.83	0.44
CO ₂	mg/l	8.36			
HCO ₃ ⁻	mg/l	201	203	163	171
CO ₃ ²⁻	mg/l	0.88	0.66	10.5	6.99
Chloride	mg/l	46.2		45.6	
Sulfaat	mg/l	50.2		50.2	
Natrium	mg/l	30.2	29.3	53.4	
Calcium	mg/l	72.9	71.8	49.2	47.8
Magnesium	mg/l	9.27	9.14	9.06	
Ammonium	mg N/l	0.09	0.09	0.03	0.01
Ijzer	mg/l	0.41		0.37	0.01
Mangaan	µg/l	70		30	< 10
Aluminium	µg/l	260			< 5
Temperatuur	°C		12.1	12.1	
Zwevende stof	mg/l	1.21	4.28	3.86	0.38
Zuurstof	mg/l	3.38	9		8.9

Tabel 24.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0.08	0.91	0.56			
Filtraat	0.91*	0.17	1.09	0.45	50*	0.83*	0.81*

* = PK-DW gegevens zuiveringsstation Katwijk drinkwater (PK-DW= monstercode)

24.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	natronloog
Leverancier	:	Solvay
Productnaam	:	Natronloog
Concentratie aangeleverd product	:	50 % NaOH

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	3 stuks
Inhoud per opslagtank	:	60 m ³
Verblijftijd in de tank	:	ca 14 dagen
Verdunnen aangeleverd product	:	ja

Wijze van verdunnen : tijdens lossen
 Type verdunwater : onthard water
 Concentratie natronloog in de tank : 25 % (w/w) NaOH

Dosering : 78-190 l/ uur 25% NaOH-oplossing, afhankelijk van onthardingsdiepte en het debiet
 Dosering via : doseerpomp per reactor
 Regeling : handmatig

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

De kwaliteits- en/of ingangscontrole van de chemicalie vindt plaats door controle op de dichtheid van de aangeleverde natronloog.

24.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor : volledig cilindrisch
 Ontwerpcapaciteit reactor : 550 – 1100 m³/h
 Aantal reactoren : 5, bij huidige procesvoering zijn slechts 3 reactoren in bedrijf
 Bodemconstructie : doppenbodem
 Aantal water-invoerpunten : 170 (gemod. PWN-waterdop)
 Aantal loog-invoerpunten : 81 waarvan 40 in bedrijf (gemod.DZH- kalkmelkdop aangepast op loogdosering)
 Overstortgoot : inwendig
 Vertanding overstortgoot : onvertand met resonantiestukken
 Totale hoogte reactor : 9.935 mm
 Hoogte invoerkamer : 1.350 mm
 Hoogte overstortgoot : 1.150 mm
 Diameter bodem : 3.380 mm (opp. 9,08 m²)
 Diameter cilindrische deel : 3.380 mm

24.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

In Katwijk wordt momenteel de helft van het totale debiet in hoofdstroom onthard tot circa 1,5 mmol/l. Een kwart van het totale debiet wordt dieponthard tot circa 1,0 mmol/l en een kwart is bypass. Bij wisselende productie wordt handmatig (debiet en natronloogdosering) geschakeld. De huidige oppervlaktebelasting bedraagt 720 – 900 m³/m².h en het onthardingstraject (ruw-rein) bedraagt circa 0,9 mmol/l.

Procesbewaking

Volgens ontwerp zou het onthardingsproces gestuurd gaan worden op pH en EGV. In de praktijk bleek dit echter niet te werken door vervuiling van de sensoren met poederkool- en kalkaanslag. Hierdoor werden de meetwaarden onbetrouwbaar en kon het proces niet gestuurd worden op de pH en EGV-waarden. Naast de

vervuiling bleek ook het gebied waarin gestuurd zou moeten worden erg krap en bleek het type gewonnen water voor te veel afwijking te zorgen. De werking van de onthardingsinstallatie wordt nu bewaakt met een hardheidsanalyser². Doordat het hier gaat om een directe parameter is het constateren van afwijkingen in het proces eenvoudig en betrouwbaar. Met handmatige correcties van de natronloogdosering wordt het onthardingsproces indien nodig bijgestuurd.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud : 56 uren per week

Aandachtspunten onderhoud:

schoonmaak, modificaties, storingen, instrumenten, pompen, kleppen, loogopslag, loogtransport, loogdosering, verzorgen bedieningslucht, pelletaftap, pellettransport, pelletafoer en -retour, entzandopslag, zandwasinstallatie en dergelijke.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en) : - uren per week

Aantal malen uit bedrijf nemen : 1 keer per jaar

Aandachtspunten tijdens het uit bedrijf nemen van de reactoren:

- verwijderen kalkafzetting van loog- en waterdoppen (reiniging in zuur)
- verwijderen kalkafzetting van reactorwand
- inspectie onder doppenbodem op entzand en korrels
- inspectie loogtoevoerslangen
- verwijderen kalkaanslag op instrumenten, uit pelletaftappunten en van afsluiters.

Storingen aan de reactor(en)

Opgetreden storingen zijn:

- uitval ontharding door uitval energietoevoer
- uitval door softwarematige storing, storing in de computerbesturing (weinig voorgekomen)

Tijdsduur storingen : minimaal aantal uren per week

Schatting aantal storingen : 5 keer per jaar

Effect van een opgetreden storing: de hardheid loopt op.

Bij stilstand kan zand en pelletmateriaal via de waterdoppen onder de bodem terecht komen, wanneer de terugslagklep niet snel genoeg of niet geheel sluit. Om dit soort problemen en evt. opstartproblemen te voorkomen wordt een reactor bij voorkeur niet meer uit bedrijf genomen, ook wanneer bijvoorbeeld de loogdosering uitvalt. Een reactor blijft in dienst totdat deze toe is aan de (jaarlijkse) schoonmaakbeurt.

² De bedoeling is dat in de nabije toekomst het onthardingsproces ook wordt gestuurd door de hardheidsanalysers

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.000 mm (max)
Hoogte fluïde bed	:	5.000 mm (gem)
Korrel ter plaatse van de bodem	:	streefwaarde d_{50} 1,2-1,3 mm
d_{50}	:	ca 1,3 mm (gem. 1999-2002)
UC (d_{60}/d_{10})	:	ca 1,5 (gem. 1999-2002)

Aftappen van korrels

De aftap van de reactor wordt gestart op bedweerstand in combinatie met visuele controle van de pelletdiameter op de bodem van de reactor. Reactoren worden periodiek (1 maal per maand) over de hoogte van het fluïde bed bemonsterd. Pelletmonsters worden geanalyseerd (d_{50} , UC) en advies wordt uitgebracht. Aan de hand van dit advies wordt het aftapregime aangepast.

Frequentie korrelaftap	:	ca 5 keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	ca 1,4 ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	63 mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	HDPE en glasvezelcoating bochten
Snelheid in de afvoerleidingen	:	20 m/h
Type korrelpomp	:	Worman (2 stuks)
Capaciteit	:	12 m ³ /h
Type afsluiter	:	plaatafsluiter

Korrelbunker

Inhoud	:	30 m ³ (3 stuks)
Hoogte aftappunt	:	ca 5 m

De bunker is zo geplaatst dat er een vrachtwagen onder kan rijden waarna de afsluiter wordt geopend.

Toevoegen van entmateriaal

Het entmateriaal (granaatzand) wordt gewassen, met een opwaartse snelheid die gelijk is aan de maximale opwaartse snelheid van de reactoren, dus met een snelheid van 120 m/h. De stoffractie van het granaatzand wordt hiermee verwijderd. Doordat de fijne fractie is verwijderd voordat het entmateriaal wordt toegevoegd aan de reactor zal er minder fijn materiaal uitspoelen wanneer de onthardingsreactoren op maximaal debiet draaien.

Nadat het entmateriaal is uitgewassen wordt de pH in de zandwasser verhoogd tot >11, waardoor desinfectie plaatsvindt. Na desinfectie wordt het entmateriaal met bedrijfswater naar de reactor gepompt.

Toevoer vindt plaats bovenin de reactor, boven het fluïde bed circa 2 m onder de bovenzijde van de overstort.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	wisselend gem. aantal batches 1,8 keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	100 kg per batch. (vaak 2 batches achter elkaar toegevoegd)

Jaarverbruik	:	37	ton
Soort entmateriaal	:	granaatzand	
Specificatie entmateriaal	:	0,15 - 0,35	mm

Opslag en bewerking entmateriaal

Het entzand wordt gespoeld met behulp van een zandwasser en gedesinfecteerd met 25 %-ig natronloog (pH > 11).

24.5 Informatie filtratie na ontharding

De filtratie na de ontharding bestaat uit 2 onderdelen. Allereerst een snelfiltratiestap over dubbellaagsfilters met een filtratiesnelheid van 4-5 m/h , vervolgens een langzamezandfiltratiestap over enkellaags zandfilters met een gemiddelde filtratiesnelheid van ± 30 cm/h (maximaal 60 cm/h).

Snelfiltratie

Uitvoering snelfiltratiestap

Aantal filters	:	20	stuks (2 maal 10)
Type filter	:	dubbellaags	
Afmetingen per filter (l.b)	:	40	m ² (10 * 4 m)
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,5	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	zand, d10-d90: 0,7-1,25	mm
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,5 m)	:	hydroantraciet, d10-d90: 1,6-2,5	mm

Bedrijfsvoering snelfiltratiestap

De waterverdeling over de filters vindt proportioneel plaats via een aanvoergoot. De bovenwaterstand wordt automatisch geregeld. De filtratiesnelheid bedraagt circa 4-5 m/h.

Spoelen van de snelfilters

Spoelcriterium nafilts	:	looptijd 240 uur of bedweerstand
		140 cmwk
Spoelprogramma nafilts	:	lucht/water

Onderhoud aan de snelfilters

Tijd nodig voor onderhoud	:	nihil	uur per week
---------------------------	---	-------	--------------

Uitvoering langzame zandfiltratiestap

Aantal filters	:	15 stuks, totaal opp.= 11.500 m ²
Bedhoogte (excl. steunlaag)	:	60-100 cm
Filtermateriaal	:	gewassen rivierzand d ₁₀ -d ₉₀ = 0,3-1,4 mm

Langzame zandfiltratie

Bedrijfsvoering langzame zandfiltratiestap

Gemiddelde filtratiesnelheid circa 30 cm/h. Looptijd van een filter is 2-3 jaar.

Problemen bij filtratie veroorzaakt door onthardingsstap

Sinds de ingebruikname van de ontharding op zuiveringsstation Scheveningen en Katwijk is de looptijd van de langzame zandfilters korter geworden. De bovenste laag van de filters is veranderd in een harde, moeilijk doordringbare laag, bestaande uit zand met kalksteen. Bij het reinigen van de filters moet hierdoor een aanzienlijk grotere bovenlaag van het zand worden verwijderd dan voorheen. Ook dieper in het filterbed is kalkafzetting aangetoond. De kosten van reiniging van de langzame zandfilters nemen sterk toe. Daarnaast is het niet ondenkbaar dat de verkalking van de filters de biologie in de filters nadelig beïnvloedt.

De oorzaak van de verkalking moet worden gezocht in de combinatie van: de aanwezigheid van micro-kristallen calciumcarbonaat ('carry-over') die ontstaan in de korrelreactoren en niet volledig worden verwijderd door de snelfilters, de relatief hoge oververzadiging die het water nog heeft, de lange verblijftijd in de filters en het feit dat langzame zandfilters niet worden gespoeld.

Onderzoek naar oplossingen van het probleem is inmiddels uitgevoerd.

Uitkomst van het onderzoek:

- optimalisatie huidige procesvoering,
- aanzuring voor langzame zandfiltratie,
- evt. gevolgd door pH -correctie na de langzame zandfilters.

N.B.

Deze problemen zijn specifiek voor de locaties Scheveningen en Katwijk. Nergens anders in Nederland is namelijk dezelfde combinatie van ontharding in korrelreactoren met langzame zandfiltratie aanwezig. De zuiveringen van GWA te Leiduin en Weesperkarspel hebben ook een combinatie van korrelreactoren en langzame zandfiltratie. Echter op die locaties wordt het water uit de korrelreactoren aangezuurd, om kalkafzetting op de na de ontharding geplaatste actieve koolfilters zoveel mogelijk tegen te gaan.

24.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	122	k€/jaar (in 2001)
Kosten entmateriaal	:	13,6	k€/jaar (in 2001)

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	150	k€/jaar	0,05 €/kWh
Kosten korrelafvoer	:	geen kosten		
Kosten mensdagen onderhoud	:	120	k€/jaar (in 2001)	
Kosten mensdagen storingsen	:	±5	k€/jaar	
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	53	k€/jaar (in 2001)	

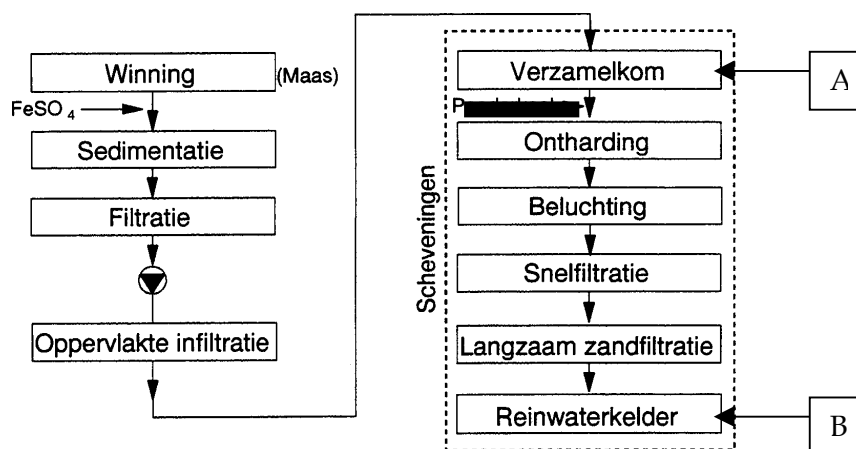
Investerings (uit overzicht 1995)
Onthardingsinstallatie : 10 M€ (bij benadering)

25 Scheveningen (Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)

25.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 25.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Scheveningen schematisch weer.



Figuur 25.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Scheveningen

A: poederkooldosering momenteel nog in de verzamelkom

B: dosering chloorbleekloog $\pm 0,06$ mg/l (veiligheidschloring)

DZH onthardt op zuiveringsstation 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 mogelijk 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 m^3 per jaar.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 25.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Verzameld effluent Reactoren * ¹	Filtraat * ²
Zuurgraad	-	7.72	7.56	9.43	8.71
EGV	mS/m		53.1	38.4	43.2
Troebelheid	FTE	1.60	3.55	10.6	0.81
CO ₂	mg/l	7.65			
HCO ₃ ⁻	mg/l	209	212	73.8	121
CO ₃ ²⁻	mg/l		0.76	10.7	5.83
Chloride	mg/l	50.9			
Sulfaat	mg/l	46.4			
Natrium	mg/l	32			32
Calcium	mg/l	76	75.9	42.3	49.9
Magnesium	mg/l	8.8	8.69	8.81	
Ammonium	mg N/l	0.23		0.23	0.01
Ijzer	mg/l	0.28		0.46	0.01
Mangaan	µg/l	90		50	< 10
Aluminium	µg/l	260	260	190	4.73
Temperatuur	°C	12.5	12.5	12.5	12.5
Zwevende stof	mg/l	0.95	3.92	21.7	0.2
Zuurstof	mg/l	3.68		4.06	9.0
Ionsterkte	mmol/l	9.1			

*¹ vóór opmenging met de bypasstroom

*² ná opmenging met de bypasstroom

Tabel 25.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden, voor ruwwater gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 25.1)

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	0.10	0.96	0.61	196	2.46	0.67
Filtraat	0.79*	0.12	0.97	0.32	60*	0.3*	1.18*

* = PS-DW = zuiveringsstation Scheveningen drinkwater (PS-DW=monstercode)

25.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Calciumoxide
Leverancier	:	Schaefer
Productnaam	:	Precal 30S
Concentratie aangeleverd product	:	circa 95% CaO
Verbruik	:	3158 ton/jaar

DZH heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk omdat hierbij het natriumgehalte niet wordt verhoogd. De keuze voor calciumoxide (ongeblyste kalk)

is gemaakt vanwege de lagere exploitatie- en investeringskosten ten opzichte van kalkhydraat en natronloog.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	100	m ³
Verblijftijd in de silo	:	15	dagen
Hellingshoek van de silo	:	120	° (tophoek)
Type trilbodem	:		Brabender BAV

Aanmaak van de kalkmelk:

In Scheveningen wordt batchgewijs ongebluste kalk geblust met gedecarboniseerd reinwater. Iedere aanmaakinstallatie bestaat uit twee blusvaten en een 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	m ³ /h
Concentratie in blusvat	:	16 - 21	% (w/w)
Verblijftijd in blusvat	:	30 - 90	min
Concentratie in verdunvat	:	1,5 - 3,7	% (w/w)
Verblijftijd in verdunvat	:	> 75	min
Coating aanmaak-/doseervat	:		RVS

Dosering van de kalkmelk:

Kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een centrifugaalpomp via een ringleiding rondgepompt. Per reactor is er een doseerpomp (toerengeregelde centrifugaalpompen), die de kalkmelk uit de ringleiding onttrekken. De kalkmelk wordt per reactor via twee verdeelstukken over 2 keer 38 doseerkoppen verdeeld. Het debiet wordt gevarieerd bij een leidingsnelheid van 1,4 tot 2,1 m/sec. De concentratie van de kalkmelk wordt geregeld van 1,5 tot 3,7 % (w/w). De dosering varieert tussen 2,5 en 3,8 m³ kalkmelk per uur, afhankelijk van het onthardingstraject.

Diameter doseerleiding(en)	:	4	mm (inwendig)
Materiaal doseerleiding(en)	:		PE-slang

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

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

Decarbonisatie-installatie

Capaciteit gedecarboniseerd water	:	3 maal 20 m ³ /uur (1 reserve)
Type water voor decarbonisatie	:	reinwater
Concentratie zoutzuur	:	33% en 5%
Inhoud zoutzuurtank 33%	:	10 m ³
Inhoud zoutzuurtank 5%	:	10 m ³

Verbruik zoutzuur 33%	:	82 ton/jaar
Type doseerpomp	:	verdringerpomp
Sturing zuurdosering	:	pH geregeld
Zuurgraad invoer kolom	:	3 - 4
Zuurgraad uitvoer kolom	:	3 - 4
Diameter kolom	:	500 mm
Hoogte kolom	:	7100 mm
Vulling van de kolom	:	pakkingsmateriaal CF 12
Capaciteit ventilator	:	3600 m ³ /uur
Gelijk/tegenstroombeluchting	:	tegenstroom

25.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	volledig cilindrisch
Ontwerpcapaciteit reactor	:	900 m ³ /h (v_{\max} 100 m/h)
Aantal reactoren	:	8 stuks
Bodemconstructie	:	een door DZH voor kalkmelk ingerichte PWN-bodem (dezelfde dichtheid voor de waterdoppen)
Aantal water-invoerpunten	:	210 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	76 stuks (2 maal 38)
Uitvoering waterdop	:	gemodificeerde PWN-dop
Uitvoering kalkmelkdop	:	DZH-dop
Overstortgoot	:	concentrisch binnen de reactor
Vertanding overstortgoot	:	rechthoekig vertand
Totale hoogte reactor	:	9000 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	7250 mm (van bodem tot overstort)
Diameter bodem/cilindrisch deel	:	3.385 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.385 mm

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen na uitvoerig onderzoek met een proefinstallatie en na onderzoek op praktijkschaal.

25.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Scheveningen is in principe een onbemand zuiveringsstation. Er is circa 40 uren per week een monteur aanwezig ten behoeve van de onthardingsinstallatie. In de onthardingsinstallatie wordt een deelstroom onthard, de deelstroomverhouding is niet constant en varieert tussen de 70 en 100 %. Gemiddelde percentage van de bypass is 15%. De volumestroom door de reactoren is constant (oppervlaktebelasting 100 m³/m².h) en het onthardingstraject ΔTH varieert van 1,3 tot 0,7 mmol/l.

Procesbewaking

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

- Continue pH-meting effluent ontharding na opmenging met de bypassstroom. Voor de pH is een bovengrens van 9,3 en een ondergrens van 7,8 ingesteld.
- Continue troebelingsmeting effluent ontharding na opmenging met de bypassstroom. Voor de troebelheid is een bovengrens van 10 FTU ingesteld: alleen ter indicatie.
- Continue meting totale hardheid van het uitgaande drinkwater. De bovengrens voor de totale hardheid is 1,7 mmol/l en de ondergrens 1,5 mmol/l.

De meetapparatuur wordt handmatig gereinigd.

De tijdsduur voor korrelaftap en van het toevoegen van entmateriaal wordt routinematig gecontroleerd. Bovendien wordt de korrelbedhoogte (continuumeting) en op de gemiddelde diameter van de afgetapte korrels gecontroleerd (dagelijkse visuele controle en periodieke labmeting).

Momenteel worden één maal per 14 dagen de korrels van het fluïde bed over de hoogte bemonsterd. Van de monsters wordt de gemiddelde korreldiameter en de uniformiteitscoëfficiënt bepaald. Verwerking analyseresultaten en aansluitend aftapadvies door de afdeling AZT, waarop productie aftapbeleid aanpast.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud : 60 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 lekkages aan afsluiters en afvoerleidingen voor onthard water en korrels.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en) : 62 dagen per jaar (een van de reactoren).

De reactoren worden uit bedrijf genomen voor inspectie van de reactoren en van de reactorbodems en voor het verhelpen van de storingen. Iedere reactor wordt jaarlijks geïnspecteerd. De benodigde tijd voor inspectie en onderhoud aan de reactoren bedraagt circa 8 dagen per reactor. Bij deze inspectie vindt tevens onderhoud plaats aan het kalkmelkdoseersysteem (verdeelstukken, doseerslangen en doseerkoppen). Maatgevend voor het onderhoud is verstopping van de waterdoppen door zwevend vuil uit het open kanaal en verstopping door kalkafzetting op de bodem, waardoor het debiet van de reactor terugloopt. Naast het teruglopen van het debiet heeft afsluiting van een deel van de waterdoppen tot gevolg dat de stroming in de reactor verstoord wordt en hierdoor de opbouw van het pelletbed verstoord, waardoor het onthardingsproces minder goed verloopt.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. Tot dusverre zijn storingen opgetreden aan de korrelaftap van de reactoren. De productie wordt overgenomen door een van de andere reactoren. Ook wanneer er een hoogniveau in de reactor optreedt, gaat de reactor automatisch uit bedrijf.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	3.500 mm
Hoogte fluïde bed	:	5.000 mm
Korrels ter plaatse van de bodem		
d ₅₀	:	gem. 1,4 mm, streefwaarde 1,3 mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,4

Aftappen van korrels

Het aftappen van de korrels start op druk boven de bodem. De druk waarop het aftappen start is een handmatig ingegeven waarde. Deze waarde wordt regelmatig bijgesteld door productie, als de pellets te groot of te klein worden. Het aftappen gebeurt met voorfiltraat. De korrelconcentratie in het aftapwater is ongeveer 18 volume procent.

Frequentie korrelaftap	:	circa 2 keer per dag per reactor, drukgeregeld
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	totaal 20 - 25 ton per dag met max. van 30 ton per dag
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50 mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	staal/PE
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1-1,5 m/s
Type korrelpomp	:	centrifugaalpomp
Capaciteit	:	max. 14 m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinderklep/slangafsluiter

Korrelbunker

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

Toevoegen van entmateriaal

De toevoeging van het entmateriaal start op niveaumeting van het fluïde bed in de reactor. De richtwaarde van het fluïde bed is 5,00 m. Het entmateriaal wordt via een apart invoerpunt aan de reactor toegevoegd.

Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	180 kg per keer
Soort entmateriaal	:	rivierzand 0,4 - 0,6 mm
Verbruik entmateriaal	:	1.020 ton/jaar

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.

25.5 Informatie filtratie na ontharding

De filtratie na de ontharding bestaat uit 2 onderdelen. Allereerst een snelfiltratiestap over dubbellaagsfilters met een filtratiesnelheid van 3-5 m/h,

vervolgens een langzamezandfiltratiestap over enkellaags zandfilters met een filtratiesnelheid van ± 30 cm/h.

Snelfiltratie

Uitvoering snelfiltratiestap

Aantal filters	:	16	stuks
Type filter	:	dubbellaags	
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,4	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1,2 m)	:	zand d_{10} - d_{90} 0,8 - 1,2 mm	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,2 m)	:	puimsteen: hydrofilt d_{10} - d_{90} 2,5 - 3,5 mm	

Bedrijfsvoering snelfiltratiestap

De snelfilters 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 snelfilters is 1 week.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts is de looptijd.

Langzame zandfiltratie

Uitvoering langzame zandfiltratiestap

Aantal filters	:	12 stuks, totaal opp.= 23.347 m ²
Bedhoogte (excl. steunlaag)	:	80-120 cm
Filtermateriaal	:	gewassen rivierzand d_{10} - d_{90} = 0,3-1,4 mm

Bedrijfsvoering langzame zandfiltratiestap

Filtratiesnelheid ± 30 cm/h. Looptijd van een filter is 3-4 jaar.

Problemen bij filtratie veroorzaakt door onthardingsstap

Sinds de ingebruikname van de ontharding op zuiveringsstation Scheveningen en Katwijk is de looptijd van de langzame zandfilters korter geworden. De bovenste laag van de filters is veranderd in een harde, moeilijk doordringbare laag, bestaande uit zand met kalksteen. Bij het reinigen van de filters moet hierdoor een aanzienlijk grotere bovenlaag van het zand worden verwijderd dan voorheen. Ook dieper in het filterbed is kalkafzetting aangetoond. De kosten van reiniging van de langzame zandfilters nemen sterk toe. Daarnaast is het niet ondenkbaar dat de verkalking van de filters de biologie in de filters nadelig beïnvloedt.

De oorzaak van de verkalking moet worden gezocht in de combinatie van: de aanwezigheid van micro-kristallen calciumcarbonaat ('carry-over') die ontstaan in de korrelreactoren en niet volledig worden verwijderd door de snelfilters; de relatief hoge oververzadiging die het water nog heeft; de lange verblijftijd in de filters en het feit dat langzame zandfilters niet worden gespoeld.

Onderzoek naar oplossingen van het probleem is inmiddels uitgevoerd.

Uitkomst van het onderzoek:

- optimalisatie huidige procesvoering,
- aanzuring voor langzame zandfiltratie,
- evt. gevolgd door pH -correctie na de langzame zandfilters.

N.B.

DZH en GWA zijn de enige drinkwaterbedrijven die een langzame zandfiltratiestap na de ontharding hebben in hun proces en waar dit probleem dus kan voorkomen.

Bij GWA doet dit probleem zich echter niet voor omdat daar het water al wordt aangezuurd i.v.m. de voor de langzame zandfilters geschakelde koolfiltratie. Pas na de langzame zandfiltratiestap wordt pas weer een pH-correctie uitgevoerd.

25.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	310	k€/jaar
Kosten zoutzuur (decarbonisatie)	:	10	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	57	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	131	k€/jaar
Kosten korrelafvoer	:	nihil	€/jaar
Kosten onderhoud	:	624	k€/jaar ³
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	738	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

Civiel/bouwkundig	:	3.743	k€
Werktuigbouwkundig	:	5.114	k€
Electro/meet- en regel	:	2.544	k€
Overig	:	1.547	k€

Exploitatiekosten

Uitgaande van annuïteiten en een rente van 7,5 % bedragen de vaste lasten 2,1 €-cent per m³ bij een capaciteit van 60 Mm³/jaar. De variabele kosten zoals onderhoud, energie, chemicaliën, korrelafvoer en personeel wordt ingeschat op 2,3 tot 2,5 €-cent per m³.

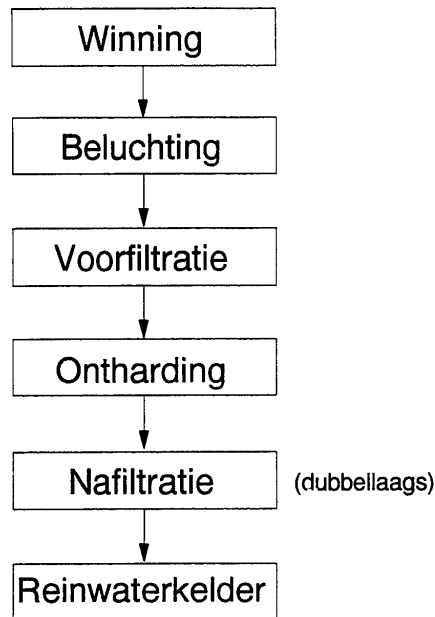
³ Onderhoud is zowel preventief als correctief

26 Baanhoek (Waterbedrijf Europoort)

26.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 26.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Baanhoek schematisch weer.



Figuur 26.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Baanhoek

WBE onthardt op zuiveringsstation 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 26.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 2000)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7.20	8.00	8.40	8.30
EGV	mS/m	63		34	34
CO ₂	mg/l	52			< 1
HCO ₃ ⁻	mg/l	447			206
CO ₃ ²⁻	mg/l	0			< 1
Chloride	mg/l	20			21
Sulfaat	mg/l	< 2			< 2
Natrium	mg/l	21			21
Calcium	mg/l	120			46
Magnesium	mg/l	10			10
Ammonium	mg/l	0.93			< 0.01
Methaan	µg/l	20000			
Ijzer	mg/l	2.1	0.10		0.005
Mangaan	µg/l	110	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 26.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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

26.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Calciumoxide
Leverancier	:	Duwa Kalk & Dolomiet
Productnaam	:	Lhocal EO 05 (laag CO ₂)
Concentratie aangeleverd product	:	93 - 95 % CaO

WBE heeft gekozen voor ontharding met kalkmelk in verband met de hardheid en het gehalte waterstofcarbonaat in het voorfiltraat. De keuze voor calciumoxide (ongebluste kalk) is gemaakt vanwege de goede resultaten met betrekking tot carry-over bij proefinstallatie-onderzoek.

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk : 1 stuks

Inhoud per silo	:	70	m ³
Verblijftijd in de silo	:	30	dagen
Hellingshoek van de silo	:	67	°
Type trilbodem	:	Brabender BAV 1502	

Aanmaak van de kalkmelk:

In Baanhoek wordt semi-ladingsgewijs ongebluste kalk met gedecarboniseerd reinwater in een aanmaakvat geblust. De ongebluste kalk wordt in de hoofdininstallatie 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 ⁴
Capaciteit per installatie	:	10	m ³ /h
Concentratie in aanmaakvat	:	16	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaakvat	:	20	min
Concentratie in doseervat	:	4	% (w/w)
Verblijftijd in doseervat	:	15	min

Dosering van de 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 120 g Ca(OH)₂/m³.

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Van het aangeleverde product wordt het gehalte CaO; het gehalte onoplosbare bestanddelen; de reactiviteit en de vloeibaarheid bepaald. Tevens worden steekproefsgewijs een aantal zware metalen bepaald.

Decarbonisatie-installatie

Capaciteit gedecarboniseerd water	:	2,85	m ³ /uur
Type water voor decarbonisatie	:	onthard reinwater (filtraat)	
Concentratie zoutzuur	:	30	%
Inhoud zoutzuurtank	:	2	m ³
Type doseerpomp	:	membraanpomp	
Sturing zuurdosering	:	zuurgraad uitvoer kolom	
Zuurgraad invoer kolom	:	8,3	
Zuurgraad uitvoer kolom	:	2 < x < 3,5	
Diameter kolom	:	400	mm
Hoogte kolom	:	2.500	mm

⁴ Een hoofdininstallatie (met gravimetrische doseerinrichting) en een noodinstallatie (met volumetrische doseerinrichting)

Vulling van de kolom	:	Pall-ringen
Capaciteit ventilator	:	285 m ³ /uur
Gelijk/tegenstroombeluchting	:	tegenstroom

De decarbonisatie-installatie is sinds begin 1994 in bedrijf.

26.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	285 m ³ /h (v_{\max} 100 m/h)
Aantal reactoren	:	3 stuks
Bodemconstructie	:	2 tangentiële invoer; 1 flappenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	1 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	binnen de reactor
Vertanding overstortgoot	:	schuinvertand
Totale hoogte reactor	:	10.000 mm
Hoogte invoerkamer	:	500 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.200 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	5.100 mm
Hoogte verwijding	:	1.400 mm
Hoogte overstortgoot	:	800 mm
Diameter bodem	:	800 mm
Diameter cilindrisch deel	:	1.900 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.200 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	25 °
Openingshoek verwijding	:	32 °

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

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

26.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Baanhoek is een bemand zuiveringsstation, 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 1,7 mmol/l. De volumestroom door de reactoren varieert tussen 70 en 100 m³/m².h.

Procesbewaking

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

- Continue EGV-meting effluent reactor. Voor het EGV is een gewenste waarde van 43 mS/m ingesteld met een bovengrens van 48 en een ondergrens van 38 mS/m.
- Continue troebelingsmeting effluent reactor. Voor de troebelheid is een bovengrens van 50 FTU ingesteld.

De meteropnemers worden routinematig handmatig gereinigd.

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

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.

Storingen aan de reactor(en)

Bij storingen gaat de reactor uit bedrijf. Het geschatte aantal storingen is 13 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 geen productie plaats.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	4.000	mm
Hoogte fluïde bed	:	6.000	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 aftappen van de korrels start na een vast ingestelde tijd en 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 korrelafvoerleidingen	:	RVS	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,4	m/s
Type korrelpomp	:	slurriepomp	
Capaciteit	:	10	m ³ /h
Type afsluiter	:	vlinderklep	

Korrelbunker

Inhoud	:	2 stuks 32 m ³
Hoogte aftappunt	:	> 4 m
Openingshoek conisch onderdeel	:	45 °

De korrelbunkers zijn binnen opgesteld en hebben geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval.

Toevoegen van entmateriaal

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

Frequentie toevoeging	:	5	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	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.

26.5 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 1,2 m)	:	antraciet	
d_{10}	:	1,38	mm
d_{90}	:	2,19	mm
UC (d_{60}/d_{10})	:	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 Fe (FeCl₃) als vlokmiddel gedoseerd. De looptijd van de filters is 40 uur.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilts is de looptijd. Het spoelprogramma is:

1. Verlaging bovenwaterstand
2. 4 min water 50 m/h
3. verlaging bovenwaterstand
4. 5 min lucht 65 m/h

5. 3 min ontluchten
6. 14 min water 55 m/h
7. 15 min afvoer eerste filtraat

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : incidenteel

Aandachtspunt bij het onderhoud is het schoonmaken van de toevoergoot.

26.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	49	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	8,2	k€/jaar
Kosten vlokmiddel	:	3,4	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	4,6	k€/jaar
Opbrengst korrelafvoer	:	3,6	k€/jaar
Kosten mensdagen onderhoud	:	6,8	k€/jaar
Kosten mensdagen storingen	:	1,4	k€/jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	11,4	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

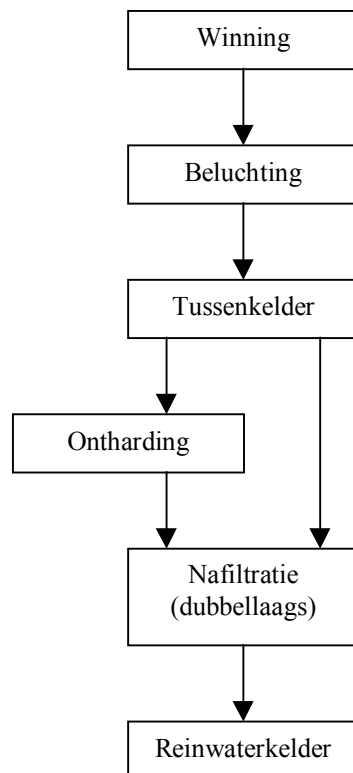
Onthardingsinstallatie	:	273	k€
Aanmaak/doseer/decarbonisatie-inst.	:	341	k€
Nafiltratiestap	:	205	k€

27 Seppe (Brabant Water)

27.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 27.1 is het blokschema van de zuivering van het zuiveringsstation Seppe weergegeven.



Figuur 27.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Seppe

Op zuiveringsstation Seppe wordt belucht ruwwater onthard. De plaats van de ontharding in de zuivering is gekozen vanwege de ervaring binnen het bedrijf/de bedrijfstak, de korrelvorming, de biologische activiteit, het besparen van een filtratiestap en de goede resultaten tijdens onderzoek binnen het bedrijf.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 27.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Mengwater	Rein water
Zuurgraad	-	7.3	7.8	9.1	8.3	8.1
EGV	mS/m	43.5	43.6	16.6	30.3	30.3
Troebelheid	FTE					< 0.10
CO ₂	mg/l	28	8.3	0	1.7	2.4
HCO ₃ ⁻	mg/l	325	319	80		203
CO ₃ ²⁻	mg/l			7.5	3.9	1.1
Chloride	mg/l	15				16.8
Sulfaat	mg/l	2.7		3.2		3.3
Natrium	mg/l	12				12
Calcium	mg/l	95		19.3	58	57
Magnesium	mg/l	6.3				6.4
Thh na filtr.	mmol/l		2.6	0.75	1.64	
Ammonium	mg/l	0.5			0.46	< 0.05
Ijzer	mg/l	4.4			3.1	< 0.03
Mangaan	µg/l	75			40	< 0.01
Aluminium	µg/l	< 5				< 5
Temperatuur	°C	12				12
Zwevende stof	mg/l			20.5	13.2	
Zuurstof	mg/l					10.3
Ionsterkte	mmol/l	9.0				6.1

Tabel 27.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 27.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mmol/l	-	mmol/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater	0.12	0.11	0.95	1.05	250	3.38	0.08
Filtraat	0.53	0.14	1.04	0.55	137	0.95	0.16

27.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkhydraat
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Edelwit
Concentratie aangeleverd product	:	> 97 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	3	stuks
Inhoud per silo	:	80	m ³
Verblijftijd in de silo	:	12-32	dagen (zomer-winter)

Hellingshoek van de silo	:	30 °
Type trilbodem	:	Brabender BAV (schudmotoren)

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	:	1 + 2 reserve
Capaciteit per installatie	:	37,5 m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	1 % (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat	:	15-60 min 4 - 1 reactor in bedrijf

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een centrifugaalpomp in een ring- of circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. Dosering 7,5 m³ 1% oplossing op 400 m³ water per reactor, dosering is 187 g Ca(OH)₂/m³

Diameter doseerleiding	:	40 mm doseerlans
Materiaal doseerleiding	:	RVS

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Elke levering (50x per jaar) wordt gecontroleerd op:

Calciumhydroxidehalte (> 95%), onoplosbare bestanddelen en zware metalen overeenkomstig richtlijnen Kiwa-ATA.

27.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor	:	400 m ³ /h
Aantal reactoren	:	4
Bodemconstructie	:	tangentieel
Aantal water-invoerpunten	:	1 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	13.450 mm
Hoogte invoerkamer	:	800 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.500 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.860 mm
Hoogte verwijding	:	4.240 mm
Diameter bodem	:	1.100 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.500 mm
Diameter uitstroomopening	:	3.560 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	25 °
Openingshoek verwijding	:	7 °

27.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Seppe is een zuiveringsstation waar gedurende circa 30 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In de installatie wordt een deelstroom onthard: 400 onthard/350 belucht. Er wordt geschakeld bij wisselende productie op basis van kelderstand, reactor bij/reactor af. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant.

Oppervlaktebelasting : 80 m³/m²/h (ter hoogte cilindrisch deel)
Onthardingstraject : 1.85 mmol/l

Procesbewaking

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

- pH- en EGV-meting in menggoot belucht ruw/onthard water reactor 1+4 en 2+3
- EGV-meting per reactor

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud/bedrijfsvoering : 16 uren per week

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Dagelijks controle en eventueel bijsturen.
- Wekelijks : hardheidsbepaling, grootte pellets.
- Zuren metingen en pompen 1x 2 maanden
- Zuren aanmaakvat en leidingen 1x 6 maanden,

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en) : 2 dagen per keer
Aantal malen uit bedrijf : 1 keer per 2 jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Wanddikte meting en kalkafzettingen verwijderen.

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding zijn:

- Kalkmelkconcentratie 2x per jaar
- Storing Brabender (brugvorming in kalkopslag) 2x per jaar
- Vastzitten pellets, weigeren afsluiters, aansturing kleppen, pH storingen 6x per jaar

Tijdsduur storingen : 1 uren per week
Schatting aantal storingen : 16 keer per jaar

Tweemaal per jaar staat door een storing het gehele proces stil, deze moet dan handmatig in bedrijf genomen worden. Binnen 2 uur is de installatie weer volledig operationeel.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	700	mm
Hoogte fluïde bed	:	1.100	mm
Korrels ter plaatse van de bodem			
d ₁₀	:	0,48	mm
d ₅₀	:	0,80	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,67	

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 volumeprocent.

Frequentie korrelaftap	:	6-7	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	4-5	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	dikwandig staal met coating	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,6	m/s
Type korrelpomp	:	Sulzer Delta FN 65-200-30	
Capaciteit	:	20	m ³ /h
Type afsluiter	:	kogel-/plugafsluiter	

Korrelbunker

Inhoud	:	60	m ³
Hoogte aftappunt	:	4	m

De korrelbunker is binnen opgesteld en heeft geen losvoorziening. Het lossen gebeurt onder vrij verval, de tankwagen staat onder de bunker.

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 entmateriaal	:	6-7	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	450	kg per keer
Soort entmateriaal	:	zilverzand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0.16	mm
d ₉₀	:	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.

27.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	22	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter (l.b)	:	7,2*3,6	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,80	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m)	:	zand	0,5-0,8
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1,0 m)	:	antraciet	1,0-1,6

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 (gemiddeld 4,5 m/h). De looptijd van de filters is 48 tot 72 uur.

Spoelen van de filters

Het spoelcriterium nafilts is de herleidde bedweerstand van 110 cmWk en door bewaking op troebelheid.

Het spoelprogramma van het nafilts is:

1. 6,5 min water 650 m³/h
2. 5 min lucht 850 m³/h
3. 6,5 min water 650 m³/h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 0 uur per week

De aandachtspunten bij het onderhoud van de filters zijn:

- (bodem)weerstandmetingen,
- luchtventielen filterkleppen

27.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

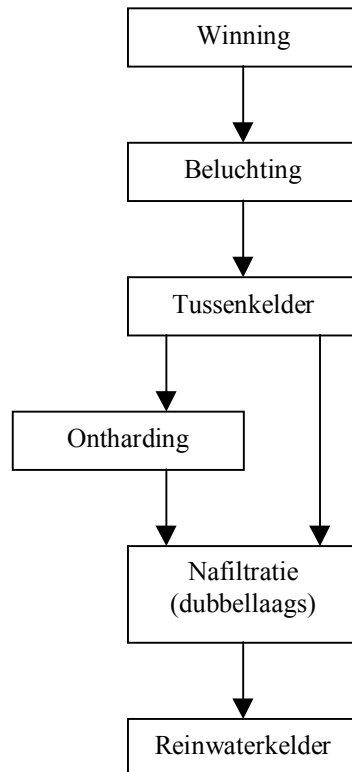
Kosten onthardingschemicalie : 135 k€/jaar

28 Wouw (Brabant Water)

28.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 28.1 is het blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Altena weergegeven.



Figuur 28.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Altena

Brabant Water onthardt op zuiveringsstation Altena belucht ruwwater. De plaats van de ontharding is gekozen vanwege de ervaring binnen het bedrijf/ de bedrijfstak, de korrelvorming, de biologische activiteit, het besparen van een filtratiestap en de goede resultaten tijdens onderzoek binnen het bedrijf.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 28.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruw- water	Influent Reactor	Effluent Reactor	Meng- water	Rein water
Zuurgraad		7.2	7.8	8.9	8.3	8.1
EGV	mS/m	52.2	51.6	21	31.7	31.7
Troebelheid	FTE					< 0.10
CO ₂	mg/l	42	10.3	0	1.7	2.3
HCO ₃ ⁻	mg/l	401	388	88	199	211
CO ₃ ²⁻	mg/l			5.1	3.7	
Chloride	mg/l	19				18
Sulfaat	mg/l	< 5		< 5	< 5	< 5
Natrium	mg/l	16				18
Calcium	mg/l	114				53
Magnesium	mg/l	6.4				6.3
Thh na filtr.	mmol/l			0.86	1.58	
Ammonium	mg/l	0.7			0.4	< 0.05
Ijzer	mg/l	5.3		3.4	3.8	< 0.03
Mangaan	µg/l	70		20	30	< 0.01
Aluminium	µg/l	< 5				< 5
Temperatuur	°C	12				12
Zwevende stof	mg/l			37	26	
Zuurstof	mg/l		10			

Tabel 28.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden) Berekend met Aquacalc

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	0.19	0.99	1.39	267	4.4	0.08
Filtraat	0.55	0.14	1.04	0.55	131	0.92	0.15

28.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkhydraat
Leverancier	:	Carmeuse
Productnaam	:	Edelwit
Concentratie aangeleverd product	:	> 97 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	65	m ³
Verblijftijd in de silo	:	24	dagen
Hellingshoek van de silo	:	30	°

Type trilbodem : Brabender BAV (schudmotoren)

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
Capaciteit per installatie : 20 m³/h (2*4 m³/h)
Concentratie in aanmaak-/doseervat : 1 % (w/w)
Verblijftijd in aanmaak-/doseervat : 30-60 min 2 - 1 reactor in bedrijf

De kalkmelk wordt vanuit het doseervat met een centrifugaalpomp in een ring- of circulatieleiding gepompt. De dosering naar de reactoren wordt geregeld met regelafsluiters. Dosering 4 m³ 1% oplossing op 200 m³ water per reactor, dosering is 195 g Ca(OH)₂/m³

Diameter doseerleiding : 40 mm doseerlans
Materiaal doseerleiding : RVS

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Elke levering (25x per jaar) wordt gecontroleerd op:

Calciumhydroxidehalte (> 95%), onoplosbare bestanddelen en zware metalen overeenkomstig richtlijnen Kiwa-ATA.

28.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor : cilindrisch met conisch ondergedeelte en tangentele invoer
Ontwerpcapaciteit reactor : 200 m³/h
Aantal reactoren : 3 (2 +1 reserve)
Bodemconstructie : tangenteel
Aantal water-invoerpunten : 1
Aantal kalkmelk-invoerpunten : 1
Overstortgoot : buiten
Vertanding overstortgoot : onvertand
Totale hoogte reactor : 9.750 mm
Hoogte invoerkamer : 1.000 mm
Hoogte conisch onderstuk : 1.500 mm
Hoogte cilindrisch deel : 4.000 mm
Hoogte verwijding : 2.600 mm
Hoogte overstortgoot : 650 mm
Diameter bodem : 1.100 mm
Diameter cilindrische deel : 2.100 mm
Diameter uitstroomopening : 2.600 mm
Openingshoek conisch onderstuk : 18.5 °
Openingshoek verwijding : 7.6 °

28.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Altena is een zuiveringsstation waar gedurende circa 30 uren per week een bedrijfsvoerder aanwezig is. De onthardingsinstallatie draait in principe onbemand. In de installatie wordt deelstroom onthard: 200 onthard/100 belucht. Er wordt geschakeld bij wisselende productie op basis van kelderstand, reactor bij/reactor af. Zowel de volumestroom door de reactoren als het onthardingstraject zijn constant.

Oppervlaktebelasting	:	58	m ³ /m ² /h
			(ter hoogte cilindrisch deel)
Onthardingstraject	:	2.25	mmol/l

Procesbewaking

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

- pH- en EGVmeting in menggoot belucht ruw/onthard water
- EGV-meting per reactor.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud/bedrijfsvoering	:	12	uren per week
---	---	----	---------------

De aandachtspunten waaraan tijdens het onderhoud aandacht wordt besteedt zijn:

- Dagelijks controle en eventueel bijsturen.
- Wekelijks : hardheidsbepaling, grootte pellets, calibratie pH-meting.
- Zuren metingen en pompen 1x 2 maanden
- Zuren aanmaakvat en leidingen 1x 6 maanden,

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor(en)	:	16	uren per keer
Aantal malen uit bedrijf	:	1	keer per 2 jaar

De aandachtspunten waaraan tijdens het uit bedrijf nemen aandacht wordt besteedt zijn:

- Wanddikte meting en kalkafzettingen verwijderen.

Storingen aan de reactor(en)

De storingen die zijn opgetreden bij het bedrijven van de ontharding zijn:

- Kalkmelkconcentratie 2x per jaar
- Storing Brabender (brugvorming in kalkopslag) 2x per jaar
- Vastzitten pellets, weigeren afsluiters, aansturing kleppen, pH storingen 6x per jaar

Tijdsduur storingen	:	1	uren per week
Schatting aantal storingen	:	16	keer per jaar

Tweemaal per jaar staat door een storing het gehele proces stil, deze moet dan handmatig in bedrijf genomen worden. Binnen 2 uur is de installatie weer volledig operationeel.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	5.000	mm
Hoogte fluïde bed	:	7.500	mm
Korrels ter plaatse van de bodem			
d ₁₀	:	0,48	mm
d ₅₀	:	0,80	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,67	

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 volumeprocent.

Frequentie korrelaftap	:	2-3	keer per week
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	8	ton per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	50	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	dikwandig staal met coating	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	1,6	m/s
Type korrelpomp	:	Sulzer Delta FN 65-200-30	
Capaciteit	:	20	m ³ /h
Type afsluiter	:	kogel-/plugafsluiter	

Korrelbunker

Inhoud	:	38 m ³ / 65 ton
Hoogte aftappunt	:	4 m

De korrelbunker staat binnen opgesteld en is voorzien van transportschroef als losvoorziening. De tankwagen staat onder de bunker.

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 entmateriaal	:	2-3	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	200	kg per keer
Soort entmateriaal	:	zilverzand	
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0.16	mm
d ₉₀	:	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.

28.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	5	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter (l.b)	:	7,5*3,6	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,50	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 0,8 m)	:	zand	0,5-0,8
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 0,7 m)	:	antraciet	1,0-1,6

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

Het spoelcriterium nafilts is de herleidde bedweerstand van 50 cmWk en door bewaking op troebelheid.

Het spoelprogramma van het nafilts is:

1. 6 min water 17 m/h
2. 4 min lucht 60 m/h
3. 5,5 min water 17 m/h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 0 uur per week

De aandachtspunten bij het onderhoud van de filters zijn:

- (bodem)weerstandmetingen,
- luchtventielen filterkleppen

28.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

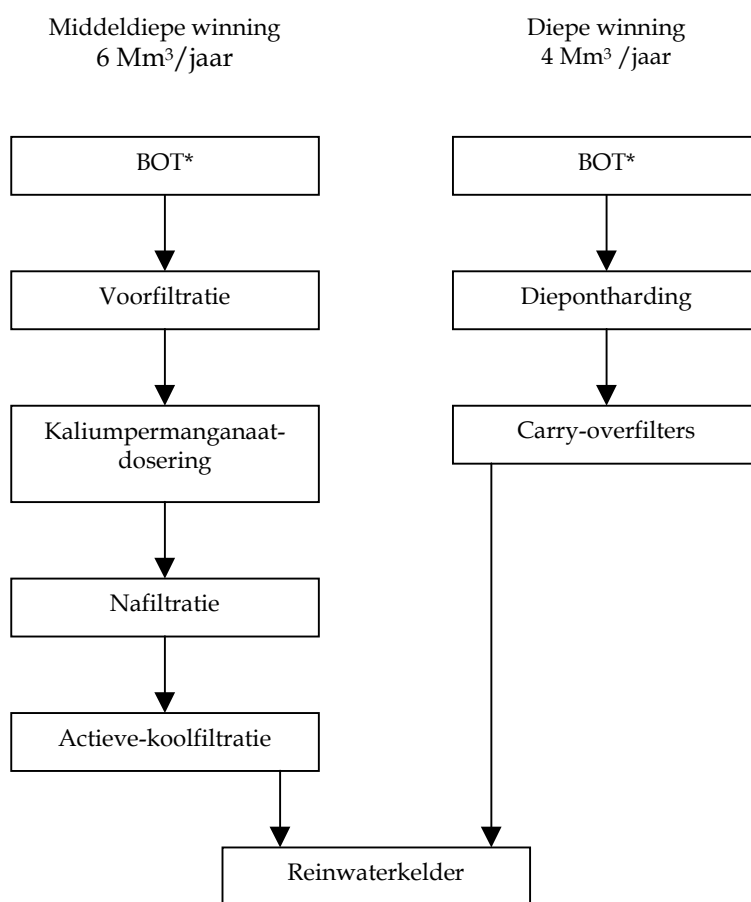
Kosten onthardingschemicalie : 68 k€/jaar

29 Nuland (Brabant Water)

29.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 29.1 is de opbouw van de toekomstige zuivering van Nuland weergegeven. De zuivering wordt medio 2004 operationeel.



Figuur 29.1: Blokschema van de toekomstige zuivering van zuiveringsstation Nuland; BOT = beluchtings- en ontgassingstoren

Brabant Water gaat op zuiveringsstation Nuland een deelstroom ontharden (40 %). De plaats van de ontharding in de zuivering is gekozen op basis van de ruwwatersamenstelling en ervaring binnen het bedrijf.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

De watersamenstelling is nog onbekend.

29.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Concentratie aangeleverd product	:	30 % Ca(OH) ₂

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	3 stuks
Inhoud per silo	:	30 m ³

De kalkmelk wordt continu aangemaakt met gedecarboniseerd water

Aantal installaties	:	2
Capaciteit per installatie	:	0,2-1,8 m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	2 % (w/w)

De kalkmelk wordt rechtstreeks met een centrifugaalpomp naar de desbetreffende reactor gepompt.

Diameter doseerleiding	:	10 mm
Materiaal doseerleiding	:	RVS

29.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte en tangentiële invoer
Ontwerpcapaciteit reactor	:	200 m ³ /h
Aantal reactoren	:	4
Bodemconstructie	:	tangentieel
Aantal water-invoerpunten	:	1 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1 stuks
Overstortgoot	:	buiten
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	9.500 mm
Hoogte invoerkamer	:	800 mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.500 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	4.400 mm
Hoogte verwijding	:	2.400 mm
Hoogte overstortgoot	:	400 mm
Diameter bodem	:	1.100 mm
Diameter cilindrische deel	:	1.560 mm
Diameter uitstroomopening	:	2.470 mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	9 °
Openingshoek verwijding	:	25 °

29.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het water wordt in deelstroom onthard. Er wordt geproduceerd met constante snelheid.

Oppervlaktebelasting	:	104	m ³ /m ² /h (ter hoogte cilindrisch deel)
Onthardingstraject	:	2	mmol/l

Procesbewaking

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

- online EGV
- pH metingen

29.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	4	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter	:	26	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	Zand 0,71 – 1,25 mm	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1 m)	:	Antraciet 1,4 – 2,5 mm	

Bedrijfsvoering filtratiestap

Via standpijp en een bovenwaterstandsregeling

Spoelen van de filters

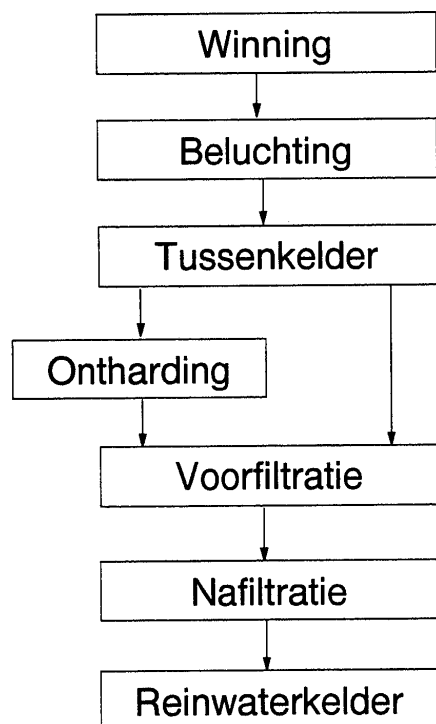
Spoelcriterium nafilts	:	Looptijd/troebelheid
------------------------	---	----------------------

30 Halsteren (DELTA)

30.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

Figuur 30.1 geeft het zuiveringsproces van zuiveringsstation Halsteren schematisch weer.



Figuur 30.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation Halsteren

DELTA onthardt op zuiveringsstation 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.

Momenteel (2002) wordt een zwavelzuurdosering geïnstalleerd om de pH van het mengwater (dus voor de voorfilters) te verlagen. Het doel is de SI van het uitgaande water te verlagen naar maximaal +0,3 om daarmee ook de kalkafzettingpotentie te verlagen.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 30.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden 1992)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Mengwater	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 30.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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

30.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	Kalkhydraat
Leverancier	:	Rheinische Kalksteinwerke Wülfrath
Productnaam 1	:	Weißfeinkalk Type A (Rapidquell)
Productnaam 2	:	Weisskalk hydrat Ultraleicht.
Concentratie aangeleverd product	:	96 % CaO

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Opslag van poederkalk

Aantal silo's voor de kalk	:	1 stuks
Inhoud per silo	:	90 m ³
Verblijftijd in de silo	:	1 maand
Uitdraagr richting silo	:	ronddraaiende spiraal

Aanmaak van de 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.

De kalkmelk gaat op een niveaucommando van het aanmaakvat naar het doseervat.

Aantal installaties	:	1	stuks
Capaciteit per installatie	:	7	m ³ /h
Concentratie in aanmaakvat	:	0,8	% (w/w)
Verblijftijd in aanmaakvat	:	> 17	min
Concentratie in doseervat	:	0,8	% (w/w)
Verblijftijd in doseervat	:	1,4	uur
Coating aanmaak-/doseervat	:		Sigmaguard EHB37

Dosering van de kalkmelk: (met aanpassing sinds in gebruikname na 1995)

Kalkmelk wordt gedoseerd met een toerengeregelde chemie centrifugaalpompe. De oorspronkelijke pompe (toerengeregelde monopompe) was niet meer op gang te brengen na stilstand veroorzaakt door bezinking van kalkmelk in de pompe. Er is een doseerpompe per reactor. De dosering bedraagt 106 g Ca(OH)₂/m³.

Diameter doseerleiding	:	50	mm
Materiaal doseerleiding	:	RVS	

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Jaarlijks wordt op het laboratorium het gehalte zware metalen in de poederkalk bepaald. Ter plaatse wordt bij de levering het Ca(OH)₂-gehalte gemeten. Wekelijks wordt van de kalkmelk het calciumgehalte gemeten.

30.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	cilindrisch met conisch ondergedeelte en tangentele invoer	
Ontwerpcapaciteit reactor	:	310	m ³ /h (v _{max} 100 m/h)
Aantal reactoren	:	1	stuks
Bodemconstructie	:	tangentele invoer	
Aantal water-invoerpunten	:	1	stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	1	stuks (doseerlans)
Overstortgoot	:	buiten de reactor	
Vertanding overstortgoot	:	onvertand	
Totale hoogte reactor	:	12.400	mm
Hoogte invoerkamer	:	600	mm
Hoogte conisch onderstuk	:	1.800	mm
Hoogte cilindrisch deel	:	6.150	mm
Hoogte verwijding	:	3.200	mm
Hoogte overstortgoot	:	650	mm
Diameter bodem	:	1.000	mm

Diameter cilindrische deel	:	1.988	mm
Diameter uitstroomopening	:	2.988	mm
Openingshoek conisch onderstuk	:	16	°
Openingshoek verwijding	:	7	°

Keuzes bij ontwerp van de onthardingsreactor:

Het type reactor, de bodemconstructie en de bouwhoogte zijn gekozen op basis van ervaring binnen de bedrijfstak, bedrijfsvoerings- en onderhoudsaspecten en vanwege de kwaliteit van het reactoreffluent. Binnen het bedrijf was geen ervaring met korrelreactoren, de orientatie heeft bij WNWB plaatsgevonden.

Aanpassingen sinds in gebruikname (na 1995)

Bij de tangentele invoer is de oorspronkelijke staalplaat van 6 mm vervangen door een 20 mm staalplaat omdat het staal gemiddeld 1 mm per jaar afneemt. Tevens zijn voor alle regelkleppen, ook de open/dicht kleppen, aangesloten aan de reactor, handbediende kogelkranen gemonteerd zodat er onderhoud aan de regelkleppen kan plaatsvinden zonder de reactor af te moeten zetten en af te tappen.

30.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Het zuiveringsstation Halsteren is een onbemand zuiveringsstation, waar circa 4 uur 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/m².h, en het onthardingstraject ΔTH van 1,1 tot 2,0 mmol/l.

Procesbewaking

De werking van de onthardingsinstallatie 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 pH-meteropnemers wordt gereinigd met (verdund) zoutzuur. De EGV-electroden worden eens per week schoongemaakt.

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 met een maximum van 1 maal per 24 uur.

Onderhoud aan de installatie

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

Aanpassingen sinds in gebruikname (na 1995)

Er is een rondpompsysteem gemaakt om met "Herli-Rapid" de kalkmelkleidingen, de kalkmelkpomp en het buffervat te kunnen reinigen. Voor het rondpompen wordt de kalkmelkpomp gebruikt.

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen 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 per keer

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 van de zuivering wordt niet gewijzigd, al het water stroomt door de reactor.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed : 4.000 - 4.500 mm

Hoogte fluïde bed : 9.000 mm

Korrels ter plaatse van de bodem

d₉₀ : 2,0 mm

d₅₀ : 1,0 mm

UC (d₆₀/d₁₀) : 1,7

Aftappen van korrels

Het startcriterium voor korrelaftap is een drukverschil over het korrelbed. Het aftappen van de korrels gebeurt met aftapwater, maximaal 1 maal per 24 uur en gedurende een vaste tijd. 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 korrelafvoerleidingen : staal met coating

Snelheid in de afvoerleidingen : 0,5 m/s

Type korrelpomp : Sulzer Delta FN 50-160-30

Capaciteit : 12 m³/h

Type afsluiter : plugafsluiter

Korrelbunker

Inhoud : 17 m³

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 entmateriaal	:	3 – 7	keer per week
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	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.

30.5 Informatie filtratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal voorfilters	:	5	stuks
Type filter	:	dubbellaags	
Afmetingen per filter (l.b)	:	4,5 : 4,5	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2,0	m
Filtermateriaal 1 (laagdikte 0,8 m)	:	zand	
d ₁₀	:	0,8	mm
d ₉₀	:	1,2	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,25	
Filtermateriaal 2 (laagdikte 0,9 m)	:	antraciet	
d ₁₀	:	1,4	mm
d ₉₀	:	2,5	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,38	
Aantal nafilts	:	4	stuks
Type filter	:	enkellaags	
Afmetingen per filter (l.b)	:	4,5 : 4,5	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	1,4	m
Filtermateriaal	:	zand	
d ₁₀	:	0,6	mm
d ₉₀	:	0,85	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,21	

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 kleiner of gelijk aan zes dagen.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium voorfilters : combinatie looptijd en filterweerstand

Spoelprogramma voorfilters :

1. 4 min water 900 m³/h
2. 7 min lucht 1200 Nm³/h
3. 0,5 min water 1200 m³/h
4. 5,5 min water 900 m³/h

Spoelcriterium nafilters : combinatie looptijd en filterweerstand

Spoelprogramma nafilters :

1. 5 min lucht 600 Nm³/h
2. 4 min water 600 m³/h

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : nihil

30.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen (1995)

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie	:	25	k€/jaar
Kosten entmateriaal	:	0,3	k€/jaar
Kosten natronloog	:	< 0,45	k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten	:	onbekend	
Kosten korrelafvoer	:	6,4	k€/jaar
Kosten mensdagen onderhoud	:	3,6	k€/jaar
Kosten mensdagen storingen	:	4,6	k€/jaar
Kosten mensdagen bedrijfsvoering	:	11,4	k€/jaar

Investerings (uit overzicht 1995)

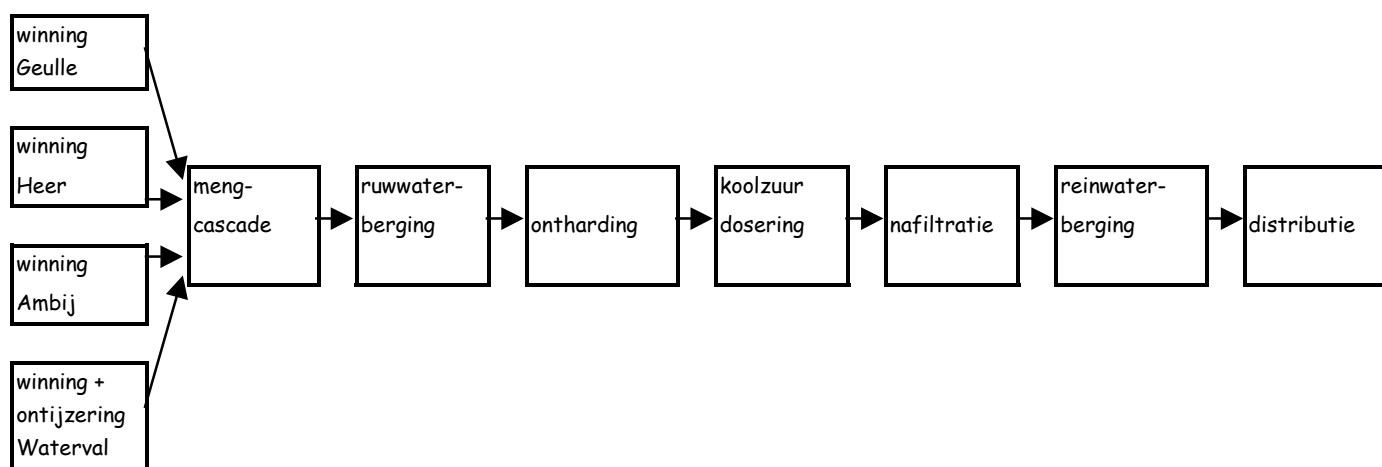
Onthardingsinstallatie	:	227	k€
Aanmaak- en doseerinstallaties, silo's	:	143	k€
Nafiltratiestap (voorfilters)	:	682	k€
Nafiltratiestap (nafilters)	:	170	k€

31 IJzeren Kuilen (Waterleiding Maatschappij Limburg)

31.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 31.1 is de opbouw van de zuivering van IJzeren Kuilen weergegeven.



Figuur 31.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation IJzeren Kuilen

WML onthardt in de OPB IJzeren Kuilen water van vier winstations na menging. Voordat ontharding werd gerealiseerd (in 2001) werd het water gedistribueerd vanuit het betreffende winstation.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 31.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode week 10, 2002)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Influent Reactor	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,35	7,35	8,35	7,95
EGV	mS/m	74	74	45	46,5
Troebelheid	FTE	0,08	0,08	10,7	0,05
CO ₂	mg/l	25	25		2,5
HCO ₃ ⁻	mg/l	340	340	120	125
CO ₃ ²⁻	mg/l			<5	
Chloride	mg/l	25	25	28	28
Sulfaat	mg/l	50	50	48	48
Natrium	mg/l	9,5	9,5	9,5	9,5
Calcium	mg/l	130	130	61	54
Magnesium	mg/l	14	14	14	14
Ammonium	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ijzer	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mangaan	µg/l	<10	<10	<10	<10
Aluminium	µg/l	<5	<5	<5	<5
Temperatuur	°C	12	12	12	12
Zwevende stof	mg/l			12	
PACC	mg/l	40			5
Zuurstof	mg/l				10,8

Tabel 31.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (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	0,3	0,3	1,09	1,31	243	4,4	0,28
Filtraat	0,14	0,02	0,74	0,26	158	1,41	0,85

31.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	kalkmelk
Leverancier	:	Schaefer Kalk
Productnaam	:	Calciumoxide Type Precal 30S
Concentratie aangeleverd product	:	100 %

Opslag, aanmaak en dosering van kalkmelk

Aantal silo's voor de kalk	:	2	stuks
Inhoud per silo	:	103	m ³
Verblijfstijd in de silo	:	21	dagen
Hellingshoek van de silo	:	60	°

Type trilbodem : TB Heck BV type FV.CAO-1800/2

Kalkaanmaak op OPB IJzeren Kuilen is een continu proces.

Afhankelijk van de ingestelde capaciteit van de kalkinstallatie, wordt er een bepaalde gewenste hoeveelheid calciumoxide vanuit de voorraadhopper via een doseerschroef aan het blusvat toegevoegd. Op grond van de gewichtsafname van de voorraadhopper per tijdseenheid, wordt continu de gedoseerde hoeveelheid calciumoxide berekend. Afhankelijk van de ingestelde concentratie in het blusvat (normaal 18,5%) wordt in relatie tot de toegevoegde hoeveelheid calciumoxide een bepaalde hoeveelheid gedecarboniseerd water aan het blusvat toegevoegd.

Het blusvat is door middel van een overstroombuis verbonden met het verdunvat. In het blusvat is deze verbonden met een stijgbuis. De 18,5%-tige kalkmelk stroomt vanaf de bodem van het blusvat via de stijgbuis en overstroombuis naar het verdunvat. Afhankelijk van de ingestelde concentratie (normaal 2%) en de gedoseerde hoeveelheid calciumoxide in het blusvat, wordt in het verdunvat nog een bepaalde hoeveelheid gedecarboniseerd water toegevoegd. Vanuit het verdunvat wordt de kalkmelk via een centrifugaalpomp en ringleiding onder een druk van ongeveer 3 bar aan de reactoren aangeboden

Iedere reactor onttrekt zijn deel via een regelklep en een flowmeter uit de ringleiding. Indien het kalkmelkniveau in het verdunvat een bepaalde grenswaarde overschrijdt, wordt de kalkmelkaanmaak gestopt. Indien het kalkmelkniveau een bepaalde grenswaarde onderschrijdt, wordt de kalkmelk aanmaak weer gestart.

Aantal installaties	:	2	
Capaciteit per installatie	:	35	m ³ /h
Concentratie in aanmaak-/doseervat	:	2	% (w/w)
Verblijfstijd in aanmaak-/doseervat	:	72	min

Iedere reactor onttrekt zijn deel via een regelklep en een flowmeter uit de kalkmelkringleiding. De hoeveelheid, is afhankelijk van de ruwwaterflow door de reactor en de ingestelde gewenste hoeveelheid toegevoegde kalkmelk (in g/m³). Deze kan op het beeldscherm bedieningssysteem vrij worden ingesteld, afhankelijk van de gewenste eindhardheid. Via een door WML ontwikkeld doseerkruis, op basis van het door WMO ontwikkelde doseerkruis, wordt op 25 punten, ongeveer 15 cm boven de bodem, de kalkmelk gedoseerd. Het doseerkruis wordt middels een handlier van bovenaf in de reactor aangebracht.

Diameter doseerleiding	:	40	mm, inwendig
Materiaal doseerleiding	:	10 m HDPE en 10 m slang	

Kwaliteits- en/of ingangscontrole chemicalie

Er wordt 2 wekelijks een kalkmelkmonster onderzocht bij het laboratorium op concentratie calciumoxide.

31.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor	:	Volledig cilindrisch
Ontwerpcapaciteit reactor	:	340 - 570 m ³ /h

Aantal reactoren	:	4
Bodemconstructie	:	doppenbodem
Aantal water-invoerpunten	:	138 stuks
Aantal kalkmelk-invoerpunten	:	25, ø5 mm inwendig
Overstortgoot	:	inwendig
Vertanding overstortgoot	:	onvertand
Totale hoogte reactor	:	9.330 mm
Hoogte invoerkamer	:	475 mm
Hoogte cilindrisch deel	:	9.050 mm
Hoogte overstortgoot	:	8.900 mm
Diameter bodem	:	2.700 mm
Diameter cilindrische deel	:	2.700 mm
Diameter uitstroomopening	:	400 mm

31.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

Er wordt in hoofdstroom onthard. Indien de watervraag toeneemt zal de in bedrijf zijnde reactor optoeren naar maximaal 570 m³/h (=100 m/h). Vervolgens zal de reactor op het 2^e straatcommando worden bijgeschakeld op 570 m³/h. Vervolgens worden reactor 3 en 4 identiek bijgeschakeld. Indien de watervraag afneemt, zullen alle in bedrijf zijnde reactoren terugtoeren naar minimaal 340 m³/h (=59,5 m/h). De reactoren zullen, indien de watervraag blijft dalen, achtereenvolgend afschakelen. Momenteel vinden er echter geen reactorschakelingen meer plaats doordat OPIR in bedrijf is gesteld. OPIR (Optimale Productie door Intelligent Regelen) is een programma dat aan de hand van het verbruik van de afgelopen 2 dagen, het verbruik voor de komende 24 uren voorspelt. Door nu binnen OPIR de maximaal en minimaal gewenste drinkwaterkelderniveaus aan te geven, berekend OPIR de productie van de reactoren die gedurende 24 uren gerealiseerd moet worden. In de praktijk komt het er op neer dat tegenwoordig 24 uur 3 reactoren in bedrijf zijn gesteld, variërend met een capaciteit tussen 400 en 550 m³/h. De maximale capaciteit van de reactorpompen bedraagt 650 m³/h. Om iedere reactor is een bypass voorzien van watermeter en regelklep gerealiseerd. Zodoende is het mogelijk om een gedeelte ruwwater (max. 200 m³/h per reactor) te by-passen. Wanneer de bypass actief is, wordt het ruwwater dat door de reactor stroomt dieper onthard, waardoor de eindhardheid van het reine water nagenoeg niet veranderd.

Oppervlaktebelasting	:	59,5-100 m ³ /m ² /h (ter hoogte cil. deel)
Onthardingstraject	:	2 mmol/l

Procesbewaking

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

- pH-, spiegelbed-, bodem drukverschil- en korrelbed drukverschil meting.

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud	:	nog niet bekend
Aantal malen onderhoud	:	nog niet bekend

- schoonmaken, ijken pH metingen (9 stuks) : 1 keer per 2 weken
- schoonmaken troebelheids metingen : 1 keer per 2 weken
- reinigen kalkinstallatie : dagelijks
- terugspoelen drain pelletbunkers : 2 keer per week

Uit bedrijf nemen van de reactor(en)

Tijdsduur uit bedrijf nemen reactor	:	64 uren per week
Aantal malen uit bedrijf	:	1 keer per jaar (geschat)

Indien er te veel kalkmelkdoseerpunten van het doseerkruis verstopt zijn, wordt het kruis uit de reactor gehesen en het reserve doseerkruis gemonteerd. Voor deze actie moet de reactor ongeveer 2 uur uit bedrijf worden genomen. Hoe vaak dit per jaar moet gebeuren is momenteel nog moeilijk in te schatten. Verder zal er waarschijnlijk 1 keer per jaar groot onderhoud aan de reactor worden uitgevoerd. Afhankelijk van opgedane ervaring wordt deze frequentie bijgesteld.

Tijdens groot onderhoud verdienen de volgende punten aandacht:

- Erosie en kalkaangroei aan waterdoppen
- Beschadigingen aan lynatex en coating.
- Algehele kalkafzetting op wand en pelletafvoerleidingen

Storingen aan de reactor(en)

- Storing aan diverse pelletaftap afsluiters die hun eindcontact tijdens dichtstand niet bereikten.
- Scheurtjes in mediummembranen van pelletaftapafsluiters.
- Beschadigde bekleding van huis pelletaftapafsluiters. Het probleem is opgelost door softwarematig de pelletaftapprocedure te wijzigen.
- Veel verstopping aan kalkmelkdoppen (ontwerp B&S) waardoor het gewenste doseerdebiet niet wordt gehaald. Het probleem is opgelost door toepassen van WML-doseerkruis en plaatsen van filters (poriëngrootte 1mm) in persleiding van beide kalkmelkinstallaties.

Momenteel zijn er geen storingen meer aan de reactoren.

Overige storingen

- Doorslijten van vulleidingen zandsilo's. De PE bochten zijn vervangen door RVS slijtbochten.
- Ultrasoon meting op zandsilo's geven vaak storing. Dit probleem is in behandeling bij de leverancier.
- Kalkinstallaties gaven vaak storing (meestal door fouten in software). De meeste fouten zijn opgelost. Er is nog een aanbidding gedaan voor het periodiek automatisch reinigen van het blus- en verdunvat met behulp van een sproeikop. Er vindt namelijk veel kalkafzetting plaats op de wanden van het blus- en verdunvat.
- Veel lekkages aan HDPE T-stukken van pelletafvoerleidingen. (door trilling tijdens korrelafvoer ontstaat kerfwerking). De lasmethode van de T-stukken is bij de aannemer ter discussie gesteld.

- De losafsluiters (Econosto) onder aan de pelletbunkers lekken veel water. Op advies van Econosto werd een ander type gemonteerd. Deze voldoen echter ook niet. Het probleem is momenteel in behandeling bij Econosto.

Tijdsduur storingsen	:	4	uren per week
Schatting aantal storingsen	:	52	keer per jaar

Als de pelletaftap van een reactor in storting is wordt de reactor, indien de drukval over het pelletbed een bepaalde grenswaarde overschrijdt, uitgeschakeld. Een andere reactor zal bij dalend nivo van de drinkwaterkelder, automatisch worden bijgeschakeld. Daalt het drinkwaterkelderniveau door een reactorstoring tot 35% dan wordt er automatisch hard water gesuppleerd.

Indien de kalkmelkinstallatie een storting geeft, vindt automatische overname door de stand-by installatie plaats.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed	:	2.100	mm
Hoogte fluïde bed	:	6.000	mm bij 100 m/h
Korrels ter plaatse van de bodem			
d ₁₀	:	0,696	mm
d ₅₀	:	0,957	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,46	

Aftappen van korrels

Het criterium voor korrelaftap is het gemeten drukverschil over het korrelbed.

Indien dit verschil de ingestelde waarde (20 kPa) overschrijdt wordt de korrelaftap geactiveerd.

Eerst worden alle vier de korrelaftapafsluiters gedurende 15 seconden beurtelings teruggespoeld met bedrijfswater. Vervolgens wordt de korrelaftappomp gestart en gaat 1 korrelaftapafsluiter open. De korrels stromen uit de reactor en gaan samen met bedrijfswater via de pomp naar de pelletbunker. Indien het drukverschil over het korrelbed de uitschakelwaarde (19,6 Kpa) heeft bereikt, stopt de korrelaftappomp. De korrelaftapafsluiter wordt gedurende 15 seconden teruggespoeld met bedrijfswater. De korrelaftapafsluiter wordt gesloten en de pomp wordt gestart. Het leidingwerk wordt gedurende 1 min gespoeld met bedrijfswater.

Frequentie korrelaftap	:	15	keer per dag
Hoeveelheid afgetapte korrels	:	200	liter per keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	75 x 6,9	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	HDPE	
Snelheid in de afvoerleidingen	:	5,67	m/s
Type korrelpomp	:	lynatex	
Capaciteit	:	75	m ³ /h
Type afsluiter	:	Eriks, membraanafsluiter	
			type KB-pneum.

Korrelbunker

Inhoud	:	60	m ³
--------	---	----	----------------

Hoogte aftappunt	:	4,1	m
Openingshoek conisch onderdeel	:	90	° (tophoek)

Drie betonnen pelletbunkers zijn naast elkaar gesitueerd. De losafsluiters kunnen vanaf het Beeldscherm Bedieningssysteem op "vrijgave" worden gezet. Als de vrachtauto onder de losafsluiter is gereden kan vanaf de losplaats de afsluiter worden bediend. De chauffeur kan aan de hand van de asdruk bepalen of het maximaal transportgewicht (35 ton) is bereikt.

Toevoegen van entmateriaal

Er zijn 2 onafhankelijk werkende entzandunits opgesteld. Iedere unit bestaat uit een silo, een trilzeef, een entzandwasser, een natronloogdoseerpomp en een entzandpomp. Het entmateriaal wordt uit de zandwasser via een entzandpomp naar de betreffende reactor verpompt.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	1	keer per 6 korrelaftappen
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	53,5	kg per keer
Soort entmateriaal	:	granaatzand	
Specificatie entmateriaal	:	0,15- 0,3mm, stortgewicht 2380 kg/m ³ dichtheid 4100 kg/m ³	
d ₁₀	:	0,231	mm
d ₅₀	:	0,281	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,25	

Opslag en bewerking entmateriaal

De opslag van het entzand vindt plaats in twee silo's met een inhoud van 19,7 m³ per stuk. Nadat de entzandbatch is gedoseerd aan de zandwasser, wordt hieraan 1,25 liter natronloog (33%) toegevoegd. Vervolgens wordt de wasser geheel gevuld met bedrijfswater en vindt er gedurende 15 minuten desinfectie plaats. Het entzand wordt hierna in de zandwasser gedurende 10 min gespoeld met een snelheid van 110 m/h. Het entzand is nu gereed voor transport en wordt bij een aanvraag direct aan de betreffende reactor toegevoegd.

31.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	12	stuks
Type filter	:	dubbellaags nat	
Afmetingen per filter (l.b.h)	:	7x5x4,8	m
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	Aqua-cite Antraciet 0,8 -1,6 mm Stortgewicht 720 kg/m ³ , Dichtheid 1.400kg/m ³	
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1 m)	:	Aqua-zand, 0,4 - 0,8 mm Stortgewicht 1.500 kg/m ³ Dichtheid 2.600kg/m ³	

Bedrijfsvoering filtratiestap

Na de mengcascade waar door middel van koolzuurdosering de pH wordt gecorrigeerd, stroomt het water via 2 betonnen goten naar respectievelijk filters 1 t/m 6 en 7 t/m 12. Vanuit een roestvaststalen verdeelbak (met vertanding), gemonteerd midden boven ieder filter, valt het water op het filtergrind. De 12 nafilters staan, ongeacht het onthardingsdebiet, altijd in bedrijf. De filtersnelheid varieert zodoende tussen 0,8 en 5,5 m/h.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilters : 525 uren looptijd

Spoelprogramma nafilter :

1. 2 minuten aflatens bovenwater
2. 5 minuten bloweren met 60 m/h
3. 1 minuut spoelen met 500 m³/h
4. 12 minuten spoelen met 1400 m³/h (40 m/h)
5. 3 minuten spoelen met 250 m³/h
6. 15 minuten levering aan reinwaterkelder met gesloten ruwwatertoevoerafsluiters, zodat bovenwaterstand daalt.
7. einde spoelprogramma

Onderhoud aan de filters

Tijd nodig voor onderhoud : 2 uur per week

- Meten troebelheid filtraat op lokatie
- Visuele controle
- Controle bovenwaterstand in relatie tot looptijd en filtratiesnelheid
- Monsternames t.b.v. realiseren uitspoelcurve
- Gegevens verzamelen en realiseren van linqvistdiagram

31.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie : 175 k€/jaar

Kosten entmateriaal : 42 k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten : 377 k€/jaar 0,07 €/kWh

Kosten korrelafvoer : -14 k€/jaar

Kosten mensdagen onderhoud : 42 k€/jaar

Kosten mensdagen storings : 42 k€/jaar

Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 126 k€/jaar

Investeringen (1999-2001)

Civiel : 5.147 k€

Werktuigbouw : 4.889 k€

Elektro (excl. krachtinstallatie) : 1.909 k€

31.7 Aanvullende gegevens

De korreldiameter is gemeten over de reactorhoogte. In tabel 30.3 zijn de meetresultaten vermeld.

Tabel 30.3: Resultaten van korreldiametermetingen

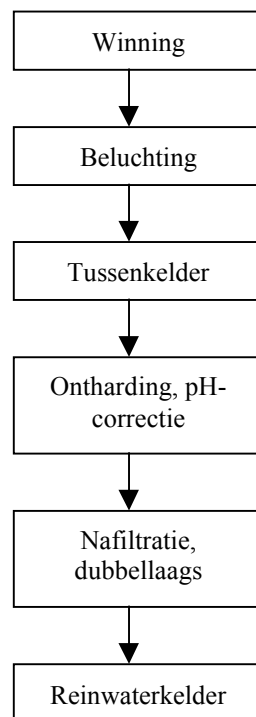
Hoogte reactor (m) gemeten vanaf de reactorbodem	Korreldiameter (mm)	Uc
0.25	1.17	1.39
0.5	1.18	1.39
0.75	1.17	1.38
1	0.92	1.19
1.25	0.66	1.34
1.5	0.66	1.33
2	0.41	1.33
3	0.29	1.30

32 De Beitel (Waterleiding Maatschappij Limburg)

32.1 Plaats onthardingsinstallatie in de zuivering

Opbouw van de zuivering

In figuur 32.1 is het zuiveringsschema van zuiveringsstation de Beitel weergegeven.



Figuur 32.1: Blokschema van de zuivering van zuiveringsstation de Beitel

WML onthardt bij zuiveringsstation de Beitel belucht grondwater.

Watersamenstelling op plaatsen in de zuivering

Tabel 32.1: Watersamenstelling op verschillende meetplaatsen (gemiddelde waarden periode 2001)

Parameter	Eenheid	Ruwwater	Effluent Reactor	Filtraat
Zuurgraad	-	7,15	7,65	7,8
EGV	mS/m	61,5	58	58
Troebelheid	FTE	0,07	5,7	0,17
CO ₂	mg/l	35	8,5	
HCO ₃ ⁻	mg/l	310	240	240
Chloride	mg/l	23		23
Sulfaat	mg/l	60		60
Natrium	mg/l	6,4	72	72
Calcium	mg/l	137	48	47
Magnesium	mg/l	7,3		7
Ammonium	mg/l	0,05		0,05
Ijzer	mg/l	0,01		0,01
Mangaan	µg/l	10		10
Aluminium	µg/l	7		
Temperatuur	°C	10,2	10,2	10,6
Zwevende stof	mg/l		2	
Zuurstof	mg/l	8,4		9,1
Ionsterkte	mmol/l	12,2		8,6

Tabel 32.2: Parameters kalkafzettend vermogen, lood- en koperoplossend vermogen en corrosie-index (berekende waarden gebaseerd op de ionsterkte uit tabel 32.1)

Parameter	SI ₁₀	TACC ₁₀	SI ₉₀	TACC ₉₀	Pb _{max}	Cu _{max}	CI
Eenheid	-	mg/l	-	mg/l	µg/l	mg/l	-
Ruwwater	0.06	0.07	0.91	1.12	249	4.78	0,32
Filtraat	0.17	0.06	0.89	0.51	162	2.90	0.46

32.2 Onthardingschemicalie

Basisproduct onthardingschemicalie

Type onthardingschemicalie	:	natronloog
Leverancier	:	Solvay
Productnaam	:	Natronloog 50%
Concentratie aangeleverd product	:	50 % NaOH

Opslag, verdunning en dosering van natronloog

Aantal tanks voor de natronloog	:	2 stuks
Inhoud per opslagtank	:	70 m ³
Verblijftijd in de tank	:	circa 7 dagen
Verdunnen aangeleverd product	:	ja
Wijze van verdunnen	:	na het lossen

Type verdunwater : ionenwisselaar volledig onthard
Concentratie natronloog in de tank : 28 % NaOH

Dosering : 125 g NaOH/m³
Dosering via : 2 doseerpompen per reactor
Regeling : debietproportioneel

Kwaliteits- en/of ingangscntrole chemicalie

Levering van natronloog wordt gecontroleerd volgens Kiwa ATA . Elke maand wordt er een monster genomen van de 50% natronloog aangevoerd door de tankwagen. Na verdunning van de natronloog (van 50% naar 28%) wordt het soortelijk gewicht van het verdunde natronloog gemeten.

32.3 Uitvoering en dimensionering onthardingsreactor(en)

Type reactor : cilindrische reactor met conisch bovengedeelte
Ontwerpcapaciteit reactor : 430-490, getest 300-490 m³/h
Aantal reactoren : 3
Bodemconstructie : doppenbodem
Aantal water-invoerpunten : 126
Aantal loog-invoerpunten : 20
Overstortgoot : inwendig
Vertanding overstortgoot : onvertand
Totale hoogte reactor : 9.980 mm
Hoogte invoerkamer : 725 mm
Hoogte conisch onderstuk : 950 mm
Hoogte cilindrisch deel : 8.370 mm
Hoogte verwijding : 950 mm
Hoogte overstortgoot binnen : 200 mm
Diameter bodem : 2.488 mm
Diameter cilindrische deel : 2.488 mm
Diameter uitstroomopening : 3.100 mm
Openingshoek verwijding : 21 °

32.4 Bedrijfsvoering onthardingsinstallatie

Bedrijfsvoering en procesregeling

De onthardingsfabriek de Beitel is een bemande onthardingsfabriek. In de onthardingsfabriek wordt de hoofdstroom onthard. Het onthardingstraject is constant en bedraagt 2,25 mmol /l. De oppervlaktebelasting bedraagt 88 m/h. Deze oppervlaktebelasting is handmatig in te regelen tussen 60 - 100 m/h.

Procesbewaking

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

- continue pH meting van effluent reactor na koolzuurdosering met een bovengrens van 8,5 en een ondergrens van 7,3
- continue meting verschuldruk pelletbed bovengrens 19.1 Kpa
- continue meting verschuldruk bodemplaat

Onderhoud aan de installatie

Tijd nodig voor onderhoud : circa 20 uren per week

De tijd die nodig is voor onderhoud wordt gebruikt voor controle en onderhoud van de meetapparatuur, verhelpen van lekkage aan doseer en natronlooglanzen. Het schoonmaken van natronlooglanzen en het schoonmaken van de lensput entzand. Het controleren van de korrelhoeveelheid per aftap, hiermee kan de eventuele slijtage van de korrel en entzand afsluiters worden vastgesteld.

De onthardingsinstallatie is in januari 2001 in bedrijf genomen , in maart 2002 is een reactor uit bedrijf genomen om ervaring op te doen wat betreft slijtage aan de linatex en afzetting van de kalk aan de waterdoppen en natronlooglanzen. Tijdsduur uit bedrijfsname bedroeg 2 weken.

Storingen aan de reactor(en)

De aard van de tot heden opgetreden storingen is het verstopping van de natronlooglanzen, slijtage aan de korrel en entzandafsluiters. Deze afsluiters zijn slangafsluiters en zijn veersluitend. Door de hoge veerdruk wordt de slang tijdens het dichtgaan na verloop van tijd ge vulcaniseerd.

Het aantal storingen aan de slangafsluiters bedraagt circa 25 keer/jaar.

Op dit moment loopt een proef met een ander type afsluiter: een membraanafsluiter type KB veersluitend (met instelbare veerdruk), het onderhuis is van eboniet.

Tijdsduur storingen : 200 uren per jaar
 Schatting aantal storingen : 25 keer per jaar

Bij een storing aan deze afsluiters neemt het drukverschil over de reactor toe tot de ingestelde alarmgrens, vervolgens schakelt de reactor af.

Korrelbedbeheer

Hoogte vast korrelbed : ca 2.000 mm
 Hoogte fluide bed : 7.000 - 8.000 mm
 Korrel ter plaatse van de bodem
 d₁₀ : ca 0,7 mm
 d₅₀ : ca 0,98 mm
 UC (d₆₀/d₁₀) : 1,4

Aftappen van korrels

De korrelaftap wordt aangestuurd door het instelbare schakelpunt van het drukverschil korrelbed. De aftap vindt plaats via vier stuks afsluiters die verdeeld zijn (om de 90 °) rond de omtrek van de reactor. De korrels worden met behulp van bedrijfswater met de voordruk van 5 bar afgevoerd naar de korrelcontainer.

Frequentie korrelaftap : 4 keer/uur

Hoeveelheid afgetapte korrels	:	36	liter/ keer
Diameter korrelafvoerleidingen	:	40	mm
Materiaal korrelafvoerleidingen	:	rubber	
Type afsluiter	:	slangafsluiter	materiaal EPDM

Korrelbunker

Inhoud	:	20	m ³ (2 stuks)
--------	---	----	--------------------------

Er staan twee containers van 20 m³ inhoud opgesteld, in elke container kan circa 15 ton korrels. Als een container vol is wordt de korreltransportslang omgezet naar de andere container. Als beide containers vol zijn met korrels worden deze met behulp van een vrachtauto afgevoerd, vervolgens worden er twee nieuwe lege containers geleverd.

Toevoegen van entmateriaal

De toevoer van het entmateriaal is gekoppeld aan een aantal korrelaftappen. Het entmateriaal wordt via de korrelaftapleiding aan de reactor toegevoegd. WML streeft naar een korreldiameter van 0,95 mm, hiervoor wordt een entzandtoevoer gerealiseerd van 1 keer per 5 korrelaftappen.

Frequentie toevoeging entmateriaal	:	5	keer per dag
Hoeveelheid entmateriaal per toevoeging	:	36,7	kg per keer
Soort entmateriaal	:	rivierzand	0,4 - 0,63 mm
Specificatie entmateriaal			
d ₁₀	:	0,41	mm
d ₅₀	:	0,489	mm
UC (d ₆₀ /d ₁₀)	:	1,23	

Opslag en bewerking entmateriaal

Opslag van entmateriaal vindt plaats in een silo, deze is binnen opgesteld. Na opslag wordt het entzand gespoeld met een snelheid van 100 m/h. Vervolgens wordt het entzand gedesinfecteerd met natronloog (28 %), als laatste wordt het entzand nagespoeld met 50 m/h water.

32.5 Informatie nafiltratie

Uitvoering filtratiestap

Aantal filters	:	6	stuks
Type filter	:	dubbellaags	nat
Afmetingen per filter	:	35	m ²
Materiaal	:	beton	
Totale hoogte filterbed	:	2	m
Filtermateriaal 1 (bedhoogte 1 m)	:	filterzand	0,8 - 1,25 mm
Filtermateriaal 2 (bedhoogte 1 m)	:	antraciet	1,4 - 2,5 mm

Bedrijfsvoering filtratiestap

De bedrijfsvoering van de filters is zonder vaste bovenwaterstand, de afvoer van water is niet geregeld: het water gaat onder vrije uitstroom naar de reinwaterkelder. De filtratiesnelheid ligt tussen de 2 en de 6 m/ h, afhankelijk van het aantal reactoren in bedrijf. Er wordt geen vlokmiddel toegevoegd.

Spoelen van de filters

Spoelcriterium nafilters : looptijd circa 475 uur

Spoelprogramma nafilter :

1. 20 minuten verlaging v/d bovenwaterstand
2. 2 minuten bloweren met 20 m/h
3. 15 minuten spoelen met 40 m/h
4. 30 minuten inlopen op eerste filtraat
5. einde spoelprogramma.

Onderhoud aan de filters

Tot op heden is geen onderhoud aan de filters uitgevoerd.

32.6 Schatting kosten op jaarbasis en investeringen

Chemicaliekosten

Kosten onthardingschemicalie : 155,4 k€/jaar

Kosten entmateriaal : 5,1 k€/jaar

Bedrijfsvoering

Energiekosten : 45,7 k€/jaar

Kosten korrelafvoer : 9,3 k€/jaar

Kosten mensdagen onderhoud : nog niet bekend

Kosten mensdagen storingen : ca 7,7 k€/jaar

Kosten mensdagen bedrijfsvoering : 123,7 k€/jaar

Investerings (1996-2000)

Civiel totaal : 7 k€

Onthardingsinstallatie : 136,5 k€

32.7 Aanvullende gegevens

Het water van de Beitel heeft een relatief hoog kalkafzettend vermogen van 21 a 23 mg/l (PACC). De Nucleatie Index in het ontharde water is naar landelijke maatstaven hoog, hetgeen aangeeft dat de kalkafzetting wordt versneld door de aanwezigheid van microkristallen calciumcarbonaat (carry-over). De carry-over ontstaat in de reactoren en wordt onvoldoende verwijderd door de filters. Op dit moment loopt er een onderzoek naar het kalkafzettend vermogen, uit dit onderzoek zal blijken welke oplossingen mogelijk zijn om het kalkafzettend vermogen te verminderen.

Proef aanpassing natronloog doseerlanzen

Om kalkafzetting op de waterdoppen zoveel mogelijk te voorkomen, zijn de lanzen van reactor 1 verlengd. Ze staan nu circa 5 cm boven de waterdoppen. De lanzen zaten voorheen op gelijke hoogte met de waterdoppen.

Verder zijn de natronlooglanzen van reactor 1 voorzien van een sproeikop zodat het natronloog fijner verneveld wordt. Hierdoor is de troebeling afgenomen van circa 8 naar circa 6,5 a 7 NTU. Voorheen werd de natronloog door twee gaatjes geperst met een doorsnede van 0,8 mm, de gaatjes waren 180° ten opzichte van elkaar geplaatst. Om tegendruk te creëren is een rubberen slang over de gaatjes geplaatst.

Injecteur entzandwasser

Het transporteren van het entzand naar de reactor gebeurt met behulp van een injecteur. Door het schuren van het zand slijt de injecteurwand door. Om dit te voorkomen is de injecteur als proef aan de binnen zijde bekleed met rubber.

Aanpassing aan de vulslangen van de pellet contianer

De contianer werd gevuld met een slang, hierdoor werd de contianer niet volledig gevuld en ontstond er een berg pellets. Als de pellets in de contianer aan de uitstroomopening van de vulslang kwamen leidde dit tot verstoppingen in de aanvoer van de pelletleiding. Als verbetering is de aanvoer pelletslang opgedeeld in drie slangen. Hierdoor wordt de contianer regelmatig gevuld. Als de eerste vulslang dicht zit met pellets gaat de toevoer automatische naar de tweede vulslang, als de tweede vulslang dicht zit gaat de toevoer automatische naar de derde vulslang. Als de derde vulslang dicht zit dient de contianer gewisseld te worden. Om de slangen gemakkelijk om te zetten naar de andere contianer hebben we een draaibare arm gemaakt waar de vulslangen op bevestigd zijn. Als de pellet contianer vol is worden de vulslangen met behulp van de draaibare arm handmatig omgezet naar de andere contianer.

33 Verklaring afkortingen uit tabel 2

Uit Mededeling nummer 100 [van den Hoven, 1988] en Handleiding TACC90 versie 1.2 [Brink, SWS 95.505] zijn de verklaringen overgenomen voor de gebruikte afkortingen in tabel 2 van elk hoofdstuk.

SI₁₀ Saturation Index of relatieve oververzadiging, maat voor de snelheid waarmee kalksteen zich afzet bij 10 °C. Het is de verhouding tussen het ionenproduct tussen calcium en carbonaat en het oplosbaarheidsproduct:

$$SI_{10} = \log \left(\frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{K_s} \right)$$

TACC₁₀ het gehalte Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat geeft aan hoeveel kalksteen neer moet slaan voor het water in evenwicht is bij 10 °C

$$TACC_{10} = [Ca_{\text{totaal}}]_{\text{actueel}} - [Ca_{\text{totaal}}]_{\text{evenwicht}} \text{ (in mg/l)}$$

SI₉₀ Saturation Index of relatieve oververzadiging, maat voor de snelheid waarmee kalksteen zich afzet bij 90 °C. Het is de verhouding tussen het ionenproduct tussen calcium en carbonaat en het oplosbaarheidsproduct.

$$SI_{90} = \log \left(\frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{K_s} \right)$$

TACC₉₀ maximale hoeveelheid kalksteen die kan ontstaan bij verwarming van het drinkwater tot 90 °C, indien de opwarming in een gesloten systeem plaatsvindt en er dus geen ontgassing optreedt

$$TACC_{90} = [Ca_{\text{totaal}}]_{\text{actueel}} - [Ca_{\text{totaal}}]_{\text{evenwicht}} \text{ (in mg/l)}$$

Pb_{max} maximaal lood oplossend vermogen van een bepaald watertype

$$Pb_{\text{max}} = -141 \cdot \text{pH} + 12 \cdot T \text{ (}^\circ\text{C)} + 1135 \text{ (in } \mu\text{g/l)}$$

Cu_{max} maximaal koper oplossend vermogen van een bepaald watertype

$$Cu_{\text{max}} = 0,52 \cdot \text{TAC (mmol/l)} - 1,37 \cdot \text{pH} + 2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \text{ (mmol/l)} + 10,2 \text{ (in mg/l)}$$

CI Corrosie Index van een bepaald watertype

34 Overzichtstabellen

Toelichting bij de tabellen:

- 1:
- A cilindrische reactor met conisch ondergedeelte
 - B idem met tangententiele waterinvoer
 - C volledig cilindrische reactor
 - D diffusor-reactor
 - N aantal reactoren
 - H_{tot} hoogte korrelreactor
 - D_c diameter cilindrisch deel
 - D_b diameter bodem
 - D_u diameter uitstroomopening
 - α openingshoek conus
 - β openingshoek verwijd bovengedeelte
 - n_1 aantal waterinvoerpunten
 - n_2 aantal base-invoerpunten
- 2:
- v (schijnbare) opwaartse snelheid
 - M deelstroomverhouding
 - ΔTH onthardingstraject
 - H_{fix} hoogte vast korrelbed
 - H_{fluid} hoogte gefluidiseerd korrelbed
 - d_p diameters korrels bij aftap
 - UC uniformiteitscoefficient
 - F_a frequentie korrelaftap
 - F_t frequentie toevoer entmateriaal
- 3:
- ELF enkellaagsfilter
 - DLF dubbellaagsfilter
 - LZF langzame zandfiltratie
 - AKF actieve-koolfilter
 - $V_{\text{filtratie}}$ filtratiesnelheid

Overzichtstabel 1: Ontwerpgegevens korrelreactoren

Ontharding met natronloog

Pompstation	Type	N stuks	H _{tot} m	D _c m	D _b m	D _u m	α °	β °	n ₁ -	n ₂ -	Overstort plaats, uitvoering	Opmerking(en)
Spannenburg	A	12	7.1	1.8/2.3	0.8	3.5/4.48	18.5	22	15	1	binnen, niet vertand	
Goor	C	1	8.5	1.68	1.68	0.2	-	n.b.	n.b.	3	buiten, driehoekig vertand	
Nijmegen	C	2	9.09	1.9	1.9	3.5	-	30	76	25	binnen, schuin vertand	PWN-bodem
Eibergen	D	2	11.9	2.23	2.36	4.7	-	7	386	16	binnen, ronde gaten	
Hengelo	D	2	7.8	2.5	2.5	3.8	-	7	386	24	binnen, ronde gaten	
Wim Mensink	C	6	6.7	2.66	2.66	0.4	-	-	144	52	binnen, rechthoekig vertand	
Weesperkarspel	C	8	8.0	2.6	2.6	3.0	-	21.8	186	170	buiten, schuin vertand	Amsterdamse bodem
Leiduin	C	12	9.5	3.0	3.0	3.48	-	25.6	256	240	buiten, schuin vertand	Amsterdamse bodem
Hendrik Ido Ambacht	C	2	5.36	4.4	4.4	1.6	-	20	39	5	-	drukreactor
De Hooge Boom	A	6	7.8	1.35	0.59	3.2	19	20	8	1	binnen, schuin vertand	
Katwijk	C	5	9.94	3.38	3.38	3.38	-	-	170	81	binnen, niet vertand met resonantiestukken	gemodificeerde PWN-waterdoppen
De Beitel	A	3	9.98	2.49	2.49	3.1	21	21	126	20	binnen, niet vertand	

Ontharding met kalkmelk

Pompstation	Type	N stuks	H _{tot} m	D _c m	D _b m	D _u m	α °	β °	n ₁ -	n ₂ -	Overstort plaats, uitvoering	Opmerking(en)
Noordbergum	A	3	9.02	2.9	1.3	5.5	24	33	30	1	buiten, schuin vertand	
Sint Jansklooster	C	4	9.47	2.13	2.13	0.3	-	n.b.	121	3	buiten, driehoekig vertand	
Zutphen	A	2	9.65	1.75	0.8	3.5	13.5	30	15	1	binnen, schuin vertand	
Velddriel	A	1	9.7	2.4	1.1	4.5	20	22	25	1	buiten, rechthoekig vertand	
Nietap	B	4	11.5	2.2	1.1	4.42	20	7/9/28	1	1	binnen, niet vertand	
Assen	B	3	10.05	1.65	0.8	3.3	20.5	8.9	1	1	buiten, schuin vertand	
Hoogeveen	B	3	11.07	2.2	1.0	4.2	78	87	1	1	buiten, driehoekig vertand	
Cothen	B	3	12.1	1.35	0.6	2.7	21	19	1	1	buiten, driehoekig vertand	
Tull en 't Waal	B	3	10.0	1.85	0.9	3.58	25.5	30.0	1	1	binnen, niet vertand	
Reijerwaard	A	3	11.8	1.75	1.02	2.2	19	21	16	1	binnen, schuin vertand	
De Steeg	B	4	13.45	2.5	1.1	3.56	25	7	1	1	buiten, niet vertand	
De Laak	A	4	13.45	2.5	1.1	3.56	25	7	1	1	buiten, niet vertand	nog niet in bedrijf
Scheveningen	C	8	9.0	3.39	3.39	3.39	-	-	210	76	binnen, rechthoekig vertand	DZH-bodem, CaO, gemodificeerde PWN-waterdoppen
Baanhoek	B	3	10.0	1.9	0.8	3.2	25	32	1	1	binnen, schuin vertand	CaO, wordt natronloog medio 2003
Seppe	B	4	13.45	2.5	1.1	3.56	25	7	1	1	buiten, niet vertand	
Wouw	B	3	9.75	2.1	1.1	2.6	18.5	7.6	1	1	buiten, niet vertand	
Nuland	B	4	9.5	1.56	1.1	2.47	9	25	1	1	buiten, niet vertand	medio 2004 in bedrijf
Halsteren	B	1	12.4	1.99	1.0	2.99	16	7	1	1	buiten, niet vertand	
IJzeren Kuilen	C	4	9.33	2.7	2.7	0.4	-	-	138	25	binnen, niet vertand	

Overzichtstabel 2: Procesparameters onthardingsinstallaties

Ontharding met natronloog

Pompstation	v m/h	M %	Δ TH mmol/l	Dosering g NaOH/m ³	H _{fix} m	H _{fluid} m	d _p mm	UC	F _a	F _t	Entmateriaal	Specificatie d ₁₀ -d ₉₀ in mm
Spannenburg	100	83	2.7	95	2.7-3.2	5.2-5.7	1.2-1.3	1.6-1.8	21/w	1/w	zilverzand	0.1-0.3
Goor	90		2.5		2.0-2.5	4-5			21/w	2.6/w	granaatzand	0.2-0.3
Nijmegen	90	100	1.3	35	2.25	5.5	1.0	1.45	14/w	1/d	zand	0.4-0.6
Eibergen	81	100	2.0	87	2.5	4.5	1.3	2	3/w	3/w	kwartzsand	0.1-0.3
Hengelo	81	100	1.8	88	2.5	4.5	1.3	2	3/w	3/w	kwartzsand	0.1-0.3
Wim Mensink	90		10-50 mg Ca	50	2.0	2.4	1.3	1.2-1.6	2/u	2/d	entzand	0.4-0.6
Weesperkarspel	60-100	60-100	1-1.5	37.5	2.0	4-5	1.0	1.6	7/w	7/w	granaatzand	0.2-0.3
Leiduin	50-150	50-100		44.3	2.0	4-5	1.0	1.6	7/w	7/w	granaatzand	0.2-0.3
Hendrik Ido Ambacht	100	75	0.8	150		4.0				3-4/w	entzand	0.4-0.6
De Hooge Boom	77	100	1.9	120	2.55	4.3	1.5		na 4500 m ³	na 4500 m ³	gegloeid filterzand	0.2-0.5
Katwijk	60-120	50	1.0-1.5	35-43	2.0	5.0	1.3	1.5	5/w	1.8/w	granaatzand	0.15-0.35
De Beitel	88	100	2.25	125	2.0	7-8	1.0	1.4	4/u	5/d	rivierzand	0.4-0.63

Ontharding met kalkmelk

Pompstation	v m/h	M %	Δ TH mmol/l	Dosering g Ca(OH) ₂ /m ³	H _{fix} m	H _{fluid} m	d _p mm	UC	F _a	F _t	Entmateriaal	Specificatie d ₁₀ -d ₉₀ in mm
Noordbergum	60-100	100	1.7	190	3-4	6-7	0.95	1.75	22/w	3.5/w	zilverzand	0.1-0.3
Sint Jans klooster	84		1		2-2.5	4-5			500 m ³	12/w	granaatzand	0.2-0.3
Zutphen	100	100	1.4	120	3.5	5.2	1.0	1.5	100/w	56/w	kwartzsand	0.1-0.9
Velddriel	78	54	1.6	135	3.8-4.2	4.5	1.1	1.9	7/w	7/w	granaatzand	0.2-0.5
Nietap	60-120	50-75	1.2-1.5	167	6.5	6.8-7.0	1-2	1.8	15/d	3/d	filterzand	0.1-0.3
Assen	70	50	1.5	164	5.5-6	nb	1.05	1.58	2/w	2/w	zand	0.2-0.6
Hoogeveen	60	71	1.2		6.5	nb	1-2		2/w	2/w	M32 entzand	0.1-0.3
Cothen	85	60	1-2.4		5.0	9-10	1.1-1.3		5/d	2/w	zilverzand	0.1-0.3
Tull en 't Waal	93-120	100	1.1		2.5-3.0	6.0					zilverzand	0.1-0.3
Reijerwaard	50-100	100	10°D		4.6	5-6	1.1	1.45	8-10/d	3/d	entzand	0.4-0.6
De Steeg		78	4°D			8.4					zand	0.2-0.5
De Laak												
Scheveningen	100	70-100	0.7-1.3		3.5	5.0	1.4	1.4	2/d		rivierzand	0.4-0.6
Baanhoek	70-100	100	1.7	120	4.0	6.0	1.2	1.3	14/w	5/w	zand	0.4-0.8
Seppe	80	55	1.85	187	0.7	1.1	0.8	1.67	6-7/w	6-7/w	zilverzand	0.2-0.4
Wouw	58	66	2.25	195	5.0	7.5	0.8	1.67	2-3/w	2-3/w	zilverzand	0.2-0.4
Nuland	104		2									
Halsteren	60-100	50-100	1.1-2.0	106	4.0-4.5	9.0	1.0	1.7	3-7/w	3-7/w	zilverzand	0.2-0.6
IJzeren Kuilen	60-100	100	2.0	215	2.1	6.0	0.96	1.46	15/d	2-3/d	granaatzand	0.15-0.30

Overzichtstabel 3: Na de korrelreactoren geschakelde filters

Ontharding met natronloog

Pompstation	Type	Filtermateriaal 1 type, d ₁₀ -d ₉₀ mm	Laagdikte m	Filtermateriaal 2 type, d ₁₀ -d ₉₀ mm	Laagdikte m	Vfiltratie m/h	Vlokmiddel- dosering, type	Looptijd	Spoelsnelheid V _{water,max} V _{lucht,max}
Spannenburg	ELF	riviergrind, 0.9-1.2	0.8	-	-	4-5	0.2-0.4 mg/l FeCl ₃	45 h	35 m/h
Goor	ELF	zand, 0.8-1.25	2.5	-	-	-	-	40000 m ³	44 m/h
Nijmegen	DLF	zand, 0.6-1.0	1.0	antraciet, 1.2-2.0	1.0	12.5	0.1 mg/l FeCl ₃	90 h	
Eibergen	DLF	zand, 0.4-0.8	1.0	antraciet, 0.8-1.6	0.7	-	-	op druk	60 m/h
Hengelo	DLF	zand, 0.4-0.8	1.0	antraciet, 0.8-1.6	0.6	-	-	op druk	60 m/h
Wim Mensink	DLF	zand	1.0	antraciet	0.5	-	-	op looptijd	2100 m ³ /h
Weesperkarspel	AKF, LZF	AKF Chemviron F300 ELF zand, 0.25-0.85	2.5 / 1.2	-	-	6 / 0.6	-	op looptijd en druk	
Leiduin	AKF, LZF	Norit ROW 0.8S	2.5	-	-	6	-	op looptijd en druk	
Hendrik Ido Ambacht	ELF	grind, 1.7-2.5	1.8	-	-	6	-	48 h	260, 1000 m ³ /h
De Hooge Boom	ELF	zand, 1.5-2.5	1.6	-	-	6.3	-	60 h	360, 900 m ³ /h
Katwijk	DLF, LZF	DLF zand 0.7-1.25 LZF zand 0.3-1.4	1.0 / 0.8	DLF antraciet 1.6-2.5	0.5	4-5 / 0.3	-	240 h / 2-3 jaar	
De Beitel	DLF	zand, 0.8-1.25	1	antraciet, 1.4-2.5	1	2-6	-	475 h	40 m/h

Ontharding met kalkmelk

Pompstation	Type	Filtermateriaal 1 type, d ₁₀ -d ₉₀ mm	Laagdikte m	Filtermateriaal 2 type, d ₁₀ -d ₉₀ mm	Laagdikte m	Vfiltratie m/h	Vlokmiddel- dosering, type	Looptijd	Spoelsnelheid V _{water,max} V _{lucht,max}
Noordbergum	DLF	zand, 0.6-0.8	0.8	magno, 1.6-2.5	0.9	6-10	-	48 h	40 m/h
Sint Jansklooster	DLF	zand, 0.8-1.25	1.8	antraciet, 1.4-2.5	0.7	-	-	40000 m ³	44 m/h
Zutphen	DLF	zand, 0.6-1.0	0.8	antraciet, 1.2-2.0	0.8	-	FeCl ₃	180 h	520 m ³ /h
Velddriel	DLF	zand, 0.6-0.8	1.0	antraciet, 1.4-2.5	1.0	-	-	op druk	1400 m ³ /h
Nietap	DLF	zand, 0.6-0.8	1.0	antraciet, 0.8-1.6	0.8	4.5	-	3200 m ³	800 m ³ /h
Assen	DLF	zand, 0.6-0.8	0.8	antraciet, 0.8-1.6	0.9	2-6	-	48-72 h	1000 m ³ /h
Hoogeveen	DLF	antraciet, 0.4-1.6	1.0	grind, 0.5-0.9	1.0	-	-	8500 m ³	26 m/h
Cothen	DLF	zand, 0.8-1.25	1.0	antraciet, 2.5-4.0	1.0	5	-	80 h	48, 60 m/h
Tull en 't Waal	DLF	grind, 1.7-2.5	1.5	antraciet, 2.0-4.0	0.5	-	-		60, 60 m/h
Reijerwaard	ELF	zand, 1.7-2.5	2.0	-	-	3	-	120 h	400, 1000 m ³ /h
De Steeg	DLF	zand, 0.8-1.25	1.0	antraciet, 1.4-2.5	1.0	-	-	20000 m ³	700, 1200 m ³ /h
De Laak									
Scheveningen	DLF, LZF	DLF zand, 0.8-1.2 ELF zand, 0.3-1.4	1.2 / 1.0	DLF hydrofilt, 2.5-3.5	0.2	3-5 / 0.3	-	1 wk / 3-4 jaar	
Baanhoek	DLF	zand, 0.8-1.2	0.8	antraciet, 1.4-2.5	1.2	7-10	0.5 mg Fe/l (als FeCl ₃)	40 h	55, 65 m/h
Seppe	DLF	zand, 0.5-0.8	0.8	antraciet, 1.0-1.6	1.0	1.4-3.5	-	48-72 h	650, 850 m ³ /h
Wouw	DLF	zand, 0.8-0.8	0.8	antraciet, 1.0-1.6	0.7	2-6	-	24 h	17, 60 m/h
Nuland	DLF	zand, 0.7-1.25	1	antraciet, 1.4-2.5				troebelheid	
Halsteren	DLF, ELF	DLF zand, 0.8-1.2 ELF, zand 0.6-0.9	0.8 / 1.4	DLF antraciet, 1.4-2.5	0.9	6	-	6 dagen	900, 1200 m ³ /h
IJzeren Kuilen	DLF	zand, 0.4-0.8	1	antraciet, 0.8-1.6	1	0.8-5.5	-	525 h	60 m/h

Overzichtstabel 4: Verbruikskosten, onderhoudskosten en specifieke verbruikskosten van onthardingsinstallaties

Ontharding met natronloog

Pompstation	Productie (Mm ³ /jaar)	Energiekosten (k€)	Chemicaliekosten (k€) natronloog	vlokmiddel	Entmateriaal (k€)	Afvoer korrels (k€)	Onderhoud/storingen mensdagen (k€)	Bedrijfsvoering mensdagen (k€)
Spannenburg	13,1*	318	910	45.5	4.5	geen	10	22.7
Goor			19	-				
Nijmegen	4,1*	150	41	0.91	9.1	1.36	3.3	6.9
Eibergen		16.5	84.7	-	14.4	geen	7	
Hengelo		23	137.7	-	1.44	geen	7	
Wim Mensink		8447 kWh	61.4	-	4.5	geen	16	15
Weesperkarspel	25,4*		346	-	51.8		2171 uren (1993)	5015 uren (1993)
Leiduin	64,5*	80	1060	-	51	geen	283	
Hendrik Ido Ambacht	0,8*	30.5	10.5	-		8.6		
De Hooge Boom		135	63.6	-	2.7	4.5		
Katwijk		150	122	-	13.6	geen	125	53
De Beitel	6.5	45.7	155.4	-	5.1	9.3	7.7 aan storingen	123.7

Ontharding met kalkmelk

Pompstation	Productie (Mm ³ /jaar)	Energiekosten (k€)	Chemicaliekosten (k€) kalkmelk	vlokmiddel	Entmateriaal (k€)	Afvoer korrels (k€)	Onderhoud/storingen mensdagen (k€)	Bedrijfsvoering mensdagen (k€)
Noordbergum	15,8*	327	418	-	6.3	geen	13.6	44.5
Sint Jansklooster			19	-	0.9	geen		
Zutphen	1,9*	13	30	-	10	geen	17.5	
Velddriel		16.1	67	-	12.5	geen	9.5	
Nietap	12	205	300	-	12	4		
Assen	3,9*	11.3	37	-	1.2	2.6	3.6	2.7
Hoogeveen			50	-	1.35	geen	¹⁷	5
Cothen	1,6*							
Tull en 't Waal								
Reijerwaard			52.1	-		1	370 uren	94 uren
De Steeg								
De Laak								
Scheveningen		131	310	-	57	geen	624	738
Baanhoek	4	4.6	49	3.4	8.2	-3.6	8.2	11.4
Seppe			135					
Wouw		68						
Nuland								
Halsteren			25	-	0.3	6.4	8.2	11.4
IJzeren Kuilen	13	377	175	-	42	-14	84	126

* op basis van overzicht 1995