

SANERINGSPLAN

Voormalig gasfabrieksterrein 's-Gravendeel
Projectcode: ZH/155/002/30

Uitgevoerd in opdracht van de
Dienst Water en Milieu van de
Provincie Zuid-Holland

JANUARI 1994

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
Telefoon (080) 284 284
Telefax (080) 239 346



HASKONING
Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

SANERINGSPLAN

Voormalig gasfabrieksterrein 's-Gravendeel
Projectcode: ZH/155/002/30

Uitgevoerd in opdracht van de
Dienst Water en Milieu van de
Provincie Zuid-Holland

JANUARI 1994

INHOUDSOPGAVE

	blz
1. INLEIDING	1
2. BESTAANDE SITUATIE SANERINGSLOCATIE EN RANDVOORWAARDEN	
SANERINGSPLAN	2
2.1 Bestaande situatie	2
2.1.1 Terreinindeling	2
2.1.2 Historie	2
2.1.3 Bodemopbouw en geologie	3
2.1.4 Geohydrologie	4
2.1.5 Verontreinigingssituatie	5
2.2 Uitgangspunten en gekozen saneringsvariant	8
2.2.1 Uitgangspunten	8
2.2.2 Gekozen saneringsvariant	8
3. OMSCHRIJVING SANERING	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Grondsanering tuinen	11
3.2.1 Voorbereidende werkzaamheden	11
3.2.2 Inrichting werkterrein	12
3.2.3 Ontgraving	12
3.2.4 Afwerking	12
3.3 Isolatie	12
3.3.1 Zijafdichting	13
3.3.2 Permanente grondwater-onttrekking	13
3.3.3 Zettingsrisico's	14
3.3.4 Nazorg en monitoring	15
3.3.5 Gebruiksbeperkingen	15
3.4 Grondwatersanering	16
3.4.1 Pompputten	17
3.4.2 Infiltratiefilter	17
3.5 (Grond-)waterzuiveringsinstallatie	18
3.5.1 Permanente bemaling	18
3.5.2 Grondwatersanering Maasdamseweg	19
3.5.3 Beschrijving installaties	19
3.6 Begeleiding en monitoring grondwatersanering	22
4. TOEPASSING STALEN DAMWAND DANWEL CEMENT-BENTONIET-WAND	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Cement-bentonietwand	24
4.2.1 Constructief	24
4.2.2 Uitvoeringstechnisch	25
4.2.3 Overlast omwonenden en verkeer	26
4.2.4 Financieel	26

**VERVOLG INHOUDSOPGAVE**

	blz.
4.3 Stalen damwand	26
4.3.1 Constructief	26
4.3.2 Uitvoeringstechnisch	27
4.3.3 Overlast omwonenden en verkeer	27
4.3.4 Financieel	27
4.4 Stabiliteit huidige dijklichaam	28
4.5 Prijsvergelijking	28
4.6 Aanbeveling	28
5. STALEN DAMWAND	31
5.1 Inleiding	31
5.2 Lengte damwanddelen	31
5.3 Profielkeuze	31
5.4 Conservering	33
5.5 Tracé damwand	34
6. UITVOERINGSTECHNISCHE ASPECTEN DAMWAND	37
6.1 Inleiding	37
6.2 Kruising damwand - ankers	37
6.3 Kruising damwand - inlaatduiker	38
6.4 Kruising damwand - kabels/leidingen	39
6.5 Fundering woonhuis	40
6.6 Persleidingen ten behoeve van de saneringen	40
7. WET- EN REGELGEVING	41
7.1 Veiligheid	41
7.2 Vergunningen en ontheffingen	42
8. MILIEUKUNDIGE BEGELEIDING	44
8.1 Grondsanering	44
8.2 Grondwatersanering	44
9. KOSTEN	45
FIGUREN	
Schets 1: Ingravingsvariant	29
Schets 2: Aanbermingsvariant	30
Planning	46



BIJLAGEN:

1. Tekening 1661.38-29, situatie en details
2. Tekening 1661.38-30, details
3. Tekening 1661.38-31, profiel 1 oost/west
4. Tekening 1661.38-32, profiel 2 zuid/noord
5. Profielen 3, 4, 5 en 6
6. Lengte damwandplanken
7. Las- en heilengte
8. Plaxis-berekeningen
9. Schema waterzuivering

Januari 1994/10K
1661.A0440.A0/R011/MVL/IP

1. INLEIDING

In opdracht van de provincie Zuid-Holland heeft HASKONING een saneringsplan opgesteld voor het terrein van de voormalige gasfabriek aan de Boven-Havendijk te 's-Gravendeel. Het saneringsplan is gebaseerd op aanbevelingen uit het, door HASKONING uitgevoerde, "Saneringsonderzoek, nummer 92/1661.38/7K, projectcode ZH/155/002/30, december 1992".

Bij het saneringsonderzoek zijn na een eerste weging een viertal saneringsvarianten nader onderzocht en beschreven. Om tot de juiste saneringsvariant te kunnen komen zijn de varianten met behulp van de ordinale verwachtingswaardemethode beoordeeld op de volgende hoofdbeoordelingsaspecten:

- milieuhygiënische;
- uitvoeringstechnische;
- financiële;
- maatschappelijke.

Na verschillende wegingen blijken de saneringsvarianten 12 en 13 beide als beste te zijn beoordeeld. Met dit verschil dat (combinatie-)variant 12 milieuhygiënische gezien hoger scoort dan 13. De naar verwachting relatief geringe meerwaarde hiervan weegt echter niet op tegen het grote kostenverschil tussen beide varianten. Gekozen is derhalve voor variant 13, de zogenaamde IBC-variant, waarbij de tuinen van Gorsdijk 38 en 40 volledig multifunctioneel worden gesaneerd door middel van afgraving.

In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie kort samengevat.

In hoofdstuk 3 vindt een beschrijving plaats van de gekozen ibc-variant. De beschrijving is onderverdeeld in de isolatie-maatregelen, grondwatersanering en grondsanering. Naast isoleren wordt ook verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 ontgraven en afgevoerd.

Een belangrijk aspect bij het isoleren van de verontreinigde grond is de keuze van de (verticale) afdichting, in hoofdstuk 4 worden de voor- en nadelen van een bentoniet- danwel stalen damwand besproken. In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op de dimensionering en tracé van de schermwand. Hoofdstuk 6 beschrijft enkele relevante uitvoeringstechnische aspecten nader.

De financiële aspecten van de omschreven werkzaamheden zijn in hoofdstuk 7 nader uitgewerkt.

2. BESTAANDE SITUATIE SANERINGSLOCATIE EN RANDVOORWAARDEN SANERINGSPLAN

2.1 Bestaande situatie

2.1.1 Terreinindeling

De saneringslocatie ligt binnen de bebouwde kom ten oosten van het centrum van 's Gravendeel. De locatie van de voormalige gasfabriek heeft de volgende kadastrale aanduiding sectie F nr. 2601. De topografische coördinaten van het centrum van de saneringslocatie zijn: $x = 102.250$; $y = 421.750$ (Topografische kaart van Nederland; schaal 1:25.000; blad 44A, Dordrecht). Het jongste gedeelte van het voormalige bedrijfsterrein ligt tussen de Provinciale weg en de Gorsdijk, het oudste gedeelte van de gasfabriek ligt ten zuiden van en onder de Gorsdijk en de Bevershoekstraat. De locatie is op bijlage 1, tekening 1661.38-29, aangegeven.

Het zuidelijk deel van de saneringslocatie omvat een gedeelte van de gedempte haven, de kade van de huidige insteekhaven en het talud van de dijk met de Havenstraat. Het kruispunt van de Havenstraat, Maasdamse Weg, Gorsdijk en Bevershoekstraat, behoort eveneens tot het zuidelijk deel van de saneringslocatie. Het noordelijke deel van de saneringslocatie omvat een gedeelte van het talud van de dijk met de Maasdamse Weg en de tuinen van de woningen aan de Gorsdijk nummer 38 en 40.

Op de saneringslocatie loopt een sloot aan de voet van de dijk. Op circa 20 meter ten oosten van de locatie stroomt de Dordtsche Kil.

Op de saneringslocatie zijn hoogteverschillen aanwezig van circa 6 meter, het hoogste punt (5 m + NAP) is het bovengenoemde kruispunt. Het laagste gedeelte van de saneringslocatie zijn de tuinen van de panden aan de Gorsdijk. De hoogte van deze tuinen bedraagt circa 1 m - NAP. Dit is ongeveer gelijk aan het niveau van het maaiveld van het voormalige bedrijfsterrein.

2.1.2 Historie

In het begin van deze eeuw (1908 - 1909) is de gasfabriek te 's Gravendeel aan de zuidzijde van de Gorsdijk opgericht. De gasfabriek bestond uit een gashouder, twee kolenloodsen, een stokerij, een zuiverhuis met daaronder de teerkelder. In 1918 is aan de noordzijde van de Gorsdijk een tweede gashouder geïnstalleerd. In 1948 zijn hier eveneens een reguleursgebouwtje en nieuwe zuiveringskisten gebouwd. Mede ten gevolge van de schade die tijdens de watersnood ontstond, is de gasfabriek in 1954 met de produktie van gas gestopt. In 1959 is het gedeelte van de gasfabriek aan de zuidzijde van de Gorsdijk gesloopt. In 1977 is het gedeelte aan de noordzijde gesloopt. In de grond ter plaatse van de voormalige fabriek komen stenen, puin en vloerdelen voor. Het is niet duidelijk welke ondergrondse delen gesloopt en afgevoerd zijn.

Na 1977 is de situatie ter plaatse gewijzigd. Ten behoeve van de verbetering van de waterkering zijn de dijken omgelegd en verhoogd. Een gedeelte van de haven is gedempt. De beschoeiing (stalen damwand aan de noordzijde en een betonkeermuur aan de zuidzijde) van de haven ter plaatse is verwijderd, evenals een inlaatduiker aan de noordzijde van de haven (Provincie Waterstaat in Zuid-Holland, afdeling Waterbouwkundige werken, Dijkverbetering Hoeksewaard, Dijkvak no. 11 Schaal 1:500, mei 1958).

2.1.3 Bodemopbouw en geologie

■ *Regionaal*

Regionaal gezien worden in het saneringsgebied een deklaag en twee watervoerende pakketten met een tussenliggende slecht doorlatend kleipakket onderscheiden. Aangezien de verontreinigingen zich in de deklaag bevinden, wordt verder voornamelijk ingegaan op de stratigrafie van de deklaag.

De holocene deklaag bestaat vanaf circa 1 m - NAP uit een afwisseling van klei en veen met inschakelingen van matig tot sterk slibhoudende fijn- en grofkorrelige zanden (Westland Formatie). De dikte van de deklaag bedraagt ter hoogte van 's Gravendeel ongeveer 2 m. Het onderliggend eerste watervoerend pakket wordt gevormd door circa 10 m dikke grofzandige afzettingen, die veelal grindhoudend zijn (Formatie van Kreftenheije en Formatie van Sterksel).

De deklaag is heterogeen van opbouw.

Uit het nader onderzoek ter plaatse van de saneringslocatie, blijkt dat vanaf circa 13,7 m - NAP tot circa 19,6 m - NAP een lemig zand met naar onderen toe matig grof slibarm zand voorkomt. De mediaan van de zandfractie ligt rond 400 μ m. Hieronder bevindt zich aan de basis van de deklaag klei tot minimaal 20 m - NAP (einde boring).

■ *Locaal*

De maaiveldhoogte varieert van 0,7-1,1 m - NAP (weiland en tuinen aan de noordzijde Gorsdijk en industrieterrein ten noorden van de Maasdamse weg) tot 4,5-5,0 m + NAP (Maasdamse Weg, dijklichamen Bevershoekstraat en Havenstraat).

Direct ten noorden van de oude havendijk (Gorsdijk-Havenstraat) bevindt zich ter hoogte van de Maasdamse Weg een circa 9 m dik zandlichaam met basis op circa 6 m - NAP.

Het oude gedeelte van de dijklichamen (vóór het op Deltahoogte brengen) is opgebouwd uit een complex van geroerde zand- en kleilagen met bijmengingen in de vorm van grind en puin (zie profielen 1 tot en met 6 van bijlage 3 en 4). Ten behoeve van het op Deltahoogte brengen van de dijklichamen is in hoofdzaak zand toegepast. De dijklichamen zijn in het algemeen bekleed met een laag lichte klei en zavel, welke in dikte varieert van 0,5 m tot 1,5 m.

Aan de havenzijde van de Bevershoekstraat en de Havenstraat is een basaltwering aangebracht op minder dan 0,5 m-mv (zie profielen 4 tot en met 6, bijlage 5). Hieronder bevindt zich aan de noordzijde van de haven een klei-ophoging tot circa 3 m + NAP met basis op circa 3 m - NAP (zie profiel 5, bijlage 5). Dit waterkerend kleilichaam wordt in westelijk richting in de oude havendijk eveneens aangetroffen.

Ter hoogte van de Bevershoekstraat-voormalige haven is zowel aan havenzijde als aan de westzijde een kleipakket tot een hoogte van circa 0,5 m - NAP tot 0,5 m + NAP opgebracht. Ter plaatse van de Bevershoekstraat bevindt zich op het niveau van de voormalige havenbodem (circa 4 m - NAP, zie profiel 6, bijlage 5), een 5-7 m dik zandlichaam, welke aan de bovenzijde met een 0,5 m dunne kleilaag is afgedekt.

Onbekend is met welk materiaal demping van de voormalig haven in westwaartse richting heeft plaatsgevonden.

Het natuurlijke profiel ter plaatse van de saneringslocatie bestaat uit een kleidek (0,7-1,5 m dik), met daaronder lichte zavel en kleiig zand. Op een niveau van 2-4 m - NAP wordt over een groot deel van de saneringslocatie veen aangetroffen. De dikte van de veenafzettingen varieert van circa 2 m ten noorden tot 4 m ten zuidwesten van de provinciale weg. De basis van deze veenlaag in het noordelijk deel van de saneringslocatie bevindt zich op circa 4,5 m - NAP. Deze veenlaag is ter plaatse van de dijklichamen (met name de Maasdamse Weg) afgegraven (zie profiel 3, bijlage 5). Ter hoogte van de kruising Gorsdijk-Havenstraat en Bevershoekstraat komt over een traject van circa 6-9 m - NAP een tweede veenlaag voor, welke in zuidelijke richting niet meer prominent aanwezig is (deels verslagen veen binnen zandhoudende kleien, zie profielen 4 en 6) terwijl deze in noordelijke richting zich doorzet en mogelijk deel uitmaakt van een groter veenpakket (zie profiel 2, bijlage 4).

Over het zuidoostelijk deel van de saneringslocatie wordt een 1-2 m dunne zandlens aangetroffen op een gemiddeld niveau van circa 3,5 m -NAP. De top van deze zandlens bevindt zich ten noorden van de insteekhaven op circa 1,5 m - NAP (zie profiel 5) en ter hoogte van de kruising Gorsdijk-Havenstraat en Bevershoekstraat komt de top van deze zandlens pas op circa 5 m - NAP voor.

Tot aan de lemige zanden op circa 13-14 m - NAP worden voornamelijk kleien aangetroffen met nog een dunne veeninschakeling op een niveau van circa 12 m - NAP.

Voor details zie verder "Saneringsonderzoek" HASKONING, december 1992.

2.1.4 Geohydrologie

Voor de grondwaterstroming zijn verschillende systemen te onderscheiden afhankelijk van de diepte.

■ *Freatisch grondwater*

Het freatisch grondwater staat onder invloed van het peil van de Dordtsche Kil, infiltrerende neerslag en de nabijgelegen polders. De situatie van de grondwaterstroming laat zien dat de afstroming van het ondiepe grondwater vanaf de Havenstraat algemeen noordelijk is.

In de veronderstelling dat de stalen damwand langs de voormalige haven verwijderd is, bevindt zich dan ter hoogte van de westelijke Havenstraat een waterscheiding met een zuidelijke afstromingscomponent richting de gedempte haven. Ter hoogte van de kruising voormalige haven-Bevershoekstraat en langs de noordzijde van de insteekhaven, kan onder invloed van ontstane spanningsverschillen tijdens getijdebewegingen van de Dordtsche Kil, geringe in- en uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater plaatsvinden.

Het goed doorlatend zandlichaam met daarop de Maasdamse Weg fungeert als een infiltratiezone met een tweezijdige afstroming naar het noordelijk gelegen industriegebied en de sloot zuidelijk van de provinciale weg. Tezamen met de noordelijke afstroming vanaf de Gorsdijk resulteert dit in een grondwaterstroming

met een algemeen noordwestelijke stromings-component. Het vastgestelde verspreidingspatroon van de verontreiniging met cyanide (zie tekeningen 1661.38-18 en 1661.38-19) bevestigt de afstroming in noordwestelijke richting. Voor het voormalige gasfabrieksterrein geldt dat de verontreinigingen ten westen van de kruising Havenstraat-Bevershoekstraat vooral in noordwestelijke richting zullen verspreiden.

■ *Ondiep grondwater op 3,5 m - NAP*

Zoals hierboven is vermeld, stroomt het grondwater onder het grootste deel van het voormalig gasfabrieksterrein naar de noordwestelijk gelegen polder, welke een peil heeft van circa 1,5 m - NAP. Er kan echter ook wegzijging optreden naar de lager gelegen en relatief goed doorlatende zandlaag op circa 3,5 m - NAP, welke een stijghoogte heeft van circa 0,1-0,3 m - NAP. Deze lage stijghoogte wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat deze zandlaag een verbinding heeft met zowel het polderpeil als het peil in de Dordtsche Kil. Binnen deze zandlaag zal daardoor een westelijke stroming optreden.

■ *Spanningswater in het 1e watervoerend pakket*

De stijghoogte in het op 14 m - NAP gelegen eerste watervoerend pakket varieert van NAP tot 0,4 m + NAP en ligt daarmee boven de stijghoogte van het zandpakket op 3,5 m - NAP. Hierdoor bestaat er een kwelsituatie vanuit het eerste watervoerend pakket voor zowel de saneringslocatie als de polder. Het is daardoor niet waarschijnlijk dat verontreinigingen de veenlaag op 6,5 m - NAP zullen passeren.

2.1.5 Verontreinigingssituatie

In de volgende paragrafen worden respectievelijk de grond- en de grondwater-verontreinigingssituatie samengevat. Voor een gedetailleerde beschrijving van de verontreinigingen wordt verwezen naar het HASKONING-aanvullend nader onderzoeksrapport (nummer 92/1661.38/2K).

■ *Grond*

Bij de beschrijving van de verontreinigingssituatie van de grond ter plaatse van de voormalige gasfabriek worden de volgende vier gebieden onderscheiden:

- Gedempte haven;
- zuidelijk van de Gorsdijk;
- noordelijk van de Gorsdijk;
- tuinen Gorsdijk 38 en 40.

Op tekening 1661.38-29 is de horizontale omvang van de grondverontreiniging aangegeven.

■ *Gedempte haven*

De grond van de gedempte haven is matig verontreinigd ($\geq B$) door PAK's tot een maximale diepte van 4,1 à 4,3 m - NAP. De bodem van de gedempte haven heeft op circa 4 m - NAP gelegen. De laagdikte waarover de verontreiniging voorkomt bedraagt maximaal circa 2 m. Aangenomen wordt dat de grond tot circa 40 meter ten westen van huidige haven is verontreinigd. In totaal is de verontreiniging over circa 800 m² waargenomen.

Op basis van de vrij grote laagdikte waarover de verontreiniging voorkomt en de relatief beperkte horizontale verspreiding alsmede de geconstateerde heterogeniteit, wordt aangehouden dat de verontreiniging is ontstaan door toepassing van verontreinigde grond als dempingsmateriaal. De grond was hoogstwaarschijnlijk afkomstig van het terrein van de voormalige gasfabriek. Mogelijk is een deel van de verontreiniging ontstaan door lozing van afvalwater op de voormalige haven door de gasfabriek.

■ *Zuidzijde Gorsdijk*

Aan de zuidzijde van de Gorsdijk is de grond matig ($\geq B$) tot sterk ($> C$) verontreiniging door PAK's en cyanide. Het gehele gebied is niet in gelijke mate verontreinigd.

De grond ter plaatse van de voormalige teerput is zeer sterk verontreinigd ($> C$) door PAK's. Waar voorheen het zuiverhuis was, is een sterke verontreiniging ($> C$) met cyanide aanwezig. In het verlengde van de Havenstraat, de voormalige kade, komen sterke verontreinigingen ($> C$) door teerprodukten en lichte verontreinigingen ($> A$) door cyanide voor. De huidige havenkade is rond NAP matig ($> B$) tot sterk ($> C$) verontreinigd door zowel PAK's als cyaniden. Mogelijk zijn ook deze verontreinigingen ontstaan door toepassing van verontreinigd materiaal als aanvulmateriaal achter de damwand van de haven.

De verticale begrenzing van de verontreinigingen in dit gebied varieert van circa 2 m + NAP tot circa 2 m - NAP. Op de locatie van voormalige havenkade is echter een aanmerkelijk diepere verspreiding vastgesteld (tot circa 3,5 m - NAP).

In het slibmonster van de insteekhaven is geen verontreiniging aangetroffen.

Het gedeelte dat matig ($> B$) tot sterk ($> C$) verontreinigd is heeft een oppervlakte van circa 1.400 m².

Het gedeelte dat licht verontreinigd ($> A$) is, heeft een oppervlakte van circa 300 m².

■ *Noordzijde Gorsdijk*

Aan de noordzijde van de Gorsdijk is de grond matig tot sterk verontreinigd door cyanide. Plaatselijk zijn matige (neven)verontreinigingen met PAK's aangetroffen. De verontreiniging onder de dijk (Maasdamse Weg) is waarschijnlijk het gevolg van grondwerkzaamheden bij de aanleg van de dijk (heterogeen aanwezig, dunne laag). De verontreinigingen zijn tot een maximale diepte van circa 2 à 2,5 m - NAP aangetroffen. De maximaal verontreinigde laagdikte wordt geschat op 2 à 3 m. De verontreiniging komt over een oppervlak van circa 600 m² voor.

Waar puin, kolengruis en andere vaste afvalstoffen in de grond voorkomen is tevens een verhoogd gehalte aan metalen te verwachten. Het gedeelte onder de Gorsdijk is licht verontreinigd door PAK's en cyanide. Deze verontreiniging komt over een oppervlak van circa 500 m² voor.

■ *Tuinen Gorsdijk 38 en 40*

De bovengrond van de achtertuinen van de woningen aan Gorsdijk 38 en 40 is matig verontreinigd (> B) door PAK's, waarbij de verontreinigde laag maximaal circa 1,5 m dik is. De oppervlakte van de tuinen bedraagt circa 500 m², de geschatte hoeveelheid verontreinigde grond is circa 150 m³ (circa 260 ton). In het weiland achter de tuinen komt alleen een zeer licht verhoogd PAK-gehalte (> A) voor.

In de sliblaag van de sloot zijn licht verhoogde concentraties (> A) aan PAK's en cyanide-totaal aangetroffen. Blijkens de analyseresultaten van de slibmonsters I en II is de verspreiding hiervan vrij beperkt.

■ *Grondwater*

De horizontale verspreiding van de verontreiniging tot B-waarden in het grondwater is weergegeven in tekeningen 1661.38-18 en 1661.38-19. Voor de weergave van de verontreinigingssituatie is uitgegaan van de cyanide-gehalten in het grondwater. De weergegeven verontreinigingssituatie heeft betrekking op het grondwater tot een diepte van 2 à 3 m - NAP.

Behoudens enkele spotverontreinigingen met aromatische verbindingen en minerale olie (teerkelder ten noorden en zuiveringskisten ten zuiden van de Gorsdijk) is cyanide veruit de belangrijkste verontreiniging in het grondwater.

Bij uitvoering van het aanvullend nader onderzoek (HASKONING rapport 92/1661.38/2k, april 1992) is een horizontale verspreiding van grondwaterverontreiniging door cyanide in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg in noordwestelijke geconstateerd. Uit de gemeten gehalten blijkt dat de verontreiniging zich in noordwestelijke richting in het zandlichaam onder de Maasdamse Weg verplaatst. De grondwaterverontreiniging (cyanide > A) heeft zich over een oppervlakte van circa 17.000 m² verspreid. Hiervan is circa 9.200 m² verontreinigd in gehalten groter dan de B-waarde en 3.700 m² groter dan de C-waarde. Voor wat betreft de verticale verspreiding met cyaniden geldt dat deze over het algemeen gering is, het grondwater is tot op een diepte van circa 8 m - NAP verontreinigd.

De totale hoeveelheid verontreinigd grondwater door cyanide in gehalten groter dan de A-waarde bedraagt circa 30.000 m³ (gemiddelde porositeit 0,3). Hiervan is circa 13.000 m³ verontreinigd in gehalten groter dan de B-waarde en circa 3.300 m³ is verontreinigd door cyanide in gehalten groter dan de C-waarde. Ter plaatse van de twee verontreinigingshaarden is het grondwater over een totaal oppervlak van circa 400 m² eveneens matig verontreinigd (> B-waarde) door vluchtige aromaten.

2.2 Uitgangspunten en gekozen saneringsvariant

2.2.1 Uitgangspunten

Uitgangspunten van de bodemsanering zijn:

- het provinciaal beleid, dat gericht is op het herstel van de multifunctionaliteit van de bodem;
- zowel voor grond als grondwater geldt in principe dat tot de A-toetsingswaarde terug gesaneerd moet worden;
- het behoud van de waterkeringen, met name van de hoofdwaterkering;
- het behoud van de bereikbaarheid, met name van de industrie noordelijk gelegen van de Maasdamse Weg, in het geval van de af te sluiten Maasdamse Weg en andere doorgaande wegen;
- in het kader van een vergunning krachtens de Wet Milieubeheer minimale overlast voor de bewoners;
- minimale risico's voor volksgezondheid en milieu;
- minimale zettingsrisico's ten gevolge van grondwateronttrekking;
- een zo kort mogelijke periode van grondwatersanering;
- het terugbrengen van de concentraties van het te lozen verontreinigd grondwater tot beneden de lozingsnormen.

2.2.2 Gekozen saneringsvariant

Naar aanleiding van de inventarisatie van de saneringslocatie en de bruikbare saneringsmethoden zijn 15 saneringsvarianten in principe mogelijk. Bij deze 15 varianten zijn er gradaties in de uiteindelijke saneringsresultaten. De resultaten variëren van volledig herstel van de multifunctionaliteit van de bodem tot het volledig isoleren van de verontreiniging conform de IBC criteria (Isoleren, Beheersen en Controleren).

Na de inventarisatie, verder onderzoek en rapportage van deze 15 saneringsvarianten (HASKONING-rapport 92/1661-38/4K) is het rapport op 28 september 1992 besproken met de opdrachtgever, vertegenwoordiging van de gemeente 's-Gravendeel, de vertegenwoordigster van de bewoners, de Milieudienst Zuid-Holland Zuid en het Waterschap De Groote Waard.

Navolgende tabel geeft een samenvatting van de 15 saneringsvarianten.

Tabel: Samenvatting 15 voorgestelde saneringsvarianten

Varianten		Compartiment						Aantal damwand comparti- ment	miljoen gulden
		1	2	3	4	5	6		
		Voormalige haven	Noordzijde insteekha- ven	Gorsdijk Haven- straat	Telud Maasdam- se Weg	Maasdam- se Weg	Tuinen Gorsdijk 38/40		
1.	G	TO	TO	TO	TO	TO	TO	5	10'
	GW	B-waarde 5 jr. A-waarde 8 jr.							5'
2.	G	TO	DO/IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	TO	5	°10
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
3.	G	TO	IBC	IBC	TO	IBC	TO	2	°5
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							
4.	G	IBC	IBC	IBC	TO	IBC	TO	1	4,5'
	GW	B-waarde ... jr. G waarde ... jr.							4'
5.	G	TO	TO	TO	IBC	IBC	TO	3	°7
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
6.	G	IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	IBC	TO	2	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
7.	G	TO	IBC	IBC	TO	IBC	IBC	2	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
8.	G	TO	TO	IBC	IBC	IBC	TO	3	°6
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
9.	G	IBC	DO/IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	1	°3,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
10.	G	TO	IBC	IBC	IBC	IBC	TO	1	°2,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
11.	G	IBC	IBC	IBC	TO	IBC	IBC	1	°4,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
12.	G	IBC	DO/IBC	DO/IBC	DO/IBC	IBC	TO	2	3,1'
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							4'
13.	G	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	TO	0	°2,5
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							4'
14.	G	TO	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	1	°2,5
	GW	B-waarde ... jr. A-waarde ... jr.							
15.	G	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	IBC	0	2'
	GW	B-waarde 2 jr. A-waarde 6 jr.							°4

Legenda:

- G = Grondsanering
- TO = Totale Ontgraving
- DO = Deels ontgraven
- GW = Grondwater sanering
- 5jr = Saneringsduur 5 jaar
- IBC = Isoleren Beheersen Controleren
- ' = Geraamde kosten
- ° = Geschatte kosten
- ... = Voor wat betreft de duur van de grondwatersanering is om praktische redenen in deze fase van het onderzoek geen schatting gemaakt.

Tijdens de genoemde vergadering is deze beoordeling uitvoerig besproken en aangescherpt. Gesteld is dat de varianten, waarbij de verontreiniging in de tuinen wordt geïsoleerd, niet zinvol zijn, derhalve vielen de varianten 7, 9, 11, 14 en 15 af. Om een juiste afweging bij de keuze voor sanering te kunnen maken, moeten de twee uitersten (volledig herstel multifunctionaliteit en IBC) wordt uitgewerkt. Uit de resterende 8 varianten zijn twee varianten geselecteerd, waarbij de bron(nen) worden verwijderd, aangezien deze milieuhygiënisch en financieel het meeste rendement opleveren. In de vergadering zijn met alle aanwezigen uit de 15 gepresenteerde saneringsvarianten de volgende vier saneringsvarianten geselecteerd.

■ *Variant 1*

Herstel multifunctionaliteit door middel van volledige ontgraving van de verontreinigde grond en onttrekking verontreinigd grondwater.

■ *Variant 4*

Gedeeltelijk herstel functionaliteit door middel van het ontgraven van de sterk verontreinigde grond onder het talud van de Maasdamse Weg en van de matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. De restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

■ *Variant 12*

Gedeeltelijk herstel functionaliteit door middel van isolatie van de verontreinigingen behalve in de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Deze verontreiniging wordt ontgraven. In het geïsoleerde gedeelte worden echter wel de twee puntbronnen verwijderd door middel van ontgraving in twee relatief kleine damwandcompartimenten. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

■ *Variant 13*

Ontgraven matig verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40. Restverontreinigingen isoleren, controleren en beheersen. Het verontreinigd grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

Na verdere vergelijking van de hier genoemde 4 varianten is gekozen voor een verdere uitwerking van variant 13 in een saneringsplan.

Bij deze variant wordt de verontreinigde grond uit de tuinen aan de Gorsdijk 38-40 ontgraven en de overige grondverontreinigingen worden geïsoleerd. De isolerende maatregelen bestaan uit het plaatsen van een damwand (zijafdichting) en een permanente grondwater onttrekking binnen het geïsoleerde gedeelte door een aantal putten met een laag onttrekkingsdebiet. Het onttrokken grondwater wordt na zuivering gedeeltelijk geloosd op het gemeentelijke riool. Het grondwater buiten het geïsoleerde gedeelte wordt onttrokken en gereinigd.

3. OMSCHRIJVING SANERING

3.1 Inleiding

Uitgangspunt van de sanering is het ontgraven van de verontreiniging uit de tuinen aan de Gorsdijk 38 en 40 en het isoleren, beheersen en controleren van in de gebieden ten noorden en ten zuiden van de Gorsdijk, en in de grond van de gedempte haven, achterblijvende verontreinigingen. De verontreinigde grond wordt door middel van een damwandscherm van de omgeving geïsoleerd. De precieze plaats van de damwand en het type damwand worden in hoofdstuk 3 uitgebreid beschreven. Een tweede isolerende maatregel is het permanent onttrekken van grondwater binnen het geïsoleerde gebied.

De grondwaterverontreiniging onder de Maasdamseweg buiten het geïsoleerde gedeelte zal worden verwijderd middels infiltratie en onttrekking.

De beschrijving van de sanering is onderverdeeld in:

- grondsanering tuinen;
- isolatie;
- grondwatersanering.

3.2 Grondsanering tuinen

3.2.1 Vorbereidende werkzaamheden

De globale grenzen van de ontgraving zijn aangegeven op tekeningnr. 1661.38-29, (bijlage 1). De oostzijde van de ontgraving wordt begrensd door een ten behoeve van de isolatie aan te brengen damwand. Aan de noordzijde bevindt zich een watergang. Voor begonnen kan worden met het ontgraven van de verontreinigde grond dient deze watergang, ter voorkoming van wateroverlast, over een lengte van circa 30 m te worden gedempt. Een demping van de watergang betekent ook dat het terrein, met het oog op de af- en aanvoer van grond, toegankelijk wordt vanaf de Maasdamseweg of vanaf het aangrenzende weiland.

Om de waterhuishouding van het achtergelegen gebied in stand te kunnen houden moet de bestaande inlaatduiker ten alle tijden operationeel blijven. Hiertoe wordt over de lengte van de te dempen watergang een tijdelijke duiker Ø 400 mm aangebracht, welke wordt aangesloten op het uiteinde van de inlaatduiker.

Voor begonnen kan worden met het dempen van de watergang zal de aanwezige beschoeiing moeten worden verwijderd en zal de watergang worden opgeschoond. De uitkomende specie (circa 20 m³) dient te worden afgevoerd.

Om na alle werkzaamheden de beide tuinen in huidige staat te kunnen herstellen dient vooraf (in nauwe samenwerking met de bewoners/eigenaren) te worden bepaald hoe dit herstel er uit moet zien.

De schuur op perceel 40 zal worden afgebroken, waarbij tevens de fundering zal worden verwijderd.

In overleg met de bewoners zal worden gekozen voor ofwel herstel van de tuinen naar de huidige situatie door de aannemer namens de Provincie, danwel de bewoners ontvangen een vergoeding en herstellen de tuinen verder zelf. Een en ander zal op basis van taxatie worden vastgesteld.

3.2.2 Inrichting werkterrein

Het werkterrein behelst een strook terrein in het tracé van de schermwand en het gedeelte dat in het kader van de sanering ontgraven wordt. Het terrein van het schermwandtracé zal behalve de normale veiligheidsvoorzieningen op een bouwplaats vooralsnog geen extra voorzieningen nodig hebben in het kader van (grond)saneringsactiviteiten.

Bij de (uitgebreidere) ontgravingsactiviteiten in de tuinen zullen tijdens de grondsanering dáár wel bijzondere voorzieningen getroffen worden. Ter plaatse van de tuinen wordt een, met bouwhekken afgeschermd, verontreinigde zone ingericht, voorzien van wasplaats. De verontreinigde grond wordt direct afgevoerd.

3.2.3 Ontgraving

Een gemiddelde ontgravingsdiepte van 0,6 m, samen met een ontgravingsoppervlak van 450 m² geeft een hoeveelheid af te voeren verontreinigde grond van circa 270 m³ (= 490 ton).

In het kader van de milieukundige begeleiding zal voor aanvang van de ontgravingsactiviteiten de ondergrens van de verontreiniging door bemonstering nader worden vastgesteld.

De werkelijke hoeveelheid zal afhangen van hoe, door een milieukundige, de horizontale en verticale ontgravingsgrenzen in het werk worden vastgesteld. De grenzen worden na ontgraving bepaald aan de hand van de analyseresultaten van te maken controlegrondmonsters. Om een duidelijk beeld van verontreinigingsgrenzen te verkrijgen zullen circa 10 controlegrondmonsters genomen dienen te worden (voorlopige schatting).

3.2.4 Afwerking

Zodra het terrein is aangevuld met teelaarde kan begonnen worden met het verwijderen van de tijdelijke duiker en het herstel van de watergang. Er kan, aan de hand van de vooraf gemaakte afspraken, worden begonnen met het herstel van de tuinen.

De schuur zal worden herbouwd nadat de isolerende wand ter plaatse is aangebracht.

3.3 Isolatie

Het gedeelte dat niet multifunctioneel gesaneerd wordt, wordt geïsoleerd met behulp van een zijafdichting.

Naast het aanbrengen van een zijafdichting is het permanent verlagen van de grondwaterspiegel binnen het geïsoleerde gebied een tweede beschermende maatregel.

3.3.1 Zijafdichting

Om de horizontale verspreiding van de verontreiniging te voorkomen wordt rondom het verontreinigde gebied een scherm aangebracht.

In hoofdstuk 4 worden de voor- en nadelen overwogen van een stalen, danwel cement-bentoniet wand.

De hier toe te passen zijafdichting zal worden opgebouwd uit stalen damwandplanken. In hoofdstuk 5 en 6 worden de verschillende aspecten van een stalen damwand nader belicht.

3.3.2 Permanente grondwater-onttrekking

Het uitvoeren van het geïsoleerde gedeelte als een onderbemalen gebied is een tweede maatregel om uittreding van het verontreinigde grondwater te voorkomen. Het tot stand te brengen grondwatervniveau-verschil bedraagt circa 0,5 m.

In totaal worden hiertoe 3 pompputten geplaatst. Voor situering zie tekeningnr. 1661.38-29, (bijlage 1).

De plaats van pompput 3 is ten opzichte van hetgeen is aangegeven in het saneringsonderzoek enigszins gewijzigd. Pompput 3 is verschoven tot juist buiten de verharding van de Bevershoekstraat, zodat de put evenals de 2 andere putten zonder tijdelijke verkeersmaatregelen ten alle tijden te bereiken is.

Op maaiveldhoogte van de pomp wordt een betonnen ring met inwendige maat van Ø 1000 mm en een hoogte van 1,10 m aangebracht. Hiervoor kan een prefab betonnen onderbak worden gebruikt, waarbij een sparing in de onderzijde ten behoeve van het filter wordt aangebracht. Op de onderbak wordt een bijbehorende betonnen bovenplaat geplaatst, welke weer wordt afgewerkt met een putrand voorzien van gietijzeren putdeksel.

Tabel 1: Bemalingsfilters binnen de damwand

Pomp-nummer	M.V. hoogte	Onderkant filter	Doorsnede	Filterlengte	Debiet
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m³/dag]
1	+4,50	-5,00	0,30	4,00	70
2	+4,40	-4,00	0,30	4,00	70
3	+4,40	-5,00	0,30	3,00	50

De bovenvermelde pompdebieten zijn overgenomen uit het saneringsonderzoek (HASKONING, 92/1661.38/7K). Hierbij is gerekend met een maximale doorlatendheid $k = 10^{-7}$ m/s, welke als representatieve (=toelaatbare) waarde voor stalen damwanden zonder aanvullende maatregelen gehanteerd wordt in "Handboek bodemsaneringstechnieken" van het Ministerie van VROM (1983).

Rekening houdend met de hier toe te passen afdichtingsmaatregelen tussen de panelen kan het totale bemalingsdebiet gereduceerd worden tot circa 45 m³/d.

Het minimale debiet van de te gebruiken pomp is: $70/24 = 2,9 \text{ m}^3/\text{h/pomp}$

Keuze persleiding: HPE Ø 32 mm, geschikt voor 0,63 MPa werkdruk.

De minimale opvoerhoogte van de te gebruiken onderwaterpomp is:

$$\begin{aligned}
 - h_{\text{stat}} &= 5,00 + 4,50 - 1,00 && = 8,50 \text{ m} \\
 - h_{\text{dyn}} &= \text{verlies circa } 0,07 \text{ m/m} \\
 &\quad \text{bij een lengte van max. 80 m geeft dit: } 80 * 0,07 && = 5,60 \text{ m} \\
 &\quad \text{verlies in pomp} && = 1,00 \text{ m} + \\
 - h_{\text{man}} &= && = 15,10 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Keuze pomp voor alle 3 de filters: Grundfos SP 3A-6 NE.

De capaciteit van de pomp is hoger dan strikt noodzakelijk zou zijn om het in de tabel 1 aangegeven debiet te kunnen halen. Dit is gedaan om voldoende speelruimte over te houden voor het geval in de praktijk blijkt dat een hoger debiet noodzakelijk is.

In de afvoerleiding in de putkop dient een debietmeter en een afsluiter te worden opgenomen om de onttrekking te kunnen regelen. Niveauschakelaars ter plaatse van de damwand zorgen ervoor dat het gewenste peilverschil van 0,5 m gehandhaafd kan worden.

Het opgepompte water wordt middels een persleiding Ø 32 mm getransporteerd naar een te plaatsen grondwaterzuiveringsinstallatie.

3.3.3 Zettingsrisico's

De grootte van optredende zettingen bij een permanente verlaging van het grondwater met 0,5 m binnen de damwandkuip, kan worden benaderd door de formule volgens Terzaghi-Keverling Buisman:

$$z = \frac{h}{C''} \cdot \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

waarin,

z	=	zetting	[m]
h	=	dikte samendrukbare laag	[m]
P1	=	korrelspanning vóór verlaging grondwaterspiegel	[g/cm ²]
P2	=	korrelspanning na verlaging grondwaterspiegel	[g/cm ²]
C''	=	compressieconstante	[-]

Door onbekende grootheden van bovenbeschreven parameters en hiervan afhankelijke variabelen (dichtheid, bodemvochtgehalte, porositeit) is hier slechts sprake van schatting van de zetting.

Voor het oude dijklichaam nabij peilbuis 13 is een variatie in zetting gevonden van $z = 0,02 - 0,21 \text{ m}$, terwijl ter plaatse van de Maasdamseweg de geschatte zetting $z = 0,02 - 0,10 \text{ m}$ bedraagt.

Uit aanvullend grondonderzoek kunnen de benodigde parameters in het laboratorium op grootte nader worden bepaald en kan een betrouwbaar beeld van de optredende zettingen binnen de damwandkuip worden verkregen.

3.3.4 Nazorg en monitoring

Nazorg en controle van de staat en de werking van de omschreven milieu-technische voorzieningen (scherm + grondwateronttrekking) is noodzakelijk om ook op lange termijn ongewenste emissie van verontreinigde stoffen in het milieu te voorkomen.

Voor de duur van de isolatie zal een grondwatermonitoringssysteem worden opgezet om eventuele lekkage van de zijafdichting te kunnen constateren. Jaarlijks zullen op representatieve plaatsen aangebrachte peilbuizen buiten het geïsoleerde gebied worden bemonsterd. De monsters worden geanalyseerd op de aanwezigheid van verontreinigende componenten (PAK's, cyanide, BTEX en minerale olie). Bij een toename van het gehalte aan verontreinigende componenten dienen maatregelen te worden getroffen. Te denken valt aan het verhogen van het te onttrekken debiet binnen het geïsoleerde gebied of het repareren van de damwand (zie verder grondwatersanering, paragraaf 3.4 en begeleiding, paragraaf 3.6).

De geïnstalleerde pompen en leidingen zullen, nadat de werkzaamheden zijn uitgevoerd, op hun functioneren worden getest.

Tijdens de uitvoering kunnen omstandigheden optreden die mogelijk van invloed zijn op een te hanteren nazorgplan. Derhalve is de opstelling van een dergelijk plan mede afhankelijk van de geïnstalleerde pompen, leidingen en leidingen-tracés, type damwand constructies, duiker doorvoeringen etc.

Een nazorgplan van peilbuizen en pompen en het uit te voeren onderhoud aan de aangebracht isolerende constructies, zal tijdens en na de uitvoering ter sprake komen.

In het kader van het nazorgplan zal ook het grondwater van het eerste watervoe-rend pakket in het monitoringprogramma worden opgenomen. Vaststellen van de nulsituatie door middel van metingen vooraf rond en onder de voormalige teerputten zal onderdeel vormen van het monitoringprogramma.

In het uitvoeringsbestek zal de installatie van hiervoor benodigde peilputten worden opgenomen.

Eventuele verspreiding van de puntbronverontreinigingen (wegzinken van teer uit de voormalige teerputten) kan dan later worden gesignaleerd.

3.3.5 Gebruiksbeperkingen

Als gevolg van de aanwezigheid van de milieutechnische voorzieningen (scherm, grondwateronttrekking, peilbuizen, etcetera) gelden voor het terrein en zijn omgeving een aantal gebruiksbeperkingen. Deze gebruiksbeperkingen zijn mede gericht op het voorkomen van schade aan de betreffende voorzieningen en het garanderen van de bereikbaarheid ervan. Daarnaast kan de aanwezigheid van de verontreinigingen beperkingen opleggen aan het terreingebruik (grond en grondwater) in de directe omgeving. De gebruiksbeperkingen hangen nauw samen met het bestemmingsplan van de locatie en de directie omgeving en zullen daarin moeten worden opgenomen.

Onderstaand is kort ingegaan op de gebruiksbeperkingen.

■ *Algemeen*

De gebruiker(s) van het terrein is (zijn) verplicht te allen tijde controle- en onderhoudswerkzaamheden aan de diverse voorzieningen en het vervangen van de voorzieningen toe te staan. Hiertoe zal een onbelemmerde toegang tot het terrein en de daarop gerealiseerde voorzieningen en dergelijke moeten worden gegarandeerd.

Bij de aanleg van leidingen (met name rioleringen en nutsleidingen) zullen mogelijk voorzieningen moeten worden getroffen.

■ *Beplanting*

De bestemming van het terrein is hierop reeds afgestemd. De functies industrie, wonen en verblijfsrecreatie vervallen.

Bij de beplantingskeuze dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van de voorgestelde voorzieningen.

■ *Peilbuizen, grondwateronttrekkingen, zuivering*

In verband met frequente controle van de grondwaterstanden en de grondwaterkwaliteit in de peilbuizen/onttrekkingsfilters op en rond de locatie dienen deze te allen tijde bereikbaar te zijn voor deze doeleinden. Het terreingebruik dient tevens zodanig te zijn dat beschadiging van de peilbuizen/onttrekkingsfilters wordt voorkomen. De peilbuizen zijn hiertoe afgesloten middels straatpotten. Dit geldt ook voor de peilbuizen buiten het terrein. De onttrekkingsfilters zijn voorzien van afsluitbare aluminium luiken.

■ *Handhaving van de gebruiksbeperkingen*

Om de gebruiksbeperkingen voldoende bindend te laten zijn, zal bij verkoop, erfpacht of verhuur van het terrein een overeenkomst worden gesloten tussen huidige en toekomstige gebruiker/eigenaar van de locatie. In deze overeenkomst worden de gebruiksbeperkingen via boeteclausules bindend vastgelegd. In deze overeenkomst zal tevens worden vastgelegd dat de gebruiker van het terrein nimmer in aanmerking zal komen voor een schadevergoeding ten gevolge van de uitvoering van werkzaamheden op het terrein.

De gebruiksbeperkingen worden in het bestemmingsplan van de gemeente opgenomen.

3.4 Grondwatersanering

Buiten de isolatiewanden zoals in paragraaf 2.1.5 beschreven, bevinden zich verontreinigingen in het grondwater. In noordwestelijke richting, onder de Maasdamse dijk wordt middels infiltratie en onttrekking van grondwater de gelokaliseerde grondwaterverontreiniging gesaneerd. De locaties van pompputten en infiltratiefilters zijn aangegeven op tekeningnr. 1661.38-29 (bijlage 1).

3.4.1 Pompputten

Tabel 2: Bemalingsfilters in Maasdamseweg

Pomp- nummer	M.V. hoogte	Onderkant filter	Doorsnede	Filterlengte	Debiet
	[mNAP]	[mNAP]	[m]	[m]	[m³/dag]
4	+4,00	-5,50	0,30	4,00	120
5	+4,00	-5,50	0,30	4,00	120

Het minimale debiet van de te gebruiken pomp is: $120/24 = 5,0 \text{ m}^3/\text{h/pomp}$

Keuze persleiding: HPE Ø 50 mm, geschikt voor 0,63 Mpa werkdruk.

De minimale opvoerhoogte van de te gebruiken onderwaterpomp is:

$$- h_{\text{stat}} = 4,00 + 5,50 - 1,00 = 8,50 \text{ m}$$

$$- h_{\text{dyn}} = \text{verlies circa } 0,02 \text{ m/m} \\ \text{bij een lengte van ca. } 180 \text{ m geeft dit: } 180 * 0,02 = 3,60 \text{ m} \\ \text{verlies in pomp} = 1,00 \text{ m} +$$

$$- h_{\text{men}} = 13,10 \text{ m}$$

Keuze pomp: Grundfos SP 5A-4 NE.

Het opgepompte water wordt via de persleiding Ø 50 mm getransporteerd naar de te plaatsen grondwaterzuivering.

3.4.2 Infiltratiefilter

De doorspoeltijd in het zandlichaam wordt gereduceerd door het infiltreren met niet verontreinigd water aan de periferie van de grondwaterverontreiniging.

In tegenstelling tot het saneringsonderzoek (infiltratie via horizontale drain dwars op de Maasdamseweg) wordt het water geïnfilterd middels drains die parallel aan de Maasdamseweg lopen. Het aanbrengen van de horizontale drain onder in het dijklichaam is, zonder afgraven, technisch gezien niet eenvoudig. Een ander punt is dat het dijklichaam door een dwarsdrain enigszins wordt ondermijnd. Om deze redenen wordt geen gebruik gemaakt van drains loodrecht op de Maasdamseweg.

Het totale infiltratiedebiet bedraagt circa $30 \text{ m}^3/\text{dag}$ tegenover een onttrekkingsdebiet van tweemaal $120 \text{ m}^3/\text{dag}$. Een infiltratiedrain inwendig Ø 80 onder een verhang van 0.001-0.01 m/m levert voldoende afvoercapaciteit.

Om kortsluiting met een nabijgelegen grondwateronttrekking te voorkomen, wordt de drain aan de westzijde van de Maasdamseweg nabij de bronnen voorzien van een blind stuk van 25 m, gerekend vanaf 15 m vanaf de damwand (totale drainlengte 60 m). De drain aan de oostzijde van de Maasdamseweg is over een lengte van 75 m volledig geperforeerd.

Beide drains worden voorzien van een grindkoffer van 0,3 m breed. De drains worden aangesloten op een bak waarbij via een overstort een constante potentiaal gehandhaafd wordt.

3.5 (Grond-)waterzuiveringsinstallatie

3.5.1 Permanente bemaling

Uit de analyseresultaten van de grondwatermonsters blijkt dat de hoofdverontreiniging hierin wordt gevormd door cyaniden. De belangrijkste concentratieverhogingen van cyanide (> C-waarde) zijn gemeten ten noordoosten van de Gorsdijk.

Behalve cyanide worden in mindere mate verontreinigingen aangetroffen met aromatische koolwaterstoffen. Alleen op enkele locaties ten oosten van de Gorsdijk zijn relevante verhogingen gemeten (> > C-waarden).

In tabel 3 zijn de te verwachten concentraties van het opgepompte grondwater gegeven.

Tabel 3: Concentraties binnen geïsoleerde deel

Parameter	Pomp 1 (70 m³/dag)	Pomp 2 (70 m³/dag)	Pomp 3 (50 m³/dag)	Lozingenorm (µg/l)	Zuiveringstechniek	Rendement (%)	Te behalen eindconcentratie (µg/l)
CN (µg/l)	345	76	90	100	1. chemische oxidatie (ozon) 2a chemische precipitatie 2b zandfiltratie	1. 90% 2a. 40-60 % 2b. > 30 %	1. < 20 2a ca. 85 2b < 70
Aromaten (som) (µg/l)	52	8615	9	100	1. strippen 2. actieve kool	1. > 99 % 2. > 99 %	1. < 30 2. < 30

De te verwachten concentraties zijn als volgt berekend:

■ Pomp 1:

Ten behoeve van pomp 1 zijn de peilbuizen 2, 3, 7, 85 en 106 in beschouwing genomen. Van de in deze peilbuizen gemeten concentraties is een rekenkundig gemiddelde genomen. Daar de peilbuizen 2, 3, 7 en 106 zich allen op een afstand bevinden die ongeveer drie maal de afstand is van pomp 1 tot peilbuis 85, is de concentratie gemeten in peilbuis 85 drie maal zo zwaar meegerekend.

■ Pomp 2:

Ten behoeve van pomp 2 zijn de peilbuizen 1, 55 en 120 in beschouwing genomen. Van de in deze peilbuizen gemeten concentraties is een rekenkundig gemiddelde genomen. De peilbuizen 1 en 120 bevinden zich respectievelijk 6 en 2 maal zo ver van pomp 2 als peilbuis 55. De in de peilbuizen gemeten concentraties zijn evenzo verhoudingsgewijs in het gemiddelde meegerekend.

■ Pomp 3:

Ten behoeve van pomp 3 is alleen peilbuis 5 relevant.

3.5.2 Grondwatersanering Maasdamseweg

Het opgepompte water van de pompputten 4 en 5 kan op identieke wijze worden beschouwd. Uit de analyse gegevens blijken eveneens sterk verhoogde cyanide-concentraties (zie tabel 4).

Tabel 4: Concentraties Maasdamse dijk

Parameter	Pomp 4 (120 m³/dag)	Pomp 5 (120 m³/dag)	Lozings- norm (µg/l)	Zuiveringstech- niek	Rendement (%)	Te behalen eindconcentratie (µg/l)
CN (µg/l)	370	470	100	1. chemische oxidatie (ozon) 2a chemische precipitatie 2b zandfiltratie	1. 90% 2a. 40-60% 2b. > 70 %	1. < 40 2a ca. 200 2b < 70
Aromaten (som) (µg/l)	7	7	100	1. strippen 2. actieve kool	1. > 99 % 2. > 99 %	1. < 30 2. < 30

Ten aanzien van aromaten zijn geen gegevens bekend, doch naar verwachting zullen de concentraties totaal-aromaten beneden 100 µg/l liggen.

3.5.3 Beschrijving installaties

■ Systeemkeuzes

De systeemkeuze wordt bepaald aan de hand van de volgende factoren:

- de te verwachten concentraties aan verontreinigingen;
- het totale debiet van de te zuiveren waterstroom;
- technische haalbaarheid;
- economische haalbaarheid.

Verder dient de te realiseren waterzuiveringsinstallatie een modulaire opbouw te hebben, zodat het mogelijk is op eenvoudige wijze proces-onderdelen af te koppelen of toe te voegen. Deze modulaire wijze van uitvoering is kostenbesparend.

Behalve een modulaire opbouw in verband met de kwalitatieve aspecten van het zuiveren (proces-onderdelen) zal ook een modulaire opbouw gerealiseerd worden, waarbij de kwantitatieve aspecten zullen worden betrokken.

De kwantitatieve capaciteit van de zuivering zal naar verwachting na enige jaren verminderen in verband met het gereedkomen van de grondwatersanering van de Maasdamseweg, waardoor deze waterstromen vervallen (zie ook 3.6, geschatte duur grondwatersanering).

In tabellen 3 en 4 zijn de maximale lozingsnormen opgenomen die gesteld worden door ZHEW. Het ZHEW volgt in het algemeen het beleid zoals is uiteengezet in het CUWVO-rapport 'Bodemsaneringen'. De lozingsnormen kunnen echter strenger gesteld worden afhankelijk van het type zuiveringsinstallatie.

De in de tabellen genoemde eindconcentratie voor cyanide (nl. $70 \mu\text{g/l}$) is dan ook een conservatieve waarde. Op basis van het gegeven, dat meer dan 80% uit gecomplexeed cyanide bestaat, zou zelfs een eindconcentratie van $30\text{-}50 \mu\text{g/l}$ haalbaar kunnen zijn.

Gezien de te verwachten concentraties, het gezamenlijk debiet van 430 m^3 per dag en de lozingsnormen wordt een fysisch chemische zuivering voorgesteld. Dit omdat de in de tabel genoemde alternatieve zuiveringstechniek voor wat betreft cyanide (chemische oxidatie) zeer hoge bouw- en exploitatiekosten zal opleveren. Bovendien is volgens het eindrapport saneringsonderzoek de cyanide voornamelijk in complexvorm aanwezig. Dit betekent dat de cyanide redelijk goed verwijderd kan worden door middel van chemische precipitatie (flocculatie). Cyanide wordt tevens in beperkte mate verwijderd door middel van zandfiltratie.

Aromaten kunnen zeer effectief verwijderd worden met behulp van strippen of actieve koolfiltratie. Hierbij is strippen waarschijnlijk de goedkoopste optie.

■ Procesontwerp

De gezamenlijke capaciteit van de vijf pompen bedraagt 430 m^3 per dag, welke tevens de capaciteit van de waterzuiveringsinstallatie zal zijn.

De installatie zal bestaan uit de volgende onderdelen:

1. Doseertank
Het water wordt na het oppompen rechtstreeks in een doseertank gevoerd, waaraan eventueel NaOH toegevoegd kan worden ten behoeve van flocculatie (pH-correctie).
2. Flocculatiebuis
Vervolgens wordt het water in een flocculatiebuis gepompt. Ten behoeve van vlokvorming worden chemicaliën (FeCl_3 of AlCl_3) en polymeer gedoseerd.
3. Plaatbezinker
De gevormde vlok wordt vervolgens afgescheiden in een plaatbezinker.
4. Zandfilter
Een zandfilter zorgt voor een verdergaande verwijdering van verontreinigingen; eventuele teerdeeltjes worden hiermee verwijderd.
5. Plaatstripper
Het effluent van de zandfilter wordt direct door een plaatstripper gevoerd. Het water stroomt door een afgesloten reactor over een geperforeerde plaat. Hierbij worden de in vloeistoffase aanwezige vluchtige stoffen (BTEX) door de gasfase opgenomen.
6. Actieve koolfiltratie
De striplucht wordt door actieve koolfilters gezuiverd. De striplucht zal een hoog debiet hebben (water/lucht-verhouding is circa 1/50) met een lage concentratie aan vervuilde stoffen. Er wordt daarom voorgesteld de striplucht over de plaatstripper te recirculeren om de concentraties te verhogen, waarna de uitstromende lucht door het actief koolfilter gezuiverd wordt.

In het geval dat door het onttrekken van het grondwater teerdeeltjes vanuit de voormalige teerputten met het water meegepompt worden, leidt dit niet tot de keuze van andere zuiveringstechnieken. De teerdeeltjes die uit PAK's bestaan, zullen door de zandfilter voldoende verwijderd worden. Indien noodzakelijk kan vóór filtratie van het grondwater vrij eenvoudig gerealiseerd worden.

■ Bodeminfiltratie

Bij de grondwatersanering onder de Maasdamse Dijk wordt gebruik gemaakt van infiltratie teneinde de doorspoeltijd te reduceren.

Voor de infiltratie van water in de bodem kan gekozen worden uit de volgende mogelijkheden:

- a. Infiltratie van ongezuiverd grondwater;
 - b. Infiltratie van gezuiverd grondwater;
 - c. Infiltratie van leidingwater.
- a. Daar de te verwachten concentraties cyanide en aromaten bij pomp 1 en pomp 2 boven de lozingsnorm liggen vervalt de eerste optie. Het is eventueel wel mogelijk het water dat door pomp 3 opgepompt wordt ongezuiverd te infiltreren. De te verwachten concentraties van het grondwater dat met pomp 3 opgepompt wordt, zijn zodanig laag dat deze onder de lozingsnorm liggen. Pompen 4 en 5 zullen zeker boven de lozingsnorm ter zake van cyanide liggen.

Voor wat betreft de opties infiltreren van gezuiverd grondwater (b.) of van leidingwater (c.) dienen de financiële aspecten die beide opties met zich meebrengen tegen elkaar afgewogen te worden.

- b. De kosten van een waterzuiveringsinstallatie zoals hierboven beschreven kunnen globaal geraamd worden op f 800.000,- à f 1.000.000,-. Het gezuiverde grondwater kan zonder verdere processtappen in de bodem geïnfilteerd worden. Bijkomende kosten zijn transportleidingen naar locatie van bodeminfiltratie en de infiltratiekosten zelf.

Per 1 januari 1994 zal een heffing op grondwateronttrekking van kracht worden van 16,35 cent/m³ onttrokken water. Bij een grondwateronttrekking van 430 m³/dag zal de heffing dan ca. f 25.000,- per jaar bedragen.

Voor herinfiltratie wordt echter een belastingvermindering van 11,15 cent/m³ verrekend. Bij een herinfiltratie van 30 m³/dag zal dit dus vermindering van de heffing opleveren van ca. f 5.000,-.

- c. In het geval dat gekozen wordt voor lozing van (on-)gezuiverd grondwater op het gemeentelijk riool, zal de bodeminfiltratie plaats vinden met behulp van leidingwater. Indien de orde van grootte van infiltratie circa 3,5 m³ per uur is bedragen de kosten van leidingwater f 2,- à f 3,- per m³. Dit komt overeen met ca. f 60.000,- à f 90.000,- per jaar. Behalve deze kosten zal voor lozing van het gezuiverde water op het gemeentelijk riool een zuiveringsheffing betaald moeten worden. Deze heffing is gebaseerd op de gemeten

concentraties CZV en N-Kjeldahl. Daar van deze beide parameters geen concentraties bekend zijn, kan de eventueel te betalen zuiveringsheffing nu nog niet berekend worden, echter op basis van ervaringscijfers zou rekening kunnen worden gehouden met een bedrag van f 50.000,-- per jaar.

■ *Lozing gezuiverd grondwater*

Eventueel lozen van gezuiverd water op het oppervlaktewater is ter beoordeling van het Zuiveringsschap en RWS. Echter gezien de ervaringen elders (3^e Merwede Haven) zal lozen op de riolering de meest waarschijnlijke oplossing zijn.

3.6 Begeleiding en monitoring grondwatersanering

■ *Uitvoering*

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat de volgende werkzaamheden:

- coördinatie monsternamen;
- monsternamen;
- analyseren controlemonsters;
- technologische begeleiding zuiveringsproces met evaluatie analyseresultaten;
- contacten opdrachtgever/vergunningverlenende instanties;
- contacten met en controle op werkzaamheden aannemer;
- advisering verloop sanering.

Verwacht wordt dat per jaar circa 24 mensdagen nodig zijn voor de uitvoering van boven genoemde werkzaamheden.

■ *Analyse controlemonsters*

Ten behoeve van de begeleiding van de sanering moet het influent en effluent van de zuiveringsinstallatie worden bemonsterd. De influent monsters worden alleen op de verontreinigende componenten onderzocht. Het analysepakket van de effluentmonsters is afhankelijk van de lozingsvergunning. Met behulp van de analyseresultaten (in- en effluent) wordt de werking van reinigingsinstallatie, de kwaliteit van het geloosde/geïnfiltreerde water en het verloop van de sanering gecontroleerd.

De hieronder beschreven analysepakketten en de frequenties zijn aannamen ten behoeve van een reële inschatting van de te maken kosten. De daadwerkelijke te onderzoeken componenten en de frequentie van monsternamen zullen in overleg met de vergunningverlenende instantie moeten worden bepaald.

■ *Effluent/lozingspunt*

De te analyseren componenten worden gesplitst in de volgende pakketten:

- Pakket 1 CZV en stikstof (Kjeldahl);
- Pakket 2 cyanide.

De frequentie van monsternamen en analyse voor het eerste pakket wordt gesteld op 3 maal per jaar en voor het tweede pakket dient 12 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd te worden.

■ *Influent/opgepompt grondwater*

De te analyseren componenten van het influent zijn:

- Pakket 3 cyanide, vluchtige aromaten en minerale olie.

Voorgesteld wordt om maandelijks monsters van de influenten te nemen en te analyseren.

Voor de nadere dimensionering van de zuiveringsinstallatie zal in de eerste analyseronde ook het CZV en Fe bepaald worden.

■ *Geschatte duur grondwatersanering*

De terugsaneertijd bij sanering tot B-waarde zal 3 tot 4 jaar bedragen. De meest noordwestelijke pomp zal waarschijnlijk eerder kunnen worden uitgeschakeld, afhankelijk van de analyseresultaten.

■ *Afronding grondwatersanering*

De sanering wordt gevolgd door bemonstering van een aantal representatieve peilbuizen. Wanneer de gehalten in deze monsters voor een bepaalde periode onder de gewenste waarden liggen (referentiewaarden), wordt de sanering voor circa 2 maanden stilgelegd. Na deze periode wordt opnieuw grondwater onttrokken. De peilbuizen worden vervolgens bemonsterd; als de gehalten verhoogd zijn ten opzichte van de gestelde terugsaneer-waarden wordt de sanering voortgezet. Dit proces dient herhaald te worden tot dat het gewenste resultaat is bereikt.

4. TOEPASSING STALEN DAMWAND DANWEL CEMENT-BENTONIETWAND

4.1 Inleiding

In verband met de uitvoering van de sanering Voormalig Gasfabrieksterrein te 's-Gravendeel worden in de gekozen isolatievariant de verontreinigingen door middel van schermwanden geïsoleerd waarbij binnen de aldus gevormde kuip de grondwaterstand wordt verlaagd.

De plaats van de schermwand wordt bepaald door de plaats van de verontreinigingen. Het tracé van deze wand is globaal vastgesteld in dit Saneringsplan (Concept Mei 1993), besproken in de projectgroepvergadering van 18 mei en nader besproken met de afdeling Waterstaatszaken van de Provincie Zuid-Holland op 11 juni 1993.

Tijdens de laatste besprekingen werd door de beheerder gesteld dat een stalen damwandconstructie een star object in het dijklichaam zou vormen waarbij, na eventuele zettingen van het dijklichaam, problemen zullen optreden voor wat de waterkering betreft met name de stabiliteit en achterloopsheid. Een mogelijk alternatief zou zijn om de schermwand uit te voeren in cement-bentoniet.

In dit hoofdstuk wordt een afweging gemaakt van de toepassing van een schermwand uitgevoerd als - stalen damwand danwel als cement-bentonietwand. Bij de afweging worden de voor- en nadelen op - Constructief, - Uitvoeringstechnisch en - Financieel gebied en de mogelijke verschillen in Overlast voor de buurtbewoners en de gemeente tijdens de uitvoeringsperiode ter sprake gebracht.

4.2 Cement-bentonietwand

Bij de uitvoering kan gedacht worden aan het uitvoeren in cement-bentoniet voor die delen van de schermwand die door waterkering geprojecteerd zijn, dan wel voor de gehele schermwand.

4.2.1 Constructief

Cement-bentoniet wordt weliswaar 'vloeibaar' aangebracht, maar zal na verloop van tijd een 'fondant-achtig' karakter krijgen en een min of meer starre constructie worden.

De constructie heeft voor wat de achterloopsheid betreft een goede aansluiting met het grondlichaam.

De cement-bentonietwand kan geen eenzijdige belasting weerstaan.

Bij zettingen van de fundering van het dijklichaam kunnen in de langsrichting van de wand trekspanningen optreden, waardoor verticaal scheuren in de wand kunnen ontstaan.

Berekeningen zullen uitwijzen welke dikte gespecificeerd zal worden in verband met de doorlatendheid en de installatie van de wand (diepte, constructiewijze, etc.).

4.2.2 Uitvoeringstechnisch

Bij de constructie van een cement-bentonietwand wordt over de gehele hoogte van de aan te brengen wand een sleuf grond verwijderd ter dikte van 40- 80 cm.

Bij het aanbrengen van het vloeibare cement-bentoniet mengsel moet een extra hoogte voor de vloeistofkolom boven maaiveld worden gecreëerd in de vorm van b.v. grondwallen om voldoende overdruk in de sleuf tijdens de ontgraving te waarborgen.

Om te voorkomen dat de sleuf leegloopt zal dit over aanmerkelijke lengten van de schermwand moeten worden aangebracht. Ongelijke niveaus in het maaiveld zullen moeten worden opgeheven door aanvullingen/grondwallen.

Het graven van de sleuf geschiedt met een graafmachine met vaste masten met de eis dat deze mast verticaal boven de sleuf moet staan.

Ten behoeve van de manoeuvreerbaarheid van dit type machine en aanverwant materieel moet rekening gehouden worden met een horizontale vlakke werkstrook van 15 -20 meter breedte.

Het verwerken van een cement-bentoniet slurry voor de sleufvulling brengt met zich mee dat er nogal wat 'Knoei' op het terrein zal plaats vinden.

De uitkomende grond wordt in verband met de uitvoeringssnelheid meestal tijdelijk ter plekke gedeponeerd.

De ontgraven grond zal deels verontreinigd zijn en dus als zodanig behandeld en afgevoerd moeten worden.

De hoogte van de wand zal tot circa 1.0 meter boven grondwaterstand worden aangebracht. Doorsnijding van de dijklichamen zal dan geschieden, of (1) door deze af te graven tot dat niveau, hetgeen een aanzienlijke vergraving betekent van het huidige lichaam (zie schets 1), of (2) tegen de dijktafsluitingen (tijdelijk) aanbermingen moeten worden aangebracht tot dijk kruinhoogte teneinde te voorkomen dat de sleuf 'leegloopt' tijdens aanleg (zie schetsen 1 en 2).

Bij het doorgraven van het dijklichaam zullen voorzieningen moeten worden getroffen om de waterkerende functie van de dijk te handhaven.

Het herstellen van het dijklichaam in geval van ingraving (1) zal met de uiterste zorg moeten geschieden, met name omdat tijdens de aanleg van de dijk in horizontale zin lagen zijn aangebracht die nu door vergraving verstoord zullen worden.

Bij uitvoering met aanbermingen (2) zal ernstig rekening moeten worden gehouden met het optreden van zettingen en wateroverspanningen in de cohesieve lagen als gevolg van extra belasting door de aangebrachte aanbermingen.

De productie van het cement-bentonietmengsel zal geschieden in een menginstallatie die via een transportleiding het mengsel naar de schermwandsleuf transporteert.

Deze installatie is vergelijkbaar met een beton- of asfaltmenginstallatie. Op een dergelijk voorzieningenterrein moet ruimte zijn om te mengen materiaal op te slaan, te manoeuvreren met diverse grote machines, water en energie toevoeren etc.

Afhankelijk van de te volgen uitvoeringswijze zal er een zogenaamde regeneratie installatie gebruikt worden waarbij ontgraven grond op het terrein wordt 'gecentrifugeerd' en gescheiden van de her te gebruiken cement-bentoniet slurry.

Bij het verwerken van de cement-bentoniet slurry komen stromen verontreinigd water vrij die op een of andere wijze behandeld zullen moeten worden alvorens lozing plaats vindt.

De gehele installatie zal gedurende de aanleg van de cement-bentonietwand constant geluidshinder veroorzaken.

4.2.3 Overlast omwonenden en verkeer

Door de enorme vergravingswerkzaamheden en het aanleggen van een werkstrook van circa 20 meter in het tracé van de schermwand zal er op de werkplek gedurende langere perioden geen verkeer mogelijk zijn.

De aanwezige begroeiing, bomen etc. zullen tijdens de uitvoering moeten worden verwijderd.

De cement-bentoniet menginstallatie inclusief voorzieningen zal een aanzienlijk terrein voor langere tijd in beslag nemen.

De verwijderde bomen zullen bij herinrichting van het terrein op veilige afstanden van de bentoniet wand moeten worden geplaatst.

4.2.4 Financieel

De kosten voor een cement-bentonietwand zijn qua materiaal goedkoper dan b.v. stalen damwand. De uitvoeringskosten zijn in het geval van dit specifieke, erg in niveau wisselend gebied, met daarbij de verwerkingskosten van de ontgraven (verontreinigde) grond, aanzienlijk. De bouwkosten van een (tijdelijke) menginstallatie voor deze relatief geringe hoeveelheid te verwerken cement-bentoniet drukken zwaar op de uiteindelijke eenheidsprijs voor een strekkende meter schermwand.

4.3 **Stalen damwand**

Bij de uitvoering is gedacht de damwand te heien waar trilling van de bodem is toegestaan en te drukken waar geen trillingen zijn toegestaan b.v. nabij woningen.

4.3.1 Constructief

De damwand is qua sterkte gedimensioneerd op praktische verwerkbaarheid, en in feite dus overgedimensioneerd.

De damwand vormt een star object in de dijk, gefundeerd op dezelfde grondslag als de dijk. Doordat er in feite een kleine ingreep in het dijklichaam plaatsvindt zal de optredende verschilzetting damwand/dijklichaam minimaal zijn daar beide onderdelen dezelfde zakkings zullen ondergaan.

Achterloopsheid van de damwand kan opgevangen worden door kwelschermen.

Eventuele zettingen van de fundering en van het dijklichaam kunnen in de damwand horizontale trekspanningen veroorzaken. De sloten en het staal zullen deze spanningen op kunnen nemen.

4.3.2 Uitvoeringstechnisch

Bij het aanbrengen van de damwand wordt een sleuf van circa 1.0 meter diepte gegraven waarin de damwand wordt weg geslagen met de bovenkant op een niveau van 1.00 meter onder het maaiveld. De kabels en leidingen kunnen dan weer over de damwand heen gelegd worden. De sleuf wordt weer tot maaiveldhoogte afgewerkt.

Het heien, danwel drukken of trillen van de damwand kan geschieden met een machine met losse makelaar, waardoor "op afstand" gewerkt kan worden en geen uitzonderlijke eisen gesteld worden aan werkstroken etc.

Heiwerk in de taluds van de dijken kan gebeuren zonder extra diepe sleuven te graven en nabij de haven kan vanaf een bak worden geheid.

Tijdens de heiwerkzaamheden zal wateroverspanning in de cohesieve lagen kunnen optreden. Door middel van monitoring en stabiliteitsberekeningen van het dijklichaam zal het heiproces begeleid moeten worden.

In de dijklichamen worden geen vergravingen of aanberming gepleegd. Er worden geen extra zettingen in het dijklichaam geïntroduceerd als gevolg van bijvoorbeeld aanbermingen.

Bij de heiwerkzaamheden zal geen extra installatie en bijbehorend voorzieningenterrein nodig zijn, ook zal de werkplek relatief schoon blijven.

Bij de ontgraving ten behoeve van de 1.0 meter diepe heisleuf komt geen verontreinigde grond vrij en hoeven derhalve daarvoor geen extra voorzieningen te worden getroffen.

Tijdens de uitvoering van het heiwerk komen geen waterstromen vrij die verontreinigd zijn.

4.3.3 Overlast omwonenden en verkeer

Tijdelijk zal telkens een weg moeten worden afgesloten om weg- en of dijkdoor kruisingen te plegen. Deze afsluitingen zullen bij goede werkplanning beperkt kunnen blijven tot enkele dagen per doorsteek.

De aanwezige begroeiing, bomen etc. zullen weliswaar aan de uitvoering restricties opleggen, maar deze restricties zijn minimaal vergeleken bij de uitvoering in cement-bentoniet.

4.3.4 Financieel

De materiaalsprijs voor stalen damwand is per strekkende meter damwand hoger dan bij cement-bentoniet, echter de uitvoering behoeft geen extra voorzieningen.

4.4 Stabiliteit huidige dijklichaam

Op basis van grondgegevens uit 1959 zoals deze zijn aangegeven op tekening "Inlaatsluis te 's-Gravendeel, Dijkvak 11 Bestek II van 1959, Blad 1 .d.d maart 1959" is een verkennende stabiliteitsberekening van het dijklichaam gemaakt. Deze berekening is uitgevoerd met het PLAXIS-pakket.

De gevonden veiligheid is marginaal op basis van de huidige aannames en geeft aan dat er extra grondonderzoek zal moeten worden uitgevoerd om de samenstelling van het dijklichaam zelf en de ondergrond te bepalen, alvorens een uitgebreider en gedetailleerder oordeel kan worden gegeven over de huidige veiligheid.

4.5 Prijsvergelijking

Een opstelling is gemaakt voor een prijsvergelijking van een stalen damwand versus cement-bentonietwand. Gerekend is een cement-bentonietwand van 0,40 cm dikte.

Bij deze vergelijking voor circa 900 m² schermwand zijn de meerkosten bij toepassing van cement-bentoniet geraamd op f 450.000,-- tot f 500.000,--. Mogelijke besparing zou kunnen volgen uit levering van cement-bentoniet voor een parallel lopend, soortgelijk, werk in het land. De mobilisatie van een menginstallatie en dergelijke kan dan achterwege blijven (besparing circa f 150.000,--).

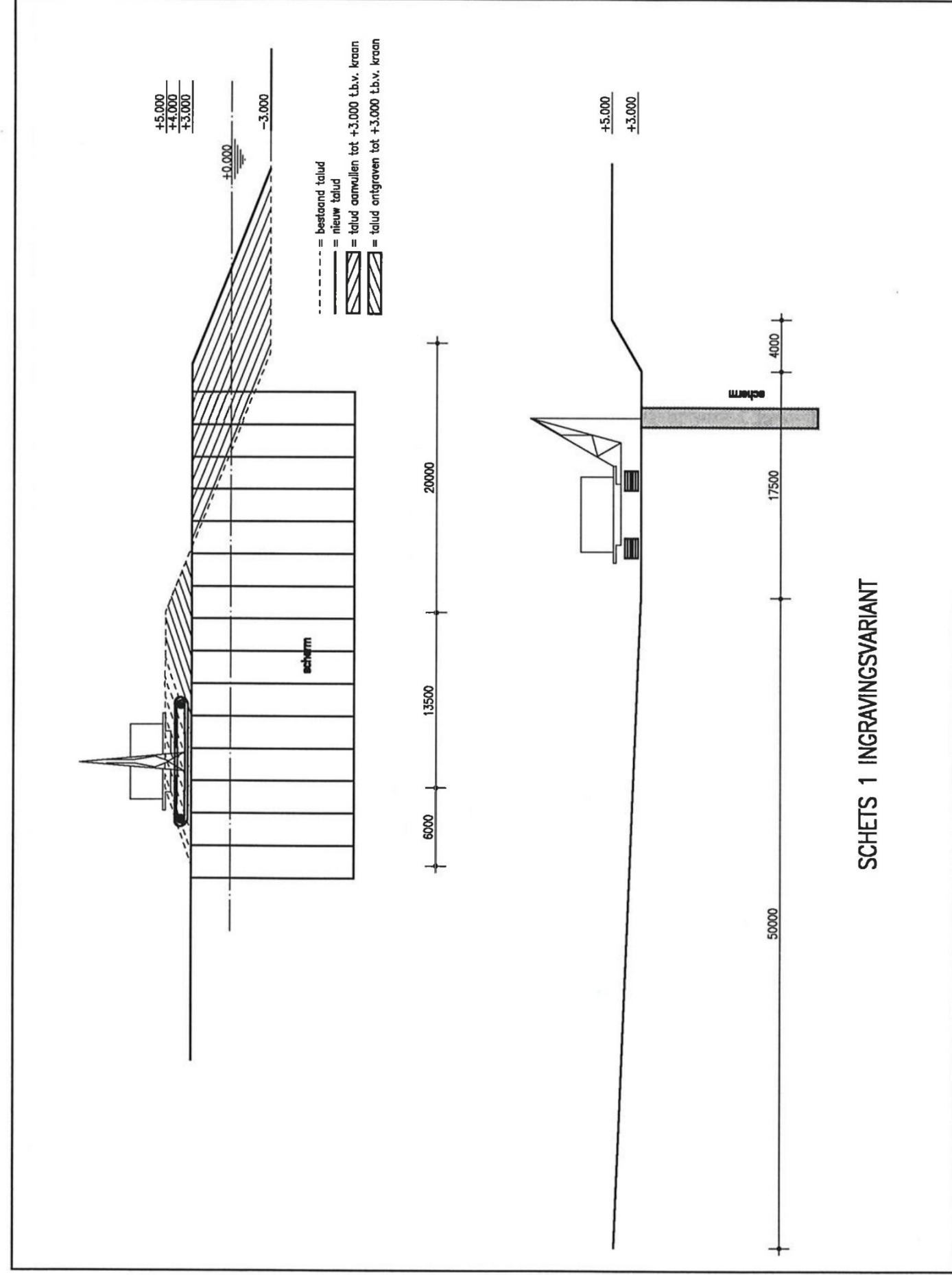
4.6 Aanbeveling

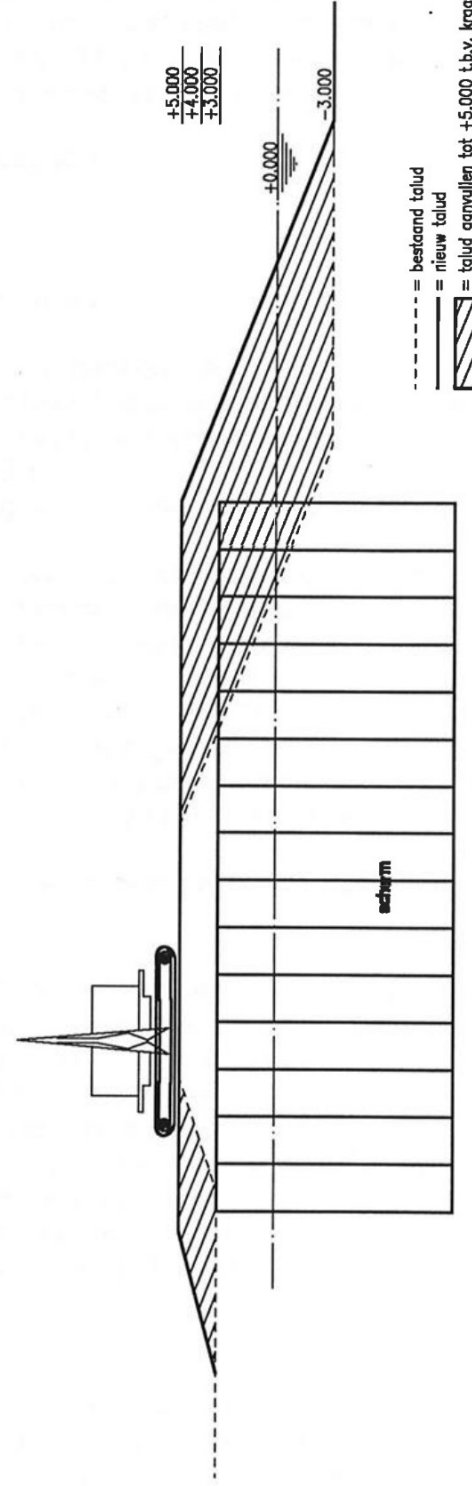
Aanbevolen wordt om de schermwand zoals is aangegeven in het uitgewerkte Saneringsplan en aangegeven in tekening 1661.38-29, uit te voeren als stalen damwand, voorzien van kwelschermen.

In paragraaf 4.4 is bij de berekeningen volgens het PLAXIS - pakket met summiere grondgegevens gewerkt. De beschikbaarheid van gedetailleerdere grondgegevens zal geen invloed hebben op de aanbeveling voor het toe te passen type schermwand.

Gesteld kan worden, dat een stalen damwand van voldoende lengte als voorgesteld aan de voet van de dijk Bevershoekstraat aan de havenzijde, na succesvolle installatie de stabiliteit van de dijk ter plaatse niet nadelig beïnvloedt en waarschijnlijk zal verbeteren.

Voorafgaand aan de uitvoering moet een grondonderzoek en een stabiliteitsberekening worden uitgevoerd die zijn afgestemd op de te volgen uitvoeringsmethode, waarbij tevens een monitoringsplan moet worden voorgesteld teneinde optredende waterspanningen bij die damwand inbrengingsmethode te kunnen beheersen.





SCHETS 2 AANBERMINGSVARIANT

5. STALEN DAMWAND

5.1 Inleiding

De gevonden verontreinigingen worden geïsoleerd middels een aan te brengen verticale zijafdichting bestaande uit stalen damwandplanken. Op tekening 1661.38-29 (bijlage 1) is het tracé van het scherm aangegeven. De beschrijving van de damwand is onderverdeeld in:

- lengte damwanddelen;
- profielkeuze;
- tracé damwand.

5.2 Lengte damwanddelen

De damwanddelen hebben een zodanige lengte dat ze in de eerste slecht doorlatende (klei/veen) laag geplaatst kunnen worden. Deze laag bevindt zich onder de aangetoonde verontreinigingen op een diepte variërend van NAP -4,50 m tot NAP -7,50 m.

De hoogteligging van het maaiveld varieert van NAP -1,00 m tot NAP +4,80 m.

Om het aantal vierkante meters damwand te beperken wordt de bovenkant van de damplanken, daar waar de situatie het toelaat, 1,00 m beneden het bestaande maaiveld afgewerkt. Ter plaatse van de Insteekhaven en langs de tuin van perceel Gorsdijk 40 wordt, in verband met het geringe verschil tussen de hoogte van het maaiveld en het grondwaterpeil, de bovenkant van de damwand 0,20 m beneden het bestaande maaiveld afgewerkt.

Voor een goede afdichting aan de onderzijde van damwand wordt deze minimaal over een lengte van 0,50 m in de klei/veen-laag geplaatst.

De gekozen totale lengte van de diverse damwanddelen is schematisch weergegeven op bijlage 6.

In totaal zal ten behoeve van deze verlaagde afwerkhoogte van de damwand circa 1100 m³ grond ontgraven moeten worden. Principe-detail ontgraving is aangegeven op tekeningnr. 1661.38-29 (bijlage 1).

Ter plaatse van huisnr. 40 zijn verontreinigingen aangetoond tot op het maaiveldniveau, bij het graven van de sleuf wordt derhalve verontreinigde grond ontgraven (circa 100 m³). Deze ontgraving kan gelijktijdig plaatsvinden met de grondsanering van de tuinen als beschreven in 3.2. Er kan dan gebruik gemaakt worden van de daar tijdelijke geplaatste wasplaats. Bij het inrichten van de verontreinigde zone (het plaatsen van de bouwhekken) dient hiermee rekening te worden gehouden.

5.3 Profielkeuze

Om uittreding van verontreinigd grondwater vanuit het geïsoleerde gebied te voorkomen wordt het grondwaterpeil binnen het damwandscherm, middels onderbemaling, 0,50 m lager aangehouden. Door het ontstane drukverschil bestaat de mogelijkheid dat grondwater van buiten het geïsoleerde gebied naar binnen lekt. Dit relatief schone water zal, net als het verontreinigde water, worden opgepompt en een dure zuivering/lozing ondergaan.

Omgekeerd bestaat de mogelijkheid, bij een falen van de onderbemaling binnen de isolatie, dat verontreinigd water uittreedt.

Om zowel in- als uittreding van grondwater te voorkomen verdient derhalve het "waterdicht" maken van het damwandscherm de nodige aandacht.

Omdat in dit geval de damwand geen grondkerende functie heeft kan, qua sterkte, worden volstaan met een profiel met gering weerstandsmoment. De damwand dient alleen 0,50 m verschil in grondwaterniveau op te kunnen nemen, hetgeen, voor damwand begrippen, verwaarloosbaar klein is.

Middels boringen is aangetoond dat in het tracé van de toekomstige damwand op diverse plaatsen puin aanwezig is. Het aanbrengen van een (zeer) licht damwandprofiel is hierdoor niet zonder risico.

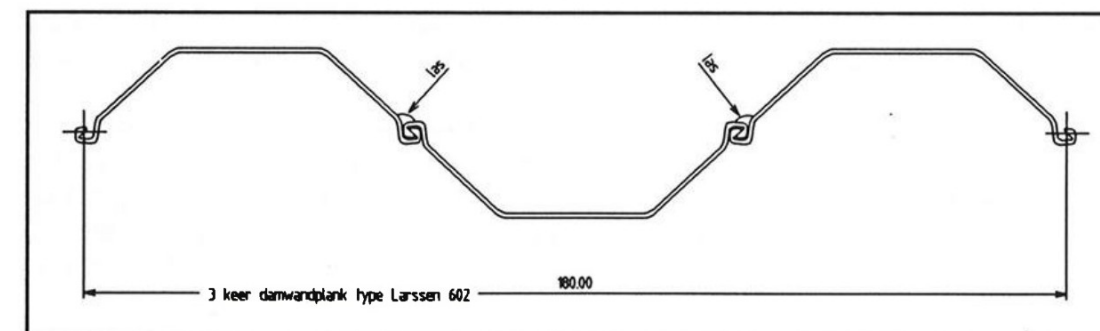
Naast het aanbrengen van de planken dient ook wat de duurzaamheid betreft zekerheid te worden verkregen. Hierbij speelt naast de wijze van conservering ook de staaldikte van de damwandplank een belangrijke rol. De plank dient voldoende "body" te hebben.

De profielkeuze is derhalve meer op praktische dan op sterkte-kritische gronden gebaseerd.

Voorgesteld wordt om voor het gehele damwandscherm damwandprofiel **Larssen 602** te gebruiken.

5.3.1 Sloten

Om lekkage via de sloten te beperken kunnen vooraf 3 planken worden samengesteld tot één damwandschot van 180 cm breed.



Om de planken tot schot samen te stellen kan in plaats van lassen (als aangegeven in bovenstaand figuur) ook worden gekozen om de sloten te knijpen. De sloten dienen vooraf te worden voorzien van slotvulling (polyurethaan).

De kostprijs van een strekkende meter slotvulling bedraagt circa fl. 30,--.

De kosten van een fabrieksmatig aangebrachte enkelzijdige las bedragen circa fl. 20,--/meter.

Naast geringere kosten is een tweede voordeel van lassen dat de las vooraf eenvoudig visueel kan worden geïnspecteerd. Bij slotvulling kan nimmer een dergelijke zekerheid worden verkregen. Het alternatief met slotvulling wordt derhalve niet verder bekeken.

Om lekkage te voorkomen zouden de lassen in principe vanaf de onderkant van de damwandplank tot net boven de hoogste grondwaterstand moeten worden aangebracht. Op deze wijze zou elk damwandschot alleen op zijn eigen, vooraf bepaalde, plaats kunnen worden aangebracht. Om het heiplan eenvoudig te houden (voorkoming fouten) wordt geadviseerd de lassen over de volle lengte van de damwandsloten door te zetten.

Om de heislotten waterdicht uit te voeren zijn verschillende opties denkbaar. De vaak toegepaste polyeruthaanslotvulling lijkt hier geen gelukkige keuze daar planken met een dergelijke vulling uitsluitend geheid mogen worden. In geval van het gebruik van een vibrator kan de slotdichting verbranden door een te hoge wrijving in de sloten, en daarmee wordt een extra de kans op lekkage geïntroduceerd. Op diverse plaatsen dient de damwand vlak naast de bebouwing te worden aangebracht, waardoor het trillend aanbrengen van de planken de voorkeur verdient.

Bovenstaande is de reden om te kiezen voor een ander afdichtingssysteem dan genoemde slotvulling: een systeem waarbij na plaatsing van de plank de grond rondom het heislot wordt geïnjecteerd met een kunsthars (AP-4) waarbij een waterdicht membraan ontstaat.

Het aanbrengen gebeurt met een speciale injectielans aan de "schone" zijde van het damwandscherm.

De samenstelling van het te gebruiken injectiemiddel is sterk afhankelijk van de situatie ter plaatse. Aan de hand van de reeds uitgevoerde boringen kan door de leverancier van het kunsthars worden bepaald wat de exacte, op de situatie toegespitste, samenstelling van het hars moet zijn.

Ten slotte kan worden opgemerkt dat, ondanks alle hierboven omschreven maatregelen, de waterdichtheid van het damwandscherm in grote mate bepaald wordt door de vakbekwaamheid van zowel de hei- als injectieploeg.

Een controlemiddel om te kijken of de planken bij het intrillen niet uit het slot zijn gelopen is het aanbrengen van damwandslotverklidders. Een meetsysteem dat wordt gevormd door een gesloten elektrisch circuit dat wordt doorbroken bij het doorheien van een op enige afstand van de onderkant van de damwand in het slot aangebrachte breekpen.

5.4 Conservering

De damwandplanken zullen van een coating worden voorzien die bestand is tegen chemicaliën. Deze coating zal, evenals de slotvulling (zie 5.3.1) gebaseerd zijn op polyurethaan. Polyurethaan heeft de vereiste chemische bestendigheid. De elasticiteit, rekvastheid en slagvastheid is relatief hoog en het materiaal is goed slijtage bestendig.

Het materiaal is milieuvriendelijk en bevat geen stoffen welke nadelig zijn voor de gezondheid.

5.5 Tracé damwand

De totale lengte aan te brengen damwand is onderverdeeld in zogenaamde damwandsegmenten. Per segment is aan de hand van de hoogteligging van het maaiveld en van de klei/veenlaag bepaald wat de lengte van de damwandplank moet zijn. Afhankelijk van de hoogteligging van het maaiveld en de grondwaterstand daar ter plaatse wordt de damwand 0,20 m of 1,00 m beneden het maaiveld afgewerkt.

Het tracé van de verschillende segmenten is bepaald aan de hand van de gelocaliseerde verontreinigingen als beschreven in het saneringsonderzoek. Om financiële of uitvoeringstechnische redenen wordt op sommige plaatsen enigszins van de in het onderzoek aangegeven verontreinigingsgrens afgeweken.

Het afwijken van de in het saneringsonderzoek aangegeven verontreinigingsgrenzen betreft de volgende plaatsen:

- talud haven, Bevershoekstraat, nabij tracésegmenten 2 en 3. De hier aangetroffen, matig verontreinigde, grond bevindt zich tussen de damwand kuip en de teen van het dijktaalud in de insteekhaven en (deels) onder de tuin van aanwezige woning Bevershoekstraat (zie profiel 6). Aangezien de verontreiniging is afgedekt met minimaal 3 m schone grond is geen risico voor de volksgezondheid te verwachten;
- nabij schuur westzijde Bevershoekstraat. De hier aangetroffen, matig verontreinigde, grond bevindt zich hier circa 4 meter onder het bestaande maaiveld van de berm van de Bevershoekstraat en vormt als zodanig geen risico voor de volksgezondheid;
- nabij de woning nr. 40, Gorsdijk. De hier aangetroffen verontreiniging wordt deels buiten de kuip gehouden in verband met de veiligheid van de bestaande bebouwing en duiker. Tijdens de aanleg van de damwandsegmenten 16, 15 en 14 zullen graafwerkzaamheden ter plaatse worden uitgevoerd, en zal de aanwezige verontreiniging aan de Gorsdijk deels worden afgegraven. De eventueel, dieper liggende, resterende verontreiniging zal met minimaal 2,00 m schone grond worden afgedekt en vormt als zodanig geen risico voor de volksgezondheid (zie profiel 4).

De damwandsegmenten zijn aangegeven op tekening 1661.39-29 (bijlage 1), met per segment het segmentnummer, de lengte van het segment en de lengte van de damwandplank.

Ten behoeve van het tegen gaan van achterloopsheid in het dijklichaam zullen de segmenten 1 en 7 worden voorzien van kwelschermen. Lengten en diepten zullen nader worden bepaald, zodra meer gegevens over de bodem ter plaatse bekend is (zie paragraaf 4.6).

■ Segment 1

De damwand is gesitueerd aan de zuidzijde en dwars op de Bevershoekstraat ter plaatse van de in het onderzoek bepaalde verontreinigingsgrens.

■ Segment 2

De grens van de verontreiniging, zoals aangegeven in het saneringsonderzoek, bevindt zich onder een betonnen verharding behorende bij een schuur van Bevershoekstraat huisnummer 56. Om precies deze grens aan te kunnen houden zou deze betonnen constructie eerst verwijderd en, na het aanbrengen van de damwand, weer hersteld moeten worden. De verontreiniging ter plaatse blijkt uit het nader onderzoek een immobiele verontreiniging te zijn, die bovendien door de betonnen constructie geen contactmogelijkheden biedt. Derhalve is er hiervoor gekozen de geringe hoeveelheid verontreinigde grond niet tot het te isoleren gebied te betrekken.

■ Segment 3

Evenals bij segment 2 blijft een deel van de verontreiniging buiten het geïsoleerde gebied. De reden hiertoe is dat de in het onderzoek aangegeven verontreinigingsgrens precies op de waterlijn ligt. Om bij hoge buitenwaterstanden te voorkomen dat water het geïsoleerde gebied binnen stroomt zou de te plaatsen damwand 1,00 m boven het maaiveld moeten uitsteken. Door het damwandscherm circa 4,00 m in westelijke richting te verplaatsen kan een boven het huidige talud uitstekende of grondkerende constructie worden voorkomen.

Om de damwand voldoende boven het grond/buiten water te laten uitsteken wordt de deksloof in plaats van op 1,00 m op 0,20 m beneden het maaiveld aangebracht.

Een tweede voordeel van het 4,00 m verplaatsen is dat hierdoor de ten behoeve van de kruising met de inlaatduiker te graven bouwput zonder gebruik van damwanden droog gezet kan worden. De kruising van de damwand met de duiker is beschreven in 6.3.

■ Segment 4

Vanwege de geringe diepte van de bestaande damwand is het niet mogelijk deze voor de isolatie te gebruiken. De bestaande damwand is niet doorgeheid tot de klei/veenlaag. Om toch voldoende stabiliteit te verkrijgen is deze damwand op palen gefundeerd en zijn ankers aangebracht.

De nieuwe damwand wordt onmiddellijk achter de bestaande damwand geplaatst. De wijze waarop de nieuwe damwand de ankers kruist en de stabiliteit van de bestaande damwand langs de kade wordt gehandhaafd is beschreven in 6.2.

Evenals bij segment 3 wordt de aan te brengen damwand, vanwege de geringe maaiveldhoogte ten opzichte van het waterniveau, op slechts 0,20 m beneden het maaiveld afgewerkt (zie tekening 1661.38-30).

■ Segment 5 en 6

De damwand is gesitueerd ter plaatse van de in het onderzoek bepaalde verontreinigingsgrens.

■ Segment 7, 8, 9, 10 en 11

De damwand is op een, voor wat de verontreiniging betreft, veilige plaats gesitueerd, zoveel mogelijk buiten de verhardingen van de Havenstraat, Bevershoekstraat

en de Maasdamseweg. Dit om de opbreekwerkzaamheden en de verkeershinder te beperken.

■ Segment 12

De damwand is gesitueerd ter plaatse van de in het onderzoek bepaalde verontreinigingsgrens.

■ Segment 13, 14, 15 en 16

Het tracé van de damwand wordt hoofdzakelijk bepaald door de ligging van de inlaatduiker. De precieze ligging van de duiker is op dit moment niet exact bekend. Voor aanvang van de werkzaamheden zal aan de hand van proefsleuven de precieze ligging moeten worden bepaald.

De grens van de lichte verontreiniging bevindt zich deels binnen en deels buiten het geïsoleerde gebied. Om het aanbrengen van de damwand te vereenvoudigen zijn de segmenten 14, 15 en 16 in een rechte lijn geplaatst.

Ter plaatse van huisnummer 40 zijn verontreinigingen in de grond aangetoond tot de oostelijke gevel. Toch is ook hier gekozen om de damwand aan de oostelijke zijde van de duiker aan te brengen om zodoende, veiligheidshalve, afstand te creëren tussen bebouwing en damwand. Vanwege de onzekerheid over de wijze van funderen en de algehele staat van het perceel is het op korte afstand trillen (en zeker ook heien) van damwand ten sterkste af te raden.

Door het verwijderen van de schuur is het mogelijk een deel van de verontreiniging af te graven. Het gebied gelegen tussen de damwand en het huis kan worden betrokken bij de grondsanering van de tuinen. De hoeveelheid hier (extra) te ontgraven verontreinigde grond wordt geschat op $25 \text{ m}^2 \times 0,80 \text{ m} = 20 \text{ m}^3$.

Uit de analyseresultaten van de boringen 113 en 114 blijkt dat de (lichte) verontreiniging deels wordt afgedekt door een laag grond van circa 1.50 meter dikte (waarvan de bovenste laag uit klei bestaat) en deels door bestrating. Contactmogelijkheid met de verontreinigde grond zullen hier nihil zijn.

■ Segment 17

Bij segment 17 wordt een klein deel van de in het saneringsonderzoek aangegeven verontreinigde grond niet betrokken bij het geïsoleerde gebied. Voorkomen wordt hierdoor dat een gasleiding de damwand twee maal in de hoek zou moeten kruisen, danwel dat omleiden van de gasleiding hiervoor nodig zou zijn.

■ Segment 18

De damwand is gesitueerd ter plaatse van de in het saneringsonderzoek bepaalde verontreinigingsgrens.

6. UITVOERINGSTECHNISCHE ASPECTEN DAMWAND

6.1 Inleiding

Op diverse plaatsen zullen, om het mogelijk te maken de damwand te plaatsen, extra werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Naast het verwijderen van de in het oog springende zaken als verhardingen, of ter plaatse van damwandsegment 15 een schuur, zal ook ondergronds het een en ander moeten gebeuren. Aan de orde komt de wijze waarop de damwand kruist met:

- de ankerstaven;
- de inlaatduiker;
- de diverse kabels & leidingen;
- en de werkzaamheden nabij het woonhuis aan de Gorsdijk.

Tevens is het denkbaar dat nog resten van kademuren, damwanden, funderingen of vloeren van de voormalige gasfabriek ondergronds aanwezig zijn, hierover is geen exacte informatie bekend.

6.2 Kruising damwand - ankers (voor detail zie tekeningnr. 1661.38-30)

Damwandsegment 4 wordt circa 0,50 m achter de bestaande damwand aangebracht. De bestaande damwand is verankerd met ankers $\varnothing$ 38 mm, h.o.h. 2,40 m. De ankers zijn aan de achterzijde voorzien van een doorgaand betonnen ankerschot. Aangenomen is dat het ankerschot op een afstand van 12 - 15 m achter de damwand is aangebracht.

Om de nieuwe damwand te kunnen plaatsen wordt eerst de asfaltverharding verwijderd over een breedte van circa 2,00 m en wordt een sleuf gegraven om de bestaande ankers bereikbaar te maken. Door het anker door te slijpen kan, indien de ankerbout wordt losgemaakt, het uiteinde van het anker worden verwijderd. Gekozen is niet het gehele anker te vervangen maar slechts 2,00 m. Naast een geringer aantal strekkende meters te leveren ankerstaaf blijft op deze wijze ook de hoeveelheid op te breken (en te herstellen) asfalt beperkt.

De volgende stap is het aanbrengen van de damwand. Nadat deze is aangebracht, wordt ter plaatse van het anker een gat in de damwand geboord.

Het verwijderde stuk anker wordt vervangen door een nieuw te leveren gedeelte dat wordt vastgelast aan het achtergebleven ankerdeel. Om het anker weer op spanning te kunnen brengen is voorzien in een wartel.

Om een waterdichte constructie te verkrijgen wordt het gat waar het anker doorsteekt nabehandeld met kit. Om enige zetting van het anker te kunnen opvangen is gekozen voor een flexibel blijvende afdichting. De samenstelling van de te gebruiken kit zal worden gecontroleerd op mogelijke verontreinigende stoffen, bijvoorbeeld aromaten.

Ten einde de stabiliteit van de bestaande damwand niet te ondermijnen kan met het doorslijpen van het volgende anker pas worden begonnen nadat het voorgaande anker is hersteld. Om de niet geringe belasting van de heistelling, op de bestaande damwand, te vermijden kan gekozen worden om vanaf het water de nieuwe damwand aan te brengen.

6.3 Kruising damwand - inlaatduiker (voor detail zie tekeningnr. 1661.38-30)

De duiker wordt gebruikt om water vanaf de Dortsche Kil de achterliggende polders in te laten. Over de precieze ligging van een deel van de duiker bestaat nog onzekerheid. De ligging van het gedeelte onder de Bevershoekstraat kan worden bepaald aan de hand van de gemeten situatie en ligt tussen de inlaat en de put. Dit deel is een in het werk gestorte, op palen gefundeerde, vierkante duiker met inwendige afmetingen van 1,00 x 1,05 m. De hoogteligging van de binnen onderkant buis is NAP -0,80 m.

De onzekerheid over de ligging van de duiker betreft het deel dat loopt vanaf deze put tot de watergang achter het huis aan de Gorsdijk 40. Dit deel van de duiker is een betonnen buis Ø 0,40 m, met de binnen onderkant buis op NAP -0,40 m.

Ter plaatse van de damwandsegmenten 3 en 16 kruist de damwand het eerste deel van de duiker (afmetingen 1,00 x 1,05 m²). Om een waterdichte verbinding tussen beide te maken wordt de volgende werkwijze voorgesteld:

- Opbreken aanwezige verharding c.q. frezen;
- Graven bouwput, waarbij de duiker wordt blootgelegd. De hoeveelheid te ontgraven grond ter plaatse van:
 damwand 3 met maaiveldhoogte gem. op NAP 1,85 m = circa 150 m³
 damwand 16 met maaiveldhoogte gem. op NAP 3,40 m = circa 250 m³,
 waarvan 50 m³ verontreinigde grond. De verontreinigde grond wordt afgevoerd. De overige uitkomende grond wordt tijdelijk gedeponeerd en weer gebruikt bij de aanvulling;
- Plaatsen bronbemaling om de putten droog te zetten. Het bemalingswater kan niet rechtstreeks op het riool/oppervlaktewater geloosd worden. Het water wordt afgevoerd naar de zuiveringsunit waar het influent en effluent door een milieukundige moet worden bemonsterd. Het analysepakket van de effluent-monsters is afhankelijk van de lozingsvergunning;
- De duiker wordt, middels de in de duiker aanwezige afsluiters, dichtgezet, waarna de duiker wordt drooggepompt; het water kan direct op het oppervlaktewater worden geloosd;
- Nu kan de duiker, ter plaatse van de toekomstige damwand, over een lengte van circa 0,60 m worden gesloopt. Vanwege de dikte van de wand (0,25 m) wordt de beton voor zover als mogelijk is gezaagd.
- De damwand kan worden geplaatst, en ter plaatse van de duiker wordt een sparing in de wand aangebracht;

- Na het plaatsen van bekisting en aanbrengen van wapeningsankers wordt de duiker hersteld door ter plaatse beton te storten. De beton wordt zodanig aangebracht dat een waterdichte verbinding wordt verkregen;
- De volgende stap is, na het uitharden van de beton en het verwijderen van de bekisting, het aanvullen van de put. Het aanvullen onder de duiker dient zorgvuldig te gebeuren om verzakking te voorkomen;
- Als laatste resteert het herstellen van de verharding en het openen van de afsluiters van de inlaatduiker.

6.4 Kruising damwand - kabels/leidingen

De in het terrein aanwezige kabels en leidingen zijn aangegeven op tekeningnr. 1661.38-29 (bijlage 1).

De betreffende nutsbedrijven met hun kabels/leidingen zijn:

- N.V. Regionaal Energiebedrijf Dordrecht, met:
 - * Laagspanning;
 - * Hoogspanning;
 - * Openbare verlichting;
 - * Centrale antenne;
 - * Lage druk gas;
 - * Hoge druk gas.
- Stichting Bronwater Hoeksche Waard, met:
 - * Waterleiding Ø 32 mm.
- PTT, met:
 - * Telefoonkabel.

Het verlaagd aanbrengen van de damwand (1,00 m beneden het maaiveld) heeft naast een geringere hoeveelheid staal een tweede voordeel. De kabels/leidingen hoeven niet door de damwand te worden gevoerd, maar kunnen er over heen worden gelegd.

Op deze wijze hoeven de leidingen niet eerst te worden doorgeknipt om de damwand aan te brengen om daarna weer te worden gelast. Voor het aanbrengen van het damwandschot, moet indien een kabel aanwezig is deze over een grotere lengte worden blootgelegd. De kabels zullen indien nodig op tijdelijke bruggen gelegd worden teneinde beschadigingen of excessieve doorzakkingen te voorkomen. Op deze wijze wordt manoeuvreerruimte verkregen om de kabel tijdens het aanbrengen van de damwand op zij te kunnen houden. Na het aanbrengen van de damwand wordt de kabel weer op zijn oude plaats neergelegd. Indien niet voldoende speling in de kabel aanwezig is om deze over een bepaalde afstand te kunnen verplaatsen, kan in plaats van het brede damwandschot gekozen worden een enkele plank te gebruiken om zodoende de benodigde zijdelingse verplaatsing van de kabel te reduceren.

Doordat de kabels/leidingen in de bermen van de hoog gelegen waterkeringen zijn gesitueerd komt het nergens voor dat een leiding een damwandsegment met verhoogde afwerkhoogte (0,20 m beneden het maaiveld) kruist.

Daar waar kabels de damwand kruisen is de damwand voorzien van een deksloof ten einde eventuele kerfwerking bij zettingen van de kabels over een relatief scherpe damwand te voorkomen.

Alvorens met werkzaamheden nabij kabels en leidingen begonnen wordt, zullen proefsleuven gegraven worden teneinde de exacte ligging van de kabels en leidingen te bepalen.

In het bestek zullen bepalingen opgenomen moeten worden voor wat betreft de veiligheid en te volgen uitvoeringswijze nabij kabels en leidingen.

Een uitzondering op de hierboven geschetste werkwijze vormt de hoge druk gasleiding. Het verkrijgen van speling in de leiding is niet of nauwelijks mogelijk vandaar dat gekozen is het tracé van het damwandscherm aan de ligging van de leiding aan te passen. Er is niet gekozen om de leiding te verleggen, vanwege de hoge kosten die ermee gemoeid zijn, terwijl de verontreiniging zeer waarschijnlijk ter plaatse minimaal zal zijn.

Alvorens met werkzaamheden ter plaatse van deze leiding te beginnen, zal een onderzoek dienen plaats te vinden naar de bodemgesteldheid, teneinde de stabiliteit van de leiding maximaal te waarborgen.

6.5 Fundering woonhuis

De fundering van het woonhuis aan de Gorsdijk 48 is niet exact bekend. De reeds in 5.4 aangegeven ontgraving nabij damwand segmenten 14 en 15 zal strooksgevijs geschieden. In het bestek zullen dienaangaande bepalingen worden opgenomen teneinde de standzekerheid van bebouwing te garanderen.

Voordat er met de uitvoering wordt begonnen zullen er opnamen plaatsvinden van de bestaande situatie van bebouwingen ter plaatse.

6.6 Persleidingen ten behoeve van de saneringen

Naast het aanbrengen van de damwand is een ander punt voor wat de kabels en/of leidingen betreft de eventuele aantasting ervan door de aanwezige verontreinigingen. Voor de voor sanering en grondwaterverlaging benodigde kabels en leidingen zijn vooralsnog geen speciale maatregelen noodzakelijk. Het directe risico van aantasting is niet aanwezig daar de verontreinigingen in de tracés van de kabels/leidingen zich in dieper gelegen lagen bevindt. De persleidingen van de aan te brengen pompputten worden uitgevoerd in HPE met als reden de aantasting van de leiding van binnen uit.

De leidingen in de dijken dienen te voldoen aan eisen gesteld in de pijpleiding-code Zuid-Holland.

7. WET- EN REGELGEVING

Naast de hierboven omschreven technische voorzieningen en maatregelen, zullen er ook maatregelen genomen moeten worden die de veiligheid zowel voor de mensen op het werkterrein als voor omwonenden waarborgen. Verder dient men er zorg voor te dragen dat de vereiste vergunningen en ontheffingen aanwezig zijn voordat tot saneren wordt overgegaan. In dit hoofdstuk wordt in twee subparagrafen aandacht aan deze zaken geschonken.

De bestaande situaties van gebouwen, constructies, tuinen etc. zullen ruim vóór de aanvang van de saneringswerkzaamheden door beëdigde taxateurs worden vastgelegd middels foto's, tekeningen en dergelijke. Deze nulsituatieopname is ook van toepassing op de peilmaten van constructies en gebouwen, ten einde eventuele zettingen vast te stellen.

7.1 Veiligheid

Ingevolge de Arbowet heeft de werkgever een algemene zorgplicht voor veiligheid, gezondheid en welzijn in verband met de arbeid.

■ Basispakket

Voor een bodemsanering geldt een (standaard) basispakket aan maatregelen. Dit basispakket omvat maatregelen die betrekking hebben op minimalisering van de risico's voor de volksgezondheid en voor het omringende milieu tijdens de gehele duur van het project. De te nemen maatregelen voor het basispakket staan beschreven in de 'Standaard RAW bepalingen' (C.R.O.W. 1990) en P-blad 174.

■ T- en F-klassen

Naast dit basispakket is er, als gevolg van uiteenlopende risico's voor de veiligheid en de volksgezondheid van de mens en zijn milieu, een pakket aan aanvullende maatregelen, dat van kracht is wanneer tijdens de ontgraving een bepaalde T- en F-klasse geldt. De indeling van de veiligheidsklassen is gebaseerd op de giftigheid (toxiciteit; de T-klasse) van de verontreiniging en de kans op brand/explosie (flamable; de F-klasse). In ieder van deze klasse wordt een regime van aanvullende maatregelen beschreven die de milieubelasting en de gezondheidsrisico's tot een minimum moeten beperken.

Voor de maatregelen die per betreffende T- en F-klasse van toepassing zijn, wordt eveneens verwezen naar de 'Standaard RAW bepalingen' (C.R.O.W. 1990) en P-blad 174. Gezien de aard en mate van de verontreinigde grond valt de grondsanering als geheel in klasse 2-T en is een F-klasse niet van toepassing.

■ Arbeidsinspectie

Bij een bodemsanering zijn de Arbeidsomstandighedenwet (ARBO-wet) en de Arbeidswet met uitvoeringsbesluiten van toepassing. De controle op de uitvoering van de ARBO-wet (veiligheid, gezondheid en welzijn) ligt in handen van de arbeidsinspectie. Als de arbeidsinspectie van oordeel is dat de bepalingen uit de ARBO-wet of ARBO-besluiten niet voldoende worden nageleefd is zij bevoegd om

maatregelen te treffen. De belangrijkste maatregelen zijn: eis tot naleving, opmaken van een procesverbaal en in het uiterste geval stilleggen van het werk.

7.2 Vergunningen en ontheffingen

Voordat de sanering kan worden gestart, is het noodzakelijk te beschikken over de benodigde vergunningen. De voor de sanering van toepassing zijnde vergunningen c.q. ontheffingen worden hierna behandeld.

Aangeraden wordt de vergunningen en ontheffingen in een zo vroeg mogelijk stadium aan te vragen. Voor de gehele procedure van aanvraag tot verkrijgen, moet rekening gehouden worden met een termijn van circa 6 maanden. Opgemerkt wordt dat voor enkele van de hieronder genoemde vergunningen de Wet Milieubeheer geldt.

Voordat de sanering kan worden uitgevoerd moet in overleg met de verkeersdienst een plan op worden gesteld betreffende de af te sluiten wegen tijdens de ontgraving. De planning dient geruime tijd vóór uitvoering aan de GGD, ambulance dienst, brandweer en openbare vervoersbedrijven overlegd te worden.

■ *Kappen van bomen*

Op de te saneren locatie staan bomen die mogelijk te dicht bij de geplande tracés vallen. Deze bomen zullen moeten worden verwijderd, daarvoor moet een kapvergunning bij de gemeente aangevraagd worden.

■ *Onttrekken grondwater*

De grondwaterwet (GWW) is van toepassing bij uitvoering van de bronbemaling en de grondwatersanering. Een vergunning van Gedeputeerde Staten (GS) noodzakelijk is voor grondwateronttrekking. In de vergunning dient de hoeveelheid grondwater vermeld te zijn die per tijdseenheid aan de bodem mag worden onttrokken. De provincie Zuid-Holland zal aangeven welke gegevens en bescheiden de aanvrager van de vergunning moet verstrekken. Bij deze sanering is een bronbemaling noodzakelijk en wordt grondwater onttrokken voor een periode langer dan twee jaar.

■ *Ontgraven*

Voor wat betreft de graafwerkzaamheden in de dijklichamen dient toestemming verkregen te worden bij B & W. De mogelijk van toepassing zijnde wet is de wet op de ruimtelijke ordening (WRO).

Eveneens dient toestemming verkregen te worden bij het Waterschap De Groote Waard. Opgemerkt wordt dat graven in de dijk alleen kan in de periode van 1 april tot 1 oktober in verband met de kans op stormen buiten deze perioden.



■ *Vergunning in het kader van de wet Milieubeheer (WMB)*

Om een zuiveringsinstallatie in te richten is in principe de WMB van toepassing. Voor de daadwerkelijke beoordeling van de concrete situatie is het oordeel van het bevoegd gezag mede bepalend. Overleg over details zal nodig zijn met dit bevoegd gezag.

■ *Transport verontreinigde grond*

Bij de sanering zal er transport van verontreinigde grond over de weg naar de verwerkers plaatsvinden. Er is ontheffing (VBA = Vervoer Bedrijfsafval) nodig voor de afvoer van verontreinigde grond. Deze ontheffing is niet nodig indien blijkt dat de bestemming van de af te voeren verontreinigde grond buiten de provincie Zuid-Holland ligt. Bij de provincie, alwaar de verontreinigde grond naar toe getransporteerd wordt, dient nagevraagd te worden of een verordening voor de afvoer van verontreinigde grond daar van toepassing is. Tevens dient, volgens de Wet Gevaarlijke Stoffen, bij het ministerie van Verkeer en Waterstaat nagevraagd te worden welke bepalingen van toepassing zijn tijdens het transport van deze grond. Dit in het belang van de openbare veiligheid en de volksgezondheid.

■ *Lozen*

Het grondwater dat aan de bodem onttrokken wordt, kan ofwel eerst gezuiverd of direct op het riool geloosd worden. Voor lozing op het riool is in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren een WVO-vergunning vereist. Deze vergunning wordt verleend door de waterkwaliteitsbeheerder, Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden. Mogelijk verlangt de waterkwantiteitsbeheerder voor het lozen van water ook een vergunning. De vergunning dient te worden aangevraagd bij de Milieudienst Zuid-Holland-zuid. Deze Dienst verzorgt de verdere afwikkeling van de vergunning met de desbetreffende instanties. Wanneer men voornemens is grondwater te lozen op het oppervlaktewater dient contact te worden opgenomen met Rijkswaterstaat.

■ *SCG-melding*

De partij te ontgraven grond zal moeten worden aangemeld bij N.V. Service Centrum Grondreiniging (SCG).

SCG zal beoordelen of de verontreinigde grond al dan niet reinigbaar is en bemiddelen in verdere verwerking van de grond.

8. MILIEUKUNDIGE BEGELEIDING

8.1 Grondsanering

■ *Ontgraving*

De gehele ontgraving wordt door een milieukundige begeleid. De milieukundige zal de verticale en horizontale ontgravingsgrenzen aangegeven. Deze grenzen worden op basis van de gegevens uit het nader onderzoek en het voorgestelde onderzoek (zie paragraaf 3.2.3) en van de analyseresultaten van de controlegrondmonsters bepaald.

Wanneer de verontreinigde grond en eventueel slib wordt afgevoerd naar een grondreinigingsbedrijf, is het van belang dat de onderverdeling in de verschillende partijen (SCG-partijen) wordt aangehouden. Onderverdeling op basis van aard en mate van de verontreiniging en de textuur van de grond zal belangrijk zijn, aangezien deze factoren maatgevend zijn voor eventuele verschillende verwerkingsmethoden.

8.2 Grondwatersanering

■ *Uitvoering*

De milieukundige begeleiding van de grondwatersaneringen omvat werkzaamheden zoals omschreven in paragraaf 3.6.

Ten behoeve van de milieukundige begeleiding van de grondwatersanering zal een milieukundig begeleidingsplan worden opgesteld waarin de diverse aspecten zoals beschreven in paragraaf 3.6 zullen worden opgenomen.

Ten behoeve van de nazorg zal een nazorg- en monitoringsplan worden opgesteld, een en ander als reeds aangegeven in paragraaf 3.3.3.

9. KOSTEN

: Provincie Zuid-Holland

: Sanering 's Gravendeel

: 1661.A0440.A0

: oktober 1993

: 1661.A0440.A0
: oktober 1993

[illegible]

Bijlage 1

**Tekening 1661.38-29,
situatie en details**

Bijlage 2

**Tekening 1661.38-30,
details**

Bijlage 3

**Tekening 1661.38-31,
profiel 1 oost/west**

Bijlage 4

Tekening 1661.38-32,
profiel 2 zuid/noord

Bijlage 5

Profielen 3, 4, 5 en 6

Bijlage 6

Lengte damwandplanken

Nummer	Afstand [m]	Maaiveld hoogte van - tot [mNAP]	Kleilaag hoogte van - tot [mNAP]	Diepte in kleilaag [m]	Afstand mv-deksloof van - tot [m]	Theoretische lengte damplank [m]	Lengte afgerond [m]	Profiel
1	20	4,8 - 3,4	(6,5) - (6,5)	0,5	1,0 - 1,0	4,8 + 6,5 + 0,5 - 1,0	= 10,8	Larssen 602
2	9	3,4 - 1,9	(6,5) - (4,5)	0,5	0,2 - 1,0	3,4 + 6,5 + 0,5 - 0,2	= 10,2	Larssen 602
3	15	1,9 - 1,9	(4,5) - (4,5)	0,5	0,2 - 0,2	1,9 + 4,5 + 0,5 - 0,2	= 6,7	Larssen 602
4	43	1,7 - 1,9	(4,5) - (5,5)	0,5	0,2 - 0,2	1,9 + 5,5 + 0,5 - 0,2	= 7,7	Larssen 602
5	10	1,8 - 2,1	(5,4) - (5,5)	0,5	0,2 - 0,2	2,1 + 5,5 + 0,5 - 0,2	= 7,9	Larssen 602
6	12	2,1 - 3,0	(5,0) - (5,4)	0,5	0,2 - 1,0	3,0 + 5,4 + 0,5 - 1,0	= 7,9	Larssen 602
7	15	3,7 - 3,6	? - (6,5)	0,5	1,0 - 1,0	3,7 + 6,5 + 0,5 - 1,0	= 9,7	Larssen 602
8	24	4,4 - 3,7	? - (6,5)	0,5	1,0 - 1,0	4,4 + 6,5 + 0,5 - 1,0	= 10,4	Larssen 602
9	43	4,4 - 3,8	? - (6,0)	0,5	1,0 - 1,0	4,4 + 6,0 + 0,5 - 1,0	= 9,9	Larssen 602
10	34	3,8 - 3,7	? - (6,0)	0,5	1,0 - 1,0	3,8 + 6,0 + 0,5 - 1,0	= 9,3	Larssen 602
11	20	4,0 - 2,5	(6,0) - (7,0)	0,5	1,0 - 1,0	4,0 + 7,0 + 0,5 - 1,0	= 10,5	Larssen 602
12	9	2,5 - (1,0)	(7,0) - (7,5)	0,5	1,0 - 0,2	2,5 + 7,0 + 0,5 - 0,2	= 9,8	Larssen 602
13	5	(1,0) - (0,1)	(7,0) - (7,5)	0,5	0,2 - 0,2	7,5 - 0,1 + 0,5 - 0,2	= 7,7	Larssen 602
14	15	(0,1) - 0,3	(7,0) - (7,5)	0,5	0,2 - 0,2	0,3 + 7,5 + 0,5 - 0,2	= 8,1	Larssen 602
15	8	0,3 - 2,1	(7,5) - (7,5)	0,5	0,2 - 1,0	2,1 + 7,5 + 0,5 - 0,2	= 9,9	Larssen 602
16	44	2,1 - 3,8	(6,0) - (7,0)	0,5	1,0 - 1,0	3,8 + 7,0 + 0,5 - 1,0	= 10,3	Larssen 602
17	6	3,0 - 3,0	(6,0) - (6,5)	0,5	1,0 - 1,0	3,0 + 6,5 + 0,5 - 1,0	= 9,0	Larssen 602
18	8	3,0 - 3,6	(6,5) - (6,5)	0,5	1,0 - 1,0	3,6 + 6,5 + 0,5 - 1,0	= 9,6	Larssen 602
Totaal	340							



HASKONING

Koninklijk Ingenieurs-
en Architectenbureau

Bijlage 7

Las- en heilengte

Nummer	Werkelijke afstand	Lengte	Aantal sloten	Aantal te lassen sloten	Aantal heislotten	Lengte te lassen	Lengte heislot
	[m]	[m]	[st]	[st]	[st]	[m]	[m]
1	20,4	11,0	34	22	12	242	132
2	9,0	10,5	15	10	5	105	53
3	15,0	7,0	25	16	9	112	63
4	43,2	8,0	72	48	24	384	192
5	10,2	8,0	17	11	6	88	48
6	12,0	8,0	20	13	7	104	56
7	15,0	10,0	25	16	9	160	90
8	24,0	10,5	40	26	14	273	147
9	43,2	10,0	72	48	24	480	240
10	34,2	9,5	57	38	19	361	180
11	20,4	11,0	34	22	12	242	132
12	9,0	10,0	15	10	5	100	50
13	5,4	8,0	9	6	3	48	24
14	15,0	8,5	25	16	9	136	77
15	8,4	10,0	14	9	5	90	50
16	44,4	10,5	74	49	25	515	263
17	6,0	9,0	10	6	4	54	36
18	8,4	10,0	14	9	5	90	50
Totaal	343,2		572	375	197	3584	1882

Plaats	Soort	Weg	Weg	Weg	Weg	Weg	Weg
Plaats	Soort	Weg	Weg	Weg	Weg	Weg	Weg
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

Bijlage 8

Plaxis-berekeningen

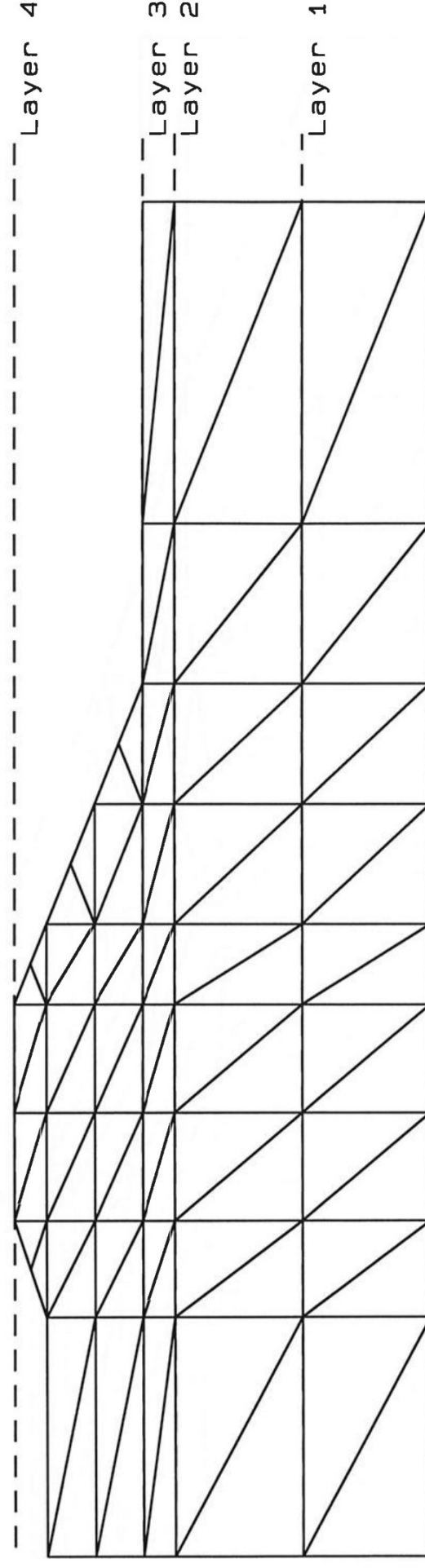
Werk : Gasfabriek 's-Gravendeel
 Werk no. : 1161.A0440.A0
 Onderdeel : Stabiliteit damwanden
 Datum : 17 september 1993
 Naam : H.J. Dommershuijzen
 File : GRAVEN02

	Omschrijving	MloadA	MloadB	Mweight	Mchange	Mdispl	Msf	Mstage	Marea	ForceX	ForceY	Time	Stiff	Stappen	Verpl.
0	E.G. elastisch	0	0	0.0139	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0.0058
1	E.G. plastisch	0	0	1.0000	0	0	1	0	1	0	0	0	0.3386	1t/m11	0.6760
2	Stabiliteit manual control Verpl = 0 Error = 0.02	0	0	1.0000	0	0	1.07	0	1	0	0	0	-0.004	11t/m31	0.3400

Mesh Scale

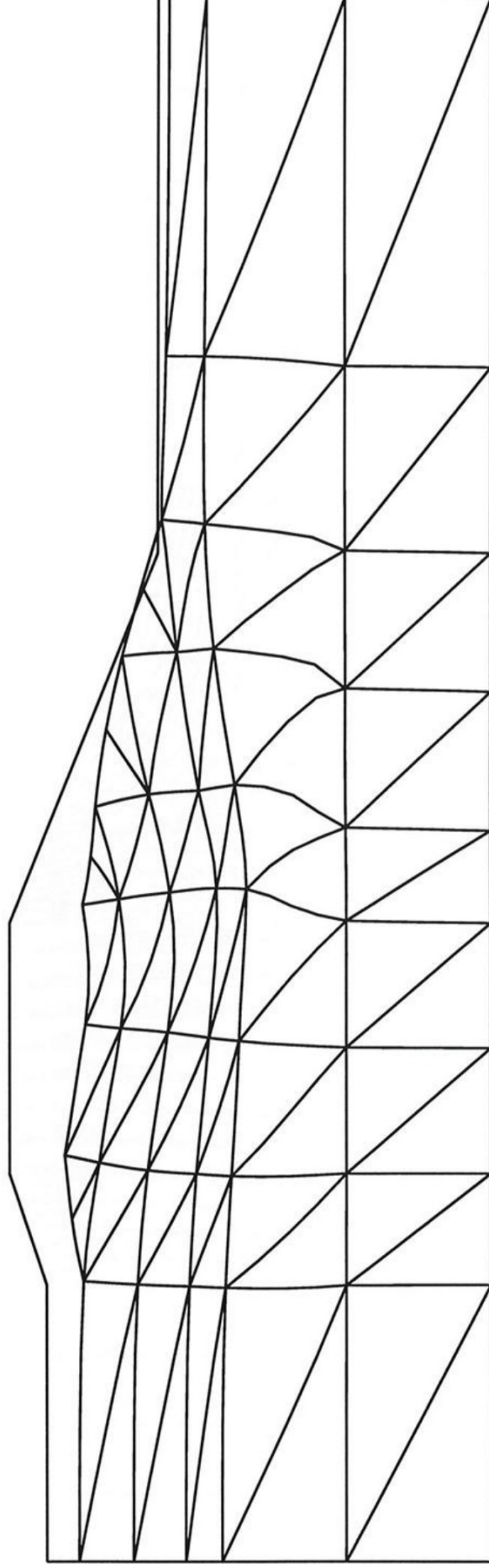
0 7 14 21

Plane Strain



Mesh with material properties

No	Type	Wdry	Wwet	G	Nu	C	Phi	Psi	Perm-X	Perm-Y	Ko	Tension
4	1	17.0	18.0	1.0E+03	0.33	10	20	0	0.0E+00	0.0E+00	0.00	Y
3	1	18.0	18.0	5.0E+03	0.33	1	30	0	0.0E+00	0.0E+00	0.50	Y
2	1	13.0	14.0	8.0E+02	0.33	5	20	0	0.0E+00	0.0E+00	0.50	Y
1	1	18.0	20.0	1.0E+04	0.33	1	30	0	0.0E+00	0.0E+00	0.50	Y

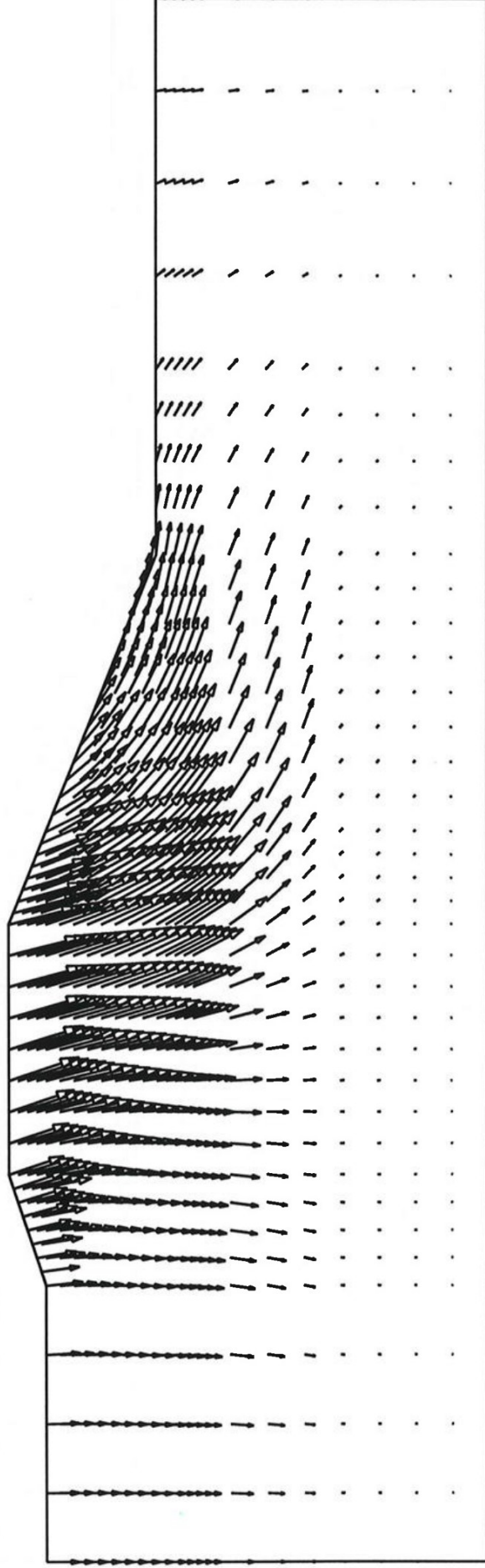


Deformed mesh, scaled up (down)
Extreme displacement 6.76E-01 units

Mesh Scale

0 7 14 21

Plane Strain

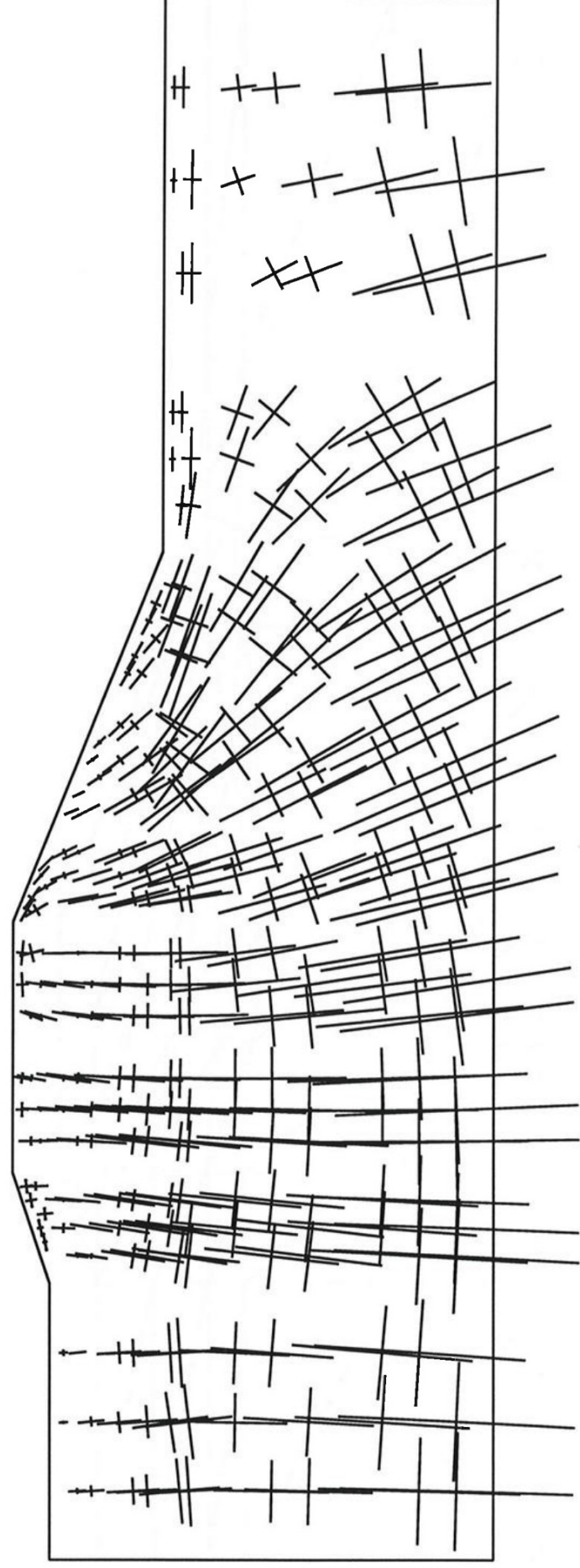


Displacement field, scaled up (down)
Extreme displacement 6.76E-01 units

Mesh Scale

0 7 14 21

Plane Strain



PLAXIS

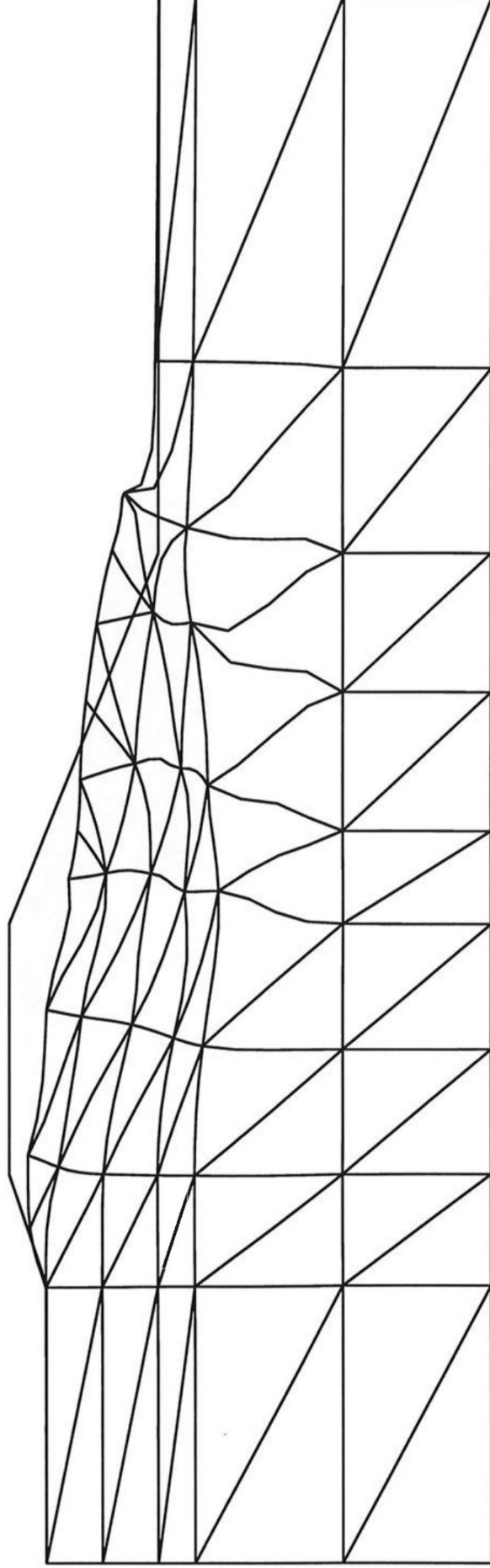
Professional
Version 4.10

A0440.A0 Gasfabriek 's-Gravendeel

GRAVEN02 Step 11

17-9-93

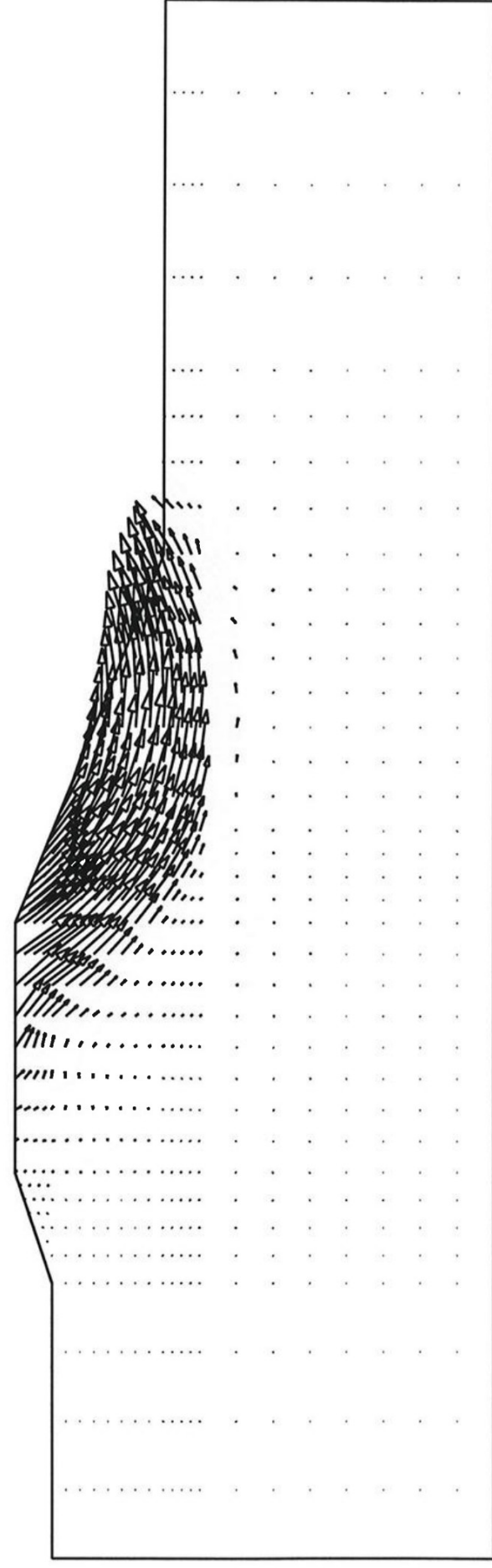
HASKONING B.V.



Deformed mesh, scaled up (down)
Extreme displacement 3.40E-01 units



Plane Strain



Incremental displacement field
Extreme displacement increment 1.87E-02 units

Mesh Scale

0 7 14 21

Plane Strain



Contours of displacement increments

Minimum value 0.00E+00 units; Maximum value 1.87E-02 units

PLAXIS

Professional
Version 4.10

A0440.A0 Gasfabriek 's-Gravendeel

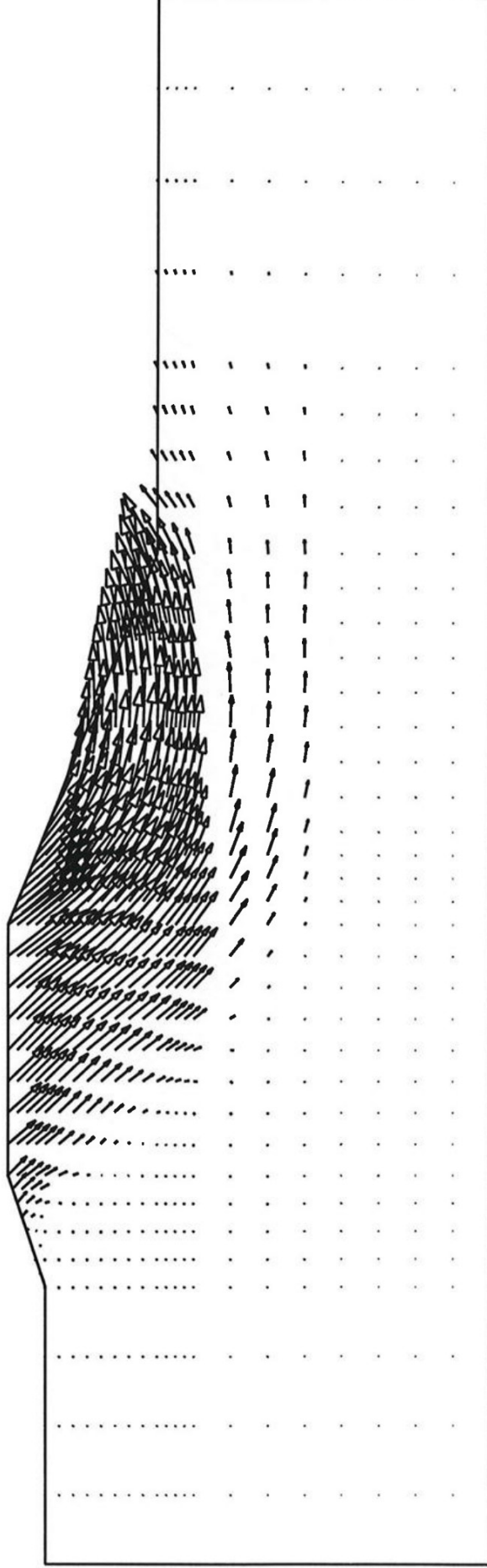
GRAVEN02 Step 31

17-9-93

HASKONING B.V.



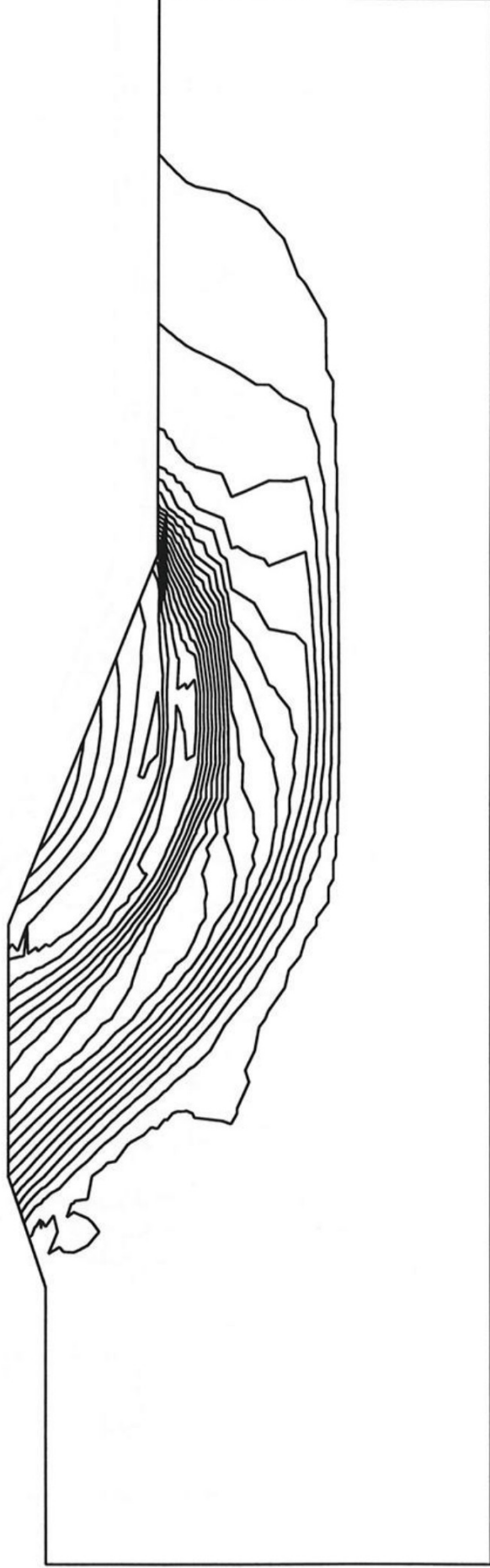
Plane Strain



Displacement field, scaled up (down)
 Extreme displacement 3.40E-01 units



Plane Strain

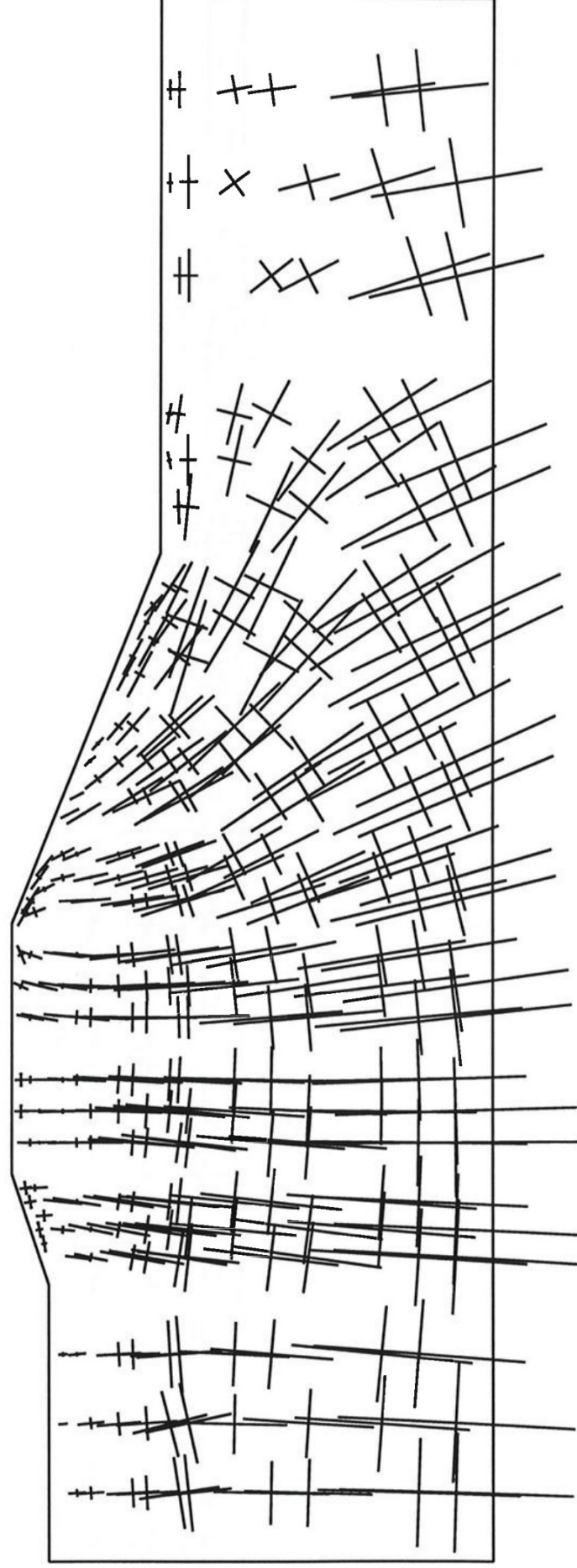


Contours of total displacements

Minimum value 0.00E+00 units; Maximum value 3.40E-01 units



Plane Strain

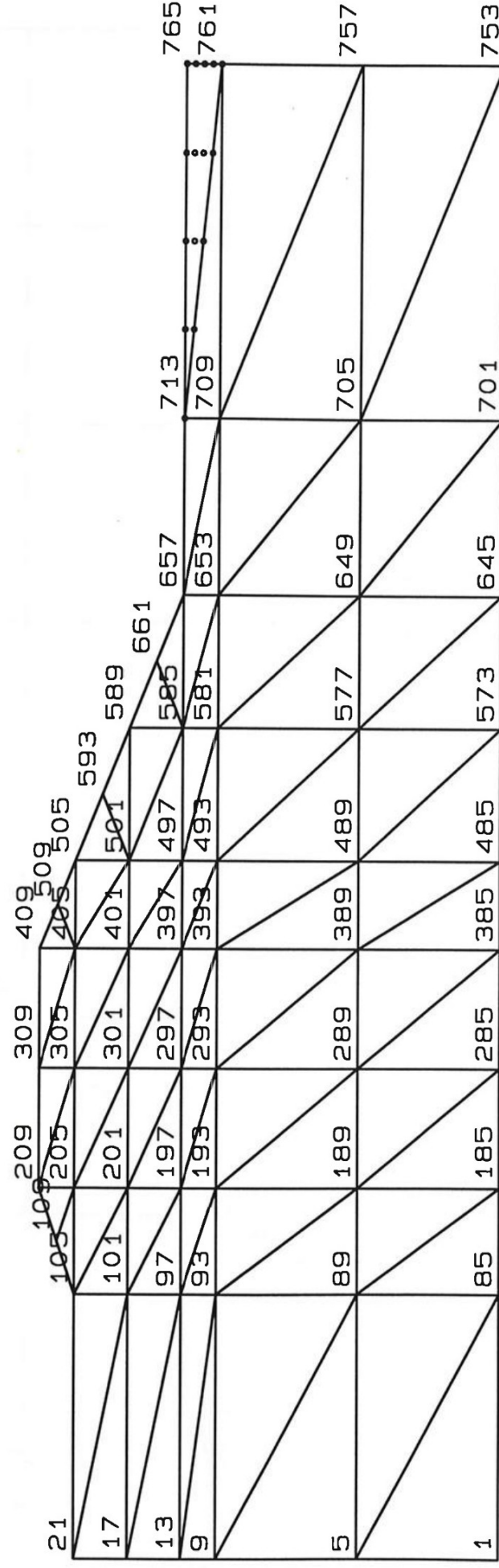


Effective principal stresses
Extreme stress $-1.83E+02$ units

Mesh Scale

0 7 14 21

Plane Strain



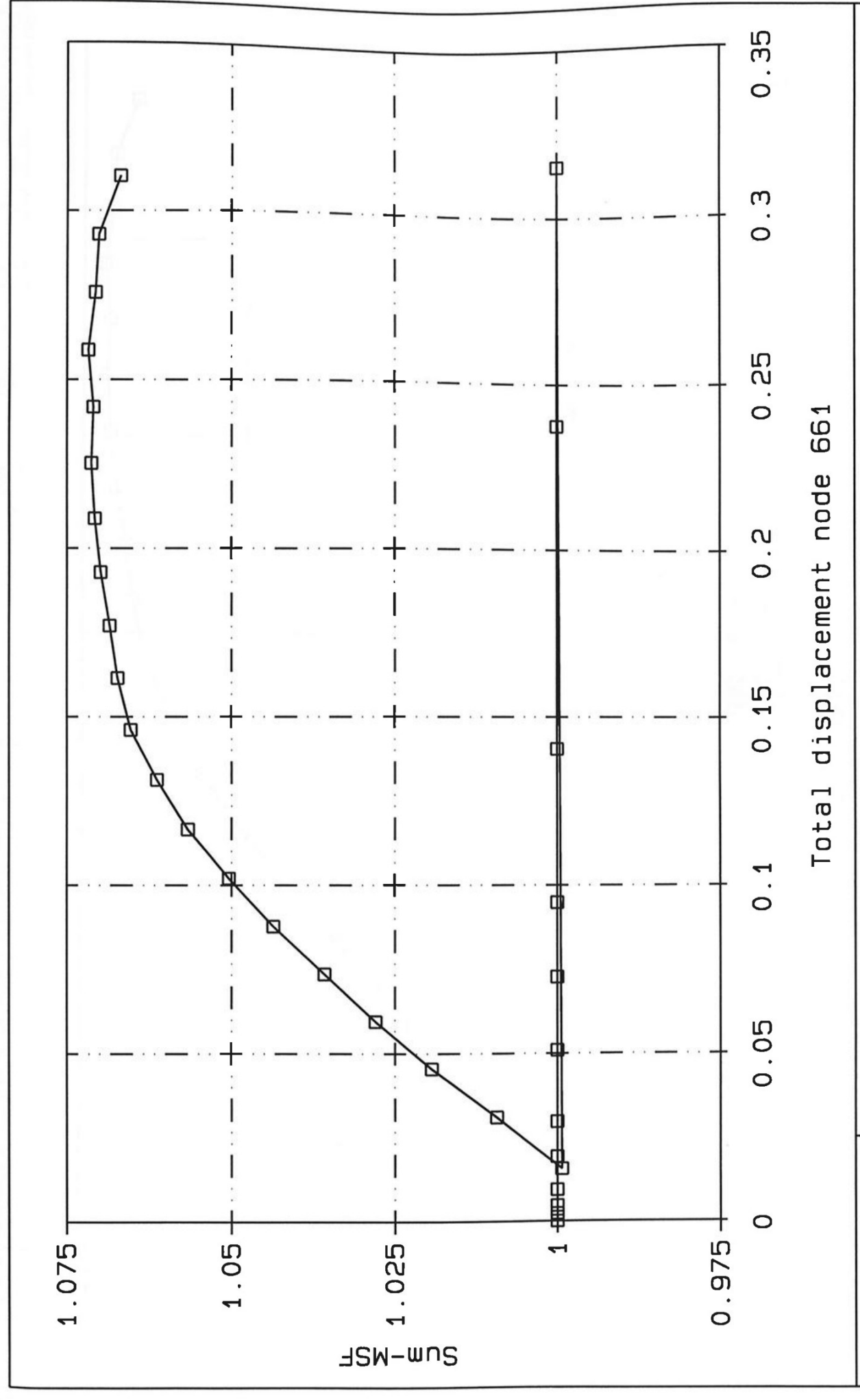
PLAXIS

Professional
Version 4.10

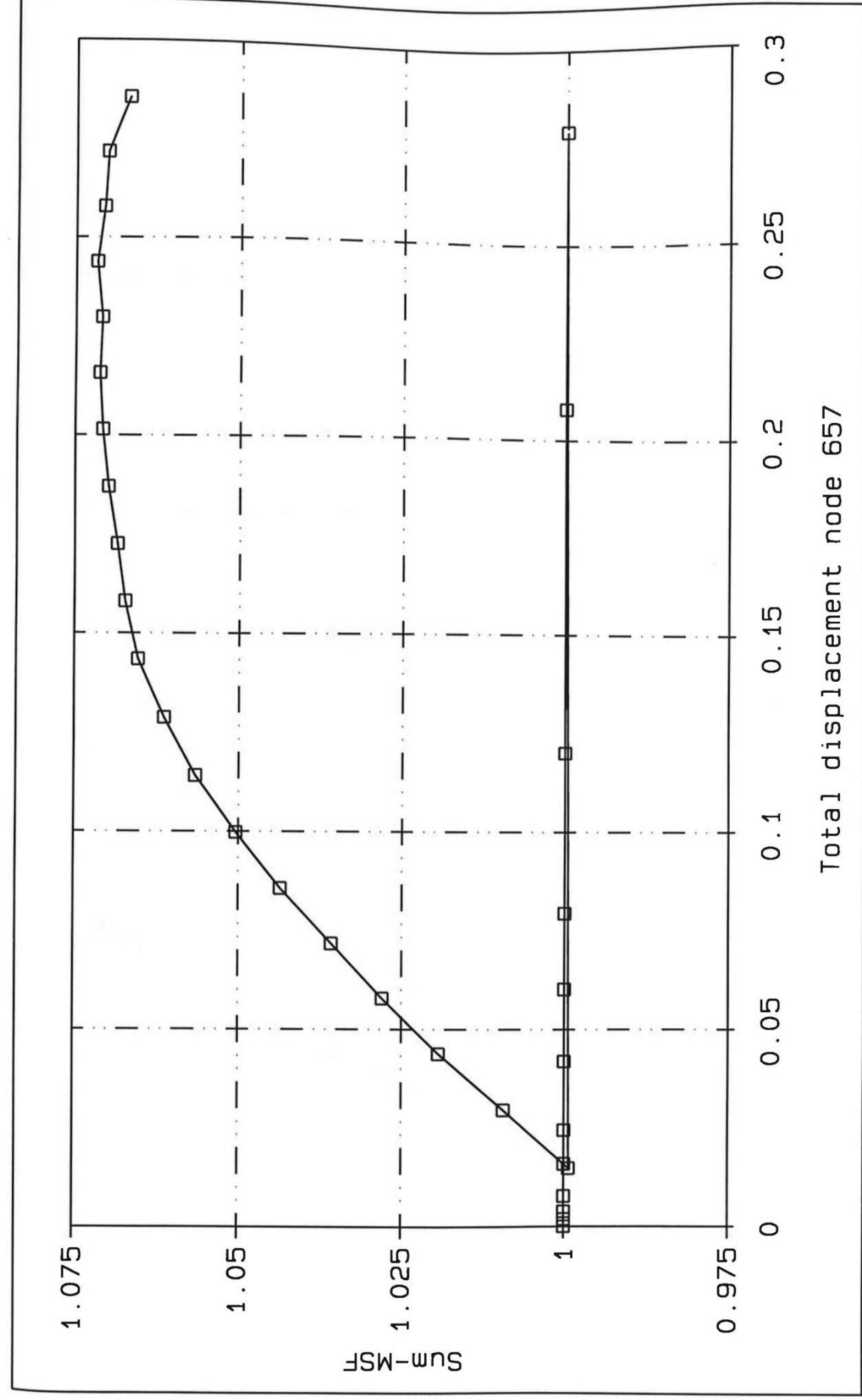
A0440.A0 Gasfabriek 's-Gravendeel

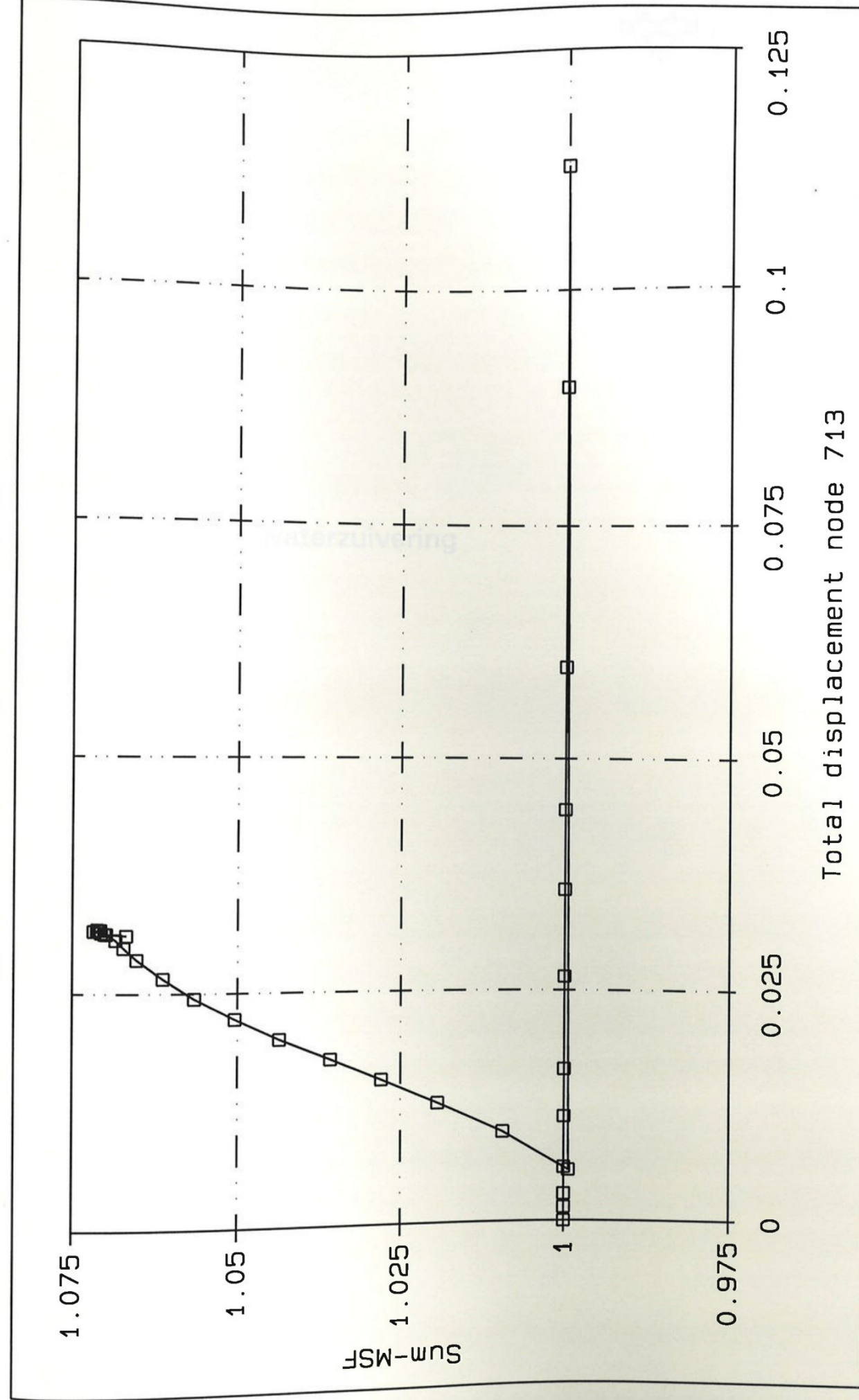
GRAVEN02 Step 31 17-9-93

HASKONING B.V.



PLAXIS Professional Version 4.10		A0440.A0 Gasfabriek 's-Gravendeel	
GRAVEN02		17-9-93	HASKONING B.V.

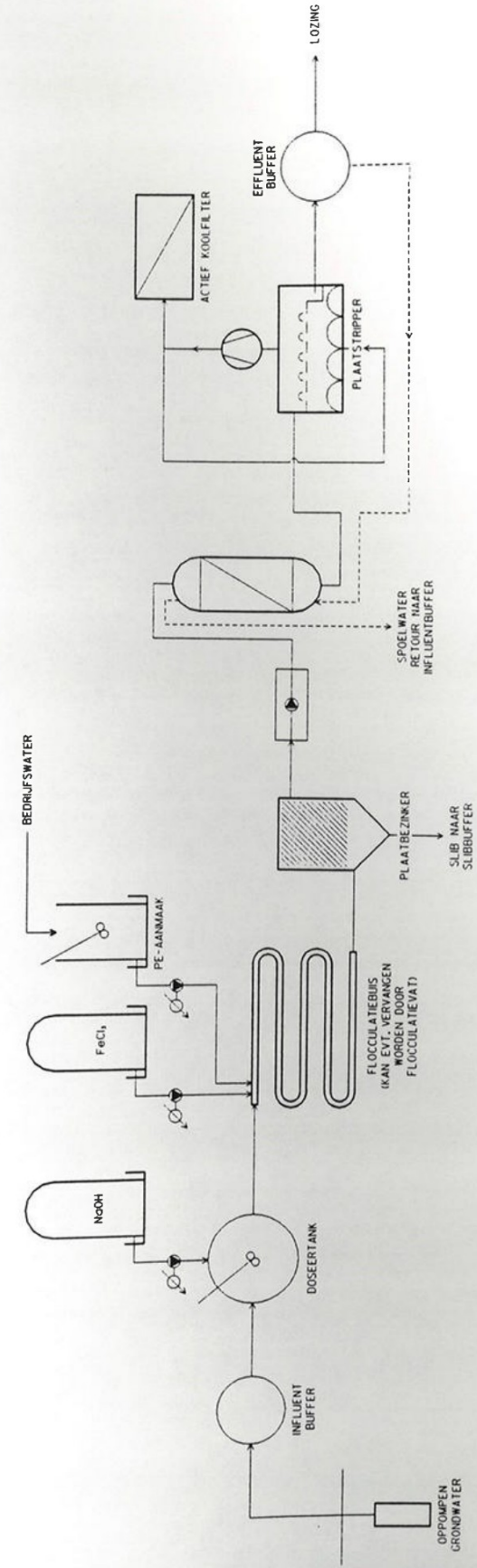




PLAXIS		A0440.A0 Gasfabriek 's-Gravendee1	
Professional	GRAVEN02	17-9-93	HASKONING B.V.
Version 4.10			

Bijlage 9

Schema waterzuivering



PRINCIPESCHEMA
ZUIVERINGSINSTALLATIE