

Gebouwen
Infrastructuur
Milieu

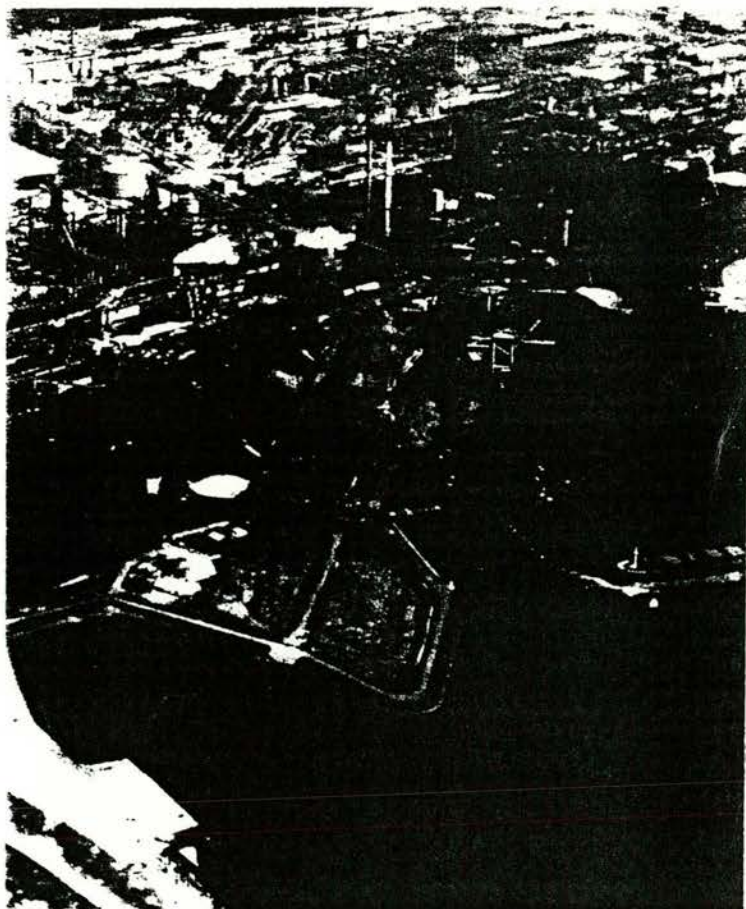
**Provincie Noord Holland,
Rijkswaterstaat
directie Noord-Holland
Hoogovens IJmuiden**

RWS BIBLIOTHEEK
locatie Utrecht
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

**Milieu-effectrapport
Baggerspeciéstortplaats
Averijhaven Velsen**

Geotechnische aspecten

Appendix II



Ingenieursbureaucombinatie
Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v.
DHV Milieu en Infrastructuur BV

van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon (05700) 9 79 11
telefax (05700) 9 73 44

Z2689

App. II

Page 104 ■■■■■■■■■■

Page 104

Page 104

Page 104

Page 104

Page 104

Page 104

Page 104

Page 104

BIBLIOTHEEK
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

PROVINCIE NOORD-HOLLAND
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE
NOORD-HOLLAND
HOOGOEVENS IJMUIDEN

Milieu-effectrapport
Baggerspeciestortplaats
Averijhaven Velsen

Geotechnische aspecten

APPENDIX II

september 1993

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT
NR. Z.2689 App II BDU

INGENIEURSBUREAU COMBINATIE
WITTEVEEN + BOS
DHV MILIEU EN INFRASTRUCTUUR

1. INLEIDING EN SAMENVATTING	6
2. BESTAANDE SITUATIE IN EN RONDOM DE AVERIJHAVEN	8
2.1. Eerdere stortingen	8
2.2. Bergingsvolume Averijhaven	9
2.2.1 Bovenzijde specie in de Averijhaven en maaiveldhoogte	9
2.2.2 Inhoud Averijhaven en bergingsvolume	10
2.3. Waterstanden	14
3. EIGENSCHAPPEN EN HERKOMST SPECIE	19
3.1. Herkomst en hoeveelheid te baggeren specie	19
3.2. Fysische eigenschappen specie	19
3.2.1 Fysische eigenschappen van de te baggeren specie	19
3.2.2 Consolidatieconstanten	23
3.3. Eigenschappen specie in de Averijhaven	25
3.4. Eigenschappen specie voor de alternatieven	27
3.5. Volumieke massa specie op de winplaats en tijdens storten	27
4. VOLUMEVERANDERING SPECIE EN WATEREMISSIE BIJ DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT (A)	29
4.1. Inleiding	29
4.2. Volumeverandering van de specie van baggeren tot storten.	29
4.2.1 Werkwijze	29
4.2.2 Uitleveringsfactor	30
4.3. Sedimentatie en consolidatie in de stortplaats	31
4.3.1 Algemeen	31
4.3.2 Het sedimentatie proces	31
4.3.3 Het consolidatie proces	33
4.3.4. Gasvorming	38
4.3.5. Benodigd bergingsvolume en depotfactor	38
4.3.6. Bergingsvolume berekend met aangepaste consolidatie constanten	40
4.3.7. Invloed stortdichtheid	41
4.4. Wateremissies uit de stortplaats.	42
4.4.1. Algemeen.	42
4.4.2. Berekening van de wateremissies uit een waterbalans van de stortplaats	42

4.4.3. Wateremissies naar het grondwater	44
4.4.4. Wateremissies naar het boven de specie staande water	48
4.4.5. Maatregelen om de wateremissie naar het grondwater via het opstaande water te reduceren	50
4.4.6. Afwerking bovenzijde stortplaats	51
4.4.7. Meest milieuvriendelijke elementen voor de voorgenomen activiteit	52
5. ALTERNATIEVEN	56
5.1. Algemeen	56
5.2. Nulalternatief (B)	56
5.3. Herinrichtingsalternatief (C)	57
5.3.1 Bergingsvolume	57
5.3.2 Wateremissie	58
5.3.3 Afwerking bovenzijde stortplaats	59
5.3.4 Meest milieuvriendelijke elementen	60
5.4. Klasse 2 en 3 bergingsalternatief (D)	61
5.5. Volumealternatief (E)	61
5.5.1 Aanleg dijk	62
5.5.2 Bergingsvolume	63
5.5.3 Wateremissies	69
5.5.4 NAP -16 m varianten E-2 en E-4	69
5.5.5 Afwerking bovenzijde stortplaats	70
5.5.6 Meest milieuvriendelijke elementen	71
6. VERGELIJKING VAN ALTERNATIEVEN	73
7. REFERENTIES	75

Figuren:

- 2.1 Situatietekening Averijhaven en Werkhaven, schaal 1:25.000.
- 2.2 Averijhaven met locaties boorpunten, meetraaien en afmetingen, schaal 1 : 2000
- 2.3 Bovenzijde specie in de Averijhaven op 20 juli 1992 (A t/ D)
- 2.4 Inhoud Averijhaven
- 2.5 Freatisch grondwaterniveau, potentiaal- en stroomlijnen in een lengteprofiel van de Averijhaven tot een punt 1500 m noordelijker (in 3 bladen A t/m C)
- 3.1 Ligging vakken met te baggeren specie.
- 3.2 Relatie tussen doorlatendheid (k) en poriëngetal (e).
- 3.3 Relatie tussen effectieve spanning (σ') en poriëngetal (e).
- 4.1 Ligging aanlegplaats nabij de Werkhaven en persleiding naar de Averijhaven
- 4.2 Bovenzijde specie gedurende de periode 1979-2179.
- 4.3 Waterstromen ten behoeve van de waterbalans van de stortplaats
- 4.4 Totale grondwateremissies en voor de voorgenomen activiteit en het aandeel door consolidatie (A en B)
- 4.5 "Retourwater" hoeveelheden voor de voorgenomen activiteit
- 4.6 Verloop van de freatische lijn, potentiaal- en stroomlijnen bij aanvulling van de stortplaats met zand boven een niveau van NAP - 1,50 m
- 4.7 Ligging dijken voorgenomen activiteit en oppervlakteberekening
- 5.1 Ligging dijken volumealternatief E en volumeberekening
- 5.2 Ligging dijken volumealternatief E-1 en volumeberekening
- 5.3 Ligging dijken volumealternatief E-2 en volumeberekening
- 5.4 Ligging dijken volumealternatief E-3 en E-4 en volumeberekening
- 5.5 Ligging dijken volumealternatief E-5 en E-6 en volumeberekening

Tabellen:

- 2.1 Gestorte hoeveelheden specie in de Averijhaven en Werkhaven
- 3.1 Raming van de hoeveelheden te bergen specie in m³ (*1000) in de Averijhaven voor de periode 1993 - 1997
- 3.2 Fysische eigenschappen te bergen baggerspecie (periode 1993 t/m 1997).
- 3.3 Gemiddelde samenstelling van de baggerspecie

- 3.4 Resultaten fysisch laboratoriumonderzoek van de specie in de Averijhaven
- 4.1 Stortschema in de Averijhaven voor de periode 1979 t/m 1998
- 4.2 Volumeverandering tussen baggeren en eind stortfase
- 4.3 Hoeveelheid specie die geborgen kan worden bij de voorgenomen activiteit
- 4.4 Invloed stortdichtheid op uitleveringsfactor, sedimentatie water en bergingsvolume van de specie met een in situ dichtheid van 1375 kg/m³
- 4.5 Samenvatting waterbalans voor de voorgenomen activiteit
- 4.6 Wateremissie naar het grondwater over stortoppervlakte van 8 ha
- 4.7 Wateremissie uit de stortplaats naar het grondwater na de consolidatieperiode
- 4.8 Wateremissie richting grondwater en "retourwater" hoeveelheid voor de voorgenomen activiteit
- 4.9 Wateremissies naar het grondwater bij isolatie van het talud hoger dan NAP -2,50 m

- 6.1 Vergelijking van alternatieven en varianten naar bergingsvolume en wateremissies

Bijlagen:

- II-1 Volume inrichting, bergingsvolume na 1993 en wateremissies
- II-2 Boringen B1 t/m B3
- II-3 Retourwater hoeveelheden zonder en met hergebruik tijdens de vulfase

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

In deze Appendix II van het Milieu-effectrapport Baggerspeciestortplaats Averijhaven te Velzen zijn de geotechnische aspecten behandeld van de berging van baggerspecie. Aan de orde komen:

- de fysische eigenschappen van de baggerspecie
- het beschikbare bergingsvolume
- de verandering van volume van de specie tijdens het proces van oppakken, transporteren, storten en consolideren.
- het consolidatieproces van de specie in de stortplaats
- de hoeveelheid specie die geborgen kan worden
- de wateremissies naar het grond- en oppervlaktewater
- de retourwaterhoeveelheid uit de stortplaats
- de effecten van isolatie op het bergingsvolume en wateremissies
- de invloed van de stortdichtheid, vultijd en consolidatieconstanten van de specie op de hoeveelheid specie die geborgen kan worden en op de wateremissies.
- de eindafwerking van de stortplaats

Naast de voorgenomen activiteit, het storten van circa 590.000 m³ verontreinigde baggerspecie in de voormalige Averijhaven, zijn een aantal alternatieven behandeld. De bedoeling hiervan is om de alternatieven en het voorneemen met elkaar te kunnen vergelijken en om het inzicht te vergroten in de milieu-effecten. Daartoe zijn in deze appendix per alternatief de effecten voorzover deze de geotechniek betreffen, berekend en zodanig weergegeven dat een onderlinge vergelijking van de alternatieven mogelijk is.

Naast de onderscheiden alternatieven is bijzondere aandacht besteed aan het milieueffect van optimale benutting van het beschikbaar bergingsvolume en de beperking van de wateremissies naar het grond- en oppervlaktewater. Daartoe zijn een aantal aanvullende berekeningen uitgevoerd waarbij het milieueffect zichtbaar is gemaakt van ondermeer:

- isolatie van het depot,
- variatie in stortdichtheid van de specie en
- stortperiode

Per alternatief en hieruit afgeleide varianten zijn de meest milieu vriendelijke elementen vastgesteld. Op grond hiervan is het meest milieu vriendelijke alternatief samengesteld, zover dit de geotechnische elementen betreft.

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de voorgenomen activiteit, met een stortvolume van 590.000 m³ specie, hoog scoort mits het talud van de Averijhaven boven een niveau van NAP -2,50 m wordt voorzien van een isolatie bestaande uit een folie of een bitumenmat.

In de stationaire fase, na de consolidatiefase, is de specie onder het open waterpeil in de Averijhaven gezakt. Dit peil dient op NAP +0,50 m te worden gehandhaafd om een geohydrologische isolatie te bereiken waardoor de wateremissie naar het grondwater tot nul wordt gereduceerd.

Bij verdere grond- of specieaanvulling van de Averijhaven, waarbij het open water niet wordt gehandhaafd, moet een bovenafdichting worden aangebracht met voorzieningen voor gecontroleerde gasemissie om een geohydrologische isolatie op termijn te kunnen bereiken.

Nog beter scoort het volumealternatief waarbij het stortoppervlak is vergroot met het terrein van de Werkhaven en de storthoogte is verhoogd van NAP +5 m tot +15 m. De stortcapaciteit is hierdoor toegenomen van 642.000 naar 1.855.000 m³. Beide hoeveelheden zijn exclusief de specie die reeds voor 1992 zijn gestort.

De wateremissie naar het grondwater per m³ specie is ten opzichte van de voornomen alternatief (met gedeeltelijke taludisolatie) verlaagd van 0,24 tot 0,08 m³. Voor het oppervlaktewater is dit 2,76 respectievelijk 1,11 m³. Ook voor dit alternatief is een permanente afdichting aan de bovenzijde van het stort nodig om een wateremissie van nul naar het grondwater in de stationaire fase te kunnen bereiken.

De bovenzijde van de specie is na consolidatie circa NAP +3,50 m.

Het bergingsvolume kan nog optimaler benut worden door de stortingen enige jaren na de vulfase te hervatten en nog 10 tot 15 jaar te vervolgen. De eindhoogte van de specie zal na consolidatie tussen NAP +10 en +15 m zijn. De stortcapaciteit wordt hierdoor vergroot tot circa 4 miljoen m³. Ook de wateremissies zijn relatief lager. Deze variant van het volumealternatief scoort daarom nog hoger.

2. BESTAANDE SITUATIE IN EN RONDOM DE AVERIJHAVEN

2.1. Eerdere stortingen

De Averijhaven in gemeente Velzen is gegraven in 1967 met als doel schepen met averij af te kunnen meren in afwachting van reparatie. De oorspronkelijke diepte van de Averijhaven was circa NAP -16 m. In figuur 2.1 is de ligging in de Averijhaven en de oostelijk hiervan gelegen Werkhaven weergegeven.

In de Averijhaven is reeds in het verleden een aantal malen verontreinigde baggerspecie gestort. De berging was van tijdelijke aard, in afwachting van een definitieve bestemming van de verontreinigde baggerspecie. Voor de stortingen plaatsvonden is de haven uitgebaggerd tot ongeveer de ontwerpafmetingen. Deze zijn in figuur 2.2 weergegeven. In 1979 is circa 75.000 m³, klasse 4 specie, uit de Hoogovenhaven gestort, gevolgd door 246.000 m³, klasse 3 en 4, baggerspecie in 1985. Voorafgaand aan deze storting is in de toegang tot de Averijhaven een drempel gelegd, waarvan de kruin op circa NAP -6 m was gelegen. In 1988 is nog eens 77.000 m³ gestort.

In 1991 is de Averijhaven van de Buitenhaven afgesloten door op de drempel een dam aan te brengen, met een kruinhoogte van NAP +5 m. Het noordelijke fundament van de dam bestaat uit staalslakken en ligt op de reeds gestorte specie die tijdens de aanleg deels in noordelijke richting is weggeperst. Korte tijd na afsluiting van de haven is ten slotte 99.000 m³ baggerspecie, kwaliteitsklasse 3 en 4, geborgen afkomstig uit het Hoogovenkanaal en de Hoogovenhaven. In tabel 2.1 is een overzicht gegeven van de stortingen die in het verleden in de Averijhaven en Werkhaven hebben plaatsgevonden.

Tabel 2.1 - Gestorte hoeveelheden baggerspecie in de Averijhaven en Werkhaven

Jaar	Gestorte specie in insitu m ³	
	Averijhaven	Werkhaven
1979	75.000	-
1985	246.000	268.000
1988	77.000	41.000
1991	99.000	-
Totaal	497.000	309.000

In totaal is 497.000 m³ specie gestort. De hoeveelheden zijn steeds in "in situ" m³ weergegeven; dit wil zeggen uitgedrukt in het volume die de specie op de winplaats, in situatie, inneemt. Naast de gestorte hoeveelheid is in de periode tussen 1979 en 1991 in de nog open haven, specie afgezet door aanslibbing.

De specie in de Averijhaven is matig verontreinigd met PAK's (tussen A en C-waarde van de Leidraad Bodemsanering) en sterk met zink en lood (groter dan de C-waarde). Op grond van deze parameters is alle specie in de stortplaats ook als klasse 4 te kwalificeren bij toetsing op de normering uit de Derde Nota Waterhuishouding. Op grond van het gehalte aan PAK's is een groot deel van de specie te kwalificeren als chemisch afval op grond van "het Besluit aanwijzing chemische afvalstoffen" (Stb. 1991, 247).

In 1985 en 1988 is in de Werkhaven, oostelijk van de Averijhaven gelegen, respectievelijk 268.000 en 41.000 m³ baggerspecie, klasse 4, gestort. De aanvankelijke bodemdpte van deze haven was NAP -6 m. Voor het storten zijn aan aantal dammen van staalslakken in de haven gelegd. De bovenzijde van de specie en dammen is thans circa NAP +3 m.

2.2. Bergingsvolume Averijhaven

2.2.1. Bovenzijde specie in Averijhaven en maaiveldhoogte

De bovenzijde van de specie is op verschillende tijdstippen gemeten. Beschikbaar zijn de metingen van 14 maart 1986 en 4 januari 1991. In maart 1986, na de stortingen van 1979 en 1985, was de hoogte in het centrum van de haven NAP -8 m en aan de uiterste randen 1 tot 2 m hoger. De meting van januari 1991 is uitgevoerd vóór aanleg van de afsluitdam en vóór de storting in 1991. De speciehogte varieerde op dat tijdstip van NAP -6 à -8 m in het centrum van het stort tot 1 à 3 m hoger aan de uiterste randen. De bovenzijde van de specie lag in januari 1990 hoger dan in 1985 aangezien in de tussenliggende periode nog eens 77.000 m³ specie is gestort en verdere aanslibbing in de nog open haven heeft plaatsvonden.

Begin 1991 is de drempel in de havenmond verhoogd en de haven afgesloten. Daarna is opnieuw specie in de voormalige Averijhaven gestort.

Tijdens het grondonderzoek in juli 1992, ruim een half jaar na de laatste storting, is opnieuw de bovenzijde van de specie gemeten; deze keer in vier

raaien. De ligging van deze raaien is in figuur 2.2 weergegeven, de hoogten in de figuren 2.3 (A t/m D). Het (rekenkundige) gemiddelde van de hoogte is circa NAP -2,0 m.

Voor de diverse berekeningen, die in het kader van deze studie zijn uitgevoerd, is uitgegaan van een bovenzijde van de specie van NAP -8,0 m in 1986, van -6,0 m eind 1990 en van -2,0 m in juli 1992.

De bovenzijde van de oevers van zowel de Averij- als de Werkhaven ligt op een hoogte van NAP +5 m. Ten westen van de Averijhaven liggen lage duinen van enkele meters hoog, vervolgens een geasfalteerde weg met een hoogte van circa NAP +5 m en tenslotte duinen met een maximale hoogte van circa NAP +20 m. Aan de noordzijde ligt het Hoogoventerrein met een maaiveld van NAP +5 tot +6 m in de omgeving van de Averijhaven en NAP +8 m op grotere afstand.

2.2.2. Inhoud Averijhaven en bergingsvolume

De afmetingen van de west-, noord- en oostgrens van de Averijhaven zijn bepaald uit de coördinaten die op de ontwerptekeningen van 1966 (figuur 2.2) zijn vermeld. De ligging van de kruin van de afsluitdam is overgenomen uit een overzichtstekening uit 1989 zonder coördinaten en daarom minder exact weer te geven.

De bodem op NAP -16 m is 45 m breed en circa 160 m lang. Op een niveau van NAP +5 m is de gemiddelde breedte 220 m en in de lengte 380 m ter plaatse van de lengte-as.

De helling van de taluds van de Averijhaven is eveneens overgenomen uit de ontwerptekeningen van de haven. Beneden een niveau van NAP -0,50 m zijn deze aan de west- en oostzijde 1:5 tot 1:6 en aan de noordzijde 1:10. Boven een niveau van NAP -0,50 m tot het maaiveld op NAP +5,0 m is de taludhelling 1:2. Op NAP -0,50 m ligt een smalle horizontale berm van circa 2 m breed.

De taludhelling van de afsluitdam, met een kruinhoogte van NAP +5,0 m, is vanaf dit niveau tot het specieniveau in 1990 (NAP -6,0 m) 1:1,5. Onder dit niveau is de taludhelling onbekend doch deze zal vermoedelijk flauwer zijn met een geschatte helling van 1:3 tot 1:5.

WIJK AAN ZEE

VELSEN-NOORD

voormalige
Averijhaven

voormalige
Werkhaven

STAALHAVEN

HOOGOVERHAVEN

RIJSDORPENHAVEN

HOOGOVERKANAAL

BUTENSPUKANAAL

SPUISARS

BRINENSPUKANAAL

NOORDERBUTENKANAAL

NOORDERBUTENTOELEIDINGSKANAAL

NOORDERSLUIS

VELSERKOM-WEST

VELSERKOM-OOST

PORTPUT

VERBODINGSKANAAL

MIDDELSLUISLAND

MIDDELSLUIS

MIDDELBUTENTOELEIDINGSKANAAL

ZUIDERBUTENTOELEIDINGSKANAAL

ZUIDEREN KLEINE SLUIS

ZUIDERBUTENTOELEIDINGSKANAAL

ZUIDERBUTENTOELEIDINGSKANAAL

IJMUIDEN

Roelofsvende Ingenieurs
Witteveen - Bos

MER Averijhaven Velsen



Getekend Bro

File Yn 11.1

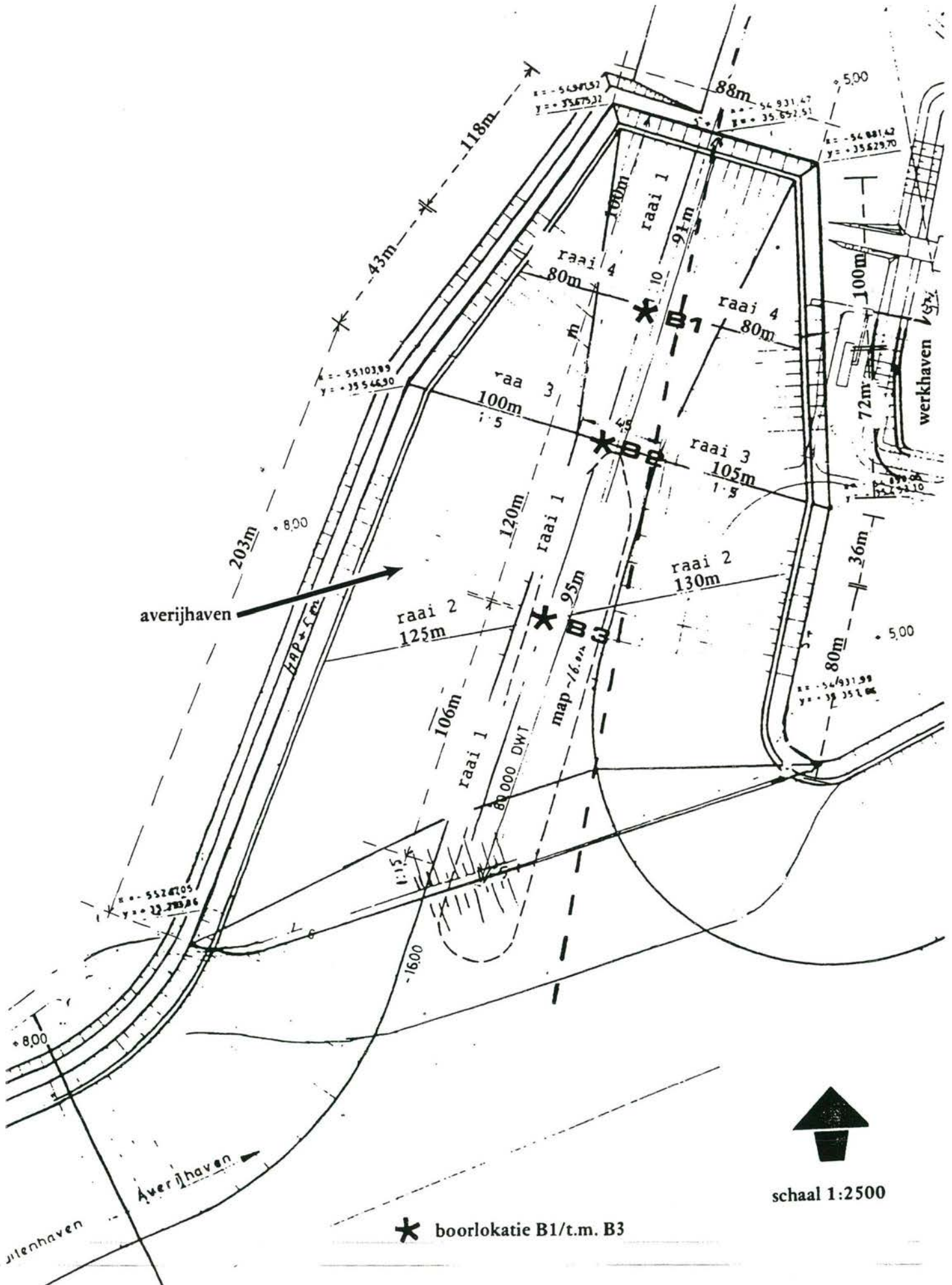
Schaal 1:25000

Datum 20/09/92

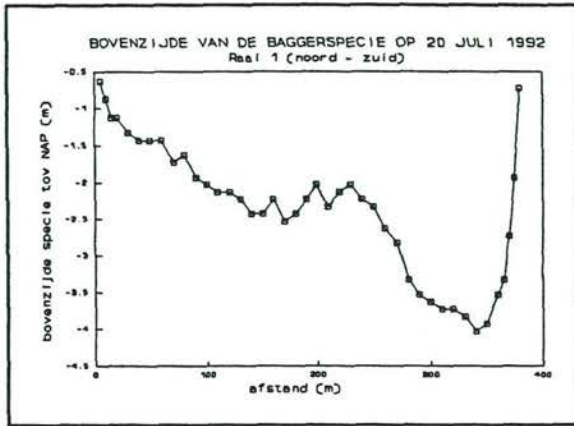
Formaat A4

Figuur 2.1.

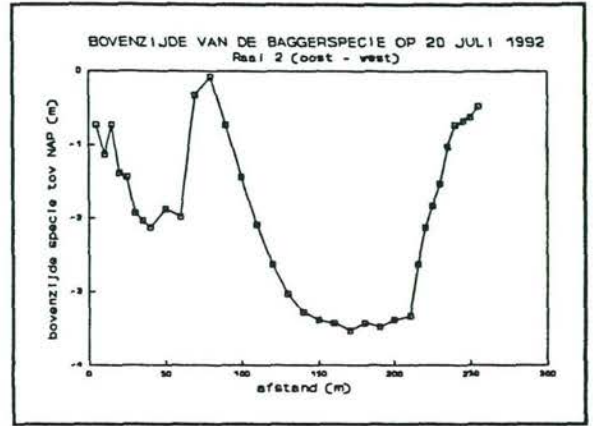
Figuur 2.2 - Averijhaven met locaties boorpunten, meetraaien en afmetingen



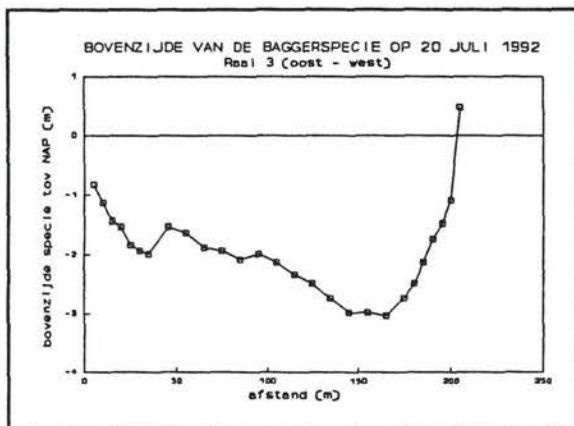
Figuur 2.3 (A t/m D) - Bovenzijde specie in de Averijhaven op 20 juli 1992



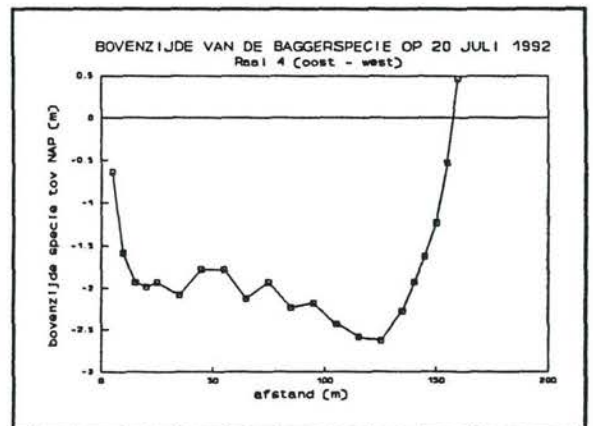
(A)



(B)



(C)



(D)

Uitgaande van deze gegevens is de inhoud van de Averijhaven berekend en bedraagt tot een niveau van NAP +5,0 m circa 1.025.000 m³. Voor de lager liggende niveaus is de inhoud eveneens berekend. De resultaten hiervan zijn weergegeven in figuur 2.4.

In juli 1992 lag de bovenzijde van de specie gemiddeld NAP -2,0 m. Uit figuur 2.4 is af te lezen dat de resterende inhoud van de stort tot NAP +5,0 m circa 420.000 m³ bedraagt. Door belastingverhoging met nieuwe specie en consolidatie van de reeds gestorte specie zal de bovenzijde van de reeds aanwezige specie zakken en in volume afnemen. Op grond van enige berekeningen is te verwachten dat deze specie de komende 6 jaar (het einde van de stortperiode voor de voorgenomen activiteit) nog 2 tot 2,5 m gaat zakken. Uitgaande van een veilige aanname van een gemiddelde zakking van 2,0 m van de reeds gestorte specie, resteert tussen NAP -4,0 en +5,0 m een stortvolume van circa 655.000 m³.

Uit bovenstaande volgt dat de vóór 1992 gestorte specie, met een in situ volume van 497.000 m³ vermeerderd met gesedimenteerd slib uit de periode waarin de haven nog open was, tot 1992 door consolidatie is verminderd tot een volume van 420.000 m³ en in 1997 verder zal zijn afgenomen tot een volume van 370.000 m³. De volumeafname gaat gepaard met de emissie van consolidatie water; de massa vast materiaal in de Averijhaven blijft echter gelijk.

2.3. Waterstanden

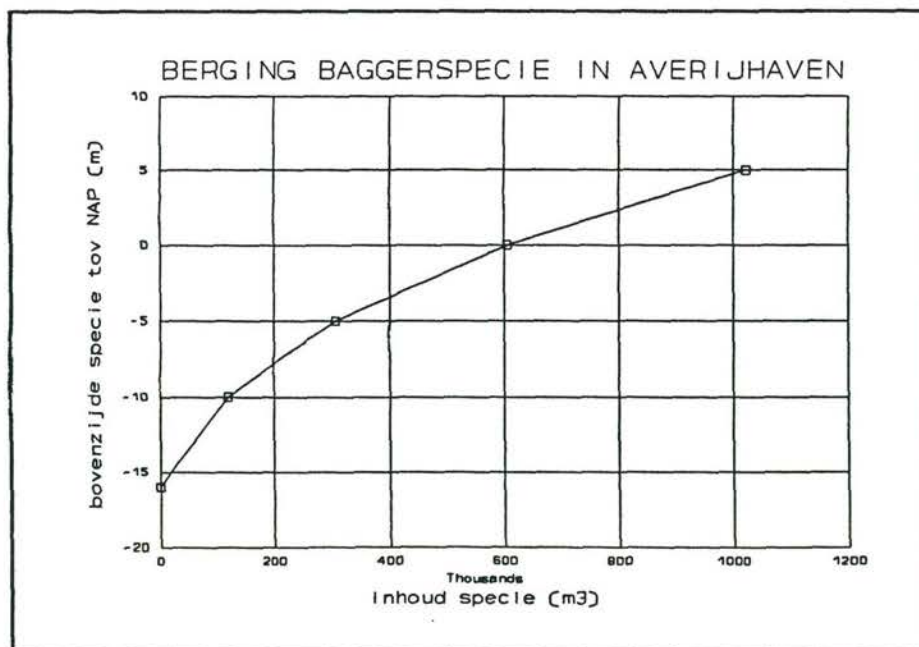
De waterstand in de Averijhaven lag tijdens het grondonderzoek in juli 1992 op NAP +0,47 m en varieerde minder dan een centimeter. De waterstand van de Noordzee is gemiddeld NAP met een gemiddeld laagwater van NAP -0,74 m en gemiddeld hoogwater van NAP +0,91 m.

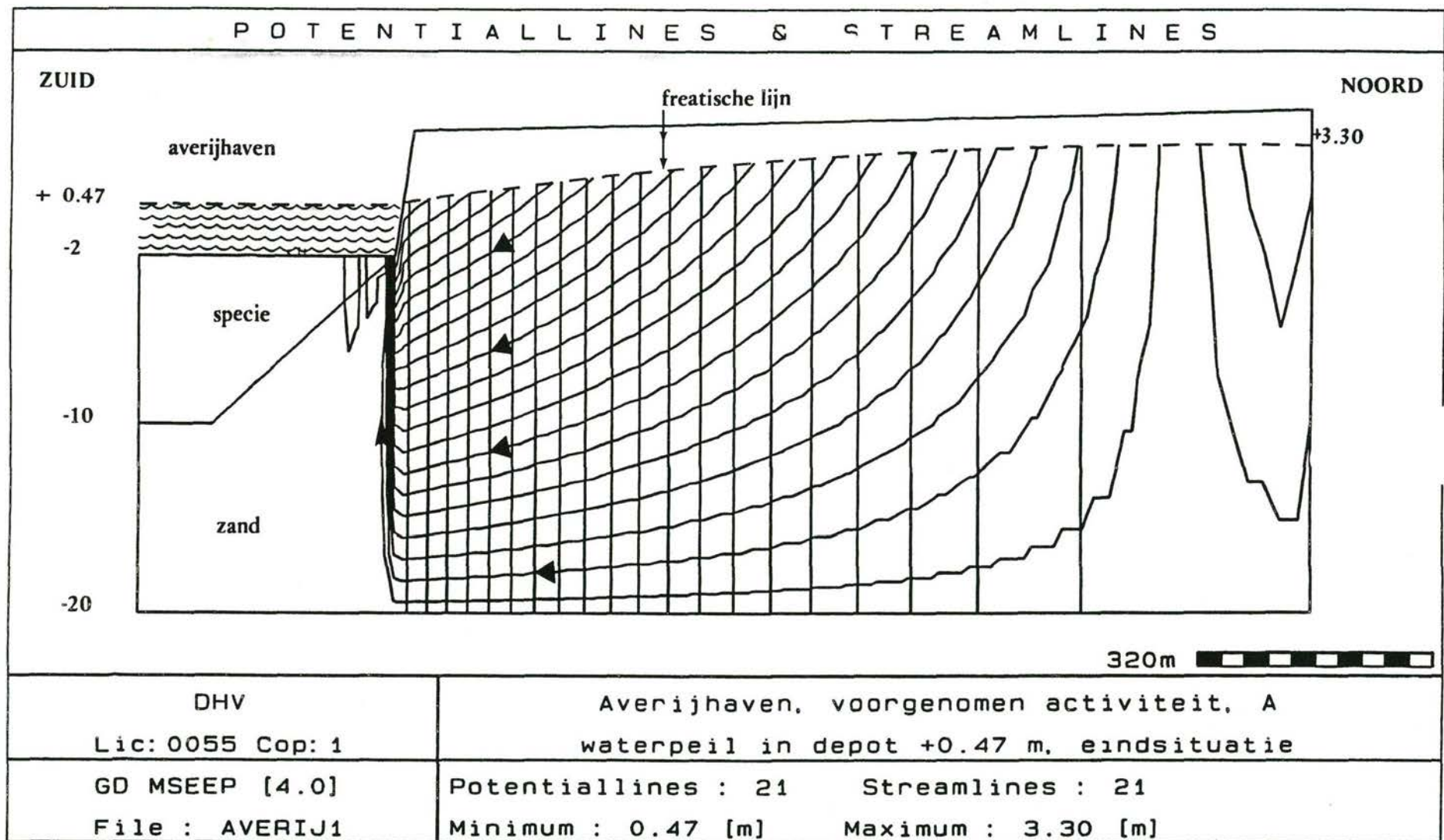
Het freatisch grondwaterniveau ligt rondom de Averij- en Werkhaven hoger met een hoogste stand van circa NAP +1,00 m in het aangrenzende duingebied aan de west- en noordzijde en van NAP 3,30 m op circa 1500 m afstand in het verlengde van de lengte as door de Averijhaven. Aan de onderzijde van het bovenste watervoerende pakket, op een diepte van circa NAP -20 m, is ter plaatse van de Averijhaven de stijghoogte, na correctie op het zoutgehalte, nagenoeg gelijk aan of enige decimeters hoger dan de waterstand in de Averijhaven en verloopt nagenoeg hydrostatisch. Het grondwater stroomt vanuit het noordelijk duingebied naar het lager gelegen noordelijke deel van de Averijhaven (toestroming). Vanuit het zuidelijke deel van de Averijhaven vindt afstroming plaats richting Noorderbuitenkanaal met een gemiddelde waterstand van NAP.

Ook de nuttige neerslag op het wateroppervlak in de Averijhaven wordt op deze manier afgevoerd. In Appendix I en III zijn de geohydrogische aspecten meer in detail beschreven.

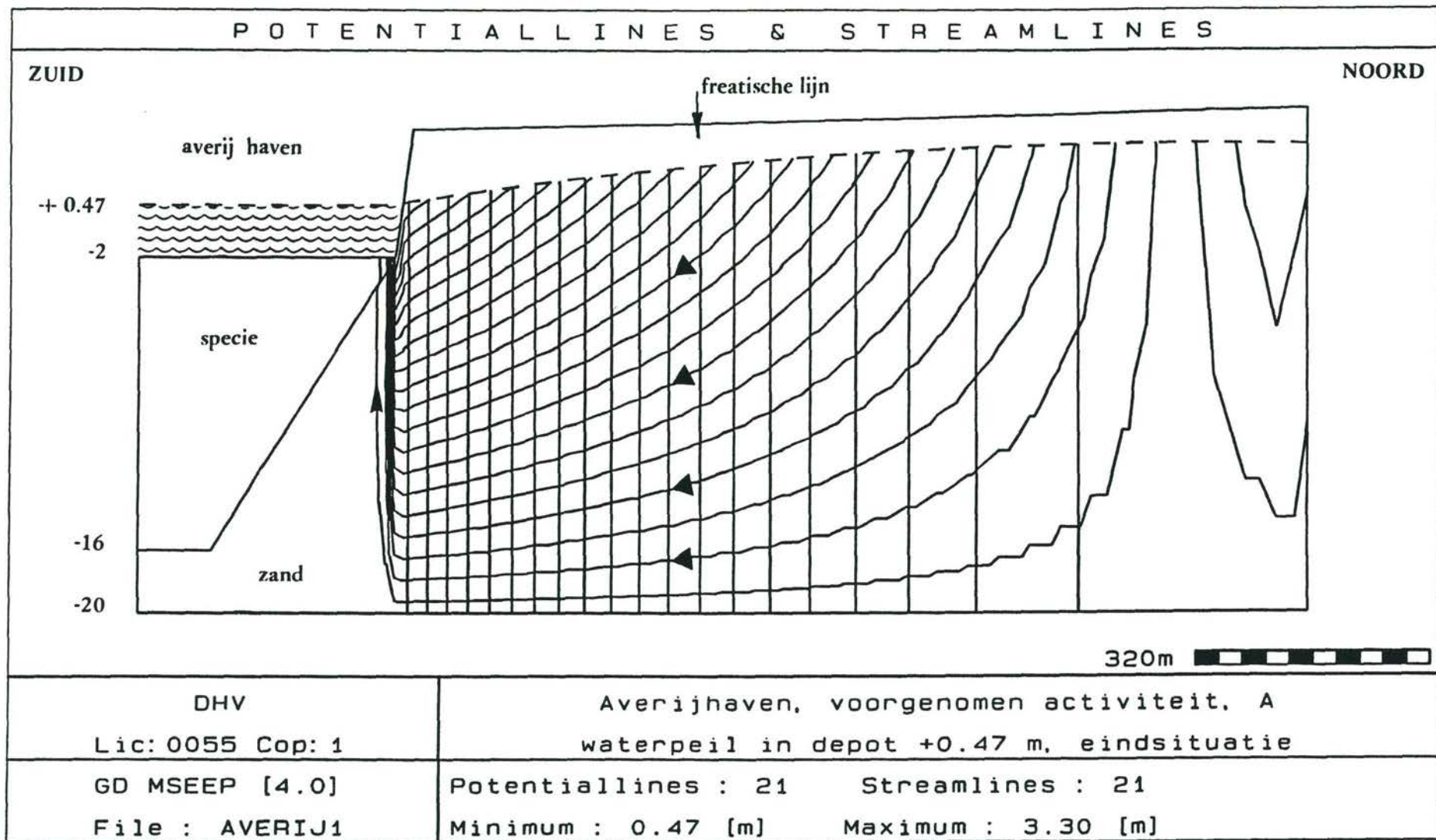
In de figuren 2.5 - A t/m C is een lengtedoorsnede weergegeven door de as van de Averijhaven tot op een punt circa 1500 m noordelijker. Hierin is tevens het freatisch grondwaterniveau, de stijghoogte op verschillende diepten (potentiaalijnen) en de stromingsrichting weergegeven zoals berekend met het programma MSEEP. Als vaste randpotentialen zijn aangehouden een waterstand van NAP +0,47 m in de Averijhaven en een freatisch niveau van NAP +3,30 m circa 1500 m noordelijker. De weergegeven potentiaal- en stroomlijnen gelden voor de huidige situatie waarbij de Averijhaven tot NAP -2,0 m met specie is gevuld, waarbij de onderzijde van de specie op NAP -10 m (fig. 2.5-A) en -16 m (fig. 2.5-B) ligt. Uit figuur 2.5-A en B blijkt dat, ook na gedeeltelijke vulling van het stort met specie, de waterspanning naar de diepte ter plaatse van de Averijhaven nagenoeg hydrostatisch verloopt. Dit wil zeggen dat de stijghoogten aan de onder- en bovenzijde van de specie gelijk zijn. Deze gegevens zijn belangrijke uitgangspunten voor de berekeningen van de consolidatie van de specie. Deze situatie wijzigt zich niet indien de waterstand tot 0,50 m is verminderd (fig 2.5-C). Bij een hoger specieniveau zal, zoals later blijkt, de grondwaterstand in de omgeving stijgen.

Figuur 2.4 - Inhoud van de Averijhaven

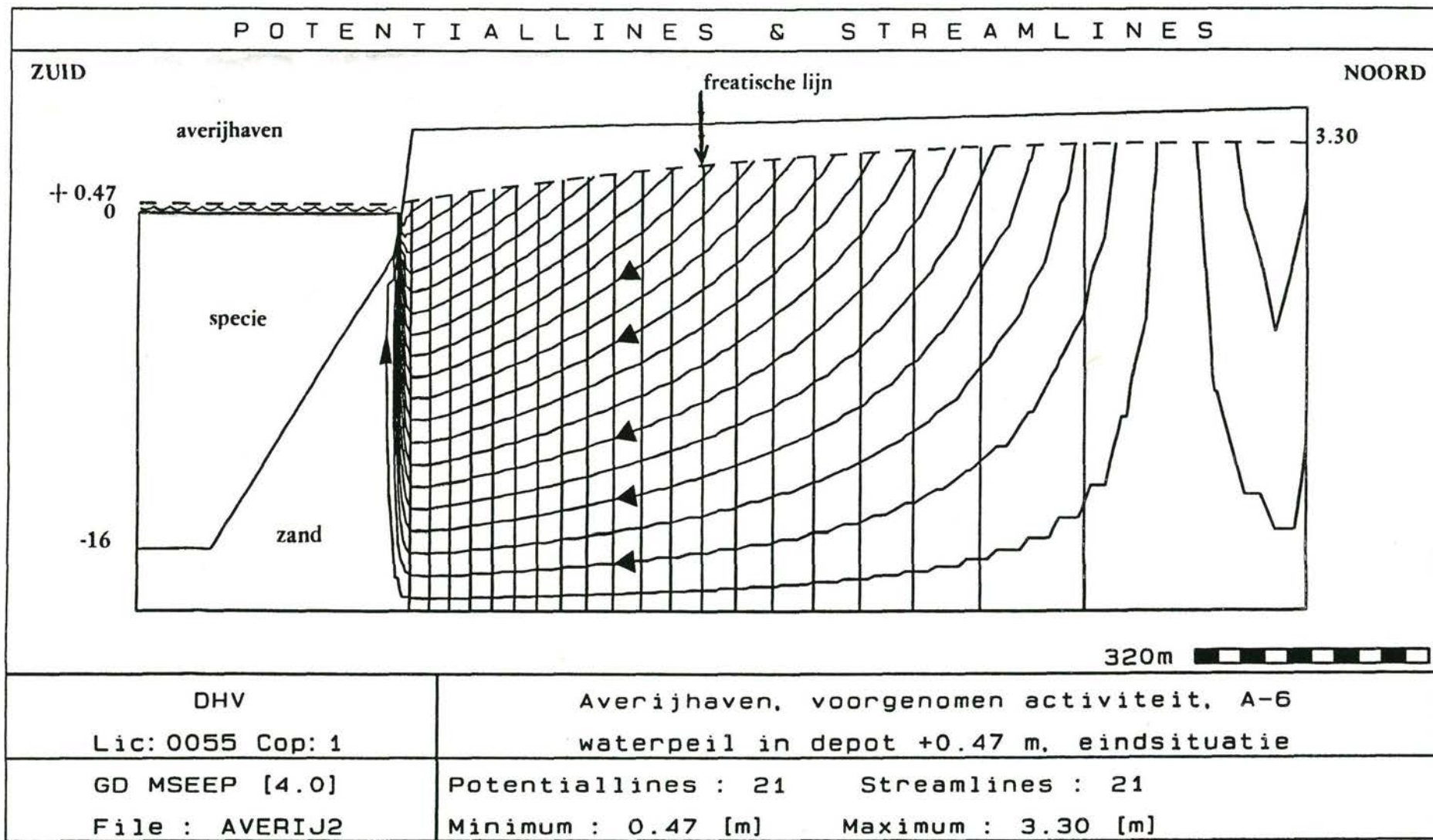




Figuur 2.5 - Freatisch grondwaterniveau, potentiaal- en stroomlijnen in een lengteprofiel van de Averijhaven tot een punt 1500 m noordelijker (blad A)



Figuur 2.5 - blad B



Figuur 2.5 - blad C

3. EIGENSCHAPPEN EN HERKOMST SPECIE

3.1. Herkomst en hoeveelheden te baggeren specie

De stortplaats zal verontreinigde baggerspecie moeten bergen die in de komende vijf jaren vrijkomt bij de nautische baggerwerken in de havengebieden van IJmuiden. De verwachte hoeveelheden in het kader van het voornemen zijn door Rijkswaterstaat, directie Noord-Holland, en Hoogovens geraamd op 590.000 m³. In tabel 3.1 is aangegeven uit welke havens de specie afkomstig is en de verdeling ervan over de komende vijf jaar. De ligging van de havens is in figuur 3.1 weergegeven.

Tabel 3.1 - Raming van de hoeveelheden te bergen specie in m³ (*1000) in de Averijhaven voor de periode 1993-1997

jaar	geraamde hoeveelheid baggerspecie in duizenden kubieke meters				
	1993	1994	1995	1996	1997
herkomstgebied					
Hoogovenbuitenhaven	50	50	50	50	50
Zeehaven IJmuiden	20			50	
Noorderbuitentoeleidingskanaal	20				
Buitenspuikanaal		50			
Velserkom	50				
RWS diverse havens/kanalen			50	50	50
Totalen per jaar	140	100	100	150	100

3.2. Fysische eigenschappen specie

3.2.1. Fysische eigenschappen van de te baggeren specie

De verontreinigde specie is afkomstig uit 6 gebieden waar om nautische redenen in de periode 1993 tot 1997 wordt gebaggerd.

De zes te baggeren gebieden zijn in een of meerdere vakken verdeeld. In ieder vak zijn op een of meerdere locaties monsters genomen en geanalyseerd in het laboratorium. De fysische eigenschappen van de te bergen specie zijn bepaald aan de hand van de analyses die in het kader van het reguliere bemonsteringsprogramma van RWS en Hoogovens zijn verzameld. Voor het toekennen van fysische eigenschappen aan de baggerspecie zijn de meest recente analyses, uit de periode 1989 tot eind 1991, gehanteerd.

Tabel 3.2 - Fysische eigenschappen te bergen baggerspecie (periode 1993 t/m 1997)

	Hoogoven- haven (vakken Hoog- ovens + K, L en M)	Zeehaven Ijmuiden (vak J)	Noorderbuiten- toeleidingskanaal (vakken A t/m F)	Buitenspij- kanaal (vak N)	Velserkom oost + west (vak 4 en 9)	RWS div. havens/kanaln (vak 6,7,8,P en R)	gewogen gemiddelde van alle vakken te samen met 590000 m3 specie
Hoeveelheid specie (m3)	250000	70000	20000	50000	50000	150000	
droge stofgehalte (%)							
maximum	48.0	-	42.1	-	40.8	73.0	-
minimum	27.3	-	29.4	-	30.1	34.3	-
gemiddelde	40.7	40.5	35.3	54.5	35.5	55.6	45.0
Org. stof (humus) (gew. %)							
maximum	14.6	-	8.5	-	9.6	15.0	-
minimum	7.2	-	6.7	-	6.7	4.7	-
gemiddelde	11.3	6.0	7.7	11.0	8.2	10.0	9.9
Koolzure kalk							
maximum	23.8	-	20.0	-	14.0	32.0	-
minimum	11.0	-	18.0	-	14.0	10.0	-
gemiddelde	17.5	14.0	19.3	11.0	14.0	16.4	16.0
* fijne fractie							
deeltjes < 0,002 mm							
maximum	31.0	-	21.0	-	27.0	19.0	-
minimum	13.0	-	32.0	-	20.0	3.1	-
gemiddelde	19.8	22.0	27.0	8.9	23.5	7.2	16.5
deeltjes < 0,016 mm							
maximum	57.0	-	53.0	-	36.0	28.0	-
minimum	28.0	-	33.0	-	29.0	3.8	-
gemiddelde	45.1	33.0	44.8	18.0	32.5	10.9	31.6
deeltjes < 0,063 mm							
maximum	77.0	-	64.0	-	48.0	30.0	-
minimum	36.0	-	42.0	-	41.0	4.9	-
gemiddelde	66.7	45.0	56.0	26.0	44.5	13.9	45.0
* zandfractie							
deeltjes > 0,063 mm							
maximum	23.0	-	36.0	-	52.0	70.0	-
minimum	64.0	-	58.0	-	59.0	95.1	-
gemiddelde	33.3	55.0	44.0	74.0	55.5	86.1	55.0
deeltjes > 0,210 mm							
maximum	19.0	-	3	-	3.5	13.0	-
minimum	3.7	-	2	-	3.2	5.3	-
gemiddelde	9.0	16.0	2	5.7	3.4	8.5	8.7

WIJK AAN ZEE

VELSEN-NOORD

IJMUIDEN

Roadsvande Ingenieurs
Witteveen + Bos

MER Averijhaven Velsen

Baggerspecie vakken (zie ook tabel 3.2.)



Getekend	Bro	File	Yn 11.1	Schaal	1:25000
Datum	29/09/92	Formaat	A4	Figuur 3.1.	

Voor de Zeehaven IJmuiden is vak J, dat aan de monding van de Vissershaven ligt, representatief gesteld. Dit omdat van de havens zelf, voorzover ons bekend, geen betrouwbare gegevens bekend zijn en deze havens onlangs zijn verdiept.

Om de fysische eigenschappen van de specie te karakteriseren zijn voor de 6 te baggeren gebieden de volgende parameters verzameld:

- het droge stofgehalte
- het organische stofgehalte
- het gehalte aan koolzure kalk
- de deeltjes lutum ($< 0,002$ mm) \
- de deeltjes $< 0,063$ mm / fijne fractie
- de deeltjes $> 0,063$ mm \
- de deeltjes $> 0,210$ mm / zand fractie

In tabel 3.2 is per gebied de gemiddelde waarde van elke parameter vermeld alsmede de laagste en hoogste waarde. Uit de tabel blijkt dat het lutumgehalte van de specie in de Buitenspuikanaal en RWS havens en kanalen (200.000 m^3) duidelijk lager is vergeleken met de andere vier gebieden. De onderlinge verschillen voor het organische stofgehalte en droge stof zijn duidelijk geringer.

Vervolgens zijn de (gewogen) gemiddelde waarden van de parameters berekend voor de specie uit de zes gebieden te samen. Deze zijn in de rechter kolom van tabel 3.2 vermeld.

Tenslotte zijn uit deze gemiddelde waarden, het poriëngehalte (n) en -getal (e), en de volumieke massa van de droge en natte specie berekend. Vroeger werd de volumieke massa ook dichtheid genoemd. In dit rapport worden beide termen naast elkaar gebruikt.

Deze gegevens zijn belangrijk om de volumeverandering tijdens baggeren, transporteren, storten en consolideren te kunnen berekenen.

Voor het zoute water is een volumieke massa van 1024 kg/m^3 aangehouden.

In tabel 3.3 zijn de berekende (gewogen) gemiddelde waarden van de te baggeren specie weergegeven. Deze waarden zijn voor de diverse geotechnische berekeningen aangehouden.

Tabel 3.3 - Gemiddelde samenstelling van de baggerspecie

- droge stof gehalte	45,0 gew %
- organische stof gehalte (H)	10,0 gew %
- deeltjes lutum (< 0,002 mm)	16,5 gew %
- zandfractie (van 0,063 tot 2 mm)	55,0 gew %
- volumieke massa water (ρ_w)	1024 kg/m ³
- volumieke massa korrels (ρ_s)	2445 kg/m ³
- poriëngehalte (n)	75,0 vol %
- poriëngetal (e)	3,00
- watergehalte (w)	126 gew %
- volumieke massa droge specie (in situ) (ρ_{dr})	625 kg/m ³
- volumieke massa natte specie (in situ) (ρ_{nat})	1375 kg/m ³

Zoals is opgemerkt wordt uitgegaan van de gewogen gemiddelde waarden voor de fysische eigenschappen van de specie zoals die zijn vastgesteld in de periode 1989 tot eind 1991. Deze waarden zijn representatief gesteld voor de specie die in de periode 1993 tot en met 1997 wordt gebaggerd. Gezien de tamelijk grote onderlinge verschillen in één gebied en het kleine verschil (5 tot 8 jaar) tussen bemonsterings- en baggerperiode is een dergelijke verschuiving in de tijd te verantwoorden.

3.2.2. Consolidatie constanten

De volumeveranderingen van de specie in het depot, de hoeveelheid water die uit de specie wordt geperst door consolidatie (samendrukking) richting oppervlakte- en grondwater en de doorlatendheid van de specie zijn berekend met het door Rijkswaterstaat-DWW ontwikkelde consolidatieprogramma FSCONBAG. Dit programma is speciaal ontwikkeld om de consolidatie van de specie onder eigen gewicht te kunnen berekenen tijdens het storten en voor de periode daarna. De berekening berust op het finite strain principe en is voor baggerspecie beschreven door Gibson [Ref 1].

Het consolidatieproces wordt door twee functies beschreven. De eerste functie geeft het verband weer tussen de effectieve spanning (σ') en het bijbehorende poriëngetal (e). In de exponentiële functie komen vijf constanten voor (ml t/m m5).

De tweede functie geeft het verband weer tussen de doorlatendheid (k) van de specie en het poriëngetal (e). In deze functie komen twee constanten voor (m6 en m7).

De functies zijn als volgt:

$$I \quad \sigma'(e) = \exp(m_1 + m_2 \cdot e) + m_3 \cdot \exp(m_4 + m_5 \cdot e)$$

en

$$II \quad k(e) = \exp(m_6 + m_7 \cdot e)$$

waarin:

e = poriëngetal

σ' = effectieve spanning (kPa)

k = doorlatendheid (m/d)

$m_1 = 1$

De constanten van beide functies moeten proefondervindelijk worden vastgesteld of bij gebrek aan goede waarnemingen worden geschat aan de hand van de fysische eigenschappen van de specie. Bij de huidige beproevingsmethode worden zeer grote verschillen gemeten bij de duplo-bepalingen en deze is daarom minder betrouwbaar. Daarom wordt gewerkt aan een nieuwe methode. Aangezien de nieuwe beproevingsmethode zich thans nog, bij de samenstelling van dit MER, in een experimentele fase bevindt, is in deze studie voor de laatste methode (schatting) gekozen.

De constanten zijn geschat aan de hand van de ervaringen die door DHV en Witteveen + Bos zijn opgedaan bij het Referentie Ontwerp Specie depot. Deze studie wordt door RWS - Bouwdienst samen met deze bureaus uitgevoerd.

De geschatte consolidatie constanten zijn:

$m_1 = 20$

$m_2 = -15$

$m_4 = 5,5$

$m_5 = -1,4$

$m_6 = -22$

$m_7 = 1,2$

In figuur 3.2 is het hieruit afgeleide verband tussen de doorlatendheid (k) en poriëngetal (e) weergegeven; in figuur 3.3 het verband tussen de effectieve spanning (σ') en poriëngetal (e).

Met deze constanten zijn met het programma FSCONBAG consolidatieberekeningen uitgevoerd waarbij in eerste instantie het stortproces tot 1992 van specie in de Averijhaven is gesimuleerd. De berekende dichtheden van de specie bleken dichtbij of iets lager te zijn dan de gemeten waarden.

De geschatte constanten worden daarom voldoende nauwkeurig geacht voor het uitvoeren van consolidatieberekeningen voor andere scenario's op grond waarvan een onderlinge vergelijking van de depotalternatieven mogelijk is en om een inrichtingsplan voor de Averijhaven te kunnen maken.

Inmiddels (eind november 1992) zijn de eerste consolidatieconstanten volgens de nieuwe beproevingsmethode bepaald. Deze blijken iets af te wijken van de geschatte waarden. In par. 4.3.6 wordt ingegaan op de invloed van deze wijziging.

3.3. Eigenschappen specie in de Averijhaven

In de lengteas van de Averijhaven zijn 3 boringen (B1 t/m B3) uitgevoerd tot de oorspronkelijk bodem. De diepten van de boringen zijn respectievelijk 13, 15 en 19 m.

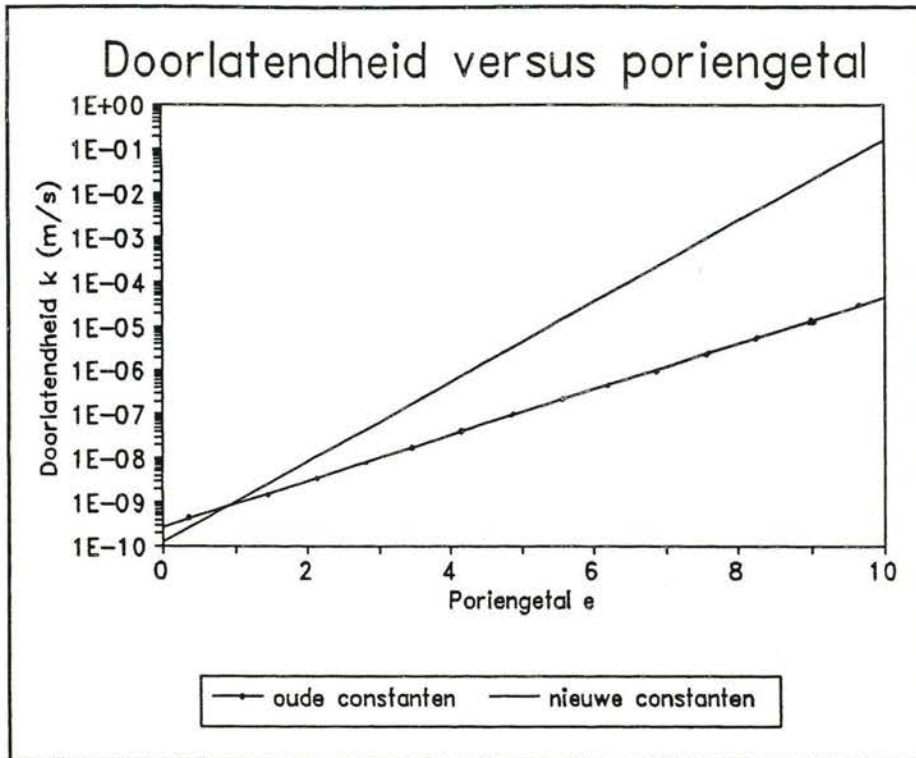
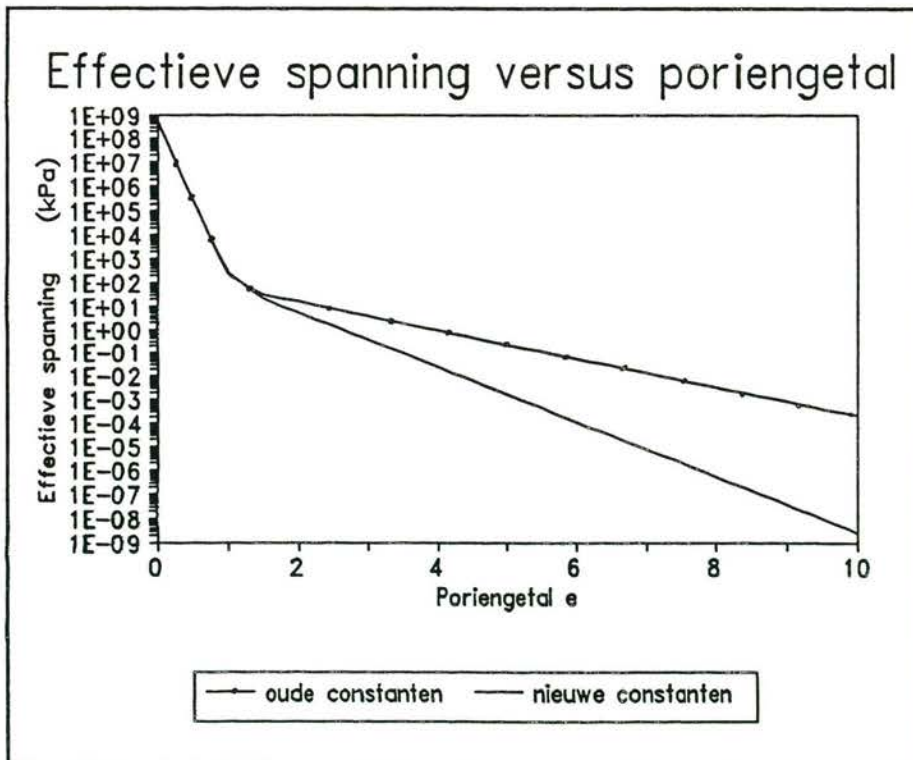
Een getekende boorbeschrijving is opgenomen in bijlage II-1, de ligging van de boringen is weergegeven in figuur 2.2.

Op regelmatige diepten zijn bodemmonsters gestoken voor onderzoek in het laboratorium. In totaal zijn op 20 monsters, 18 specie- en 2 watermonsters, fysische en chemische analyses uitgevoerd.

Uit de boorbeschrijving blijkt dat in de specie, bestaande uit veel fijne gronddeeltjes, over de gehele diepte dunne zandlaagjes voorkomen. Alleen bij boring B3 is op een diepte van circa 8 m is een dikkere zandlaag aangetroffen van 0,80 m. Naast deze zandlaagjes zijn ook enkele laagjes met slakken en sintels gevonden.

De bovenste 3 tot 4 m van de specie is slap. Dit betreft de in 1991 gestorte specie. Hieronder is de specie in het algemeen matig slap.

De bovenzijde van de specie ligt ter plaatse van de boringen B1 t/m B3 op respectievelijk 2,40 ,2,70 en 3,30 m beneden de waterstand in de Averijhaven van NAP + 0,47 m. Deze waterstand varieerde tijdens het veldonderzoek van een week in juli 1992 onder invloed van eb en vloed nauwelijks (minder dan 0,01 m).

Figuur 3.2 - Relatie tussen doorlatendheid (k) en poriëngetal (e)Figuur 3.3 - Relatie tussen effectieve spanning (σ') en poriëngetal (e)

Uit het laboratoriumonderzoek, waarvan de resultaten in tabel 3.4 zijn opgenomen, blijkt dat specie zandiger is vergeleken met de specie op de winplaats in de Hoogovenhaven. Het lutumgehalte varieert in het algemeen tussen 1 en 8 % met een gemiddelde van ruim 5 %. Het organische stofgehalte ligt tussen 12 en 17 % met een gemiddelde van bijna 13 %.

De volumieke massa van de droge specie varieert in het algemeen tussen 530 tot 1070 kg/m³ en van de natte specie tussen 1400 en 1700 kg/m³. De laagste waarden worden in het bovenste deel van de specie aangetroffen.

Voor de in het verleden gestorte en nieuw te storten specie zijn dezelfde consolidatieparameters aangehouden waarvan de waarden in de vorige paragraaf zijn vermeld.

Door middel van een gevoeligheidsanalyse wordt aangegeven wat de invloed is van wijziging van deze parameters. Hierop wordt in hoofdstuk 4.3.6 nader teruggekomen.

3.4. Eigenschappen specie voor de alternatieven

Voor de alternatieven, zoals het volume- en herinrichtingsalternatief waarbij een grotere hoeveelheid specie kan worden geborgen, worden dezelfde specieparameters zoals in tabel 3.3 vermeld, gehanteerd. Dit geldt ook voor de consolidatieconstanten.

3.5. Volumieke massa specie op de winplaats en tijdens storten

Uit metingen blijkt dat op de zes te baggeren locaties de gemiddelde natte volumieke massa, ook wel dichtheid genoemd, 1375 kg/m³ is. Zie tabel 3.3. De dichtheid van de specie in de Averijhaven is volgens de metingen in 1992 circa 1475 kg/m³.

Tabel 3.4 - Resultaten fysisch laboratoriumonderzoek van de specie in de Averijhaven

Boring	diepte tov bodem NAP - 2,93 m (m)	volumieke massa		korrelgrootte		organisch stof (gew %)	Atterbergse grenzen		droge stof (gew %)
		droog (kg/m ³)	nat (kg/m ³)	<0,002mm (gew %)	<0,063mm (gew %)		vloeigrens (gew %)	uitrolgrens (gew %)	
B1	1,30 - 1,40	920	1570						
	1,40 - 2,50			10.2	65.7	15.2			55.0
	3,80 - 3,90	980	1630						
	5,40 - 5,50	900	1630						
	5,40 - 7,00			2.4	69.9	15.9			56.0
	7,00 - 7,90			1.8	43.1	13.9			73.4
	7,90 - 8,00	870	1500						
	9,50 - 10,0			0.8	1.15	0.8			81.4
B2	2,50 - 3,50			0.9	27.6	11.8	31	0	52.6
	4,40 - 4,50	900	1550						
	5,50 - 5,60	970	1620						
	5,50 - 6,00			1.6	51.9	12.9	26	0	64.2
	7,00 - 8,50			3.2	75.2	17.4	30	0	63.2
	8,40 - 8,50	1170	1780						
	9,00 - 9,50			8.3	26.8	13.7	37	0	55.5
	9,60 - 9,70	1380	1900						
10,1 - 12,0			1.2	3.17	1.1	20	0	82.7	
B3	0.0 - 2.00			2.3	53.4	13.4	39	0	46.4
	1,80 - 1,90	670	1400						
	2,00 - 4,00			2.6	28.3	8.8			58
	3,80 - 3,90	730	1470						
	4,00 - 6,20			1.7	24.5	12.6	13	0	53.5
	5,80 - 5,90	1070	1680						
	7,50 - 7,60	800	1470						
	7,00 - 8,50			36	37.3	14.2			62.4
	8,50 - 9,90			1.9	39.9	14.6	26	0	64.4
	9,20 - 9,30	850	1520						
	10,0 - 11,0			3	44.9	17.7			62.9
	10,8 - 10,9	530	1670						
	11,0 - 12,5			0.1	45.2	16.9	28	0	64.3
	13,0 - 13,1	1400	1970						
	14,0 - 14,9			12.5	37.8	16.7			57.5
	15,0 - 15,1	1120	1650						
15,0 - 15,9			2.5	33.1	15.2	26	0	65.4	
16,0 - 16,1	820	1430							

4. VOLUMEVERANDERING SPECIE EN WATEREMISSIES BIJ DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT (A)

4.1. Inleiding

Tijdens het oppakken, transporteren en storten van baggerspecie treedt een volumetoename op en daarna tijdens het sedimenteren en vervolgens consolideren van de specie (samendrukking van de specie waarbij water uit de specie wordt geperst) een volumevermindering. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de berekening van:

- de volumeverandering vóór storten, par. 4.2,
- de sedimentatie en consolidatie van de specie in het stort, par. 4.3,
- de wateremissies vanuit de stortplaats naar het grondwater en het boven de specie staande water, par. 4.4,
- de retourwaterhoeveelheid om het waterpeil in de Averijhaven te kunnen handhaven, par. 4.4

De voorgenomen activiteit bestaat uit het storten van specie in de Averijhaven op de reeds in het verleden gestorte specie waarvan de bovenzijde thans (1993) op gemiddeld NAP -2 m ligt. De vultijd is 5 jaar en de vulhoogte NAP +5 m. De stortplaats is niet voorzien van isolerende materialen om water- en stofemissies te verminderen.

In par. 4.5 is aangegeven hoe de bovenzijde van het stort kan worden afgewerkt en welke gevolgen dit heeft op de wateremissies. In paragraaf 4.6 is tenslotte aangegeven door welke maatregelen het milieurendement bij de voorgenomen activiteit verder kan worden verbeterd.

4.2. Volumeverandering van de specie van baggeren tot storten

4.2.1. Werkwijze

De volumieke massa van de specie wordt tijdens het baggerproces kleiner omdat vaak water moet worden bijgemengd om de specie te kunnen transporten. Hierdoor neemt het volume van de te bergen specie toe. De bijgemengde hoeveelheid water zal voor een belangrijk deel weer na het storten tijdens de sedimentatie en consolidatie in de stortplaats naar het grondwater en het op de specie staande water afstromen en het milieu belasten. Bij het storten dient dan ook gestreeft te worden naar een zo gering mogelijke bijmenging met water opdat er zo weinig mogelijk verontreinigd water hoeft te worden behandeld en naar de ondergrond wegstroomt.

Daarnaast kan tijdens het baggeren verontreinigd materiaal in suspensie raken en vervolgens verspreiden. Tijdens het transport kan bovendien materiaal worden gemorst. Vertroebeling en mors moeten daarom zoveel mogelijk worden voorkomen.

Om aan deze voorwaarden te kunnen voldoen en rekening houdende met de hoeveelheden baggerspecie die jaarlijks gebaggerd moeten worden (circa 120.000 m³) en de relatief geringe dikte van gemiddeld 1 m van de te baggeren specie wordt uitgegaan van baggeren met behulp van een drijvende kraan met een dichte grijper. De specie wordt in bakken gestort en getransporteerd naar een aanlegplaats bij de voormalige Werkhaven. Zie figuur 4.1. Van daaruit worden tenslotte de bakken leeggezogen met een bakkenzuiger en de specie via een leiding naar de stortplaats geperst en vervolgens gestort. Voor het leegzuigen van de bakken is relatief veel water nodig. De stortdichtheid is in dit geval circa 1200 kg/m³. In 4.3.3 van het hoofdrapport wordt bovengenoemde keuze van baggeren, transporteren en storten nader onderbouwd.

4.2.2. Uitleveringsfactor

Uitgaande van deze wijze van baggeren, transporteren en storten is de uitlevering berekend. De uitlevering is de resulterende volumeverandering van de specie van baggeren tot en met storten in de stortplaats. De uitleveringsfactor ($f_{v,u}$) wordt als volgt bepaald:

$$f_{v,u} = V_{st}/V_{insitu} = (\rho_{insitu} - \rho_w)/(\rho_{st} - \rho_w)$$

waarin:

V_{st}	= volume van de specie tijdens storten in de stortplaats	(m ³)
V_{insitu}	= in situ volume gebaggerde specie	(m ³)
ρ_{insitu}	= in situ volumieke massa van de specie	(kg/m ³)
ρ_{st}	= volumieke massa van de specie tijdens storten	(kg/m ³)
ρ_w	= volumieke massa water	(kg/m ³)

De volumieke massa van de specie in situ is gemiddeld 1375 kg/m³ zoals blijkt uit tabel 3.3. Onder invloed van het oppakken door een kraan zal er slechts weinig water worden bijgemengd. De volumieke massa zal afnemen tot ongeveer 1350 kg/m³. Om de specie vanuit de bakken via een leiding naar het stort te kunnen verpompen, moet water worden toegevoegd. Indien grof vuil aanwezig is

of zware ertsdelen zoals te verwachten, zal meer water toegevoegd moeten worden. Het toegevoegde water komt bij sedimentatie gedeeltelijk weer vrij. Deze hoeveelheid moet worden afgevoerd en kan door recirculatie wederom gebruikt worden om de bakken leeg te pompen.

Omdat de grootste hoeveelheid specie uit de Hoogovenhaven afkomstig is en deze specie relatief veel van het zware erts bevat zal er bij de verdere berekeningen van worden uitgegaan dat veel water bijgemengd moet worden. Een relatief lage stortdichtheid van 1200 kg/m^3 is tijdens het storten aangehouden.

Uitgaande van bovengenoemde dichtheden bedraagt de uitlevering tussen baggeren en storten 1,99. Dit houdt in dat het volume van de specie met een factor twee is toegenomen. In totaal wordt 590.000 m^3 specie gebaggerd. Deze hoeveelheid is door toevoeging van water aan de specie toegenomen tot 1,18 miljoen m^3 .

4.3. Sedimentatie en consolidatie in de stortplaats

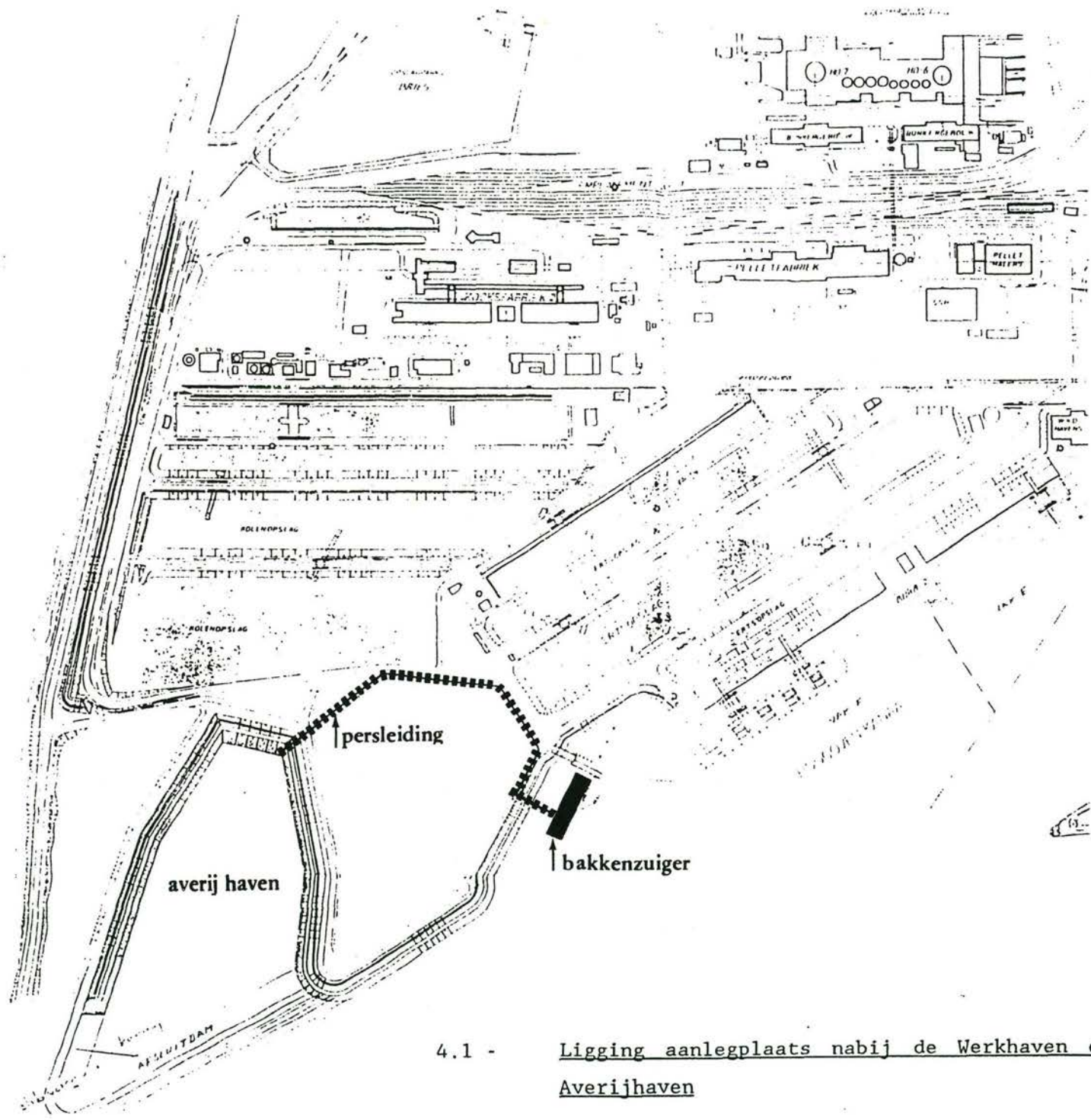
4.3.1. Algemeen

Nadat de specie in de stortplaats is gebracht, begint het sedimentatieproces waarbij slibdeeltjes uitzakken (sedimenteren). Dit proces duurt slechts enige dagen. Pas na de sedimentatie begint het veel langzamer verloopende consolidatieproces dat enkele tientallen jaren duurt.

In 4.3.2 is aangegeven hoeveel water bij het sedimentatieproces vrijkomt. In 4.3.3 is weergegeven hoe de consolidatie is berekend en hoe de volumeverandering in de tijd verloopt. Tijdens het storten treedt gasvorming op (4.3.4). Hiermede rekening houdende is in 4.3.5 vermeld hoeveel specie nog in de Averijhaven geborgen kan worden. De term depotfactor is hierbij geïntroduceerd. Tenslotte is in 4.3.6 aangegeven wat de invloed is van wijziging van de stortdichtheid op het stortvolume van de specie en op het verloop van het consolidatieproces.

4.3.2. Sedimentatieproces

De specie wordt met een dichtheid van 1200 kg/m^3 in het stort gebracht, zie 4.2. Het poriëngetal (e) is 7. Door uitzakken van de slibdeeltjes neemt de dichtheid binnen enkele dagen toe. De gemiddelde dichtheid na sedimentatie na hydraulisch storten is geschat aan de hand van beperkte informatie en aangenomen op 1250 kg/m^3 . Het bijbehorende poriëngetal (e) is 5.



4.1 - Ligging aanlegplaats nabij de Werkhaven en persleiding naar de Averijhaven

De volumereductie van de specie van storten tot sedimentatie is op eenzelfde wijze berekend als in 4.2.2 is aangegeven en bedraagt 0,78. Dit betekent dat het stortvolume van 1,18 miljoen m³ is verminderd tot 0,92 miljoen m³ en 260.000 m³ verontreinigd water vrij komt dat geloosd en gezuiverd moet worden of hergebruikt kan worden bij het legen van de bakken met specie. Hierop wordt in 4.5 nader teruggekomen.

Ten opzichte van het insitu volume is de volumevergroting ofwel uitlevering 1,56.

4.3.3 Het consolidatieproces

Omschrijving 1-D consolidatieproces

In 3.2.2 is aangegeven hoe het consolidatieproces, de volumevermindering van de specie door uitpersing van water naar de onder- en bovenzijde van de specie, wordt berekend met het model FSCONBAG.

Met het programma worden tevens de dichtheden en doorlatendheden van de specie berekend op verschillende niveaus. Gekozen is voor 50 punten. Uit de doorlatendheid is de hydraulische weerstand van de totale dikte van de specie berekend. Dit is voor verschillende tijdstippen gedaan tot het eind van de consolidatieperiode die voor het middengedeelte van de stortplaats met het dikste pakket specie, circa 150 jaar bedraagt.

Eerst is een berekening uitgevoerd tot de stortplaats volledig is gevuld tot een niveau van NAP +5 m. De storttijd is 5 jaar en de vulsnelheid is gedurende deze periode constant gehouden. De bovenzijde van de specie die voor 1992 is gestort, ligt thans (1993) op NAP -2 m. Het stort- en consolidatieproces vanaf de eerste storting in 1979 tot 1992 is met het programma FSCONBAG nagebootst en de nieuwe stortingen na 1993 zijn hierop gesuperponeerd. Deze simulatie is uitgevoerd door de gemeten bovenzijde van de specie in 1986, 1990, 1991 en 1992 als vast gegeven in te voeren en hieruit de gestorte hoeveelheden specie te berekenen.

In tabel 4.1 zijn de werkelijke stortingen en de met FSCONBAG berekende stortingen weergegeven. Omdat pas bij afsluiting van de berekeningen bleek dat in 1985 nog een storting van 77.000 m³ heeft plaatsgevonden, is deze storting niet bij de simulatie betrokken. De berekende en werkelijke stortingen variëren minder dan 10 %. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de nauwkeurigheid van de vergelijking wordt beïnvloed doordat in de periode voor 1991 ook slib in de nog open haven gesedimenteerd is en de haven afgesloten is door de bouw van eerst een drempel en daarna een dam waarbij een deel van

de gestorte specie is weggeperst en onder de dam ligt. Deze hoeveelheden, de gesedimenteerde en de onder de dam liggende specie, zijn niet in de vergelijking opgenomen.

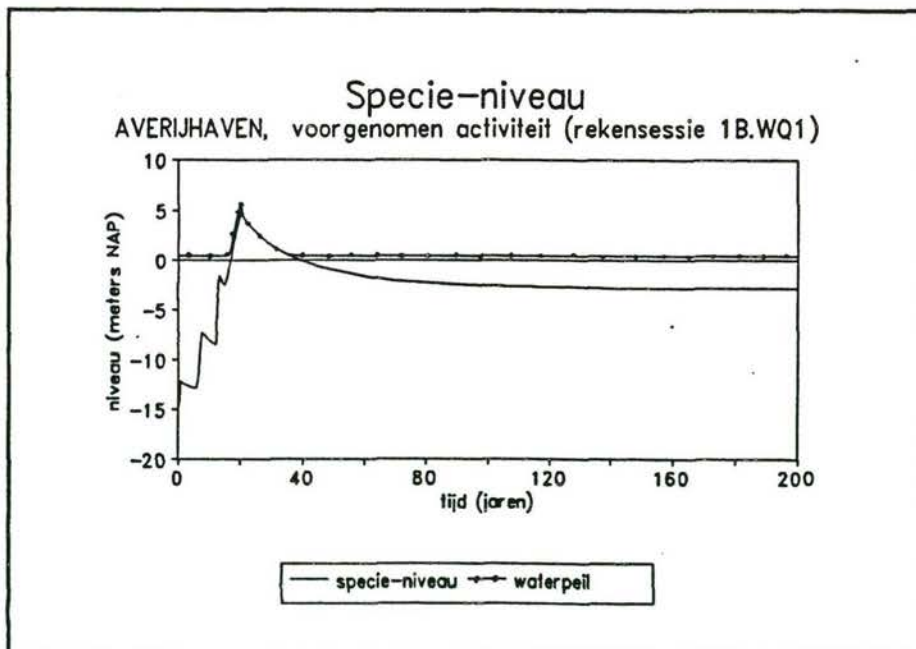
Resumerend kan gesteld worden dat de nauwkeurigheid van de berekeningen niet al te groot is doch voldoende nauwkeurig om voor de vergelijking van alternatieven te hanteren.

In figuur 4.2 is de berekende bovenzijde van de specie weergegeven voor de periode 1979 tot het einde van de consolidatie periode, circa 150 jaar later.

Het waterniveau in de Averijhaven is NAP +0,47 m en de waterschijf is tijdens de stortfase steeds minimaal 1 m dik. In het twintigste jaar (begin 1998) is de bovenzijde van de specie ongeveer NAP +5 m en zakt daarna weer. Bijna 20 jaar later ligt de bovenzijde van de specie weer op NAP +0,47 m en zakt daarna onder water tot een eindniveau van NAP -1,50 m.

Bovenstaande berekening is een 1-dimensionale berekening en alleen geldig voor het diepe midden gedeelte van de Averijhaven. Op de taluds is de speciedikte geringer en zal anders consolideren. In de volgende paragraaf is aangegeven hoe het consolidatieproces voor de stortplaats als totaal is berekend.

Figuur 4.1 - Bovenzijde specie gedurende de periode 1979 - 2179



Consolidatieproces voor de stortplaats

Zoals reeds in de voorgaande paragraaf is aangegeven is de consolidatie, de hieruit volgende hoeveelheid water die uit de specie wordt geperst door samendrukking richting grondwater en naar het boven de specie staande water, de dichtheid en de doorlatendheid van de specie, berekend met het programma FSCONBAG. Omdat dit programma slechts het 1-dimensionale consolidatieproces simuleert is het resultaat van de berekening voor een depot met een relatief-groot oppervlak aan taluds, zoals de Averijhaven, niet zonder verdere bewerking bruikbaar.

Om de volumeafname van de specie en wateremissies in het depot te kunnen berekenen zijn daarom consolidatieberekeningen uitgevoerd voor 5 vertikalen verspreid over het depot. Vertikaal 1 is representatief voor de horizontale bodem van het depot en de vertikalen 2 t/m 5 voor het taludgedeelte dat tot 4 horizontale gedeelten is geschematiseerd. Vervolgens wordt de oppervlakte berekend waarvoor een verticaal representatief is. Door deze schematisatie wordt het consolidatieproces in het depot als totaal voldoende nauwkeurig gesimuleerd. Berekend is per verticaal op welk niveau de bovenzijde van de specie op diverse tijdstippen ligt en hoeveel water uit de specie wordt geperst. Met deze laatste gegevens is een waterbalans voor het stort opgesteld waarbij de wateremissies naar het oppervlakte- en grondwater zijn berekend. Zie 4.4.

De volumieke massa ofwel dichtheid van de specie in de stortplaats is bepaald door eerst een gewogen gemiddelde te berekenen van 50 berekende punten in iedere vertikaal en vervolgens de oppervlakte waarvoor ieder van de 5 vertikalen representatief is, hierbij te betrekken. Op deze manier is de gemiddelde volumieke massa van de specie aan het eind van de stortfase berekend en voor ieder ander tijdstip te berekenen. De gemiddelde dichtheid aan het eind van de stortfase bedraagt 1324 kg/m^3 .

Met behulp van deze dichtheid is de volumeverandering in de stortplaats berekend en hoeveel specie geborgen kan worden. Eenzelfde procedure is gevolgd om de volumeverandering op ander tijdstippen te kunnen berekenen.

Tabel 4.1 - Stortschema in de Averijhaven voor de periode 1979 t/m 1998.

jaar van vulling	perioden volgens FSCONBAG	vullings- periode	consolidatie- periode	dikte specie in centrum stort	bovenzijde specie tov bodem in m tov NAP	gestorte hoeveelheid specie, in situ gemeten				volume in stort van de specie gestort voor 1992 volgens figuur 4.2	totaal volume stort volgens figuur 4.2 tot NAP +4.75 m	beschikbaar volume voor stortingen van 1994 tot 1998
						volgens opgave		volgens FSCONBAG				
(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	per storting (m3)	totaal (1) (m3)	per storting (m3)	totaal (2) (m3)	(o)	(p)	(q)
* stortingen in het verleden												
1979	0 - 1	0-1		4.0	-12.0	75000		69000				
1980	1 - 2		1 - 6									
1981	2 - 3											
1982	3 - 4											
1983	4 - 5											
1984	5 - 6											
1985	6 - 7	6 - 7.5		8.5	-7.5	246000		144000				
1986	7 - 8		7.5 - 9									
1987	8 - 9											
1988	9 - 10	9 - 10		10	-6	77000						
1989	10 - 11		10 - 12									
1990	11 - 12											
1991	12 - 13	12 - 13		14	-1.5	99000	497000	252000	465000	530000	1025000	495000
1992	13 - 14		13 - 15		-2							
1993	14 - 15											
* stortingen in de toekomst												
1994	15 - 16	15 - 20										
1995	16 - 17											
1996	17 - 18											
1997	18 - 19											
1998	19 - 20			20.75	+4.75					370000	1025000	655000
1999-2179	20 - 200		20 - 200									

1) exclusief sedimentatie in open haven

2) inclusief sedimentatie in open haven en exclusief hoeveelheid onder dam

file averij\vulling\vulling1.wq1

Consolidatie factor

De in depot gebrachte baggerspecie zal, nadat deze is gesedimenteerd, gaan consolideren waardoor de dichtheid van de specie toe- en het volume afneemt. De volumevermindering treedt reeds op tijdens het vulproces van 5 jaar (1993 t/m 1997). De mate waarin de specie binnen een gegeven periode consolideert is, zoals reeds eerder is opgemerkt, afhankelijk van:

- de dichtheid aan het begin van het consolidatie proces, ofwel sedimentatie dichtheid
- de consolidatie constanten,
- de vulsnelheid en vulhoogte,
- de depotafmetingen en
- de geohydrologische randvoorwaarden

De gehanteerde parameters en randvoorwaarden zijn reeds eerder in diverse andere hoofdstukken vermeld.

Om het effect van de consolidatie tijdens het vulproces weer te geven wordt vaak de zogenaamde consolidatiefactor ($f_{v,c}$) toegepast. Deze factor is gedefinieerd als de verhouding tussen het sedimentatievolume van de specie in het stort aan het eind van het sedimentatieproces (begin van de consolidatie) en het volume aan het eind van de vulfase. In formule uitgedrukt:

$$f_{v,c} = V_c/V_{sed} = (\rho_{sed} - \rho_w)/(\rho_c - \rho_w)$$

waarin:

V_c	= het volume specie aan het eind van de vulfase	(m ³)
V_{sed}	= volume specie na sedimentatie	(m ³)
ρ_c	= gemiddelde dichtheid van de specie aan het eind van de vulfase	(kg/m ³)
ρ_{sed}	= gemiddelde sedimentatie dichtheid	(kg/m ³)
ρ_w	= soortelijke massa water	(kg/m ³)

Uitgaande van een sedimentatie dichtheid van 1250 kg/m³ en een gemiddelde dichtheid aan het eind van de stortfase van 1324 kg/m³, is de consolidatiefactor 0,75. Dit wil zeggen dat voor de voorgenomen activiteit het sedimentatievolume van 916.000 m³ is verminderd tot 690.000 m³ aan het eind van de vulfase.

4.3.4. Gasvorming

Anaërobe afbraak van organisch materiaal heeft gasvorming in de gestorte baggerspecie tot gevolg: er wordt methaan (CH_4) gevormd. Het gas blijkt moeilijk uit de specie te kunnen ontsnappen en er ontstaat meer gas dan er kan oplossen in het poriënwater. Hierdoor neemt het volume van de baggerspecie tijdens de vulfase toe. Door RWS - DWW wordt gasvorming in de baggerspecie en het gedrag van gas in speciedepots onderzocht. Hiervan zijn nog geen resultaten bekend. Door RWS - Bouwdienst wordt ten behoeve van een depotontwerp een volumevergroting door gasvorming geadviseerd van 10 %. Een dergelijke waarde is in deze studie overgenomen.

4.3.5 Benodigd bergingsvolume en depotfactor

In de voorgaande paragrafen zijn de verschillende factoren geïntroduceerd waarmee de volumeverandering van baggeren tot consolideren tijdens de stortfase per stap wordt beschreven. Dit is gedaan om een goed inzicht te verkrijgen in dit volumeveranderingsproces en om gemakkelijker te kunnen aangeven waar een verbetering in het milieurendement kan worden verkregen.

De gehanteerde factoren en de bijbehorende waarden zijn de volgende:

- uitleveringsfactor (volume in situ - volume storten)	1,99
- sedimentatiefactor (volume storten - volume gesedimenteerde specie)	0,78
- consolidatiefactor (volume gesedimenteerd - volume eind stortfase)	0,75
- gasfactor (volume toename specie tijdens stortfase)	1,10
- correctieterm van de consolidatiefactor na toepassing van de nieuwe beproevingsmethode consolidatieconstanten (zie 4.3.6)	0,80

Het depotvolume dat nodig is om de specie volgens de voorgenomen activiteit (590.000 m^3) te kunnen bergen is uit bovengenoemde factoren te berekenen door het gehele proces van volumevergroting en verkleining te doorlopen. In tabel 4.2 is dit weergegeven.

Tabel 4.2 - Volumeverandering tussen baggeren en eind stortfase

	volume factoren	relatief volume	gemeten vanuit in situ volume (m ³ * 1000)	gemeten vanuit beschik- baar volume (m ³ * 1000)
in situ	1,0	100	590.000	642.000
storten	1,99	199	1.180.000	1.278.000
sedimentatie	0,78	155	916.000	995.000
eind stortfase	0,75	116	687.000	745.000
gasontwikkeling	1,10	128	756.000	822.000
correctie ivm nieuwe bepaling consolidatieconst.	0,80	102	604.000	655.000

Gemakkelijker is direct de depotfactor te hanteren die gelijk is aan de verhouding van het volume van de specie in situ en het volume aan het eind van de stortfase waarbij rekening wordt gehouden met 10 % gasontwikkeling.

De factor kan op dezelfde wijze worden berekend als eerder is gedaan voor de uitleveringsfactor en bedraagt 1,02. Ook is deze te bepalen door alle vijf genoemde factoren met elkaar te vermenigvuldigen.

Opgemerkt wordt dat deze factor specifiek is gekoppeld aan de eerder beschreven wijze van baggeren en storten, en alleen geldt voor de stortplaatsafmetingen van de Averijhaven en een vulling in 5 jaar tot NAP +5 m. Bij wijziging van een of meerdere van deze factoren verandert ook de depotfactor.

Resumerend kan gesteld worden dat uitgaande van een specieaanbod van 590.000 m³ een stortvolume nodig is van 1,02 maal het specieaanbod ofwel 602.000 m³. Hieruit blijkt dat het specieaanbod geborgen kan worden bij stortingen in een periode van 5 jaar. Uitgaande van een beschikbaar bergingsvolume in de Averijhaven van 655.000 m³ (1.025.000 - 370.000) dan kan 655.000 gedeeld door 1,02 ofwel 642.000 m³ specie (gemeten in situ) geborgen worden.

In de tabellen 4.2 en 4.3 zijn de belangrijkste gegevens vermeld.

Tabel 4.3 - Hoeveelheid specie die geborgen kan worden bij de voorgenomen activiteit.

Variant	isolatie	Vulperiode (j)	Vulhoogte t.o.v. NAP (m)	Inhoud stort m ³ (x1000)	Beschik- baar volume na 1993 m ³ (x1000)	Effectief volume incl.10% gas m ³ (x1000)	Volumespe- cie in situ m ³ (x1000)	Eindhoogte specie t.o.v. NAP (m)
A	-	5 (1993- '97)	5	1025	655	595	642	-1.5

4.3.6. Bergingsvolume berekend met aangepaste consolidatie constanten

Bij de afronding van deze m.e.r. zijn de eerste 4 resultaten van de bepaling van de consolidatieconstanten volgens de nieuwe HYCON-beproevingmethode beschikbaar gekomen. In vergelijking met de oude methode (geen continue metingen tijdens de beproeving) blijken de duplobepalingen veel minder te variëren. Verder blijken de metingen bij zeer lage spanningen veel betrouwbaarder uit te voeren te zijn. Reden om aan deze resultaten meer waarde te hechten dan aan de oude proefresultaten.

Uit berekeningen met de nieuwe constanten blijkt dat het consolidatieproces sneller verloopt. Dit betekent dat ook tijdens de vulling van de stortplaats de specie sterker consolideert en meer specie, circa 30 tot 40 %, bij een vultijd van 5 jaar, geborgen kan worden. De consolidatiefactor wordt dan gelijk aan de oude waarde maal 0,6.

Geadviseerd wordt de correctie op nieuwe consolidatiefactor nog niet te hanteren doch slechts voor 50 % over te nemen. Dit betekent een consolidatiefactor van 0,8 maal de oude waarde. Dit is een veilige aanname. De aanpassingen zijn in de voorgaande en volgende tabellen verwerkt.

Door deze waarden te hanteren wordt aangesloten op de nieuwste inzichten doch wordt voorlopig toch nog uitgegaan van conservatieve waarden.

Omdat het consolidatieproces sneller verloopt, 150 jaar in plaats van 200 jaar, zal ook het consolidatiewater in deze kortere periode uittreden.

4.3.7. Invloed stortdichtheid

Voorgaande consolidatieberekeningen zijn uitgevoerd bij een stortdichtheid van 1200 kg/m^3 . Het bijbehorende poriëngetal (e) bedraagt 7. Deze waarde wordt vaak gehanteerd indien specie wordt bijgemengd met water om deze door middel van hydraulisch transport te kunnen storten.

Een beperkt aantal berekeningen is uitgevoerd bij stortdichtheden 1100 en 1350 kg/m^3 om de invloed na te gaan op de hoeveelheid bijmenging met water en het bergingsvolume. De poriëngetallen (e) zijn respectievelijk 17.7 en 3.3. De hoogste dichtheid is representatief voor specie waaraan tijdens het stortproces geen water is toegevoegd. Dit is bijvoorbeeld het geval indien de specie op de winplaats met een grijper in een bak wordt gestort en bij de stortplaats vanuit de bak via een transportband in het stort wordt gebracht. Bij een stortdichtheid van 1100 kg/m^3 wordt extra water aan de specie toegevoegd om deze beter te kunnen verpompen.

De dichtheid na sedimentatie bij hydraulisch transport is ook bij storten met een dichtheid van 1100 kg/m^3 circa 1250 kg/m^3 . Het bijbehorende poriëngetal (e) is 5. Bij het storten via een transportband is de stort- en sedimentatie dichtheid gelijk en bedraagt volgens een globale schatting 1350 kg/m^3 .

In tabel 4.4 zijn de uitleveringsfactoren, de hoeveelheid sedimentatiewater en het volume specie dat geborgen kan worden (bergingsvolume) weergegeven indien uitgegaan wordt van stortdichtheden van 1100, 1200 en 1350 kg/m^3 .

Tabel 4.4 - Invloed stortdichtheid op uitleveringsfactor, sedimentatie water en bergingsvolume van specie met een in situ dichtheid van 1375 kg/m^3 .

stort-dichtheid (kg/m^3)	sedimen-tatie dichtheid (kg/m^3)	uitleverings- factor tot en met storten	sedimen- tatie water (m^3)	depot- factor	bergingsvolume bij een stort- inhoud van 655.000 m^3 (m^3)
1100	1250	4.61	1.670.000	1.04	630.000
1200	1250	1.99	260.000	1.02	645.000
1350	1350	1.08	0	0.93	704.000

Duidelijk is dat bij de eerste stortwijze aanzienlijk meer proceswater nodig is om te kunnen storten en meer verontreinigd water tijdens de sedimentatie en consolidatie in de stortplaats vrijkomt. Storten via een transportband levert duidelijk de meeste voordelen. Het sedimentatie water is nul en circa 10 % meer specie kan geborgen worden ten opzichte van de twee andere varianten. Deze methode heeft echter ook nadelen zoals in 4.3.3 van het hoofd-rapport is weergegeven, namelijk de storingsgevoeligheid van de transport-band.

4.4. Wateremissies uit stortplaats

4.4.1 Algemeen

Tijdens het consolidatieproces neemt het volume van de specie in de stort-plaats af door uitpersing van water onder eigen gewicht naar beneden richting grondwater en naar boven naar het op de specie staande water. Deze worden wateremissies genoemd.

Het uitgeperste water is verontreinigd en het is daarom belangrijk te weten hoe groot deze wateremissies zijn, hoe deze in de tijd verlopen en hoe de emissies zijn te verminderen. Verder is het van belang te weten hoe de verdeling is tussen de wateremissies naar het grondwater en het opstaande (oppervlakte)water. Immers de verontreinigingen in het grondwater zijn moeilijker op te vangen dan die in het opstaande water.

In 4.4.2 is aangegeven hoe de wateremissies zijn berekend en in 4.4.3 hoe groot de emissies voor de voorgenomen activiteit naar het grondwater zijn in de consolidatie en de stationaire fase daarna. De wateremissies naar het op de specie staande water zijn in 4.4.4 besproken. Tenslotte is in 4.4.5 aangegeven door welke inspanningen de wateremissies bij de voorgenomen activiteit zijn te verminderen.

4.4.2 Berekening van de wateremissies uit een waterbalans van de stortplaats

Zoals reeds is opgemerkt zijn consolidatieberekeningen uitgevoerd voor 5 verticalen in de stortplaats. Het stortschema voor de periode 1979 tot 1991 is gesimuleerd en vervolgens de toekomstige stortingen gedurende de periode eind 1993 tot eind 1997. Het stortschema is in tabel 4.1. weergegeven.

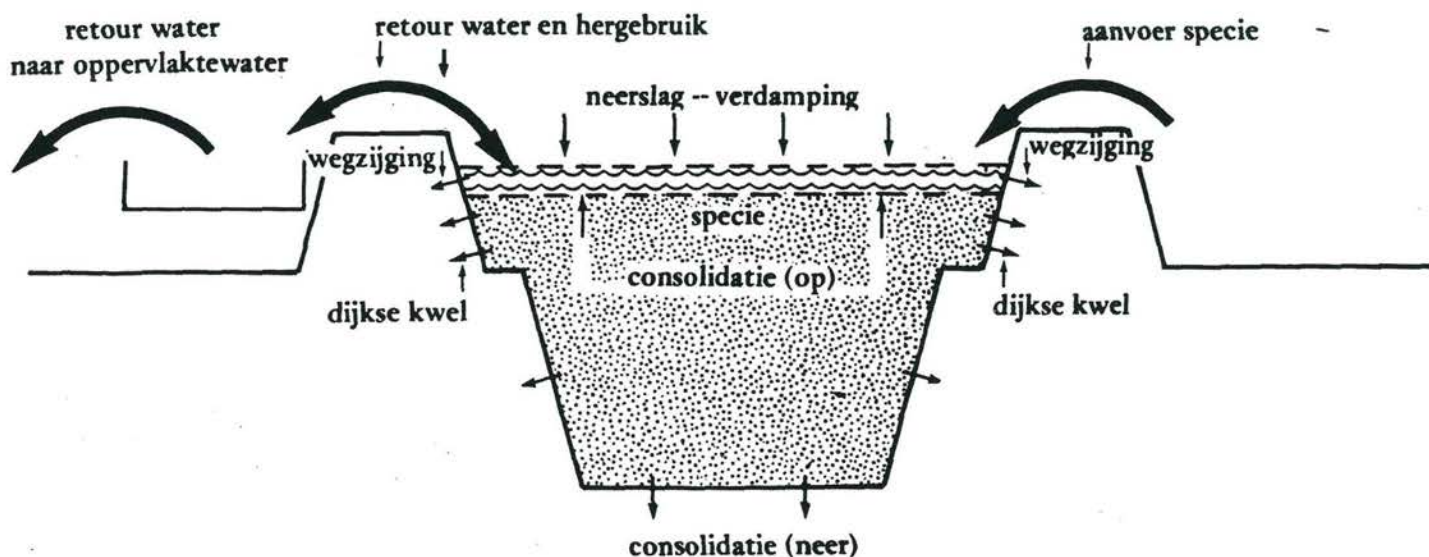
Met deze gegevens is een waterbalans voor de stortplaats opgesteld waarin zijn opgenomen:

- De nuttige neerslag
- De aanvoer van specie

- De kwel van buiten naar de stortplaats bij hogere buitenwaterstanden
- De uitgeperste hoeveelheid water door consolidatie naar beneden richting grondwater en naar boven richting het op de specie staande water.
- De wegzijging vanuit de stortplaats naar de omgeving bij hogere waterstanden in het depot

Als sluitpost voor de waterbalans is de hoeveelheid retourwater berekend. Dit is de hoeveelheid water die afgevoerd (een enkele maal aangevoerd) moet worden om een vooraf afgesproken waterpeil in de stortplaats te handhaven. In figuur 4.3 zijn de diverse stromen van de waterbalans weergegeven. De waterbalans is berekend voor een periode van 200 jaar, ongeveer het einde van de consolidatie van de specie.

Figuur 4.3 - Waterstromen ten behoeve van de waterbalans van de stortplaats



Bij het uitvoeren van de consolidatieberekeningen en opstellen van de waterbalans zijn de volgende randvoorwaarden gehanteerd:

- De stijghoogte van het grondwater onder de stortplaats is NAP +0,47 m
- Het freatisch grondwater in de directe omgeving van het stort is NAP +0,47 m. Het gemiddeld zeeniveau is NAP en de stijghoogte op een diepte van 16 m is NAP +0,47 m. Zie ook figuur 2.5-A t/m C.
- Tijdens het storten is een waterschijf van minimaal 1,0 m water op de specie aanwezig.

- Na beëindiging van de stortfase is het waterniveau gelijk gehouden aan de bovenzijde van de specie tot deze is gezakt tot NAP +0,47 m. Bij verdere daling van het specieniveau blijft het waterniveau op NAP +0,47 m gehandhaafd.
- De hydraulische weerstand van het talud boven de specie ter plaatse van de waterschijf is 100 dagen.

In tabel 4.5 is een samenvatting weergegeven met de belangrijkste resultaten van de waterbalans berekening.

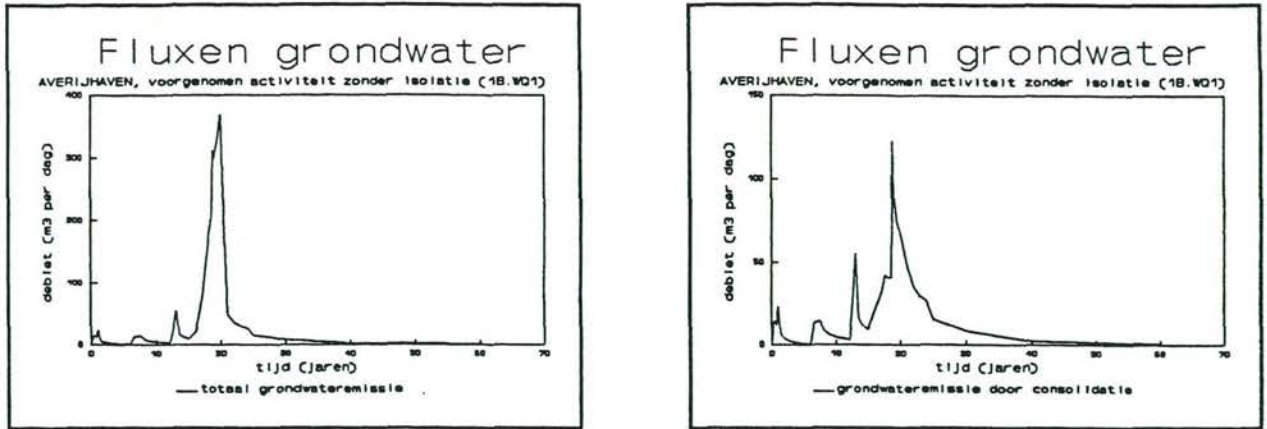
4.4.3 Wateremissies naar het grondwater

Wateremissies tijdens de consolidatie periode

De wateremissie naar het grondwater in de periode 1979 tot 1993 bedraagt 48.500 m³. Daarna volgt tot het einde van de vulfase in 1997 nog een hoeveelheid van 308.500 m³ ten gevolge van de voorgenomen stortingen in de periode 1993 tot 1997 en de verdere consolidatie van de reeds gestorte specie. Van deze hoeveelheid is 221.000 m³ afkomstig van wegzijging door het talud tijdens de stortfase ter plaatse van de waterschijf boven de specie indien het waterpeil in het depot hoger is dan NAP +0,47 m. Immers op dit taludgedeelte is nog geen slecht doorlatende specie aanwezig en de hydraulische weerstand is volgens de aannamen, zie 4.4.2, slechts 100 dagen.

Na de stortfase is geen water meer op de specie aanwezig tot de bovenzijde na circa 20 jaar, onder het niveau van NAP +0,47 m zakt. Aan het eind van de consolidatieperiode van circa 150 jaar is de bovenzijde van de specie in het centrum van de stortplaats gedaald tot NAP -1.50 m. Gedurende die periode neemt de wateremissie geleidelijk af tot een stationaire waarde wordt bereikt na de consolidatie fase. In totaal is de wateremissie in 150 jaar bijna 460.000 m³. De verdeling van de wateremissies over de tijd is weergegeven in figuur 4.4.

Figuur 4.4 - Totale grondwateremissie voor de voorgenomen activiteit en het aandeel door consolidatie



A

B

In figuur 4.4-A is de totale wateremissie gegeven en in figuur 4.2-B alleen die ten gevolge van de consolidatie van de specie. Het verschil is de emissie door wegzijging via het boven de specie staande water door het talud naar het grondwater.

In tabel 4.6 zijn de wateremissies weergegeven die in een bepaalde periode zijn opgetreden en in de toekomst bij de voorgenomen activiteit zullen optreden. De wateremissie in de stationaire fase is nul voor het geval het stijghoogteverschil tussen de onder- en bovenzijde van de specie nul is. Zie ook de opmerkingen in de volgende paragraaf.

Tabel 4.6 - Wateremissie naar het grondwater over stortoppervlakte van 8,45 ha

periode (j)	tijdsduur periode (j)	wateremissie per periode (m ³)	gemiddelde water- emissie per periode (mm/j)
1979 - 1993	14	48.500	41
1993 - 1997	5	308.500	730
1997 - 2019	23	85.000	44
2019 - 2179	160	16.000	1,2

tabel 4.5 - Samenvatting waterbalans voor de voorgenomen activiteit

AVERIJHAVEN, voorgenomen activiteit, vulhoogte NAP +5 m (A.WQ1)
 Uitvoer ten behoeve van waterbalans

jaren	waterpeil (m NAP)	speelniveau (m NAP)	neerslag (m3/d) in	som productie (m3/d) in	dijkstra kwel (m3/d) in	inzijging (m3/d) ult	som Q-o (m3/d)	som Q-sed (m3/d)	som Q-neer (m3/d) ult	retourwater (m3/d) sluitpost uit	maximaal te hergebruiken/ toegevoegd proceswater tijdens storm (m3/dag)	minimaal te lozen (positie of maximaal extern toe te voegen (m3/dag)
0	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.47	-16.00	26.99	200.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	229.78	91.82	137.96
0.25	0.47	-15.00	26.99	200.79	0.00	0.00	7.12	0.00	13.17	216.61	91.82	124.79
0.5	0.47	-14.02	26.99	200.79	0.00	0.00	14.46	0.00	14.16	215.62	91.82	123.80
0.75	0.47	-13.06	26.99	336.80	0.00	0.00	17.00	0.00	11.85	353.94	154.01	199.93
1	0.47	-12.06	26.99	0.00	0.00	0.00	23.79	0.00	22.98	6.01	0.00	6.01
1.25	0.47	-12.18	26.99	0.00	0.00	0.00	11.34	0.00	7.20	21.79	0.00	21.79
1.5	0.47	-12.26	26.99	0.00	0.00	0.00	9.90	0.00	5.27	23.72	0.00	23.72
1.75	0.47	-12.35	26.99	0.00	0.00	0.00	8.85	0.00	4.16	24.61	0.00	24.61
2	0.47	-12.40	26.99	0.00	0.00	0.00	7.85	0.00	3.47	25.52	0.00	25.52
2.5	0.47	-12.51	26.99	0.00	0.00	0.00	5.97	0.00	2.49	26.51	0.00	26.51
3	0.47	-12.59	26.99	0.00	0.00	0.00	4.41	0.00	1.85	27.14	0.00	27.14
3.5	0.47	-12.65	26.99	0.00	0.00	0.00	3.21	0.00	1.39	27.81	0.00	27.81
4	0.47	-12.69	26.99	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00	1.05	27.95	0.00	27.95
4.5	0.47	-12.72	26.99	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.80	28.20	0.00	28.20
5	0.47	-12.74	26.99	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.61	28.39	0.00	28.39
5.5	0.47	-12.76	26.99	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.47	28.53	0.00	28.53
6	0.47	-12.77	26.99	319.14	0.00	0.00	0.67	0.00	0.36	347.77	145.84	201.63
6.5	0.47	-10.92	26.99	319.14	0.00	0.00	26.77	0.00	12.54	335.59	145.84	189.65
7	0.47	-9.09	26.99	319.14	0.00	0.00	29.32	0.00	13.61	334.52	145.84	188.59
7.5	0.47	-7.25	26.99	474.47	0.00	0.00	29.23	0.00	14.05	489.41	216.97	272.45
8	0.47	-7.44	26.99	0.00	0.00	0.00	19.87	0.00	8.83	20.17	0.00	20.17
8.5	0.47	-7.60	26.99	0.00	0.00	0.00	18.83	0.00	7.06	21.93	0.00	21.93
9	0.47	-7.76	26.99	0.00	0.00	0.00	17.52	0.00	5.98	23.01	0.00	23.01
9.5	0.47	-7.91	26.99	0.00	0.00	0.00	15.99	0.00	5.19	23.80	0.00	23.80
10	0.47	-8.04	26.99	0.00	0.00	0.00	14.39	0.00	4.56	24.43	0.00	24.43
10.5	0.47	-8.16	26.99	0.00	0.00	0.00	12.88	0.00	4.04	24.95	0.00	24.95
11	0.47	-8.27	26.99	0.00	0.00	0.00	11.52	0.00	3.63	25.37	0.00	25.37
11.5	0.47	-8.36	26.99	0.00	0.00	0.00	10.27	0.00	3.25	25.74	0.00	25.74
12	0.47	-8.47	26.99	1301.01	0.00	0.00	9.19	330.77	2.94	1327.06	594.93	732.12
12.5	0.47	-5.04	26.99	1894.68	0.00	0.00	150.01	481.70	26.04	1897.64	866.41	1031.23
13	0.47	-1.55	26.99	0.00	0.00	0.00	200.29	0.00	54.69	-25.70	0.00	-25.70
13.5	0.47	-1.85	26.99	0.00	0.00	0.00	60.95	0.00	18.26	12.74	0.00	12.74
14	0.47	-2.12	26.99	0.00	0.00	0.00	53.40	0.00	12.74	18.25	0.00	18.25
14.5	0.47	-2.36	26.99	0.00	0.00	0.00	45.81	0.00	10.70	18.29	0.00	18.29
15	0.47	-2.58	26.99	553.94	0.00	0.00	38.75	140.83	9.27	573.67	253.31	320.36
16	0.47	-1.06	26.99	553.94	0.00	0.00	113.55	140.83	20.59	562.35	253.31	309.03
17	1.40	0.40	26.99	553.94	-1.21	47.01	116.49	140.83	32.12	311.52	253.31	58.21
17.5	2.13	1.13	26.99	553.94	-2.15	85.52	117.39	140.83	42.09	139.09	253.31	-114.22
18	2.84	1.84	26.99	553.94	-3.07	125.21	118.14	140.83	40.51	89.30	253.31	-164.01
18.25	3.20	2.20	26.99	553.94	-3.53	145.55	118.36	140.83	40.45	59.35	253.31	-193.97
18.5	3.56	2.56	26.99	768.16	-4.00	166.60	118.44	195.30	40.46	239.60	351.27	-111.67
18.75	3.92	2.92	26.99	768.16	-4.46	187.66	91.39	195.30	122.11	131.99	351.27	-219.26
19	4.27	3.27	26.99	768.16	-4.92	209.43	126.19	195.30	88.63	137.42	351.27	-213.85
19.5	4.98	3.98	26.99	768.16	-5.84	253.60	146.85	195.30	73.48	97.41	351.27	-253.86
20	5.69	4.69	26.99	0.00	-6.76	299.46	153.13	0.00	66.10	-726.30	0.00	-726.30
21	4.22	4.22	26.99	0.00	-4.85	0.00	101.86	0.00	48.59	363.87	0.00	363.87
22	3.79	3.79	26.99	0.00	-4.30	0.00	59.97	0.00	35.02	96.04	0.00	96.04
23	3.41	3.41	26.99	0.00	-3.80	0.00	31.85	0.00	26.26	89.52	0.00	89.52
24	3.07	3.07	26.99	0.00	-3.37	0.00	26.16	0.00	26.72	78.84	0.00	78.84
25	2.75	2.75	26.99	0.00	-2.95	0.00	33.71	0.00	15.42	85.34	0.00	85.34
30	1.48	1.48	26.99	0.00	-1.32	0.00	17.85	0.00	8.29	75.35	0.00	75.35
35	0.59	0.59	26.99	0.00	-0.16	0.00	10.89	0.00	5.41	60.42	0.00	60.42
40	0.47	-0.08	26.99	0.00	0.00	0.00	8.86	0.00	2.17	31.79	0.00	31.79
45	0.47	-0.61	26.99	0.00	0.00	0.00	6.23	0.00	1.71	27.26	0.00	27.26
50	0.47	-1.03	26.99	0.00	0.00	0.00	4.57	0.00	1.40	27.60	0.00	27.60
60	0.47	-1.83	26.99	0.00	0.00	0.00	2.62	0.00	0.76	26.23	0.00	26.23
70	0.47	-2.02	26.99	0.00	0.00	0.00	1.82	0.00	0.55	26.44	0.00	26.44
80	0.47	-2.26	26.99	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.40	26.60	0.00	26.60
90	0.47	-2.45	26.99	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.26	26.71	0.00	26.71
100	0.47	-2.58	26.99	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.20	26.80	0.00	26.80
110	0.47	-2.65	26.99	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.14	26.86	0.00	26.86
120	0.47	-2.70	26.99	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.10	26.90	0.00	26.90
130	0.47	-2.74	26.99	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.07	26.92	0.00	26.92
140	0.47	-2.77	26.99	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.05	26.94	0.00	26.94
150	0.47	-2.79	26.99	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	26.95	0.00	26.95
160	0.47	-2.81	26.99	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	26.96	0.00	26.96
170	0.47	-2.81	26.99	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	26.96	0.00	26.96
180	0.47	-2.82	26.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	26.97	0.00	26.97
190	0.47	-2.83	26.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	26.97	0.00	26.97
200	0.47	-2.83	26.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	26.97	0.00	26.97

Stationaire fase

In de stationaire fase nadat de consolidatie is beëindigd, wordt de wateremissie bepaald door het stijghoogteverschil tussen de onder- en bovenzijde van de specie en de hydraulische weerstand van de specie.

De wateremissies uit de stortplaats zijn berekend door het gewogen gemiddelde te bepalen van de per vertikaal berekende emissies en rekening te houden met de bijbehorende oppervlakten van talud en bodem. De hydraulische weerstand na consolidatie van de specie varieert tussen 28500 dagen voor de specie op het taludgedeelte boven NAP -2,5 m en 106000 dagen in het midden van het depot.

De wateremissies uit de stortplaats in stationaire fase zijn weergegeven in tabel 4.7 voor een vijftal verschillen in stijghoogten. De emissie is nul bij een stijghoogteverschil van nul en 13,3 mm/j bij een verschil van 2 m.

Tabel 4.7 - Wateremissie uit de stortplaats naar het grondwater na de consolidatieperiode

Stijghoogte verschil tussen onder- en bovenzijde specie (m)	wateremissie in de stationaire fase (mm/j)
0	0
0,50	2,2
1,00	6,6
2,00	13,3
4,00	26,6

Opgemerkt wordt dat bij de berekening van de stationaire wateremissie rekening is gehouden met de consolidatie constanten die volgens de nieuwe methode zijn bepaald door de gemiddelde waarde van emissie, berekent met de oude en nieuwe constanten aan te houden. Bijvoorbeeld bij een stijghoogteverschil van 1,0 m is de emissie volgens de oude parameters 7,7 mm/j en volgens de nieuwe parameters 5,6 mm/j, gemiddeld 6,6 mm/j (zie waarde in tabel 4.7).

Duidelijk is dat bij geen of een gering stijghoogteverschil de wateremissie klein is. Er dient dan ook naar gestreefd te worden in de eindfase, na consolidatie, dit verschil zo klein mogelijk te maken, waardoor een hydrologische isolatie wordt bereikt. Uit de tabel blijken de voordelen van een

geohydrologische isolatie (geen stijghoogteverschil tussen onder- en bovenzijde van de specie) van een stortplaats uit de lagere wateremissies.

In 4.4.6 wordt aangegeven hoe een dergelijke geohydrologische isolatie wordt gerealiseerd.

4.4.4 Wateremissies naar het boven de specie staande water

De wateremissie naar het boven de specie staande water, inclusief nuttige neerslag en dijkse kwel, is tot 1993 ruim 1,13 miljoen m³. Het grootste deel hiervan is voor de aanleg in 1991 van de afsluitdam in de Averijhaven naar het oppervlaktewater gestroomd dat toen nog in open verbinding stond met de Noordzee. Door de voorgenomen stortingen neemt de wateremissie toe tot 1,56 miljoen m³ in 1997 aan het eind van de stortfase. Volgens een ruwe schatting is vanaf 1991 tot 1997 het opstaande en nu afgesloten water met circa 700.000 m³ verontreinigd water belast en wordt retourwater genoemd. De hoeveelheid retourwater is berekend onder de in 4.4.2 weergegeven randvoorwaarden en afgesproken te handhaven openwaterstanden in de stortplaats. Het retourwater zal uit de stortplaats moeten worden verwijderd, eventueel gezuiverd en geloosd op het oppervlaktewater. In de stortfase is nagenoeg volledig hergebruik van dit verontreinigde retourwater mogelijk door dit te gebruiken als proceswater bij het verwijderen van specie uit de bakken en transport naar de stortplaats. In dit hoofdstuk wordt de worst-case situatie weergegeven waarbij het hergebruik van het retourwater niet is beschouwd. Volgens figuur 4.5 en tabel 4.5 is de maximale retourwater hoeveelheid 600 m³/d. De waterzuivering moet hierop gedimensioneerd worden.

Bij hergebruik zal de maximale hoeveelheid te zuiveren water 320 m³/d zijn. Na 2,5 jaar is deze hoeveelheid tot nul gereduceerd en zal zelfs water als proceswater toegevoegd moeten worden. Na de vulfase zal de retourwaterhoeveelheid 96 m³/d bedragen en geleidelijk afnemen tot 29 m³/d zijnde de nuttige neerslag die op het stortoppervlakte valt. Door het aanbrengen van een bovenafdichting kan toetreden van nuttige neerslag worden voorkomen. Zie par. 4.4.6.

Door de retourwaterhoeveelheid te vermenigvuldigen met de concentratie aan stoffen, zie tabel VI-2 van het hoofdrapport, wordt de lozingsvracht verkregen.

Na de stortfase neemt het "retourwater" zoals opgemerkt geleidelijk af naarmate het consolidatieproces vordert. Tot het eind van de consolidatieperiode (afgrond in het jaar 2150) bedraagt de totale wateremissie naar het op de specie staande water 3,82 miljoen m³. Een deel hiervan is nuttige neer-

slag. Aan het eind van het consolidatieproces is de neerslag het belangrijkste aandeel.

Na de vulperiode (1997) tot circa 20 à 40 jaar later zal geen of nauwelijks oppervlaktewater op de specie aanwezig zijn. Neerslag en naar boven uitgerperst consolidatie water zal oppervlakkig afstromen en indien dit niet wordt opgevangen alsnog aan de randen in het stort naar het grondwater infiltreren en direct worden afgevoerd naar het Noorderbuitenkanaal. Na deze periode van 20 tot 40 jaar is weer water op de specie aanwezig omdat de bovenzijde zich onder een niveau van NAP +0,47 m bevindt. Het "retourwater", inclusief neerslagwater, zal dan via de taluds van de stortplaats naar het grondwater stromen en vervolgens ook worden afgevoerd naar het Noorderbuitenkanaal. Immers het afpompen van het water ligt bij een niet geïsoleerde stortplaats niet voor de hand en is moeilijk te realiseren.

Dit geldt ook voor de periode na de consolidatie. Immers geen of slechts een zeer klein deel van de neerslag zal door de specie infiltreren. Zie tabel 4.7.

De mate van verontreiniging van dit water hangt af van het contact met de specie tijdens de afstroming.

In tabel 4.8 zijn de waterremissies naar het op de specie staande water en bovenzijde specie samengevat, gemakshalve "retourwater" genoemd, weergegeven onder variant A.

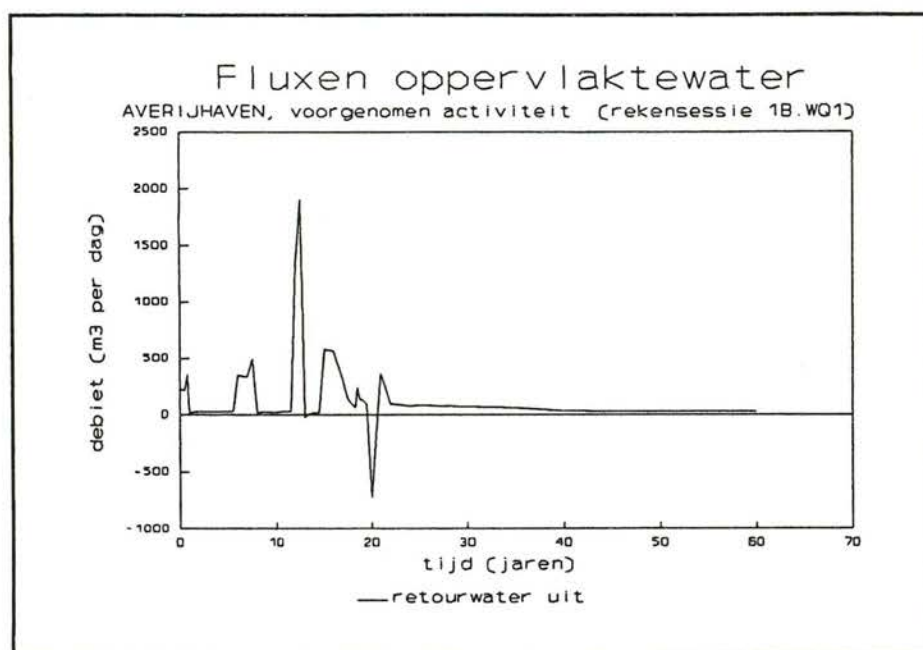
Tabel 4.8 - Waterremissies richting grondwater en "retourwater" hoeveelheid voor de voorgenomen activiteit

Waterremissies in m ³ x 1000							
Variant	Isolatie	Naar grondwater cumulatieve hoeveelheid			"retourwater" cumulatieve hoeveelheid		
		tot 1993 (m ³)	tot vulling (m ³)	tot 2150 (m ³ x1000)	tot 1993 (m ³ x1000)	tot vulling (m ³ x1000)	tot 2150 (m ³ x1000)
A	neen	48,5	357	458	1130	1560	3820
A-1	vanaf NAP -2.5 m	48,5	80	143	1130	1650	3950

In figuur 4.5 is het verloop in de tijd weergegeven van het "(retour)water" dat verwijderd moet worden om de waterstanden in de stortplaats te handhaven op een niveau dat als uitgangspunt bij het opstellen van de waterbalans is aangehouden.

Tenslotte wordt opgemerkt dat in bijlage II-1 de belangrijkste resultaten van de berekeningen van de voorgenomen activiteit (A) en alternatieven (B t/m E) met varianten zijn opgenomen. Een vergelijking tussen de alternatieven wordt hierdoor eenvoudiger. In bijlage II-3 zijn de retourwaterdebieten opgenomen zonder en met hergebruik van het proceswater.

Figuur 4.5 - "Retourwater" hoeveelheden voor de voorgenomen activiteit



4.4.5. Maatregelen om de wateremissies naar het grondwater via het opstaande water te reduceren

De berekening van de wateremissies is uitgevoerd indien het talud boven de thans in het depot liggende specie (boven NAP -2,50 m) niet voorzien is van een isolatie zoals bijvoorbeeld een folie. Door deze isolatie wordt voorkomen, dat het op de specie staande verontreinigde water via de taluds naar het grondwater stroomt indien de waterstand in de omgeving hoger is. Dit is bij de voorgenomen activiteit 221.000 m³ water. Voordeel van de toepassing van de folie of bitumenmat is daarnaast dat voorkomen wordt dat consolidatiewater (alleen van de specie boven het geïsoleerde deel van het talud), naar het grondwater stroomt.

Nadeel van een dergelijke isolatielaag is dat het consolidatieproces trager verloopt en circa 5 % minder specie kan worden geborgen. Een verder nadeel is dat meer consolidatiewater naar het opstaande water gaat of aan de bovenzijde

van de specie moet worden opgevangen en vervolgens moet worden gezuiverd of hergebruikt.

Indien een folie boven NAP -2,5 m wordt toegepast is de wateremissie richting grondwater vanaf 1993 tot 1997 duidelijk lager en bedraagt circa 31.500 m³ in plaats van 221.000 m³. In tabel 4.8 is het verschil in wateremissies weergegeven (variant A en A-1). De wateremissies naar het grondwater zijn apart in tabel 4.9 vermeld en duidelijk lager vergeleken met de waarden in tabel 4.6. De retourwater hoeveelheid bedraagt in dat geval maximaal 600 m³/d. Indien deze hoeveelheid niet kan worden hergebruikt (worst-case) dan zal de zuivering hierop gedimensioneerd moeten worden.

Wordt het talud boven NAP -2,50 m geïsoleerd dan is bij hergebruik de maximale hoeveelheid te lozen retourwater 310 m³/d. Na 2,5 jaar tot eind vulfase varieert de hoeveelheid tussen 35 en -45 m³/d (=toevoer). Na de vulfase is deze circa 100 m³/d en zal geleidelijk teruglopen tot 29 m³/d, zijnde de nuttige neerslag die op het stortoppervlak valt. In bijlage II-3 zijn de hoeveelheden meer in detail weergegeven. Bij toepassing van een waterdichte bovenafdichting zal de retourwaterhoeveelheid tengevolge van neerslag verder verminderen. Zie ook par. 4.4.6.

Tabel 4.9 - Wateremissie naar het grondwater bij isolatie van het talud hoger dan NAP -2,50 m (stortoppervlakte 8,45 ha)

periode (j)	tijdsduur periode (j)	wateremissie per periode (m ³)	gemiddelde water- emissie per periode (mm/j)
1979 - 1993	14	48.500	41
1993 - 1997	5	31.500	75
1997 - 2019	23	53.000	27
2019 - 2179	160	10.000	0,7

4.4.6. Afwerking bovenzijde stortplaats na de consolidatiefase

De bovenzijde van de specie ligt in het centrum van de stortplaats op NAP -1,50 m aan het eind van de consolidatieperiode. Aan de randen van de stortplaats is de bovenzijde van de specie enige meters hoger.

Water

Bij het verder achterwege laten van voorzieningen stelt zich een grondwaterstand in op NAP +0,47 m en is geen stijghoogteverschil tussen onder- en bovenzijde van de specie aanwezig. Zie ook figuur 2.5-C. De wateremissie naar het grondwater is dan nul. Neerslag en enige toestroming vanuit het noordelijke duinpakket vindt plaats. Dit water stroomt aan de zuidzijde van de Averijhaven via het grondwater naar het Noorderbuitenkanaal. Aangenomen is dat een eventuele aangebrachte taludisolatie na 200 jaar niet meer waterdicht is.

Zand

Wordt zand met een doorlaatfactor van 10 m/etm op de slecht doorlatende specie gestort tot een hoogte van NAP +3 m dan stijgt het freatisch peil tot NAP +2,4 m aan de noordzijde van de Averijhaven en tot NAP +0,47 m in het uiterste zuidelijke deel. Een potentiaalverschil van maximaal 0,50 m ontstaat tussen onder- en bovenzijde van de specie. Zie figuur 4.6. De stationaire wateremissie is dan volgens tabel 4.7 maximaal 2,2 mm/j.

Klei

Indien klei in plaats van zand op de specie wordt aangebracht tot een niveau van NAP +3 à +5 m dan zal het freatisch niveau tot maaiveld kunnen stijgen en een stijghoogteverschil van naar schatting 1 tot 2 m ontstaan. Volgens tabel 4.7 is in dat geval (bij 2 m stijghoogteverschil) de wateremissie naar het grondwater in de stationaire situatie na de consolidatie maximaal 13,3 mm/j en duidelijk ongunstiger dan de twee voorgaande mogelijkheden. Neerslagwater zal oppervlakkig afstromen en indien dit niet wordt opgevangen aan de randen van de stortplaats vervolgens infiltreren naar de ondergrond. Dit water zal minder verontreinigd zijn dan het retourwater omdat het contact met de verontreinigde specie niet of nauwelijks heeft plaatsgevonden.

Waterdichte afdekking

Indien de bovenzijde wordt voorzien van een waterdichte voorziening zal het freatisch water zich instellen op de stijghoogte van het water aan de onderzijde van de specie. Dit zal circa NAP +0,50 m zijn. De wateremissie naar het grondwater zal in dat geval nul zijn. Omdat de bovenzijde van de specie door het gewicht van de voorzieningen nog iets gaat zakken, kunnen in de afdichting ingesloten laagten ontstaan. Het risico bestaat dat het water in de verzamelde laagten bij niet tijdige vernieuwing van de dichte bovenaf-

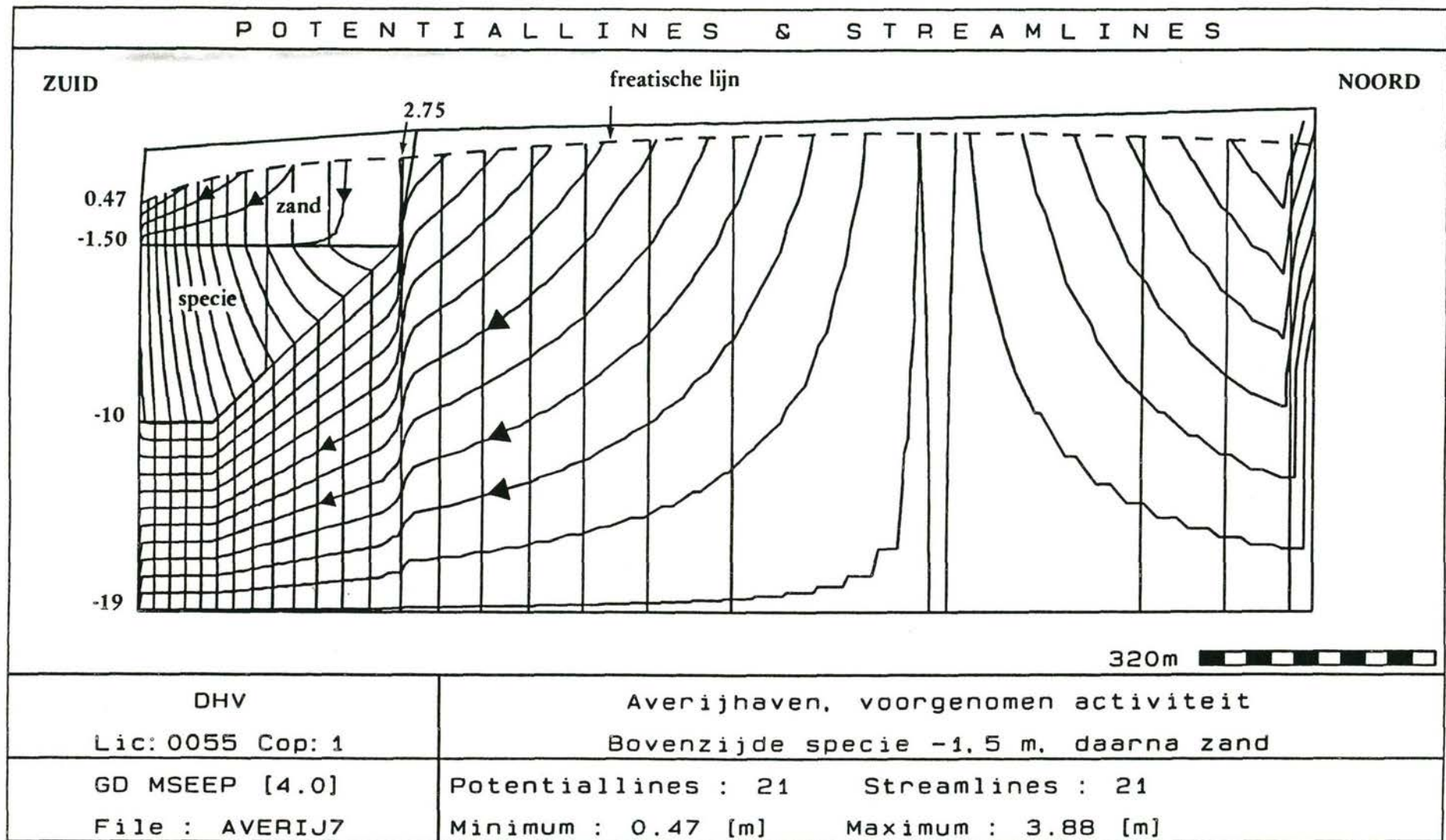
dichting in de specie komt en op termijn in het grondwater. De hoeveelheden zullen echter zeer klein zijn en minder dan 1 mm/j bedragen bij interpretatie van tabel 4.7.

Neerslagwater zal niet in contact komen met de specie en niet verontreinigd zijn.

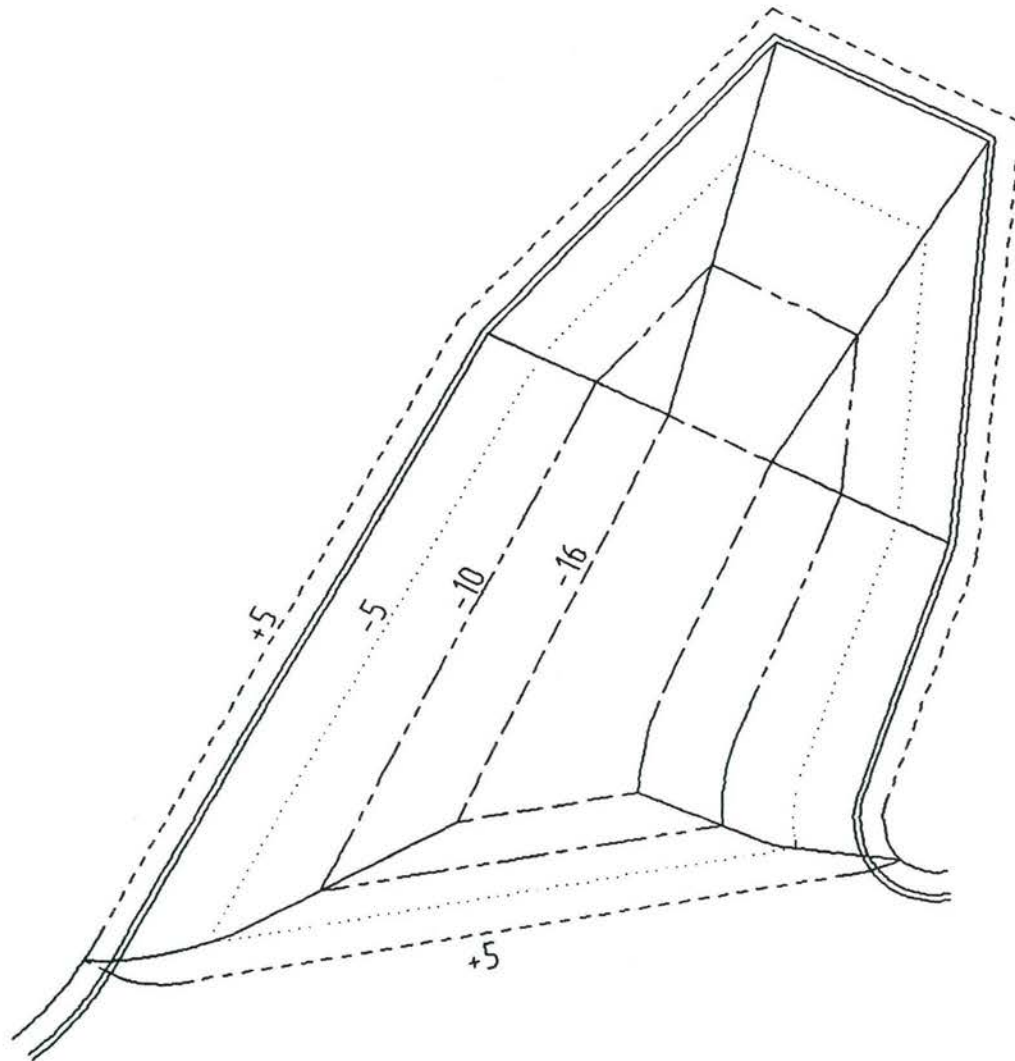
4.4.7. Meest milieuvriendelijke elementen voor de voorgenomen activiteit

Vanuit geotechnisch oogpunt bezien zijn de volgende elementen het meest milieuvriendelijk:

- De specie storten met een dichtheid van 1350 kg/m^3 door vanuit een bak met een kraan en transportband te werken. Hierdoor kan meer specie worden geborgen. Uit bijlage II-1 blijkt echter dat de wateremissie naar het grondwater niet wordt verminderd, wel de hoeveelheid retourwater.
- Na consolidatie de specie aan de randen van de stortplaats verwijderen, daarna de bovenzijde egaliseren op een niveau van circa NAP -0,50 m en de open waterstand handhaven op circa NAP +0,50 m. De stationaire grondwateremissie is dan nul. Nadeel van de oplossing is dat infiltratie plaatsvindt van dit, inmiddels minder verontreinigde, opstaande water naar het grondwater. Dit water omvat neerslag plus toegestroomd water vanuit het noordelijke duinpakket). Boven een niveau van NAP -1,50 m zal de isolatie op het talud regelmatig moeten worden vernieuwd.
- Een volgende verbetering is deze laatste toestroming te voorkomen of sterk te verminderen door het talud boven NAP -2,50 m te voorzien van een waterdichte isolatie, bijvoorbeeld een folie of een bitumenmat. De voorziening boven NAP +1,0 m hoeft slechts tijdelijk, circa 50 tot 80 jaar, te functioneren omdat de specie daarna tot beneden NAP +0,50 m zakt. De openwaterstand in het stort zal wederom op NAP +0,50 m worden gehandhaafd. Nadeel van deze oplossing is dat neerslagwater zal blijvend als retourwater weggepompt moeten worden en eventueel gezuiverd.
- De meest milieuvriendelijke oplossing is om in aansluiting op voorgaande maatregelen de bovenzijde van de specie te voorzien van een afdichting. Hierdoor wordt de wateremissie naar het grondwater rechtstreeks en indirect na de consolidatiefase tot praktisch nul gereduceerd. In dat geval is te overwegen om na circa 10 jaar verder aan te vullen met verontreinigde specie tot een uiteindelijk niveau van NAP +0,50 m. Vervolgens wordt 10 jaar later, nadat de specie voldoende draagkrachtig is, een zandlaag met drainagevoorzieningen aangebracht en een afdichting met voorzieningen om gasemissies mogelijk te maken.



Figuur 4.6 - Verloop van de freatische lijn, potentiaal- en stroomlijnen bij aanvulling van de stortplaats met zand boven een niveau van NAP -1.50 m



opp. binnen	-----	= 84463,59 m ²
opp. binnen	= 49597,88 m ²
opp. binnen	- - - - -	= 28005,67 m ²
opp. binnen	-----	= 8470,09 m ²



schaal 1:3000

Figuur 4.7 - Ligging dijken voorgenomen activiteit en oppervlakteberekening

Totaal (volume 1025621.14m³)

5. ALTERNATIEVEN

5.1. Algemeen

In de volgende paragrafen worden alternatieven besproken waarmee de voorgenomen activiteit kan worden vergeleken. Binnen een alternatief worden soms varianten beschouwd. In deze Appendix is het meest milieuvriendelijk alternatief een combinatie van geotechnische maatregelen die bij de behandeling van de alternatieven en varianten zijn besproken en waarvan de gevolgen voor het milieu het meest gunstig zijn.

5.2. Nul-alternatief (B)

Het nul-alternatief ontstaat als de Averijhaven niet wordt ingericht als baggerspeciéstortplaats. De eerdere stortingen worden ongedaan gemaakt door de baggerspecie te verwijderen en af te voeren naar een nog te creëren baggerspeciéstortplaats elders. Het gaat hierbij om circa 420.000 m³ baggerspecie van kwaliteitsklasse 4 (volume gemeten in de Averijhaven in 1992, zie 2.2.2). Deze hoeveelheid komt overeen met 497.000 m³ gemeten in situ op de oorspronkelijk winplaatsen. Zie tabel 4.1. De Averijhaven krijgt daarmee haar functie terug.

Berekend zijn de waterremissies die opgetreden zijn tot het tijdstip van verwijdering van de baggerspecie. Aangenomen is in 1993. De berekeningsresultaten zijn opgenomen in bijlage II-1. Uit de tabel, alternatief B, blijkt dat de bovenzijde van de specie zich thans op een niveau bevindt van NAP -2,0 m en dat tot de verwijdering in 1993 de watermissie naar het grondwater 49.000 m³ bedraagt en naar het oppervlaktewater ruim 1 miljoen m³. Het belangrijkste deel van deze laatste hoeveelheid, bestaande uit naar boven uitgeperst consolidatiewater en neerslag, is voor 1991 via het oppervlakte water in de nog open Averijhaven direct naar het Noorderbuitenkanaal afgevoerd. Slechts een gering gedeelte is voor 1991 en daarna tot 1993 via de ongeïsoleerde taluds naar het grondwater en vervolgens in het Noorderbuitenkanaal gestroomd.

Tijdens het verwijderen van de specie zal nog een beperkte watermissie naar grondwater en het Noorderbuitenkanaal optreden. De hoeveelheden naar het grondwater zijn echter gering mits tijdens het baggeren een waterstand wordt aangehouden die lager is dan de omgeving. Daarentegen zal meer water weggepompt moeten worden om dat peil te handhaven dat vervolgens eventueel moet worden gezuiverd.

Indien de specie niet wordt verwijderd, in feite niet overeenkomend met het nulalternatief, daalt de bovenzijde uiteindelijk na consolidatie tot een niveau van NAP -6,78 m en zijn de wateremissies naar het grondwater en naar het oppervlakte water respectievelijk 75.000 en ruim 2 miljoen m³. Voor verdere gegevens wordt verwezen naar bijlage II-1. De laatste hoeveelheid betreft voornamelijk neerslagwater en zal weinig verontreinigd zijn.

5.3. Herinrichtingsalternatief (C)

Het herinrichtingsalternatief beschrijft de situatie die ontstaat als de reeds gestorte specie wordt verwijderd, waarna isolerende voorzieningen worden aangebracht. Gedacht moet worden aan een bitumenafdichting, beton of een HDPE-folie (zie hoofdstuk 4.3.6, isolatietechnieken, van het hoofdrapport). De voorkeur wordt gegeven aan een bitumenmat omdat deze isolatie ook stoftransport door diffusie goed remt. Vervolgens kunnen de stortingen van verontreinigde baggerspecie plaatsvinden, de specie die reeds geborgen is geweest en nog slechts een relatief kleine hoeveelheid te baggeren specie. De maximale storthoogte hierbij is NAP +5,0 m. Door consolidatie zal het niveau van de specie dalen. Dit MER gaat niet in op de (tijdelijke of blijvende) bergingsbehoefte die ontstaat bij het verwijderen van de reeds gestorte specie.

De principes van de isolerende maatregelen en de effecten ervan op de emissies van verontreinigingen uit de stortplaats worden beschreven in hoofdstuk 4.3.6 "isolerende maatregelen" van het hoofdrapport en Appendix III, verspreiding van stoffen.

5.3.1 Bergingsvolume

Uit de berekeningen volgt dat 800.000 m³ kan worden geborgen bij een vultijd van 5 jaar. Zie bijlage II-1, alternatief C. De bovenzijde van de specie in het centrum van het stort daalt aan het eind van de consolidatie tot NAP -5 à -7 m.

Indien de vultijd wordt verhoogd van 5 tot 12 jaar, variant C-1, kan circa 15 % meer geborgen worden (920.000 m³). Blijft een waterdichte isolatie achterwege, een adsorptielaag kan dan worden overwogen (variant C-2), dan neemt het bergingsvolume verder toe met nog eens 10 % tot circa 1 miljoen m³. De bovenzijde van de specie daalt na consolidatie tot circa NAP -2 respectievelijk -1,5 m.

In totaal kan minder specie worden geborgen vergeleken met de voorgenomen activiteit met name indien een storttijd wordt aangehouden van 5 jaar.

In dat laatste geval kan naast de specie die reeds in de Averijhaven ligt, 497.000 m³ of een equivalente hoeveelheid van elders aangevoerde specie, nog slechts 800.000 - 497.000 = 303.000 m³ geborgen worden. De weergegeven hoeveelheden zijn steeds herleid op in situ m³ met een dichtheid van 1375 kg/m³. Uit deze getallen blijkt dat dit alternatief duidelijk ongunstiger is omdat 50 % minder geborgen kan worden dan bij de voorgenomen activiteit (642.000 versus 303.000 m³). De voorgenomen hoeveelheid specie van 590.000 m³ kan dus slechts gedeeltelijk worden geborgen indien de reeds aanwezige specie in de Averijhaven na het aanbrengen van de isolatie wordt teruggestort. Een groot nadeel van dit alternatief.

5.3.2 Wateremissie

Naar het grondwater in de consolidatiefase

De wateremissie naar het grondwater voor alternatief C en variant C-1, (beiden met een bitumenmat isolatie), zijn verwaarloosbaar klein.

Wel moet nog rekening worden gehouden met de wateremissies van circa 50.000 m³, die reeds voor 1993 zijn opgetreden en de eventuele extra emissie naar het grondwater en oppervlaktewater bij verwijdering van de specie uit de Averijhaven en (tijdelijke) opslag elders. Zie hierover de eerdere opmerkingen in paragraaf 5.2.

Bij variant C-2, zonder isolatie, is de wateremissie naar het grondwater ruim 1 miljoen m³, aanzienlijk meer dan bij de alternatief A. Dit wordt verklaard door de snellere vulling. Deze variant is dusdanig ongunstig dat deze verder buiten beschouwing wordt gelaten.

Naar het oppervlaktewater in de consolidatiefase

Het retourwater zal bij dit alternatief groter zijn omdat al het consolidatie water naar het op de specie staande water wordt weggeperst. Immers de onderzijde is geïsoleerd. Dit water zal eventueel moeten worden gezuiverd voordat op het oppervlaktewater kan worden geloosd. Dit geldt zowel voor de stortfase, waarbij eventueel retourwater kan worden hergebruikt, als voor de consolidatieperiode en daarna bij afwerking als open waterpartij in de stationaire fase. In deze laatste fase zal echter het opstaande water minder verontreinigd zijn. De bovenzijde van de specie ligt na consolidatie op circa NAP -3,2 m en bij variant C-1 op circa NAP -2 m

De totale hoeveelheid retourwater is circa 1,5 miljoen m³ en nagenoeg gelijk aan die bij de voorgenomen activiteit.

Voor verdere details wordt verwezen naar bijlage II-1.

Stationaire fase

In de stationaire fase is de wateremissie naar het grondwater, uitgaande van het blijvend waterdicht blijven van de isolatie, nagenoeg nul. Indien dit na 200 jaar niet het geval is, hetgeen aannemelijk is, dan is de stationaire wateremissie nul bij een peilbeheersing op ongeveer NAP +0,50 m. Zie ook 4.4.2. Bij een stijghoogteverschil van 2 m is de emissie 25 mm/j. Dit betreft echter een worst-case situatie waarbij de isolatie volledig faalt. Op grond van de huidige stand der techniek is de verwachting dat de isolatie nog ten dele functioneert waardoor de werkelijke wateremissie iets lager kan zijn. Door het toepassen van een bitumenmat als isolatie kan door adsorptie de hoeveelheid stoffen die in de stationaire fase uittreden sterk gereduceerd worden. De mate van reductie is thans nog een onderwerp van studie (RWS-Bouwdienst e.a., Refentieontwerp speciedepots, ref. 2).

5.3.3 Afwerking bovenzijde stortplaats

De afwerking van de bovenzijde van de stortplaats kan bij dit herinrichtings alternatief in principe op dezelfde wijze plaatsvinden als beschreven bij de voorgenomen activiteit in 4.4.5. Dit zijn:

- handhaving open water op een peil van NAP +0,50 m
- aanvulling met grofzand tot NAP +3 m
- aanvulling met cohesieve lagen tot NAP +3 à +5 m
- afwerking met een waterdichte voorziening voorzien van gasontluchtingen

In alle vier situaties vindt vanuit het noordelijk duinpakket geen aanvoer plaats van water omdat de stortplaats volledig is geïsoleerd. Dit betekent dat ook geen water vanuit de stortplaats naar de omgeving kan stromen.

Bij de eerste oplossing zal daarom continu water (nuttige neerslag van circa 300 mm/j) weggepompt en eventueel gezuiverd moeten worden. In de stationaire eindfase is dit water slechts iets minder verontreinigd vergeleken met de retourwaterkwaliteit tijdens storten en de hierna volgende consolidatieperiode. Een groot nadeel van deze oplossing. Bij falen van de isolatie onder de specie zal door peilbeheersing de wateremissie naar het grondwater tot nul gereduceerd kunnen worden. De isolatie ter plaatse van de waterschijf zal bij

lekkage hersteld moeten worden en goed moeten aansluiten op de slecht doorlatende specie.

Bij oplossing twee en drie is het retourwater iets minder verontreinigd omdat het contact met de specie en uitwisseling met het poriënwater beperkter is. Voorzieningen in het zand en in de klei moeten worden gemaakt, onderhouden en eventueel vernieuwd om dit water op te vangen en te voorkomen dat dit aan de randen van het stort naar het grondwater infiltreert. Deze twee oplossingen zijn duidelijk beter dan de eerste oplossing.

Bij falen van de isolatie aan de onderzijde is herstel niet mogelijk. Herstel van de isolatie aan de onderzijde van de specie is slechts uit te voeren door rondom het stort een scherm aan te brengen die reikt tot in de slecht doorlatende kleilaag tot circa 25 m diepte. Dit scherm is echter ter plaatse van de dam technisch moeilijk te realiseren omdat zich in de ondergrond een harde laag staalslakken bevindt.

Wateremissies zijn dan in de stationaire fase slechts te voorkomen door een peilbeheersing in het stort aan te brengen. Dit is bij de eerste oplossing met opstaand water eenvoudig te realiseren; bij oplossing twee en drie is dit minder eenvoudig, dus een nadeel van de oplossingen twee en drie.

In het geval van geohydrologische isolatie en een niet waterdichte isolatie zijn de oplossingen weer gelijk aan die van de voorgenomen activiteit.

De meest milieuvriendelijke oplossing is daarom de bovenzijde te voorzien van een afdichting. Neerslagwater kan niet in contact treden met de specie en kan ongezuiverd worden geloosd. Voor het overige wordt verwezen naar de eerdere opmerkingen in 4.4.5.

5.3.4 Meest milieuvriendelijke elementen

Voordeel van alternatief C en variant C-1 is dat tijdens de stort- en consolidatiefase geen wateremissie naar het grondwater plaatsvindt.

Een nadeel van het alternatief en variant is dat bij falen van de isolatie onder de specie een scherm rondom de stort aangebracht moet worden omdat herstel van de isolatie niet mogelijk is. Een andere oplossing is een peilbeheersing in het stort. Dit laatste wordt als meest milieu vriendelijk beschouwd ervan uigande dat de isolatie tot het eind van de consolidatiefase blijft functioneren.

Een ander groot nadeel van het herinrichtings alternatief is echter dat circa 50 % minder specie geborgen kan worden dan bij de voorgenomen activiteit.

Indien dit nadeel buiten beschouwing wordt gelaten kunnen de volgende elementen als het meest milieuvriendelijk worden beschreven:

- De stortplaats op de bodem en talud voorzien van een isolatie bestaande uit een bitumenmat. Tijdens het aanbrengen van de mat en storten dient de waterstand op NAP +3 m te worden gehandhaafd om afdrukken van de mat op het talud te voorkomen.
- De stortplaats te voorzien van een waterdichte bovenafdichting.
- De specie met een dichtheid van 1350 kg/m³ in het depot te brengen
- Een stortperiode van 12 jaar in plaats van 5 jaar.
- Na 20 jaar te overwegen opnieuw specie te storten om het nuttige volume bij afwerking op circa NAP +3 tot +5 m te vermeerderen, mits de bovenzijde wordt voorzien van een waterdichte afdichting. Dit geldt ook voor de voorgenomen activiteit.

5.4. Klasse 2 en 3 bergingsalternatief (D)

De inrichting van de stortplaats geschiedt op dezelfde wijze als bij het voornemen waarbij de nog te bergen specie op de reeds gestorte specie wordt geborgen tot een hoogte van NAP +5,0 m. Een restrictie wordt echter gesteld aan de nog te storten specie; namelijk dat de kwaliteit ervan wordt gekarakteriseerd door klasse 2 en 3. Specie met kwaliteit 4 of gekenmerkt als chemisch afval, zal bij dit alternatief niet in de stortplaats worden gestort.

De consolidatie, bergingsvolume en waterremissies zijn identiek aan die van die van de voorgenomen activiteit. De resultaten zijn weergegeven bijlage II-1, alternatief D.

Het enige verschil is dat het uittredende water minder verontreinigd is. Hierop wordt in het hoofdrapport nader ingegaan.

5.5. Volume alternatief (E)

Dit alternatief beschrijft de situatie die ontstaat als de stortplaatsoppervlakte wordt uitgebreid met het omliggende terrein (het meest belangrijke deel van de uitbreiding is het Werkhaventerrein) zoals is weergegeven in figuur 5.1. De storthoogte bij dit alternatief wordt verhoogd van NAP +5 tot +15 m. Voor de vultijd is een periode van 12 jaar aangehouden, waarbij de aanvoer van specie constant is verondersteld. De overige condities zijn

hetzelfde als die bij de voorgenomen activiteit. Dit wil zeggen dat boven op de reeds aanwezige specie wordt gestort. Verder is boven het niveau van NAP - 2,50 m, dus ook ter plaatse van de Werkhaven, een isolatie aangebracht bestaande uit een bitumenmat. Een variant zonder deze voorzieningen wordt dermate ongunstig beoordeeld, in verband met een zeer grote wateremissie naar het grondwater via ondermeer de waterschijf op de specie in de vulfase, dat deze niet verder wordt beschouwd.

Een complicerende factor bij het volumealternatief E is dat de voormalige Werkhaven eigendom is van Hoogovens en ten dele is ingericht als ertsopslagterrein.

Naast alternatief E zijn in totaal 6 varianten beschouwd, variant E-1 t/m E-6 om verschillen in geometrie en oppervaktesbeslag richting Werkhaven zichtbaar te maken. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een gedeeltelijke (vanaf NAP - 2,50 m) en volledige isolatie (bitumenmat) van het depot. Indien sprake is van een volledig isolatie, varianten E-1, E-2, E-4 en E-6, vindt in feite een herinrichting plaats waarbij de specie die reeds in de haven is gestort, wordt verwijderd om de isolatie te kunnen aanbrengen. Bij variant E-2 wordt bovendien de Werkhaven tot NAP-16 m verdiept. In de figuren 5.1 t/m 5.5 is de ligging van de dijken en de inhoudsberekening van de verschillende varianten weergegeven.

De resultaten van de zogenaamde "NAP -16 m varianten E-2 en E-4", waarbij de reeds gestorte specie wordt verwijderd, ontgraven en geïsoleerd tot NAP -16 m in de Averijhaven plus Werkhaven (E-2) respectievelijk alleen in de Averijhaven (E-4) worden apart besproken onder par. "NAP -16 m varianten".

De uitkomsten van de berekeningen zijn in bijlage II-1 weergegeven. In dit rapport wordt volstaan met de bespreking van de resultaten van alternatief E, en summier de varianten E-2 en E-4.

5.5.1 Aanleg dijk

Rondom de stortplaats moet een dijk aangelegd worden van gemiddeld 10 m hoog, uitgaande van een maaiveld van NAP +5 m. In figuur 5.1 is de ligging van de dijken weergegeven. De aanleg zal voor het grootste deel van het terrein, waar deze niet op de reeds gestorte specie is geprojecteerd, geen (geotechnische) problemen veroorzaken. Taludhellingen zijn aangehouden van 1:3. Een dergelijke dijk kan binnen een periode van 6 tot 12 maanden op de vereiste




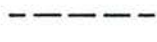
hoogte worden aangelegd. Anders is het gesteld met de dijkgedeelten die op de specie zijn geprojecteerd. Dit betreft met name het gedeelte ter plaatse van de afsluitdam in de Averijhaven en het noordelijke deel. Een zeer geleidelijke verhoging van de dijk is noodzakelijk omdat deze anders instabiel is. De kern van de dijk dient te bestaan uit slakken die op de specie worden aangebracht. De slakken hebben gunstige schuifweerstandseigenschappen. Tussen de specie en de slakken dient een zwaar wapeningsweefsel, type Stablenka 400/100 of een soortgelijk weefsel, te worden aangebracht. De ophoging dient zeer geleidelijk plaats te vinden en bij voorkeur parallel te lopen met de vulling van 12 jaar.

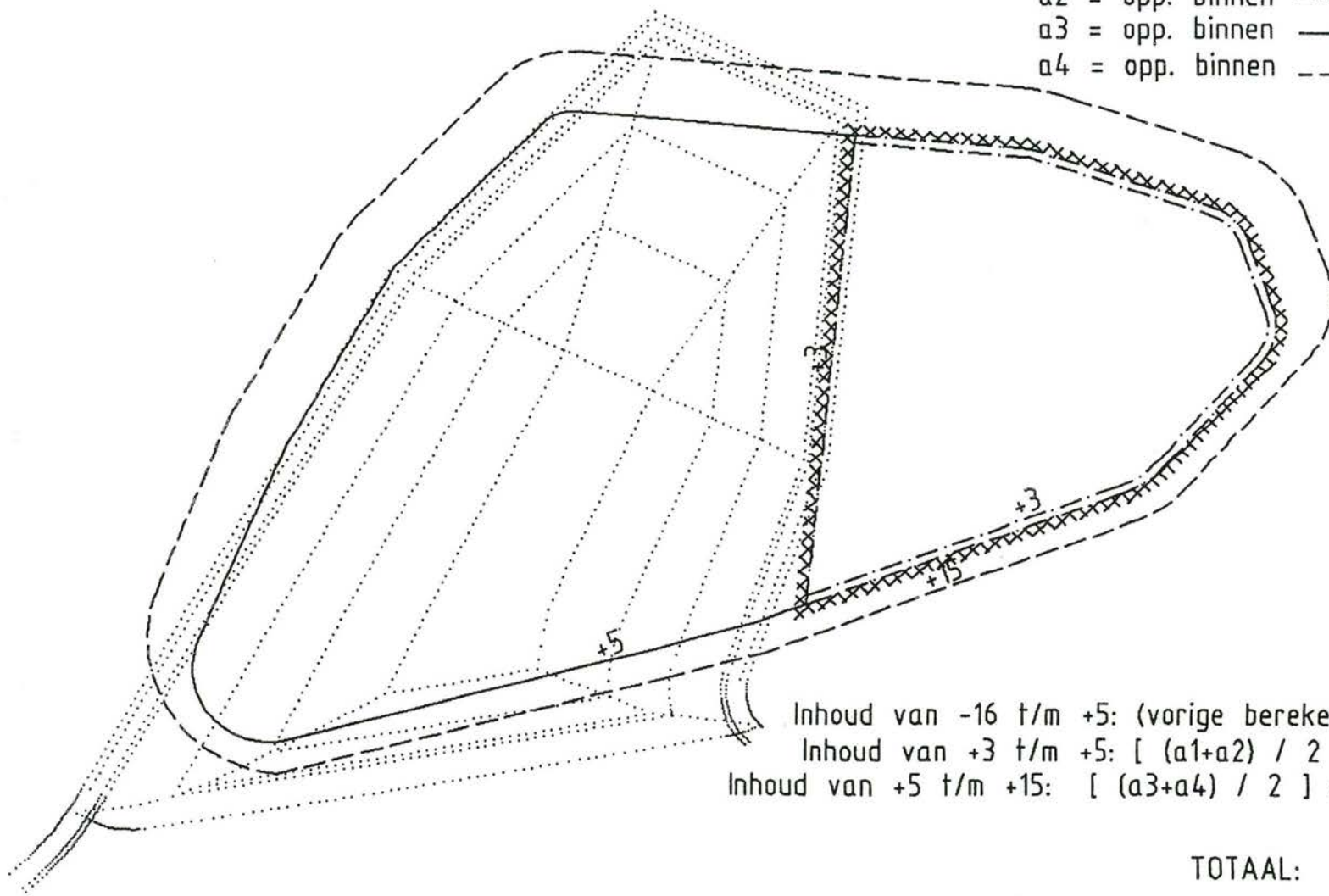
Een snellere aanleg houdt risico's in van instabiliteit. Verticale drains tot nagenoeg de onderzijde van de specie om de stabiliteit ervan te verbeteren mogen niet toegepast worden, omdat in dat geval de waterremissies naar de ondergrond zullen toenemen. Bij keuze van dit volumealternatief zal het ontwerp van deze dijk nader gedetailleerd moeten worden. Thans is volstaan met enige globale berekeningen waarop bovenstaande geotechnische voorwaarden zijn gebaseerd.

5.5.2 Bergingsvolume

Het volume van het depot is 2,23 miljoen m³. Hiervan is reeds een gedeelte benut, namelijk 370.000 m³ uit voorgaande stortingen. Resteert een bergingsvolume van 1,93 miljoen m³. Rekening houdende met uitlevering, consolidatie in de stortperiode van 12 jaar en gasvorming, zal nog circa 1,85 miljoen in situ m³ geborgen kunnen worden. Zie ook bijlage II-1.

De bovenzijde van de specie zal in het diepste gedeelte van de stortplaats na de consolidatieperiode van circa 250 jaar eindigen op circa NAP +3,50 m en aan de randen enige meters hoger. Dit wil zeggen iets lager dan het omringende maaiveld.

- a1 = opp. binnen  = 34198,38 m²
- a2 = opp. binnen  = 32173,17 m²
- a3 = opp. binnen  = 98735,07 m²
- a4 = opp. binnen  = 130183,20 m²




 schaal 1:3000

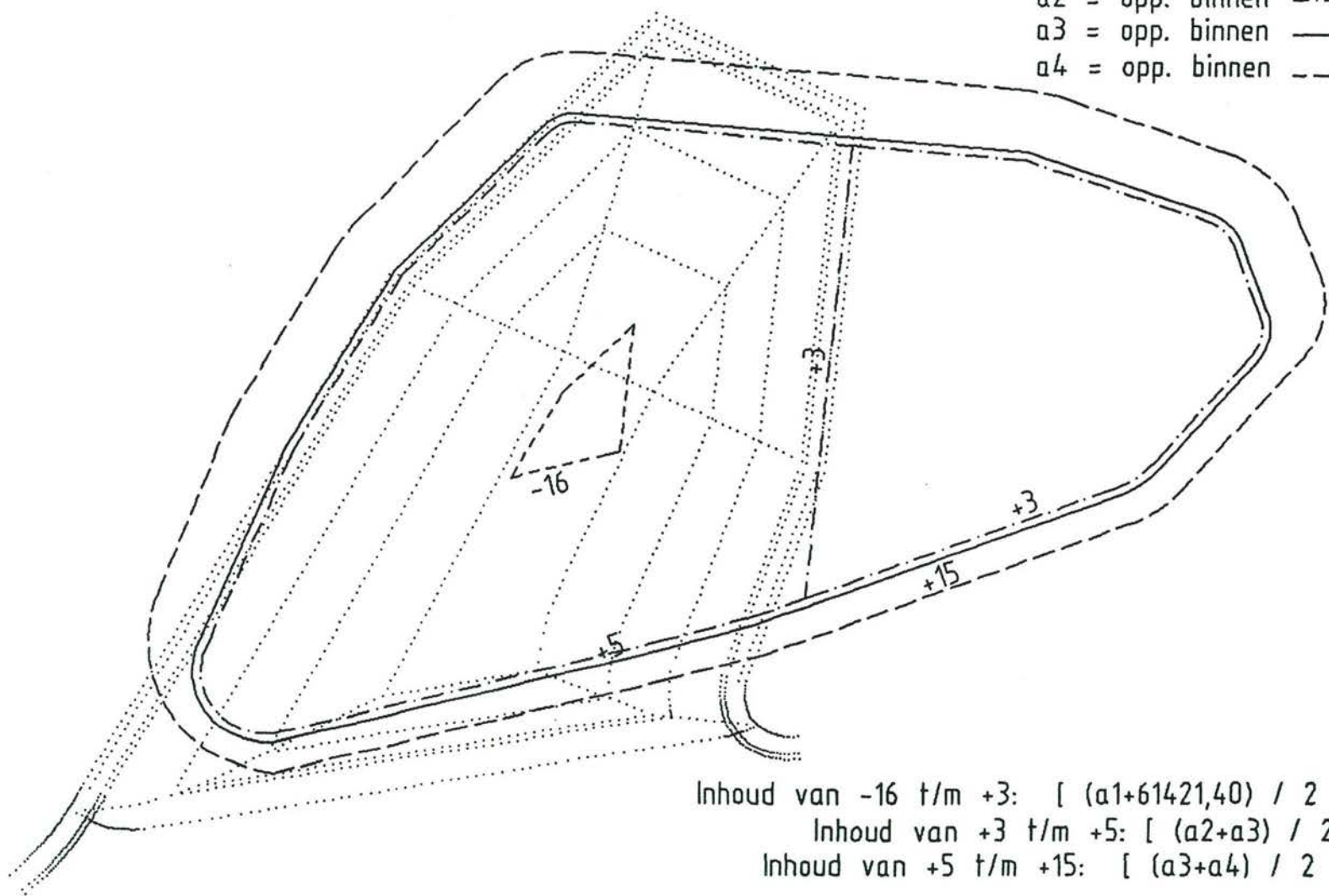
64

Inhoud van -16 t/m +5: (vorige berekening) = 1025621,14
 Inhoud van +3 t/m +5: $[(a1+a2) / 2] \times 2 = 66371,55$
 Inhoud van +5 t/m +15: $[(a3+a4) / 2] \times 10 = 1144591,35$

TOTAAL: 2236584,04 m³

Figuur 5.1 - Ligging dijken volumealternatief E en volumeberekening

a1 = opp. binnen	-----	=	1811,28	m ²
a2 = opp. binnen	- - - - -	=	93594,57	m ²
a3 = opp. binnen	—————	=	98735,07	m ²
a4 = opp. binnen	- - - - -	=	130183,20	m ²



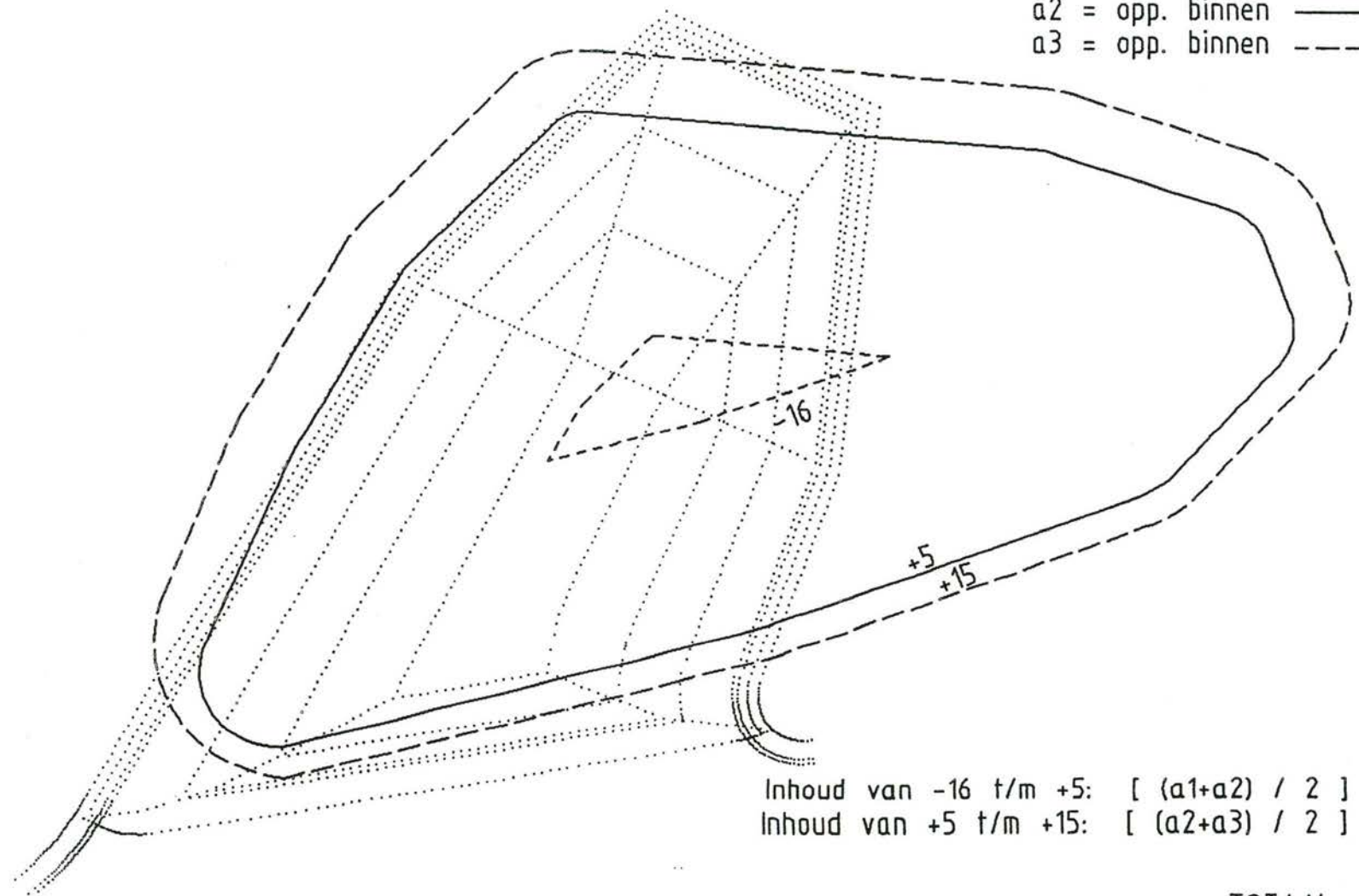

 schaal 1:3000

Inhoud van -16 t/m +3: $[(a1+61421,40) / 2] \times 19 = 600710,46$
 Inhoud van +3 t/m +5: $[(a2+a3) / 2] \times 2 = 192329,64$
 Inhoud van +5 t/m +15: $[(a3+a4) / 2] \times 10 = 1144591,35$

TOTAAL: 1937631,45 m³

Figuur 5.2 - Ligging dijken volumealternatief E-1 en volumeberekening

a1 = opp. binnen - - - - - = 4121,96 m²
 a2 = opp. binnen ———— = 98735,07 m²
 a3 = opp. binnen - - - - - = 130183,20 m²

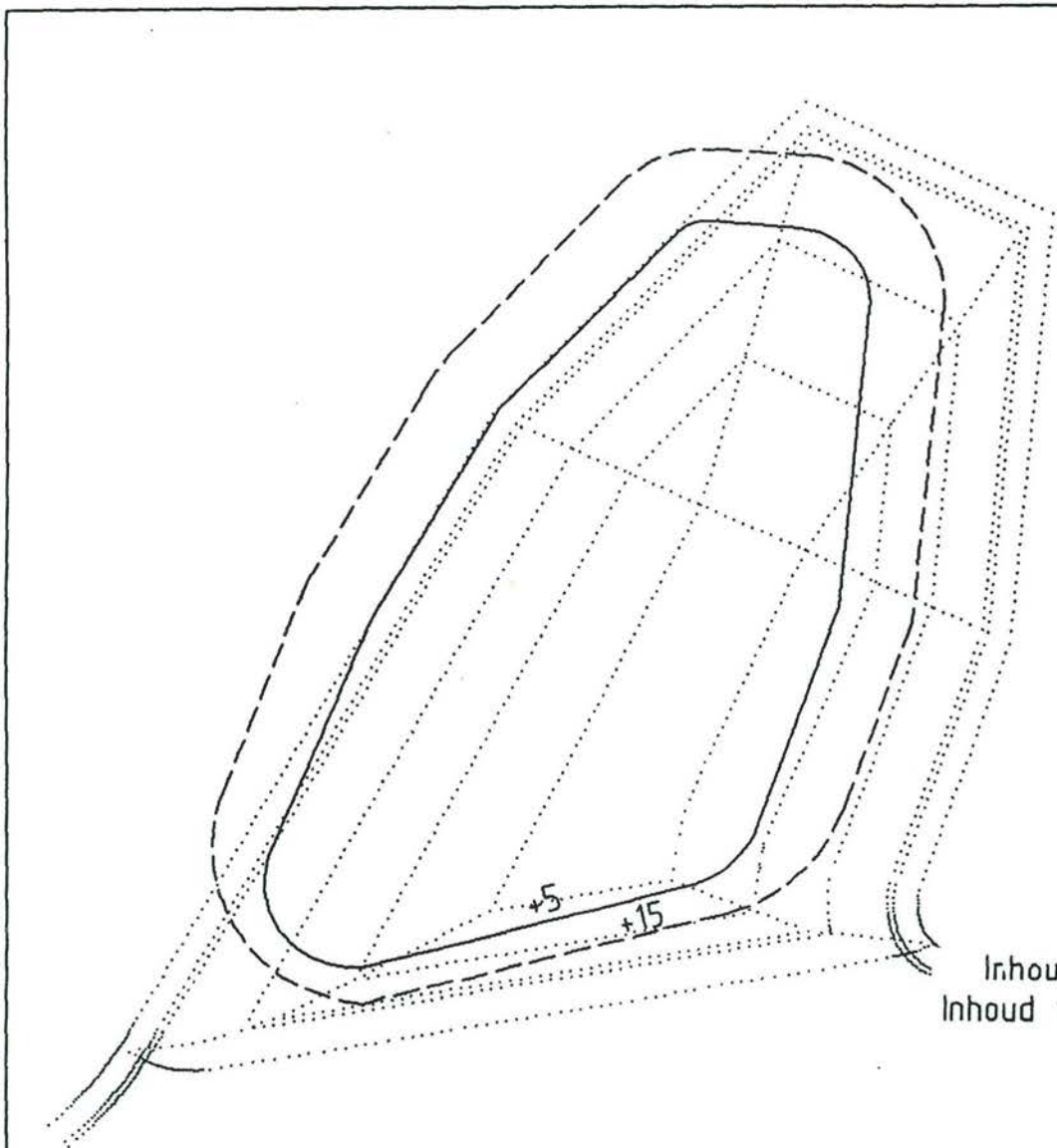


schaal 1:3000

Inhoud van -16 t/m +5: $[(a1+a2) / 2] \times 21 = 1079998,82$
 Inhoud van +5 t/m +15: $[(a2+a3) / 2] \times 10 = 1144591,35$

TOTAAL: 2224590,17 m³

Figuur 5.3 - Ligging dijken volumealternatief E-2 en volumeberekening



$a_2 = \text{opp. binnen} \text{ —————} = 46402,66 \text{ m}^2$
 $a_3 = \text{opp. binnen} \text{ - - - - -} = 70758,77 \text{ m}^2$



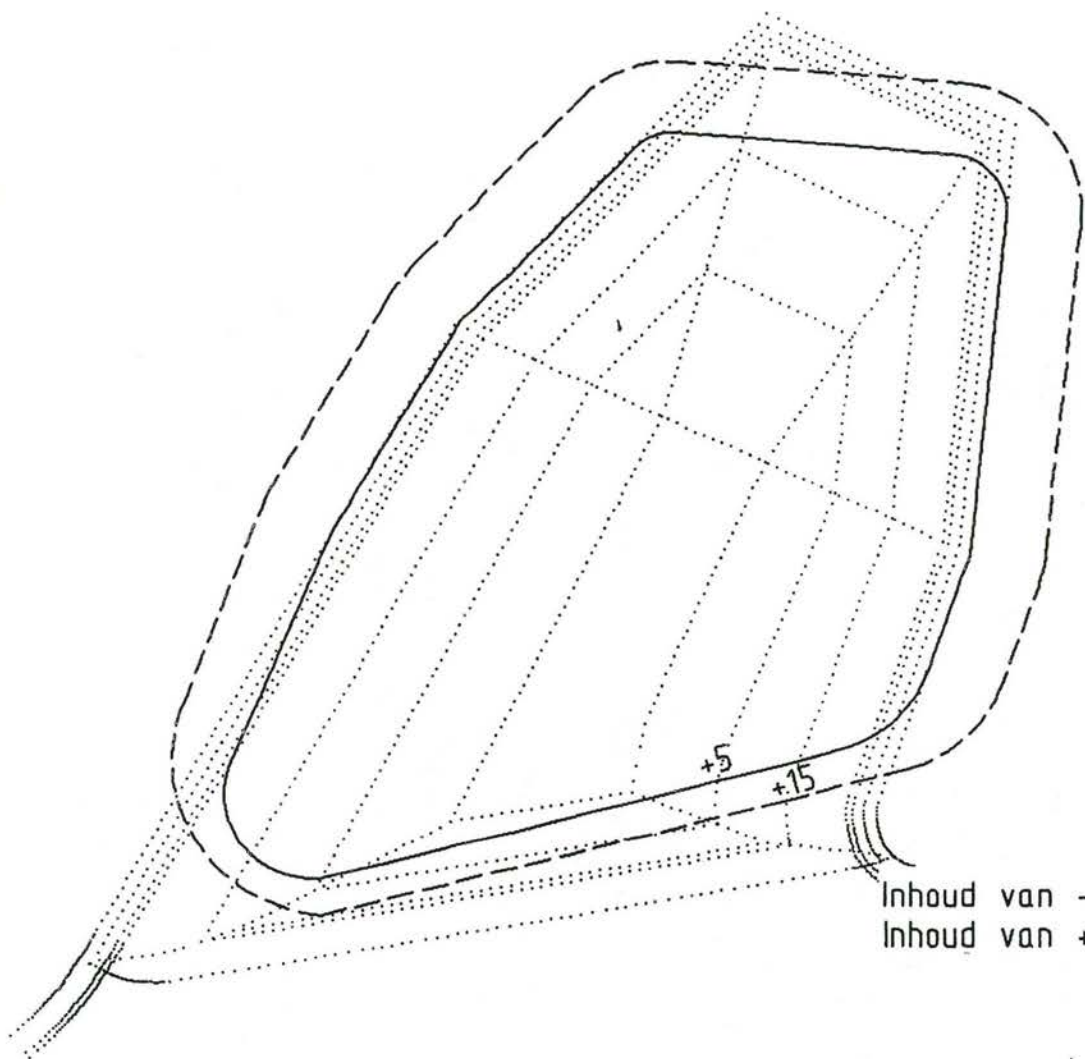
schaal 1:3000

Inhoud van -16 t/m +5: (vorige berekening) = 1025621,14
 Inhoud van +5 t/m +15: $[(a_2+a_3) / 2] \times 10 = 585807,15$

TOTAAL: 1611428,29 m³

Figuur 5.4 - Ligging dijken volumealternatief E-3 en E-4 en volumeberekening

$a_2 = \text{opp. binnen} \text{ ————— } = 64469,02 \text{ m}^2$
 $a_3 = \text{opp. binnen} \text{ - - - - - } = 91498,35 \text{ m}^2$



schaal 1:3000

Inhoud van -16 t/m +5: (uit vorige berekening) 1025621,14
 Inhoud van +5 t/m +15: $[(a_2+a_3) / 2] \times 10 = 779836,85$

TOTAAL: 1805457,99 m³

Figuur 5.5 - Ligging dijken volumealternatief E-5 en E-6 en volumeberekening

5.5.3 Wateremissies

De wateremissies naar het grondwater zijn nagenoeg gelijk aan die bij de voorgenomen activiteit waarbij op het talud een isolatie is aangebracht (variant A-1). Tot 1993 is dit circa 50.000 m³, tot de vulfase 72.000 m³ en tot het eind van de vulfase 155.000 m³.

Het retourwateremissie na 1993 is hoger, circa 20 tot 25 %, vergeleken met variant A-1. Dit is te verklaren aangezien meer specie wordt gestort. De retourwaterhoeveelheden zijn 1,1 miljoen m³ tot 1993 (en dus reeds opgetreden), tot einde vulling in 2005 ruim 2 miljoen en tot het eind van de consolidatie periode 5,2 miljoen waarvan een groot deel neerslag. Zie ook bijlage II-1.

5.5.4 NAP -16 m varianten E-2 en E-4

Bij variant E-2 wordt de verontreinigde specie in de Averijhaven verwijderd en elders tijdelijk of blijvend onder IBC-criteria opgeslagen. De specie uit de Averijhaven kan niet volledig worden verwijderd omdat een deel onder de afsluitdam in de Averijhaven ligt. In totaal zal circa 497.000 m³ (in situ m³) uit de Averijhaven verwijderd en elders opgeslagen moeten worden.

In de voormalige Werkhaven is tussen dammen, bestaande uit slakken, tot NAP -6 m verontreinigde specie gestort, circa 309.000 in situ m³ volgens tabel 2.1. Inclusief de vermoedelijk verontreinigde dammen is dit in totaal afgerond 400.000 m³.

In totaal, Averijhaven en Werkhaven te samen, zal bij deze variant naar schatting 900.000 in situ m³ verontreinigde specie plus slakken elders (tijdelijk) opgeslagen moeten worden. Vervolgens wordt de Werkhaven verdiept tot NAP -16 m en zowel de Averijhaven als de Werkhaven voorzien van een isolatie. Daarna kan het depot gevuld worden.

De totale inhoud van de inrichting is 2,224 miljoen m³ terwijl bij een stortperiode van 12 jaar tot een storthoogte van NAP +15 m circa 2,044 miljoen m³ specie (in situ m³) gestort kan worden. Zie bijlage II-1 en figuur 5.3. Effectief resteert na terugstorten van de 900.000 m³ tijdelijk elders gestorte specie van een stortvolume van ruim 1,1 miljoen in situ m³.

Bij variant E-4 wordt alleen ter plaatse van de Averijhaven de reeds gestorte specie verwijderd, circa 497.000 in situ m³, en elders tijdelijk of blijvend opgeslagen. Na ontgraving tot NAP -16 m resteert een inrichtingsvolume van 1,611 miljoen m³ en kan 1,482 miljoen in situ m³ specie worden geborgen. Na

terugstorten van de tijdelijk elders gestorte specie resteert een een volume van bijna 1 miljoen in situ m³ specie.

Nadelen van de varianten E-2 en E-4 zijn dezelfde als reeds bij het nulalternatief (5.2) en bij het herinrichtingsalternatief (5.3) zijn genoemd. Deze nadelen zijn samengevat:

- de grondwateremissies uit het verleden worden door de isolatie niet ongedaan gemaakt.
- bij het verwijderen van de specie en opslag elders treden opnieuw wateremissies op richting grondwater maar ook naar het oppervlaktewater.
- het volume van de reeds gestorte specie en ten dele reeds geconsolideerde specie wordt door de verwijdering en storten opnieuw vergroot waardoor het effectief stortvolume bij deze herinrichtingsvarianten ongunstig is ten opzichte van de niet-herinrichtingsvarianten.
- Voordeel van de volumevarianten E-2 en E-4 is dat dit nadelige effect procentueel veel gunstiger is vergeleken met het herinrichtingsalternatief C omdat gestort wordt tot NAP +15 m in plaats van NAP +5 m.

5.5.5 Afwerking bovenzijde stortplaats

Bij de voorgaande alternatieven is aangegeven welke afwerking aan de bovenzijde mogelijk is. Bij dit alternatief resteren drie oplossingen:

- Afwerking met zand tot NAP +5,0 m
- Afwerking met klei tot NAP +5,0 m
- Afwerking met zand en een waterdichte bovenafdichting met gasonttrekkings-systeem

De eerste twee oplossingen veroorzaken een stijging van het freatisch peil tot circa NAP +3 tot +4 m. Het stijghoogteverschil tussen onder- en bovenzijde van de specie zal toenemen tot naar schatting 1 tot 2 m. Uitgaande van een ongunstige waarde van 2 m bedraagt de stationaire wateremissie naar het grondwater circa 13 mm/j. Daarnaast zal verontreinigd water via de bovenzijde van de specie in de bodem kunnen infiltreren indien dit niet apart wordt opgevangen.

Samengevat kan gesteld worden dat de emissies naar het grondwater in de stationaire fase groter zijn vergeleken met variant A-1 van de voorgenomen activiteit.

Deze emissies zijn echter te verminderen door aan de bovenzijde van de specie een waterdichte bovenafdichting aan te brengen. Hierdoor zal op termijn het freatisch peil in de specie dalen naar een niveau dat gelijk is aan de stijghoogte van het grondwater aan de onderzijde van de specie. Immers aanvoer van elders treedt niet op in verband met de isolatie. De wateremissie naar het grondwater is dan nul. De nuttige neerslag kan worden opgevangen en is niet verontreinigd.

In de periode tussen vulling en eind consolidatie zal een deel van het afstromend water verontreinigd zijn en in het grondwater infiltreren indien dit niet wordt opgevangen. Zie de eerder gemaakte opmerkingen bij de voorgenomen activiteit. De meest milieuvriendelijke oplossing is dan ook een tijdelijk afdichting aan te brengen zodra de specie goed begaanbaar is en zonder al te grote risico's een afdichting aangebracht kan worden. Hierbij moet gedacht worden aan een periode van 5 tot 10 jaar na beëindiging van de stortfase.

5.5.6 Meest milieuvriendelijke elementen

Naast de bij de andere alternatieven genoemde elementen zoals een hoge stortdichtheid is het meest milieuvriendelijke element bij dit alternatief in het bijzonder:

- isolatie van de stortplaats met een bitumenmat vanaf een niveau hoger dan NAP -2,5 m, met inbegrip van het Werkhaventerrein. Deze isolatie moet met de nodige aandacht gelegd worden in verband met ongelijke zettingen van het Werkhaven terrein (dammen).
- aanbrengen van een waterdichte bovendichting op de specie 5 tot 10 jaar na de beëindiging van het storten. Deze afdichting zal in de beginfase veel onderhoud vergen in verband met de ongelijke zettingen van de specie en na verloop van tijd volledig vernieuwd moeten worden.

Door de peilbeheersing die door het aanbrengen van de afdichting gerealiseerd wordt is de wateremissie naar het grondwater nul en kan het oppervlakte water zonder zuivering geloosd worden.

Het bergingsvolume kan nog optimaler benut worden door de stortingen enige jaren na de vulfase te hervatten en nog 10 tot 15 jaar te vervolgen. De eindhoogte van de specie zal na consolidatie tussen NAP +10 en +15 m zijn. De stortcapaciteit wordt hierdoor vergroot tot circa 4 miljoen m³. Ook de wateremissies zijn relatief lager. Deze variant van het volumealternatief

scoort daarom nog hoger. Wel moet na afdichting van het depot aan de bovenzijde rekening worden gehouden met circa 50.000 tot 75.000 m³ verontreinigd hangwater op de zeer lange termijn (enige honderden jaren) in het grondwater kan vrijkomen in verband met de vrij hoge eindhoogte van het depot.

6. VERGELIJKING VAN DE ALTERNATIEVEN

Bergingsvolume

Wordt het volume van de specie dat geborgen kan worden vergeleken en wordt vervolgens hieraan de grootte van de grondwateremissies in de consolidatiefase gekoppeld, dan scoren alternatief A-1 (voorgenomen activiteit met isolatie vanaf een niveau van NAP -2,50 m) en alternatief E hoog (volume variant met dezelfde isolatie als bij variant A-1).

Alternatief E scoort in feite hoger omdat de hoeveelheid specie die geborgen kan worden circa 3 maal groter is en de wateremissie per gestorte m³ specie na 1993 slechts een derde. Wordt de stortperiode na 5 jaar consolidatie met 10 tot 15 jaar verlengd dan wordt het bergingsvolume circa een factor 5 hoger dan de voorgenomen activiteit.

Het herinrichtings alternatief scoort laag omdat slecht 50 % van de specie van alternatief A-1 geborgen kan worden, ondanks het voordeel dat de wateremissie laag is.

Het nulalternatief scoort laag omdat zonder berging toch een wateremissie plaatsvindt.

In tabel 6.1 zijn van de beschouwde alternatieven en meest belovende varianten het effectief bergingsvolume (na 1993) weergegeven alsmede de wateremissies per gestort m³ specie.

Eindafwerking

In alle alternatieven scoort een waterdichte eindafdichting hoog. Bij het volumealternatief is dit zelfs een noodzaak om de wateremissies naar het grondwater in de stationaire fase te reduceren.

Samenvattende vergelijking

Wordt het totaal beoordeeld dan scoort alternatief A-1 hoog, en volume alternatief E nog hoger. Aan de hogere score zijn echter een aantal voorwaarden verbonden:

- De bovenzijde van de specie moet worden voorzien van een waterdichte bovenafdichting.
- De dijk op de specie dient zeer gefaseerd in een periode van circa 12 jaar opgebouwd te worden.
- De onderafdichting op het Werkhaventerrein dient zeer zorgvuldig ontworpen te worden aangezien de ondergrond ongelijkmatig zakt.

Tabel 6.1 - Vergelijking alternatieven en varianten naar bergingsvolume en waterremissies

Alternatief	Stort-hoogte tov NAP in (m)	Stort-periode na 1993 (j)	Inrichtings-volume vanaf 1979 (m ³)	effectief bergingsvolume na 1992 (in situ m ³)	watermissie naar grondwater		retourwater tot eind vulfase	
					cum. (m ³)	(per m ³ specie)	cum.(m ³)	(per m ³ specie)
A	+5		1.025.000	642.000	458.000	0,71	1.560.000	2,43
A-1	+5	5	1.025.000	597.000	143.000	0,24	1.650.000	2,76
A-3	+5	5	1.025.000	658.000	168.000	0,26	1.060.000	1,61
B	-2,5	-	497.000	0	49.000	49.000	1.152.000	zeer hoog
C	+5	5	1.025.000	303.000	49.000	0,16	1.430.000	3,77
C-1	+5	12	1.025.000	511.000	49.000	0,10	1.630.000	2,19
D(=A-1)	+5	5	1.025.000	597.000	143.000	0,24	1.430.000	2,39
E	+15	12	2.236.000	1.855.000	155.000	0,08	2.050.000	1,11

7. REFERENTIES

1 Gibson R.E. et al., 1981.

The theory of the one-dimensional consolidation of saturated clays II
Can. Geotech. Journal, 18, pp. 280-293

2 Projectgroep speciedepots

Werkgroep referentie-ontwerp speciedepot

Tussenrapporten december 1991 en februari 1993

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DHV/W+B/v. Oord

BIJLAGE II-1

Volume van de inrichting, bergingsvolume na 1993 en wateremis-
sies in m³

	vulperiode	Inrichting					volumeverandering door uitlevering						
		vulperiode in	vulhoogte tov NAP	oppervlakte bovenzijde specie bij vulling *1000 (m2)	volume inrichting *1000 (m3)	beschikbaar volume na 1993 *1000 (m3)	effectief volume incl. 10 % gas *1000 (m3)	volume in situ *1000 (m3)	volume in beun *1000 (m3)	volume tijdens storten *1000 (m3)	volume na sedimenta- tie in stort *1000 (m3)	bovenzijde specie na consolidati tov NAP (m)	isolatie vanaf tov NAP (m)
A - Voorgenomen activiteit	1993/97	5	84.5	1025	655	590	641	690	1278	996	-1.50	neen	
A-1 (rho =1200 kg/m3, folie vanaf NAP -2,5 m)		5	84.5	1025	655	590	597	642	1190	927	-1.50	>NAP-2.5	
A-2 (rho =1350 kg/m3, zonder folie)		5	84.5	1025	655	590	693	747	747	747	-1.40	neen	
A-3 (rho =1350 kg/m3, folie vanaf NAP -2,5 m)		5	84.5	1025	655	590	658	708	708	708	-1.47	>NAP-2.5	
A-4 (rho =1100 kg/m3, zonder folie)		5	84.5	1025	655	590	624	672	2882	969	-1.47	neen	
A-5 (rho =1100 kg/m3, folie vanaf NAP -2,5 m)		5	84.5	1025	655	590	593	638	2737	920	-1.47	>NAP-2.5	
B - Nulalternatief	1979/91	-2	68	462	nvt	508	680	732	1357	1056	-6.78	neen	
C - Herinrichtings alternatief	1993/97	5	84.5	1025	1025	923	804	865	1603	1248	-3.20	volledig	
C-1 (vultijd 12 jaar, volledig geïsoleerd met folie)	1993/05	5	84.5	1025	1025	923	923	994	1841	1433	-2.00	volledig	
C-2 (vultijd 12 jaar, niet geïsoleerd met folie)	1993/05	5	84.5	1025	1025	923	1008	1086	2011	1566	-1.50	neen	
D - Klasse 2 en 3 alternatief	1993/97	5	84.5	1025	655	590	641	690	1278	996	-1.50	neen	
E - Volumealternatief (bodem op NAP-16 en +3 m)	1993/05	15	130.2	2236	1936	1742	1855	1998	3700	2882	3.50	>NAP-2.5	
E-1 (herinrichting, bodem NAP-16 en +3 m)	1993/05	15	130.2	1937	1937	1743	1776	1912	3541	2758	2.00	volledig	
E-2 (herinrichting, bodem op NAP-16 m)	1993/05	15	130.2	2224	2224	2002	2044	2201	4077	3175	2.00	volledig	
E-3 (dijk binnen Averijterrein, folie vanaf NAP-2.5 m)	1993/05	15	70.7	1611	1311	1180	1261	1357	2514	1958	3.50	>NAP-2.5	
E-4 (als E-3 doch herinrichting.)	1993/05	15	70.7	1611	1611	1450	1482	1596	2955	2302	2.00	volledig	
E-5 (als E-3 doch oostelijke dijk op Werkhaventer.)	1993/05	15	91.5	1805	1505	1355	1447	1558	2886	2248	3.50	>NAP-2.5	
E-6 (als E-5 doch herinrichting)	1993/05	15	91.5	1805	1805	1625	1660	1788	3311	2579	2.00	volledig	

altern.	wateremssies in m3								specie na consolidatie		volumieke massa						
	naar grondwater tijdens consolidatie specie cumulatieve hoeveelheid			naar oppervlakte water tijdens consolidatie specie cumulatieve hoeveelheid			cumulatief wegzijging via waterschijf (=toevoer	cumulatief negatief retourwat.)	na consoli uit stort bij 0,5 m pot. verschil ')	Hydraulische dikte weerstand specie (gewogen (gewogen gemiddelde) gemiddelde)	in situ	oppakken en transport in beun	storten	na sedi- mentatie	water	na vulling	
	tot 1993 *1000 (m3)	tot vulling *1000 (m3)	tot 2200 *1000 (m3)	tot 1993 *1000 (m3)	tot vulling *1000 (m3)	tot 2200 *1000 (m3)	*1000 (m3)	*1000 (m3)	(mm/j)	(dagen)	(m)	(kg/m3)	(kg/m3)	(kg/m3)	(kg/m3)	(kg/m3)	(kg/m3)
A -	48.5	357	458	1130	1560	3820	221	138	3.85	46420	7.11	1375	1350	1200	1250	1024	1406
A-1	48.5	80	143	1130	1650	3950	22	71	5.09	42953	7.07	1375	1350	1200	1250	1024	1379
A-2	50	356	476	985	1020	3260	223	253	3.30	52689	7.17	1375	1350	1350	1350	1024	1437
A-3	48.6	87	168	850	1060	3350	22	72	4.16	48987	7.15	1375	1350	1350	1350	1024	1415
A-4	59.1	366	469	2040	3950	6210	213	154	3.86	46447	7.11	1375	1350	1100	1250	1024	1395
A-5	48.1	85.9	150	2040	4030	6340	21	80	5.03	43139	7.10	1375	1350	1100	1250	1024	1377
B - Nul.	49	60	75	1130	1152	2344	0	4	10.00	32119	6.61	1375	1350	1200	1250	1024	1494
C - Her.	nvt	1	1	nvt	1430	3830	1	99	6.87	30177	5.99	1375	1350	1200	1250	1024	1330
C-1	nvt	19	19	nvt	1630	4080			5.59	36311	6.66	1375	1350	1200	1250	1024	1375
C-2	nvt	327	1160	nvt	1480	3100	196	0	4.07	43645	6.90	1375	1350	1200	1250	1024	1408
D -	48.5	357	458	1130	1560	3820	221	138	3.85	46420	7.11	1375	1350	1200	1250	1024	1406
E - Vol.	46	72	155	1100	2050	5200	16	0	3.41	53297	7.90	1375	1350	1200	1250	1024	1398
E-1	nvt	8	8	nvt	1380	4620	8	66	3.89	42599	7.40	1375	1350	1200	1250	1024	1382
E-2	nvt	9	9	nvt	2030	6260	9	84	3.59	50007	8.20	1375	1350	1200	1250	1024	1383
E-3	46	96.4	208	980	2290	5490	14	0	3.14	63078	8.70	1375	1350	1200	1250	1024	1399
E-4	nvt	8	8	nvt	1920	5530	8	72	3.62	49156	8.09	1375	1350	1200	1250	1024	1383
E-5	45	105	2260	1050	2370	6030	17	0	3.19	61194	8.55	1375	1350	1200	1250	1024	1399
E-6	nvt	9	9	nvt	1940	6006	9	83	3.67	47850	7.96	1375	1350	1200	1250	1024	1383

altern.	hydraulische weerstand (dagen)					oppervlakte (m2) *1000					dikte specie in centrum stort na 20					wateremissie na de consolidatie fase (200 jaar) in				
	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5	v1	v2	v3	v4	v5
	bodem tpv verticaal in n tov NAP -16 m -13 m -7,5 m -2.5 m 2.5 m															stijghoogteverschil boven en onderzi 0.5				
	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm/j)	(mm/j)	(mm/j)	(mm/j)	(mm/j)
A -	106000	83400	48800	28500	5950	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.5	8.37	5.31	1.96	1.72	2.19	3.74	6.40	30.67
A-1	106000	83400	48800	17800	2350	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.5	8.37	5.25	1.88	1.72	2.19	3.74	10.25	77.66
A-2	115000	94100	56800	34100	7790	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.7	8.43	5.37	1.95	1.59	1.94	3.21	5.35	23.43
A-3	115000	94100	56800	22700	3920	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.7	8.43	5.32	1.93	1.59	1.94	3.21	8.04	46.56
A-4	106000	83900	48900	28400	5830	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.5	8.37	5.31	1.94	1.72	2.18	3.73	6.43	31.30
A-5	106000	83900	48900	18100	2470	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.5	8.37	5.29	1.93	1.72	2.18	3.73	10.08	73.89
B - Nul.	55600	36000	9670	nvt	nvt	16381	12326	19266	nvt	nvt	9.22	7.4	3.88	n	nv	3.28	5.07	18.87	nvt	nvt
C - Her.	73900	58700	32900	13800	1860	16381	12326	19266	22500	26550	10.9	9.55	7.1	4.63	1.66	2.47	3.11	5.55	13.22	98.12
C-1	87100	70400	40500	17100	2390	16381	12326	19266	22500	26550	12.1	10.6	7.87	5.14	1.9	2.10	2.59	4.51	10.67	76.36
C-2	97700	79000	46900	26900	5710	16381	12326	19266	22500	26550	12.6	11.1	8.26	5.17	1.92	1.87	2.31	3.89	6.78	31.96
D -	106000	83400	48800	28500	5950	16381	12326	19266	22500	26550	13.2	11.5	8.37	5.31	1.96	1.72	2.19	3.74	6.40	30.67
E - Vol.	181000	145000	67800	32200	5110	6323	15146	23653	28508	40218	18.1	14.9	10.4	7.03	2.81	1.01	1.26	2.69	5.67	35.71
E-1	130000	103000	59900	29100	4910	6013	13949	21739	26174	36903	16.5	13.6	9.67	6.68	2.75	1.40	1.77	3.05	6.27	37.17
E-2	130000	103000	59900	29100	4910	11879	22635	28755	30661	39763	16.5	13.6	9.67	6.68	2.75	1.40	1.77	3.05	6.27	37.17
E-3	181000	145000	67800	32200	5110	13125	15766	22937	26624	36668	18.1	14.9	10.4	7.03	2.81	1.01	1.26	2.69	5.67	35.71
E-4	130000	103000	59900	29100	4910	13125	15766	22937	26624	36668	16.5	13.6	9.67	6.68	2.75	1.40	1.77	3.05	6.27	37.17
E-5	181000	145000	67800	32200	5110	13627	17849	26415	30952	42892	18.1	14.9	10.4	7.03	2.81	1.01	1.26	2.69	5.67	35.71
E-6	130000	103000	59900	29100	4910	13627	17849	26415	30952	42892	16.5	13.6	9.67	6.68	2.75	1.40	1.77	3.05	6.27	37.17

BIJLAGE II-2

Boringen B1 t/m B3

LEGENDA GRONDBESCHRIJVING VOLGENS (NEN 5104)

NIET - SAMENHANGENDE GRONDEN

grind (G) (2-63 mm) $\geq 30\%$

indeling naar deeltjes grind en zand (63 μm -2 mm)

	grind	zand
	90-100%	0-10%
	70-90%	10-30%
	50-70%	30-50%
	30-50%	50-70%
	20-70%	leem

indeling grind naar korrelgrootte

f	fijn	2 - 5,6 mm
mg	matig grof	5,6 - 16 mm
zg	zeer grof	16 - 63 mm

zand (Z) (63 μm -2 mm) $\geq 50\%$

indeling naar deeltjes lutum+silt (< 63 μm) en lutum (< 2 μm)

	< 63 μm	< 2 μm
	0-10%	0-5%
	10-17,5%	0-5%
	17,5-32,5%	0-8%
	32,5-50%	0-8%
	5-17,5%	5-8%

indeling zand naar korrelgrootte

uf	uiterst fijn	63-105 μm
zf	zeer fijn	105-150 μm
mf	matig fijn	150-210 μm
mg	matig grof	210-300 μm
zg	zeer grof	300-420 μm
ug	uiterst grof	420-2000 μm

SAMENHANGENDE GRONDEN

leem (L) (< 63 μm) $\geq 50\%$

indeling naar deeltjes lutum+silt (< 63 μm) en zand

	< 63 μm	zand
	>85%	0-15%
	50-85%	15-50%

klei (K) (< 2 μm) $\geq 8\%$

indeling naar deeltjes (< 2 μm) en zand

	< 2 μm	zand
	>50%	>50%
	35-50%	>50%
	25-35%	<50%
	8-25%	<50%
	17,5-25%	>50%
	12-17,5%	>50%
	8-12%	>50%

veen (V) (> 15 à 30% m/m organische stof)

indeling naar bijmenging % minerale delen lutum

	org. stof	< 2 μm
	35-100%	0-30%
	25-70%	>8%
	16-45%	>8%
	22,5-41%	<8%
	15-25%	<8%

toevoegingen

	zand	leem	klei
	< 2,5%	< 3,5%	< 5% org. stof
	2,5-8%	3,5-10%	5-16% org. stof
	8-15%	10-22,5%	16-30% org. stof
	< 0,5% grind		
	5-15% grind		
	15-30% grind		

Kalkloos	Ca1	< 0,5%	CaCo3
Kalkarm	Ca2	0,5-2%	CaCo3
Kalkrijk	Ca3	> 2%	CaCo3

bijzondere aanduidingen

	schelpen	peilbuis	fictieve peilbuis
	enkel klei- of leemlaagje		
	veel klei- of leemlaagjes		
	puin		
	bestrating		
	houtresten		
	ijzerhoudend		
	gesteente		

L = löss M = keileem (morene) PK = potklei

WATERSTANDEN:

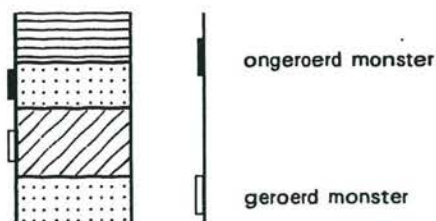
	G.W.ST. gemeten grondwaterstand
	G.H.G. gemiddelde hoogste grondwaterstand
	G.L.G. gemiddelde laagste grondwaterstand

DOORLATENDHEID:

De doorlatendheid van de grond, naar schatting verkregen in het veld

K1 = doorlatendheid	< 0,50 m'/etmaal
K2 = doorlatendheid	0,51 - 1,50 m'/etmaal
K3 = doorlatendheid	1,50 - 4,99 m'/etmaal
K4 = doorlatendheid	5,00 - 24,99 m'/etmaal
K5 = doorlatendheid	> 25 m'/etmaal

GRONDMONSTERS



indeling naar verweringsgraad

I	= nog niet verweerd
II	= iets verweerd
III	= vrij sterk verweerd
IV	= sterk verweerd
V	= volkomen verweerd

indeling naar dichtheid van zand

VL	= zeer los
L	= los
MD	= tamelijk dicht
D	= dicht
VD	= zeer dicht

spreiding naar gelijkmatigheidscoëfficiënt van zandfractie D60/D10

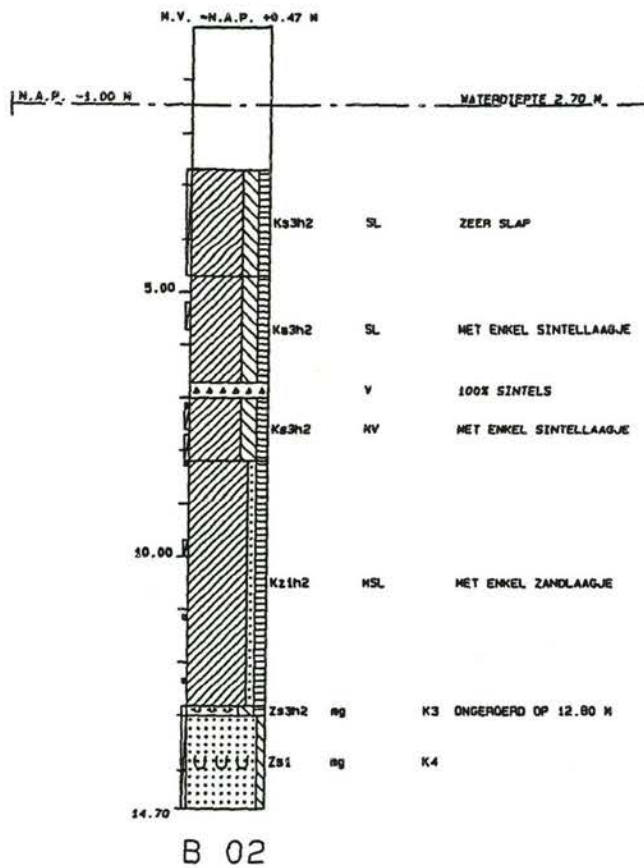
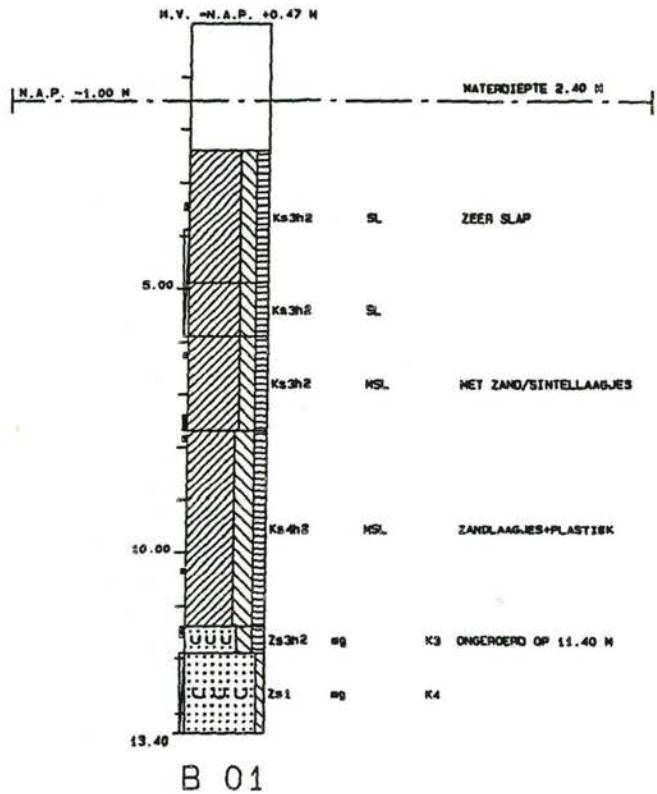
	D60/D10
W	= zeer groot > 3,0
P	= matig groot 2,2-3,0
P _v	= matig klein 1,8-2,2
P _g	= zeer klein < 1,8

indeling naar consistentie van klei, leem en veen

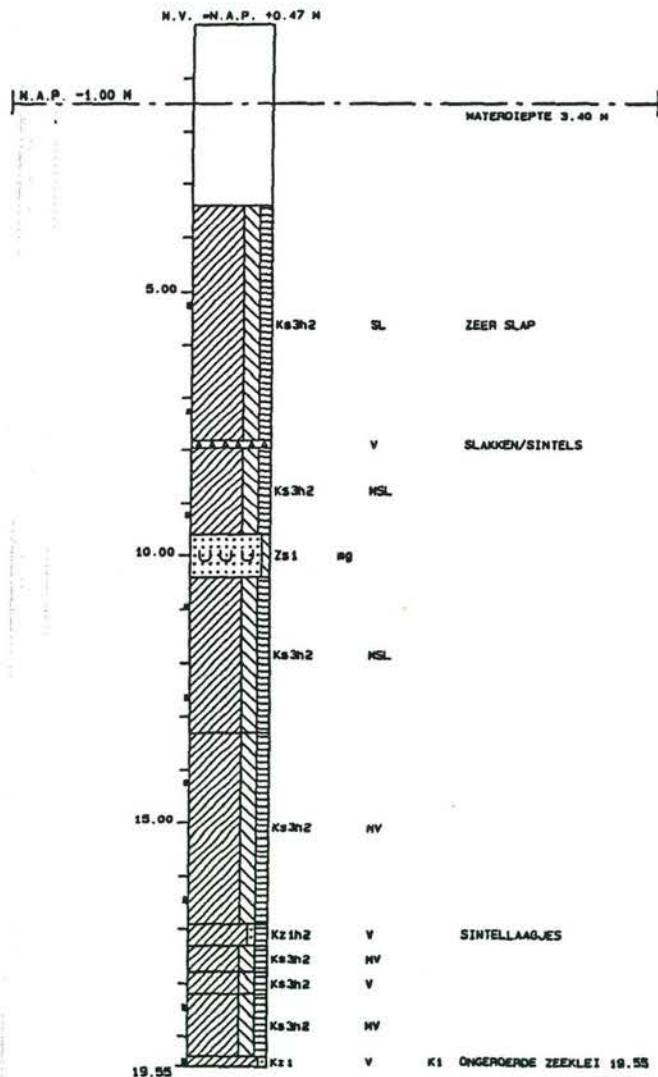
H	= hard
V	= vast
MV	= matig vast
MSL	= matig slap
SL	= slap



Amersfoort



HOOGOVS		Getekend volgens NEN 5104	
		TDPK: X= 99.5 DX=0.4 Km Y= 498.0 DY=0.4 Km	AVERIJ
Bodemonderzoek 	AVERIJHAVEN BODEMONDERZOEK IJMUIDEN	Uitvoeringsdatum 92-07-10 - 92-07-24	SCHAAL 1: 100
	G-0773-21-001		



B 03

HOOGOVS		Getekend volgens NEN 5104	
TOPK:		X= 99.5 DX=0.4 Km	AVERIJ
		Y= 498.0 DY=0.4 Km	
Bodemonderzoek		Uitvoeringsdatum	SCHAAL
		92-07-10 - 92-07-24	1: 100
AVERIJHAVEN BODEMONDERZOEK IJMUIDEN		G-0773-21-001	

BIJLAGE II-3

Retourwater hoeveelheden zonder en met hergebruik tijdens de
vulfase

HOEVEELHEDEN TE ZUIVEREN WATER BIJ HERGEBRUIK VAN RETOURWATER

Hergebruik van retourwater als proceswater bij het leegzuigen van de beun op de losplaats bij de Werkhaven en het transporteren van de specie naar de Averijhaven is mogelijk. De hoeveelheid (=proceswater) is maximaal 44 % van de productie (= volume gestorte specie).

De hoeveelheid retourwater die maximaal gezuiverd moet worden is in dat geval 310 m³/d in het 15 en 16 jaar van vulling (1993/1994) volgens tabel II-3.1. Uit deze tabel, overeenkomend met de voorgenomen activiteit waarbij het talud boven NAP -2,50 m is voorzien van een folie, blijkt dat de te zuiveren hoeveelheid in 2,5 jaar tot nul afneemt en in de volgende 2,5 jaar van de vulfase tussen 35 m³/d (afgevoerd) en -45 m³/d aangevoerd ligt. Na de stortfase is deze hoeveelheid ruim 100 m³/d en neemt af tot 29 m³/d. Dit laatste getal is het neerslagoverschot.

Bij alternatief C varieert de retourwaterhoeveelheid zonder hergebruik tussen 300 en 1300 m³/d en bij maximaal hergebruik tussen 190 en 730 m³/d. Na de vulfase is deze tot 10 jaar na het beeindigen van de vulling 100 m³/d en verminderd daarna geleidelijk tot 29 m³/d.

Bij alternatief E-3, het volumealternatief binnen het Averijgebied, varieert het retourwaterdebiet in de vulfase tussen 150 en 480 m³/d. Indien hergebruik van retourwater plaatsvindt zal het retourwater dat geloosd moet worden gedurende de eerste drie jaar van de vulperiode van 12 jaar circa 245 m³/d bedragen en daarna circa 100 m³/d. Zie ook bijgaande tabellen.

Tabel II-3.1: AVERIJHAVEN, voorgenomen activiteit, vulhoogte NAP +5 m, folie vanaf -2,5 m (A-1.wq1)

Uitvoer ten behoeve van waterbalans

jaren	waterpeil (m NAP)	specleniveau (m NAP)	neerslag (m3/d) in	som productie (m3/d) in	dijkse kwel (m3/d) in	inzijging (m3/d) uit	som Q-op (m3/d)	som-Q-sed (m3/d)	som Q-neer (m3/d) uit	retourwater (m3/d) uit sluitpost	maximaal te	minimaal
											hergebruiken/ toegevoegd proceswater tijdens stormen (m3/dag)	te lozen (positief of maximaal extern toe te voegen (m3/dag)
0	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.47	-16.00	29.11	203.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	232.42	92.97	139.45
0.25	0.47	-15.00	29.11	203.31	0.00	0.00	7.21	0.00	13.33	219.09	92.97	128.11
0.5	0.47	-14.02	29.11	203.31	0.00	0.00	14.64	0.00	14.34	218.08	92.97	125.11
0.75	0.47	-13.06	29.11	339.74	0.00	0.00	17.21	0.00	12.00	356.85	155.36	201.49
1	0.47	-12.08	29.11	0.00	0.00	0.00	24.03	0.00	23.16	5.95	0.00	5.95
1.25	0.47	-12.18	29.11	0.00	0.00	0.00	11.48	0.00	7.28	21.83	0.00	21.83
1.5	0.47	-12.26	29.11	0.00	0.00	0.00	10.02	0.00	5.34	23.77	0.00	23.77
1.75	0.47	-12.35	29.11	0.00	0.00	0.00	8.96	0.00	4.24	24.87	0.00	24.87
2	0.47	-12.40	29.11	0.00	0.00	0.00	7.95	0.00	3.52	25.59	0.00	25.59
2.5	0.47	-12.51	29.11	0.00	0.00	0.00	6.04	0.00	2.52	26.59	0.00	26.59
3	0.47	-12.59	29.11	0.00	0.00	0.00	4.47	0.00	1.88	27.23	0.00	27.23
3.5	0.47	-12.65	29.11	0.00	0.00	0.00	3.25	0.00	1.40	27.70	0.00	27.70
4	0.47	-12.69	29.11	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	1.06	28.05	0.00	28.05
4.5	0.47	-12.72	29.11	0.00	0.00	0.00	1.72	0.00	0.81	28.30	0.00	28.30
5	0.47	-12.74	29.11	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	0.62	28.49	0.00	28.49
5.5	0.47	-12.76	29.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.47	28.63	0.00	28.63
6	0.47	-12.77	29.11	321.89	0.00	0.00	0.68	0.00	0.38	350.64	147.20	203.44
6.5	0.47	-10.92	29.11	321.89	0.00	0.00	29.02	0.00	12.63	338.37	147.20	191.18
7	0.47	-9.09	29.11	477.81	0.00	0.00	29.58	0.00	13.71	493.01	218.40	274.60
7.5	0.47	-7.25	29.11	0.00	0.00	0.00	29.48	0.00	14.16	14.95	0.00	14.95
8	0.47	-7.44	29.11	0.00	0.00	0.00	20.04	0.00	8.90	20.21	0.00	20.21
8.5	0.47	-7.60	29.11	0.00	0.00	0.00	18.99	0.00	7.12	21.99	0.00	21.99
9	0.47	-7.76	29.11	0.00	0.00	0.00	17.67	0.00	6.03	23.08	0.00	23.08
9.5	0.47	-7.91	29.11	0.00	0.00	0.00	16.13	0.00	5.24	23.87	0.00	23.87
10	0.47	-8.04	29.11	0.00	0.00	0.00	14.51	0.00	4.60	24.51	0.00	24.51
10.5	0.47	-8.16	29.11	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	4.08	25.03	0.00	25.03
11	0.47	-8.27	29.11	0.00	0.00	0.00	11.62	0.00	3.66	25.45	0.00	25.45
11.5	0.47	-8.38	29.11	0.00	0.00	0.00	10.37	0.00	3.28	25.83	0.00	25.83
12	0.47	-8.47	29.11	1309.43	0.00	0.00	9.28	332.91	2.97	1335.58	598.78	736.78
12.5	0.47	-5.04	29.11	1829.64	0.00	0.00	150.98	465.16	26.16	1832.59	836.67	995.92
13	0.47	-1.55	29.11	0.00	0.00	0.00	203.37	0.00	27.67	1.44	0.00	1.44
13.5	0.47	-1.85	29.11	0.00	0.00	0.00	62.79	0.00	15.93	13.18	0.00	13.18
14	0.47	-2.12	29.11	0.00	0.00	0.00	54.01	0.00	12.61	16.49	0.00	16.49
14.5	0.47	-2.36	29.11	0.00	0.00	0.00	46.28	0.00	10.59	18.51	0.00	18.51
15	0.47	-2.58	29.11	535.48	0.00	0.00	39.18	136.14	9.17	555.42	244.87	310.58
16	0.47	-1.08	29.11	535.48	0.00	0.00	112.46	136.14	12.66	551.93	244.87	307.06
17	1.40	0.40	29.11	535.48	-1.21	0.00	115.45	136.14	13.11	358.30	244.87	113.43
17.5	2.13	1.13	29.11	535.48	-2.15	0.01	116.11	136.14	24.95	222.00	244.87	-22.86
18	2.84	1.84	29.11	535.48	-3.07	0.01	116.48	136.14	24.09	211.17	244.87	-33.70
18.25	3.20	2.20	29.11	535.48	-3.53	0.01	116.69	136.14	24.35	201.23	244.87	-43.64
18.5	3.56	2.56	29.11	706.42	-4.00	0.02	130.21	179.60	24.66	358.92	323.04	35.88
18.75	3.92	2.92	29.11	706.42	-4.46	0.02	141.44	179.60	24.92	353.98	323.04	30.92
19	4.27	3.27	29.11	706.42	-4.92	0.02	145.65	179.60	25.16	347.22	323.04	24.19
19.5	4.98	3.98	29.11	706.42	-5.84	0.03	150.18	179.60	25.50	335.88	323.04	12.84
20	5.69	4.69	29.11	0.00	-6.76	0.03	151.69	0.00	25.79	-387.93	0.00	-387.93
21	4.22	4.22	29.11	0.00	-4.85	0.00	102.64	0.00	19.71	394.39	0.00	394.39
22	3.79	3.79	29.11	0.00	-4.30	0.00	67.30	0.00	15.88	115.92	0.00	115.92
23	3.41	3.41	29.11	0.00	-3.80	0.00	45.82	0.00	13.86	105.43	0.00	105.43
24	3.07	3.07	29.11	0.00	-3.37	0.00	41.92	0.00	12.27	93.74	0.00	93.74
25	2.75	2.75	29.11	0.00	-2.95	0.00	38.50	0.00	10.76	90.43	0.00	90.43
30	1.49	1.49	29.11	0.00	-1.32	0.00	21.90	0.00	5.75	78.24	0.00	78.24
35	0.59	0.59	29.11	0.00	-0.18	0.00	14.58	0.00	3.35	62.77	0.00	62.77
40	0.47	-0.08	29.11	0.00	0.00	0.00	8.75	0.00	2.18	31.91	0.00	31.91
45	0.47	-0.61	29.11	0.00	0.00	0.00	6.28	0.00	1.72	27.38	0.00	27.38
50	0.47	-1.03	29.11	0.00	0.00	0.00	4.61	0.00	1.41	27.70	0.00	27.70
60	0.47	-1.63	29.11	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.77	28.34	0.00	28.34
70	0.47	-2.02	29.11	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.56	28.55	0.00	28.55
80	0.47	-2.28	29.11	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	0.40	28.71	0.00	28.71
90	0.47	-2.45	29.11	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.28	28.83	0.00	28.83
100	0.47	-2.58	29.11	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.20	28.91	0.00	28.91
110	0.47	-2.65	29.11	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.14	28.97	0.00	28.97
120	0.47	-2.70	29.11	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.10	29.01	0.00	29.01
130	0.47	-2.74	29.11	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.07	29.04	0.00	29.04
140	0.47	-2.77	29.11	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.05	29.05	0.00	29.05
150	0.47	-2.79	29.11	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	29.06	0.00	29.06
160	0.47	-2.81	29.11	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.03	29.07	0.00	29.07
170	0.47	-2.81	29.11	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	29.08	0.00	29.08
180	0.47	-2.82	29.11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	29.08	0.00	29.08
190	0.47	-2.83	29.11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	29.08	0.00	29.08
200	0.47	-2.83	29.11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	29.09	0.00	29.09

AVERIJHAVEN, Herinrichtings alternatief NAP +5 (C.WQ1,4,WQ1)

Uitvoer ten behoeve van waterbalans

jaren	waterpeil (m NAP)	specie nivea (m NAP)	neerlag (m3/d) in	som product (m3/d) in	dijkas kwel (m3/d) in	inzijging (m3/d) uit	som Q-op (m3/d)	som Q-seed (m3/d)	som Q-neer (m3/d) uit	retourwater (m3/d) sluippost uit	maximaal te hergebruiken/ toegevoegd proceswater tijdens stortien (m3/dag)	minimaal te lozen (positief) of maximaal extern toe te voegen (m3/dag)
0	0.47	-18.00	29.11	302.95	0.00	0.00	0.00	77.02	0.00	332.06	138.54	193.52
0.25	0.47	-14.94	29.11	302.95	0.00	0.00	43.70	77.02	0.00	332.06	138.54	193.52
0.5	0.47	-13.92	29.11	302.95	0.00	0.00	43.93	77.02	0.00	332.06	138.54	193.52
0.75	0.47	-12.90	29.11	529.21	0.00	0.00	44.07	134.54	0.00	558.32	242.00	316.32
1	0.47	-11.88	29.11	529.21	0.00	0.00	75.18	134.54	0.00	558.32	242.00	316.32
1.25	0.47	-10.85	29.11	529.21	0.00	0.00	75.78	134.54	0.00	558.32	242.00	316.32
1.5	0.47	-9.83	29.11	529.21	0.00	0.00	75.68	134.54	0.00	558.32	242.00	316.32
1.75	0.47	-8.80	29.11	529.21	0.00	0.00	75.50	134.54	0.00	558.32	242.00	316.32
2	0.47	-7.78	29.11	880.22	0.00	0.00	75.27	223.79	0.00	909.33	402.51	506.82
2.25	0.47	-6.78	29.11	880.22	0.00	0.00	118.85	223.79	0.00	909.33	402.51	506.82
2.5	0.47	-5.73	29.11	880.22	0.00	0.00	120.88	223.79	0.00	909.33	402.51	506.82
2.75	0.47	-4.71	29.11	880.22	0.00	0.00	121.07	223.79	0.00	909.33	402.51	506.82
3	0.47	-3.68	29.11	880.22	0.00	0.00	120.64	223.79	0.00	909.33	402.51	506.82
3.25	0.47	-2.63	29.11	1283.99	0.00	0.00	120.12	328.44	0.00	1313.10	587.15	725.95
3.5	0.47	-1.61	29.11	1283.99	0.00	0.00	186.29	328.44	0.00	1313.10	587.15	725.95
3.75	0.47	-0.60	29.11	1283.99	0.00	0.00	188.32	328.44	0.00	1313.10	587.15	725.95
4	1.455	0.45	29.11	1283.99	-0.00	0.00	188.15	328.44	0.00	500.38	587.15	-88.77
4.25	2.47	1.47	29.11	1283.99	-0.00	0.00	167.01	328.44	0.00	418.42	587.15	-168.74
4.5	3.52857143	2.53	29.11	1756.80	-0.00	0.00	185.33	446.84	0.00	788.97	803.38	-14.39
4.75	4.57	3.57	29.11	1756.80	-0.01	0.00	214.08	446.84	0.00	739.50	803.38	-63.86
5	5.61	4.61	29.11	0.00	-0.01	0.00	214.77	0.00	0.00	-1082.83	0.00	-1082.83
5.25	4.46889565	4.47	29.11	0.00	-0.01	0.00	201.59	0.00	0.00	1245.77	0.00	1245.77
5.5	4.3273913	4.33	29.11	0.00	-0.00	0.00	188.40	0.00	0.00	174.07	0.00	174.07
5.75	4.18608896	4.19	29.11	0.00	-0.00	0.00	175.22	0.00	0.00	172.84	0.00	172.84
6	4.04478281	4.04	29.11	0.00	-0.00	0.00	182.03	0.00	0.00	171.82	0.00	171.82
6.25	3.90347828	3.90	29.11	0.00	-0.00	0.00	148.85	0.00	0.00	170.40	0.00	170.40
6.5	3.76217391	3.76	29.11	0.00	-0.00	0.00	135.68	0.00	0.00	169.19	0.00	169.19
6.75	3.63494118	3.63	29.11	0.00	-0.00	0.00	124.82	0.00	0.00	154.21	0.00	154.21
7	3.51878471	3.52	29.11	0.00	-0.00	0.00	115.82	0.00	0.00	142.49	0.00	142.49
7.5	3.28641178	3.29	29.11	0.00	-0.00	0.00	97.83	0.00	0.00	141.27	0.00	141.27
8	3.05405882	3.05	29.11	0.00	-0.00	0.00	79.83	0.00	0.00	139.86	0.00	139.86
8.5	2.83634831	2.84	29.11	0.00	-0.00	0.00	67.48	0.00	0.00	131.25	0.00	131.25
9	2.64252809	2.64	29.11	0.00	-0.00	0.00	64.33	0.00	0.00	118.87	0.00	118.87
9.5	2.44870787	2.45	29.11	0.00	-0.00	0.00	61.18	0.00	0.00	117.77	0.00	117.77
10	2.25488784	2.25	29.11	0.00	-0.00	0.00	58.04	0.00	0.00	116.68	0.00	116.68
12	1.59897959	1.60	29.11	0.00	-0.00	0.00	40.88	0.00	0.00	101.20	0.00	101.20
14	1.05097087	1.05	29.11	0.00	-0.00	0.00	34.78	0.00	0.00	87.00	0.00	87.00
16	0.57583333	0.58	29.11	0.00	-0.00	0.00	27.90	0.00	0.00	77.61	0.00	77.61
18	0.47	0.16	29.11	0.00	0.00	0.00	24.10	0.00	0.00	39.70	0.00	39.70
20	0.47	-0.20	29.11	0.00	0.00	0.00	20.61	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
30	0.47	-1.55	29.11	0.00	0.00	0.00	11.32	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
40	0.47	-2.43	29.11	0.00	0.00	0.00	7.15	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
50	0.47	-3.06	29.11	0.00	0.00	0.00	4.87	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
60	0.47	-3.51	29.11	0.00	0.00	0.00	3.47	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
70	0.47	-3.88	29.11	0.00	0.00	0.00	2.53	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
80	0.47	-4.12	29.11	0.00	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
90	0.47	-4.33	29.11	0.00	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
100	0.47	-4.49	29.11	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
110	0.47	-4.62	29.11	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
120	0.47	-4.73	29.11	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
130	0.47	-4.81	29.11	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
140	0.47	-4.88	29.11	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
150	0.47	-4.95	29.11	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
160	0.47	-4.99	29.11	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
170	0.47	-5.02	29.11	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
180	0.47	-5.06	29.11	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
190	0.47	-5.06	29.11	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11
200	0.47	-5.11	29.11	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	29.11	0.00	29.11

AVERIJHAVEN, volumealternatief E-3, vulhoogte NAP +15 m, folie vanaf -2.5 m (E-3.wq1)

Uitvoer ten behoeve van waterbalans

jaren	waterpeil	specieniveau	neerslag	som produc	dijkse kwel	inzijging	som Q-op	som-Q-sed	som Q-op	som Q-neer	retourwater	maximaal te	minimaal
	(m NAP)	(m NAP)	(m3/d) in	(m3/d) in	(m3/d) in	(m3/d) uit	(m3/d)	(m3/d)	sed.water	(m3/d) uit	(m3/d) sluitpost	hergebruiken/ toegevoegd proceswater tijdens storten (m3/dag)	te lozen (positie of maximaal exte r toe te voegen (m3/dag)
0	0.47	-16.00	34.54	174.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	209.27	79.90	129.37
0.25	0.47	-14.93	34.54	174.73	0.00	0.00	2.48	0.00	0.00	4.36	204.90	79.90	125.00
0.5	0.47	-13.90	34.54	174.73	0.00	0.00	10.86	0.00	0.00	16.34	192.93	79.90	113.02
0.75	0.47	-12.88	34.54	174.73	0.00	0.00	18.14	0.00	0.00	10.91	188.35	79.90	118.45
1	0.47	-11.85	34.54	0.00	0.00	0.00	17.46	0.00	0.00	9.54	24.99	0.00	24.99
1.25	0.47	-11.95	34.54	0.00	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00	4.97	29.57	0.00	29.57
1.5	0.47	-12.02	34.54	0.00	0.00	0.00	6.83	0.00	0.00	4.15	30.38	0.00	30.38
1.75	0.47	-12.10	34.54	0.00	0.00	0.00	6.34	0.00	0.00	3.48	31.06	0.00	31.06
2	0.47	-12.18	34.54	0.00	0.00	0.00	5.80	0.00	0.00	2.95	31.58	0.00	31.58
2.5	0.47	-12.27	34.54	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	2.18	32.36	0.00	32.36
3	0.47	-12.34	34.54	0.00	0.00	0.00	3.67	0.00	0.00	1.65	32.88	0.00	32.88
3.5	0.47	-12.41	34.54	0.00	0.00	0.00	2.81	0.00	0.00	1.26	33.27	0.00	33.27
4	0.47	-12.45	34.54	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.98	33.56	0.00	33.56
4.5	0.47	-12.49	34.54	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.77	33.77	0.00	33.77
5	0.47	-12.51	34.54	0.00	0.00	0.00	1.24	0.00	0.00	0.60	33.93	0.00	33.93
5.5	0.47	-12.54	34.54	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.48	34.06	0.00	34.06
6	0.47	-12.55	34.54	138.16	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.38	172.32	63.18	109.14
6.5	0.47	-10.89	34.54	331.98	0.00	0.00	15.75	0.00	0.00	3.90	382.62	151.81	210.81
7	0.47	-9.25	34.54	331.98	0.00	0.00	26.77	0.00	0.00	22.96	343.58	151.81	191.75
7.5	0.47	-7.83	34.54	0.00	0.00	0.00	34.14	0.00	0.00	16.54	18.00	0.00	18.00
8	0.47	-7.80	34.54	0.00	0.00	0.00	15.63	0.00	0.00	7.51	27.03	0.00	27.03
8.5	0.47	-7.95	34.54	0.00	0.00	0.00	13.40	0.00	0.00	5.55	28.99	0.00	28.99
9	0.47	-8.09	34.54	0.00	0.00	0.00	11.27	0.00	0.00	4.34	30.20	0.00	30.20
9.5	0.47	-8.21	34.54	0.00	0.00	0.00	9.54	0.00	0.00	3.54	31.00	0.00	31.00
10	0.47	-8.33	34.54	0.00	0.00	0.00	8.18	0.00	0.00	2.94	31.60	0.00	31.60
10.5	0.47	-8.43	34.54	0.00	0.00	0.00	7.07	0.00	0.00	2.50	32.04	0.00	32.04
11	0.47	-8.53	34.54	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00	0.00	2.17	32.37	0.00	32.37
11.5	0.47	-8.63	34.54	0.00	0.00	0.00	5.49	0.00	0.00	1.90	32.64	0.00	32.64
12	0.47	-8.70	34.54	857.42	0.00	0.00	4.90	0.00	217.99	1.69	890.27	392.08	498.18
12.5	0.47	-5.11	34.54	857.42	0.00	0.00	108.83	217.99	217.99	11.99	879.97	392.08	487.88
13	0.47	-1.45	34.54	0.00	0.00	0.00	200.97	217.99	0.00	14.66	19.87	0.00	19.87
13.5	0.47	-1.73	34.54	0.00	0.00	0.00	33.94	0.00	0.00	8.97	25.57	0.00	25.57
14	0.47	-1.98	34.54	0.00	0.00	0.00	30.20	0.00	0.00	6.91	27.62	0.00	27.62
14.5	0.47	-2.20	34.54	0.00	0.00	0.00	27.46	0.00	0.00	6.00	28.54	0.00	28.54
15	0.47	-2.42	34.54	397.49	0.00	0.00	24.73	0.00	101.08	5.34	426.88	181.77	244.92
15.5	0.47	-1.68	34.54	397.49	0.00	0.00	85.02	101.08	101.08	7.48	424.55	181.77	242.78
16	0.47	-0.94	34.54	397.49	0.00	0.00	87.45	101.08	101.08	7.86	424.16	181.77	242.40
16.5	0.79	-0.21	34.54	397.49	-0.00	0.00	88.48	101.08	101.08	8.08	336.04	181.77	154.27
17	1.53	0.53	34.54	397.49	-0.00	0.00	89.03	101.08	101.08	8.20	207.25	181.77	25.48
17.5	2.28	1.28	34.54	397.49	-0.00	0.00	89.41	101.08	101.08	11.24	199.63	181.77	17.86
18	2.98	1.98	34.54	397.49	-0.00	0.00	89.74	101.08	101.08	15.88	193.50	181.77	11.73
18.5	3.68	2.68	34.54	397.49	-0.00	0.00	89.83	101.08	101.08	15.25	182.89	181.77	1.12
19	4.38	3.38	34.54	397.49	-0.00	0.00	90.01	101.08	101.08	15.39	171.18	181.77	-10.58
19.5	5.08	4.08	34.54	583.49	-0.00	0.00	90.02	101.08	148.35	15.74	347.00	266.82	80.17
20	5.78	4.78	34.54	583.49	-0.00	0.00	122.28	148.35	148.35	15.95	336.52	266.82	69.70
20.5	6.45	5.45	34.54	583.49	-0.00	0.00	126.38	148.35	148.35	16.18	324.54	266.82	57.72
21	7.14	6.14	34.54	583.49	-0.00	0.00	128.43	148.35	148.35	16.40	319.31	266.82	52.48
21.5	7.84	6.84	34.54	583.49	-0.00	0.00	129.72	148.35	148.35	16.62	301.77	266.82	34.95
22	8.52	7.52	34.54	784.42	-0.00	0.00	130.30	148.35	199.43	16.98	497.03	358.70	138.32
22.5	9.21	8.21	34.54	784.42	-0.00	0.00	130.99	199.43	199.43	17.21	482.11	358.70	123.40
23	9.90	8.90	34.54	784.42	-0.00	0.00	131.17	199.43	199.43	17.38	469.33	358.70	110.62
23.5	10.60	9.60	34.54	784.42	-0.00	0.00	131.59	199.43	199.43	17.53	453.15	358.70	94.45
24	11.28	10.28	34.54	784.42	-0.00	0.01	131.65	199.43	199.43	17.56	448.04	358.70	89.33
24.5	11.97	10.97	34.54	829.63	-0.00	0.01	131.65	199.43	210.92	17.63	477.65	379.38	98.47
25	12.66	11.66	34.54	829.63	-0.00	0.01	171.05	210.92	210.92	17.66	461.33	379.38	81.95
25.5	13.34	12.34	34.54	829.63	-0.00	0.01	177.76	210.92	210.92	17.61	458.48	379.38	77.10
26	14.03	13.03	34.54	829.63	-0.00	0.01	181.11	210.92	210.92	17.73	436.39	379.38	57.01
26.5	14.72	13.72	34.54	829.63	-0.00	0.01	183.00	210.92	210.92	17.59	423.57	379.38	44.20
27	15.42	14.42	34.54	566.18	-0.00	0.01	184.12	210.92	143.94	17.74	142.60	258.91	-116.31
27.25	14.29	14.29	34.54	0.00	-0.00	0.00	158.18	143.94	0.00	16.30	1440.15	0.00	1440.15
27.5	14.15	14.15	34.54	0.00	-0.00	0.00	138.34	0.00	0.00	15.44	179.23	0.00	179.23
28	13.90	13.90	34.54	0.00	-0.00	0.00	114.54	0.00	0.00	15.16	171.12	0.00	171.12
29	13.42	13.42	34.54	0.00	-0.00	0.00	81.78	0.00	0.00	14.19	161.62	0.00	161.62
30	12.98	12.98	34.54	0.00	-0.00	0.00	60.50	0.00	0.00	12.84	150.84	0.00	150.84
32	12.15	12.15	34.54	0.00	-0.00	0.00	52.04	0.00	0.00	10.75	139.89	0.00	139.89
34	11.41	11.41	34.54	0.00	-0.00	0.00	42.75	0.00	0.00	9.23	126.03	0.00	126.03
36	10.72	10.72	34.54	0.00	-0.00	0.00	37.51	0.00	0.00	8.08	115.45	0.00	115.45
40	9.53	9.53	34.54	0.00	-0.00	0.00	29.64	0.00	0.00	6.52	101.92	0.00	101.92
45	8.27	8.27	34.54	0.00	-0.00	0.00	22.81	0.00	0.00	5.42	87.63	0.00	87.63
50	7.23	7.23	34.54	0.00	-0.00	0.00	18.24	0.00	0.00	4.37	75.59	0.00	75.59
55	6.36	6.36	34.54	0.00	-0.00	0.00	14.84	0.00	0.00	3.46	67.09	0.00	67.09
60	5.64	5.64	34.54	0.00	-0.00	0.00	12.14	0.00	0.00	2.79	59.86	0.00	59.86
70	4.54	4.54	34.54	0.00	-0.00	0.00	8.11	0.00	0.00	1.95	53.15	0.00	53.15
80	3.78	3.78	34.54	0.00	-0.00	0.00	5.42	0.00	0.00	1.45	46.58	0.00	46.58
90	3.25	3.25	34.54	0.00	-0.00	0.00	3.62	0.00	0.00	1.14	42.33	0.00	42.33
100	2.89	2.89	34.54	0.00	-0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.93	39.58	0.00	39.58
110	2.64	2.64	34.54	0.00	-0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	0.80	37.73	0.00	37.73

Classic DFS, 6 mm for 31-60 sheets
www.bindomatic.com

616