OI: 3746

rijkswaterstaat

BAGGERSLIBPROBLEMATIEK
KANAAL VAN TERNEUZEN
juni 1981

ZL

directie zeeland

afdeling waterhuishouding

MK X53

Notitie inzake baggerslibproblematiek Kanaal van Terneuzen, [redacted] Gent.
Directie Zeeland.
AXW juni 1981.

Vooral in het Belgische, maar ook in het Nederlandse gedeelte van het Kanaal van Terneuzen naar Gent vindt slibafzetting plaats, welke regelmatig verwijderd dient te worden, zodra deze gevaar of hinder voor de scheepvaart oplevert. Op het Nederlands gedeelte bleek bij peilingen in 1979 dat ca. 70.000 m3 slib binnen het zgn. profiel van vrije ruimte zou moeten worden gebaggerd. Inmiddels is na peilingen in het kanaal, die in april 1980 werden uitgevoerd, gebleken dat de te baggeren hoeveelheid slib binnen het profiel van vrije ruimte ca. 165.000 m3 bedraagt. Daarnaast is ook gebleken dat uit de zoutvang achter de sluizen te Terneuzen ca. 80.000 m3 specie moet worden verwijderd. Uit peilingen dd. feb. 1981, blijken deze hoeveelheden resp. 200.000 m3 en 100.000 m3 te bedragen. Het slib is niet gelijkelijk verdeeld over het oppervlak afgezet, maar voornamelijk daar waar de taluds de bodem bereiken, waardoor ernstige vernauwing van de vaargeul optreedt. Met het baggeren van het kanaalpand kan, mede gelet op de internationale betekenis van het kanaal, niet meer worden gewacht.

De van het Nederlands gedeelte afkomstige baggerspecie werd vroeger in de Westerschelde gestort.
Zoals bekend heeft de Rijkswaterstaat aan de Belgische overheid geen toestemming gegeven om slib uit het Belgisch gedeelte van het Kanaal van Terneuzen naar Gent in de Westerschelde te storten. Het slib is daarvoor teveel verontreinigd met o.a. zware metalen.
Hoewel uit eerste meetresultaten mocht worden verwacht dat het slib in het Nederlandse gedeelte van het kanaal minder zou zijn verontreinigd, heeft de Rijkswaterstaat bij haar genoemde afwijzing terdege rekening gehouden met de mogelijkheid dat ook voor het slib uit het Nederlands gedeelte van het kanaal naar berging elders dan in de Westerschelde moest worden gezocht.

Naar de aard en graad van verontreiniging van het te baggeren slib werd door het Waterloopkundig Laboratorium en door het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater, in opdracht van de Rijkswaterstaat, directie Zeeland, onderzoek verricht. Naast de zware metalen werd ook op extraheerbaar organisch chloor (E.O.Cl) en polycyclische aromaten (P.C.A.) geana-

lyseerd. Uit de onderzoekresultaten bleek het gehalte aan P.C.A. beneden de norm van 50 mg/kg (wet chemische afvalstoffen) te blijven.
Voor wat betreft de verontreiniging met zware metalen bleek vooral het gehalte aan lood (Pb) en zink (Zn) vrij hoog te zijn. Voorts is het cadmium (Cd) gehalte dermate hoog dat kan worden verwacht dat ingeval van berging op het land het slib na consolidatie niet geschikt zal zijn voor, op directe consumptie gerichte, landbouwkundige doeleinden. In de milieu-effect-rapportage (MER) berging baggerspecie (Rijnmond) wordt vermeld dat wanneer een slibdepot wordt afgedekt met een laag teelaarde van 0,8 à 1 m het betreffende terrein wel voor elke vorm van land- en tuinbouw kan worden gebruikt.
Voor een totaaloverzicht van de verschillende analyseresultaten van zowel RIZA als Waterloopkundig Laboratorium wordt verwezen naar bijlage 1. Omdat uit studies en praktijk is gebleken dat de zware metalen zich in hoofdzaak hechten aan de afslibbare fractie ($<$ 16 um) is ook granulair onderzoek verricht. De voor deze problematiek relevante gegevens zijn ook in bijlage 1 vervat.
In bijlage 2 wordt een indruk gegeven van de vervuilingswaarde van het slib in relatie tot de huidige belasting van de Westerschelde door de belangrijkste vervuilingsbronnen.
Bijlage 3 geeft een globale indruk van de vervuilingswaarde van het te baggeren slib in relatie tot slib zoals dat werd gebaggerd in de Westerschelde, Rijn en Haringvliet.
De gehalten aan verontreinigingen zijn gerelateerd aan 100% van de fractie $<$ 16 um. Het getalsmatig vergelijken van de gegeven vervuilingswaarden dient gezien de grote spreiding in de analyseresultaten en het verschil in baggerlocaties met de nodige terughoudendheid te geschieden.

Voor het bergen c.q. verwerken van de baggerspecie kunnen de volgende gebruikelijke dan wel experimentele methoden met hun specifieke bezwaren worden onderscheiden:

a. storten in de Westerschelde - de verontreinigingen komen ongecontroleerd in het milieu terecht;
b. storten in de Noordzee - als bij a
c. berging onder de kanaalbodem (zoals in de R'damse havens) - hiervoor is op het kanaal geen ruimte aanwezig

d.	berging onder de bodem van de Westerschelde	- er is daar geen stabiele bodemligging en het gevaar is groot dat verontreinigingen tijdens de berging uitspoelen
e.	verbranding en storten op de wal van het residu	- aangezien de baggerspecie voor ca. 65% uit water bestaat, treedt enorm energieverlies op, terwijl de metalen niet verbranden
f.	industriële toepassing (dakpanneninindustrie	- door het hoge waterpercentage treden transportproblemen en energieverlies op; daarnaast zijn er afzetproblemen en speelt de ongelijkmatige samenstelling (zie bijl.1) een rol.
g.	storten in binnenwater (kreken)	- de kreken maken deel uit van het waterlopenstelsel, zodat verontreiniging van een groot gebied ontstaat. Daarnaast zijn de kreken landschappelijk gezien, waardevol.
h.	storten op de wal	- hier zijn de problemen veelal van planologische aard
i.	storten in ontginningsput	- naast de planologische problemen bestaat nog kans op verontreiniging van het grondwater.

Bij het zoeken naar een geschikte locatie heeft de Rijkswaterstaat van meet af aan de medewerking gevraagd (en gekregen) van de Provinciale Waterstaat in Zeeland en de inspectie van Volksgezondheid voor het Milieu in Zeeland. Al snel werd op verzoek van genoemde inspectie het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening verzocht om terzake te adviseren. De Rijkswaterstaat heeft gemeend de problematiek te moeten onderverdelen in een technisch gedeelte (geohydrologisch en civieltechnisch) en in een bestuurlijk-planologisch gedeelte, waarbij het pas zinvol werd geacht om de problematiek bestuurlijk aan de orde te stellen als technisch tenminste één oplossing in het vooruitzicht kon worden gesteld.

Slibberging op het land heeft het voordeel boven storten in het water dat op het land de verontreiniging tot één bepaalde locatie beperkt blijft, terwijl in het water een grote verspreiding plaatsvindt. Dit laatste is voor wat betreft toxische en persistente stoffen zeker ongewenst. Wel is het zo dat bij berging op het land getracht moet worden te voorkomen dat verontreinigende stoffen vanuit het slib via het grondwater naar de omgeving afstromen.

In dat geval zouden de nadelen groter kunnen zijn dan bij storten in het grote oppervlaktewater.
Verontreinigingen kunnen worden meegevoerd vanuit het slib door afstromend of doorsijpelend (percolerend) water als gevolg van neerslag wanneer dit water zijn weg naar het diepe grondwater zoekt. Deze afstroming en doorsijpeling treedt alleen op wanneer het slib boven de grondwaterspiegel is geborgen. Wanneer het slib onder de grondwaterspiegel is gestort zou in principe het slib door water kunnen worden doorstroomd en zouden verontreinigingen kunnen worden meegevoerd; echter de doorlatendheid van het slib is gering in vergelijking tot de hier aanwezige zandige grondlagen, zodat bij een goed uitgekozen locatie het water zijn weg veelal om de slibstort zal vinden en derhalve de verontreinigingen uit het slib nauwelijks zullen uitspoelen. Wat die uitspoeling betreft is de aard van verontreiniging van belang. Niet alle verontreinigende stoffen zijn in dezelfde mate mobiel als het slibpakket door water wordt doorstroomd, waarbij de mobiliteit mede afhankelijk is van de pH-waarde.
Tenslotte kunnen bepaalde concentraties verontreinigingen dichtheidsstromingen doen ontstaan waardoor het grondwaterstromingspatroon wordt beïnvloed.
Een nadeel van berging onder de grondwaterspiegel is echter dat ten gevolge van verstoring van de ondergrond (gelaagdheid) de verticale weerstand tegen doorstroming afneemt, zodat de kans op verontreiniging van het diepe grondwaterpakket kan toenemen en dientengevolge de kans op verontreiniging over grotere afstand eveneens kan toenemen.
Bij storten boven de grondwaterspiegel zal de verspreiding van verontreiniging naar de omgeving, zeker met te nemen voorzorgsmaatregelen zoals een onderbemalen kwelsloot, een meer lokaal karakter hebben.

Bij berging op het land heeft men niet alleen te maken met evt. uitspoeling van het slib in de consolidatieperiode, maar ook tijdens het "in den natte" storten van het slib.
Uitvoeringstechnisch (financieel) heeft het daarom voordeel een locatie te kiezen zo dicht mogelijk langs het kanaal opdat de persafstand voor specie en retourwater zo kort mogelijk is.

Uit planologisch oogpunt gaat de voorkeur uit naar een locatie, waarbij slibberging qua bestemming van de terreinen past. In principe voldoen de terreinen in de Koegorspolder, bestemd als vuilstortplaats, hieraan. Echter

bij het aanwijzen van deze terreinen is uitsluitend gedacht aan (huis)vuil; het lijkt niet zinvol deze terreinen thans tevens te gaan aanwenden voor slibberging, temeer omdat het vinden van een geschikte locatie voor het storten van huisvuil veel inspanning vergt.
De problematiek van het storten van huisvuil is een orde moeilijker dan die voor de slibberging. Slib kan immers na een periode van consolidatie voor bepaalde toepassingen in aanmerking komen. Een tweede verschil tussen huisvuil en slib is de doorlatendheid en het zuurstofverbruik. Het percolatiewater van een vuilstort is volledig zuurstofloos en veelal sterk verontreinigd. De Koegorspolder heeft verder nog het nadeel niet te zijn gelegen aan het kanaal of aan één der zijhavens.

Het ligt voor de hand dat het oog is gevallen op de Axelse Vlakte. Uit een globaal onderzoek door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening bleek (zie bijlage 4) dat hier kan worden uitgegaan van een slecht doorlatende ondergrond zodat het afstromende en percolerende water vanuit het slibdepot goed kan worden opgevangen in een kwelsloot rondom het depot. Hoe lager, ten opzichte van de grondwaterstand in het omliggende terrein, het slib wordt opgeslagen hoe geringer de afmetingen van deze kwelsloot kunnen zijn.
Op grond van het huidige gebruik is in eerste instantie dan ook het oog gevallen op het aangegeven terrein, (zie bijl. 7). Dit terrein heeft eertijds gediend als slibvang van een "nat" zandstort.

Het gekozen terrein ligt juist in een zône die in het globale plan voor de ontwikkeling van de Axelse Vlakte is bestemd voor de aanleg van een insteekhaven. Dit houdt in dat in dat bepaalde geval het slib te zijner tijd opnieuw zou moeten worden getransporteerd.
Op het eerste gezicht lijkt deze locatie daarom minder geschikt. Bij nadere beoordeling heeft deze locatie echter toch voordelen:
Het slib kan hier ter plaatse consolideren en te zijner tijd als ophooggrond nuttig worden gebruikt. Wanneer voor het slib als zodanig geen bestemming zou kunnen worden gevonden kan het in een extra te baggeren locatie onder de toekomstige bodem van de nieuw te graven insteekhaven op een milieutechnisch gunstige plaats worden geborgen.
In de consolidatieperiode neemt het slibdepot voorts geen potentiële industrieterreinen in beslag, terwijl de huidige landbouwkundige waarde gering is.

De te zijner tijd te maken kosten voor transport zijn marginaal in het licht van de kosten voor het maken van een zeehaven-infrastructuur. Landschappelijk heeft het de voorkeur om ophogingen in het terrein zoveel mogelijk te concentreren in hetzelfde gebied. De thans voorliggende locatie is op dit punt geschikt.
Wanneer de betreffende gronden niet in der minne kunnen worden verworven, zal naar een andere locatie moeten worden gezocht.
In principe kunnen alle gronden die thans tot de zgn. Axelse Vlakte behoren, als geschikte uitwijkmogelijkheid worden aangemerkt.

Het Rijksinstituut voor Drinwatervoorziening heeft in 1980 computerberekeningen uitgevoerd (bijlage 5). Het betrof hier een tweedimensionaal rekenmodel, waarin de toen voorhanden zijnde boorprofielen van de Rijksgeologische Dienst als uitgangspunten werden gebruikt.
Begin 1981 zijn ter bevestiging van de berekeningen ter plaatse van de voormalige slibvang een 5-tal boringen verricht tot een diepte van ca. 20 m. De beschrijvingen van de bodemprofielen komen overeen met de aannamen zoals die op grond van een tweetal reeds eerder door de R.G.D. verrichte boringen op dit terrein en de geologische kaarten zijn gedaan.
In elk boorgat zijn enige filters op verschillende diepten aangebracht. Dit geeft de mogelijkheid de geohydrologische toestand ter plaatse op te nemen. De geplaatste filters leggen aldus de nulfase voor de geohydrologische toestand ter plaatse van de slibstort vast. De peilbuizen zullen na de stort niet worden verwijderd. Zij dienen dan als controle van de uit computerberekeningen gevonden geohydrologische veranderingen en van de concentratieveranderingen ten gevolge van het uitlogingsproces.

Hoewel het rapport van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening in grote mate garandeert dat de voorgestelde slibberging geen milieuprobleem met zich mee zal brengen, zal de gemeente zich te allen tijde gevrijwaard willen weten van financiële consequenties van eventuele toekomstige wijzigingen in de normstelling ten aanzien van wat wel en wat niet toelaatbaar is. Wat dit betreft moet het Rijk de nodige garanties kunnen geven. In dat geval ligt het ook voor de hand, dat het Rijk (de Rijkswaterstaat) de wijze van storten, het onderhoud van het depot en de bekading etc. onder haar eigen verantwoordelijkheid laat uitvoeren (e.e.a. te regelen in het baggerbestek).

Verder zal de Rijkswaterstaat het benodigde onderzoek blijven doen naar de gehalten aan verontreinigingen zoals die vanuit de kwelsloot op het kanaal worden gebracht. Als extra controle zal in overleg met het waterschap de omliggende poldersloten worden bemonsterd.
In 1980 zijn reeds op verzoek van de Rijkswaterstaat een aantal watermonsters genomen door de Technologische Dienst van de Zeeuwse Waterschappen. Een en ander om ook hier de "nulfase" vast te leggen (bijlage 6).

			%	mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg./kg.d.s.			mg/kg.d.s.			mg./kg.d.s.			P.A.K. mg/kg.
W.L.	RIZA		5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80		21/5 /79	9/2 /80	5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80	5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80	5/9 /79	21/5 /79		5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80	5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80	5/9 /79	21/5 /79	9/2 /80			9/2 /80		21/5 /79	9/2 /80	
1	grens	0	24.8						279			114			326			119			140			16.3								
		0.1																													
	10	0.5		22.0			2.1			155			77			204			24			86.2		11					623.0		
2		0.8	32.9						362			265			676			53.8			29.2			30.6							
	9	1.5		63.4			1.5			180			115			222			40			120.0		15							
3		1.6	34.3						366			180			132			59.6			19.7			26.5							
5		3.0	57.9						139			50			72			43.3			22.1			3.7							
	8	3.0		64.9			0.4			74			65			125			35			60.0		7							
6		4.0	35.4						359			147			509			55.4			226.0			25.9							
7		5.0	43.2						340			139			431			54.5			170.2			19.1							
	7	5.0		58.9			0.3			39			43			94			35			75.4		3							
8		6.0	12.7						172			40			168			36.6			24.7			3.2							
9		7.0	7.4						58			20			44			10.1			18.2			1.4							
10		7.6	5.5						49			10			12			5.6			4.9			<0.1							
	6	7.8		30.4	30.4		3.9	31		188	64		176	67		445			32	15		185.0	62.5	18	5			1.2		1740		
12		8.0	33.6						141			105			236			33.4			54.4			4.6							
13		8.6	37.6						258			167			323			37.7			160.6			13.7							
	5	9.0		28.2	28.2		2.3	9.4		174	64		130	65		251			33			120.0	62.5	12	5			1.0		2710	1760	
14		9.2	30.5						224			118			210			35.4			108.1			10.6							
15		9.8	3.6						54			29			27			5.4			13.1			0.2							
	4	10.0		24.1			1.0			86			75			180			19			69.9		7							
16		10.4	20.6						114			67			129			21.2			48.0			5.3							
17		11.0	22.7						129			79			183			23.0			51.3			6.2							
	3	11.3		57.8			0.3			51			27			48			31			16.4		1							
18		11.6	20.8						111			55			134			20.3			30.4			4.7							
	2	11.8		56.3	56.3		3.5	28		132	124		115	116		264			33	32		94.3	99.9	10	10			1.1		4320		
19		12.0	51.1						135			73			130			47.0			37.8			5.0							
21		12.6	31.7						132			68			223			28.9			39.5			5.5							
		12.7		17.8	17.8		1.0	6.8		118	61		76	46		198			26	18		64.9	92.6	6	4			1.6		2620	1390	
	Zuiderhaven 11			15.8			2.5			97			93			223			14			76.2		6							
	Massagoedhaven 12			64.5			0.4			50			39			74			32			37.6		2						3140		
	Zevenaarhaven 13			19.7			1.7			102			65			138			45			63.7		5							
	1 *			37.1			0.8			47			50			102			15			32.9		4						1960		
	2 *			34.7			0.3			23			23			44			14			17.8		2								
	5 *			19.3			0.6			58			39			87			18			33.1		4						2680		
	6 *			18.9			2.0			58			38			75			15			25.8		2								
	10 *			8.9			0.3			43			26			56			6			23.7		3								
	* 1 m. diepte						Te baggeren gebied																									

Bijlage 2.

RELATIEVE BELASTING VAN DE WESTERSCHELDE
DOOR HET STORTEN VAN BAGGERSLIB UIT
KANAAL VAN TERNEUZEN NAAR GENT
IN T/j

	Belasting door: (in tonnen per jaar)		totaal	eenmalige belasting door storten slib in tonnen kanaal T n G 1)	% relatieve belasting
	Som Schelde België	Som Westerschelde Nederland			
Koper	80	18,9	98,9	8,5	8,5
Nikkel	60	15,1	75,1	3	4
Zink	420	55,8	475,8	68	14
Kwik	2,3	0,6	2,9	0,1	3,5
Cadmium	9,9	7,6	17,5	1	6
Lood	81	15,7	96,7	22	23
Chroom	130	8,9	138,9	14	10

1) Volgens de RIZA - analyse's

Bijlage 3

Vergelijking van de metaalgehaltes van het slib van het

Kanaal van Terneuzen met andere locaties.

Metaalgehalte omgerekend naar fractie 100% $< 16\ \mu m$ in mg/kg

metaal	Kanaal van Terneuzen		Westerschelde '74		Rijn '75	Haringvliet '75
	RIZA	W.L.	nabij Saeftinge	monding		
Zink	2333	3095	720	270	3321	2600
Koper	273	528	150	50	554	304
Chroom	374	1049	270	140	1205	700
Lood	640	1246	210	110	708	560
Cadmium	28	47	15	2	55	30
Nikkel	85	266	62	39	136	94

Bijlage 4

RID

Enige aantekeningen betreffende de mogelijke gevolgen van het storten van baggerspecie langs het Kanaal van Gent naar Terneuzen nabij Sluiskil.

Ir. W. v. Duijvenbooden.

maart 1980.

Inleiding.

In verband met de noodzakelijke berging van specie afkomstig van onderhoudsbaggerwerk op het nederlandse deel van het kanaal van Gent naar Terneuzen wordt door Rijkswaterstaat de mogelijkheid overwogen deze specie in de nabije toekomst te bergen op enkele in de omgeving van het kanaal gelegen gebieden, en wel de Axelsche Vlakte en de Smidsschorrepolder (zie figuur 1).

Bij schrijven d.d. 16 januari 1980, kenmerk AWX 793 verzocht de hoofdingenieur-directeur van Rijkswaterstaat, directie Zeeland het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID):

a. op korte termijn haar voorlopige mening over de gevolgen van deze slibberging;
b. of het RID een meer gedetailleerde prognose van de gevolgen kan maken en zo ja op welke termijn zo'n prognose gereed kan zijn;
c. of aan het opstellen van de prognose voor Rijkswaterstaat kosten zijn verbonden en zo ja hoeveel die bedragen.

In deze korte nota wordt op de gepleegde vraagstelling nader ingegaan. Met gebruikmaking van de voorhanden zijnde gegevens wordt een voorlopig oordeel gegeven omtrent de mogelijke gevolgen van de voorgestelde berging. Tevens wordt aangegeven welke nadere studies in dit kader relevant lijken. Tenslotte wordt ingegaan op de financiële aspecten.

Algemene opzet.

Bij een beschouwing omtrent de mate van beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door het storten van baggerspecie kan onderscheid worden gemaakt tussen transport van door de baggerspecie percolerend water naar en door de ondergrond enerzijds, en de aanwezigheid en het gedrag van de zich in dat water bevindende stoffen anderzijds. Na infiltratie wordt het transport van het al dan niet verontreinigde water bepaald door de geohydrologische kenmerken van de ondergrond waarbij in het bijzonder de doorlatendheid van belang is. Het gedrag van de in het geïnfiltreerde water aanwezige stoffen wordt behalve door de specifieke eigenschappen van deze stoffen door de diverse bodemkarakteristieken en in meer algemene zin het bodemmilieu bepaald. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met een wederzijdse beïnvloeding van diverse in dit water aanwezige stoffen. Ter zake van de mogelijke beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit valt verder onderscheid te maken tussen effecten op korte-, middellange- en langere termijn (resp. stortfase, consolidatiefase en eindfase). In het navolgende zal aan de diverse genoemde facetten aandacht worden geschonken.

De geologische gesteldheid van de ondergrond.

In het onderzoeksgebied kan het Tertiair worden beschouwd als basis van het watervoerend systeem. Deze formatie is ter plaatse opgebouwd uit over het algemeen zeer fijne, soms slibhoudende, vaak kleiig ontwikkelde glauconiethoudende zanden met lokaal dikke leemlagen, behorende tot het Boven Mioceen en Onder Oligoceen. Hierboven bevindt zich de tot het Pleistoceen behorende Formatie van Twente. Deze is opgebouwd uit fijne dekzanden met ingeschakelde leemlenzen en venige laagjes. Ter hoogte van het onderzoeksgebied (zie fig. 1) wordt deze formatie doorsneden door een vrij diepe erosiegeul, welke is opgevuld met mariene, kalkrijke klei- en zandlagen van de tot het Jong-Holoceen behorende Formatie van Duinkerke. Hierdoor ontbreekt ook het elders aanwezige Hollandveen (zie fig. 2 t/m 5, overgenomen van de Geologische Kaart van Nederland). Mogelijk is bij de Formatie van Duinkerke sprake van een sterk gelaagde opbouw, waarbij afwisselend klei- en zandlaagjes voorkomen.

Samenvattend kan de geologische situatie in het onderzoeksgebied als volgt worden omschreven:

0 - ca. 15 m -m.v.	Formatie van Duinkerke; kalkrijke mariene klei- en zandlagen (gelaagd).
ca. 15 - ca. 25 m -m.v.	Formatie van Twente; fijne dekzanden met dunne leemlenzen en veenlaagjes.
vanaf ca. 25 m -m.v.	Mioceen en Oligoceen; fijne, glauconiethoudende, soms slibhoudende vaak kleiig ontwikkelde zanden met lokaal dikke leemlagen (basis watervoerende pakket).

Volgens de bodemkaart bestaat de ondiepe ondergrond in het onderzoeksgebied van oorsprong uit een complex van kleiig zand tot klei (maaiveld 1 à 1,5 m +N.A.P.). Bij de aanleg van het kanaal van Gent naar Terneuzen werd omstreeks 1905 met het vrijgekomen zand de Axelsche Vlakte opgehoogd tot circa 5,80 m +N.A.P., terwijl ook de Smidsschorrepolder enigermate werd opgehoogd. Tengevolge van deze activiteiten bestaan de bovenste meters van het huidige bodemprofiel uit gemengd opgebracht materiaal.

De geohydrologische gesteldheid van de ondergrond.

Zoals kan blijken uit het gestelde in de vorige paragraaf is ter hoogte van het onderzoeksgebied sprake van een watervoerend pakket ter dikte van circa 20 à 25 meter. De stromingssnelheid en -richting, van het grondwater in dit pakket wordt, zowel in horizontale- als in verticalezin, bepaald door de doorlatendheid en het verhang. Daarnaast speelt hierbij ook de porositeit van de ondergrond een rol. Hiervoor wordt veelal een constante waarde aangenomen (ca. 35%).

De doorlatendheid van de ondergrond ten aanzien van watertransport is direct gerelateerd aan de lithologische opbouw van de ondergrond. Verwacht kan worden dat deze doorlatendheid in het onderhavige gebied als gevolg van de geologische ontwikkeling zowel in horizontale- als verticalezin sterk zal variëren. Gezien de aard van de afzettingen zal de horizontale doorlatendheid (k-waarde) in de zandige afzettingen kunnen uiteenlopen van minder dan 1m/dag tot enige tiengo-tallen m/dag. De verticale doorlatendheid van het watervoerend pakket zal ten gevolge van de gelaagde structuur van de ondergrond en de aanwezigheid van kleilagen aanmerkelijk geringer zijn. Het lijkt dan ook aannemelijk dat een duidelijke weerstand tegen verticale stroming aanwezig zal zijn. Zo werd bij de enige kilometers ten zuiden van het onderzoeksgebied gelegen Autrichepolder door het ICW een weerstand c tegen verticale doorstroming gevonden van circa 350 dagen.

In het diepere deel van het watervoerend pakket bevindt zich waarschijnlijk marien grondwater met Cl^--gehalten van meer dan 10.000 mg/l. De diepte van het grensvlak met het bovengelegen zoetere water zal sterk afhangen van de invloed van het oppervlaktewatersysteem op het diepere grondwater. In hoeverre en in welke mate het mariene grondwater deelneemt aan de lokale grondwaterstroming is niet duidelijk. Mogelijk heerst er een min of meer stationaire situatie, waarbij geen of vrijwel geen verplaatsing van dit zoute grondwater plaatsvindt.

Ook van het bovengelegen, zoetere grondwater zijn geen regionale of lokale stromingspatronen bekend. Desalniettemin lijkt het mogelijk om op grond van de diverse hydrologische en topografische terreinkenmerken enige verwachtingen hieromtrent uit te spreken.

Gezien de bedoelde terreinkenmerken en de geologische opbouw van de ondergrond lijkt de aanwezigheid van een regionaal herkenbaar stromingspatroon van het grondwater minder aannemelijk. De grondwaterstroming zal vrijwel uitsluitend door lokale kenmerken worden bepaald. Een belangrijke rol hierbij wordt gespeeld door de hoogteligging van de polders en slootpeilen ten opzichte van elkaar en t.o.v. het peil in kanaal van Gent naar Terneuzen.

Gelet op de maaiveldshoogte van 1 à 1,5 m +N.A.P. van de meeste in de omgeving van het kanaal gelegen polders bij een grondwaterstand van over het algemeen 1 à 1,5 m -m.v. dient potentieel, gezien het kanaalpeil van 2,13 m +N.A.P., rekening te worden gehouden met een van het kanaal af gerichte grondwaterstroming. Of, en zo ja in welke mate deze stroming daadwerkelijk optreedt, is in hoge mate afhankelijk van de intreeweerstand van de kanaalbodem. Bij enkele door de Rijkswaterstaat en het ICW onderzochte, langs het kanaal gelegen lokaties en wel bij de Sluispolder en de enige kilometers ten zuiden van het onderzoeksgebied gelegen Autrichepolder, bleek inderdaad sprake te zijn van een, ten gevolge van infiltratie van uit het kanaal naar de lager gelegen polders gerichte grondwaterstroming. Bij de evenzo onderzochte, even ten zuiden van de Axelsche Vlakte gelegen Papeschorspolder werden hiervoor echter geen aanwijzingen gevonden. De aanwezigheid van een sterke infiltratie vanuit het kanaal zou, gezien de hoge Cl^--gehalten in het kanaalwater (2000 - 4000 mg/l), ook kunnen blijken uit het Cl^--gehalte van het ondiepe grondwater en polderwater.

Zo werden ondermeer in het oppervlaktewater van de Autrichepolder en de later te noemen Dekkerspolder hoge Cl^--concentraties aangetoond. Ook in de net ten noorden van het onderzoeksgebied gelegen Koegorspolder werden zowel in het oppervlaktewater als meer incidenteel in het ondiepe grondwater hoge chloridegehalten aangetroffen.

Het lokale stromingsbeeld.

Gezien de huidige hoge maaiveldsligging van de Axelsche Vlakte (5,3 m +N.A.P.) zal deze vlakte fungeren als infiltratiegebied, waarbij geïnfiltreerd regenwater alzijdig zal afstromen naar het kanaal van Gent naar Terneuzen, het Zijkanaal naar Axelsche Sassing en mogelijk preferent naar de diepgelegen Dekkerspolder. Gelet op die diepe ligging (1,5 m +N.A.P. bij een grondwaterstand van 1 à 1,5 m -m.v. zal ook stroming van kanaalwater naar deze polder kunnen optreden. Dit is dan in overeenstemming met de waargenomen hoge Cl^--concentraties in het polderwater ter plaatse (300 - 1000 mg/l).

Bij een verdere ophoging van de Axelsche Vlakte door het storten van baggerspecie zal zowel gedurende de stortfase als tijdens de consolidatie- en rijpingsfase sprake zijn van een wegzijging van transport- en uitgeperst poriënwater naar de omringende kanalen en vooral de Dekkerspolder. Aangenomen kan worden dat de gestorte baggerspecie zowel voor als na rijping een voldoende doorlatendheid zal bezitten om bij de mogelijke potentiaalverschillen in het grondwater en de baggerspecie, het uitgeperst poriënwater en infiltrerend regenwater te transporteren naar het grondwater (geschatte k-waarde voor ongerijpt havenslib 10^{-7} - 10^{-9} m/s).
Gezien de gelaagde opbouw van de ondergrond met afwisselend klei- en zandlagen en de nabijheid van drainerende waterlopen lijkt een diepe penetratie van de ondergrond minder waarschijnlijk. In de bodem doorgedrongen transport-, poriën- of regenwater zal dan via de bovenste grondlagen worden afgevoerd naar de omringende kanalen en de Dekkerspolder. In het laatste geval zal dit mogelijk kwalitatief beïnvloede water weer door kwel via het slotenstelsel worden afgevoerd.

In vergelijking met de Axelsche Vlakte is bij de Smidsschorrepolder sprake van een wat afwijkende situatie. Met name de maaiveldshoogte is hier beduidend lager (1,9 m +N.A.P.), zodat uitgaande van een grondwaterstand van 1 à 1,5 m -m.v. in principe stroming naar de polder kan optreden van water afkomstig uit het Zijkanaal naar Axelsche Sassing. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met een grondwaterstroming vanuit de Smidsschorrepolder naar de diepergelegen ten westen en oosten van deze polder gesitueerde Dekkerspolder en Blijpolder. De relatief lage chloridegehalten in het polderwater van de Smidsschorrepolder (0 - 300 mg/l) versus de aanmerkelijk hogere concentraties in de Dekkers- en Blijpolder (300 - 1000 mg/l) passen in het geschetste beeld.
Tijdens het storten van de baggerspecie en gedurende de consolidatie- en rijpingsfase van het slib zal een versterkte grondwaterstroming kunnen optreden vanuit de Smidsschorrepolder naar de omliggende polders ten gevolge van de infiltratie van transport- en uitgeperst poriënwater. Tevens zal een omkering kunnen optreden van de grondwaterstroming vanuit het zijkanaal naar de Smidsschorrepolder. Deze omkering kan bij een voldoend hoge maaiveldsligging, ook na de consolidatiefase gehandhaafd blijven. Evenals bij de Axelsche Vlakte zal het door de baggerspecie persolerende water gezien de opbouw van de ondergrond vermoedelijk niet diep in het watervoerend pakket doordringen en voor zover afstromend naar de Dekkers- en Blijpolder, via kwel door het slotenstelsel en andere waterlopen worden afgevoerd.

Chemische samenstelling van slib en poriënwater.

Teneinde enig inzicht te verkrijgen in de mogelijke kwalitatieve beïnvloeding van het grondwater door het storten van baggerspecie is kennis omtrent de chemische samenstelling van de baggerspecie en het zich daarin bevindende poriënwater noodzakelijk. De samenstelling van het slib geeft een aanduiding omtrent de maximale begrenzing van de hoeveelheden uitspoelbare stoffen. De samenstelling van het poriënwater geeft een indicatie omtrent de mogelijke kwaliteit van het percolatiewater bij vergelijkbare milieuomstandigheden in het slib voor en na het storten. Hierbij dient uiteraard wel rekening gehouden te worden met zich wijzigende milieucondities. Vooral een omslag van anaerobie na aerobie en een veranderende zuurgraad kunnen geleidelijk aanleiding geven tot een zich wijzigende kwaliteit percolatiewater.

Omtrent de samenstelling van het poriënwater van de baggerspecie uit het kanaal van Gent naar Terneuzen zijn geen gegevens beschikbaar. Wel is enige informatie beschikbaar omtrent de chemische samenstelling van het slib. Overigens betreft dit slechts gegevens omtrent een beperkt aantal parameters. Gegevens zijn aanwezig voor de spoorelementen Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, Cd en Hg, voor clie, $CaCO_3$ en somparameters EOCl en CZV (zie tabel 1).
Bij vergelijking van het beschikbaar cijfermateriaal met gegevens voor de situatie te Rotterdam en IJmuiden, blijken de gevonden waarden redelijk overeen te komen met die van het niet zeer sterk verontreinigende slib te Rotterdam en ten aanzien van de diverse bepaalde spoorelementen aanmerkelijk lager dan bij de baggerspecie van de Hoogovens te IJmuiden. Een uitzondering vormt mogelijk het EOCl. De door de WMZ bepaalde waarden komen overeen met die van de Hoogovens. De door het RIZA gevonden waarden blijken evenwel aanmerkelijk hoger te zijn. Nader onderzoek met een zonodig verdere differentiatie lijkt hieromtrent zinvol.

Teneinde ten aanzien van de bepaalde parameters enig inzicht te verschaffen in de mogelijke kwaliteit van het poriënwater en daarmee het percolatiewater zijn in het rechter deel van tabel 1 tevens de maximaal en minimaal gevonden concentraties weergegeven van het poriënwater in Rotterdam en IJmuiden. De gevonden waarden zijn vrij laag en komen qua orde van grootte overeen met waarden als gevonden in het grondwater in de duinen en de Veluwe. Opvallend in de beschikbare gegevens omtrent het poriënwater elders zijn vooral de extreem hoge stikstof en fosfaatgehalten (zie tabel 1). Bij het slib vragen in dit verband naast stikstof onder meer ook S^{2-} en diverse macrobestanddelen de aandacht. Het verkrijgen van meer inzicht in de chemische samenstelling van de baggerspecie en het daarin aanwezige poriënwater afkomstig uit het kanaal van Gent naar Terneuzen is dan ook essentieel, wil men uitspraken doen omtrent de mogelijke effecten van het storten van deze baggerspecie voor de kwaliteit van het grondwater. Verwacht kan worden dat in ieder geval relatief grote hoeveelheden stikstof zullen kunnen uitspoelen naar het grondwater.

Nader onderzoek naar het voorkomen van een breder scala van spoorelementen dan tot dusver bepaald lijkt wenselijk voor zowel het slib als het poriënwater. Ditzelfde geldt voor de macrosamenstelling. Bijzondere aandacht hierbij vragen de gehalten aan N, P, S^{2-}, Cl^- en F^-. Bij verder onderzoek naar de bestanddelen welke de EOCl bepalen kan gedacht worden aan onderzoek naar het voorkomen van organisch broom, pesticiden, PCB's en polycyclische aromaten.

Tabel 1 Chemische samenstelling slib

Parameter	aantal bep.	eenh[1]	gem.	min	max	extreme waarden poriënwater R'dam en IJmuiden µg/l	
						min	max
Indamprest	28	%	37	9	65		
Cr	24	mg/kg	84	12	188	3,0	9,4
Cu	24	"	67	19	176	0,8	14,3
Pb	20	"	142	9	445	< 2,7	20
Ni	29	"	23	5	45	5,5	38
Zn	24	"	647	156	1850	< 3	44
Cd	24	"	6,4	1	20	< 0,5	5,2
Hg	4	"	1,2	1,0	1,6	< 0,1	0,3
olie[2]	10	"	2755	1390	5230		
EOCl[3]	22	"	1,4	0,3	3,5		
EOCl[4]	4	"	19	6,8	31		
$CaCO_3$	19	%	11,6	5,4	15,8		
CZV	18	gO2/kg	97	32	183		
		µg/l	11,4	8,4	16,7		
N		mg/l				35	605
P		mg/l				2	15,3

1) gerekend naar droge stof
2) bepaling WMZ
3) bepaling RIZA
4) watermonsters door

Nader onderzoek.

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de huidige en voor de toekomst te verwachten stromingspatronen van het grondwater en een zekere mate van kwantificering mogelijk te maken is aanvullend geohydrologisch onderzoek noodzakelijk. In dit kader verdient plaatsing van een aantal landbouwbuizen en van enkele diepere boringen, peilen van waterstanden, bemonstering en beperkte analyse van grond- en oppervlaktewater alsmede het uitvoeren van enige hydrologische berekeningen overweging. De lokatie van de te plaatsen waarnemingspunten is afhankelijk van de lokale omstandigheden en de te volgen stortprocedure. Vooralsnog kan gedacht worden aan plaatsing van circa 20 landbouwbuizen en circa 5 20 à 25 meter diepe pulsboringen.

Meer inzicht in de mogelijke uitspoeling van stoffen uit de baggerspecie en het gedrag van deze stoffen in het grondwater kan worden verkregen door aanvullend onderzoek naar de chemische samenstelling van baggerspecie en poriënwater benevens enige literatuuronderzoek. Gezien de relatief grote spreiding in de tot dusver verkregen meetgegevens is het nemen en analyseren van meerdere monsters baggerspecie en poriënwater noodzakelijk. Gedacht kan worden aan circa 5 te onderzoeken monsters.
Ten aanzien van de te bepalen parameters zij verwezen naar de vorige paragraaf. Voor een zo goed mogelijke opzet van eventueel uit te voeren nader onderzoek is overleg noodzakelijk tussen de diverse bij dit onderzoek betrokken diensten. Vooralsnog wordt er dezerzijds vanuit gegaan dat het plaatsen der boringen, bemonstering, peilen en analyse zal geschieden door Rijkswaterstaat of RIZA.

Indien de projectleiding van het onderzoek wordt opgedragen aan het RID worden de kosten te maken door het RID voorlopig geraamd op circa ƒ 12.000,--. Deze kosten omvatten de projectbegeleiding, bestudering van de noodzakelijke literatuurgegevens, de interpretatie en de rapportage.[1];

Bij uitbesteding van de te verrichten boringen aan derden worden de kosten op voorhand geraamd op circa ƒ 6.000,-- voor plaatsing van de 20 landbouwbuizen en circa ƒ 17.000,-- voor plaatsing van 5 circa 20 meter diepe boringen.

De te verrichten analysen kunnen als volgt worden omschreven.

- Beperkte analyse van ca. 40 watermonsters (E.C. Cl^-, $HCO\bar{3}$ en dichtheid).
- (Semi-kwantitatieve?) analyse op spoorelementen in circa 5 slibmonsters.
- Analyse op spoorelementen in circa 5 monsters poriënwater.
- Analyse op macroparameters in circa 5 slibmonsters en monsters poriënwater.
- Analyse op EOCL in slib- en poriënwater gevolgd door nadere differentiatie ingeval hoge concentraties worden aangetoond.

Rapportage zal geschieden circa 3 maanden na gereedkomen van het meetprogramma.

1) Alle genoemde bedragen zijn excl. BTW.

Aanbeveling.

Overwogen kan worden enige van de te plaatsen diepe peilputten dusdanig te situeren en in te richten dat tijdens en na het storten van de baggerspecie inzicht kan worden verkregen in de optredende kwaliteitsveranderingen in het grondwater. Meer fundamenteel onderzoek is mogelijk door dergelijke veldmetingen te koppelen aan in het laboratorium uit te voeren kolomstudie en batchproeven.

Samenvatting.

Ingevolge een verzoek van de hoofdingenieur-directeur van Rijkswaterstaat directie Zeeland werd met gebruikmaking van de beschikbare gegevens een voorlopig, oriënterend onderzoek ingesteld naar de mogelijke kwalitatieve beïnvloeding van grond- en oppervlaktewater door het storten van baggerspecie afkomstig uit het kanaal van Gent naar Terneuzen op de Axelsche Vlakte en in de Smidsschorrepolder.

Op grond van de beschikbare gegevens kan worden verwacht dat tijdens en na het storten van baggerspecie op de Axelsche Vlakte, het in de bodem doordringend percolatiewater zal afstromen naar het kanaal van Gent naar Terneuzen, het zijkanaal naar Axelsche Sassing en vooral de Dekkerspolder. Een diepe penetratie van beïnvloed water in de ondergrond lijkt gezien de bodemopbouw minder waarschijnlijk. Naar de Dekkerspolder afstromend grondwater zal via kwel door het slotenstelsel worden afgevoerd.

Bij storten in de Smidsschorrepolder is evenmin een diepe penetratie van het percolatiewater in de ondergrond waarschijnlijk. Het door de baggerspecie percolerend water zal afstromen naar het zijkanaal naar Axelsche Sassing, de Dekkerspolder en mogelijk ook de Blij-polder. Het naar deze polders afstromende water zal via kwel door het slotenstelsel worden verwijderd.

Voor een zekere mate van kwantificering van de waterstromen is nader hydrologisch onderzoek noodzakelijk.

Ten aanzien van de samenstelling van de baggerspecie en het zich hierin bevindende poriënwater zijn weinig respectievelijk geen gegevens beschikbaar. Nader onderzoek hieromtrent is noodzakelijk om inzicht te verkrijgen in de mogelijke kwalitatieve beïnvloeding van het grondwater. Vooralsnog dient in ieder geval rekening gehouden te worden met een sterke beïnvloeding van het grondwater door uitspoeling van stikstofverbindingen.

Voor een zo goed mogelijke opzet van eventueel uit te voeren nader onderzoek is overleg wenselijk tussen de diverse bij dit onderzoek betrokken diensten. Vooralsnog wordt er derzijds vanuit gegaan dat het plaatsen der boringen, bemonstering, peilen en analyse zal geschieden door Rijkswaterstaat of RIZA. De kosten van een eventuele projectbegeleiding door het RID worden vooralsnog, inclusief interpretatie en rapportage, geraamd op ƒ 12.000,-- excl. BTW. De kosten van het plaatsen der boringen worden bij uitvoering door derden geraamd op ƒ 23.000,-- exclusief BTW. Rapportage zal kunnen geschieden circa 3 maanden na gereedkomen van het voorgestelde meetprogramma.

Geraadpleegde literatuur.

1. Adviesbureau Arnhem.
De opslag en conditionering van baggerspecie uit de buitenhaven van de Hoogovens.
Concept-rapport Arnhem 1980

2. Ernst L.F., Weerd B v.d.
Water- en zoutoverlast gezien in relatie tot de verbreding en verdieping van het kanaal van Gent naar Terneuzen.
ICW-nota 627 Wageningen 1971

3. Grondmij. N.V.
Berging van havenspecie in een ontzandingsplas langs de Waal.
De Bilt 1978.

4. Grondmij. N.V.
Definitief MER baggerspecie.
Ministerie van V&M Leidschendam 1979

5. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid
Kwaliteitsonderzoek van baggerspecie in het Rotterdamse havengebied.
Rapport M 1500 Haren 1979

6. Instituut voor Hygiëne en epidemiologie e.a.
Studie van de verontreinigde invloed van het storten van baggerspecie (kanaal Gent-Terneuzen) op grondwater.
Brussel 1978

7. Laarman E. e.a.
Kwaliteit van grondwater en oppervlaktewater in de omgeving van de vuilstortplaats "Koegorspolder".
ICW-nota 1085 Wageningen 1978

8. Leven J.A. van't e.a.
De landbouwwaterhuishouding in de provincie Zeeland.
Cie onderzoek landbouwwaterhuishouding in Nederland - TNO rapport no. 10 1958

9. Rummelen F.F.F.E. van
Geologische kaart van Nederland 1:50000
Bladen Zeeuws-Vlaanderen
Geologische Dienst Haarlem 1965

10. Rijkswaterstaat
Chloridegehalten van grondmonsters langs het kanaal van Gent naar Terneuzen.
Nota 25.002.01 1977

11. Sluijs P. van der e.a.
De bodem van Zeeland.
Stiboka Wageningen 1965

Bijlage 2

Berging baggerspeciekanaal van Terneuzen.

Inleiding.
Bij schrijven d.d. 16 januari 1980 verzocht de Rijkswaterstaat, directie Zeeland, het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening een voorlopig oordeel te geven omtrent de mogelijke gevolgen voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater door het storten van baggerspecie afkomstig uit het Kanaal van Gent naar Terneuzen, op de Axelsche Vlakte en in de Smidsschorrepolder. Een korte nota hieromtrent getiteld "Enige aantekeningen betreffende de mogelijke gevolgen van het storten van baggerspecie langs het Kanaal van Gent naar Terneuzen nabij Sluiskil" werd dienerzijds bij brief d.d. 2 april 1980 (no. 70569) uitgebracht. Hierna volgend overleg resulteerde in een voorlopige keuze als slibberging van een deel van een voormalige zanddepot in de Smidsschorrepolder.

Bij schrijven d.d. 4 juli 1980 verzocht de Rijkswaterstaat het RID om beantwoording van de volgende vragen.
- Kunt u met de geschetste lokatie van de ringsloot instemmen;
- is een vaststelling van een nulfase van het polderwater noodzakelijk;
- welke afdekking is wenselijk;
- welk onderzoek is tijdens en na het aanbrengen van het slib nodig en wanneer moet dit starten.

In het navolgende zal op deze vraagstelling nader worden ingegaan.

Lokatie ringsloot.

Door de Rijkswaterstaat wordt aanleg van een ringsloot direct rondom de geplande stortplaats voorgesteld. Een dergelijke situering verdient ook uit hydrologische overwegingen aanbeveling. De benodigde afvoer van de ringsloot wordt hierdoor zoveel mogelijk beperkt. Van meer belang evenwel is het slootprofiel en het waterpeil in de sloot. Deze zijn bepalend voor de vraag welk deel van het door de baggerspecie percolerend water door de ringsloot wordt afgevangen en welk deel in het diepere grondwater doordringt en onder de ringsloot doorstroomt. Berekening van deze hoeveelheden is, bij aanwezigheid van voldoende gegevens, mogelijk met behulp van het recent door het RID ontwikkelde computerprogramma Sugwa 2. Essentieel voor een goed functioneren van de ringsloot is een voldoend groot verschil tussen het slootpeil en de stijghoogte van het diepe grondwater. Gegevens omtrent dit laatste ontbreken evenwel. De gevoeligheid van het systeem voor veranderingen in het peilverschil is sterk afhankelijk van de c-waarde van het afdekkend pakket. Ook hieromtrent staan lokaal geen gegevens ter beschikking.

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de lokale geologische gesteldheid verzocht het RID de Rijks Geologische Dienst voor een eerste globale oriëntatie enige boringen te verrichten in het betreffende gebied. Hierover werd door de RGD verslag gedaan in bijgaand rapport "Geologisch onderzoek Sluiskil". Uit dit rapport blijkt dat ter plaatse sprake is van een uiterst heterogene bodemopbouw.

Gezien het hiervoor gestelde zijn voor vaststelling van het benodigde slootprofiel en het slootpeil aanvullende gegevens noodzakelijk omtrent de geologische en hydrologische gesteldheid van het terrein. Desalniettemin blijkt het mogelijk om met gebruikmaking van het programma Sugwa-2 en enkele redelijke aannamen een goed inzicht te verkrijgen in de effecten van een ringsloot bij deze aannamen.

Oriënterende berekeningen.

Het programma Sugwa 2 is gebaseerd op infiltratie door ondiepe sloten rondom een rechthoekige kavel via een anisotroop pakket naar een zandpakket dat van het eerste gescheiden is door een weerstandslaag.

Mede op grond van bevindingen in een gebied enige kilometers ten noorden van de geplande stortlokatie lijkt de aanwezigheid van een dergelijk systeem ter hoogte van de stortlokatie aannemelijk.

De in te voeren gegevens betreffen:
- dikte D van het bovenste watervoerend pakket;
- doorlaatfactor k van dit pakket;
- weerstand c van de weerstandbiedende laag;
- lengte L en breedte B van de kavel;
- nuttige neerslag n;
- breedte b van wateroppervlak sloot;
- stijghoogteverschil tussen slootpeil en stijghoogte van het diepe grondwater.

Voor de uitgevoerde berekeningen werden de volgende waarden ingevoerd.

D = 8,5 m (6 m bovenste waterv. pakket plus 2,5 m baggerspecie)
k = 8 m/dag
c = 100 resp. 500 dagen
L = 295 m
B = 147 m
b = 0,75 - 2 m
n = neerslag 10^{-3} resp. $3{,}10^{-3}$ m/dag.

De geohydrologische constanten zijn voor alsnog ingeschat op basis van de beschikbare regionale gegevens. Voor de neerslag is uitgegaan van een situatie met uitsluitend percolatie van regenwater (10^{-3} m/d) en een situatie waarbij tevens uitpersing van water uit de baggerspecie plaats vindt (3.10^{-3} m/d).
Als variabele werd bij alle berekeningen het stijghoogteverschil tussen het slootpeil en het diepe grondwater ingevoerd. Bij de diverse variabelen werd het verlies van door de stortplaats percolerend water naar de diepere ondergrond berekend. Het overige water wordt dan door de ringsloot afgevangen.

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn weergegeven in tabel 1.

Bij de beschouwing van de meetresultaten blijkt duidelijk het sterke effekt van variaties van het peilverschil op de werking van de ringsloot. Toenemende c-waarden dempen de variaties in de werkingsgraad van de ringsloot bij peilverschillen uit. Afnemende slootbreedte noodt tot verlaging van het slootpeil om de werkingsgraad van de ringsloot constant te houden. Gezien de relatief kleine benodigde peilverschillen tussen het waterpeil in de sloot en de stijghoogte van het diepe grondwater zal de stijghoogte van het diepe grondwater bepalend zijn voor de diepte van de sloot. Subregionale gegevens duiden op grondwaterstanden van circa 1,6 m -m.v. Lokale gegevens ontbreken evenwel. Uitgaande van een grondwaterstand van circa 1,6 m -m.v. en een natte slootbreedte van 2 m zal het waterpeil van de sloot zich hier enkele tientallen centimeters onder dienen te bevinden. Het aangegeven slootprofiel met een bodemdiepte van 1,75 m -m.v. kan dan ook als onvoldoende worden gekenschetst.

Tabel 1

neerslag (m)	slootbreedte (m)	c-waarde (d)	slootpeil t.o.v. diep grondwater (m)	neerslaghoeveelheid op stort (m^3/d)	verlies door stortpercolaat naar ondergrond (m^3/d)
10^{-3}	2	100	-0,05	42,5	+ 5,3
10^{-3}	2	100	-0,075	42,5	- 0,84
10^{-3}	2	100	-0,10	42,5	- 7,0
10^{-3}	2	500	-0,05	42,5	+ 1,13
10^{-3}	2	500	-0,10	42,5	- 2,62
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,20	148,7	+12,5
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,25	148,7	+ 0,15
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,30	148,7	-12,15
$3,5.10^{-3}$	2	500	-0,20	148,7	+ 2,08
$3,5.10^{-3}$	2	500	-0,30	148,7	- 5,43
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,20	148,7	+12,5
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,25	148,7	+ 0,15
$3,5.10^{-3}$	2	100	-0,30	148,7	-12,15
$3,5.10^{-3}$	1,75	100	-0,25	149,1	+ 6,4
$3,5.10^{-3}$	1,75	100	-0,30	149,1	- 5,4
$3,5.10^{-3}$	1,5	100	-0,25	149,5	+13,8
$3,5.10^{-3}$	1,5	100	-0,30	149,5	+ 2,6
$3,5.10^{-3}$	1,5	100	-0,35	149,5	- 8,6
$3,5.10^{-3}$	1,25	100	-0,35	149,8	+ 1,93
$3,5.10^{-3}$	1,25	100	-0,40	149,8	- 8,5
$3,5.10^{-3}$	1,00	100	-0,40	150,2	+ 5,7
$3,5.10^{-3}$	1,00	100	-0,45	150,2	- 3,9
$3,5.10^{-3}$	0,75	100	-0,45	150,6	+16,0
$3,5.10^{-3}$	0,75	100	-0,50	150,6	+ 7,7
$3,5.10^{-3}$	0,75	100	-0,55	150,6	- 0,7

Afdekking van de stortplaats.

De voorgestelde afdekking van de stortplaats met een laag afdekgrond ter dikte van 5 à 25 cm lijkt volstrekt onvoldoende. Terzake wordt aanbevolen contact op te nemen met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.). Dit instituut bezit op betreffend gebied grote ervaring.

Vaststelling nulfase polderwater.

Als referentieniveau voor eventuele toekomstige metingen in het oppervlaktewater lijkt vaststelling van de nulfase van het polderwater noodzakelijk. Hierbij dient niet alleen aandacht te worden geschonken aan de gebruikelijke anorganische parameters, doch ook aan het voorkomen van organische verontreinigingen zoals aromaten.

Verder onderzoek

Recente onderzoekingen van diverse baggerspecies elders duiden op het voorkomen van dusdanig hoge concentraties polycyclische aromaten dat de betrokken species als chemisch afval dienden te worden gekenschetst. Op grond hiervan lijkt chemisch onderzoek van enkele monsters baggerspecie tot het kanaal van Gent naar Terneuzen aanbevelenswaardig.

Inzicht in de diepe grondwaterstand alsmede de daarin optredende fluctuaties is noodzakelijk voor de bepaling van het benodigde slootprofiel. Ditzelfde geldt ten aanzien van de geohydrologische gesteldheid van de ondergrond. In verband hiermee wordt plaatsing van een zestal 20 à 25 meter diepe pulsboringen voorgesteld. In deze boringen dienen, afhankelijk van de bodemgesteldheid, tenminste 2 filters te worden geplaatst. Bij de afwerking van deze boringen zal grote zorg moeten worden besteed aan de afdichting van doorboorde kleilagen.

Inzicht in het verloop van de grondwaterstand kan worden verkregen door regelmatige peiling van de waterstanden in de geplaatste buizen Gedacht kan worden aan een 2-wekelijkse opname gedurende een periode van enkele jaren. De eerste serie waarnemingen in deze meetreeks zullen bepalend zijn voor vaststelling van het benodigde slootprofiel. Verdere waarnemingen geven uitsluitsel over de wijze van functioneren van de ringsloot.

Met gebruikmaking van de geplaatste peilfilters is ook bemonstering en analyse van het grondwater mogelijk. Een vaststelling van de huidige kwaliteit van het grondwater als referentiestader verdient aanbeveling. Door plaatsing van enkele der geplande boringen buiten het stortterrein aan de andere zijde der ringsloot is ook bewaking van dit grondwater mogelijk.

Bijlage 6[1]

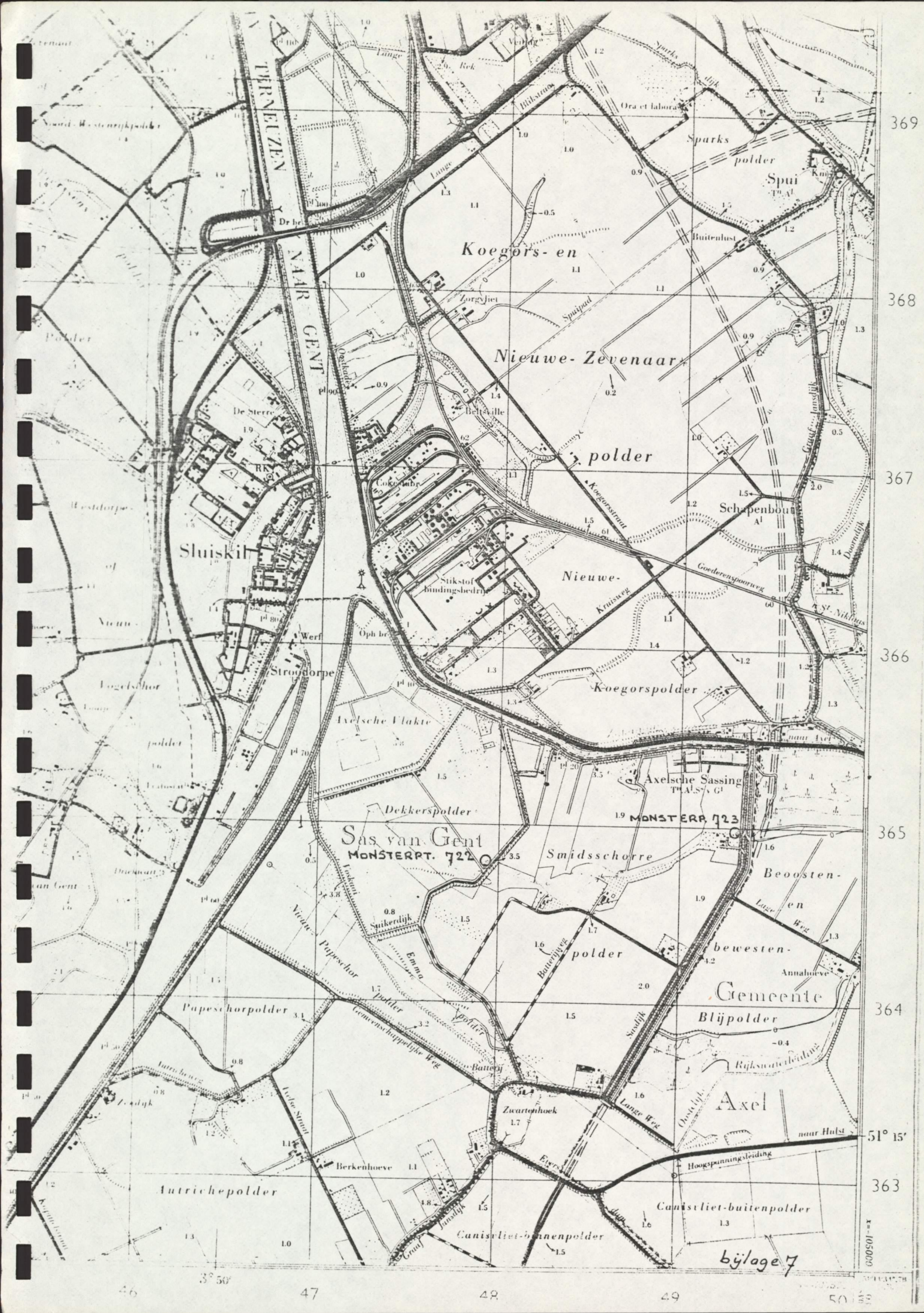
ANALYSES POLDERWATER

Monsterpunt 722		D A T U M				
Analyse		11/6/80	10/7/80	5/8/80	3/9/80	8/10/80
Bezinksel	1h/ml/l			0.6		
pH	-			7.9		8.1
Chloride	mg/l	255		385	195	104
temp.						
Zuurstof tpl	mg/l					
Zuurstof	%					
BZV $\frac{20}{5}$	mg/l			2.8		
N - Kj	mg/l			1.7		
Ammonium N	mg/l			0.5		
Nitriet N	mg/l			0.02		
Nitraat N	mg/l			< 0.1		
Fosfaat (ortho) P	mg/l			3.5		
Fosfaat (totaal) P	mg/l			4.1		
EOCL	mg/m3	0.1	0.9	7.5	0.2	6.9
Chroom	mg/m3	< 10	< 10	< 5	< 5	< 5
Nikkel	mg/m3	25	40	< 5	< 5	10
Zink	mg/m3	50	20	40	20	70
Koper	mg/m3	60	30	40	< 10	< 10
Lood	mg/m3	60	40	< 5	< 5	< 5
Cadmium	mg/m3	8.3	2	< 0.5	< 5	1.1
Kwik	mg/m3	< 0.2	< 0.2	0.45	0.45	< 0.1
Pesticiden	mg/m3					
Detergenten	mg/m3					
Fenolen	mg/m3					
IJzer	mg/m3	3.2		1230	1500	2000
Mangaan	mg/m3	0.28		100	150	< 10
Fluoride F^-	mg/m3	1.0		-		
Cyanide	mg/m3	0.1		24	< 1	< 5
Arseen	mg/m3		8.0	-	16	
EOCL gefilt.	mg/m3			5.5		5.8

Bijlage 6[2]

ANALYSES POLDERWATER

Monsterpunt 723		D A T U M				
Analyse		11/6/80	10/7/80	5/8/80	3/9/80	8/10/80
Bezinksel	1h/ml/l			-		
pH	-			7.8		8.2
Chloride	mg/l		1400	139	285	52
temp.						
Zuurstof tpl	mg/l					
Zuurstof	%					
BZV $\frac{20}{5}$	mg/l			1.6		
N - Kj	mg/l			1.1		
Ammonium N	mg/l			0.3		
Nitriet N	mg/l			0.07		
Nitraat N	mg/l			0.8		
Fosfaat (ortho) P	mg/l			0.9		
Fosfaat (totaal) P	mg/l			1.2		
EOCL	mg/m3	0.4	13.1	1.6	0.3	4.9
Chroom	mg/m3	<10	<10	<5	<5	<5
Nikkel	mg/m3	70	30	<5	<5	<5
Zink	mg/m3	950	170	20	<10	40
Koper	mg/m3	60	30	30	<10	25
Lood	mg/m3	40	30	<5	<5	<5
Cadmium	mg/m3	4	1	<0.5	<0.5	0.5
Kwik	mg/m3	<0.2	<0.2	0.55	0.55	<0.1
Pesticiden	mg/m3					
Detergenten	mg/m3					
Fenolen	mg/m3					
IJzer	mg/m3	2.35		320	600	2200
Mangaan	mg/m3	0.12		70	120	<10
Fluoride F^-	mg/n3	0.88				
Cyanide	mg/m3	0.4		1	<1	125
Arseen	mg/m3		16	-	14	
EOCL gefilt.	mg/m3			1.6	-	3.2


TERNEUZEN
NAAR GENT
Koegors- en
polder
Nieuwe- Zevenaar
polder
Sluiskil
Stroodorpe
Nieuwe-
Koegorspolder
Axelsche Vlakte
Axelsche Sassing
Dekkerspolder
Sas van Gent
MONSTERPT. 722
MONSTERPT. 723
Smidsschorre
Beoosten-
bewesten-
polder
Gemeente
Blijpolder
Axel
Papeschorpolder
Autrichepolder
Canisvliet-buitenpolder
Canisvliet-binnenpolder
Sparks
polder
Spui
Buitenlust
Schapenbout
Stikstofbindingsbedrijf
Annahoeve
Zwartenhoek
Berkenhoeve
Hoogspanningsleiding
Rijkswaterleiding
naar Hulst
naar Axel
369
368
367
366
365
364
363
51° 15'
3° 50'
46
47
48
49
50
bijlage 7