

**NADER ONDERZOEK
STORTPLAATS 't HORNTJE
TE TEXEL**

Projectcode NH/320/002/200

Provincie Noord-Holland
Dienst Water en Milieu
Bureau Bodemsanering

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	30 November 1995	Concept versie	C.S.
2			
3			

Fugro-Geologic b.v.
Alphen a/d Rijn, november 1995
Projectnummer: 3014

INHOUDSOPGAVE:

1 INLEIDING	
1.1 Algemeen	1
1.2 Doel en opzet van het onderzoek	1
2 VOORONDERZOEK	
2.1 Compilatie van beschikbare gegevens	3
2.2 Regionale en lokale geologie	3
2.3 Geohydrologie	3
2.4 Stijghoogtegegevens	4
2.5 Geohydrologische modelstudie	6
2.5.1 Uitgangspunten	6
2.5.2 Modelnetwerk	6
2.5.3 Modellen	7
2.5.4 Modelranden en randvoorwaarden	7
2.5.5 Modelparameters	9
2.5.5.1 Doorlaatvermogen	9
2.5.5.2 Weerstand	10
2.5.5.3 Voeding	10
2.5.6 Calibratie van het model	11
2.6 Resultaten van het vooronderzoek	11
3 VERVOLGONDERZOEK	
3.1 Veldwerk	12
3.1.1 Sonderingen	12
3.1.2 Boringen	12
3.1.3 Stijghoogtemetingen	12
3.2 Chemisch onderzoek	13
3.2.1 Bemonstering en analyseprogramma	13
3.2.2 CZV-, pH- en Ec-metingen	14
4 RESULTATEN VERVOLGONDERZOEK	
4.1 Analyseresultaten	15
4.1.1 Slootslib	15
4.1.2 Sloopwater	15
4.1.3 Macroparameters grondwater	15
4.1.4 Microparameters grondwater	18
4.2 Verontreinigingssituatie	20
4.2.1 Horizontale verspreiding van verontreiniging	20
4.2.2 Verticale verspreiding van verontreiniging	21
4.3 Toetsing van het geohydrologisch model	21
5 RISICO-EVALUATIE	
5.1 Algemeen	22
5.2 Actuele risico's voor de mens	22
5.3 Actuele risico's voor het milieu	24
5.4 Actuele verspreidingsrisico's	25
5.5 Samenvatting risico-evaluatie	25
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	26
REFERENTIES	27
GRAFIEKEN	

LIJST VAN TABELLEN

1.	Schematische voorstelling van de regionale bodemopbouw.	4
2.	Lijst van deelgebieden met polderpeilen en modelwaarden van de geohydrologische parameters.	8
3.	De waterbalans van de stort.	11
4.	Overzicht peilfilters met grondwaterstanden.	13
5.	Analyseresultaten slib.	15
6.	Analyseresultaten sloot- en grondwater (macroparameters, pH, Ec en CZV).	16
7.	Analyseresultaten grondwater (microparameters).	19
8.	Grenswaarden voor nader onderzoek voor grond.	22
9.	Grenswaarden voor nader onderzoek voor grondwater.	22
10.	Eenvoudige toetsing actuele humane risico's.	23
11.	Identificatie relevante stofgroepen.	23
12.	Eenvoudige toetsing actuele risico's vluchtige verbindingen.	23
13.	Signaalwaarden voor de beoordeling van permeatie door kunstof drinkwaterleidingen.	24
14.	Eenvoudige toetsing actuele verspreidingsrisico's.	25
15.	Overzicht aanwezigheid actuele risico's.	25

LIJST VAN BIJLAGEN

1	Lokatiekaart
2	Situatiekaart
3	Netwerk geohydrologisch model
4	Schematisch Noord-Zuid profiel
5	Isohypsenpatroon freatisch grondwater
6	Isohypsenpatroon WVP 1A
7	Isohypsenpatroon WVP 1B
8	Isohypsenpatroon WVP 2A
9	Isohypsenpatroon WVP 2B
10	Boorprofielen
11	Sonderingen
12	Profiellijn I-I'
13	Piper-diagram
14	Stiff-diagram
15	Analysecertificaten
16	Toetsingswaarden VROM

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Per brief d.d. 30 december 1994 is door de Provincie Noord-Holland aan Geo-Logic opdracht verleend tot het uitvoeren van een nader onderzoek rond de stortplaats 't Horntje op Texel. De lokatie van het onderzoeksgebied is in bijlage 1 weergegeven.

De stortplaats 't Horntje, is gelegen aan de noordoever van de Mokbaai op het zuidelijk deel van het eiland Texel. Tussen 1972 en 1991 is hier circa 300.000 ton afval gestort in een voormalige natte duinvallei. Voor de aanvang van de stort is deze vallei geëgaliseerd, waarbij de basis is verbreed. Volgens de Gemeente Texel is niet in de kleilaag gegraven. In de beginfase is in het water gestort. Er is geen onderafdichting aangebracht. In 1991 is op de stort een afdeklaag aangebracht bestaande uit 0,3 m klei met daarboven 0,7 m zand.

De hoogte van de stort ten opzichte van de omgeving is ca. 8 m tot 10 m. De omgeving ligt ongeveer op NAP hoogte.

Volgens informatie van de Gemeente Texel zijn de volgende afvalstoffen gestort:

- huishoudelijk afval;
- grof huisvuil;
- veegvuil, drijfvuil, marktafval;
- bedrijfsafval;
- bouw- en sloopafval;
- plantsoenvuul, snoeihout;
- straatkolkenspecie;
- wegverhardingsmateriaal, grond;
- kolkenslib.

Tussen 1974 en 1991 zijn door het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen grondwatermonsters uit een 5-tal peilbuizen nabij de stort en oppervlaktewatermonsters uit nabije sloten onderzocht en in het voorjaar van 1991 zijn door Oranjewoud grondwatermonsters uit peilbuizen rond de stort onderzocht. In 1992 is door Iwaco een oriënterend onderzoek uitgevoerd.

De resultaten van de voorgaande onderzoeken tonen een duidelijke stijging in de concentratie van enkele macroparameters vanaf eind jaren '70 tot 1991, deze stijging wordt gerelateerd aan de beïnvloeding van het freatisch- en het ondiepe grondwater door de stortplaats.

1.2 Doel en opzet van het onderzoek

Het nader onderzoek zal in de eerste plaats zijn gericht op het in beeld brengen van de verspreidingsrisico's van verontreiniging vanuit de stortplaats. Er zal een modelstudie van de mogelijke verspreidingswegen worden gemaakt. Daarmee zullen ook eventuele bedreigde objecten worden geïdentificeerd. Het verspreidingsmodel zal worden getoetst aan veldgegevens. Hiervoor zal, waar mogelijk, gebruik worden gemaakt van reeds beschikbare gegevens maar zullen ook nieuwe gegevens moeten worden verzameld. Daartoe wordt een programma van veldwerk voorgesteld. Het veldwerk zal sterk zijn gericht op toetsing van het verspreidingsmodel maar zal daarnaast ook, voor zover mogelijk, worden benut om inzicht te verkrijgen in de actuele omvang en aard van de verontreiniging in het grond- en het oppervlaktewater rond de stortplaats.

Op basis van het inzicht in de verspreidingswegen en de huidige verontreinigingssituatie zullen de

risico's voor de volksgezondheid en het milieu worden geëvalueerd en zal, aan de hand van de door de provincie Noord-Holland opgezette methodiek, de urgentiescore van de lokatie kunnen worden berekend. Indien zinvol toepasbaar zullen tijdelijke beveiligingsmaatregelen worden voorgesteld.

Het onderzoek gaat uit van het zogenaamde "black-box principe". Dat wil zeggen dat bij voorbaat wordt aangenomen dat de stort een potentiële bron van verontreiniging is. De mate waarin dit, vanwege de aard van het stortmateriaal, het geval zou kunnen zijn wordt in het midden gelaten. Er zal geen onderzoek naar de inhoud en samenstelling van het stortpakket worden gedaan.

Gezien het feit dat enige jaren geleden een afdeklaag, met een dikte van circa 1 meter, op het stortpakket is aangebracht, kan onderzoek naar de risico's voor contact met verontreiniging aan het oppervlak eveneens achterwege blijven.

In overeenstemming met het programma van eisen opgesteld door de provincie Noord-Holland, is het voorgestelde onderzoek zodanig gestructureerd dat op significante beslismomenten terugkoppeling naar de opdrachtgever plaatsvindt door middel van interim rapportages en overlegondes.

De onderzoeksopzet is als volgt:

1 Vooronderzoek

- 1.1 Compilatie van beschikbare gegevens en veldinspectie.**
- 1.2 Geohydrologische modelstudie**
Interim rapportage/overleg 1

2 Vervolgonderzoek

- 2.1 Veldwerk, bemonstering, chemische analyses en stijghoogtemetingen**
Interim rapportage/overleg 2
- 2.2 Risico evaluatie, urgentiebepaling, tijdelijke beveiligings- of beheers maatregelen**
Interim rapportage 3 tevens concept-eindrapport

3 Rapportage

- Eindrapportage in concept
- Overleg 3
- Eindrapportage definitief

Het hier voorliggende onderzoek betreft interim rapportage 3.

2 VOORONDERZOEK

2.1 Compilatie van beschikbare gegevens

Voorafgaand aan de modelstudie zijn alle reeds beschikbare gegevens verzameld en gecompileerd. Het gaat hierbij vooral om geologische, geohydrologische en geografische gegevens zoals boorgegevens, geohydrologische bodemparameters, stijghoogten, maaiveldhoogten, oppervlakte-waterpeilen, neerslaggegevens etc. [ref. 1, 2 en 3]. De compilatie van deze gegevens vormt de basis voor een conceptueel geohydrologisch model dat aan de computer-modellering van de grondwaterstroming ten grondslag ligt. In het kader hiervan heeft ook een lokatiebezoek plaatsgevonden.

2.2 Regionale en lokale geologie

Gegevens over de bodemopbouw ter plekke van de onderzoekslokatie zijn samengevat in tabel 1. In bijlage 4 is een schematisch noord-zuid profiel gegeven.

De diepste formatie aangetroffen in een boring in Huisduinen (N-Holland) is de kleiïge en fijnzandige Formatie van Oosterhout op ca. 330 m -mv. Daarop bevinden zich de mariene afzettingen van de ca. 80 m dikke Formatie van Maassluis, welke bestaat uit een afwisseling van lagen fijn zand met kleilagen. Op de Formatie van Maassluis ligt het ca. 110 m dikke pakket van de Formatie van Harderwijk welke vnl. bestaat uit grof zand, met wat fijn zand aan de basis. Hierop ligt de basis van de ca. 50 m dikke Formatie van Enschede. Deze basis, op ca. 130 m -mv, bestaat vnl. uit kleiïg zand met daarop grof zand. Op de Formatie van Enschede bevinden zich de kleiïge en zandige fluviatiele afzettingen van de Formaties van Urk en Sterksel. Op deze Formaties ligt de Formatie van Eindhoven, welke bestaat uit eolische afzettingen van fijne slibhoudende zanden die naar het zuiden toe ter hoogte van de onderzoekslokatie grover en minder slibhoudend worden. Ten noorden van de onderzoekslokatie ligt een pakket keileem van de Formatie van Drente op de Formatie van Eindhoven. Ter hoogte van de onderzoekslokatie is dit pakket waarschijnlijk afwezig als gevolg van erosie, en liggen hier de geulafzettingen van de Westland en Eem Formaties op de Formatie van Eindhoven. De holocene Westland en Eem Formaties bestaan uit fijnzandige duinafzettingen op slibhoudende kleien en venen en kunnen een grote dikte (tot 40 m) bereiken.

2.3 Geohydrologie

De duinzanden worden beschouwd als watervoerend pakket 1A (WVP 1A), dit is een freatisch pakket dat in contact kan staan met het oppervlaktewater. Daaronder kunnen zich op ca. 1 m -NAP de holocene lagunaire kleiïge afzettingen bevinden die dan de eerste scheidende laag (1^{ste} scheidende laag) vormen. De oude holocene zanden van de Westland Fm. worden als WVP 1B beschouwd. De volgende scheidende laag (2^{de} scheidende laag) zou dan de keileem van de Formatie van Drente moeten zijn op zo'n 12 m tot 15 m -mv. Deze scheidt WVP 1B van WVP 2A, waarvan de laatste bestaat uit de Fm. van Eindhoven en de Fm. van Urk. Daar de keileemlaag in het onderzoeksgebied waarschijnlijk niet overal aanwezig is, wordt de eerstvolgende scheidende laag gevormd door de kleilagen van de Formatie van Urk (3^{de} scheidende laag) met daaronder het dikke watervoerend pakket 2B. De holocene afzettingen in de zuidelijke punt van Texel bevatten ook kleilagen of langgerekte kleilenzen die als scheidende lagen tussen de watervoerende pakketten optreden.

Als geohydrologische basis wordt de Formatie van Oosterhout beschouwd.

Tabel 1. Schematische voorstelling van de regionale bodemopbouw.

Pakket	Formatie	Diepte top (m tov NAP)	Dikte (m)	Samenstelling	Parameters
WVP 1A	Westland Fm., duinzanden	+7	0-8	fijn slibhoudend zand	kD = 100 m ² /d
1e scheid. laag	Westland Fm.	-1	0-2	zandige klei	c = 1000 d
WVP 1B	Westland Fm., Fm.v. Twente	-3	5-40	matig fijn tot grof zand	kD = 25 - 300 m ² /d
2e scheid. laag	Fm.v. Drente	-40	5-10	keileem	c = 5000 d
WVP 2A	Fm.v. Eindhoven, Fm.v. Urk	-50	15-35	fijn tot matig grof zand	kD = 500 m ² /d
3e scheid. laag	Fm.v. Urk	-80	10-20	zandige klei	c = 500 d
WVP 2B	Fm.v. Enschede, Fm.v. Harderwijk, Fm.v. Maassluis	-100	200-250	grof grinhoudend zand matig fijn zand	kD = 5000 m ² /d
Hydrol. basis	Fm.v. Oosterhout	-330		klei	

2.4 Stijghoogtegegevens

Uit het archief van grondwaterstanden van TNO/IGG zijn stijghoogtegegevens verkregen van een aantal peilfilters verspreid over het gebied rond de stortplaats. Zie bijlage 1 voor de lokatie van de filters. Het betreft stijghoogten opgenomen in de periode juni 1990 tot december 1994. Inbegrepen zijn enkele peilbuizen met filters op verschillende dieptes in eenzelfde boring. De stijghoogtegegevens zijn verwerkt tot de volgende grafieken:

- grafiek 1: de landbouwbuizen L-26, L-27 en L-28 in het poldergebied ten noorden van de stort;
- grafiek 2: de landbouwbuizen L-43, L-44 en L-45 in het duinengebied ten westen van de stort;
- grafiek 3: peilbuis 166 in het duinengebied ten oosten van de stort met 6 filters op verschillende dieptes;
- grafiek 4: peilbuis 267 op de plaat Hors ten zuidwesten van de stort met 5 filters op verschillende dieptes;
- grafiek 5: peilbuis 268 in het poldergebied ten noorden van de stort met 3 filters op verschillende dieptes;
- grafiek 6: een combinatie van peilbuis 268 met landbouwbuis L-28;
- grafiek 7: een combinatie van peilbuis 268 met peilbuis 267.

Grafiek 1: L-26, L-27 en L-28.

De in grafiek 1 weergegeven filters staan in de deklaag van klei en kleiig zand. De landbouwbuizen L-26 en L-27 hebben een gemiddeld stijghoogteniveau van 0,70 m-NAP en landbouwbuis L-28 heeft een gemiddeld stijghoogteniveau van 1,0 m-NAP. Uit de stijghoogtegegevens kan worden afgeleid dat in deze polder de grondwaterstroming in het watervoerend pakket 1A richting het oosten is.

Grafiek 2: L-43, L-44 en L-45.

De filters van de landbouwbuizen L-43, L-44 en L-45 (zie grafiek 3) staan in de duinen in het eerste watervoerend pakket (WVP 1A) en hebben een gemiddeld stijghoogteniveau tussen de 1,5

en 1,7 m + NAP. Omdat de stijghoogten met grote tussenpauze (interval van 2 maanden) zijn gemeten vertoont de grafiek geen grote fluctuaties zoals in de andere grafieken en loopt min of meer vlak, op een door de seizoenen beïnvloede golfbeweging na.

Grafiek 3: 166.

Peilbuis 166 staat eveneens in de duinen, met filters op resp. 0, 8, 19, 29, 44 en 62 m-NAP. De gemiddelde stijghoogte in de filters is resp. 1,56, 1,50, 1,47, 1,43, 1,41 en 1,28 m + NAP. De van boven naar beneden afnemende potentiaal laat zien dat hier sprake is van of een toename van de dichtheid met de diepte en/of van infiltratie. Grafiek 3 laat duidelijk zien dat de diepere filters sterker op eb en vloed reageren dan de minder diepe filters.

Grafiek 4: 267.

Peilbuis 267 staat op de plaat Hors met filters op resp. 10, 25, 39, 57 en 68 m-NAP. Alle filters in deze peilbuis reageren sterk op eb en vloed, zoals te zien is in grafiek 4. Opvallend is dat de stijghoogtecurves van de onderste 3 filters bijna samenvallen, uitgezonderd de periode van 28-8-90 tot 14-7-91, waarin de stijghoogten in het diepste filter het hoogst staan. Hiervoor is geen verklaring te vinden. Het samenvallen van de curves van de onderste drie filters wijst erop dat deze filters in één watervoerende pakket staan. Er bevindt zich geen scheidende of matig doorlatende laag op de diepte tussen 39 en 68 m-NAP. Tussen het 2e en 3e filter (resp. 25 en 39 m-NAP) zit een potentiaalverschil van gemiddeld 18 cm en tussen het 1e en 2e filter (resp. 10 en 25 m-NAP) zit een potentiaalverschil van gemiddeld 8 cm. Dit wijst erop dat tussen deze filters matig doorlatende lagen voorkomen. De eerste twee filters uit deze peilbuis staan in WVP 1B. De onderste drie filters staan in WVP 2A. Tussen WVP 1B en WVP 2A zit een dunne scheidende laag (2^{de} scheidende laag). In de grafiek is ook te zien dat hier sprake is van infiltratie, het verschil tussen het hoogste filter en het diepste filter illustreert de inzijspotentiaal, die gemiddeld 26 cm is. Er is ook nog een zekere golfbeweging in de grafiek te herkennen die de seizoensvariatie moet voorstellen.

Grafiek 5: 268.

Peilbuis 268 staat nagenoeg op dezelfde lokatie als landbouwbuis L-28. Ook in grafiek 5 is te zien dat het drukverschil, dat optreedt bij eb en vloed bewegingen, een grote invloed uitoefend op de stijghoogte in de filters. De filters staan op resp. 10, 17 en 32 m-NAP. Tussen het 1e en het 2e filter zit een potentiaalverschil van gemiddeld 7 cm en tussen het 2e en 3e filter een potentiaalverschil van gemiddeld 15 cm. Dit betekent dat of de filters staan in verschillende watervoerende (sub)pakketten (1e en 2e filter in WVP 1B en 3e filter in WVP 2A) en/of er is een verschil in dichtheid die toeneemt met de diepte. Wat ook opvalt is dat het diepste filter de hoogste grondwaterspiegel heeft en het minst diepe filter de laagste, er is hier sprake van kwel naar het bovenste watervoerende pakket. Een seizoensgebonden golfbeweging is in de grafiek nauwelijks te herkennen.

Grafiek 6: L-28 en 268.

In grafiek 6 zijn de curves uitgezet van landbouwbuis L-28 en van peilbuis 268. Uit deze grafiek blijkt de seizoensafhankelijke curve van L-28 en de eb en vloed afhankelijke curve van 268. Verder valt het potentiaalverschil op tussen het 1e filter van 268 en het filter van L-28 (een gemiddeld verschil van 40 cm). Hieruit en uit de verschillende vormen van de curves blijkt dat hier sprake is van verschillende watervoerende pakketten, namelijk het filter van L-28 in WVP 1A en de 2 bovenste filters van peilbuis 268 in WVP 1B en het onderste filter van peilbuis 268 in WVP 2A. Tussen het filter van L-28 en de filters van peilbuis 268 bevindt zich de eerste scheidende laag. Ook de kwelsituatie die in de vorige alinea al is besproken zie je hier doorzetten tot in het bovenste watervoerende pakket (WVP 1A), de grondwaterstroming heeft een opwaartse component.

Grafiek 7: 267 en 268.

Grafiek 7 is samengesteld uit de curves van de peilbuizen 267 en 268. Alle curves in deze grafiek lijken op elkaar, ze volgen dezelfde eb en vloed fluctuaties. Dit wijst erop dat tussen de watervoerende pakketten alleen dunne scheidende of matig doorlatende lagen voorkomen. Uit de stijghoogtegegevens kan worden afgeleid dat de grondwaterstroming in het watervoerend pakket 1B een noordoostelijke richting heeft.

Aan de hand van de grafieken kan over de geohydrologie van het gebied het volgende worden opgemerkt:

De grondwaterstroming is oost tot noordoostelijk gericht in zowel WVP 1A, WVP 1B als in WVP 2A. Het water uit de stort en uit het duinengebied rondom de stort stroomt in noordoostelijke richting en zal in de Prins Hendrik Polder, waar ook peilbuis 268 en landbouwbuis L-28 staan, als kwelwater aan het oppervlak treden.

Verder kan men concluderen dat de watervoerende pakketten onder te verdelen zijn in sub-pakketten met daartussen minder doorlatende laagjes. De eb en vloed fluctuaties beïnvloeden de watervoerende pakketten, de diepere pakketten worden als gevolg van de naar de diepte toe toenemende druk en dichtheid, als gevolg van het hoge zoutgehalte, het meest beïnvloed.

In de grafieken 1 en 2 is duidelijk een golfbeweging te herkennen die veroorzaakt wordt door de verschillende seizoenen. In de zomer, een 'droge' periode, is sprake van een lage grondwaterstand. In de winter, een 'natte' periode, is sprake van een hoge grondwaterstand.

2.5 Geohydrologische modelstudie

2.5.1 Uitgangspunten

Met behulp van het modelleringsprogramma Micro-Fem [ref.4] is een (quasi) drie-dimensionaal grondwaterstromingsmodel opgesteld. Micro-Fem is een programma voor het modelleren van stationaire en niet-stationaire verzadigde grondwaterstromingen met behulp van de eindige elementen methode.

De volgende uitgangspunten liggen ten grondslag aan de toepassing en schematisatie van het model:

- het model zal worden gebruikt voor het berekenen van stationaire, verzadigde grondwaterstromingssituaties;
- het model zal in eerste instantie worden gecalibreerd aan de hand van de isohypsenkaart van TNO, in een later stadium zal worden gecalibreerd aan een situatie in het veld gemeten.

In het model is het niet mogelijk rekening te houden met de dichtheidsverschillen die bestaan als gevolg van het voorkomen van zout, brak en eventueel verontreinigd grondwater.

2.5.2 Modelnetwerk

Op een kaart van het gebied (schaal 1 : 10.000) zijn de grenzen van de in het model te onderscheiden deelgebieden (stort, duinen, diverse polders of delen van polders, zee, wad, baai e.d.) schematisch, met behulp van rechte lijnen, uitgezet. De uiteinden van deze lijnen zijn punten waarvan de coördinaten in de computer worden ingevoerd. Deze punten vormen de zogenaamde "vaste knooppunten" van het model. Voor elk deelgebied wordt een knooppuntsafstand (dichtheid van het netwerk) gedefinieerd. Vervolgens wordt door het

programma voor alle deelgebieden een netwerk tussen knooppunten gegenereerd dat bestaat uit driehoekige elementen.

Het model is zodanig opgezet dat in het centrum van het modelgebied, daar waar de meeste gegevens beschikbaar zijn en/of waar de hoogste mate van detail in de modellering van de grondwaterstromingen is gewenst, de afstand tussen de knooppunten klein is en de dichtheid van het netwerk dus hoog. In de onderhavige studie is dit het gebied van de stort en de directe omgeving. Verder van de stort vandaan neemt de knooppuntsafstand toe en dus de dichtheid van het netwerk geleidelijk af.

De verschillende polders of compartimenten van polders, de duinen, de oppervlakte wateren, de stort en kleinere landschapselementen direct rond de stort zijn als aparte deelgebieden in het hydrologisch model ingebracht (zie bijlage 3) en aan elk individueel deelgebied zijn geohydrologische parameters toegekend (tabel 2).

2.5.3 Modellagen

Er is uitgegaan van een 4-lagen model met de Formatie van Oosterhout als basis. Deze basis heeft een hydrologische weerstand van meer dan 10.000 dagen (zie § 2.2 en § 2.3). Deze formatie is over vrijwel het gehele gebied aanwezig en wordt verondersteld praktisch ondoorlatend te zijn en kan derhalve als hydrologische basis worden beschouwd.

Boven deze hydrologische basis bevinden zich twee watervoerende pakketten, die ieder in weer twee watervoerende pakketten zijn onderverdeeld (zie ook § 2.2). Het model omvat derhalve vier watervoerende modellagen, elk met bijbehorend doorlaatvermogen (kD) en verticale weerstand (c). De lagenopbouw in het model kan als volgt aan de werkelijk lagenopbouw worden gerelateerd:

modellaag 1 De verzadigde grond boven de laat holocene deklaag. Dus in de duinen voornamelijk het WVP 1A. In het model fungeert deze laag ook om het ondiepe drainagesysteem te modelleren. Dit creëert de mogelijkheid om de polderpeilen, opbolling van het freatisch water en de drainageweerstand, in het model te brengen.

modellaag 2 de deklaag en het watervoerende pakket 1B (WVP 1B),

modellaag 3 de eerste scheidende laag en het eerste deel van het tweede watervoerende pakket (WVP 2A),

modellaag 4 de tweede scheidende laag en het onderste deel van het tweede watervoerende pakket (WVP 2B).

2.5.4 Modelranden en randvoorwaarden

De grenzen van het modelgebied dienen op zodanige afstand van het onderzoeksgebied te worden gekozen dat de effecten van variaties in het onderzoeksgebied aan de modelrand nihil, of verwaarloosbaar klein, zijn. In de geohydrologie wordt voor bepaling van deze afstand de Lambda formule gebruikt:

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

λ = de spreidingslengte
 k = de horizontale doorlaatfactor
 D = de dikte
 c = de verticale weerstand van het pakket

Als minimale afstand tot de modelgrens moet 3λ tot 4λ worden aangehouden. Uitgaande van de hydrologische parameters geldt: $\lambda = \sqrt{(20 \cdot 250 \cdot 2000)} = 3160$ m. Dus een minimale afstand tot de modelgrenzen van 9,5 km. De werkelijke afstand van het onderzoeksgebied tot de modelranden bedraagt 2 tot 3 km. De modelgrenzen zijn zo gekozen omdat de Waddenzee als een natuurlijke barrière beschouwd mag worden en deze zich al op 1,5 km afstand ten oosten en ten zuiden van de stort bevindt. Ook de is de grondwaterscheiding in de duinen ook een natuurlijke barrière op ca. 2 km ten westen van de stort. De aanvaardbaarheid van de grootte van het modelgebied is geverifieerd door een extreme ingreep door te voeren. Hiervoor is een peilverlaging van 2 m l in de stort genomen en is vervolgens gekeken naar het effect hiervan op de waterbalans van de modelrand. De gemodelleerde ingreep blijkt hierop vrijwel geen effect te hebben.

Tabel 2. Lijst van deelgebieden met polderpeilen en modelwaarden van de geohydrologische parameters.

nr	deelgebieden	H0 (m)	laag 1		laag 2		laag 3		laag 4	
			C1 (d)	kD1 (m ² /d)	C2 (d)	kD2 (m ² /d)	C3 (d)	kD3 (m ² /d)	C4 (d)	kD4 (m ² /d)
1	stort	nvt	500	8	1000	150	800	500	100	5000
2	duinen1	nvt	0	100	1000	150	2000	500	500	5000
3	duinen2(stort)	nvt	0	30	1000	150	800	500	100	5000
4	dijk noord	nvt	0	2	1000	25	2000	500	500	5000
5	dijk zuid	nvt	0	2	1000	200	800	500	100	5000
6	haven	-1.0	100	100	1000	200	500	500	100	5000
7	wad1	0	100	300	500	300	500	500	100	5000
8	wad2	0	100	300	500	300	500	500	100	5000
9	wad3	0	100	300	500	300	500	500	100	5000
10	mokbaal	0	500	5.000	500	300	500	500	100	5000
11	waddenzee	0	500	10.000	500	300	500	500	100	5000
12	DenHoom	-1.0	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
13	polder1	-1.1	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
14	polder2	-0.4	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
15	polder3	-0.8	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
16	polder4	-1.7	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
17	polder5	-1.9	450	0	1000	25	2000	500	500	5000
18	polder6	-0.9	450	0	1000	200	800	500	100	5000
19	polder7	-2.2	450	0	1000	200	800	500	100	5000
20	polder8	-1.6	450	0	1000	200	800	500	100	5000
21	polder9	-1.3	450	0	1000	200	800	500	100	5000
22	polder10	-0.9	450	0	1000	200	800	500	100	5000
23	polder11	-1.6	450	0	1000	25	2000	500	500	5000

Bij voorkeur worden als modelgrenzen natuurlijke hydrologische grenzen gekozen die duidelijk kunnen worden gedefinieerd. In dit geval zijn de waddenzee en de grondwaterscheiding in de duinen op ca. 2 km afstand van het onderzoeksgebied als natuurlijke hydrologische grenzen genomen. Deze worden als 'zero-flow' grenzen beschouwd, dat wil zeggen dat geen stroming over de rand plaatsvindt. De stijghoogten worden variabel gehouden.

De overige modelranden worden als 'headcontrolled' beschouwd hetgeen wil zeggen dat hier een vaste stijghoogte in alle pakketten is aangenomen. Deze randstijghoogten zijn gebaseerd op gegeven grondwaterstanden van de grondwaterkaarten van het TNO/DGV [ref.2].

2.5.5 Modelparameters

Tabel 2 geeft een overzicht van de geohydrologische parameters die zijn gebruikt. De parameters zijn per laag en per deelgebied ingevoerd. De ingevoerde oppervlaktewaterpeilen (H₀) zijn ontleend aan het rapport over de geohydrologische kartering van Texel door de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland [ref.3]. De overige parameters zijn afgeleid uit de grondwaterkaart van TNO/DGV [ref.2] en de stijghoogtegegevens van TNO (zie § 2.3). Hierbij is uitgegaan van een, op deze informatie gebaseerde, beste schatting. In de volgende paragrafen worden de parameters verder toegelicht.

2.5.5.1 Doorlaatvermogen

De belangrijkste hydrologische parameter van een watervoerend pakket is het doorlaatvermogen. Deze wordt uitgedrukt als de kD-waarde, waarbij k, de doorlaatfactor (in meter per dag), voornamelijk afhankelijk is van de lithologische samenstelling en D de dikte (in meters) van het pakket is. De kD-waarde wordt uitgedrukt in m²/dag. Ter bepaling van de doorlaatfactor van watervoerende pakketten worden onder meer put- en pompproeven gebruikt. Er zijn op Texel weinig gegevens beschikbaar en de kD-waarden zijn geschatte waarden. Voor het onderzoek zijn de gegevens over de doorlatendheden voornamelijk ontleend aan de TNO/DGV grondwaterkaarten [ref.2].

Modellaag 1

Voor de poldergebieden is voor de toplaat, met een dikte van 30 cm, een k-waarde van 0 (nul) ingevoerd, er vindt geen horizontale stroming plaats tussen de knooppunten. Horizontale stroming in deze laag speelt geen rol bij de modellering van de poldergebieden. De kD-waarden van de stort is geschat aan de hand van eerdere ervaringen met vuilstorts.

Modellagen 2 en 3

Het geringe verschil tussen de kD-waarden van de modellagen 2 en 3 is het gevolg van het geringe verschil in de k-waarde en het kleine verschil in dikte. Modellaag 2 heeft een k-waarde van 5-10 m/dag, met een dikte van 5-40 m. Modellaag 3 heeft een k-waarde van 10-15 m/dag, met een dikte van 30-40 m.

Modellaag 4

De dikte van modellaag 4 is ca. 250 m, met een k-waarde van 20 m/d geeft dit een kD-waarde van 5000 m²/dag.

2.5.5.2 Weerstand

De belangrijkste hydrologische parameter van slecht doorlatende lagen is de verticale hydraulische weerstand, c-waarde, uitgedrukt in dagen. Scheidende lagen zijn aan de modellen gekoppeld als zijnde de top van de watervoerende laag.

Modellaag 1

Voor de poldergebieden geldt, bij een gemiddelde effectieve neerslag van 0,55 mm/dag en een opbolling van 25 cm, een drainageweerstand van de toplaag van ca. 450 dagen (c-waarde van modellaag 1).

Voor de deelgebieden die in essentie open oppervlaktewater vertegenwoordigen is een verticale hydraulische weerstand ingevoerd die de bodemweerstand vertegenwoordigt. De deelgebieden met een vaste voeding zonder drainage (freatisch water) hebben een weerstand met de waarde 0 (nul) gekregen, hetgeen modeltechnisch een oneindig hoge hydraulische weerstand is. Deze is voor de duinen en de dijk toegepast omdat daar niet van een oppervlaktewaterpeil en drainageweerstand kan worden uitgegaan.

Voor de afdeklaag van de stort is uitgegaan van een drainageweerstand van 500 dagen.

Modellaag 2

Voor de 1^{ste} scheidende laag (deklaag) die zo'n 2 m dik is, is uitgegaan van een weerstand van 1000 dagen.

Modellaag 3

De hydraulische weerstand van de 2^{de} scheidende laag is in het noordelijke gedeelte van het modelgebied, waar de keileem voorkomt, op 2000 dagen gesteld. In de rest van de deelgebieden varieert de c-waarde tussen de 500 en 800 dagen.

Modellaag 4

Ook de hydraulische weerstand van de 3^{de} scheidende laag is in de noordelijke deelgebieden hoger dan in de andere deelgebieden, als gevolg van het voorkomen van de (zandige) kleilagen van de Formatie van Urk.

2.5.5.3 Voeding

De voeding van het grondwater wordt gevormd door de "effectieve neerslag" (mm/dag). De effectieve neerslag is de totale neerslag (per jaar) minus de afstroming van oppervlaktewater minus evapotranspiratie (evaporatie en transpiratie door de vegetatie).

De meest recente beschikbare neerslaggegevens voor het gebied dateren van 1977 (TNO/DGV [ref.2]). Volgens het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) bedraagt de, over meerdere jaren gemeten, gemiddelde neerslag in het waddengebied ca. 725 mm/jaar. De gemiddelde openwaterverdamping wordt als 750 mm/jaar gegeven. Voor de berekening van het neerslagoverschot is de potentiële verdamping bepaald door de openwaterverdamping te vermenigvuldigen met de evenredigheidsconstante (gewasfactor), die voor de waddeneilanden 0,7 bedraagt. Hieruit volgt dat de potentiële verdamping ca. 525 mm bedraagt en het jaarlijks neerslagoverschot dus ca. 200 mm was, hetgeen neerkomt op een effectieve neerslag van 0,55 mm/dag, echter in duingebieden kan dit veel hoger liggen als gevolg van de lagere evenredigheidsconstante.

Ten aanzien van de voeding is een onderscheid gemaakt tussen de poldergebieden en de duinen. Voor de poldergebieden is de bovengenoemde effectieve neerslag van 0,55 mm/dag aangehouden, voor de duinen en de stort geldt een effectieve neerslag ongeveer 0,8 mm/dag.

2.5.6 Calibratie van het model

Om de overeenkomst tussen het computermodel en de werkelijk situatie te testen wordt het model getoetst aan de gegevens van de grondwaterkaarten van TNO/DGV en aan de stijghoogtegegevens gekregen van TNO/IGG. Bij deze zogenaamde "calibratie" van het model wordt gekeken in hoeverre de door het model berekende stijghoogten overeenkomen met de gemeten stijghoogten op een bepaald tijdstip (zie ook § 3.1). Bij de calibratie van het model kunnen parameters, waarvan de waarde slechts bij benadering bekend is, worden aangepast zodanig dat het model beter met de veldgegevens overeenstemt. Dit alles in overeenstemming met wat vanuit het geohydrologisch inzicht als realistisch mag worden beschouwd. In het vervolgonderzoek zal het model getoetst worden aan gegevens die verkregen zijn in het veld, zie § 4.2.

2.6 Resultaten van het vooronderzoek

Het opzetten en calibreren van het hydrologisch model is in feite een modellering van de huidige situatie zoals die uit het vooronderzoek bekend is. Deze modellering (MODEL 1) vormt de basis voor het gehele nader onderzoek aangezien ook de risico evaluatie en de eventuele beheersvarianten hiervan worden afgeleid door in het model op relevante onderdelen modificaties aan te brengen.

Het resultaat van de modellering wordt geïllustreerd door middel van een set isohypsenkaartjes met stroombanen, zie bijlagen 5 t/m 9. Voor het tekenen van de stroombanen zijn verspreid over de stort tien punten gekozen van waaruit de geïnfiltreerde neerslag wordt gevolgd.

Voor elk model is de waterbalans van de stort uitgerekend. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3. De waterbalans laat zien hoeveel water (in m³/dag) er van de ene laag naar de andere stroomt (+ omhoog, - omlaag).

Tabel 3. De waterbalans van de stort (waarin aangegeven de hoeveelheid in- (positief) of uit- (negatief) stromend water in m³ per dag).

laag 1	120
laag 2	-49
laag 3	-21
laag 4	-18

Het model laat zien dat de stroombanen vanuit de stort van WVP 1A eerst naar WVP 1B stromen om daarna noordwaarts te stromen, als gevolg van het lage polderpeil in de Polder Hoorder Nieuwland (polder nr. 7 in model). Als gevolg van de preferente west-oost stromingsrichting, van het infiltratiegebied in de duinen naar de kwelgebieden in de polders, wordt de stroming naar het oosten afgebogen, om vervolgens in het oostelijk deel van de Prins Hendrik polder terecht te komen. Hier zal het grondwater als kwelwater aan het oppervlak treden.

De stroombanen vanuit de diepere watervoerende pakketten onder de stort stromen eveneens naar het noorden toe.

3 VERVOLGONDERZOEK

3.1 Veldwerk

Om enig inzicht in de lokale bodemopbouw te verkrijgen, in het bijzonder met betrekking tot het voorkomen van watervoerende lagen en scheidende lagen, zijn een viertal sonderingen en een zestal boringen rond en nabij de stort geplaatst. In bijlage 2 zijn de lokaties van deze boringen en sonderingen weergegeven.

3.1.1 Sonderingen

Om een beter inzicht in de diepere lagenopbouw te verkrijgen zijn nabij de stort 4 sonderingen geplaatst. De sonderingen zijn uitgevoerd met meting van conus- en kleefweerstand tot een diepte van ca. 20 m-mv. In elke sondering zijn twee minifilters geplaatst, één op ca. 4 m-mv en de ander op ca. 20 m-mv, voor zowel het nemen van grondwatermonsters als het bepalen van de stijghoogten. De sonderingen met hun interpretatie zijn weergegeven in bijlage 11. Met behulp van deze sonderingen is de bodemopbouw weergegeven door middel van een schematisch profiel, zie bijlage 12.

3.1.2 Boringen

Rondom de stort zijn 6 ondiepe handboringen geplaatst tot maximaal 4 m-mv, zie bijlage 2. In elke boring is een filter geplaatst voor zowel het nemen van grondwatermonsters als het bepalen van stijghoogten. De boorkolommen zijn weergegeven in bijlage 10. Samen met de sonderingen en de al bestaande boringen geven ze een goed inzicht in de bodemopbouw en grondwaterstroming rondom de stort.

De bodemopbouw die uit de boringen en sonderingen is verkregen is van boven naar beneden als volgt:

Aan de top ligt een 5 m dik zandpakket van 1 m +NAP tot 4 m -NAP, doorsneden door een klei/veenlaag op ca. 1 m -NAP. Deze klei/veenlaag is niet lateraal te vervolgen. Onder dit zandpakket bevindt zich een 4 m dik pakket zandige klei tot 8 m -NAP, op een 5 m dik pakket kleihoudend zand tot 13 m -NAP. Daaronder ligt een ca. 7 m dik pakket zandige klei, met veenlaagjes en kleihoudend zand tot op een diepte van 20 m -NAP waar de top van een zandpakket begint.

3.1.3 Stijghoogtemetingen

In alle peilbuizen, zowel in de reeds bestaande als in de recent geplaatste en in de minifilters van de sonderingen is de stijghoogte gemeten ten opzichte van NAP. Deze stijghoogten zijn in een tabel uitgezet (zie tabel 4).

Op basis van de stijghoogtemetingen van 28 augustus 1995 is een isohypsenkaartje samengesteld van het bovenste watervoerende pakket (WVP 1B). Uit dit isohypsenplaatje blijkt dat de stort met de dijk een hydrologische rug vormt met een hoge potentiaal. De grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket is noordelijk gericht. Het isohypsenpatroon laat ook zien dat polders die bemalen worden een steilere isohypsengradient vertonen dan de polders die niet bemalen worden.

Bij 2 peilbuizen (I en III), waar de filters op verschillende dieptes in één peilbuis zijn geplaatst, is er sprake van een verschil in stijghoogte, zie tabel 4. In peilbuis I (filters I-1 en I-2) is er sprake

van een verticale stroming van het ondiepe filter (I-1) naar het diepe filter (I-2): infiltratie. In peilbuis III (filters III-1 en III-2) is er sprake van verticale stroming van het diepe filter (III-2) naar het ondiepe filter (III-1): kwel. Peilbuis III staat dan ook in een polder die bemalen wordt. Tussen de filters 9-1 en 9-2 en tussen filter IV-1 en IV-2 zit (bijna) geen verschil in stijghoogte, er vindt daar ook geen verticale grondwaterstroming plaats. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de horizontale en verticale verspreiding van de eventuele verontreiniging.

Tabel 4. Overzicht peilfilters met grondwaterstanden

peilbuis	hoogte pb in m +/- NAP	diepte pb in m +/- NAP	stijghoogte in m +/- NAP		
			30-10-1991	8-4-1995	28-8-1995
1	1,16	-4,3	-0,19	0,32	-0,14
2	1,12	-3,8	-0,22	0,29	-0,35
3	1,19	-4,3	-0,27	0,28	-0,35
6	1,46	-3,8	-0,32	0,24	-0,37
8	0,04	-2,0	-0,52	-0,40	-0,63
9.1	1,30	-1,2	-0,16	0,73	-0,28
9.2	1,28	-5,7	-0,26	0,18	-0,27
11	0,13	-2,5			-0,72
12	-0,30	-3,3			-1,14
13	2,15	-0,6			-0,57
14	1,65	-1,1			-0,15
15	2,63	-2,1			-0,56
16	0,93	-1,8			-0,27
I.1	1,27	-3,2			-0,73
I.2	1,27	-20,2			-0,93
II.1	1,14	-3,4			
II.2	1,14	-20,4			-0,11
III.1	0,39	-4,1			-1,26
III.2	0,39	-19,1			-1,21
IV.1	1,16	-3,3			-0,04
IV.2	1,16	-22,3			-0,04

3.2 Chemisch onderzoek

3.2.1 Bemonstering en analyseprogramma

Uit het vooronderzoek is gebleken dat vanuit de stort verontreinigd percolaat naar de omgeving van de stortplaats kan treden. Als gevolg van kwel kan dit percolaat aan het oppervlak treden. Om dit te controleren zijn naast het grondwater uit enkele peilbuizen, van enkele sloten het slootwater en het slootslib bemonsterd. Op drie punten is het slib van de bodem van de meest nabije sloten bemonsterd en geanalyseerd op de volgende parameters:

4 RESULTATEN VERVOLGONDERZOEK

4.1 Analyseresultaten

4.1.1 Slootslib

De analyseresultaten van het slootslib, tabel 5, laten zien dat alleen een lichte overschrijding van de streefwaarde voor PAK voorkomt in slibmonster S2. Verder is in S2 ook een licht verhoogde waarde aan EOX aangetroffen, waarschijnlijk het gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Tabel 5. Analyseresultaten slootslib

Locatie: monster nr.	Stortplaats t Hornte parameters (mg/kg d.s.)						sept. 95		%org.stof		%lutum	EOX
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	bovengrond Ni	ondergrond Zn	min.olie	PAK		
slibmonsters sloten												
S1	1	0.1	<d	<d	<d	<d	<d	11	-	<d	0.1	
S2	<d	<d	6	<d	<d	<d	<d	<d	-	0.31	0.4	
S3	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	-	0.09	0.1	
Toetsingswaarden												
s-waarde	15	0.4	50	15	0.2	50	10	50	10	0.2	#	
(s+i)/2	22	3.3	120	47	4.1	181	35	154	505	4.1		
-waarde	28	6.1	190	79	7.9	312	60	257	1000	8.0		
---- :overschrijding streefwaarde d :detectielimiet - :niet geanalyseerd # :geen toetsingswaarde voorhanden												

4.1.2 Sloopwater

De analyseresultaten van het sloopwater (tabel 6) laten een hoog gehalte aan chloriden en een hoog geleidingsvermogen zien voor bijna alle sloten. Het sloopwater van sloot F4 vertoont een relatief hoog gehalte aan Ammonium (NH_4^+). Ook een relatief hoog chemisch zuurstof verbruik (CZV) is in sloot F4 gevonden. Zowel het relatief hoog gehalte aan NH_4^+ als het relatief hoog CZV wijst op invloed van percolaat vanuit de vuilstort in de sloot F4. Een hoog geleidingsvermogen valt gebruikelijk samen met een hoog chloride gehalte.

4.1.3 Macroparameters grondwater

De parameters die in tabel 6 zijn weergegeven omvatten chemische componenten die naast dat ze normaal in de natuur, in niet verontreinigde situaties, worden aangetroffen, ook in een onderling andere verhouding in verontreinigde situaties worden aangetroffen. Deze worden wel macroparameters genoemd en worden weergegeven in milligram per liter. Analyses van deze

parameters worden gebruikt voor de interpretatie van de oorsprong van het geanalyseerde grondwater. Dit is van belang om te kunnen bepalen of bij het voorkomen van verhoogde concentraties van bepaalde ionen al dan niet sprake is van percolaatbeïnvloeding.

Het chemische type van het water wordt bepaald aan de hand van de procentuele verhouding tussen de kationen Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ en de anionen HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} en Cl^- . In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de methoden van Stiff en van Piper voor de hydrochemische typering van het grondwater zodat de analyseresultaten ook kunnen worden vergeleken met andere hydrochemische studies.

Tabel 6. Analyseresultaten sloot- en grondwater (macroparameters)

Locatie: stortplaats 't Horntje		sept. '95												
monster nr. (filterdiepte m-mv)	macroparameters (mg/l)											pH	Ec mS/m	CZV mg/l
	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	NH ₄				
F1	-	-	-	-	-	15000	-	-	-	8.5	8.1	3800	220	
F2	-	-	-	-	-	1300	-	-	-	16	7.7	442	110	
F3	-	-	-	-	-	10000	-	-	-	30	7.4	2200	240	
F4	-	-	-	-	-	17000	-	-	-	100	7	3700	590	
F5	-	-	-	-	-	13000	-	-	-	10	7.7	2200	52	
pb2 (3,9-4,9)	240	150	690	570	<d	1000	*	<d	6.8	400	7	830	500	
pb6 (1,0-2,0)	150	26	140	26	49	270	*	<d	6.4	6.5	7.2	136	53	
pb13 (1,7-2,7)	120	10	50	5.4	65	48	328	<d	0.73	5.2	7.2	65	103	
pb14 (1,7-2,7)	57	27	170	7.9	<d	45	469	<d	<d	1.8	7.4	60	194	
I-1 (3,5-4,5)	280	980	8400	320	2300	18000	*	<d	-	3.8	7.6	4000	155	
I-2 (20,5-21,5)	550	1100	9200	290	1700	16000	*	<d	-	22	7.4	4000	146	
II-2 (20,5-21,5)	480	1100	9300	230	1500	15000	801	<d	<d	24	6.8	4000	120	
III-1 (3,5-4,5)	580	1000	9100	210	1900	15000	*	<d	-	17	7	4000	170	
III-2 (18,5-19,5)	520	980	8600	190	2100	15000	*	<d	-	15	6.8	4000	127	
d :detectielimiet		Ec : Elektrisch geleidingsvermogen (in millisiemens per meter)												
- :niet geanalyseerd		CZV : Chemisch zuurstof verbruik (in milligram per liter)												
* :niet aangetoond inlaboratorium														

Analyse op macroparameters zijn uitgevoerd op grondwatermonsters uit de filters van de sonderingen I, II en III en op grondwatermonsters uit de filters van peilbuizen 2, 6, 13 en 14. Het grondwater uit sondering I en uit peilbuis 13 dient als referentiemonster, omdat dit water hoogst waarschijnlijk niet door percolaat is beïnvloed.

De concentratie van de parameters Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} en Cl^- worden omgezet in procentuele verhoudingen tussen de ionen. Deze verhouding wordt uitgezet in een set driehoekdiagrammen (Piper-diagrammen), zie bijlage 13. De driehoek links onder geeft de procentuele verhouding tussen de kationen weer, de driehoek rechtsonder die van de anionen. De tussen de driehoeken gelegen ruit geeft de verhouding tussen alle betrokken ionen weer. De ruit van de Piper-diagram is in vijf gebieden ingedeeld. Elk gebied is kenmerkend voor een bepaald watertype.

De volgende watertypes kunnen worden onderscheiden:

Type 1	calciumcarbonaat-type	
	$\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$	> 50%
	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	
Type 2	natriumcarbonaat-type	
	$\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$	> 50%
	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	
Type 3	calciumchloride-type	
	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$	> 50%
	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	
Type 4	natriumchloride-type	
	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$	> 50%
	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	

Type 5 mengwater-type

Grondwatertype 1 is kenmerkend voor zoet water met een hoge hardheid. Grondwatertype 2 is kenmerkend voor verzoeting, verdringing van zout grondwater door zoet water. Grondwatertype 3 is kenmerkend voor verzilting, indringing van brak of zout water in zoet water. Grondwatertype 4 is kenmerkend voor zout of brak water.

Bij de Stiff-diagrammen worden ten opzichte van een middellijn de equivalentconcentraties van de kationen links en de anionen rechts logaritmisches uitgezet, zie bijlage 14. Verder wordt het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en de pH in de vorm van een schaalbalkje onder de figuur uitgezet. Aan de hand van de vorm van de diagram kan het water in verschillende types worden ingedeeld door vergelijking met elkaar en met een aantal standaard types.

De interpretatie van de kwaliteit van het grondwater met behulp van deze diagrammen is beperkt, omdat alleen de belangrijkste ionen worden gebruikt en doordat in het Piper-diagram de ionen in verhouding met elkaar staan en dus afhankelijk zijn van elkaars concentratie. Ondanks deze beperkingen is toch voor deze diagrammen gekozen, omdat in Noord-Holland en het IJsselmeergebied goede resultaten met deze methoden zijn bereikt [ref.5].

In de Piper-diagram (bijlage 13) zijn naast de grondwatermonsters uit dit voorliggende onderzoek (september '95) ook nog enkele grondwatermonsters uit het onderzoek van oktober '92 [ref.1]

geplot. Alle grondwatermonsters van oktober '92 behoren tot grondwatertype 1, het calciumcarbonaat-type. De resultaten van september '95 laten zien dat alleen het grondwatermonster uit filter 13 tot grondwatertype 1 behoort. De grondwatersmonsters uit de filters 6 en 14 behoren tot grondwatertype 5, het mengwater-type. De grondwatersmonsters uit de filters 2, I, II en III behoren tot grondwatertype 4, het natriumchloride-type. Opvallend is de verschuiving die heeft plaatsgevonden, van grondwatertype 1 (oktober '92) via grondwatertype 5 naar grondwatertype 4 (september '95), er heeft dus verzilting plaatsgevonden in de afgelopen jaren. Wat ook opvalt is de cluster van de grondwatertypes uit de sonderingen, de grondwatermonsters uit de diepere filters behoren allemaal tot eenzelfde grondwatertype.

De Stiff-diagrammen (bijlage 14) laten zien dat er een verschil in vorm bestaat tussen het grondwater uit de bovenste vier filters en het grondwater uit de onderste vijf filters. Tussen de bovenste vier filters onderling zijn maar kleine verschillen in de diagrammen waarneembaar. De grondwatermonsters uit de vijf minifilters (I-1 t/m III-2) vertonen allen min of meer dezelfde Stiff-diagram, ze behoren dan ook tot het natriumchloride-type, met een relatief hoge ionenconcentratie.

De analyseresultaten van de macroparameters (tabel 6) laten voor peilbuis 2 een relatief hoog gehalte aan Ammonium (NH_4^+) en Nitraat (NO_3^{2-}) zien. Dit hoge gehalte aan NH_4^+ en NO_3^{2-} is waarschijnlijk het gevolg van percolaatbeïnvloeding.

4.1.4 Microparameters grondwater

De microparameters weergegeven in microgram per liter, omvatten zware metalen, aromatische verbindingen en gechlorideerde koolwaterstoffen.

De analysemethoden en analyseresultaten zijn weergegeven op de analysecertificaten (bijlage 15). De analyseresultaten zijn beoordeeld aan de hand van de streef- en interventiewaarden zoals opgesteld door het ministerie van VROM [ref.6].

De toetsingswaarden worden door het ministerie van VROM (zie ook bijlage 16) als volgt beschreven:

- s-waarde** : **streefwaarde**; bij overschrijding van dit concentratieniveau is sprake van een aantoonbare bodemverontreiniging;
- (s+i)/2** : **grenswaarde voor nader onderzoek**;
- I-waarde** : **interventiewaarde**; bij overschrijding van dit concentratieniveau kan sprake zijn van een ernstige bodemverontreiniging.

Aan de hand van de analyseresultaten en de berekende toetsingswaarden is tabel 7 samengesteld voor het grondwater. In deze tabel is ook de mate van verontreiniging van de grondwatermonsters weergegeven.

De analyseresultaten laten het volgende zien:

- Pb2 (4-5 m-mv):** overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium, benzeen, ethylbenzeen, toluen en naftaleen;
overschrijding van de grenswaarde voor nader onderzoek voor:
xylenen;
- Pb6 (1-2 m-mv):** overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium en xylenen;
- Pb13 (2-3 m-mv):** overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium en koper;

Tabel 7. Analyseresultaten grondwater (microparameters)

Locatienaam: stortplaats 't Horntje		sept. '95											
monster nr. (filterdiepte m-mv)	microparameters (ug/l)												
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	arom. tot.	nafta- leen	VOCL	EOX	fenol index
pb2 (3,0-4,0)	<d	<d	15 ---	<d	<d	<d	12	26	54 ++ ^{*)}	7.9 ---	<d	<d	<d
pb6 (1,0-2,0)	<d	<d	8 ---	<d	<d	<d	<d	30	0.21 ---	<d	<d	<d	<d
pb13 (1,7-2,7)	<d	<d	8 ---	26 ---	<d	<d	<d	26	<d	<d	<d	<d	<d
pb14 (1,7-2,7)	8	<d	19 ++	1	<d	<d	<d	31	1.9 ---	<d	<d	<d	<d
I-1 (3,5-4,5)	<d	-	6 ---	5	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d
I-2 (20,5-21,5)	<d	-	8 ---	2	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d	<d
II-2 (20,5-21,5)	<d	-	4 ---	4	<d	<d	-	85	<d	<d	<d	<d	<d
III-1 (3,5-4,5)	<d	-	4 ---	4	<d	<d	-	82	<d	<d	<d	<d	<d
III-2 (18,5-19,5)	<d	-	2 ---	3	<d	<d	<d	30	<d	<d	0.07 ---	<d	<d
Toetsingswaarden													
s-waarde	10	0.4	1	15	0.05	15	15	85	*)	0.1	*)	#)	#)
(s+l)/2	35	3	16	45	0.18	45	45	433		35			
i-waarde	60	8	30	75	0.3	75	75	800		70			
--- :overschrijding streefwaarde) :xylenen				
++ :overschrijding grenswaarde voor nader onderzoek									*) :trichloormethaan				
d :detectielimiet													
- :niet geanalyseerd													
*) :indien van toepassing voor individuele parameters													
#) :geen toetsingswaarde voorhanden													

Pb14 (2-3 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
benzeen, ethylbenzeen en xylenen;
overschrijding van de grenswaarde voor nader onderzoek voor:
chromium;

filter I-1 (4-5 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium;

filter I-2 (21-22 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium;

- filter II-2 (21-22 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium;
- filter III-1 (4-5 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium;
- filter III-2 (19-20 m-mv): overschrijding van de streefwaarde voor:
chromium en trichloormethaan.

Wat verder opvalt is de licht verhoogde concentratie aan zink in filter II-2 (gelijk aan de streefwaarde) en in filter III-1 (bijna gelijk aan de streefwaarde).

Conclusie:

De licht verhoogde waarde aan chromium in alle filters is te wijten aan een hoge achtergrondconcentratie van chromium in de mariene zandige sedimenten van Texel. De licht verhoogde waarde aan xylenen en naftaleen is toe te schrijven aan percolaat vanuit de stort. Op 300 m ten noorden van de stort is in filter III-2, op 19,5 m-mv, een licht verhoogde concentratie aan trichloormethaan aangetroffen, welke eveneens afkomstig is van de stort. Ondanks de lage concentraties die zijn aangetroffen, wijzen de analyseresultaten op een verspreiding van percolaat vanuit de stort. De licht verhoogde concentratie aan koper in peilbuis 13 heeft niets te maken met de stort, omdat deze peilbuis niet in de stroombanen van de stort ligt, de oorzaak van deze licht verhoogde concentratie is niet bekend.

4.2 Verontreinigingssituatie

Het stortpakket zelf wordt beschouwd als een "black box"; er is geen gericht onderzoek naar de inhoud hiervan gedaan.

4.2.1 Horizontale verspreiding van verontreiniging

Horizontale verspreiding van verontreiniging kan worden veroorzaakt door transport van oppervlakkige verontreiniging met het afstromend regenwater en door zijdelings uittreden van freatisch water (percolaat). Verder bestaat de mogelijkheid dat het oppervlaktewater verontreinigd raakt door kwel van verontreinigd grondwater via horizontaal transport van verontreiniging in het watervoerende pakket.

Aan de zuidkant van de stort ligt een dijk die de scheiding vormt tussen de mokbaai en de polders met de stort. Deze dijk vormt een natuurlijke barrière tegen horizontale verspreiding van verontreiniging in zuidelijke richting. De andere zijden van de stort bevatten geen natuurlijke barrière. Tijdens de veldinspecties is geen percolaat waargenomen, echter in relatief natte perioden zou percolaat uit de vuilstort kunnen treden, wat door omwonenden in het verleden is waargenomen. De peilbuizen 2 en 14 direkt naast de stort en peilbuis 6 op 100 m afstand van de stort vertonen, hoe gering dan ook, toch tekenen van percolaatbeïnvloeding. Filter III-2, op 300 m van de stort, vertoont ook al sporen van percolaatbeïnvloeding.

De slibmonsters uit de poldersloten ten noorden van de stort vertonen geen noemenswaardige verontreinigingen. De slootwatermonsters uit deze poldersloten vertonen (op slootwatermonster F2 na) allen een relatief hoog geleidingsvermogen, wat wijst op kwel van zout of brak water. Slootmonster F4, uit een sloot 200 m ten noorden van de stort, vertoont naast een relatief hoog CZV ook een hoog gehalte aan NH_4^+ wat duidt op percolaatbeïnvloeding vanuit de stort.

4.2.2 Verticale verspreiding van verontreiniging

In filter II-2, geplaatst naast de stort op een diepte van 21,5 m-mv, zijn geen verontreinigingen aangetoond. Alleen een licht verhoogde concentratie aan chroom en zink (gelijk aan streefwaarde) is waarneembaar. In filter III-2, geplaatst 330 m ten noorden van de noordrand van de stort op 19,5 m-mv, is een licht verhoogde concentratie aan trichloormethaan aangetroffen wat duidt op een verticale én horizontale verspreiding van verontreiniging vanuit de stort.

De afstand van de horizontale verspreiding van de verontreiniging vanuit de stort is dus minimaal 330 m.

4.3 Toetsing van het geohydrologisch model

Om de overeenkomst tussen het computermodel en de werkelijk situatie te testen is het model eerst getoetst aan de gegevens van de grondwaterkaarten van TNO/DGV en aan de stijghoogtegegevens gekregen van TNO/IGG. De tweede toetsing wordt gedaan met behulp van de gegevens verkregen in het vervolgonderzoek. Bij deze zogenaamde tweede "calibratie" van het model wordt gekeken in hoeverre de door het model berekende stijghoogten overeenkomen met de gemeten stijghoogten op een bepaald tijdstip (zie ook § 3.1). Bij de calibratie van het model kunnen parameters, waarvan de waarde slechts bij benadering bekend is, worden aangepast zodanig dat het model beter met de veldgegevens overeenstemt. Dit alles in overeenstemming met wat vanuit het geohydrologisch inzicht als realistisch mag worden beschouwd.

Het contourpatroon van de stijghoogten gemeten op 28 augustus 1995 komt overeen met het contourpatroon dat door het model is gegeven.

De grondwaterstroming in watervoerend pakket 1B (WVP 1B) en in watervoerend pakket 2A (WVP 2A) is, in de omgeving van de lokatie, van zuid naar noord. In het model is een doorlatendheid aangenomen van 10 m/d voor WVP 1B en 15 m/d voor WVP 2A. Met een verhang van ca. 1 m per 300 m (0,003 m/m), is de maximale horizontale stroomsnelheid van het grondwater (gecorrigeerd voor poriënvolume) ca. 50 meter per jaar.

Als we uitgaan van een retardatiefactor voor de mobiele stof trichloormethaan van 2, dan is de maximale stroomsnelheid van de stof trichloormethaan in water ca. 25 m per jaar. Het front van de trichloormethaan verontreiniging zou er dus ca. 12 jaar over doen om de 300 m tot filter III-1 te overbruggen. Gezien de ouderdom van de stort, begin jaren 70 is met de stort begonnen, kan het model de toetsing doorstaan.

5 RISICO-EVALUATIE EN URGENTIEBEPALING

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is een risico-evaluatie opgesteld met betrekking tot bedreigde objecten (mens en milieu) in de directe omgeving van de stort.

Behalve in het slib in de sloten wordt in de grond geen verontreiniging in relatie tot de stort verwacht, mede gezien de aanwezigheid van een ca. 1 m dikke deklaag op de stort.

De in het grondwater aangetroffen verontreinigingen kunnen mogelijk risico's opleveren voor de mens en/of het ecosysteem. Tevens kunnen de verontreinigingen zich mogelijk verder verspreiden in het milieu. Daartoe zijn aan de hand van de handleiding "urgentie van de bodemsanering" [ref.7] de humane -, ecologische - en verspreidingsrisico's bepaald.

In de tabellen 8 en 9 zijn de grenswaarden voor nader onderzoek $(s+i)/2$ vergeleken met de in het slib en het grondwater, op de lokatie, aangetroffen verontreinigingen.

Tabel 8. Grenswaarden voor nader onderzoek voor grond.

Stof	Hoogste concentratie (mg/kg ds)	grenswaarde = $(s+i)/2$ (mg/kg ds)	> $(s+i)/2$?
PAK	0,31	4,1	nee

Tabel 9. Grenswaarden voor nader onderzoek voor grondwater.

Stof	Hoogste concentratie ($\mu\text{g/l}$)	grenswaarde = $(s+i)/2$ ($\mu\text{g/l}$)	> $(s+i)/2$?
Cr	19	15,5	ja
Cu	26	45	nee
Benzeen	11	15,1	nee
Ethylbenzeen	0,39	75	nee
Tolueen	1,2	500	nee
Xyleen	42	35,1	ja
naftaleen	7,9	35	nee
trichloormethaan	0,07	200	nee

5.2 Actuele risico's voor de mens

De risico's voor de mens worden met name bepaald door de contact - en opname mogelijkheden met de verontreinigingen, die afhankelijk zijn van het gebruik van het terrein. Als gebruiksfunctie van het terrein is, gezien het landschappelijke karakter, uitgegaan van openbaar groen met weilanden.

Voor het toetsen van de actuele humane risico's kunnen in het algemeen de volgende

blootstellingsroutes relevant worden geacht:

- ingestie van grond;
- dermaal contact met de grond;
- inhalatie van gronddeeltjes;
- consumptie van verontreinigde gewassen;
- consumptie van oppervlakte- en/of grondwater.

De licht verhoogde concentratie aan PAK in slibmonster S2 is zodanig klein (concentratie $< (s+i)/2$) dat het geen actueel risico voor de mens vormt.

Omdat er geen contactmogelijkheden met de stort aanwezig zijn en omdat in de grond geen verontreiniging in relatie tot de stort wordt verwacht, is alleen het grondwater onderzocht en beperken we ons alleen tot de risico's voor de mens met betrekking tot contact- en opname mogelijkheden met verontreinigd grondwater.

Tabel 10. Eenvoudige toetsing actuele humane risico's.

Omschrijving	Ja	Nee
direct contact mogelijk		X
gewasteelt/visvangst		X
vluchtige verbindingen aanwezig	X	
permeatie drinkwaterleidingen mogelijk	X	

De eerste (eenvoudige) toetsing leert ons dat er vluchtige verbindingen aanwezig zijn (xyleen en trichloormethaan) en de mogelijkheid van opname door permeatie van organische verbindingen door eventueel aanwezige kunststof drinkwaterleidingen.

Tabel 11. Identificatie relevante stofgroepen.

Stofgroep	$> (s+i)/2$
metalen	X
aromatische koolwaterstoffen	X

Tabel 11 leert ons dat alleen voor de stoffen chroom en xyleen de grenswaarde voor nader onderzoek zijn overschreden.

De sloten op de onderzoekslocatie, waar verontreinigde grondwater eventueel zou kunnen terechtkomen, worden niet als zwem- en/of viswater gebruikt. Daardoor vindt geen blootstelling aan verontreinigd water plaats en zijn er geen directe blootstellingsrisico's voor de mens.

Tabel 12. Eenvoudige toetsing actuele risico's vluchtige verbindingen.

Stof	C_{invoer}	C_{invoer}/C_{toets}	toets
Xyleen	42	$42/76 = 0,55$	< 1

Uit tabel 12 volgt dat er geen actuele risico voor de mens met betrekking tot directe blootstelling aan vluchtige verbindingen.

Wel kan xyleen een gevaar vormen voor de mens als gevolg van permeatie door drinkwaterleidingen. Omdat de stort langs de openbare weg ligt en aan deze weg ook woningen

staan, mag worden aangenomen dat er ondergrondse drinkwaterleidingen langs de weg lopen. Drinkwaterleidingen van PE-materiaal zijn gevoelig voor xyleen. Indien de drinkwaterleidingen uit PVC-materiaal bestaan, is de kans op het ontstaan van verontreinigd drinkwater door permeatie veel geringer als gevolg van de geringe permeatiegraad van dit materiaal. Door VROM (ref.8) zijn signaalwaarden opgesteld, met de bedoeling te beoordelen of er sprake is van een mogelijk ongewenste situatie als gevolg van permeatie door drinkwaterleidingen.

Tabel 13. Signaalwaarden voor de beoordeling van permeatie door kunststof drinkwaterleidingen.

Stof	PE-buizen		PVC-buizen	
	signaalwaarden grondwater (ug/l)	PE-buizen grond (mg/l)	signaalwaarden grondwater (ug/l)	PVC-buizen grond (mg/l)
xyleen	10	0,1	50.000	3.000

Volgens opgave van het plaatselijke waterleidingbedrijf (PWN) bestaan de drinkwaterleidingen in de omgeving van de onderzoekslocatie zowel uit PE-buizen als PVC-buizen.

Aangezien het gehalte aan xyleen in Pb2 42 mg/l bedraagt, wordt de signaalwaarde overschreden. Er is een potentieel risico voor permeatie van drinkwaterleidingen van PE-buizen. De kans bestaat dat het drinkwater verontreinigd wordt met als gevolg een actueel risico voor de mens.

Conclusie:

Er is een potentieel risico aanwezig voor de mens. Dit wordt pas een actueel risico, wanneer door permeatie van drinkwaterleidingen met betrekking tot ingestie van drinkwater, inhalatie van dampen tijdens douchen en dermaal contact tijdens douchen.

5.3 Actuele risico's voor het milieu

Een bodemecosysteem bestaat uit een complex samenstelsel van individuen, populaties en leefgemeenschappen. Niet alleen de actuele blootstelling aan verontreinigingen van ecosystemen is moeilijk te bepalen, ook de effecten van deze verontreinigingen op het ecosysteem zijn moeilijk te bepalen. Er bestaat een grote variëteit van ecosystemen en de gevoeligheid van ieder ecosysteem voor verontreinigingen verschilt.

Op basis van toxiciteitsgegevens voor een aantal groepen bodemorganismen kunnen HC50 waarden (Hazardous Concentration) worden berekend. Gesteld wordt dat bij deze concentraties 50% van de potentieel in een bodemecosysteem aanwezige soorten negatieve gevolgen van een verontreiniging ondervindt. Omdat afgezien van de PAK in het slib verder alleen gehalten in het grondwater zijn bepaald, zijn deze met behulp van de evenwichtscoëfficiënten van de verschillende stoffen omgerekend naar gehalten in grond.

Alleen de concentratie van chroom in het grondwater is hoger dan de HC50-waarde. Nu is chroom een zeer mobiele stof en aangezien er over het gehele gebied een lichte verhoging van chroom is aangetroffen mag er vanuit worden gegaan dat de verhoogde concentratie aan chroom niet van de stort afkomstig is.

Conclusie:

Voor het milieu is geen actueel risico aanwezig.

5.4 Actuele verspreidingsrisico's

De verspreiding van verontreinigingen vind vooral plaats via het grondwater.

In het onderhavige onderzoek is verontreinigd grondwater aangetroffen, 330 m ten noorden van de stort op 19,5 m-mv, wat duidt op een verticale én horizontale verspreiding van verontreiniging vanuit de stort.

De actuele verspreidingsrisico's zijn bepaald aan de hand van tabel 14.

Tabel 14. Eenvoudige toetsing actuele verspreidingsrisico's.

Omschrijving	Ja	Nee
drijfslag		X
dichtheidsstroming	X	
transport onverzadigde zone		X
ernstige verontreiniging in grondwater		X

De aangetroffen verontreiniging op 330 m ten noorden van de stort betreft alleen een licht verhoogde concentratie aan trichloormethaan. Deze stof heeft een hogere dichtheid dan zoet water en zal zich naar de diepte verspreiden. De aanwezigheid van deze stof is mogelijk het gevolg van dichtheidsstroming (dichtheid trichloormethaan: $1,48 \text{ g/cm}^3 >$ dichtheid zeewater: $1,02 \text{ g/cm}^3$).

Conclusie:

Op basis van deze toetsing kan worden geconcludeerd dat er, conform de handleiding "urgentie van de bodemsanering", sprake is van een actueel verspreidingsrisico als gevolg van dichtheidsstroming.

5.5 Samenvatting risico-evaluatie

In tabel 15 is een overzicht gegeven van de actuele risico's.

Tabel 15. Overzicht aanwezigheid actuele risico's.

	Cr	Cu	Xyleen	Naftaleen	Trichloor- methaan	PAK
Humaan	nee	nee	ja	nee	nee	nee
Ecotoxicologisch	nee	nee	nee	nee	nee	nee
Verspreiding	nee	nee	nee	nee	ja	nee

Een potentieel risico voor de mens is de aanwezigheid van xyleen. Dit potentiële risico wordt pas een actueel risico voor de mens wanneer het xyleen, als gevolg van permeatie van drinkwaterleidingen, in het drinkwater terecht komt.

Een ander actueel risico betreft trichloormethaan als een verspreidingsrisico als gevolg van de relatief hoge dichtheid van deze stof.

6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In het vooronderzoek is, met behulp van gegevens uit de literatuur en uit eerdere onderzoeken en na een veldinspectie, een geohydrologisch model gemaakt. Dit model laat zien dat water dat in de stort infiltreert (regenwater), noordwaarts stroomt om ca. 200 tot 300 m verder in de Prins Hendrik polder als kwelwater aan het oppervlak te treden. Zo is het mogelijk dat verontreinigd percolaat vanuit de vuilstort eveneens in de polder als kwelwater aan het oppervlak kan treden.

In het vervolgonderzoek is het geohydrologisch model getoetst met veldgegevens. Afgezien van de dichtheidsverschillen die optreden als gevolg van de aanwezigheid van zowel zoet als brak/zout water, waar in het model geen rekening mee kan worden gehouden, heeft het model de toetsing doorstaan.

De analysesresultaten tonen aan dat er zowel een horizontale als een verticale verspreiding van verontreinigingen heeft plaatsgevonden vanuit de stort. De concentraties van de verontreinigingen zijn echter zodanig klein dat er alleen sprake is van een lichte verontreiniging. Alleen voor xyleen, in peilbuis 2, en voor chroom, in peilbuis 14, is een matige verontreiniging aangetoond. De licht verhoogde waarde aan chroom in alle filters is te wijten aan een hoge achtergrondconcentratie van chroom in de mariene zandige sedimenten van Texel.

De risico-evaluatie heeft aangetoond dat er een potentieel risico voor de mens aanwezig is betreffende xyleen. Dit risico wordt pas actueel wanneer xyleen als gevolg van permeatie van drinkwaterleidingen in het drinkwater terecht komt. Een ander actueel risico betreft trichloormethaan als een verspreidingsrisico als gevolg van de mobiliteit en de relatief hoge dichtheid van deze stof.

Ondanks de relatief lage mobiliteit van xyleen, de stroomsnelheid van xyleen in het grondwater op de lokatie is ca. 1,3 m per jaar, wordt aanbevolen om onderzoek te doen naar de kwaliteit van de drinkwaterleidingen in de directe omgeving van de stort. Om eventueel in de toekomst de drinkwaterleidingen die in de omgeving van de stortplaats van PE-buizen zijn gemaakt te vervangen door PVC-buizen.

Tevens wordt aanbevolen om enkele bestaande peilbuizen rondom de stort één keer per jaar te bemonsteren en de grondwatermonsters te laten analyseren op zware metalen, aromatische verbindingen en gechloreerde koolwaterstoffen. Op deze manier wordt een monitoringssysteem opgezet om eventuele veranderingen van de huidige verontreinigingssituatie in de gaten te houden en om zo indien nodig snel te kunnen ingrijpen.

REFERENTIES

- [1] Oriënterend onderzoek stortplaats 't Horntje te Texel.
Iwaco, adviesbureau voor water en milieu.
Rapport nr. NH/320/002/10. Rotterdam 1992
- [2] Dienst Grondwaterverkenning, TNO, Delft. Grondwaterkaart van Nederland, GWK 42,
Waddeneilanden, inventarisatierapport. Auteur: Drs. G.J. de Wit.
Delft/ Oosterwoide, mei 1987.
- [3] Geologie van de Provincie Noord-Holland. Rapport no. O.P. 7106.
Rijks Geologische Dienst mei 1979
Rijks Geologische Dienst. 1987
- [4] Micro-Fem version 2.3. Microcomputer MultiLayer Steady State Finite Element
GroundWater Modelling.
C.J.Hemker and H. van Elburg, 1993
- [5] Stuyfzand, P.J. Hydrochemie en Hydrologie van het duingebied tussen Egmond en Wijk
Aan Zee. KIWA N.V., Rijswijk, juni 1985.
- [6] Leidraad bodembescherming, aflevering 9. Ministerie van VROM, oktober 1994.
- [7] De handleiding "Urgentie van bodemsanering". Ministerie van VROM, directoraat-generaal
milieubeheer, directie bodem. Den Haag, 1995.
- [8] Voorlopige inspectie richtlijn blootstellingsrisico's bij bodemverontreiniging.
Publikatie van VROM.

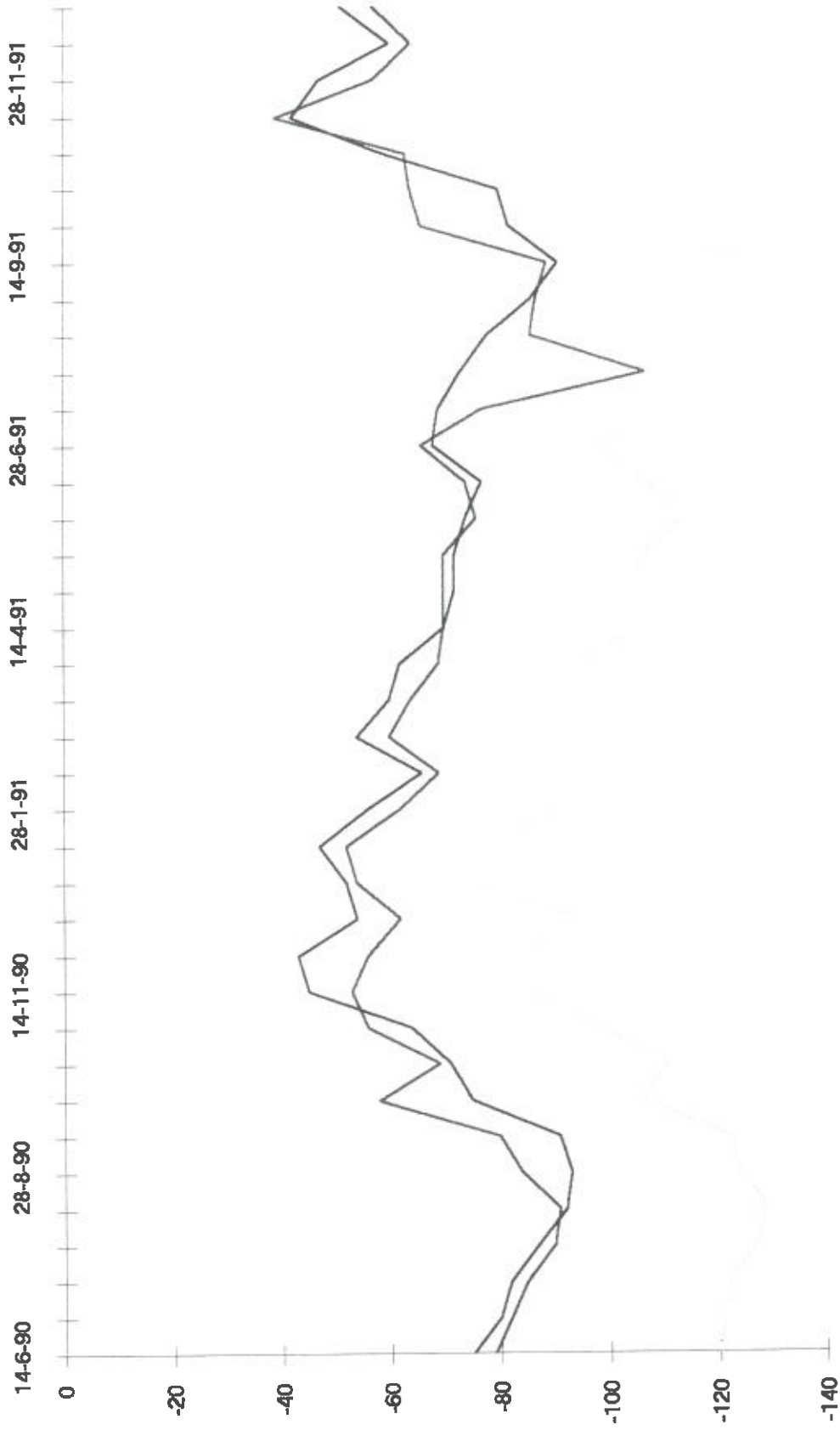
GRAFIEKEN

GRAFIEKEN

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

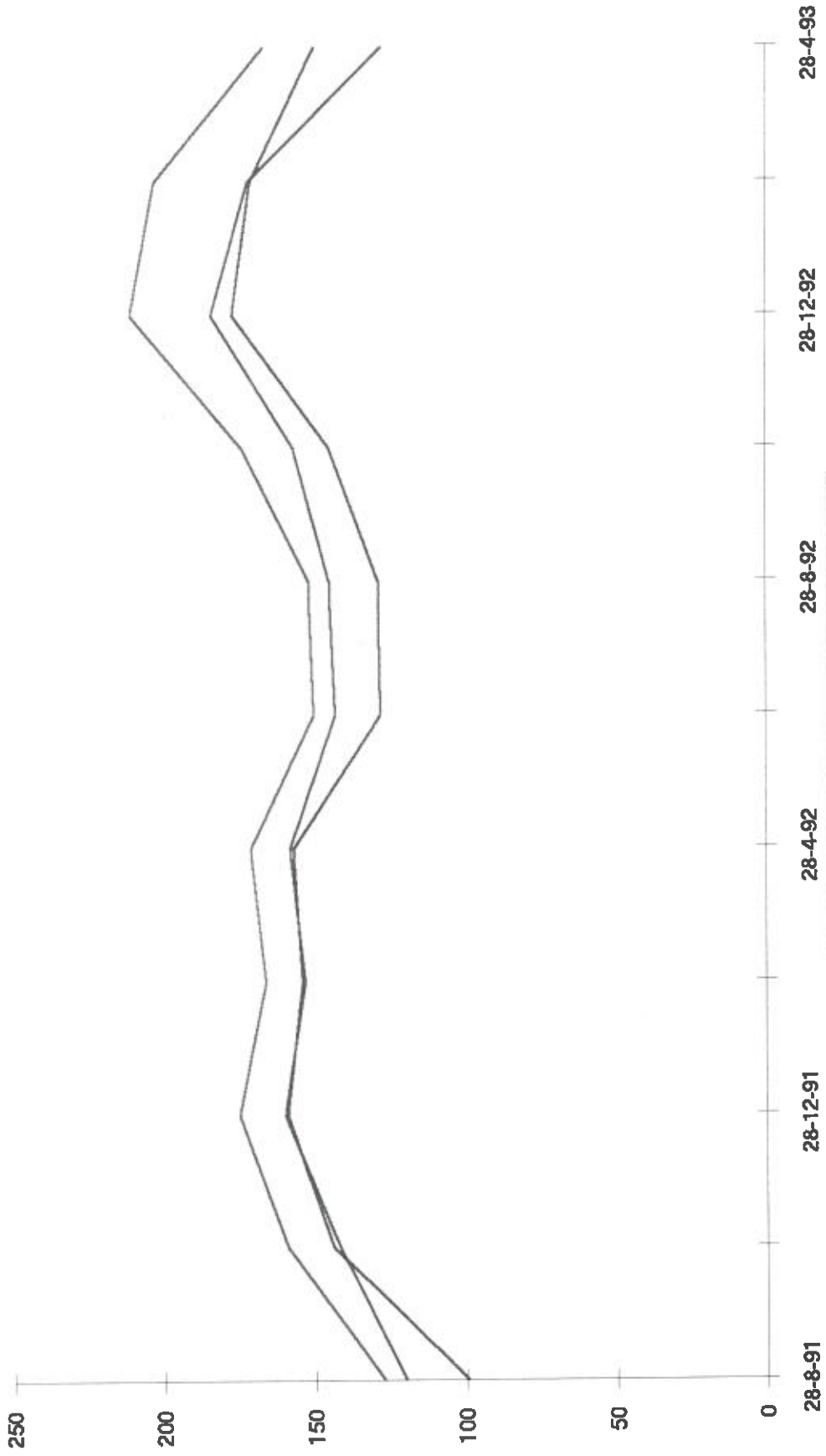
Opdr.:

3014



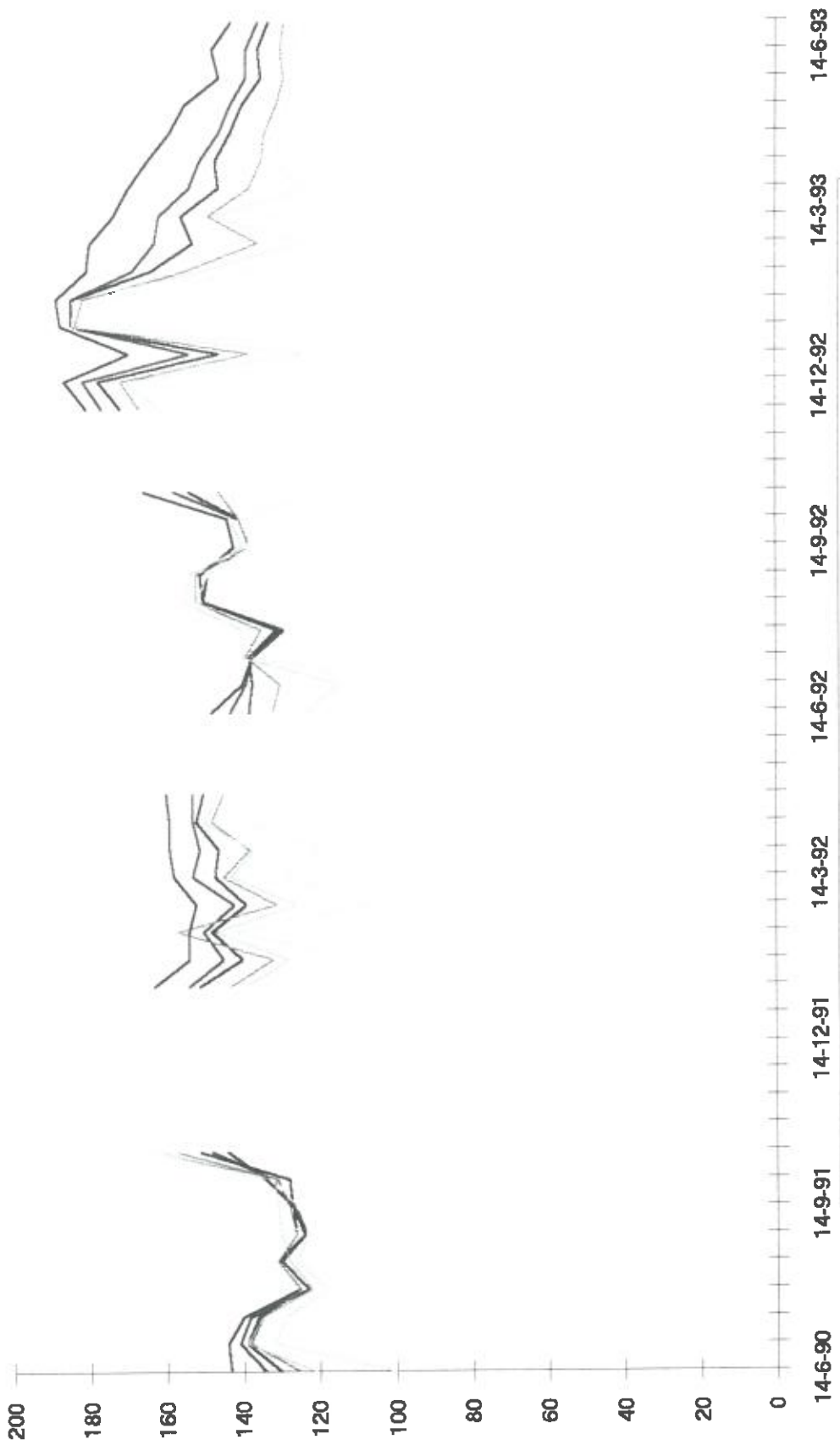
grafiek 1

— L-26 (-1.5) — L-27 (-1.3) L-28 (-2.2)



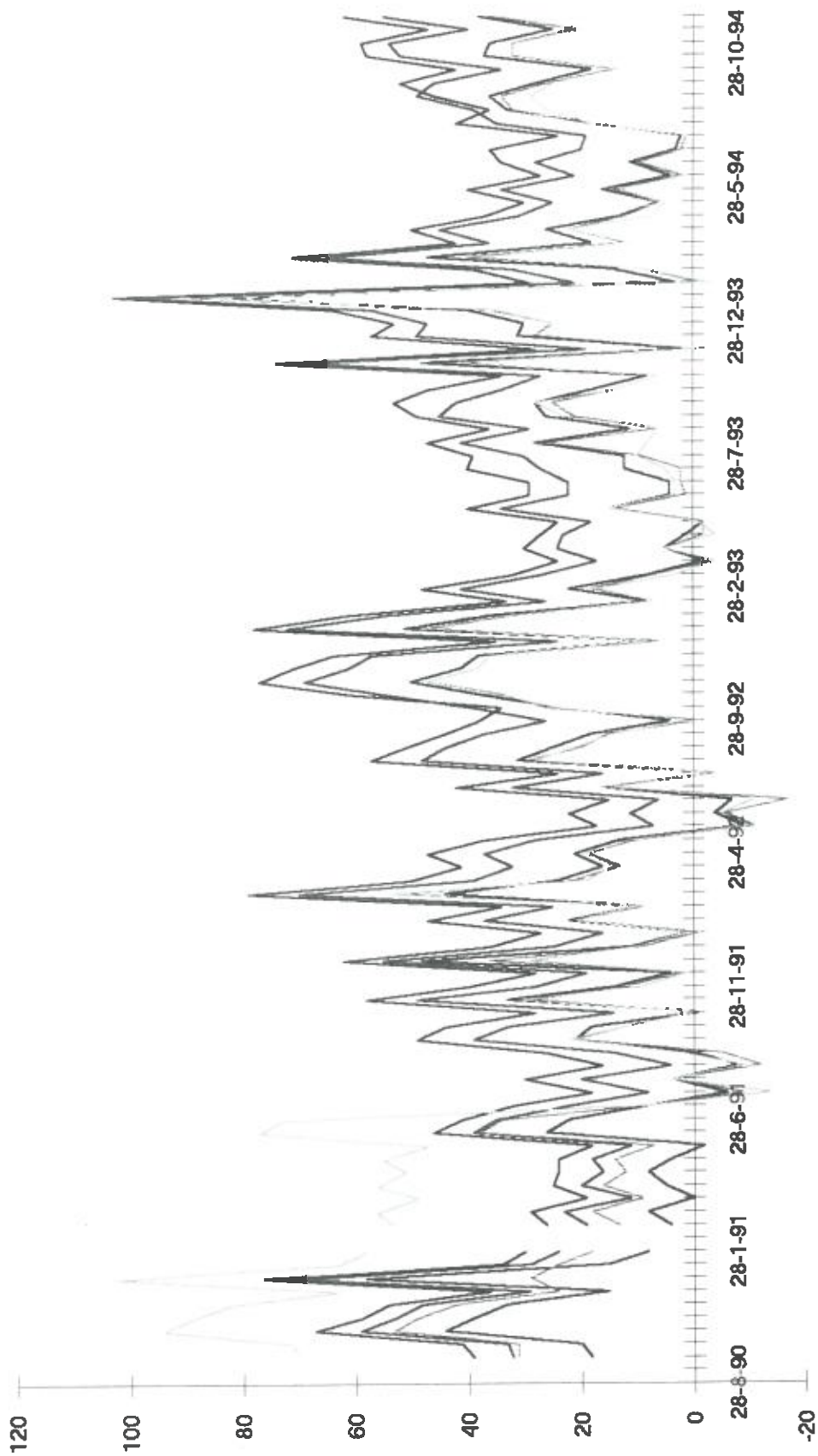
— L-43 (+0.2) - - - L-44 (+0.2) ··· L-45 (-0.3)

grafiek 2



grafiek 3

--- 166-01 (0) --- 166-02 (-8) --- 166-03 (-19) --- 166-04 (-29) --- 166-05 (-44) --- 166-06 (-62)

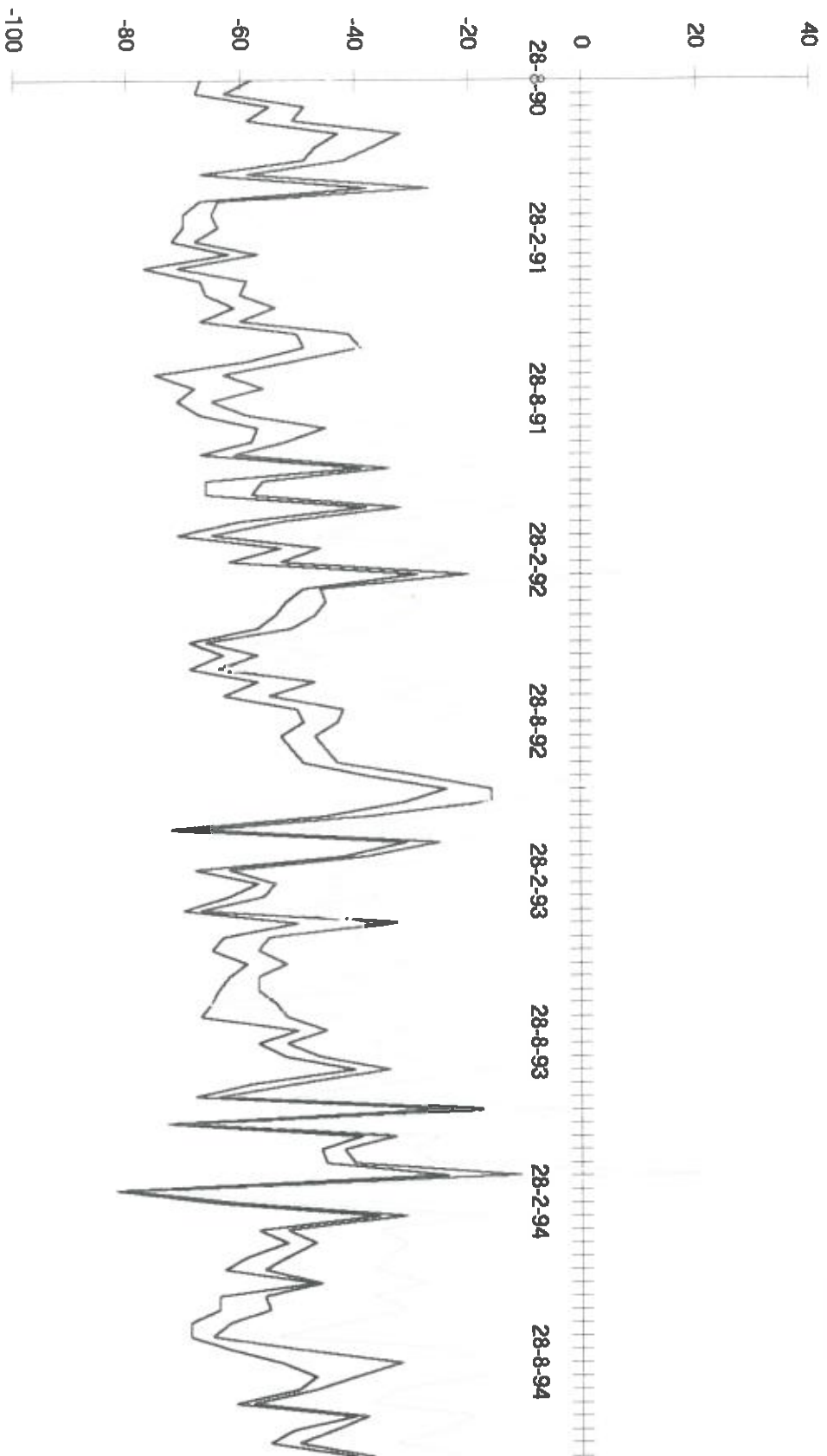


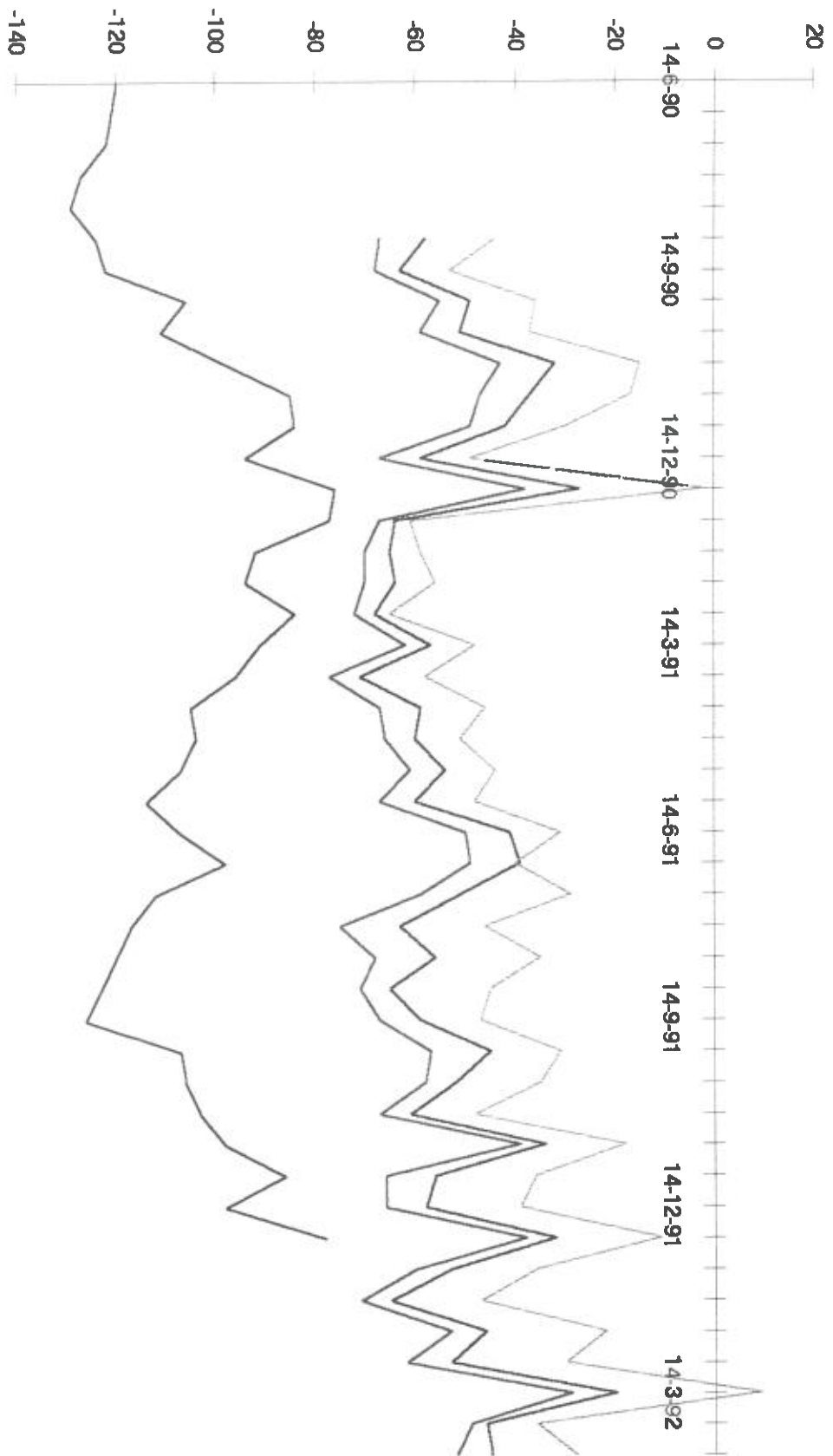
grafiek 4

— 267-01 (-10) — 267-02 (-25) — 267-03 (-39) — 267-04 (-57) — 267-05 (-68)

— 268-01 (-10) — 268-02 (-17) 268-03 (-32)

grafiek 5

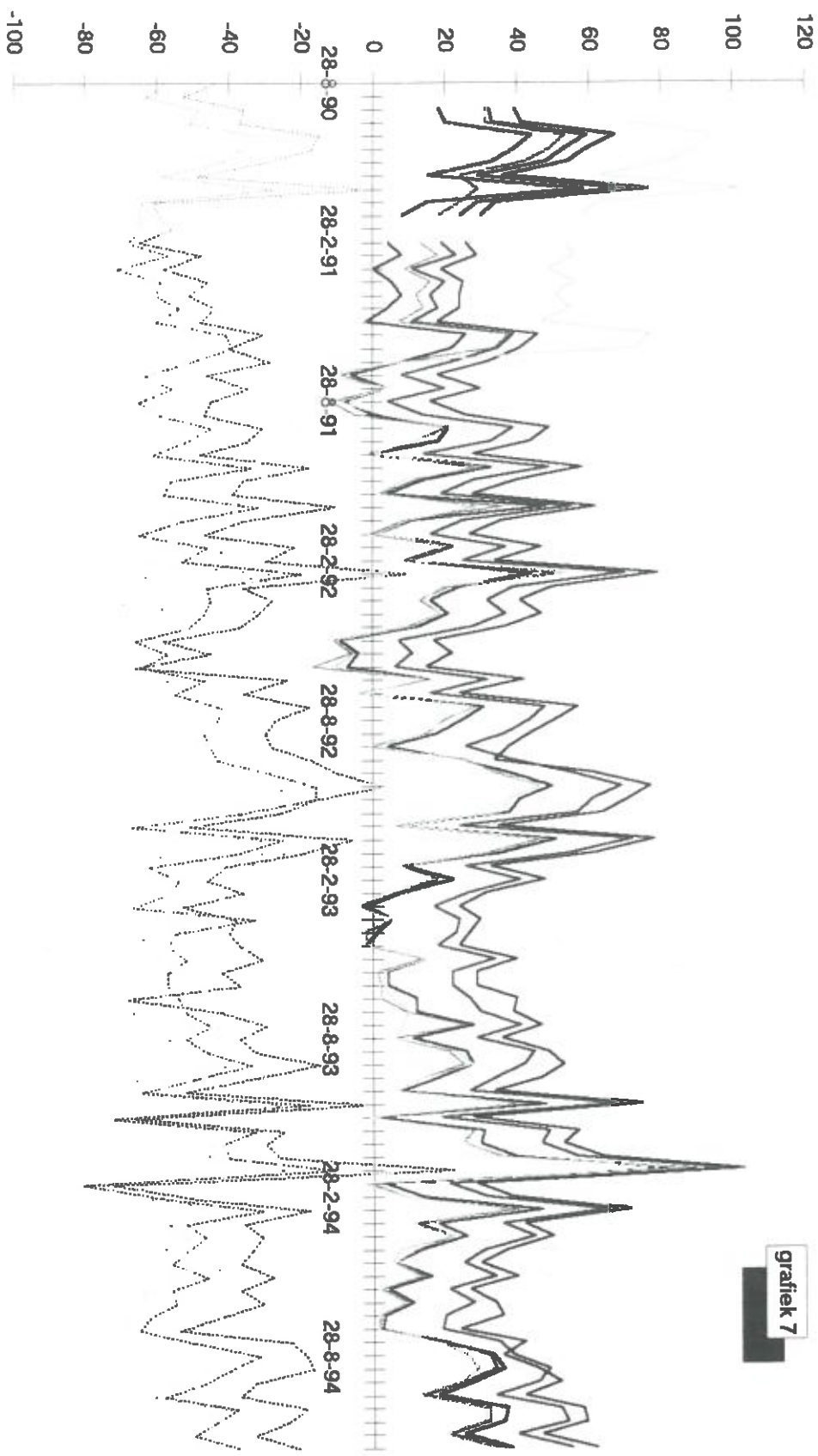




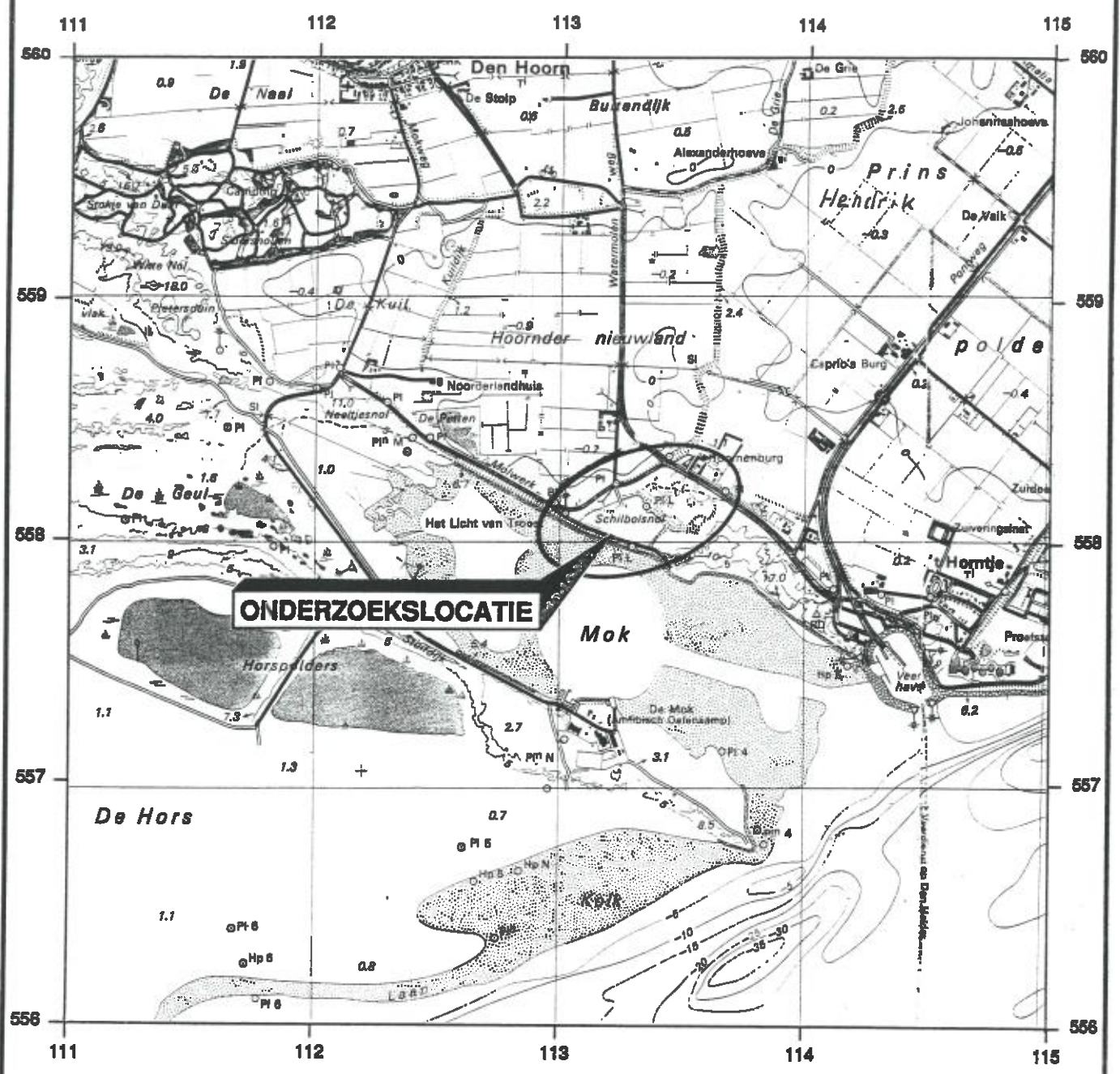
— L-28 (-2.2) — 268-01 (-1.10) — 268-02 (-1.17) - - - 268-03 (-3.2)

grafiek 6

grafiek 7

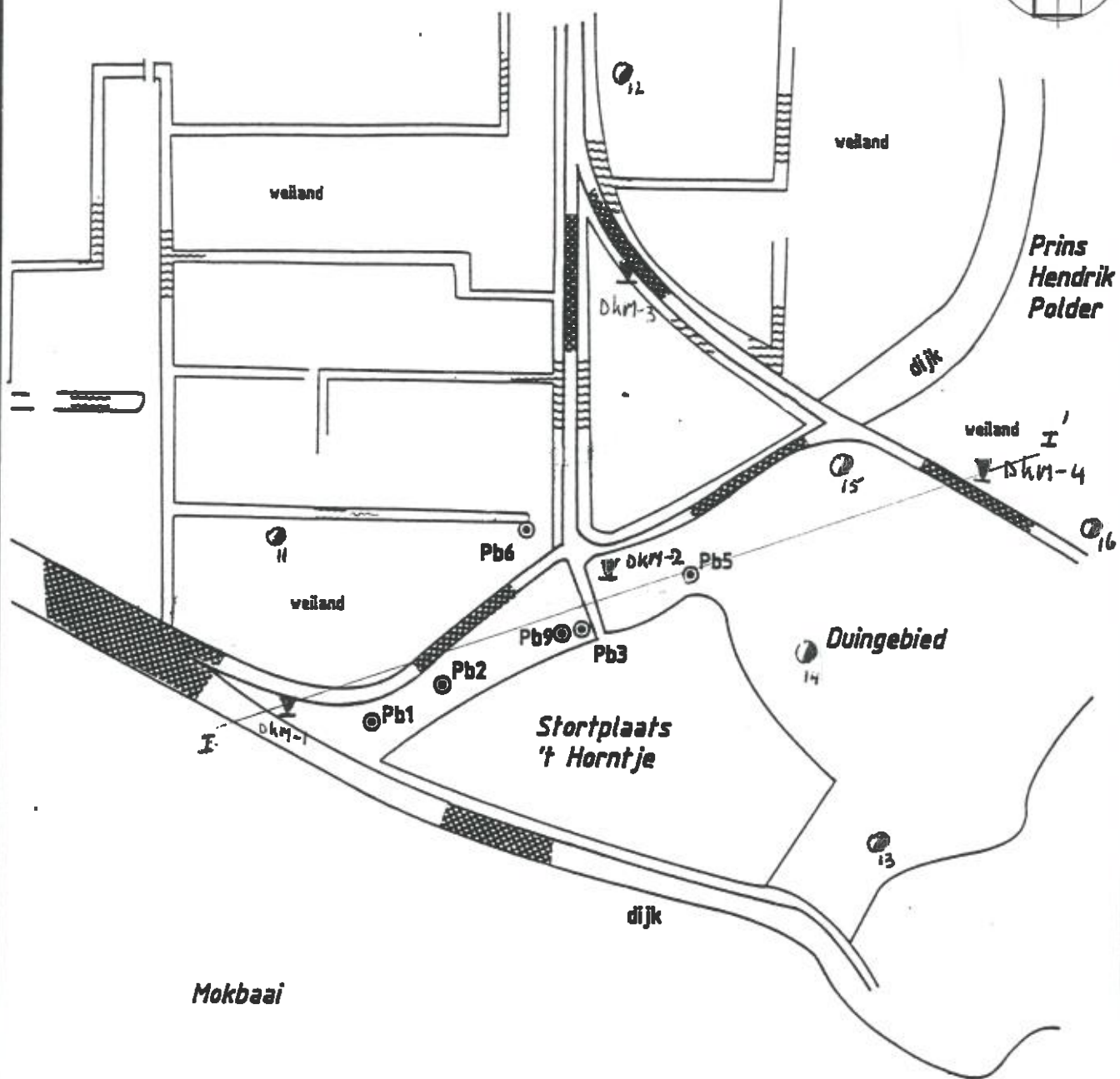


— 267-01 (-10) — 267-02 (-25) — 267-03 (-39) ···· 267-04 (-57) - - - 267-05 (-68) 268-01 (-10) 268-02 (-17) ···· 268-03 (-32)



GEO - LOGIC	
DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK
SCHAAL: 1 : 25.000	VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL
PROJECTCODE: 3014	LOCATIEKAART
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND
	BIJLAGE: 1

Polder Hoorder Nieuwland



LEGENDA:



weg



Sondering



sloot



Peilbuis geplaatst in 1995

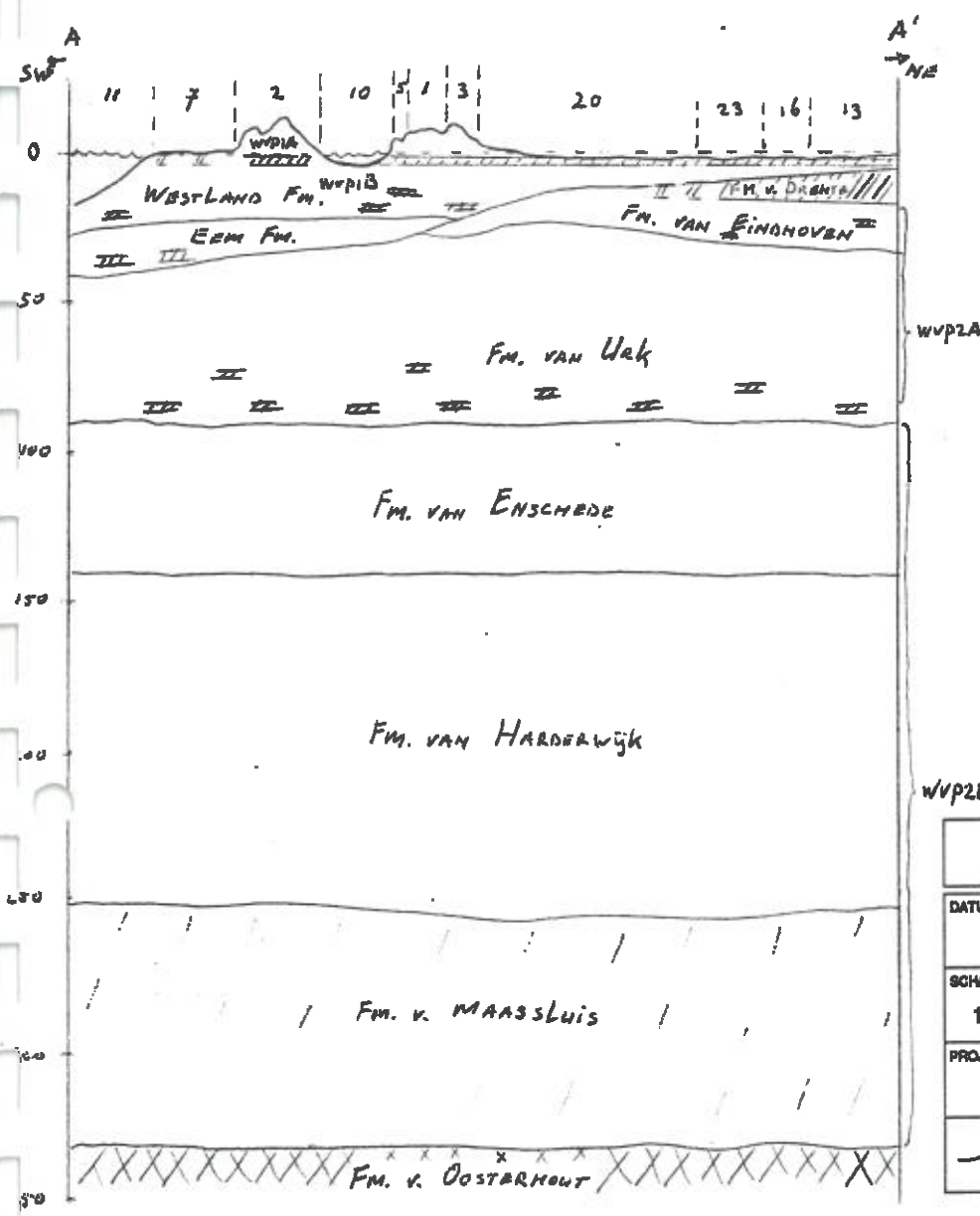
I - I' profiellijn I - I'



Peilbuis geplaatst in 1991

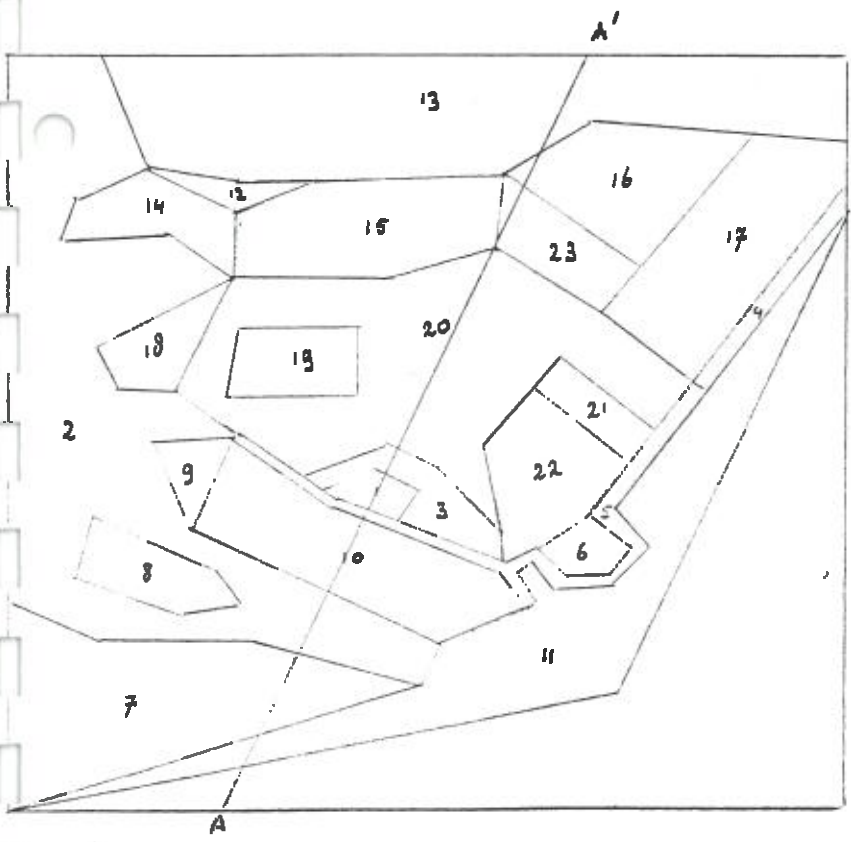
GEO - LOGIC


DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 5.000	VOORMALIGE STORTPLAATS 't HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	SITUATIEKAART	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILAGE: 2

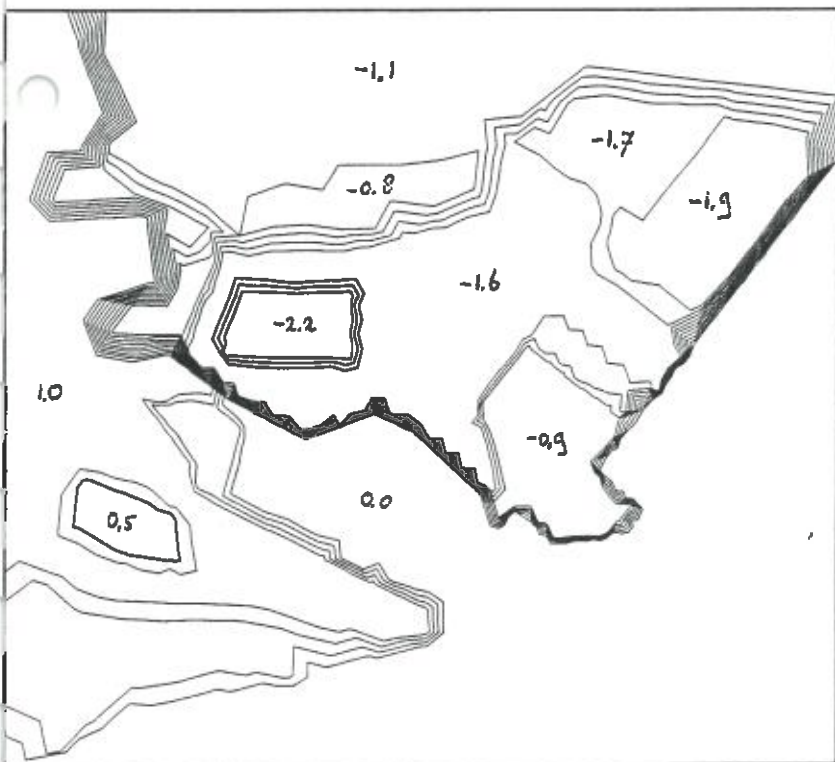


Diepte in m. t.o.v. NAP


GEO - LOGIC		
DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS 't HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	SCHEMATISCH NOORD-ZUID PROFIEL	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILLAGE: 4

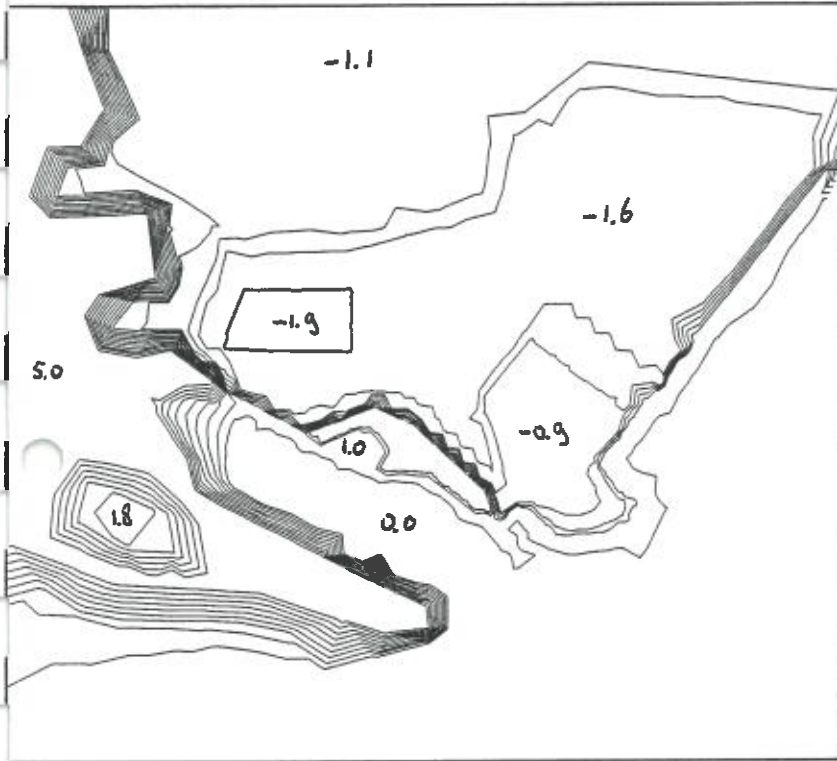


GEO - LOGIC		
DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS 't HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	SITUATIEKAART	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILLAGE: 3



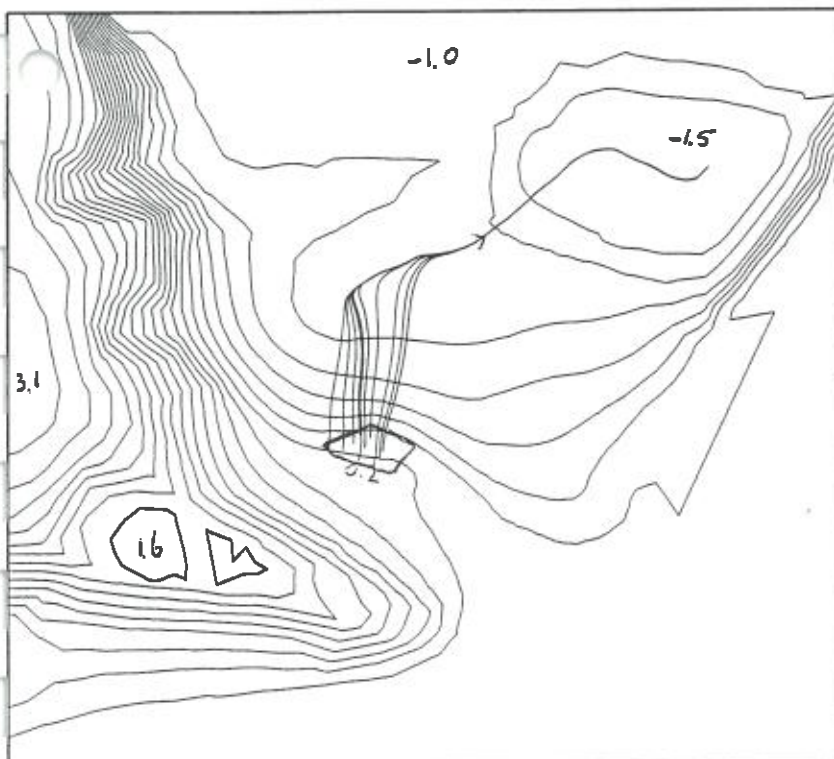
GEO - LOGIC

DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	ISOHYPSENPATROON FREATISCH GRONDWATER	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILLAGE: 5



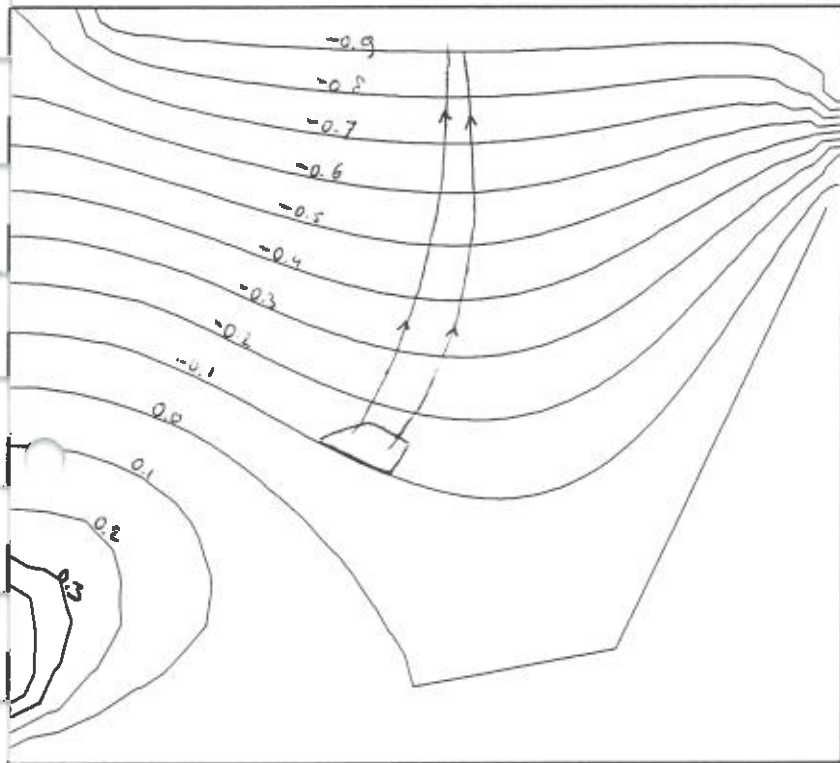
GEO - LOGIC

DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS 't HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	ISOHYPSENPATROON WVP 1A	
	OPDRACHTGEVER:	BILAGE:
	PROVINCIE NOORD-HOLLAND	6




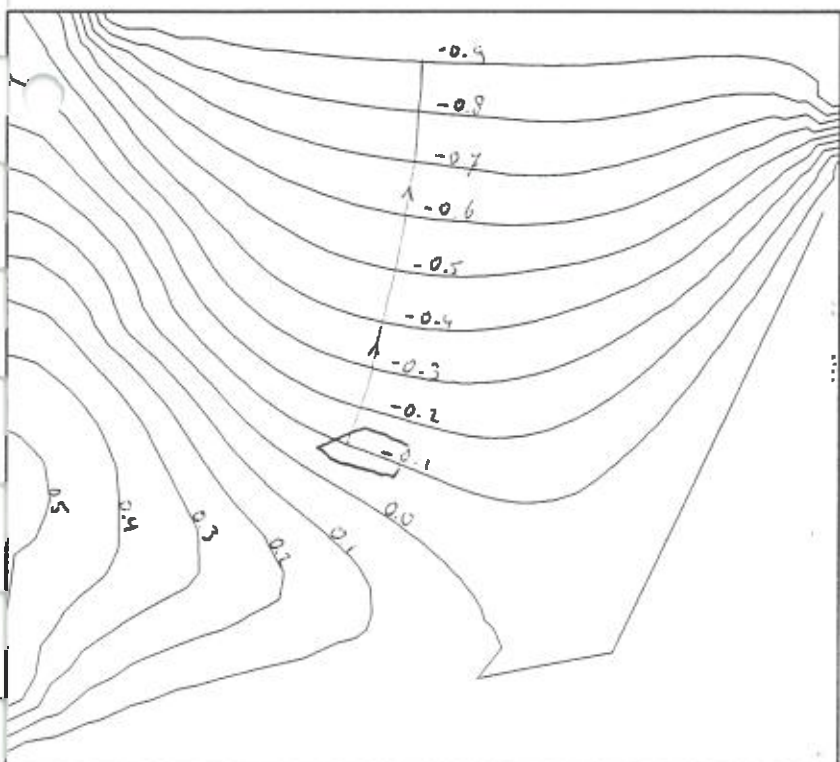
GEO - LOGIC

DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS 't HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	ISOHYPSENPATROON WVP 1B	
	OPDRACHTGEVER:	BILAGE:
	PROVINCIE NOORD-HOLLAND	7




GEO - LOGIC

DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	ISOHYPSENPATROON WVP 2B	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILLAGE: 9



GEO - LOGIC

DATUM: APRIL 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
SCHAAL: 1 : 50.000	VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL	
PROJECTCODE: 3014	ISOHYPSENPATROON WVP 2A	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BILLAGE: 8













BOORPROFIELEN




BOORPROFIELEN

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

Opdr.:
Bijl.:

3014
10

-  TEELAARDE
-  FIJN, MIDDEL, GROF ZAND
-  KLEI, LEEM
-  VEEN
-  SLIB
-  HUMUS
-  PLANTENRESTEN
-  SCHELPEN
-  PUIN
-  KOOLAS
-  GRIND
-  BETON, ASFALT, KLINKERS,
STABILISATIE LAAG

-  MENGSEL
-  HOUDEND
-  BROKKEN

- L... - LICHT
- D... - DONKER
- BL - BLAUW
- BR - BRUIN
- GL - GEEL
- GR - GROEN
- GRS - GRIJS
- RD - ROOD
- W - WIT
- Z - ZWART

 - GRONDWATERSTAND

 - VALSE
GRONDWATERSTAND



PEILFILTER




GRONDMONSTER

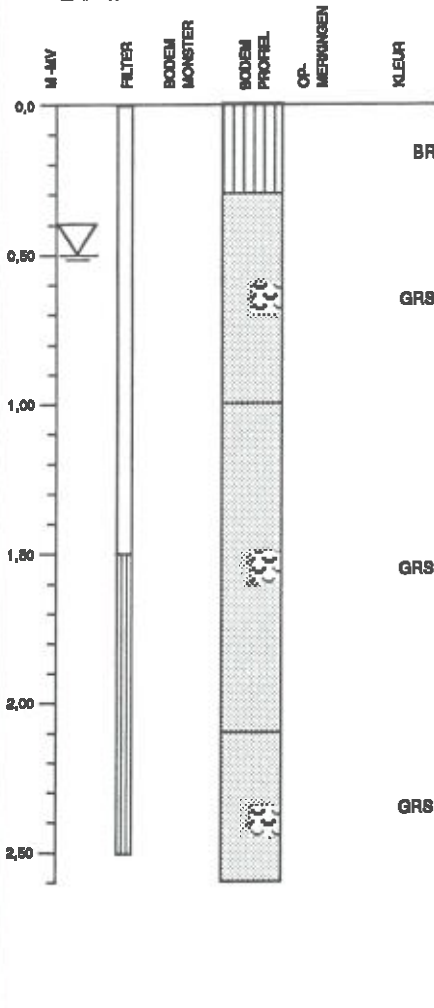


GRONDMONSTER
MET ANALYSE

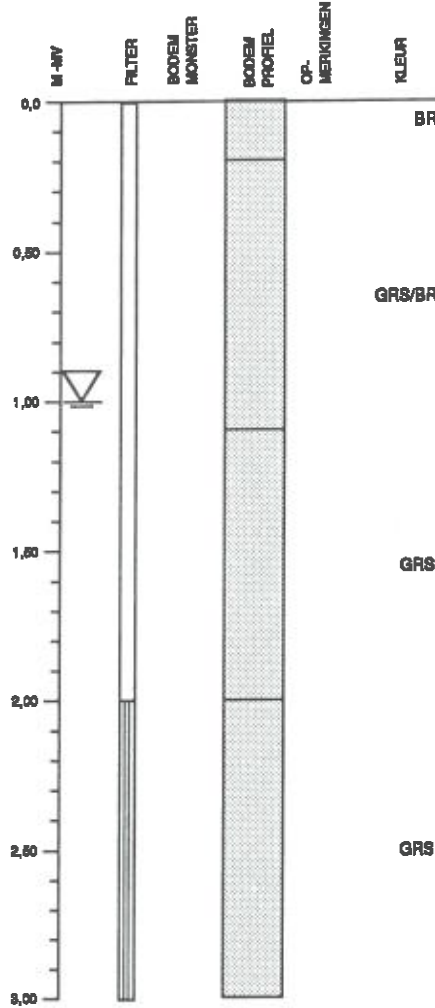
GEO - LOGIC

DATUM: NOVEMBER 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
PROJECTCODE: 3014	VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL	
	OPDRACHTGEVER: PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BIJLAGE: 10

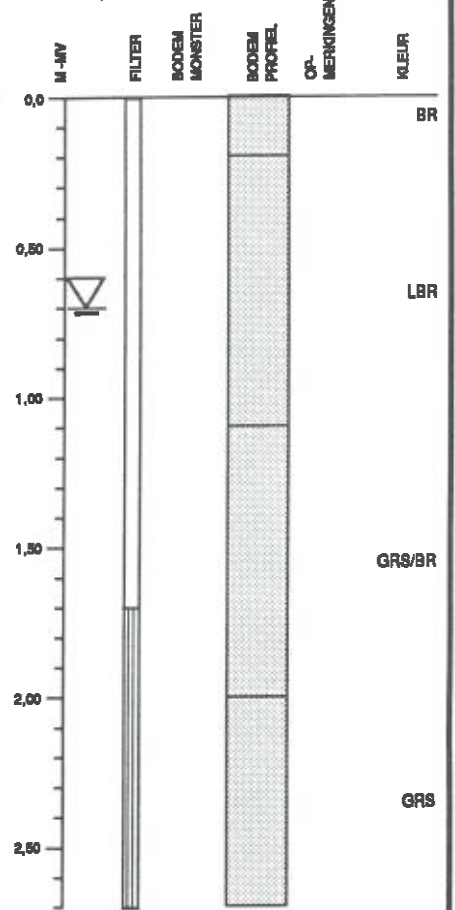
BORING No. : 11



BORING No. : 12



BORING No. : 13



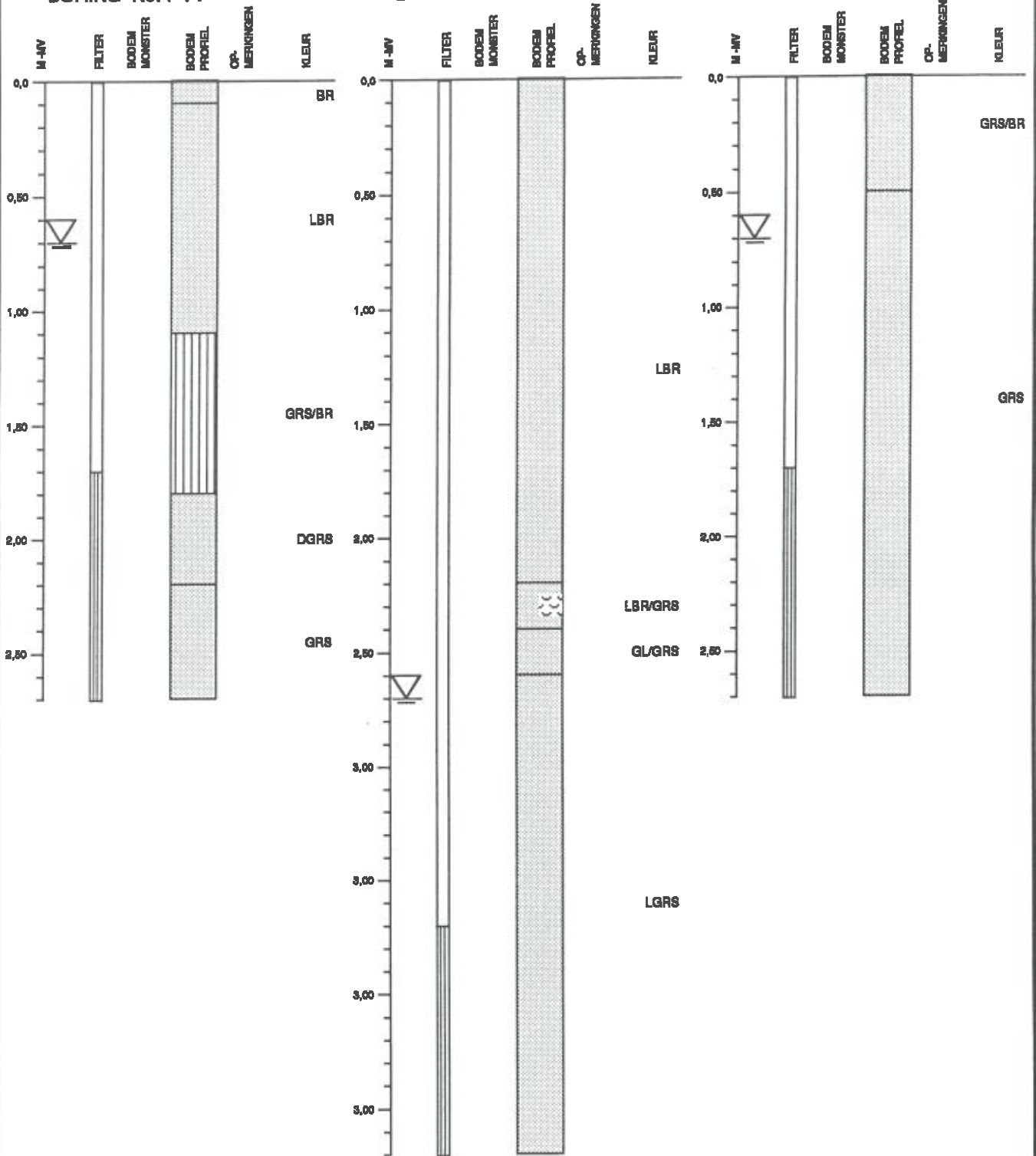
GEO - LOGIC

DATUM : NOVEMBER 1995	NADER BODEMONDERZOEK	
PROJECTCODE : 3014	VOORMALIGE STORTPLAATS t HORNTJE TEXEL	
	OPDRACHTGEVER : PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BIJLAGE : 10


BORING No. : 14

BORING No. : 15

BORING No. : 16



GEO - LOGIC

DATUM : NOVEMBER 1995		NADER BODEMONDERZOEK	
PROJECTCODE : 3014		VOORMALIGE STORTPLAATS † HORNTJE TEXEL	
		OPDRACHTGEVER : PROVINCIE NOORD-HOLLAND	BIJLAGE : 10

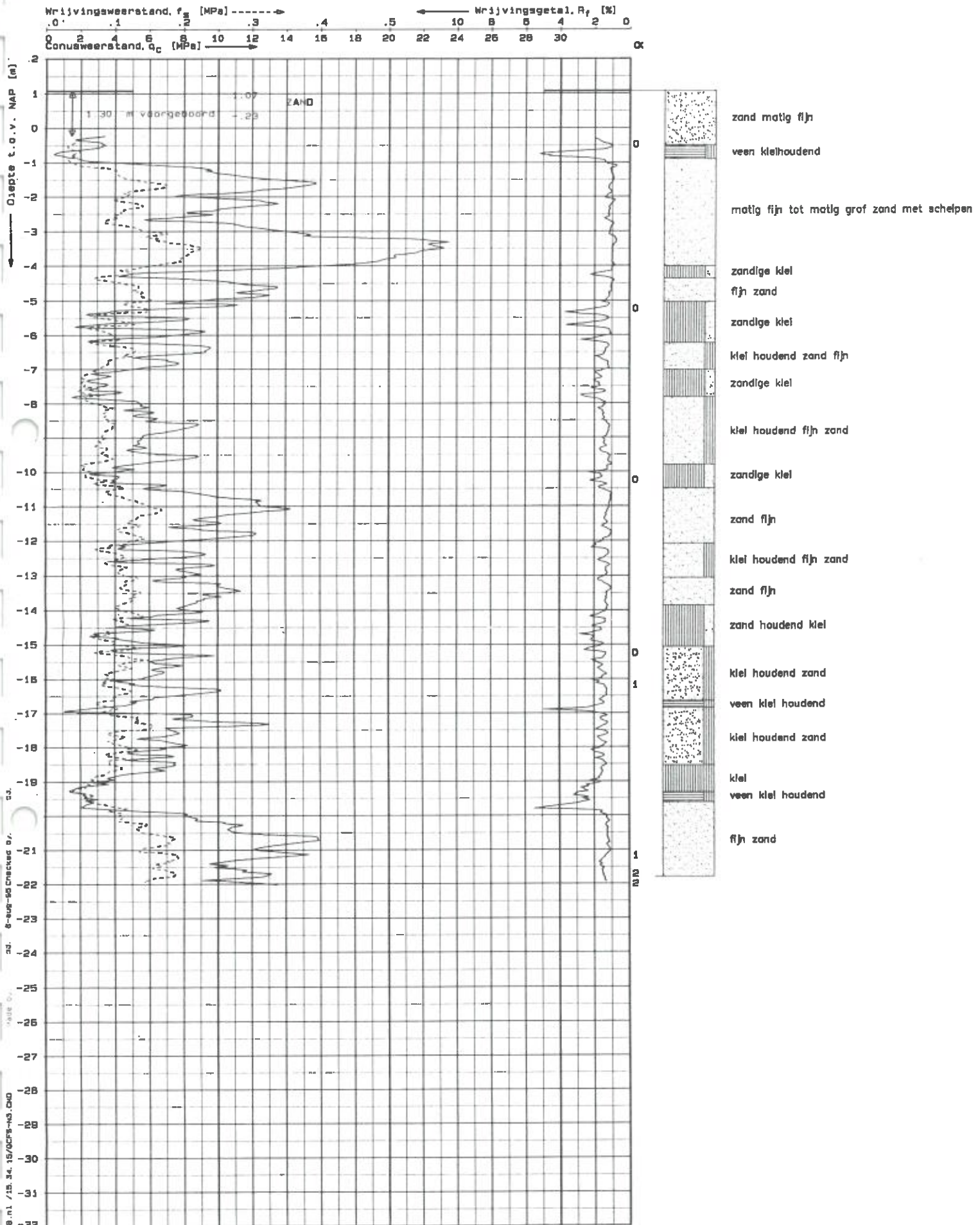
SONDERINGEN

SONDERINGEN

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

Opdr.:
Bijl.:

3014
11

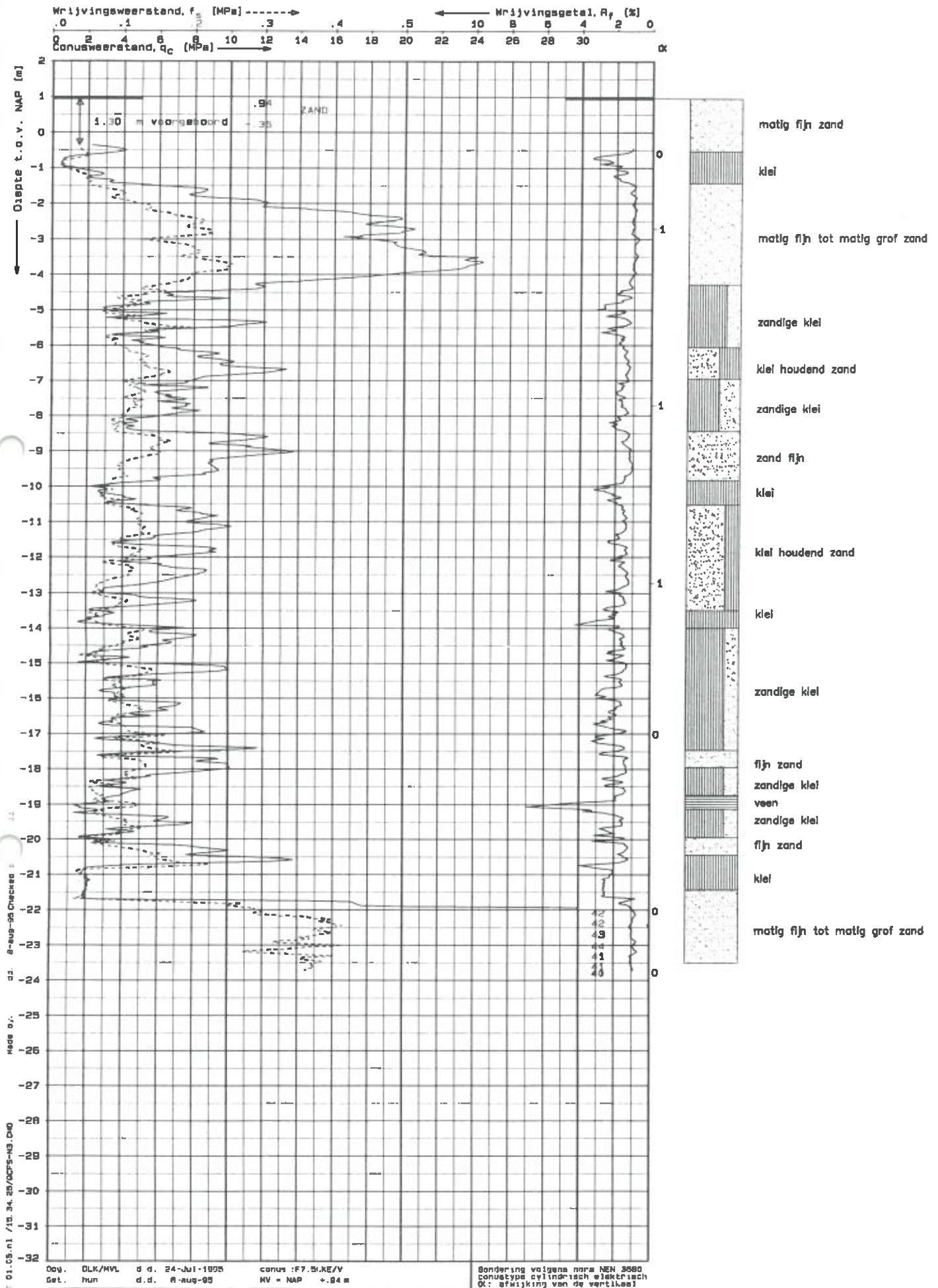


DUPLIET C1.08.n1 / 15.24.15/OCF8-13.DXD
 23. 8-aug-95
 23. 8-aug-95
 23. 8-aug-95

Dpg. DLK/NVL d.d. 24-jul-1995 conus : F7 5KKE/V Sondring volgens norm NEN 3680
 Get. hun d.d. 8-aug-95 NV = NAP +1 07 m conustype cilindrisch wijktrisch
 OK: afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE OP TEXEL

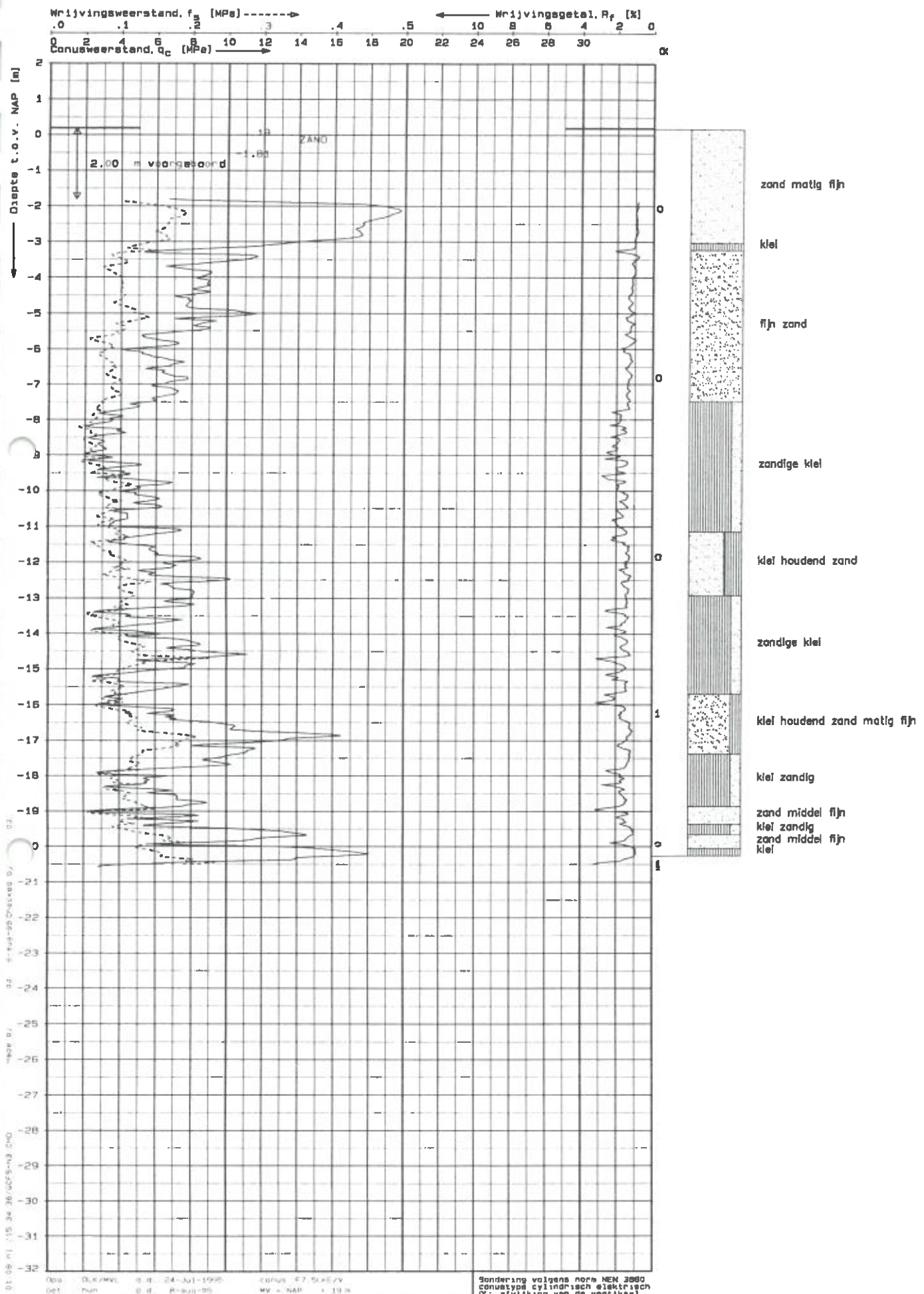
Opdr. 3014
 Sand. DKM 1



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE OP TEXEL

Opdr. 3014
Sond. DKM 2



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE OP TEXEL

Opdr. 3014
 Sond. DKM 3

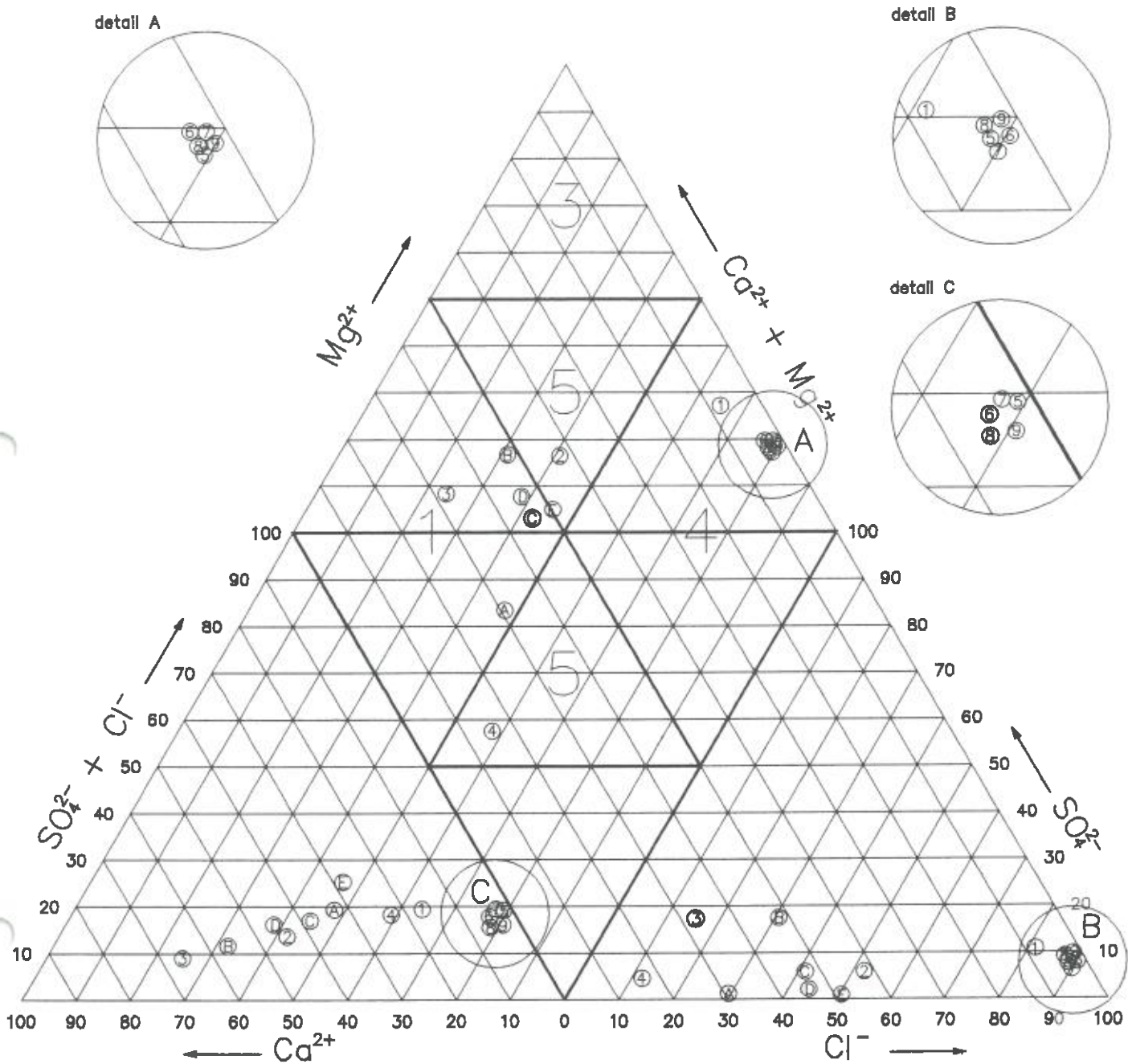
PIPER-DIAGRAM

PIPER-DIAGRAM

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

Opdr.:
Bijl.:

3014
13



Onderzoek oktober 1991:

- ⊙ : Pb 3
- ⊙ : Pb 6
- ⊙ : Pb 7
- ⊙ : Pb 8
- ⊙ : Pb 9.2

Onderzoek september 1995:

- ⊙ : Pb 2
- ⊙ : Pb 6
- ⊙ : Pb 13
- ⊙ : Pb 14
- ⊙ : I - 1
- ⊙ : I - 2
- ⊙ : II - 2
- ⊙ : III - 1
- ⊙ : III - 2

Grondwatertypen:

- 1 : Ca CO₃ - type
- 2 : Na₂ CO₃ - type
- 3 : Ca Cl₂ - type
- 4 : Na Cl - type
- 5 : mengwater type

STIFF-DIAGRAMMEN

STIFF-DIAGRAMMEN

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

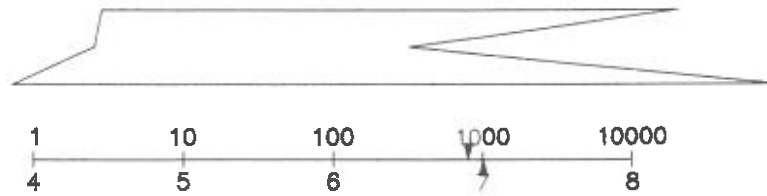
Opdr.:
Bijl.:

3014
14

* Pb 2

Ca
Mg
Na + K

EGV
pH

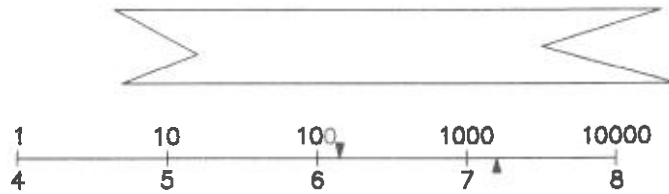


HCO₃
SO₄
Cl

* Pb 6

Ca
Mg
Na + K

EGV
pH

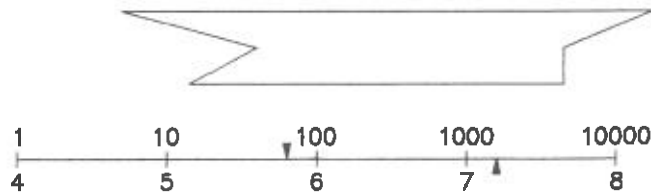


HCO₃
SO₄
Cl

* Pb 13

Ca
Mg
Na + K

EGV
pH

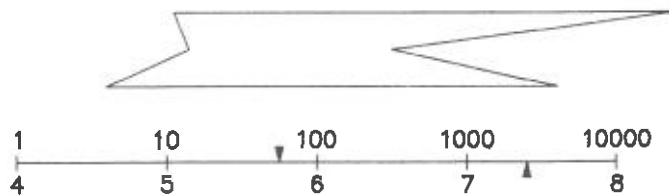


HCO₃
SO₄
Cl

* Pb 14

Ca
Mg
Na + K

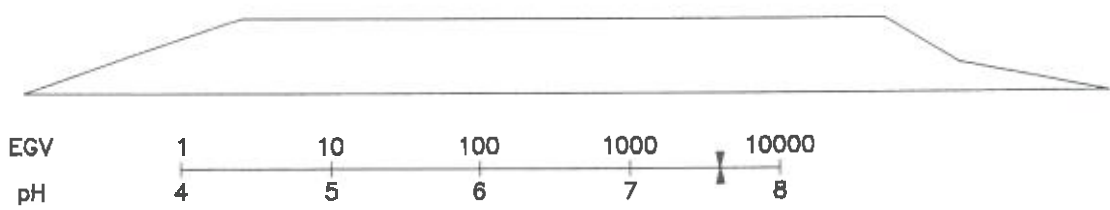
EGV
pH



HCO₃
SO₄
Cl

* I - 1

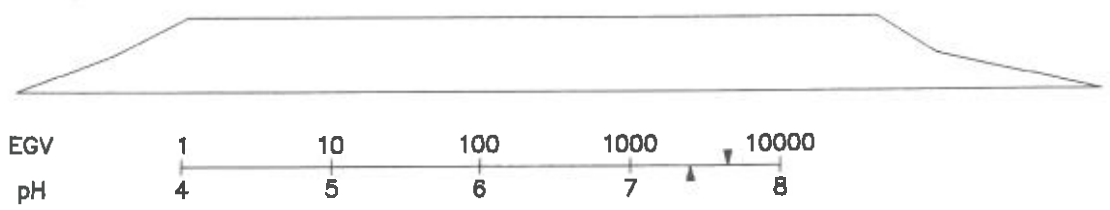
Ca
Mg
Na + K



HCO₃
SO₄
Cl

* I - 2

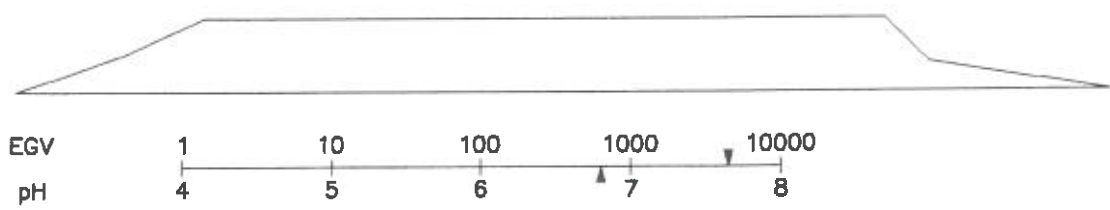
Ca
Mg
Na + K



HCO₃
SO₄
Cl

* II - 2

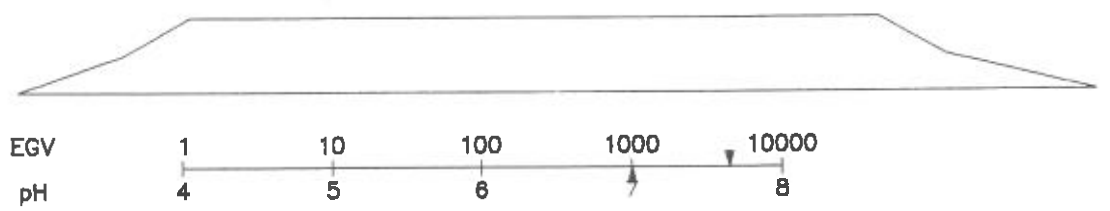
Ca
Mg
Na + K



HCO₃
SO₄
Cl

* III - 1

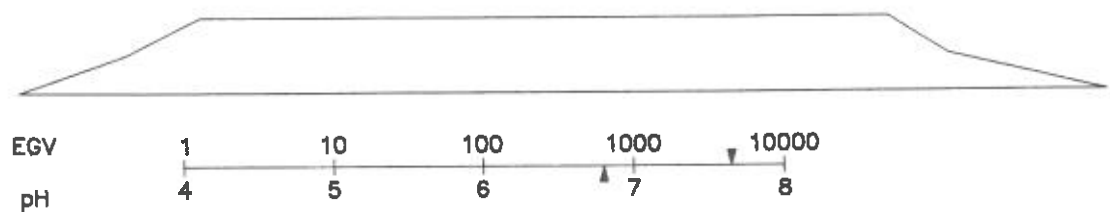
Ca
Mg
Na + K



HCO₃
SO₄
Cl

* III - 2

Ca
Mg
Na + K



HCO₃
SO₄
Cl

ANALYSECERTIFICATEN

ANALYSECERTIFICATEN

VOORMALIGE STORTPLAATS 'T HORNTJE TE TEXEL

**Opdr.:
Bijl.:**

**3014
15**

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. M1:S1		
2. M2:S2		
3. M3:S3		
4.		
5.		

GROND	1	2	3	4	5
Droge Stof (%)	77.1	37	75		
ZWARE METALEN					
Arseen	1	n.a.	n.a.		
Cadmium	0.1	n.a.	n.a.		
Chroom	n.a.	6	n.a.		
Koper	n.a.	n.a.	n.a.		
Kwik	n.a.	n.a.	n.a.		
Lood	n.a.	n.a.	n.a.		
Nikkel	n.a.	n.a.	n.a.		
Zink	11	n.a.	n.a.		
PAK					
Naftaleen	n.a.	n.a.	0.01		
Fenanthreen	n.a.	0.04	0.01		
Anthraceen	n.a.	n.a.	n.a.		
Fluorantheen	n.a.	0.1	0.02		
Benzo(a)anthraceen	n.a.	0.03	0.01		
Chryseen	n.a.	0.03	0.01		
Benzo(k)fluorantheen	n.a.	0.02	0.01		
Benzo(a)pyreen	n.a.	0.04	0.01		
Benzo(ghi)peryleen	n.a.	0.05	0.01		
Indeno(123cd)pyreen	n.a.	n.a.	n.a.		
PAK VROM (totaal)	n.a.	0.31	0.09		
EOX	0.1	0.4	0.1		

Nota : resultaten in mg/kg ds; n.a. = niet aantoonbaar

* referentiewaarden standaardbodem gehanteerd

Blad 1 van 1

Hoofd Laborant



M.M.L. Lousberg

Hoofd Laboratorium



H.H. Schippers

Datum

06-09-1995

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125


Boring	Diepte	Mengen
1. W1:F1		
2. W2:F2		
3. W3:F3		
4. W4:F4		
5. W5:F5		

GRONDWATER	1	2	3	4	5
pH [-]	8.1	7.7	7.4	7	7.7
EGV (mS/m)	3600	442	2200	3700	2200
CZV (mg/l) #	220	110	240	590	52
Chloride (mg/l) #	15000	1300	10000	17000	13000
Ammonium (mg/l) #	6.5	16	30	100	10

Noot : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 1 van 7

Hoofd Laborant


R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium


M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. W6:Pb 6 (oud)		
2. W7:sondering II	diep 21.50	
3. W8:Pb 2 (oud)		
4. W9:sondering IV	ondiep 4.50	
5. W10:sondering IV	diep 23.50	

GRONDWATER	1	2	3	4	5
pH [-]	7.2	6.8	7		
EGV (mS/m)	136	4000	830		
ZWARE METALEN					
Arseen	n.a.	n.a.	n.a.		
Cadmium	n.a.		n.a.		
Chroom	8	4	15		
Koper	n.a.	4	n.a.		
Kwik	n.a.	n.a.	n.a.		
Lood	n.a.	n.a.	n.a.		
Nikkel	n.a.		12		
Zink	30	65	26		
Calcium #	150	480	240		
Magnesium #	26	1100	150		
Natrium (mg/l) #	140	9300	690		
Kalium #	26	230	570		
BETX					
Benzeen	n.a.	n.a.	11		
Ethylbenzeen	n.a.	n.a.	0.24		
Tolueen	n.a.	n.a.	1.2		
Xylenen	0.21	n.a.	42		
Opm Chromatogram	1	1	2		
BETX (totaal)	0.21	n.a.	54		

Noot : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 2 van 7

Hoofd Laborant

R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium

M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. W6:Pb 6 (oud)		
2. W7:sondering II	diep 21.50	
3. W8:Pb 2 (oud)		
4. W9:sondering IV	ondiep 4.50	
5. W10:sondering IV	diep 23.50	

GRONDWATER	1	2	3	4	5
VOCL					
Dichloormethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
1.1 dichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
Trichloormethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
1.1.1 trichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
Tetrachloormethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
1.2 dichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
Trichlooretheen (tri)	n.a.	n.a.	n.a.		
1.1.2 trichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.		
Tetrachlooretheen (per)	n.a.	n.a.	n.a.		
Opm Chromatogram	1	1	1		
EOX	n.a.	n.a.	n.a.		
FENOL	n.a.	n.a.	n.a.		
NAFTALEEN	n.a.	n.a.	7.9		
CZV (mg/l)	# 53	120	500		
Sulfaat (mg/l)	# 49	1500	n.a.		
Chloride (mg/l)	# 270	15000	1000		
Ammonium (mg/l)	# 6.5	24	400		
P-getal (mmol/l)	# n.a.	n.a.	n.a.		
M-getal (mmol/l)	# n.a.	n.a.	n.a.		

Noot : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 3 van 7

Hoofd Laborant


R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium


M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
 Kontaktpersoon : C. van Isselt
 Project nr. : 3014
 Omschrijving : 't Horntje (Texel)
 Aankomst Monsters : - -
 Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
 Laboratorium B.V.
 Sleperweg 36
 6222 NK Maastricht
 Telefoon 043-690111
 Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. W11:sondering III	ondiep 4.50	
2. W12:sondering III	diep 19.50	
3. W13:sondering I	ondiep 4.50	
4. W14:sondering I	diep 21.50	
5. W15:Pb 3		

GRONDWATER	1	2	3	4	5
pH [-]	7	6.8	7.6	7.4	7.2
EGV (mS/m)	4000	4000	4000	4000	65
ZWARE METALEN					
Arseen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Cadmium					
Chroom	4	2	6	8	8
Koper	4	3	5	2	26
Kwik	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Lood	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Nikkel					
Zink	62	30	n.a.	n.a.	26
Calcium #	580	520	280	550	120
Magnesium #	1000	980	960	1100	10
Natrium (mg/l) #	9100	8600	8400	9200	50
Kalium #	210	190	320	290	5.4
BETX					
Benzeen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ethylbenzeen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Tolueen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Xylenen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Opm Chromatogram	1	1	1	1	1
BETX (totaal)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Not: resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 4 van 7

Hoofd Laborant

R.F.M. Hendriks

Hoofd Laboratorium

M.M.L. Lousberg

Datum

12-09-1995

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. W11:sondering III	ondiep 4.50	
2. W12:sondering III	diep 19.50	
3. W13:sondering I	ondiep 4.50	
4. W14:sondering I	diep 21.50	
5. W15:Pb 3		

GRONDWATER	1	2	3	4	5
VOCL					
Dichloormethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1.1 dichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Trichloormethaan	n.a.	0.07	n.a.	n.a.	n.a.
1.1.1 trichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Tetrachloormethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1.2 dichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Trichlooretheen (tri)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1.1.2 trichloorethaan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Tetrachlooretheen (per)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Opm Chromatogram	1	1	1	1	1
EOX	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
FENOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
NAFTALEEN	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
CZV (mg/l)	# 170	# 127	# 155	# 146	# 103
Sulfaat (mg/l)	# 1900	# 2100	# 2300	# 1700	# 65
Chloride (mg/l)	# 15000	# 15000	# 16000	# 16000	# 48
Ammonium (mg/l)	# 17	# 15	# 3.8	# 22	# 5.2
P-getal (mmol/l)	# n.a.	# n.a.	# n.a.	# n.a.	# n.a.
M-getal (mmol/l)	# n.a.	# n.a.	# n.a.	# n.a.	# n.a.

Noot : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 5 van 7

Hoofd Laborant

R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium

M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage

Opdrachtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

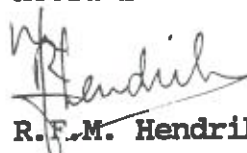
Boring	Diepte	Mengen
1. W16:Pb 4		
2.		
3.		
4.		
5.		

GRONDWATER	1	2	3	4	5
pH [-]	7.4				
EGV (mS/m)	60				
ZWARE METALEN					
Arseen	8				
Cadmium	n.a.				
Chroom	19				
Koper	1				
Kwik	n.a.				
Lood	n.a.				
Nikkel	n.a.				
Zink	31				
Calcium #	57				
Magnesium #	27				
Natrium (mg/l) #	170				
Kalium #	7.9				
BETX					
Benzeen	0.23				
Ethylbenzeen	0.39				
Tolueen	n.a.				
Xylenen	1.3				
Opm Chromatogram	1				
BETX (totaal)	1.9				

Not : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 6 van 7

Hoofd Laborant


R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium


M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage

Oprichtgever : Fugro-Geologic b.v.
Kontaktpersoon : C. van Isselt
Project nr. : 3014
Omschrijving : 't Horntje (Texel)
Aankomst Monsters : - -
Project nr. Lab : L-13402

Fugro Ecolyse
Laboratorium B.V.
Sleperweg 36
6222 NK Maastricht
Telefoon 043-690111
Telefax 043-690125

Boring	Diepte	Mengen
1. W16:Pb 4		
2.		
3.		
4.		
5.		

GRONDWATER	1	2	3	4	5
VOCL					
Dichloormethaan	n.a.				
1.1 dichloorethaan	n.a.				
Trichloormethaan	n.a.				
1.1.1 trichloorethaan	n.a.				
Tetrachloormethaan	n.a.				
1.2 dichloorethaan	n.a.				
Trichlooretheen (tri)	n.a.				
1.1.2 trichloorethaan	n.a.				
Tetrachlooretheen (per)	n.a.				
Opm Chromatogram	1				
EOX	n.a.				
FENOL	n.a.				
NAFTALEEN	n.a.				
CZV (mg/l)	# 194				
Sulfaat (mg/l)	# n.a.				
Chloride (mg/l)	# 45				
Ammonium (mg/l)	# 1.8				
P-getal (mmol/l)	# n.a.				
M-getal (mmol/l)	# n.a.				

Noot : resultaten in ug/l; n.a. = niet aantoonbaar

Blad 7 van 7

W7+W11+W12+W13+W14: Cadmium & Nikkel niet te analyseren in verband met Matrix storingen.

Hoofd Laborant

R.F.M. Hendriks

Datum

12-09-1995

Hoofd Laboratorium

M.M.L. Lousberg

Ordernr

3014

Bijlage



ANALYSCERTIFICAAT

Datum : 27/10/95 Datum onderzoek: 18/10/95 Rapportnummer: 9510-1211
Referentie : -, 3014 P6234/190
Monsternemer:
Opmerking :

Analyse	Eenheid	1	2	3	4	5
pH waarde		7.5	7.6	7.1	6.6	6.8
Bicarbonaat (HCO ₃)	mg/L			328	469	801
Carbonaat	mg/L			< 5.00	< 5.00	< 5.00
Nitraat (NO ₃)	mg/L	6.8	6.4	0.73	< 0.25	< 0.25
(NO ₃ -N)	mg N/L	1.5	1.4	< 0.20	< 0.20	< 0.20

*** EINDE RAPPORT ***

1: Pb 2 (oud)
2: Pb 6 (oud)
3: Pb 3
4: Pb 4
5: sond. 11 (diep) 21.50 m

Paraaf:

Pagina: 1



OVERZICHT GEBRUIKTE ANALYSEMETHODEN EN DETECTIEGRENZEN

PARAMETER	GROND		GRONDWATER	
	Analysemethode (afgeleid van)	Detectie- grens (ng/kg ds)	Analysemethode (afgeleid van)	Detectie- grens (µg/l)
ZWARE METALLEN				
Deconstructie	NEN 5465			
Deconstructie kwik	NEN 5764			
Arsenen (As)	NEN 5760	1	NEN 6457	5
Cadmium (Cd)	NEN 5762	0,1	NEN 6458	0,4
Chroom (Cr)	NEN 5767	5	NEN 6444	1
Koper (Cu)	NEN 5758	5	NEN 6454	1
Kwik (Hg)	NEN 5764	0,02	NEN 6449	0,05
Nikkel (Ni)	NEN 5765	5	NEN 6430	5
Loed (Pb)	NEN 5761	10	NEN 6429	5
Zink (Zn)	NEN 5759	10	NEN 6443	20
PAK (voorbewerking)	VPR C 88-11		VPR C 88-11	
Naftaleen		0,01		0,10
Acenaftaleen		0,01		0,10
Acenafteen		0,01		0,10
Fluoreen		0,01		0,10
Fenanthreen		0,01		0,20
Anthraceen		0,01		0,10
Fluorantheen		0,02		0,35
Pyreen		0,01		0,20
Benzo (a) anthraceen		0,01		0,10
Chryseen		0,01		0,15
Benzo (b) fluorantheen		0,01		0,10
Benzo (k) fluorantheen		0,01		0,10
Benzo (a) pyreen		0,01		0,10
Dibenzo (a,h) anthraceen		0,01		0,10
Benzo (g,h,i) peryleén		0,01		0,10
Indeno (1,2,3-c,d) pyreen		0,01		0,15
BTEX	NEN 5732 ¹⁾		VPR C 88-10 ¹⁾	
Benzeen		0,08		0,2
Tolueen		0,08		0,2
Ethylbenzeen		0,08		0,2
Xylenen		0,08		0,2
VOCL	NEN 5732 ²⁾		VPR C 88-12	
Dichloormethaan		0,04		0,1
1,1 Dichloorethaan		0,04		0,1
Trichloormethaan		0,02		0,05
1,1,1 Trichloorethaan		0,02		0,05
Tetrachloormethaan		0,02		0,05
1,2 Dichloorethaan		0,04		0,1
Trichlooretheen		0,02		0,05
1,1,2 Trichloorethaan		0,04		0,1
Tetrachlooretheen		0,02		0,05
Minerale olie (GC)	VPR C 88-19/NEN 5733	50	VPR C 88-19/NEN 5733	100
Minerale olie (IR)	VPR C 88-19/NEN 5733	15	VPR C 88-19/NEN 6675	50
EOX	NEN 5735	0,1	NEN 6402	1
Fenol-index	NEN 6670	0,05	NEN 6670	2
Cyanide	NEN 6489/NEN 6655	0,1	NEN 6489/NEN 6655	1
pH	NEN 5750	-	NEN 6411	-
Egv	NEN 5749	-	NEN 6412	-
Lutum	NEN 5753	-		
Organische stof	NEN 5754	-		
Droge stof	NEN 5747/5748	-		

¹⁾ OPMERKINGEN CHROMATOGRAM BTEX

- 1: Het gaschromatogram vertoont geen noemenswaardige pieken met een relatief kookpunt tussen 50 en 225 °C
- 2: Het gaschromatogram vertoont een tiental niet geïdentificeerde pieken, in een concentratie van 0,1 tot 10 µgeq toluëen/l of 10 ngeq toluëen/kg, met een relatief kookpunt tussen 50 en 225 °C
- 3: Het gaschromatogram vertoont een tiental niet geïdentificeerde pieken, in een concentratie van 10 tot 500 µgeq toluëen/l of 10 ngeq toluëen/kg, met een relatief kookpunt tussen 50 en 225 °C
- 4: Het gaschromatogram vertoont een zeer groot aantal niet geïdentificeerde pieken, in een concentratie van 0,1 tot 10 µgeq toluëen/l of 10 ngeq toluëen/kg, met een relatief kookpunt tussen 50 en 225 °C
- 5: Het gaschromatogram vertoont een zeer groot aantal niet geïdentificeerde pieken, in een concentratie van 10 tot 500 µgeq toluëen/l of 10 ngeq toluëen/kg, met een relatief kookpunt tussen 50 en 225 °C

²⁾ OPMERKINGEN CHROMATOGRAM VOCL

- 1: Het gaschromatogram vertoont geen noemenswaardige pieken
- 2: Het gaschromatogram vertoont een tiental niet geïdentificeerde pieken
- 3: Het gaschromatogram vertoont een zeer groot aantal niet geïdentificeerde pieken

Niet Sterlab geaccrediteerd.

STREEP- EN INTERVENTIEMAARDEN VOOR STANDAARDBODEN.
 GROND/SEDIMENT IN MG/KG, GRONDWATER IN µG/L; TEGELIJ ANDERS VERMELD.

STOF	GROND SEDIMENT (mg/kg d.s.)		GRONDWATER (µg/l)	
	STREEPWAARDE	INTERVENTIEMAARDE	STREEPWAARDE	INTERVENTIEMAARDE
METALEN				
Arseen	29	55	10	60
Barium	200	625	50	625
Cadmium	0.8	12	0.4	6
Chroom	100	380	1	30
Cobalt	20	240	20	100
Koper	36	190	15	75
Kwik	0.3	10	0.05	0.3
Lood	85	530	15	75
Molybdeen	10	200	5	300
Nikkel	35	210	15	75
Zink	140	720	65	800
ANORGANISCHE VERBINDINGEN				
Cyaniden-vrij	1	20	5	1500
Cyaniden-complex (pH<5)	5	650	10	1500
Cyaniden-complex (pH≥5)	5	50	10	1500
AROMATISCHE VERBINDINGEN				
Benzeen	0.05 (d)	1	0.2	30
Ethylbenzeen	0.05 (d)	50	0.2	150
Tolueen	0.05 (d)	130	0.2	1000
Xyleen	0.05 (d)	25	0.2	70
Fenol	0.05 (d)	40	0.2	2000
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLOWATERSTOFFEN (PAK'S)				
PAK (som 10)	1	40	-	-
Naftaleen			0.1	70
Antracene			0.02	5
Fenanthreen			0.02	5
Fluorantheen			0.005	1
Benzo (a) antracene			0.002	0.5
Chryseen			0.002	0.05
Benzo (a) pyreen			0.001	0.05
Benzo (ghi) peryleen			0.0002	0.05
Benzo (k) fluorantheen			0.001	0.05
Indeno (1,2,3-cd) pyreen			0.0004	0.05
GECHLORERDE KOOLOWATERSTOFFEN				
1,2-Dichloorethaan		4	0.01 (d)	400
Dichloormethaan	(d)	20	0.01 (d)	1000
Tetrachloormethaan	0.001	1	0.01 (d)	10
Tetrachlooretheen	0.01	4	0.01 (d)	40
Trichloormethaan	0.001	10	0.01 (d)	400
Trichlooretheen	0.001	60	0.01 (d)	500
Chloorbenzenen (som)		0.1		-
Monochloorbenzeen	(d)	30	0.01 (d)	180
Dichloorbenzenen (som)	0.01	-	0.01 (d)	50
Trichloorbenzenen (som)	0.01	-	0.01 (d)	10
Tetrachloorbenzenen (som)	0.01	-	0.01 (d)	2.5
Pentachloorbenzeen	0.0025	-	0.01 (d)	1
Hexachloorbenzeen	0.0025	-	0.01 (d)	0.5
Polychloorbifenylen	0.02	1	0.01 (d)	0.01
OVERIGE VERONTREINIGINGEN				
Ftalaten	0.1	60	0.5	5
Minerale Olie	50	5000	50	600
Styreen	0.1	100	0.5	300
BESTRIJDINGSMIDDELEN				
DDT/DDE/DDD ¹	0.0025	4	(d)	0.01
Drins ¹		4		0.1
Aldrin	0.0025		(d)	
Dieldrin	0.0005		0.02 ng/l	
Endrin	0.001		(d)	
HCH-verbindingen ¹		2		1
α-HCH	0.0025		(d)	
β-HCH	0.001		(d)	
γ-HCH	0.05 µg/kg		0.2 ng/l	

(d) = detectielimiet