

# MILIEU & TECHNIEK

## INFILTRATIE ONDERZOEK

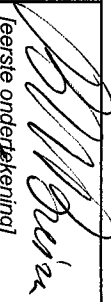

plangebied uitbreiding veiling ZON,  
Grubbenvorst

**B-061120-1**

Uitgevoerd door: DvL Milieu & Techniek  
Postbus 10047  
6000 GA WEERT  
tel.: 0495-535884  
fax: 0495-450313

Datum: 30 november 2006

Opdrachtgever: BRO-Tegelen  
Venloseweg 2  
5931 GT TEGELEN

Afdeling:	Bodem-Water- Lucht [BWL]	Rapport opgesteld door:	ing. B.W. Buizer [adviseur bodem-water-lucht]	 [eerste ondertekening]
Status rapport:	Definitief	Gecontrolleerd / gezien door:	ing. T.K.P.G. Thijssen [adviseur bodem-water-lucht]	 [tweede ondertekening]

Kwaliteitscertificaten: NEN-EN-ISO 9001:2000 & Monsterneming Bouwstoffenbesluit SIKB 1000 VKB-1018

De in RVOI 1998 omschreven regeling is op al onze werkzaamheden van toepassing. Dit rapport valt onder auteursrechten zoals vermeld in hoofdstuk 1 artikel 17 van de RVOI-1998. Gereproduceerd op chloorvrij gebleekt papier.





## INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING .....	3
2.	ALGEMEEN .....	5
3.	VELDMETINGEN .....	7
3.1	Opzet .....	7
3.2	Uitvoering, interpretatie en resultaten .....	7
3.2.1	Open End tests .....	8
3.2.2	Porchet tests .....	8
3.3	Discussie .....	9
4.	SAMENVATTING EN CONCLUSIES .....	11

### Bijlagen:

- A Topografische overzichtskaart
- B Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten
- C Bodemprofielbeschrijvingen





## 1. INLEIDING

In opdracht van BRO is door DVL Milieu & Techniek een infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie:

Adres	:	Plangebied uitbreiding veiling ZON, Grubbenvorst.
Gemeente	:	Venlo / Horst aan de Maas
Oppervlakte	:	Circa 24 hectare.
Perceelsgebruik	:	Bosgrond en akkerland
Bodemgebruiksvorm	:	Bedrijventerrein
Aanleiding	:	Voorgenomen uitbreiding van de veiling ZON.

Het voorliggende verslag beschrijft het onderzoek dat DVL heeft uitgevoerd naar de doorlatendheid van de bodem van bovenomschreven perceel. Op de locatie zijn nu bos- en akkerland percelen aanwezig.

De onderzochte locatie ligt tussen de autosnelweg A73 en de spoorverbinding tussen Venlo en Venray

De gemeenten wensen de mogelijkheid te onderzoeken, om hemelwater te infiltreren in de bodem. Infiltratie van hemelwater biedt voordelen tegenover de gebruikelijke afvoermethoden via het oppervlaktewater of via rioleringssystemen. Teneinde na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse hiervoor geschikt is, zijn veldmetingen verricht. Hieronder worden de metingen en de resultaten ervan beschreven, waarna conclusies worden getrokken.





## 2. ALGEMEEN

Infiltratie van regenwater is in Nederland een relatief nieuwe ontwikkeling. In Duitsland is hiermee al meer ervaring opgedaan en is vastgelegd dat minimaal een infiltratiesnelheid ( $k_{\text{waarde}}$ ) van  $1.5 \cdot 10^{-6}$  m/s (circa 0,09-0,43 meter/dag ofwel 3,6 - 18 mm/uur)<sup>1</sup> vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie<sup>2</sup>. De reden die hiervoor wordt opgegeven is dat er bij lagere doorlatendheden reducerende omstandigheden kunnen optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Opgemerkt wordt dat bij lagere doorlatendheden ook een groot ruimtebeslag nodig is voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, hetgeen onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De infiltratiesnelheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm, het poriënaantal, de geometrie van de poriëkanalen en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats af van de bodemsoort en de bodemstructuur. Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad en kan ze beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke veranderingen kunnen optreden.

Volgens de geologische kaart van Nederland, is de locatie gelegen op afzettingen van de Formatie van Twente, die hier is opgebouwd uit dekzand en plaatselijk löss.

Uit de beschikbare boorgegevens kan worden opgemaakt dat de bodem waarin de metingen zijn uitgevoerd voornamelijk bestaat uit uiterst fijn, zwak siltig zand.

In de literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van zand en vergelijkbare sedimenten. Deze waarden zijn afkomstig uit de landbouw en uit de hydrogeologie. In onderstaande tabellen 2.1 en 2.2 zijn de gevonden waarden samengevat<sup>3</sup>.

bodem	wateropname snelheid [m/d]	
	goed	slecht
zeer grove zanden	0,6	0,3
grove zanden, <sup>3</sup> fijne zanden en lemige zanden	0,38	0,24
zandige leem en fijnzandige leem	0,29	0,19
zeer fijnzandige leem, siltige leem	0,24	0,17
klei leem, matig fijne textuur	0,19	0,14

<sup>1</sup> Zie Arbeitsblatt ATV-DWK-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.

<sup>2</sup> Ter bepaling van de infiltratiesnelheid wordt in Duitsland standaard de Open-End test gebruikt. Deze test leidt tot lage waarden in vergelijking met andere tests

<sup>3</sup> Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij hetgeen in Nederland gebruikelijk is, en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen.

bodem	wateropname snelheid [m/d]	
	goed	slecht
Klei, siltige klei, zandige klei met fijne textuur	0,12	0,05

Tabel 2.1: Literatuurwaarden voor de doorlatendheid van leem en vergelijkbare sedimenten, in de

Uit de landbouwliteratuur volgt verder nog dat de maximale waterdosering (watergift) voor diepe uniforme zandige leem 0,62 m/d is.

#### Hydrogeologische literatuur

materiaal	k [m/d]
klei	$10^{-2} - 10^{-8}$
klei, zand en grind mengsels	$10^{-2} - 10^{-3}$
silt, löss	$1 - 10^{-4}$
silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	$10^{-1} - 10^{-4}$
fijn zand	$2 - 0,02$
middelfijn tot middelgrof zand	$43 - 0,09$
grof zand	$400 - 0,09$

Tabel 2.2: Literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen in de hydrogeologische literatuur

Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie veelal vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 10 groter dan de verticale.

De literatuurwaarden overziend, moet worden vastgesteld dat een grote spreiding bestaat in de opgegeven waarden voor zand (maximum ca. 20 meter/dag, minimum minder dan 0,001 meter/dag). In het algemeen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van zeer fijn zand en dergelijke onder de in Duitsland gehanteerde minimumnorm van 0,09-0,43 m/d.





### **3. VELDMETINGEN**

#### **3.1 Opzet**

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van de onderzoekslocatie te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd. De doorlatendheid van de onverzadigde zone is bepaald door middel van "Open End tests" en "Porchetests". Deze laatste tests zijn ook bekend onder de naam Omgekeerde Boorgatmethode (inversed auger hole method).

Voor een Open End test wordt met een Edelmanboor een gat geboord tot op de laag waarvan de doorlatendheid bepaald dient te worden. In het gat wordt vervolgens een blinde verbuizing geplaatst, die aan onder- en bovenzijde is geopend, en die circa 1 meter boven het maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt circa 5 cm in de bodem gedrukt en geheel gevuld met water, dat in de ondergrond infiltreert (de "voormating"). Nadat de ondergrond aldus verzadigd is geraakt met water, wordt vervolgens gemeten met welke snelheid het water in de buis daalt. Hieruit wordt berekend hoe groot de infiltratiesnelheid van het water is. Deze is afhankelijk van de straal van de verbuizing, de drukhoogte (de lengte van de waterkolom in de verbuizing) en de snelheid waarmee het peil in de verbuizing daalt.

Voor een Pochetest wordt een onverbuisd boorgat verscheidene malen met water gevuld, totdat de grond rond het boorgat verzadigd is met water en de infiltratiesnelheid min of meer constant is. Vervolgens wordt de snelheid waarmee het peil in het boorgat daalt gemeten, waaruit de doorlatendheid kan worden bepaald.

Opgemerkt wordt dat de resultaten van Pochettests en Open End tests zich niet zonder meer met elkaar laten vergelijken. De Pochetest meet met name de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone, terwijl de Open End test de verticale (deels) onverzadigde doorlatendheid meet. In aanmerking nemend dat de verticale doorlatendheid veelal een factor 10 lager is dan de horizontale, zal de doorlatendheid, gemeten met de Open End test, in veel gevallen aanzienlijk lager liggen dan wanneer deze wordt gemeten met een Pochet test.

Laboratoriummetingen (zeeffromme-analyses, darcy tests) worden in het onderhavige geval als minder geschikt beschouwd, daar deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan de genoemde veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in het onderzoeksgebied, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen veelal onbetrouwbare resultaten opleveren.

#### **3.2 Uitvoering, interpretatie en resultaten**

Op 17 en 18 oktober 2006 zijn op 10 locaties op het terrein 21 Open End tests en 6 Pochettests uitgevoerd. De testlocaties staan weergegeven in bijlage B.

Als meetdiepte is gekozen voor 1,5-2,0 m-mv., er wordt vanuit gegaan dat er op deze diepte geen sprake meer is van bodemvorming, boomwortels, rioleringsystemen of andere verschijnselen die de meting kunnen beïnvloeden.

### 3.2.1 Open End tests

In de boring werd een verbuizing met een diameter van 10 cm geplaatst, met een lengte van 2 meter. Deze werd geheel gevuld met water, waarna, na een "voornating" van de bodem, met de metingen werd begonnen.

In tabel 3.1 worden de meetresultaten samengevat. De gegeven waarden betreffen het rekenkundige gemiddelde van de uitgevoerde metingen.

Boring	Aantal metingen	Gemiddelde infiltratiesnelheid (m/dag)	Standaard afwijking (m/dag)
20	3	0,26	0,03
40	3	0,42	0,01
62	3	0,33	0
73	3	0,59	0,02
79	3	0,46	0,01
90	3	0,52	0,03
104	3	0,56	0,01

Tabel 3.1. Meetresultaten Open End test

De open-end-tests zijn zeer goed reproduceerbaar, hetgeen blijkt uit de lage standaard afwijkingen. In de boorgaten lopen de metingen uiteen van 0,26 tot 0,59 meter per dag. Op basis van de ligging van de boorgaten op het studieterrein kan heel globaal worden gesteld dat de doorlatendheid toeneemt in westelijke richting.

Het gemiddelde van de zeven metingen is ruim 0,4 meter per dag. Het gemiddelde van de gemeten waarden ligt daarmee rond de bovenste lagere limietwaarde voor infiltratie van regenwater van 0,42 m/dag.

### 3.2.2 Porchet tests

Voor de Porchettests is het boorgat na een periode van voornating gevuld met water, waarna de daling van de waterspiegel werd gemeten met behulp van een Diver. In tabel 3.2 worden de analyseresultaten samengevat. De Porchettests in boorgat 2, 4 en 6 zijn uitgevoerd onmiddellijk na het uitvoeren van de Open End tests in dezelfde boorgaten

Boorgat	Infiltratie snelheid [meter/dag]	Gemiddelde infiltratiesnelheid [meter/dag]	Standaard afwijking [meter/dag]
7-1	234*	119	163
7-2	3,6		
33-1	14,0	9,6	6,3
33-2	5,2		



Boorgat	Infiltratie snelheid [meter/dag]	Gemiddelde infiltratiesnelheid [meter/dag]	Standaard afwijking [meter/dag]
116-1	7,4	7,5	0,2
116-2	7,6		

\*zeer snelle infiltratie, waarde gebaseerd op slechts 5 opnames met de Diver (normaal 60 tot 250 opnames)

Tabel 3.2: Meetresultaten Porchetests

Met uitzondering van de metingen in boorgat 116, vertonen de resultaten die met de Porchettest zijn verkregen, nogal een grillig beeld, dat zich moeilijk laat interpreteren. De gemeten gemiddelde doorlatendheid in de boorgaten ligt gemiddeld tussen de 119 l en 7,5 per dag. Het gemiddelde van alle tests bedraagt ongeveer 45 meter per dag. Het gemiddelde van alleen de tweede meting in elk van de drie boorgaten is ongeveer 5 meter per dag. Aangenomen mag worden dat op grond van de meetresultaten dat de tweede meting representatiever is voor de doorlatendheid dan de eerste meting alleen of dan de combinatie van de eerste en tweede test.

Hierbij wordt opgemerkt dat een belangrijk uitgangspunt van de Porchettest is dat de ondergrond rond het boorgat geheel verzadigd is met water. In de praktijk blijkt dit niet zo eenvoudig te realiseren, wat in de regel resulteert in een overschatting van de doorlatendheid. Om hiervoor te corrigeren wordt er een correctiefactor toegepast, waarvoor de waarde 4 veelal wordt aangehouden. Aldus komen wij op een doorlatendheid van ongeveer 1,25 m/d.

### 3.3 Discussie

De open-end test resultaten liggen ongeveer een factor 3 lager dan de resultaten van de Porchettesten. Dit is minder dan de factor 5 -10 die in de regel wordt gemeten; de reden hiervoor is dat alleen de tweede Porchetmeting in elk boorgat is berekend. Als ook de eerste Porchetmeting in de beschouwing wordt meegenomen, bedraagt het verschil in doorlatendheid ongeveer een factor 30.

Dit alles overwegend, wordt vastgesteld dat de ondergrond ter plaatse van de onderzoekslocatie een horizontale doorlatendheid heeft die rond of boven de 1,25 m/dag ligt, en de verticale doorlatendheid heeft van ongeveer 0,4 m/dag.

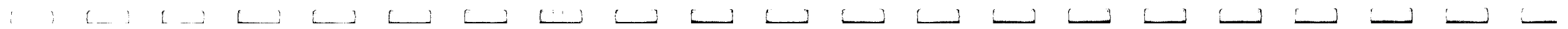




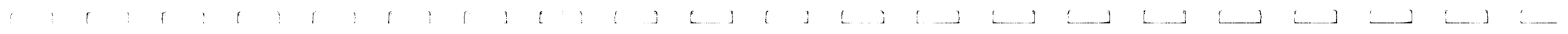
#### 4. **SAMENVATTING EN CONCLUSIES**

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek, uitgevoerd op het plangebied van de toekomstige uitbreiding van de veiling ZON in Grubbenvorst.

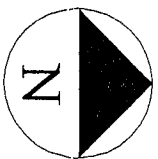
- Uit de boringen die ter plaatse zijn uitgevoerd blijkt dat de bodem bestaat uit uiterst fijn zand, zwak siltig. Het betreft wind afzettingen van de Formatie van Twente;
- De onverzadigde horizontale doorlatendheid (infiltratiesnelheid) is bepaald door middel van 21 Open End tests en 6 Porchetests, die zijn uitgevoerd op 10 locaties. Uit de Open End tests komt een infiltratiesnelheid van gemiddeld ruim 0,4 meter per dag, wat ligt rond de limietwaarde waarbij volgens Duitse normen de infiltratie van regenwater nog mogelijk is (0,42 m/d);
- De Porchetests geven een gemiddelde gecorrigeerde doorlatendheid van circa 1,25 m/d. Deze waarde moet met enige voorzichtigheid worden gehanteerd, daar de metingen een zeer grillig beeld laten zien;
- Op grond van de gecombineerde testresultaten wordt geconcludeerd dat de bodemdoorlatendheid op de locatie juist groot genoeg is voor infiltratie van regenwater. Op basis van de veld- en literatuurgegevens wordt aanbevolen bij de dimensionering van de infiltratievoorziening in eerste instantie uit te gaan van een horizontale doorlatendheid van circa 1,2 m/d, en een verticale doorlatendheid van 0,4 meter per dag.



# **Bijlage A**

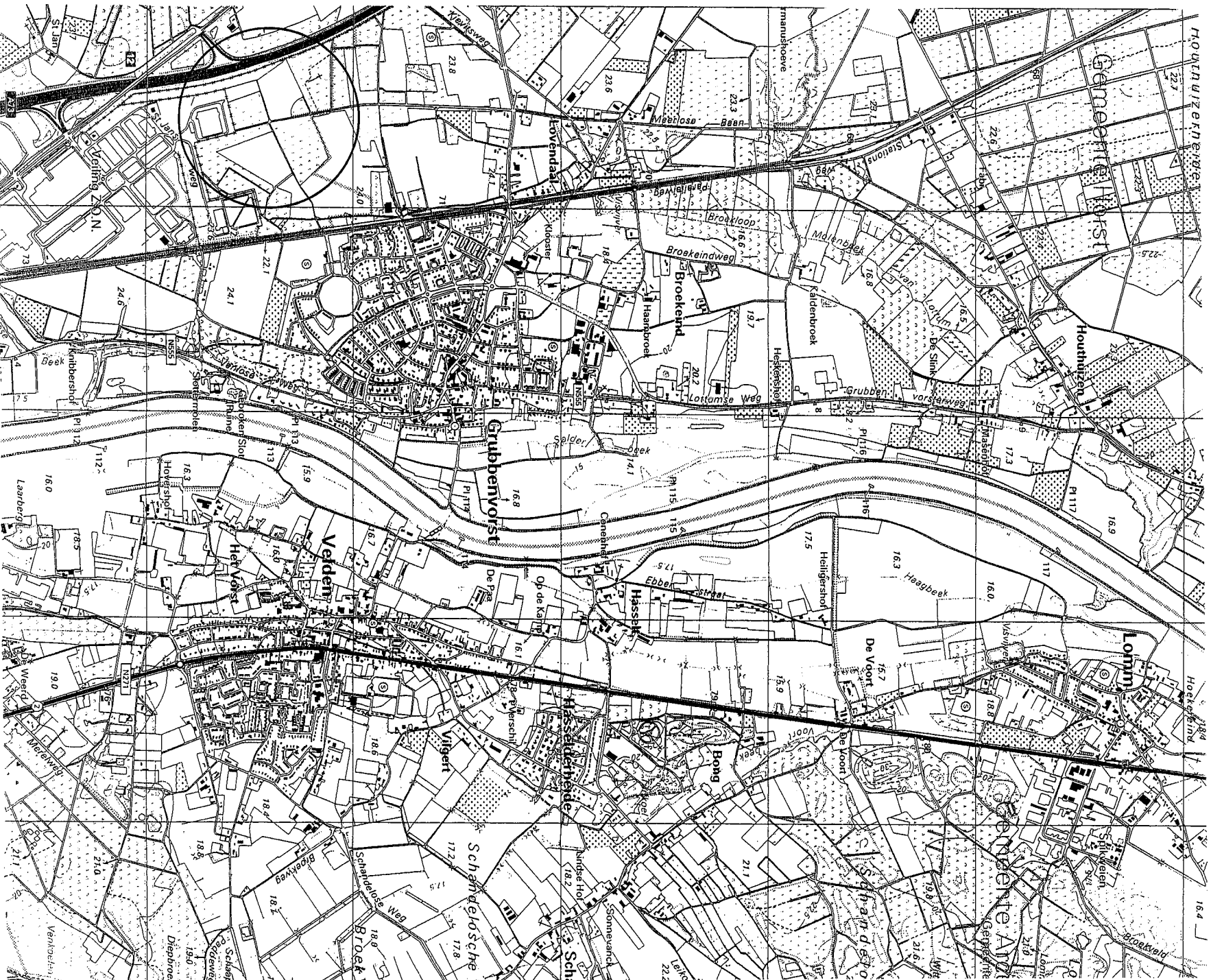


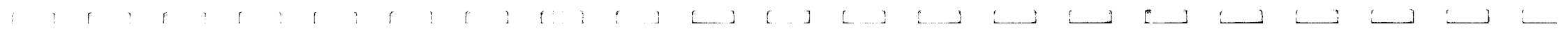




**Topografische Atlas Limburg, kaartblad 25.**  
Uitgave 2005, Topografische Dienst te Emmen.  
Schaal 1 : 25.000  
De onderzoekslocatie is omcirkeld.

**Bijlage A**








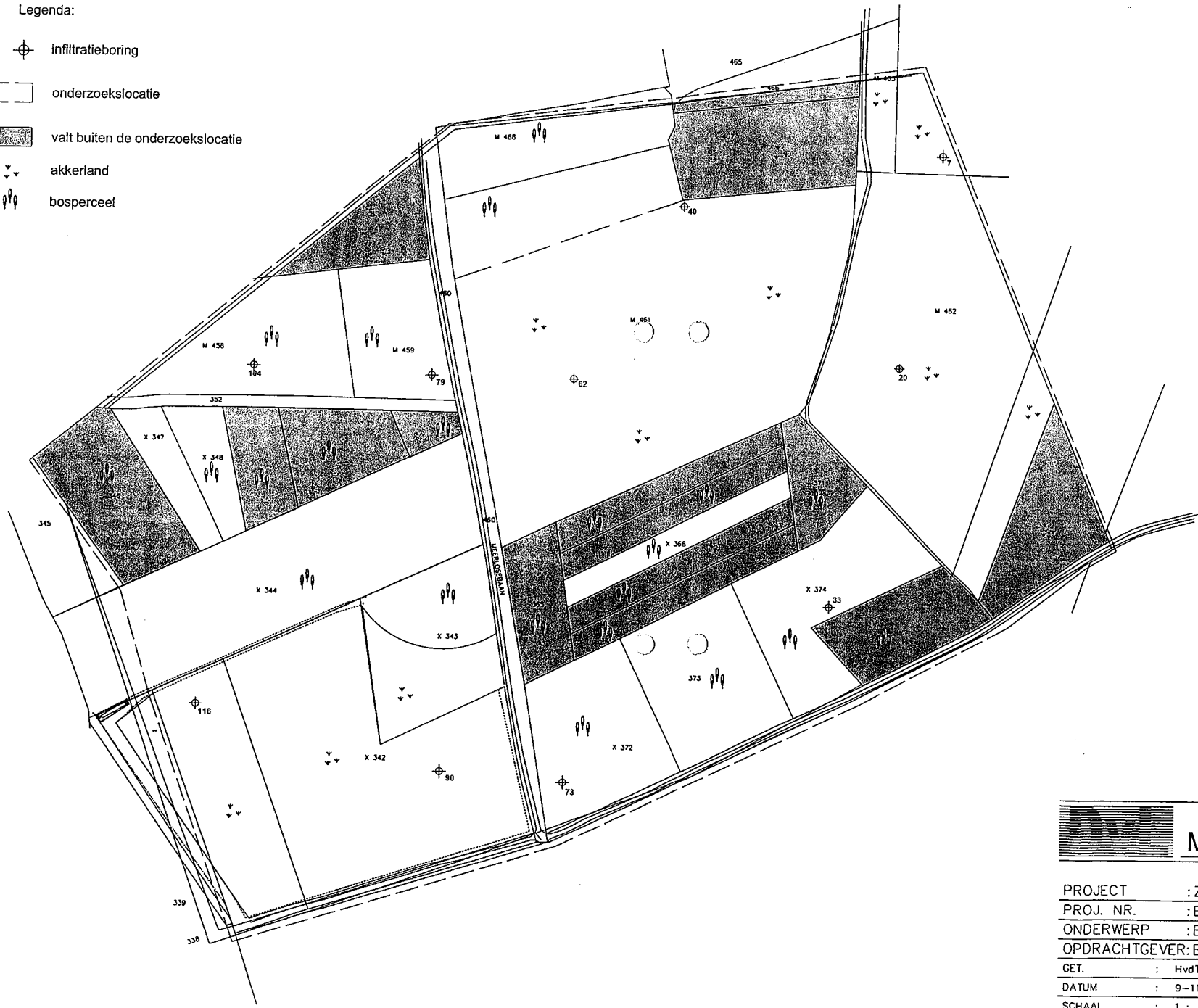


# **Bijlage B**



Legenda:

-  infiltratieboring
-  onderzoekslocatie
-  valt buiten de onderzoekslocatie
-  akkerland
-  bosperceel



 **MILIEU & TECHNIEK**

PROJECT	: ZON veiling te Grubbenvorst		
PROJ. NR.	: B061120-1	BLAD	: 01
ONDERWERP	: Bijlage B		
OPDRACHTGEVER:	BRO		
GET.	: HvdT	GEZ.	:
DATUM	: 9-11-2006	DATUM GEW.	:
SCHAAL	: 1 : 2500	AFM.	: A3
BESTANDSNAAM	:		



# **Bijlage C**

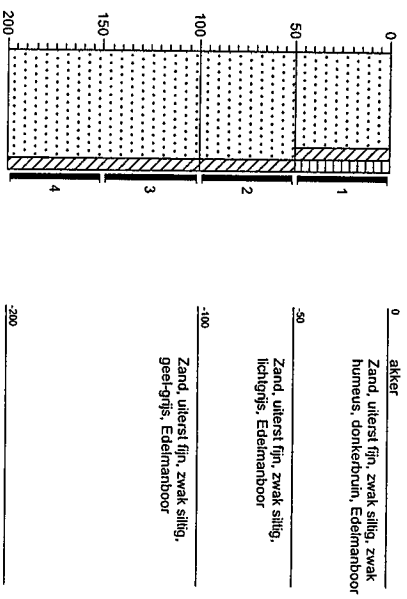




Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 20**

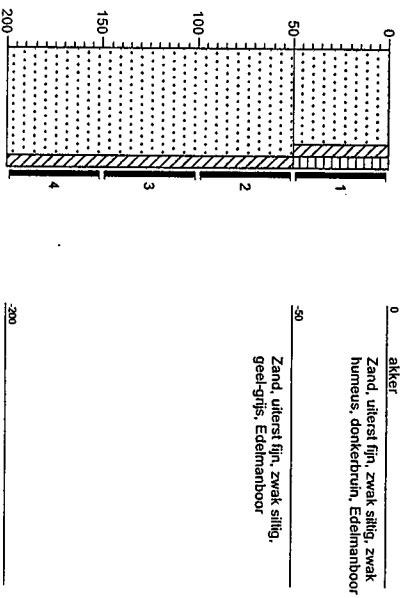
X: 206,797  
Y: 380,898



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 40**

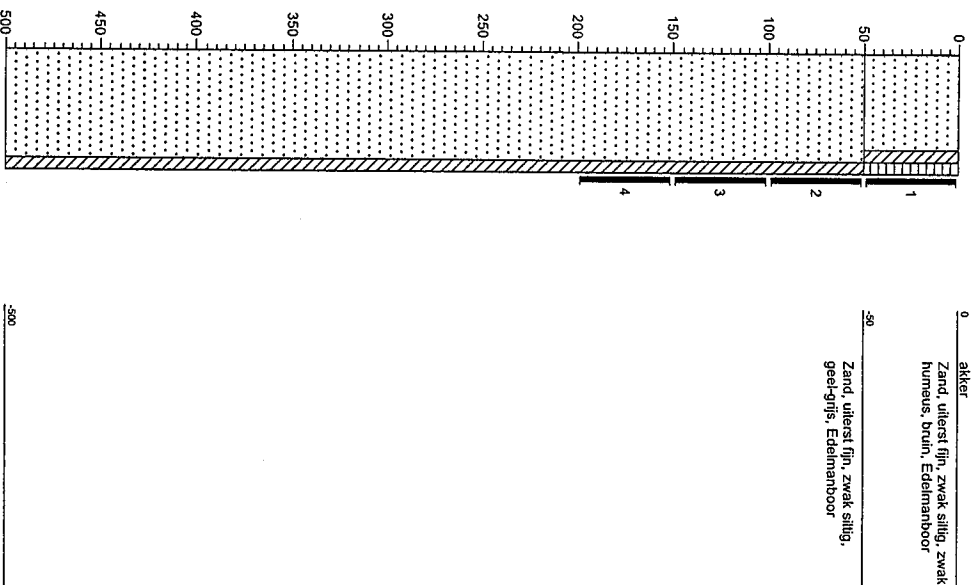
X: 206,7  
Y: 381,03



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 62**

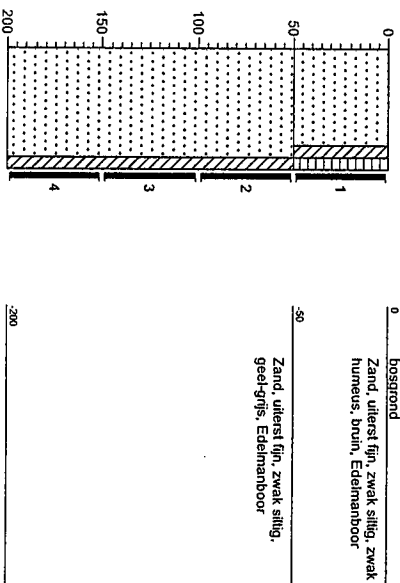
X: 206,557  
Y: 380,941



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 73**

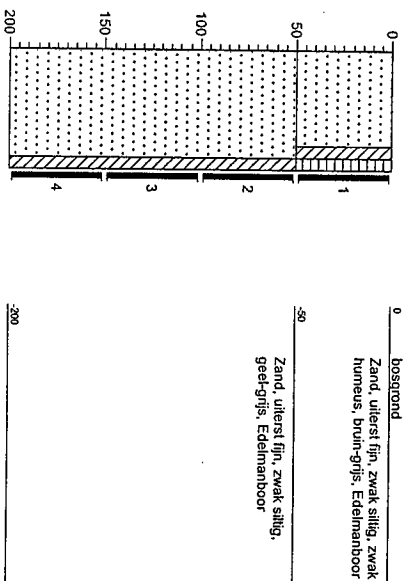
X: 206,594  
Y: 380,606



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 79**

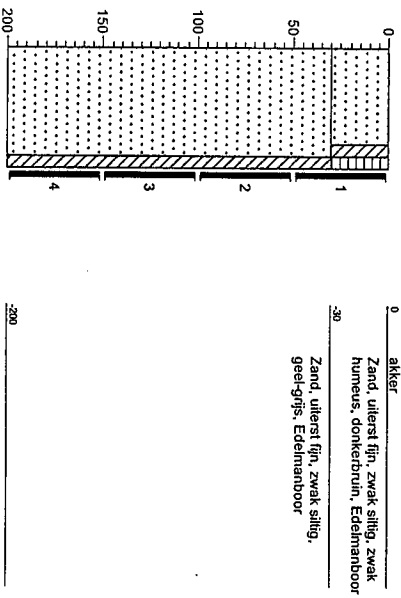
X: 206,459  
Y: 380,937



Lokatiename: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 90**

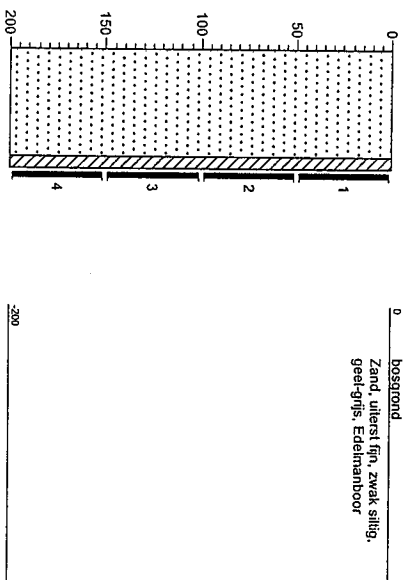
X: 206,489  
Y: 380,642



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 104**

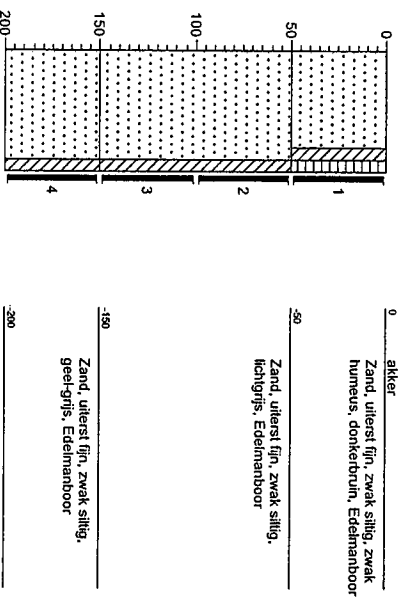
X: 206,35  
Y: 380,909



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 7**

X: 206,808  
Y: 381,026

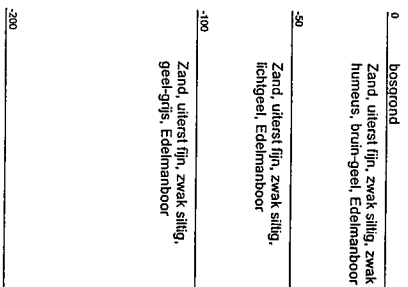
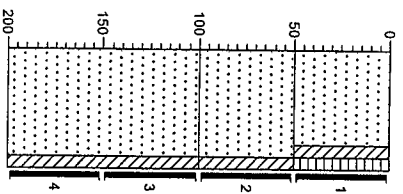




Lokatiename: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 33**

X: 206,748  
Y: 380,722



Lokatiennaam: plangebied uitbreiding veiling ZON Grubbenvorst  
Projectcode: B061120-1  
Datum: 12-10-2006

**Boring: 116**

X: 206,315  
Y: 380,668

