

## **Waterhuishoudingsplan**

**Liesdaal fase 2 en 3  
te Maren Kessel**

**datum: 06 maart 2009 -CONCEPT-**



Opdrachtgever : Gemeente Lith  
Postbus 10000  
5397 ZZ LITH

Datum : 6 maart 2009

Projectnummer : KE08184

Opgesteld door : ing. A.A. van den Hoek

Geautoriseerd : ing. J.W. Hendriks

Projectleider : ing. J.W. Hendriks

Gezien :

BOOT organiserend ingenieursburo  
Postbus 154  
6660 AD Elst (GLD)  
Tel. 0481 - 37 71 65  
Fax. 0481 - 37 72 42

## Inhoudsopgave:

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>2</b>
1.1	Algemeen.....	2
1.2	Documenten.....	2
<b>2</b>	<b>Bestaande situatie.....</b>	<b>3</b>
2.1	Inrichting.....	3
2.2	Maaiveldhoogten en bodemopbouw.....	3
2.2.1	Maaiveldhoogten: _____	3
2.2.2	Bodemopbouw: _____	3
2.3	Waterhuishouding en geohydrologische gesteldheid.....	3
2.3.1	Open water: _____	3
2.3.2	Grondwater: _____	4
2.3.3	K-waarde _____	4
2.4	Riolering .....	4
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten .....</b>	<b>5</b>
3.1	Ontwerprichtlijnen.....	5
3.2	Duurzaamheidsthema's .....	5
3.3	Overleg.....	5
3.4	Randvoorwaarden t.a.v. ontwerp waterhuishouding .....	5
3.5	Stedenbouwkundig plan. ....	6
<b>4</b>	<b>Hemelwater.....</b>	<b>7</b>
4.1	Ontwerpsysteem.....	7
4.1.1	Hergebruik: _____	7
4.1.2	Infiltratie: _____	7
4.1.3	Buffering: _____	7
4.1.4	Keuze bergingsmogelijkheid: _____	9
4.2	Uitgangspunten t.b.v. berekening.....	9
4.3	Dimensionering .....	10
4.3.1	Berging wadi: _____	10
4.3.2	Berging vloeiveld: _____	11
4.3.3	HWA rioleringsstelstel _____	11
<b>5</b>	<b>Droogweerafvoer .....</b>	<b>13</b>

## Bijlagen

- Bijlage 1: Rapport Hydrologische adviezen, revisiedatum 06 januari 2009
- Bijlage 2: Overzichtstekening KE08184-t01 blad 03  
Doorsneden tekening KE08184-t01 blad 04
- Bijlage 3: Rapport Controleberekening plan Liesdaal, revisiedatum 12 februari 2009
- Bijlage 4: Ontwerp aspecten Wadi's
- Bijlage 5: Berekening benodigde berging T = 10 en T = 100

## 1 Inleiding

### 1.1 Algemeen

In opdracht van gemeente Lith is door BOOT organiserend ingenieursburo te Elst (gld) een waterhuishoudingsplan opgesteld t.b.v. het project ' Liesdaal fase 2 en 3 ' te Maren Kessel.

Het project bestaat uit het ontwikkelen van een nieuwe wijk gelegen ten zuiden van Maren Kessel. Het plangebied heeft een oppervlak van ca. 6,48 ha.

Op deze locatie worden ca. 109 woningen gebouwd in diverse prijsklassen.

Het plangebied is gelegen ten zuiden van Maren Kessel en wordt omsloten door ten noorden de Oude Lithse Aanvoersloot van Waterschap Aa en Maas, ten oosten de Van Irhovenstraat, ten zuiden de Liesdaalweg en ten westen de Wijlseweg.

### 1.2 Documenten

Onderstaand een overzicht van de documenten die betrekking hebben op dit rapport.

- Bestemmingsplan Liesdaal fase 2, tekening, kenmerk 118001X-31.s01, d.d. 25 november 2008 van Pouderoyen Compagnons;
- Startnotitie randvoorwaarden en uitgangspunten watertoets, rapport, d.d. 18 juni 2008 van Waterschap Aa en Maas;
- Hydrologische adviezen betreffende Uitbreidingsplan Liesdaal te Maren Kessel, rapport, kenmerk 0800105, d.d. 06 januari 2009 van Kranendonk Geohydrologie;
- Reactie in kader van de watertoets, memo, kenmerk mail, d.d. 11 december 2008 van waterschap Aa en Maas;
- Startoverleg tussen gemeente, waterschap, architect, ingenieursbureau, d.d. 08 januari 2009;
- Dwarsprofielen Liesdaalweg, tekening, kenmerk mail, d.d. 13 januari 2009 van CIVIL & SURVEY BV;
- Hoogtemeting plangebied, tekening, kenmerk Liesdaalweg.dwg, d.d. 29 augustus 2008 van Metrio Arnhem;
- Boorbeschrijving, boorstaten, kenmerk ME08199, d.d. 26 november 2008 van BOOT organiserend ingenieursburo.

## 2 Bestaande situatie

### 2.1 Inrichting

De huidige functie van de planlocatie is agrarisch gebied. Gedeeltelijk wordt het gebied gebruikt als weiland en gedeeltelijk als maisakkers.

In het verlengde van de Van Irhovenstraat richting het zuiden loopt een onverhard pad die de Van Irhovenstraat verbindt met de Liesdaalweg. Dit pad dient hoofdzakelijk agrarische doeleinden. Langs de Liesdaalweg wordt momenteel door een particulier een woning gebouwd. Deze woning valt buiten het plangebied.

Aan de zuidzijde van de Liesdaalweg ter hoogte van de uitbreidingslocatie ligt een agrarisch bedrijf. Dit bedrijf heeft vanwege zijn geurcirkel invloed op het plan omdat in deze geurcirkel niet gebouwd mag worden.

De noordzijde van het plangebied wordt begrensd door de Oude Lithse Aanvoersloot van het waterschap Aa en Maas. Deze aanvoersloot wordt gevoed met water uit de Maas. De aanvoersloot komt vanuit het oosten, buigt aan de oostzijde van het plangebied af richting het noorden en vervolgens richting het westen. Het water in deze aanvoersloot wordt gebruikt om de waterpeilen in het achterliggende gebied op peil te houden.

### 2.2 Maaiveldhoogten en bodemopbouw

#### 2.2.1 Maaiveldhoogten:

Op basis van de hoogtemeting van Metrio zijn de volgende peilen bepaald:

- maaiveldhoogten in het plangebied variëren van 3,70m tot 4,10m + NAP.
- aansluithoogte op de Van Irhovenstraat ligt op ca. 4,35m + NAP.
- aansluithoogte op de Liesdaalweg ligt op ca. 4,20m + NAP.

#### 2.2.2 Bodemopbouw:

Aan de hand van de boorstaten kan de volgende bodemopbouw worden beschreven in m t.o.v. maaiveld:

0,0 – 0,5 à 1,0	matig fijn zand, zwak humeus
0,5 à 1,0 – 2,0 à 3,5	klei, sterk siltig
2,5 à 3,5 – 3,5 à 4,5	zand, zeer fijn, zwak siltig
3,5 à 4,5 – 7,0 à 10,0	fijn tot matig grof zand, onderbroken met silthoudende lagen

### 2.3 Waterhuishouding en geohydrologische gesteldheid

#### 2.3.1 Open water:

Door het waterschap Aa en Maas zijn de beheerspeilen van de watergangen opgegeven.

Oude Lithse Aanvoersloot: zomerpeil 3,20m + NAP  
winterpeil 3,00m + NAP

Watergang langs Liesdaalweg: zomerpeil 2,15m + NAP  
(zaksloot) winterpeil 2,00m + NAP  
slootbodem ca. 2,70m + NAP

Op basis van statistische gegevens van Rijkswaterstaat is het volgende peil van de Maas verkregen:  
Maas: gemiddelde zomerstand 0,65m + NAP

### 2.3.2 Grondwater:

Uit de waarnemingen van de langjarige peilbuisgegevens van NITG-TNO zijn de volgende waarden bepaald:

GHG:	2,40m + NAP
GLG:	0,70m + NAP
Stijghoogte diep grondwater bij hoogwatergolf T = 10:	3,40m + NAP
Stijghoogte diep grondwater bij hoogwatergolf T = 100:	3,50m + NAP

Uit de boorstaten kan opgemaakt worden dat de GHG zich op ca. 0,50m onder maaiveld bevindt aan de hand van de sporen roest. Deze roestafzetting komt doordat er schijngrondwaterstanden optreden. Deze treden op doordat de neerslag in de bovendste zanderige laag infiltreert en vervolgens langzaam wegsijpelt door het kleipakket naar de echte GHG.

### 2.3.3 K-waarde

De k-waarde, 0,3 à 0,8 m/etm, van het zeer fijne zandpakket direct onder het afdekkend kleipakket is bepaald op basis van de zeefkromme.

## 2.4 Riolering

In de Van Irhovenstraat ligt een gemengd riool. In verband met de capaciteit van dit riool wordt verwacht dat het DWA-riool van plan Liesdaal fase 2 en 3 niet op het bestaande gemengde riool in de Van Irhovenstraat aangesloten kan worden.

De gemeente zal door derden het DWA-rioolstelsel in het plangebied en de mogelijkheden tot aansluiten op bestaande riolering uit laten rekenen.

### 3 Uitgangspunten

#### 3.1 **Ontwerprichtlijnen**

Vanaf 1992 zijn richtlijnen van kracht met betrekking tot het functioneren van rioolstelsels. Deze dienen tenminste te voldoen aan een zogenaamde basisinspanning.

Deze basisinspanning houdt het volgende in: in nieuwe woon- en werkgebieden dient het (verbeterd) gescheiden rioleringsysteem (of minimaal met gelijkwaardige vuiluitworp) te worden toegepast.

De uitgangspunten zoals deze in dit rapport genoemd zijn, zijn afkomstig uit:

- Rijksbeleid: 'Vierde Nota Waterhuishouding', 'Waterbeleid in de 21<sup>e</sup> eeuw (WB21)' en 'Nationaal Bestuursakkoord Water'.
- Provinciaal beleid: Waterhuishoudingsplan geldig tot eind 2009
- Waterschapsbeleid: Startnotitie randvoorwaarden en uitgangspunten watertoets ontwikkelingslocatie Liesdaal fase 2 en 3, 18 juni 2008
- Gemeentelijk beleid: 'Gemeentelijk Rioleringsplan'.

Tevens is door de provincie Gelderland het document "Beslisboom voor hemelwater" uitgegeven (BOR-G boom). Deze is verder door Werkgroep Riolering West- Nederland (wRw) aangevuld (Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken 2003). In beide afkoppelbomen staan diverse keuzemogelijkheden aangegeven met betrekking tot de afvoer van hemelwater.

#### 3.2 **Duurzaamheidsthema's**

In dit plan zullen de mogelijkheden worden bekeken om op een duurzame wijze met het water om te gaan.

De algemene thema's van duurzaam waterbeheer zijn als volgt:

- Stap 1: hemelwater niet op het rioolsysteem zetten
- Stap 2: benutten of infiltreren van hemelwater
- Stap 3: vertraagt afvoeren van hemelwater naar oppervlaktewater.

De ambitie voor het omgaan met het hemelwater binnen het plangebied is om het hemelwater te verzamelen, te zuiveren, te bergen en daarna vertraagd af te voeren.

#### 3.3 **Overleg**

Met de onderstaande personen en instanties heeft overleg plaats gevonden inzake de te hanteren randvoorwaarden t.a.v. de waterhuishouding:

- Gemeente Lith: dhr. P. van Erp
- Waterschap Aa en Maas: dhr. J. van den Bergh  
mevr. M. Kimenai
- Pouderoyen Compagnons: dhr. J. Langbroek

De randvoorwaarden staan in onderstaande paragraaf omschreven.

#### 3.4 **Randvoorwaarden t.a.v. ontwerp waterhuishouding**

Voor de waterhuishouding van het plangebied dient te worden uitgegaan van de volgende randvoorwaarden:

- Het waterschap heeft op basis van het ontwerp d.d. 10 december 2008 de volgende berging bepaald:
  - bij een T = 10 1806 m<sup>3</sup>
  - bij een T = 100 2520 m<sup>3</sup>

- Op basis van de Afvoercoëfficiëntenkaart van waterschap De Dommel en waterschap Aa en Maas is de landelijke afvoernorm door het waterschap bepaald op 0,67 l/s/h boven GHG;
- Geen kweltoename in het plangebied;
- Aanleg van een gescheiden systeem;
- Drooglegging van minimaal 0,70m in watergang / vijver bij bui T = 10;
- Drooglegging van minimaal 0,00m in watergang en wadi bij bui T = 100;
- De eerste 4mm first-flush moet kunnen worden geborgen en gereinigd in het systeem;
- Bij toepassing van lamellenafscheider deze dimensioneren op een maatgevend debiet van 14l/s;
- Minimale kleiafdichting ter voorkoming van kwel en inzijging, dik 0,70m;
- Voorzieningen zoveel mogelijk als open water aanleggen i.v.m. beleving van het water in de wijk;
- Er mogen geen uitloogbare materialen (zoals zinken dakgoten) in het plangebied worden toegepast.

Aanvullende eisen gemeente:

- Geen infiltratieverharding i.v.m. beheersmaatregelen door aanleg van groen;
- Waterberging creëren in het niet rendabel gedeelte m.b.t. de geurcirkel.

### 3.5 Stedenbouwkundig plan.

Door de stedenbouwkundige is tijdens het overleg tussen de gemeente, het waterschap en BOOT organiserend ingenieursburo een toelichting gegeven op het stedenbouwkundig plan (zie bijlage 2).

De gehanteerde basisvisie voor deze wijk zijn de bestaande groenstructuren in en rondom het dorp Maren Kessel. Deze groenstructuren worden doorgetrokken tot in en zelf door het plan. Kenmerkend zijn de dubbele rechte bomenrijen meestentijds aan weerszijden van de rijbaan. Om de bestaande groenstructuur op te waarderen, is in het plan langs de Oude Lithse Aanvoersloot een dubbele bomenrij gepland. Deze ligt in de keurzone van het waterschap. Voor deze strook zal te zijner tijd nog een Vergunning in het kader van de Keur worden aangevraagd.

Om de overgang van het stedenbouwkundig gebied naar het landelijk gebied vloeiend te laten verlopen, is in de zuidwesthoek een 'parkzone' ontworpen. Deze overgangszone kan tevens gebruikt worden voor waterberging en valt binnen de geurcirkel.

Tussen de groene linten is de bebouwing vormgegeven.

Omdat de groenstructuur de basisvisie is voor de wijk, zal daar met de inrichting rekening mee moeten worden gehouden. Zo is er voor watergangen en wadi's binnenin de wijk minder kans door ruimtegebruik. Het water zal daarom ingezameld worden middels kolken en via een HWA stelsel afgevoerd worden naar buiten de wijk. Daar zal het water worden gereinigd, gebufferd en vervolgens vertraagd worden afgevoerd, volgens de norm van het waterschap, naar het landelijke gebied.

Om de bewoners en bezoekers van de wijk te laten zien dat het waterbeleid in deze wijk onderscheidend is van de rest van het dorp, willen we het water inzamelen in een goot in het midden van de rijbaan. In deze goot kunnen de kolken uitgerust worden met een aparte kolkkop wat het verschil beaccentueert. Naast het waterhuishoudkundige deel heeft deze goot ook een snelheidsremmend effect.

Door het waterschap is aangegeven dat in hun berekeningen ervan uitgegaan wordt dat 40% van het onbebouwde kaveloppervlak wordt verhard en dus een directe invloed heeft op het hemelwatersysteem. Om ervoor te zorgen dat dit water ook daadwerkelijk in het watersysteem terecht komt en niet in het vuilwatersysteem, wil de gemeente hierop inspelen door een uitlegger aan te bieden die aangesloten is op het HWA-systeem. De eigenaren kunnen dan hun HWA afvoeren op deze uitlegger aansluiten.

## 4 Hemelwater

### 4.1 Ontwerpsysteem

Voor het onderhavige plangebied is getracht de thema's van duurzaam waterbeheer aan te houden volgens de trits van het waterschap: hergebruik – infiltratie – buffering – afvoer. Hieronder is een afweging van deze trits uitgewerkt.

#### 4.1.1 *Hergebruik:*

Hergebruik van hemelwater wordt voornamelijk overwogen bij grootschalige voorzieningen als scholen, kantoorgebouwen ed. Voor particuliere woningen wordt dit, ook gezien de landelijke ervaringen met grijswatersystemen, niet gestimuleerd door het waterschap. Omdat plan Liesdaal fase 2 en 3 bestaat uit woningbouw, wordt dit systeem niet nader uitgewerkt.

#### 4.1.2 *Infiltratie:*

Infiltratie in dit gebied is niet mogelijk. Vanaf maaiveld is een afdekkend kleipakket aangetroffen met dikten van 2,5 à 3,5 m–maaiveld. Onder dit kleipakket is nog een zeer fijne, zwak siltige zandlaag van ca. 1m dikte aanwezig met een K-waarde van minder dan 1. Hierdoor kan infiltratie in de bodem pas plaatsvinden op dieptes vanaf 3,5 à 4,5m–maaiveld, dit komt overeen met een gemiddelde hoogte van 0,20m + NAP. Deze hoogte ligt dan al 0,50m onder de GLG van 0,70m + NAP.

Daarbij komt dat in dit gebied rekening gehouden moet worden met kwel vanuit de Maas. Tijdens hoogwatergolven in de Maas kan het grondwater stijgen naar 3,4m à 3,5m + NAP (zie Hydrologische adviezen, Kranendonk Geohydrologie in de bijlage 1).

De aanwezige afdekkende kleilaag zorgt voor tegendruk en remming van de stijghoogte. Wanneer de kleilaag wordt doorbroken, zal de kwel toenemen.

Door het waterschap is aangegeven dat toename van de kwel niet is gewenst.

Het verzamelen via wadi's en infiltrerende verharding waarna het water afgegeven wordt aan de ondergrond is dan ook niet haalbaar.

#### 4.1.3 *Buffering:*

Er zijn drie mogelijkheden, of combinaties hiervan, om het water te bufferen. Dit zijn:

- een bergingsvijver;
- in de HWA-riolering;
- een vloeiveld.

Het waterschap heeft aangegeven dat een maximale afvoer naar het landelijk gebied vanuit dit plan op 0,67 l/s/ha ligt.

Op basis van de berekeningsmethode van het waterschap moet er bij een bui T = 10 een hoeveelheid water geborgen worden van 1806 m<sup>3</sup>.

Op basis van de berekeningsmethode van het waterschap moet er bij een bui T = 100 een hoeveelheid water geborgen worden van 2520 m<sup>3</sup>.

Het gehele systeem is afhankelijk van de maatvoering van de achterliggende watergangen. De bodem van deze watergangen ligt op ca. 2,70m + NAP.

Wanneer een bergingsvoorziening op deze hoogte wordt aangelegd, kan er een peilstijging t.o.v. de drooglegging worden gerealiseerd van

- nieuw maaiveld – drooglegging – bodemhoogte bergingsvoorziening
- 4,10m – 0,70m – 2,70m = 0,70m.



Omdat de GHG op 2,40m + NAP ligt, wordt voorgesteld om deze watergangen iets te verdiepen tot op de GHG. Deze verdieping geeft de volgende mogelijkheden:

- er kan een bergingsmogelijkheid aangelegd worden met een peil van 2,50m + NAP;
- vrije afwatering vanuit de bergingsmogelijkheid op deze watergang;

#### Afweging bergingsvijver:

Een bergingsvijver mag aangelegd worden met een minimum peil gelijk aan de GHG op een hoogte van 2,40m + NAP.

Er zit weinig doorstroming in een bergingsvijver waarin alleen het HWA uit een wijk wordt verzameld. Om stankoverlast te voorkomen zal de bodem van een bergingsvijver al snel 1,5m diep moeten worden aangelegd.

Wanneer het peil in de vijver aangelegd wordt op 2,50m + NAP, dit is 0,10m boven de GHG waardoor wordt voorkomen dat water uit de achterliggende watergang de vijver in kan stromen, zal de bodem van de vijver uitkomen op 1,00m + NAP.

Dit betekent dat onder de bodem van de vijver nog ca. 0,30m klei aanwezig is (zie boorstaat 03c en 07). Gelet op een minimale kleiafdichting van 0,70m is dit niet voldoende om de bodem waterdicht te houden en kwel af te remmen.

Daarnaast speelt de mogelijkheid van opbarsten van de waterbodem bij hoogwatergolven. In het rapport Hydrologische adviezen is hier aandacht aan besteed. Uitgerekend is dat bij een waterbodem met een hoogte van 1,5m + NAP de bodem net wel net niet zal opbarsten bij een hoogwatergolf van 3,4 à 3,5m + NAP. Wanneer de bodem dieper wordt aangelegd, zal de kans op opbarsten snel toenemen waardoor er een enorme kweltoename in het gebied zal ontstaan.

#### Conclusie:

Gelet op bovengenoemd kritische pad, te dunne kleilaag en opbarsten slootbodem, is de aanleg van een bergingsvijver niet aan te raden.

#### Afweging bergingsvijver met doorstroming:

Wanneer bovengenoemde bergingsvijver wordt aangelegd en in deze vijver doorstroming wordt gecreëerd, is aanleg van zo'n bergingsvijver mogelijk wanneer een waterdiepte van 1,0m wordt gehanteerd.

De bodem komt dan op 1,50m + NAP te liggen. De kleiafdichting onder de waterbodem komt dan op 0,80m. Gelet op de minimale kleiafdichting van 0,70m wordt verwacht dat deze resterende kleiafdichting voldoende is om een ongewenste toestroming van kwel en een inzijging onder droge omstandigheden te voorkomen.

Ook blijkt uit het rapport Hydrologische adviezen dat de veiligheid tegen opbarsten rond de 1 uitkomt wat net voldoende zal zijn.

Doorstroming kan gerealiseerd worden door water uit de Oude Lithse Aanvoersloot in het plangebied in te laten. De toe- en afvoerende watergangen zullen dan wel opnieuw moeten worden gedimensioneerd volgens de eisen van het waterschap. Hiervoor is grondaankoop, verder uitwerking enz. nodig en dus niet op korte termijn te realiseren.

#### Conclusie:

Een bergingsvijver met doorstroming is mogelijk. Uitvoering is echter op korte termijn niet mogelijk waardoor deze optie niet meegenomen kan worden in dit plan. Wanneer men deze bergingsvijver aangelegd wil hebben, is uitvoering in een later stadium altijd nog mogelijk.

#### Afweging berging in HWA-riolering:

Wanneer de berging gevonden moet worden in de aan te leggen HWA-riolering, zijn er forse buizen nodig. De maximaal aan te leggen lengte van HWA-riolering is ca. 1.200 m in dit plan. Voor een berging bij een T=10 bui is 1.806m<sup>3</sup> nodig.

Dit betekent een aanleg een HWA riool met een diameter van minimaal 1,40 m. Daarnaast zal dan nog berging gevonden moeten worden voor een T=100 bui.

#### Conclusie:

Aanleg van een leidingstelsel met een minimale diameter van 1,40m is mogelijk maar zeer kostbaar. Deze optie zal alleen verder uitgewerkt worden wanneer geen enkele andere mogelijkheid kan.

#### Afweging berging in vloeiveld:

Met een vloeiveld wordt bedoeld een verlaging in het terrein waarin het water tijdelijk wordt opgeslagen en van waaruit het water met de landelijke afvoernorm wordt afgegeven aan het achterliggende landelijke gebied. Dit betekent dat in droge perioden het veld droog ligt en in natte perioden onder water staat. Bij een vloeiveld moet wel rekening worden gehouden dat de eis voor de drooglegging bij een bui T = 10 wordt gehaald.

Een vloeiveld wordt boven de GHG aangelegd zodat het veld leeg kan lopen.

Een vloeiveld is niet bedoeld om verontreinigingen op te nemen waardoor het water wordt gezuiverd. De 4mm first-flush zal eerst moeten worden gereinigd voordat dit water (via het vloeiveld) afgegeven mag worden aan het landelijke gebied. De 4mm first-flush zou dan via een lamellenfilter of een wadi gereinigd kunnen worden.

De hoogte van de bodem van het vloeiveld is afhankelijk van de toe te laten peilstijging. Is deze peilstijging 0,30m bij een bui T = 10, dan zal de bodem op:

- nieuw maaiveld – drooglegging – peilstijging
- $4,10 - 0,70 - 0,30 \text{ m} = 3,10\text{m} + \text{NAP}$  aangelegd kunnen worden.

Onder het vloeiveld blijft dan voldoende kleiafdichting aanwezig om toestroming van kwel bij hoogwatergolven tegen te gaan. Ook de veiligheid tegen opbarsten is dan gegarandeerd.

#### Conclusie:

Berging in een vloeiveld is mogelijk. Wel dient de 4mm first-flush gereinigd te worden voordat dit aan het landelijk gebied wordt afgegeven.

#### 4.1.4 Keuze bergingsmogelijkheid:

Gelet op bovenstaande wordt een vloeiveldconstructie met zuiveringsmogelijkheden voor de 4mm first-flush uitgewerkt. De zuivering kan worden uitgevoerd d.m.v. een lamellenfilter of wadiconstructie. In de uitwerking zal echter wel rekening worden gehouden met het feit dat de voorkeur uitgaat naar een bergingsvijver met doorstroming. De vloeiveldconstructie met de zuiveringsconstructie zal daarom dan ook zodanig aangelegd worden dat met minimale ingrepen de constructie omgebouwd kan worden naar een bergingsvijver met doorstroming.

## 4.2 Uitgangspunten t.b.v. berekening

Onderstaande parameters worden gehanteerd t.a.v. het ontwerp van het HWA-afvoersysteem.

- Herhalingstijd maatgevende bui (1): 1x per 10 jaar. Droogleggingseisen (Waterschap Aa en Maas):
  - 1,00 m onder bebouwing (met kruipruimte)
  - 0,70 m onder wegen
  - 0,50 m onder tuinen / groenstroken
- Herhalingstijd maatgevende bui (2): 1x per 100 jaar. Droogleggingseis (Waterschap Aa en Maas):
  - Inundatie (0,0 m –mv)
- Landelijke afvoernorm: max. 0,67 l/s.ha
- Streefpeil lokaal peilbeheer A-watergang: GHG = 2,40 m + NAP
- Grondwaterstanden
  - GHG: ca. 2,4 m + NAP
  - CLG: ca. 0,7 m + NAP
  - Stijghoogten in zandpakket bij hoogwatergolven Waal T = 10: ca. 3,4 m + NAP
  - Stijghoogten in zandpakket bij hoogwatergolven Waal T = 10: ca. 3,4 m + NAP
- Wanneer water gepomp moet worden t.b.v. reiniging van de 4mm first-flush heeft de aanleg van een wadi de voorkeur boven een lamellenfilter i.v.m. de beleving en zuiverende werking;
- Voor optimale werking lamellenfilter moet uitgaande leiding boven maximale peilstijging bij bui T = 10 liggen.

## 4.3 Dimensionering

### 4.3.1 Berging wadi:

Door Moons ingenieursbureau is het HWA-rioleringsstelsel dynamisch en statisch uitgerekend (zie bijlage 3). Uit de berekening blijkt dat de binnen onderkant buis aan het einde van het systeem uitkomt op 2,15m + NAP.

De bodem van het vloeiveld komt minimaal 0,10m boven de GHG uit en ligt op 2,50m + NAP. Hieruit volgt dat het nodig is het water uit het hwa-stelsel te pompen op of in een reinigingsvoorziening.

Uitgangspunt is een wadi boven een lamellenfilter.

De wadi dient zo hoog mogelijk aangelegd te worden om vrije afstroom naar het vloeiveld te garanderen waarbij de bodem van het vloeiveld 0,10m boven de GHG moet zijn aangelegd. De hieronder uitgewerkte wadi en het vloeiveld zijn op tekening uitgewerkt, zie bijlage 10.

Bij een gevulde wadi zal aan de droogleggingseis moeten worden voldaan. Hieruit volgt dat de maximale peilstijging bij een bui T = 10 niet hoger mag zijn dan bij:

- wegen:  $4,10 - 0,70 = 3,40\text{m}$
- tuinen:  $3,90 - 0,50 = 3,40\text{m}$

Landelijk wordt een gemiddelde peilstijging in een wadi gehanteerd van 0,30m bij bui T = 10.

De bovenkant van de wadi komt hierdoor uit op 3,10m + NAP.

Een wadi bestaat uit een toplaag van schrale teelaarde die voor de zuiverende werking moet zorgen. Deze toplaag is gemiddeld 0,30m dik. Om het water daarna makkelijk af te voeren, wordt er een grof zandpakket onder gelegd waardoor het water naar de afvoerende drains zal stromen. Wanneer drainzand wordt gebruikt, kan worden volstaan met een dikte van 0,20m. De drains worden hieronder aangelegd. Het heeft de voorkeur dat deze drainerende laag geheel leegloopt maar het is niet noodzakelijk. Wel is het belangrijk dat de toplaag kan ontwateren. Om dit te bereiken adviseren wij om de drains op een maximale hoogte van 0,05m onder de toplaag uit te laten monden.

De vrije uitstroombuigte van de wadi wordt dan als volgt:

- bovenkant wadi - dikte toplaag - 0,05m = bob uitstroombuigte drain
- $3,10\text{m} - 0,30\text{m} - 0,05\text{m} = 2,75\text{m} + \text{NAP}$

Geadviseerd wordt om de locatie van de wadi zo te kiezen dat deze voor het vloeiveld kan worden gebruikt maar ook in een later stadium wanneer de vijverpartij alsnog wordt gegraven. De beste locatie is dan aan de noordzijde van het vloeiveld.

De wadi wordt zo gedimensioneerd dat hierin de eerste 4mm first-flush geborgen en gezuiverd kan worden en dat deze binnen 24 uur weer beschikbaar is voor een volgende bui. Hieruit volgt de afmeting van de wadi:

- een inhoud van 4mm over het verhard oppervlak (wegen, daken, trottoirs, parkeervakken en 40% van het kaveloppervlak):  $0,004 \times 33.880 = 136 \text{ m}^3$ ;
- Wadi oppervlak:  $136\text{m}^3 / 0,30\text{m peilstijging} = 455 \text{ m}^2$ ;
- Lengte langs de kavels ca. 120m en effectief 110m
- Breedte wadi:  $455\text{m}^2 / 110 = 4,15 \text{ m}$ ;
- Bij taluds van 1:1 en een peilstijging van 0,30m wordt de bodembreedte  $4,15 - 0,30 = 3,85\text{m}$
- Totaal benodigde breedte voor aanleg wadi is 6,15m (zie detail bijlage)
- Totaal ruimtegebruik wadi:  $120\text{m} \times 6,15 = 740 \text{ m}^2$ ;
- K-waarde wadi bodem 0,5m/etm;
- Ledigingstijd:  $(\text{peilstijging} \times 24 \text{ uur} / \text{K-waarde}) = 0,30 \times 24 / 0,5 = 14,4 \text{ uur}$ .

Om te voorkomen dat er vuil en/of ongedierte in de leidingen komt, wordt geadviseerd om de leiding te voorzien van een terugslagklep.

Het gezuiverde water uit de wadi stroomt het vloeiveld in. Hier zal het water zich verspreiden en langzaam afvloeien richting de watergang langs de Liesdaalweg.

#### 4.3.2 *Berging vloeiveld:*

Omdat het vloeiveld wordt verkleind door de aanleg van een wadi, wordt geadviseerd om het vloeiveld in noordwestelijke richting uit te breiden met ca. 200 m<sup>2</sup>. Het oppervlak wat gebruikt kan worden voor berging wordt dan: 3680 m<sup>2</sup> (zie tekening bijlage 1).

Wanneer het vloeiveld onder afschot aangelegd wordt richting de stuw, zal het gemiddelde bodempeil uitkomen op een hoogte van ca. 2,60m + NAP.

Bij een bui T = 10 moet 1806 m<sup>3</sup> water in het systeem worden geborgen. Dit water wordt geborgen in het HWA-stelsel, de wadi en het vloeiveld. Het HWA-stelsel wordt leeggepompt, hierin past 142 m<sup>3</sup>. Berging in de wadi 136m<sup>3</sup>. In het vloeiveld zal dan een peilstijging optreden van:

- 1806 m<sup>3</sup> - 142 - 136 = 1528 m<sup>3</sup>
- optredende peilstijging wordt dan: 1528 / 3680 = 0,42m (afgerond 0,45m)

Wanneer er een peilstijging van 0,45m optreedt, komt de bovenkant van het waterpeil uit op:

- 2,60 + 0,45 = 3,05m + NAP

Dit peil ligt onder het niveau van de gewenste drooglegging.

Bij een bui T = 100 moet 2520 m<sup>3</sup> water in het systeem worden geborgen. Dit water wordt geborgen in het HWA-stelsel, de wadi en het vloeiveld. Het HWA-stelsel wordt leeggepompt, hierin past 142 m<sup>3</sup>. Berging in de wadi 136m<sup>3</sup>. In het vloeiveld zal dan een peilstijging optreden van:

- 2520 - 142 - 136 = 2242 m<sup>3</sup>;
- optredende peilstijging wordt dan: 2242 / 3680 = 0,61m.

Wanneer er een peilstijging van 0,45m optreedt, komt de bovenkant van het waterpeil uit op:

- 2,60 + 0,61 = 3,21m + NAP

Dit peil ligt onder het inundatieniveau (laagste maaiveldniveau omgeving 3,70m + NAP) van de gewenste drooglegging.

Het laagste punt van de bodem van het vloeiveld wordt aangelegd op 2,50m + NAP. De onderzijde van het kleipakket ligt op ca. 0,70m + NAP. Het resterend kleipakket heeft hierdoor een dikte van 1,80m. Gelet op de minimale kleiafdichting van 0,70m wordt verwacht dat deze resterende klei-afdichting voldoende is om een ongewenste toestroming van kwel en een inzijing onder droge omstandigheden te voorkomen.

Ter plaatse van de Liesdaalweg zorgt een stuw met knijpconstructie ervoor dat de landelijke afvoernorm niet wordt overschreden. Ook zorgt deze stuw ervoor dat het water eerst zal worden gebufferd voordat het wordt afgegeven aan het landelijke gebied. De bovenkant van de stuw krijgt een niveau van 3,21m + NAP (maximale stijghoogte in het vloeiveld bij een bui T = 100)

Ter plaatse van de uitstroomvoorzieningen zullen bodembeschermende maatregelen moeten worden genomen om uitspoeling te voorkomen.

#### 4.3.3 *HWA rioleringsstelsel*

Door Moons ingenieursbureau is een dynamische en statische berekening gemaakt van het aan te leggen HWA-rioleringsstelsel. Dit rapport is als bijlage 3 opgenomen.

De volgende uitgangspunten zijn bij het ontwerp en de berekening van het hwa-stelsel gehanteerd:

- Bui L08 uit de leidraad met een piekintensiteit van 110 l/s.ha;
- Hoeveelheid in bui L08: 19,8 mm
- Bui L09 uit de leidraad met een piekintensiteit van 160 l/s.ha;
- Hoeveelheid in bui L09: 29,4 mm;
- Voor statische berekening gerekend met 90 l/s.ha;
- Riooltracé bij voorkeur maas- / boomstructuur;
- Riolering bij voorkeur onder wegverharding;

- Minimale h.o.h. afstand tot ander riool of nutsvoorzieningen 1,5 m;
- Minimale afstand tot uitgeefbare grond 2,0 m;
- Minimale dekking op buizen 1,20 meter;
- Materiaal buizen: bij gemiddeld grotere diameters dan  $\varnothing 300$ mm beton en anders kunststof en putten: afhankelijk van gebruik materiaal buizen: bij beton dan beton, bij kunststof dan kunststof;
- Putafstand maximaal 70 meter;
- Leidingverhang HWA minimaal 1 mm/m;
- Minimale buisdiameter:  $\varnothing 250$  mm ;
- Inspectieputten voorzien van zandvang;
- Bij eventuele kruisingen van riolen dient er een tussenruimte van minimaal 100 mm aangehouden te worden.

Het ontwerp is aangegeven op tekening KE08184-t01 blad 03 d.d. 12 februari 2009 bijlage 3.

## 5 Droogweerafvoer

Gemeente Lith heeft de berekeningen voor het DWA-stelsel uit laten rekenen door Advin. De tekst in dit hoofdstuk is aangeleverd door Advin en vormt een onderdeel van dit rapport.

### **Algemeen**

Momenteel vinden de voorbereidingen plaats voor de uitbreiding van het bestemmingsplan Liesdaal in Maren-Kessel. Op 19/1/9 heeft een overleg plaatsgevonden tussen P.van Erp en H.Edel om het plan toe te lichten en heeft de gemeente verzocht om de aansluitmogelijkheden op het bestaande rioleringsgegevens van Liesdaal in beeld te brengen.

### **Stelsel Liesdaal**

Het betreft een verbeterd gescheiden stelsel. Het vuile water en regenwater wordt apart ingezameld en afgevoerd naar het rioolgemaal Liesdaal. Het gemaal verpompt het vuile water naar put 09.072 waarbij het water wordt geloosd in het gemengde stelsel van Maren-Kessel. Hierbij wordt het water afgevoerd door een persleiding van ca 150 m met een diameter van 75 mm.

### **Uitgangspunten nieuw stelsel**

Gezien de samenvoeging met de gemeente Oss zullen de uitgangspunten binnen de gemeente Oss ook van toepassingen worden op het toekomstige stelsel van Liesdaal. Een belangrijk verschil is de toepassing van PP buizen (milieuvriendelijker) ipv PVC buizen.

Uit beheer oogpunt is het wenselijk om het bestaande gemaal voor Liesdaal te gebruiken voor de afvoer van het vuile water.

### **Vuilwater afvoer**

Het DWA stelsel voert het water af naar het gemaal aan de noordzijde van het plan (kruising van Irhovenstraat – Oude Lithse Aanvoersloot). De afvoer van het bestaande gedeelte heeft slechts een capaciteit van 2 m<sup>3</sup>/h. De geïnstalleerde pompen hebben een groter geïnstalleerd vermogen en kunnen een uitbreiding van het vuilwater stelsel makkelijk aan. Voor het vuilwaterstelsel zal een buisdiameter van 250 mm volstaan.

In het vuilwater gedeelte van het gemaal zijn de volgende pompen geïnstalleerd: MP 3085 53-259 HT van Flygt. Uitgaande van de BOB van de inkomende leiding (1,60 + NAP) zal de putbodemp op ca 1,00 + NAP liggen. Een toekomstige leiding vanaf de nieuwbouw zal dus niet dieper kunnen liggen dan de genoemde 1,60 + NAP als uitgegaan wordt van het bestaande gemaal. Bij een diepere ligging heeft het vervangen van de bestaande pompput (aanleg ca 2000) de voorkeur boven het plaatsen van een geheel nieuw gemaal in het nieuwe bestemmingsplan.

## **Bijlage 1**

Rapport Hydrologische adviezen, revisiedatum 06 januari 2009



**HYDROLOGISCHE ADVIEZEN**  
betreffende

**Uitbreidingsplan Liesdaal**  
**te Maren-Kessel**

**Opdrachtgever** : BOOT organiserend ingenieursburo  
Postbus 154  
6660 AD Elst (Gld.)

**Contactpersoon** : de heer J.W. Hendriks

**Datum** : 06 januari 2009

**Projectnummer** : 0800105

**Opgesteld door** : de heer P. Kranendonk



## INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	PROJECTOMSCHRIJVING	2
3	HYDROLOGISCH ONDERZOEK	3
4	BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID	4
4.1	Bodemopbouw	4
4.2	Geohydrologie	4
4.3	Grond- en oppervlaktewaterstroming	4
5	KWELANALYSE	7
5.1	Uitgangspunten	7
5.2	Kwelberekening	9
6	ONTWATERINGSADVIEZEN	12
6.1	Maatregelen bouwkavels	12
6.2	Maatregelen planwegen en parkeerzones	13
7	MOGELIJKHEDEN BERGINGSMEDIA	14
8	CONCLUSIES EN SLOTOPMERKINGEN	15

### LIJST MET BIJLAGEN

1. Situatietekening
2. Boorstaten
3. Sondeergegevens
4. Peilbuisgegevens NITG-TNO

## **1 INLEIDING**

In september 2008 ontving Kranendonk Geohydrologie van BOOT organiserend ingenieursburo de opdracht een hydrologisch onderzoek uit te voeren naar het functioneren van de grondwaterhuishouding ter plaatse van het nieuwbouwplan Liesdaal te Maren-Kessel.

De onderhavige rapportage bevat de opzet en de resultaten van het onderzoek waarbij gebruik is gemaakt van ter plaatse uitgevoerd bodemonderzoek, gegevens betreffende grond- en oppervlaktewaterstroming alsmede literatuurgegevens.

In het plangebied is een hydrologisch onderzoek uitgevoerd teneinde de infiltratie- en ontwateringsmogelijkheden nader te kunnen beoordelen. In dit verband zijn door BOOT organiserend ingenieursburo handboringen uitgevoerd. Door Koops & Romeijn grondmechanica zijn daarnaast sonderingen op de planlocatie uitgevoerd.

Op basis hiervan zijn adviezen opgesteld voor een structureel goed functioneren van de grondwaterhuishouding voor de toekomstige bestemming van de planlocatie. Daarbij zijn de mogelijkheden voor de berging en infiltratie van neerslag in de ondiepe bodem beoordeeld.

## **2 PROJECTOMSCHRIJVING**

Het planterrein is gelegen aan de Liesdaalseweg te Maren-Kessel. Het plangebied heeft een oppervlak van circa 6,8 ha.

Op bijlage 1 is de globale situering van het planterrein aangegeven.

Tijdens het onderzoek is een straatpeil opgenomen op de Liesdaalseweg (zuidelijke begrenzing planlocatie) van 4,1 à 4,2 m +NAP.

De huidige maaiveldhoogte van het planterrein bedraagt globaal 3,7 à 4,1 m +NAP.

Voor het nieuwbouwplan is in dit rapport een bouwpeil aangehouden van 4,4 à 4,7 m +NAP en een wegpeil van tenminste 4,1 m +NAP.

Het onderhavige project bevat adviezen voor een structureel goed functioneren van de grondwaterhuishouding voor de toekomstige bestemming op de planlocatie. Daarbij zijn de mogelijkheden voor de berging en infiltratie van neerslag in de ondiepe bodem beoordeeld.

### **3 HYDROLOGISCH ONDERZOEK**

Ten behoeve van het hydrologisch onderzoek is door BOOT organiserend ingenieursburo een 8-tal handboringen uitgevoerd tot een diepte van 5,0 m –maaiveld. De boorstaten zijn gepresenteerd in bijlage 2. Door Koops & Romeijn grondmechanica is daarbij een 4-tal sonderingen uitgevoerd tot een diepte van ca 20,0 m –maaiveld. De sondeergegevens zijn gepresenteerd op de bijlage 3.

Bij NITG-TNO zijn langjarige peilbuisgegevens opgevraagd voor het inschatten van de fluctuatie van de grondwaterstand. In de bijlage 1 en 4 zijn de resultaten gepresenteerd.

Tenslotte is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland voor het beoordelen van de geohydrologische situatie ter plaatse.

## **4 BODEMKUNDIGE EN GEOHYDROLOGISCHE GESTELDHEID**

De huidige maaiveldhoogte van het planterrein bedraagt globaal 3,7 à 4,1 m +NAP.

### **4.1 Bodemopbouw**

Op basis van de beschikbaar gestelde handboor- en sondeergegevens kan de volgende beschrijving van de bodemopbouw ter plaatse worden gemaakt:

Vanaf het maaiveld is een afdekkend kleipakket aangetroffen met dikten van 2,5 à 3,5 m –maaiveld. Vervolgens worden tot een diepte van 7 à 10 m –maaiveld fijne tot matig grove zanden aangetroffen die op wisselende diepten worden onderbroken door silthoudende lagen. Tot de maximaal verkende diepte van 20 m –maaiveld wordt tot slot een doorgaand zandpakket aangetroffen.

### **4.2 Geohydrologie**

De geohydrologische beschrijving van het onderzoekgebied is gebaseerd op de Grondwaterkaart van Nederland, rapport 's Hertogenbosch kaartblad 45 West en de sondeergegevens.

Vanaf het maaiveld worden onder een 5 à 6 m dik afdekkend pakket overwegend zandlagen aangetroffen tot een diepte van globaal 50 à 60 m -NAP, voornamelijk behorend tot de Formatie van Veghel en Sterksel. Het betreft wisselende lagen bestaande uit uiterst grove tot matig grove zandlagen die tezamen regionaal het eerste watervoerend pakket vormen.

### **4.3 Grond- en oppervlaktewaterstroming**

Regionaal beschouwd is de grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket noordwest gericht.

Op basis van de langjarige peilbuisgegevens (1984-2008) van NITG-TNO in de directe omgeving van de planlocatie kan voor het eerste watervoerend pakket een gemiddeld hoogste grondwaterstand

worden bepaald op 2,4 m +NAP. Een gemiddeld laagste stijghoogte van het diepe grondwater ter plaatse is op basis van de langjarige peilbuisgegevens en de uitgevoerde boringen afgeleid op 0,7 m +NAP.

Op basis van de huidige beschikbare bodemgegevens zal de freatische grondwaterstand worden gereguleerd door het gehanteerde polderpeil, de momentane neerslagsituatie en lokaal getroffen ontwateringsmaatregelen in het afdekkende kleipakket.

Extreem hoge stijghoogten van het diepe grondwater zijn met name te verwachten in najaars- en voorjaars situaties met hoogwatergolven in de rivier de Maas. Op basis hiervan dient voor een T=10 situatie in de Maas rekening te worden gehouden met een stijghoogte van het diepe grondwater van 3,40 m +NAP. Voor een herhalingstijd van respectievelijk 1x per 100 jaar is een stijghoogte van het grondwater afgeleid van 3,50 m +NAP. Het verloop van de grondwaterstand in peilbuis B45B0503 van NITG-TNO wordt in dit verband representatief geacht (zie de bijlagen 1 en 4).

Vanwege de aanwezigheid van een afdekkend kleipakket zal de dikte van de onverzadigde bodem in het plangebied (freatisch grondwater in de klei/silthoudende laag) met name worden bepaald door de neerslagsituatie en door ontwateringsmaatregelen in het afdekkende kleipakket en niet zozeer door hoogwatergolven in de rivier de Maas.

Uit de Bodemkaart van Nederland en de hydromorfe kenmerken is een dikte van de onverzadigde bodem op de planlocatie afgeleid op 0,5 à 0,8 m.

In de bijlagen 1 en 4 zijn de peilbuisgegevens gepresenteerd.

De karakteristieken van de representatief geachte peilbuizen zijn in de tabel 1 vermeld.

Tabel 1: Karakteristieken peilbuizen NITG-TNO

Peilbuisnummer	(x,y)-locatie	Maaiveldhoogte (in m +NAP)	Tijdvak	Diepteniveau filter (in m t.o.v. NAP)
B45B0500-1	157.110 , 422.075	2,98	1983-2008	1,44 tot 0,44
B45B0500-2	157.110 , 422.075	2,98	1983-2008	-2,53 tot -4,53
B45B0503-1	155.040 , 422.500	3,72	1997-2004	2,66 tot 1,66
B45B0503-2	155.040 , 422.500	3,72	1987-2008	0,42 tot -1,58
B45B0533	155.820 , 423,480	3,65	1982-2005	2,09 tot 1,59

De (x,y)-coördinaten van de planlocatie bedragen circa (155.250 , 422.750).

Driezijdig rondom de planlocatie zijn watergangen aanwezig. Door het waterschap Aa en Maas wordt langs de noordelijke begrenzing in de Oude Lithse Aanvoersloot een zomerpeil van 3,20 m +NAP en een winterpeil van 3,00 m +NAP gehandhaafd. Langs de zuidelijke begrenzing (Liesdaalseweg) wordt een zomerpeil van 2,15 m +NAP en een winterpeil van 2,00 m +NAP gehanteerd. Het open waterpeil in deze watergang wordt volgens opgave van de gemeente onderschreden bij langdurige droogte en dienen met name voor kwelafvang ten tijde van hoogwatergolven in de Maas.

Uit informatie van Rijkswaterstaat zijn de volgende statistische gegevens verkregen:

	<b>Maas</b> km 206
gemiddelde zomerstand	0,65
gemiddeld jaar	0,95
1 x per jaar	
1 x per 1,7 jaar	3,80
1 x per 2 jaar	
1 x per 3 jaar	4,50
1 x per 10 jaar	5,30
1 x per 100 jaar	6,36

## 5 KWELANALYSE

### 5.1 Uitgangspunten

Teneinde het plangebied te ontwikkelen worden eisen gesteld aan de ontwatering en de drooglegging van het gebied.

Onder drooglegging wordt verstaan de afstand tussen maaiveld en slootpeil. Ontwateringsdiepte is de afstand tussen maaiveld en grondwaterstand. De afvoernorm wordt toegepast om een berekening te kunnen uitvoeren naar de hoeveelheid af te voeren water en de daarbij behorende ontwateringsmiddelen.

Op basis van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is in dit rapport als uitgangspunt voor de bestemmingswijziging de stellingname van hydrologisch neutraal bouwen gehanteerd. Dit houdt onder meer in dat de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) niet mag worden verlaagd en dat de nieuwe bestemming vrij van wateroverlast moet worden ontwikkeld.

Over het algemeen worden voor de volgende bestemmingen de in de tabel 2 vermelde eisen ten aanzien van de drooglegging toegepast.

Tabel 2: Bestemming en drooglegging in [m]

Bestemming	Drooglegging in m bij T=1	Drooglegging bij T=10+10%	Rivierkwel bij T=10 (Maas) en T=2 neerslag	Drooglegging bij T=100+10%
woningen met kruipruimte tov bouwpeil	1,3	1,0	1,0	
wegen, tov straatpeil	1,0	0,7	0,7	0,0

Uit de gehanteerde droogleggingseisen zijn voor de volgende bestemmingen de in de tabel 3 vermelde eisen ten aanzien van de ontwateringsdiepte toegepast.



Tabel 3: Bestemming en ontwateringsdiepte in [m]

Bestemming	Ontwateringsdiepte bij T=1	Ontwateringsdiepte bij T=10+10%	Ontwateringsdiepte bij T=10 (Maas) en T=2 neerslag	Ontwateringsdiepte bij T=100+10%
wegen, tov straatpeil	0,7	0,4	0,4	0,0
woningen met kruipruimte tov bouwpeil	0,9	0,7	0,7	
woningen zonder kruipruimte tov bouwpeil	0,5	0,3	0,3	
groenvoorziening tov maaiveld	0,5	0,3	0,2	
kabels en leidingen tov maaiveld*	0,7	0,3	0,3	

\* Sommige kabels en leidingen worden op een lager niveau aangelegd. Geaccepteerd wordt dat deze leidingen (gas, water) zich onder de grondwaterstand bevinden.

Bij het gestelde bouwpeil van tenminste 4,4 m +NAP en het toepassen van nieuwbouw met kruipruimten is bij T=1 een benodigd ontwateringsniveau van 3,5 m +NAP en bij T=10 van 3,7 m +NAP ter plaatse van de bouwkavels aan de orde. Uitgaande van een afgeleide gemiddeld hoogste grondwaterstand van 2,4 m +NAP en een stijghoogte van het grondwater van 3,4 m +NAP voor een T=10 situatie voldoet deze situatie aan de eis voor hydrologisch neutraal bouwen.

Bij een wegpeil van tenminste 4,1 m +NAP is een ontwateringsniveau van 3,4 m +NAP gewenst bij een T=1 situatie en van 3,7 m +NAP bij een T=10 situatie. Uitgaande van een afgeleide gemiddeld hoogste grondwaterstand van 2,4 m +NAP en een stijghoogte van het grondwater van 3,4 m +NAP voor een T=10 situatie voldoet dit aanlegniveau eveneens aan de eis voor hydrologisch neutraal bouwen.

In de watergang aan de noordelijke begrenzing van de planlocatie wordt een winterpeil gehandhaafd van 3,00 m +NAP en aan de zuidelijke begrenzing van 2,00 m +NAP. Voor een bouwpeil van 4,4 m +NAP en wegpeil van 4,1 m +NAP voldoet de huidige drooglegging aan beide uiterste begrenzingen van de planlocatie aan de gestelde eisen voor hydrologisch neutraal bouwen.

## **5.2 Kwelberekening**

Uit de peilbuisgegevens van NITG-TNO en de Grondwaterkaart van Nederland kan worden afgeleid dat het zomerbed van de afgedamde Maas in het afdekkende kleipakket moet zijn gelegen.

In dit rapport is er vooralsnog vanuit gegaan dat de basis van het afdekkende pakket op de planlocatie is gelegen op circa 2,5 à 3,5 m –maaiveld.

De grondwaterhuishouding op de planlocatie zal op basis hiervan met name worden geregeld door het oppervlaktewaterbeheer, de neerslagsituatie en ontwateringsmaatregelen in het afdekkende pakket.

Uitgaande van een projectie van de nieuwbouw op 4,4 m +NAP in de ophooglaag en een bestaande maaiveldhoogte van 3,7 à 4,1 m +NAP zal de effectieve kleilaagdikte aan de top van het afdekkende pakket niet noemenswaardig afnemen qua dikte.

Met het in stand houden van de afdekkende kleilaag en het in tact laten het bestaande oppervlaktewaterbeheer zal de kwel derhalve niet noemenswaardig veranderen in het plangebied.

### Bouwkavels

Ter plaatse van de bouwkavels met toepassing van kruipruimten dient in het kader van hydrologisch neutraal bouwen bij T=10 in de Maas en T=2 aan neerslag een ontwateringsniveau van tenminste 0,70 m te worden gehandhaafd. Uitgaande van een peilkeuze van tenminste 4,4 m +NAP en de toepassing van kruipruimten dient voor een T=1 situatie een ontwateringsniveau van 3,5 m +NAP te worden gehandhaafd. Uit de langjarige peilbuisgegevens is af te leiden dat een GHG van toepassing is voor de planlocatie van 2,4 m +NAP. Voor een T=10 in de Maas is een stijghoogte in het zandpakket aan de orde is van 3,4 m +NAP.

Aanvullende ontwateringsmaatregelen voor de bouwkavels met toepassing van kruipruimten zijn in verband met periodiek hoge stijghoogte van het diepe grondwater niet noodzakelijk. Ter voorkoming van wateroverlast in de kruipruimten ten tijde van neerslagrijke omstandigheden worden ontwateringsmaatregelen in de topzandlaag ter plaatse van de kruipruimten daarentegen wel geadviseerd.

### Planwegen

Middels het omliggende watergangenstelsel wordt in de wintersituatie een drooglegging gehanteerd van 3,00 à 2,00 m +NAP.

Voor een T=1 situatie met een straatpeil van 4,1 m +NAP voldoet de drooglegging aan de gestelde eis van het waterschap van 3,1 m +NAP. Voor een T=10 situatie zal de ontwateringsituatie eveneens voldoen aan de gestelde voorwaarde van 0,40 m (zie tabel 3).

Aanvullende ontwateringsmaatregelen in de wegcunetten in verband met hoogwatergolven worden niet noodzakelijk geacht, mits het afdekkende kleipakket in voldoende mate in tact wordt gelaten.

Vanwege een mogelijke stagnatie van infiltrerende neerslag in de afdekkende kleilaag worden echter wel beheersmaatregelen van de freatische grondwaterstand wenselijk geacht.

### Riolering en NUTS-voorzieningen

Het vergraven van klei ter plaatse van de wegen voor de aanleg van kabels en leidingen wordt niet wenselijk geacht.

Geadviseerd wordt om bij de aanleg van kabels en leidingen tenminste 1,0 m restdikte aan klei te handhaven die naadloos aansluit bij het omliggende afdekkende kleipakket.

Ook kan worden gekozen een afdichting in zand-bentoniet in een laagdikte van 0,25 m in de sleuf boven een aangelegde leiding aan te brengen. Hiermee kan het ontstaan van eventuele lekstromen eveneens worden uitgesloten. De zand-bentoniet afdichting dient zijdelings aan te sluiten op de ongestoorde afdekkende kleilaag. Uit een publicatie van Alterra (rapport 290 d.d. 2001) is af te leiden dat met een zand-bentonietlaag van 0,25 m dikte een gemiddelde waterdoorlatendheid (k-waarde) reëel is van  $1 \times 10^{-10}$  m/s, overeenkomend met  $8 \times 10^{-6}$  m/etm. In dit rapport is uitgegaan van een effectieve laagdikte zand-bentoniet van 0,25 m met een te realiseren k-waarde van  $2,5 \times 10^{-3}$  m/etm.

Om nazakking van de riolering te voorkomen wordt geadviseerd om onder en zijdelings van de rioolleidingen goed verdichtbaar zand toe te passen. Boven de rioolleidingen dient vervolgens het afdekkende kleipakket te worden hersteld. Indien onvoldoende werkhoogte resteert voor het toepassen van een kleiafdichting, dan dient bijvoorbeeld voor een afdichting door middel van zand-bentoniet te worden gekozen.

### Oppervlaktewater

Voor de berging en infiltratie van afgekoppeld hemelwater zal in de zuidwest hoek van de planlocatie oppervlaktewater worden gerealiseerd.

Uitgaande van een maaiveldhoogte van circa 4,0 m +NAP, een open waterpeil van circa 2,5 m +NAP en een bodemhoogte van 1,5 m +NAP zal ter plaatse van het oppervlaktewater een dikte klei resteren van circa 0,8 m.

Het risico van opbarsten van de waterbodem is weergegeven in de onderstaande tabel 4

Tabel 4: Veiligheid tegen opbarsten bodem oppervlaktewater bij waterhoogte van 1,0 m

Stijghoogte van het diepe grondwater (m +NAP)	Herhalingstijd	Bodemniveau (in m +NAP)	Basis kleilaag (in m +NAP)	Veiligheid tegen opbarsten
2,4	3x per jaar	1,5	0,7	1,3
3,4	1x per 10 jaar	1,5	0,7	0,8
3,5	1x per 100 jaar	1,5	0,7	0,8

Uit de tabel 4 kan worden afgeleid dat er, buiten hoog water golven in de Maas, een voldoende veiligheid resteert tegen opbarsten van de waterbodem. Tijdens hoog water golven in de Maas zal er sprake van een labiel evenwicht kunnen zijn. Aangezien verwacht mag worden dat in dergelijke situaties ook oppervlaktewater peilen relatief hoog zullen zijn, zal het risico van opbarsten hiermee weer afnemen.

Met een resterende kleilaagdikte van 0,7 m worden een ongewenste toestroming van kwel bij hoog water golven en een inzijging onder droge omstandigheden in voldoende mate tegen gegaan.

Teneinde zo lang mogelijk een minimum open waterpeil van 2,5 m +NAP in stand te houden dient de aansluiting op de zuidelijke bestaande zogenaamde zaksloot middels een overlaat te worden uitgevoerd.

## 6 ONTWATERINGSADVIEZEN

### 6.1 Maatregelen bouwkavels

De ontwateringsmaatregelen ter plaatse van de bouwkavels kunnen, uitgaande van woningbouw met kruipruimten, bestaan uit de onderstaande aspecten:

1. geadviseerd wordt om de bestaande humeuze toplaag met een laagdikte van circa 0,2 m voorafgaande aan het ophogen terzijde te zetten. Na het aanbrengen van ophoogmateriaal en het terugzetten van de teelaarde ter plaatse van geprojecteerde tuinen en groenstroken wordt geadviseerd om de laagovergangen te breken door een bewerking met een vaste tand cultivator. Hiermee wordt een oppervlakkige afstroming van infiltrerende neerslag in de tijd voorkomen;
2. aanleg drainagesysteem met zand gevulde sleuven ter plaatse van bouwkavels onder de kruipruimtes wordt geadviseerd. Hiertoe dient in iedere sleuf een drain  $\varnothing$  80 mm met PP 450 omhulling te worden opgenomen met een aanlegniveau op circa 3,5 m +NAP en een afschot van 0,05 m/100 m;
3. aanbrengen goed waterdoorlatend zandbed op kruipruimteniveaus woningen met laagdikte van tenminste circa 0,25 m;
4. vulling drainsleuven vanaf aanlegniveau drain met ongestoorde aansluiting drainzand met uit zand bestaande werkvloer op aanlegniveau kruipruimten woningen. Zand met de onderstaande samenstelling is gewenst:
  - M50-cijfer 240 - 300  $\mu$ m;
  - leemgehalte < 5%;
  - lutumgehalte < 5%;
  - organische stofgehalte < 1%;
  - vrij van grove en vreemde bestanddelen;
5. geadviseerd wordt om een onderlinge afstand tussen twee drains te hanteren van 5 tot 7 m;
6. de afvoer van het samengestelde drainagesysteem dient, met een pvc-afvoerleiding die door controleputten met de drains in verbinding staat, bij voorkeur in de richting van de zuidelijke begrenzing van het planterrein in een open water partij uit te monden. Een nadere afstemming met het Waterschap Aa en Maas is in dit verband gewenst.

Verwacht wordt dat met deze maatregelen enig bergend, infiltrerend en afvoerend vermogen wordt gecreëerd voor het tegengaan van wateroverlast nabij het maaiveld. Het ontstaan van schijn grondwaterstanden en vrijstaand water door oppervlakkige toestroming kan hiermee zowel in de bouwrijp fase als wel in de permanente situatie worden tegen gegaan.

Met een aanlegniveau van circa 3,5 m +NAP van het drainagesysteem wordt geen grondwaterstandsverlaging geïntroduceerd. Het systeem kan op basis van vrij verval lozen op omliggend open water. In dit verband dient wel afstemming met het Waterschap Aa en Maas te worden gepleegd.

Voor een goed en langjarig functioneren van het drainagesysteem wordt aanbevolen om in het ontwerp te kiezen voor een samengesteld drainagesysteem met één of enkele afvoerleidingen op het open water, waarbij de lozing via een controleput verloopt.

## **6.2 Maatregelen planwegen en parkeerzones**

Voor de planwegen en de parkeerzones worden, uitgaande van de huidige onderzoeksresultaten en een geprojecteerd peil van tenminste 4,1 m +NAP, aanvullende ontwateringsmaatregelen wenselijk geacht in de vorm van een gecentreerd aan te leggen drain op 1,0 m – wegpeil ter voorkoming van schijn grondwaterstanden in een weglichaam ten tijde van neerslagrijke omstandigheden.

Het aanbrengen van een goed waterdoorlatend weglichaam, met een ongestoorde aansluiting op een drain(sleuf), wordt hierbij van belang geacht.

## **7 MOGELIJKHEDEN BERGINGSMEDIA**

Voor het uitbreidingsplan aan de Liesdaalseweg in Maren-Kessel wordt gesteld dat infiltratie van afgekoppeld hemelwater in de bodem niet effectief wordt geacht vanwege het ontbreken van ondiepe zandlagen in de onverzadigde zone. Ter voorkoming van ongewenst hoge grondwaterstanden ten tijde van hoogwatergolven in de Maas dient het afdekkende pakket in voldoende mate in tact te worden gelaten.

In afstemming met de gemeente Lith is er voor gekozen om de afkoppeling van hemelwater te realiseren door middel van de aanleg van een open waterpartij in de zuidwest hoek van het planterrein.

## **8 CONCLUSIES EN SLOTOPMERKINGEN**

De bestaande waterhuishoudkundige situatie voor het uitbreidingsplan aan de Liesdaalseweg in Maren-Kessel wordt voldoende geacht voor de realisatie van woningbouw met kruipruimten.

Uitgaande van een gehanteerd bouwpeil van tenminste 4,4 m +NAP en een wegpeil van minimaal 4,1 m +NAP is een voldoende ontwatering beschikbaar om de bestemmingswijziging binnen de doelstellingen van hydrologisch neutraal bouwen te realiseren.

Door het matig waterdoorlatende karakter van de afdekkende bodemlagen wordt het frequent ontstaan van schijn grondwaterstanden en plasvorming reëel geacht. De aanleg van drainage in kruipruimten en wegcunetten in combinatie met het (ten tijde van het bouwrijp maken herhaalde malen) los maken van de bodem tot circa 1,0 m – toekomstig maaiveld en het aanbrengen van een zandwerkvloer in de kruipruimten en wegcunetten worden noodzakelijk geacht voor het handhaven van een voldoende ontwateringsniveau ter plaatse van de woningen alsmede in weglichamen van openbare verhardingen. Voor het aftoppen van ongewenst hoge schijngrondwaterstanden (hoger dan circa 3,5 à 3,8 m +NAP) middels een drainagestelsel dient in overleg met het Waterschap Aa en Maas toestemming te worden verkregen.

In de kruipruimten wordt de toepassing van een zand werkvloer (d=0,25 m) geadviseerd met een vertande aansluiting op de onderliggende klei. Hiermee dient oppervlakkig toestromend grondwater goed in de bodem te worden opgenomen en vrijstaand water in kruipruimten te worden tegengegaan.

De aanleg van aanvullend oppervlaktewater ter buffering van afgekoppeld hemelwater wordt als goede oplossing beschouwd als retentiemaatregel.



Bij de uitvoering van ophogingen en grondverbeteringen (bijvoorbeeld vervanging van teelaarde en klei onder woningen en wegen) wordt een vervanging door goed doorlatend zand met de onderstaande samenstelling van belang geacht:

- M50-cijfer : > 180  $\mu\text{m}$ ;
- percentage leem : < 3%;
- percentage organische stof : < 1%;
- vrij van vreemde bestanddelen.

Situatietekening met locaties peilbuizen NITG-TNO

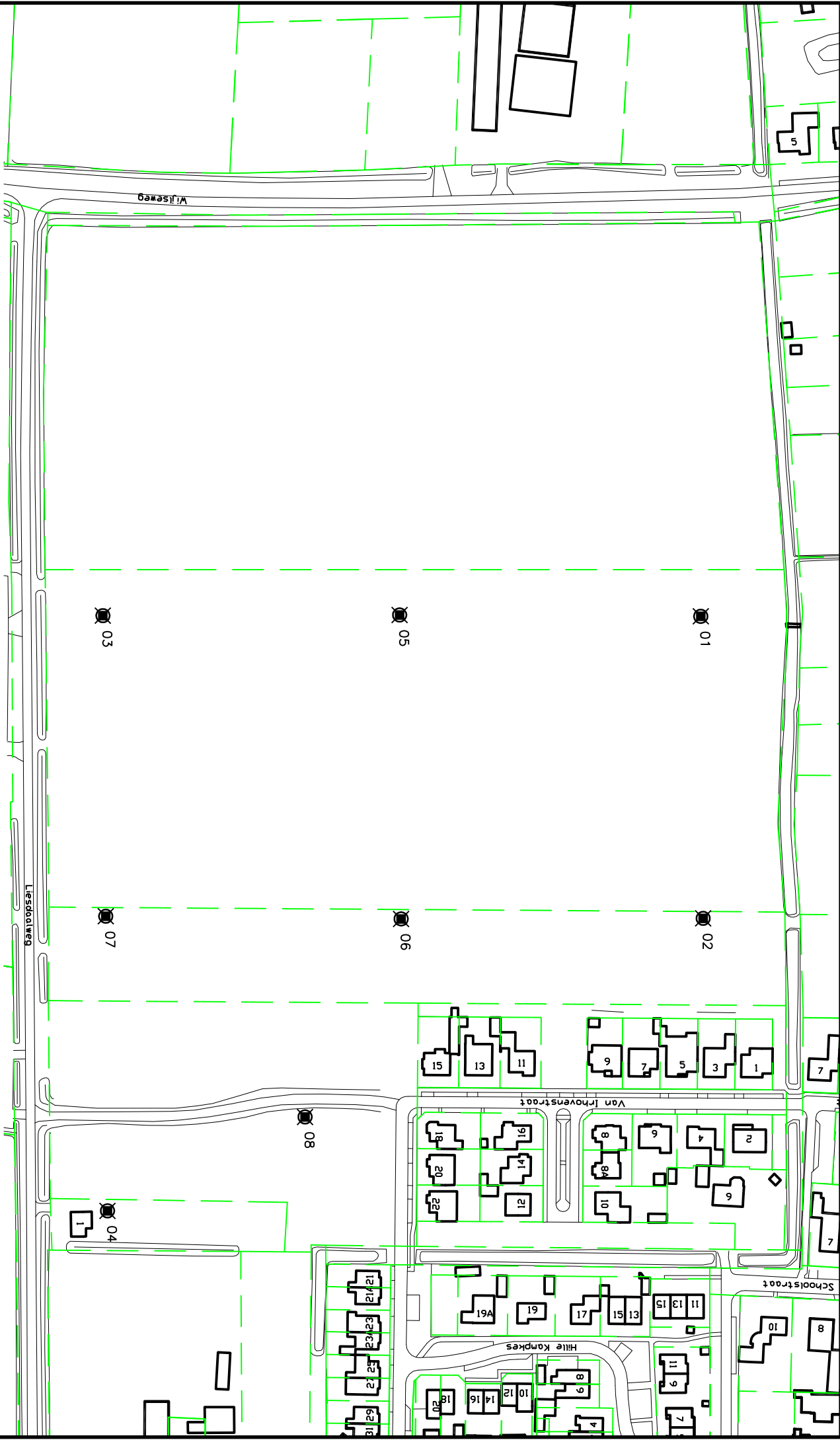


Planlocatie Liesdaal te Maren-Kessel



Peilbuislocatie NITG-TNO

**Boorstaten BOOT organiserend ingenieursburo**



LEGENDA

- 1 diepe boring met peilbuis
- 2 boring dieper dan 0,50 meter minus maatveld
- 3 boring tot 0,5 meter minus maatveld
- grens onderzoekslokatie



organisatorisch ingenieursburo  
 ruimtelijke informatie  
 ruimtelijke inrichting

Veenedaal  
 tel. 0318 - 52 76 00  
 Eist (Gid)  
 tel. 0481 - 37 71 65  
<http://www.buroboot.nl>

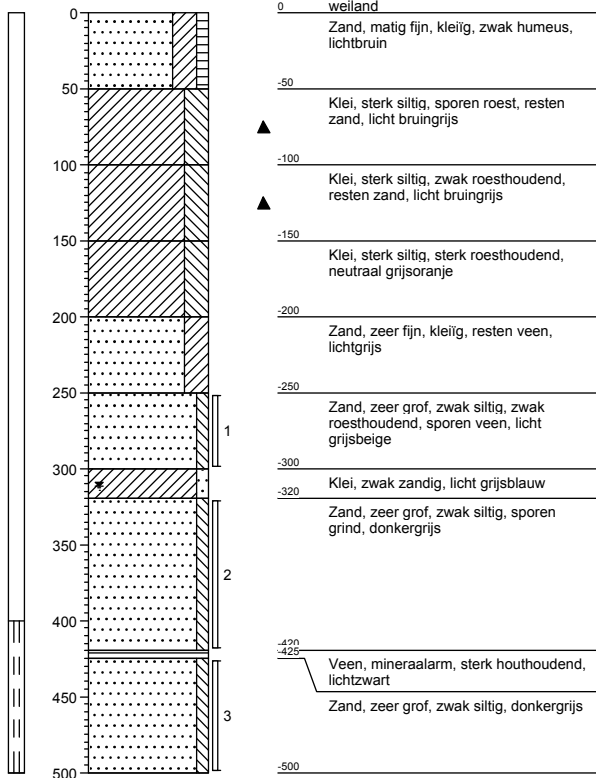
Opdrachtgever : Gemeente Lih  
 Project : Maren Kessel - plan Liesdaal  
 Onderwerp : Situatietekening

Datum : 28-08-2008  
 Tek. : rmo  
 Schaal : 1:2000  
 Bestand : KE08184-01  
 Blad : 01

Wijzigingen:

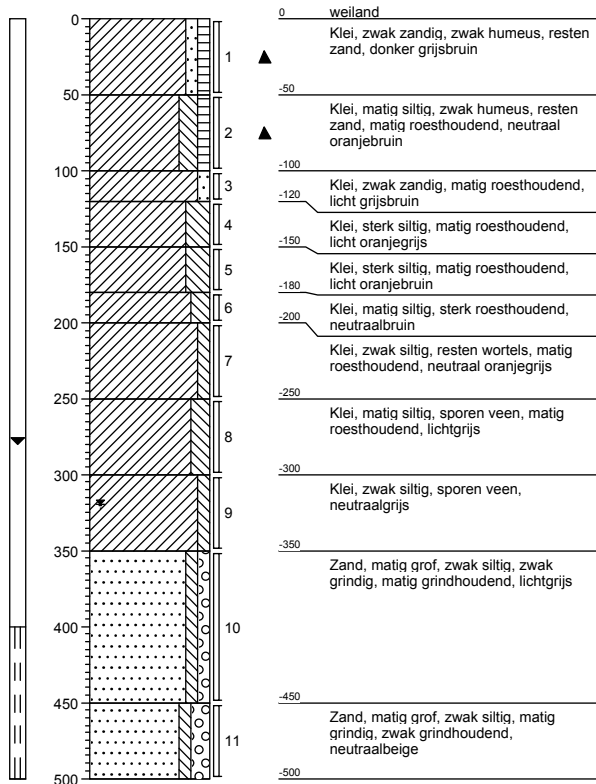
### Boring: 01C

Datum: 09-10-2008



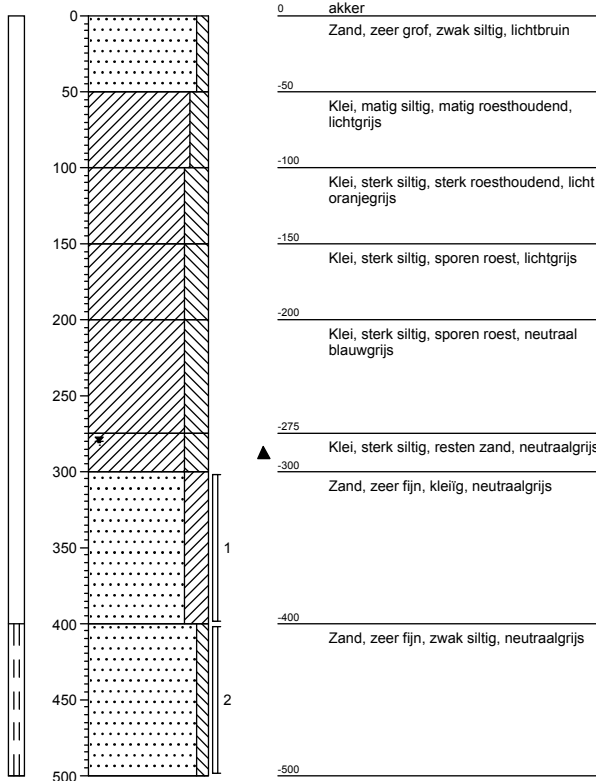
### Boring: 02

Datum: 09-10-2008



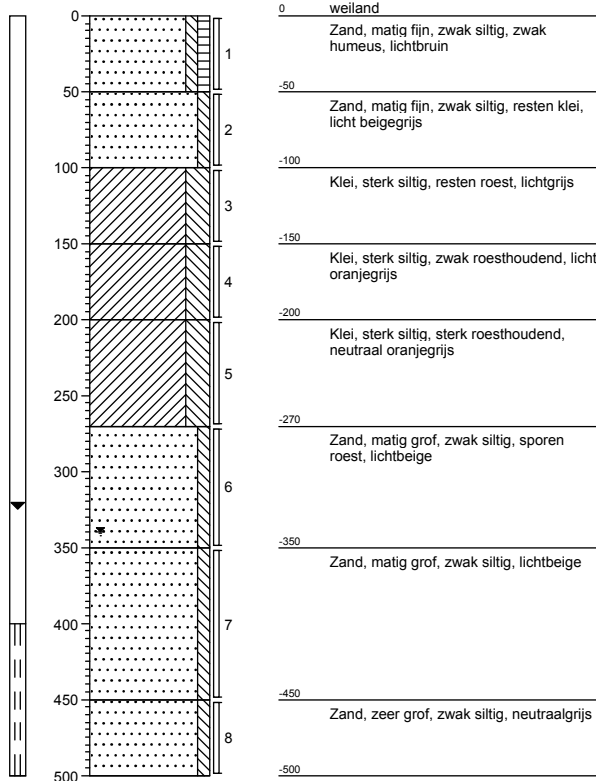
### Boring: 03C

Datum: 09-10-2008



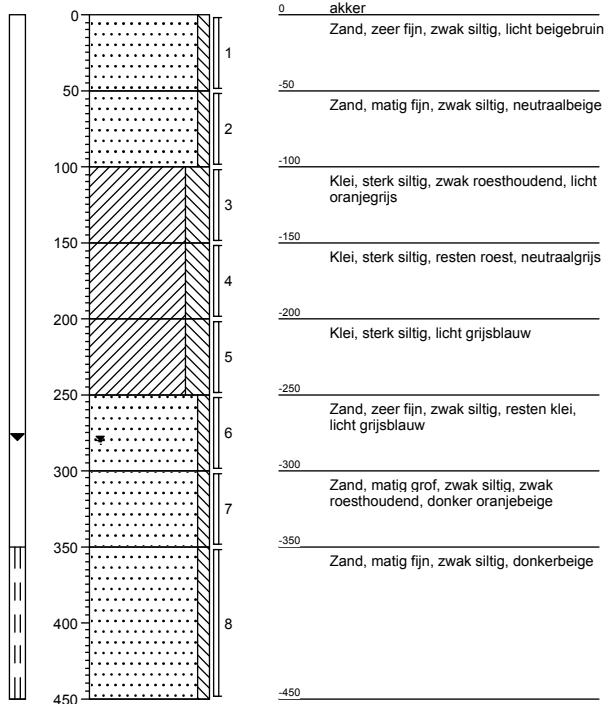
### Boring: 04

Datum: 09-10-2008

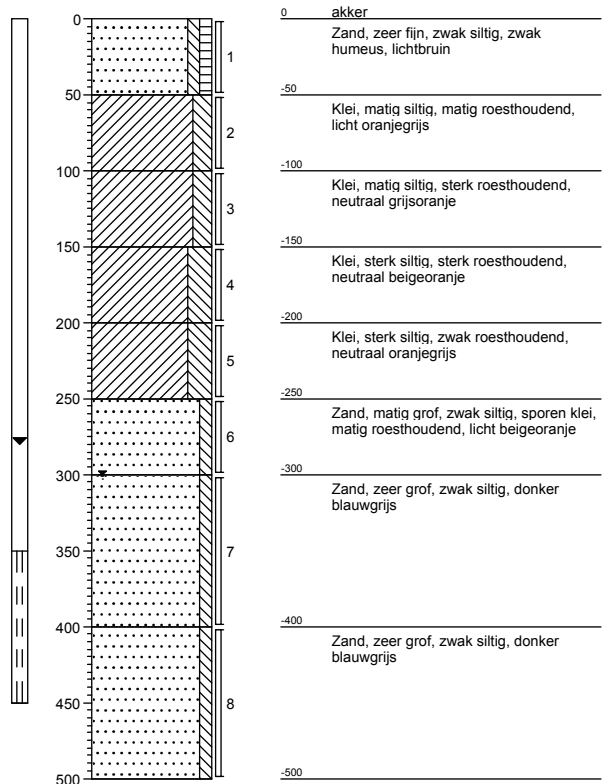


**Boring: 05**

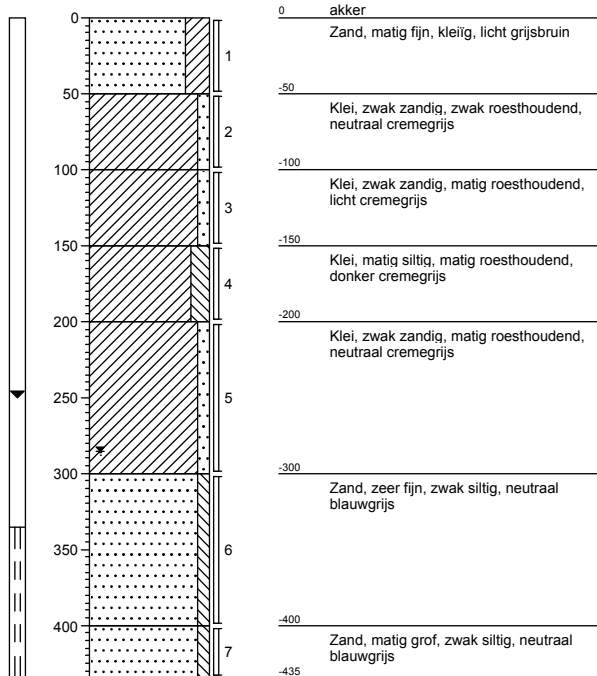
Datum: 09-10-2008

**Boring: 06**

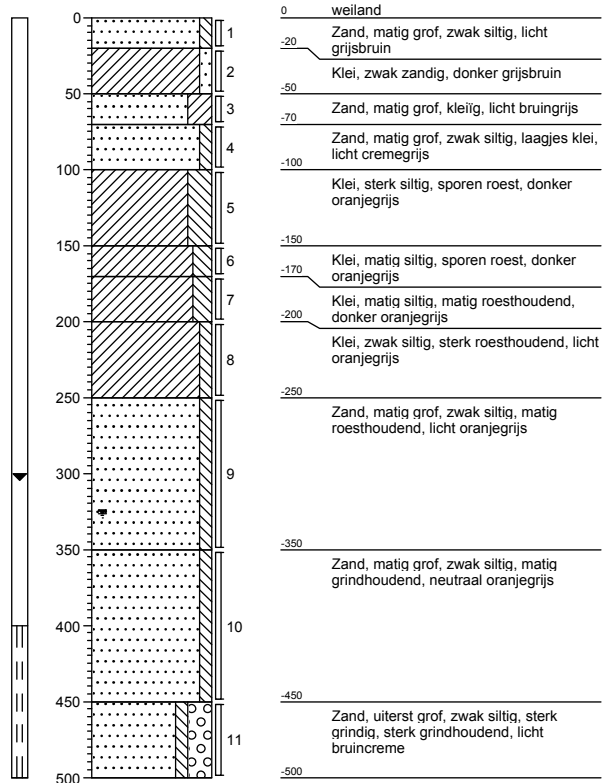
Datum: 09-10-2008

**Boring: 07**

Datum: 09-10-2008

**Boring: 08**

Datum: 09-10-2008



## **Sondeergegevens Koops & Romeijn**



Peilmaten indicatief, niet te gebruiken als uitgangshoogte.

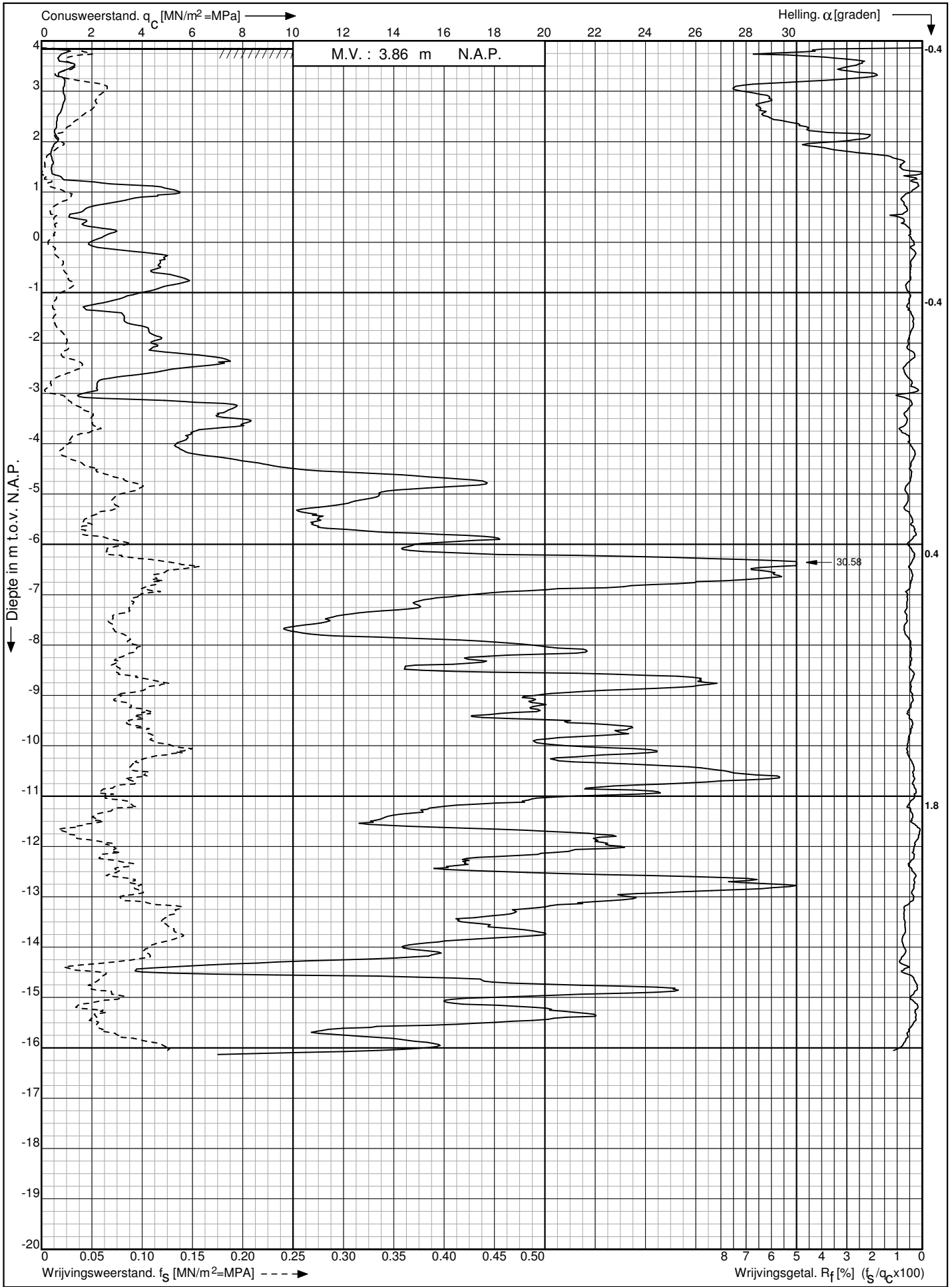
VERKLARING DER TEKENS	
▼	SONDERING
▽	SONDERING MET PL. WRIJVING
▽	NIET UITGEVOERD
◐	SONDERING MET BORING
⊕	BORING

**Uitbr. nabij de Hille Kampkes te Maren-Kessel.**

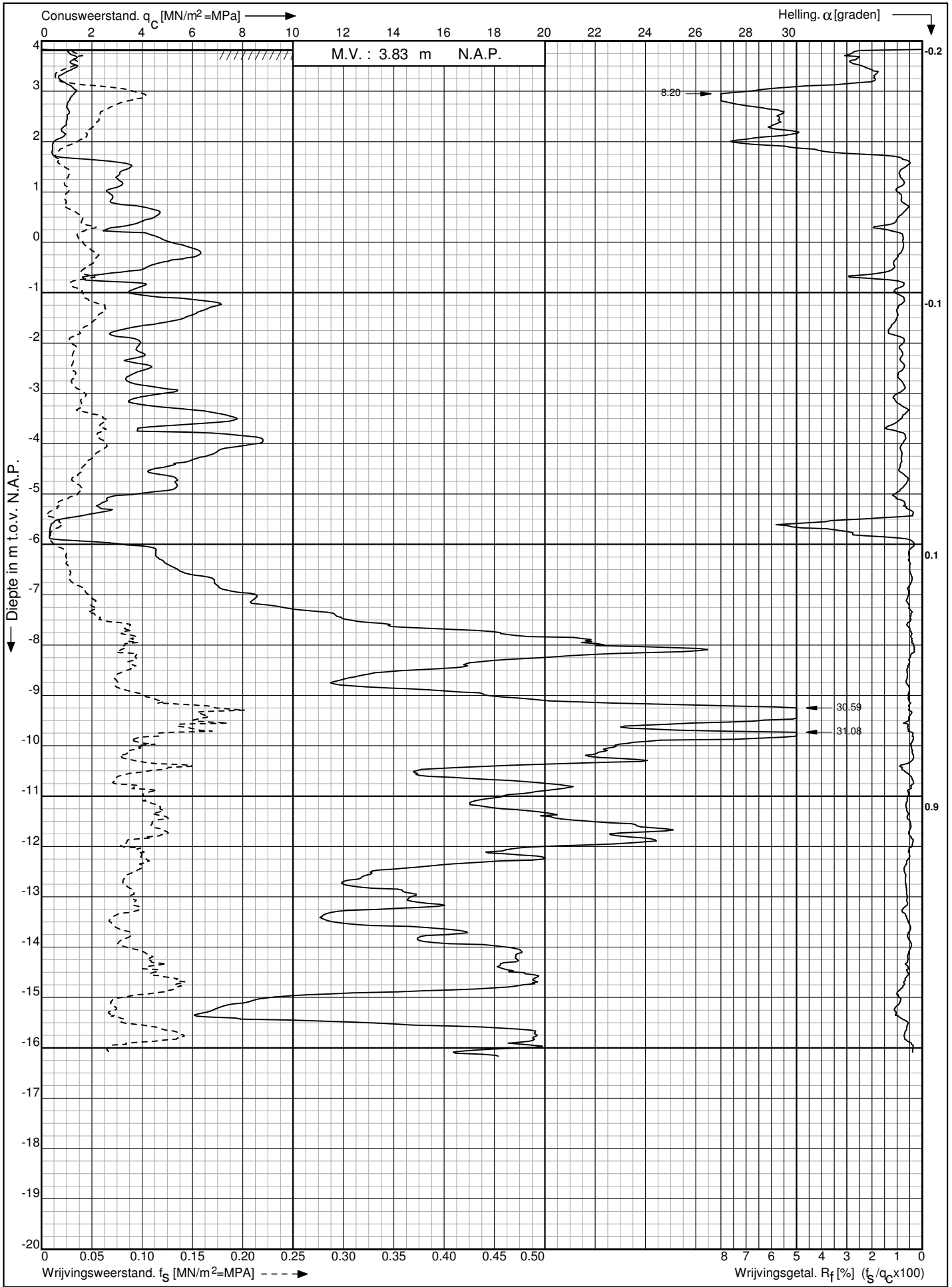
Opdr. nr. : 08-3322  
 Datum uitv. : 13-11-2008  
 Situatietekening.

**KOOPS**  
 GRONDMECHANICA  
 Tel. 0522 - 260084





Uitbr. nabij de Hille Kampkes te Maren-Kessel. Sondering volgens : NEN 5140	Oppervlakte conuspunt : 1500 mm <sup>2</sup>	Opdr. nr. : 08-3322	
		Datum uitv. : 13-11-2008	
		Sond. nr. : 1	

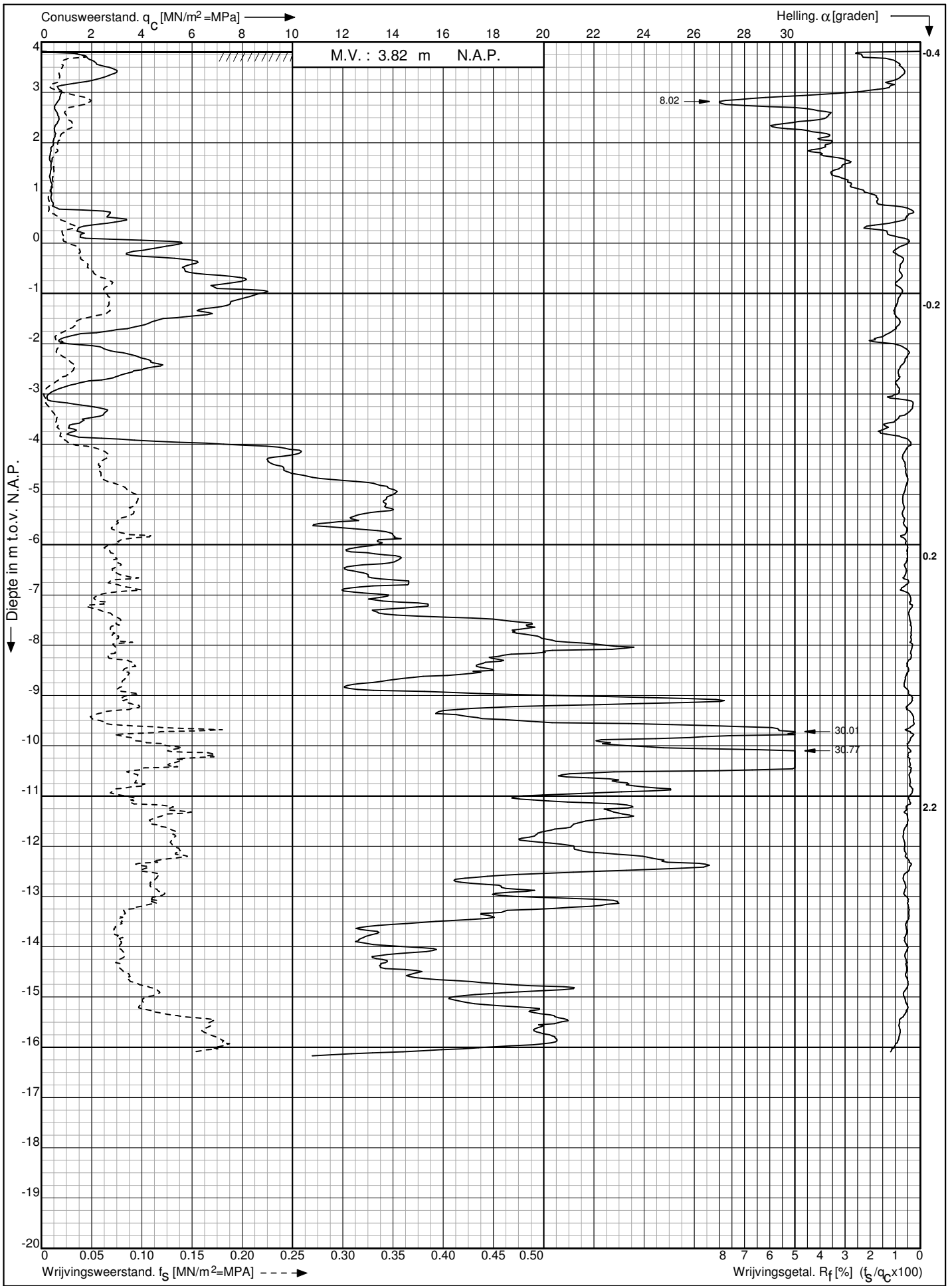


Uitbr. nabij de Hille Kampkes te  
Maren-Kessel.

Opdr. nr. : 08-3322  
Datum uitv. : 13-11-2008  
Sond. nr. : 2



Sondering volgens : NEN 5140      Oppervlakte conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>



Uitbr. nabij de Hille Kampkes te  
Maren-Kessel.

Sondering volgens : NEN 5140

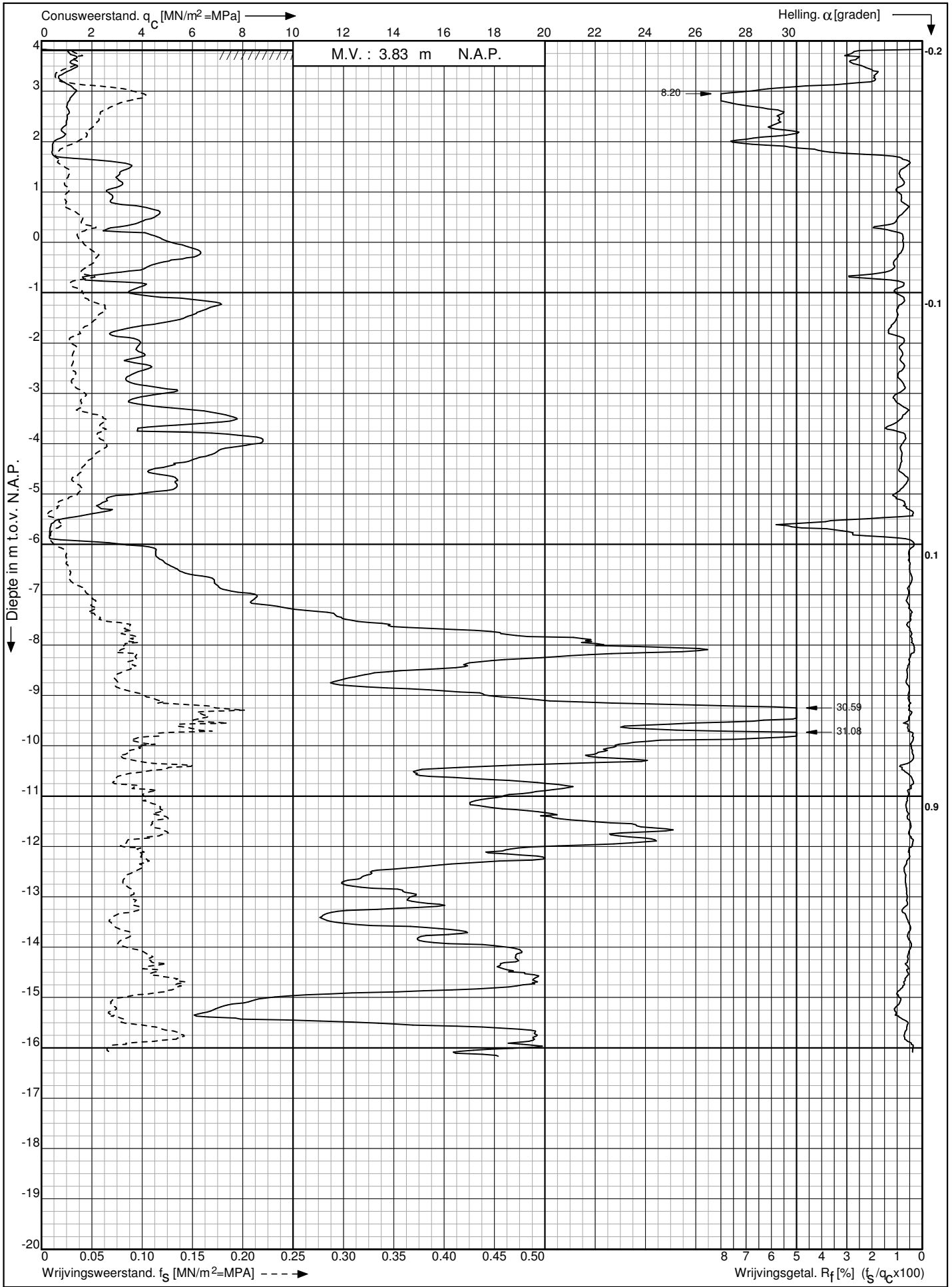
Oppervlakte conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

Opdr. nr. : 08-3322

Datum uitv. : 13-11-2008

Sond. nr. : 3



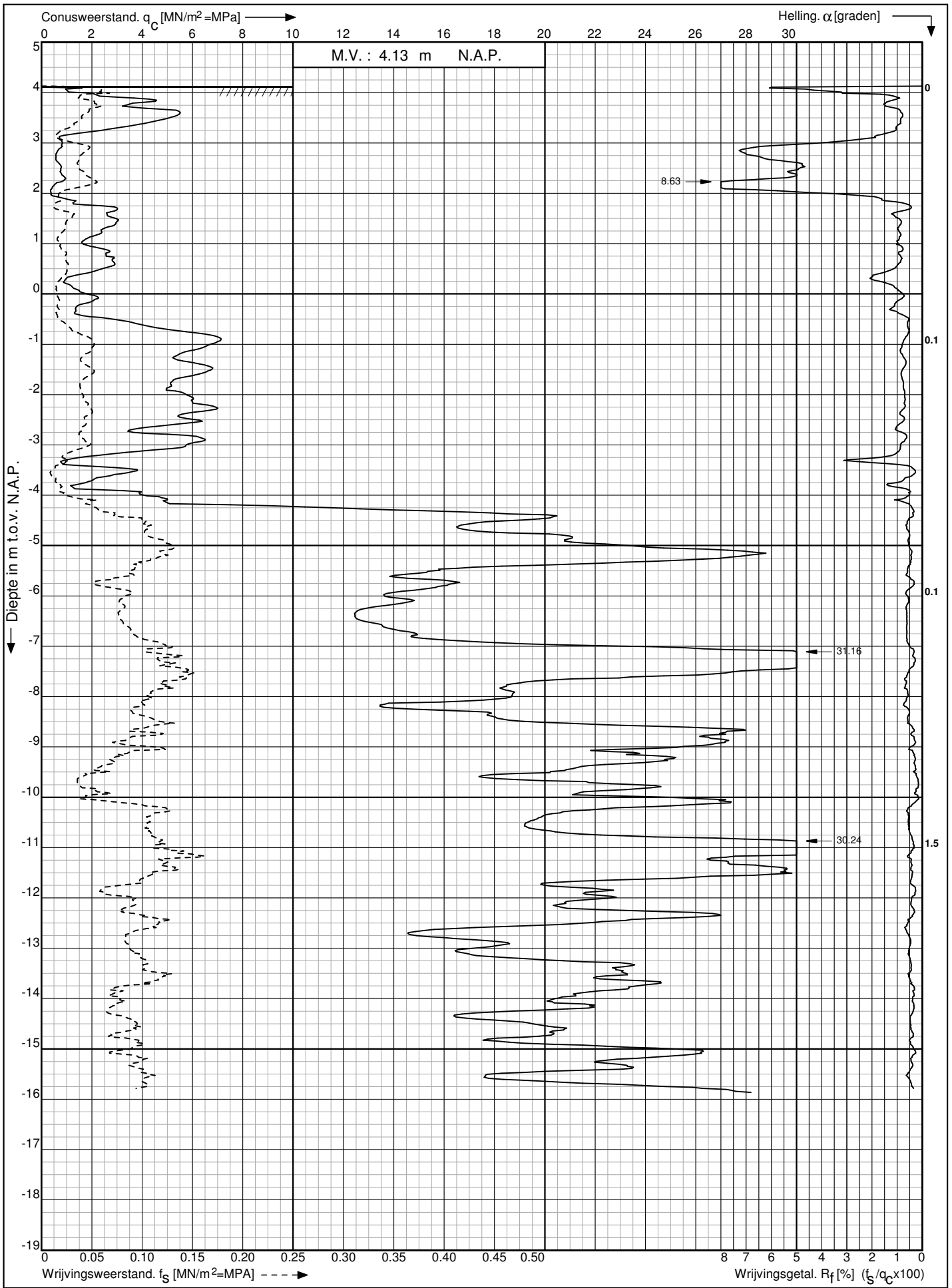


Uitbr. nabij de Hille Kampkes te  
Maren-Kessel.

Opdr. nr. : 08-3322  
Datum uitv. : 13-11-2008  
Sond. nr. : 2



Sondering volgens : NEN 5140      Oppervlakte conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>



Uitbr. nabij de Hille Kampkes te  
Maren-Kessel.

Sondering volgens : NEN 5140

Oppervlakte conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

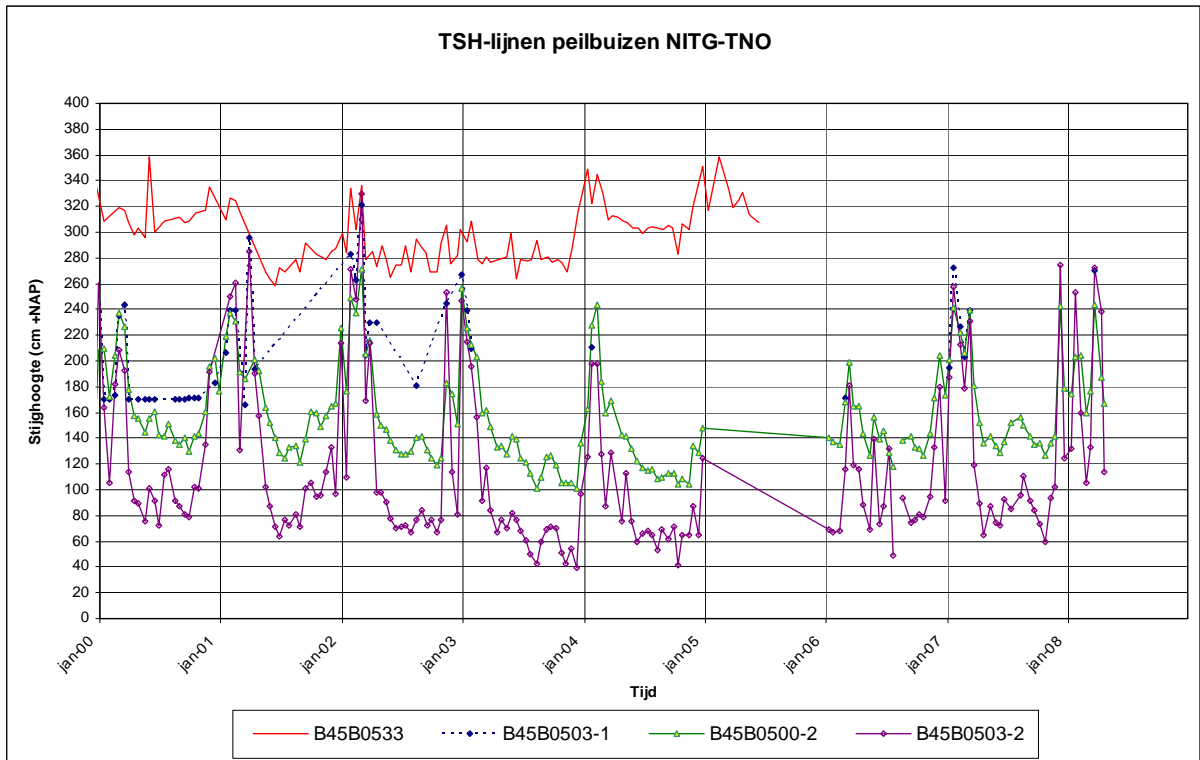
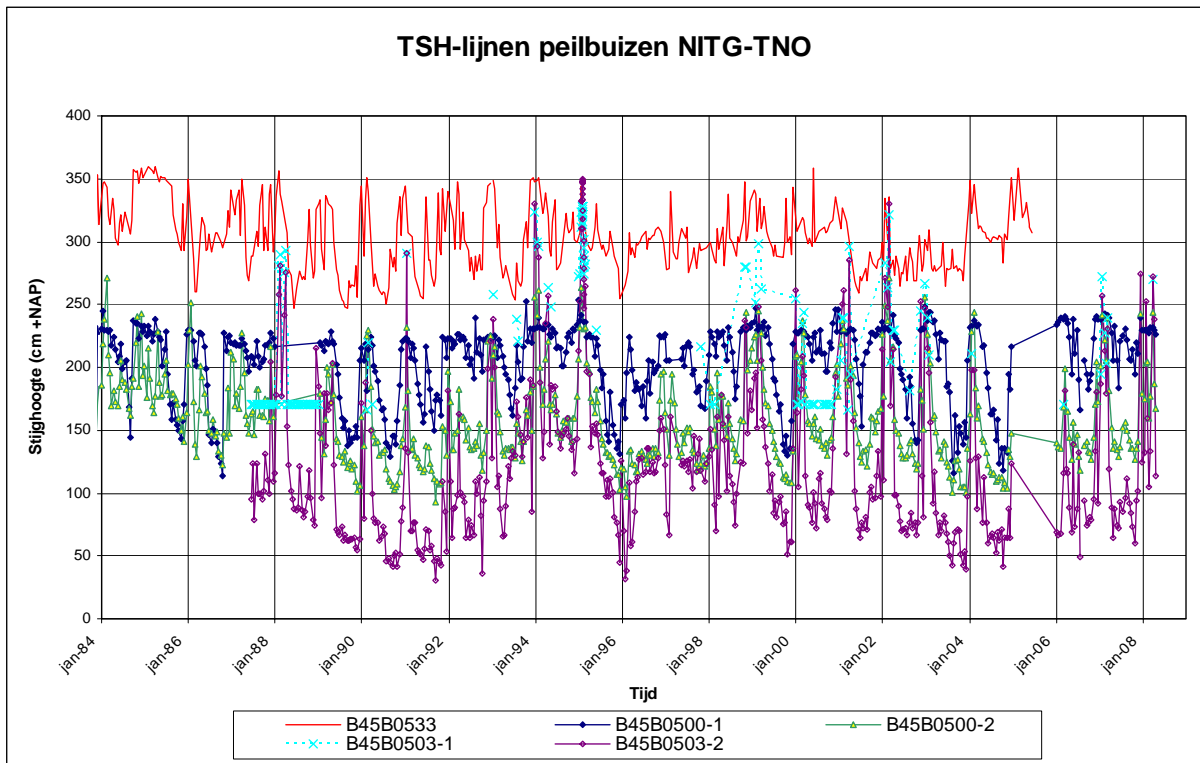
Opdr. nr. : 08-3322

Datum uitv. : 13-11-2008

Sond. nr. : 4

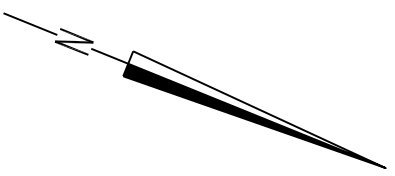


Peilbuisgegevens NITG-TNO



## **Bijlage 2**

Overzichtstekening KE08184-t01 blad 03  
Doorsneden tekening KE08184-t01 blad 04



**LEGENDA BESTAANDE SITUATIE**

- Bestaande bebouwing
- - - Bestaande erfgrans

**LEGENDA NIEUWE SITUATIE**

- Bebouwing 11945m<sup>2</sup>
  - Kavel excl. bebouwing 255330m<sup>2</sup>
  - Rijbaan 6140m<sup>2</sup>
  - Voetpad 3340m<sup>2</sup>
  - Parkeervak 2190m<sup>2</sup>
  - Groen 11545m<sup>2</sup>
  - Water 3680m<sup>2</sup>
  - Wadibodem 470m<sup>2</sup>
  - Totaal plangebied 64840m<sup>2</sup>
- 
- Geprojecteerd HWA-stelsel
  - Plan grens



**BOOT**

organiserend ingenieursburo

ruimtelijke informatie

ruimtelijke inrichting

ruimtelijk beheer

Tak : elh

Schaal : A3

Blad : 03

Veenendaal  
 Opdrachtgever : Gemeente Lith  
 Project : Watoeroets Liesdaal  
 Ouderwerp : Overzichtstekening

tel. 0318 - 52 76 00

tel. 0481 - 37 71 65

http://www.duroboot.nl

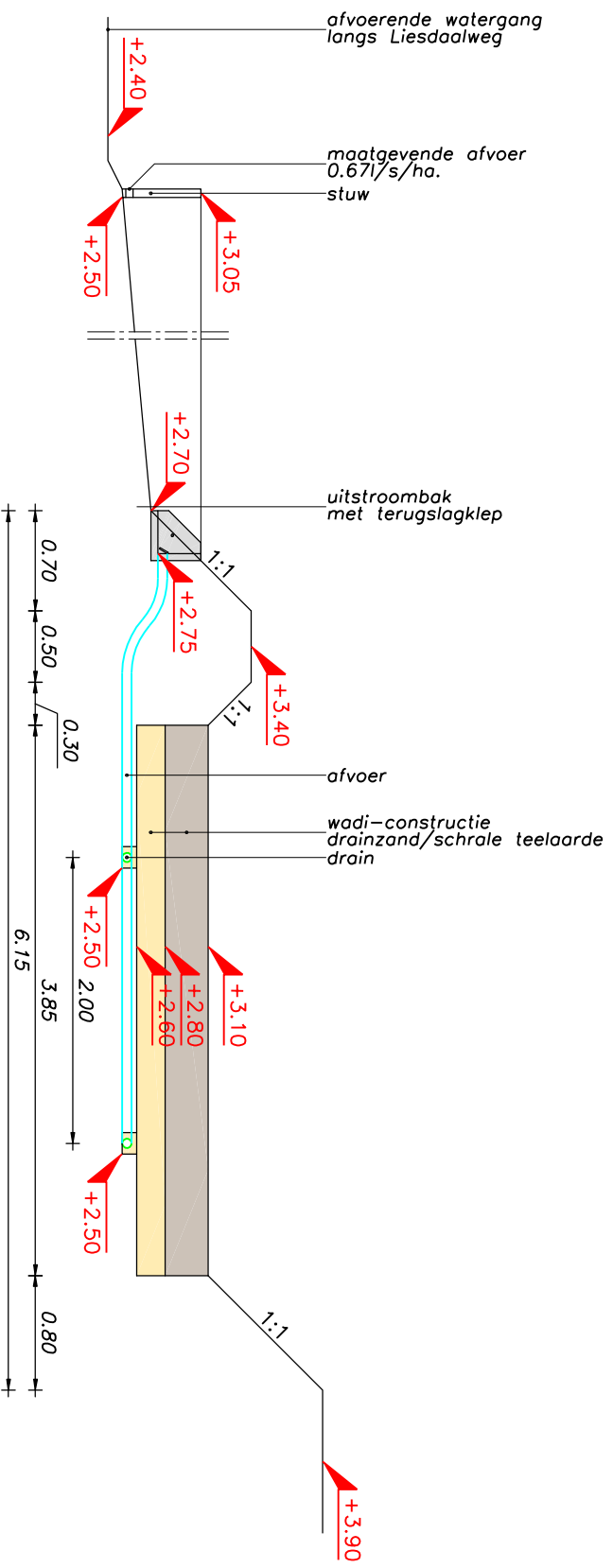
Datum : 05-03-2009

Schaal : 1:1500

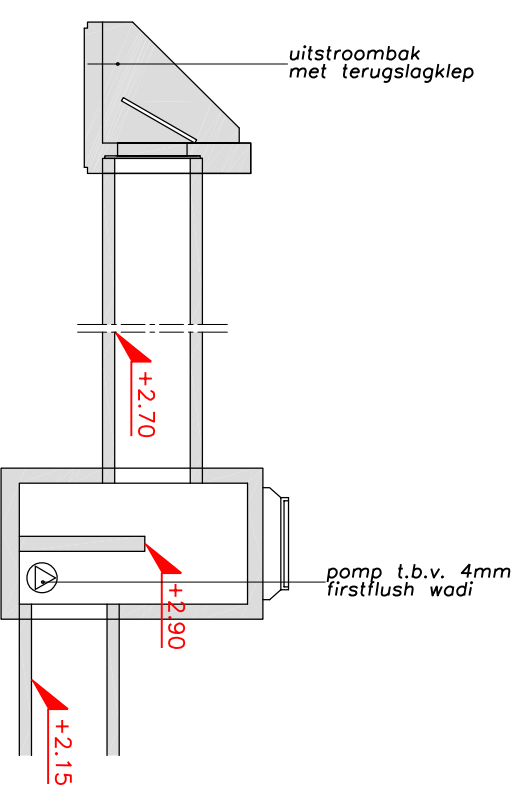
Bestand : KE08184-01

Wijzigingen:

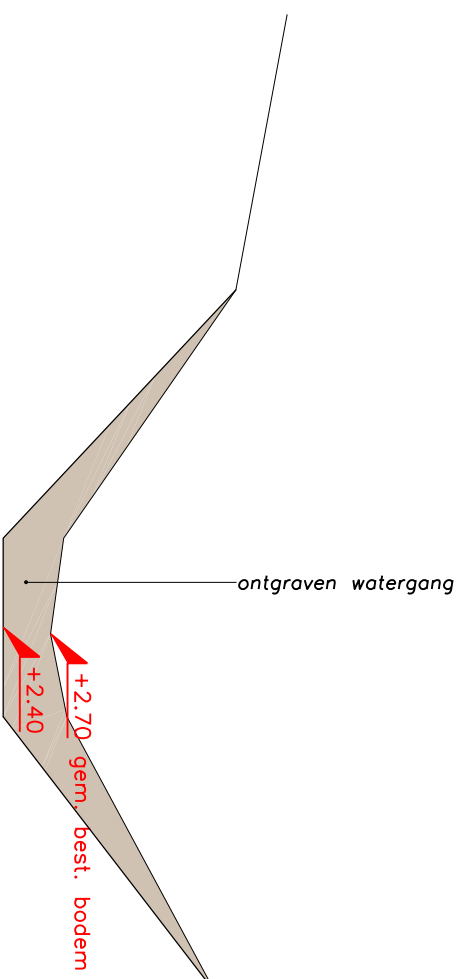




Doorsnede A-A  
Schaal 1:50



Detail  
Schaal 1:50



Doorsnede B-B  
Schaal 1:50

### **Bijlage 3**

Rapport Controleberekening plan Liesdaal, revisiedatum 12 februari 2009



INGENIEURSBUREAU

MOONS

**Titel:** Controleberekening

**Omschrijving:** Plan Liesdaal te Lith

**Projectnr:** 09JM10006

**Rapportnr:** 09-10330-JM

**Datum:** 10-02-2009

RAPPORT

Grotestraat 143  
5141 JP Waalwijk  
tel: 0416 - 560381  
fax: 0416 - 342171  
mail: info@moons.nl

**Postbank:** 1629007  
**Bankrelatie:**  
RABO 14.31.17.092  
**Leveringsvoorwaarden  
volgens:**  
RVOI 1993 en SR 96  
**Architectenregister:**  
1.890107.173  
**KvK Tilburg:**  
18.127.994

## INHOUD

1	INLEIDING .....	3
2	SAMENVATTING.....	4
3	WERKWIJZE .....	5
4	VERZAMELDE GEGEVENS .....	6
5	ONTWERP .....	7
5.1	VERHARD OPPERVLAK.....	7
5.2	BERGING .....	8
5.3	REGENBUI L08 .....	8
5.4	LEIDRAADBUI L09 .....	10
5.5	STATIONAIRE BEREKENING .....	11
5.6	GEMAAL EN LEDIGINGSTIJD.....	13
5.7	STELSELGEGEVENS .....	13

## **1 INLEIDING**

In de gemeente Lith wordt plan Liesdaal aangelegd. Dat plan wordt van een regenwaterstelsel voorzien.

Door BOOT organiserend Ingenieursbureau is op 29 januari 2009 aan Ingenieursbureau Moons opdracht verstrekt deze riolering hydraulisch door te rekenen. Het doel daarvan is te controleren of de riolering in staat is het aangeboden regenwater te verwerken zonder dat daarbij onoverkomelijke overlast ontstaat voor de omgeving (bewoners en weggebruikers).

## 2 SAMENVATTING

Van BOOT organiserend Ingenieursbureau is het stedenbouwkundig ontwerp van het plan Liesdaal ontvangen. Hiervoor is door Moons een rioleringsstelsel ontworpen. Van dit stelsel is berekend welke diameters toegepast moeten worden om aan de volgende voorwaarden te voldoen: "geen waterbezwaar bij een bui die 1 maal per 2 jaar voorkomt"  
Het ontworpen stelsel voldoet aan die eis.

De eerste 4 mm van een regenbui dient een reinigende constructie te passeren. Daarvoor wordt een wadi aangelegd. De inhoud van het rioleringsstelsel is net iets groter dan 4 mm. Het stelsel wordt leeggepompt in deze wadi, waardoor aan deze eis wordt voldaan.

Het deel van de regenbui tussen 4 mm en 40 mm dient geborgen te worden in een vertraagde afvoer. Deze retentie wordt aangelegd. Het stelsel is voorzien van een overstort die uitmondt in deze retentie, waarmee aan deze eis wordt voldaan.

Grotere buien hoeven niet in de retentie geborgen te kunnen worden. Ze stromen natuurlijk via de overstort de retentie in, maar omdat de retentie is voorzien van een overstort naar de afvoerende watergang, zal het water daar de retentie via de overstort verlaten.

Het ontwerp van de wadi en de retentie zelf valt buiten deze opdracht.

### **3 WERKWIJZE**

De gegevens die van de opdrachtgever zijn ontvangen zijn ingevoerd in het softwarepakket Mouse. Dit pakket is in staat om complexe rioleringsystemen hydraulisch door te rekenen. Ingenieursbureau Moons gebruikt dit pakket al meer dan 20 jaar bij hun advisering m.b.t. rioleringsstelsels.

Het stelsel is doorgerekend met de leidraadbuien L08 en L09. Deze buien hebben een herhalingskans van respectievelijk 2 en 5 jaar.

De eerste resultaten zijn voorgelegd aan de opdrachtgever. Op basis daarvan zijn aanpassingen in het stelsel doorgevoerd en zijn de berekeningen opnieuw gedaan.

## 4 VERZAMELDE GEGEVENS

De volgende gegevens zijn voor het uitvoeren van de berekening gehanteerd:

- Lay-out van het gebied; deze is verstrekt als een pdf-bestand: 2008-12-10 KE08184-t01 blad-03-ov-A3-1-1500
- Lay-out van het gebied als DXF: 2008-01-28 KE08184-t01.dxf
- Overige gegevens die beschikbaar gesteld zijn (via email, telefoon etc.)
  - Ontwerppeil weg: 4.10+NAP
  - Bodem afvoerende watergang (droge sloot): 2.40+NAP
  - Bodem retentiebekken: 2.50+NAP
  - Bodem wadi: 3.10+NAP

Met betrekking tot het ontwerp zijn de volgende eisen gesteld:

- De dekking op de leiding dient minimaal 1.20 m te bedragen
- Het stelsel dient de leidraadbui L08 (herhalingskans van 1 maal per 2 jaar) kunnen verwerken
- De eerste 4 mm van een regenbui dienen een zuiverende constructie te passeren alvorens op de watergang geloosd te mogen worden
- De hoeveelheid boven de 4 mm dient, tot het volume van bui met een herhalingskans van 1 maal per 10 jaar, en dan nog verhoogd met 10%, dient geborgen te worden in een retentie; vanuit de retentie mag het water met een intensiteit, niet hoger dan de landelijke afvoer, geloosd worden op de watergang
- De hoeveelheid daarboven, mag direct op de watergang geloosd worden

Bij het opstellen van het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten nog gehanteerd:

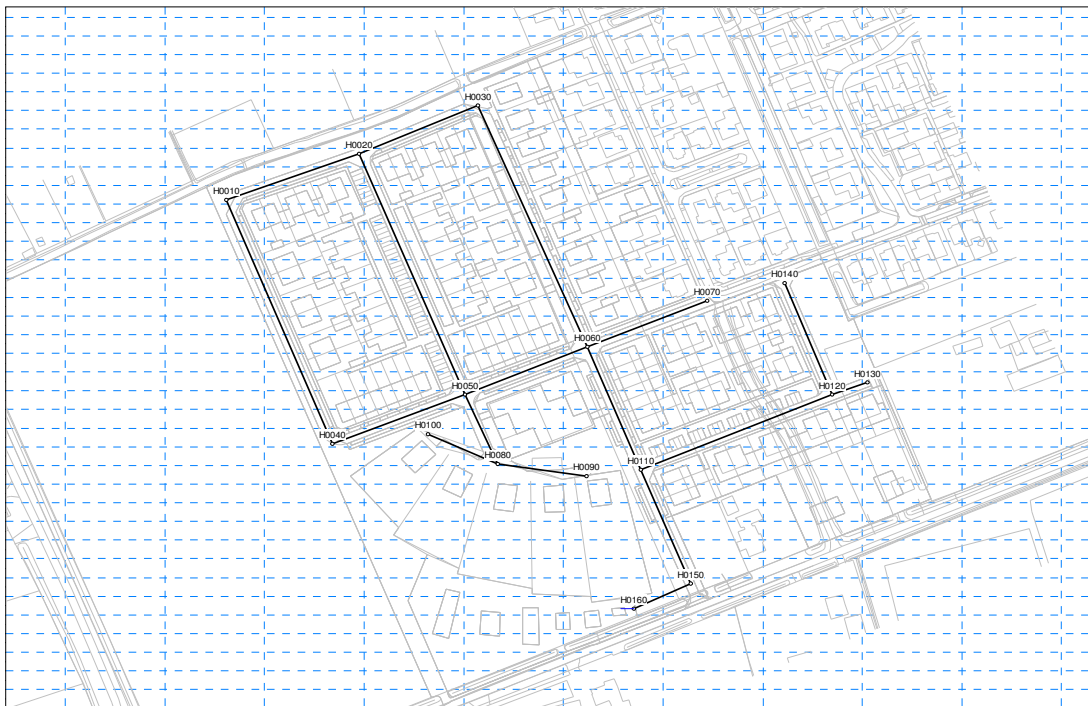
- Omdat het een regenwaterriool betreft is een klein verhang aangehouden: 1:1000



## 5 ONTWERP

De verzamelde gegevens zijn ingevoerd in het pakket voor de berekening van rioleringsstelsels: Mouse; zie figuur 1. Het verhang is aangehouden op 1:1000. Minimale dekking 1.20 m op de beginleidingen.

Dit pakket is in staat om complexe rioleringsstelsels hydraulisch en vervuilingstechnisch door te rekenen op basis van gesimuleerde of werkelijke regengebeurtenissen.



Figuur 1

### 5.1 Verhard oppervlak

Het aangesloten verhard oppervlak is als volgt.

Type	VO in m2
Bebouwing	11945
VO kavels	10274
Rijbaan	6140
Voetpad	3340
Parkeervak	2190
Totaal VO	33889
Totaal gebied	64835

Het VO kavels is bepaald door 40% te nemen van het onbebouwde deel van de kavels.

Omdat de bebouwing gelijkmatig verdeeld is, is het verharde oppervlak naar rato van de lengte van de leidingen over de putten verdeeld. In onderstaande tabel is aangegeven hoeveel leiding erop is aangesloten en derhalve hoeveel verhard oppervlak erop is aangesloten.

Put	Lengte m1	VO ha
H0010	105	0.285
H0020	137	0.371
H0030	102	0.277
H0040	106	0.287
H0050	160	0.434
H0060	171	0.464
H0070	32	0.087
H0080	60	0.163
H0090	22	0.060
H0100	18	0.049
H0110	170	0.461
H0120	92	0.249
H0130	10	0.027
H0140	32	0.087
H0150	33	0.089

Totaal 3.389 ha

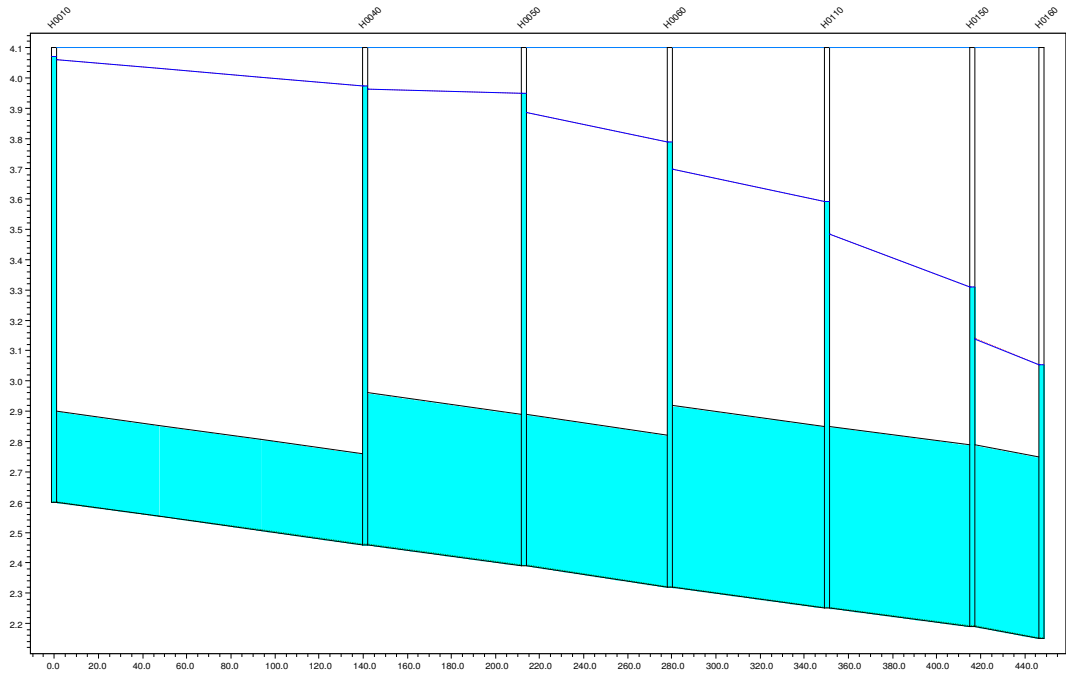
Op basis van deze gegevens zijn de diameters bepaald, zodanig dat bij bui L08 geen water op straat voorkomt. Bepalend daarvoor is ook het peil van de overstort.

## **5.2 Berging**

Vanuit de riolering zal het water opgepompt worden naar een iets hoger gelegen wadi. De berging dient 4 mm te bedragen. Bij een verhard oppervlak 3.389 ha, dient de berging 136 m<sup>3</sup> te bedragen. In de leidingen van het ontworpen stelsel is 142 m<sup>3</sup> berging aanwezig. Aan deze eis wordt dus voldaan. Dit betekent dat er geen bergingseis aan de wadi gesteld hoeft te worden. Wel moet de wadi het aangeboden water op tijd kunnen verwerken voor de volgende regenbui. Een ledigingstijd van maximaal 24 uur is realistisch.

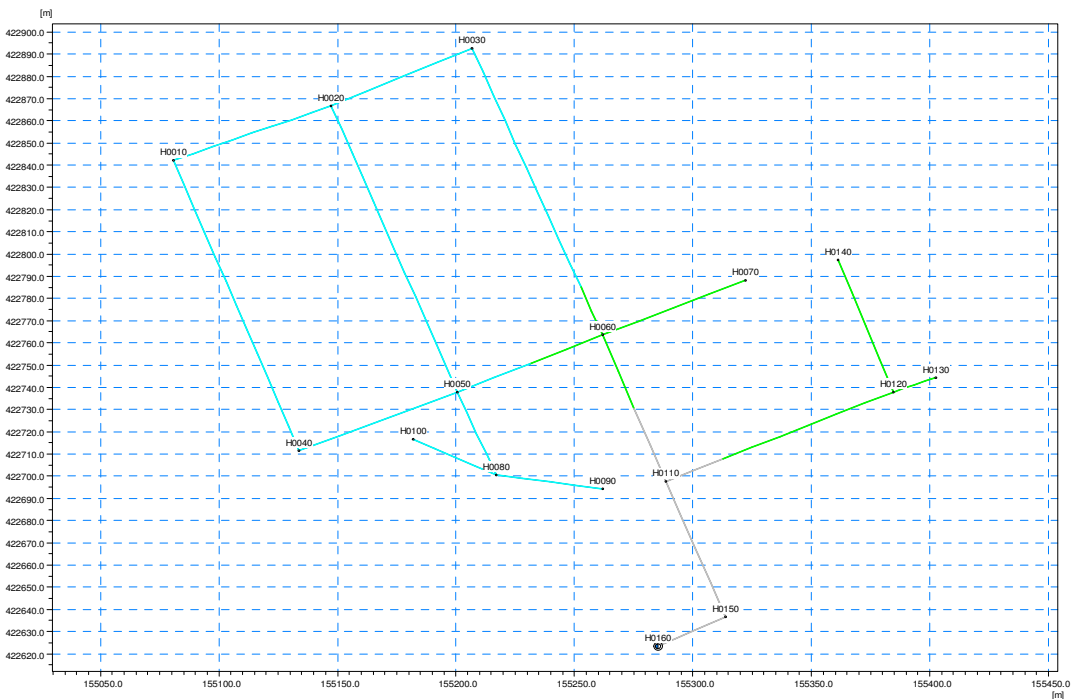
## **5.3 Regenbui L08**

Deze bui heeft een herhalingskans van 1 maal per 2 jaar. In figuur 2 is het maatgevende lengteprofiel weergegeven.



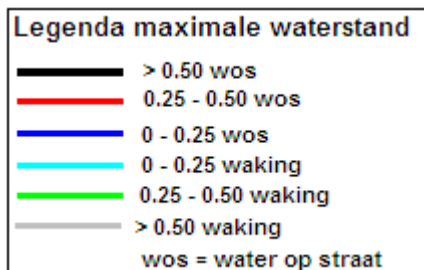
**Figuur 2**

Bij figuur 2 is te zien dat het water net niet tot aan maaiveld komt. Voor een regenwaterstelsel is dat heel netjes. Het stelsel voldoet dus aan de eis, dat het water van een bui met een herhalingskans van 1 maal per 2 jaar verwerkt moet kunnen worden.



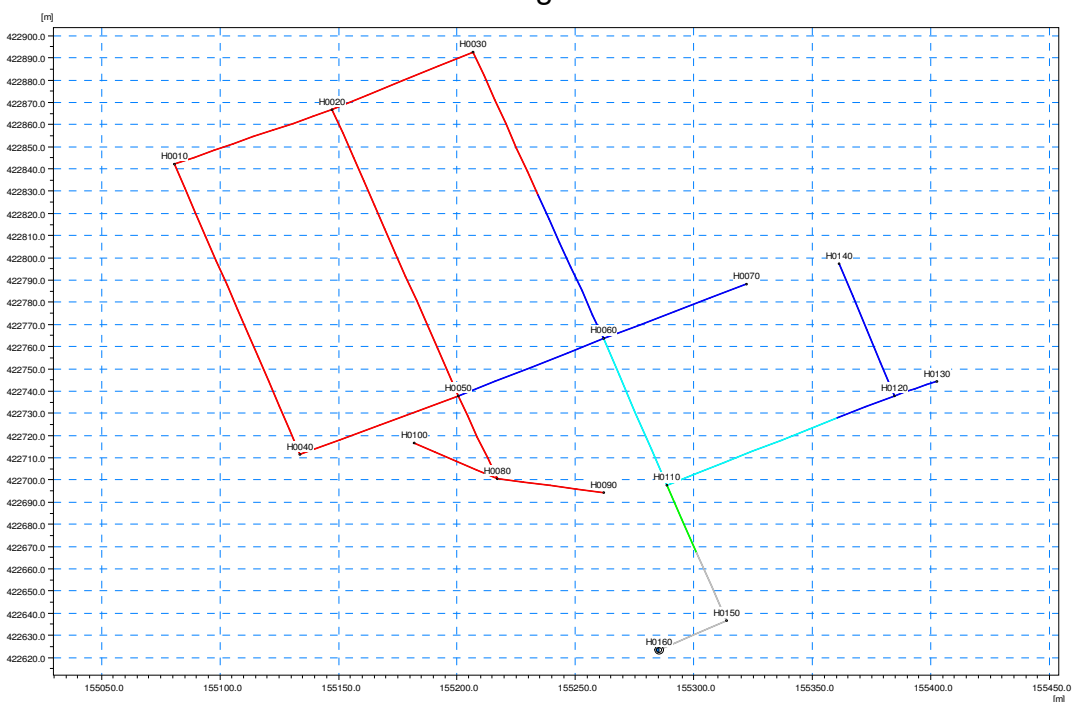
**Figuur 3**

In figuur 3 is de maximale stijghoogte bij bui L08 weergegeven



### 5.4 Leidraadbui L09

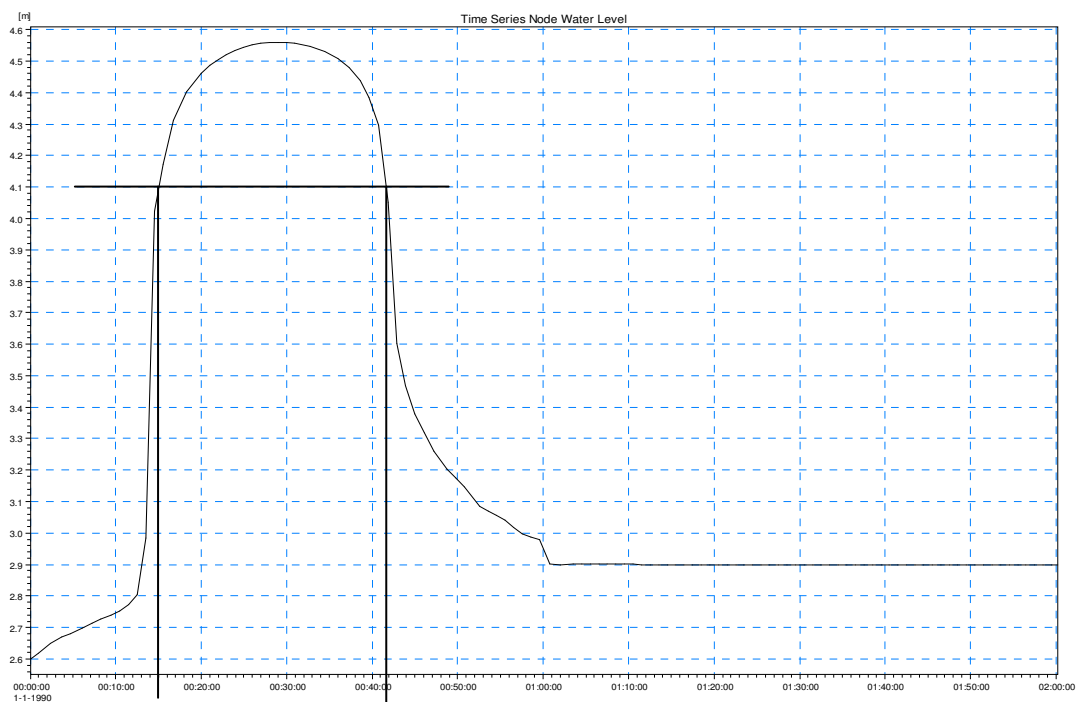
De bui heeft een herhalingskans van 1 maal per 5 jaar. Het stelsel kan deze bui niet verwerken zoals te zien is in figuur 4



Figuur 4

Onderzocht dient te worden of het water via de verharding niet tot overlast voor de woning kan leiden.

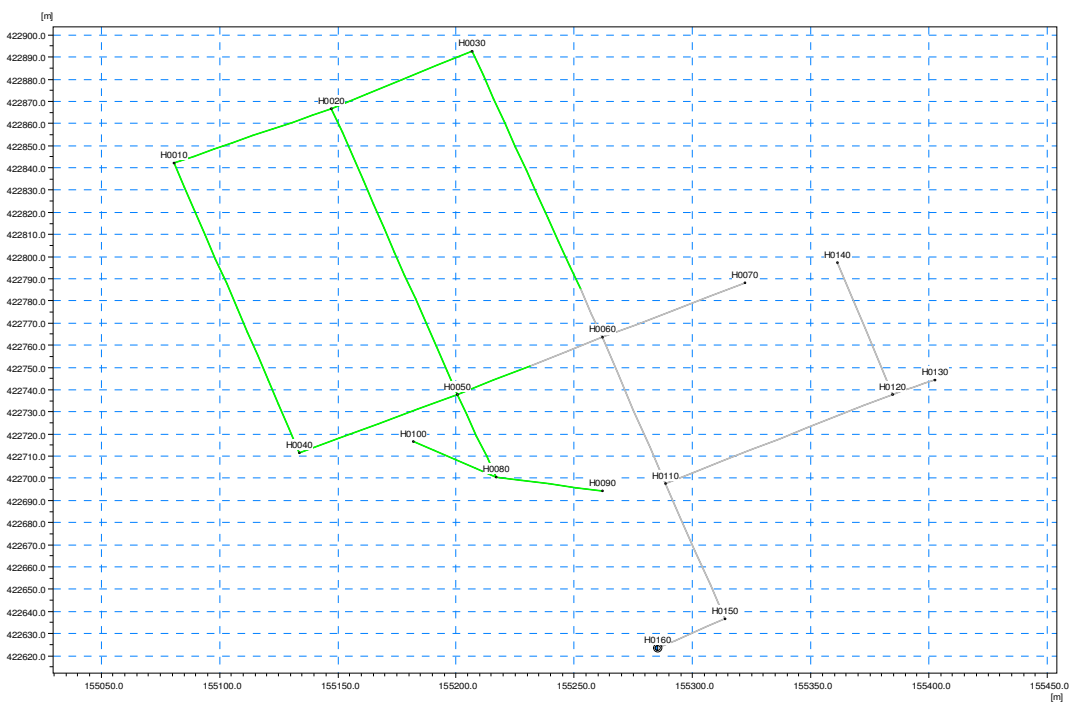
In de volgende figuur is aangegeven hoe de waterstand in knoop H0010 tijdens bui L09 verloopt. Het water zal gedurende ongeveer 27 minuten op straat staan.



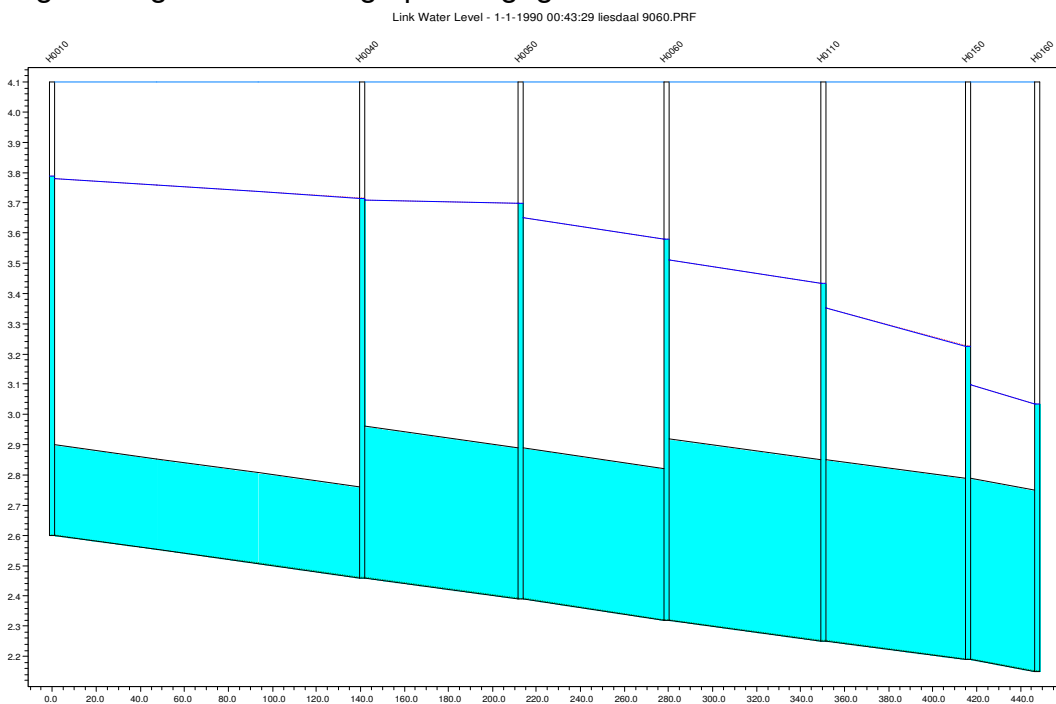
**Figuur 5**

### **5.5 Stationaire berekening**

Voordat het mogelijk was om stelsel dynamisch door te rekenen, werden stelsels statisch doorgerekend. Dat betekent dat door het stelsel een regenbui met een hele lange duur werd gestuurd, totdat de waterstanden nergens meer veranderden: een stationaire stroming. Gebruikelijk was om stelsels dan door te rekenen met 60 l/sec.ha. Deze bui kan probleemloos door dit stelsel verwerkt worden. Vervolgens is ook een bui met een intensiteit van 90 l/sec.ha doorgerekend. Deze werd in het verleden toegepast voor gebieden waar water op straat tot problemen kon leiden, zoals winkelgebieden. In figuur 6 is de maximale waterstand weergegeven.



**Figuur 6**  
 Overall is de waking meer dan 25 cm. Volgens de oude berekeningsmethodiek voldoet dit stelsel ruimschoots aan de eisen. In de volgende figuur is een lengteprofiel gegeven.



**Figuur 7**  
 In figuur 7 is te zien dat bij het kritieke punt H0010, de waking ca 0.30 bedraagt.

## 5.6 Gemaal en ledigingstijd

In knoop H0160 is de overstort gesitueerd. Daarin is tevens het gemaal opgenomen. De capaciteit van het gemaal is afhankelijk van de eisen van de vergunningverlener en de gewenste ledigingstijd. Gebruikelijk is een pompcapaciteit van 2 tot 4 m<sup>3</sup> per uur betrokken op het aangesloten verhard oppervlak. Bij een verhard oppervlak van 3.39 ha geeft dat een pompcapaciteit van 6.8 tot 10.2 m<sup>3</sup>/uur. De ledigingstijd bedraagt dan tussen de 21 en 14 uur.

## 5.7 Stelselgegevens

In de bijgaande tabellen zijn de gegevens van het stelsel opgenomen.

Knooppunten					
Knooppunt	X-coördinaat	Y-coördinaat	Diameter	Bodem	Deksel
H0010	155080.81	422842.26	0.8	2.60	4.1
H0020	155147.39	422866.7	0.8	2.53	4.1
H0030	155206.89	422892.78	0.8	2.50	4.1
H0040	155133.8	422711.66	0.8	2.46	4.1
H0050	155200.64	422737.75	0.8	2.39	4.1
H0060	155261.78	422763.56	0.8	2.32	4.1
H0070	155322.08	422788.19	0.8	2.60	4.1
H0080	155216.92	422700.69	0.8	2.55	4.1
H0090	155261.76	422694.17	0.8	2.60	4.1
H0100	155181.87	422716.72	0.8	2.60	4.1
H0110	155288.66	422697.7	0.8	2.25	4.1
H0120	155384.58	422737.92	0.8	2.54	4.1
H0130	155402.52	422744.44	0.8	2.60	4.1
H0140	155361.21	422797.43	0.8	2.60	4.1
H0150	155313.66	422636.59	0.8	2.19	4.1
H0160	155285.47	422623.32	0.8	2.15	4.1

Verhard oppervlak ha	
H0010	0.285
H0020	0.371
H0030	0.277
H0040	0.287
H0050	0.434
H0060	0.464
H0070	0.087
H0080	0.163
H0090	0.060
H0100	0.049

H0110	0.461
H0120	0.249
H0130	0.027
H0140	0.087
H0150	0.089

Leidingen					
Putvan	Puttot	Diameter	Bobvan	Bobtot	Lengte
H0010	H0020	0.3	2.60	2.53	71
H0020	H0030	0.3	2.54	2.60	65
H0030	H0060	0.3	2.50	2.36	140
H0060	H0050	0.5	2.32	2.39	66
H0050	H0040	0.5	2.39	2.46	72
H0040	H0010	0.3	2.46	2.60	141
H0100	H0080	0.3	2.60	2.56	39
H0080	H0090	0.3	2.55	2.60	45
H0080	H0050	0.4	2.55	2.51	40
H0060	H0110	0.6	2.32	2.25	71
H0110	H0120	0.3	2.43	2.54	104
H0120	H0140	0.3	2.54	2.60	64
H0120	H0130	0.3	2.58	2.60	19
H0110	H0150	0.6	2.25	2.19	66
H0060	H0070	0.3	2.53	2.60	65
H0020	H0050	0.3	2.53	2.39	140
H0150	H0160	0.6	2.19	2.15	31

In put H0160 is een overstort gesitueerd met een drempel van 2.90+NAP en een drempellengte van 4.00 m

In dezelfde put is een pomp gesitueerd met een capaciteit van 6.8 tot 10.2 m<sup>3</sup>/uur

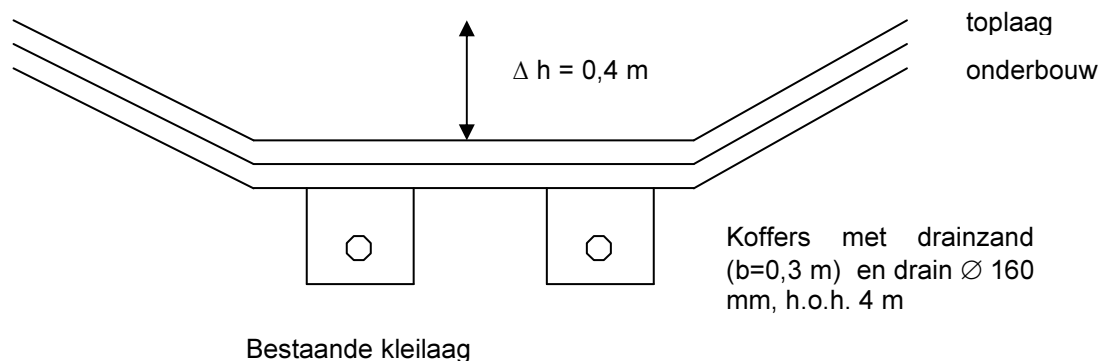


**Bijlage 4**  
Ontwerp aspecten Wadi's

## Ontwerpaspecten wadi's

### Opbouw wadi

De wadi's zullen vlak worden opgebouwd met een grastoplaag en een transportdeel van grof zand. Op basis van literatuur wordt het onderstaande ontwerp van een wadi voorgesteld:



$\Delta h$  = Hoogteverschil tussen maaiveld en bodem wadi

Onderdeel	Laagdikte (m)	Samenstelling	Eigenschappen
Toplaag ("schrale teelaarde")	0,30	Matig fijn tot matig grof zand M50: ca. 200 $\mu\text{m}$ lutumgehalte : < 1 à 2 % os : ca. 2 à 3 %	Voeding gras kv > 0,5 m/etm
Onderbouw	0,30	Grof zand M50: 300 à 2000 $\mu\text{m}$	kv > 5,0 m/etm voeding gras
Koffer met drainzand	0,50	Drainagezand	kv > 10 m/etm
Drain Ø 160 mm	h.o.h. 4,0 m	Polypropyleen omhulling pp 450	

De toepassing van een afwerklaag, bestaande uit grof zand met een gradatie van 0,4 tot 0,6 mm wordt van belang geacht voor het neerslaan van fijne delen. Deze laag kan in de tijd naar behoefte worden opgeschoond of vervangen. De wadi zal worden uitgevoerd met taluds 1:4.

### Inzaai en bemesting

Om de grasgroei na aanleg van de toplaag van de wadi voldoende te activeren en te stimuleren, wordt geadviseerd een voorraadbemesting uit te voeren bestaande uit tripel fosfaat in een hoeveelheid van 800 kg/ha. De voorraadbemesting dient voorafgaande aan de laatste bewerkingen van de toplaag te worden opgebracht.

Het voorstel is om een startbemesting te geven bestaande uit NPK 17+17+17 in een hoeveelheid van 300 kg/ha voorafgaande aan het inzaaien.

Om een goede en stevige grasmat te verkrijgen, wordt geadviseerd het veld in te zaaien met een graszaadmengsel bestaande uit Engels raaigras, veldbeemdgras en rietzwenkgras.

De geadviseerde hoeveelheid bedraagt 150 kilogram per hectare.

De toepassing van graszoden wordt sterk afgeraden vanwege de rijke samenstelling van zoden, hetgeen de infiltratie belemmert.

### Onderhoudsaspecten wadi

Om deze infiltratiecapaciteit in stand te houden worden jaarlijkse bezandingen van 0,005 m in combinatie met vertidraineren en inslepen van het zand, voorafgegaan door verticuteren en vegen van het wadi-areaal noodzakelijk geacht.

Bij extensief maaien dient het gemaaide gras te worden afgevoerd, teneinde een versnelde afname van de infiltratie tegen te gaan.

De aan te leggen drains onder de wadi dienen uitgevoerd te worden met doorspuitvoorzieningen (putten) t.b.v. onderhoud en goed functioneren van het wadi-systeem.

## **Bijlage 5**

Berekening benodigde berging  $T=10$  en  $T=100$

**Bijlage 1. Tool hydrologisch neutraal ontwikkelen**

**Resultaten toetsinstrumentarium hydrologis...**

### Resultaten

*Totale berging in projectgebied*

Infiltratieberging (normaal nat jaar)	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup>
Berging extreme neerslag T=10 jaar	<input type="text" value="1806"/>	m <sup>3</sup>
Berging extreme neerslag T=100 jaar	<input type="text" value="2520"/>	m <sup>3</sup>

*Infiltratievoorziening in projectgebied*

Oppervlak	<input type="text" value="0"/>	m <sup>2</sup>
Berging	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup>
Maximale ledigingstijd in normaal nat jaar	<input type="text" value="0"/>	uren
<i>Totale berging bij extreme neerslag</i>		
T=10 jaar	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup>
T=100 jaar	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup>

*Extra berging in projectgebied*

Indicatieoppervlak	<input type="text" value="4515"/>	m <sup>2</sup>
Berging bij T=10 jaar	<input type="text" value="1806"/>	m <sup>3</sup>
Berging bij T=100 jaar	<input type="text" value="2520"/>	m <sup>3</sup>
Afvoercapaciteit	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup> /uur

*Berging 'tussen de stoepranden'*

Berging bij T=100 jaar	<input type="text" value="0"/>	m <sup>3</sup>
------------------------	--------------------------------	----------------

**Info**      **Sluiten**      **Afdrukken**