

**Opdrachtgever:**

**Dhr. C.P.J. van der Steijn**  
**Balthasar Coymansstraat 14**  
**5751 MV Deurne**

**Constructeur:**

**WSM Engineering**  
**Postbus 3012**  
**6093 ZG Heythuysen**

**Architect:**

**Engelman Architecten B.V.**  
**Postbus 369**  
**6040 AJ Roermond**

**Opdrachtnummer:**

**59357**

**Datum rapport:**

**27 maart 2010**

**Status rapport:**

**Voorlopig**

**Versie rapport:**

**Revisie 0**

**Status onderzoek:**

**niet compleet**

**Rapport**  
Resultaten grondonderzoek en Voorlopig  
Funderingsadvies  
**Nieuwbouw appartementen aan de**  
**Molenstraat 45 te Deurne**

**Lankelma Geotechniek Zuid B.V.**

Moorland 4a  
Postbus 38  
5688 ZG Oirschot  
Tel: 0499 - 578520  
Fax: 0499 - 578573  
E-mail: [info@lankelma-zuid.nl](mailto:info@lankelma-zuid.nl)  
Internet: [www.lankelma-zuid.nl](http://www.lankelma-zuid.nl)

**1° auteur:**

Ir. M.W.C. van Vroenhoven

**2° auteur / controle:**

Drs. I.W. van Geloven

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>1</b>
1.1	Algemeen.....	1
1.2	Projectgegevens.....	1
1.2.1	Situatie.....	1
1.2.2	Bouwplan.....	1
<b>2</b>	<b>Onderzoeksprogramma.....</b>	<b>2</b>
2.1	Veldonderzoek.....	2
2.1.1	Sonderingen.....	2
2.1.2	Boringen.....	2
2.1.3	Waterpassing.....	2
2.1.4	Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone.....	2
2.2	Laboratoriumonderzoek.....	2
2.3	Archiefonderzoek.....	3
2.3.1	TNO grondwatergegevens.....	3
2.3.2	Overig archiefonderzoek.....	3
<b>3</b>	<b>Bodemopbouw en (geo)hydrologie.....</b>	<b>4</b>
3.1	Hoogte maaiveld.....	4
3.2	Bodemopbouw.....	4
3.2.1	Lokaal.....	4
3.2.2	Regionale geologie.....	4
3.3	Grondwater.....	4
3.4	Waterdoorlatendheid.....	5
3.4.1	Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone.....	5
3.4.2	Laboratoriumonderzoek.....	5
3.4.3	Regionale waterdoorlatendheidsgegevens.....	5
<b>4</b>	<b>Funderingsadvies.....</b>	<b>6</b>
4.1	Funderingsontwerp.....	6
4.1.1	Funderingskeuze.....	6
4.1.2	Avegaarpalen.....	6
4.2	Uitgangspunten berekening.....	6
4.2.1	Rekenmethode.....	6
4.2.2	Berekeningsaannames.....	7
4.3	Rekenresultaten.....	7
4.3.1	Paaldiameter en paalpuntniveau.....	7
4.3.2	Toetsing draagkracht in uiterste grenstoestand 1A (UGT 1A).....	7
4.3.3	Toetsing vervorming (UGT 1B en BGT 2).....	8
4.3.4	Veercoëfficiënt - drukpalen.....	8
4.4	Aanvullend onderzoek.....	8
4.5	Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp.....	8
4.5.1	Richtlijnen uitvoering avegaarpalen.....	8
4.5.2	Aspecten ontwerp / uitvoering kelder.....	8
4.5.3	Bemaling.....	9

### Bijlagen

- Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek
- Bijlage 2: Analysecertificaten
- Bijlage 3: TNO grondwaterstandgegevens
- Bijlage 4: Berekeningsresultaten fundering op palen

### Verzendlijst

Aantal	Geadresseerde	Contactpersoon
1	Opdrachtgever:	
1	Constructeur:	Dhr. J. Meijer
1	Architect:	Dhr. E. Maertens

## 1 INLEIDING

### 1.1 Algemeen

Door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. is een geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw appartementen aan de Molenstraat 45 te Deurne". Navolgend worden in dit rapport de resultaten van het grondonderzoek en een algemeen funderingsadvies weergegeven. Tevens wordt de bemalingsnoodzaak vastgesteld.

In verband met bebouwing en begroeiing is 1 van de geplande 4 sonderingen niet uitgevoerd. De resultaten van het onderzoek zijn verwerkt in onderhavig indicatief advies. Het definitieve advies zal worden opgesteld na uitvoering van de nog geplande sondering.

### 1.2 Projectgegevens

#### 1.2.1 Situatie

De locatie is gelegen aan de Molenstraat 45 te Deurne. De coördinaten volgens het RD-stelsel zijn globaal:  $x = 183,63$  en  $y = 386,05$  [km]. Het perceel is momenteel bebouwd. De bestaande bebouwing zal worden gesloopt.

#### 1.2.2 Bouwplan

Het plan omvat de realisatie van een appartementengebouw bestaande uit 4 bouwlagen. De nieuwbouw wordt geheel onderkelderd. Het grondvlak van de nieuwbouw is ca. 550 m<sup>2</sup>. Voor een situatieschets van het plan wordt verwezen naar de tekening in Bijlage 1.

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever onder meer de navolgende tekeningen ter beschikking gesteld:

- 0617Vold Situatie, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold Plattegrond souterrain en begane grond, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold Plattegrond 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> verdieping, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold Plattegrond 3<sup>e</sup> verdieping en dak, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold Doorsnede, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold Oost- en Zuidgevel, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.
- 0617Vold West- en Noordgevel, d.d. 30-01-2010, Engelman Architecten B.V.

Op basis van deze tekening en aanvullende informatie van de architect zijn de navolgende peilen aangenomen:

- |  |               |
|--|---------------|
| • Bouwpeil                             | 27,50 m + NAP |
| • Toekomstig maaiveld                  | 27,40 m + NAP |
| • Aanlegniveau keldervloer, vloerplaat | 24,80 m + NAP |
| • Aanlegniveau verzwaarde fundering    | 24,10 m + NAP |

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren voordat met de resultaten van dit onderzoek wordt verder gewerkt.

## 2 ONDERZOEKSPROGRAMMA

### 2.1 Veldonderzoek

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 6 en 10 februari 2010.

#### 2.1.1 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 3 sonderingen gemaakt. Het betreft de sondeernummers: S1, S3 en S4. De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische kleefmantelconus, conform NEN 5140 Klasse 2. In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven. Voor de juiste locaties van de sondeerpunten wordt verwezen naar de situatieschets eveneens in Bijlage 1.

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand ( $q_c$ ) [MPa]	Wrijvingsgetal ( $f_s/q_c$ ) [ % ]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleilig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

#### Opmerking:

In verband met de aanwezigheid van bebouwing en begroeiing was een gedeelte van het terrein niet bereikbaar voor de sondeerwagen, waardoor 1 van de geplande sonderingen niet werd uitgevoerd.

#### 2.1.2 Boringen

Om een beter inzicht te verkrijgen in de grondsamenstelling en zo mogelijk tevens meer informatie te verkrijgen over de grondwaterstand is een handboring verricht. Het betreft boring B1, die is uitgevoerd nabij sondering S3. De boorstaat is weergegeven in Bijlage 1, de situering van de boring is weergegeven op de situatietekening, eveneens in Bijlage 1.

Met het oog op een eventueel benodigde bemaling is 1 machinale boring uitgevoerd tot een diepte van circa 12 m - mv. De boring B2 is afgewerkt met 2 peilbuizen. Aan de hand van Gleykenmerken in de bodemopbouw is een inschatting gemaakt van de mogelijke fluctuaties van de grondwaterstand. De boring is van maaiveld tot de maximaal verkende diepte bemonsterd. De boorstaat is weergegeven in Bijlage 1.

#### 2.1.3 Waterpassing

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP. De resultaten van de waterpassing zijn weergegeven in Bijlage 1. Opgemerkt wordt dat de hoogten in deze waterpasstaat in beginsel uitsluitend zijn bedoeld om inzicht te verkrijgen in de (maaiveld)hoogte van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

#### 2.1.4 Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone

In peilbuis B2 is een waterdoorlatendheidsmeting uitgevoerd middels de constant-debietmethode. Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. De verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging is een maat voor de doorlatendheid van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

### 2.2 Laboratoriumonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de waterdoorlatendheid van de bodem zijn in het laboratorium 3 grondmonsters geanalyseerd op korrelverdeling conform de SCG-zeefkromme. De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 2.

## **2.3 Archiefonderzoek**

### **2.3.1 TNO grondwatergegevens**

Teneinde meer inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn bij NITG-TNO te Utrecht langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd. Het betreft de gegevens van de peilbuizen B52C 0359, 0284, 0285 en 0470. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens en de situering van de peilbuizen wordt verwezen naar Bijlage 3.

### **2.3.2 Overig archiefonderzoek**

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra.
- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO-NITG.
- Kwelkaart van Nederland, kaartblad Noord-Brabant, Rijkswaterstaat.
- Wateratlas, Provincie Noord - Brabant. Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra;
- Provinciale Milieuverordening (PMV 2004);
- Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland, NITG-TNO.
- Dinoloket, NITG-TNO.

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

### 3 BODEMOPBOUW EN (GEO)HYDROLOGIE

#### 3.1 Hoogte maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 27,35 m + tot 27,43 m + NAP. De locatie en omgeving zijn relatief vlak.

#### 3.2 Bodemopbouw

##### 3.2.1 Lokaal

Onder een toplaag met humus- en plaatselijk puinhoudend zand wordt tot een diepte van ca. 24 m + NAP een vaste zandlaag aangetroffen gevolgd door een afwisseling van zand en leem tot circa 21,5 m + NAP. Hieronder worden tot de maximaal verkende diepte een zeer vast zandpakket geregistreerd. Het aangetroffen zand is fijn tot matig fijn.

##### 3.2.2 Regionale geologie

De regionale geohydrologische bodemopbouw is afgeleid van gegevens van de Rijksgeologische Dienst en TNO en is tot de relevante diepte globaal weergegeven in onderstaande tabel.

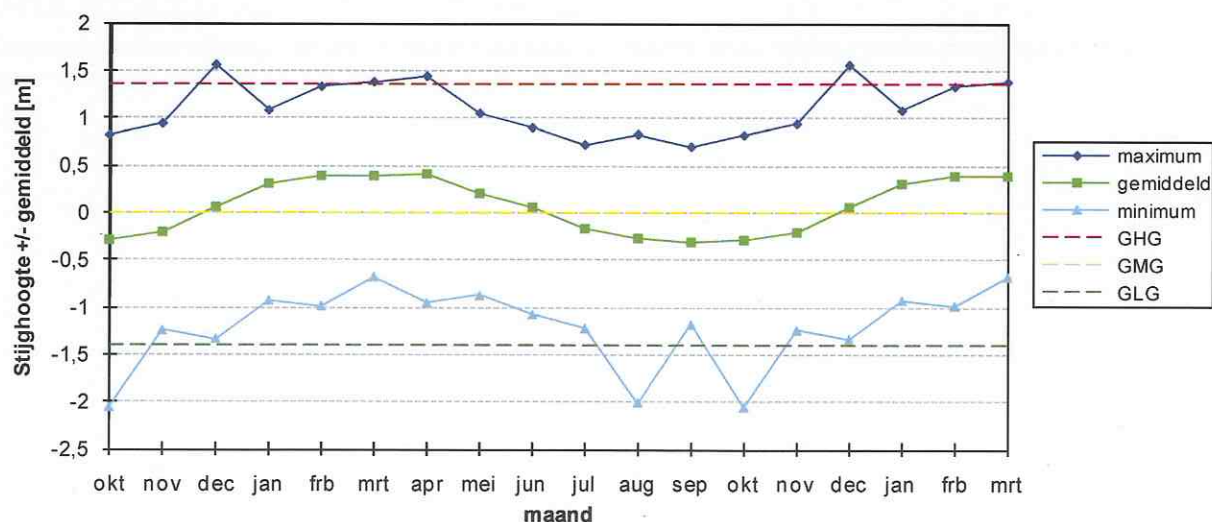
Diepte [m - maaiveld]	Hydrogeologie	Samenstelling
tot + 8	Formatie van Boxtel	matig fijn zand, leem
tot - 8	Formatie van Beegden	grof tot zeer grof zand
tot - 38	Formatie van Sterksel	matig grof tot grof zand
tot - 50	Formatie van Stamproy	klei

#### 3.3 Grondwater

De grondwaterstand in de boorgat B1 en peilbuis B2 varieerde tijdens het onderzoek van 3,90 m - tot 4,12 m - mv (23,23 m + tot 23,48 m + NAP). Hierbij wordt opgemerkt dat deze gemeten waterniveaus slechts een indicatie geven over de actuele grondwaterstand. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem is het mogelijk dat het grondwater zich niet volledig heeft ingesteld tijdens het onderzoek. Bovendien kan de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren gedurende het jaar fluctueren.

Uit de bodemmonsters was tijdens het boren aan de hand van de Gleykenmerken de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) niet eenduidig vast te stellen.

In de langdurig gemonitorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO-NITG zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 3,0 m geregistreerd. De hoogste waterstanden treden hierbij op in januari/februari, de laagste in augustus/september.



Figuur 3.1 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

Op basis van de voorhanden zijnde gegevens geldt momenteel de volgende optimale schatting van het freatisch grondwaterregime:

- De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bedraagt naar schatting ca. 24,0 m + NAP
- De gemiddelde grondwaterstand bedraagt naar schatting ca. 22,8 m + NAP
- De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bedraagt naar schatting ca. 21,5 m + NAP

De schatting dient mogelijk te worden herzien c.q. geoptimaliseerd bij beschikbaar komen van meer grondwatergegevens.

### 3.4 Waterdoorlatendheid

#### 3.4.1 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone

Uit de meetresultaten van de doorlatendheidsmetingen in de verzadigde zone is de waterdoorlatendheid bepaald met de vergelijkingen van Hvorslev (1951). De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Boring no.	Grondwaterstand [m - mv] / [m + NAP]	Meettraject [m - mv]	Waterdoorlatendheid [m/dag]
B2	-	2,4 - 3,4	4,0
B2	4,12 / 23,27	10,5 - 11,5	2,9

#### 3.4.2 Laboratoriumonderzoek

Uit de korrelverdelingsdiagrammen is met behulp van diverse empirische formules de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de grond bepaald. Bij de berekening van de doorlatendheid is voor zover van toepassing gebruik gemaakt van de formules van Hazen (1893), Seelheim en Beyer (op cit. Tysma et al, 1994), Kozeny-Carman (1937), Harleman (1963) en Krumbein and Monk (1942) en de SBR 190. De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Monster	Samenstelling	Diepte [m - mv]	k-waarde [m/dag]
M1	B1b/c/d + B2 c/d	1,0 - 3,6	5,4
M2	B2 i/j	7,0 - 9,0	6,9
M3	B2 k/l/m	9,0 - 12,0	9,5

#### 3.4.3 Regionale waterdoorlatendheidsgegevens

Op basis van de gegevens van het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland is de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte [m - maaiveld]	Hydrogeologie	k <sub>h</sub> [m/dag]	k <sub>v</sub> [m/dag]
tot + 8	Formatie van Bortel	12,5 à 15	-
tot - 8	Formatie van Beegden	22,5 à 25	-
tot - 38	Formatie van Sterksel	15 à 17,5	-
tot - 50	Formatie van Stamproy	-	0,005 à 0,006

## 4 FUNDERINGSADVIES

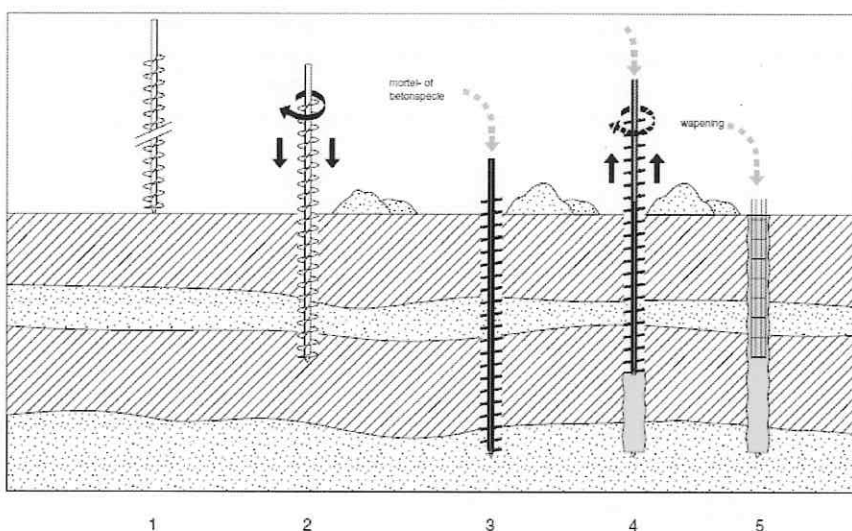
### 4.1 Funderingsontwerp

#### 4.1.1 Funderingskeuze

De bodemopbouw geeft voor het bouwplan aanleiding uit te gaan van een fundering op palen. In overleg met de constructeur is besloten uit te gaan van een fundering op avegaarpalen.

#### 4.1.2 Avegaarpalen

Een avegaarpaal is een in de grond gevormd, grondverwijderend paalsysteem. De avegaar, bestaande uit een holle as met daaromheen een doorgaand schroefblad, wordt rechtsomdraaiend op diepte geschroefd. Vervolgens wordt de holle as volgepompt waarna de avegaar stilstaand of langzaam rechtop roterend uit de grond wordt getrokken. Gedurende het proces moet het gehele systeem onder een continue speciedruk worden gehouden. Direct na het vervaardigen wordt de wapening in de verse specie aangebracht.



#### Opmerking

- Er wordt op gewezen dat op het terrein mogelijk palen aanwezig zijn van gesloopte gebouwen. Wij adviseren deze palen niet te verwijderen indien dat niet nodig is, om grondontspanning te voorkomen. Deze palen kunnen uiteraard ook geen onderdeel vormen van de nieuwe fundering.
- In verband met bebouwing en begroeiing kon slechts een deel van het geplande grondonderzoek worden uitgevoerd.
- De funderingskeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde c.q. verstrekte gegevens. Aanvullende randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot wijziging van onder andere het paalttype.
- Milieukundige, archeologische en overige randvoorwaarden en aspecten, zoals consequenties van eventueel te verplaatsen of af te voeren grond en het eventueel onttrekken en lozen van grondwater vallen buiten het kader van dit rapport en zijn niet meegenomen in de funderingskeuze.

### 4.2 Uitgangspunten berekening

#### 4.2.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van verticaal centrisch en op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en vervorming van de drukpalen is berekend conform NEN 6743-1:2006 "Berekeningsmethode voor funderingen op palen, drukpalen".
- Gegevens betreffende de stijfheid van de nieuwbouw zijn niet bekend en daarom conform artikel 5.2.3 van NEN 6743-1:2006 niet in rekening gebracht.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

#### 4.2.2 Berekeningsaannames

- Gerekend is met een factor  $\xi = 0,77$ , die aan de hand van tabel 1 uit de NEN 6743-1 is bepaald op basis van het aantal palen voor een beschouwd funderingselement en het aantal sonderingen.
- De partiële materiaal factor voor drukpalen is vastgesteld op  $\gamma_{m;b4} = 1,2$  (tabel 3 van NEN 6740:2006, grondeigenschappen bepaald uit sonderingen).
- In de uitgevoerde berekeningen zijn de navolgende paalkarakteristieken aangehouden:  

Paaltype:	$\alpha_p$	$\alpha_s$	$\alpha_t$	$\beta$	S	L-Z diagram
Avegaarpaal	0,8	0,006	0,0045	1,0	1,0	2
- De grondontspanning die optreedt ten gevolge van de bouwputontgraving is conform NEN 6743-1:2006 verdisconteerd in de draagkracht van de palen voor palen die trillingsarm worden ingebracht.
- De te verwachten maaiveldzakking na installatie van de palen is bij de aangetroffen bodemopbouw kleiner dan 2 centimeter, zodat negatieve kleeft nauwelijks invloed op het zakkingsgedrag van de paal. Derhalve is conform §11.5.1 NEN 6740 geen negatieve kleeft in rekening gebracht.
- De constructeur is uitgegaan van een fundering op palen met een rekenwaarde van de belasting tot 1100 kN.

Geadviseerd wordt de uitgangspunten te verifiëren, voordat met de resultaten wordt verder gewerkt.

### 4.3 Rekenresultaten

#### 4.3.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor avegaarpalen met een schachtafmeting van  $\varnothing 350$ ,  $\varnothing 400$  en  $\varnothing 450$  mm. De geadviseerde paalpuntniveaus zijn per sondering weergegeven in navolgende tabel. De rekenresultaten zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus (PPN) per sondering weergegeven in Bijlage 4.

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m tov NAP]	Paalpuntniveau [m tov NAP]
S1	27,43 +	20,0 +
S3	27,38 +	20,0 +
S4	27,42 +	20,0 +

#### 4.3.2 Toetsing draagkracht in uiterste grenstoestand 1A (UGT 1A)

In de grond treedt een bezwijkmechanisme op wanneer de op de paalfundering werkende krachten de weerstand overschrijden die door de grond wordt geboden. De rekenwaarde van de paalbelasting moet kleiner zijn dan de rekenwaarde van de netto draagkracht van de palen:

$$F_{s;d} \leq F_{r;netto;d}$$

$F_{s;d}$  = rekenwaarde van de paalbelasting

$F_{r;netto;d}$  = rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal

De rekenresultaten zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus (PPN) per sondering weergegeven in Bijlage 4. Hierbij is de berekende paalpuntweerstand ( $p_{r,max;punt}$ ), de schachtwrijving ( $F_{r,max;schacht}$ ), maximumdraagkracht van de paalpunt ( $F_{r,max;punt}$ ), de rekenwaarde van de maximumdraagkracht ( $F_{r,max;d}$ ), eventuele belasting door negatieve kleeft ( $F_{s,nk;d}$ ) en de rekenwaarde van de netto draagkracht ( $F_{r;netto;d} = F_{r,max;d} - F_{s,nk;d}$ ) vermeld.

In Bijlage 4 is een rekenvoorbeeld weergegeven van een avegaarpaal met schachtdiameter van  $\varnothing 350$  mm op 20,0 m + NAP waarbij sondering S4 als meest representatief is gekozen.

#### Opmerking

- Op basis van artikel 5.2.3 van NEN 6743:2006 dient bij  $N = 3$  of minder sonderingen de laagste waarde van berekende draagkracht van de sonderingen te worden aangehouden ( $N \leq 3: F_{r,max;rep} = \xi_{1;N} \times F_{r,max;min}$ ).
- De vermelde draagkracht wordt ontleend aan de ondergrond. Door de constructeur moeten constructieve aspecten van de funderingspalen, waaronder de sterkte, worden beoordeeld.

#### 4.3.3 Toetsing vervorming (UGT 1B en BGT 2)

In uiterste grenstoestand 1B (UGT 1B) treden zodanige vervormingen van de fundering op dat niet meer is voldaan aan de eis van veiligheid met betrekking tot de bouwconstructie en belendingen. Deze toestand wordt bepaald door het bezwijken van een of meer kritische onderdelen van de constructie. In bruikbaarheidsgrenstoestand 2 (BGT 2) wordt de toestand beschouwd die leidt tot ongewenst verlies van bruikbaarheid en duurzaamheid, schade of hoge onderhoudskosten ten gevolge van vervorming in de fundering. Voor de grenstoestanden gelden de volgende criteria:

UGT 1B:            vervormingscriterium  $w_d < w_{req}$  en rotatiecriterium  $\beta < 1:100$   
 BGT 2:            vervormingscriterium  $w_d < 0,15$  m en rotatiecriterium:  $\beta \leq 1:300$

$w_d$        = rekenwaarde van de zakking van de paalkop  
 $w_{req}$       = toelaatbare zakking, op basis van de maximale verplaatsing of aanvullende eisen van de constructeur  
 $\beta$          = toelaatbare rotatie, op basis van de maximale rotatie of aanvullende eisen van de constructeur

De te verwachten zakking van de paalkop is berekend volgens NEN 6743:2006. De rotatie moet ook worden bepaald met een derde van de gemiddelde zakking tussen twee palen c.q. paalgroepen.

Bij de hierboven gestelde eisen en het in dit rapport geadviseerd paaltype is uiterste grenstoestand 1B maatgevend.

De paalkopzakkingen en de rotatie kunnen indicatief worden bepaald aan de hand van de grafieken met tabellen voor de grenstoestanden 1B en de bruikbaarheidstoestand 2. Voor de rekenresultaten wordt verwezen naar de voorbeeldberekening in Bijlage 4.

#### 4.3.4 Veercoëfficiënt - drukpalen

De berekende veercoëfficiënten voor alleenstaande palen in de bruikbaarheidsgrenstoestand 2 zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus (PPN) per sondering weergegeven op Bijlage 4. In de berekening is uitgegaan van een elasticiteitsmodulus van het beton van 20.000 N/mm<sup>2</sup>. In grenstoestand 1 kan met veerstijfheden worden gerekend door de in de tabel weergegeven waarden te delen door een materiaalfactor 1,3.

### 4.4 **Aanvullend onderzoek**

Geadviseerd wordt de nog geplande sondering te laten uitvoeren nadat het terrein toegankelijk is voor de sondeerwagen, teneinde voldoende informatie te verkrijgen voor een volledig funderingsadvies. Gezien de uniformiteit van de bodem worden echter geen wijzigingen in paalpuntniveau of paal draagvermogen verwacht.

### 4.5 **Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp**

#### 4.5.1 Richtlijnen uitvoering avegaarpalen

Voor richtlijnen en aanwijzingen voor uitvoering van avegaarpalen wordt verwezen naar:

- NEN 6740 "Geotechniek, TGB-1990, Basiseisen en belastingen"
- NVN 6724 "Voorschrift Beton - In de grond gevormde funderingselementen van beton en mortel";
- BRL-2356/01 bijlage A/B "Nationale Beoordelingsrichtlijn voor in de grond gevormde palen";
- SBR richtlijn 171.

De kwaliteit van de geïnstalleerde palen kan door middel van akoestisch doormeten worden gecontroleerd. Deze metingen kunnen desgewenst door ons bureau worden verzorgd.

#### Opmerking

- Volgens de NVN 6724 moet over de eerste 10 meter van de paal wapening aanwezig zijn, waar de conusweerstand kleiner is dan 1 MPa met een minimum 1 meter in de vaste laag.

#### 4.5.2 Aspecten ontwerp / uitvoering kelder

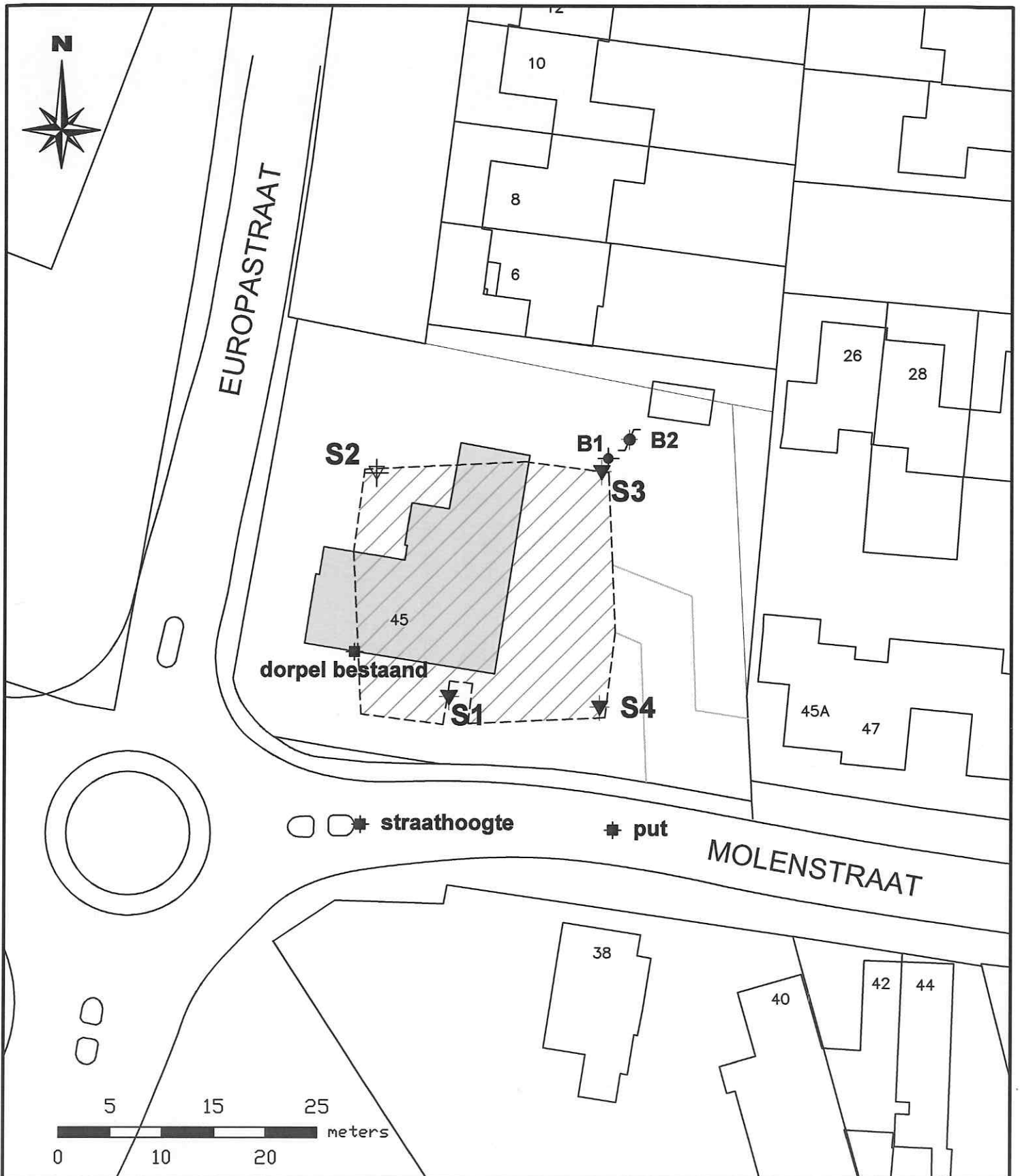
- Om lekkage te voorkomen wordt geadviseerd de kelderwanden tot boven de hoogste grondwaterstand eveneens uit te voeren in gewapend beton.
- Geadviseerd wordt na te gaan of in de meest ongunstige situatie (ook tijdens de bouw fase) het eigen gewicht van de constructie (exclusief de veranderlijke belasting) voldoende is om de opwaartse waterdruk, t.g.v. de hoogste grondwaterstand, tegen de onderkant van de kelder te compenseren. Zo nodig moeten trekpalen worden toegepast.

- Bouwputaspecten zoals b.v. bemaling, taludstabiliteit, grondkering e.d. vallen buiten het kader van de opdracht en worden dus niet behandeld. Ons bureau heeft zowel de geo- als de milieutechnisch vereiste expertise om te adviseren omtrent de uitvoeringswijze van de bouwput met betrekking tot o.a. de bemaling, de taludstabiliteit en de grondkering. Deze aspecten kunnen van invloed zijn, bijvoorbeeld op de planning (aanvraag vergunningen bij overschrijding vergunningsgrens) en op de financiën (kosten onttrekking, lozing, aanpassing uitvoeringswijze).

#### 4.5.3 Bemaling

- Uitgaande van een gemiddeld hoogste grondwaterstand van 24,0 m + NAP en een aanlegniveau van de fundering van maximaal 24,1 m + NAP wordt verwacht dat onder normale omstandigheden geen bemaling noodzakelijk zal zijn voor de uitvoering van de kelder. In overweging wordt gegeven de grondwaterstand in geplaatste peilbuis tot de start van de bouw enkele malen te registreren teneinde deze stelling te verifiëren.

## Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



○ □ \* straathoogte      \* put

**Legenda**

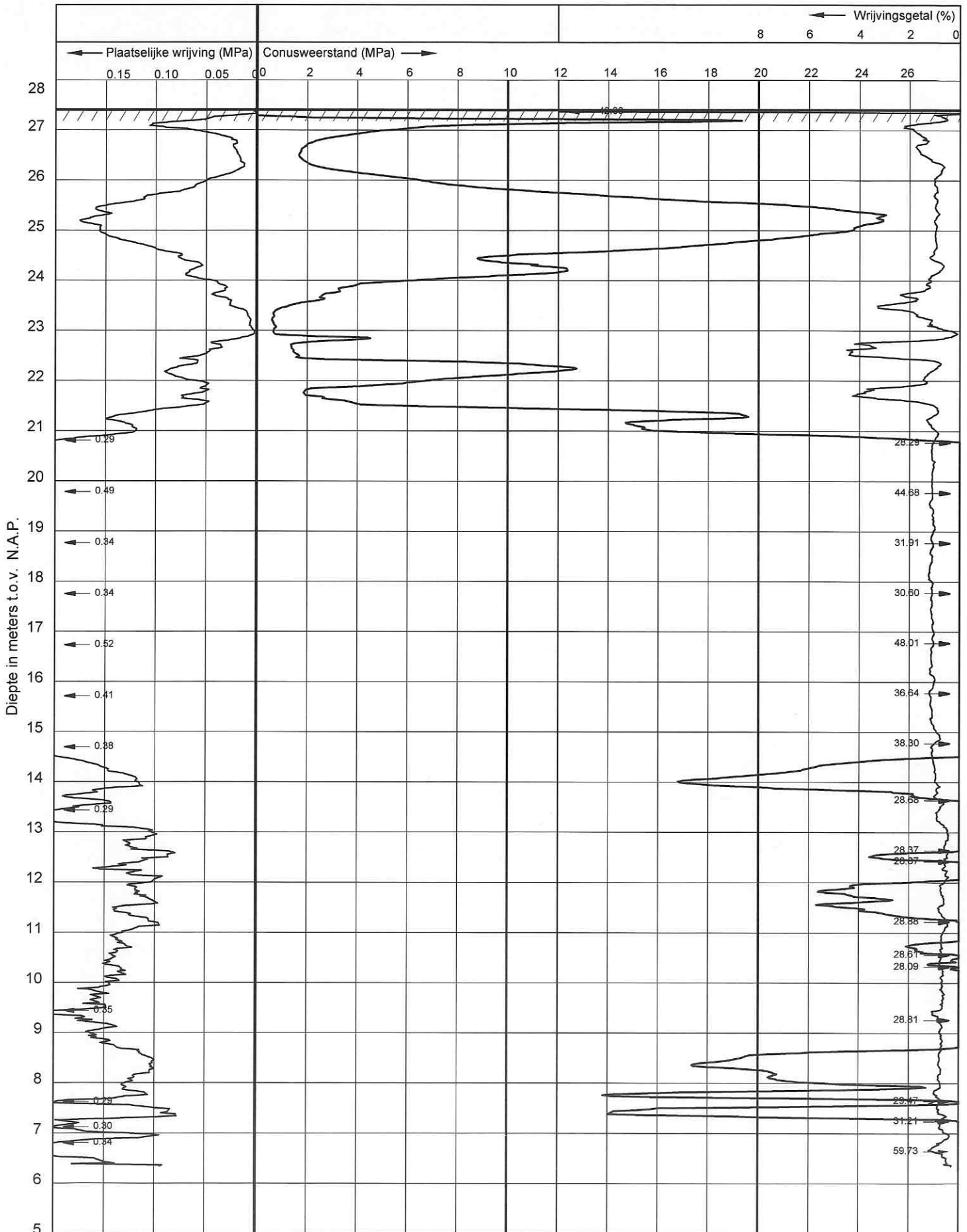
✦ Sondering uitgevoerd	✦ Meetpunt	● Handsondering	✦ Wegdrukpeilbuis
✦ Boring	✦ Sondering niet uitgevoerd	✦ Sondering eerder uitgevoerd	✦ Boring met peilbuis

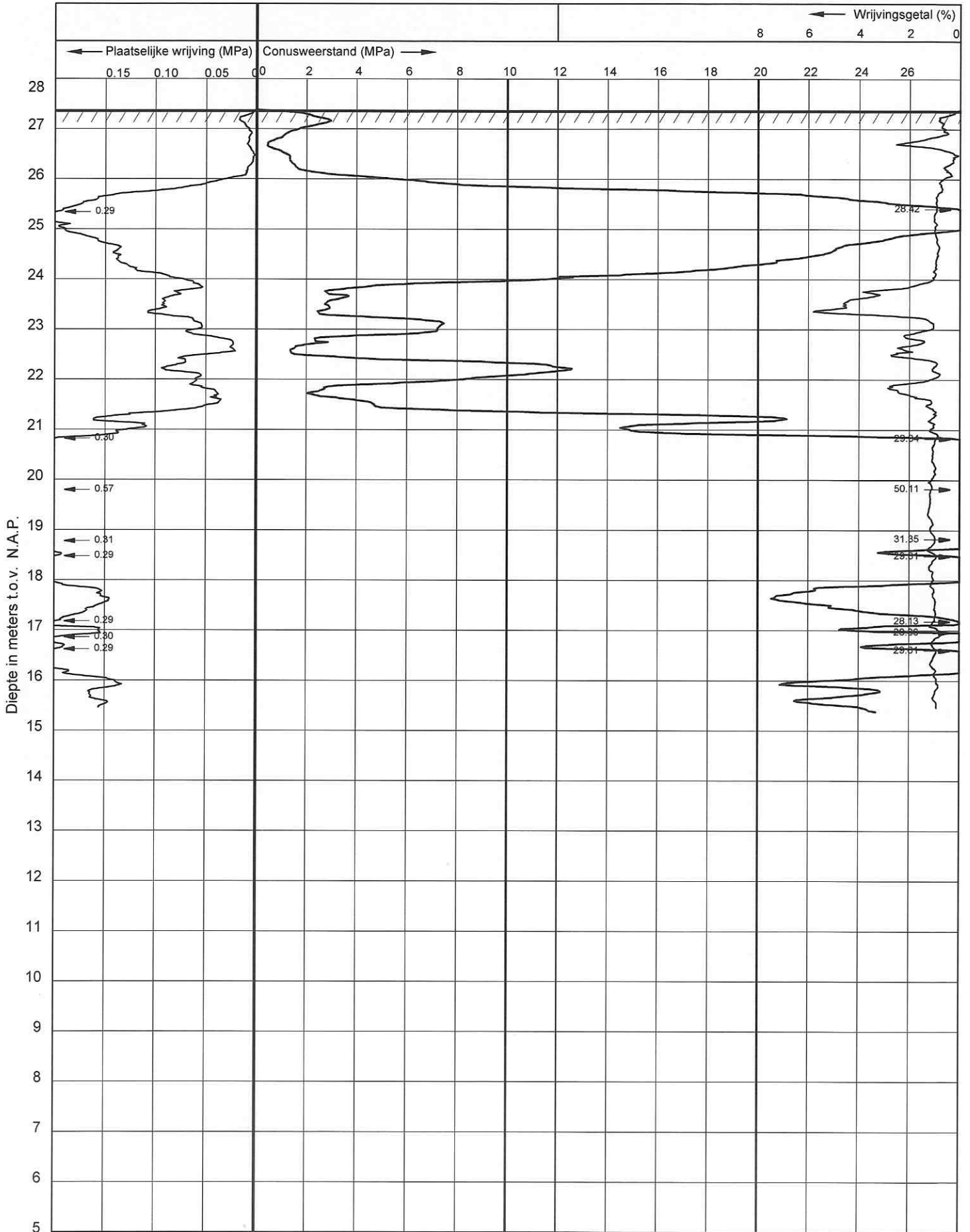
Ligging onderzochte locatie	Project: <b>Nieuwbouw appartementen aan de Molenstraat 45 te Deurne</b>	Project.nr.: <b>59357</b>	Bijlage: <b>1</b>
-----------------------------	---	---------------------------	-------------------

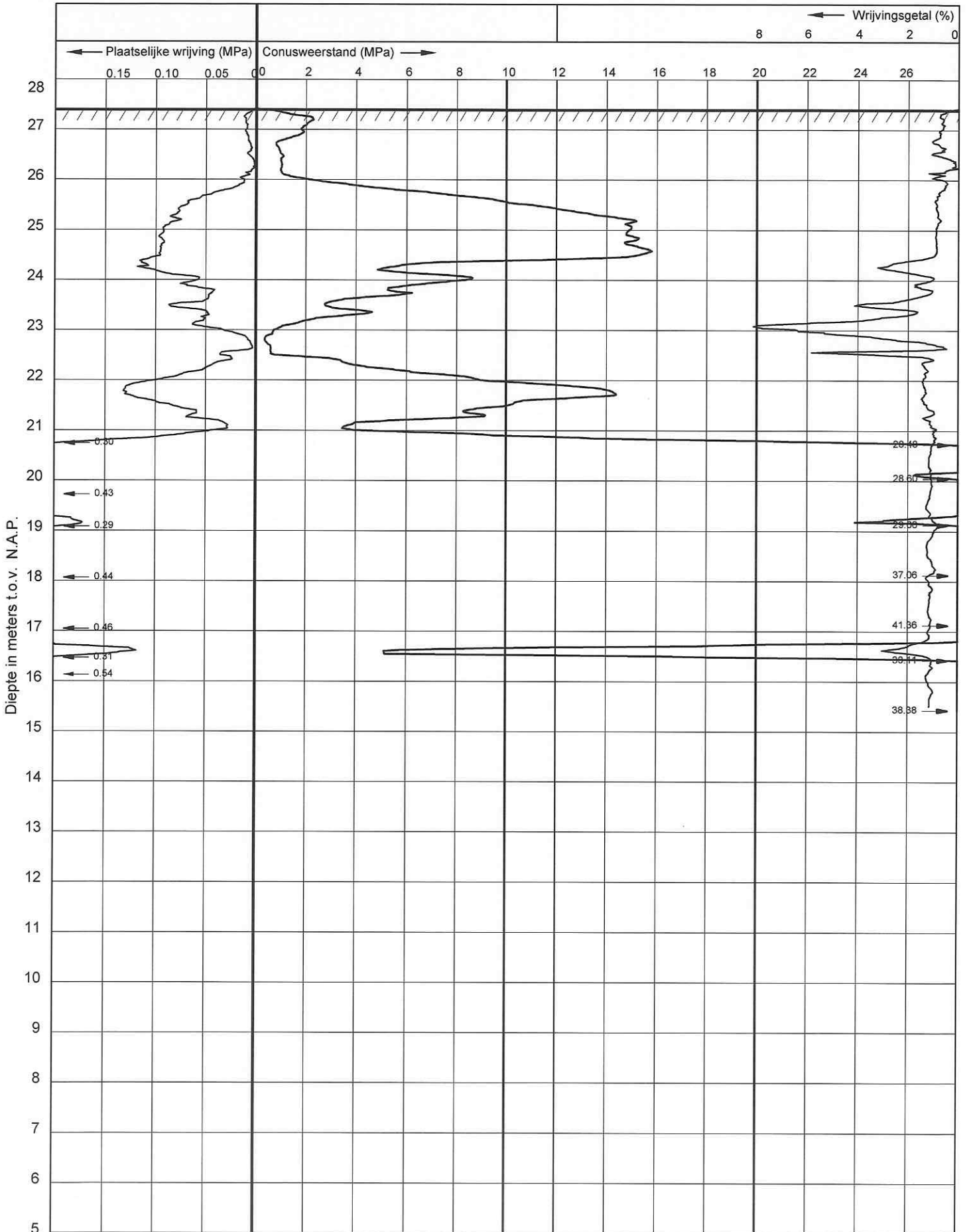
get.	SHA
d.d.	24-02-2010
proj.leid.	PSW
formaat	a4
schaal	1 : 500

**LANKELMA**  
INGENIEURSBUREAU  
VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK

Lankelma Geotechniek Zuid BV  
Postbus 38  
5688 ZG Oirschot  
Tel. 0499-578520  
Fax. 0499-578573  
info@lankelma-zuid.nl  
www.lankelma-zuid.nl

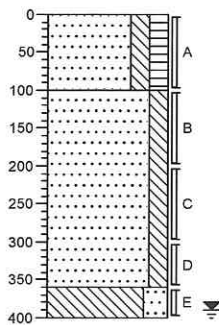






### B1 / S3

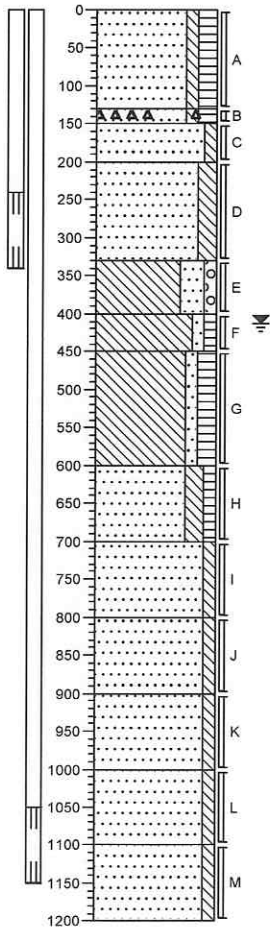
Datum: 6-2-2010  
Opmerking:  
GWS: 390



0	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin
100	Zand, matig fijn, matig siltig, bruingeel
360	Leem, sterk zandig, grijs
400	

### B2

Datum: 10-2-2010  
Opmerking:  
GWS: 412



0	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwartbruin
130	
150	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, sterk puinhoudend, zwartbruin
200	Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
	Zand, matig fijn, matig siltig, geel
330	Leem, sterk zandig, zwak grindig, geelgrijs
400	Leem, zwak zandig, zwak humeus, matig roesthoudend, bruingrijs
450	Leem, zwak zandig, matig humeus, bruin
600	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruingrijs
700	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijs
800	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelgrijs
900	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelgrijs
1000	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelgrijs
1100	Zand, zeer fijn, zwak siltig, geelgrijs
1200	

**Waterpasstaat**

Omschrijving referentiepunt : bout 052C0215  
Hoogte referentiepunt : 26,692 m + NAP  
Hoogte afkomstig van : Adviesdienst Geo-informatie en ICT  
Datum uitvoering : 6 & 10 februari 2010

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
sondering 1	27,43 +
sondering 2	niet uitgevoerd
sondering 3	27,38 +
sondering 4	27,42 +
boring 1	27,38 +
boring 2	27,35 +
kop peilbuis boring 2, filter 2,40 - 3,40	28,05 +
kop peilbuis boring 2, filter 10,50 - 11,50	27,89 +
dorpel bestaand	27,63 +
put	27,15 +
straathoogte	27,17 +

**Opmerking**

*Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.*

## Bijlage 2 : Analysecertificaten



## Analyserapport

Lankelma Geo. Zuid BV  
Joop Mentink  
Postbus 38  
5688 ZG OIRSCHOT

Blad 1 van 4

Uw projectnaam : Deurne, Molenstraat  
Uw projectnummer : 59357  
ALcontrol rapportnummer : 11538625, versie nummer: 1  
Rapport verificatie nummer : FI6ZEJP1

Rotterdam, 16-03-2010

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 59357. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analyserapport.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door ALcontrol Laboratories, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 4 pagina's. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Uitgebreide informatie over de door ons gehanteerde analysemethoden kunt u terugvinden in onze informatiegids.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analyseresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,



R. van Duin  
Laboratory Manager

Lankelma Geo. Zuid BV  
Joop Mentink

## Analyserapport

Blad 2 van 4

Projectnaam Deurne, Molenstraat  
Projectnummer 59357  
Rapportnummer 11538625 - 1Orderdatum 10-03-2010  
Startdatum 10-03-2010  
Rapportagedatum 16-03-2010

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003
droge stof	gew.-%	Q	89.2	79.4	83.8
calciet	% vd DS	Q	<0.2	<0.2	<0.2
organische stof (gloeiverlies)	% vd DS	Q	<0.5	<0.5	<0.5
<b>KORRELGROOTTEVERDELING</b>					
min. delen <2um	% vd DS	Q	<0.5	<0.5	<0.5
min. delen <2um	% min st	Q	<0.5	<0.5	<0.5
min. delen <16um	% min st	Q	<0.5	<0.5	<0.5
min. delen <32um	% min st	Q	<0.5	0.7	<0.5
min. delen <50um	% min st	Q	1.5	4.0	1.5
min. delen <63um	% min st	Q	4.1	5.4	3.4
min. delen <125um	% min st	Q	27	17	13
min. delen <250um	% min st	Q	88	72	63
min. delen <500um	% min st	Q	95	99	99
min. delen <1mm	% min st	Q	97	100	100
min. delen <2mm	% min st	Q	100	100	100
min. delen >2mm	% vd DS	Q	<0.5	<0.5	<0.5
pH-KCl	-	Q	5.9 <sup>1)</sup>	7.0 <sup>1)</sup>	8.4 <sup>1)</sup>
temperatuur t.b.v. pH	°C	Q	21.4	23.1	23.0

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000 erkenning door de ministeries VROM en V&W. Overige accreditaties zijn gemerkt met een Q.

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond	MM1 B1 / S3 (100-200) B1 / S3 (200-300) B1 / S3 (300-360) B2 (150-200) B2 (200-330)
002	Grond	MM2 B2 (700-800) B2 (800-900)
003	Grond	MM3 B2 (900-1000) B2 (1000-1100) B2 (1100-1200)

Paraaf : 



Lankelma Geo. Zuid BV  
Joop Mentink

## Analyserapport

Blad 3 van 4

Projectnaam        Deurne, Molenstraat  
Projectnummer    59357  
Rapportnummer   11538625 - 1

Orderdatum        10-03-2010  
Startdatum        10-03-2010  
Rapportagedatum  16-03-2010

---

### Voetnoten

---

- 1                    De periode tussen monsterneming en in behandeling nemen op het lab was groter dan de toegestane conserveertermijn volgens SIKB protocol 3001.



Lankelma Geo. Zuid BV  
Joop Mentink

## Analyserapport

Blad 4 van 4

Projectnaam Deurne, Molenstraat  
Projectnummer 59357  
Rapportnummer 11538625 - 1

Orderdatum 10-03-2010  
Startdatum 10-03-2010  
Rapportagedatum 16-03-2010

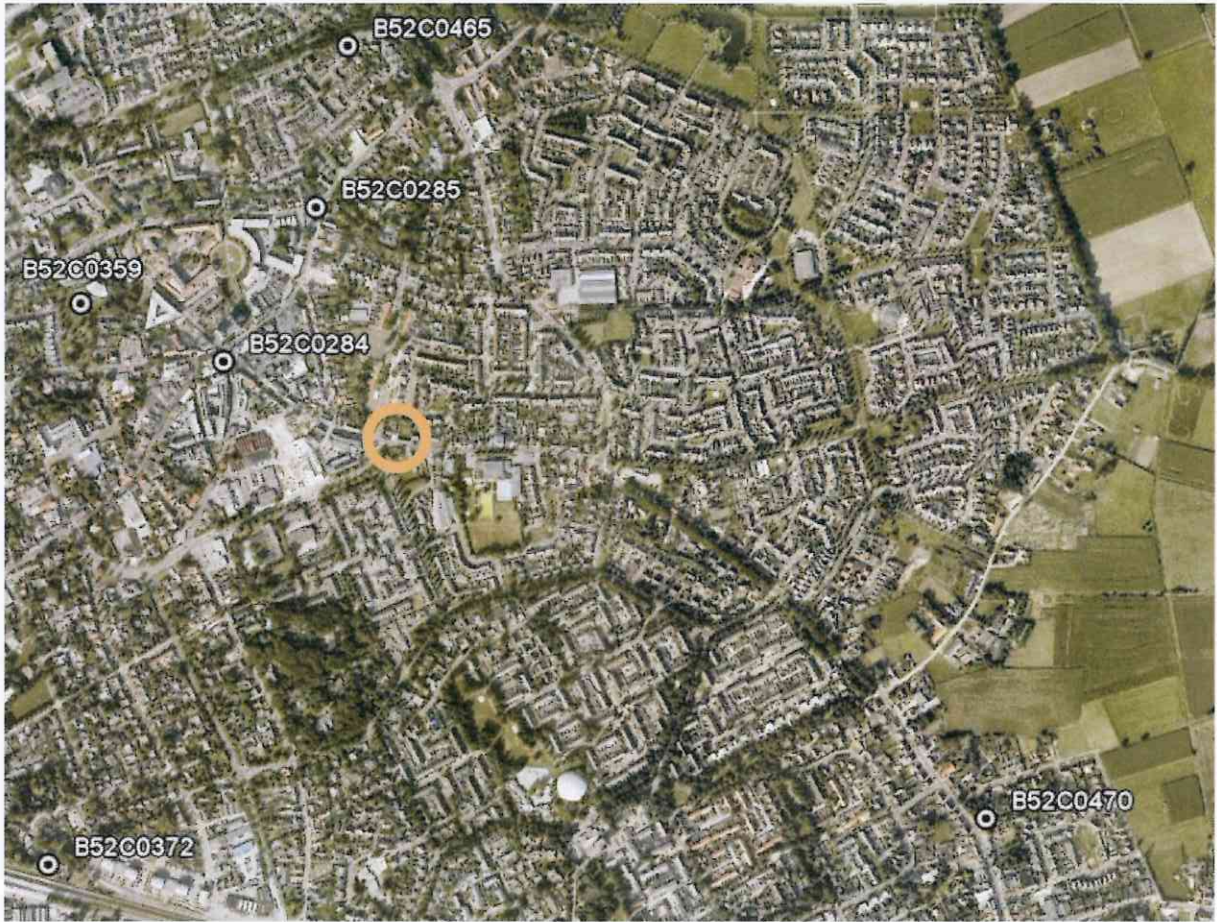
Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
droge stof	Grond	Grond: gelijkwaardig aan NEN-ISO 11465, conform CMA/2/II/A.1 Grond (AS3000): conform AS3010-2
calciet	Grond	Eigen methode (monstervoorbehandeling eigen methode, analyse conform NEN-ISO 10693)
organische stof (gloeiverlies)	Grond	Gelijkwaardig aan NEN 5754 (Org. stof gecorrigeerd voor 10% lutum)
min. delen <2um	Grond	Eigen methode, pipetmethode
min. delen <2um	Grond	Idem
min. delen <16um	Grond	Idem
min. delen <32um	Grond	Idem
min. delen <50um	Grond	Eigen methode, zeef methode
min. delen <63um	Grond	Idem
min. delen <125um	Grond	Idem
min. delen <250um	Grond	Idem
min. delen <500um	Grond	Idem
min. delen <1mm	Grond	Idem
min. delen <2mm	Grond	Idem
min. delen >2mm	Grond	Eigen methode, zeefmethode
pH-KCl	Grond	Conform NEN-ISO 10390 / Conform CMA/2/II/A.20

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	Y2406716	11-02-2010	11-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
001	Y2406727	11-02-2010	11-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
001	Y2406730	11-02-2010	11-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
001	Y2531848	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
001	Y2531880	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
002	Y2532015	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
002	Y2532016	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
003	Y2532013	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
003	Y2532014	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum
003	Y2532020	10-02-2010	10-02-2010	ALC201 Theoretische monsternamedatum

Paraaf :

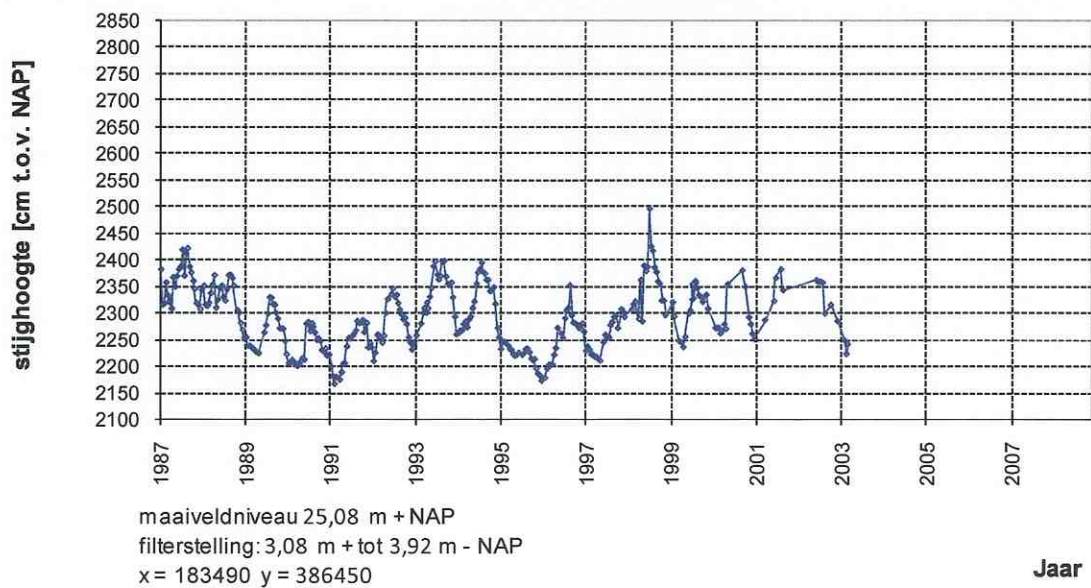


## Bijlage 3 : TNO grondwaterstandgegevens

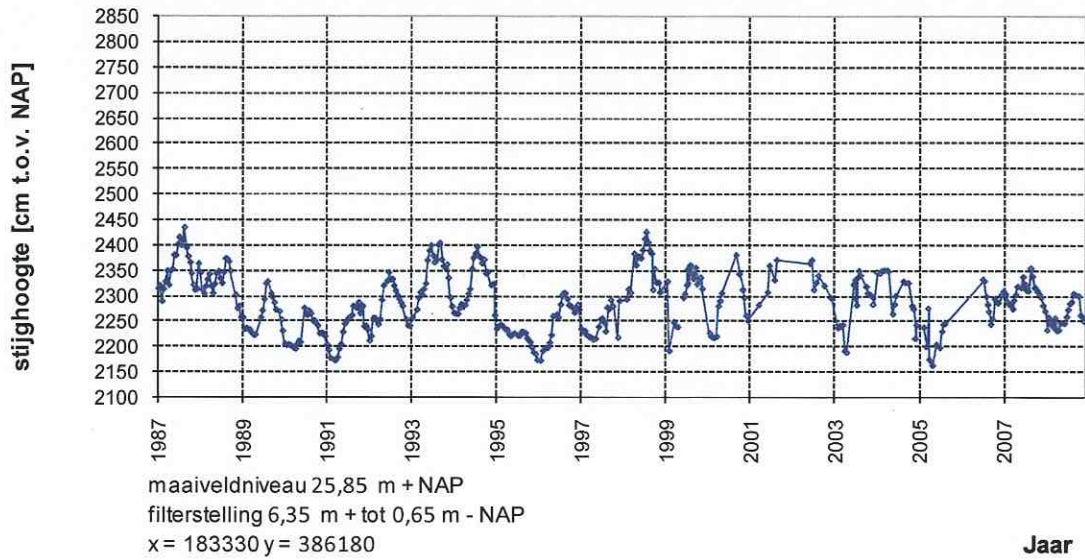


Peilbuis locaties

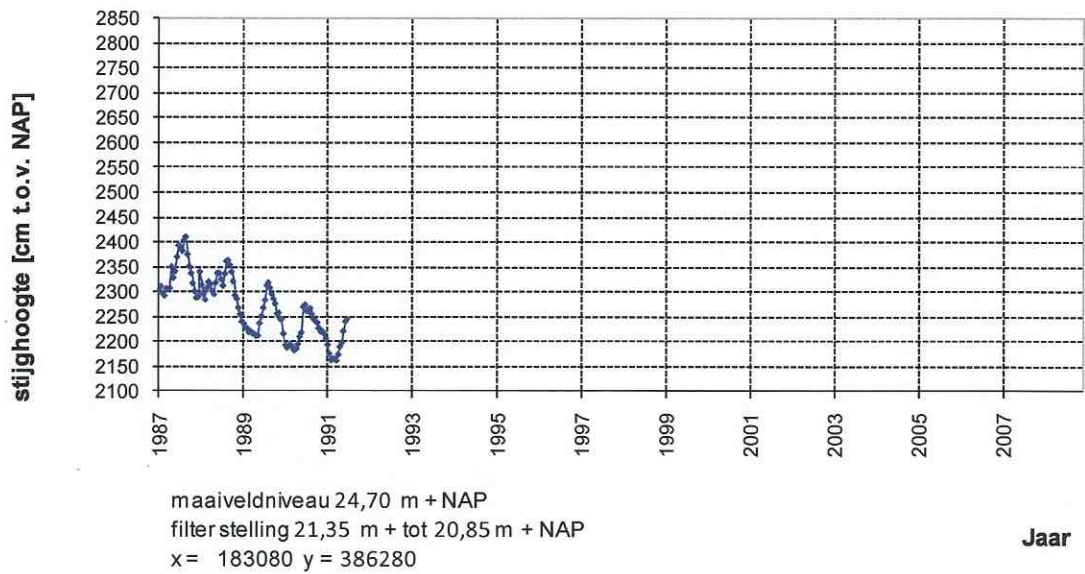
**Peilbuis B52C0285**



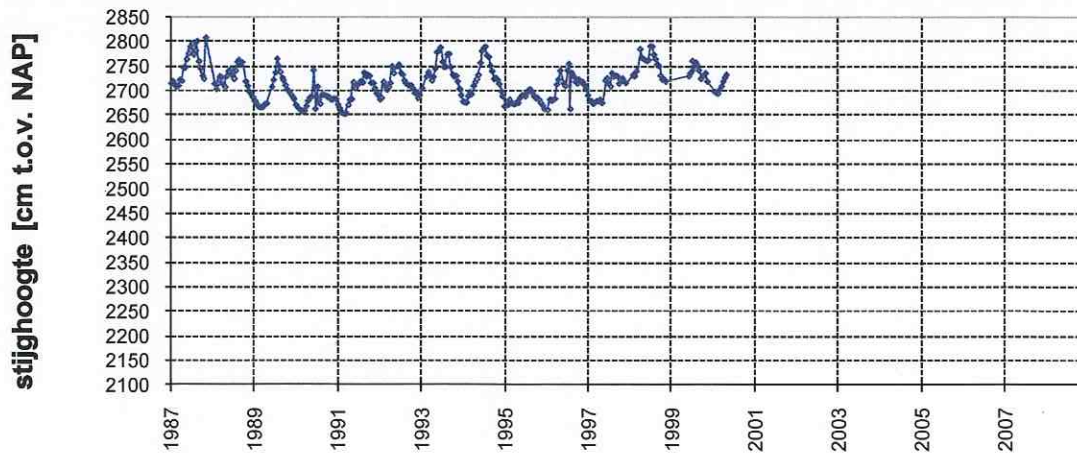
### Peilbuis B52C0284



### Peilbuis B52C0359



**Peilbuis B52C0470**



maaiveldniveau 28,48 m + NAP  
filterstelling 25,48 m + tot 24,48 m - NAP  
x = 184670 y = 385390

**Jaar**

## **Bijlage 4 : Berekeningsresultaten fundering op palen**

**Rekenresultaten**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø350 mm  
ksi-factor: 0,77

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schacht}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{snkd}$ [kN]	$F_{r,netto;d}$ [kN]
S1	27,43	20,00	11,9	1145	113	807	0	807
S3	27,38	20,00	11,6	1117	111	788	0	788
S4	27,42	20,00	10,1	976	121	704	0	704

**Veercoëfficiënt in [kN/m]**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø350 mm  
ksi-factor: 0,77

PPN [m tov NAP]	S1	S3	S4
20,00	34000	33000	31000

**Rekenresultaten**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø400 mm  
ksi-factor: 0,77

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schacht}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{snkd}$ [kN]	$F_{r,netto;d}$ [kN]
S1	27,43	20,00	11,8	1477	129	1030	0	1030
S3	27,38	20,00	11,4	1433	127	1001	0	1001
S4	27,42	20,00	10,1	1265	139	901	0	901

**Veercoëfficiënt in [kN/m]**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø400 mm  
ksi-factor: 0,77

PPN [m tov NAP]	S1	S3	S4
20,00	38000	38000	35000

**Rekenresultaten**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø450 mm  
ksi-factor: 0,77

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$P_{r,max;punt}$ [MPa]	$F_{r,max;punt}$ [kN]	$F_{r,max;schacht}$ [kN]	$F_{r,max;d}$ [kN]	$F_{snkd}$ [kN]	$F_{r,netto;d}$ [kN]
S1	27,43	20,00	11,7	1859	145	1286	0	1286
S3	27,38	20,00	11,4	1809	143	1253	0	1253
S4	27,42	20,00	10,0	1591	156	1121	0	1121

**Veercoëfficiënt in [kN/m]**

Paaltype avegearpaal, afmeting Ø450 mm  
ksi-factor: 0,77

PPN [m tov NAP]	S1	S3	S4
20,00	43000	42000	39000

## Voorbeeld Berekening

Berekening rekenwaarde netto draagkracht volgens NEN 6743-1:2006

### Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP	
Gehanteerde sondering:	S4	
Paaltype:	avegaarpaal	
Paalpuntniveau:	20	meter
Schachtafmeting:	350	mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	27,42	meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	24,8	meter
Aanlegniveau fundering:	27,42	meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	21,5	meter
Ontgraving ten opzichte van maaiveld:	2,62	meter
Ontgraving Rekenmethode	Voor	Geïnstalleerd

### Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I;gem} =$	27,1	MPa
$q_{c,II;gem} =$	20	MPa
$q_{c,III;gem} =$	1,8	MPa
$a_p =$	0,8	
$\beta =$	1	
$s =$	1	
$p_{r,max;punt} =$	10,14	MPa
$a_s =$	0,006	
$q_{c,z;a} =$	9,2	MPa
$p_{r,max;schacht} =$	0,055	MPa
$F_{r,max;schacht} =$	121,377	kN
$A_{punt} =$	0,096	m <sup>2</sup>
$o_s =$	1,1	m
$\Delta_L =$	2	m
$F_{r,max;punt} =$	976	kN
$F_{r,max} =$	1097	kN
$X_{1;N} =$	0,77	
$F_{r,max;rep} =$	845	kN
$G_{m;b} =$	1,2	
$F_{r,max;d} =$	704	kN
$F_{r,netto;d} =$	704	kN

### Negatieve Kleef

$F_{s,nd} =$	0	kN
--------------	---	----

**Lastzakking****Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)**

Rekenwaarde draagkracht:	704	kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan:	704	kN
Rekenwaarde negatieve kleef:	0	kN
Rekenwaarde constructieve belasting:	704	kN
Optredende paalkopzakking:	70,9	mm
Toelaatbare paalkopzakking:	150,0	mm

Er wordt aan de grenstoestanen 1A en 1B voldaan, indien de constructieve belasting beperkt blijft tot 704 kN.

**Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)**

Representatieve waarde draagkracht:	845	kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingfactor:	1,30	
Representatieve waarde constructieve belasting:	542	kN
Representatieve waarde negatieve kleef:	0	kN
(afgeleide) representatieve belasting op de paal:	542	kN
Optredende paalkopzakking:	17,6	mm
Toelaatbare paalkopzakking:	50,0	mm

**Beddingscoëfficiënt**

Representatieve K-waarde	24000	kN/m
Reken K-waarde	31000	kN/m

**Conclusie**

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking wordt voldaan aan grenstoestand 2.

**Symbolen en eenheden**

Symbol	Eenheid	Uitleg	NEN artikel
$q_{c,I,gem}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 0,7 à 4,0 maal de equivalente diameter beneden de paalvoet	5.4.2.2.1
$q_{c,II,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over dit traject	5.4.2.2.1
$q_{c,III,gem}$	MPa	de minimum gemiddelde waarde van de conusweerstand over een traject van 8,0 maal de equivalente diameter boven de paalvoet	5.4.2.2.1
$a_p$		paalklassefactor	5.4.2.2.2
$\beta$		factor voor de paalvoetvorm	5.4.2.2.3
$s$		factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet	5.4.2.2.4
$p_{r,max;punt}$	MPa	de maximale puntweerstand	5.4.2.2.1
$a_s$		factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype	5.3.3.2
$q_{c,z,a}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend	5.3.3.2
$p_{r,max;schacht}$	MPa	de maximale paalschachtwrijving	5.3.3.2
$F_{r,max;schacht}$	kN	de maximale schachtwrijving	5.3.3
$A_{punt}$	m <sup>2</sup>	oppervlakte van de paalvoet	5.4.2.1
$Q_s$	m	omtrek paalschacht	7.2
$\Delta_L$	m	Traject voor berekening schachtwrijving	5.3.3.2
$F_{r,max;punt}$	kN	de maximale draagkracht van de paalpunt volgens	5.4.2.1
$F_{r,max}$	kN	de maximale draagkracht van de paal volgens	5.4.2.1
$X_{1,N}$		factor volgens tabel 1 van NEN 6743	
$F_{r,max;rep}$	kN	de representatieve waarde van de maximale draagkracht van de paal	5.2.2.2
$G_{m,b}$		partiële materiaalfactor volgens tabel 3 van NEN 6740	
$F_{r,max;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht van de paal	5.1
$F_{snkd}$	kN	de rekenwaarde van de maximale negatieve kleefbelasting	7.2
$F_{r,netto;d}$	kN	de rekenwaarde van de maximale draagkracht gecompenseerd met $F_{snkd}$	7.2
$\gamma_{i;rep}$	kN/m <sup>3</sup>	de representatieve waarde van het volumiek gewicht van de grond van laag j	8.1