

NOTITIE

PROJECT : Arnhem, Klingelbeekseweg 23 - Landgoed Klingelbeek
 PROJECTNUMMER : P16-0574

ONDERWERP : Resultaten Leemlagenonderzoek

DATUM : 3 augustus 2016
 OPGESTELD DOOR : L.C. van den Dikkenberg

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De projectlocatie, zie figuur 1, is gelegen aan de Klingelbeekseweg 23 te Arnhem, tussen de Klingelbeekseweg aan de noordzijde en de Nederrijn aan de zuidzijde. Op de planlocatie is monumentale bebouwing aanwezig en aan de zuidwestzijde is een vijver aanwezig. Een deel van de aanwezige bebouwing is reeds gesloopt. Op de projectlocatie zijn nieuwbouwontwikkelingen voorzien, waaronder het bouwen van appartementen met ondergrondse parkeervoorzieningen.

Figuur 1: Overzicht projectlocatie (bron: Google Maps)



1.2 Situatie

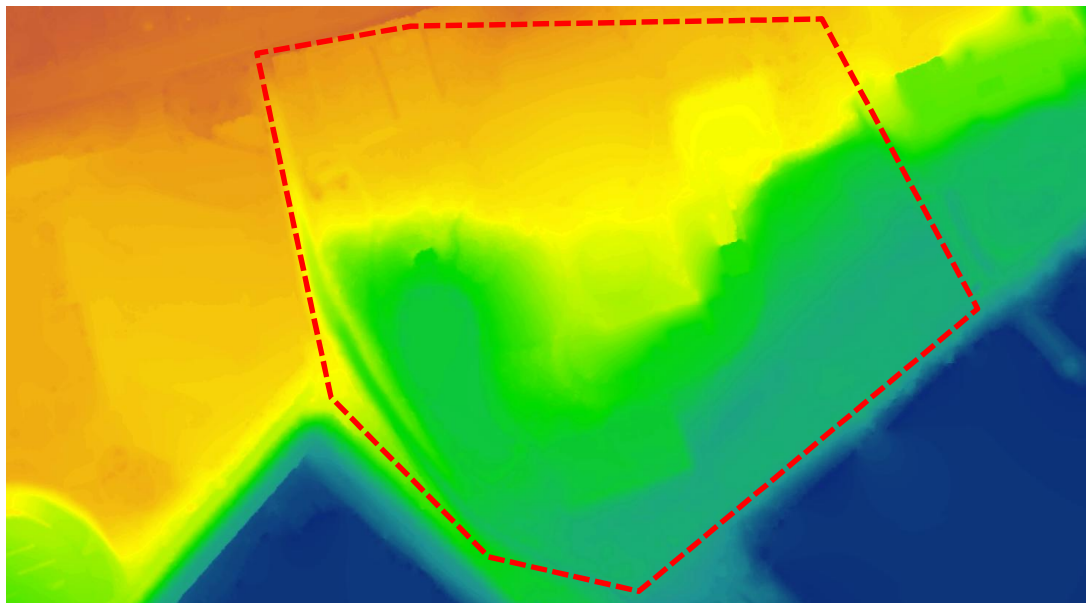
Door de gemeente Arnhem is aangegeven, dat de aanwezige vijver mogelijk wordt gevoed door grondwater danwel schijngrondwater. Bij voeding door schijngrondwater via leemlagen, kunnen activiteiten die de leemlagen aantasten gevolgen hebben voor de watervoorzienigheid van de vijver. Middels een geohydrologische analyse naar de aanwezigheid van de leemlagen, kunnen uitspraken worden gedaan naar de relatie tussen de huidige en toekomstige situatie. Deze notitie bevat de resultaten van het veldwerk en de bijbehorende analyse van de samenstelling van de ondergrond.

2 Geohydrologie

2.1 Maaiveldhoogte

Het terrein ter plaatse van het onderzoeksgebied is sterk geaccidenteerd, zie figuur 2. Ter plaatse varieert het maaiveldniveau van circa NAP +21,00 m ter plaatse van de Klingelbeekseweg tot circa NAP +8,30 m aan de oevers van de Nederrijn.

Figuur 2: Overzicht maaiveldhoogteverloop (blauw: laag maaiveld, rood: hoog maaiveld)



2.2 Grondwaterstanden

Het grondwater kent ter plaatse van het projectgebied een relatief groot verhang. Op basis van de op 28 juli aangetroffen grondwaterstanden varieert de grondwaterstand van circa NAP +15,0 m aan de Klingelbeekseweg tot circa NAP + 13,0 m bij de vijver. Tijdens het veldwerk is op basis van hydromorfe kenmerken de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) ingeschat. In onderstaande tabel zijn de kenmerken per boring weergegeven.

Tabel 1: Statistiek grondwaterstanden

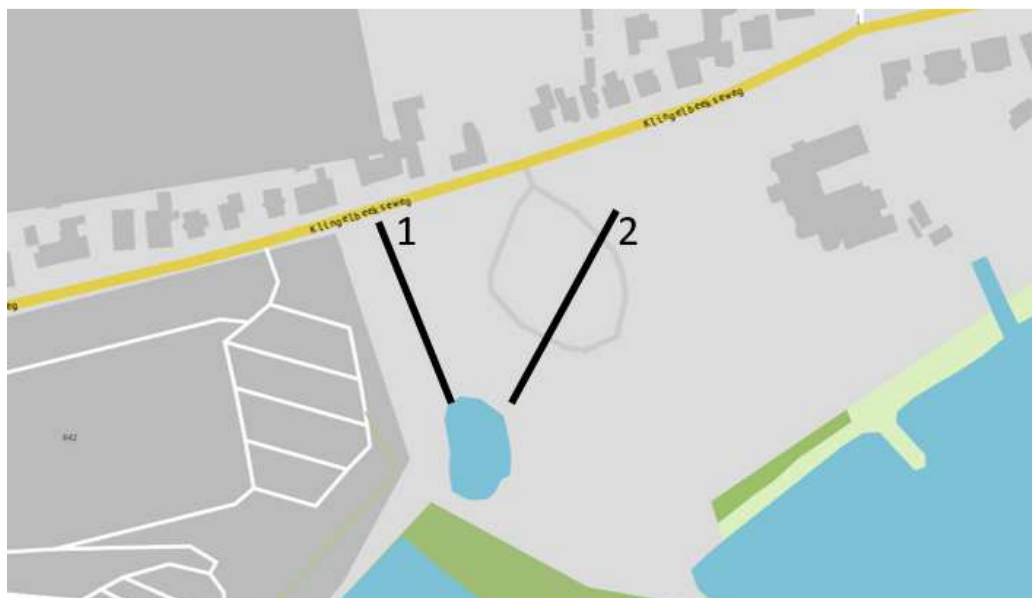
BORING	MAAIVELDHOOGTE	GRONDWATERSTAND (28-07-2016)	GHG
	M T.O.V. NAP	M-MV (M T.O.V. NAP)	M-MV (M T.O.V. NAP)
GH01	+13,78	0,70 (13,08)	-
GH02	+15,85	1,70 (14,15)	1,50 (14,35)
GH03	+17,87	2,80 (15,07)	1,90 (15,97)
GH04	+18,82	-	1,70 (17,12)
GH05	+19,54	4,50 (15,04)	2,30 (17,24)
GH06	+13,49	-	0,35 (13,14)
GH07	+15,32	-	1,20 (14,12)
GH08	+17,63	3,70 (13,93)	2,00 (15,63)
GH09	+19,34	-	2,15 (17,19)
GH10	+18,65	4,30 (14,35)	2,80 (15,85)

Het peil in de Nederrijn varieert van circa NAP +8,0 m regulier tot circa NAP +12,0 m tijdens hoogwatersituaties.

2.3 Bodemopbouw

Tijdens veldwerk op 28 juli 2016 zijn 10 boringen geplaatst in twee raaien van 5, tot een diepte van maximaal 5 m-mv. De raaien zijn schematisch weergegeven in figuur 3. Een overzicht van de exacte boorlocaties is opgenomen in bijlage A. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage B.

Figuur 3: Locaties raaien van boringen



Uit het veldwerk blijkt een heterogene bodemopbouw voornamelijk bestaande uit zand in diverse lagen met verschillende eigenschappen en lemlagen. In het kader van eerder uitgevoerd onderzoek door Koops Romeijn (1220050/PK) zijn een groot aantal sonderingen geplaatst. Hieruit is in genoemd onderzoek afgeleid dat met name in het noordelijk deel

van het plangebied relatief schone zandlagen voorkomen, en in het zuidelijk deel meer leemlagen voorkomen. In beide raaien zijn storende (leem-)lagen aangetroffen.

Ter plaatse van raai 1 (boring GH01 – GH05) is in boring GH04 een leemlaag aangetroffen, hoewel deze laag sterk zandig is getypeerd. In de andere boringen is op circa dezelfde diepte beneden maaiveld (2 á 2,5 m) een storende laag aangetroffen die als zeer fijn (sterk) siltig (leemhoudend) zand is getypeerd. Boven deze laagjes is roest aangetroffen wat duidt op periodiek functioneren als een storende laag.

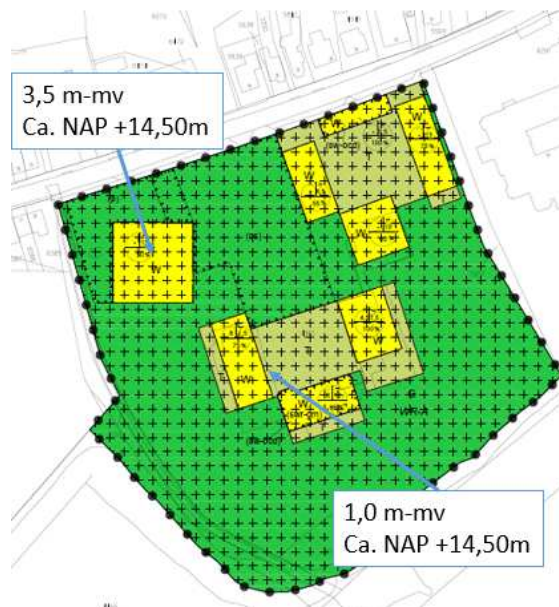
Ter plaatse van raai 2 (boring GH06 –GH10) is in vier boringen een mogelijk storende (leem)laag aangetroffen. Alleen bij boring GH08 is geen aanwijsbare storende (leem)laag aangetroffen. In dit profiel is echter ook een richting de vijver afstromende storende (leem)laag aanwezig.

3 Interpretatie

3.1 Toekomstige bebouwing

In onderstaande figuur 4 zijn de door de opdrachtgever als uitgangspunt geleverde bouw-niveaus aangegeven. In het noordwesten van het plangebied wordt een parkeergarage onder de bebouwing gerealiseerd tot een diepte van 3,5 m-mv. Uitgangspunt is dat het maaiveld hier circa NAP +18,0 m bedraagt. De overige bebouwing wordt op circa 1,0 m-mv gefundeerd, waarmee de bouwdiepte minder is.

Figuur 4: Locaties raaien van boringen



3.2 Grondwaterstanden

Ter plaatse van de bouwlocatie op Landgoed Klingelbeek is éénmalig de grondwaterstand opgenomen. Er zijn geen representatieve peilbuizen in de buurt waarop een analyse naar historische reeksen plaats kan vinden. Derhalve is op basis van de in het veld aangetroffen

grondwaterstanden en de afgeleide statistieken geanalyseerd in hoeverre de bebouwing de grondwaterstromen beïnvloed.

Opgemerkt wordt dat de GHG ter plaatse van de parkeergarage en de hoofdbebouwing centraal in het gebied hoger komt dan de onderzijde van de bebouwing. Derhalve wordt geadviseerd waterdicht te bouwen en aanvullende grondwatermaatregelen te treffen bij de bouw en in de gebruiksfase.

3.3 Leemlagen

Op verschillende dieptes en plaatsen zijn storende (leem-)lagen aangetroffen. De aangetroffen storende (leem-)lagen in het hoge deel van het plangebied zijn niet aaneengesloten. Het voedingsgebied van de vijver is derhalve, indien deze allen gevoed wordt vanaf storende (leem-)lagen, gering. Verwacht wordt dat de vijver door het grondwater wordt gevoed. Verwacht wordt dat de vijver is voorzien van een afdichtende laag waardoor grondwater niet direct infiltreert naar diepere lagen.

In de hoger gelegen delen van het projectgebied liggen de leemlagen hoger dan de aangetroffen grondwaterstand. Er is derhalve geen sprake van een permanente schijngrondwaterstand. Tijdens veldwerk is geen schijngrondwaterstand aangetroffen.

4 Conclusie

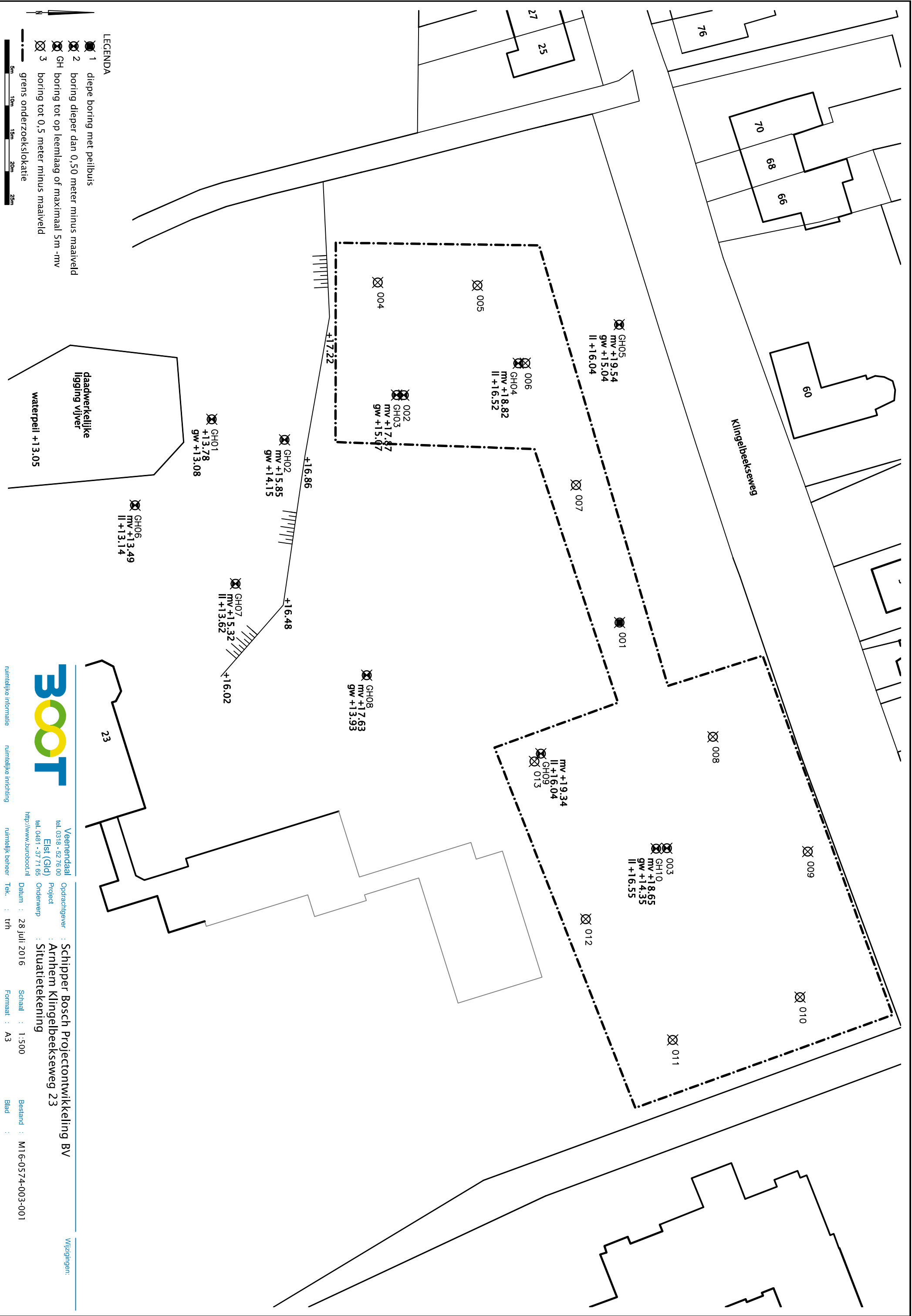
Op basis van uitgevoerd veldwerk en de uitgevoerde deskstudie worden de volgende conclusies getrokken:

- In de ondergrond van landgoed Klingelbeek zijn storende (leem-)laagjes aangetroffen;
- De storende (leem-)laagjes zijn lokaal onderbroken;
- Er is geen permanente schijngrondwaterstand ter plaatse van geplande bebouwing aanwezig;
- De storende (leem-)laagjes bevinden zich deels boven de grondwaterstand;
- De grondwaterstand fluctueert sterk en bevindt zich in de grondwaterfluctuatietoneel van de Veluwe;
- De GHG is lokaal hoger uit het profiel afgeleid dan de geplande bebouwing;

Aanbevolen wordt bij de bouw grondwatermaatregelen te treffen om overlast in de gebruiksfase te voorkomen. Voor verdere uitwerking wordt verwezen naar de rapportage van Koops Romeijn.

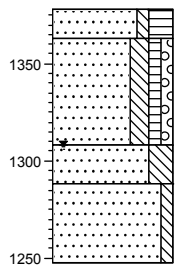
Geadviseerd wordt de bodem rond de vijver nader te beschouwen bij het woonrijp maken van het terrein, en gedurende de bouw niet te beschadigen. Vermoedelijk is de bodem afgedicht om de vijver watervoerend te houden bij lage grondwaterstanden. Doorbreking hiervan zou droogval kunnen betekenen.

Aanbevolen wordt op enkele locaties de grondwaterstand te monitoren in combinatie met het vijverpeil om de verhouding tussen grondwaterstand en waterstand in de vijver te onderzoeken.



Boring: GH01

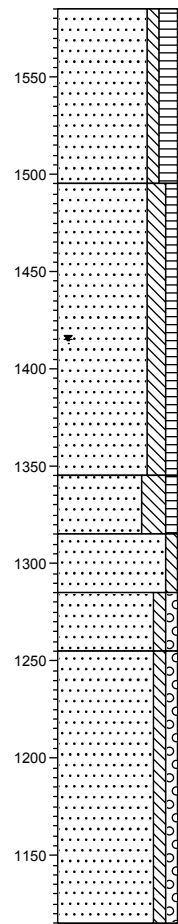
Datum: 28-07-2016
NAP: 13.78
X: 188488.36
Y: 443726.52
GWS: 70



- 0 braak
- 15 Zand, matig grof, zwak siltig, sterk humeus, zwak puinhoudend, donkergrijs, Edelmanboor
- 70 Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
- 90 Zand, matig fijn, sterk siltig, zwak leemhoudend, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 130 Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor

Boring: GH02

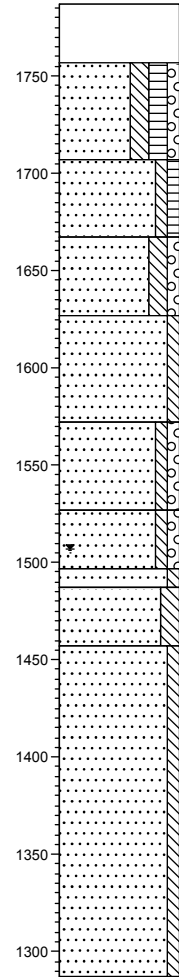
Datum: 28-07-2016
NAP: 15.85
X: 188491.48
Y: 443737.57
GWS: 170
GHG: 150



- 0 braak
- Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, baksteen, donkergrijs, Edelmanboor
- 90 Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
- 240 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, sterk leemhoudend, neutraal bruingrijs, Zuigerboor
- 270 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs, Zuigerboor
- 300 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend, neutraal oranjebruin, Zuigerboor
- 330 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin, Zuigerboor
- 470

Boring: GH03

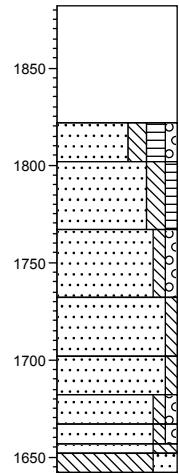
Datum: 28-07-2016
NAP: 17.87
X: 188484.66
Y: 443755.32
GWS: 280
GHG: 190



- 0 puin
- Volledig puin, Edelmanboor
- 30 Zand, matig grof, matig siltig, matig humeus, zwak grindig, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 80 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
- 120 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, licht grijsbruin, Edelmanboor
- 160 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, licht oranjebruin, Edelmanboor
- 215 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
- 260 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
- 290 Zand, matig grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
- 300 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
- 330 Zand, matig grof, matig siltig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
- Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal grijsbruin, Zuigerboor
- 500

Boring: GH04

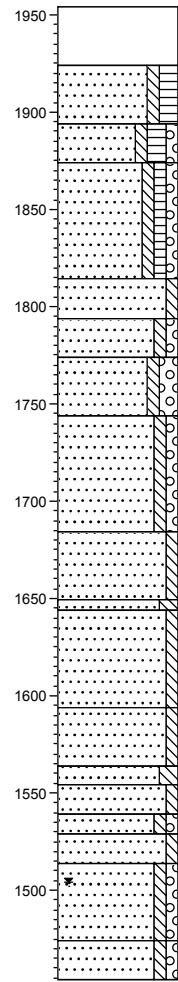
Datum: 28-07-2016
NAP: 18.82
X: 188479.92
Y: 443773.76
GHG: 170



- 0 puin
- Volledig puin, Edelmanboor
- 60 Zand, matig grof, matig siltig, matig humeus, zwak grindig, zwak kolengruishoudend, donkergrijs, Edelmanboor
- 80 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
- 115 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 150 Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
- 180 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht geelbruin, Edelmanboor
- 200 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht geelbruin, Edelmanboor
- 215 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht geelbruin, Edelmanboor
- 225 Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
- 230 Zand, matig fijn, sterk siltig, uiterst roesthoudend, matig leemhoudend, neutraal roodbruin, Edelmanboor
- 240 Leem, sterk zandig, zwak roesthoudend, Edelmanboor

Boring: GH05

Datum: 28-07-2016
NAP: 19.54
X: 188473.99
Y: 443788.38
GWS: 450
GHG: 230



- 0 puin
- Volledig puin, Edelmanboor
- 30 Zand, matig grof, zwak siltig, matig humeus, zwak kolengruishoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
- 60 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak grindig, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 80 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
- 140 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsbruin, Edelmanboor
- 160 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
- 180 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, zwak roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
- 210 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
- 270 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
- 305 Zand, zeer grof, matig siltig, uiterst leemhoudend, donker roodbruin, Edelmanboor
- 310 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht witgrijs, Edelmanboor
- 360 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtbruin, Edelmanboor
- 390 Zand, matig fijn, matig siltig, sporen roest, lichtgrijs, Edelmanboor
- 400 Zand, zeer grof, zwak siltig, sporen roest, lichtgrijs, Edelmanboor
- 415 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht bruingrijs, Edelmanboor
- 425 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
- 440 Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, sporen roest, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 480 Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, sporen roest, neutraalgrijs, Edelmanboor
- 500

Boring: GH06

Datum: 28-07-2016
NAP: 13.49
X: 188501.42
Y: 443714.88

GHG: 35

Boring: GH07

Datum: 28-07-2016
NAP: 15.32
X: 188513.35
Y: 443730.13

GHG: 120

Boring: GH08

Datum: 28-07-2016
NAP: 17.63
X: 188527.25
Y: 443750.05
GWS: 370
GHG: 200

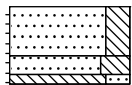
Boring: GH09

Datum: 28-07-2016
NAP: 19.34
X: 188539.17
Y: 443776.49

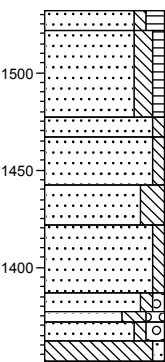
GHG: 215

Boring: GH10

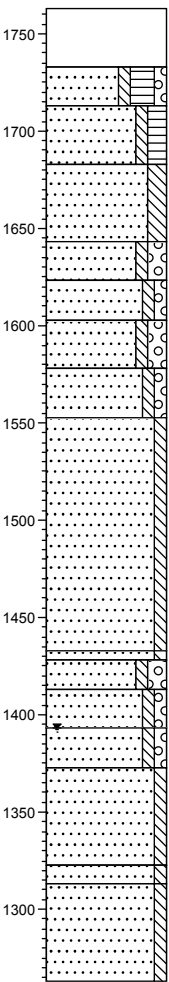
Datum: 28-07-2016
NAP: 18.65
X: 188553.60
Y: 443795.40
GWS: 430
GHG: 280



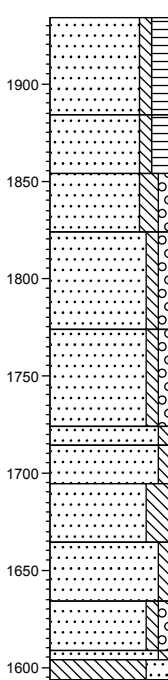
0	braak
25	Zand, matig fijn, sterk siltig, matig roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
35	Zand, zeer fijn, uiterst siltig, uiterst roesthoudend, donker oranjebruin, Edelmanboor
40	Leem, sterk zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor



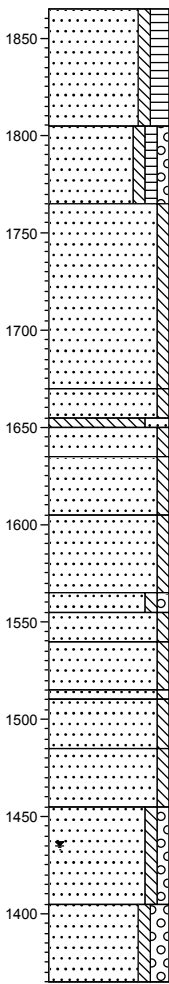
0	braak
10	Zand, matig grof, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, donker bruingrijs, Edelmanboor
55	Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, neutraalgrijs, Edelmanboor
65	Zand, zeer grof, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
90	Zand, zeer grof, zwak siltig, brokken leem, zwak roesthoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
110	Zand, matig grof, sterk siltig, matig roesthoudend, neutraal grijsbruin, River
145	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, River
155	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, River
160	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht bruingrijs, River
170	Zand, zeer grof, sterk siltig, matig grindig, uiterst roesthoudend, brokken leem, donker oranjebruin, River
180	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, matig roesthoudend, donker oranjebruin, River
	Leem, zwak zandig, matig roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor



0	Volledig puin, Edelmanboor
30	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sterk humeus, zwak grindig, donkergrijs, Edelmanboor
50	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
80	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
120	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig grindig, neutraalgrijs, Edelmanboor
140	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak keien, lichtgrijs, River
160	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, sterk keien, licht bruingrijs, River
185	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, licht oranjebruin, River
210	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs, River
330	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, River
335	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, matig roesthoudend, River
370	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs, River
380	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, matig roesthoudend, neutraal bruingrijs, River
440	Zand, uiterst grof, zwak siltig, lichtgrijs, Zuigerboor
450	Zand, zeer grof, zwak siltig, matig roesthoudend, neutraalbruin, Zuigerboor
500	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin, Zuigerboor



0	gras
	Zand, matig grof, zwak siltig, matig humeus, sporen puin, Edelmanboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
80	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, lichtgrijs, Edelmanboor
110	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs, River
160	Zand, uiterst grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, River
210	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, River
220	Zand, matig grof, zwak siltig, brokken onbekend, donker bruinrood, River
240	Zand, matig fijn, sterk siltig, matig roesthoudend, licht bruingrijs, River
270	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, lichtgrijs, River
300	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs, River
325	Zand, matig grof, zwak siltig, uiterst roesthoudend, neutraal oranje, River
330	Leem, sterk zandig, matig roesthoudend, neutraal oranje, River
340	



0	gras
	Zand, matig grof, zwak siltig, matig humeus, sporen puin, sporen kolengruis, donkergrijs, Edelmanboor
60	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
100	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, licht grijsbruin, Edelmanboor
195	Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, licht oranjebruin, Edelmanboor
210	Leem, sterk zandig, lichtgrijs, Edelmanboor
215	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht witgrijs, Edelmanboor
230	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
260	Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
300	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
310	Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
325	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, sterk roesthoudend, neutraal oranjebruin, Edelmanboor
350	Zand, matig grof, zwak siltig, resten keien, neutraalgrijs, Edelmanboor
355	Zand, matig grof, zwak siltig, matig roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
380	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
410	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
460	Zand, zeer grof, zwak siltig, neutraal roodbruin, Edelmanboor
480	Zand, zeer grof, zwak siltig, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
500	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Zuigerboor
	Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Zuigerboor