

Hydrologisch en bodemkundig onderzoek in het kader van de ontwikkeling van een natuurbegraafplaats op het landgoed De Hoevens te Alphen

Eindrapport

In opdracht van:

Mw. Caroline van der Lande-Vogels
Landgoed De Hoevens
Goorstraat 4
5131 RG Alphen

Contactpersoon: **Joyce Sengers**
LANDINZICHT
Heksenkruidlaan 6
5646 AE Eindhoven
Tel: 040 212 92 92
landinzicht@joycesengers.nl

Uitgevoerd door:

EcoQuest
Wim van der Hoek
De Merret 7
5845 DA Sint Anthonis
tel./fax: 0485 – 38 36 29
mobiel: 06 1338 5370
ecoquest@ecopartners.nl



24 februari 2012

Samenvatting

Conclusie

In een groot gedeelte van een tweetal percelen die op het landgoed De Hoevens zijn uitverkoren om te worden omgevormd tot natuurbegraafplaats, te weten de percelen 61 (61% geschikt) en 62 (87% geschikt), zijn de heersende hoogste grondwaterstanden (GHG) laag genoeg (lager dan 135 cm-mv) om tot begraven in 1 laag te kunnen overgaan. Een derde perceel (nr. 20), dat als 'reserve' is meegenomen blijkt in z'n geheel geschikt op grond van het gestelde GHG criterium. Delen van de percelen die op grond van het gestelde GHG criterium ongeschikt worden beschouwd, kunnen door ophoging (tot een maximum van 30 cm) geschikt worden gemaakt.

In de bodem zijn, behalve plaatselijk in perceel 20, nergens ondieper dan 200 cm-mv leemlagen aangetroffen die aanleiding vormen voor het mogelijk bestaan van periodieke neerslaglenzen, waardoor de grondwatertand tijdelijk te hoog zou kunne oplopen. De bodem bestaat in het algemeen uit fijn zand, waardoor een goede gasuitwisseling tijdens het proces van lijkvertering gewaarborgd is.

Ten behoeve van de verzameling van uit het terrein weglekkend drainagewater kunnen twee bestaande leemputten als verzamelbassins dienen. Deze hebben in de huidige situatie een dusdanig drainerende functie dat de aanleg van een aanvullende drainagesysteem met drains niet erg zinvol wordt geacht. Wel zullen een aantal drainagesloten moeten worden aangelegd om te voorkomen dat drainagewater in noordelijke en westelijke richtingen het terrein verlaat. Met de aan te leggen waterlopen wordt dit voorkomen en wordt het weglekkende water naar de verzamelbassins geleid.

De afvoer van het drainagewater zou, door de mogelijke aanwezigheid van (schadelijke) stoffen, bij voorkeur naar het riool moeten plaatsvinden. Gezien de oppervlakte van het terrein en de op basis daarvan af te voeren hoeveelheid 'afvalwater' van niet tot zeer licht verontreinigde kwaliteit (De Molenaar et al., 2009) zou dit voor de exploitatie van de natuurbegraafplaats onevenredig hoge kosten leiden. Daarom is gezocht naar een mogelijkheid om het water eventueel na zuivering op het oppervlaktewater te kunnen lozen.

Er wordt voorgesteld in de afvoerende waterloop naar de Oude Leij een helofytenfilter aan te leggen, waarmee eventuele verontreinigingen kunnen worden afgevangen. Zo kunnen de Oude Leij, die een hoge waterkwaliteitsdoelstelling draagt, en het Natura2000-gebied Regte Heide en Riels Laag, waar de beek in kwestie doorheen stroomt, worden gevrijwaard van belasting met stoffen vanuit de natuurbegraafplaats.

Kader

In het voorliggende rapport is, in het licht van de mogelijke ontwikkeling van een natuurbegraafplaats, onderzocht in hoeverre 2 voormalige landbouwpercelen op het landgoed De Hoevens te Alphen N.B. (n.l. de percelen 61 en 62) in hydrologisch en bodemkundig opzicht voldoen aan de eisen die daaraan bij de inrichting van nieuwe begraafplaatsen worden gesteld. Die eisen zijn opgenomen in de Wet en het Besluit op de Lijkbezorging (VROM, resp. 1991 en 1997). In de Inspectierichtlijn Lijkbezorging (VROM, 1999) zijn de eisen nader uitgewerkt in een aantal technische inrichtingsadviezen voor nieuwe begraafplaatsen.

Om tot begraving in de open grond te kunnen overgaan moet de lijkstijl tenminste 30 cm boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) kunnen liggen, terwijl de kist tenminste 65 cm onder de oppervlakte van het maaiveld moet liggen. Dit resulteert in de eis dat de GHG maximaal 135 cm onder het maaiveld mag liggen. Genoemde eis geldt niet indien begraving in grafkelders plaatsvindt.

De bodem waarin wordt begraven moet voorts voldoende doorlatend zijn (zand of zavel), om voldoende uitwisseling van gasen te kunnen bewerkstelligen, zodat de vertering van het lijk voldoende snel kan verlopen. Daarnaast is het ongewenst dat zich binnen een afstand van globaal 200 cm onder het maaiveld lagen in de bodem aanwezig zijn die een vlotte inzijging van regenwater bemoeilijken (b.v. leem, klei), en mogelijk periodiek neerslaglenzen (schijngrondwaterspiegels) zouden kunnen veroorzaken.

Onderzoek

De heersende GHG's en de samenstelling van de bodem in het terrein zijn onderzocht door een aantal boringen te verrichten en gegevens te verzamelen van grondwaterpeilbuizen in de directe omgeving. In de boorprofielen is op basis van de aanwezigheid van zgn. hydromorfe kenmerken de GHG geschat.

De gelaagdheid van de boorprofielen is vastgelegd in boorstaten en is getoetst aan bovenstaande criteria. In een aantal boorgaten is een peilbuis geplaatst om de grondwaterstanden in de toekomst te kunnen monitoren. Ook kan met de buizen, indien gewenst, de kwaliteit van het grondwater worden gemonitord.

Met de geschatte GHG's en de gemeten grondwaterstanden in de boorpunten zijn een aantal raaien over het terrein uitgezet en is getoetst in hoeverre delen van het terrein al of niet voldoen aan de GHG-eis van 135 cm-mv. In de raaien is, omdat het maaiveld in de akkers vrij vlak is, de geschatte GHG tussen twee boorpunten geëxtrapoleerd en getoetst aan het heersende grondwatervlak. Indien het heersende grondwatervlak zeer sterk afweek van de geëxtrapoleerde GHG, zijn de schattingen aangepast, rekening houdend met een zekere opbolling van de grondwaterstand in een hoogwatersituatie. In de raai is vervolgens op een aantal tussenliggende punten (doorgaans 3) geverifieerd of de geëxtrapoleerde GHG op die punten boven of onder de 135 cm-mv ligt. Op deze wijze zijn in het terrein contouren ingetekend van deel gebieden die wel of niet aan de 135 cm-mv eis voldoen.

Resultaten

Op basis van het voorgaande is vastgesteld dat van de 2 percelen 87% (perceel 61) resp. 61 % (perceel 62) geschikt is voor begraving in 1 laag met een maximale GHG van 135 cm-mv. het terrein is nergens geschikt voor begraving in 2 lagen (GHG_{max} 225 cm-mv), tenzij met grafkelders wordt gewerkt. Het perceel 20, dat als eventuele uitwijkmogelijkheid ook is onderzocht, blijkt in z'n geheel geschikt voor begraving in 1 laag, zij het dat hier mogelijk neerslaglenzen kunnen ontstaan. Om de percelen 61 en 62 ook geheel geschikte te maken voor begraving is plaatselijk ophoging mogelijk. Hiermee wordt de afstand tussen de GHG en het maaiveld kunstmatig vergroot.

De bodem is op alle boorpunten overwegend zandig tot een diepte groter dan 200 cm-mv. In een aantal boringen werden op grotere diepte dunne leemlaagjes of laagjes van sterk lemig zand aangetroffen, maar deze vormen geen aanleiding te veronderstellen dat zich op grotere schaal neerslaglenzen zouden kunnen ontwikkelen. De hoogteligging van de leemlagen in verschillende boringen kan in het algemeen niet duidelijk tussen de boringen worden geëxtrapoleerd, waardoor moet worden aangenomen dat de aanwezige leem veelal (zeer) lokaal zijn.

Een uitzondering op het bovenstaande vormt de bodem van de twee diepe leemputten die naast de tot begraafplaats te ontwikkelen percelen liggen. Dit stelsel van leemputten, verbonden door een ondiepe laagte, behoort ook tot de te ontwikkelen begraafplaats, maar heeft geen bestemming voor het begraven.

Onder de beide putten bevindt zich een dik pakket leem, dat ervoor zorg draagt dat periodiek (leemput A) of permanent (leemput B) water blijft staan. In leemput B is bij het uitgraven van het gat vermoedelijk leem op de oevers afgezet waardoor een soort kom is ontstaan, waarin water blijft staan. Leemput A is aan de zijkanen 'lek' en bevat alleen water als de grondwaterstand de bedding overstijgt.

Het dikke leempakket is beperkt tot de zone met de twee putten. In boringen in de buurt, werd, ondanks dat vergelijkbare diepten werden aangeboord, geen leem aangetroffen.

De beide leemputten draineren het omliggende terrein, en kunnen daardoor als verzamelbassins dienen voor drainagewater uit de toekomstige begraafplaats.

Aanvullende eisen uit de Inspectierichtlijn Lijkbezorging

Een inrichtingsadvies uit de Inspectierichtlijn Lijkbezorging betreft het aanleggen van een drainagesysteem, waarmee water dat uit de begraafplaats weglekt wordt verzameld en, omdat het water stoffen kan bevatten die niet zonder meer op het oppervlaktewater kunnen worden geloosd, naar het riool afgevoerd. Het advies geldt wanneer de grondwaterstand ondieper is dan 3,5 m-mv.

Gezien de gemeten grondwaterstanden ondieper liggen dan 3,5 m-mv is nader onderzocht of het zinvol/mogelijk zou zijn een drainagestelsel aan te leggen. Buisdrainage dient immers liefst in de verzadigde zone (in het grondwater) te worden aangelegd, anders zijn de buizen niet werkzaam. Dit blijkt in het gegeven terrein niet goed mogelijk tenzij de buizen zeer diep worden gelegd.

Aangezien de beide leemputten op het terrein al voor de nodige drainage zorgen (vanaf een grondwaterstand van ongeveer 20 m+NAP: 2 tot 3 meter lager dan het omliggend terrein) is het zeer de vraag of een aanvullend drainagesysteem iets aan de al aanwezige drainage zou kunnen toevoegen.

Op grond van de aanwezige grondwaterstroming (gebaseerd op de heersende peilen op 1 dag) is vastgesteld dat een groot deel van het terrein in NO- richting naar de leemputten afwatert. Alleen in het meest noordelijk gedeelte van perceel 62 lijkt water aan de drainerende werking van de leemputten te ontsnappen. Er wordt daarom voorgesteld om een nieuwe ontwatering te maken langs de westelijke en noordelijke rand van het perceel (62). De nieuwe ontwatering zou moeten worden aangesloten op de afwatering uit de leemputten, voor de duiker onder de Beukenlaan.

Ook de zin van de lozing van het drainagewater op het riool wordt betwijfeld. Uit onderzoek door het RIVM aan het grond- en oppervlaktewater in de omgeving van begraafplaatsen (beschreven in: De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009) blijkt dat in water dat wordt beïnvloed door drainage uit begraafplaatsen nauwelijks verschil in concentraties van stoffen te meten is in vergelijkbare monsters in water dat niet wordt beïnvloed door drainage uit de begraafplaatsen in kwestie.

Wat betreft de belasting van het grond- en oppervlaktewater op De Hoevens met nutriënten (N en P) moet worden opgemerkt dat deze bij de inrichting van een natuurbegraafplaats, in vergelijking met het huidige landbouwkundige gebruik, aanzienlijk zal dalen. Uit literatuur (De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009) blijkt dat de belasting met stikstof, zelfs bij zeer hoge graf dichtheden en aantallen begravingen per jaar, ongeveer de helft zou bedragen van de huidige belasting door bemesting.

Het alternatief voor lozing van drainagewater op het riool houdt in dat lozing op het oppervlaktewater zou moeten plaatsvinden. De afwatering van het terrein loost op de Oude Leij die bij het Waterschap Brabantse Delta een zeer hoge waterkwaliteitsdoelstelling heeft. De Oude Leij stroomt immers door Natura2000 – gebied Regte Heide en Riels Laag, dat een belangrijke doelstelling ten aanzien van natuurontwikkeling heeft. Lozing van milieuvreemde stoffen naar de Oude Leij en het daarmee verbonden natuurgebied is derhalve niet gewenst.

Om deze reden is voorgesteld de afwatering van het tot begraafplaats om te vormen terrein te voorzien van een zgn. helofytenfilter. Dergelijke voorzieningen zijn niet alleen effectief in het verwijderen van ‘normale’ afvalstoffen, maar ook (door adsorptie) voor het verwijderen van verbindingen geassocieerd met zware metalen en/of complexe organische verbindingen. Mits het filter goed wordt beheerd en er met regelmaat monsters worden genomen van het effluent om de kwaliteit daarvan aan te tonen biedt het filter een uitstekend middel om de Oude Leij en het daarmee verbonden natuurgebied Regte Heide en Riels Laag te vrijwaren van beïnvloeding door lekkage van stoffen uit de natuurbegraafplaats.

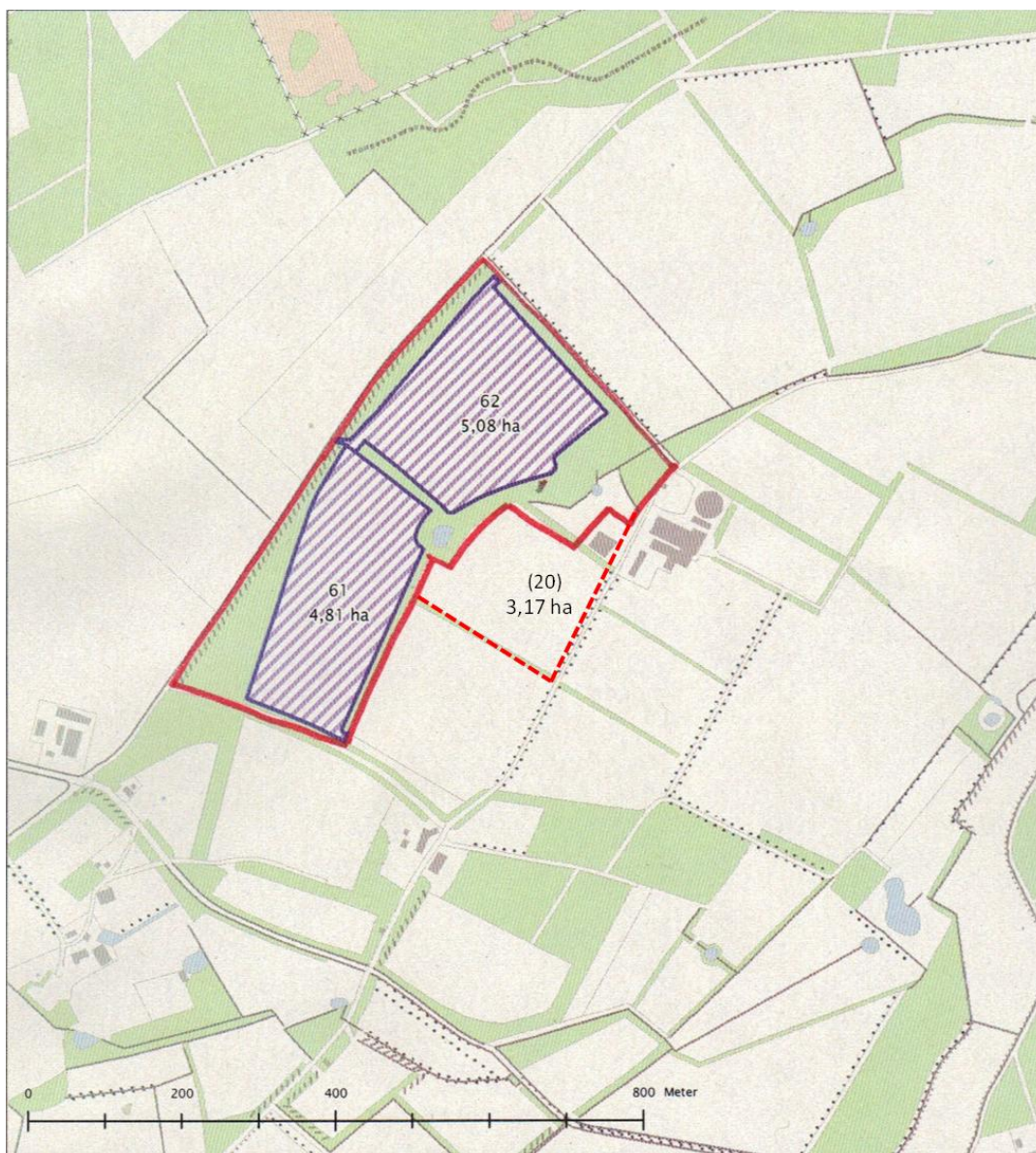
Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doelstelling	9
1.3	Globale aanpak	9
1.4	Leeswijzer	9
2	Resultaten	11
2.1	Hoogteligging	11
2.1.1	Hoogteligging overzicht	11
2.1.2	Hoogteligging van de om te vormen percelen	12
2.1.3	Waterlopen	13
2.2	Bodem	15
2.2.1	Bodemkaart provincie Noord-Brabant	15
2.2.2	Boringen	16
2.3	Grondwater	20
2.3.1	Grondwatermodel Provincie Noord-Brabant	20
2.3.2	Gegevens van peilbuizen in de omgeving	21
2.3.3	GHG-bepaling a.h.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel	26
2.3.4	Hydrologisch meetnet natuurbegraafplaats	27
2.4	Inrichtingsadviezen voor nieuwe begraafplaatsen uit de Inspectierichtlijn Lijkbezorging	28
2.4.1	Bodemgesteldheid	28
2.4.2	Hydrologische isolatie van de begraafplaats	28
2.4.3	Afvoer van water	28
3	Analyse	31
3.1	Hoogteligging en bestaande water(lop)en: stromingsrichting(en) grondwater	31
3.2	Bodem	32
3.3	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)	33
3.3.1	Gegevens grondwatermodel provincie Noord-Brabant	33
3.3.2	Gegevens van peilbuizen in de omgeving	34
3.3.3	Analyse van de heersende grondwaterstroming	34
3.3.4	Analyse van de heersende GHG's op grond van schattingen uit boringen	36
3.4	Mogelijke maatregelen	39
3.4.1	Ophogen	39
3.4.2	Hydrologische isolatie van de begraafplaats	40
3.4.3	Optimalisatie bestaande drainage	40
3.4.4	Afvoer van water	42
4	Conclusies en aanbevelingen	45
4.1	Geschiktheid van het terrein op grond van de heersende grondwaterpeilen	45
4.2	Noodzaak van hydrologische isolatie van het gebied	45
4.3	Afvoer van water	45
4.4	Relatie met andere projecten op landgoed de Hoevens	46
5	Literatuur	49
6	Bijlagen	51

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In een deel van het landgoed De Hoevens te Alphen (NB) is de eigenaar voornemens een natuurbegraafplaats te realiseren. Het betreft een tweetal (voormalige) landbouwpercelen langs de Kruisbaan te Alphen, met omliggende houtwallen. Het totale gebied heeft een oppervlakte van $\pm 15,4$ ha. In Figuur 1 is globaal de ligging van de om te vormen percelen zien.



Figuur 1.1: Ligging van de percelen waarin de natuurbegraafplaats is geprojecteerd.

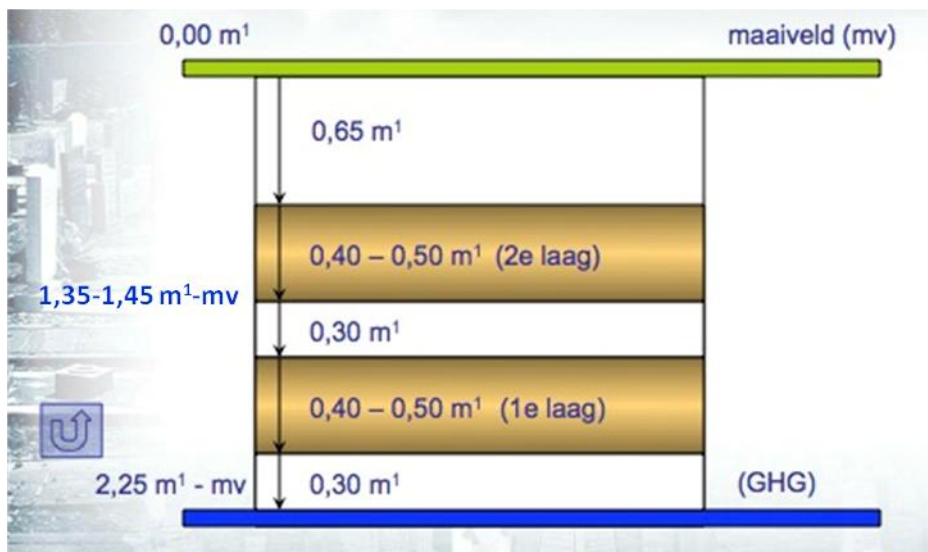
Perceel 20 (in Figuur 1.1) viel in eerste instantie buiten het gebied dat tot begraafplaats zou worden omgevormd. Het perceel is gedurende het planproces in het voorliggende onderzoek ‘meegenomen’ om, mocht blijken dat een belangrijk deel van de percelen 61 en 62 niet bruikbaar zou zijn voor begraving, te beschikken over een mogelijke alternatieve locatie.

Wetgeving

Om een natuurbegraafplaats te kunnen realiseren dient te worden voldaan aan voorwaarden die zijn vastgelegd in de Wet op de Lijkbezorging (Min. VROM, 1991) en het daarbij behorende Besluit op de Lijkbezorging (Min. VROM, 1997). In de Inspectierichtlijn Lijkbezorging (VROM, 1999) staan een aantal technische adviezen m.b.t. de inrichting van nieuwe begraafplaatsen.

Een belangrijke voorwaarde geldt voor de heersende hoogste grondwaterstanden (GHG) en de daaruit voortvloeiende consequentie met betrekking tot mogelijke vervuiling van het grondwater en verspreiding van stoffen naar de omgeving. Het Besluit op de Lijkbezorging stelt dat grafkisten tenminste 30 cm boven de heersende hoogste grondwaterstand moeten worden begraven. Daarnaast stelt het besluit dat de kist tenminste 65 cm onder het maaiveld moet liggen. Uitgaande van een geschatte kisthoogte van ± 40 cm komen beide eisen erop neer dat de maximale grondwaterstand ten hoogste 135 cm-mv mag bedragen voor begravingen in 1 laag. Een schets is gegeven in Figuur 1.2.

De bovenstaande eisen gelden voor nieuw te ontwikkelen begraafplaatsen, maar **niet** indien begraving plaatsvindt in grafkelders.



Figuur 1.2: Eisen aan het begraven in de vrije grond (op grond van eisen in het Besluit op de Lijkbezorging, 1997).

Of de grondwaterstand op een gegeven locatie aan het bovenstaande (t.a.v. begraving in 1 laag) voldoet moet nader worden onderzocht.

Daarnaast is het wenselijk dat inzicht wordt gegeven in de mogelijke beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit, zowel in het gegeven gebied als daarbuiten als gevolg van de 'lekkage' van stoffen uit de graven. Hierbij is het zinvol de hoogteligging en de stromingsrichting van het ondiepe grondwater en aanwezige oppervlaktewateren te bestuderen. Zo kan worden vastgesteld in welke richting(en) stoffen zich zal verplaatsen. In de nabije omgeving van het projectgebied ligt het Natura2000-gebied Regte Heide en Riels Laag, dat moet worden gevrijwaard van nadelige beïnvloeding met stoffen.

Naast de Wet en het Besluit op de Lijkbezorging is in 1999 door de Inspectie van de Volksgezondheid en Milieuhygiëne de zgn. Inspectierichtlijn Lijkbezorging gepubliceerd. In dit rapport worden een aantal richtlijnen gegeven voor de inrichting, technisch beheer en onderhoud van begraafplaatsen, crematoria en opbaargelegenheden, die schadelijke effecten voor mens en milieu zoveel mogelijk moeten beperken. Op basis van de Richtlijn dienen bij de inrichting van nieuwe begraafplaatsen een aantal voorzieningen worden getroffen om schadelijke effecten op het milieu zoveel mogelijk te beperken (b.v. de aanleg van een ringsloot of andere voorziening om uit de begraafplaats weglekkend water op te kunnen vangen, en evt. separaat af te voeren).

Het voorliggend onderzoek zal bijdragen aan de onderbouwing van de dimensionering van deze voorzieningen voor de op het landgoed De Hoevens te realiseren begraafplaats.

Bij de Gemeenten Goirle en Alphen-Chaam zal worden nagegaan in hoeverre men ten opzichte van het in de Inspectierichtlijn gestelde, aangescherpte regels hanteert ten aanzien van de aanleg van nieuwe begraafplaatsen.

Bij het Waterschap Brabantse Delta zal worden nagegaan welke kwaliteitseisen men stelt aan het ondiepe grondwater en aan water uit eventuele drainagevoorzieningen dat naar het oppervlaktewater zou worden geloosd.

Gezien eerdere ervaring met het doen van onderzoek in het kader van plannen voor de inrichting van natuurbegraafplaatsen (Heerlijkheid Horssen, EcoQuest, 2009) heeft de rentmeester van het landgoed De Hoevens EcoQuest gevraagd het voorliggende onderzoek uit te voeren.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit project is te komen tot meer inzicht in de heersende hoogste grondwaterstanden (GHG's) in het projectgebied. Daarnaast wordt inzicht verschaft in het bodemtype en -profiel, met speciale aandacht voor het voorkomen van ondiepe slecht watervoerende lagen (b.v. leem).

Er wordt inzicht verschaft in de mogelijk negatieve effecten van een natuurbegraafplaats op de grondwaterkwaliteit in en buiten het projectgebied, met name ten aanzien van het nabijgelegen Natura2000 gebied Regte Heide & Riels Laag en het daarmee verbonden dal van de Oude Leij. Afhankelijk van de resultaten van onderzoek dienen aanbevelingen gedaan te worden ten aanzien van te nemen maatregelen om eventuele negatieve effecten te beperken.

1.3 Globale aanpak.

In het kader van onderzoek naar de heersende grondwaterstanden, het bodemtype en -profielen en het geven van inzicht in de te verwachten effecten op de grondwaterkwaliteit in en buiten het projectgebied wordt de volgende aanpak voorgesteld:

- 1) Inventariseren van de hoogteligging in en in de omgeving van het projectgebied en vaststelling van de stromingsrichting(en) van het freatische grondwater en oppervlaktewater
- 2) Inventariseren van de heersende bodemkenmerken (bodemtype, bodemprofiel):
 - a) Vaststellen van de voorkomende bodemtypen a.h.v. de Bodemkaart uit de Wateratlas van de Provincie Noord-Brabant.
 - b) Vaststellen van de bodemopbouw met een aantal boringen.
- 3) Inventariseren van de heersende hoogste grondwaterstanden:
 - a) GHG –kaart uit de Wateratlas van de Provincie Noord-Brabant (REGIS-model, ALTERRA-model)
 - b) Peilgegevens van in de nabije omgeving aanwezige peilbuizen (TNO DINO-loket, Bosgroep, nieuw meetnet).
 - c) Schatten van de heersende GHG's op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel.
 - d) Inrichting van een hydrologisch meetnet, waarmee de heersende grondwaterstanden in de toekomst kunnen worden gemonitord, en ook de grondwaterkwaliteit kan worden 'gevolgd'.
- 4) Inventariseren van eventuele aanvullende eisen ten aanzien van inrichting bij de Gemeente en waterkwaliteitseisen bij het Waterschap.
- 5) Analyse van de resultaten en advisering omtrent te nemen maatregelen om eventuele negatieve effecten te minimaliseren.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de afzonderlijke activiteiten uitgewerkt. In hoofdstuk 3 wordt e.e.a. aan een nader analyse onderworpen. Hoofdstuk 4 sluit het rapport af met een aantal conclusies en aanbevelingen ten aanzien van de inrichting en het ontwerp van de natuurbegraafplaats.

2 Resultaten

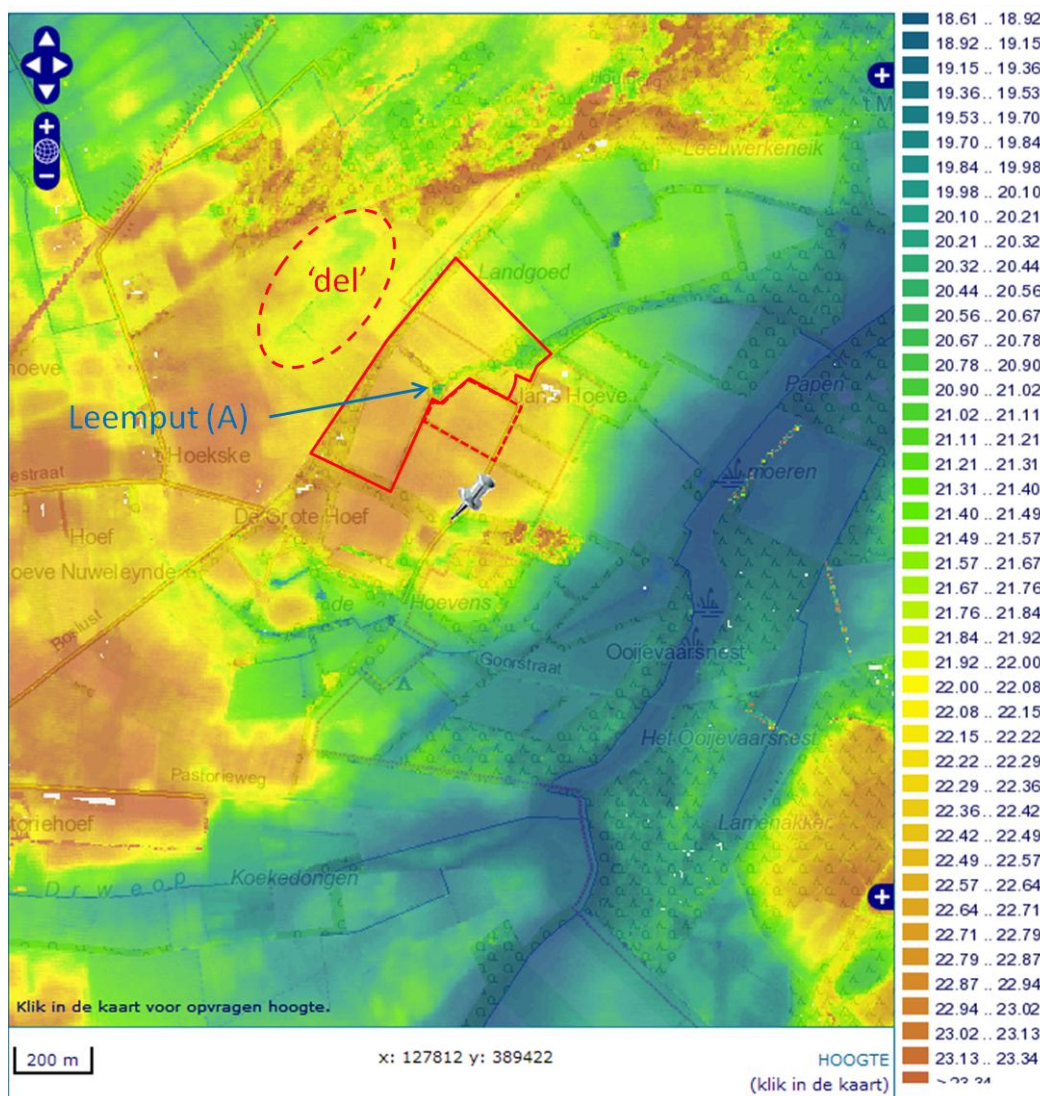
In het onderstaande zijn de verschillende onderdelen van het project nader uitgewerkt en van een toelichting voorzien.

2.1 Hoogteligging

Aan de hand van de hoogteligging is in te schatten in welke richting(en) regenwater dat op het terrein valt wordt afgevoerd. Daarnaast is in het veld geïnventariseerd welke waterlopen er in en in de omgeving van het gebied liggen, waarmee water wordt afgevoerd.

2.1.1 Hoogteligging overzicht

Met de viewer op de website AHN.nl zijn verschillende hoogtekaartjes gemaakt. In Figuur 2.1 is een overzichtskaart van het landgoed in de omgeving te zien. In Figuur 2.2 is 'ingezoomd' op de percelen in kwestie.



Figuur 2.1: Overzicht van de hoogteligging in de omgeving.

In de Figuur 2.1 is te zien dat het landgoed de Hoevens op een wat hoger gelegen terrein ligt, aan de rand van het dal van de Oude Leij. De stromingsrichting van het grondwater is in hoofdzaak NO-waarts, in de richting

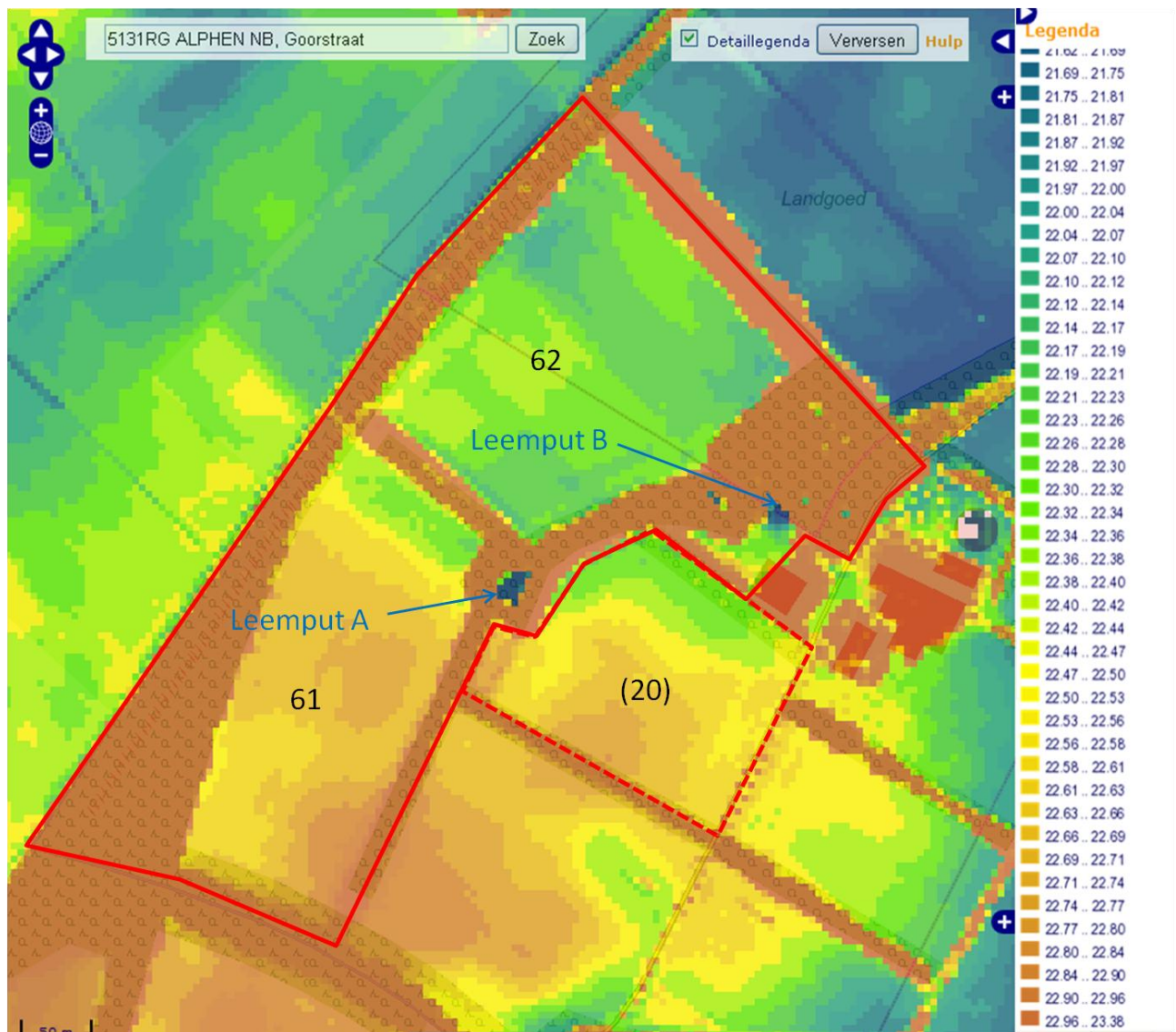
van het dal. De hoogste punten op het landgoed liggen rond 23 m+NAP, de bodem van het dal ligt rond 19 m+NAP.

Vanuit een diepe leemput (zie Figuur 2.1: Leemput (A)) naast de tot begraafplaats te ontwikkelen percelen loopt een smal dalletje NO-waarts. Een deel van het water dat in de percelen infiltreert zal door het dalletje in die richting oppervlakkig worden afgevoerd.

Ook te zien is dat zich in de percelen aan de westzijde van de Kruisbaan (buiten het landgoed) een 'del' in het terrein bevindt. Een deel van het water zal daarom mogelijk in NW-richting worden afgevoerd.

2.1.2 Hoogteligging van de om te vormen percelen

In Figuur 2.2 is een hoogtekartaat te zien van de percelen die tot begraafplaats zouden worden omgevormd.



Figuur 2.2: Detailhoogtekartaat van de om te vormen percelen.

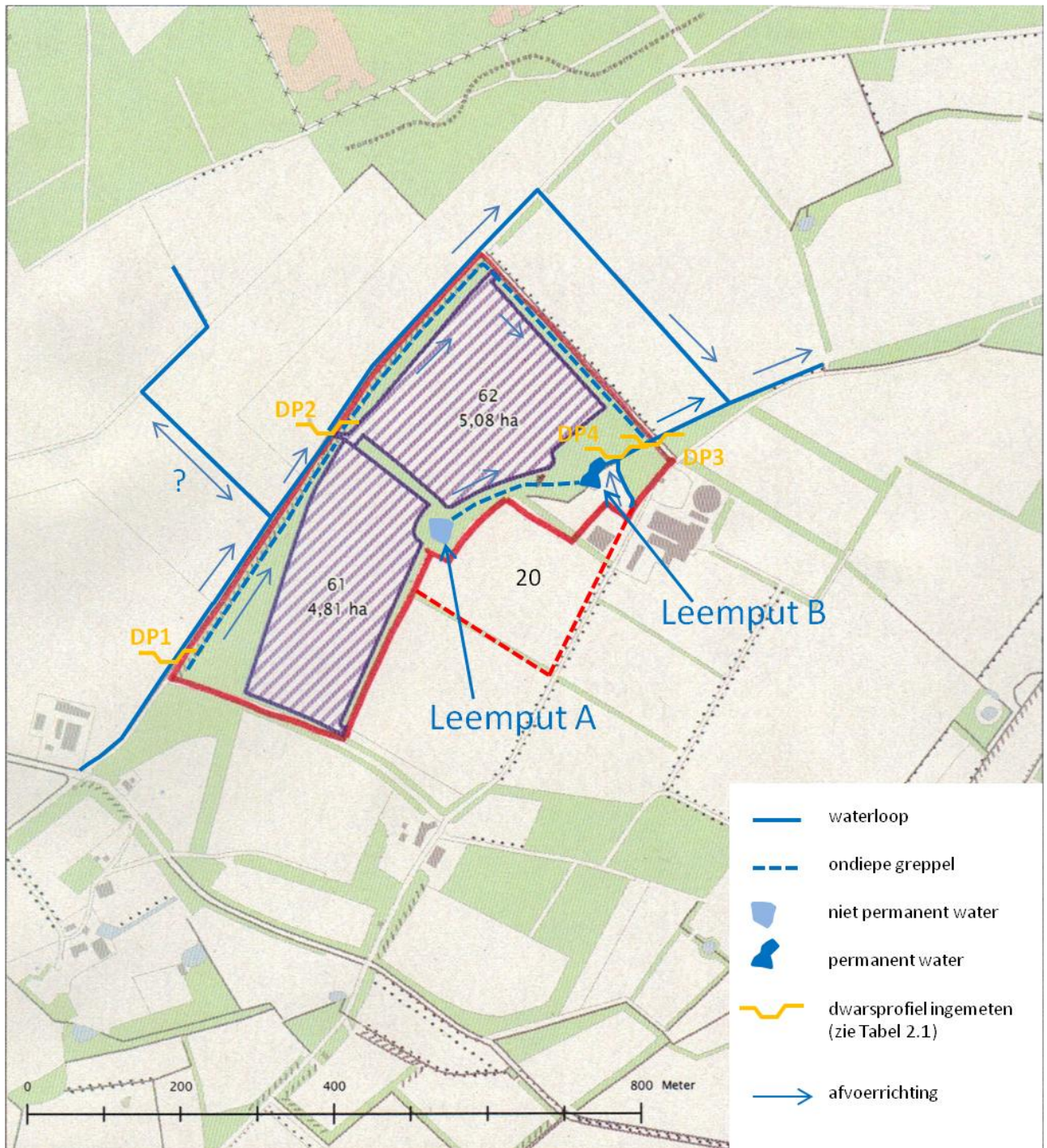
In Figuur 2.2 is ook de tweede leemput (B) te zien. In het kaartje is ook te zien dat perceel 61 wat hoger ligt dan 62.

Het hoogste punt ligt aan de zuidoostzijde van perceel 61 (naast de houtwal) op ongeveer 23,00 m+NAP. In noordelijke richting neemt de hoogte af tot ongeveer 22,30 m+NAP aan de noordzijde tegen de houtwal. Perceel 61 is enigszins 'bol', waarbij het midden van het perceel op $\pm 22,80$ m+NAP ligt. In noordelijke richting daalt het maaiveld tot $\pm 22,30$ m+NAP. In de zuidwestelijke hoek bevindt zich echter ook een laagte op $\pm 22,50$ m+NAP.

In perceel 62 is het maaiveld enigszins ‘golvend’ te noemen. In de zuidelijke punt bevindt zich een laagte (met als laagste punt $\pm 22,10$ m+NAP). Ook in de noordelijke helft bevindt zich een laagte (22,10-22,20 m+NAP). De hogere delen liggen tussen 22,20 en 22,40 m+NAP. De noordoostelijke punt van het perceel ligt op 22,0 m+NAP.

2.1.3 Waterlopen

In het terrein is geïnventariseerd welke waterlopen en andere oppervlaktewateren aanwezig zijn. In Figuur 2.3 is een overzicht te zien.



Figuur 2.3: Aanwezige waterlopen en hun afvoerrichting.

Tot de belangrijkste water(lop)en op het terrein behoren de twee diepe leemputten, onderling verbonden door een laagte.

De bodem van leemput A ligt op een hoogte van ongeveer 20,10 m+NAP. Dat is ruim 2 meter lager dan het omliggende terrein. In de put staat weleens water, maar niet permanent.

Vanuit leemput A loopt een (aanzienlijk ondieper liggende: $\pm 21,80$ m+NAP) laagte in NO-richting. De laagte vormt de 'bovenloop' van een waterloop die in NO-richting afwatert op de Oude Leij.

Ten westen van de Janshoeve ligt in het verlengde van de genoemde laagte een tweede leemput (B), die wel altijd water houdt. De bodem van de put is geschat op $\pm 19,50$ m+NAP (op basis van waterpeil 20,19 m+NAP en een geschatte waterdiepte van 70 cm). De bodem bestaat uit leem, dat zich langs de oevers tot ongeveer 20,65 m+NAP uitstrekt.

Nader onderzoek heeft uitgewezen dat de poel in uitgegraven uit een vrij dikke leemlaag. Deze laag wordt ook aangetroffen onder het andere (niet permanent waterhoudende) gat, maar ligt daar dieper ($\pm 18,70$ m+NAP). Uit het verschil in diepteligging van de oppervlakte van de leem rijst het vermoeden dat bij het uitgraven leem op de oevers van de poel is verwerkt, waardoor een soort 'kom' is ontstaan. De poel draineert daardoor nog wel, maar alleen als de grondwaterstand in de omgeving boven de 'rand' van de leem uitstijgt (globaal hoger dan 20,65 m+NAP). Daarnaast 'vangt' de poel regenwater. Omdat de bodem uit leem bestaat en er geen andere afvoer is, blijft er water in de poel staan.

Leemput B heeft geen permanente afvoer. Aan de noordzijde bevindt zich in de oeverlijn wel en ondiepte, die ten tijde van hoog water overstroomt. Achter de 'dam' ligt een waterloop, die verder noordoostwaarts de Beukenlaan oversteekt. Op de genoemde waterloop komt een tweede waterloopje uit, dat het erf van de Janshoeve afwatert.

Onder de Beukenlaan ligt een duiker die aansluit op een waterloop die daar NO-waarts afwatert naar de Oude Leij.

Op het terrein zelf zijn geen waterlopen van betekenis (meer) aanwezig. Wel loopt langs de oostkant van de Kruisbaan een ondiepe laagte, die vermoedelijk vroeger als afwatering heeft dienst gedaan. Het 'loopje' gaat bij de kruising Kruisbaan-Beukenlaan de hoek om zuidoostwaarts en komt net voor de duiker onder de Beukenlaan in de 'hoofdwaterloop' naar de Oude Leij uit.

Buiten het gebied zijn wel diepere waterlopen aanwezig:

Langs de westzijde van de Kruisbaan ligt een vrij diepe waterloop (ontwatering) waarvan niet geheel duidelijk is in welke richting deze afvoert. Het zuidelijke deel watert mogelijk westwaarts af op een waterloop tussen de percelen ten westen van de Kruisbaan. Maar ook van deze waterloop is niet geheel duidelijk in welke richting deze afvoert. Indien de afvoer westwaarts verloopt (naar de 'del' toe) watert de loop vermoedelijk via een omweg naar de Oude Leij af.

Het noordelijk gedeelte van de parallelsloot stroomt NO-waarts en vervolgens ZO-waarts tussen percelen ten noorden van het projectgebied richting de Oude Leij. Van de waterloop langs de Kruisbaan wordt gezegd dat deze maar zelden water voert.

Om een inschatting te kunnen maken in hoeverre de aanwezige waterlopen een drainerende functie hebben ten aanzien van de percelen 61 en 62 zijn op een aantal plakken dwarsprofielen ingemeten (zie Figuur 2.3). In Tabel 2.1 is een overzicht te zien van de bedding- en maaiveldhoogten te zien.

DP nr.	Waterloop	Hoogte bedding (m+NAP)	Hoogte L-oever (m+NAP)	Hoogte R-oever (m+NAP)
DP 1	Parallelsloot Kruisbaan t.h.v. Buis 1	21,49	22,39	22,41 (= pad)
DP 2	Parallelsloot Kruisbaan t.h.v. Buis 3	21,39	21,94	22,38 (pad 22,51)
DP 3	Waterloop bij duiker (uitgang gebied voor duiker)	19,87 (duiker $\pm 20,10$)	21,02	21,00
DP 4	Waterloop bij uitgang poel	20,62	21,02	21,05

Tabel 2.1: Overzicht van bedding - en oeverhoogten van ingemeten dwarsprofielen.

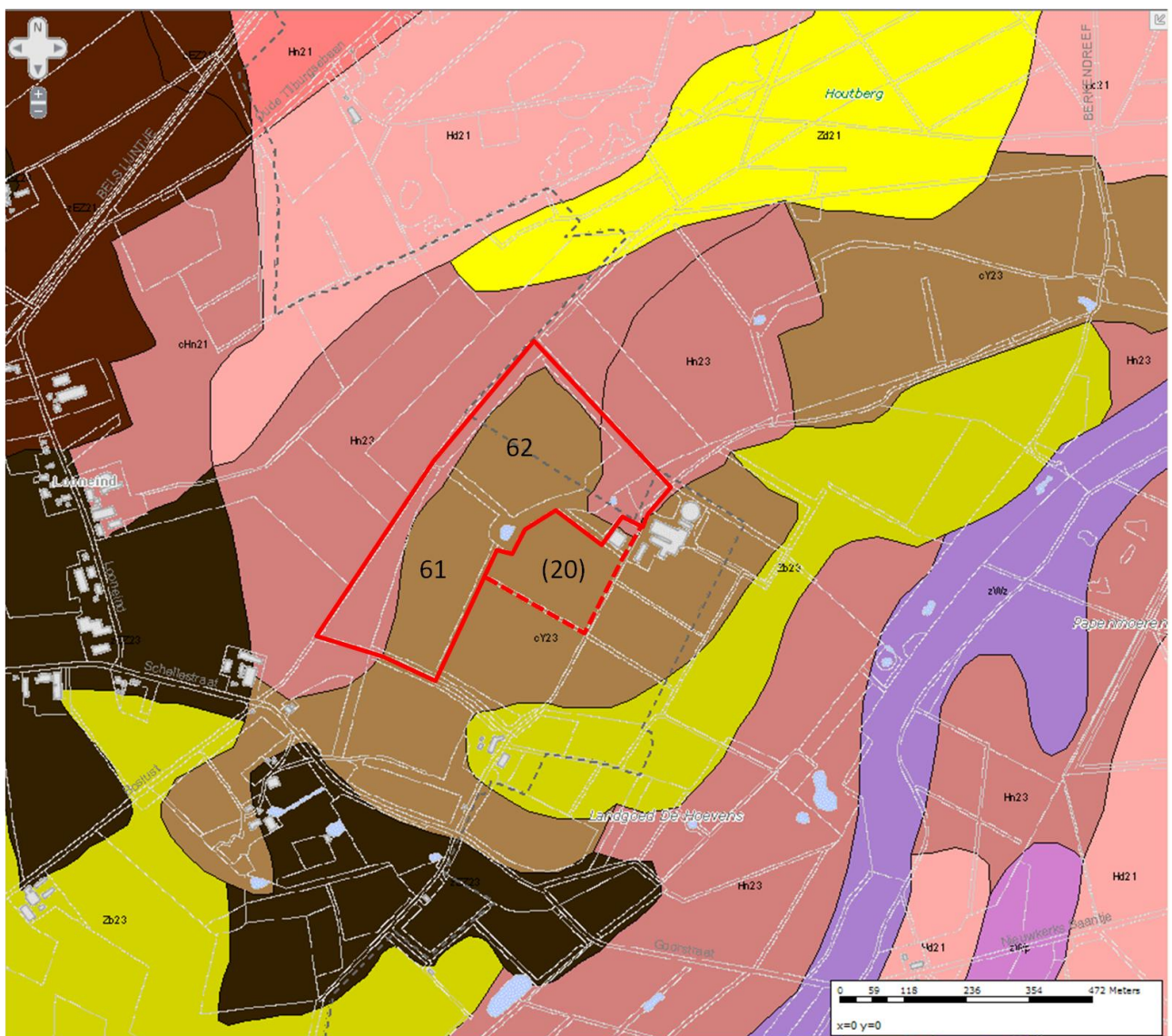
De waterloop langs de Kruisbaan dient in eerste instantie ter ontwatering van de Kruisbaan zelf en van een deel van de landbouwpercelen ten westen van de loop. Of er ook sprake is van een drainerende werking ten aanzien van de percelen oostelijk ervan wordt later vastgesteld aan de hand van geschatte hoogste grondwaterstanden.

Het waterloopje dat vanuit de poel het gebied verlaat is vlak bij de poel zeer ondiep (± 40 cm). Bij de 'uitgang' van het gebied is de loop aanzienlijk dieper (± 1 meter). De ontwaterende werking naar de omgeving is derhalve maar zeer beperkt.

2.2 Bodem

2.2.1 Bodemkaart provincie Noord-Brabant

De wateratlas van de provincie Noord-Brabant bevat ook een bodemkaart gebaseerd op de Bodemkaart 1:50.000, ontwikkeld door Alterra. In Figuur 2.4 is een overzicht opgenomen van de voorkomende bodemtypen.



Figuur 2.4: Overzicht van de voorkomende bodemtypen uit de wateratlas van de provincie Noord-Brabant.

In de tot begraafplaats om te vormen percelen (61, 62 en 20) komen 2 bodemtypen voor. De bodem in de akkers wordt grotendeels getypeerd als cY23 (bruin). Dit is een zgn. looppodzolgrond, behorend tot de moderpodzolgronden.

Langs de (bos)randen wordt de bodem getypeerd als Hn23 (roze) . Dit is een veldpodzolgrond, behorend tot de humuspodzolgronden.

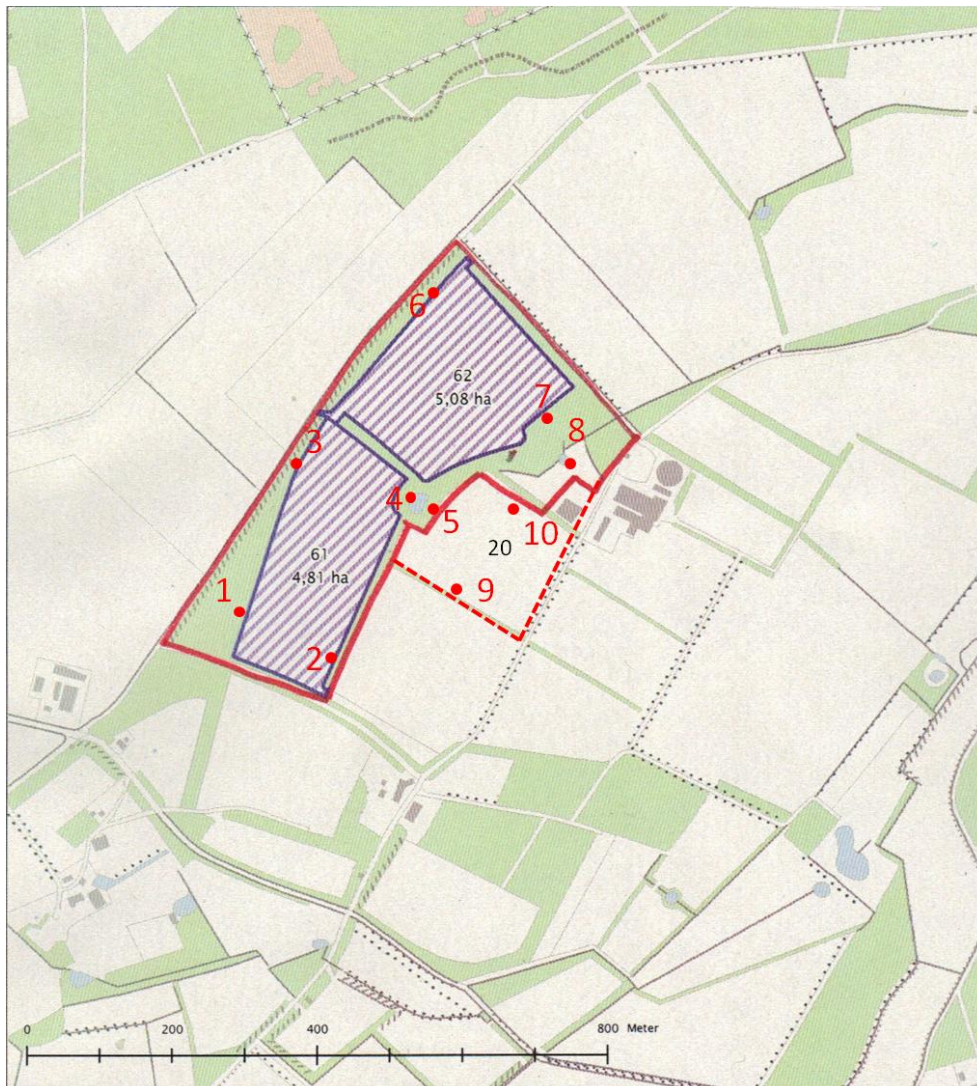
Beide typen duiden op het in hoofdzaak optreden van infiltratie van regenwater, waarbij de bovengrond wordt uitgeloogd. In beide typen komt onder de A horizont, die bij cY23 dikker is (30-50 cm) is dan bij Hn23 (0-30cm), een duidelijke inspoelingshorizont (B2) voor waarin neerslag van uit de bovengrond neerslaat.

Een ander verschil tussen de beide bodemtypen is dat de mineralenrijkdom van het materiaal, die i.h.a. bij looppodzolgronden hoger is dan bij veldpodzolen. Bij looppodzolgronden komt organische stof in hoofdzaak voor als 'moder', bij veldpodzolen is de organische stof amorf en ligt als een soort huidjes op de zandkorrels

2.2.2 Boringen

Om de gelaagdheid van de bodem op te helderen, te kunnen vaststellen of er zich op enige diepte in het profiel storende, in de zin van tegen verticale waterstroming weerstandbiedende, lagen bevinden (b.v. leem), en om aan de hand van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel de heersende hoogste grondwaterstanden te kunnen vaststellen, is een aantal boringen verricht.

Figuur 2.5 geeft een overzicht van de boorlocaties.



Figuur 2.5: Overzicht van de boorlocaties.

Bij de keuze van de boorlocaties is een zo goed mogelijke spreiding over de te onderzoeken percelen nagestreefd. Daarnaast zijn, op basis van de cijfers omtrent de hoogst voorkomende grondwaterstanden (GHG) in het grondwatermodel van de Provincie, locaties uitgekozen waar de GHG kritisch is/likt ten opzichte van de eis van lager dan 135 cm-mv. De boorpunten 1, 3, 6 en 7 liggen op locaties waar het grondwatermodel waarden hoger dan 135 cm-mv aangeeft.

De boringen 4 en 8 (in of nabij de beide leemputten in het terrein) zijn gekozen om de bodemsamenstelling op grotere diepte nader te kunnen bekijken.

De boringen 9 en 10 in perceel 20 liggen buiten het te onderzoeken gebied (percelen 61 en 62) maar zijn toegevoegd om, indien zou blijken dat een deel van perceel 62 (noordzijde) te nat zou blijken voor de ontwikkeling van een begraafplaats, het perceel 20 als alternatieve locatie te kunnen toevoegen.

Tabel 2.2 geeft een overzicht van de boorlocaties en de diepte van de boringen.

Boorpunt	X-coörd.	Y-coörd.	mv (m+NAP)	Diepte boring cm (m+NAP)
1	127407	389099	22,46	400 (18,46)
2	127544	389092	22,96	330 (19,66)
3	127482	389313	22,66	330 (19,36)
4	127643	389283	20,13	260 (17,53)
5	127673	389252	± 22,40	300 (± 19,40)
6	127700	389595	22,04	420 (17,84)
7	127835	389396	21,91	370 (18,21)
8	127852	389325	20,44	210 (18,34)
9	127703	389150	± 22,80	300 (± 19,80)
10	127791	389277	± 22,20	330 (± 18,90)

Tabel 2.2: Overzicht van de boorlocaties.

In Bijlage 1a zijn de boorstaten en foto's van de boorkolommen opgenomen. In het onderstaande zijn de essenties van de boringen vermeld.

Boring 1:

De boring is gesitueerd langs de westelijke rand aan de zuidzijde van perceel 61. Conform de gegevens van het grondwatermodel van de provincie Noord-Brabant (zie Figuur 2.6) is de GHG hier kritisch n.l. tussen 80 en 120 cm-mv.

Het profiel is zandig tot een diepte van 235 cm-mv (± 20,10 m+NAP). Tussen 235 en 250 cm-mv bevindt zich een sterk zandige leemlaag (15 cm). Het zand boven de leemlaag tot een diepte van ± 160 cm-mv is enigszins vochtig, maar niet nat/verzadigd.

Onder de leemlaag tot een diepte van 330 cm-mv (80 cm) is het zand lemig (maar niet sterk).

Tussen 330 en 340 cm-mv vindt men opnieuw een laagje zeer sterk lemig zand/zandige leem (10 cm). Lager (tot 400 cm-mv) is het materiaal weer zandig en met water verzadigd.

Roest is aanwezig vanaf 70 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van ongeveer 140 cm-mv.

De GHG wordt geschat op 135 cm-mv. De GLG ligt op 330-340 cm-mv

Boring 2:

De boring bevindt zich langs de oostelijke rand aan de zuidzijde van perceel 61. Hier bevindt zich het hoogste punt van het terrein (± 23,00 m+NAP). De GHG is conform gegevens van het grondwatermodel van de provincie (zie Figuur 2.6) niet kritisch (tussen 140 en 180 cm-mv).

Het profiel is zandig tot een diepte van 300 cm-mv (± 19,96 m+NAP). Tussen 300 en 310 cm-mv bevindt zich een sterk zandig leemlaagje (10 cm). Het laagje is droog. Onder het leemlaagje is het profiel opnieuw zandig (zwak lemig) en iets vochtig. De verzadigde zone werd niet aangeboord.

Roest is aanwezig vanaf 50 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van 145-150 cm-mv.

De GHG wordt geschat op 150 cm-mv. De GLG ligt dieper 330 cm-mv

Boring 3:

De boring bevindt zich langs de westelijke rand aan de noordzijde van perceel 61. Conform de gegevens van het grondwatermodel van de provincie (zie Figuur 2.6) is de GHG hier te hoog (40-80 cm-mv).

Het profiel is overwegend zandig tot een diepte van 320 cm-mv ($\pm 19,46$ m+NAP). Tussen 320 en 325 cm-mv bevindt zich een dun leemlaagje (5 cm). Boven het leemlaagje is de bodem vochtig tot een diepte van 235 cm-mv). Onder het leemlaagje (tot 330 cm-mv) is het zand verzadigd.

Roest is aanwezig vanaf 50 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van 110 cm-mv. De GHG wordt geschat op 110 cm-mv. De GLG ligt op ongeveer 330cm-mv.

Boring 4:

De boring is gesitueerd op de bodem van leemput A, bij de grens tussen de percelen 61, 62 en 20. Het maaiveld ligt hier globaal 2 tot 2,5 meter lager dan het omliggend terrein. Daarmee biedt de boring de gelegenheid de opbouw van de diepere ondergrond nader te onderzoeken.

De bovengrond bestaat uit vochtig lemig zand tot een diepte van 55 cm-mv ($\pm 19,60$). Hieronder bevindt zich een dunne (10cm, tot 65 cm-mv) harde leemlaag (tot $\pm 19,50$ m+NAP). Onder de harde leemlaag bevindt zich (tot 70 cm-mv) een zeer dun laagje vochtig veraard veen (5 cm). Onder het veen bevindt zich een dikkere laag, ± 70 cm, tot 140 cm-mv) vochtig matig fijn zand.

Op 140 cm-mv ($\pm 18,75$ m+NAP) wordt opnieuw een laag harde leem aangeboord. Het betreft hier een dik pakket dat aanhoudt tot een diepte van 260 cm-mv ($\pm 17,50$ m+NAP), waar de boring wordt gestaakt. De leemlaag is hard en vochtig tot ongeveer 200 cm-mv. Daaronder is het materiaal slapper (kneedbaarder) en vochtiger, maar ogenschijnlijk niet geheel verzadigd. Helaas werd de onderkant van de leemlaag niet bereikt.

Roest is aanwezig 5 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men eveneens vanaf en diepte van 5 cm-mv. De GHG is hier boven maaiveld. De GLG is hier vanwege de aanwezigheid van een dikke leemlaag moeilijk te schatten. Vanaf 140 cm-mv (in de leem) wordt geen roest meer aangetroffen.

Boring 5:

De boring is gesitueerd op de oostelijk rand van de in Boring 4 aangeboorde leemput (A), op de oostelijke rand van het tot natuurbegraafplaats te ontwikkelen gebied en perceel 20. Met de boring wordt de opbouw van de bovengrond rondom het diepe gat opgehelderd. Conform de gegevens van het grondwatermodel van de provincie zou de GHG op de gegeven locatie ook enigszins kritisch zijn (120-160 cm-mv).

De bodem is overwegend zandig tot een diepte van 140 cm-mv ($\pm 21,00$ m+NAP). Hieronder bevindt zich een ± 40 cm dikke uiterst fijne witte laag, die vermoedelijk bestaat uit uitgedroogd sterk lemig zand. In dezelfde laag worden enkele korreltjes grof grind aangetroffen. De laag zet zich voort tot een diepte van 180 cm-mv. Daaronder tot en diepte van 300 cm-mv, bevindt zich opnieuw zeer fijn zand. Tot een diepte van 235 cm-mv ($\pm 20,00$ m+NAP) is het zand vochtig. Op een diepte van 290 cm-mv ($\pm 19,50$ m+NAP) is het zand nat.

Roest is aanwezig vanaf 50 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van 180 cm-mv. De GHG wordt geschat op 180 cm-mv. De GLG ligt dieper dan 300 cm-mv.

Boring 6:

De boring is gesitueerd langs de westelijke rand aan de noordzijde van perceel 62. Conform de gegevens uit het grondwatermodel van de provincie (zie Figuur 2.6) zou de GHG hier veel te hoog zijn voor de ontwikkeling van een begraafplaats (0-40 cm -mv).

Het profiel is integraal zandig tot een diepte van 420 cm-mv ($\pm 17,85$ m+NAP), maar wel zeer bont van kleur. Tussen 55 en 115 cm-mv is het profiel geel-bruin. Het materiaal bestaat uit matig fijn zand met iets grind ($< 1\%$). Daaronder bevindt zich tot 210 cm-mv een meer wit-gele laag zeer fijn onsaamenhangend

zand, met plaatselijk grote keien (2-5 cm). Onder 210 cm-mv is het zand ijzerrijk (rood-bruin). Tussen 260 en 290 cm-mv is het zand vochtig maar niet verzadigd. Onder 290 cm-mv (tot 420) is het zand verzadigd.

Roest is aanwezig 55 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van 115-120 cm-mv. De GHG wordt geschat op 120 cm-mv. De GLG ligt op 290-300 cm-mv.

Boring 7:

De boring is gesitueerd langs de oostelijke rand aan de noordzijde van perceel 62, in het daar aanwezige bosperceel. Ook hier is de GHG conform de gegevens van het grondwatermodel van de provincie te hoog (0-40 cm-mv, zie Figuur 2.6).

Het profiel is zandig tot ongeveer 110 cm-mv ($\pm 20,80$ m+NAP). Tussen 110 en 145 cm-mv bevindt zich een witte laag bestaande uit zeer fijn materiaal, die vermoedelijk bestaat uit sterk lemig zand dat volledig is uitgedroogd. Hieronder is het bodemmateriaal opnieuw overwegend zandig, tot een diepte van 370 cm-mv ($\pm 18,20$ m+NAP). Tussen 245 en 280 cm-mv is het zand vochtig maar niet verzadigd. Daaronder is het zand verzadigd.

Roest is aanwezig vanaf 40 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van circa 145 cm-mv. De GHG wordt geschat op ongeveer 150 cm-mv. De GLG ligt op 270 cm-mv.

Boring 8:

Deze boring is gesitueerd op de rand van leemput B, ongeveer 1 meter van het heersende waterpeil. De locatie is gekozen om de opbouw van de bodem in de omgeving van de put vast te stellen, en om te onderzoeken waarom deze put wel water houdt en leemput A (bij boring 4) niet.

Het profiel is hier tot een diepte van 200 cm-mv ($\pm 18,40$) lemig. Tot een diepte van 70 cm-mv bestaat het materiaal uit harde leem. Tussen 70 en 100 cm-mv is het materiaal zandiger en meer korrelig van structuur. Nog dieper, tussen 100 en 140 cm-mv, verdwijnt het zandige karakter en is de leem hard en stevig. Onder 140 cm-mv tot 200cm-mv is de leem zachter en kneedbaarder, maar nog steeds taai. Op een diepte van 200 cm-mv wordt zeer fijn zandig materiaal aangeboord dat verzadigd is met water. De actuele grondwaterstand in het boorgat ligt ten tijde van de boring op 135 cm-mv ($\pm 19,05$ m+NAP). Dat is ongeveer 110 m lager dan het waterpeil in de poel. Dit is de stijghoogte van het grondwater onder de dikke leemlaag. Hieruit blijkt dat de bodem van leemput B bestaat uit leem.

Roest is aanwezig vanaf maaiveld tot 220 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men eveneens vrijwel vanaf maaiveld.

Schattingen van GHG en GLG zijn hier bijzonder lastig, omdat het watersysteem in de vijver periodiek losstaat van het grondwater. De GHG ligt hier vermoedelijk boven maaiveld. De GLG ligt uitgaande van het heersende peil in het boorgat en de heersende grondwaterstand in de periode van het jaar dieper dan 135 cm-mv ($=19,09$ m+NAP). Het feit dat op 220 cm-mv nog steeds roest wordt gevonden, suggereert dat de GLG veel dieper ligt.

Boring 9:

Deze boring ligt, net als boring 10, strikt genomen buiten het tot natuurbegraafplaats te ontwikkelen terrein op de zuidelijke rand van perceel 20. Conform de cijfers m.b.t. de GHG uit het grondwatermodel van de provincie is de hoogste grondwaterstand hier niet kritisch (140-160 cm-mv, zie Figuur 2.6).

Tot een diepte van 175 cm-mv ($\pm 21,05$ m+NAP) is de bodem overwegend zandig. Tussen 175 en 185 cm-mv wordt het zand hard en vrij sterk lemig. Tussen 185 en 210 cm-mv bestaat de bodem uit zeer fijn zandige leem. Het materiaal is vochtig maar niet nat.

Beneden 210 cm-mv tot een diepte van 300 cm-mv bestaat het profiel opnieuw uit fijn zand. Het zand is vochtig tot 260 cm-mv. Tussen 290 en 300 cm-mv is het zand nat maar nog niet volledig verzadigd. De heersende grondwaterstand werd (net) niet bereikt.

Roest is aanwezig vanaf 50 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van ongeveer 175 cm-mv. De GHG wordt geschat ongeveer 170 cm-mv, net boven de aanwezige leemlaag. Boven de aanwezige leem is mogelijk sprake van hangwater (neerslaglens) . De GLG ligt dieper dan 300 cm-mv.

Boring 10:

De boring is gesitueerd op de noordelijke rand van perceel 20. Het boorpunt ligt net buiten het tot begraafplaats te ontwikkelen gebied. Ook hier is de GHG volgens de cijfers uit het grondwatermodel van de provincie niet kritisch (140-160 cm-mv, zie Figuur 2.6).

Het profiel is overwegend zandig tot een diepte van 240 cm-mv ($\pm 19,80\text{m} + \text{NAP}$). Tussen 240 en 260 cm-mv (20 cm: tot $19,60\text{m} + \text{NAP}$) bestaat het profiel uit zeer fijn zandige leem.

Onder deze leemlaag, tussen 260 en 270 cm-mv is het materiaal zeer fijn zandig, maar niet lemig. Daaronder, tot een diepte van 310 cm-mv ($\pm 19,10\text{m} + \text{NAP}$) is het zand opnieuw sterk lemig (met roestaders tot 300 cm-mv). Tussen 310 en 320 cm-mv bestaat het materiaal uit verzadigd zeer fijn zand.

Roest is aanwezig vanaf 50 cm-mv. Reductieverschijnselen vindt men vanaf en diepte van 170 cm-mv. De GHG wordt geschat op 170 cm-mv. De GLG ligt op 320 cm-mv.

2.3 Grondwater.

Voor de inrichting van een nieuwe begraafplaats wordt vereist dat voor het begraven in de open grond in 1 laag de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) niet hoger is dan 135 cm-mv.

Voor het vaststellen van de heersende hoogste grondwaterstanden worden drie sporen bewandeld:

- 1) In eerste instantie biedt het grondwatermodel van de Provincie Noord-Brabant de mogelijkheid om gedetailleerde kaarten te maken van de heersende gemiddelde grondwaterstanden. Deze gegevens zijn beschikbaar via Internet (www.bodemwijzer.brabant.nl).
- 2) Gegevens van bestaande peilbuizen in de nabije omgeving. In het nabije verleden zijn in de omgeving een aantal peilbuizen geplaatst. Er zal worden bekeken in hoeverre de tot nu toe opgebouwde peilreeksen bruikbaar zijn om een indicatie te geven van de heersende GHG. Er zijn geen peilbuizen in het terrein zelf.
- 3) Door het verrichten van een aantal boringen, verspreid in het terrein, waarbij de hoogteligging, het bodemtype en de volgens het grondwatermodel optredende GHG's een leidraad vormen, wordt op diverse plekken de hoogte van de daadwerkelijk optredende GHG vastgesteld in het bodemprofiel. Hierbij is het optreden van ijzerneerslagen in combinatie met het optreden van reductie- vlekken in het profiel vaak maatgevend. De hoogte in het profiel waar de gegeven combinatie van verschijnselen zich nog voordot is doorgaans de hoogte van de hoogste grondwaterstand. In een aantal van de boorgaten zijn peilbuizen geplaatst. Hiermee is een nieuw hydrologisch meetnet ingericht, dat de mogelijkheid biedt om de grond- en oppervlaktewaterstanden in de toekomst te kunnen volgen

2.3.1 Grondwatermodel Provincie Noord-Brabant:

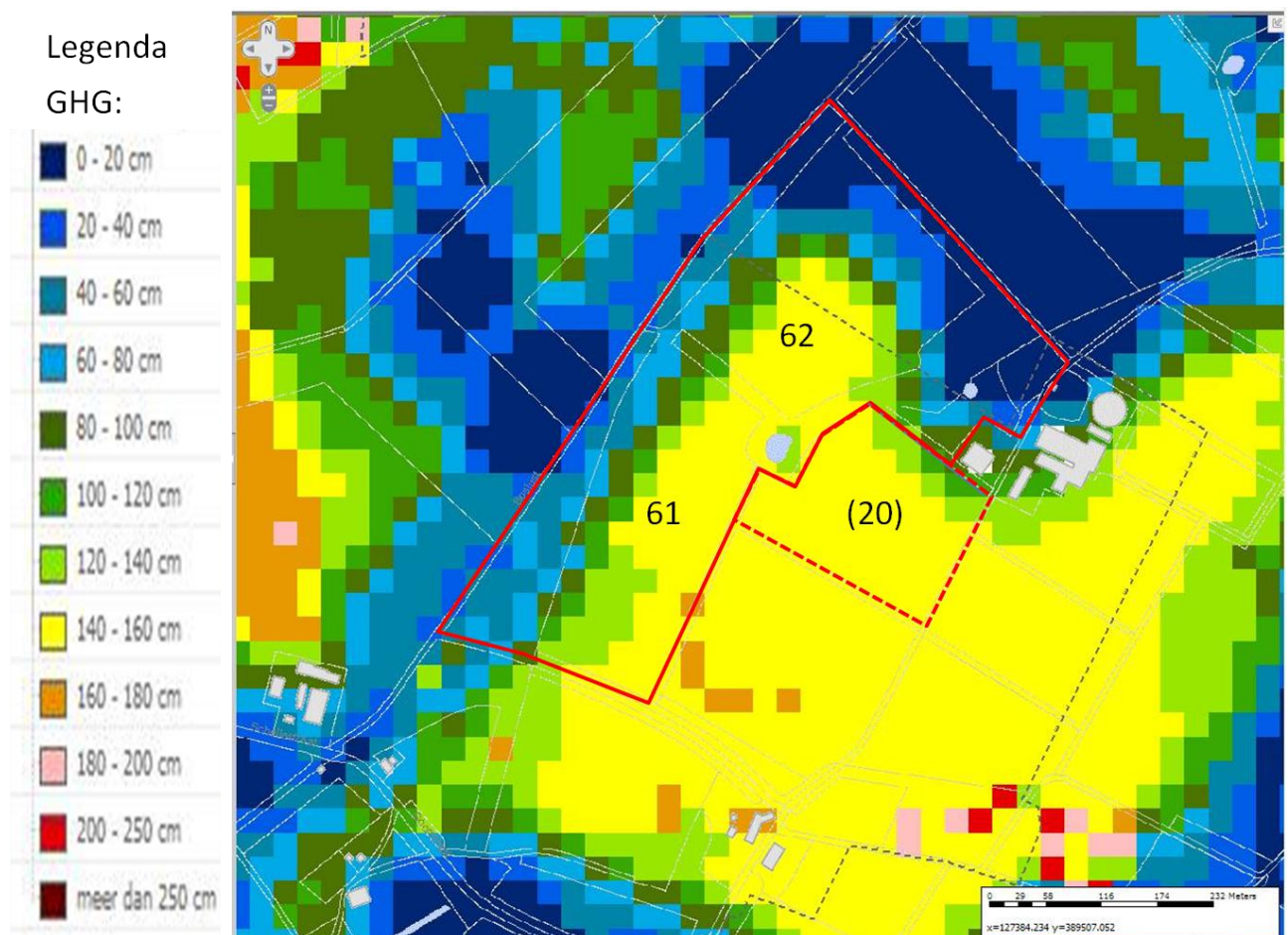
In de Wateratlas van de Provincie Noord-Brabant (REGIS-model, ALTERRA-model) zijn overzichten te vinden van de heersende gemiddelde grondwaterstanden. Voor deze opdracht is met name de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van belang.

De waarden die op basis van de onderliggende hydrologische modellen (REGIS/ALTERRA-model) worden berekend moeten als indicatief worden verondersteld voor de heersende situatie.

Gegevens worden weergegeven in ranges van meestal 20 cm (b.v. GHG 0-20 cm-mv, 20-40 cm-mv)

In Figuur 2.6 is een overzicht te zien van de volgens het model in het terrein heersende GHG's.

Op basis van een kaart van de GHG volgens het model kan globaal worden ingeschat welke delen van het terrein voor ontwikkeling van een begraafplaats in aanmerking zouden kunnen komen. Dit gebeurt in paragraaf 3.3.1.



Figuur 2.6: GHG conform het grondwatermodel van de Provincie Noord-Brabant.

Op basis van de kaart kan tevens een boorplan worden opgesteld om de daadwerkelijk optredende GHG aan de hand van bodemkenmerken vast te stellen.

Onduidelijk is in hoeverre in het grondwatermodel rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van ontwaterende voorzieningen, zoals sloten en greppels, en in dit specifieke geval, twee diepe leemputten, die een aanzienlijke ontwaterende invloed op hun directe omgeving hebben. Gezien het feit dat de aanwezigheid van de putten ogenschijnlijk geen invloed lijkt te hebben op de GHG eromheen, is dat vermoedelijk niet het geval.

Het grondwatermodel moet daarom, ondanks dat het een redelijke indicatie geeft van de optredende grondwaterstanden en het verloop ervan in de ruimte, voor het gegeven doel als een te grof stuk gereedschap worden gezien om de daadwerkelijk optredende grondwaterstanden voldoende nauwkeurig vast te stellen.

De daadwerkelijk optredende grondwaterstanden worden daarom vervolgens getracht op te helderen met metingen in peilbuizen in de directe omgeving.

Waar gegevens uit peilbuizen in het terrein zelf geen uitkomst bieden en de in het model weergegeven GHG-waarden kritisch zijn ten opzichte van de gestelde eis zal met een aantal boringen worden vastgesteld in hoeverre de door het model gegenereerde waarden worden gehaald.

2.3.2 Gegevens van peilbuizen in de omgeving

Voor het raadplegen van gegevens van peilbuizen is de databank van TNO (DINO-loket) in Nederland de belangrijkste ingang.

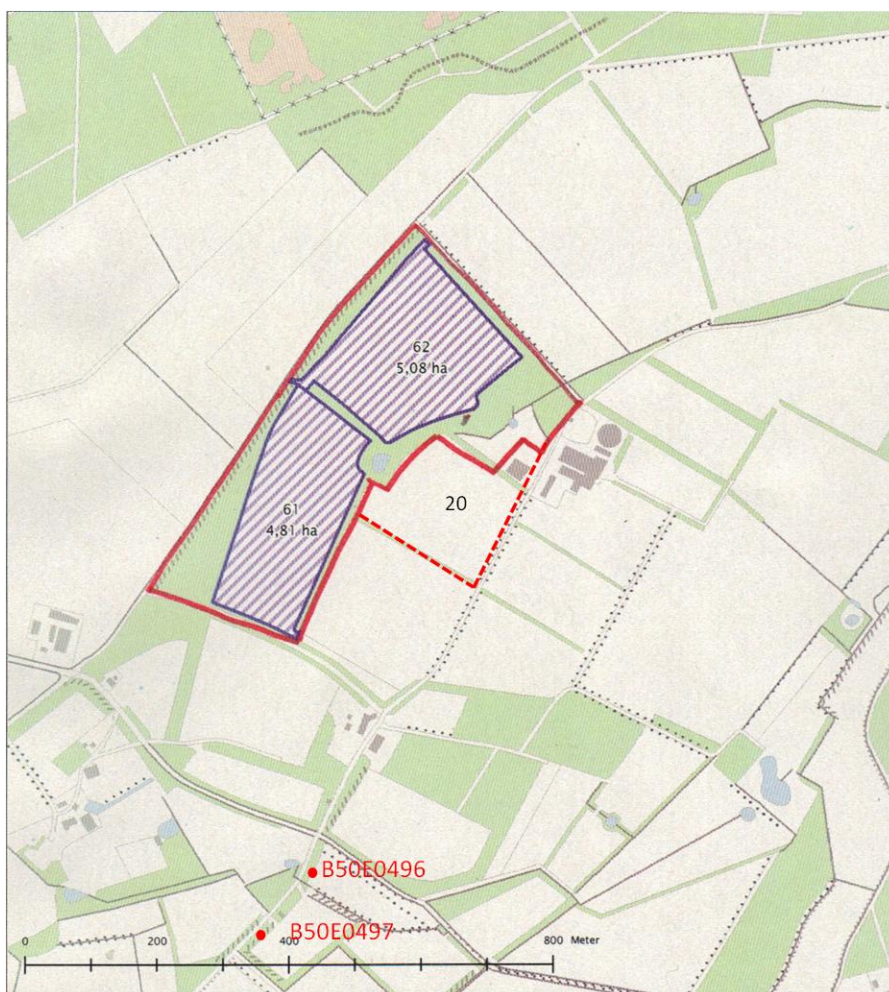
Daarnaast zijn in 2010 door de Bosgroep Zuid-Nederland in het kader van een ecohydrologische analyse van het landgoed (Zwaard & van der Burg, 2011) een aantal peilvoorzieningen geplaatst. Hoewel de meetreeksen

van deze buizen nog vrij kort zijn, zullen ze toch worden geraadpleegd om een indruk te verschaffen van het peilverloop in het afgelopen jaar.

Peilbuizen in beheer bij TNO

Bij het DINO-loket van TNO is nagegaan of er zich in de (zeer) nabije omgeving peilbuizen bevinden, op basis waarvan de GHG kan worden vastgesteld.

Er blijken in de directe nabijheid 2 peilbuizen te zijn. Deze staan bij de oprit naar de camping op het landgoed. Het betreft hier de buizen B50E0496 en B50E0497. Figuur 2.7 toont de ligging van de buizen ten opzichte van het projectgebied.



Figuur 2.7: Ligging van de peilbuizen in beheer bij TNO.

Tabel 2.3 toont een overzicht van de kenmerken van de buizen.

Buis nr.	X-coörd.	Y-coörd.	MV (m+NAP)	MP (m+NAP)	Meetperiode	Bov. Filter (m+NAP)	Ond. Filter (m+NAP)
B50E0496	127540	388630	20,52	20,48	1952-1978	-	-
B50E0497	127486	388563	20,80	20,75	1994-2011	19,25	18,75

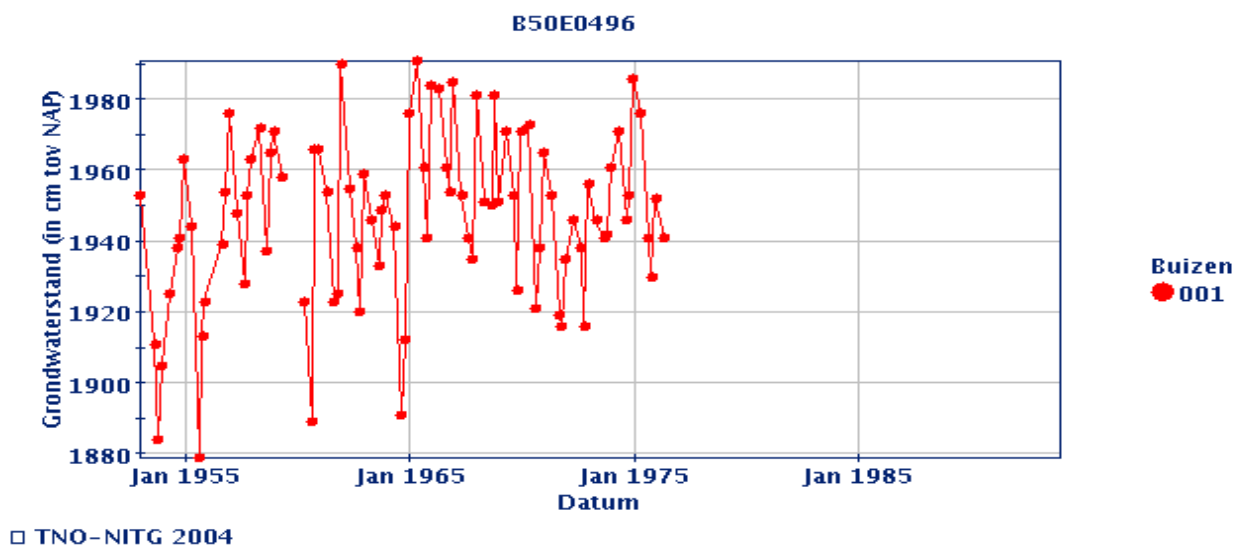
Tabel 2.3: Stamgegevens van TNO-buizen in de nabij omgeving.

Buis 50E0497 blijkt een vervanging te zijn voor de oude buis 50E0496, die tussen 1952 en ± 1978 werd opgenomen. Van de periode 1978-1993 ontbreken gegevens.

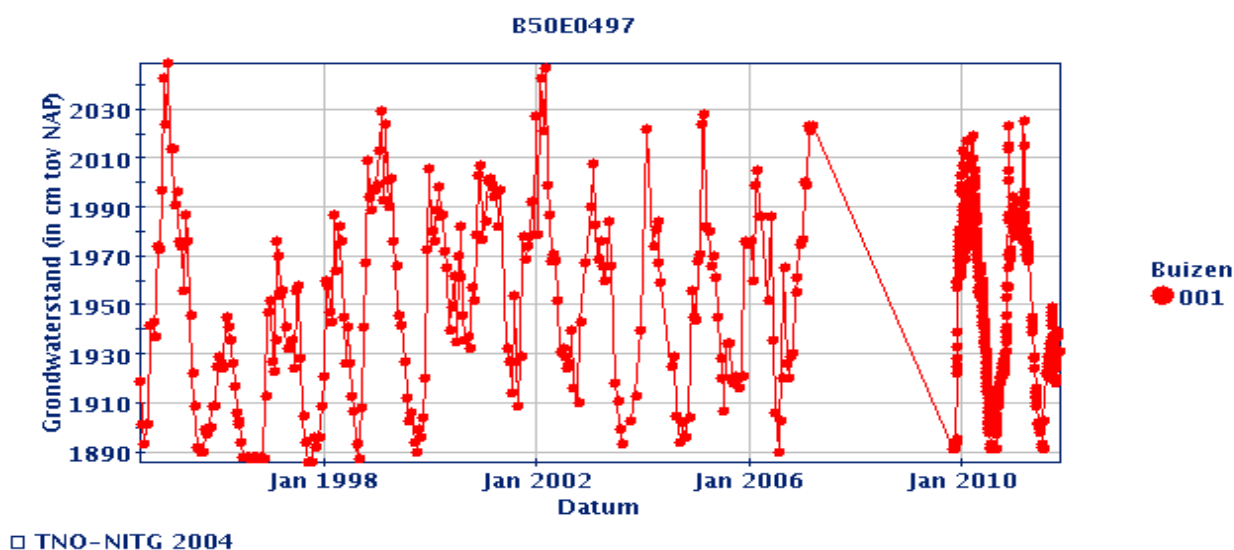
In Figuur 2.8 en Figuur 2.9 is het globale peilverloop van de beide buizen te zien.

Ondanks dat de meetlocaties maar ongeveer 100 meter van elkaar verschillen, lijkt er tussen de meetreeksen van de buizen toch een aanzienlijk verschil te bestaan tussen de meetwaarden.

Bij de oude buis 50E0496 komt de maximaal gemeten stand niet boven 19,90 m+NAP (± 60 cm-mv).



Figuur 2.8: Peilverloop van Buis 50E0496 in de periode 1952-1978.



Figuur 2.9: Peilverloop van Buis 50E0497 in de periode 1994-2011.

Bij de nieuwere buis 50E0497 zijn de hoogste gemeten grondwaterstanden een stuk hoger (tot 20,45 m+NAP, overeenkomend met 35 cm-mv). In de laatste 8 jaar (sinds 2003) liggen de hoogste gemeten waarden tussen 20,20 en 20,30 m+NAP (50 tot 60 cm –mv). Tussen de reeksen zit een verschil in (globale) GHG van ± 20 -30 cm (jongere waarden hoger).

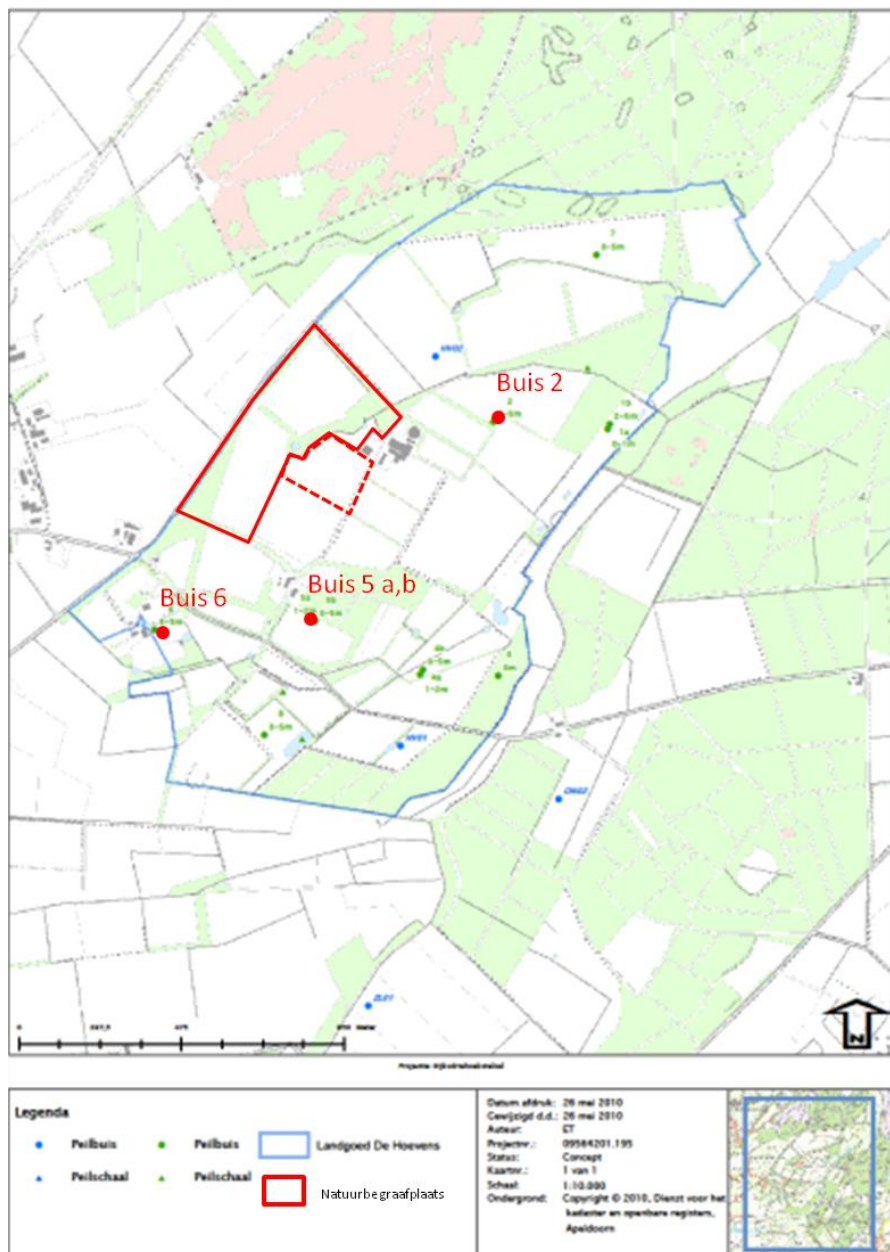
Dit verschil is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan een verschil in meetfrequentie tussen de beide reeksen. In de oude reeks werd enkele malen per jaar gemeten (± 50 punten in de periode 1965-1975) terwijl in de nieuwere reeks waarschijnlijk de ‘standaard’ meetfrequentie van 2 x per maand (26 x per jaar) werd gehanteerd. Doordat de grondwaterstand een snelle fluctuatie kent, is met een lagere meetfrequentie de kans relatief groot dat de allerhoogste waarden worden gemist.

Ten opzichte van de maaiveldhoogtes in de in dit rapport beschouwde percelen (maaiveldhoogte variërend van $\pm 22,0$ tot $23,0$ m+NAP)) liggen de in buis 50E0497 gemeten hoogste grondwaterstanden (op een afstand van 400-900 m) tussen 1,70 en 2,70 m onder maaiveld (uitgaande van een hoogst grondwaterstand van 20,30 m+NAP).

Peilbuizen in beheer bij de Bosgroep Zuid-Nederland.

In de zomer van 2010 is door de Bosgroep Zuid-Nederland in het kader van een ecohydrologisch onderzoek op het landgoed (Zwaard & van der Burg, 2011) een aantal peilbuizen op het landgoed geplaatst. Figuur 2.10 toont een overzicht van de locaties.

Voor het gegeven onderzoek zijn de buizen genummerd 2, 5a en 5b en 6 mogelijk interessant.



Figuur 2.10: Overzicht van peilbuizen in beheer bij Bosgroep Zuid-Nederland.

Buis 2 staat ten oosten van de Janshoeve op een afstand van ongeveer 650 m van (het hart) van de te onderzoeken percelen

Buizen 5a en b staan even ten zuiden van het landhuis op een afstand van ongeveer 600 m van (het hart) van de te onderzoeken percelen.

Buis 6 aan de zuidwestelijke rand van het landgoed op een afstand van ongeveer 650 m van (het hart van) de onderzoeken percelen. Tabel 2.4 geeft een overzicht van de stamgegevens van de buizen in kwestie. Aan de buisnummers is de code BG toegevoegd, om aan te geven dat het Bosgroep buizen betreft.

Buis nr.	X-coörd.	Y-coörd.	Mv (m+NAP)	MP (m+NAP)	Meetperiode	Bov. Filter (m+NAP)	Ond. Filter (m+NAP)
Buis 2 BG	128549	389296	20.83	21.56	2010- heden	19.06?	18.06
Buis 5 a BG	127710	388764	22.13	22.55	2010-heden	19.79?	18.79
Buis 5 b BG	127699	388769	22.21	22.67	2010-heden	20.91?	20.41
Buis 6 BG	127305	388764	18.81	22.31	2010-heden	19.81?	18.81

Tabel 2.4: Stamgegevens van relevante peilbuizen in beheer bij de Bosgroep Zuid-Nederland.

In Tabel 2.5 zijn de peilen opgenomen die tot op heden zijn gemeten. De hoogste gemeten peilen zijn in rood weergegeven.

Datum	Buis 2 BG		Buis 5a BG (diep)		Buis 5b BG (ondiep)		Buis 6 BG	
	cm-mv	m+NAP	cm-mv	m+NAP	cm-mv	m+NAP	cm-mv	m+NAP
17-7-2010	214	18.69	296	19.17	D	D	203	19.71
20-8-2010	230	18.53	317	18.96	D	D	220	19.54
7-10-2010	217	18.66	286	19.27	D	D	214	19.60
24-3-2011	134	19.49	205	20.08	180	20.41	121	20.53
18-8-2011	215	18.68	301	19.12	D	D	200	19.74

Tabel 2.5: Gemeten peilen in de buizen in beheer bij de Bosgroep (uit: Zwaard & van der Burg, 2011).

Op basis van de beperkte hoeveelheid metingen is het nog niet mogelijk op basis van de gegeven peilen een indruk te krijgen van de GHG in de Bosgroep buizen.

Uit de tot op heden gemeten reeksen is wel op te maken dat de grondwaterstand in noordoostelijke richting (van buis 6 naar 5 en vervolgens naar 2) afneemt. Tussen de peilen in buis 6 (hoger peil) en 2 (lager peil) zit in alle metingen ongeveer 1 meter verschil.

Dit ondersteunt de stelling dat de stromingsrichting van het grondwater in hoofdzaak oostelijk, met een vrij sterke noordwaartse component is.

Ook is uit de metingen van de Buizen 5 a (diep) en 5 b (ondiep) duidelijk, dat er zich in de ondergrond, grofweg tussen 18,80 en 20,40 m+NAP een storende (weerstandbiedende) laag bevindt. Het peil in de ondiepe buis is immers (op 24-3-2011) ruim 30 cm hoger dan in de diepe buis. Dit duidt erop dat de diepere infiltratie van regenwater wordt vertraagd of zelfs belemmerd door een weerstandbiedende laag. In het boorprofiel van Buis 5a werd op ± 300 cm-mv ($\pm 19,50$ m+NAP) een laagje veen aangetroffen, dat als weerstandbiedend zou kunnen worden beschouwd (zie: Zwaard & van der Burg, 2011). Het filter van Buis 5a steekt (deels) onder de genoemde laag. Buis 5b staat met het filter (ruim) boven de veenlaag.

Voor de ontwikkeling van een natuurbegraafplaats is de aanwezigheid van een ondiepe weerstandbiedende laag ongewenst. Dit zou er immers voor kunnen zorgen dat in natte perioden de ondiepe grondwaterstand door gebrekkige infiltratie hoger oploopt dan voor de exploitatie van een begraafplaats gewenst is. De verbreiding van weerstandbiedende lagen zal derhalve nader moeten worden onderzocht.

Wanneer de hoogst optredende grondwaterstanden in de raai Buis 6 - Buis 2 wordt geëxtrapoleerd, dan is de stand midden tussen de buizen, ter hoogte van de percelen 61 en 62, ongeveer 20,0 m+NAP.

Uitgaande van een maaiveldhoogte tussen 23,0 en 22,0 m+NAP (in percelen 61 en 62) zou dat een grondwaterstand in de gegeven percelen tussen 2,0 en 3,0 m-mv betekenen. Dat is ruimschoots lager dan de vereiste 1,35 m-mv, zoals in het Besluit op de Lijkbezorging wordt gesteld (zie Figuur 1.2).

Een dergelijke extrapolatie mag niet zondermeer worden gebruikt om de heersende grondwaterstanden in de om te vormen te bepalen, zeker niet op basis van een dergelijke korte meetreeks, maar geeft wel een indruk van de globale hoogte van de grondwaterstanden in de percelen. Om deze reden zijn in het terrein een aantal boringen verricht.

2.3.3 GHG-bepaling a.h.v. hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel.

Om de verbreiding van mogelijke weerstandbiedende bodemlagen en de in de om te vormen percelen voorkomende (hoogste) grondwaterstanden nader te onderzoeken is een aantal boringen verricht. In Tabel 2.2 is de exacte locatie van de boorpunten vermeld met de diepte van de boringen. De ligging van de boorpunten is te vinden in Figuur 2.5. De bespreking van de bodemopbouw vindt men in paragraaf 2.2.2. In het onderstaande wordt toegelicht op welke wijze de heersende GHG is vastgesteld.

De heersende GHG is op grond van het voorkomen van bepaalde hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel vast te stellen. Men let hierbij op het optreden van roestvlekken en/of een roestbruine kleur van het bodemmateriaal in combinatie met het optreden van sporen van reductie (van ijzer). De laatste zijn dikwijls te zien als zwarte vlekjes.

De hoogte in het bodemprofiel waarop deze verschijnselen zich samen net wel/net niet voordoen is de maximale stijghoogte (GHG) van het grondwater.

Enige voorzichtigheid is hierbij geboden, met name in terreinen waar in het verleden (50 – 100 jaar) maatregelen zijn genomen om de ontwateringsdiepte (drainage) aanzienlijk te vergroten. Hierdoor kunnen zich nog zgn. fossiele ijzerresten hoger in het profiel voordoen dan in de tegenwoordige tijd het grondwater reikt (in het verleden waren de grondwaterstanden hoger). Het optreden van reductie (vlekken) in combinatie met roest, duidt erop dat het grondwater in het recente verleden.

In de boringen op het landgoed De Hoevens bevindt zich in veel gevallen roest vrij hoog in het profiel, dat als fossiel restant van grondwaterinvloed uit vervlogen tijden moet worden aangemerkt. Dit geeft aan de grondwaterstanden in het verleden (aanzienlijk) hoger zijn geweest. De komst van de beide leemputten op het terrein (na 1900) heeft een behoorlijke ontwaterende invloed, en heeft de heersende grondwaterstanden doen dalen. Dat is vooral goed te zien bij de boorpunten 5 en 7, dicht in de buurt van de putten. Fossiele restanten van ijzer in het profiel maken het lastig de hoogte van de GHG goed te schatten, omdat de schatting gebaseerd moet worden op de grootste hoogte waar naast roest (geoxideerd ijzer) ook reductie (gereduceerd ijzer) voorkomt. In Tabel 2.6 zijn de schattingen van GHG en GLG te zien. Enkele waarden zijn in een later stadium van het onderzoek, op basis van een vergelijking van de helling tussen de geschatte GHG's en de helling tussen de gemeten grondwaterstanden tussen de punten, aangepast. Hierbij is rekening gehouden met een zekere opbolling van de grondwaterspiegel op grond van verschillen in de maaiveldhoogte.

Boorpunt	Geschatte GHG (cm-mv)	Geschatte GLG (cm-mv)	Opmerkingen
1	135	330-340	
2	150	> 330	GHG aangepast naar 170
3	110	± 330	GHG aangepast naar 130
4	>0 (niet relevant)	> 260	GLG moeilijk vast te stellen: leem
5	180	>> 300	
6	120	290-300	
7	Onduidelijk > 140	± 280	
8	>0 (niet relevant)	Onduidelijk	GLG moeilijk vast te stellen: leem
9	170	> 300	
10	160-170	± 320	

Tabel 2.6: Overzicht van in de boringen geschatte GHG's en GLG's.

Uit de tabel blijken slechts 2 punten op basis van de geschatte GHG's niet de voldoen aan de eis van 135 cm-mv, n.l. BP 3 en 6 (rood gemarkeerd). Op de overige punten is de GHG laag genoeg om begraving in 1 laag te kunnen laten plaatsvinden.

2.3.4 Hydrologisch meetnet natuurbegraafplaats.

In een aantal boorgaten is een peilbuis geplaatst. Met de peilbuizen kan de grondwaterstand en -kwaliteit in de te ontwikkelen begraafplaats in de toekomst worden gemonitord. Zo kan worden vastgesteld of de heersende waterstanden duurzaam voldoen aan de ten behoeve van de ontwikkeling van een begraafplaats gestelde eisen. De peilbuizen bieden tevens de mogelijkheid om, indien gewenst door het Waterschap, de kwaliteit van het ondiepe grondwater te kunnen vaststellen. Daarmee kan worden gemonitord of de grondwaterkwaliteit duurzaam voldoet aan de eisen ten aanzien van het weglekken van stoffen.

Het nieuwe meetnet bestaat uit 6 meetpunten: 5 peilbuizen en een peilschaal. Tabel 2.7 geeft een overzicht van de nieuwe meetpunten. De nummering correspondeert met de nummering van de boringen. De ligging is te zien in Figuur 2.5.

Meetpunt	X-coörd.	Y-coörd.	mv (m+NAP)	MP (m+NAP)	Lengte buis (cm)	Ond. Filter (m+NAP)	Bov. Filter (m+NAP)
Buis 1	127407	389099	22,46	22,41	400	18,41	19,41
Buis 3	127482	389313	22,66	22,63	410	18,53	19,53
Buis 4	127643	389283	20,13	21,16	285	18,31	19,31
Buis 6	127700	389595	22,04	22,00	418	17,82	18,82
Buis 7	127835	389396	21,91	22,41	478	17,63	18,63
Peilschaal 8	127852	389345	± 20,11	21,31 (=120)	120	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 2.7: Overzicht van de stamgegevens van de hydrologische meetpunten.

De buizen 1, 3 en 6 zijn afgewerkt met een zgn. straatpot (zwart kunststof met blauw deksel) en de ligging is aan de rand van het pad aangegeven met een piket met oranje top. De buizen 4 en 7 zijn boven maaiveld afgewerkt met een zgn. topdop. Ook hun ligging is in de perceelrand langs het pad gemarkeerd met een piket met oranje punt.

Ten behoeve van het plaatsen van een peilschaal (meetpunt 8) is in de noordelijke uitloper van de vijver bij de Janshoeve een hardhouten paal geplaatst, waarop een maatverdeling met een lengte van 120 cm is bevestigd. De top van de paal (ingemeten t.o.v. van NAP) correspondeert met de aanduiding 120 op de schaal.

In Tabel 2.8 zijn de waterstanden zoals die werden opgenomen direct na installatie van de meetpunten (ongestabiliseerd) en de eerste waarnemingen (tijdens het inmeten en afwerken van de voorzieningen) in gestabiliseerde toestand weergegeven.

Datum	Buis 1		Buis 3		Buis 4		Buis 6		Buis 7		Peilschaal 8	
	cm	m+NAP	cm	m+NAP	cm	m+NAP	Cm	m+NAP	cm	m+NAP	cm schaal	m+NAP
14-11-2011	275	19,66	-	-	D	D	277	19,23	-	-	-	-
15-11-2011	-	-	296	19,67	-	-	-	-	315	19,26	-	-
18-11-2011	271	19,70	296	19,67	170	19,46	275	19,25	315	19,26	-	20,19
9-12-2011	276	19,65	301	19,62	122	19,94	281	19,19	319	19,22	11	20,22
28-12-2011	249	19,92	265	19,98	82	20,34	246	19,54	277	19,64	39	20,50
14-1-2012	225	20,16	241	20,22	81	20,35	226	19,74	253	19,88	46	20,57

Tabel 2.8: Gemeten peilen in de buizen in het nieuwe meetnet.

Voor de peilen in de buizen 1, 3, 6 en 7 is het wenselijk dat deze worden getoetst aan het criterium dat de hoogste grondwaterstand lager dient te blijven dan 135 cm-mv. Voor de peilen in de meetpunten 4 en 8 is dat niet van belang. Op deze locaties zullen immers geen graven worden geplaatst.

2.4 Inrichtingsadviezen voor nieuwe begraafplaatsen uit de Inspectierichtlijn Lijkbezorging.

In de Inspectierichtlijn Lijkbezorging (Inspectie van de Volksgezondheid en Milieuhygiëne, 1999) staan in Bijlage 2 “Technische adviezen voor de inrichting van begraafplaatsen en graven” een aantal aanbevelingen ten aanzien van de inrichting van (nieuwe) begraafplaatsen.

In de onderstaande paragrafen worden de belangrijkste genoemd.

Bij de Gemeenten Alphen –Chaam en Goirle is nagegaan of ten opzichte van het in de Inspectierichtlijn gestelde aanvullende (scherpere) eisen bestaan ten aanzien van de inrichting.

Daarnaast is bij het Waterschap Brabantse Delta nagegaan welke eisen er bestaan ten aanzien van de kwaliteit van het ondiepe grondwater en van het water dat de begraafplaats via het oppervlaktewater verlaat. Deze eisen zullen worden ingebed in aanbevelingen ten aanzien van het uiteindelijke inrichtingsontwerp. Genoemde instanties geven in eerste instantie aan geen nadere eisen te stellen ten aanzien van het in de Inspectierichtlijn gestelde.

De feitelijke inrichting valt buiten het kader van dit onderzoek, maar het kan wel een bijdrage leveren om eventueel aan te leggen ont- en afwateringsvoorzieningen te kunnen dimensioneren zo, dat het water dat de begraafplaats verlaat voldoet aan de kwaliteitseisen.

2.4.1 Bodemgesteldheid

In de Inspectierichtlijn Lijkbezorging wordt gesteld dat de bovengrond in het tot begraafplaats om te vormen terrein bij voorkeur zandig is en zo over voldoende porositeit beschikt. Dit is nodig om gedurende het proces van lijkvertering voor een vlotte gasuitwisseling met de buitenlucht te kunnen zorg dragen. Een groot deel van de verteringsproducten is immers gasvormig (kooldioxide, stikstof(oxiden), zwaveldioxide, methaan, e.d.) en zal door diffusie naar de buitenlucht worden afgevoerd.

2.4.2 Hydrologische isolatie van de begraafplaats

In de Inspectierichtlijn Lijkbezorging wordt geadviseerd om afhankelijk van de geohydrologische situatie ter plaatse, een ont- en afwateringssysteem onder en rond het terrein aan te leggen. Een dergelijk systeem bestaat uit buisdrainage waarbij het drainagewater in een ringsloot o.i.d. wordt verzameld en zo nodig apart kan worden afgevoerd.

Met een dergelijk systeem kunnen, indien nodig, de waterpeilen in het terrein worden gereguleerd, en kan worden voorkomen dat uit het terrein weglekkende stoffen zich ongecontroleerd naar de omgeving verspreiden. Een goede ontwatering komt de snelheid van lijkvertering ten goede.

De richtlijn stelt dat wanneer de grondwaterstand ondieper ligt dan 3,5 m-mv wordt aanbevolen een drainagesysteem aan te leggen. Niet duidelijk is welke grondwaterstand hier precies mee bedoeld wordt.

2.4.3 Afvoer van water

De Inspectierichtlijn Lijkbezorging geeft aan dat drainagewater uit nieuw aan te leggen begraafplaatsen, gezien het feit dat dit water verhoogde gehalten van ‘ongewenste’ stoffen kan bevatten, bij voorkeur dient te worden afgevoerd naar het riool.

Ook het Waterschap Brabantse Delta stelt zich op het standpunt dat belasting van het oppervlaktewater, in dit specifieke geval de Oude Leij, die een hoge natuurdoelstelling heeft, met het drainagewater uit een begraafplaats ongewenst is. De Oude Leij stroomt door het Natura2000-gebied Regte Heide en Riels Laag waar gezien de doelstellingen m.b.t. habitattypen van arme zandgronden geen (extra) belasting met stoffen gewenst is. Ten aanzien van de waterkwaliteit van de Oude Leij (KRW-type R4 Permanent langzaam stromende bovenloop op zand) worden de normen gehanteerd zoals vermeld in Tabel 2.9.

Voor overige meer algemene waterkwaliteitsparameters (zoals sulfaat, natrium, kalium, calcium, magnesium e.d.) worden vanuit de KRW geen specifieke eisen gesteld.

Een uitzondering wordt gevormd door ammonium. Vanuit de functie viswater geldt voor ammonium een maximum gehalte van 0,8 mg/l.

Parameter	Norm (GEP)	Huidige situatie	Toelichting
Zuurstofverzadiging zomergemiddelde (%)	50-100	Goed	G1
Zuurgraad zomergemiddelde (-)	4,5-8,0	Goed	G1
Chloride zomergemiddelde (mg Cl/l)	40	Matig	G1
Totaal-stikstof zomergemiddelde (mg N/l)	4	Goed	G1
Totaal-fosfaat zomergemiddelde (mg P/l)	0,12	Matig	G1
G1: maatlat voor natuurlijk water.			

Tabel 2.9: Overzicht van waterkwaliteitseisen ten aanzien van de Oude Leij (KRW-type R4 Ambitieniveau HOOG).

De normering voor andere stoffen wordt sinds 2010 geregeld in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (Bkmw, 2009: Min. VROM- V&W en LNV, 2010a). In Bijlage I zijn richtwaarden opgenomen voor zgn. prioritaire stoffen.

Daarnaast zijn een normen voor zgn. specifiek verontreinigende stoffen opgenomen in de Regeling Monitoring kaderrichtlijn Water (Min. VROM- V&W en LNV, 2010b)

Voor een compleet overzicht van normen voor deze stoffen wordt verwezen naar de website van de Overheid:

Bkmw 2009: http://wetten.overheid.nl/BWBR0027061/geldigheidsdatum_22-02-2012#BijlageI

Regeling monitoring kaderrichtlijn water: http://wetten.overheid.nl/BWBR0027502/geldigheidsdatum_22-02-2012.

Tabel 2.10 geeft voor een aantal mogelijk uit een begraafplaats weglekkende stoffen een overzicht van de geldende normen in oppervlaktewater, zoals die in Bijlage I van de Bkmw (2009) te vinden zijn.

De genoemde parameters zijn gekozen op basis van Tabel 6 uit “Terug naar de natuur” (De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2007), waarin de geschatte gehalten van stoffen die zich in het menselijk lichaam bevinden op een rij zijn gezet.

Parameter	eenheid	MTR (maximaal toelaatbaar risico)	Jaargemiddelde concentratie	MAC (maximaal aanvaardbare concentratie)
Fluoride	mg/l F	1,5	-	-
Kobalt	µg/l Co	-	0,089	1,36
Koper	µg/l Cu	3,8	-	-
Zink	µg/l Zn	-	7,8	15,6
Arseen	µg/l As	32	-	-
Borium	µg/l B	650	-	-
Cadmium en verbindingen (afh. van waterhardheidsklasse)	µg/l Cd	-	<0,08(klasse 1) tot 0,25 (klasse 5)	<0,45 (klasse 1) tot 1,5 (klasse 5)
Chroom	µg/l Cr	-	3,4	-
Lood	µg/l Pb	11	7,2	-
Tin	µg/l Sn	-	0,6	36
Seleen	µg/l Se	-	0,052	24,6
Kwik en verbindingen	µg/l Hg	-	0,05	0,07
Nikkel en verbindingen	µg/l Ni	-	0,3	2,0
Antimoon	µg/l Sb	7,2	-	-
Barium	µg/l Ba	-	9,3	148
Vanadium	µg/l V	5,1	-	-
Molydeen	µg/l Mo	-	136	340

Tabel 2.10: Milieukwaliteitsnormen met betrekking tot oppervlaktewater voor een aantal mogelijk uit begraafplaatsen weglekkende stoffen (uit: Bkmw 2009 Bijlage I en Regeling monitoring kaderrichtlijn water (Min. VROM-V&W en LNV, 2010 a, b).

3 Analyse

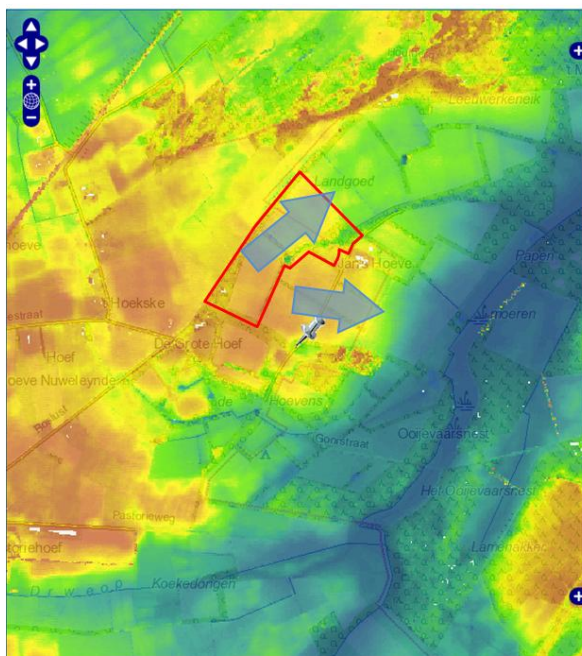
3.1 Hoogteligging en bestaande water(lop)en: stromingsrichting(en) grondwater

In Figuur 3.1 is aan de hand van de geconstateerde hoogteligging met pijltjes aangegeven in welke richtingen oppervlakkig infiltrerend water wordt afgevoerd.

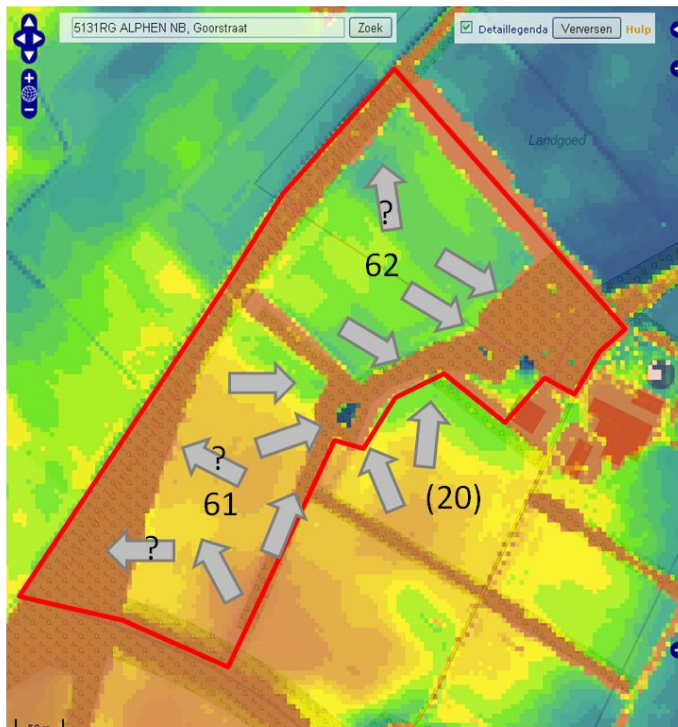
Op basis van de gegeven hoogteligging kan worden gesteld dat de stromingsrichting van het grondwater in hoofdzaak oostwaarts (in de richting van het dal van de Oude Leij) is. In een groot deel van het terrein zit er in het ondiepere deel van het grondwater ook een noordwaarts gerichte component. Die wordt enerzijds veroorzaakt doordat het maaiveld in noordelijke richting lager wordt. Ook de aanwezigheid van het dalletje tussen de beide leemputten in het terrein, dat in noordoostelijke richting afwatert speelt daarbij een rol. Gezien de (detail)hoogteligging in het uiterst zuidelijke deel van het terrein is hier mogelijk ook sprake van een (plaatselijk) westwaarts gerichte stroming, maar deze component kan nooit groot zijn.

De invloed van de beide leemputten in het terrein moet ten aanzien van de detailafwatering niet worden 'uitgevlakt'. De bodem van de putten ligt conform de hoogtekaart op een hoogte van 20,30 m+NAP. Dat is grofweg 2 tot 3 meter lager dan de rest van het terrein. De leemputten zijn daarom belangrijk voor de ontwatering van het terrein. De drainerende invloed die uitgaat van de putten bestrijkt, afgaand op het verloop van de grondwaterstanden, vrijwel het gehele gebied. Een uitzondering hierop vormt de meest noordelijke punt van perceel 62, waar vermoedelijk afvoer in noordelijke richting plaatsvindt.

In perioden waarin het peil van het grondwater in de omgeving boven de bodem van de putten uitstijgt gaat er van de beide leemputten een drainerende werking uit. In de omgeving van de putten zal de stromingsrichting van het grondwater in dergelijk situaties radiaal naar de putten toe zijn. De beide leemputten kunnen daarmee heel goed dienen als ontwateringssysteem van het terrein. Een deel van het water dat in het terrein infiltreert kan met de beide leemputten worden 'ingevangen'.



Hoofdafwateringsrichting(en)



Detailafwateringsrichting(en)

Figuur 3.1: Hoofd- en detailafwateringsrichtingen.

3.2 Bodem

In Bijlage 1b is de bodemopbouw in de verschillende boringen samen weergegeven en aan NAP gerelateerd. is getracht de aangetroffen gelaagdheid in de boringen aan elkaar te relateren. Hiermee ontstaat een schets van de aanwezige gelaagdheid onder het gehele terrein. Tevens ontstaat een indruk van een eventuele scheefstelling van de (weerstandbiedende) lagen, en van de stromingsrichting van het grondwater over deze lagen.

Met de uitgevoerde boringen is de opbouw van de bodem in een tamelijk grote range getracht op te helderen. Deze range loopt van ongeveer 23,00 m+NAP bij BP 2 tot ongeveer 17,50 m+NAP bij BP 4. De gelaagdheid in de bodem is, wanneer de verschillende boorkolommen gerelateerd aan NAP naast elkaar worden gelegd allesbehalve uniform te noemen. De gronden moeten worden gerekend tot de Formatie van Boxtel, die i.h.a. als zeer afwisselend te boek staat. De genoemde formatie is in de loop der tijden door een allegaartje van processen gevormd, wat tot uitdrukking komt in het vaak in een grillig patroon voorkomen van allerlei lagen en laagjes.

In alle boringen in het terrein die voor de ontwikkeling van de natuurbegraafplaats van belang zijn (alle boorpunten m.u.v. 4 en 8) is de bodem tot op grotere diepte zandig en in het algemeen goed watervoerend te noemen. Door het overwegend zandig karakter is de bovengrond vanuit de eis dat sprake moet zijn van een zo goed mogelijke gaswisseling tijdens het proces van lijkvertering, geschikt om begraving te kunnen laten plaatsvinden.

Op verschillende plaatsen worden echter wel dunnere of dikkere pakketten leem aangetroffen, waarvan een zekere weerstand moet worden verwacht. In het onderstaande wordt besproken in hoeverre de aanwezige weerstandbiedende lagen het functioneren van het terrein als natuurbegraafplaats mogelijk in de weg zouden kunnen staan.

Uit de boringen in de punten 4 en 8 blijkt dat er onder het terrein een behoorlijk dikke leemlaag ligt, die voor het verticale transport van grondwater (infiltratie) een grote weerstand vormt. Regenwater zal tot de genoemde laag in de bodem kunnen wegzijgen en vervolgens zijdelings over de laag worden afgevoerd. Met betrekking tot het aangetroffen leempakket zijn een aantal zaken opvallend:

- 1) Op BP 4 ligt de bovenzijde van de leem op $\pm 18,75$ m+NAP. Bij BP 8 ligt aan maaiveld (20,44 m+NAP) al leem en zelfs hoger in het talud is ook leem aanwezig. Vermoedelijk moet worden aangenomen dat het vlak bij BP 4 het meest 'ongestoord' is. Waarschijnlijk heeft men bij de aanleg van de poel bij BP 8 een kuil in de aanwezige leem gemaakt en de verwijderde leem rondom op de oevers gelegd om deze op te hogen. Dat is aannemelijk, omdat het waterpeil in de plas aanzienlijk hoger is dan het grondwaterpeil in de omgeving. De plas heeft, althans gedurende het drogere deel van het jaar, geen direct contact met het grondwater. Men moet het zien als een soort 'soepbord' van leem, dat regenwater invangt, en een deel van het jaar, wanneer de grondwaterstand boven de rand van het bord uitstijgt, ook grondwater uit de omgeving ontvangt. De hoogte van de 'rand' ligt aan de oostzijde van de plas op $\pm 20,60$ m+NAP. Aan de westzijde is de hoogte niet gemeten, maar ligt de rand vermoedelijk lager (bos!).
- 2) Gezien het feit dat ook op de boorpunten 1, 6 en 7 diepten zijn aangeboord, waar bij BP 4 leem wordt aangetroffen, is de verbreiding van de dikke leemlaag, ondanks zijn behoorlijke afmeting, toch tamelijk lokaal. Bij BP 10 worden vanaf 19,80 m+NAP en dieper, gescheiden door een zandlaag ook meerdere (zandige) leemlagen aangetroffen. Deze zouden mogelijk te associëren zijn met de ondiepere voorkomens van leem bij BP 4. Vreemd is dan dat deze lagen bij BP 5, niet zijn aangeboord.

Ook op andere locaties komen in de ondergrond, veel dunnere leemlaagjes voor, die gezien hun diepteligging mogelijk onderling verbonden zijn. Voorbeelden hiervan zijn de leemlagen in BP 1, 2 en 3 (tussen 19,40 en 20,10 m+NAP). Gezien de dikte en de diepteligging (tussen 235 en 320 cm-mv) zijn deze laagjes waarschijnlijk niet zo weerstandbiedend dat ze voor zgn. 'neerslaglenzen' zouden kunnen zorgen, waardoor de grondwaterstand regelmatig te hoog kan oplopen.

Bij de boorpunten 9, 5 en 7 wordt ondieper leem aangetroffen (tussen 110 cm-mv (7) en 185 cm-mv(9)).

Bij BP 9 is de leemlaag vochtig en enigszins weerstandbiedend. Deze laag zou er periodiek (bij hevige buien) mogelijk toe kunnen leiden dat water niet vlot genoeg naar de ondergrond kan worden afgevoerd en de grondwaterstand tijdelijk (doorgaans van korte duur) te hoog (< 135 cm-mv) oploopt (hangwater).

Bij de boorpunten 5 en 7 is de leem dusdanig uitgedroogd (wit i.p.v. grijs) dat van deze lagen geen weerstand (meer) verwacht mag worden. Die uitdroging wordt veroorzaakt doordat de genoemde punten direct naast de twee diepe leemputten zijn gelegen. De drainerende werking die van de beide (gegraven) putten uitgaat, heeft ervoor zorg gedragen dat de leemlagen zelden of nooit meer met water in aanraking komen, en daardoor volledig zijn uitgedroogd.

In de uitgevoerde boringen zijn nergens op het terrein storende (leem)lagen aangetroffen op een diepte ondieper dan 135 cm-mv of in de nabijheid daarvan. De meest ondiep liggende leemlagen die zijn aangetroffen zijn gevonden bij de boorpunten 1 en 2 (235 resp. 300 cm-mv). Ook in de boorpunten 9 en 10 worden leemlagen aangetroffen (185 resp. 240 cm-mv). Alleen in BP 9 vormt de ligging van de leemlaag mogelijk aanleiding voor het periodiek hoger oplopen van de grondwaterstand boven 135 cm-mv, als gevolg van het ontstaan van een (tijdelijke) neerslaglens. Het boorpunt ligt echter buiten het tot begraafplaats te ontwikkelen gebied.

In de beide putten in het gebied, bij de boorpunten 4 en 8 wordt wel ondiep leem aangetroffen (55 en 140 cm-mv (4), resp. aan maaiveld (8)). Op deze locaties komt een dik pakket leem voor, dat de locaties sowieso ongeschikt maakt voor de inrichting van graven. De verbreiding van het dikke leempakket is, gezien het feit dat er in andere boringen tot vergelijkbare diepte niets van wordt gevonden, kennelijk beperkt tot de omgeving van de beide putten en het dalletje ertussenin.

Deze locaties zullen, met het dalletje dat tussen de putten, niet als begraafplaats worden gebruikt.

3.3 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG).

3.3.1 Gegevens grondwatermodel provincie Noord-Brabant.

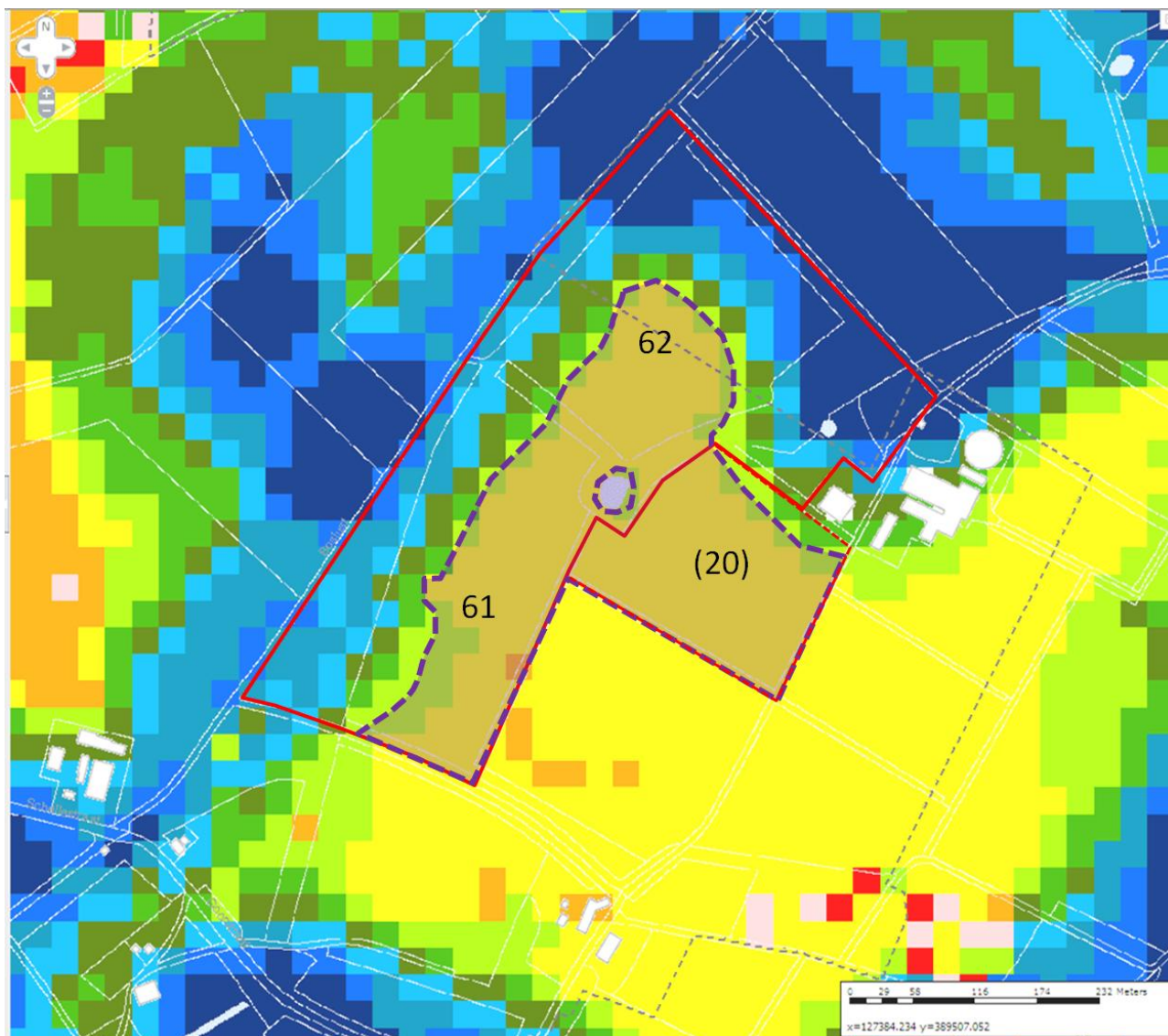
Wanneer de eis van een hoogste gemiddelde grondwaterstand (GHG) van maximaal 135 cm-mv wordt losgelaten op de kaart met GHG's uit het grondwatermodel van de provincie Noord-Brabant, blijft er van de twee percelen die tot begraafplaats zouden moeten worden ontwikkeld, samen ± 10 ha, minder dan de helft over, die geschikt te noemen is (zie Figuur 3.2). Perceel 20, dat als uitwijkmogelijkheid is toegevoegd aan het oorspronkelijk te onderzoeken gebied (61 en 62), blijkt op de noordelijke rand na, geschikt.

Voor het maken van de (paarse) contour is globaal het midden van de zone GHG tussen 120-140 cm-mv gebruikt. Het gebied binnen de contour is geschikt om begraving te laten plaatsvinden. Leemput A (los omcirkeld) valt buiten de contour.

Volgens het model is de gehele westelijke rand van het gebied langs de Kruisbaan en het noordelijk deel van perceel 62 te nat. De in het model geregistreerde waarden komen ook niet overeen met waarnemingen van lokale bewoners omtrent het voorkomen van water op maaiveld en voorkomende peilen in waterlopen in de buurt.

Ten aanzien van de nauwkeurigheid van het model moet vermoedelijk worden gesteld dat in het gegeven gebied de heersende GHG's integraal iets te hoog (te nat) geschat worden. Die constatering kan worden onderbouwd met het feit dat van de ontwaterende werking van de beide leemputten, die ten opzichte van de omgeving 2 tot 2,5 meter dieper liggen niets te zien is.

Opvallend is dat volgens de gegevens van het grondwatermodel ook het dalletje tussen de twee leemputten geschikt moet worden genoemd. Aangezien het maaiveld in dit dalletje aanzienlijk lager ligt dan de omgeving (0,5 tot 1 meter) wordt die aanname betwijfeld. In het dalletje zouden geen begravingen plaatsvinden, hooguit langs de randen.



Figuur 3.2: Contour van het gebied dat conform het grondwatermodel geschikt voor begraven is.

3.3.2 Gegevens van peilbuizen in de omgeving

De meetreeksen van peilbuizen in de omgeving kunnen niet worden gebruikt om de peilen in het gebied zelf te onderbouwen. Wel geeft de TNO-buis B50E0497 een indruk van het verloop van de grondwaterstand in de loop der tijd. Daaruit mag worden geconcludeerd dat er met enige regelmaat (een paar maal per jaar) hoge pieken in de grondwaterstand voorkomen, maar dat deze dikwijls zeer snel opkomen en ook zeer snel weer 'inzakken'. Hoge pieken houden nooit lang aan. Er is derhalve geen risico dat begraven grafkisten die onverhoopt in contact met het grondwater zouden komen, gedurende langere perioden geheel of gedeeltelijk onder de grondwaterspiegel zouden blijven staan.

De reeksen van de buizen in beheer van de Bosgroep, die wat dichterbij de toekomstige natuurbegraafplaats staan, zijn nog te kort om een oordeel over de optredende hoogste grondwaterstanden te vellen.

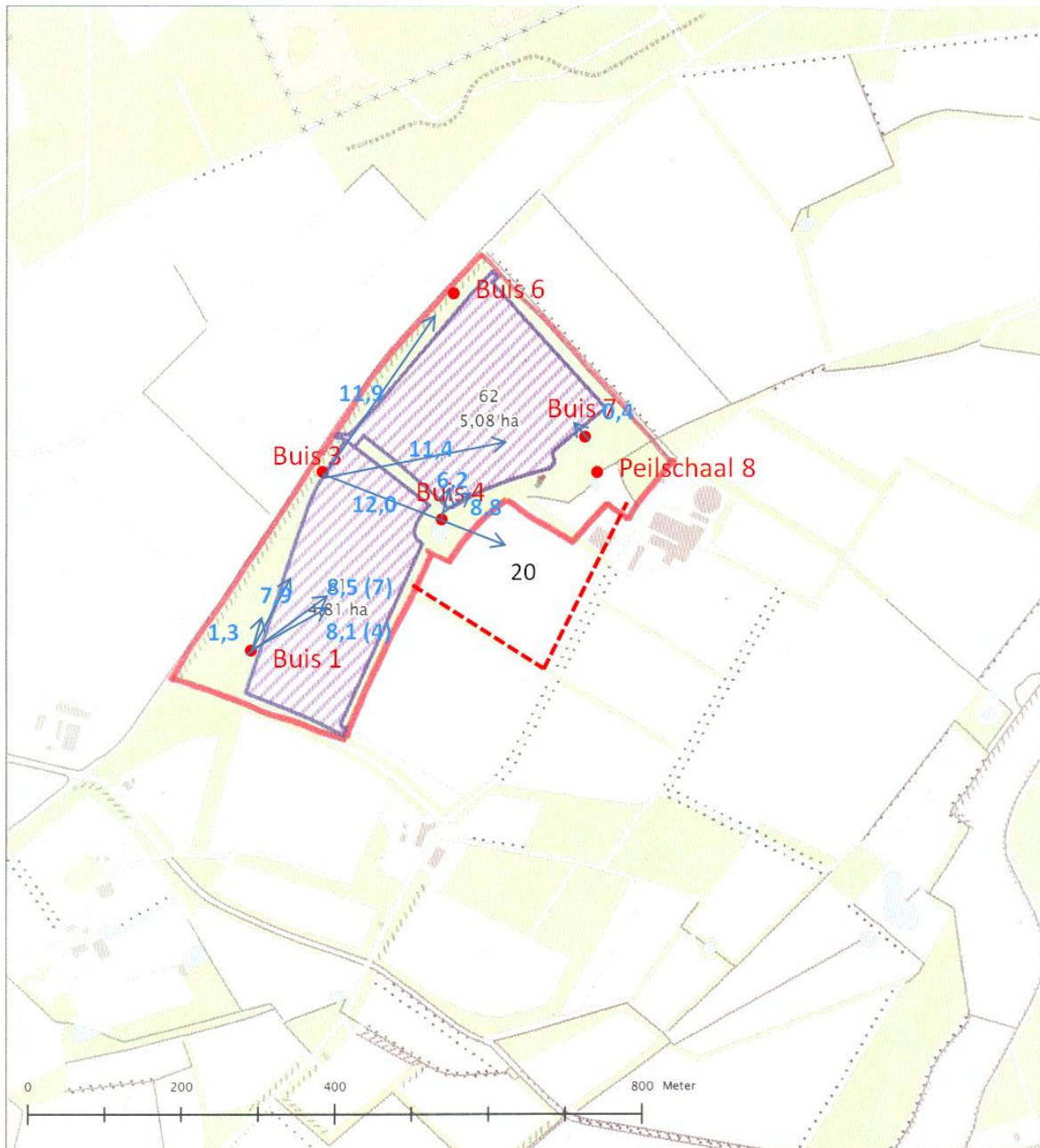
Samen met het nieuw aangelegde meetnet in het gebied bieden deze buizen de mogelijkheid grondwaterstanden in en om het gebied te blijven monitoren.

HIER VERDER

3.3.3 Analyse van de heersende grondwaterstroming.

Op basis van de heersende grondwaterstanden in het nieuw aangelegde meetnet op 18-11-2011 (gestabiliseerde toestand) zijn de stromingspotentialen van het grondwater tussen de meetpunten berekend.

Hiervoor is het peilverschil tussen de meetpunten gedeeld door de afstand tussen de punten en omgerekend naar een potentiaal (peil)-verschil per 100m. Deze analyse levert het beeld op zoals geschetst in Figuur 3.3.



Figuur 3.3: Stromingspotentialen in het grondwater op basis van de waterpeilen op 18-11-2011.

De lengte van de pijlen in de figuur geeft globaal de hoogte van de potentiaal aan. De peilschaal (meetpunt 8) in de vijver is buiten beschouwing gelaten omdat het water in de vijver ten tijde van de meting niet in direct contact met het grondwater staat.

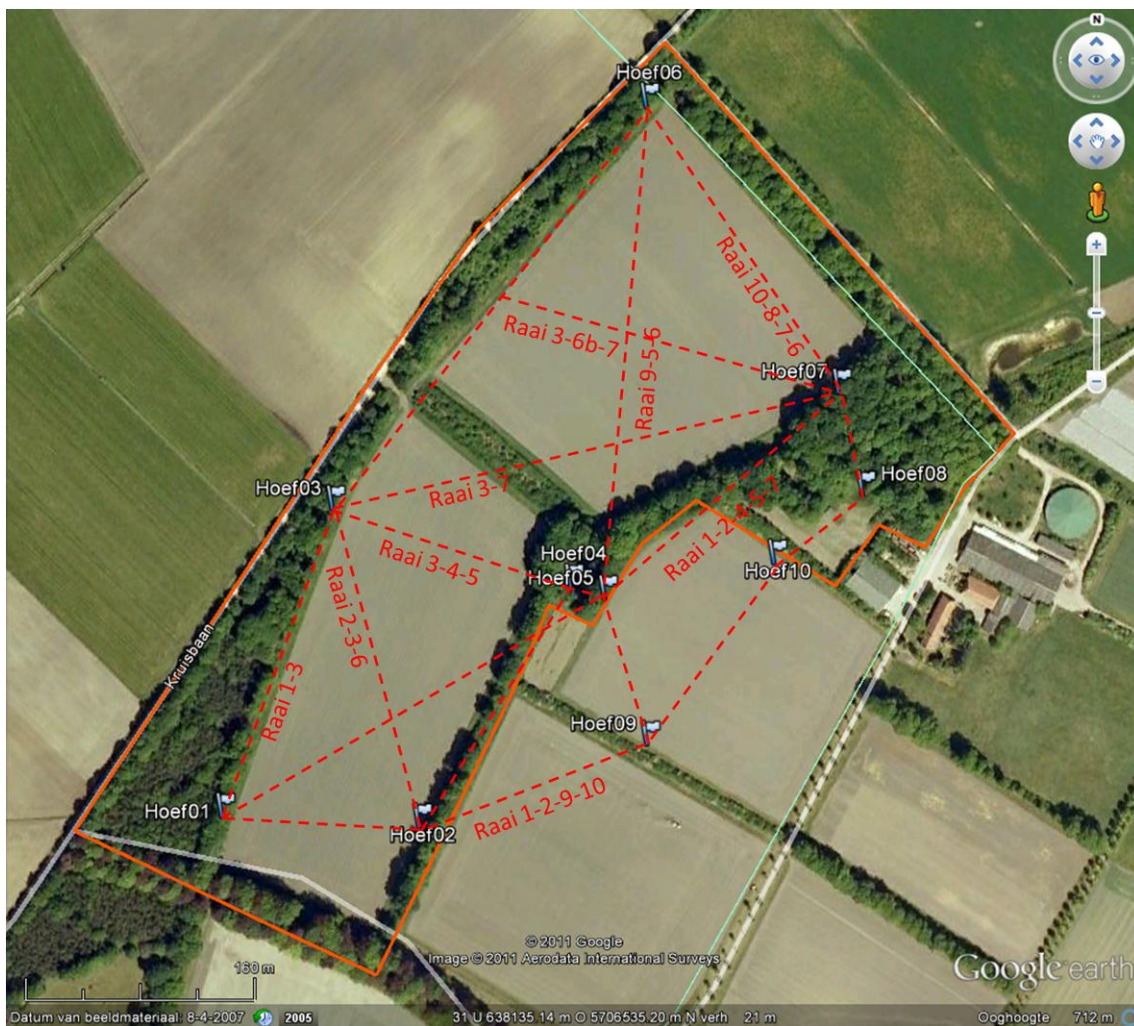
Vrijwel alle potentialen zijn noordelijk tot oostelijk gericht. Dit houdt in dat de belangrijkste stromingsrichting noordoostelijk tot oostelijk is.

De invloed van de leemputten in het terrein is eveneens duidelijk te zien. Tussen de buizen 3 en 4 vindt men de hoogste potentiaal.

Opvallend is ook dat het stelsel van leemputten in de gegeven situatie geen 'vat' meer heeft in de noordelijke punt van het terrein (bij Buis 6). De potentiaal tussen de buizen 4 en 6 en 7 en 6 is immers naar buis 6 toe. Het is echter goed mogelijk dat de stromingsrichting bij (veel) hogere grondwaterstanden verandert. Wel is op grond van het bovenstaande duidelijk dat uit het terrein aan de noordzijde water 'weglekt'. Voor de ontwikkeling van een begraafplaats is het daarom aan te bevelen, wil men het uit het terrein drainerende water zoveel mogelijk 'binnenboord houden', hier aanvullende voorzieningen aan te brengen waarmee het lekkende water wordt 'gevangen' en naar het systeem van leemputten wordt afgevoerd.

3.3.4 Analyse van de heersende GHG's op grond van schattingen uit boringen.

Tussen de boorpunten in het gebied is een aantal zgn. raaien door het gebied getrokken. Aan de hand van de geschatte GHG's in de boringen en het verloop van de maaiveldhoogte tussen de punten in een raai is vervolgens beoordeeld in welke delen van de raai de grondwaterstand onder de lijn 135cm-mv blijft. In Figuur 3.4 zijn de geanalyseerde raaien te zien.



Figuur 3.4: Raaien ten behoeve van de gebiedsdekkende analyse van de heersende GHG.

Bij de analyse is de volgende werkwijze gehanteerd:

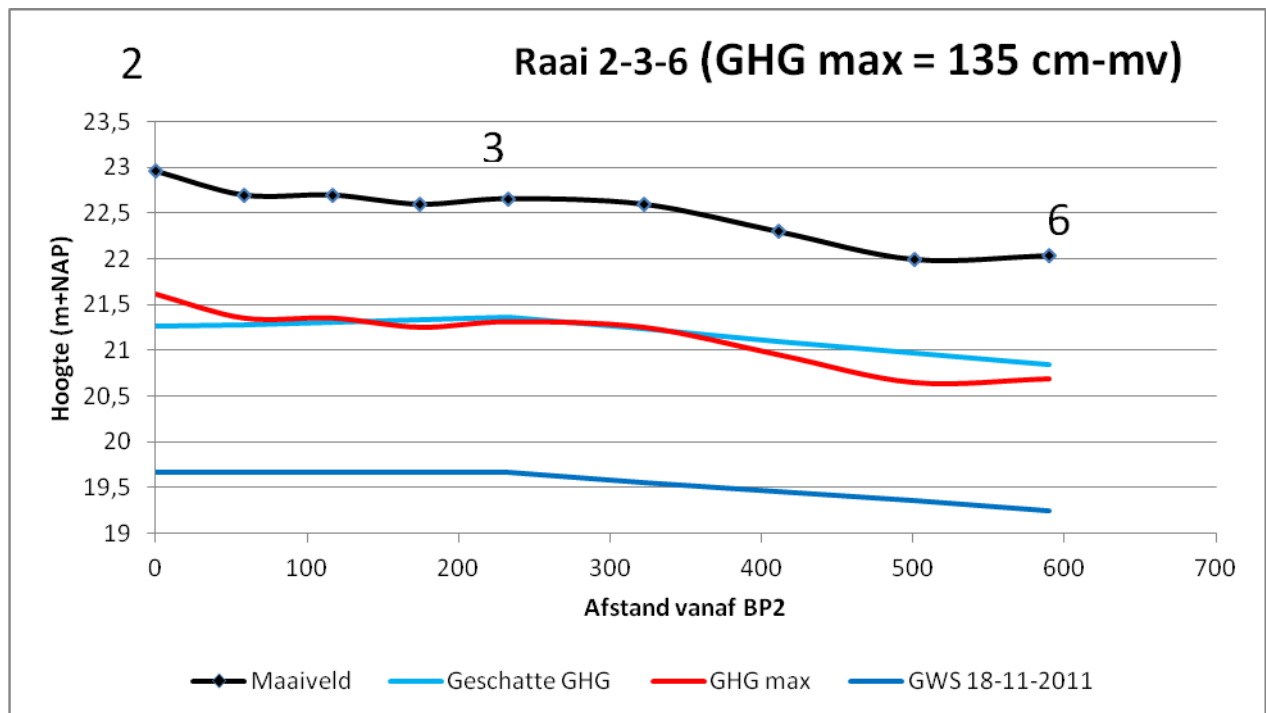
De maaiveldhoogte van de boorpunten werd vastgesteld met een waterpassing. De lijn tussen 2 boorpunten werd in 4 gelijke stukken verdeeld en maaiveldhoogte op de 3 tussenliggende punten werd met de AHN (2) vastgesteld. Indien zich in de lijn opvallende verhogingen/verlagingen voordoen werden die apart opgenomen.

De maximale GHG werd aan de maaiveldhoogte 'opgehangen'. Bij de analyse werd 135 cm-mv (uitgaande van een kisthoogte van 40cm) gehanteerd.

De heersende GHG werd tussen de boorpunten als een rechte lijn geëxtrapoleerd. De validiteit van deze lijn werd getoetst aan de hand van de heersende grondwaterpeilen (op 18-11-2011). Indien de helling van de GHG-lijn sterk afwijkt van die van het heersende grondwaterpeil is een correctie uitgevoerd. Daarbij is de schatting van de GHG(s) aan één of aan beide kanten aangepast. Hiervoor zijn de boorstaten en de foto's van de boorkolommen geraadpleegd om te bepalen in hoeverre een aanpassing verantwoord was. In raaien met een relatief groot hoogteverschil is rekening gehouden met een zekere opbolling van het grondwater in een natte situatie t.o.v. de situatie op 18-11-2011 (droog).

Waar in de raai de heersende GHG-lijn onder GHG_{max}-lijn blijft is het terrein droog genoeg om begraving te laten plaatsvinden. Waar de heersende GHG de GHG_{max} overstijgt is het te nat.

In alle raaien is aangegeven welke delen droog genoeg en welke delen te nat zijn. Figuur 3.5 geeft hiervan een voorbeeld. In Bijlage 2 zijn de dwarsprofielen van alle raaien te vinden.



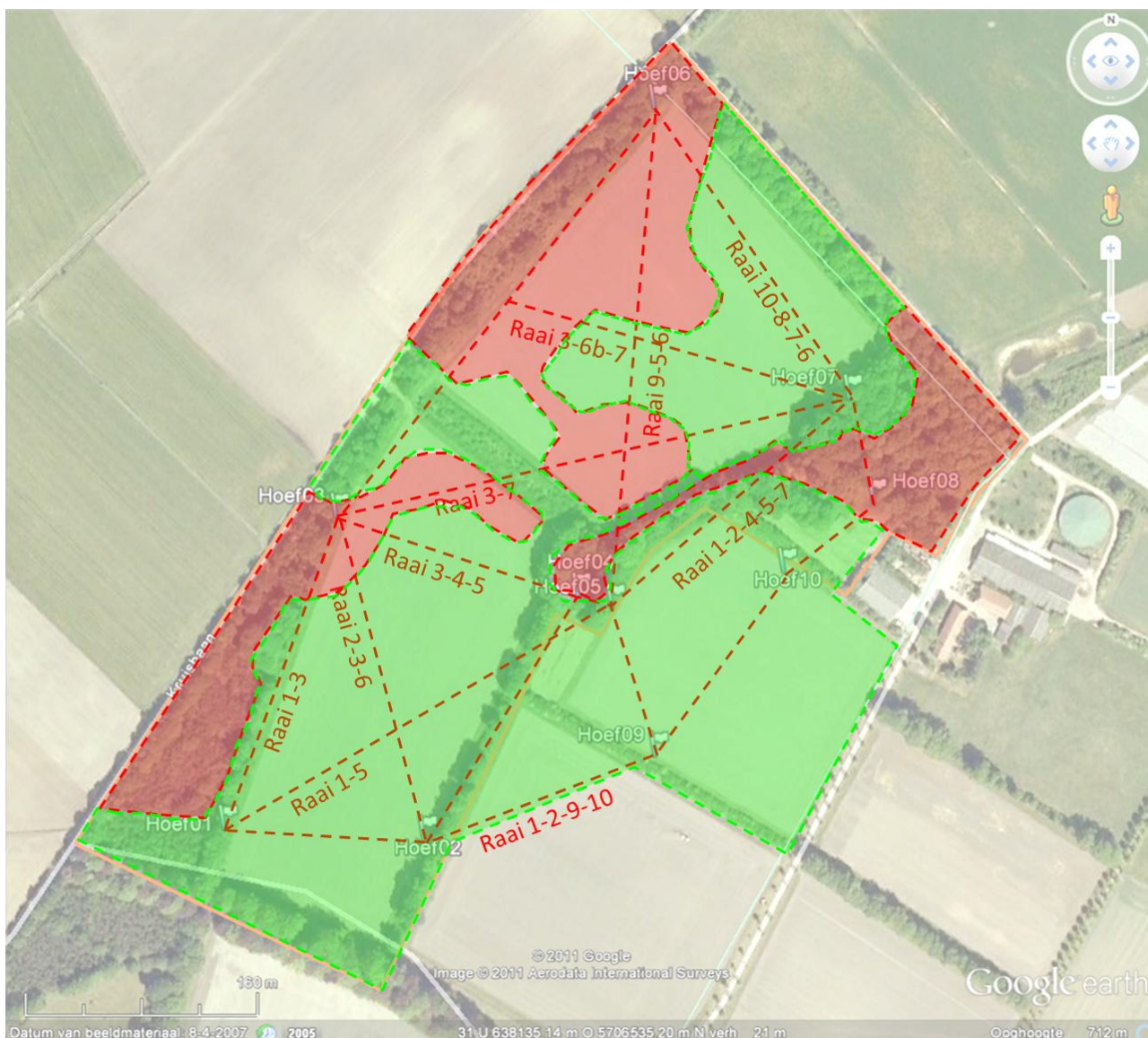
Figuur 3.5: Voorbeeld van de uitwerking van een raai.

In de gegeven raai is het terrein bij boorpunt 2, in de zuidoostelijke hoek van perceel 61, tot een afstand van ongeveer 150 meter van de buis droog genoeg voor begraving. Zuidelijk van Buis 3 is het terrein net te nat. Tussen de buizen 3 en 6 is het terrein eerst nog droog genoeg (tot ± 100 m van Buis 3). Verderop vertoont het maaiveld een 'dip' en is het terrein te nat voor begraving.

Op een kaart zijn de resultaten van alle raaien uitgezet en zijn op basis van het optreden van te natte delen contouren getekend rond die delen die als "te nat" en "droog genoeg" worden beschouwd. In **Figuur 3.6** is de contouren op basis van de maximale GHG van 135 cm-mv te zien.

Bij de extrapolatie van de heersende GHG's (op basis van schattingen in de boringen) in de raaien bleek soms dat er een conflict ontstond tussen de gegevens in 'kruisende' raaien. Bij zo'n conflict is op basis van de ene raai het kruispunt 'droog genoeg', maar op basis van de kruisende raai 'te nat'.

In gevallen van een dergelijk conflict is de helling van de heersende grondwaterstand tussen de diverse punten in de raaien, vergeleken met de helling die wordt gesuggereerd door de schattingen van GHG's. Rekening houdend met een zekere opbolling van de grondwaterstand in een natte situatie zijn enkele schattingen van GHG's aangepast, als dat op grond van de boorstaat van het punt te verantwoorden was. Op deze wijze is de geschatte GHG bij boorpunt 2 van 150 cm-mv naar 170 cm-mv verlaagd. Bij buis 3 is de GHG van 110 cm-mv naar 130 cm-mv verlaagd.



Figuur 3.6: Contouren van terreindelen die "te nat" (rood) of "droog genoeg" (groen) zijn bij een GHG_{max} van 135 cm-mv.

Op grond van de gegeven contouren is de resterende oppervlakte van voor begraving geschikte terreindelen berekend. De resultaten zijn te zien in Tabel 3.1.

In de bovenstaande analyse is het perceel 20 'meegenomen'. Dit is gedaan om een eventueel alternatieve locatie te kunnen benutten, indien zou blijken dat van de percelen 61 en 62 teveel oppervlakte als 'te nat' zou moeten worden bestempeld. Het gegeven perceel (20) blijkt op grond van de 3 boringen (5, 9 en 10) in zijn geheel voldoende drooglegging te bezitten.

		Oppervlakte (ha)		Oppervlakte (ha)		Oppervlakte (ha)	Totaal (ha):
	Perceel 62:	4,81	Perceel 61:	5,08	Perceel 20:	3,17	13,06
AF: Contour GHG 135:		0,64		1,99		0	
Over:		4,17 (87%)		3,08 (61%)		3,17 (100%)	10,42

Tabel 3.1: Overzicht van 'bruikbare' oppervlakte bij een GHG van 135 cm-mv.

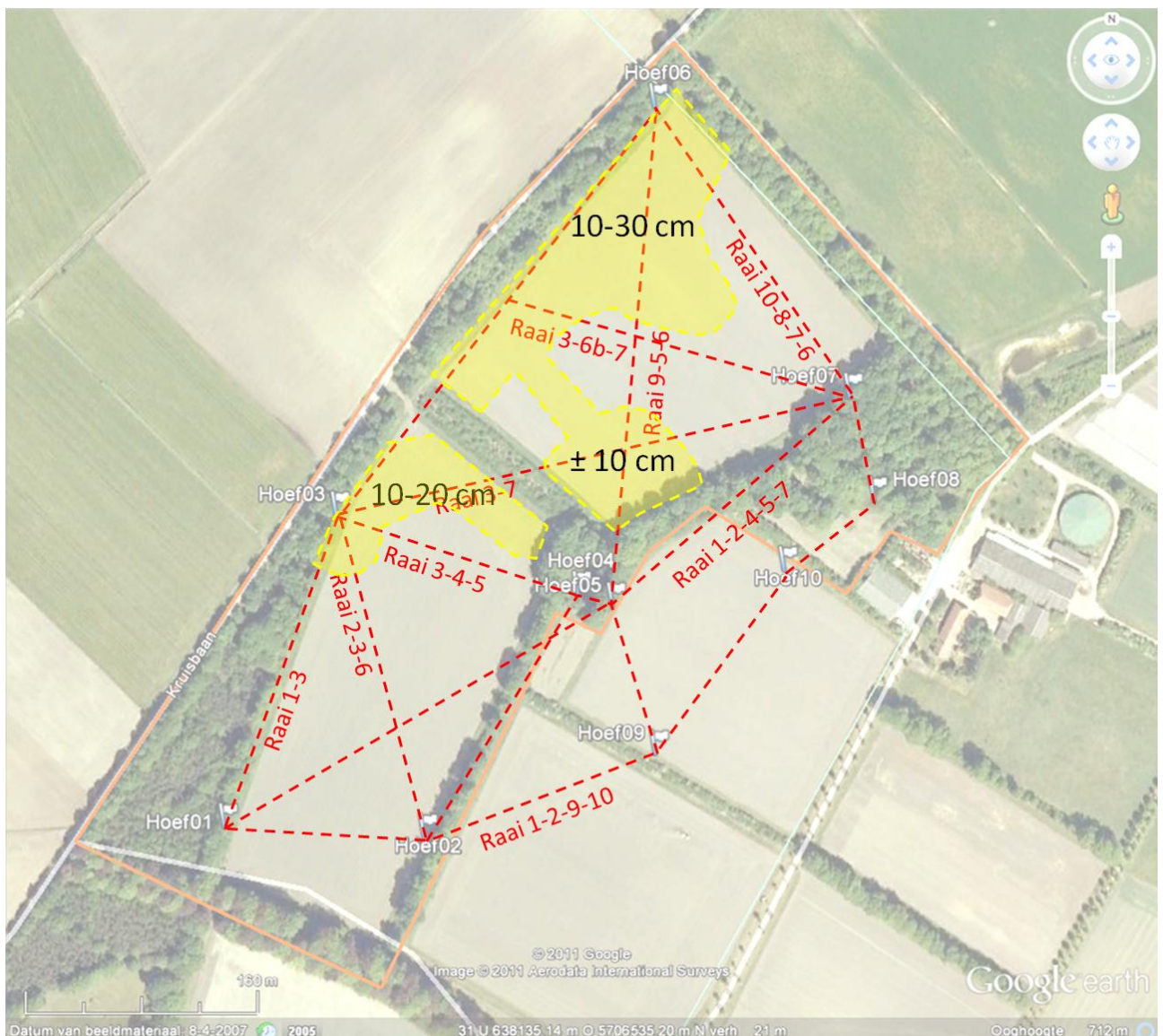
3.4 Mogelijke maatregelen

3.4.1 Ophogen

In delen van het terrein, waar de heersende GHG maar weinig boven de GHG_{max}-lijn ligt is te overwegen het terrein plaatselijk op te hogen om aan de GHG-eis te voldoen.

Met de uitgevoerde analyse is het mogelijk aan te geven in welke delen van het terrein ophoging te overwegen is. Door het hoogteverschil tussen de geschatte GHG-lijn en de GHG_{max}-lijn met grond aan te vullen kan immers een 'te natte' situatie worden opgeheven. Hierbij is uitgegaan van een maximale ophoging van ongeveer 10 tot 30 cm.

In Figuur 3.7 zijn de op grond van het voorgaande mogelijk op te hogen delen te zien.



Figuur 3.7: Terreindelen waarin door ophogen kan worden voldaan aan de GHG-eis van 135 cm-mv.

In perceel 61 betreft dit gebied met name het noordelijk deel van het perceel. Ophoging van de lagere delen van het perceel tot een hoogte van 22,65/22,70 m+NAP (tussen 10 en 20 cm) zou voldoende moeten zijn om het perceel in z'n geheel geschikt te maken.

Ten aanzien van het perceel 62 is ophoging in principe ook mogelijk. Hier zouden de laagste plekken moeten worden opgehoogd tot een niveau van 22,20-22,30 m+NAP om aan de eisen te voldoen. Het betreft hier de zuidelijke punt van het perceel (± 10 cm), en een groot deel van de westelijke rand (10 -30 cm) en de noordelijke punt.

De waterpeilen in de oostelijke rand worden beïnvloed door de ‘gaten’ in het terrein, waardoor ondanks de lagere ligging de GHG nu al voldoet aan de eisen.

Perceel 20 is in de huidige situatie hoog en droog genoeg om voor begraving te worden gebruikt.

3.4.2 Hydrologische isolatie van de begraafplaats

In het gegeven gebied zijn de grondwaterstanden doorgaans laag, maar niet (vaak) lager dan 3,5 m-mv. Dit houdt in dat vanuit de Inspectierichtlijn Lijkbezorging wordt aanbevolen een drainagesysteem aan te leggen.

Aangezien er op het terrein twee diepe leemputten liggen, die in de gegeven situatie al drainerend werken, ligt het voor de hand om de beide putten als verzamelbassins te gebruiken.

De zin van de aanleg van een drainagestelsel naast de al bestaande drainerend werkende leemputten kan in de gegeven situatie echter worden betwijfeld. Daar zijn de volgende argumenten voor aan te voeren:

- De bedding van de putten ligt rond 20 m+NAP. Ten opzichte van het maaiveld op het terrein is dat 2 tot 3 meter lager (BP 2 $\pm$ 23,0 m+NAP; BP 6 $\pm$ 22,0 m+NAP). Het is hierdoor evident dat de putten al sterk draineren en zeer de vraag of de aanleg van een buizenstelsel daar veel aan toe zou voegen.
- Om voldoende werking van de drains te garanderen moeten de buizen op grote diepte worden gelegd. De (periodiek) onverzadigde zone reikt in de bestaande situatie op veel plaatsen tot 3 m-mv of dieper. Aanleg van een diep drainagesysteem zou een aanslag betekenen op de groeifactoren (m.n. bodemvocht) voor de aanwezige vegetatie.
- Het wegvangen van (extra) grondwater werkt contraproductief ten aanzien van vernattings- en natuurontwikkelingsdoelstellingen elders op het landgoed (lager in het dal) (zie: Zwaard & van der Burg, 2011).

De aanleg van een extra drainagesysteem lijkt op grond van het bovenstaande weinig zinvol, deels zelfs ongewenst. Wel kunnen een aantal maatregelen worden getroffen om het functioneren van het huidige stelsel te optimaliseren.

3.4.3 Optimalisatie bestaande drainage

Ten aanzien van het beter functioneren van de leemputten als verzamelbassins van drainagewater kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan:

(Deels) belemen van Leemput A:

In het voorgaande is geconstateerd dat de zuidelijke van de twee putten boven een in de ondergrond aanwezig dik leempakket ligt. Leemput A draineert wel, maar doordat de flanken ‘open’ zijn, stroomt het grondwater er a.h.w. doorheen. Dit houdt in dat het water dat vanuit zuidelijke en westelijke richting toestroomt er aan de overzijde in dezelfde richting (naar het dal van de Oude Leij) weer uitstroomt. Hiermee verdwijnt een deel van het drainagewater alsnog naar de ondergrond.

Door de oostelijke en noordelijke flanken van de put te bekleden met een leemdek (dat liefst aansluit op de leemlaag in de ondergrond op $\pm 18,60$ m+NAP; $\pm 1,40$ m-mv), kan het uittreden van water uit de put worden voorkomen/vertraagd. Dit leidt tot het ‘binnenboord houden’ van weglekkend water uit het terrein.

Leemput A zal daardoor langer (mogelijk jaarrond) water blijven houden.

Bijkomend voordeel van de maatregel is dat de drainerende werking van de put op het perceel 20 vermindert, waardoor de grondwaterstanden hier wat hoger zullen worden. Indien perceel 20 echter wordt geïncorporeerd in de begraafplaats is de maatregelen minder zinvol.

Leemput B ligt in de dikke leemlaag. Dat maakt de put zeer geschikt voor de verzameling van drainagewater, omdat er geen lekkage naar de diepere ondergrond plaatsvindt.

Opvallend is echter dat de oppervlakte van de leemlaag die wordt aangetroffen aanzienlijk hoger ligt dan in leemput A. Vermoedelijk is bij het graven van put B leem op de kant gezet, waardoor een soort lemen 'kom' is gemaakt. Boring 8 op de oostelijke oever van de plas onderschrijft dit vermoeden. Hier ligt de bovenzijde van de leem op $\pm 20,65$ m+NAP. Dat is 2 meter hoger dan de oppervlakte van de leem bij BP 4 in leemput A; 18,60 m+NAP). Hier zijn geen aanvullende maatregelen nodig.

Opschonen en zo nodig belemen van het dalletje tussen de leemputten en verbinding herstellen:

De verbinding tussen de beide leemputten, die bestaat uit een vrij ondiep dalletje, zou moeten worden opgeschoond en als open water verbinding worden hersteld. Daarmee ontstaat één oppervlaktewatersysteem, waarin drainagewater wordt verzameld en al dan niet periodiek kan worden afgevoerd.

Mogelijk is aanvullend bodemonderzoek nodig om te bepalen in hoeverre (of tot hoe ver) de bedding van dit dalletje in de aanwezige leemlaag ligt. Waar nodig moet de bedding van een leemdek worden voorzien om weglekken van water naar de ondergrond te voorkomen. Gezien de aanwezigheid van bos in het dalletje zullen de voorgestelde maatregelen zoveel mogelijk in handkracht en met klein materieel moeten geschieden, om de aanwezige bomen/beplanting zoveel mogelijk te sparen.

Aanleg aanvullende ontwateringssloten:

In de uiterst noordelijke punt van het tot begraafplaats om te vormen terrein (omgeving BP 6) bestaat op grond van de heersende grondwaterpeilen enige twijfel in hoeverre dit deelgebied onder invloed van drainage door leemput B blootstaat. De grondwaterpeilen in de tot nu toe gemeten reeks zijn bij punt 6 gelijk of zelfs iets lager dan bij 7. Dit suggereert dat de stromingsrichting van het grondwater van 7 naar 6 zou zijn. Gezien de aanwezigheid van leemput B bij 7 is dat niet aannemelijk. Tussen de beide punten bevindt zich vermoedelijk een waterscheiding, waardoor een deel van het in perceel 62 infiltrerend water naar het lagere stuk bij BP 6 stroomt. Om te voorkomen dat dit water zich ongecontroleerd naar de omgeving verspreidt zou hier mogelijk een voorziening moet worden aangelegd om het te verzamelen. Het is mogelijk om een aantal reeds aanwezige ondiepe greppels, deels langs westzijde (Kruisbaan), deels langs de noordzijde (Beukenlaan) van het perceel op te schonen en uit te diepen en aan te sluiten op de waterloop die het gebied verlaat (duiker bij vleermuiskelder). Hier zal een voorziening moeten worden gemaakt om te voorkomen dat het water door de duiker wegloopt. Het is echter ook mogelijk en geheel nieuwe waterloop aan te leggen aan de binnenzijde van de houtwallen langs het perceel, en deze aan te sluiten op de waterloop die het gebied verlaat (duiker Beukenlaan). Met de laatste optie kan schade aan de bestaande vegetatie (m.n. de oude beuken langs de Beukenlaan) worden voorkomen.

De aanleg van een ontwateringssloot levert een bijdrage aan het droger maken van de noordelijke punt, en zorgt ervoor dat water uit het gebied 'binnenboord' wordt gehouden.

Combinatie van de aanleg van een sloot met ophoging is in principe goed mogelijk. De dimensionering van de sloot (m.n. hoogte van de slootbedding) moet worden afgestemd met de verhoging van het maaiveld. Hoe dieper de sloot des te minder ophoging nodig is.

Een vergelijkbare constructie is mogelijk langs de noordelijke rand van perceel 61. Ook hier zou een deel van de greppel langs de Kruisbaan kunnen worden opgeschoond en uitgediept. Vanaf de Kruisbaan zou een nieuwe verbinding (door of langs de aanwezige houtwal) kunnen worden aangelegd naar leemput A.

Als alternatief voor het opschonen van de greppel kan een nieuwe waterloop aan de binnenzijde van de houtwal langs de westelijke rand van het perceel worden aangelegd. Dit voorkomt mogelijk schade aan de bestaande vegetatie.

Met de aanleg van een ontwatering kan de ontwatering van het noordelijk deel van perceel 61 worden verbeterd, mogelijk zelfs zonder dat ophoging hoeft plaats te vinden. Vanuit het stromingspatroon van het grondwater is voor de aanleg geen directe noodzaak. Het grondwater stroomt hier voornamelijk in NO-richting (zie Figuur 3.3). Wel zal met de aan te leggen voorziening ook een deel van perceel 62 worden ontwaterd. Daarmee wordt de noordelijker aan te leggen ontwatering ontlast.

3.4.4 Afvoer van water

Op grond van het advies in de Inspectierichtlijn Lijkbezorging zou het drainagewater uit nieuw aan te leggen begraafplaatsen, vanwege het feit dat dit water verhoogde concentraties van vervuilende stoffen kan bevatten bij voorkeur naar het riool moeten worden afgevoerd.

Uit onderzoek van het RIVM, beschreven in het Alterra-rapport “Terug naar de natuur” (De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009) is echter gebleken dat de belasting van grond- en oppervlaktewater met stoffen die weglekken uit begraafplaatsen niet of nauwelijks aan te tonen is. De gehalten van een brede range aan stoffen in het grond- en oppervlaktewater in de omgeving van begraafplaatsen werden hiervoor vergeleken met die in referentiemonsters van grond- en oppervlaktewater dat niet in contact stond met het drainagewater uit de begraafplaatsen. Voor geen van de onderzochte stoffen werd een significant hogere waarde aangetroffen. Op de in het onderzoek betrokken begraafplaatsen bedroeg het aantal begravingen per jaar tussen 50 en 750 per jaar. Eén van de begraafplaatsen had een geschatte graf dichtheid van 1000-2000 per ha.

Gezien het feit dat het in het gegeven gebied gaat om een natuurbegraafplaats, waar de graf dichtheid nooit zeer hoog zal worden en het aantal begravingen per jaar beperkt zal zijn, is te veronderstellen dat de effecten van de inrichting van de begraafplaats op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater uiterst minimaal zullen zijn. Afvoer van het drainagewater naar het riool lijkt dan ook weinig zinvol.

Wanneer het water niet naar het riool wordt afgevoerd zal het echter op het oppervlaktewater moeten worden geloosd. Hiervoor kan de bestaande waterloop die het gebied aan de noordzijde verlaat (bij de vleermuiskelder) worden benut. Genoemde waterloop mondt uiteindelijk uit in de Oude Leij.

Omdat het Waterschap Brabantse Delta voor de Oude Leij een hoge waterkwaliteitsdoelstelling hanteert (zie hiervoor Tabel 2.9), is het wenselijk dat wordt voorkomen dat de beek met water wordt belast dat te hoge gehalten van vervuilende stoffen bevat.

Ook in het stroomafwaarts gelegen natuurgebied De Regte Heide, dat onderdeel uitmaakt van het Natura2000-gebied Regte Heide en Riels Laag (zie Figuur 3.8), waar de Oude Leij doorheen stroomt is beïnvloeding met vreemde stoffen ongewenst.

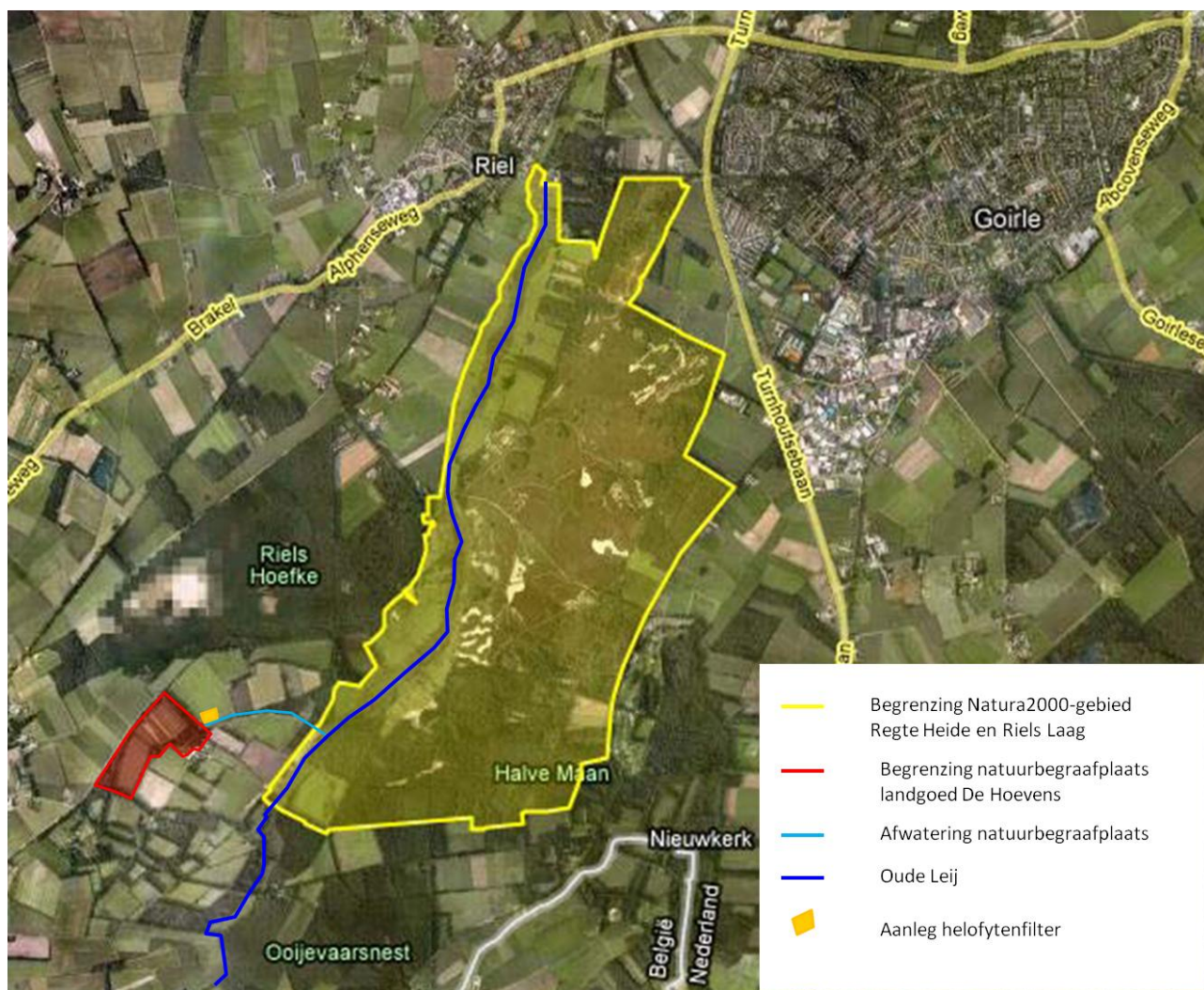
Daarom is het mogelijk zinvol om in het traject tussen de ‘uitlaat’ van de begraafplaats en de uitmonding in de Oude Leij een voorziening aan te leggen waarmee het uit de begraafplaats uittredende water kan worden gezuiverd. Te denken is hierbij aan een helofytenfilter, dat in een bestaande laagte zou kunnen worden aangelegd.

Een helofytenfilter is te zien als een van onderen met folie of leem gesloten, verbreed moerassig traject in een waterloop, sterk begroeid met zgn. helofyten (riet, lisdodden, pitrus, biezen). In het filter wordt de stroomsnelheid van het water, doordat het niet oppervlakkig stroomt maar door een zandfilter, sterk vertraagd, en het water wordt door de passage gefilterd en gezuiverd. De zuiverende werking bestaat grotendeels uit de afbraak van stoffen door bacteriën die zich in het filter ontwikkelen, deels door de opname van stoffen door de vegetatie, die daaruit biomassa ontwikkelen, en deels uit adsorptie van stoffen door het filterlichaam zelf (zand en organisch slib).

Afhankelijk van de concentraties van stoffen in het instromende water en het gewenste zuiveringsrendement (de concentraties aan de uitgang) kan in een continue doorstroomd systeem de lengte van het filter worden vergroot door lussen aan te leggen om zo de gewenste verblijftijd te garanderen.

De aanleg van een tweetal stuwen, waarmee de in- en uitlaat van water kan worden gereguleerd, is nodig.

De in het filter geaccumuleerde biomassa dient, afhankelijk van de snelheid waarmee e.e.a. groeit, één tot enkele malen per jaar worden gemaaid en afgevoerd. Indien wordt aangetoond dat in het filter ook zware metalen e.d. gebonden worden, moet worden overwogen periodiek een deel van het filtermateriaal te verversen. Zo kan worden voorkomen dat de adsorptiecapaciteit voor specifieke verbindingen wordt overschreden en het filter na verloop van tijd ‘doorslaat’.



Figuur 3.8: Begrenzing van het Natura2000-gebied Regte Heide en Riels Laag en de ligging t.o.v. de natuurbegraafplaats en evt. aan te leggen helofytenfilter.

In de waterloop die het terrein van de begraafplaats verlaat is, in de buurt van de onlangs aangelegde vleermuiskelder, een traject verbreed en verlaagd ten behoeve van de ontwikkeling van moerasvegetaties. De genoemde maatregelen worden door de eigenaar als matig geslaagd geacht. Wellicht biedt het genoemde traject goede mogelijkheden voor de inrichting van een helofytenfilter.

Met de aanleg zou de toestroming van stoffen naar de Oude Leij tot een minimum worden beperkt. Een goede monitoring van de concentraties van een aantal stoffen op diverse plekken in het terrein (bij voorkeur de standaardlijst voor oppervlakte-/grondwater, aangevuld met zware metalen en mogelijk een aantal specifieke verbindingen die worden geassocieerd met lijkvertering) kan ertoe bijdragen dat tijdig wordt geconstateerd of er iets 'mis' gaat, en zo nodig kan de bedrijfsvoering van het filter daarop worden aangepast. Het nieuw ingerichte meetnet ten behoeve van monitoring van de grondwaterstanden kan hiervoor ook dienst doen.

Ten aanzien van de wenselijkheid van de aanleg van een filter kan worden gesteld dat het in wezen als een noodvoorziening moet worden gezien.

Bij het proces van lijkvertering ontstaan, indien e.e.a. vlot verloopt, in hoofdzaak gasvormige producten, die naar de buitenlucht zullen worden afgevoerd. Een deel van de verteringsproducten is echter niet gasvormig

en zal in water (regenwater dat door de bodem ‘sijpelt’) worden opgelost en met het grondwater worden afgevoerd.

In de eerste jaren na inrichting van de begraafplaats zullen stoffen die uit graven weglekken zich langzaam door het terrein in de richting van de drainagevoorzieningen verplaatsen.

Stikstof, in de vorm van opgelost nitraat, is één van de meer mobiele verbindingen en zal vermoedelijk relatief snel een verhoogde concentratie in het drainagewater laten zien. Veel andere stoffen, waaronder ook fosfor (in de vorm van opgelost fosfaat) en veel zware metalen worden aan het bodemcomplex geadsorbeerd, en zijn daardoor veel minder mobiel. Voor dergelijke verbindingen duurt het veel langer voordat zich in het drainagewater verhoogde concentraties zullen laten zien.

Als echter eenmaal verhoogde concentraties in het drainagewater worden gemeten, is het wenselijk dat de ‘doorlekkende’ stoffen alsnog worden afgevangen, voordat ze in het oppervlaktewater worden geloosd. Hiervoor is het gewenst dat een speciale voorziening wordt ingericht in de vorm van een helofytenfilter.

Met betrekking tot de ontwikkeling van de kwaliteit van het water dat het gebied verlaat, moet overigens worden opgemerkt dat deze, zeker wat het de concentraties van ‘vermestende’ bestanddelen (N en P) betreft, aanzienlijk zal kunnen verbeteren.

In de percelen die worden omgevormd tot natuurbegraafplaats werd voorheen intensieve akkerbouw bedreven. Er werden aardappels, erwten, bonen, maïs en soms aardbeienplanten geteeld. Tot 2010 werd per jaar met het uitrijden van mest ± 170 kg N/ha, jaar opgebracht. Sinds 2010 worden uitsluitend granen geteeld en is de mestgift verminderd tot ± 135 kg N/ha, jaar. De wettelijk toegestane maximale stikstof- en fosforgiften bedragen 170 kg N/ha en 65 kg P/ha.

Uit onderzoek aan de waterkwaliteit in diverse delen van het landgoed (Zwaard & van der Burg, 2011) blijkt het (voormalig) landbouwkundig gebruik van de hogere delen van het landgoed te leiden tot (sterk) verhoogde concentraties van vooral nitraat in het grond- en oppervlaktewater in het dal van de Oude Leij. In “Terug naar de natuur” (De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009) is onderzoek gedaan naar de belasting van grond- en oppervlaktewater met stikstof en fosfor op (natuur)begraafplaatsen. Hierbij is op basis van de samenstelling en verteringssnelheid van decomposterende menselijke resten schattingen gemaakt van de hoeveelheden stikstof en fosfor die hierbij vrijkomen. In Tabel 3.2 is een overzicht te vinden van geschatte N- en P-belastingen in kg/ha, jaar onder verschillende condities.

Varianten:

Aantal graven per ha (1 laag)	75	150	225	375	750	1500
Gem. Aantal begravingen/jaar	2,5	5	7,5	12,5	25	50
N-belasting in kg N/ha/jaar	4	8	12	20	40	80
P-belasting in kg P/ha/jaar	<0,325	<0,65	<1	<1,6	<3,25	<6,5

Tabel 3.2: N- en P-belasting bij enige varianten voor het gemiddeld aantal begravingen per jaar op natuurbegraafplaatsen (uit: De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009).

Uit een vergelijking tussen de cijfers m.b.t. de stikstofbelasting bij landbouwkundig gebruik en bij gebruik als natuurbegraafplaats, mag worden geconcludeerd dat de belasting met stikstof in het laatste geval aanzienlijk lager is. Bij 1500 graven/ha is de stikstofbelasting (80 kgN/ha) ruim 40% lager dan de huidige stikstofbelasting (135 kgN/ha). Voor fosfor geldt een verlaging tot slechts 10 % (6,5/65) van de toegestane landbouwkundige belasting.

Naar verwachting zal de waterkwaliteit van het water dat het gebied verlaat, hetzij oppervlakkig, hetzij als grondwater, aanzienlijk verbeteren.

Wat betreft het in de huidige situatie voorkomen van andere verontreinigingen in de bodem is niets bekend. Gezien het landouwkundige gebruik van de percelen zijn geen specifieke verontreinigingen te verwachten. Wellicht is aanvullend onderzoek wenselijk om deze aanname te bevestigen en om ten aanzien van monitoring in de toekomst een zgn. nulmeting te doen.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Geschiktheid van het terrein op grond van de heersende grondwaterpeilen.

Op grond van het voorliggende onderzoek blijkt dat, uitgaande van de huidige hoogteligging en heersende GHG's, van de percelen 61 en 62 respectievelijk 87 en 61% van de oppervlakte geschikt voor begraving (in 1 laag). Voor begraving in 2 lagen is het terrein niet geschikt.

Het perceel 20, dat in het onderzoek als alternatieve locatie is 'meegenomen' is in de huidige toestand in z'n geheel geschikt voor begraving (in 1 laag).

De bovengrond op het terrein is overal zandig, hetgeen ervoor zorg kan dragen dat bij het proces van lijkvertering een goede gaswisseling aanwezig is.

In het terrein zijn geen leemlagen aangetroffen die aanleiding geven te vermoeden dat er zich periodiek neerslaglenzen zullen ontwikkelen, waarbij de grondwaterstand tijdelijk hoger oploopt dan de vanuit het Besluit op de Lijkbezorging gestelde eis van 135 cm-mv.

De als 'te nat' gekwalificeerde delen van het terrein zouden wel aan de GHG-eis kunnen voldoen indien het terrein in de laagste delen wordt opgehoogd. In perceel 61 is dit mogelijk met ophogingen van 10 tot 20 cm over een relatief klein deel ($\pm 15\%$) van het oppervlak. In perceel 62 zal een groter gedeelte moeten worden opgehoogd met 10 tot 30 cm. De mate waarin percelen worden opgehoogd kan worden beperkt door aanleg van aanvullende ontwateringssloten. Bij perceel 62 is de aanleg van een sloot wenselijk, omdat hier water het terrein uit 'lekt'. Bij perceel 61 is die noodzaak niet aanwezig.

4.2 Noodzaak van hydrologische isolatie van het gebied.

Vanuit het voorliggende onderzoek komt naar voren dat de aanleg van een (aanvullend) drainagestelsel naast de twee bestaande leemputten, die een belangrijk deel van het terrein nu al helpen ontwateren, niet erg zinvol is.

Een dergelijk stelsel zou, gezien de eis dat de buizen liefst zo lang mogelijk in de verzadigde zone zouden moeten liggen, onnodig diep komen te liggen en daarmee mogelijk schade toebrengen aan de aanwezige vegetatie en aan de grondwaterstanden in het lageregelegen dal van de Oude Leij.

Met de beide op het terrein aanwezige leemputten die drainerend werken op de grondwaterstanden in beide percelen, is het gebied al grotendeels hydrologisch geïsoleerd, maar niet helemaal. Hier en daar lekt water het gebied uit. Dit betreft vooral leemput A, waarvan de bodem en de flanken niet waterdicht zijn. De meest noordelijke punt van perceel 62, wordt onvoldoende door leemput B beïnvloed en verliest water in noordelijke richting.

Met een aantal aanvullende maatregelen is de mate van hydrologische isolatie te verbeteren en kan zoveel mogelijk water 'binnenboord' worden gehouden. Dit betreft:

- (Deels) belemen van de bodem en flanken van leemput A om deze waterdicht te maken.
- Opschonen en zo nodig belemen van de verbinding tussen de beide leemputten.
- Aanleg van aanvullende ontwateringssloten (opschonen en uitdiepen van bestaande greppels of aanleg nieuwe waterlopen)
- Aanleg van een voorziening waarmee het drainagewater kan worden vastgehouden en gereguleerd kan worden afgelaten naar een eventuele zuiveringsvoorziening.

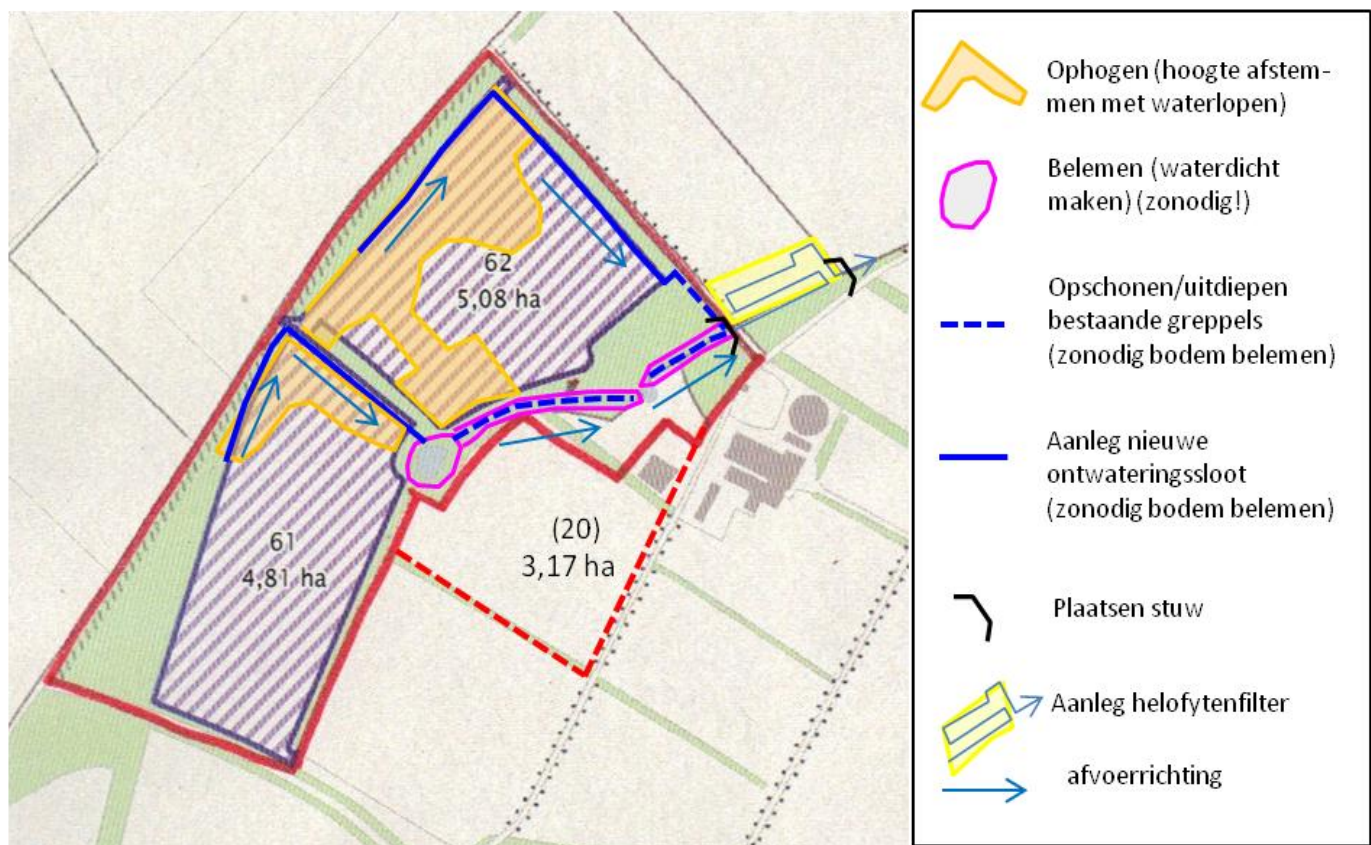
4.3 Afvoer van water

In de adviezen in de Inspectierichtlijn Lijkbezorging wordt aanbevolen drainagewater uit nieuwe begraafplaatsen naar het riool af te voeren. Aangezien het hier een gebied van ruim 10 ha betreft zou, uitgaande van een neerslagoverschot van 200 mm/jaar en een percentage invangst door drainage van $\pm 75\%$ per jaar $\pm 15.000 \text{ m}^3$ water op het riool moeten worden geloosd. Dit zou een aanzienlijke kostenpost met zich meebrengen.

Gezien uit literatuur (De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009) blijkt, dat de belasting van het grond- en oppervlaktewater in de omgeving van begraafplaatsen niet of nauwelijks meetbaar is, wordt voorgesteld om het drainagewater op het oppervlaktewater (Oude Leij) te lozen.

Aangezien de Oude Leij een hoge waterkwaliteitsdoelstelling heeft, die samenhangt met het feit dat de beek door het Natura2000- gebied Regte Heide en Riels Laag stroomt, waar ook geen belasting met schadelijke of vermistende stoffen gewenst is, wordt voorgesteld om de afwateringssloot die de begraafplaats verlaat te voorzien van een helofytenfilter, waarin eventuele schadelijke bestanddelen kunnen worden verwijderd/ingevangen.

Figuur 4.1 laat een overzicht zien van de voorgestelde maatregelen.



Figuur 4.1: Overzicht van de voorgestelde maatregelen.

Ten aanzien van de belasting van het grond- en oppervlaktewater met nutriënten (stikstof- en fosforverbindingen) kan worden gesteld dat deze na inrichting van een begraafplaats in vergelijking met de huidige situatie, met landbouwkundig gebruik, aanzienlijk zal verlagen. Hierdoor zal ook de belasting van de Oude Leij met nutriënten vanuit het terrein flink kunnen dalen.

4.4 Relatie met andere projecten op landgoed de Hoevens

Hydrologisch onderzoek in het kader van vernatting

Parallel met het voorliggende onderzoek heeft op het landgoed De Hoevens een ander hydrologisch onderzoek plaatsgevonden (Zwaard & van der Burg, 2011). Hierbij zijn de mogelijke oorzaken van de in delen van het landgoed geconstateerde verdroging onderzocht en zijn een aantal maatregelen geformuleerd om de hydrologische situatie te verbeteren. De kern van de resultaten van genoemd onderzoek is kort samengevat in het onderstaande:

Verdroging wordt met name toegedicht aan een aantal de lageregelegen gronden langs de Oude Leij. Als belangrijkste oorzaak van de verdroging wordt een te diepe ontwatering van de gronden hoger op de helling

door een aantal (te) diepe waterlopen aangemerkt. Hierdoor wordt de grondwateraanvulling vanuit de hogere gronden verminderd en zijn de kwelpotentialen lager in het dal verminderd. Daarom wordt voorgesteld een aantal waterlopen te verondiepen of te dempen. Tot de te verondiepen waterlopen behoort ook de afwatering van het in de voorliggende studie onderzochte percelen die tot natuurbegraafplaats zouden worden gevormd. De Oude Leij zelf was vroeger een doorstroommoeras, waarin hogere peilen heersten dan tegenwoordig het geval is. Hierdoor is de drainerende invloed die uitgaat van de beek zelf hoger dan voorheen. Een aanbeveling van Zwaard & van der Burg (2011) is dan ook dat zou moeten worden gepoogd het peil in de Oude Leij in de toekomst te verhogen en zo mogelijk opnieuw een doorstroommoeras te laten ontstaan.

De voorgenomen maatregelen zouden ertoe moeten bijdragen dat de drainerende werking van waterlopen wordt verminderd en dat de grondwaterstanden vooral in het dal van de Oude Leij zouden worden verhoogd.

Tot op zekere hoogte hebben de genoemde maatregelen ook gevolgen van de grondwaterstanden in de hoger gelegen delen van het landgoed. Immers als de afvoer van water lager in het dal wordt vertraagd zal die invloed zich hoger op de helling 'doorzetten'. In eerste instantie zal dat te zien zijn in het minder snel en diep uitzakken van de grondwaterstand.

Het is aannemelijk dat hierdoor de GLG in de hoger gelegen delen hoger zal komen te liggen. Of door de maatregelen ook de GHG zal worden beïnvloed is niet duidelijk. Aannemelijk is wel dat door de vermindering van de ontwatering de opbolling van het grondwater ook in de hoger gelegen delen van het gebied zal toenemen. Met name in langdurig natte perioden zal dat er mogelijk toe leiden dat de grondwaterstand lokaal (op de nu al meest kritische plekken) gedurende korte tijd hoger oploopt dan voor de ontwikkeling van een begraafplaats gewenst is. Om deze reden is het zinvol dat die delen van het gebied waar de GHG nu al kritisch is het terrein wordt opgehoogd.

Ten dele werkt de ontwikkeling van een begraafplaats met een zoveel mogelijk 'zelfstandig' watersysteem de gewenste vernatting en natuurontwikkeling in het dal enigszins tegen. Water dat op de hoger gelegen gronden wordt 'afgevangen' komt immers niet ten goede aan de voeding van het grondwater en van de kwelpotentialen in de lagergelegen gronden in het dal. Zoals in dit rapport wordt vermeld is de hoeveelheid infiltrerend water die kan worden afgevangen met de aanwezige voorzieningen (de twee diepe leemputten, aangevuld met nog aan te leggen ontwateringen) relatief beperkt.

Wel kan ten aanzien van de inrichting van een natuurbegraafplaats in voormalige landbouwpercelen worden verwacht dat de natuurwaarde van het terrein zelf, b.v. door de realisatie van allerlei vegetatiestructuren, zal kunnen toenemen.

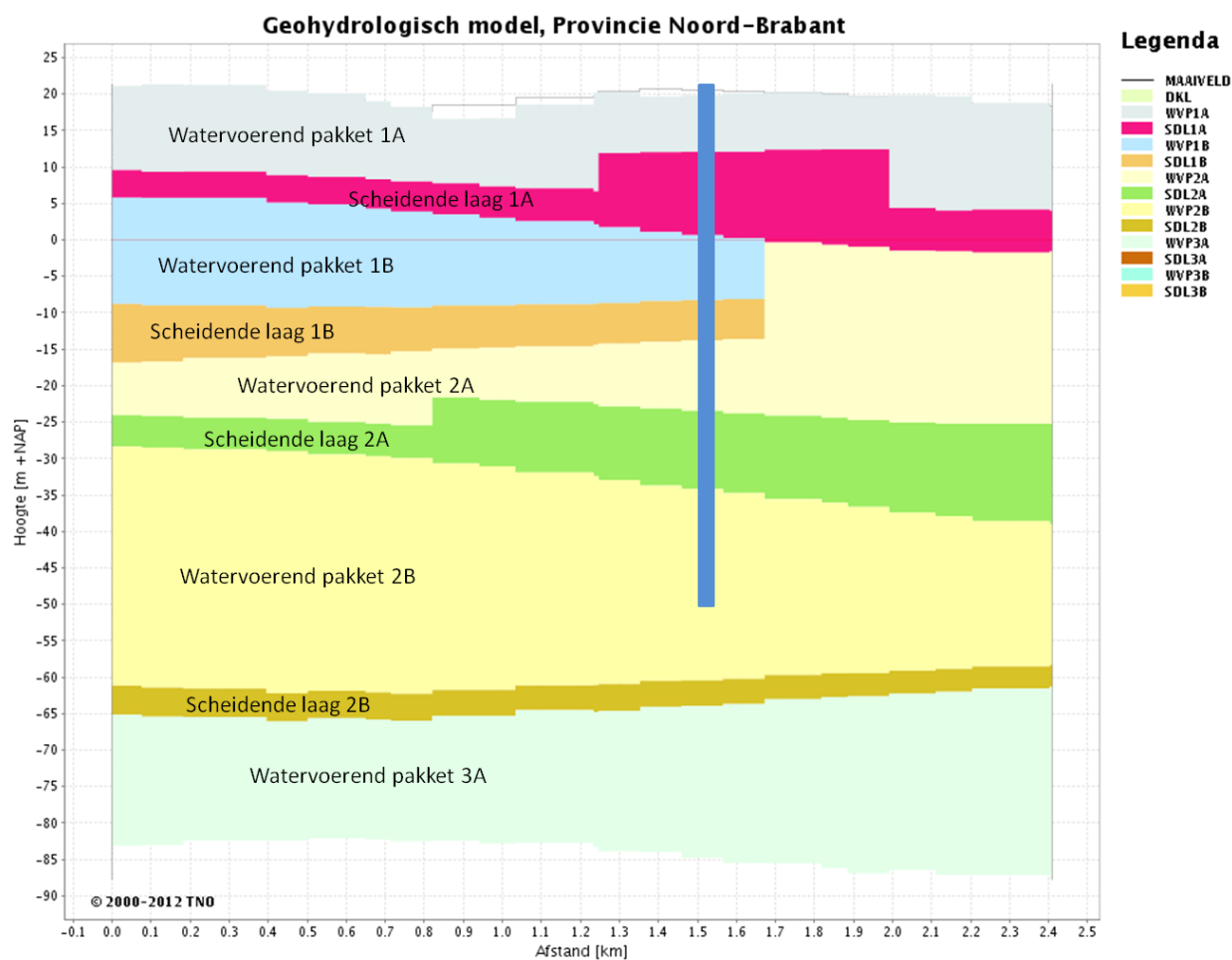
Gebruik beregeningsinstallatie ten behoeve van bijvullen zwemvijver

Op het landgoed is een beregeningsinstallatie aanwezig die o.a. wordt gebruikt om de zwemvijver bij het natuurkampeerterrein bij te vullen, als het waterpeil te laag wordt.

Bij de eigenaar bestaat enige zorg omtrent de vraag in hoeverre het water dat in het pomphuis, vlakbij de Janshoeve en de toekomstige begraafplaats, wordt opgepompt mogelijk verontreinigd zou kunnen raken door uit de begraafplaats weglekkende stoffen.

In Figuur 4.2 is een dwarsdoorsnede door de ondergrond ter plaatse van het landgoed De Hoevens uit het geohydrologisch model van de Provincie Noord-Brabant te zien. De zuigbuis van de beregeningsinstallatie met een lengte van ± 70 m is daarbij ingetekend.

Uit de figuur blijkt dat met de beregeningsinstallatie uit het dieper gelegen deel van het tweede watervoerende pakket (WVP 2B) water wordt opgepompt. Tussen het eerste watervoerende pakket (1A) en het gegeven pakket (WVP 2B) zitten 2 of 3 scheidende lagen van minimaal enige meters dikte. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen enkel risico bestaat dat uit graven weglekkende stoffen zullen worden opgepompt en met de beregeningsinstallatie zouden kunnen worden verspreid.



Figuur 4.2: Dwarsdoorsnede door de ondergrond bij landgoed De Hoevens (uit : Geohydrologisch model van de Provincie Noord-Brabant).

5 Literatuur

- De Molenaar, Mennen & Kistenkas, 2009. Terug naar de natuur: Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. natuurbegraven, asverstrooiing en urnbijzetting in natuurgebieden. Alterra-rapport 1789, Alterra, Wageningen.
- EcoQuest, 2009. Bepaling van de hoogste grondwaterstanden (GHG) op het landgoed Heerlijkheid Horssen te Druten, in het kader van de ontwikkeling van een natuurbegraafpark.. EcoQuest ecologisch onderzoek en advies, Sint Anthonis.
- Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne, 1999. Inspectierichtlijn Lijkbezorging. Handreiking voor inrichting , technisch beheer en onderhoud van begraafplaatsen, crematoria en opbaargelegenheden. Publicatie 99-01 3^e herziene druk. Ministerie van VROM, 's-Gravenhage.
- Ministerie van VROM, 1991. Wet op de Lijkbezorging. WET van 7 maart 1991, houdende nieuwe bepalingen inzake de lijkbezorging. Min. VROM, 's-Gravenhage.
- Ministerie van VROM, 1997. Besluit op de Lijkbezorging. BESLUIT van 4 december 1997, houdende voorschriften ter uitvoering van de Wet op de lijkbezorging. Min. VROM, 's-Gravenhage.
- Ministeries van VROM, V&W en LNV, 2010 a. Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009. Min. VROM-V&W-LNV, 's-Gravenhage.
- Ministeries van VROM, V&W en LNV, 2010 b. Regeling monitoring kaderrichtlijn water. Min. VROM-V&W-LNV, 's-Gravenhage.
- Royal Haskoning, 2009. Beheerplan Natura2000 Regte Heide & Riels Laag. Werkdocument. Provincie Noord Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Zwaard, K.M. & R.F. van der Burg, 2011 (concept). Ecohydrologisch onderzoek De Hoevens. Bosgroep Zuid-Nederland, Geldrop.

6 Bijlagen:

Bijlage 1:

- a) Boorstaten en foto's van de boringen
- b) Overzicht van de boringen gerelateerd aan NAP

BOORSTAAT		Namen karteerders:	Wim van der Hoek	Datum: 14-11-2011	Boring: Wim
Gebied:	Landgoed De Hoevens		Locatie: Bosrand perceel 61 zuidwestzijde		
Gewas: grassen en bramen in bosrand		X: 127407 Y: 389099			
	met eik en berk				

boormethode: Edelmanboor					
Geschatte GHG (cm -mv):	135-140	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	275	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	330-340	Slootwaterstand (cm -mv):	-	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	195-205	Vochtig tot (cm -mv):	160	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	110	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	

Boorpunt 2															
BOORSTAAT		Namen karteerders:				Wim van der Hoek					Datum: 14-11-2011			Boring: Wim	
Gebied:		Landgoed De Hoevens				Locatie: Houtwalrand aan zuidoostzijde perceel 61									
Gewas: grassen en brandnetel		X: 127544 Y: 389092													
tussen eik en berk															

DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN
				reduc- tie	roest	overig								
0	10	-	zwart-bruin	nee	nee		Humusrijke toplaag met blad en strooisel	ja	-	-	-	ja	nee	
10	50	-	bruin	nee	nee		zf zand sterk humeus	ja	-	-	-	ja	nee	
50	145	-	geel-bruin	nee	ja		zf zand met roest, waarschijnlijk fossiel	tot 80	-	-	-	ja	nee	
145	300	-	geel-wit	ja	ja		zf zand met roest en reductie, zwak lemig, veel roest tussen 290 en 300	nee	-	-	-	tot 130	nee	
300	310	-	grijs	ja	ja		sterk zandige leem met roest in geconcentreerde plekken (aders) - vrij droog-	nee	-	-	-	nee	nee	
310	330	-	grijs-wit	ja	ja		mf zand zwak lemig en iets vochtig, niet nat	nee	-	-	-	nee	nee	
330		-						-	-	-	-			

boormethode: Edelmanboor

Geschatte GHG (cm -mv):	150	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	> 330	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	> 330	Slootwaterstand (cm -mv):	-	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	> 180	Vochtig tot (cm -mv):	310	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	130	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	



Boorpunt 3 (+ peilbuis)																
BOORSTAAT		Namen karteerders:		Wim van der Hoek								Datum: 15-11-2011			Boring: Wim	
Gebied:		Landgoed De Hoevens		Locatie: Bosrand aan NW-zijde van perceel 61												
Gewas: grassen en bramen in bosrand				X: 127482 Y: 389313												
met eik en berk +div struiken																
DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN		
				reduc- tie	roest	overig										
0	5	-	zwart-bruin	nee	nee		humusrijke toplaag met blad en strooisel	ja	-	-	-	ja	nee			
5	50	-	bruin	nee	nee		zf zand humushoudend	ja	-	-	-	ja	nee			
50	110	-	geel-bruin	nee	ja		zf zand met roest vermoedelijk fossiel	nee	-	-	-	tot 70	nee			
110	235	-	wit-geel	ja	ja		zf zand met vaag roest maar ook reductie, - droog-	nee	-	-	-	nee	nee			
235	320	-	geel-bruin	ja	ja		zf zand met roest en reductie - vochtig -	nee	-	-	-	nee	nee			
320	325	-	grijs	ja	nee		zf zandige leem dun laagje	nee	-	-	-	nee	nee			
325	330	-	grijs	ja	nee		zf zand volledig gereduceerd -nat-	nee	-	-	-	nee	nee			
330																
boormethode: Edelmanboor																
Geschatte GHG (cm -mv):				niet duidelijk ± 110			Actuele grondwaterstand (cm -mv):				296		Geschatte vroegere GHG (cm -mv):			
Geschatte GLG (cm -mv):				± 330			Slootwaterstand (cm -mv):				-		Geschatte vroegere GLG (cm -mv):			
Geschatte fluctuatie (cm):				± 220			Vochtig tot (cm -mv):				235		Geschatte vroegere fluctuatie (cm):			
Maximale beworteling (cm -mv):				70			Geschatte Kz (cm):				-		Maximale vroegere beworteling (cm):			

0 m

1 m

2 m

3 m



Boorpunt 4 (+ peilbuis)																
BOORSTAAT		Namen karteerders:			Wim van der Hoek							Datum: 14-11-2011			Boring: Wim	
Gebied:		Landgoed De Hoevens			Locatie: Bodem zuidelijk gelegen kuil (bij grens percelen 61, 62 en 20)											
Gewas: Grassen, Wolfspoot en andere					X: 127643 Y: 389283											
vochtminnende kruiden																
DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN		
				reduc- tie	roest	overig										
0	5	-	zwart-bruin	nee	nee		zf zand sterk lemig, humusrijke toplaag	ja	-	-	-	ja	?	vergraving niet duidelijk		
5	55	-	grijs-bruin	ja	ja		zf zand, zwak lemig, zwak humeus, vochtig	weinig	-	-	-	tot 25	?	vergraving niet duidelijk		
55	65	-	grijs	ja	ja		leem, hard en droog met roest	nee	-	-	-	nee	?	vergraving niet duidelijk		
65	70	-	bruin-zwart	ja	?		veraard veen vrij sterk zandig roest onduidelijk	ja	-	-	-	nee	nee			
70	140	-	grijs-bruin	ja	ja		mf zand met verspreide roestvlekken en reductie -licht vochtig-	tot 75-80	-	-	-	nee	nee			
140	200	-	grijs	ja	nee		leem, hard maar iets vochtig, geen roest	nee	-	-	-	nee	nee			
200	260	-	grijs	ja	nee		leem smeuiig, taai en vrij nat (lastig op te boren! Na 60 cm boring gestaakt)	nee	-	-	-	nee	nee			
260		-														
boormethode: Edelmanboor																
Geschatte GHG (cm -mv):				boven maaiveld			Actuele grondwaterstand (cm -mv):			D (instabiel)		Geschatte vroegere GHG (cm -mv):				
Geschatte GLG (cm -mv):				niet duidelijk in leem (> 260?)			Slootwaterstand (cm -mv):			-		Geschatte vroegere GLG (cm -mv):				
Geschatte fluctuatie (cm):				niet duidelijk			Vochtig tot (cm -mv):			0		Geschatte vroegere fluctuatie (cm):				
Maximale beworteling (cm -mv):				25			Geschatte Kz (cm):			-		Maximale vroegere beworteling (cm):				

0 m

1 m

2 m



Boorpunt 5

BOORSTAAT	Namen karteerders:	Wim van der Hoek	Datum: 16-11-2011	Boring: Wim
Gebied:	Landgoed De Hoevens	Locatie: Rand zuidelijke kuil op de rand van perceel 20 naast pad		
Gewas: Grassen , brandnetel		X: 127673 Y: 389252		

DIEPTE in cm	HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN
			reduc- tie	roest	overig								
0	5	-	zwart-bruin	nee	nee	zf zand humusrijke toplaag met strooisel	ja	-	-	-	ja	nee	
5	50	-	bruin	nee	nee	zf zand humushoudend	ja	-	-	-	ja	nee	
50	140	-	geel-bruin	nee	ja	zf zand met roest in aders, geen reductie uiterst fijn, vermoedelijk uitgedroogde leem met roest en enkele korrels grof grind		-	-	-	tot 90	nee	
140	180	-	wit	nee	ja	zf zand met roest en reductie, concentratie roest rond 190 -droog-		-	-	-	nee	nee	
180	220	-	grijs-geel	ja	ja	zf zand zonder roest vochtig to 235, vanaf 290 nat, maar nog niet verzadigd		-	-	-	nee	nee	
220	300	-	grijs	ja	nee			-	-	-	nee	nee	
300													

boormethode: Edelmanboor

Geschatte GHG (cm -mv):	180-190	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	300	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	> 300	Slootwaterstand (cm -mv):	-	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	> 110	Vochtig tot (cm -mv):	235	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	90	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	

0 m

1 m

2 m

3 m



Boorpunt 6 (+ peilbuis)

BOORSTAAT	Namen karteerders:	Wim van der Hoek	Datum: 15-11-2011	Boring: Wim
Gebied:	Landgoed De Hoevens	Locatie: Bosrand perceel 62 NW-zijde		
Gewas: Grassen, braam, brem		X: 127700 Y: 389595		

DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN
				reduc- tie	roest	overig								
0	5	-	zwart-bruin	nee	nee		humeuze toplaag met strooisel en blad	ja	-	-	-	ja	nee	
5	55	-	bruin	nee	ja		zf zand humshoudend	ja	-	-	-	ja	nee	
55	115	-	geel-bruin	nee	ja		mf zand met < 1% fijn grind + roest, geen reductie	nee	-	-	-	tot 90	nee	
115	210	-	wit-geel	ja	ja		zf zand onsamenhangend met sporen van roest en reductie -droog-	nee	-	-	-	nee	nee	
210	290	-	rood-bruin	ja	ja		zf zand met veel roest -vochtig- 260-290 meer grijs	nee	-	-	-	nee	nee	
290	420	-	grijs	ja	nee		zf zand volledig gereduceerd	nee	-	-	-	nee	nee	
420														

boormethode: Edelmanboor

Geschatte GHG (cm -mv):	115-120	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	277	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	290-300	Slootwaterstand (cm -mv):	-	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	170-185	Vochtig tot (cm -mv):	210	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	90	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	

0 m 1 m 2 m 3 m 4 m



Boorpunt 7 (+ peilbuis)																
BOORSTAAT		Namen karteerders:			Wim van der Hoek							Datum: 15-11-2011			Boring: Wim	
Gebied:		Landgoed De Hoevens			Locatie: Perceel 62 NO-zijde in bos											
Gewas: Eik, berk en beuk		X: 127835 Y: 389396														
DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PING- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN		
				reduc- tie	roest	overig										
0	10	-	bruin	nee	nee		Humeuze toplaag, vrij veel strooisel	ja	-	-	-	ja	nee			
10	40	-	bruin	nee	nee		zf zand humushoudend	ja	-	-	-	ja	nee			
40	110	-	rood-bruin	nee	ja		zf zand met roest, geen reductie	ja	-	-	-	ja	nee			
110	145	-	wit	?	ja		uiterst fijn vermoedelijk uitgedroogde leem met sporen van roest	nee	-	-	-	tot 130	nee			
145	200	-	geel	ja	ja		zf zand met roest (minder) en reductie	nee	-	-	-	nee	nee			
200	245	-	grijs-bruin	ja	ja		zf zand met weinig roest (bruin onduidelijk) droog-	nee	-	-	-	nee	nee			
245	280	-	grijs	ja	ja		zf zand met concentratie roest rond 260 - vochtig-	nee	-	-	-	nee	nee			
280	370	-	grijs	ja	nee		zf zand volledig gereduceerd en verzadigd	nee	-	-	-	nee	nee			
370																
boormethode: Edelmanboor																
Geschatte GHG (cm -mv):				onduidelijk ± 145-150?			Actuele grondwaterstand (cm -mv):				269		Geschatte vroegere GHG (cm -mv):			
Geschatte GLG (cm -mv):				270			Slootwaterstand (cm -mv):				-		Geschatte vroegere GLG (cm -mv):			
Geschatte fluctuatie (cm):				± 130			Vochtig tot (cm -mv):				245		Geschatte vroegere fluctuatie (cm):			
Maximale beworteling (cm -mv):				130			Geschatte Kz (cm):				-		Maximale vroegere beworteling (cm):			

0 m

1 m

2 m

3 m



Boorpunt 8 (+ peilschaal in vijver)

BOORSTAAT	Namen karteerders:	Wim van der Hoek	Datum: 16-11-2011	Boring: Wim
Gebied:	Landgoed De Hoevens	Locatie: Rand noordelijke kuil (poel) oostezijde ± 1 m van actuele waterlijn		
Gewas: pitrus, wolfspoot kleine zeggen en mossen	X: 127852 Y: 389325 (peilschaal elders N-zijde poel)			

DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PINGS- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN
				reduc- tie	roest	overig								
0	70	-	grijs-rood	ja	ja		leem hard en vet met veel roest	nee	-	-	-	5 -10?	ja	vermoedelijk leem uit gat op de oever gezet
70	100	-	rood-bruin	ja	ja		zf zandige leem, zachter en meer korrelig zeer veel roest	nee	-	-	-	nee	?	
100	140	-	grijs-rood	ja	ja		leem vrij hard en stevig veel roest	nee	-	-	-	nee	nee	
140	200	-	grijs-rood	ja	nee		leem zacht en kneedbaar (taai) geen roest	nee	-	-	-	nee	nee	
200	220	-	grijs-rood	ja	ja		zf en mf zand met zeer veel roest	nee	-	-	-	nee	nee	
220		-						-	-	-	-			

boormethode: Edelmanboor

Geschatte GHG (cm -mv):	> 0	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	135	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	geheel onduidelijk	Slootwaterstand (cm -mv):	25	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	??	Vochtig tot (cm -mv):	0	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	5-10?	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	

0 m

1 m

2 m



Boorpunt 10															
BOORSTAAT		Namen karteerders:		Wim van der Hoek						Datum: 16-11-2011		14-11-11		Boring: Wim	
Gebied:		Landgoed De Hoevens		Locatie: Rand perceel 20 (noordzijde) tegen houtwal aan											
Gewas: grassen		X: 127791 Y: 389277													

DIEPTE in cm		HOR. SYM- BOOL	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR	ORG. STOF	KALK	pH	RIJ- PING- GRAAD	WORTELS	VER- GRA- VEN	DIVERSEN
				reduc- tie	roest	overig								
0	5	-	zwart-bruin	nee	nee		Humusrijke toplaag, strooisel	ja	-	-	-	ja	nee	
5	50	-	bruin	nee	nee		zf zand humushoudend	ja	-	-	-	ja	nee	
50	80	-	geel-bruin	nee	ja		zf zand +iets grof grind, zwal lemig met vage roest	nee	-	-	-	ja	nee	
80	120	-	rood-bruin	nee	ja		zf zand met veel roest (± 90) geen reductie	nee	-	-	-	tot 90	nee	
120	170	-	geel-bruin	nee	ja		zf zand met roest geen reductie	nee	-	-	-	nee	nee	
170	240	-	geel	ja	ja		zf zand met vaag roest wel reductie	nee	-	-	-	nee	nee	
240	260	-	geel-bruin	ja	ja		zf zandige leem met roest aders	nee	-	-	-	nee	nee	
260	270	-	grijs	ja	ja		zf zand (niet lemig) met roestaders -vochtig-	nee	-	-	-	nee	nee	
270	310	-	grijs-bruin	ja	ja		zf zand sterk lemig met roestaders (vooral rond 300) -nat- maar niet verzadigd	nee	-	-	-	nee	nee	
310	330	-	grijs	ja	nee		zf zand volledig gereduceerd en verzadigd	nee	-	-	-	nee	nee	
330														

boormethode: Edelmanboor

Geschatte GHG (cm -mv):	160-170	Actuele grondwaterstand (cm -mv):	310	Geschatte vroegere GHG (cm -mv):	
Geschatte GLG (cm -mv):	320	Slootwaterstand (cm -mv):	-	Geschatte vroegere GLG (cm -mv):	
Geschatte fluctuatie (cm):	150-160	Vochtig tot (cm -mv):	250	Geschatte vroegere fluctuatie (cm):	
Maximale beworteling (cm -mv):	90	Geschatte Kz (cm):	-	Maximale vroegere beworteling (cm):	

0 m

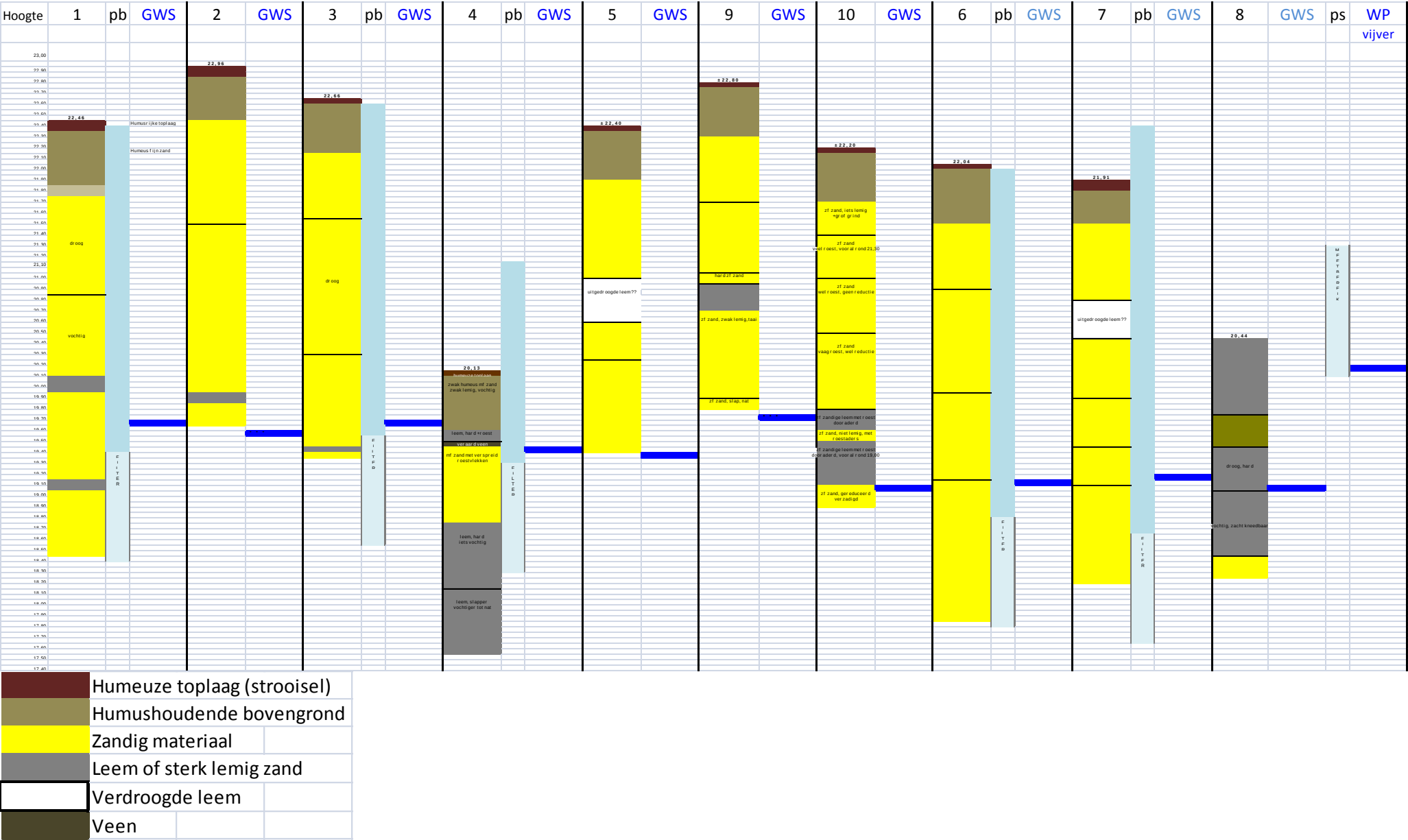
1 m

2 m

3 m



Bijlage 1 b) Overzicht van de boringen en peilvoorzieningen aan NAP gerelateerd.



Bijlage 2: Overzicht van de analyse van GHG's in raaien.

- 1) Raai 1-2-9-10
- 2) Raai 2-3-6
- 3) Raai 1-2-4-5-7
- 4) Raai 9-5-6
- 5) Raai 10-8-7-6
- 6) Raai 1-5
- 7) Raai 3-7
- 8) Raai 1-3
- 9) Raai 3-4-5
- 10) Raai 3-6b - 7

