

**Grondwatersysteem
Bloemendaal**

definitief

Uitgebracht aan:

**Gemeente Bloemendaal
Postbus 201
2050 AL Overveen**

Projecttitel : Grondwatersysteem Bloemendaal
Projectnaam : GW_MOD Bloemendaal
Soort document : definitief
Kenmerk : Kb39b.004mel.rap
Opdrachtgever : gemeente Bloemendaal
Projectleider : ir. N. Borreman
Afdeling : Waterbeheer
Paraaf projectleider : 
Paraaf afdelingshoofd : 
Datum : 21 juni 2005

Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding	1
1.1 Algemeen	1
1.2. Stedelijk grondwater	1
1.3. Geraadpleegde bronnen	2
1.4. Leeswijzer	2
2. Gebiedsbeschrijving	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Maaiveld	3
2.3. Oppervlaktewater	4
2.4. Drainage	5
3. De bodemopbouw en geohydrologie	5
3.1. Algemeen	5
3.2. Geologie	5
3.3. Geohydrologie	7
4. Beschrijving grondwatermodel Bloemendaal	9
4.1. Algemeen	9
4.2. Modelopbouw	9
4.2.1. Modelgrenzen en modelnetwerk	9
4.2.2. Modelschematisatie	10
4.2.3. Modelrandvoorwaarden	11
4.3. Modelinvoer	12
4.3.1. Neerslag en verdamping	12
4.3.2. Grondwateronttrekkingen	13
4.3.3. Maaiveldgegevens	14
4.3.4. Stijghoogtemetingen	14
4.4. Modelkalibratie	14
4.5. Kalibratieresultaten en modelnauwkeurigheid	15
5. Actuele grondwatersituatie	16
5.1. Inleiding	16
5.2. Modelberekeningen	16
5.3. Grondwaterstroming	17
5.4. Ontwateringsituatie	18
5.4.1. Ontwateringsituatie in een natte situatie	18
5.4.2. Ontwateringsituatie in een droge situatie	19

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Door de gemeente Bloemendaal is in samenwerking met het hoogheemraadschap van Rijnland op 5 maart 2004 aan Wareco Amsterdam bv opdracht verleend voor het opstellen van een uitvoeringsgericht waterplan voor de gemeente Bloemendaal. Onderdeel van het waterplan is een analyse van het grondwatersysteem. Om inzicht te krijgen in het grondwatersysteem is een modelstudie uitgevoerd. De werkzaamheden zijn uitgevoerd door de Provincie Noord-Holland op 8 januari 2003 met kenmerk Kb39.001nb.off en aanvullende offerte van de Provincie Noord-Holland op 13 oktober 2004 met kenmerk Kb39d.001wwu.off.

De behoefte van de modelstudie is het bestaande regionale grondwatermodel opgesteld in het kader van het grondwaterbeheersplan Bloemendaal en omgeving (Grontmij 1996-1999, lit. 1) nader gedetailleerd en geactualiseerd.

Het doel van de uitgevoerde modelstudie is inzicht verkrijgen in de werking van het complexe grondwatersysteem rond Bloemendaal. Het grondwatermodel vormt een hulpmiddel bij het beoordelen en inzichtelijk maken van de actuele en toekomstige grondwaterproblematiek. Met het grondwatermodel zijn de effecten van diverse scenario's op de waterstand in de Noord-Hollandse provincie. De detaillering en actualisatie van het grondwatermodel is voldoende voor beoordeling van de effecten op wijkniveau. Opgemerkt wordt dat het model een vereenvoudigde weergave van de (complexe) werkelijkheid betreft. De weergegeven en met het grondwatermodel berekende effecten zullen derhalve altijd afwijkingen vertonen met de werkelijkheid.

Een overzicht van het onderzoeksgebied is gegeven in bijlage 1.

1.2. Stedelijk grondwater

Het stedelijk grondwater maakt naast bijvoorbeeld het oppervlaktewater de neerslag de verdamping de drinkwatervoorziening en het afvalwater een wezenlijk onderdeel uit van de stedelijke waterkringloop. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden in het direct beneden maaiveld voorkomende creatische grondwater en het grondwater in dieper gelegen bodempakketten.

Het regionale geohydrologische regime in Bloemendaal wordt in hoge mate bepaald door het duingebied en de ten oosten van Haarlem gelegen diepe polders. Op wijkniveau wordt de geohydrologische situatie in het stedelijk gebied daarnaast beïnvloed door afstroming naar oppervlaktewatersystemen en kunstmatige drainagesystemen.

2. Gebiedsbeschrijving

2.1. Algemeen

Het modelgebied omvat de gemeente Bloemendaal, de gemeente Haarlem, de gemeente Heemstede en een deel van de gemeente Velsen. Het modelgebied omvat daarnaast een deel van de beheersgebieden van de duinwatermaatschappijen PWN en het Waterleidingbedrijf Amsterdam (WLBC voormalig Gemeente Waterleidingen Amsterdam).

Het onderzoeksgebied betreft de gemeente Bloemendaal. Dit gebied bevindt zich geheel binnen de grenzen van het modelgebied. De ligging van het onderzoeksgebied is weergegeven in bijlage 1.

Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in drie deelgebieden; het noordelijk deelgebied, het midden deelgebied en het zuidelijk deelgebied. Het noordelijk gebied omvat de stedelijke kernen Bloemendaal en Overveen. Het middengebied omvat de stedelijke kern Aerdenhout en het Ramplaankwartier (gemeente Haarlem). Het zuidelijk gebied omvat de stedelijke kern Vogelenzang.

2.2. Maaiveld

Zowel binnen het modelgebied als in het onderzoeksgebied wordt een relatief grote variatie in maaiveldniveau aangetroffen, zie bijlage 4.

Binnen het modelgebied kunnen de volgende zones worden onderscheiden:

1. Duingebied

Het duingebied betreft een relatief hoog gelegen zone in het westen van het modelgebied. Het duingebied wordt aan de westzijde begrensd door de Noordzee. Het niveau van het maaiveld varieert van VaaN aaULa 7A9 +40 V tN pLaatsN_aW MN hooPstN M1NW toppNW (4NWWN N1M1NWN, t 4 opSN_aW Bloemendaal) tot circa NAP B5 m ter plaatse van de oostelijke grens met de binnenduinrandzone (2).

2. Binnenduinrandgebied

De binnenduinrandzone is een relatief laag gelegen, smalle zone tussen het duingebied (1) en de strandwal van Overveen (3). Het binnenduinrandgebied omvat onder meer de natte duinvallei van Bloemendaal en de polders Vogelenzang en Mariënduin.

De maaiveldhoogte in de natte duinvallei van Bloemendaal varieert van circa NAP B60 m langs de duinrand tot circa NAP B50 m nabij de strandwal van Overveen met de laagste maaiveldhoogten centraal in de natte duinvallei, circa NAP B40 m. De maaiveldhoogte in de poldergebieden Vogelenzang en Mariënduin varieert van circa NAP B50 m nabij het duingebied tot circa NAP aan de oostzijde, alwaar de strandwal van Overveen relatief slecht is ontwikkeld.

Ontwatering in de landbouw- en poldergebieden vindt plaats via slotenstelsels met een beheerst peil. De sloten zijn in het algemeen vrij lozend op het boezemwater. De polders Vogelenzang en Mariënduin zijn zogenaamde opbemalen poldergebieden. De polderpeilen in deze polders worden beheerst op een polderpeil dat hoger is dan het boezemwaterpeil. De polderpeilen in de polders Vogelenzang en Mariënduin variëren van circa NAP B2C40 m tot NAP -0C60 m. Om droogvallen van de sloten te voorkomen wordt (boezem)water vanuit de Leidsevaart opgepompt en aan de oostzijde van de polder ingelaten.

2.4. Drainage

Verspreid over de gemeente Bloemendaal zijn diverse drainagesystemen aanwezig. In 1999 is een principeplan voor de ontwatering van Bloemendaal opgesteld (lit. 1). Op basis van het principeplan is in aanvulling op reeds bestaande horizontale drainagesystemen voor een aantal wijken diepdrainage ontworpen. Dit betreft de gebieden Santpoort-Zuid/Duinlustpark (deels gemeente Velsen) Bloemendaal-oost en Bloemendaal-zuidwest Overveen en de probleemgebieden bij de Zeeweg. De ontworpen diepdrainage is in 2000 operationeel gemaakt. De diepdrainage bestaat uit in totaal 43 putten (diep wells) die grondwater oppompen op een diepte van circa 8 tot 10 m onder maaiveld. Het drainagewater wordt geloosd op het oppervlaktewatersysteem.

De in het model verwerkte drainagesystemen zijn weergegeven in bijlage 2.

3. De bodemopbouw en geohydrologie

3.1. Algemeen

De bodemopbouw van het onderzoeksgebied is beschreven op basis van literatuurgegevens (zie bijlage 21).

3.2. Geologie

De geologische opbouw wordt gekenmerkt door Holocene afzettingen op de onderliggende Pleistocene pakketten. In de geohydrologische literatuur wordt het Holocene pakket aangeduid als 'deklaag' en de diepere watervoerende pakketten als 'eerste' tot en met 'vierde' watervoerend pakket. Voor de beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie wordt zoveel mogelijk de terminologie van het NIKG-KNO aangehouden. De Holocene deklaag wordt in aanvulling op de algemeen gangbare geohydrologische schematisatie verder onderverdeeld in twee afzonderlijke watervoerende pakketten.

Een schematisch profiel van de bodemopbouw over het onderzoeksgebied met hierin de gehanteerde indeling en benamingen is weergegeven in bijlage 3.

Basisveen, Laag van Velsen

De onderzijde van het Holocene pakket wordt gevormd door het Basisveen en de lokaal afgezette kleilaag van Velsen (Calais I). De dikte van deze slechtdoorlatende laag bedraagt maximaal circa 500 m. Plaatselijk is het pakket geheel afwezig. De basis van dit pakket veen- en kleilagen wordt langs de kust aangetroffen op circa NAP -20 meter. Verder landinwaarts wordt de basis ondieper aangetroffen tot een diepte van circa 7 A9 -10 V N. Nr. 5a WP's vMN 5N6N_aartwNW vMN - NULwwoM MN eerste scheidende laag mede gevormd door een met kleiafzettingen gevulde geul (klei van Haarlem). De eerste scheidende laag reikt hier tot een diepte van NAP -30 meter en heeft daarbij een dikte van meer dan 15 meter.

Pleistoceen

Voor de beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie van de diepere geologische Formaties wordt NrwnCnw Waar MN rapportaPN vOroWMwatN Keheersplan Bloemendaal en 8V PN_RWP, KasBstuMNw (lit. 1).

Voor de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis en een gedetailleerde beschrijving van de in genoemde paragraaf aangehaalde geologische formaties en lithostratigrafische eenheden wordt verwezen naar de literatuur (lit. 3 en 5). In paragraaf 3.3. wordt de beschreven bodemopbouw ten behoeve van het onderzoek geohydrologisch geschematiseerd.

3.3. Geohydrologie

In het onderzoeksgebied zijn watervoerende pakketten en waterscheidende lagen te onderscheiden.

Watervoerende pakketten zijn relatief goed waterdoorlatende zandpakketten waarin de horizontale component van de grondwaterstroming overheerst. De hoeveelheid horizontaal stromend grondwater wordt bepaald door het product van het stijghoogteverschil over een afstand x en het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket (kD -waarde). De kD -waarde is het product van de horizontale doorlaatfactor k_h (m/dag) en de dikte D (m) van het watervoerend pakket.

Waterscheidende lagen zijn slecht waterdoorlatende klei- of veenlagen en sterk kleihoudende zandlagen waarin de verticale component van de grondwaterstroming overheerst. De hoeveelheid verticaal stromend grondwater is bepaald door het quotiënt van het stijghoogteverschil tussen de boven en onder de scheidende laag gelegen watervoerende pakketten en de verticale hydraulische weerstand (c) van de scheidende laag. De hydraulische weerstand van een scheidende laag is gedefinieerd als het quotiënt van de dikte van de scheidende laag d (m) en de verticale doorlaatfactor k_v (m/dag).

Van boven naar beneden worden ter plaatse van het onderzoeksgebied de volgende lagen onderscheiden (zie bijlage 3):

Eerste scheidende laag

Vanaf een diepte variërend van circa NAP -35 meter tot NAP -70 meter wordt de eerste scheidende laag aangetroffen bestaande uit de glaciale kleiafzettingen van de Formatie van Drenthe. De scheidende laag heeft een dikte van circa zeven meter tot maximaal 40 meter. Over de weerstand van de eerste scheidende laag zijn geen literatuurgegevens beschikbaar.

Tweede en derde watervoerend pakket

Onder de eerste scheidende laag worden het tweede en derde watervoerend pakket aangetroffen bestaande uit de matig tot zeer grofzandige afzettingen van de Formaties van Urk/Sterksel en de Formaties van Maassluis en Harderwijk. Beide pakketten worden plaatselijk gescheiden door kleiafzettingen van de Formaties Drente en Kedichem.

De totale dikte van de watervoerende pakketten varieert van circa 150 tot 200 meter. Met betrekking tot de doorlatendheid van het tweede en derde watervoerend pakket zijn slechts zeer beperkt gegevens beschikbaar.

In de onderhavige studie wordt aangesloten op de landelijk gangbare geohydrologische terminologie welke geïntroduceerd is en gebruikt wordt door het NIKG-KNO. In overige studies welke de geologische opbouw van het onderzoeksgebied beschrijven wordt het wadzandpakket dikwijls v.w. FMNW pakktwo0v watNr_oNrNWM pakkt 1wPN genoemd. Aan het eerste watervoerend pakket wordt _aak PNPNPNMaUS hnt vMNP pakktwo0v watNr_oNrNWM pakkt 2A/Bw

4. Beschrijving grondwatermodel Bloemendaal

4.1. Algemeen

Voor het geohydrologisch modelonderzoek is gebruik gemaakt van het programmapakket Micro-Fem. Micro-Fem (versie 3.60.33) is een semi-driedimensionaal modelpakket en is geschikt voor zowel stationaire als instationaire grondwaterstroming.

4.2. Modelopbouw

4.2.1. Modelgrenzen en modelnetwerk

Zoals genoemd betreft het grondwatermodel een nadere uitwerking en detaillering van het regionale model dat in het kader van het grondwaterbeheersplan Bloemendaal en omgeving is opgesteld (Grontmij 1996-1999). De modelgrenzen zijn gelijk aan dit basismodel. Het model is eerder reeds gedetailleerd voor de gemeente Haarlem (Wareco Amsterdam bv 2000).

Tabel 1. Bodemschematisatie en modelopbouw

MODELLAAG BODEMPARAMEKER	WATERVOEREND PAKKET		GEOLOGISCHE OPBOUW/OMSCHRIJVING
topsysteemC h1Cdc1	-		specifieke drainageweerstand afzonderlijke drainagesystemen
topsysteemC rh1Crc1Cri1	-		bodemweerstand afzonderlijk ingevoerde waterlopen
toplaagCc1	-		specifieke drainageweerstand polder- en boezemgebieden
kD1	freatisch	slecht doorlatende deklaag	aang duinzandpakket en ophoogzand boven Hollandveen
C2	bovenste scheidende laag		Hollandveen en kleiige afzettingen van Calais
kD2	wadzand		Oude duin- en wadzanden
C3	basis deklaag		VelsenkleiC Basisveen en Haarlem klei
kD3	1° watervoerend pakket		zandafzettingen kwente en Eem
C4	1° scheidende laag		Eemklei (inschakelingen)
kD4	2° watervoerend pakket		zandafzettingen Urk en Sterksel
C5	2° scheidende laag		Drente/Kedichem klei
kD5	3° watervoerend pakket		zoete deel zandige afzettingen van Maassluis en Harderwijk

4.2.3. Modelrandvoorwaarden

Voor alle modelgrenzen dienen randvoorwaarden te worden ingevoerd ten aanzien van de grondwaterstroming over deze grenzen. Het betreft boven- en onderrandvoorwaarden en randvoorwaarden ter plaatse van de grenzen van het modelgebied. Voor alle modelrandvoorwaarden geldt dat ze niet van invloed mogen zijn op de binnen het modelgebied uitgevoerde modelberekeningen.

De bovenrandvoorwaarde van het model wordt gevormd door een ontwateringsbasis en de voeding van het grondwatersysteem door infiltrerend neerslagwater. In het duingebied is de bovenrandvoorwaarde van het model een vrij bewegende freatische grondwaterspiegel met een netto voeding vanuit neerslagwater. In het overige deel van het regionale modelgebied wordt de bovenste modellaag gevormd door:

- drainageniveaus en weerstanden van aangelegde drainagesystemen;
- polderpeil en specifieke drainageweerstand van poldergebieden;
- oppervlaktewaterpeil en weerstand van afzonderlijk ingevoerde waterlopen.

De netto neerslag in het onderzoeksgebied is voor de periode 2001 - 2004 weergegeven in bijlage 5. In het model is voor perioden met een negatieve netto neerslag (potentiële gewasverdamping groter dan bruto neerslag) aangenomen dat geen grondwateraanvulling plaatsvindt.

In bebouwde gebieden zal een deel van de netto neerslag direct worden afgevoerd naar het rioolstelsel of het oppervlaktewater. In deze gebieden is een verhardingspercentage toegepast. Het verhardingspercentage geeft het percentage van de neerslag weer dat niet bijdraagt aan de grondwateraanvulling. Het verhardingspercentage wordt bepaald op basis van de gehanteerde gewasfactoren en verhardingspercentages is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. toegepaste gewasfactoren en verhardingspercentages

Vegetatie/oppervlak	Gewasfactor (f)	Verhardingspercentage
Duingebied	0,0	0 %
Stedelijk gebied	0,7	20 % tot 50 %
Oppervlaktewater	1,0	0 %
Overig	1,0	0% tot 20 %

4.3.2. Grondwateronttrekkingen

In het modelgebied is zowel in de huidige situatie als in het verleden op verschillende locaties door verschillende instanties grondwater onttrokken:

NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN)

De NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) heeft voor het wingebed Zuid-Kennemerland diverse diepe en ondiepe winlocaties in bedrijf of in bedrijf gehad. Een behoefte van de vernatting van het duingebied heeft sinds 1992 een reductie van de grondwateronttrekkingen van PWN in het eerste watervoerend pakket plaatsgevonden. De hoeveelheid grondwaterwinning in Zuid-Kennemerland is sinds 1999 teruggebracht tot circa 5 miljoen m³/jaar. In de periode van 7 mei tot en met 18 juni 2002 zijn de resterende PWN-winningen Koningshof, Bloemendaal en Santpoort gefaseerd uitgezet.

Voor de modelberekeningen is gebruik gemaakt van maandcijfers van de PWN-onttrekkingen. Een overzicht van de door PWN onttrokken debieten is weergegeven in bijlage 6.

Waterleidingbedrijf Amsterdam (WLB)

In het zuiden van het modelgebied wordt drinkwater gewonnen door het WLB. Het drinkwater wordt hoofdzakelijk gewonnen via drainagegeulen en infiltratie van oppervlaktewater in infiltratieplassen. Wanneer de capaciteit van de genoemde methoden onvoldoende is wordt in aanvulling hierop drinkwater gewonnen uit het eerste watervoerend pakket.

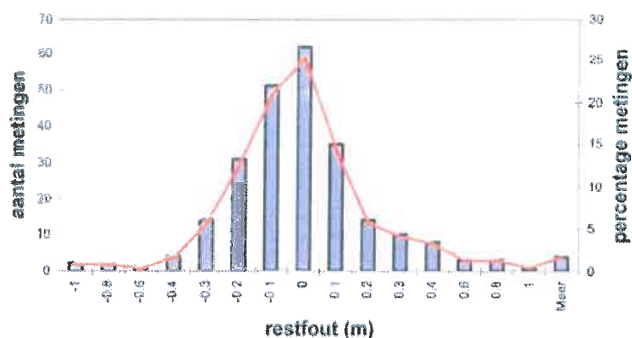
Het regionale grondwatermodel betreft een reeds stationair gekalibreerd model voor het 'gemiddelde jaar' 1986. Zoals genoemd is er bij de detaillering van het regionale model vanuit gegaan dat de diepere watervoerende pakketten en scheidende lagen in het regionale model reeds voldoende nauwkeurig zijn gekalibreerd. Tijdens de modelkalibratie van het gedetailleerde deel van het model zijn derhalve met name de hydrogeologische parameters van de ondiepe scheidende lagen en de bergingscoëfficiënten van de toplaag beschouwd.

Het model is stationair gekalibreerd voor het (gemiddelde) jaar 2000 en vervolgens instationair voor de periode 2001 - 2004. Voor de instationaire kalibratie is gerekend met een tijdstapgrootte van één maand voor de variabele effectieve neerslag en grondwateronttrekkingen. Tijdens de niet-stationaire kalibratie zijn met name gevoelige parameters als berging en de specifieke drainageweerstand van de afzonderlijke drainagesystemen plaatselijk aangepast. Daarnaast is de verticale weerstand van de basis van de deklaag aangepast van circa 500 tot 20.000 dagen naar circa 250 tot 10.000 dagen. De aangepaste waarden komen beter overeen met de weerstand van de deklaag zoals die is bepaald op basis van de resultaten van de stopproeven uit 2002 (PWN februari 2003, lit. 2).

4.5. Kalibratieresultaten en modelnauwkeurigheid

In bijlage 7 is voor een representatieve selectie peilbuizen het gemeten en berekende tijd-stijg-hoogteverloop voor de periode 2001-2004 grafisch weergegeven. De gemiddelde afwijking van de berekende grondwaterstanden met de gemeten grondwaterstanden (restfout) is weergegeven in bijlage 8. In de bijlage is de restfout voor de instationaire kalibratieperiode 2001-2004 weergegeven in een bollenkaart. De grootte van de bollen geeft aan hoeveel de berekende waarden afwijken van de gemeten grondwaterstanden.

De verdeling van de restfouten is in figuur 1 weergegeven. Uit figuur 1 blijkt dat voor het merendeel van de meetpunten de afwijking rond nul ligt (normaalverdeling) waarbij het grootste aantal meetpunten (circa 79 procent) een gemiddelde afwijking vertoont van -0,20 m tot 0,20 m. Voor circa 11 procent van de peilbuizen geldt dat de restfout relatief groot is, groter is dan 0,30 m.



Figuur 1: Frequentietabel voor de gemiddelde restfout in de periode 2001 - 2004

Representatief droge periode

Op basis van de neerslaggegevens en de gemeten grondwaterstanden is uitgegaan van juni 2003 als representatief droge periode. De cumulatieve netto maandneerslag in juni 2003 bedraagt circa -86 mm bij een gewasfactor van 1,0 (neerslagtekort). Uit normaalcijfers van het KNMI berekend over de periode 1971 tot 2000 voor meetstation Overveen blijkt dat in een gemiddeld jaar de minimale netto maandneerslag circa -33 mm bedraagt bij een gewasfactor van 1,0. Hoewel juni 2003 een relatief droge zomermaand betreft worden de gemeten grondwaterstanden in deze maand als representatief beschouwd voor de gemiddelde grondwaterstand in een maatgevend droogste (zomer)maand van een normaal jaar.

5.3. Grondwaterstroming

In bijlage 9 zijn de met het grondwatermodel berekende isostijghoogtelijnen weergegeven van het freatisch watervoerend pakket voor een representatief natte periode. De isostijghoogtelijnen geven de gemiddelde freatische grondwaterstand weer in de natste (winter)maand van een normaal jaar. In bijlage 10 zijn de isostijghoogtelijnen weergegeven van het freatisch watervoerend pakket voor een representatief droge periode. De isostijghoogtelijnen geven de gemiddelde freatische grondwaterstand weer in de droogste (zomer)maand van een normaal jaar. Opgemerkt wordt dat voor beide situaties geldt dat kortdurend zowel hogere als lagere grondwaterstanden kunnen voorkomen.

Horizontale grondwaterstroming

De regionale grondwaterstroming in zowel een zomer- als winterperiode is oostelijk gericht, vanuit het duingebied naar de dieper gelegen polders ten oosten van Haarlem. Lokaal wordt het stromingspatroon beïnvloed door de drainerende werking van de waterlopen, duinrellen en de aanwezige drainagesystemen.

In een representatief natte periode varieert de gemiddelde freatische grondwaterstand van meer dan NAP +5,5 m ter plaatse van de hooggelegen duingebieden tot circa NAP -0,5 m aan de oostelijke gemeentegrens met Haarlem. Aan het verloop van de isostijghoogtelijnen is zichtbaar dat de sloten en duinrellen in een natte periode een ontwaterende functie hebben. In een representatief droge periode varieert de gemiddelde freatische grondwaterstand van maximaal circa NAP +4,5 m in het duingebied tot minimaal circa NAP -1,0 m aan de oostzijde van de gemeentegrens. Ook in een droge periode hebben de sloten en duinrellen hoofdzakelijk een ontwaterende functie. Een uitzondering hierop zijn de poldergebieden Vogelenzang en Mariënduin. In deze poldergebieden hebben de sloten in een droge periode deels een infiltrerende functie.

Een geringe ontwateringsdiepte kan, in de woongebieden, resulteren in grondwateroverlast. De gewenste ontwateringsdiepte voor woongebieden bedraagt circa 0,70 m. Deze ontwateringsnorm is gebaseerd op een standaard kruipruimtediepte van 0,50 m en een maximale grondwaterstand 0,20 m beneden de kruipruimtebodan. De omvang van de woongebieden waar de gemiddelde ontwateringsdiepte kleiner is dan 0,70 m is voor een natte periode bepaald op circa 104 hectare. Dit betreft circa 10 procent van het totale woongebied.

Op basis van de modelberekeningen wordt geconcludeerd dat, met de aanwezige ontwateringsmiddelen, in een natte situatie in circa 11 procent van het woongebied in de gemeente Bloemendaal sprake is van een geringe ontwateringsdiepte waarbij grondwateroverlast kan optreden. Opgemerkt wordt dat ook in een deel van de gebieden met een ontwateringsdiepte tussen 0,70 m en 1,00 m bij hevige neerslagbuien (kortdurend) sprake kan zijn van een geringe ontwateringsdiepte. De omvang van het potentiële grondwateroverlastgebied ligt hierdoor in de praktijk mogelijk iets hoger, tot maximaal 13 procent van het woongebied.

5.4.2. Ontwaterings situatie in een droge situatie

In bijlage 12 is de ontwateringsdiepte weergegeven voor een representatief droge periode. Ook in een droge periode is in verschillende delen van het onderzoeksgebied sprake van een geringe ontwateringsdiepte, kleiner dan 0,70 m. Dit betreft hoofdzakelijk de landbouw- en poldergebieden. Plaatselijk wordt echter ook in de woongebieden in een droge periode een geringe ontwateringsdiepte berekend. Het totale oppervlak in de woongebieden waar de ontwateringsdiepte in een droge periode kleiner is dan 0,70 m is bepaald op circa 42 hectare. Dit betreft circa 4 procent van het totale woongebied.

Op basis van de modelberekeningen wordt geconcludeerd dat, met de aanwezige ontwateringsmiddelen, in een droge periode in circa 4 procent van de woongebieden sprake is van een geringe ontwateringsdiepte waarbij grondwateroverlast kan voorkomen.

6. Scenarioberekeningen

6.1. Inleiding

Om grondwateroverlast, als gevolg van het stopzetten van de grondwateronttrekkingen in het duingebied, te voorkomen, is in de overlastgevoelige gebieden een systeem van verticale grondwateronttrekkingsputten (deepwells) en horizontale drainage aangelegd. Het beheer en onderhoud van dit systeem is echter kostbaar. Met het grondwatermodel zijn een aantal alternatieven voor het huidige systeem doorgerekend:

- Een continue bemaling van de deepwells om ijzerneerslag in de afvoerleidingen tegen te gaan en zodoende de onderhoudskosten te beperken.
- Het vervangen van de deepwells door horizontale drainageleidingen.
- Het vervangen van de deepwells door een ontwateringskanaal.

6.3. Effect klimaatverandering op de ontwateringssituatie

Door het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is onderzoek gedaan naar de effecten van de klimaatverandering in de komende eeuw. ZWMN rapportaPN vWNNr NW watNr iWMN 21^{ste} NNuww (lit. 10) zijn de belangrijkste resultaten van dit onderzoek voor Nederland samengevat. In bijlage 14 zijn de in rapportage beschreven klimaatscenario's voor 2050 opPNWoV NW. AIPNV NNW worMt aangenomen dat de klimaatverandering in de toekomst resulteert in een (verdere) toename van de neerslag, waarbij extreme neerslaghoeveelheden vaker zullen optreden.

Met het grondwatermodel is het te verwachten effect van de klimaatveranderingen op de gemiddelde maandelijkse grondwaterstand en ontwateringsdiepte bepaald. Hiertoe is het model doorgerekend waarbij de neerslagreeks 2001 tot 2004 is gecorrigeerd voor de klimaatverandering. De bruto neerslag is in het zomerhalfjaar vermeerderd met één procent en in het winterhalfjaar met zes procent. De verdamping is vermeerderd met vier procent. Dit betreft de voorspellingen van het IPCC volgens het middenscenario. De modelberekeningen zijn uitgevoerd voor een situatie waarbij de deepwells niet actief zijn. Op basis van de modelberekeningen resulteert de klimaatverandering in een toename van het woongebied met een geringe ontwateringsdiepte, kleiner dan 0,70 m, met circa 10 hectare. Dit betreft een toename van circa acht procent. De berekende ontwateringsdiepte is weergegeven in bijlage 15.

Opgemerkt wordt dat naast de toename van de gemiddelde maandelijkse grondwaterstanden in de toekomst vaker extreme situaties zullen optreden. Hevige regenbuien zullen zich vaker voordoen waardoor vaker kortdurend hoge grondwaterstanden zullen voorkomen.

Conclusie

Op basis van de modelberekeningen wordt geconcludeerd dat voor de toekomst een stijging van de grondwaterstanden te verwachten is. Zonder aanvullende maatregelen resulteert deze stijging in een toename van de gebieden met een geringe ontwateringsdiepte met circa 10 hectare.

Uitgaand van het huidige systeem met deepwells betekent dit dat de deepwells in de toekomst vaker zullen aanslaan. In de huidige situatie staat een aantal van de deepwells in een natte periode 24 uur per dag aan (maximaal onttrekkingsdebiet). Naar de toekomst is het huidig ingestelde onttrekkingsdebiet bij deze deepwells mogelijk onvoldoende om een stijging van de grondwaterstand te voorkomen.

6.4. Continue bemaling compenserende winningen

In de huidige situatie worden de deepwells aangestuurd met monitoringspeilbuizen. De pompen slaan aan bij een hoge grondwaterstand en slaan weer af wanneer de grondwaterstand is gedaald tot het uitslagpeil. Daarnaast is de bemalingsduur van de pompen begrenst tot maximaal circa 90 minuten. Dit resulteert in een fluctuerend onttrekkingsdebiet, waarbij in droge perioden geen grondwater wordt onttrokken.

Een oplossing kan zijn continue bemaling met een lager onttrekkingsdebiet of met een flexibel onttrekkingsdebiet waarbij de pompen niet afslaan maar met een beperkt debiet blijven pompen. De afvoerleidingen blijven in dit geval gevuld, waarmee de neerslag van ijzer naar verwachting kan worden beperkt. Continu onttrekken is naar verwachting mogelijk, mits dit zorgvuldig wordt uitgevoerd.

Geadviseerd wordt de, voor de bepaling van de laagst toelaatbare grondwaterstand, relevante funderingsgegevens in beeld te brengen en het effect van continue onttrekking op de grondwaterstand en het onderhoud met een praktijkproef te testen.

6.5. Aanleg horizontale drainage

Met het grondwatermodel is indicatief het effect op de grondwaterstand berekend wanneer de deepwells worden stopgezet en in plaats daarvan in de wijken Bloemendaal-oost, Bloemendaal-zuidwest, Overveen en Santpoort-zuid/Duinlustpark (deel Bloemendaal) in het wegcunet horizontale

De modelberekening is uitgevoerd voor een situatie waarbij in de genoemde wijken in alle straten drainage wordt aangelegd. In het model is dit geschematiseerd door bij deze gebieden een drainage-niveau en een specifieke drainageweerstand in te voeren. De drainageleidingen zijn derhalve niet afzonderlijk in het model ingevoerd. Voor de hoger gelegen delen is uitgegaan van een drainage-niveau van 1,0 m tot 1,5 m beneden het maaiveldniveau. Voor de lager gelegen delen is uitgegaan van het boezemwaterpeil. De specifieke drainageweerstand is een maat voor de weerstand tegen het afstromen naar de drainageleidingen. De specifieke drainageweerstand (C_{dr}) is bepaald volgens:

$$C_{dr} = 0,8A L^2 / 8kD$$

L = afstand tussen waterlopen

D = afstand vanaf drainageniveau tot de top van de scheidende laag

In bijlage 17 is het berekende effect van de aanleg van horizontale drainage weergegeven. De bijlage toont de gemiddelde verlaging van de grondwaterstand als gevolg van de horizontale drainage in een maatgevend natte periode. Uit de bijlage blijkt dat de aanleg van drainage in het wegcunet naar verwachting resulteert in een verlaging van de grondwaterstand van circa 0,20 tot 0,70 m. Deze verlaging is vergelijkbaar met de verlaging gerealiseerd met de deepwells. In de gebieden waar in de huidige situatie reeds horizontale drainage aanwezig is, is het berekende effect beperkt, circa 0,10 tot 0,20 m.

Uit de indicatieve berekening blijkt dat de aanleg van horizontale drainage resulteert in een vermindering van de gebieden met een ontwateringsdiepte kleiner dan 0,70 m met circa 50 hectare. Dit betreft een vermindering met circa 37 procent.

Tabel 3: Overzicht waterbalans polders Vogelenzang en Mariënduin

jaar	Inlaat Leidsevaart (m ³ /jaar)	Infiltratie (m ³ /jaar)	Kwel (m ³ /jaar)	Uitstroom Leidsevaart (m ³ /jaar)
2001	1.613.124	1.317.389	2.948.312	295.735
2002	1.943.899	1.468.900	3.413.860	474.999
2003	2.251.700	1.656.447	2.927.423	595.253

Conclusie

De ingelaten hoeveelheid oppervlaktewater kan op basis van de modelberekeningen met gemiddeld circa 500.000 m³ per jaar worden verminderd.

Opgemerkt wordt dat ten aanzien van de slootpeilen NW o_NrstortW_Naus iW MN poUMNs VoPNWcaWP en Mariënduin slechts beperkt gegevens beschikbaar waren. Daarnaast betreft het model een regionaal grondwatermodel waarbij de poldersloten niet afzonderlijk zijn gemodelleerd. Dit betekent dat sprake is van een relatief grote modelonzekerheid in de berekeningsresultaten. Voor een nauwkeuriger beeld wordt geadviseerd een nadere analyse van het poldersysteem uit voeren en gecombineerd een studie te verrichten naar de alternatieven voor de inlaat van oppervlaktewater uit de Leidsevaart.

Het beheer en onderhoud van het huidige drainagesysteem met deepwells blijkt kostbaar. Met het grondwatermodel zijn een aantal mogelijke alternatieven voor het huidige drainagesysteem doorgerekend:

- *Continue onttrekking deepwells*

Met een continue onttrekking van de deepwells kunnen ijzerneerslag in de leidingen en daarmee de onderhoudskosten mogelijk worden beperkt. Uit de modelberekeningen is geconcludeerd dat bij een continue onttrekking met de huidige ingestelde onttrekkingsdebieten het risico bestaat op te lage grondwaterstanden met maaiveldzetting en schade aan de bebouwing tot gevolg.

Op basis van de huidige gegevens van de funderingen van de bebouwing is het niet mogelijk om conclusies te trekken over schade aan de bebouwing als gevolg van grondwaterstand-verlaging. Aanbevolen wordt de relevante funderingsgegevens in beeld te brengen. Continu onttrekken is naar verwachting mogelijk mits dit zorgvuldig wordt uitgevoerd. Aanbevolen wordt om dit met een praktijkproef te testen tegelijkertijd kan dan het effect op het onderhoud worden onderzocht.

- *Horizontale drainage*

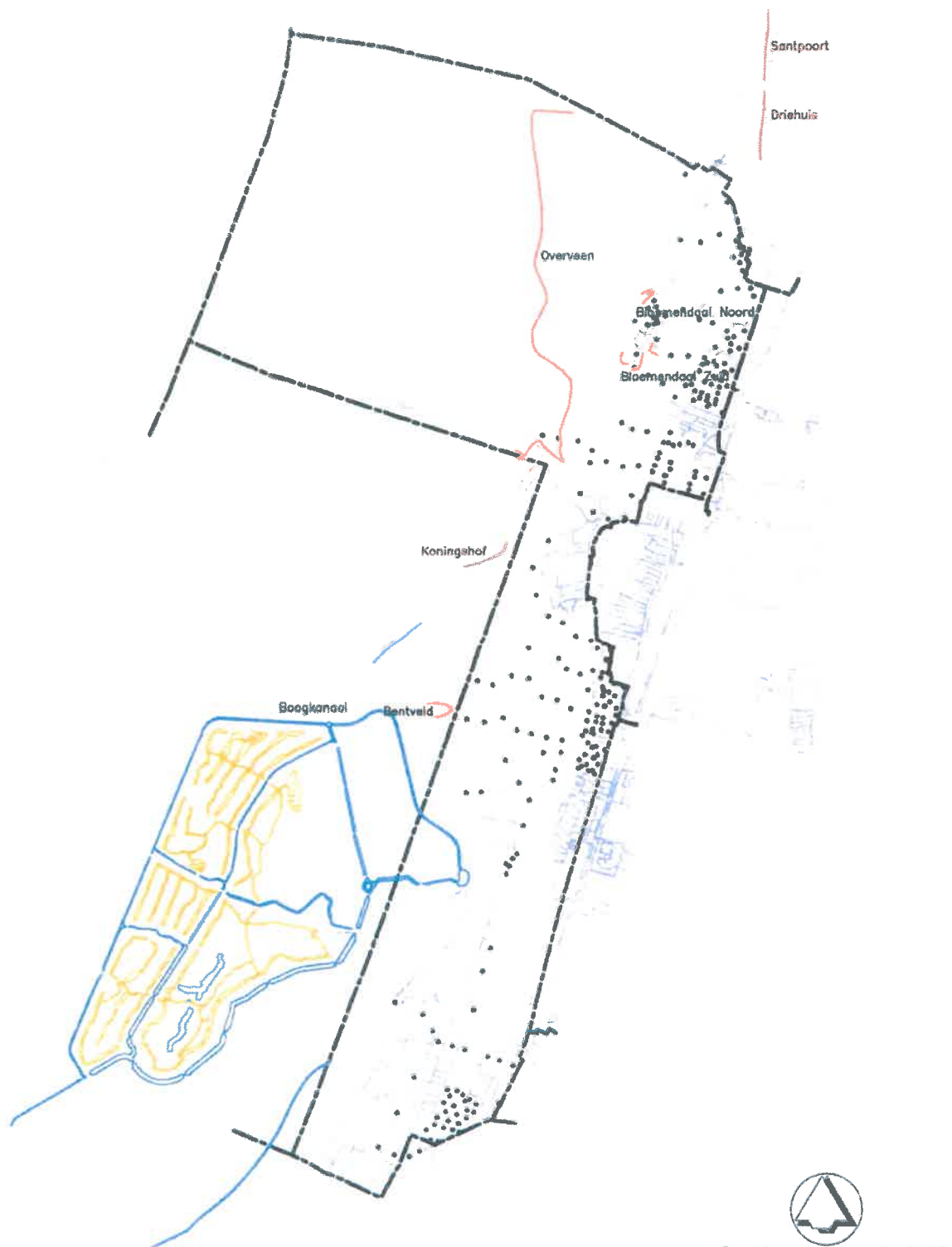
Als alternatief voor het huidige systeem met deepwells is de ontwateringssituatie met een systeem van horizontale drainageleidingen ter plaatse van het wegcunet beoordeeld. Uit de modelberekeningen is geconcludeerd dat de aanleg van horizontale drainage, met name in de laaggelegen woongebieden van Bloemendaal, een alternatief kan zijn voor diepdrainage. Geadviseerd wordt om het effect van drainage op straatniveau middels metingen aan de huidige drainage te bepalen.

- *Ontwateringskanaal*

Als derde alternatief is het effect van de aanleg van meer open water op de ontwateringssituatie bepaald. Met het model is het effect bepaald van de aanleg van een ontwateringskanaal in de natte duinvallei van Bloemendaal. Geconcludeerd is dat de aanleg van een ontwateringskanaal resulteert in slechts een beperkte vermindering van de omvang van de woongebieden met een geringe ontwateringsdiepte. De aanleg van een kanaal wordt derhalve niet gezien als een oplossing voor de wateroverlast in Bloemendaal.

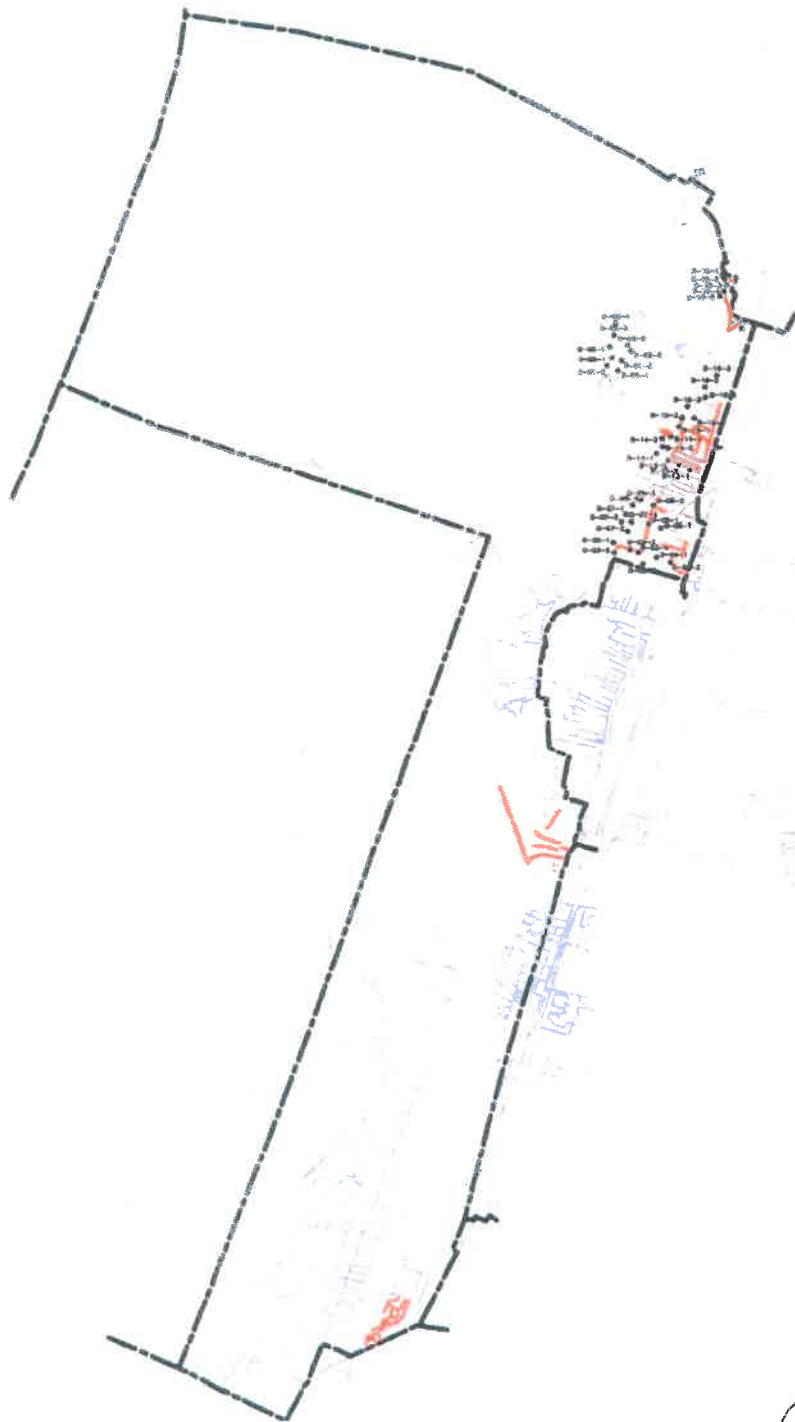
In de onderstaande tabel is de omvang van het woongebied met een geringe ontwateringsdiepte in een natte periode samengevat voor de huidige situatie en in 2050, met en zonder deepwells of met alternatieve ontwateringsmethode.

BIJLAGEN



Bijlage 1: Overzichtstekening onderzoeksgebied	
BLOEMENDAAL	
Grondwateronderzoek	
A3s	257 430
projectcode:	tek. nr.: 001
Kb39b	datum : 21-08-2005
	get. door : MS
Omschrijving: 257 430	





--- grens gemeente
 --- drainage
 • deepwell

Revisie datum: get. door: get. door:

Bijlage 2: Overzichtstekening drainage

BLOEMENDAAL

Grondwateronderzoek

A3s

207
1
420

schaal: 1 : 50000

get. door:

projectende:

tek. nr.:

datum

: 21-05-2005

Kb39b

002

get. door

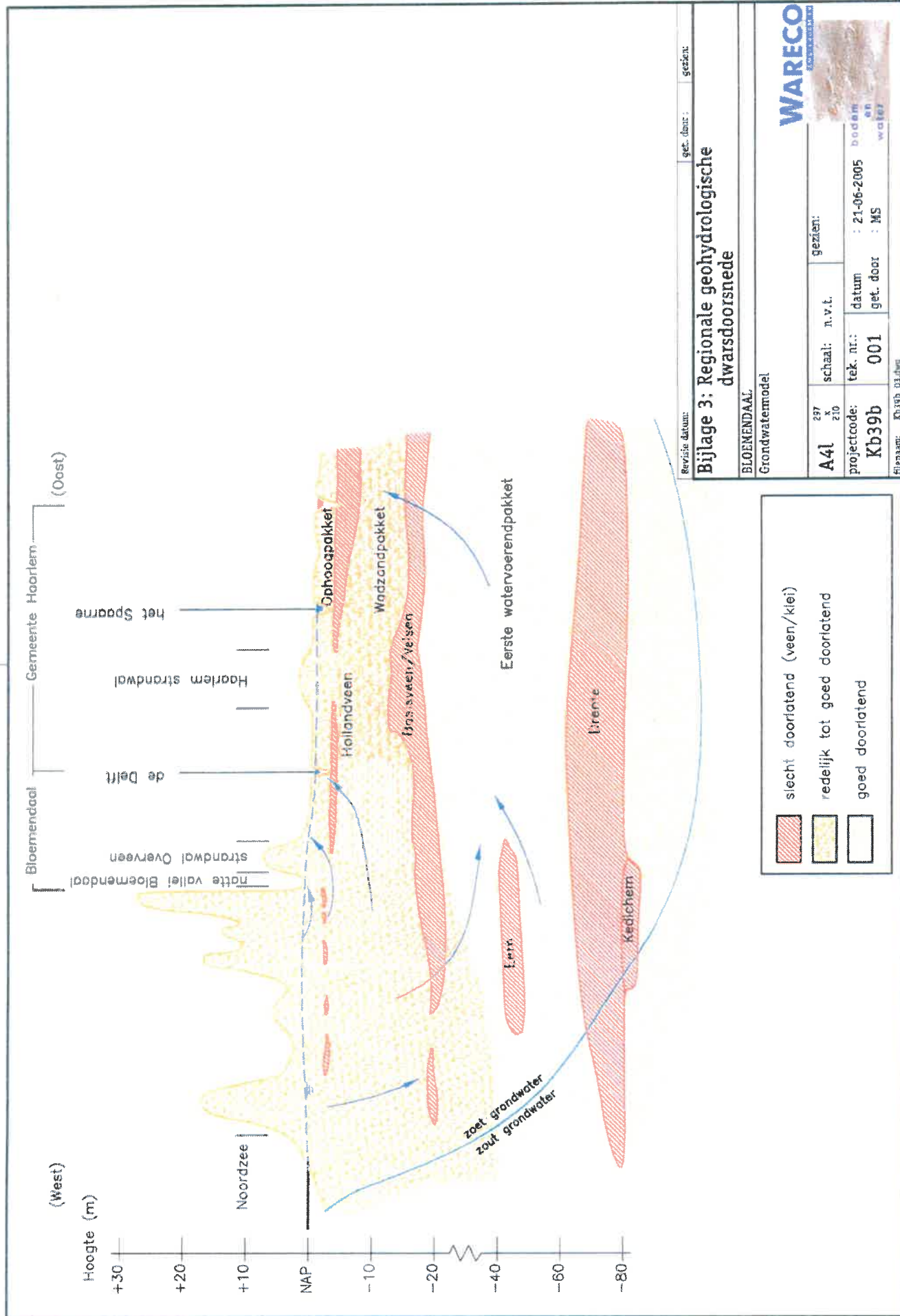
: MS

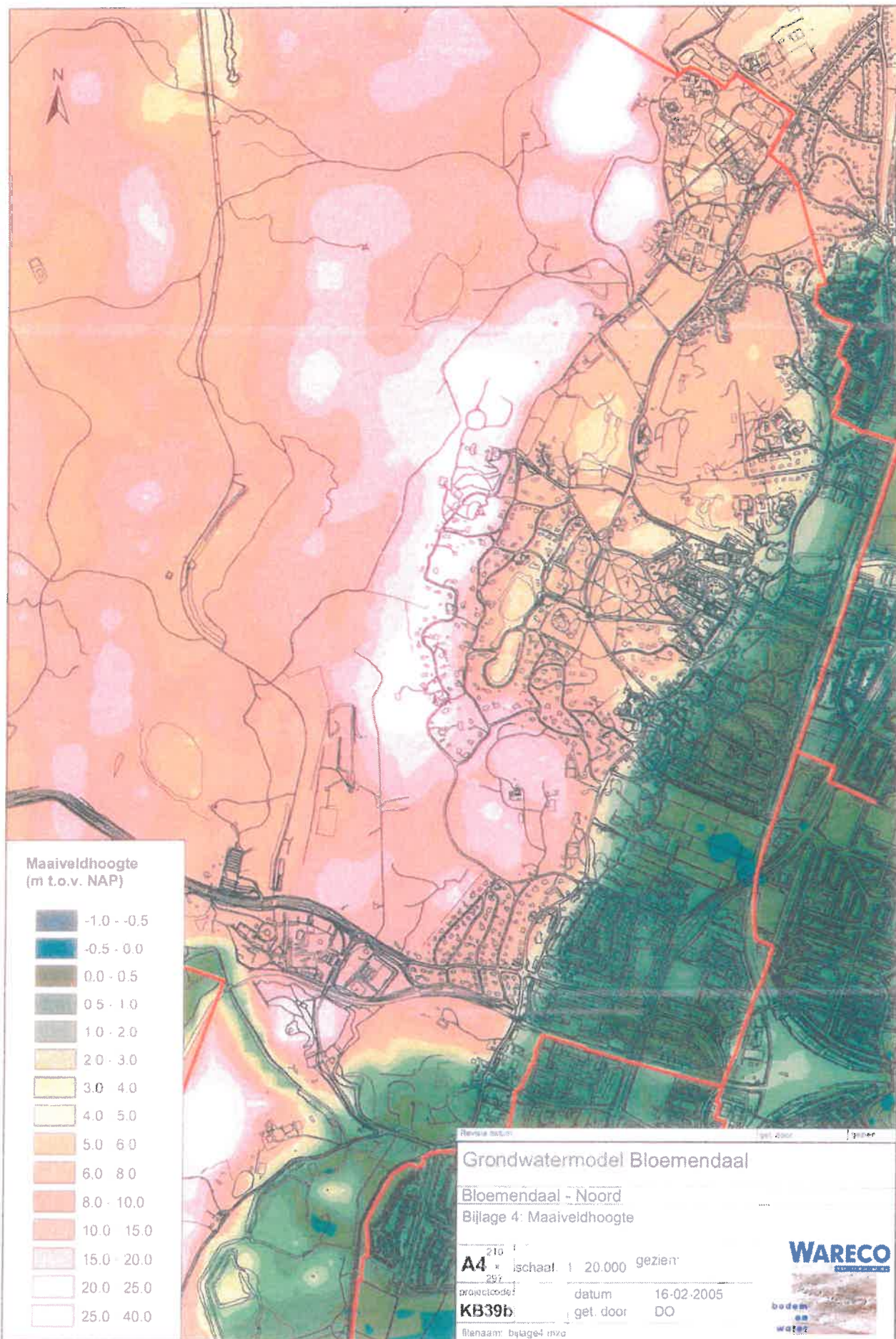
Bestandsnaam: Kb39b_01.dwg

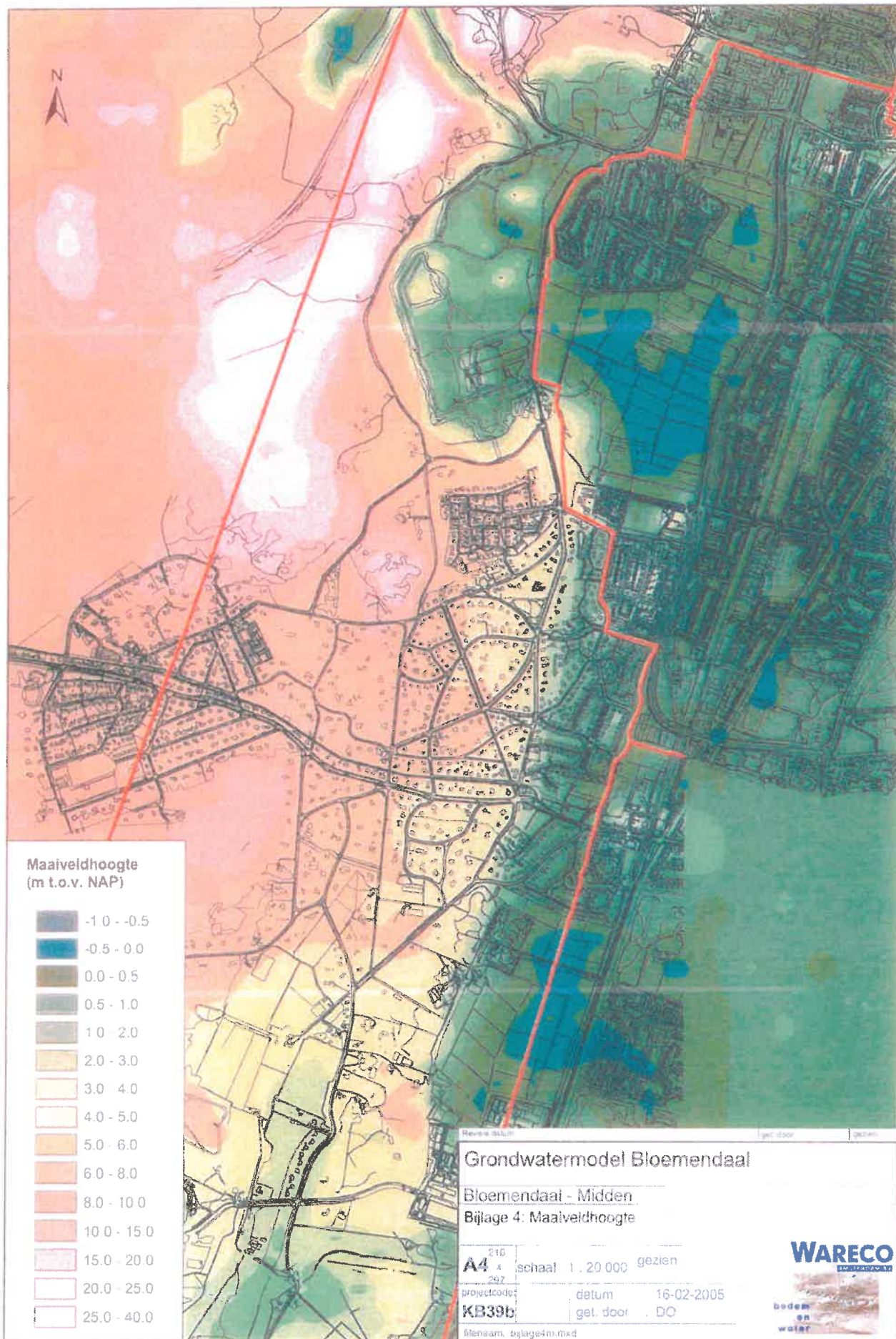
WARECO

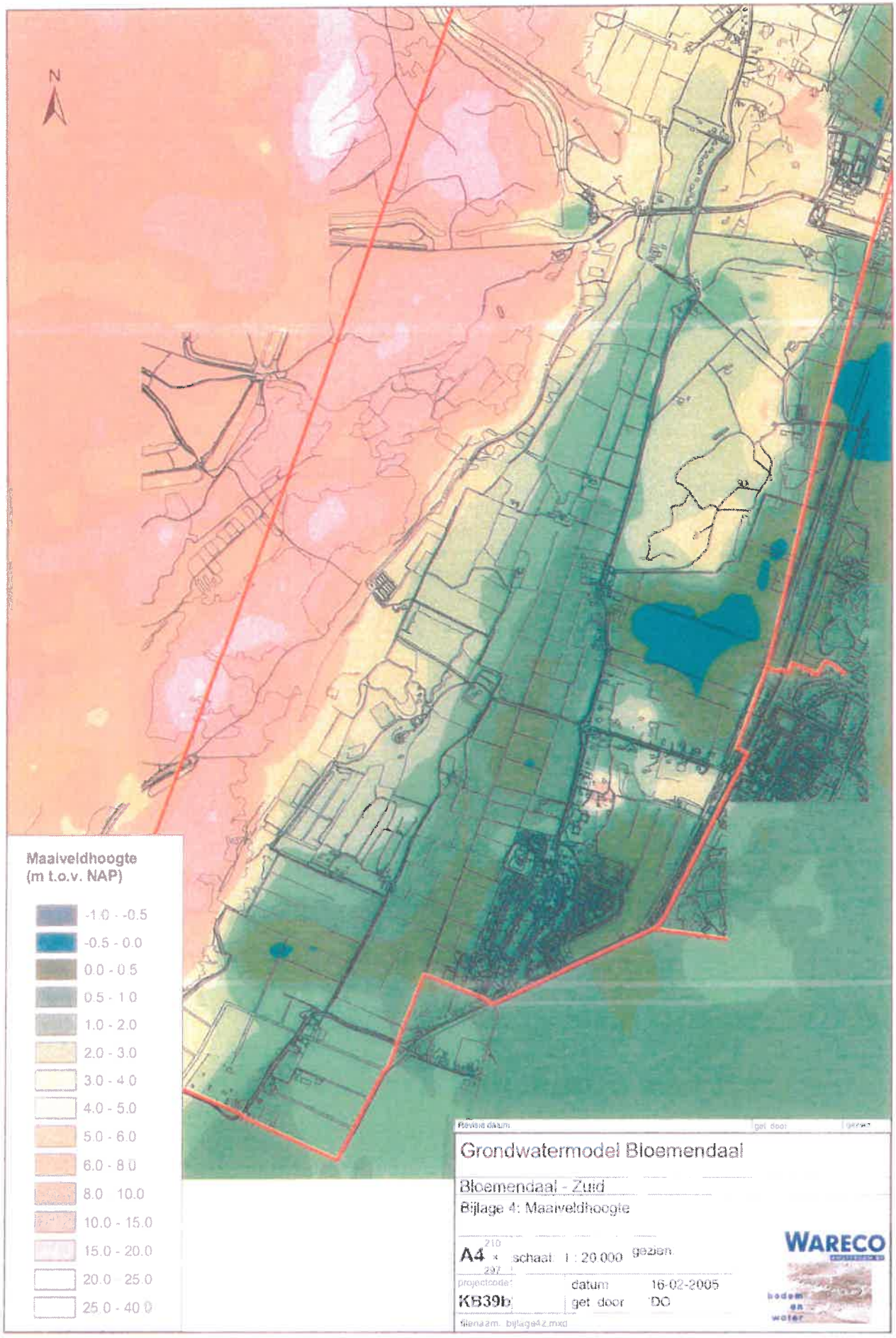
Grondwateronderzoek



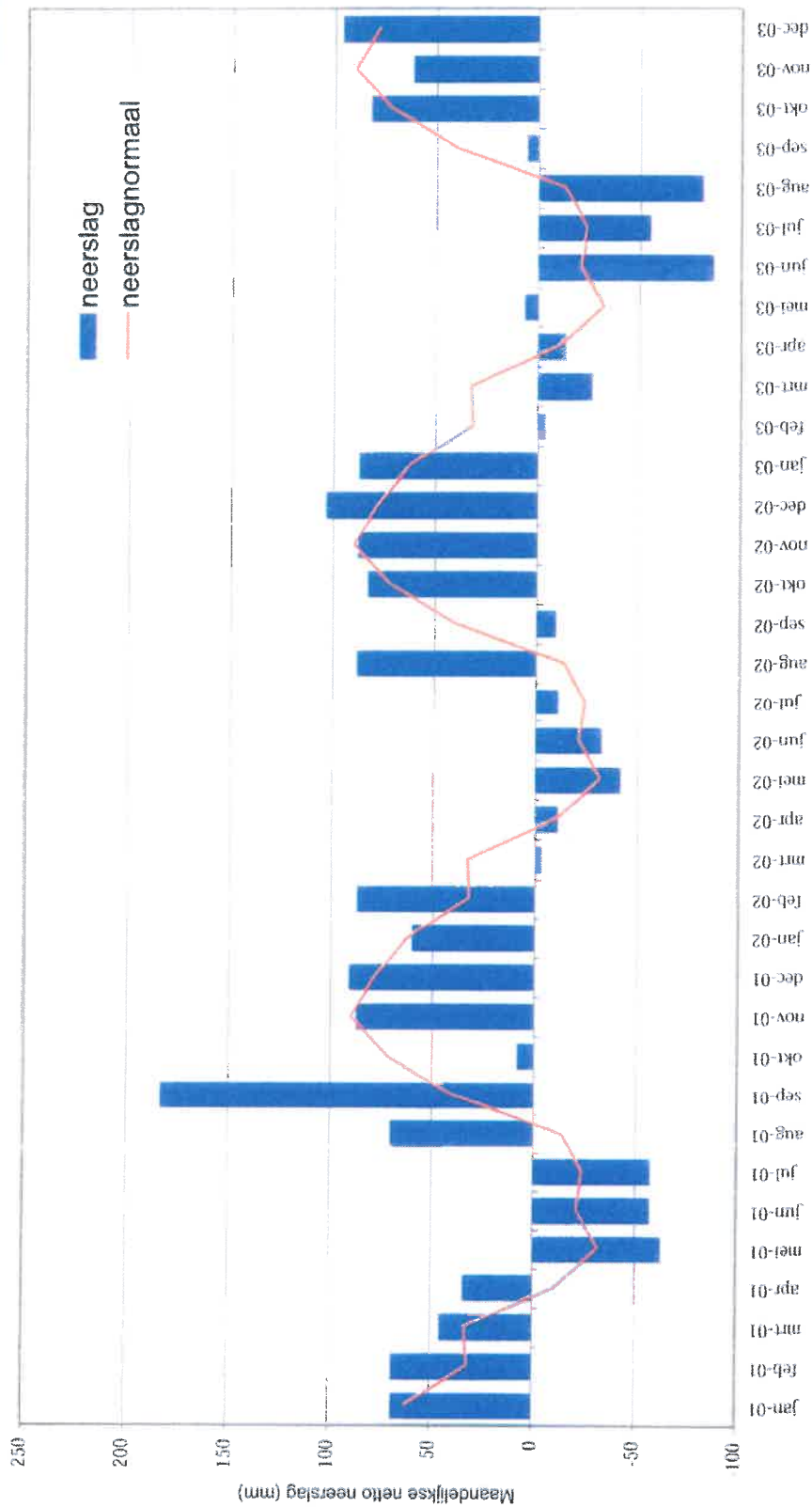




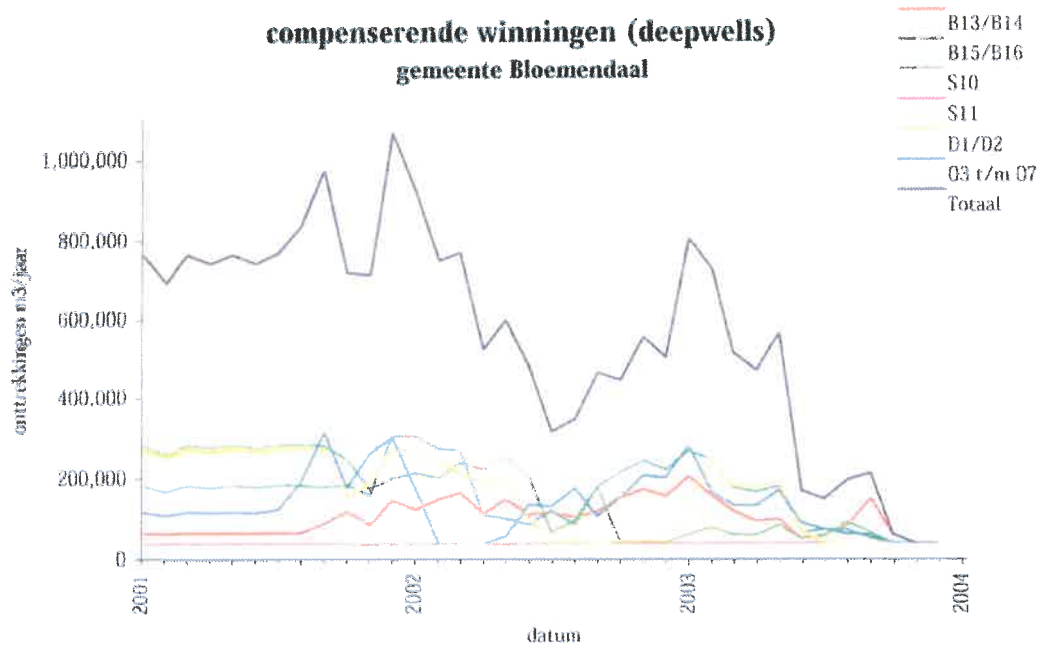
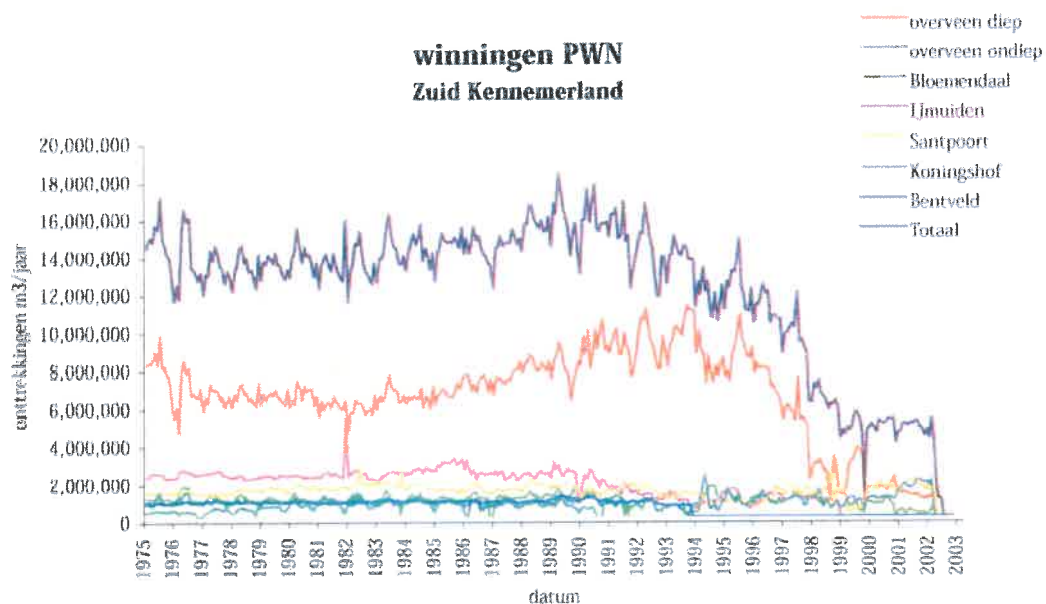




Neerslaggegevens Bloemendaal januari 2001 - december 2003



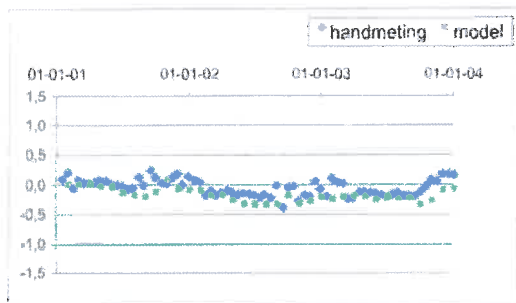
*De neerslag heeft een negatieve waarde wanneer de bruto neerslag kleiner is dan de potentiële verdamping



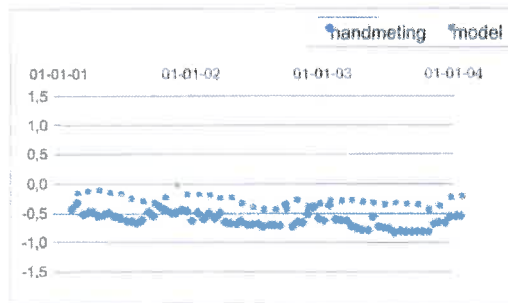
Kalibratieresultaten grondwatermodel Bloemendaal - deel Bloemendaal / Overveen



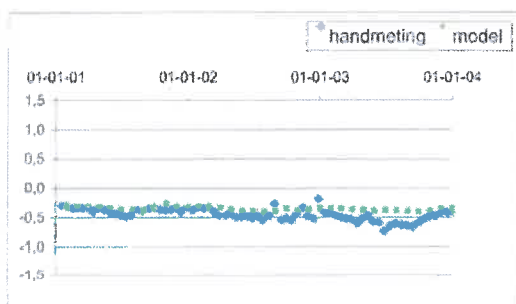
Freatisch watervoerend pakket



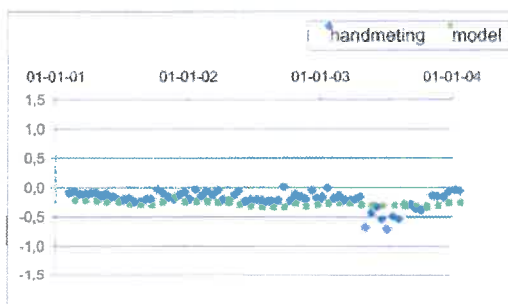
pb2 Kleverlaan 7/9



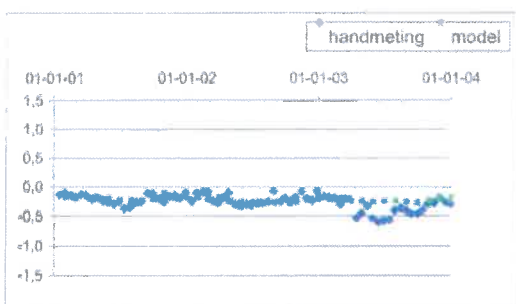
pb3 Kleverlaan 69



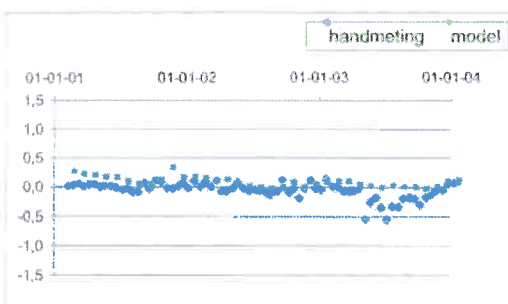
pb5 Kinheimweg 67/69



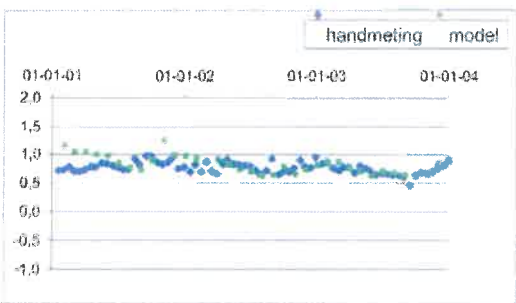
pb8 Platanenlaan 95



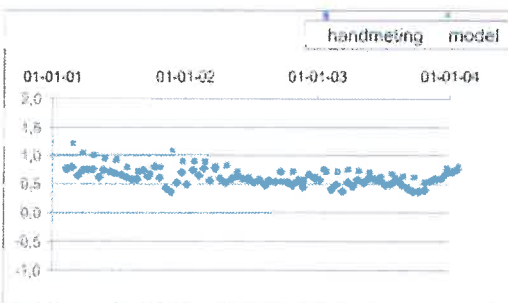
pb9 Platanenlaan 61/63



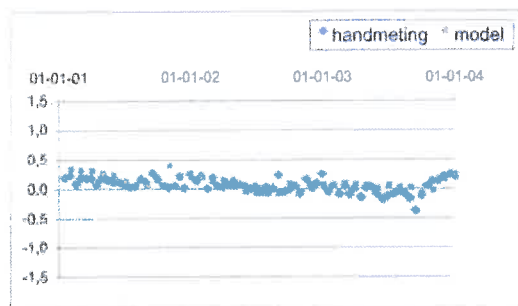
pb14 Ign. Bispincklaan 36/38



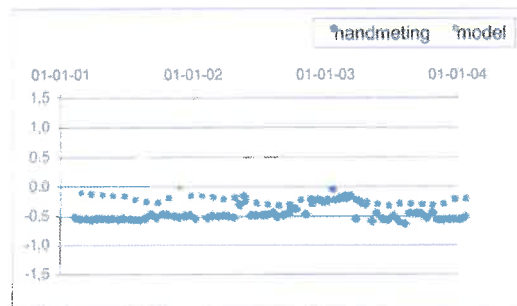
pb15 Dr. Dirk Bakkestraat 13



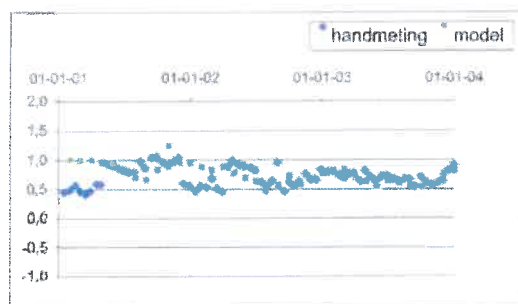
pb17 Korte Kleverlaan



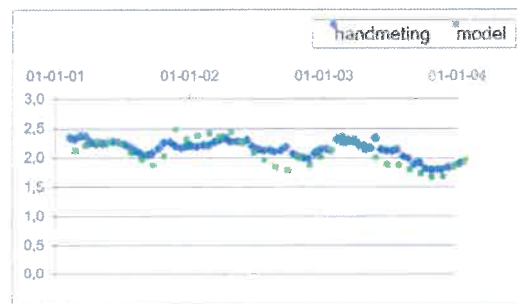
pb18 Verbindingsweg 32/34



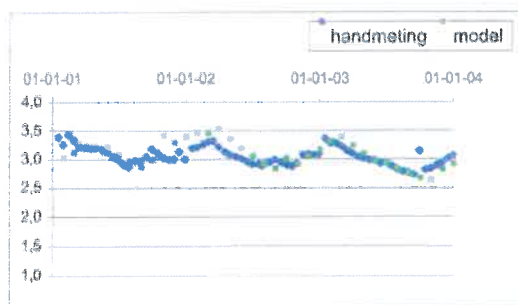
pb22 Dr. Dirk Bakkerlaan/Acaciaaan



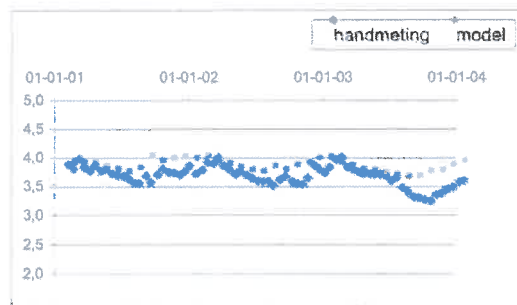
pb28 Vijverweg 41



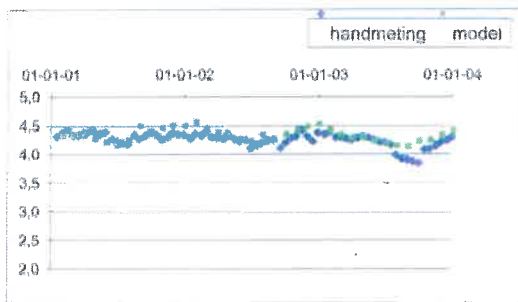
pb29 Potgieterweg 8



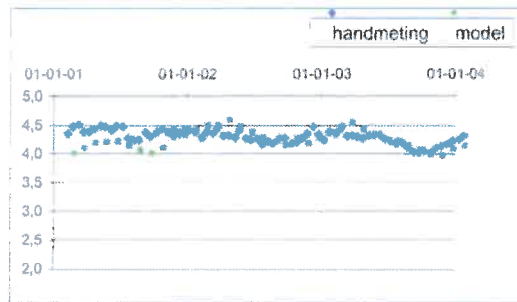
pb30 Mollaan thv Potgieterweg



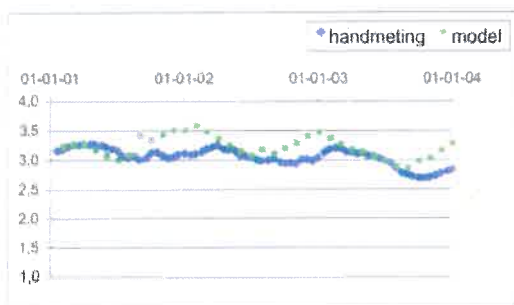
pb31 Mollaan thv schoolplein BSV



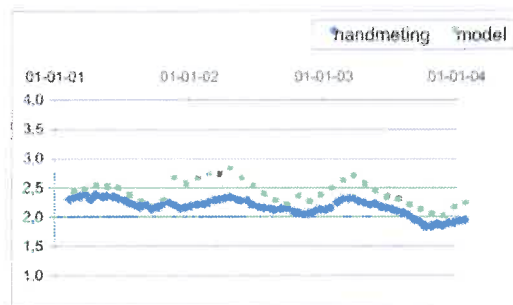
pb32 Lage Duin en Daalseweg thv Karmelweg



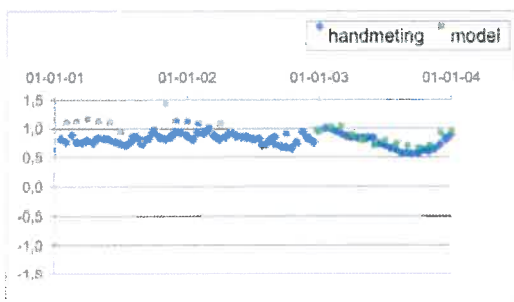
pb33 Lage Duin en Daalseweg 31a



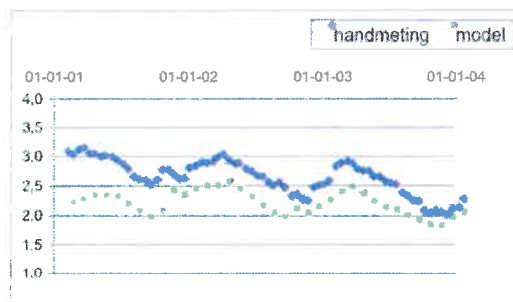
pb34 Parkweg/Saxenburgerweg



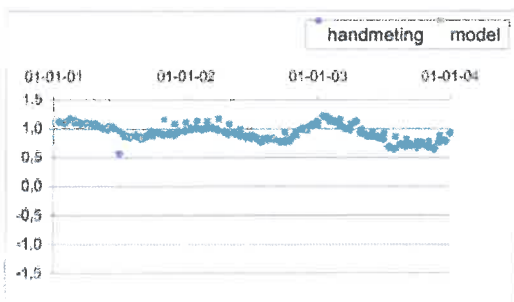
pb35 Parkweg/Korte Parkweg



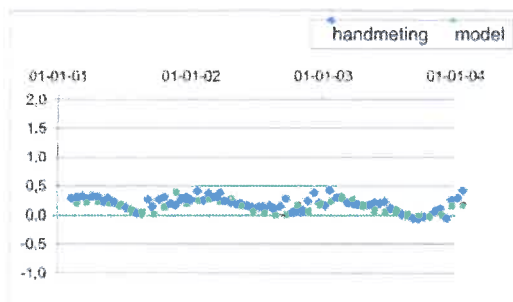
pb36 Hartenlustlaan 9



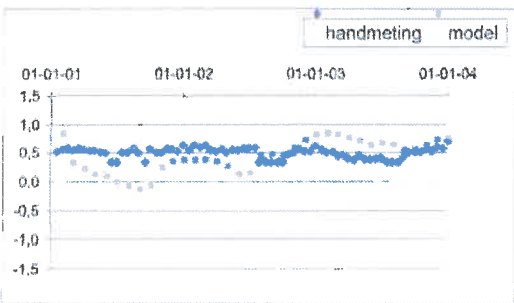
pb45 Dennenweg 17



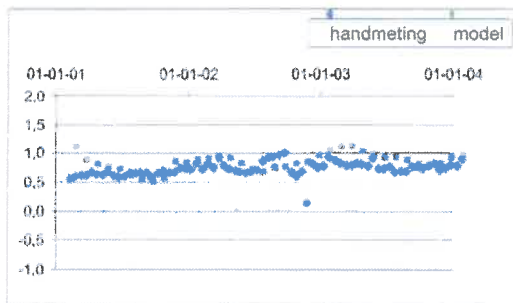
pb46 Dennenweg 1



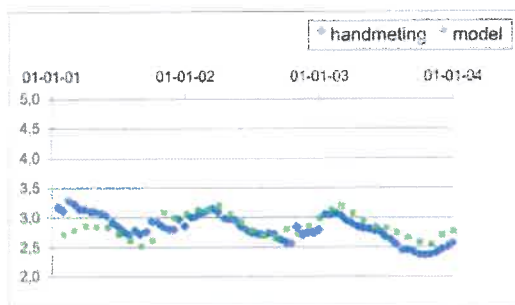
pb47 Pieter Keijlaan 82



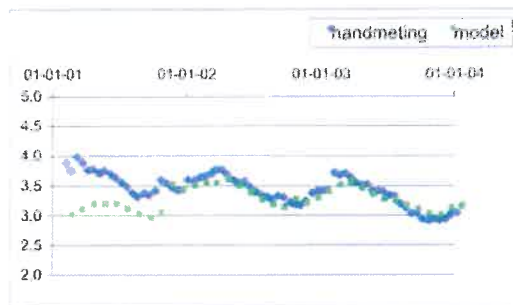
pb51 Schaepmanlaan 31



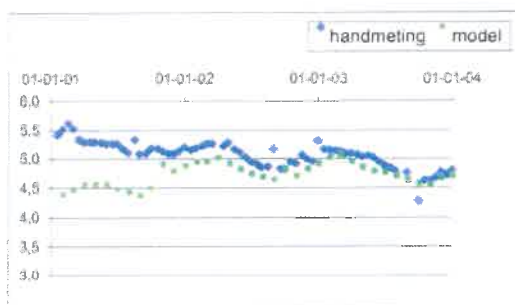
pb56 Alberdijnck Thijmalaan 38



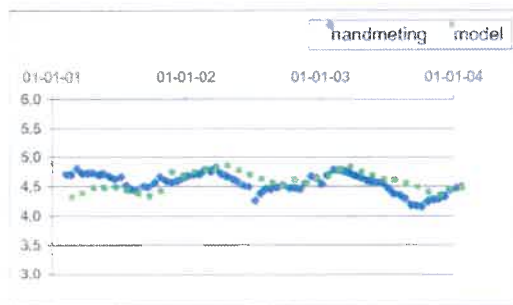
pb57 Duinlustparkweg 36



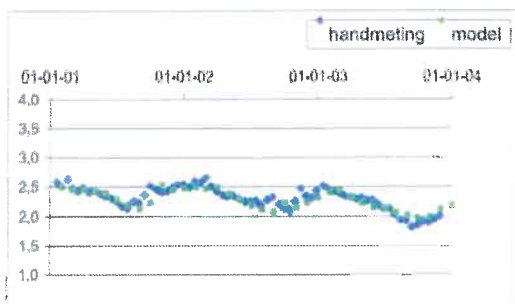
pb58 Conollyweg 4



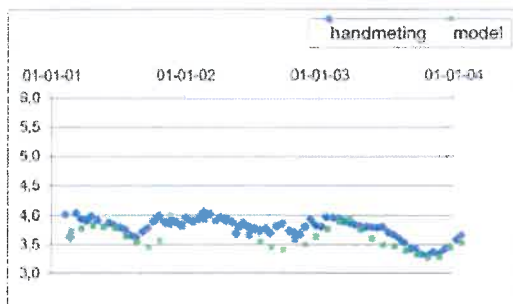
pb59 Bergweg 2



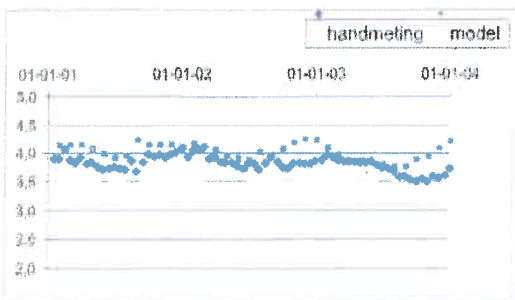
pb61 Bergweg in de HBS



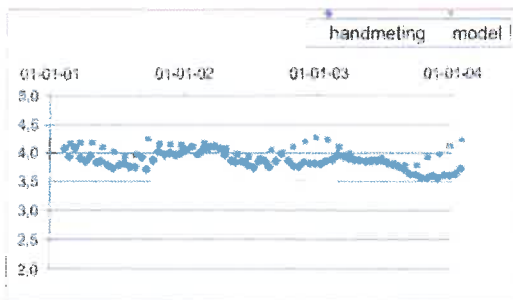
pb63 Donkerelaan 58



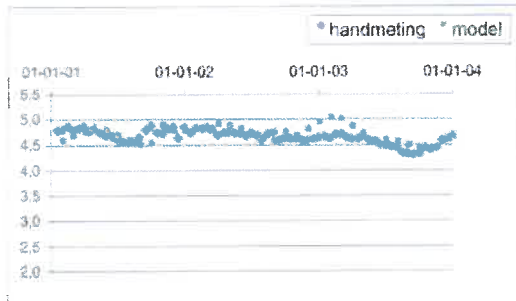
pb65 Donkerelaan 6



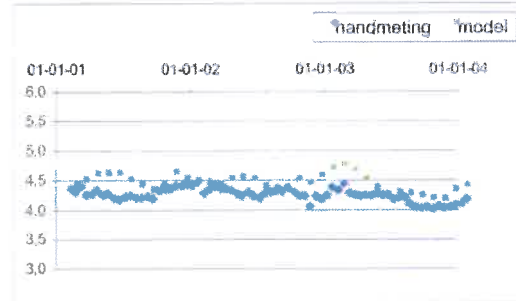
pb66 Zomerzorgelaan to 14b



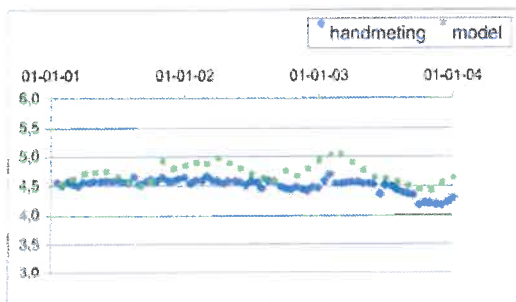
pb67 Zomerzorgelaan 14b



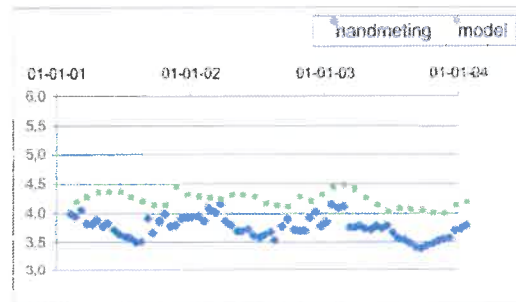
pb69 Duinwijkweg 3/5



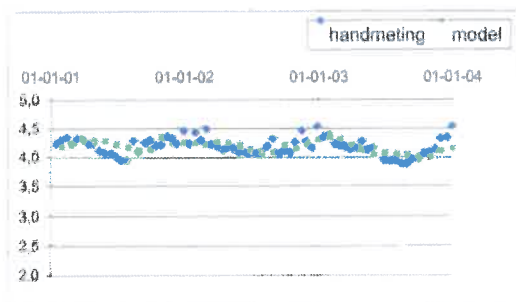
pb71 Mesdaglaan 4



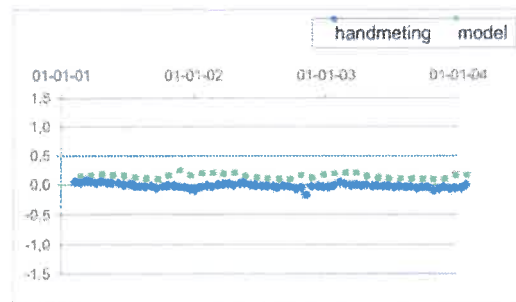
pb72 Midden Duin en Daalseweg 9b



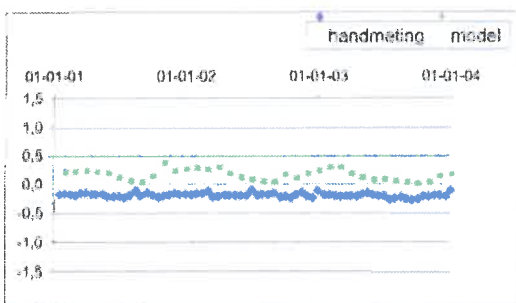
pb73 Koninginneduinweg 13a



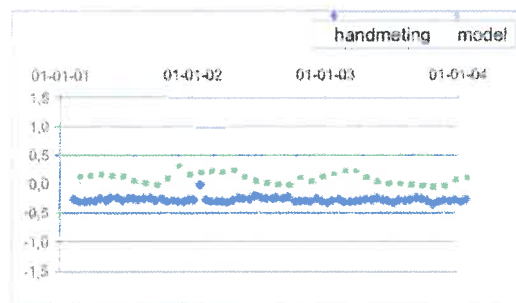
pb123 Lage Duin en Daalseweg hospad Hertenkamp



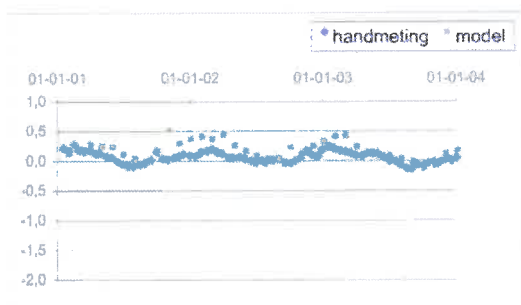
pb208 Duinvlietpad 2



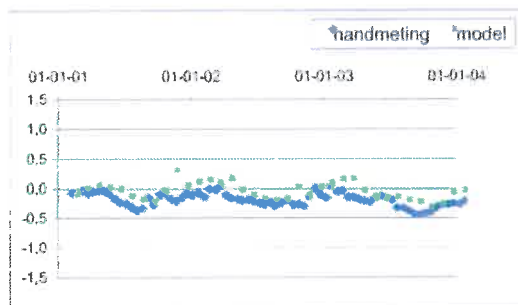
pb210 Duinlustweg



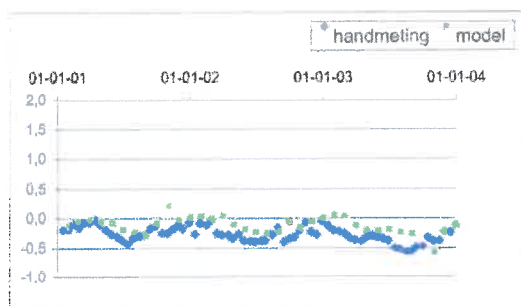
pb211 Korte Zijlweg



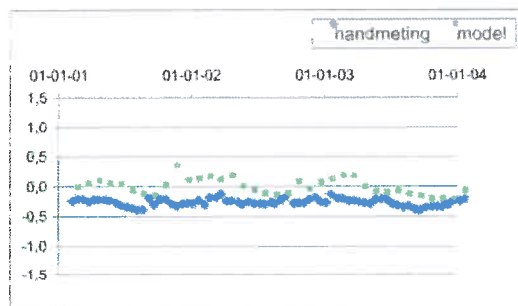
pb212 Korte Zijlweg/Zijlweg



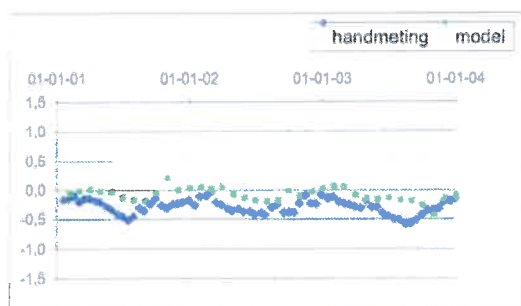
pb213 Zandvoortpad/Zijlweg



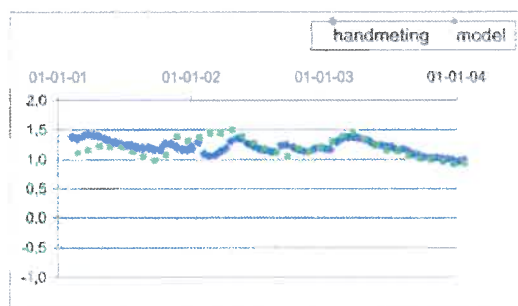
pb217 Ernst Casimirlaan 70



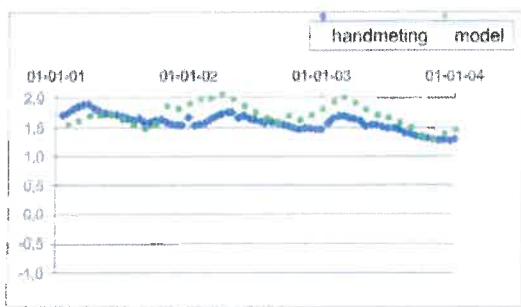
pb221 Mauricialaan/Rio Grandelaan



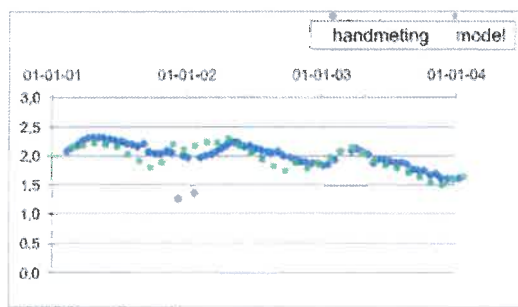
pb223 Willem de Zwijgerlaan/Dompvloedslaan



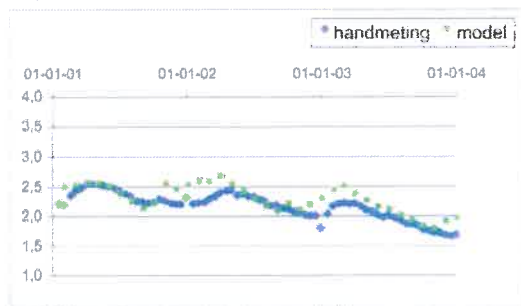
pb230 Ter Hoffsteedeweg 34



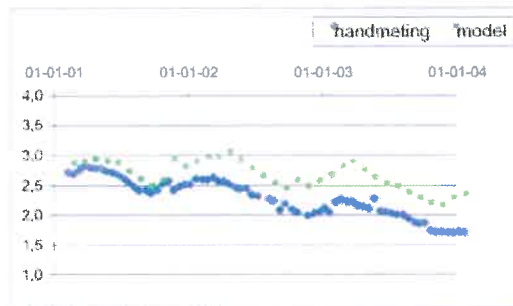
pb231 Tetterodeweg 3d



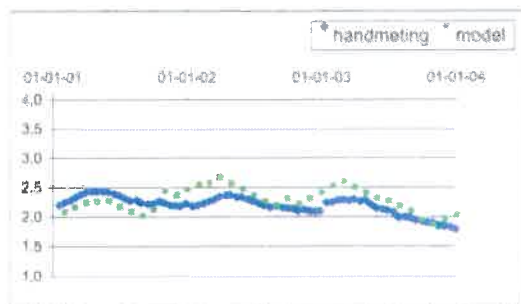
pb232 Spoorlaan



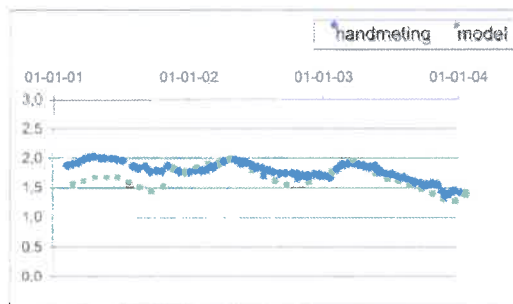
pb233 Zeeweg thv Brouwerskolkweg



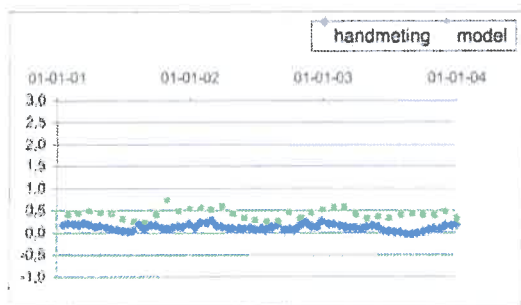
pb236 Zeeweg 24



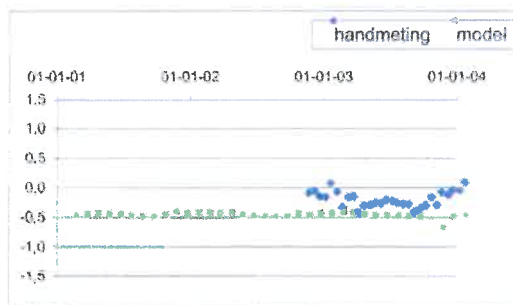
pb238 Hoge Duin en Daalseweg thv Lonbar Petrilaan



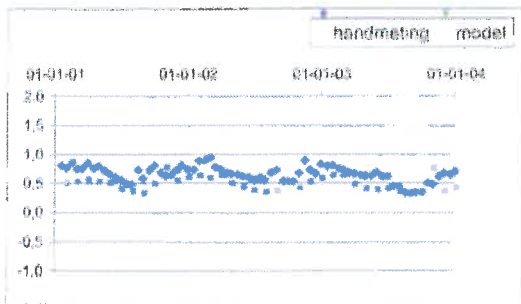
pb239 Ter Hoffsteedeweg 4a



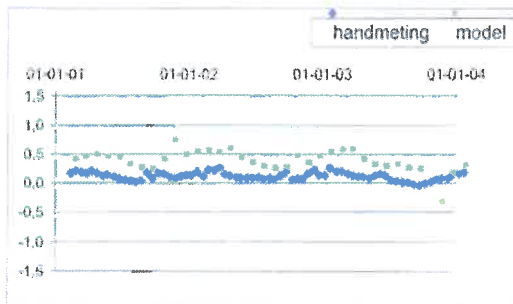
pb242 Brazilielaan 16/18



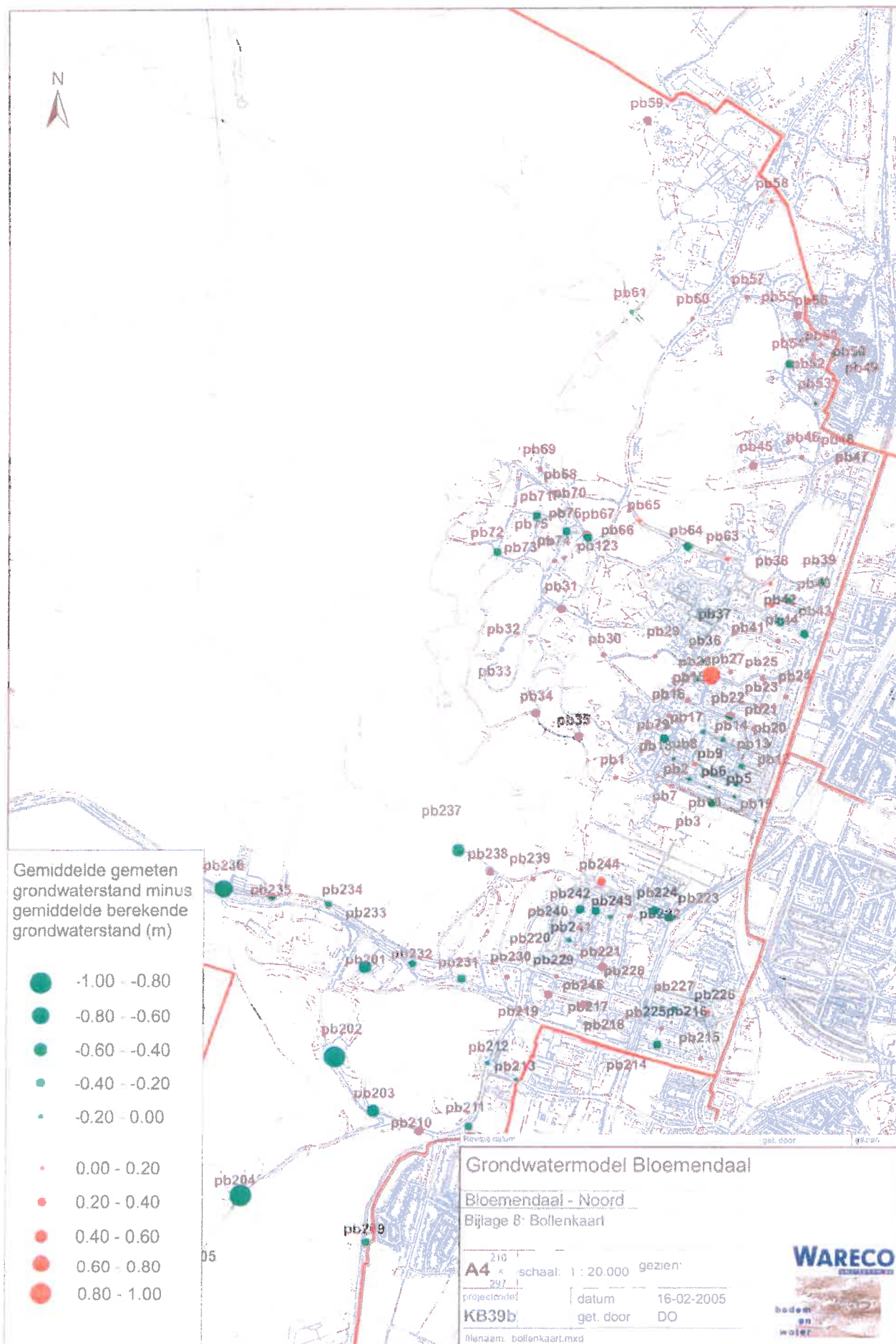
pb245 Oranje Nassaulaan 48

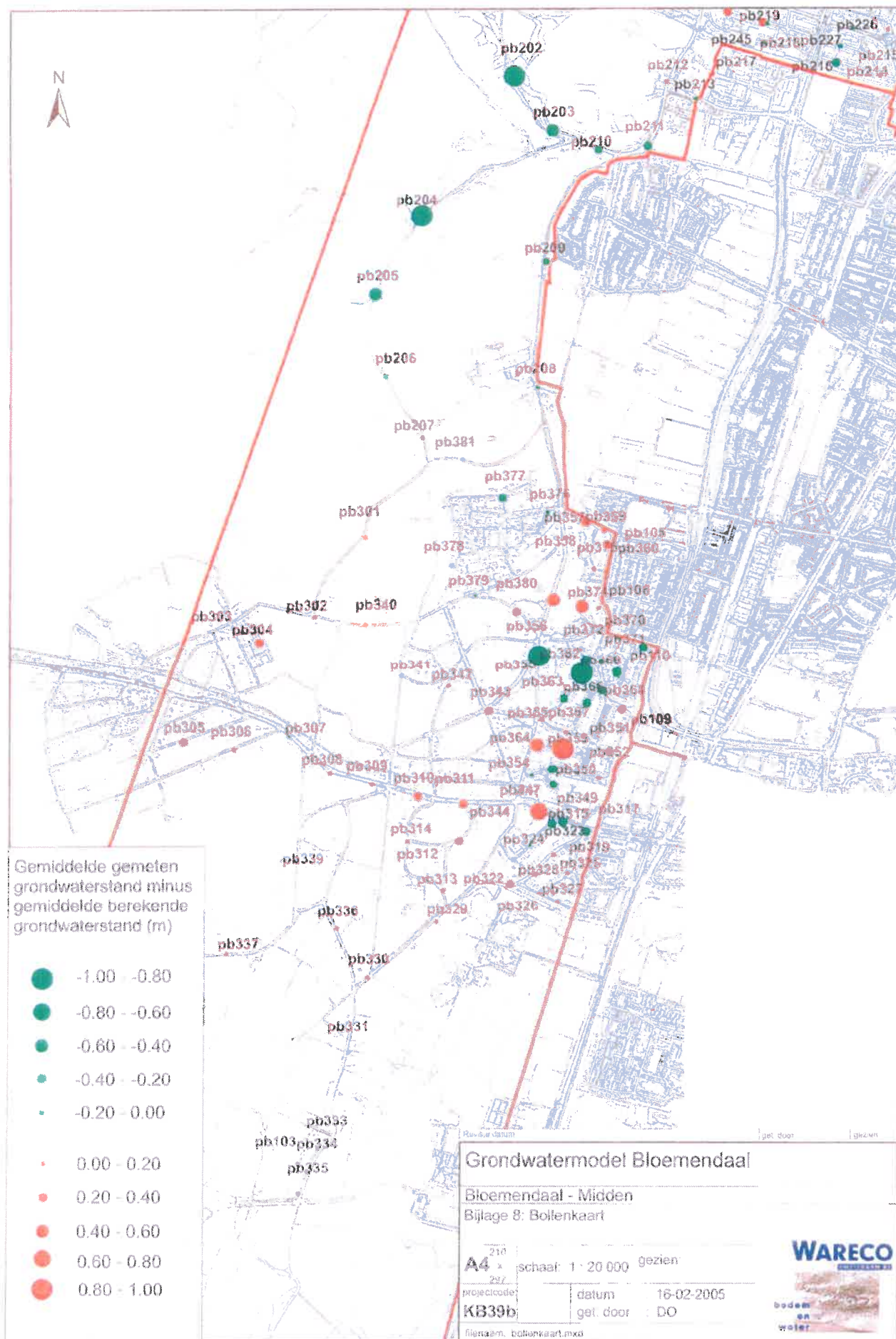


pb244 Dompvloedslaan/Pernambucolaan



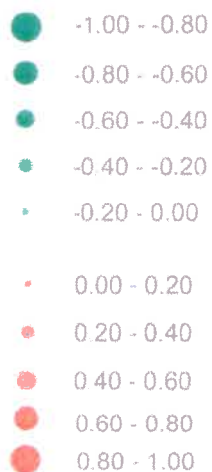
pb242 Brazilielaan 16/18







Gemiddelde gemeten
grondwaterstand minus
gemiddelde berekende
grondwaterstand (m)



Revisie datum

get. door

gezien

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Zuid

Bijlage 8: Bollenkaart

A4
210
297

schaafl. 1 : 20.000

gezien

projectcode
KB39b

datum

16-02-2005

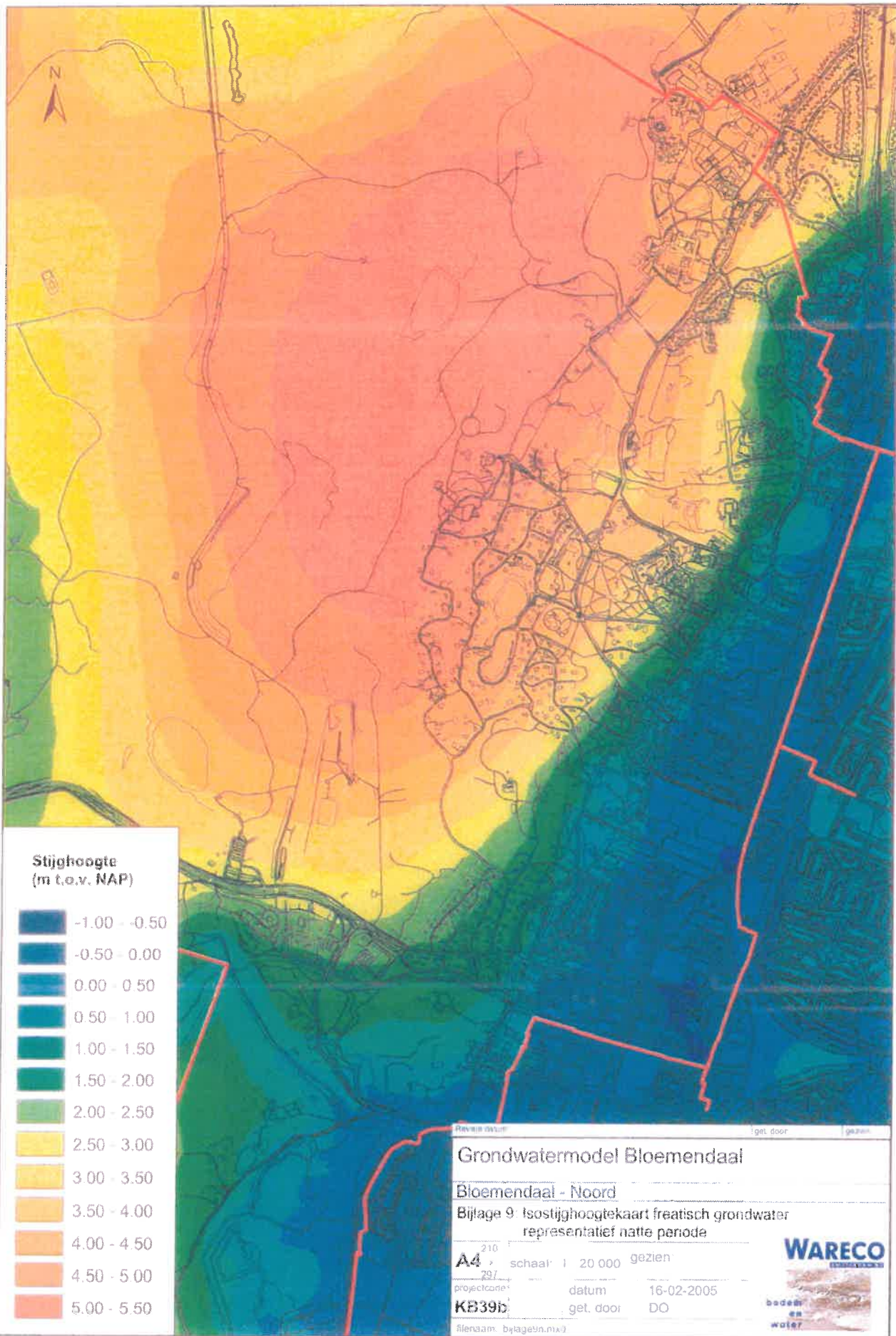
get. door

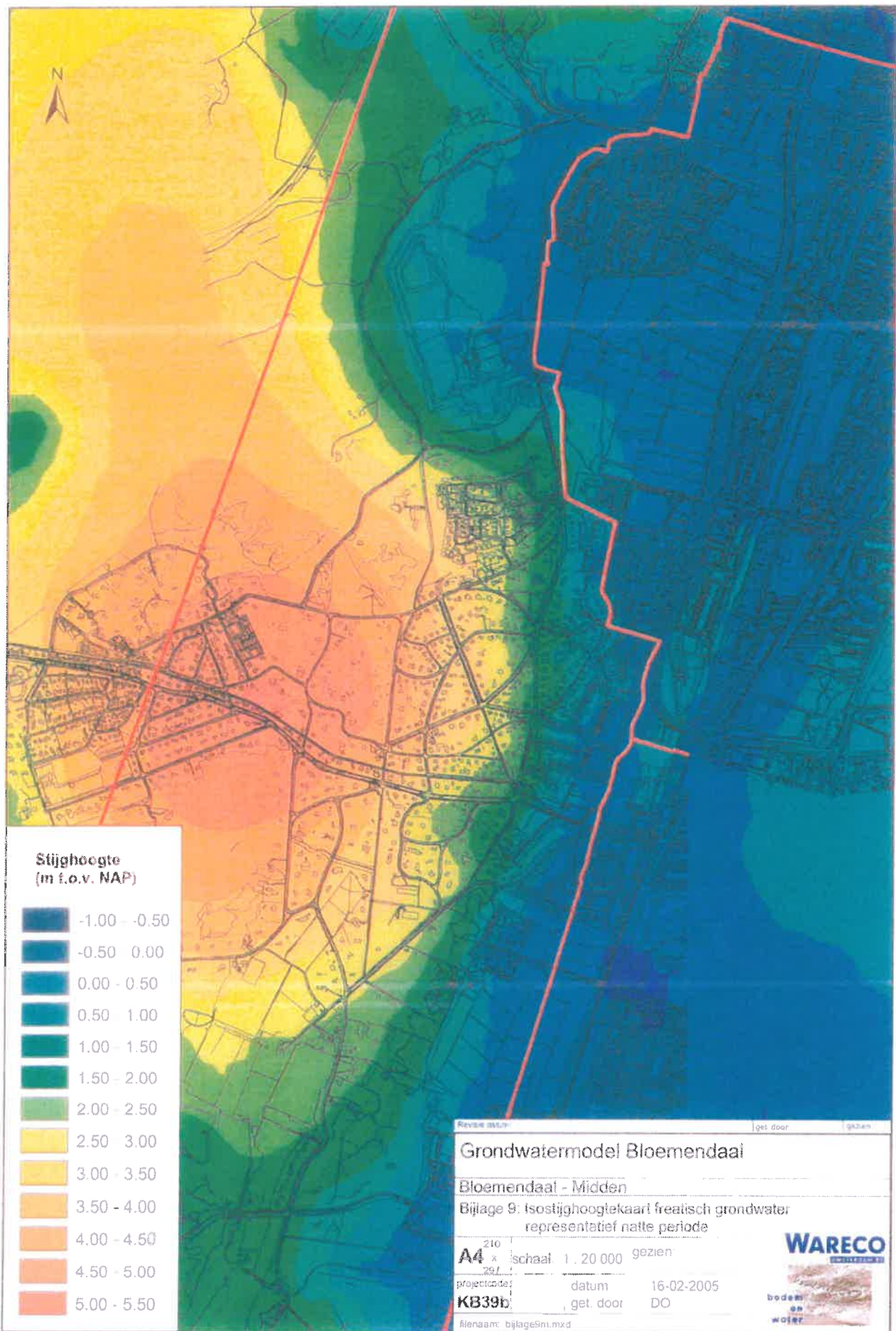
DO

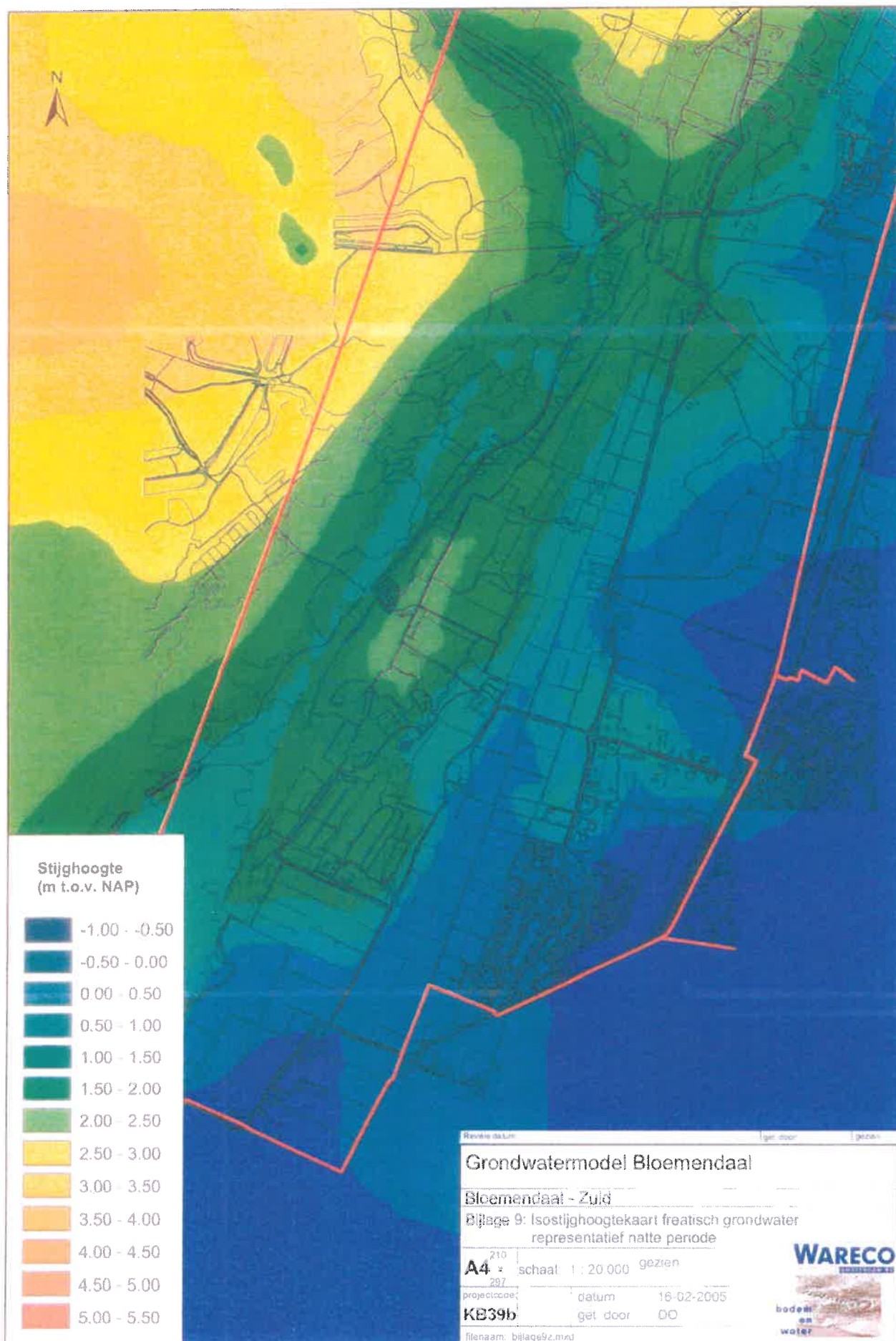
filenaam: bollenkaart.mxd

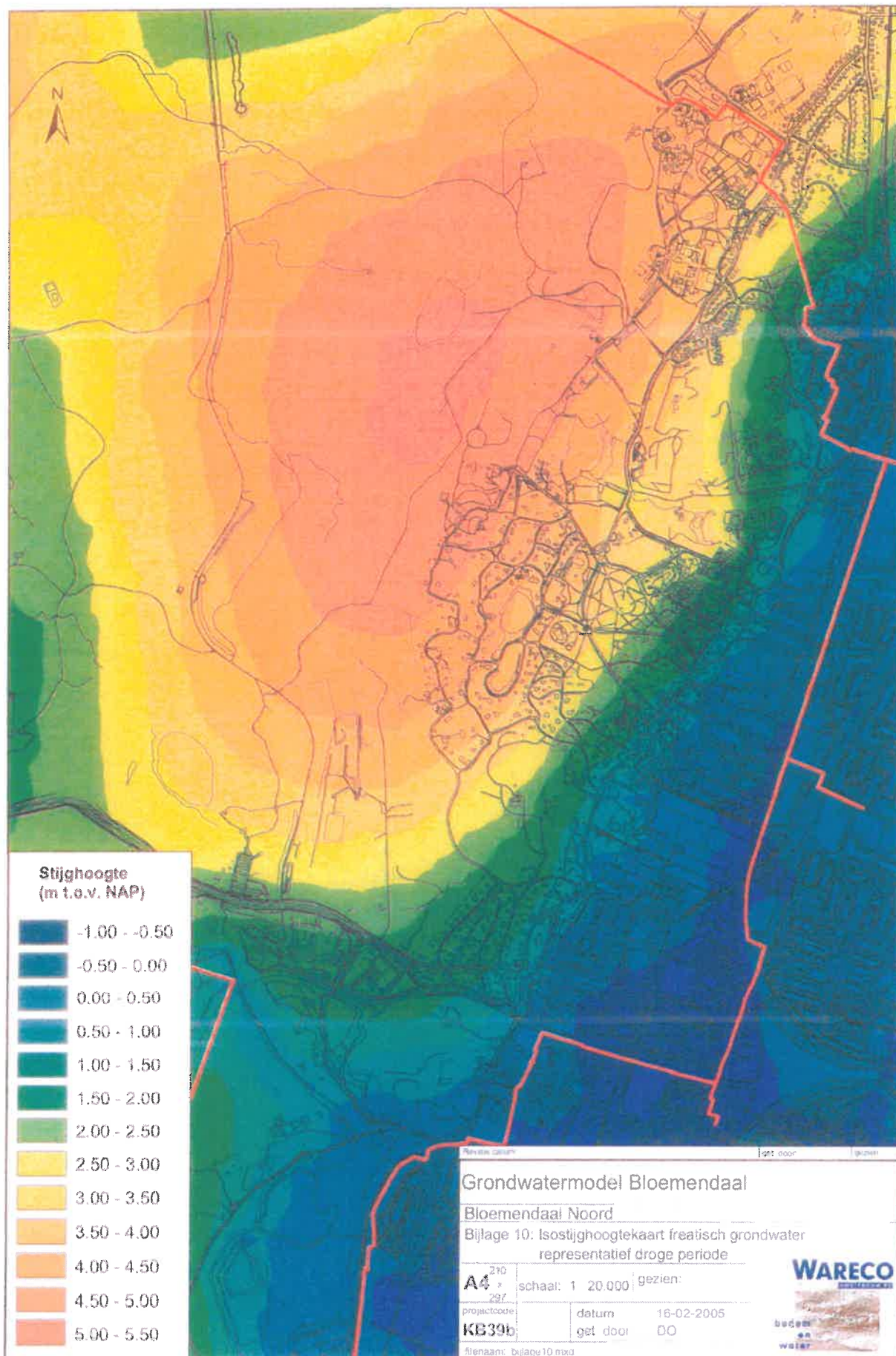
WARECO
Waterbouw

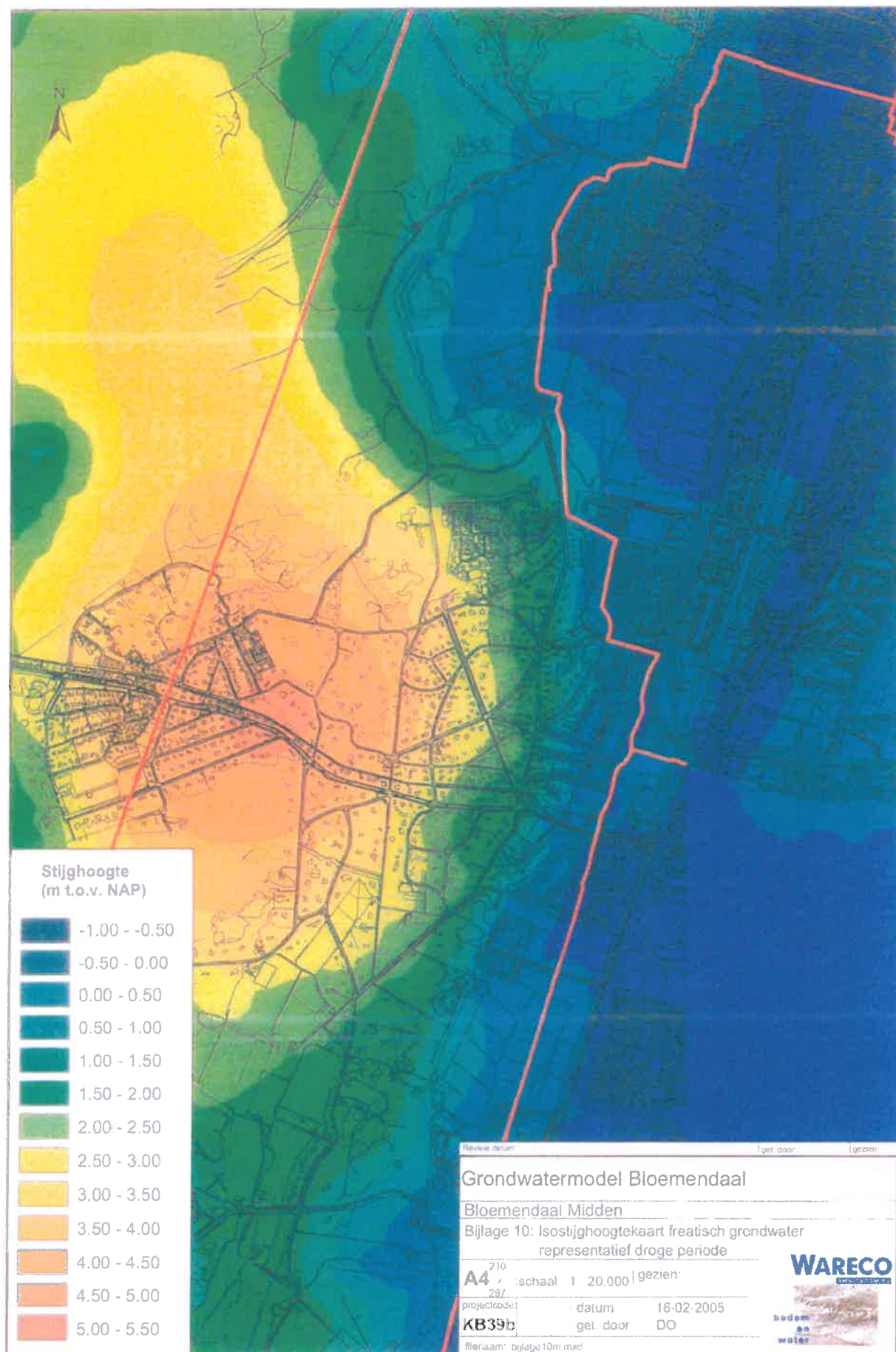


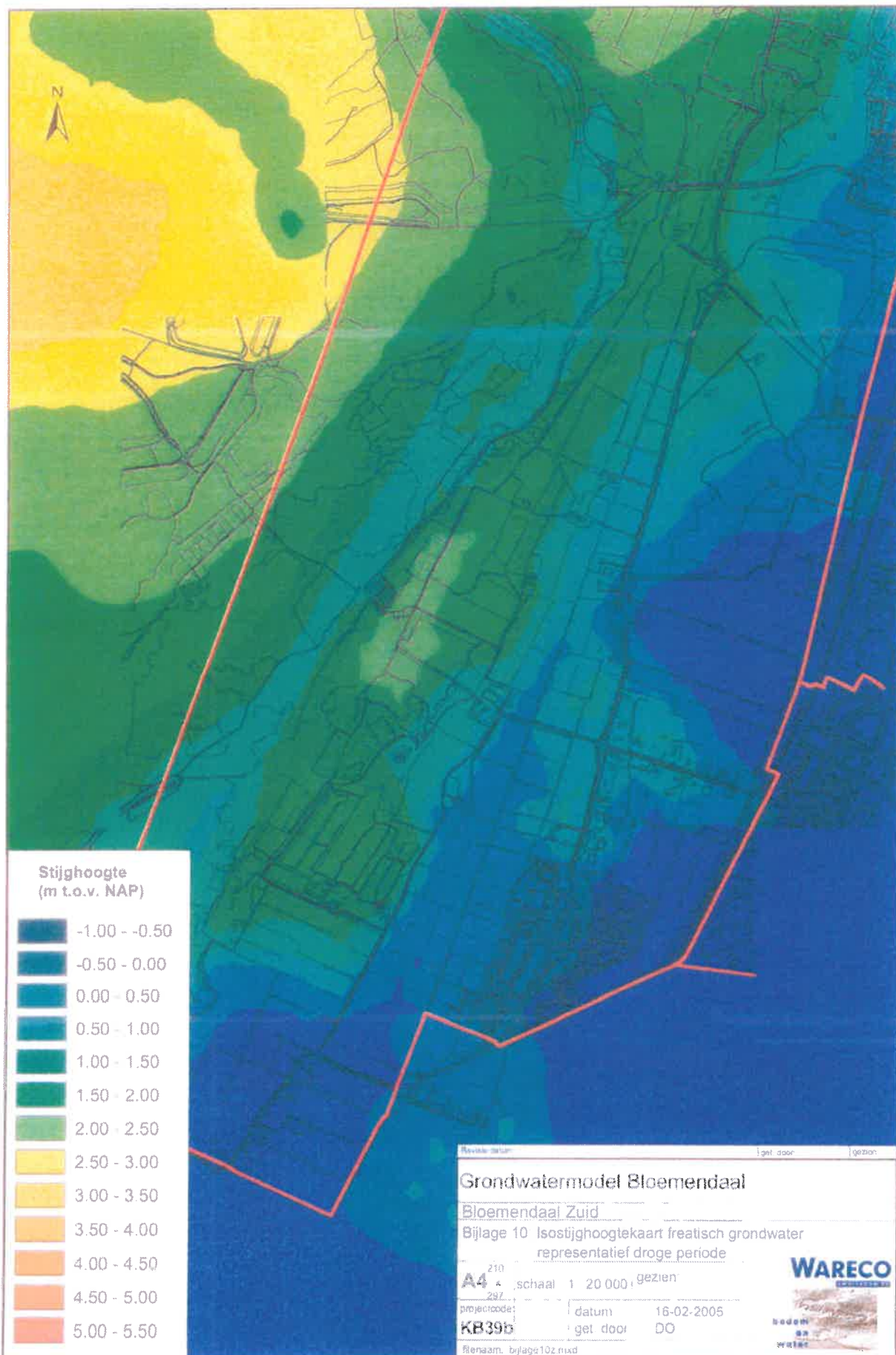


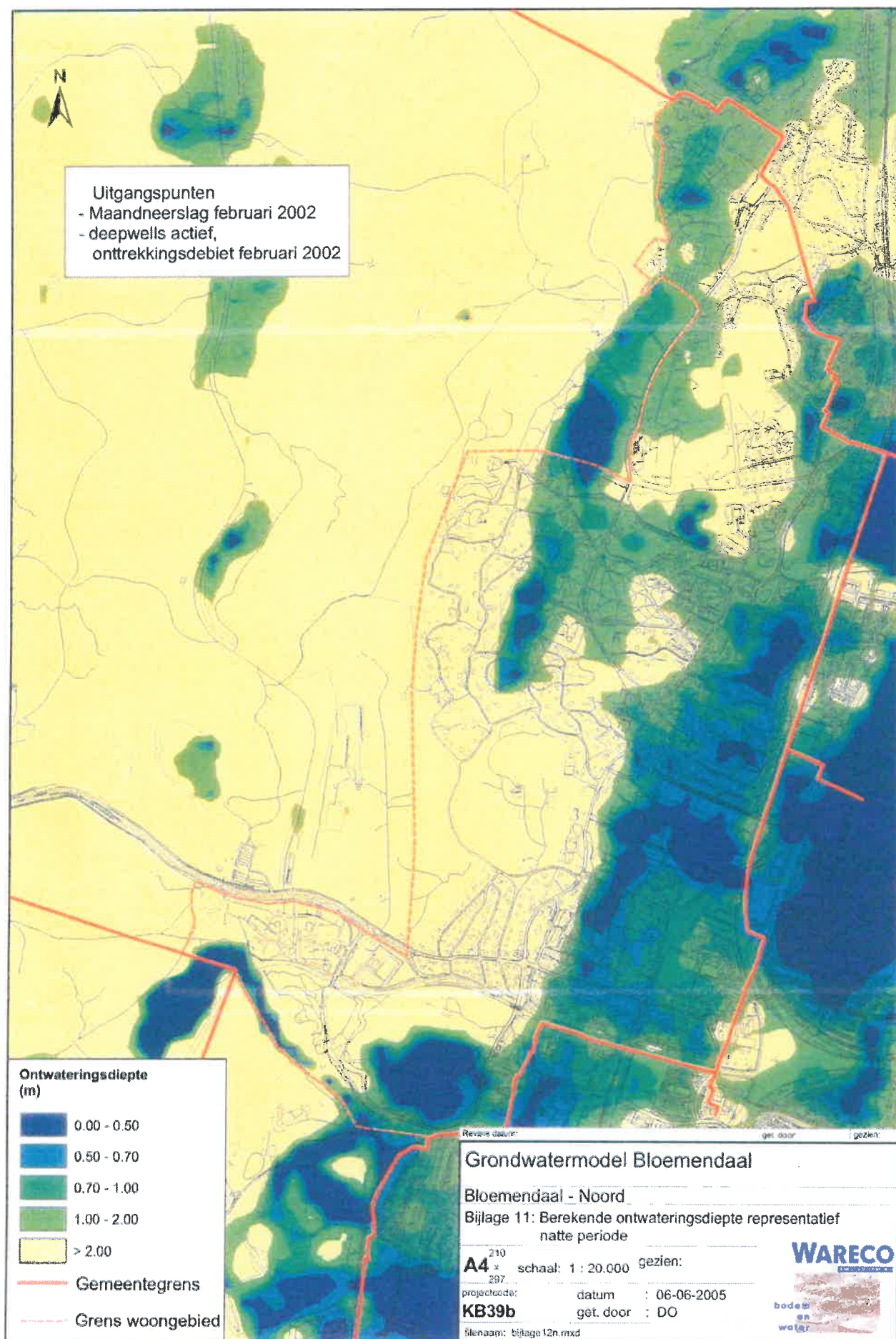








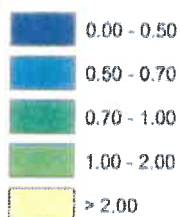






Uitgangspunten
- Maandneerslag februari 2002
- diepwells actief,
onttrekkingsdebiet februari 2002

**Ontwateringsdiepte
(m)**



— Gemeentegrens
- - - - - Grens woongebied

Revisie (datum) get. door (get. door)

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Zuid

Bijlage 11: Berekende ontwateringsdiepte representatief
natte periode

A4 x 210
297

schaal: 1 : 20.000 gezien:

projectcode: datum : 06-06-2005

KB39b get. door : DO

filenaam: bijlage12a.mxd

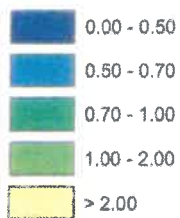
WARECO
SCHRIJVEN





Uitgangspunten
- Maandneerslag februari 2002
- deepwells actief,
onttrekkingsdebiet februari 2002

**Ontwateringsdiepte
(m)**



— Gemeentegrens
- - - - - Grens woongebied

Revisie datum: get. door: gezien:

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Midden

Bijlage 11: Berekende ontwateringsdiepte representatief
natte periode

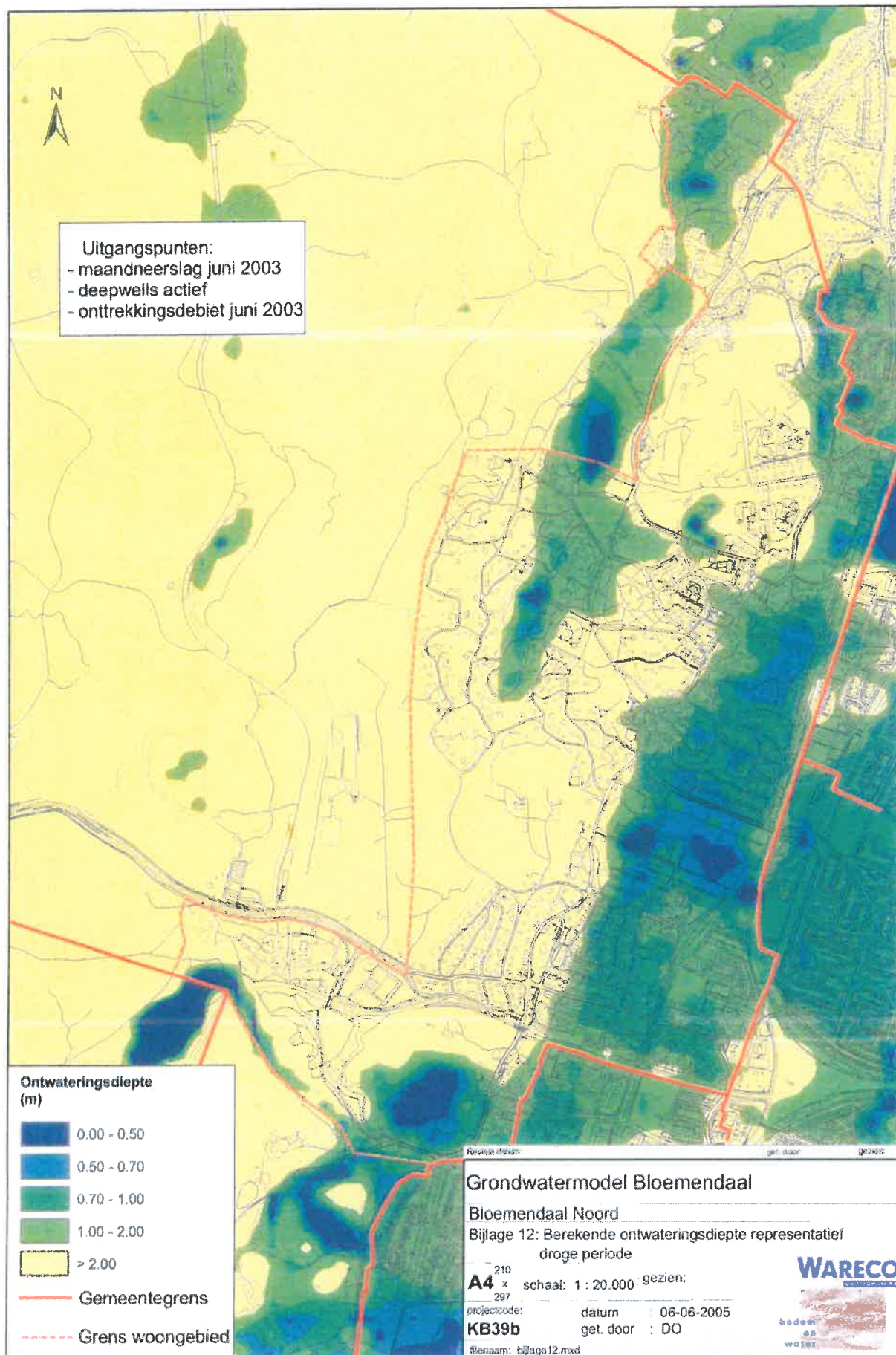
A4 x 210 x 297
schaal: 1 : 20.000
gezien:

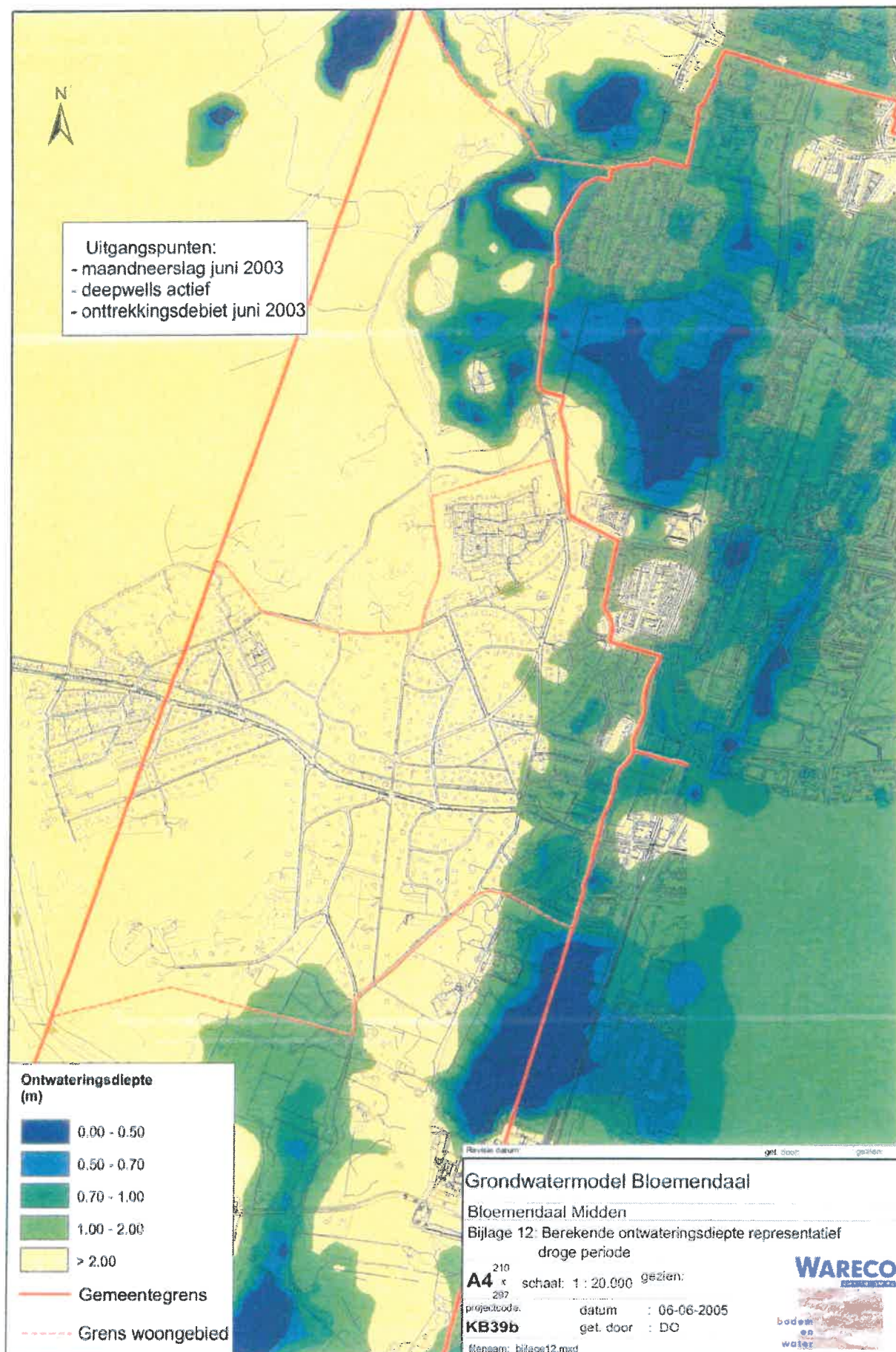
projectcode: KB39b
datum : 06-06-2005
get. door : DO

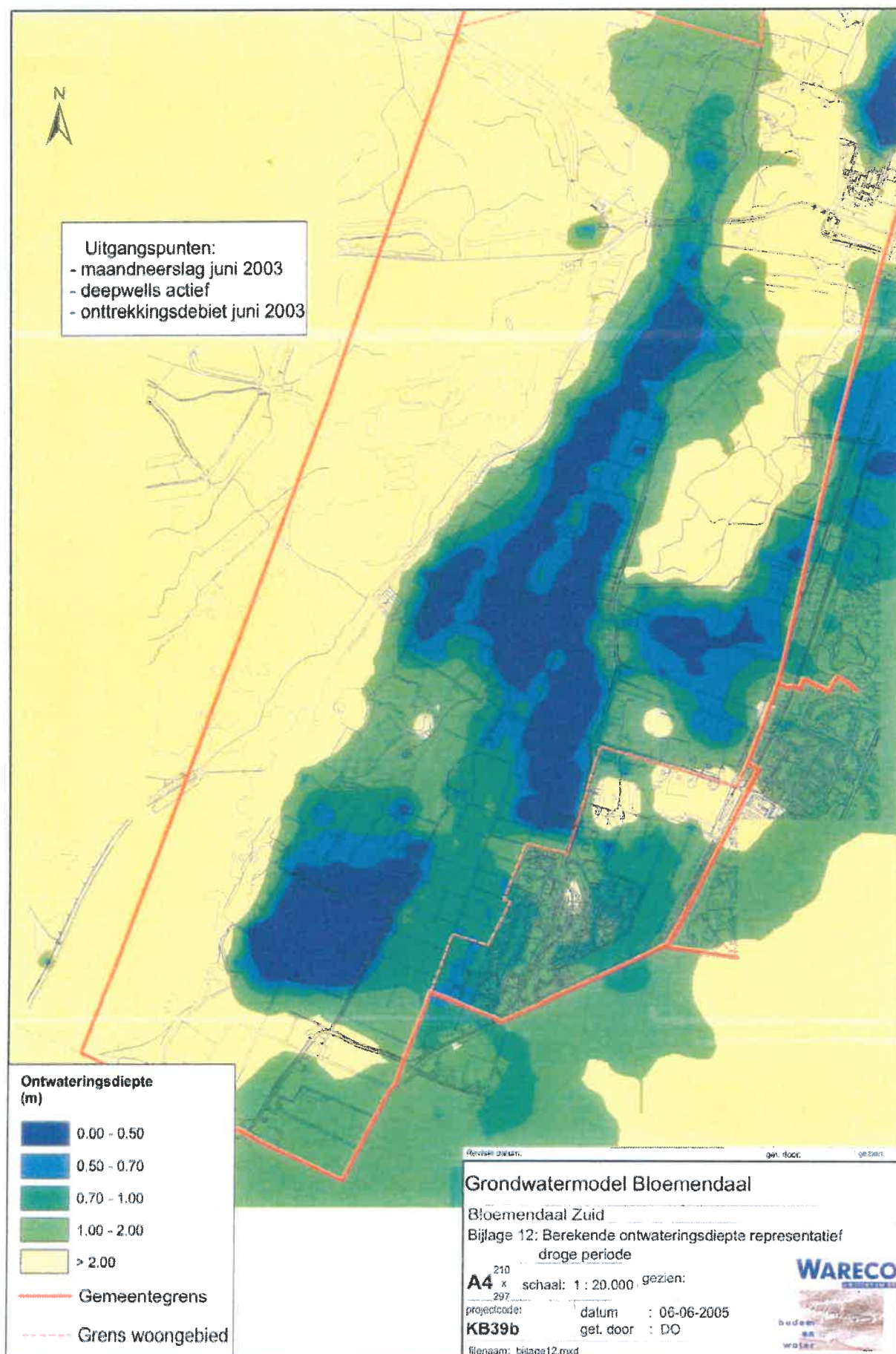
filenaam: bijlage12n.mxd

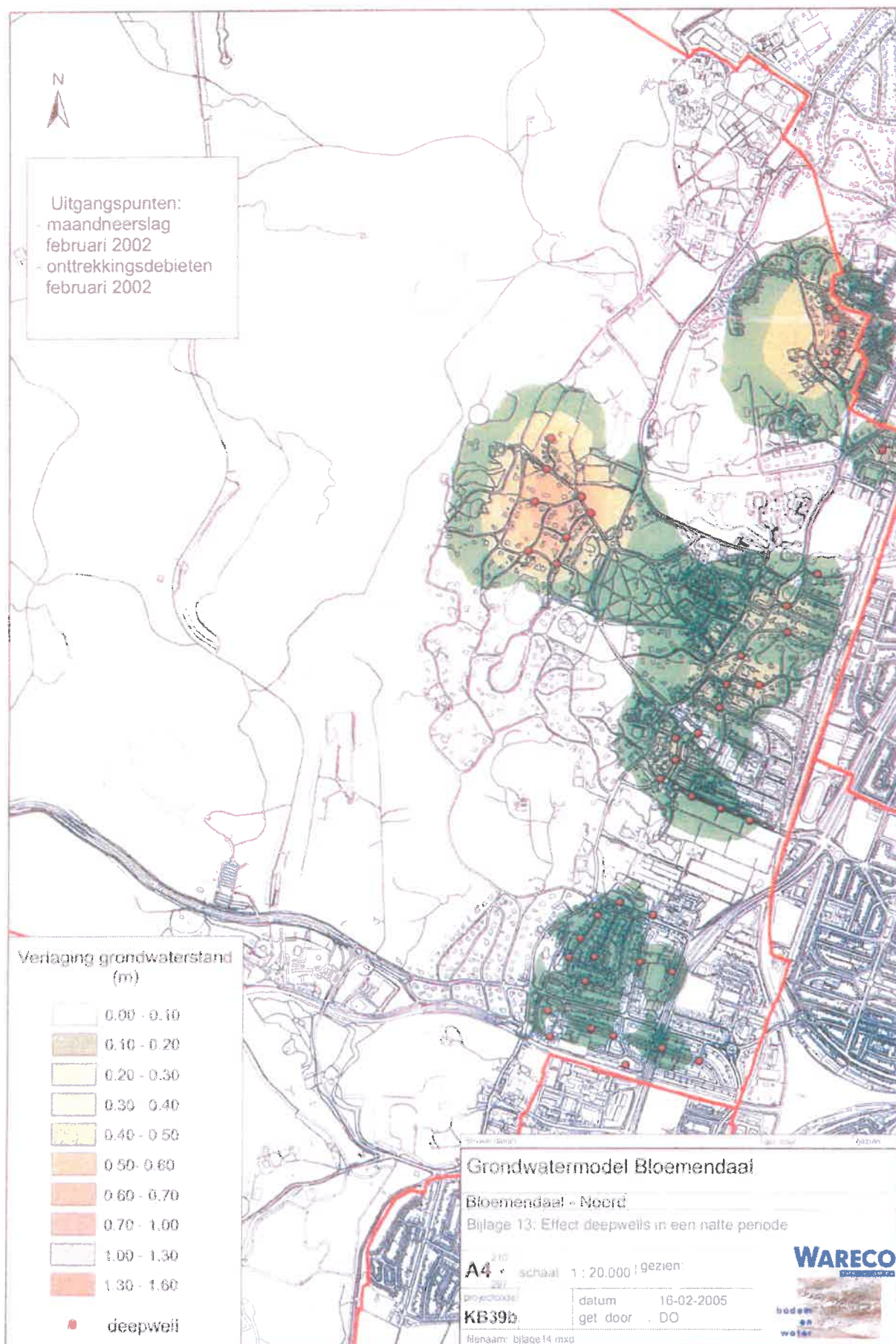
WARECO
CONSULTING











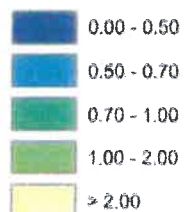
Bijlage 14: Klimaatscenario's voor 2050

	Huidige	Laag scenario	Midden scenario	Hoog scenario
Temperatuur		+ 0,5 °C	+ 1 °C	+ 2 °C
Jaarsom neerslag	700 à 900 mm	+1,5 %	+ 3 %	+ 6 %
Totale zomer neerslag	350 à 475 mm	+ 0,5 %	+ 1 %	2 %
Totale winterneerslag	350 à 428 mm	+ 3 %	+ 6 %	+ 12 %
Neerslagintensiteit		5 %	10 %	+ 20 %
Jaarsom verdamping	620 à 720 mm	+ 2 %	+ 4 %	+ 8 %
10 daagse bruto winterneerslag	Afhankelijk van de herhalingsstijd	+ 5 %	+ 10 %	+ 20 %
Totale zomer verdamping	540 à 600 mm	+ 2 %	+ 4 %	+ 8 %
Totale winterverdamping	(ca. 100 mm)	+ 2 %	+ 4 %	+ 8 %



Uitgangspunten:
- neerslag natte wintermaand 2050
- deepwells niet actief

**Ontwateringsdiepte
(m)**



Gemeentegrens

Grens woongebied

Revisie datum:

get. door:

get. door:

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Midden

Bijlage 15: Berekende ontwateringsdiepte 2050
(representatief natte periode)

210
A4 x 297 schaal: 1 : 20.000 gezien:

projectcode: datum : 06-06-2005
KB39b get. door : DO

filenaam: bijlage15n.mxd

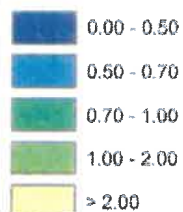
WARECO
CONSTRUCTIES





Uitgangspunten:
- neerslag natte wintermaand 2050
- deepwells niet actief

**Ontwateringsdiepte
(m)**



— Gemeentegrens
--- Grens woongebied

Ruimte: 210
get. door: 297

get. door: 297

gezien: 297

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Zuid

Bijlage 15: Berekende ontwateringsdiepte 2050
(representatief natte periode)

A4 x 210
297
schaal: 1 : 20.000
gezien: 297

projectcode: KB39b
datum : 05-06-2005
get. door : DO

filenaam: bijlage15m.mxd

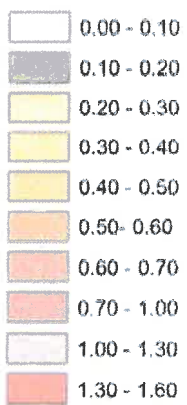
WARECO
watermanagement





Uitgangspunten:
- neerslag natte wintermaand 2050
- continu onttrekkingsdebiet (max debiet)
met huidige instelwaarden

Verlaging grondwaterstand
(m)



• deepwells

Grondwatermodel Bloemendaal

Bloemendaal - Noord

Bijlage 16: Effect vaste onttrekking deepwells

210x x297

A4

schaal: 1 : 20.000 gezien:

projectcode:

datum

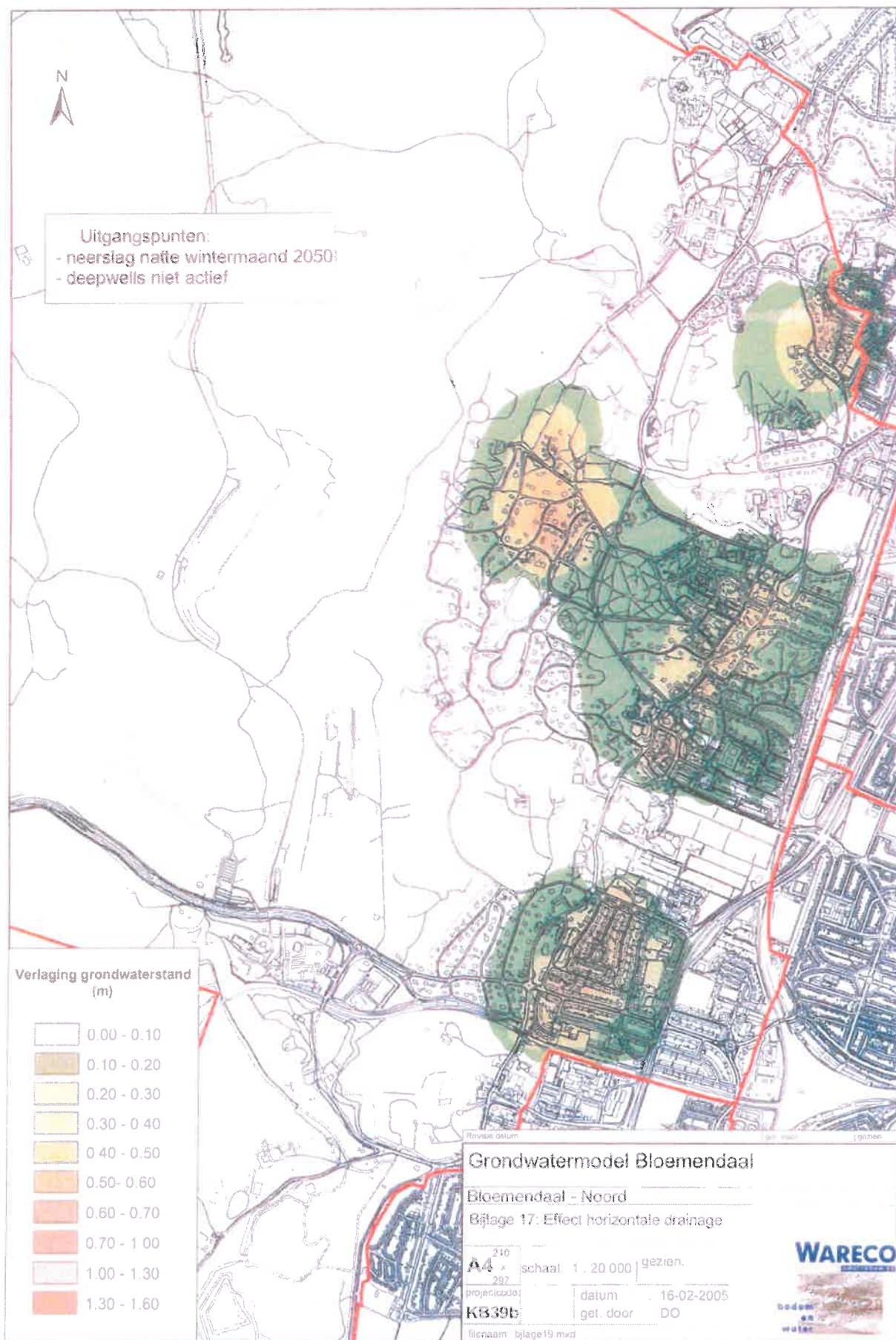
06-06-2005 git. 000

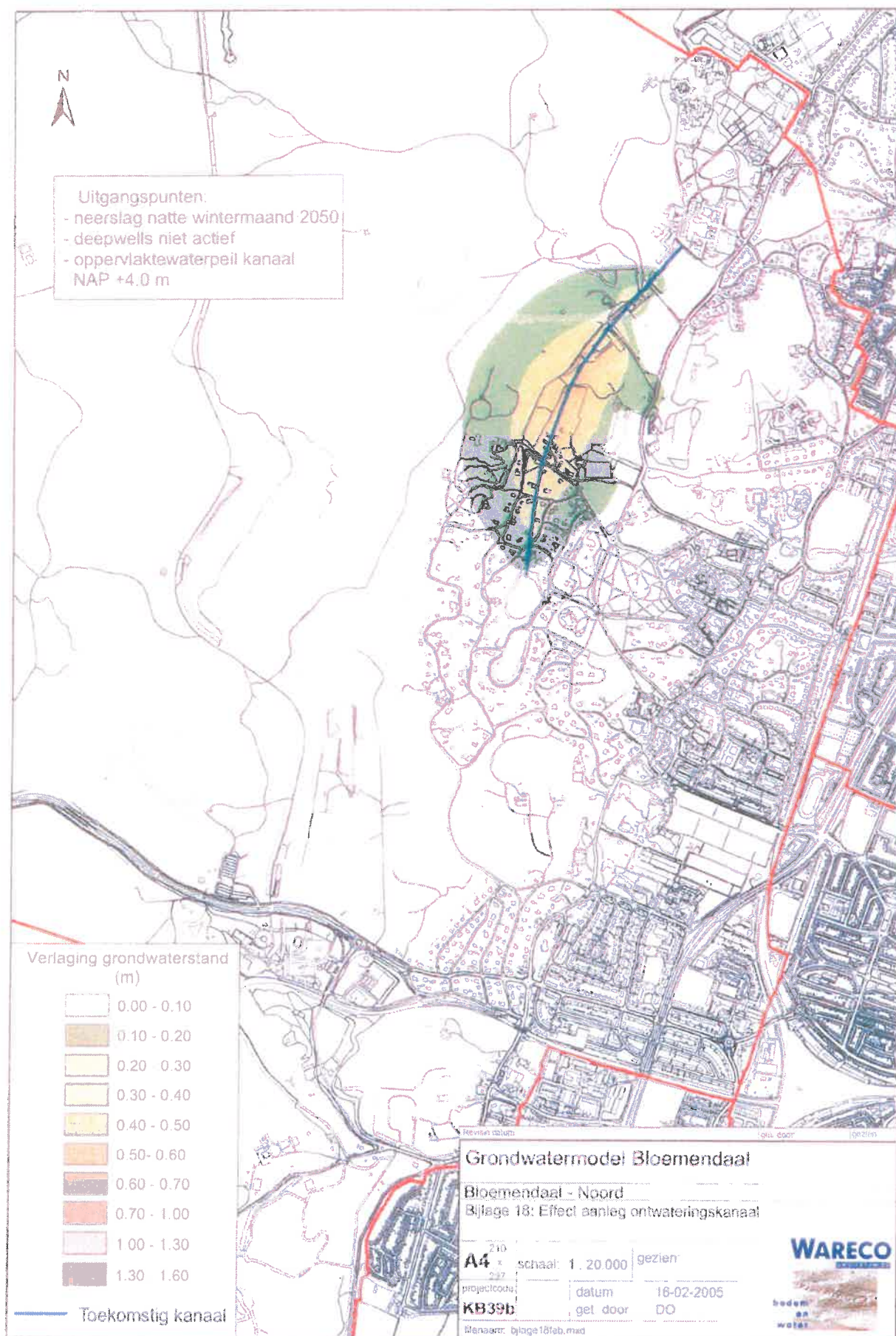
KB39b

filenaam: bijlage16.mxd

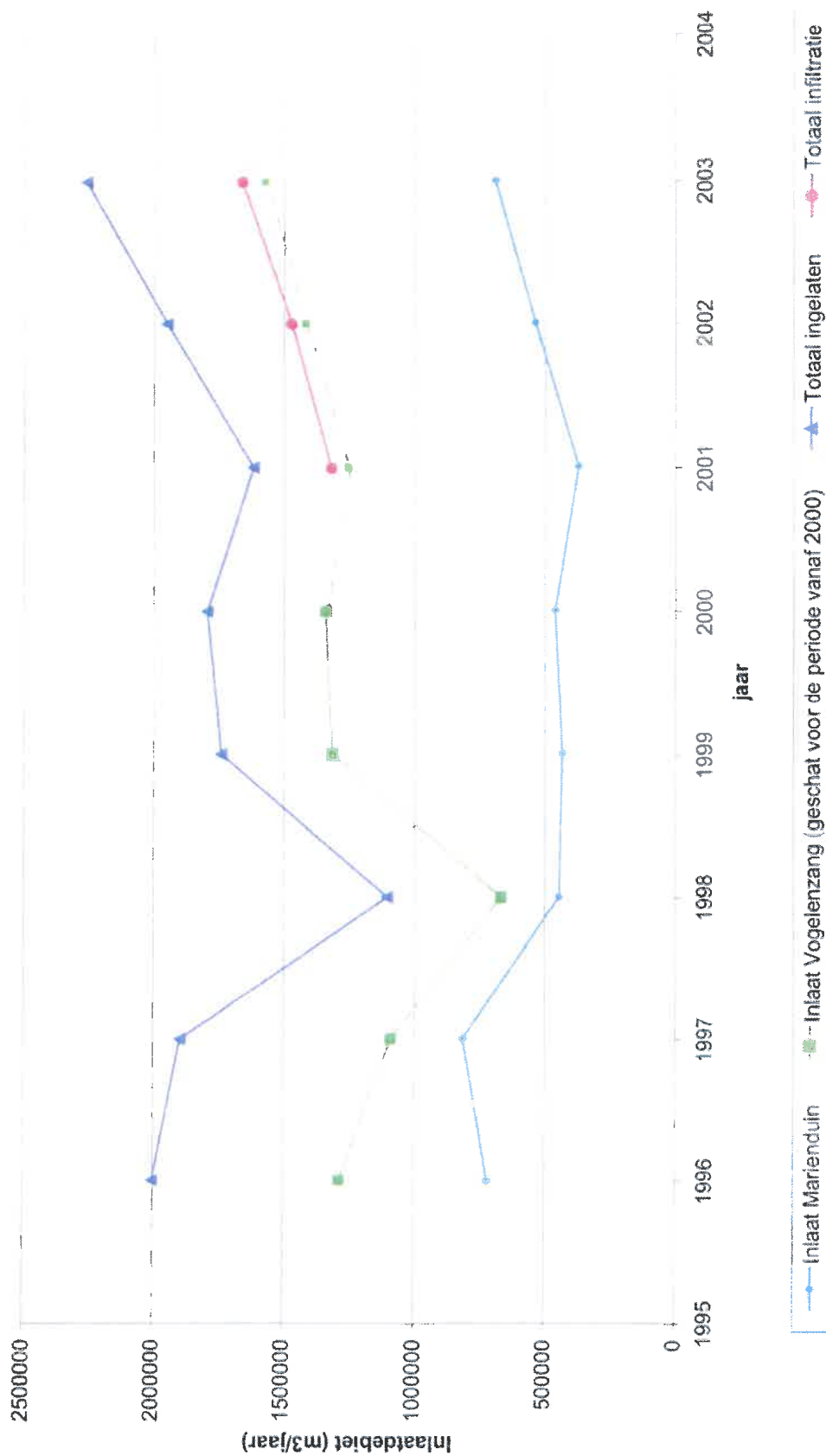
WARECO
CONSTRUCTIE







Inlaatdebiet oppervlaktewater in de polders Vogelenzang en Marienduin



Bijlage 20: Overzicht doorgerekende scenario's

Scenario	Omschrijving	Paragraaf
1 Effect diepwells uit	Berekening van de met de diepwells gerealiseerde verlaging van de freatische grondwaterstand in de huidige situatie.	6.2.
2 Klimaatscenario 2050	Berekening van de te verwachten effecten van klimaatveranderingen op de freatische grondwaterstand.	6.3.
3 Klimaatscenario 2050 met koppeling Afkoppelkansenskaart	Berekening van het effect van infiltratie van afgekoppeld hemelwater op de freatische grondwaterstand. Er is uitgegaan van een situatie voor 2050.	beschreven in rapportage "Afkoppelkansenskaart Bloemendaal"
4 Maatregelenvariant: diepe noord-zuid georiënteerd kanaal ten westen van overlastgebied	Berekening ter bepaling van de mogelijkheden om grondwateroverlast te verhelpen/voorkomen door de aanleg van een (ontwaterings)kanaal. Er is uitgegaan van een situatie voor 2050.	6.6.
5 Reëel nieuw aan te leggen oppervlaktewatervariant	Berekening van het effect van de aanleg van een nieuwe waterloop met een reëel waterpeil en langs een reëel traject op de freatische grondwaterstand. Er is uitgegaan van een situatie voor 2050.	De reëel nieuw aan te leggen variant komt overeen met de maatregelenvariant (variant 4).
6 Constant bemalingsdebiet diepwells	Berekening van het effect op de grondwaterstand bij een continue bemaling van de diepwells. Er is uitgegaan van een situatie voor 2050.	6.4.
7 Horizontale drainage in Bloemendaal Oost, Bloemendaal-zuidwest, Santpoort-zuid/Duinlustpark en Overveen	Indicatieve berekening ter bepaling van de mogelijkheden om grondwateroverlast te voorkomen/verhelpen met horizontale drainage.	6.5.
8 Polders Mariënduin en Vogelenzang, stopzetten toevoer water vanuit de Leidsevaart	Indicatieve berekening om de hoeveelheid water te bepalen die infiltreert in het poldergebied.	6.7.

Bijlage 21: Literatuurlijst

1. "Grondwaterbeheersplan Bloemendaal en omgeving, basisstudie", Grontmij, kenmerk RIT.95002176, d.d. februari 1996;
2. "Sluiting winningen Zuid-Kennemerland, resultaten stopproeven 2002", PWN met kenmerk 2003001566 d.d. februari 2003;
3. "Geologische kaart Alkmaar west, kaartblad 19 west", RGD, 1987
4. "Vereenvoudigde geologische kaart van Haarlem e.o", RGD , 1995
5. "Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 19 en 25", Dienst grondwaterverkenning TNO, 1979;
6. "Geohydroogische kaart Zuid-Kennemerland", Wareco Amsterdam bv, kenmerk 2505/es.304 d.d. december 1989;
7. "Buishand, T.A. en C.A. Velds, Neerslag en verdamping, uitgave Klimaat van Nederland 1", KNMI, 1980;
8. "Normalen en extreme waarden van de 15 hoofdstations voor het tijdvak 1961-1990", KNMI, publicatie nummer 150-27, 1992;
9. "Klimaatatlas van Nederland, de normaalperiode 1971 - 2000", KNMI, 2002.
10. "Weer en water in de 21^{ste} eeuw, een samenvatting van het derde IPCC klimaatrapport voor het Nederlands waterbeheer", KNMI, november 2001.