

ADVIES
betreffende

**BOUW ONDERGRONDSE CONSTRUCTIES
B-PLAN "OOLDER VESTE"
TE ROERMOND,**

Opdrachtnummer: 1105-0070-000

Opdrachtgever : Oolder Veste BV
Postbus 70
6400 AB Heerlen

Projectleider : ing. F.M.R. Schrauwen
Hoofd Afdeling Hydrologie

Opgesteld door : ing. G.J.P. Boers
Adviesgroep Stedelijke Hydrologie en Waterbeheer

| VERSIE | DATUM | OMSCHRIJVING WIJZIGING | PARAAF PROJECTLEIDER |
|--------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1 | 25 januari 2006 | 1105-0070-000 conceptversie | |
| 2 | 8 maart 2006 | Wijziging uitgangspunten | |
| 3 | 20 maart 2006 | Definitieve versie | |

FILE: 1105-0070-000.R03 Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

| | <u>Blz.</u> |
|---|-------------|
| 1. INLEIDING | 1 |
| 2. PROJECTOMSCHRIJVING | 2 |
| 2.1. Aanleiding | 2 |
| 2.2. Beschrijving inrichting | 3 |
| 2.3. Beschrijving problematiek | 4 |
| 3. INVENTARISATIE GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN | 6 |
| 3.1. Modelling | 6 |
| 3.2. Ontwatering | 8 |
| 4. MOGELIJKHEDEN AANLEG ONDERGRONDSE CONSTRUCTIES | 10 |
| 4.1. Inleiding | 10 |
| 4.2. Aanleg ondergrondse constructie | 11 |
| 4.3. Stabiliteit bouwputbodem | 15 |
| 4.4. Zandophoging | 16 |
| 5. HANDREIKING VOOR BOUWAANVRAGEN | 18 |
| 5.1. Algemeen | 18 |
| 5.2. Benodigde informatie bouwaanvragen | 18 |
| 5.3. Aanbevelingen maatregelen / uitvoering | 19 |
| 6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 22 |

BIJLAGEN

| | |
|--|------------------|
| - Maximale grondwaterstand, dikte kleilaag en zelfbouwkavelindeling | 1105-0070-000-1a |
| - Aanleghoogte deelgebieden, kruinhoogte wegcunet en kavelindeling | 1105-0070-000-2a |
| - Samenvatting inventarisatie literatuur conform appendix 1 | 1105-0070-000-3 |
| - Theoretische achtergrond barrièrewerking | 1105-0070-000-4 |
| - Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies in ophooglaag | 1105-0070-000-5a |
| - Overzichtskaart mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies in ophooglaag | 1105-0070-000-5b |
| - Aansluiting folieconstructie | 1105-0070-000-6 |

APPENDICES

- Appendix 1 Literatuurlijst

1. INLEIDING

Op 23 november 2005 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Oolder Veste BV te Heerlen, de opdracht voor het uitvoeren en rapporteren van een onderzoek naar de mogelijkheden voor het bouwen in de ophoging "Oolder Veste" te Roermond.

Het doel van het onderzoek is het nagaan of, in verband met de bouw van ondergrondse constructies, bouwen in de ophoging en de kleilaag mogelijk is.

Het onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- Onderzoek naar de uitgangspunten voor de gehele projectlocatie "Oolder Veste", waarbij de "ruis"¹ (gevoeligheid) in het model wordt aangegeven;
- Het verschaffen van inzicht in de mogelijke locaties ten aanzien van het bouwen van ondergrondse constructies binnen de grenzen van de projectlocatie.

Deze rapportage vormt een basis voor de beoordeling van de haalbaarheid van de aanleg van ondergrondse constructies binnen het projectgebied. Tevens is in deze rapportage een handreiking voor de behandeling en beoordeling van de bouwaanvragen voor de Gemeente Roermond opgenomen.

In de afgelopen jaren zijn door diverse partijen onderzoeken en adviezen uitgebracht met betrekking tot de projectlocatie "Oolder Veste". Deze onderzoeken en adviezen vormen de basis voor deze rapportage. In appendix 1 is een literatuurlijst opgenomen van de literatuur, waarnaar verwezen wordt in de tekst.

De voorliggende rapportage is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 2 wordt een projectomschrijving gegeven en wordt de inrichting van het gebied beschreven waarna in hoofdstuk 3 de inventarisatie van de gegevens en de uitgangspunten wordt behandeld.

De mogelijkheid voor de aanleg van ondergrondse constructies wordt behandeld in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 bevat een handreiking voor de beoordeling van bouwaanvragen. Tot slot volgen in hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.

¹ De gevoeligheid van het grondwater model wordt omschreven als het absolute verschil tussen berekende waarden en gemeten waarden van de grondwaterstand.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het plangebied 'Oolder Veste' ligt ten westen van de bebouwde kom van Herten en ten noorden van Merum. Dwars door het plangebied loopt de Merumerkerkweg en aan westelijke zijde wordt het gebied omsloten door de Broekveeweg. Het plangebied wordt ingesloten door de Ool, Herten, Merum en Oolderplas. Binnen het Rijksdriehoeknet heeft het plangebied globaal de coördinaten $X = 195.000$ m en $Y = 354.500$ m.

2.1. Aanleiding

Het plangebied is gelegen in het bergend winterbed van de Maas. Het beschermingsniveau van het projectgebied tegen hoog water van de Maas (overstromingsgevaar) bedraagt 1 keer per 1250 jaar. Om wateroverlast te voorkomen is een kade om het plangebied aangelegd en is een zandophoging aangebracht, welke van oost naar west van ca. 0,6 m naar ruim 2,5 m oploopt. De ophoging is zodanig gekozen dat bij hoge Maaswaterstanden (1:1250 jaar) het kwelwater tot maximaal 0,1 m beneden het aanlegniveau, als bedoeld in het bestemmingsplan van Oolder Veste, mag stijgen.

Bij het opstellen van het plan "Oolder Veste" is uitgegaan van het bouwen zonder ondergrondse constructies, zoals kruipruimtes, kelders of zwembaden. Het bestemmingsplan geeft echter de mogelijkheid om hiervan vrijstelling te verlenen. Een van de voorwaarden is dat daarbij wordt aangetoond dat hierdoor geen extra kwel zal ontstaan of dat er voor de extra optredende kwel compenserende maatregelen worden genomen.

De opdrachtgever heeft Fugro Ingenieursbureau BV gevraagd te verifiëren welke overige mogelijkheden er zijn voor de aanleg van ondergrondse constructies binnen het plangebied. Hierbij zijn de volgende vragen geformuleerd:

- Wat zijn de consequenties van het doorsnijden van de ophooglaag en de kleilaag door de aanleg van ondergrondse constructies met betrekking tot de kwel en de grondwaterstand.
- Wat zijn de consequenties van het doorsnijden van de ophooglaag door de aanleg van ondergrondse constructies met betrekking tot de belemmering van de grondwaterstroming in de ophooglaag (barrièrewerking).

Aanvullend is er behoefte aan een handreiking voor de beoordeling van aanvragen voor ondergrondse constructies. Tevens is de wens meer inzicht te hebben in eventuele oplossingen voor de aanleg van constructies.

2.2. Beschrijving inrichting

Beschrijving huidige inrichting

Bij de voorbereidende werkzaamheden voor het bouwrijp maken van het projectgebied is veel zorg besteed aan het behoud van de weerstand van de deklaag. Er zijn diverse maatregelen getroffen om de kleilaag in tact te laten en waar nodig is de kleilaag hersteld. Zo zijn volgens informatie van de opdrachtgever onder andere na het verwijderen van boomstronken de ontstane gaten zorgvuldig aangevuld met klei en zijn riolsleuven eveneens gedicht met klei. Vervolgens is het gebied bouwrijp gemaakt, waarbij een ophooglaag variërend in dikte is aangebracht. Van het oorspronkelijke maaiveld is een teelaardelaag met een dikte van ca. 0,3 m verwijderd, welke in een later stadium op de zandlaag wordt aangebracht. Binnen een deel van het gebied wordt momenteel gebouwd. Rondom de projectlocatie is ter plaatse van de dijk een damwand aangebracht.

Beschrijving toekomstige inrichting

Aan de westzijde van Oolder Veste bevindt zich een dijk, waarvan de hoogte is berekend voor een situatie van hoge Maaswaterstanden die per jaar 1/1250 keer kan optreden. Bij deze situatie van hoge Maaswaterstanden staat rondom het projectgebied het water tegen de dijken.

Om wateroverlast te voorkomen is het plangebied opgehoogd, waarbij de dikte van de ophooglaag berekend is aan de hand van de te verwachte maximale grondwaterstanden (onder andere kwel vanuit de Maas).

Door een systeem van molgoten, greppels en graften wordt het hemelwater van de daken en straten geborgen en geleid door het gebied en geloosd op de "Groene Slenk". Bij hoogwaterstanden in de Maas wordt het water vanuit de "Groene Slenk" geloosd op de Maas door middel van pompen.

Binnen het plangebied komen diverse woningtypen voor, waaronder eengezinswoningen, appartementen, dijkwoningen, half-vrijstaande woningen en vrijstaande woningen, al dan niet met garage. Tevens komen er 127 zelfbouwkavels van Oolder Veste voor, welke zijn verdeeld over een twaalfstal woonblokken, verspreid over het plangebied. Voor alle kavels zijn de mogelijkheden voor de aanleg van ondergrondse constructies tot aanlegniveau -2 m onderzocht. De mogelijkheden voor de aanleg van kelders (aanlegniveau -3 m) zijn alleen onderzocht voor de zelfbouwkavels.

2.3. Beschrijving problematiek

Bij het toepassen van ondergrondse constructies binnen het projectgebied kunnen de volgende twee invloeden op de grondwaterstroming optreden:

1. Invloed ondergrondse constructie op de verticale grondwaterstroming (kwel);
2. Invloed ondergrondse constructie op de horizontale grondwaterstroming (barrièrewerking).

Ad1. Kwel

Door drukverschil tussen de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket en de freatische grondwaterstand in de ophooglaag kwelt er water vanuit het 1^e watervoerend pakket door de kleilaag naar de ophooglaag. Deze kleilaag heeft een waterremmende functie.

De volgende situaties kunnen bij de aanleg van ondergrondse constructies voorkomen:

- De ondergrondse constructie blijft geheel boven de bestaande kleilaag;
- De ondergrondse constructie bevindt zich voor een deel in de kleilaag (insnijding);
- De ondergrondse constructie doorsnijdt de gehele kleilaag.

Door het verwijderen van een deel van de klei uit de deklaag neemt de weerstand van deze laag af, waardoor mogelijk een grotere kwelstroom ontstaat. Bij de aanleg van ondergrondse constructies wordt de deels verwijderde klei vervangen door een betonnen bak. Doordat na de aanleg van de ondergrondse constructie klei wordt teruggeplaatst tegen de betonnen wanden, ontstaat er naast de betonwanden een verstoorde grondlaag. Verwacht wordt dat deze verstoorde grondlaag een kleinere weerstand heeft dan de oorspronkelijke deklaag. Door het nemen van voorzorgsmaatregelen kan de weerstand ter plaatse van de betonwanden weer worden vergroot (zie hoofdstuk 5).

Ad2. Barrièrewerking

De woonblokken in het projectgebied worden begrensd door ontwateringsmiddelen in de ophooglaag ter plaatse van de wegen (greppels, graften en drainage). Aangezien de wegen, greppels en graften lager zijn gelegen dan de woonblokken zal er ten tijde van een hoogwatergolf (1:1250 jaar) naar verwachting een grondwaterstroming optreden in de ophooglaag richting de ontwateringsmiddelen.

Bij de aanleg van een ondergrondse constructie tot in de kleilaag wordt de gehele ophooglaag doorsneden. De ondergrondse constructie fungeert als barrière voor de grondwaterstroming in de ophooglaag. Het grondwater zal om de constructie heen moeten stromen, waarbij ter plaatse van het midden van de constructie de grootste opstuwing optreedt. De mate van opstuwing is afhankelijk van de breedte van de barrière (constructiedeel haaks op de stromingsrichting), het verhang van de grondwaterstand over de locatie, de mate van doorsnijding van de ophooglaag en de weerstand van de deklaag. Voor een nadere uitleg wordt verwezen naar bijlage 1105-0070-000-4.

Ten aanzien van de barrièrewerking heeft er veelvuldig overleg plaatsgevonden met Grontmij. Uit deze overleggen is de gezamenlijke conclusie getrokken dat het risico en de mate van barrièrewerking niet (nauwkeurig) te bepalen is. Het ontwateringsplan, systeem van drainageleidingen, molgoten, greppels, graften en de Groene Slenk (zie Lit. H), is namelijk niet opgenomen in het gekalibreerde grondwatermodel 1998/1999. Derhalve is met het model het effect van de ontwatering op de berekende maximale grondwaterstand niet inzichtelijk.

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de effecten van het aanbrengen van ondergrondse constructies op de grondwaterstroming.

3. INVENTARISATIE GEGEVENS EN UITGANGSPUNTEN

Door de opdrachtgever zijn met betrekking tot de ontwikkelingslocatie Oolder Veste diverse rapporten en studies beschikbaar gesteld. In appendix 1 is een literatuurlijst van de stukken opgenomen. Deze literatuurlijst is chronologisch opgesteld, waarbij tevens de onderlinge relatie is aangegeven.

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de beschikbaar gestelde informatie achtereenvolgens de modellering en de ontwatering toegelicht, waarbij de conclusies uit de diverse stukken zijn weergegeven. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar bijlage 1105-0070-000-3. De bij de modellering gebruikte uitgangspunten en parameters in paragraaf 3.1 worden chronologisch behandeld, waarbij de indeling volgens de appendix wordt aangehouden. Het ontwateringsplan is niet opgenomen in het gekalibreerde model 1998/1999. Derhalve is met het model het effect van de ontwatering op de maximale grondwaterstanden niet inzichtelijk. Er zijn door Fugro geen berekeningen uitgevoerd.

3.1. Modellering

De basis van het geohydrologische model (MicroFem) van Grontmij wordt gevormd door het geijkte grondwatermodel van Heidemij Modflow, 1995). Het laatste model is geijkt op het jaar 1986 en tevens voor de natte periode januari februari 1995 aan de hand van de berekende kwel, die voornamelijk is gebaseerd op een geschatte hoeveelheid water die met behulp van noodpompen is uitgemalen om wateroverlast in het gebied te voorkomen.

In verband met onzekerheden met betrekking tot de extreme grondwaterstanden, de variatie in de bodemparameters en weerstand van de deklaag is het model opnieuw gekalibreerd. Dit nieuwe model is gekalibreerd voor de situatie begin december 1998 tot medio februari 1999. In dit model is het verschil tussen de berekende en de gemeten grondwaterstanden acceptabel geacht. Inzicht in de werkelijke verschillen kan niet worden verkregen uit de beschikbare gegevens.

Bij de kalibratie van het grondwatermodel is met name de weerstand van de deklaag en de eerste scheidende laag gevarieerd.

Hieronder zijn de belangrijkste conclusies uit de diverse stukken met betrekking tot het model 1995 en het gekalibreerde model 1998/1999 weergegeven ten aanzien van de volgende onderwerpen:

- Grondwaterstand en stijghoogte;
- Weerstand van de deklaag;
- Ontwatering van de projectlocatie.

Conclusie grondwaterstand en stijghoogte

Model 1995

1. Geijkt op basis van hoogwatergebeurtenis januari / februari 1995 aan de hand van gemeten grondwaterstanden (enkele metingen TNO), grondwaterstandsverloop en de geschatte hoeveelheid uitgemalen water (bij modelkalibratie is kwelwater bepaald op basis van geschatte pompcapaciteit).
2. De piek van de stijghoogte valt precies tussen twee metingen, waardoor de ijking onnauwkeurig is.
3. Door variatie deklaag is reële gevoeligheid grondwaterstand $+0,40$ m à $-1,0$ m.
Conclusie: afwijking grondwaterstand van enkele decimeters.

Model 1998/1999

1. Nieuwe model gekalibreerd voor de winter 1998 / 1999 (einde van natte periode). Voor situatie 1998/1999 is verschil berekende en gemeten grondwaterstanden acceptabel.
2. De absolute verschillen tussen de berekende waarden en de gemeten waarden bedragen ca. $0,3$ à $0,4$ m.

Conclusie weerstand deklaag

Model 1995

1. Weerstand geschat op 50 à 100 dagen, voornamelijk op basis van geschatte hoeveelheid uitgemalen water.
2. Hydraulische weerstand verlaagd van 100 dagen naar 10 dagen i.v.m. onvoldoende kwelwater naar deklaag om water tot aan maaiveld te krijgen en aanvullend bodemonderzoek.
3. Gebiedsgemiddelde waarden à onvoldoende gegevens.
4. Bij zettingsberekeningen geen rekening gehouden met ontgraven van $0,3$ m teelaardelaag.

5. In modellering rekening gehouden met geleidelijke overgang tussen deklaag en ophooglaag.
6. Weerstand deklaag volgens lwaco 50 à 150 dagen, Heidemij ca. 10 dagen. Bij bepaling weerstand relatief hoge k_{vert} à aan veilige kant!

Model 1998/1999

1. Kalibratie september 1999: op basis van gemeten freatische grondwaterstanden en stijghoogten in 1^e watervoerend pakket heeft het afdekkend pakket een aanmerkelijke hogere weerstand.
2. Toename weerstand deklaag 40 à 200 dagen, wel enkele onzekerheden. Deklaag variatie weerstand: 5 tot 156 dagen. (Rapport H, bijlage 3).
3. Op sommige plekken deklaag verwijderd voor aanleg riolering (diepste deel bij de Veste).

3.2. Ontwatering

Op basis van de voorgenomen analyses (hoofdstuk 4) wordt ten aanzien van de ontwatering in de diverse stukken het volgende geconcludeerd:

Ontwateringsmiddelen

1. Intensief systeem noodzakelijk met grote capaciteit en beperkte levensduur.
2. In de cunetten cunetdrainage aanbrengen.
3. In deel van het noorden van het plangebied is geen drainage noodzakelijk.
4. Aan weerszijde van de weg wordt een drain toegepast. Bij de berekeningen is de onderlinge invloed van de drains niet meegenomen.

Ten aanzien van het gekalibreerd model 1998/1999 zijn in het rapport Definitief ontwerp Bodem & Water (H) in het onderdeel ontwateringsplan de volgende verschillen aangetroffen:

1. Weerstand deklaag is uit veiligheidsoverwegingen bij de berekeningen gehalveerd.
2. Bij drainageberekeningen is de weerstand laag gehouden, de dikte van de ophooglaag ruim genomen, waardoor de drainage is overgedimensioneerd.
3. In de modellering is rekening gehouden met een geleidelijke overgang tussen deklaag en ophooglaag. Bij de drainageberekeningen is uitgegaan van de variatie van de weerstand (rapport H, bijlage 3).

Conclusie:

De absolute verschillen tussen de berekende waarden en de gemeten waarden in het model bedragen ca. 0,3 à 0,4 m (gevoeligheid model, zie verder hoofdstuk 4). Dit betekent dat, ten opzichte van de eis voor een maximale grondwaterstand tot 0,1 m onder aanlegniveau de grondwaterstand maximaal tot 0,25 à 0,30 m onder aanlegniveau mag stijgen.

Het ontwateringsplan is door de halvering van de weerstand van de deklaag, ruimere dikte ophooglaag en door het niet meenemen van de onderlinge invloed van de drains in de berekeningen overgedimensioneerd. In hoofdstuk 4 zal nader worden ingegaan op de “extra ruimte” die in de ontwatering zit (de lagere grondwaterstand ten opzichte van het model, is niet gekwantificeerd in het model).

4. MOGELIJKHEDEN AANLEG ONDERGRONDSE CONSTRUCTIES

Op basis van de inventarisatie, de onzekerheidsmarge en de diverse conclusies wordt in dit hoofdstuk aangegeven waar er mogelijkheden zijn voor de aanleg van ondergrondse constructies of waar de haalbaarheid kritisch is.

4.1. Inleiding

De mogelijkheid voor de aanleg van ondergrondse constructies in het plangebied is afhankelijk van de volgende invloeden:

- Bodemopbouw en eigenschappen bodem: dikte ophooglaag, dikte deklaag en weerstand deklaag;
- Optredende maximale grondwaterstanden en maximale stijghoogten bij hoogwatergolf (1x1250 jaar);
- Ontwatering (verschil tussen aanlegniveau en maximale grondwaterstand) van de woonblokken;
- Mate van doorsnijding door aanleg van ondergrondse constructies van zowel de ophooglaag als van de ophooglaag en de waterremmende deklaag;
- Kwel vanuit het watervoerend pakket;
- Barrièrewerking van de ondergrondse constructie op de grondwaterstroming in de ophooglaag.

De maximale grondwaterstand mag niet hoger zijn dan 0,1 m onder aanlegniveau. In de wegen bedraagt de ontwatering minimaal 0,5 m.

Ten tijde van de uitvoering dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid van het opbarsten van de deklaag. In paragraaf 4.3 wordt hier nader op ingegaan.

Aan de hand van de volgende kaarten / overzichten wordt inzicht verkregen in de bodemgesteldheid en inrichting van het plangebied:

- Hydrologische kaart of overzicht: Aanleghoogte deelgebieden, maximale grondwaterstand, dikte kleilaag en kavelindeling (bijlage 1105-0070-000-1a);
- Aanleghoogte deelgebieden, kruinhoogte wegcunetten en kavelindeling (bijlage 2a).

4.2. Aanleg ondergrondse constructie

Voor een beoordeling van de mogelijkheden voor de aanleg van ondergrondse constructies zijn, op basis van de resultaten van het model 1998/1999 en de tekening "Fasering uitvoering & woningtypologieën", nr. 121916.RM.228.TOO-41, de volgende onderwerpen maatgevend:

1. De ontwatering ter plaatse van het aanlegniveau;
2. Mate van insnijding / doorsnijding van de waterremmende kleilaag;
3. Aanwezigheid van drainage in de wegcunetten. Eventueel aanwezige perceelsdrainage wordt buiten beschouwing gelaten.

Uitgangspunten / voorwaarden:

- Kelders en overige ondergrondse constructies zijn waterdicht uitgevoerd. De wanden en de vloeren zijn van beton. De scheiding kelderbak - bovenbouw dient altijd boven maaiveld te liggen;
- Rondom de ondergrondse constructie wordt een werkruimte van 1,0 meter aangehouden vanaf de wanden;
- Bij het deels ontgraven van de deklaag (klei) wordt de aanvulling met uitkomend materiaal aangevuld met een overhoogte van 0,1 m. Tevens dient in de kleilaag een ondoorlatende folie te worden aangebracht tot in het ontgravingstalud conform bijlage 1105-0070-000-6. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een goede aanhechting aan de betonnen wanden.
- Minimaal 1 m van de oorspronkelijke klei over houden (derde deel van de dikte van de kleilaag met een minimum dikte van 1 m).

Ontwatering woonblokken

In tabel 1 is een samenvatting van de belangrijkste gegevens met betrekking tot de ontwatering voor de zelfbouwkavels weergegeven.

Tabel 1: Ontwatering zelfbouwkavels

| Woon-blok | Kavel nummers | Gemiddelde hoogte aanlegniveau ¹⁾ zelfbouwkavel [m tov NAP] | Maximale ²⁾ grondwaterstand [m tov NAP] | Ontwatering woonblok [m] | Cunet-drainage aanwezig | Conclusie ten aanzien van ontwateringsnorm ³⁾ op kavelniveau |
|-----------|------------------------|--|--|--------------------------|-------------------------|---|
| Aa | A48 - A60 | +21,10 | +20,75 | 0,00 à +0,25 | Ja | Voldoet niet |
| Ab | A39 - A47 | +21,35 | +21,0 à +21,10 | +0,10 à +0,25 | Ja | Voldoet niet |
| Ac | A27 - A38 | +21,20 | +21,00 | 0,00 à +0,25 | Ja | Voldoet niet |
| Ad | A14 - A26 | +21,00 | +20,75 | +0,10 à +0,25 | Ja | Voldoet niet |
| Ae | A1 - A13 | +20,90 | +20,75 à +21,00 | -0,15 à +0,35 | Ja | Voldoet niet |
| L | L1 - L18 | +20,60 | +20,50 à +21,00 | -0,40 à +0,10 | Ja | Voldoet niet |
| Ra | R1 - R3 R20 - R21 | +21,75 | +21,00 à +21,75 ⁴⁾ | +0,10 à +0,65 | Deels | Beperkt extra "ruimte" |
| Rb | R22 - R25 R4 - R8 | +21,45 | +20,50 à +21,00 | +0,60 à +0,90 | Nee | Extra "ruimte" |
| Rc | R9 - R11 R26 - R28 | +21,30 | +20,50 à +20,75 | +0,60 à +0,80 | Nee | Extra "ruimte" |
| Rd | R12 - R14 R29 - R31 | +21,50 | +20,75 à +21,75 | +0,20 à +0,60 | Deels | Deels extra "ruimte" |
| Re | R15 - R19 R32 - R36 | +21,55 | +21,25 à +21,75 | +0,10 à +0,30 | Ja | Voldoet niet |

Opmerkingen:

- 1) Gemiddelde hoogte van de tussen de wegcunetten vloeiend afgewerkte bouwkavel conform tekening aanleghoogten.dwg, d.d. 27 februari 2006, Grontmij (zie tevens §4.4);
- 2) Modelstudie 1998/1999, geen rekening gehouden met het ontwateringsplan;
- 3) Ontwateringsnorm: aanlegniveau -0,1 m en absolute modelafwijking van 0,3 à 0,4 m resulteert in ontwateringsnorm van aanlegniveau -0,25 à -0,30 m;
- 4) De maximale grondwaterstand voor woonblok Ra komt niet duidelijk uit de resultaten van het model 1998/1999 naar voren in verband met uitbreiding van het woonblok in noordelijke richting;
- 5) Bij de woonblokken waar de ontwatering (deels) negatief is, bevindt zich drainage in de wegcunetten die voor afdoende ontwatering zorgt.

In de werkelijke situatie kan het voorkomen dat de bouwkavelhoogte hoger is dan de theoretisch afgewerkte hoogte in verband met het extra aanbrengen van teelaarde. Hierdoor zal de onderkant van de ondergrondse constructie eveneens hoger komen te liggen.

Ontgraving ophooglaag en kleilaag

Voor de bouw van kelders wordt uitgegaan van een ontgraving tot aanlegniveau -3 m. In tabel 2 is een samenvatting van de belangrijkste gegevens met betrekking tot de ontgraving van de ophooglaag en kleilaag tot aanlegniveau -3 m weergegeven. De exacte berekening van de resterende en reeds ontgraven bouwvoor is niet mogelijk in verband met het ontbreken van een kaart met de huidige onderkant deklaag ten opzichte van NAP.

Tabel 2: Bodembeschrijving projectlocatie

| Woon-blok | Kavel nummers | Dikte ophooglaag ¹⁾ [m] | Dikte kleilaag [m] | Weerstand deklaag [dgn] | Resterende dikte klei [m] | Opmerkingen |
|-----------|------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Aa | A48 - A60 | 1,8 à 2,1 | 2,0 à 3,0 ²⁾ | 5 à 50 | 1,0 à 2,0 0,0 ²⁾ | Insnijding en doorsnijding bij kavel A60 |
| Ab | A39 - A47 | 1,9 à 2,15 | 2,0 à 3,0 | 50 | 1,0 à 2,0 | Insnijding |
| Ac | A27 - A38 | 1,4 à 2,0 | 2,0 à 3,0 | 50 | Ca. 1,0 | Insnijding |
| Ad | A14 - A26 | 1,5 à 2,2 | 2,0 à 3,0 | 50 | Ca. 1,0 | Insnijding |
| Ae | A1 - A13 | 0,85 à 2,0 | 2,0 à 3,0 ³⁾ | 5 à 50 | 0,0 à 1,0 0,0 ³⁾ | Nagenoeg doorsneden doorsnijding bij kavels A1, A2 en A10 t/m A13 |
| L | L1 - L18 | 1,2 à 2,0 | 0,0 à 2,0 | 5 | 0,0 | Doorsnijding |
| Ra | R1 - R3 R20 - R21 | 2,5 à 3,4 | 2,0 à 3,0 | > 60 | 1,5 à 3,0 | Insnijding |
| Rb | R22 - R25 R4 - R8 | 1,9 à 2,8 | 2,0 à 3,0 ⁴⁾ | 60 à 156 | 1,4 à 2,6 0,5 à 1,5 ⁴⁾ | Insnijding en nagenoeg doorsneden bij kavels R4, R5 en R22 ⁴⁾ |
| Rc | R9 - R11 R26 - R28 | 1,8 à 2,0 | 2,0 à 3,0 | 60 à 156 | 1,25 à 2,0 | Insnijding |
| Rd | R12 - R14 R29 - R31 | 1,75 à 1,9 | 2,0 à 3,0 | 50 à 80 | 1,0 à 1,75 | Insnijding |
| Re | R15 - R19 R32 - R36 | 2,15 à 2,6 | 2,0 à 3,0 | 30 à 50 | 1,35 à 2,6 | Insnijding |

Opmerkingen:

- 1) Ophooglaag is hier de dikte van het afgewerkte aanlegniveau op de kavel tot het niveau van het oorspronkelijk maaiveld minus 0,3 m bouwvoor;
- 2) In het oosten is de deklaag ter plaatse van kavel A60 0,0 à 1,0 m dik;
- 3) De dikte van de kleilaag ter hoogte van de kavels A1, A2 en A10 t/m A13 bedraagt naar verwachting ca. 0,0 à 1,0 m;
- 4) In het noordwestelijke deel van woonblok Rb is de dikte van de kleilaag ca. 1,0 à 2,0 m.

In tabel 3 zijn op basis van de tabellen 1 en 2 de principe mogelijkheden voor de realisatie van kelders weergegeven.

Tabel 3: Mogelijkheden realisatie kelder

| Woon-blok | Kavel nummers | Risico ¹⁾ bij ontgraving | Noodzaak voor aanleg ringdrainage | Ruimte barrièrewerking | Mogelijkheden realisatie kelder |
|-----------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|
| Aa | A48 - A60 | Beperkt | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk (niet mogelijk bij kavel A60) |
| Ab | A39 - A47 | Beperkt | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ac | A27 - A38 | Beperkt | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ad | A14 - A26 | Beperkt | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ae | A1 - A13 | Groot | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| L | L1 - L18 | Groot | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ra | R1 - R3 R20 - R21 | Gering | Absoluut noodzakelijk | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ¹⁾ |
| Rb | R22 - R25 R4 - R8 | Gering | Niet noodzakelijk | Voldoende | In principe mogelijk ¹⁾ (niet mogelijk bij kavels R4, R5 en R22) |
| Rc | R9 - R11 R26 - R28 | Beperkt / gering | Niet noodzakelijk | Voldoende | In principe mogelijk ¹⁾ |
| Rd | R12 - R14 R29 - R31 | Beperkt / gering | Absoluut noodzakelijk | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ¹⁾ |
| Re | R15 - R19 R32 - R36 | Gering | Absoluut noodzakelijk | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |

Opmerkingen:

- 1) Risico van toename kwel bij te grote insnijding of doorsnijding van de kleilaag.
- 2) Het ontwateringsplan is niet opgenomen in het gekalibreerde grondwatermodel 1998/1999. Derhalve is met het model het effect van de ontwatering op de berekende maximale grondwaterstand niet inzichtelijk en is het risico en de mate van barrièrewerking niet (nauwkeurig) te bepalen.

Realisatie kelder in principe mogelijk

Voor de woonblokken Rb en Rc wordt op grond van het risico bij ontgraving, de noodzaak voor de aanleg van ringdrainage en de ruimte voor eventuele stijging van de grondwaterstand door barrièrewerking voldaan aan de gestelde eisen en is de realisatie van kelders in principe mogelijk. Dit geldt eveneens voor de woonblokken Ra en Rd, echter is voor deze woonblokken de aanleg van een ringdrainage ter voorkoming van wateroverlast door barrièrewerking om de woningen absoluut noodzakelijk. Wel dienen de aanbevelingen maatregelen en uitvoering beschreven in hoofdstuk 5 te worden gevolgd. De volgende kavels wijken af van de bovenstaande conclusie:

- Bij de kavels R4, R5 en R22 (woonblok Rb) wordt bij de realisatie van een kelder de kleilaag nagenoeg doorsneden. Het toepassen van een kelder wordt voor deze kavels eveneens afgeraden.

Realisatie kelder in principe niet mogelijk

De kleilaag ter plaatse van de woonblokken Ae en L ontbreekt voor een deel of wordt geheel doorsneden bij de aanleg van een kelder. Tevens is er bij deze woonblokken geen ruimte aanwezig voor barrièrewerking (reeds te nat), waardoor de aanleg van kelders in principe niet mogelijk is.

Bij de woonblokken Aa t/m Ad en Re is weliswaar het risico bij ontgraven beperkt/gering, maar is er onvoldoende ruimte voor eventuele stijging van de grondwaterstand door de barrièrewerking. Ook voor deze woonblokken wordt afgeraden kelders aan te brengen.

Voor de woonblokken waar de realisatie van een kelder in principe niet mogelijk is kan in enkele gevallen de verhoging van het bouwpeil een verruiming van de ontwateringsnorm tot gevolg hebben, waardoor de mogelijkheden voor realisatie van een kelder toenemen. Dit dient per situatie afzonderlijk te worden aangetoond.

Overige ondergrondse constructies

De overige ondergrondse constructies betreffen constructies van maximaal 2 m onder aanlegniveau én geheel boven de kleilaag (o.a. zwembaden). In bijlage 1105-0070-000-5a en -5b is respectievelijk een samenvatting en een overzicht gegeven van de mogelijkheden voor de aanleg van ondergrondse constructies.

4.3. Stabiliteit bouwputbodem

In het eerste watervoerend pakket onder de waterremmende kleilaag heerst een waterdruk. Door de tijdelijke ontgraving ten behoeve van de kelder kan de bovenliggende neerwaartse gronddruk kleiner worden dan de heersende waterdruk onder de kleilaag. Indien een dergelijke situatie zich voordoet kan de bouwputbodem (deels) opbarsten en doet zich welvorming voor.

Ten tijde van hoogwater in de Maas neemt de opwaartse druk van de stijghoogte toe. Zeker bij een hoogwatergolf (1:1250 jaar) wordt de evenwichtssituatie niet meer bereikt en zijn aanvullende maatregelen in de vorm van spanningsbemaling niet uit te sluiten.

Indien de stijghoogte zich boven de onderkant van de deklaag bevindt bestaat er een risico van opbarsten van de bouwputbodem. Geadviseerd wordt voorafgaand aan de werkzaamheden de stijghoogte te monitoren door middel van het plaatsen van een peilbuis

in het 1^e watervoerend pakket. Dit geldt voor zowel de zelfbouwkavels als de overige kavels. Bij de woonblokken waarbij volgens tabel 3 het risico bij ontgraving beperkt tot groot is dient ter plaatse van de zelfbouwkavels extra aandacht te worden besteed aan de monitoring.

De woningen worden gefundeerd op mortelschroefpalen. Deze grondverwijderende palen worden door de ophooglaag en de kleilaag heen aangebracht. Na verwachting zal, na uitharding van de schroefpalen, geen extra stroming langs de palen optreden. Tijdens de uitvoering van de palen dient extra stroming langs de palen te worden voorkomen. Voorgesteld wordt bij hogere stijghoogten dan de onderkant deklaag de uitvoering uit te stellen.

4.4. Zandophoging

Op verzoek van de opdrachtgever is aanvullend de dikte van de ophooglaag (zand) voor de gehele projectlocatie nader beschouwd. Vooraf aan de bouwrijpmaak werkzaamheden is van het grootste gedeelte van het plangebied de bestaande bouwvoor verwijderd (dikte ca. 0,3 m). Voor een klein gedeelte van het plangebied, geheel ten noord-westen, heeft dit niet plaatsgevonden. De gronden waren ten tijde van deze rapportage nog niet in eigendom van de opdrachtgever. Ter plaatse van deze locatie zal na aankoop de bouwvoor (dikte ca. 0,3 m) worden verwijderd.

Na de verwijdering van de bouwvoor is achtereenvolgend het zand opgespoten en geëgaliseerd. De te realiseren hoogten van de geëgaliseerde zandophoging zijn ca. 0,3 m (dikte bouwvoor van de teelgrond) lager dan de hoogten van de wegen. De hoogte van de kavels is tussen de wegen vloeiend in 1 lijn afgewerkt.

Voor het bepalen van de mate van doorsnijding van de ophooglaag is voor de dikte van de ophoging uitgegaan van de bouwkavelhoogte en de oorspronkelijke maaiveldhoogte minus 0,3 m bouwvoor. In de werkelijke situatie kan het voorkomen dat de bouwkavelhoogte hoger is dan de theoretisch afgewerkte hoogte in verband met het extra aanbrengen van teelaarde.

In bijlage 1105-0070-000-5a is voor alle kavels binnen het plangebied de dikte van de ophooglaag weergegeven. Uit deze bijlage blijkt dat, indien de kleilaag niet mag worden geroerd, de aanleg van kelders tot aanlegniveau -3 m niet mogelijk is. De aanleg van ondergrondse constructies tot aanlegniveau -2 m is bij enkele kavels op basis van de beschikbare dikte van de ophooglaag in principe mogelijk indien er voldoende ruimte is voor eventuele stijging van de grondwaterstand door barrièrewerking. De mogelijkheden voor de aanleg van ondergrondse constructies tot aanlegniveau -2 m zijn weergegeven in de bijlagen 1105-0070-000-5a en -5b.

Om eerder genoemde redenen (paragraaf 2.3) is het risico en de mate van barrièrewerking bij eventuele aanleg van de ondergrondse constructies tot aanlegniveau -2 m niet (nauwkeurig) te bepalen.

5. HANDREIKING VOOR BOUWAANVRAGEN

5.1. Algemeen

In de handreiking wordt aan de hand van een stappenplan aangegeven welke oplossingen mogelijk zijn ter voorkoming van kwelproblematiek. Met name de aansluiting en afdichting van ondergrondse constructies met de bodem kan een risico vormen (o.a. opbarsten bouwputbodem). Hierbij speelt de keuze voor alternatieve funderingswijzen bij kelders ook een rol. Tevens moet worden gelet op het treffen van tijdelijke maatregelen zoals bijvoorbeeld het toestaan van bemalingen en is de periode van uitvoering in relatie tot hoge waterstanden van belang. Tot slot worden aanbevelingen met betrekking tot toezicht en controleerbaarheid tijdens de uitvoering beschreven.

5.2. Benodigde informatie bouwaanvragen

Bodemtechnische informatie

Ter plaatse van elke woning dient de werkelijke bodemopbouw te worden bepaald door middel van het uitvoeren van een sondering tot enkele meters in de zandlaag onder de kleilaag (minimaal MV -10 m afhankelijk van grindige bodem) ten opzichte van NAP.

Bouwtechnische informatie

Om inzicht te krijgen in de bouwtechnische uitgangspunten dient de volgende informatie door de aanvrager te worden geleverd:

- Overzichtstekening woning met bouwpeil, afmetingen en oriëntatie;
- Overzichtstekening kelder met afmetingen, oriëntatie en diepte;
- Doorsnede kelder met ontgravingsdiepte en -breedte en bodemopbouw;
- Grondaanvullingen toekomstig maaiveld;
- Bijzondere bouwwerken (koekoek, convectorputten e.d.) met afmetingen en diepte;
- Type fundering: op staal, grondverdringende palen, grondverwijderende palen;
- Afstand ondergrondse constructie tot beschermingszone kade (enkele gevallen);
- Vrijstaande ondergrondse constructies (zwembaden).

5.3. Aanbevelingen maatregelen / uitvoering

De informatie die bij de bouwaanvraag wordt geleverd dient te worden getoetst aan de drie onderdelen, weergegeven in tabel 3. De fase waarin de bouwput open is en nog niet is aangevuld is de meest kritische fase, in verband met opbarsten van de bouwputbodembodem en de kwel. Voor alle woonblokken is monitoring van de stijghoogte van belang en dient de uitvoering buiten de periode van hoogwatergolven plaats te vinden. Voor de woonblokken waarvoor geldt dat de realisatie van een kelder in principe mogelijk is en het risico bij ontgraven beperkt tot groot is dient extra aandacht te worden besteed aan de monitoring van de stijghoogte.

Tijdens de aanleg van de ondergrondse constructie dienen naast de uitgangspunten / voorwaarden in paragraaf 4.2 de volgende richtlijnen met betrekking tot de uitvoering te worden toegepast:

- Bij het ontgraven van de bouwput dienen de verschillende bodemlagen gescheiden te worden ontgraven en in verschillende depots worden opgeslagen;
- Om de kwelling te ter plaatse van de betonwanden te vergroten dient in de kleilaag een ondoorlatende folie te worden aangebracht tot in het ontgravingstalud conform bijlage 1105-0070-000-6. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een goede aanhechting aan de betonnen wand;
- Na realisatie van de ondergrondse constructie dient eerst de folieconstructie te worden aangebracht. Vervolgens wordt de ontgraven klei teruggebracht, waarbij de kleilaag zodanig verdicht wordt dat een goede aanhechting met de betonnen wand ontstaat. Tenslotte kan het zand worden aangebracht en worden verdicht;
- Ter beperking van stagnerend grondwater op de folie wordt rondom de woning op ca. 0,5 à 0,7 m beneden maaiveld een ringdrain (zie tabel 3) Ø80 mm in een zandsleuf, gevuld met goeddoorlatend zand, aangebracht. Deze drain dient richting de cunetdrainage af te wateren. Voorgesteld wordt via een controleput op de erfscheiding aan te sluiten op het gemeentelijke cunetdrainage-stelsel. Voor de lozing moet overleg plaatsvinden met de Gemeente. De voorkeur gaat uit naar het aansluiten van de ringdrainage op de greppels en graften (echter niet overal aanwezig). Gecontroleerd moet worden of de cunetdrainage, de greppels en de graften hiervoor voldoende afvoercapaciteit en voldoende berging hebben. Tevens moet het mogelijk zijn om de ringdrain onder vrij verval te laten lozen op deze greppels en graften;

- Voorwaarde voor de uitvoering is dat toezicht door of namens de Gemeente wordt gehouden bij de aanvulling van de klei en bij het aanbrengen van de folie en de werkwijzen vast te leggen (bijvoorbeeld met foto's).
- Op de rand van de beschermingszone van de kade mag, in verband met de stabiliteit van de kade, niet in de ondergrondse kadeconstructie (niveau moet per perceel worden bepaald) worden ontgraven (informatie opdrachtgever). Bij de ontgraving ten behoeve van de ondergrondse constructie dient hier rekening mee worden gehouden;
- De lichtkolk (koekoek) moet waterdicht worden uitgevoerd in verband met de stijging van de grondwaterstand bij een hoogwatergolf. Regenwater dat in de lichtkolk terechtkomt dient via een afvoersysteem te worden afgevoerd.

Risico's

Bij deels ontgraven van de deklaag dienen de in dit hoofdstuk genoemde maatregelen zorgvuldig te worden uitgevoerd. Voorwaarde voor de toepassing van ondergrondse constructies is dat het aanbrengen van de folieconstructie aan de betonwand en in de oorspronkelijke deklaag, het terugbrengen en verdichten van de ontgraven klei en de uitvoering en regelmatig onderhoud van de ringdrainage op de juiste wijze wordt uitgevoerd. Indien één of meer van de bovengenoemde werkzaamheden niet goed wordt uitgevoerd neemt het risico van wateroverlast op de projectlocatie toe.

Ten aanzien van beheer en onderhoud van de ringdrainage wordt geadviseerd na de realisatie in het eerste jaar regelmatig controle en onderhoud aan de drainage te plegen. Met name door inspoeling van siltdeeltjes kan de capaciteit van de drainage sterk afnemen.

Na het eerste jaar kan worden volstaan met:

- Tenminste halfjaarlijkse controle op werking en mate van vervuiling;
- Afhankelijk van de mate van vervuiling ca. 1 x per 2 à 3 jaar de drainage doorspuiten;
- Controleputten leegzuigen/ schoonmaken.

Bij niet of gedeeltelijk functioneren van de ringdrainage kan er tijdens extreme hoogwatergolven (1:1250 jaar) wateroverlast ontstaan. De ervaring leert dat regelmatige controle en onderhoud door de perceelseigenaar moeilijk te garanderen/handhaven is.

Bij een ontgraving tijdens een hoogwatergolf (1:1250 jaar) zijn aanvullende maatregelen in de vorm van een spanningsbemaling noodzakelijk. Voorgesteld wordt deze aanvullende maatregelen toe te passen indien de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten tijde van de uitvoering tot boven de onderkant van de deklaag stijgt.

Ten aanzien van de schroefpalen zal naar verwachting, na uitharding van de schroefpalen, geen extra stroming (kwel) langs de palen optreden. Hoge grondwaterstanden dienen tijdens het uitharden van het beton echter te worden voorkomen.

Een belangrijke voorwaarde bij de uitvoering is de controle en het toezicht op het uitvoeren van de maatregelen ter voorkoming van wateroverlast. Voorgesteld wordt de uitvoeringswijze vast te leggen (bijvoorbeeld door middel van foto's).

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In deze rapportage is onderzocht welke mogelijkheden er zijn voor de aanleg van ondergrondse constructies binnen “Oolder Veste”.

Bij het realiseren van ondergrondse constructies binnen het projectgebied zijn de invloeden van deze constructies op zowel de verticale grondwaterstroming (kwel) als op de horizontale grondwaterstroming in de ophooglaag (barrièrewerking) nader beschreven.

Op basis van de beschikbare literatuur zijn de uitgangspunten voor het projectgebied onderzocht, waarbij de gevoeligheid van het model is beschreven.

Ten aanzien van de grondwaterstand / stijghoogte is geconcludeerd dat, op basis van het nieuwe model, gekalibreerd voor de winter 1998 / 1999, het verschil tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden acceptabel is. Het absolute verschil bedraagt daarbij ca. 0,3 à 0,4 m (gevoeligheid in model 1998 / 1999). Dit betekent dat, ten opzichte van de eis voor een maximale grondwaterstand tot 0,1 m onder aanlegniveau, de grondwaterstand “maximaal” tot 0,25 à 0,30 m onder aanlegniveau mag stijgen.

Op basis van de kalibratie van het model 1998 / 1999 is gebleken dat de weerstand van het afdekkend pakket aanmerkelijk hoger moet zijn dan in het model 1995. De gehanteerde weerstand in het model 1998 / 1999 wordt acceptabel geacht voor het projectgebied.

Het ontwateringsplan verschilt met het model 1998 / 1999 doordat de weerstand van de deklaag is gehalveerd, op verschillende locaties een dikkere ophooglaag is aangehouden en de onderlinge invloed van de drains in de berekeningen niet is meegenomen. Hierdoor is het ontwateringsplan overwegend overgedimensioneerd. De “extra ruimte” die in de ontwatering zit vergroot de mogelijkheden voor de aanleg van ondergrondse constructies (de lagere grondwaterstand ten opzichte van het model, is echter niet gekwantificeerd in het model).

Voor de woonblokken is de ontwatering (verschil tussen aanlegniveau en maximale grondwaterstand) vergeleken met de ontwateringsnorm. Hierbij is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van drainagemiddelen in de wegcunetten. Tevens is bij de aanleg

van kelders tot maximaal 3 m onder aanlegniveau de mate van insnijding/doorsnijding van de ophooglaag en de kleilaag bepaald. Op basis van de bovenstaande gegevens en de noodzaak voor aanleg van ringdrainage zijn de mogelijkheden voor de aanleg van kelders aangegeven. In de onderstaande tabel is een samenvatting van de conclusies opgenomen.

Tabel 4: Conclusie mogelijkheden realisatie kelder op kavelniveau

| Mogelijkheden realisatie kelder | Woonblok | Risico ontgraving | Ruimte barrièrewerking | Noodzaak voor aanleg ringdrainage |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------------|
| In principe mogelijk | Rb ¹⁾ en Rc | Beperkt / gering | Voldoende | Niet noodzakelijk |
| In principe mogelijk | Ra en Rd | Beperkt / Gering | Kritisch / voldoende | Absoluut noodzakelijk |
| In principe niet mogelijk | Aa ²⁾ , Ab, Ac, Ad en Re | Beperkt | Onvoldoende | Absoluut noodzakelijk |
| In principe niet mogelijk | Ae, L ³⁾ | Groot | Onvoldoende | Absoluut noodzakelijk |

Opmerkingen:

- 1) Realisatie kelder bij de kavels R4, R5 en R22 is niet mogelijk;
- 2) Realisatie kelder bij kavel A60 is niet mogelijk;
- 3) Bij ontbreken kleilaag heb je te maken met veel kwel en hoge grondwaterstanden. Hoewel het risico bij het ontgraven gering is, zijn er in verband met de barrièrewerking geen mogelijkheden voor de realisatie van een kelder.

Het ontwateringsplan is niet opgenomen in het gekalibreerde grondwatermodel 1998/1999. Derhalve is met het model het effect van de ontwatering op de berekende maximale grondwaterstand niet inzichtelijk en is het risico en de mate van barrièrewerking niet (nauwkeurig) te bepalen.

Voor de woonblokken waar de realisatie van een kelder in principe niet mogelijk is kan in enkele gevallen de verhoging van het bouwpeil een verruiming van de ontwateringsnorm tot gevolg hebben, waardoor de mogelijkheden voor realisatie van kelders toenemen. Dit dient per situatie afzonderlijk te worden aangetoond.

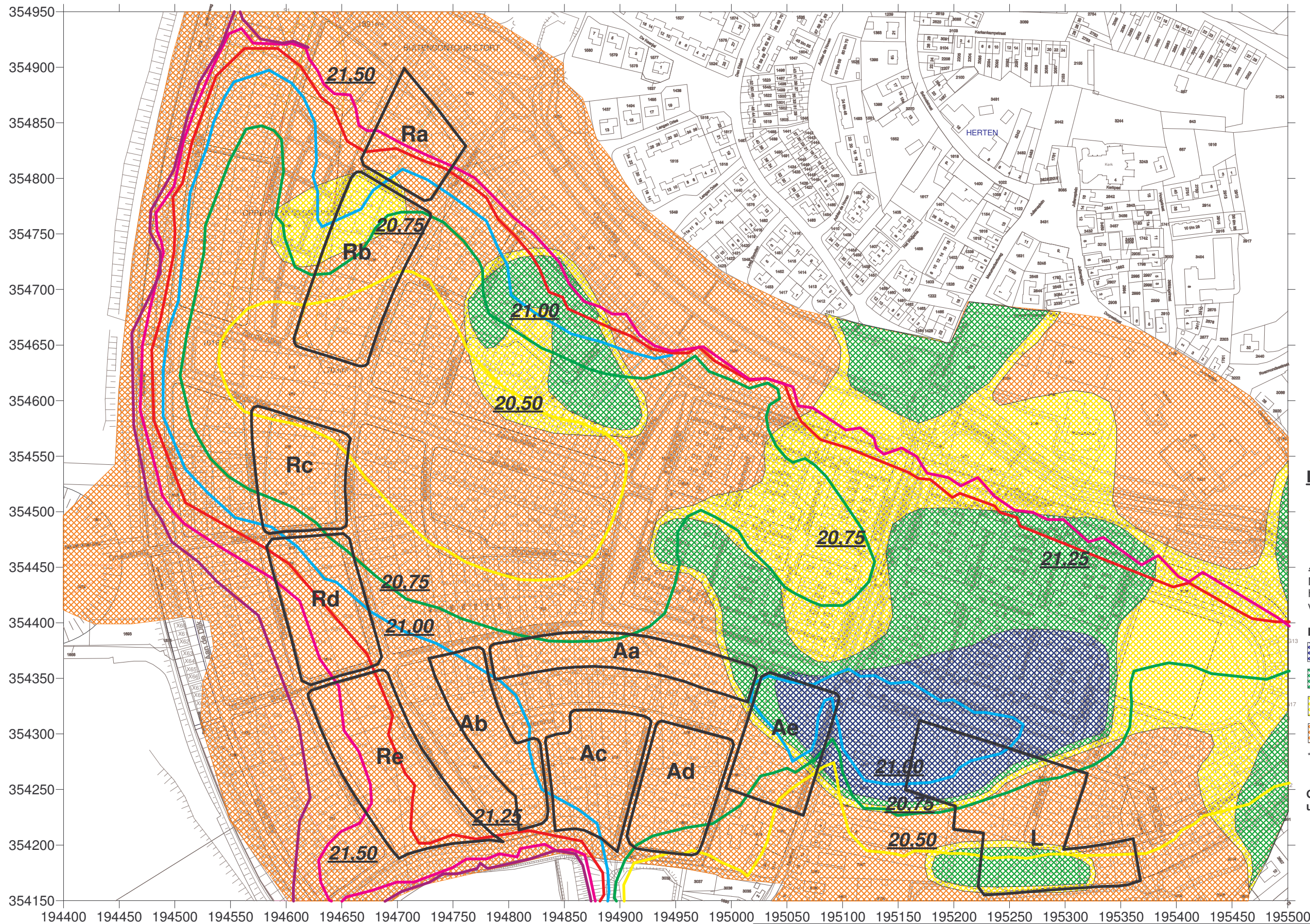
Bij de woonblokken waarbij de realisatie van kelders in principe mogelijk is dient de scheiding kelderbak - bovenbouw altijd boven het maaiveld te liggen. Tevens dient bij deels ontgraven van de kleilaag deze aangevuld te worden met uitkomend materiaal en dient een ondoorlatende folieconstructie langs het ontgravingstalud tot in de kleilaag te worden aangebracht. Hierbij dient rekening te worden gehouden met een goede aanhechting aan de betonnen wanden.

De fase waarin de bouwput open is en nog niet is aangevuld is, in verband met opbarsten van de bouwputbodem en de kwel, de meest kritische fase. Voor alle woonblokken is monitoring van de stijghoogte van belang en dient de uitvoering buiten de periode van hoogwatergolven plaats te vinden. Voor de woonblokken waarvoor geldt dat de realisatie van een kelder in principe mogelijk is en het risico bij ontgraven beperkt tot groot is dient extra aandacht te worden besteed aan de monitoring van de stijghoogte.

Bij niet of gedeeltelijk functioneren van de ringdrainage kan er tijdens extreme hoogwatergolven (1:1250 jaar) wateroverlast ontstaan. De ervaring leert dat regelmatige controle en onderhoud door de perceelseigenaar moeilijk te garanderen/handhaven is.

Bij de realisatie van kelders zijn de opgestelde aanbevelingen voor maatregelen / uitvoering absoluut noodzakelijk. Een voorwaarde is dat tijdens de uitvoering er voldoende controle en toezicht wordt gehouden op de uitvoeringswijze en deze vast te leggen.

| Nr. | Titel | Opsteller | Kenmerk | Datum |
|-----|---|---------------------|----------------------------------|-----------|
| A | Hydrologische modelstudie Plangebied Herten Maasdorp | Heidemij Advies | 632/ZC95/1323/51675-2 | 31-jul-95 |
| B | Vergelijking ontwikkelingsmodellen plangebied Herten Maasdorp | Heidemij Advies | 632/ZC95/1339/51675-1 | aug 1995 |
| C | Definitief ontwerp ophogen Oolder Veste te Roermond | Grontmij | 29.8048.4 | 1-apr-99 |
| D | Rapportage Bodem en Water | Grontmij | O.N.: 29.8048.4 | 2-apr-99 |
| | Tekening 'Dikte kleilaag in deklaag' | Grontmij | Nr. 29-84048-TB1 | mrt-99 |
| E | Second opinion Plan Oolder Veste te Roermond op rapport D | Iwaco | 3372450 | 12-mei-99 |
| F | Invoed plan Oolder veste op de bestaande bebouwing in Ool, Herten en Merum op rapport D | WL Delft Hydraulics | 86195, SC-DLO | 1999 |
| G | Controle rapport Oolder Veste op concept H d.d. 12-apr-2001 | Witteveen+Bos | Rm130.1 | 18-jul-02 |
| H | Definitief ontwerp Bodem en Water Oolder Veste te Roermond | Grontmij | 129339/31/R018a | 6-jan-03 |
| | <i>Rioleringsplan</i> | | <i>R011a)</i> | |
| | <i>Ontwateringsplan</i> | | <i>R012a)</i> | |
| | <i>Regenwaterafvoerplan</i> | | <i>R013a)</i> | |
| | <i>Bemaling algemeen</i> | | <i>R014a)</i> | |
| | <i>Bemalingsadvies Merumerkerkweg</i> | | <i>R015a)</i> | |
| | <i>ontwerp kade</i> | | <i>R016a)</i> | |
| | <i>Pompenplan</i> | | <i>R017a)</i> | |
| | Gescande prentjes grondwaterstand en stijghoogte | Grontmij | ontwatplan, bijl 5a en 5b | 6-jan-03 |
| I | Notitie 'Aanvullende berekeningen regenwatersysteem Oolder | Grontmij | 3103581/113068 | 20-feb-03 |
| | Bestekstekening bouwrijpmaken (riolering en drainage), kavelindeling niet correct | Grontmij | LP03_121916_T16-03_standaard.zip | 22-aug-03 |
| | Bestekstekening woonrijpmaken en normaalprofielen (nieuwe) | Grontmij | LP03_121916_T16-01_standaard.zip | 22-aug-03 |
| | Definitief verkavelingsplan | Grontmij | LP03_121916_T16-05_standaard.zip | 1-dec-03 |
| | Funderingsadvies.jpg --> vorstgrens | Mos | 573903 | dec 2003 |
| | Faseringstekening | Grontmij | 121916.RM.228.T00-41.dwg | 23-jun-05 |
| | Ontwerpkaart met hoogtecijfers | Grontmij | 0358_39_T02B-acad2000.zip | 10-jul-05 |



LEGENDA

— Lijn van gelijke maximale grondwaterstand

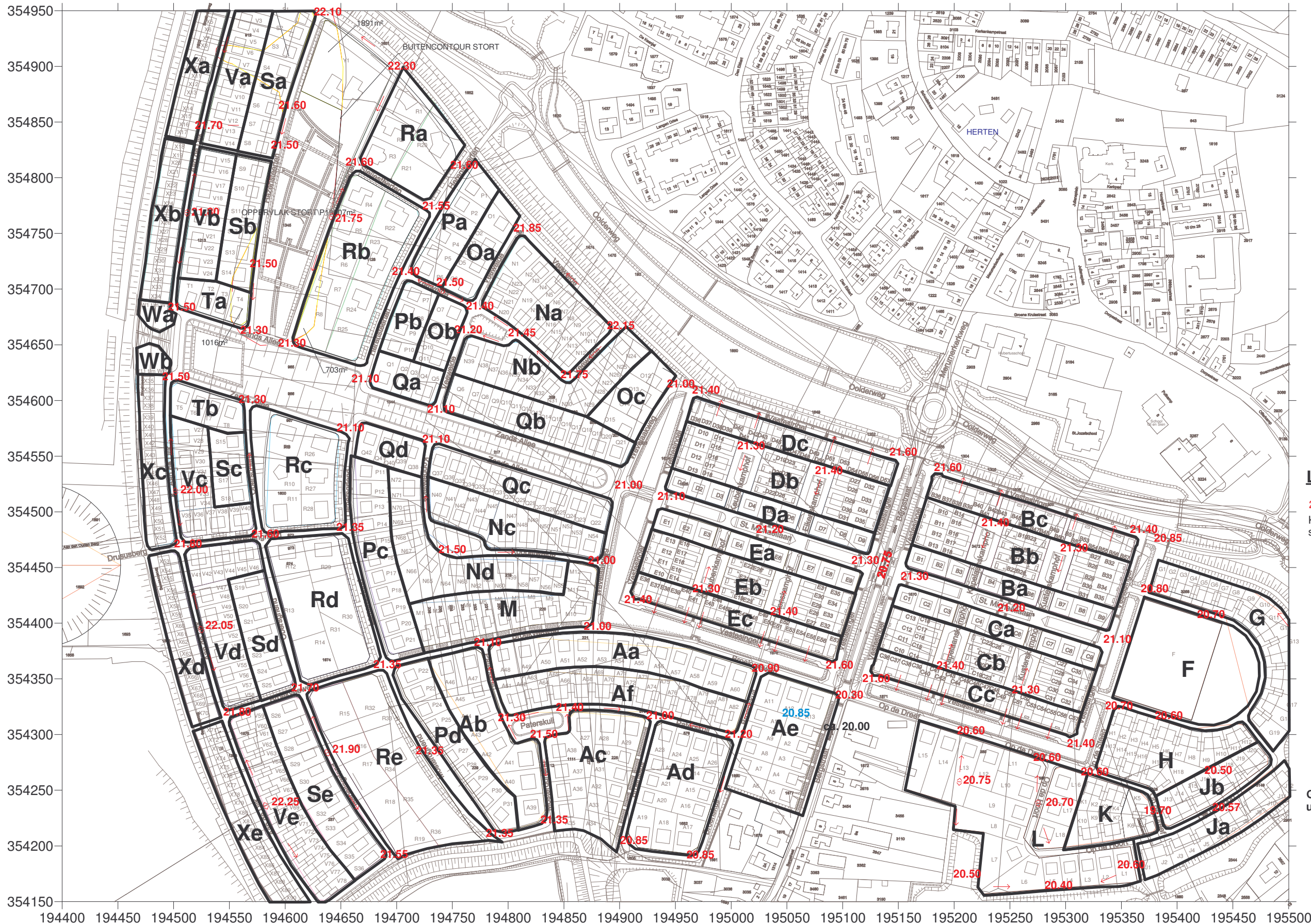
20.75
Max. grondwaterstand bij hoogwatergolf 1:1250 voor Boertien, model 1999

Dikte kleilaag in deklaag
 0,0 - 0,5
 0,0 - 1,0
 1,0 - 2,0
 2,0 - 3,0*

* De dikte van de kleilaag kan groter zijn dan 3,0 m

Gegevens zijn overgenomen uit rapportages Grontmij

schaal 1 : 3.500



LEGENDA
 21.60
 Kruihoogte wegen met
 stromingsrichting in molgoot

Gegevens zijn overgenomen
 uit rapportages Grontmij

schaal 1 : 3.500

Bijlage 3, Samenvatting inventarisatie literatuur conform appendix 1

Hierna is per literatuurbron (A t/m I) een korte uiteenzetting gegeven van de meest relevante gegevens en conclusies. Daarbij is respectievelijk onderscheid gemaakt in:

- Grondwaterstand en stijghoogte;
- Weerstand van de deklaag;
- Ontwatering van de projectlocatie.

Grondwaterstand / stijghoogte

A Hydrologisch model Modflow is gekijkt op hoogwater gebeurtenis jan/feb 1995. IJking op basis van gemeten grondwaterstanden en grondwaterstandverloop TNO (enkele metingen) en geschatte hoeveelheid water die met behulp van noodpompen is uitgemalen.

Noodgemaal: toename van kwelstroom door kwelgradiënt, gesimuleerd in het model door drainage aan maaiveld. Al het kwelwater wordt aan het systeem onttrokken, waardoor een vergelijking mogelijk is.

Kalibratie op gemeten en berekende stijghoogte nauwelijks mogelijk in verband met meetfrequentie. De piek van de stijghoogte valt precies tussen twee meetwaarden (ijking onnauwkeurig). Dus modelkalibratie voornamelijk op basis van uitgemalen hoeveelheid water (kwelwater).

De pompen niet met maximale capaciteit gepompt en eventuele reductie van de capaciteit ten gevolge van opvoerconstructie (jumper) over de weg à schatting 1500 m³/uur.

B Ten aanzien van de inrichtingsstructuur: alleen drainage waar geen ophoging plaatsvindt of als tijdelijke maatregel.

C Maximale grondwaterstand NAP +21,85 m (westen) tot NAP +20,25 m (oosten).
Toepassen van cunetdrainage in de wegen.

D Twee perioden van belang:

- 2 dagen na max. Maas (NAP +22,6 m) is maximale grondwaterstand in westen;
- 7 dagen na max. Maas is maximale grondwaterstand in oosten.

Bij berekening maximale grondwaterstand geen (cunet)drainage in model toegepast, behalve voor de simulatie van de kwelstroom.

Aanlegniveau bedraagt NAP +21,95 m (=grondwaterstand +0,1 m) in zuidwesten tot NAP +20,5 m in oosten.

Hoogwatergolf 1995 lineair geïnterpoleerd naar hoogwatergolf 1:1250 jaar.

Gegevens geohydrologische parameters binnen plangebied zijn niet voorhanden.

Reële max. situatie geeft maximale stijging grondwaterstand van 0,4 m, reële min. situatie geeft max. verlaging grondwaterstand van 0,6 m.

Conclusie: afwijking grondwaterstand van enkele decimeters.

- E Huidige hoogwatersituatie wordt maatgevend geacht. Overdimensionering van ophoging en drainagemiddelen, waardoor extra veiligheid ingebouwd. Extra veiligheid uitzetten tegen onontkoombare resterende onzekerheid in parameterwaarden.
- F Naar aanleiding van bezwaar bewoners ten aanzien van nadelige effecten op bestaande bebouwing is model opnieuw gekalibreerd voor winter 1998/1999 (einde van natte periode).
Op basis van de beschikbare grondwaterstandsgegevens is weerstand van het afdekkend pakket gekalibreerd. Voor situatie 1998/1999 is verschil berekende en gemeten grondwaterstanden acceptabel. De absolute verschillen tussen berekende en gemeten waarden bedragen ca. 0,3 à 0,4 m.
- G Opmerkingen verwerkt in definitief ontwerp (H).
- H In deel van noorden plangebied is geen drainage nodig (Rapport H, bijl 6).
Debietberekening op basis van nader gekalibreerd model.
Gemiddeld doorlaatvermogen 20 m²/d.
In verband met grote drooglegging, hoge kwel en hoge neerslag intensief
Drainagesysteem: onder wegen 2 drainagebuizen (weerszijde van de weg), omgeving Merumerkerkweg en Bergstraat 3 drainagebuizen.
Bij dimensionering géén rekening gehouden met invloed van drainagebuizen onderling à afvoerdebiet en de drainagemiddelen zijn overgedimensioneerd.
- I Geen bijzonderheden ten aanzien van model.

Weerstand deklaag

A Rivierklei en Nuenenpakket 5 à 15 m dikte, weerstand geschat op ca. 50 à 100 dagen. Hydraulische weerstand deklaag verlaagd van 100 dagen naar 10 dagen op basis van aanvullende grondboringen in gebied Herten Maasdorp en in de Slenk (tekening 1-1 en boorstaten). Voorheen weerstand 100 dagen gedurende overdruksituatie in het watervoerend pakket (15 dagen), onvoldoende water naar deklaag gestroomd om grondwaterstand in deklaag tot maaiveld te laten stijgen. Waarden uniform voor gehele gebied ingevoerd (gebiedsgemiddelde waarden). In verband met onvoldoende gegevens kan de werkelijkheid afwijken.

Conclusies:

- Berekeningen gebaseerd op aangenomen geohydrologische omstandigheden, deels uit eerdere onderzoeken;
- Onzekerheidsmarge ten aanzien van de berekeningsresultaten geschat op maximaal 0,25 m;
- Ophoging noodzakelijk bij ontwateringsnorm 0,85 m (diepte kruipruimte in het gebied);
- Drainage: intensief systeem, grote capaciteit, beperkte levensduur;
- Kwelsloot den Ekkert heeft enig effect op grondwaterstandsverhoging.

B Geen bijzonderheden ten aanzien van weerstand in model.

C Zettingsberekeningen: geen rekening gehouden met ontgraven van 0,3 m teelaarde, wordt na zandophoging weer aangebracht.

D Aanbeveling: geleidelijke overgang tussen bovenste laag deklaag en ophooglaag realiseren ter voorkoming wateroverlast binnen en buiten ophooggebied. In hydrologische modellering is hiermee rekening gehouden
Iwaco: weerstand ca. 50 à 150 dagen, Heidemij: ca. 10 dagen.

Gevoeligheid weerstand deklaag stijging / daling van grondwaterstand met respectievelijk +0,40 m en -1,00 m.

Reële maximale situatie: combi verlagen weerstand en verhogen kD geeft maximaal 0,4 m stijging.

Reële minimale situatie: combi verhogen weerstand en verlagen kD geeft maximaal 0,6 m verlaging.

E Voor de deklaag zijn gegevens veranderd op basis van recente boorgegevens.

F Op basis van beschikbare grondwaterstandsgegevens is weerstand afdekkend pakket gekalibreerd en zijn invoerparameters grondwatermodel aangepast.

Het afdekkend pakket moet een aanmerkelijke hogere weerstand hebben op basis van gemeten freatische grondwaterstand en stijghoogten in 1^e watervoerend pakket.

Weerstand deklaag aanzienlijk toegenomen (toename ca. 40 - 200 dagen)

Voor de meeste parameters in model is de gekozen minimale en maximale waarde realistisch, echter niet bij:

weerstanden scheidende laag 1 en 2 zijn geheel niet veranderd (beter was om 50% en 200% van de waarde in de uitgangssituatie te nemen).

Conclusie: nadere analyse elastische bergingscoëfficiënt (zie Witteveen+Bos, 1992)

Weerstand van de deklaag biedt enige onzekerheid met betrekking tot:

- Eventueel een iets lagere weerstand dan nu bij kalibratie september 1999 is vastgesteld;
- Kalibratie weerstand nu gebaseerd op beperkt aantal metingen van grondwaterstanden (2 buizen worden betrouwbaar geacht);
- Er zou een minder groot verschil in weerstand binnen het gebied kunnen zijn, nu bijna van 0 tot 200 dagen;
- Laagdikte deklaag op basis van veldmetingen, om hoeveel meetpunten gaat het in dit gebied.

G Geen bijzonderheden ten aanzien van model.

H In rapportage is onder andere de weerstand deklaag geoptimaliseerd (nader gekalibreerd model 1998/1999).

De weerstand van de deklaag varieert van 5 tot 156 dagen (zie tabel 2.1, Ontwateringsplan.

Op basis van b.o.b. van de riolering waarschijnlijk vergraving of doorsnijding van de kleilaag. De riolering ligt het diepst bij de Veste (midden van het plangebied).

Alleen daar bemaling noodzakelijk.

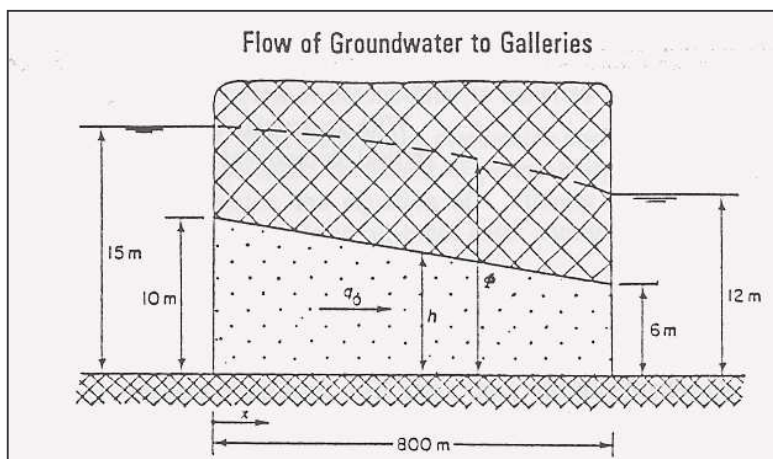
Bijlage 4, Theoretische achtergrond barrièrewerking

De theoretische veronderstelling is dat de grootte van de barrièrewerking afhankelijk is van de mate waarin de ondergrondse constructie de watervoerende lagen afsluit.

De hoeveelheid water die van de ene naar de andere kant wil stromen, is afhankelijk van het verschil in stijghoogte, de dikte van het doorstroomde pakket en de doorlatendheid.

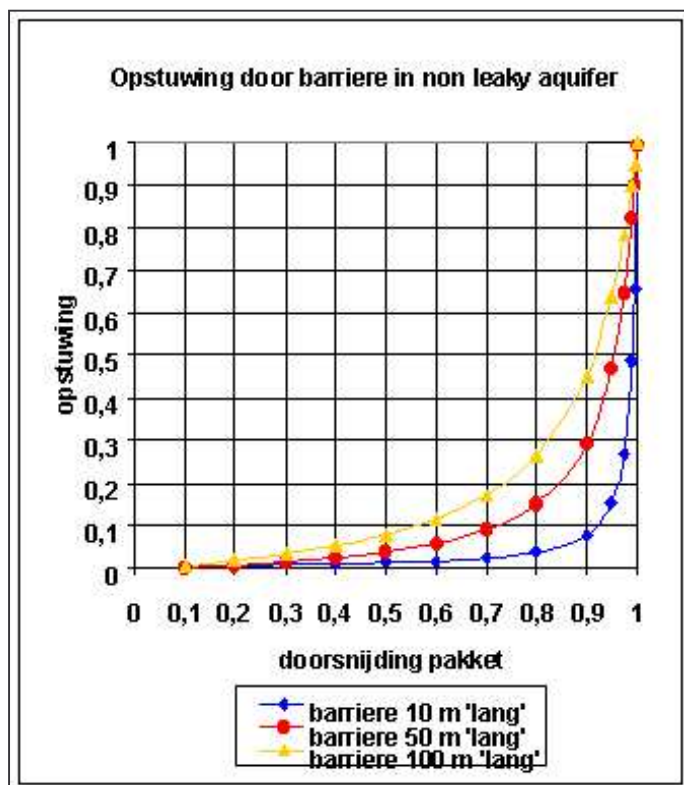
Met vaste aangenomen stijghoogten op de randen en met een afnemende dikte van de watervoerende laag lijkt het model op Huisman's "Flow of groundwater through a confined aquifer without recharge" [Bron: L. Huisman; Groundwater Recovery, 1972, p.19], zie figuur 1. Hierbij mag de rechterkant van de figuur ook gelezen worden als een ondergronds element (bijv. een kelder) die de watervoerende laag doorsnijdt.

Figuur 1 Grondwaterstroming



In figuur 2 zijn de resultaten gegeven van een simulatie van de geohydrologisch meest simpele situatie van 1 watervoerende laag met 'volkomen' spanningswater: zowel aan de boven- als onderzijde wordt de watervoerende laag begrensd door 100% ondoorlatende lagen, waardoor er geen 'voeding' is door bijvoorbeeld neerslag of kwel.

Figuur 2 Berekende opstuwing door barrière



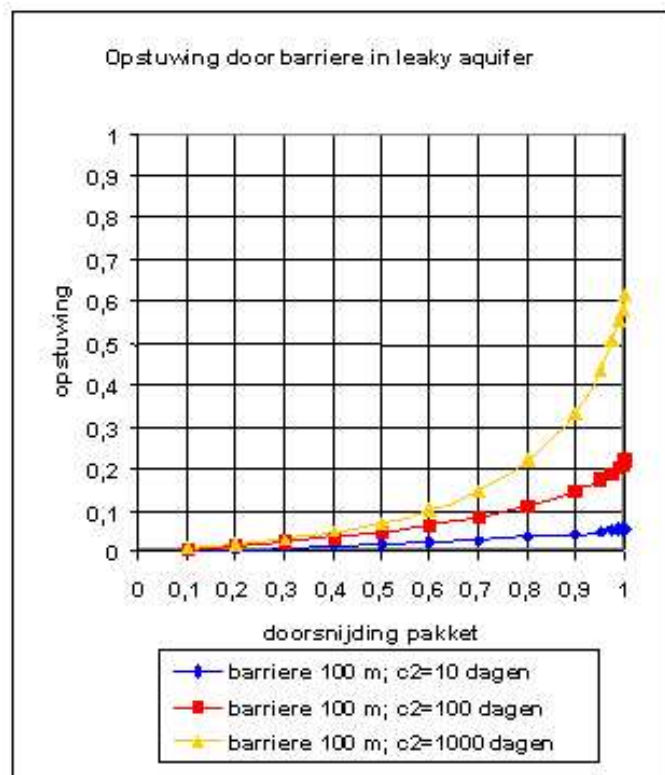
In de simulatie is sprake van een oneindig brede barrière die waterdoorlatend is (de lengte in stromingsrichting varieert van 10, 50 en 100 m 'lang').

In de grafiek is zichtbaar dat, omdat er geen sprake is van voeding, alle lijnen bij 100% doorsnijding van de watervoerende laag een opstuwing van 100% te zien geven, waarbij 100% gelijk is aan het halve verschil in stijghoogte zoals dat er was voordat de barrière werd gerealiseerd. Uit de grafiek is te concluderen dat bij een betrekkelijk 'korte' barrière pas na zeer significante afsluiting van een watervoerend pakket enige opstuwing merkbaar is. Bij langere barrières, bijvoorbeeld 50 of 100 m in de stromingsrichting (en 'volkomen' in de breedte) zijn de effecten eerder merkbaar, maar worden ook pas vanaf een afsluiting van 60 tot 70% significant.

Omdat de 'ideale' geohydrologische situatie niet voorkomt, is een simulatie uitgevoerd met dezelfde barrière maar met een extra watervoerende laag onder de barrière.

De watervoerende lagen zijn van elkaar gescheiden door een waterremmende laag met een weerstand (in 'dagen') tegen verticale grondwaterbeweging die bepalend is voor de hoeveelheid grondwater die van de ene naar de andere laag kan stromen. Deze weerstand is in de simulaties gevarieerd (10, 100 en 1000 dagen).

Figuur 3 Berekende opstuwung door barrière met onderliggende watervoerende laag



Uit figuur 3 blijkt duidelijk dat, als gevolg van de voeding, ook bij 100% doorsnijding van de bovenste watervoerende laag, de opstuwung nooit 100% zal kunnen worden, tenzij de weerstandslaag een oneindig grote weerstand heeft. Verder is duidelijk uit de figuur op te maken dat, in vergelijking met de vorige figuur, het effect van de barrière nu veel minder merkbaar is.

Na aanvullende simulaties met kleinere objecten kan het volgende worden geconcludeerd: opstuwung van grondwater door barrièrewerking van ondergrondse constructies zal over het algemeen pas significant worden:

1. Wanneer sprake is van een significant stijghoogteverschil over de beschouwde locatie (de barrièrewerking is uitgedrukt als een percentage van het halve stijghoogteverschil);
2. Wanneer een watervoerende laag over meer dan 60 à 70% van de totale hoogte van de laag wordt doorsneden,
 - a. waarbij de totale barrière een significante breedte loodrecht op de grondwaterstromingsrichting heeft van enkele tot meerdere tientallen meters;
 - b. waarbij de totale barrière een significante lengte in de richting van de grondwaterstroming heeft van meerdere tientallen meters;

3. Wanneer de watervoerende laag aan boven- en onderzijde wordt begrensd door waterremmende lagen met een grote weerstand van enkele honderden tot (enkele) duizend(en) dagen waardoor voeding in verticale zin (verwaarloosbaar) klein blijft. In een omgeving met meerdere aaneengesloten ondergrondse constructies, mag wanneer sprake is van een stijghoogteverschil, significante opstuwing niet worden uitgesloten, met name niet in ondiepe freatische watervoerende lagen.

Tabel 1: Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies in ophooglaag

| Woon-blok | Kavel nummers | Gem. hoogte aanlegniveau ¹⁾ zelfbouwkavel [m tov NAP] | Dikte ophooglaag ¹⁾ [m tov NAP] | Maximale ²⁾ grondwaterstand [m tov NAP] | Ontwatering ³⁾ woonblok [m] | Cunet-drainage aanwezig | Ruimte voor eventuele stijging van de grondwaterstand door barrièrewerking | Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies aanlegniveau -2 m |
|-----------|------------------------|--|--|--|--|-------------------------|--|--|
| Xa | X1 - X17 | 21,85 | +2,5 à +2,7 | > +21,50 ⁴⁾ | < 0,20 | Nee | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Xb | X18 - X34 | 21,85 | +2,3 à +2,4 | > +21,50 ⁴⁾ | < 0,30 | Nee | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Xc | X35 - X52 | 21,85 | +2,2 à +2,3 | > +21,50 ⁴⁾ | < 0,50 | Nee | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Xd | X53 - X70 | 21,90 | +2,0 à +2,2 | > +21,75 ⁴⁾ | < 0,30 | Deels | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Xe | X71 - X92 | 21,95 | +1,0 à +2,1 | > +21,75 ⁴⁾ | < 0,50 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Wa | W1 - W10 | 21,75 | +2,1 à +2,3 | > +21,00 ⁴⁾ | < 0,50 | Nee | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Wb | W11 - W20 | 21,75 | +2,1 à +2,3 | > +21,00 ⁴⁾ | < 0,50 | Nee | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Va | V1 - V14 | 21,80 | +2,6 à +3,1 | +20,75 tot > +21,75 ⁴⁾ | < 0,80 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Vb | V15 - V24 | 21,60 | +2,6 à +2,8 | +20,70 à +21,00 | +0,50 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Vc | V27 - V40 | 21,65 | +2,1 à +2,3 | +20,75 à +21,75 | +0,05 à +0,80 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Vd | V41 - V58 | 21,80 | +2,1 à +2,4 | > 21,25 ⁴⁾ | < 0,35 | Deels | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ve | V59 - V78 | 21,85 | +2,1 à +2,5 | > 21,50 ⁴⁾ | < 0,30 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ta | T1 - T4 | 21,45 | +2,2 à +2,5 | +20,50 à +21,00 | +0,50 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Tb | T5 - T8 | 21,45 | +2,1 à +2,5 | +20,50 à +21,00 | +0,50 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Sa | S1 - S8 | 21,80 | +2,5 à +3,1 | +20,75 tot > +21,75 ⁴⁾ | < 0,75 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Sb | S9 - S14 | 21,55 | +2,5 à +2,6 | +20,60 à +20,70 | +0,70 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Sc | S15 - S18 | 21,65 | +2,1 à +2,4 | +20,70 à +21,00 | +0,70 à +0,70 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Sd | S19 - S25 | 21,80 | +2,0 à +2,3 | +21,25 à +21,90 | -0,15 à +0,15 | Deels | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Se | S26 - S36 | 21,85 | +2,0 à +2,5 | +21,50 à +21,90 | -0,15 à +0,10 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ra | R1 - R3 R20 - R21 | +21,75 | +2,5 à +3,4 | +21,00 à +21,75 ⁴⁾ | +0,10 à +0,65 | Deels | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Rb | R22 - R25 R4 - R8 | +21,45 | +1,9 à +2,8 | +20,50 à +21,00 | +0,60 à +0,90 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Rc | R9 - R11 R26 - R28 | +21,30 | +1,8 à +2,0 | +20,50 à +20,75 | +0,60 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe niet mogelijk |
| Rd | R12 - R14 R29 - R31 | +21,50 | +1,75 à +1,9 | +20,75 à +21,75 | +0,20 à +0,60 | Deels | Kritisch / voldoende | In principe niet mogelijk |
| Re | R15 - R19 R32 - R36 | +21,55 | +2,15 à +2,6 | +21,25 à +21,75 | +0,10 à +0,30 | Ja | Kritisch | In principe niet mogelijk |
| Pa | P1 - P6 | +21,55 | +2,5 à +3,3 | +20,50 à +21,75 | +0,00 à +0,90 | Deels | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Pb | P7 - P10 | +21,25 | +2,4 à +2,7 | +20,50 | +0,60 à +1,00 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Pc | P11 - P21 | +21,30 | +1,85 à +1,9 | +20,50 à +21,10 | +0,25 à +0,60 | Deels | Kritisch / voldoende | In principe niet mogelijk |
| Pd | P22 - P31 | +21,35 | +2,0 à +2,5 | +21,10 à +21,25 | +0,10 à +0,20 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Oa | O1 - O6 | +21,60 | +2,2 à +2,8 | +20,50 à +21,75 | +0,00 à +0,70 | Deels | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Ob | O7 - O11 | +21,20 | +2,1 à +2,7 | +20,50 à +20,60 | +0,60 à +0,80 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Oc | O12 - O15 | +21,25 | +1,8 à +2,0 | +20,50 à +21,00 | +0,40 à +0,90 | Ja | Voldoende | In principe niet mogelijk |
| Qa | Q1 - Q5 | +21,15 | +2,0 à +2,2 | +20,50 | +0,60 à +0,70 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Qb | Q6 - Q21 | +21,15 | +1,6 à +2,0 | +20,50 | +0,50 à +0,60 | Nee | Voldoende | In principe niet mogelijk |
| Qc | Q22 - Q37 | +21,15 | +1,8 à +2,1 | +20,50 | +0,60 à +0,70 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk ⁶⁾ |
| Qd | Q38 - Q42 | +21,15 | +2,0 à +2,1 | +20,50 | +0,60 à +0,70 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Na | N1 - N23 | +21,70 | +2,1 à +3,1 | +20,75 à +21,75 | +0,10 à +1,00 | Ja | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Nb | N24 - N39 | +21,35 | +1,9 à +2,9 | +20,50 à +21,50 | +0,10 à +1,00 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Nc | N40 - N55 | +21,20 | +1,8 à +2,0 | +20,50 | +0,50 à +1,00 | Nee | Voldoende | In principe niet mogelijk |
| Nd | N55 - N72 | +21,25 | +1,9 à +2,0 | +20,50 à +20,75 | +0,50 à +1,00 | Nee | Voldoende | In principe niet mogelijk |
| M | M1 - M12 | +21,15 | +1,8 à +2,0 | +20,50 à +21,00 | +0,10 à +0,40 | Ja | Kritisch | In principe niet mogelijk |
| Aa | A48 - A60 | +21,10 | +1,8 à +2,1 | +20,75 | +0,00 à +0,25 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ab | A39 - A47 | +21,35 | +1,9 à +2,15 | +21,0 à +21,10 | +0,10 à +0,25 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ac | A27 - A38 | +21,20 | +1,4 à +2,0 | +21,00 | +0,00 à +0,25 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ad | A14 - A26 | +21,00 | +1,5 à +2,2 | +20,75 | +0,10 à +0,25 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ae | A1 - A13 | +20,90 | +1,5 à +2,2 | +20,75 à +21,00 | -0,15 à +0,35 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Af | A61 - A82 | +21,10 | +0,85 à +2,0 | +21,00 | +0,00 à +0,40 | Ja | Kritisch | In principe niet mogelijk |

| Woon-blok | Kavel nummers | Gem. hoogte aanlegniveau ¹⁾ zelfbouwkavel [m tov NAP] | Dikte ophooglaag ¹⁾ [m tov NAP] | Maximale ²⁾ grondwaterstand [m tov NAP] | Ontwatering ³⁾ woonblok [m] | Cunet-drainage aanwezig | Ruimte voor eventuele stijging van de grondwaterstand door barrièrewerking | Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies aanlegniveau -2 m |
|-----------|---------------|--|--|--|--|-------------------------|--|--|
| Da | D1 - D9 | +21,20 | +2,1 à +2,6 | +20,60 à +20,75 | +0,35 à +0,55 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Db | D10 - D35 | +21,35 | +2,2 à +3,1 | +20,60 à +20,80 | +0,55 à +0,70 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Dc | D36 - D57 | +21,45 | +2,1 à +3,1 | +20,70 à +21,25 | +0,60 à +0,65 | Ja | Voldoende | In principe mogelijk |
| Ea | E1 - E9 | +21,20 | +2,0 à +2,3 | +20,60 à +20,75 | +0,35 à +0,55 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Eb | E10 - E35 | +21,35 | +2,05 à +2,3 | +20,60 à +20,80 | +0,45 à +0,60 | Nee | Voldoende | In principe mogelijk |
| Ec | E36 - E57 | +21,45 | +2,1 à +2,3 | +20,60 à +21,00 | +0,50 à +0,70 | Ja | Voldoende | In principe mogelijk |
| Ba | B1 - B9 | +21,20 | +1,9 à +2,6 | +20,80 à +20,90 | +0,20 à +0,50 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Bb | B10 - B35 | +21,35 | +2,0 à +2,4 | +20,90 à +21,25 | +0,00 à +0,50 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Bc | B36 - B57 | +21,45 | +2,15 à +3,0 | +21,25 à +21,50 | -0,10 à +0,70 | Ja | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁵⁾ |
| Ca | C1 - C9 | +21,20 | +1,7 à +2,3 | +20,80 à +20,90 | +0,30 à +0,50 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁷⁾ |
| Cb | C10 - C35 | +21,35 | +1,4 à +2,1 | +20,90 | -0,20 à +0,50 | Nee | Kritisch / voldoende | In principe mogelijk ⁷⁾ |
| Cc | C36 - C57 | +21,45 | +2,0 à +2,1 | +20,80 à +21,00 | +0,40 à +0,60 | Ja | Voldoende | In principe mogelijk |
| L | L1 - L18 | +20,60 | +1,2 à +2,0 | +20,50 à +21,00 | -0,40 à +0,10 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| G | G1 - G19 | +20,65 | +0,9 à +1,2 | +20,65 à +21,50 | -0,70 à -0,05 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| F | F | +20,65 | +0,9 à +1,7 | +20,70 à +21,20 | -0,40 à -0,10 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| H | H1 - H18 | +20,60 | +0,9 à +1,5 | +20,65 à +20,80 | +0,00 à +0,90 | Ja | Kritisch / voldoende | In principe niet mogelijk |
| K | K1 - K10 | +20,30 | +0,3 à +1,6 | +20,55 à +20,70 | -1,00 à +0,05 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Ja | J1 - J12 | +20,60 | +1,0 à +2,0 | +20,50 | +0,05 à +0,10 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |
| Jb | J13 - J20 | +20,40 | +0,3 à +0,9 | +20,50 à +20,65 | -0,15 à +0,10 | Ja | Onvoldoende | In principe niet mogelijk |

Opmerkingen:

- 1) Hoogte van de tussen de wegcunetten vloeiend afgewerkte bouwkavel conform tekening aanleghoogten.dwg, d.d. 27 februari 2006, Grontmij (zie tevens §4.4);
- 2) Modelstudie 1998/1999, geen rekening gehouden met het ontwateringsplan;
- 3) Ontwateringsnorm: aanlegniveau -0,1 m en absolute modelafwijking van 0,3 à 0,4 m resulteert in een ontwateringsnorm van aanlegniveau -0,25 à -0,30 m;
- 4) De maximale grondwaterstand voor de woonblokken Xa t/m Xe, Wa, Wb, Va, Vd, Ve, Sa en Ra komt niet duidelijk uit de resultaten van het model 1998/1999 naar voren;
- 5) Alleen mogelijk bij toepassen van een ringdrainage (noodzakelijk). Indien er geen cunetdrainage in de directe omgeving aanwezig is, dient de afwatering door middel van de ringdrainage op alternatieve wijze te worden geloosd;
- 6) Alleen in principe mogelijk bij de kavels Q30 t/m Q37. Aanleg bij de kavels Q22 t/m Q29 is niet mogelijk;
- 7) Alleen in principe mogelijk bij de kavels C1 t/m C3, C10 t/m C20 en C23 en C24. Aanleg bij de kavels C4 t/m C9, C21, C22 en C25 t/m C35 is niet mogelijk.

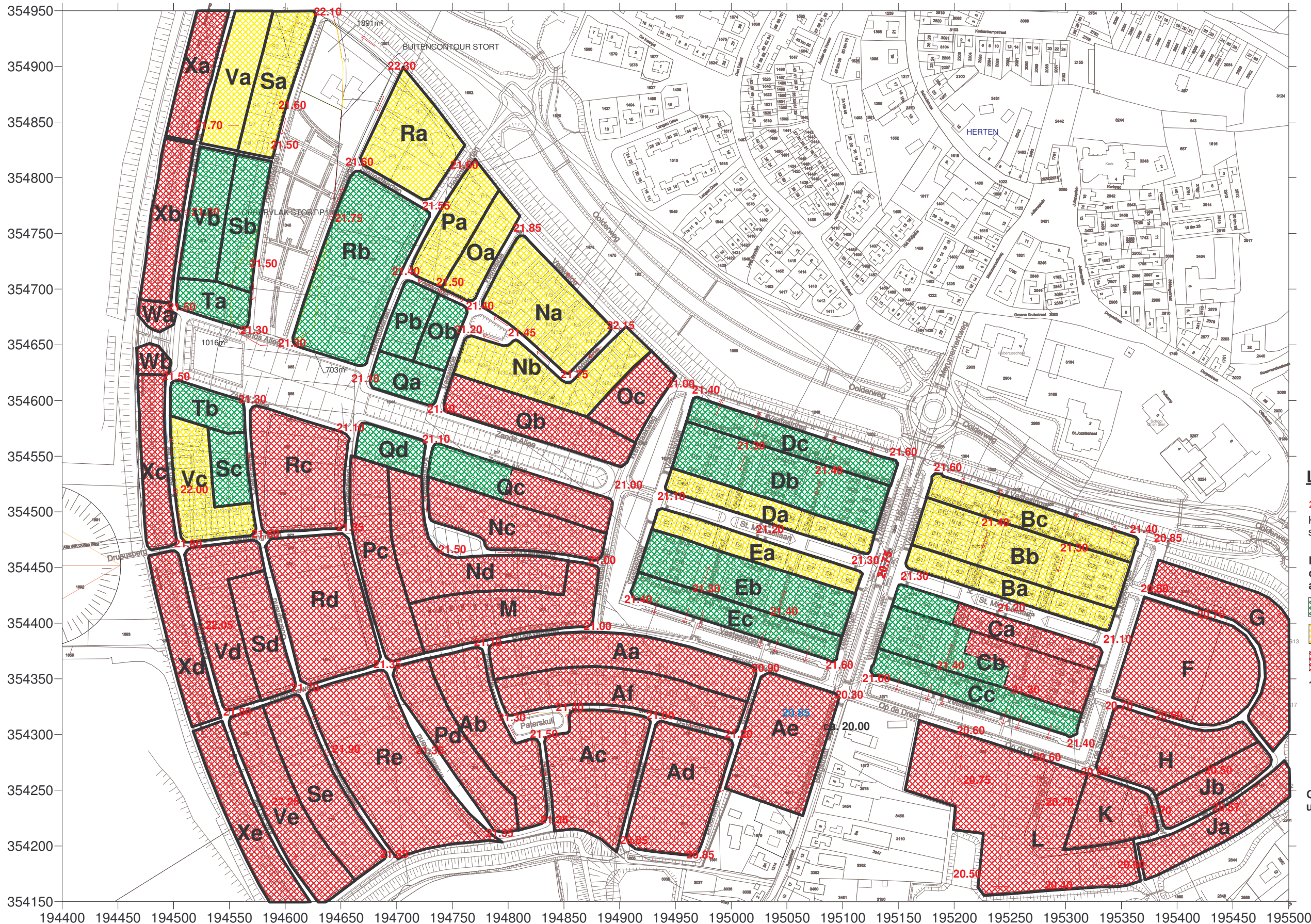
Tabel 2: Conclusie mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies in ophooglaag

| Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies aanlegniveau -2 m | Woonblokken | Ruimte voor eventuele stijging van de grondwaterstand door barrièrewerking | Noodzaak voor aanleg ringdrainage |
|--|--|--|-----------------------------------|
| In principe mogelijk ¹⁾ | Vb, Ta, Tb, Sb, Sc, Rb, Pb, Ob, Qa, Qc ²⁾ , Qd, Db, Dc, Eb, Ec, Ca ²⁾ , Cb ²⁾ en Cc | Voldoende | Niet noodzakelijk |
| In principe mogelijk ¹⁾ | Va, Vc, Sa, Ra, Pa, Oa, Na, Nb, Da, Ea en Ba t/m Bc | Kritisch / voldoende | Absoluut noodzakelijk |
| In principe niet mogelijk | Xa t/m Xe, Wa, Wb, Vd, Ve, Sd, Se, Rc t/m Re, Pc, Pd, Oc, Qb, Qc ²⁾ Nc, Nd, M, Aa t/m Af, Ca ²⁾ , Cb ²⁾ , L, G, F, H, K, Ja en Jb | Onvoldoende | Absoluut noodzakelijk |

Opmerkingen:

- 1) Het ontwateringsplan is niet opgenomen in het gekalibreerde grondwatermodel 1998/1999. Derhalve is met het model het effect van de ontwatering op de berekende maximale grondwaterstand niet inzichtelijk en is het risico en de mate van barrièrewerking niet (nauwkeurig) te bepalen;
- 2) Zie opmerkingen 6 en 7 bij tabel 1.

Voor de woonblokken waar de realisatie van een ondergrondse constructie in principe niet mogelijk is kan in enkele gevallen de verhoging van het bouwpeil een verruiming van de ontwateringsnorm tot gevolg hebben, waardoor de mogelijkheden voor realisatie van ondergrondse constructies toenemen. Dit dient per situatie afzonderlijk te worden aangetoond.



LEGENDA

- 21.60
Kruinhoogte wegen met stromingsrichting in molgoot
- Mogelijkheden aanleg ondergrondse constructies aanlegniveau -2 m**
- In principe mogelijk
- In principe mogelijk bij toepassen ringdrainage *
- In principe niet mogelijk

* Indien er geen cunetdrainage in de directe omgeving aanwezig is, dient de afwatering door middel van de ringdrainage op alternatieve wijze te worden geloosd.

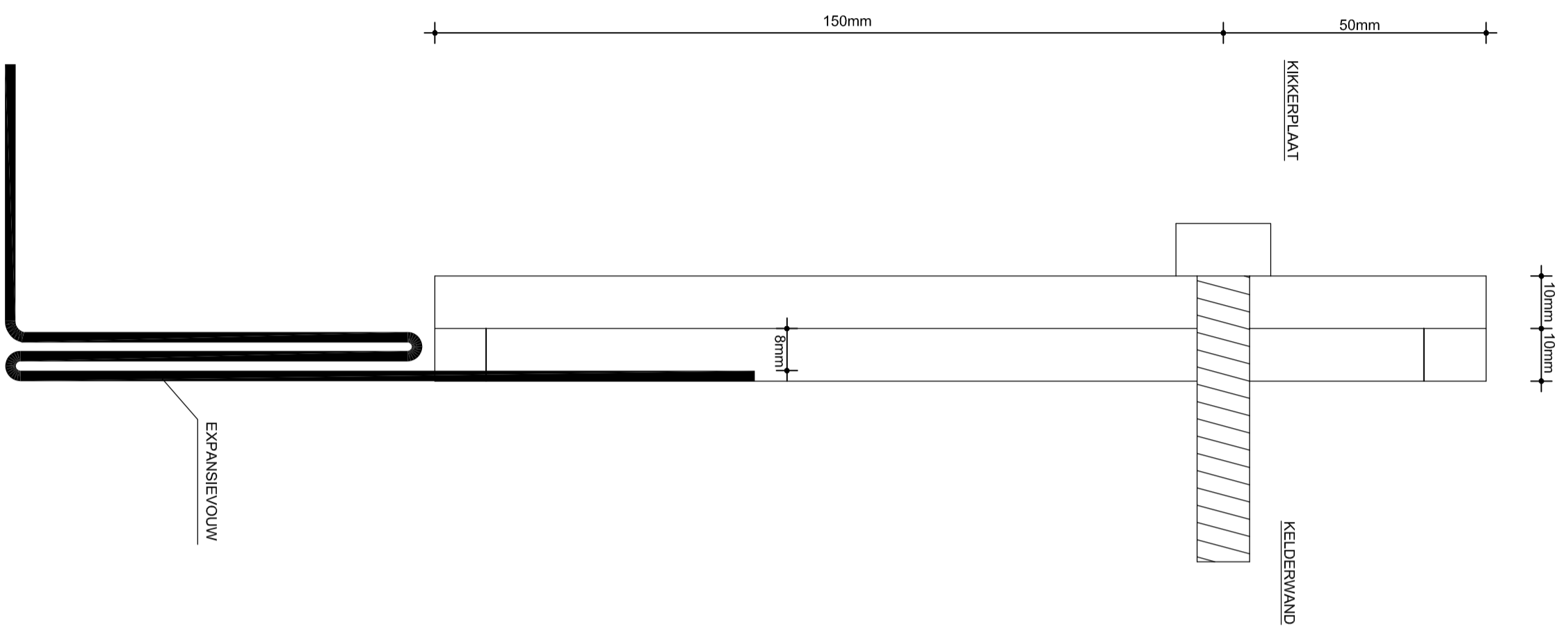
Gegevens zijn overgenomen uit rapportages Grontmij

schaal 1 : 3.500

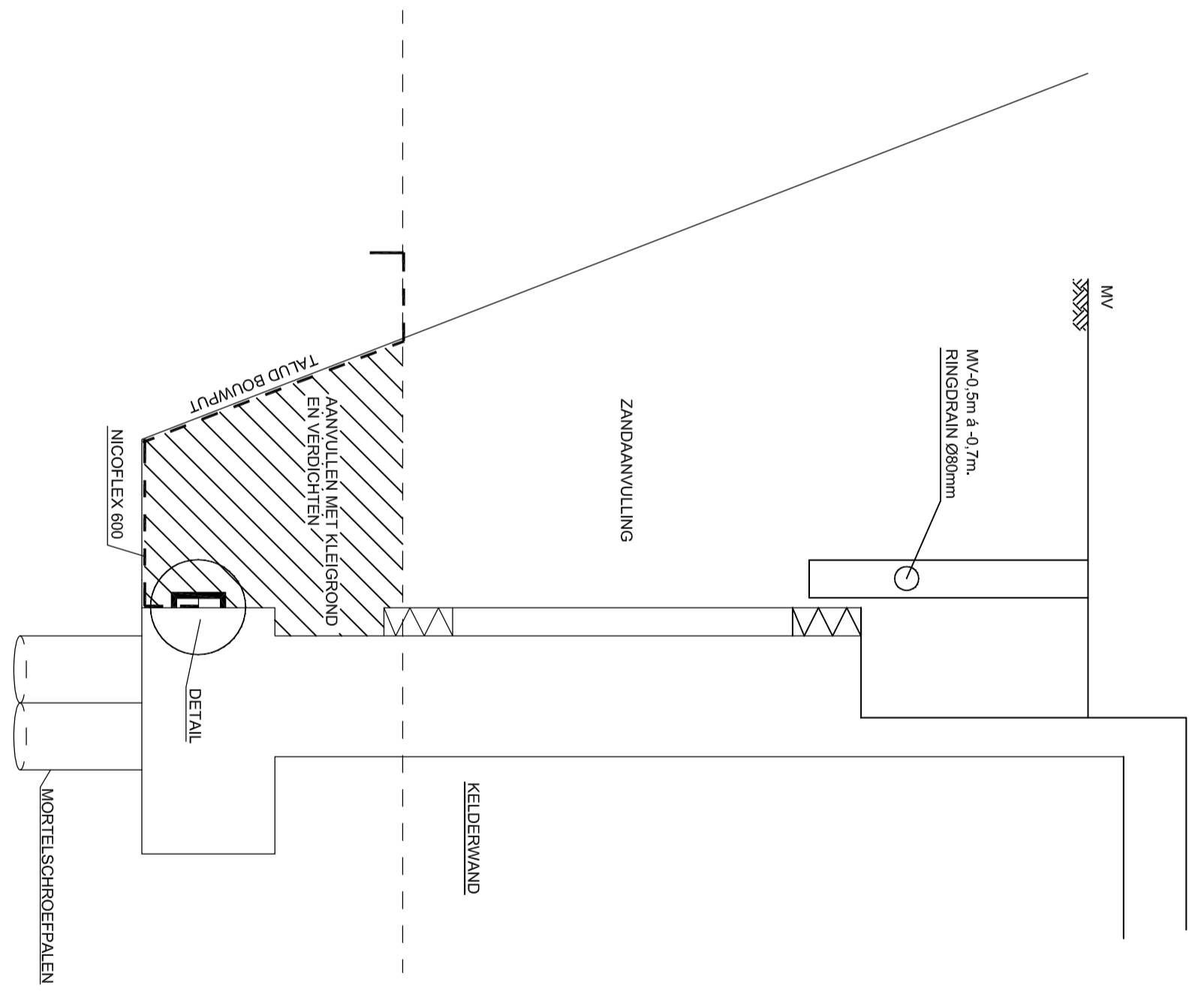
MOGELIJKHEDEN AANLEG ONDERGRONDSE CONSTRUCTIES TOT AANLEGNIVEAU -2 M

BOUW ONDERGRONDSE CONSTRUCTIES "OOLDER VESTE" TE ROERMOND


Opdr. : 1105-0070-000
Bijlage : 5b



DETAIL FOLIEAANSLUITING



DOORSNEDENDE KELDERWAND

| | | | | |
|---|-------------------|---|---------------------|---|
| Fugro Ingenieursbureau BV Leidschendam 070-3111333 | | Veurse Achterweg 10 2260 AB Leidschendam | |  |
| Gel.: LKK | Datum: 07-12-2005 | Formaat: | Schaal: GEEN SCHAAL | |
| AANSluitING FOLIECONSTRUCTIE | | Opdr.: 1105-0070-000 Biji: | | 6 |
| B-PLAN "OULDER VESTE" TE ROERMOND | | Versie: Revisie datum: | | |