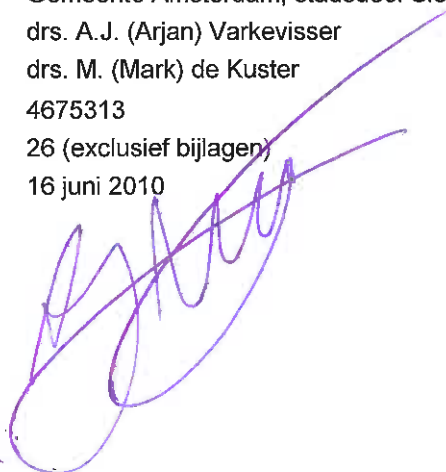


**Geohydrologisch onderzoek
parkeerkelders Overtoomse Veld te
Amsterdam**

16 juni 2010

**Geohydrologisch onderzoek
parkeerkelders Overtoomse Veld te
Amsterdam**

Verantwoording

Titel	Geohydrologisch onderzoek parkeerkelders Overtoomse Veld te Amsterdam
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam, stadsdeel Slotervaart
Projectleider	drs. A.J. (Arjan) Varkevisser
Auteur(s)	drs. M. (Mark) de Kuster
Projectnummer	4675313
Aantal pagina's	26 (exclusief bijlagen)
Datum	16 juni 2010
Handtekening	

Colofon

Tauw bv
Vestiging Amsterdam
Zekeringstraat 43 g
Postbus 20748
1001 NS Amsterdam
Telefoon (020) 606 32 22
Fax (020) 684 89 21

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001.

Inhoud

Verantwoording en colofon.....	5
Verklarende woordenlijst en begrippen.....	9
1 Inleiding	11
2 Locatiebeschrijving en toekomstige ontwikkelingen.....	13
2.1 Bodemopbouw	13
2.2 Geohydrologie.....	14
2.3 Ondergrondse parkeerkelders	16
3 Modellerings grondwaterstroming	17
3.1 Inleiding.....	17
3.2 IJking.....	17
3.3 Berekeningen toekomstige situatie	19
4 Modelresultaten	21
4.1 Huidige situatie	21
4.2 Toekomstige situatie	21
4.3 Maatregelen	22
5 Samenvatting, conclusies en advies	25

Bijlage(n)

1. Regionale ligging onderzoekslocatie
2. Situering parkeerkelders
3. Opzet grondwatermodel
4. Gemeten en berekende stijghoogten huidige situatie
5. Berekende huidige ontwateringsdiepte
6. Berekende grondwaterstandsveranderingen toekomstige situatie

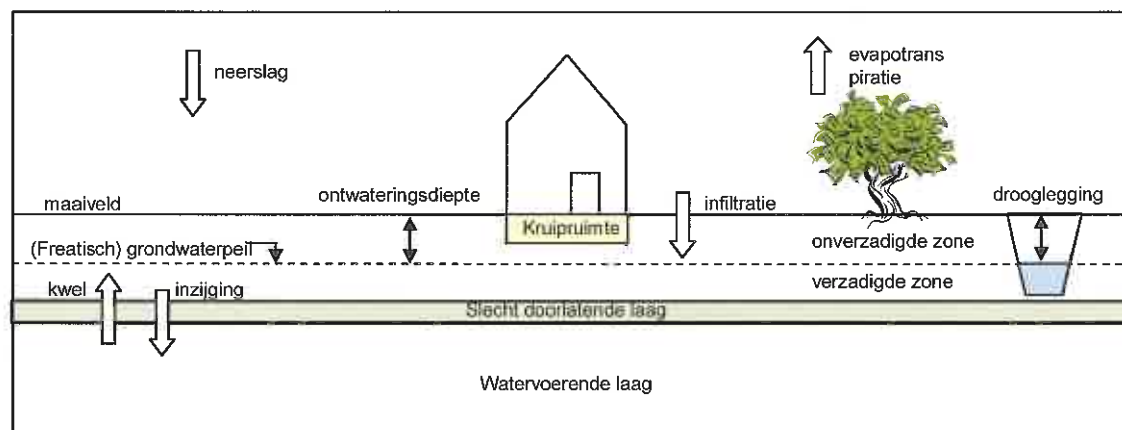
Kenmerk R001-4675313ANU-ena-V02-NL

Verklarende woordenlijst en begrippen

In onderhavige rapportage worden een aantal vaktermen en –begrippen gehanteerd. Nadere uitleg hiervan volgt hieronder.

<i>Doorlatendheid</i>	Vermogen van de bodem om vloeistof door te laten
<i>Drainage</i>	De afvoer van water over en door de grond en via het waterlopenstelsel
<i>Drooglegging</i>	Afstand tussen maaiveld en waterpeil oppervlaktewater
<i>Freatisch pakket</i>	Bovenste watervoerende bodemlaag, die in direct contact met de atmosferische druk staat
<i>Grondwater</i>	Al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met bodem of ondergrond staat
<i>Hydraulische weerstand</i>	Maat voor weerstand van een bodemlaag tegen verticale grondwaterstroming
<i>Infiltratie</i>	Het binnentreden van (neerslag)water van het grondoppervlak naar de bodem
<i>Isohypse</i>	Lijn met gelijke stijghoogte van het grondwater
<i>Maaiveldzetting</i>	Bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp of door het aanbrengen van een bovenbelasting
<i>Ontwateringsdiepte</i>	Afstand tussen maaiveld en grondwaterstand
<i>Oppervlaktewater</i>	Het grondoppervlak in principe bedekt met water (het water in rivieren, sloten, kanalen, meren en dergelijke)
<i>Scheidende laag</i>	Slecht doorlatende of weerstandsbiedende bodemlaag, bestaande uit klei, veen, leem en/of zeer fijn zand
<i>Stijghoogte</i>	Grondwaterstand ten opzicht van een bepaald referentieniveau, veelal NAP
<i>Watervoerend pakket</i>	Goed doorlatende bodemlaag, bestaande uit zand en/of grind

In figuur 1 is een aantal begrippen nader toegelicht.



Figuur 1

1 Inleiding

In opdracht van gemeente Amsterdam, stadsdeel Slotervaart heeft Tauw geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de toekomstige grondwatersituatie ter plaatse van het Overtoomse Veld te Amsterdam. De onderzoekslocatie wordt begrensd door de Jan Evertsenstraat (noord), Johan Jongkindstraat (zuid), de A10 (oost) en de spoorlijn van de metro (west). De onderzoekslocatie bevindt zich ten oosten van de Sloterplas en ten westen van het Rembrandtpark in Amsterdam. De regionale ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage 1.

De aanleiding tot het geohydrologisch onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen aanleg van een aantal ondergrondse parkeerkelders ter plaatse van het Overtoomse Veld te Amsterdam.

Het doel van het onderzoek is het in beeld brengen van de effecten van de aanwezigheid van de ondergrondse parkeerkelders op de grondwaterstroming en grondwaterstand, rekening houdend met de reeds aanwezige ondergrondse constructies. Hierbij is gebruik gemaakt van een bestaand grondwatermodel waarmee grondwaterstroming wordt gesimuleerd. Het bestaande grondwatermodel is opgesteld in het kader van een eerder geohydrologisch onderzoek ter plaatse van het A. Allebéplein en omgeving te Amsterdam (Tauw, 9 april 2009, kenmerk R001-4627042ANU-irb-V02-NL). Op basis van (model)berekeningen is inzichtelijk gemaakt of binnen het plangebied in de toekomstige situatie ontoelaatbare effecten op de omgeving kunnen worden verwacht. De effecten op de omgeving betreffen het optreden van (grond)wateroverlast, het droogvallen van houten paalfunderingen en het optreden van maaiveld- en gebouwzakkingen.

Waternet hanteert de volgende grondwaternorm voor de gemeente Amsterdam (uit de handreiking Stedelijk grondwater van waterschap AGV – december 2009):

- Bouwen zonder kruipruimten is de norm: een ontwateringsdiepte van 0,50 meter beneden maaiveld mag met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar overschreden worden.
- Bouwen met kruipruimten is de norm: een ontwateringsdiepte van 0,90 meter beneden maaiveld mag met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar overschreden worden.

Hierbij wordt als richtlijn een verhoogde grondwaterstand over een periode van 5 dagen achtereen als overschrijdingsduur gehanteerd. Het uitgangspunt bij de norm is dat er geen drainagebuizen of andere ondergrondse ontwateringsmiddelen worden toegepast.

Daar waar ontoelaatbare effecten worden voorzien, zijn maatregelen gedimensioneerd om deze effecten zo veel mogelijk te beperken.

Kenmerk R001-4675313ANU-ena-V02-NL

2 Locatiebeschrijving en toekomstige ontwikkelingen

2.1 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de bodemopbouw van de onderzoekslocatie schematisch weergegeven. De beschrijving is gebaseerd op gegevens uit de volgende bronnen:

- DINO-loket van NITG-TNO
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS)
- Omegam, Bodemonderzoek nulsituatie en NEN 5707 August Allebéplein te Amsterdam, kenmerk 1109754, 15 maart 2002
- Search, Verkennend bodemonderzoek Marius Bauerstraat 36 te Amsterdam, kenmerk 257169.1, 16 juli 2007
- Adviesbureau A.C.W. Moleman b.v., Verkennend bodemonderzoek Marius Bauerstraat 2-4 te Amsterdam, kenmerk 26.01.50, 1 maart 2006
- Wareco, Verkennend bodemonderzoek Postjesweg 179 te Amsterdam, kenmerk Ap45.002hg.rap, 9 januari 2005
- Wareco, Verkennend bodemonderzoek (inclusief asbest) August Allebéplein te Amsterdam, kenmerk Ah32.002tha.rap.doc, 13 juni 2003
- Waternet (maaiveldhoogte)

Tabel 2.1 Schematisatie bodemopbouw

Diepte (m tov NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
-0,8 tot -3,8	Matig fijn zand	Ophoogzand
-3,8 tot -6	Veen en klei	Deklaag
-6 tot -9	Siltig zand en zandige klei	Wadzandpakket
-9 tot -12	Klei en (basis)veen	Basisveen
-12 tot -200	Matig fijn tot grof zand	Eerste watervoerend pakket

Het maaiveld varieert van NAP -1 meter in het centrum van het onderzoeksgebied tot NAP +0,4 meter aan de noordoost en zuidoosthoek van het onderzoeksgebied.

Uit historisch onderzoek (Omegam, 15 maart 2002) blijkt dat het onderzoeksgebied tot circa 1952 in gebruik is geweest als weiland. In de periode van circa 1952 tot 1960 is het gebied omgehoogd met zand wat afkomstig was uit de Slotterplas. Vervolgens is het gebied bebouwd met

voornamelijk hoogbouw. Uit boorbeschrijvingen blijkt dat het ophoogzand tot een diepte van circa NAP -3,8 meter aanwezig is. De dikte van deze laag bedraagt hiermee circa 3 meter en vormt het freatisch pakket. Onder het freatisch pakket bevinden zich respectievelijk een scheidende veenlaag, het matig doorlatende wadzandpakket en de scheidende basisveenlaag.

Direct onder het basisveen bevindt zich het eerste watervoerend pakket bestaande uit matig fijn tot matig grof, grindig zand.

De locatie is geologisch gezien gelegen tussen twee glaciële bekkens. Hierdoor bevindt zich onder de deklaag het eerste, tweede en derde watervoerend pakket als één watervoerende laag bestaande uit gestuwde afzettingen. Op regionale schaal zijn binnen het eerste watervoerend pakket geen scheidende lagen aanwezig.

2.2 Geohydrologie

Grondwaterstanden en -stroming

De regionale geohydrologie is afgeleid van de Grondwaterkaart van Nederland en stijghoogtegegevens van Waternet. De stijghoogte van het eerste watervoerend pakket in de omgeving van het onderzoeksgebied bedraagt circa NAP -2,6 meter.

Bij Waternet zijn tijdreeksen van gemeten freatische stijghoogten ter plaatse en in de directe nabijheid van de onderzoekslocatie opgevraagd. De gemiddelde stijghoogte van het freatisch pakket varieert van circa NAP -1,7 tot -2,0 meter. Op basis van de gemeten freatische stijghoogten kan geen eenduidige grondwaterstromingsrichting worden afgeleid. Het grondwaterstromingspatroon wordt beïnvloedt door de bodemopbouw, aanwezige drainagesystemen, nabij gelegen oppervlaktewater en polderpeilen.

Op basis van het stijghoogteverschil tussen het freatisch en het eerste watervoerend pakket is sprake van een infiltratiesituatie.

Grondwateronttrekkingen

Binnen een straal van 2.000 meter van de onderzoekslocatie bevindt zich één geregistreerde grondwateronttrekking. Nadere gegevens over deze onttrekking zijn weergegeven in tabel 2.2.

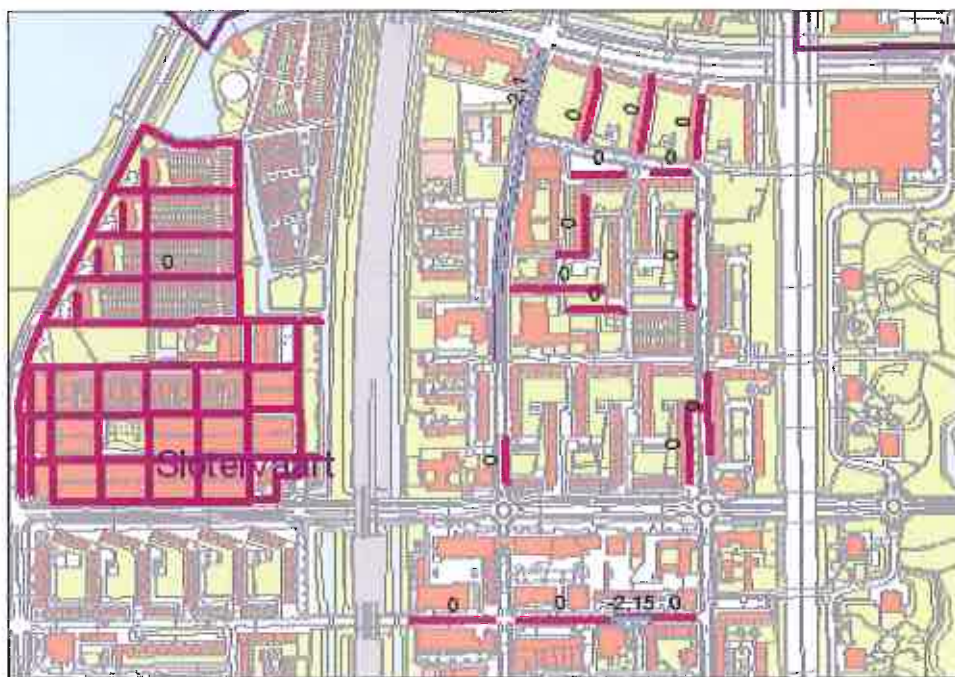
Tabel 2.2 Geregistreerde grondwateronttrekkingen

Locatie	Filterstelling	Gemiddeld onttrekkingsdebiet (m ³ /dag)	Afstand tot onderzoekslocatie (m)
GAK, Bos en Lommerplantsoen 1	85-130	105	1.500

Gezien de onttrekkingsdiepte en de afstand tot de onderzoekslocatie wordt verwacht dat het stromingspatroon in het freatisch grondwater niet wordt beïnvloedt door deze onttrekkingen.

Drainage

Bij Waternet zijn gegevens opgevraagd van aanwezige drainage. Hieruit blijkt dat binnen het onderzoeksgebied in een aantal straten (deels) drainage is aangelegd. Het drainagepeil bedraagt NAP -2,1 à -2,15 meter. In figuur 2.1 is de ligging van de bij Waternet bekende drainage weergegeven.


Figuur 2.1 Ligging drainage

Oppervlaktewater en polderpeilen

Het onderzoeksgebied ligt geheel binnen de Sloterbinnenpolder. Deze polder heeft een vast jaarpeil van NAP -2,1 meter. Ook de waterlopen binnen de Sloterbinnenpolder hebben een vast streefpeil van NAP -2,1 meter. De Sloterplas grenst direct aan het plangebied. Deze plas is een zandwinput (geweest). Hierdoor bedraagt de diepte van deze plas maximaal 40 meter.

2.3 Ondergrondse parkeerkelders

Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 21 ondergrondse parkeerkelders aanwezig, waarvan 5 onlangs gerealiseerd of nog in aanbouw. In de toekomstige situatie worden nog 10 extra parkeerkelders gerealiseerd. De situering van de bestaande en toekomstige parkeerkelders is weergegeven in bijlage 2.

De parkeerkelders variëren in diepte. Er zijn halfverdiepte, 1-laags en 2-laagsparkeerkelders. De exacte diepte en het aantal lagen van de parkeerkelders is weergegeven in bijlage 2. Om aanwezigheid van de parkeerkelders in het model te simuleren zijn de dieptes gegeneraliseerd tot de volgende klassen:

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| • Halfverdiepte parkeerkelders | NAP -2 meter |
| • Eenlaags parkeerkelder | NAP -3,8 meter |
| • Tweelaags parkeerkelder (kelder 27) | NAP -6,5 meter |

Tijdens de bouw van de parkeerkelders wordt gebruik gemaakt van damwanden. De damwanden worden na de werkzaamheden getrokken en vormen derhalve geen permanente belemmering voor de grondwaterstroming.

3 Modellerings grondwaterstroming

3.1 Inleiding

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van een bestaand grondwatermodel wat geschikt is voor het Overtoomse Veld. In bijlage 3 is de opzet van het model in detail beschreven.

3.2 IJking

In het bestaande model, wat in een eerder onderzoek is gebruikt, is geen rekening gehouden met reeds aanwezige ondergrondse constructies. Het bestaande model is dan ook geijkt op de situatie zonder ondergrondse constructies.

In onderhavig onderzoek is wel rekening gehouden met de aanwezigheid van ondergrondse constructies. Om te bepalen of modelparameters nader dienen te worden bijgesteld, nu voor de huidige situatie rekening is gehouden met ondergrondse constructies, zijn de berekende stijghoogten vergeleken met de gemeten stijghoogten.

In tabel 3.1 zijn de verschillen tussen gemiddeld gemeten en berekende stijghoogte in het freatisch grondwater weergegeven.

Tabel 3.1 Gemeten en berekende stijghoogten

Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	meetperiode	Gemeten stijghoogte [m NAP]	Berekende stijghoogte [m NAP]	Vershil gemeten en berekende stijghoogte [m NAP]
D04237	117485	486705	2000-2008	-2,02	-2,01	-0,01
D04084	117750	486730	2000-2008	-1,79	-1,88	+0,09
E04167	117761	486587	2000-2008	-1,87	-1,84	-0,03
E04075	117481	486588	2000-2007	-2,05	-1,96	-0,09
E04080	117485	486251	2000-2006	-2,00	-1,98	-0,02
E04082	117488	486163	2000-2008	-1,84	-1,87	+0,03
E04083	117490	486030	2000-2008	-1,76	-1,81	+0,05
E04084	117489	485936	2000-2008	-1,77	-1,81	+0,04
E04089	117673	486580	2000-2008	-1,98	-1,86	-0,12
E04091	117922	486581	2000-2008	-1,80	-1,63	-0,17
E04092	117756	486216	2000-2008	-1,84	-1,72	-0,12
E04093	117757	486118	2000-2008	-1,66	-1,67	+0,01

Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	meetperiode	Gemeten stijghoogte [m NAP]	Berekende stijghoogte [m NAP]	Vershil gemeten en berekende stijghoogte [m NAP]
E04123	117484	486475	2000-2008	-1,97	-1,95	-0,02
E04161	117422	485862	2000-2008	-1,85	-1,92	+0,07
E04164	117611	486237	2000-2008	-1,92	-1,89	-0,03
E04184	117504	485763	2000-2008	-1,86	-1,81	-0,05
E04099	117757	485828	2000-2008	-1,79	-1,67	-0,12
E04154	117086	486232	2000-2008	-1,90	-1,81	-0,09
E04155	117194	486232	2000-2008	-1,99	-1,91	-0,08

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het absolute verschil tussen gemeten en berekende stijghoogten varieert van 0,01 tot 0,17 meter. De gemiddelde absolute afwijking bedraagt 0,07 meter.

In tabel 3.2 zijn de verschillen tussen gemeten en berekende stijghoogten in het eerste watervoerend pakket weergegeven.

Tabel 3.2 Resultaten ijking eerste watervoerend pakket

Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	meetperiode	Gemeten stijghoogte [m NAP]	Berekende stijghoogte [m NAP]	Vershil gemeten en berekende stijghoogte [m NAP]
D04174	116776	487436	2000-2008	-2,45	-2,46	+0,01
D04251	118062	487021	2003-2008	-2,48	-2,47	-0,01
D05016	118607	487522	2000-2008	-2,35	-2,40	+0,05
E04128	118019	486351	2000-2008	-2,63	-2,59	-0,04
E04161	117422	485862	2000-2008	-2,67	-2,67	0,00
E04200	118432	485777	2003-2008	-2,74	-2,73	-0,01
E04201	118410	485620	2003-2008	-2,66	-2,75	+0,09
E04202	118342	486151	2004-2008	-2,72	-2,64	-0,08
E05039	118919	485411	2000-2005	-2,85	-2,88	+0,03

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het absolute verschil tussen gemeten en berekende stijghoogten varieert van 0,00 tot 0,09 meter. De gemiddelde absolute afwijking bedraagt 0,04 meter.

Ten opzichte van de modelberekeningen zonder de huidige ondergrondse constructies is het verschil tussen de berekende en gemeten stijghoogte nagenoeg gelijk. De berekeningsresultaten leiden niet tot de noodzaak om het model nader te ijken.

De berekende en gemeten stijghoogten in de huidige situatie zijn weergegeven in bijlage 4.

3.3 Berekeningen toekomstige situatie

Met het geijkte model is de toekomstige situatie doorgerekend. In het model zijn in volgende modelparameters wijzigingen doorgevoerd om de toekomstige situatie door te rekenen:

- Neerslag
- Doorlatendheid

Neerslag

Met het bestaande model is de (verwachte) toekomstige neerslagsituatie doorgerekend, zoals door Waternet gedefinieerd. Hierbij is gerekend met een ontwerp neerslag van 2,5 mm/dag voor de basisopbolling en extreme neerslag van 7,2 mm/dag gedurende 10 dagen. Dit geldt voor onverharde terreinen waar nagenoeg alle neerslag infiltreert. Echter bij verharde terreinen infiltreert circa 20 % van de totale neerslag. De overige 80 % stroomt oppervlakkig af en wordt via het riool afgevoerd. Ter plaatse van de onderzoekslocatie is sprake van een intensieve bebouwing en verharding en wordt geschat dat circa 80 % van het totale oppervlak verhard is en 20 % onverhard. Op basis van de verhouding verhard/onverhard is een overall neerslag berekend van 0,9 mm/dag voor de basisopbolling en 2,6 mm/dag voor de extreme neerslagsituatie. Deze neerslaghoeveelheden zijn op de bebouwde terreinen in het modelgebied gelegd. Op de onbebouwde terreinen is een neerslag van 2,5 mm/dag voor de basisopbolling en 7,2 mm/dag voor de extreme neerslagsituatie gelegd.

Doorlatendheid

Ten behoeve van het simuleren van de toekomstige situatie zijn naast de bestaande parkeerkelders ook de toekomstige parkeerkelders ingevoerd.

De aanwezigheid van de parkeerkelders is gemodelleerd door op deze locaties de doorlatendheid op 0 te zetten en de "vertical leakance" op 0,0001 te zetten.

Bij de berekening van de toekomstige situatie is ervan uitgegaan dat na aanleg van de parkeerkelders geen damwanden in de bodem achter blijven (geen verloren damwanden).

Kenmerk R001-4675313ANU-ena-V02-NL

4 Modelresultaten

4.1 Huidige situatie

Uit het isohypsenpatroon voor het freatisch pakket (bijlage 4) blijkt dat de grondwaterspiegel in het midden van het onderzoeksgebied opbult door het neerslagoverschot. Het stromingspatroon wordt beïnvloedt door het lagere polderpeil ten zuiden en oosten van het Rembrandtpark, de aanwezige drainage en het oppervlaktewater in het Rembrandtpark en langs de metrobaan.

Globaal is sprake van een westelijke grondwaterstroming in het freatisch pakket.

In de huidige situatie varieert de ontwateringdiepte (is diepte vanaf maaiveld tot aan de grondwaterspiegel) binnen het onderzoeksgebied van 0,8 tot 1,5 meter. De berekende ruimtelijke verdeling van de ontwateringdiepte is weergegeven in bijlage 5. Opgemerkt wordt de berekende ontwateringsdiepten op de grens van de parkeerkelders niet betrouwbaar zijn.

4.2 Toekomstige situatie

In bijlage 6 zijn de berekende grondwaterstandveranderingen weergegeven. Hierbij is een positieve waarde een grondwaterstandverhoging en een negatieve waarde een grondwaterstandverlaging.

Uit de berekeningen blijkt dat:

- Bij de huidige effectieve neerslagintensiteit van 0,55 mm/dag treedt een maximale grondwaterstijging op van circa 0,08 meter. De grootste stijging treedt op ter plaatse van de nieuw te realiseren kelders 31 en 32. Daarnaast treedt beperktere grondwaterstandstijging op rondom alle nieuw te realiseren parkeerkelders. Er treden grondwaterstandverlagingen op van maximaal circa 0,04 meter
- In een extreme neerslagsituatie (2,6 mm/dag gedurende 10 dagen) treedt een maximale grondwaterstijging op van circa 0,16 meter. De grootste stijgingen treden wederom op ter plaatse van de parkeerkelders met nummers 31 en 32. Deze parkeerkelders worden gerealiseerd in een hoek, waardoor het effect op de grondwaterstand wordt versterkt. Er treden grondwaterstandverlagingen op van maximaal circa 0,10 meter
- De ontwateringsdiepte verandert als gevolg van de aanleg van de parkeerkelders. Bij een extreme neerslagsituatie bedraagt de toekomstige ontwateringdiepte minimaal 0,17 meter. Voor gebouwen zonder kruipruimte is deze ontwateringdiepte onvoldoende ($> 0,5$ meter). Voor gebouwen met kruipruimte is deze ontwateringdiepte eveneens onvoldoende ($< 0,9$ meter) en wordt grondwateroverlast verwacht. De huidige effectieve neerslagintensiteit van 0,55 mm/dag levert een minimale ontwatering op van 0,74 meter

Uit de berekeningen blijkt dat de ontwateringsdiepte bij een effectieve neerslag van 0,9 mm/dag onvoldoende is. Dit is echter niet het gevolg van het realiseren van de kelders. Ook zonder de beoogde kelders is de ontwateringsdiepte ruim onvoldoende.

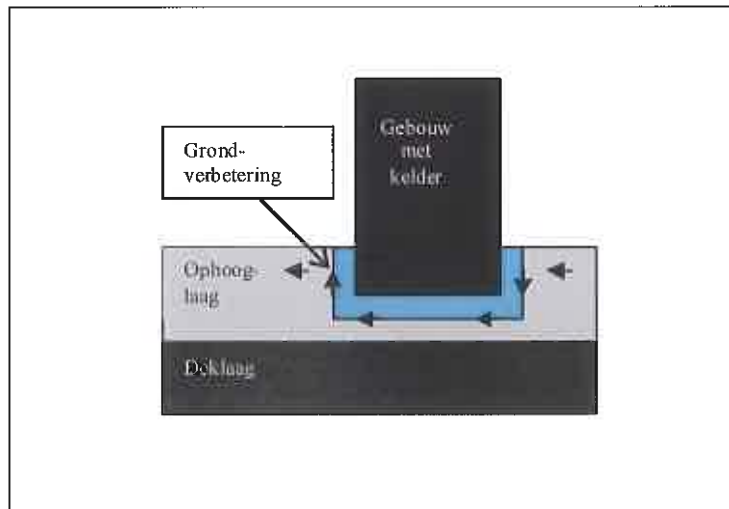
Ter plaatse van de beoogde kelders 31 en 32 is de ontwateringsdiepte in de huidige situatie net onvoldoende, namelijk tussen 0,8 en 0,9 meter. De beperkte grondwaterstandsverlaging als gevolg van de beoogde parkeerkelders zorgt voor een minimale drooglegging van 0,74 meter.

De relatief beperkte grondwaterstandsveranderingen kunnen worden verklaard door de relatief goede doorlatendheid van het freatisch pakket enerzijds en anderzijds door de relatief beperkte diepte van de meeste parkeerkelders en afwezigheid van verloren damwanden.

Door Waternet is aangegeven dat grondwaterstandsveranderingen van meer dan 0,05 meter dienen te worden voorkomen. Voor dit onderzoek betekent dat er voor de kelders 25, 28, 29, 31 en 32 maatregelen noodzakelijk om de grondwaterstandsveranderingen zo veel mogelijk te beperken. Bij het treffen van maatregelen schrijft Waternet robuuste en duurzame maatregelen zoals grondverbetering voor. Horizontale drainage wordt niet gezien als robuuste en duurzame maatregel. In navolgende paragraaf worden de te treffen maatregelen gedimensioneerd en wordt het effect van deze maatregelen inzichtelijk gemaakt.

4.3 Maatregelen

De invloed van het realiseren van de parkeerkelders op de grondwaterstand kan worden beperkt door het gebruik van grondverbetering. Ter plaatse van de beoogde parkeerkelders 25, 28, 29, 31 en 32 wordt een halve meter dieper ontgraven dan de diepte van de beoogde kelders zodat grondverbetering, bestaande uit goed doorlatend zand, kan worden toegepast. De beoogde kelders beïnvloeden, als gevolg van het gedeeltelijk afsluiten van het freatisch pakket namelijk de natuurlijke grondwaterstroming. De grondverbetering creëert een goed doorlatende bodemlaag, waardoor de blokkerende werking van de kelders wordt gecompenseerd. Om de effectiviteit van de grondverbetering te vergroten wordt deze ook tot een meter rond de parkeerkelders gerealiseerd. Hierdoor wordt de grondwaterstroming effectief naar de goed doorlatende laag onder de kelders geleid (zie onderstaande afbeelding).



Bij de berekeningen wordt de doorlatendheid van de grondverbetering ingeschat op 10 m/dag. De effecten van de nieuwe parkeerkelders zijn nogmaals berekend, maar ditmaal met toepassing van grondverbetering. De berekende grondwaterstandveranderingen zijn weergegeven in bijlage 7.

Uit de berekeningen blijkt dat:

- Bij de huidige effectieve neerslagintensiteit van 0,55 mm/dag en het toepassen van grondverbetering treedt een maximale grondwaterstijging en -daling op van circa 0,02 meter
- In een extreme neerslagsituatie (2,6 mm/dag gedurende 10 dagen) treedt een maximale grondwaterstandstijging op van circa 0,07 meter en een maximale grondwaterstanddaling van 0,05 meter
- De ontwateringsdiepte verandert nauwelijks als gevolg van de aanleg van de parkeerkelders. Bij een extreme neerslagsituatie bedraagt de toekomstige ontwateringsdiepte ter plaatse van de parkeerkelders minimaal 0,24 meter. De huidige effectieve neerslagintensiteit van 0,55 mm/dag levert een minimale ontwateringsdiepte op van 0,77 meter.

Kenmerk R001-4675313ANU-ena-V02-NL

5 Samenvatting, conclusies en advies

In opdracht van gemeente Amsterdam, stadsdeel Slotervaart heeft Tauw geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de toekomstige grondwatersituatie ter plaatse van het Overtoomse Veld te Amsterdam.

Aanleiding en doelstelling

De aanleiding tot het geohydrologisch onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen aanleg een aantal ondergrondse parkeerkelders ter plaatse van het Overtoomse Veld.

Het doel van het onderzoek is het in beeld brengen van de effecten van de aanwezigheid van de ondergrondse parkeerkelders op de grondwaterstroming en grondwaterstand, rekening houdend met de reeds aanwezige ondergrondse constructies. De damwanden die ten behoeve van de realisatie van de kelders worden aangebracht, worden na de werkzaamheden allemaal volledig getrokken. Op basis van (model)berekeningen is inzichtelijk gemaakt of binnen het plangebied in de toekomstige situatie ontoelaatbare effecten op de omgeving kunnen worden verwacht. De effecten op de omgeving betreffen het optreden van (grond)wateroverlast, het droogvallen van houten paalfunderingen en het optreden van maaiveld- en gebouwszakkingen.

Daar waar ontoelaatbare effecten worden voorzien, zijn maatregelen gedimensioneerd om deze effecten zo veel mogelijk te beperken.

Onderzoeksopzet

Om de effecten van de voorgenomen werkzaamheden op de geohydrologische situatie te bepalen is gebruik gemaakt van een bestaand grondwatermodel waarmee het effect van de toekomstige parkeerkelders op de grondwaterstroming is gesimuleerd. Dit grondwatermodel is opgesteld in het kader van eerder uitgevoerd geohydrologisch onderzoek (Tauw, 9 april 2009, kenmerk R001-4627042-irb-V02-NL)

Resultaten

Op basis van de modelberekeningen wordt in een extreme neerslagsituatie een grondwaterstandstijging van 0,16 meter verwacht. De grootste stijgingen treden op ter plaatse van de parkeerkelders met nummers 31 en 32. Er treden grondwaterstandverlagingen op van maximaal 0,10 meter. Daarnaast treden ter plaatse van de parkeerkelders 25, 28 en 29 grondwaterstandsveranderingen van meer dan 0,05 meter op.

De ontwateringsdiepte verandert als gevolg van de aanleg van de parkeerkelders. Bij een extreme neerslagsituatie bedraagt de toekomstige ontwateringsdiepte minimaal 0,17 meter. Bij deze beperkte ontwateringsdiepte kan grondwateroverlast optreden. Deze beperkte ontwateringsdiepte is echter niet enkel het gevolg van de realisatie van de beoogde parkeerkelders. Ook zonder deze kelders zorgt een dergelijke extreme neerslag voor een ruim onvoldoende ontwateringsdiepte.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van grondverbetering onder de parkeerkelders 25, 28, 29, 31 en 32, dan zijn de gevolgen voor de grondwaterstand beperkter. Bij een extreme neerslagsituatie wordt in dat geval een maximale grondwaterstandstijging van 0,04 meter en een maximale grondwaterstanddaling van 0,03 meter berekend.

Aangezien de (beperkte) grondwaterstandverlagingen enkel optreden nabij de parkeerkelders en niet nabij andere bebouwing, is het droogvallen van houten paalfunderingen en het optreden van maaiveld- en gebouwzakkingen niet van toepassing. Daarnaast wordt opgemerkt dat, gezien de ouderdom van de gebouwen, wordt verwacht dat geen houten paalfunderingen aanwezig zijn, maar betonnen paalfunderingen.

Conclusies en advies

Geconcludeerd wordt dat de aanwezigheid van de parkeerkelders, indien gebruik wordt gemaakt van grondverbetering, naar verwachting niet leidt tot ontoelaatbare grondwaterstandveranderingen en afgeleide effecten hiervan.

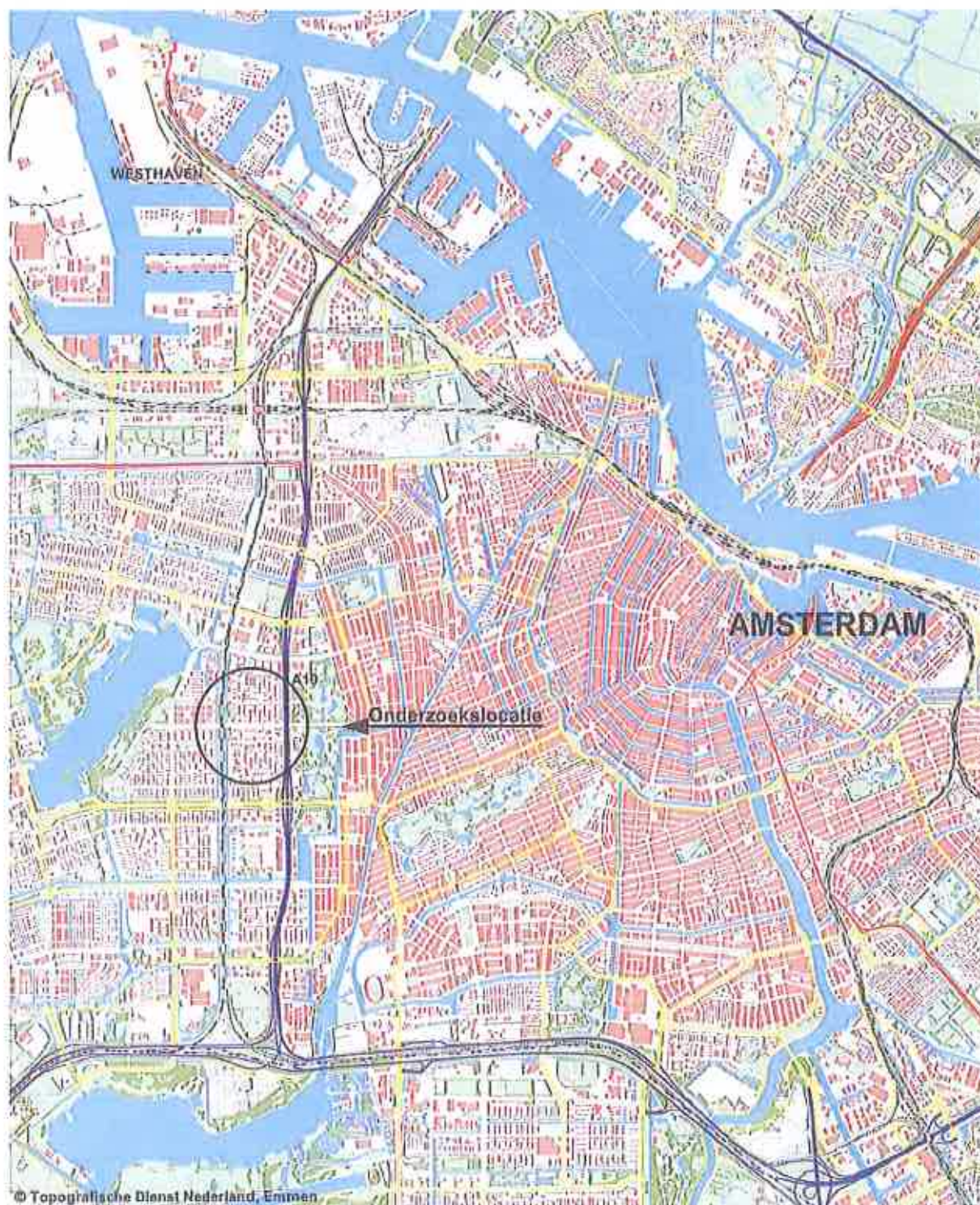
Opgemerkt wordt dat, indien er wijzigingen in de gehanteerde uitgangspunten optreden, de effecten anders kunnen uitvallen. De belangrijkste parameters zijn hierbij de diepte van de parkeerkelders en de dikte en samenstelling van de grondverbetering. Daarbij wordt benadrukt dat indien de damwanden geheel of deels achterblijven in de definitieve fase (na de bouw), de effecten eveneens anders zullen uitvallen.

Geadviseerd wordt om de resultaten van onderhavig onderzoek ter goedkeuring voor te leggen aan Waternet.

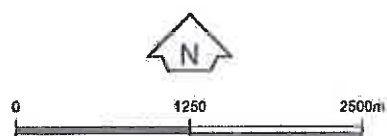
Bijlage

1

Regionale ligging onderzoekslocatie



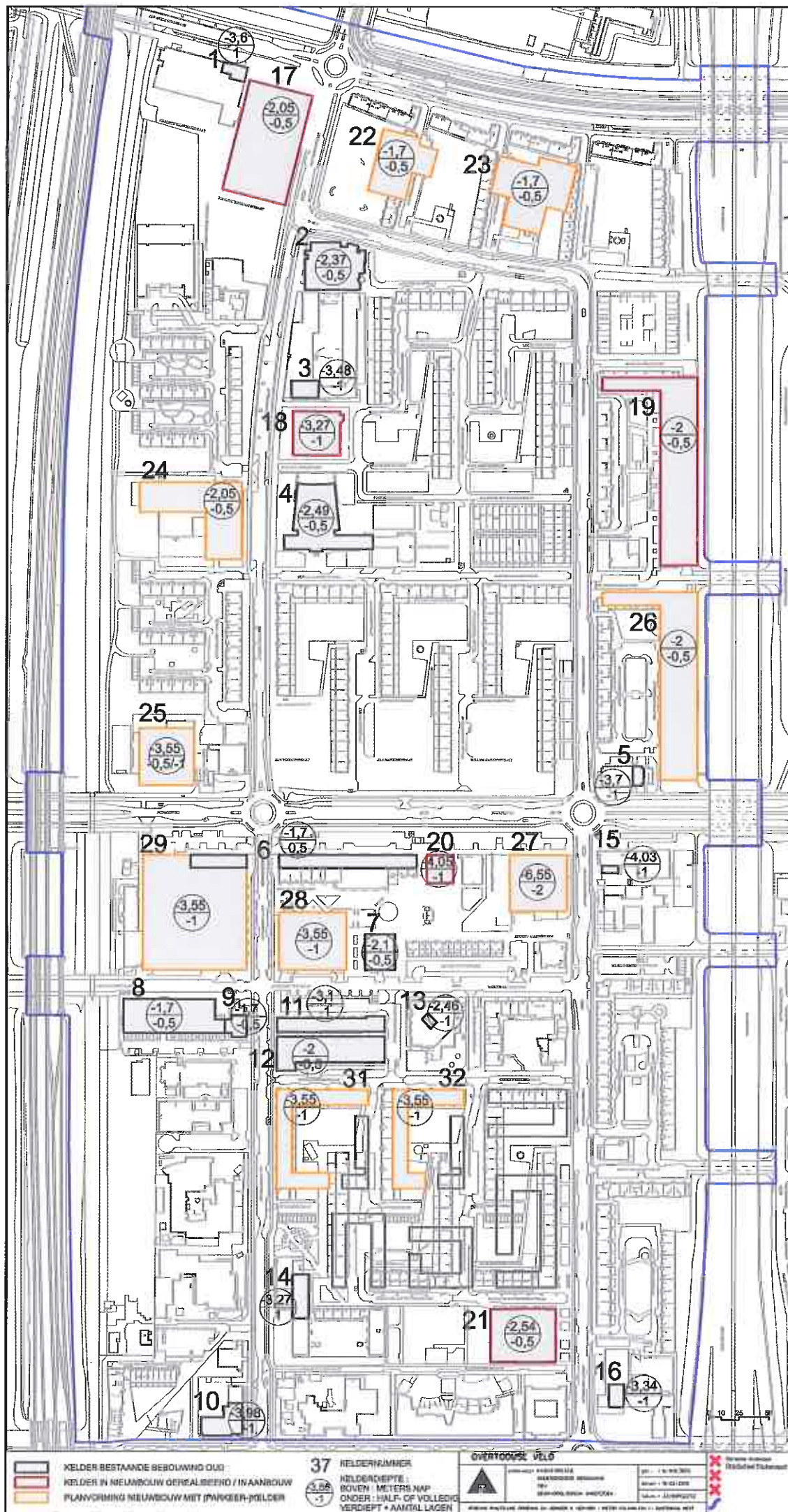
Opdrachtgever Gemeente Amsterdam, stadsdeel Slotervaart	Schaal 1 : 60.000	Status Definitief
Project Geohydrologisch ond. Overtoomse Veld	Formaat A4-Portrait	Projectnummer 4675313
Onderdeel Regionale ligging van de onderzoekslocatie	Dat. 6 10 2000 11.11.00 Geek. TDA Dec. 2001	Tekeningnummer 0



Bijlage

2

Situering parkeerkelders



Bijlage

3

Opzet grondwatermodel

Inleiding

Om het effect van de herinrichting door te rekenen is een grondwatermodel opgezet. Gekozen is voor de modelcode Modflow. Dit softwarepakket is numeriek van aard en biedt de mogelijkheid tot opsplitsing in meerdere watervoerende en scheidende lagen, alsmede ruimtelijke differentiatie van bodemparameters en hydrologische fenomenen (modellering van drainage, waterlopen, neerslagoverschot). Ten behoeve van de modellering is een relevant modelgebied gekozen, wat is onderverdeeld in cellen en in lagen. Het rekenprogramma berekent waterbalansen per cel en stromingen tussen de cellen (eindige differentiemethode). Door koppelingen aan vaste stijghoogten op de rand (randvoorwaarden), worden stijghoogten en waterbalansen voor alle cellen in het hele modelgebied berekend.

Opzet grondwatermodel

Als input voor de grondwatermodellering zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Gegevens bodemopbouw op basis van reeds uitgevoerde boringen en sonderingen
- Situering, afmetingen en waterpeilen van het oppervlaktewater en drainage
- Gemeten stijghoogten freatisch pakket en eerste watervoerend pakket
- Gegevens over ondergrondse parkeerkelders

In onderstaande paragrafen zijn de volgende elementen beschreven:

- Modelgebied en modelgrid
- Bodemopbouw en onderverdeling in lagen
- Stijghoogten en oppervlaktewaterpeilen
- Neerslag

Het model is in eerste instantie stationair opgezet, zodat modelberekeningen vergeleken kunnen worden met gemiddeld gemeten stijghoogten in de watervoerende lagen. Vervolgens zijn met het gekozen model instationaire berekeningen gemaakt, waarmee de freatische stijghoogten in de toekomstige situatie worden berekend onder verschillende neerslagintensiteiten.

Modelgebied en modelgrid

Het modelgebied bevindt zich tussen de X-coördinaten 116.000 en 119.000 en Y-coördinaten 484.800 en 487.800 en beslaat een gebied van 3.000 bij 3.000 meter.

De celgrootte van het modelgebied bedraagt 20 x 20 meter, waarbij ter plaatse van de parkeerkelders de celgrootte is verfijnd tot een grootte van 5 x 5 meter.

Bodemopbouw

Een overzicht van de laagindeling van de ondergrond, samen met parameters voor het doorlatend vermogen, hydraulische weerstand en bergingscoëfficiënt, is gegeven in tabel 3.1. De parameters zijn geschat op basis van de bodemsamenstelling en eerder uitgevoerde vergelijkbare onderzoeken in de omgeving. Ten behoeve van het simuleren van de aanwezigheid

van de parkeerkelders tot op verschillende diepten zijn enkele geohydrologische lagen gesplitst in meerdere modellagen.

Tabel 3.1 Modellagen en eigenschappen

Model- laag	Geohydrologische Eenheid	Top (m NAP)	Basis (m NAP)	Dikte (m)	Doorlatend vermogen kD (m ² /dag)	Hydraulische weerstand c (dagen)	Bergings- coëfficiënt (-)
1	Ophoogzand	maaiveld	-2	1,2	7,2	0,2	0,3
2		-2	-3,8	1,8	6	0,17	0,3
3	Deklaag	-3,8	-5	1,2	0,12	120	0,3
4		-5	-6	1	0,12	120	0,3
5	Wadzandpakket	-6	-6,5	0,5	1,5	0,67	0,01
6		-6,5	-9	2,5	9	4	0,01
7	Basisveen	-9	-12	3	0,003	2400	0,005
8	Eerste watervoerend pakket	-12	-200	188	3760	1760	0,001

kD: doorlatend vermogen van een laag: $kD = k_{\text{horizontaal}} \cdot D$ (D=dikte van een laag)

c: hydraulische weerstand van een laag: $c = D/k_{\text{verticaal}}$ (D=dikte van een laag)

De in de tabel weergegeven doorlatendheden en weerstanden zijn startwaarden. Door ijking van het model zijn deze waarden (deels) geoptimaliseerd.

De hoogte van het maaiveld in het onderzoeksgebied is in het model ingevoerd door interpolatie van de door Waternet gemeten maaiveldhoogte ter plaatse.

Alle modellagen zijn gemodelleerd als gespannen watervoerende pakketten, waarbij het doorlatend vermogen (doorlatendheid) constant blijft bij veranderende stijghoogte.

De modelranden van de modellagen 1 tot en met 7 zijn gemodelleerd als dichte randen (variabele stijghoogten). De modelranden van modellaag 8 (watervoerend pakket) zijn gemodelleerd als open randen met een vaste stijghoogte. Deze vaste stijghoogte is verkregen door interpolatie van de gemeten stijghoogten binnen het modelgebied.

Oppervlaktewater

De in het model ingevoerde waterpeilen en weerstanden van de waterbodems zijn in tabel 3.2 weergegeven en zijn constant verondersteld.

Tabel 3.2 Oppervlaktewateren en bijbehorende peilen

Oppervlaktewater	Peil oppervlaktewater (m NAP)	Diepte bodem (m NAP)	Weerstand waterbodembodem (dagen)
Sloterplas	-2,1	-40	50
Vijvers Rembrandtpark	-2,1	-3,1	5
Watergang oost en west langs metrobaan	-2,1	-4	5
Watergang langs Cornelis Lelylaan	-2,1	-3,1	5
Slotervaart west van A10	-2,1	-4	5
Watergang van Slotervaart naar Sloterplas	-2,1	-3,1	5
Watergang langs Schipluidenlaan	-2,1	-4	5
Watergang langs Jan Evertsenstraat	-2,1	-4	5
Watergang langs Burgemeester van de Pollstraat	-2,1	-3,1	5
Postjeswetering	-0,4	-2	5
Erasmusgracht	-0,4	-2	5
Admiralengracht	-0,4	-2	5
Watergang lang Sloterkade/Baarsjesweg	-0,4	-2	5

Uit bovenstaande tabel blijkt dat binnen het modelgebied twee polderpeilen aanwezig zijn. Het gebied ten oosten van het Rembrandtpark behoort tot de Amstellandboezem met een streefpeil van NAP -0,4 meter. Het overige gebied valt binnen de Sloterbinnenpolder met een polderpeil van NAP -2,1 meter.

Drainage

De bekende aanwezige drainage zoals beschreven in paragraaf 2.2 van dit rapport is in het model ingevoerd. De gehanteerde drainageweerstand bedraagt 2,5 dagen.

Neerslag

De jaarlijkse neerslaggegevens voor de periode 2005-2007 zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Neerslaggegevens

	Bruto neerslag (station Amsterdam) mm/jaar	Verdamping (station Schiphol) mm/jaar	Netto neerslag (Bruto neerslag – verdamping) mm/jaar
2005	950	597	353
2006	931	620	311
2007	1021	608	413
Gemiddelde	967	608	359

De jaarlijkse netto neerslag, ook wel neerslagoverschot genoemd, bedraagt gemiddeld over de periode 2005-2007 circa 360 mm/jaar. In stedelijk gebied komt slechts een deel van het neerslagoverschot ten goede aan het grondwater. Het andere deel van het neerslagoverschot stroomt oppervlakkig af via bestrating en daken naar het rioolstelsel. Over het algemeen wordt aangenomen dat binnen stedelijk gebied circa 50 % (circa 0,5 mm/dag) daadwerkelijk infiltreert in de bodem. Het resterende deel wordt oppervlakkig afgevoerd naar het rioolstelsel. Op onverharde terreinen is uitgegaan van 70 % infiltratie, oftewel 0,7 mm/dag.

In het model is een ruimtelijke verdeling van de effectieve neerslag ingevoerd, waarbij een waarde van 0,5 mm/dag is toegekend aan bebouwd gebied en 0,7 mm/dag aan onbebouwd gebied (plantsoenen, groenstroken).

Parkeerkelders

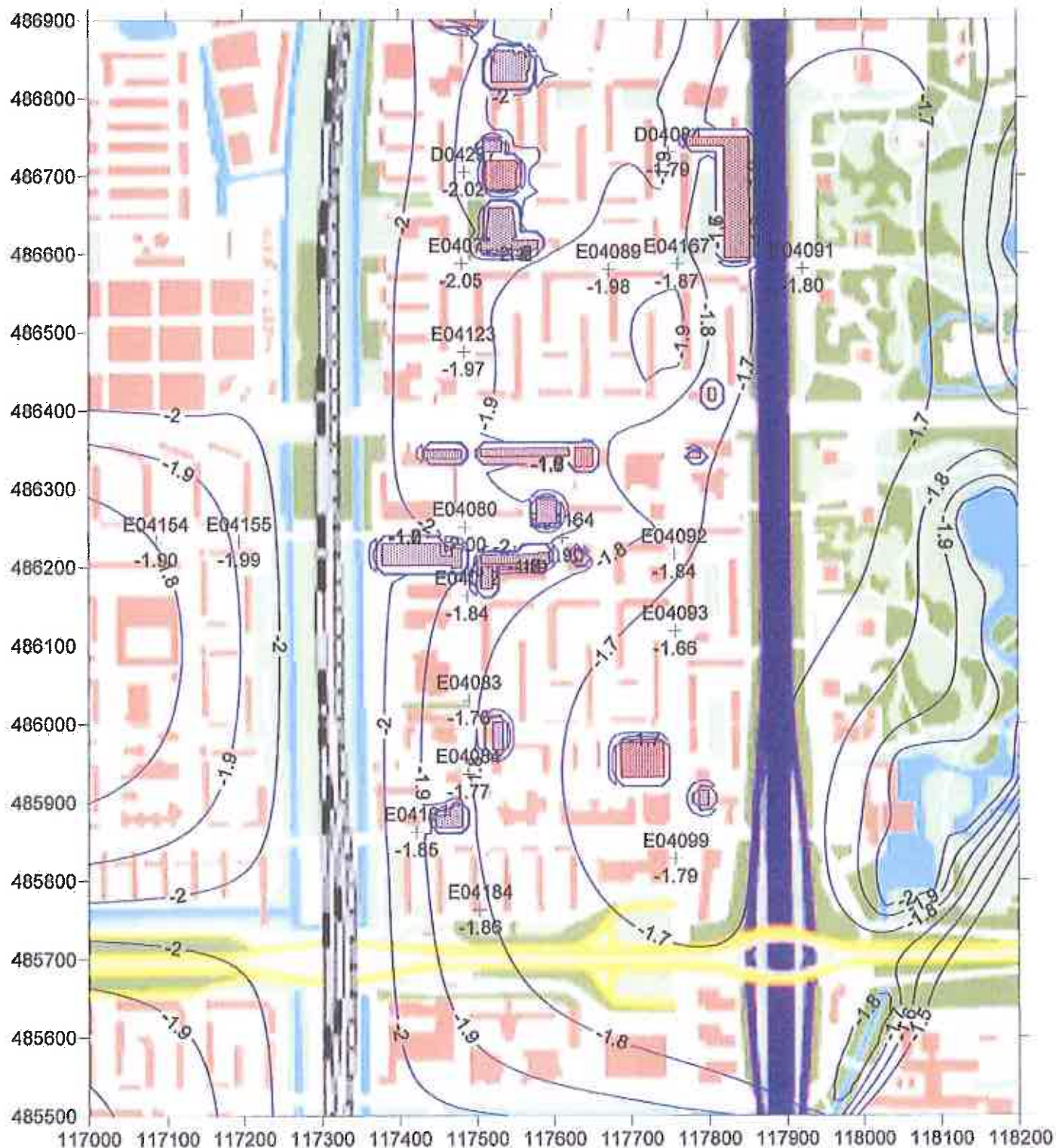
De aanwezigheid van de bestaande parkeerkelders is gemodelleerd door op deze locaties de doorlatendheid op 0 te zetten en de vertical leakance op 0,0001 te zetten. De neerslag is hier niet op 0 gezet, aangezien de parkeerkelders zich onder bebouwing bevinden en de neerslag al gecompenseerd is voor de gemiddelde hoeveelheid verhard terrein die aanwezig is in stedelijk gebied.

Bijlage

4

Gemeten en berekende stijghoogten huidige situatie

Berekende en gemeten stijghoogten freatisch pakket -huidige situatie-



E04099

Peilbuis

-1.79

Gemiddelde gemeten stijghoogte (m NAP)

-1.6

Contourlijn met berekende stijghoogte (m NAP)

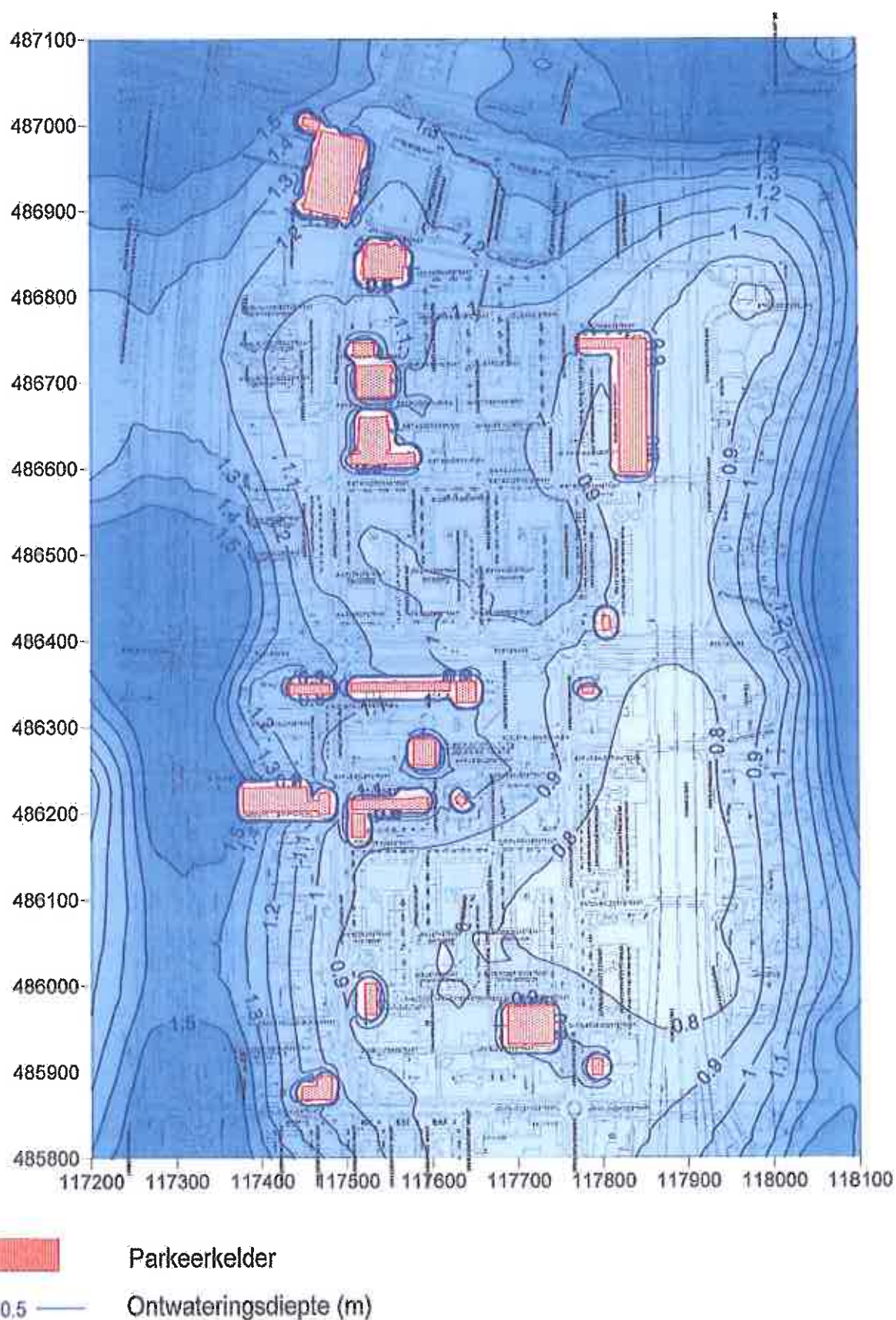
Projectnaam: Geohydrologisch onderzoek Overtoomse Veld te Amsterdam
Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam stadsdeel Slotervaart
Projectnummer: 4675313

Bijlage

5

Berekende huidige ontwateringsdiepte

Ontwateringsdiepte huidige situatie

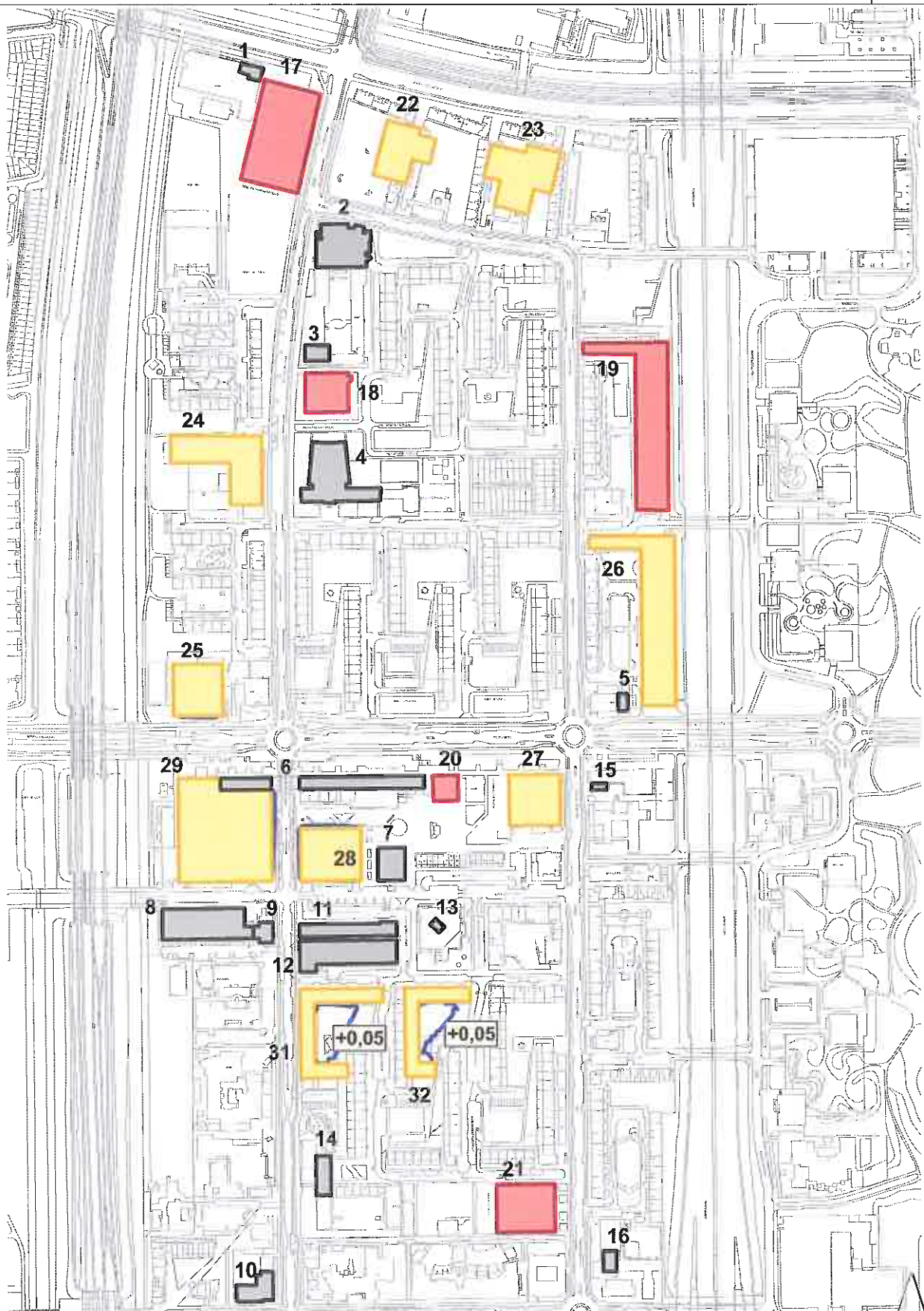


Bijlage

6

Berekende grondwaterstandsveranderingen toekomstige situatie

verandering grondwaterstand, 0,55 mm/dag neerslag

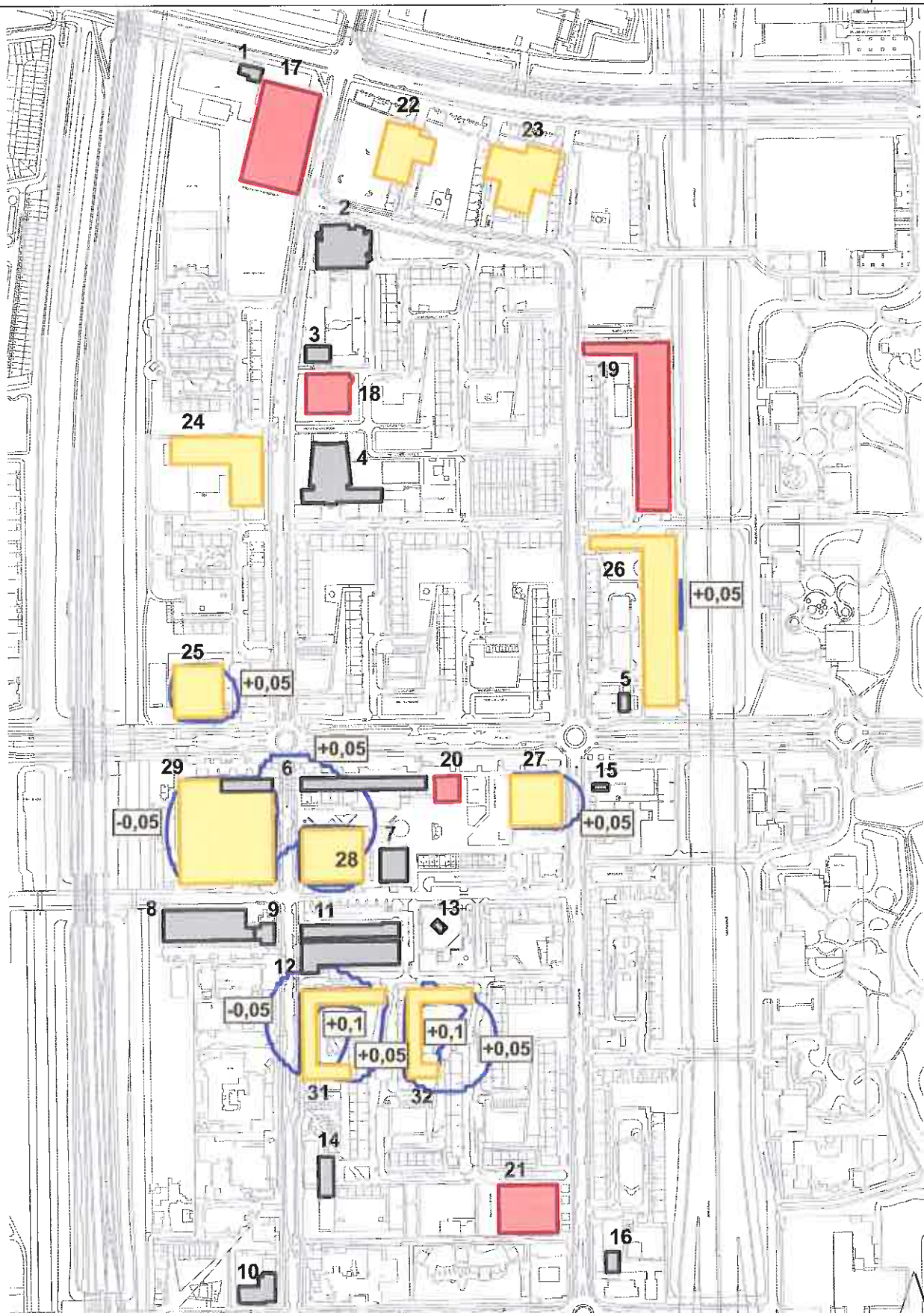


- grondwaterstandsverandering (m)
- bestaande kelders
- gerealiseerde/ in aanbouw zijnde kelders
- planvorming nieuwbouw kelders

0 50 100 m
1:5000

Tauw

verandering grondwaterstand, 0,9 mm/dag neerslag

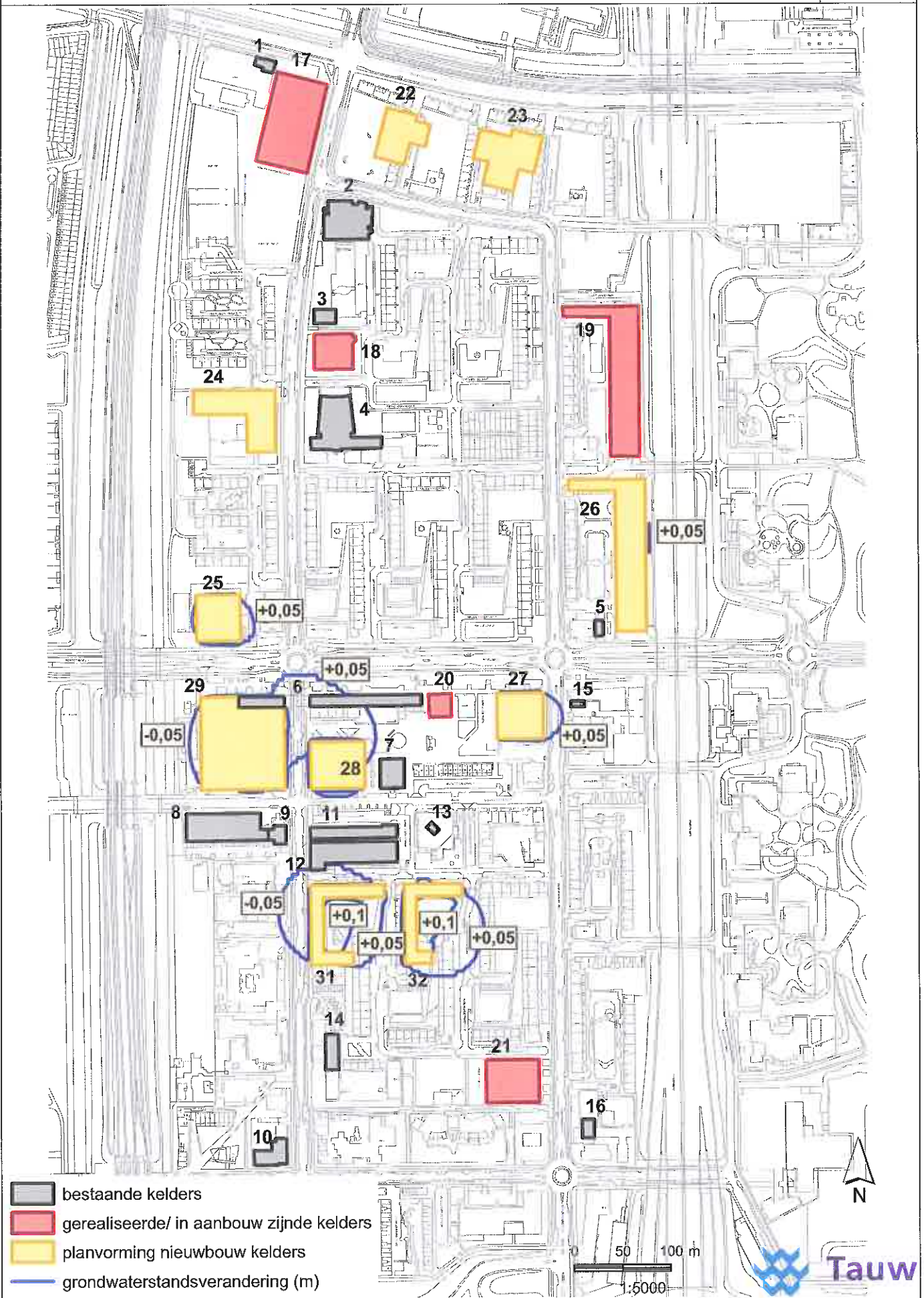


- grondwaterstandsverandering (m)
- bestaande kelders
- gerealiseerde/ in aanbouw zijnde kelders
- planvorming nieuwbouw kelders

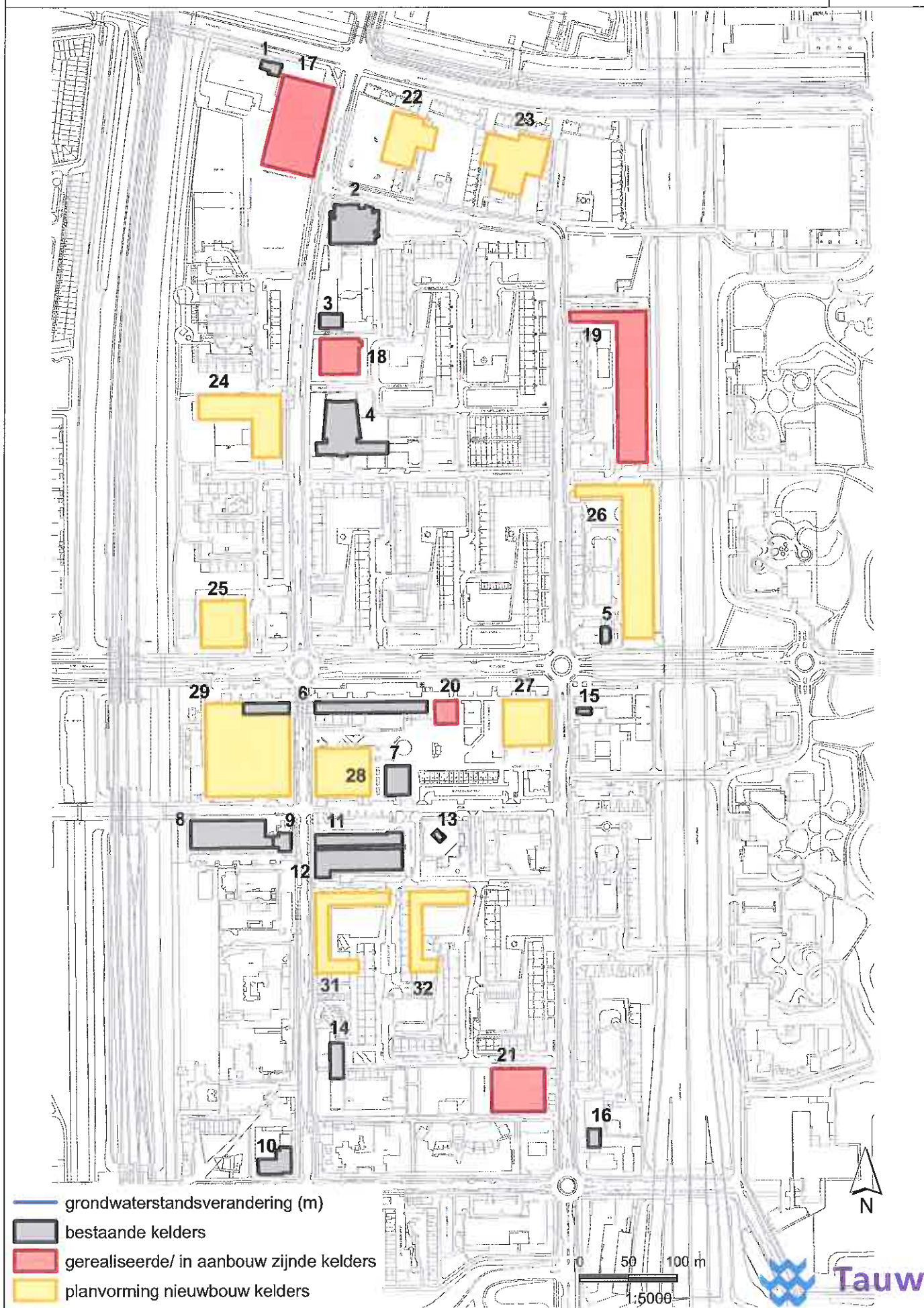
0 50 100 m
1:5000

Tauw

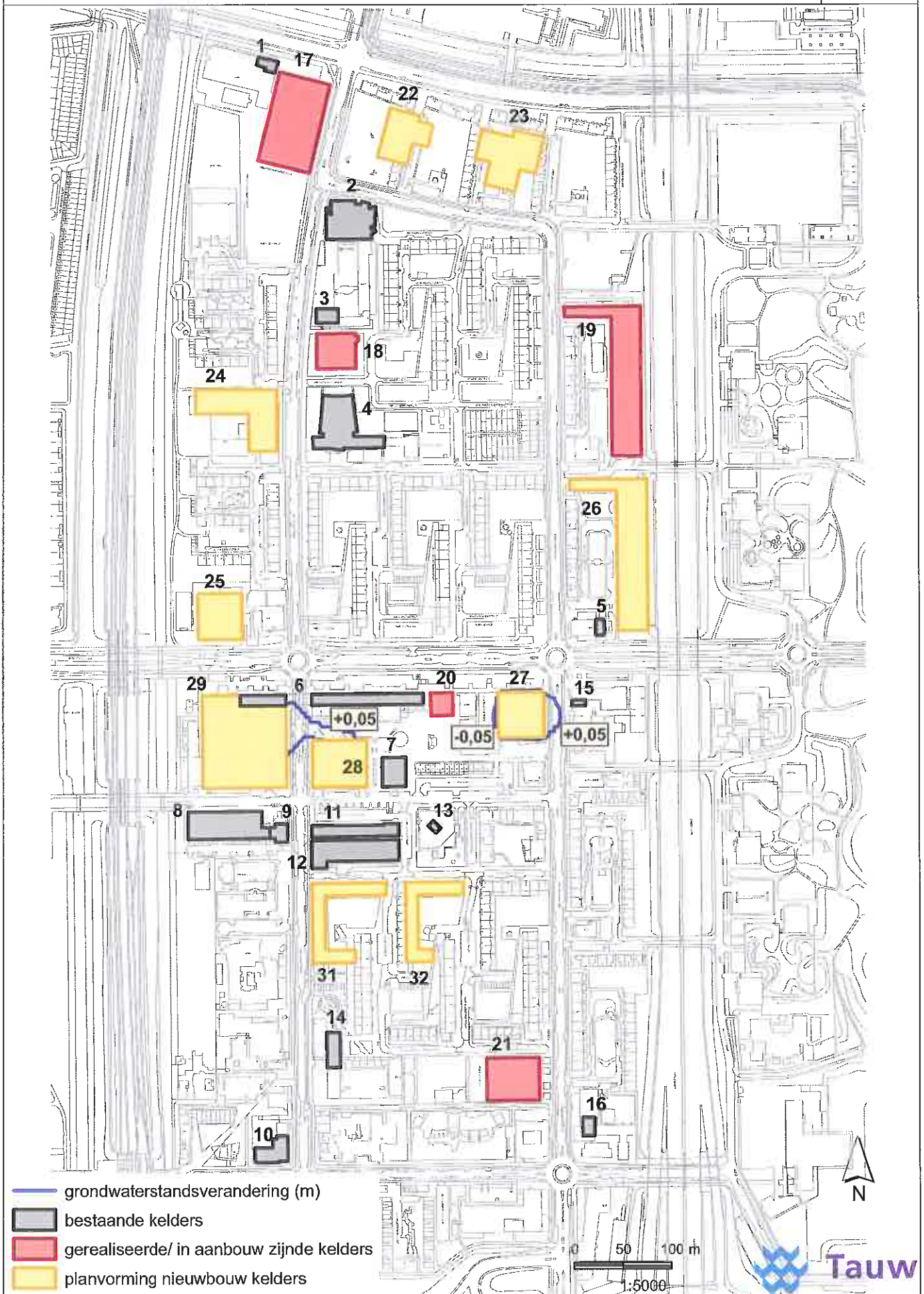
verandering grondwaterstand, 2,6 mm/dag neerslag (10 dagen)



verandering met grondverbetering, 0,55 mm/dag neerslag



verandering met grondverbetering, 0,9 mm/dag neerslag



verandering met grondverbetering, 2,6 mm/dag (10 dagen)

