Geohydrologisch onderzoek bestemmingsplan Havenstraatterrein te Amsterdam

31 maart 2015

Tauw

Geohydrologisch onderzoek bestemmingsplan Havenstraatterrein te Amsterdam

Kenmerk R002-1229707BMP-ibs-V01-NL

Verantwoording

Titel	Geohydrologisch onderzoek bestemmingsplan Havenstraatterrein te Amsterdam
Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam, Stadsdeel Zuid
Projectleider	drs. A.J. (Arjan) Varkevisser
Auteur(s)	M.P.S. (Margrietha) Bor MSc
Projectnummer	1229707
Aantal pagina's	26 (exclusief bijlagen)
Datum	31 maart 2015
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Ruimtelijke Kwaliteit
Zekeringstraat 43 g
Postbus 20748
1001 NS Amsterdam
Telefoon +31 20 60 63 22 2
Fax +31 20 68 48 92 1

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 **10**

2 Bodemopbouw en geohydrologie **13**
2.1 Bodemopbouw 13
2.2 Geohydrologie 14
2.2.1 Grondwaterstanden en stijghoogten 14
2.2.2 Oppervlaktewater 15
2.3 Reeds aanwezige kelders, damwanden en andere obstructies in de bodem 16

3 Beschrijving ruimtelijke kader **16**
3.1 Parkeerkelders 16
3.2 Groenstroken 17

4 Modelberekeningen **17**
4.1 Inleiding 17
4.2 Opzet grondwatermodel 18
4.2.1 Modelgrid 18
4.2.2 Bodemopbouw en laagindeling 18
4.2.3 Obstructies in de bodem 19
4.2.4 Stijghoogten en oppervlaktewater 20
4.2.5 Neerslag 20
4.3 IJking model huidige situatie 20
4.4 Berekeningen toekomstige situatie 21

5 Modelresultaten **22**
5.1 Huidige situatie 22
5.2 Toekomstige situatie 22

6 Effecten op de omgeving **23**
6.1 Inleiding 23
6.2 Grondwaternorm gemeente Amsterdam 23
6.3 Effect op bebouwing 24

7 Samenvatting en conclusie 25

Bijlage(n)

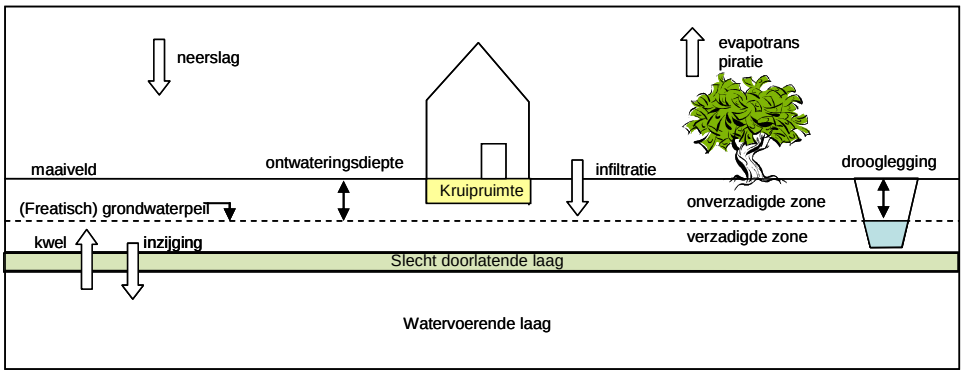
1 Regionale ligging
2 Obstructies in de bodem
3 Berekende en gemeten grondwaterstand
4 Berekende grondwaterstandsverandering
5 Berekende grondwaterstand bij extreme bui

Verklarende woordenlijst en begrippen

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

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

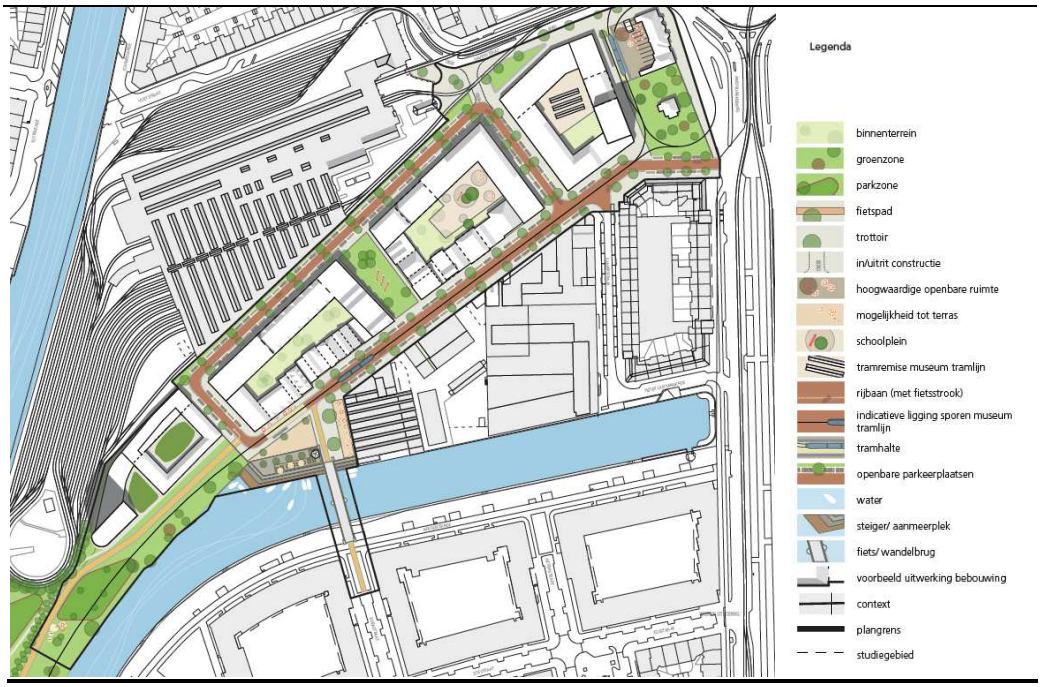
In onderstaande figuur is een aantal begrippen nader toegelicht.



1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Amsterdam, Stadsdeel Zuid heeft Tauw een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de invloed op de grondwaterstand als gevolg van het ruimtelijk kader investeringsbesluit voor het Havenstraatterrein te Amsterdam. Het bestemmingsplan is de juridisch planologische vertaling van het ruimtelijk kader van het investeringsbesluit. De regionale ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage 1.

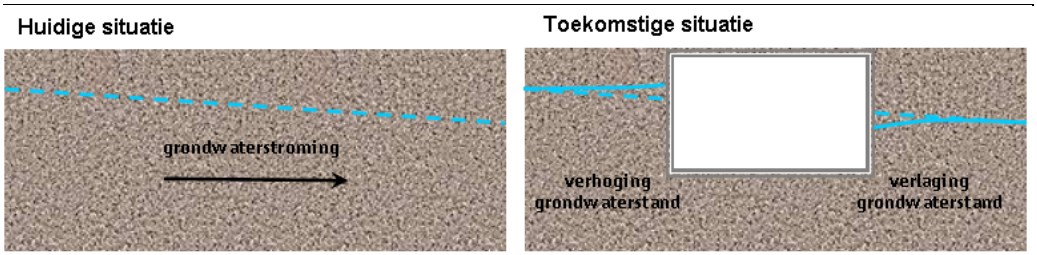
Aanleiding tot het geohydrologisch onderzoek is de geplande herontwikkeling van het Havenstraatterrein. Bij deze ontwikkeling wordt bebouwing gerealiseerd met 1- en mogelijk 2-laags parkeerkelders. Daarnaast worden meer groenstroken aangelegd. Figuur 1.1 verwijst naar het ruimtelijk kader investeringsbesluit.



Figuur 1.1 Ruimtelijk kader investeringsbeluit.

Het doel van het geohydrologisch onderzoek is het in beeld brengen van de effecten van de aanwezigheid van de parkeerkelders en extra groenstroken op de grondwaterstroming en grondwaterstand.

Als gevolg van het aanbrengen van een ondergrondse constructie treedt er een barrièrewerking voor grondwaterstroming op. Aan de stroomopwaartse kant van de constructie kan hierbij een grondwaterstandverhoging optreden en aan de stroomafwaartse kant mogelijk een grondwaterstandverlaging. Het principe van barrièrewerking is schematisch weergegeven in figuur 1.2.



Figuur 1.2 Schematische weergave barrierewerking grondwaterstroming

Een toename van onverhard oppervlak (groenstroken), betekent dat er meer neerslag in de bodem infiltreert. Hierdoor kan de grondwaterstand stijgen.

In het uitgevoerde onderzoek is de berekende toekomstige grondwaterstand getoetst aan de door Waternet opgestelde grondwaternorm voor de gemeente Amsterdam. Om de effecten van de voorgenomen werkzaamheden op de geohydrologische situatie te berekenen, is gebruik gemaakt van een grondwatermodel, waarmee de effecten op de grondwaterstand en -stroming zijn gesimuleerd.

Gemeentelijk grondwaterbeleid

- De gemeentelijke grondwaternorm is vastgelegd in het Plan gemeentelijke watertaken 2010-2015 (Waternet, maart 2010). Waternet treedt op als handhavers van dit beleid in gevolge de gemeentelijke zorgtaak voor grondwaterbeheer
- De gemeentelijke norm voor de maximale grondwaterstand bij kruipruimteloos bouwen is dat ten hoogste 1 maal per 2 jaar een grondwaterstand hoger dan 0,50 m onder maaiveld mag voorkomen gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen. Bij bouwen met kruipruimten is deze grondwaterstand 0,90 meter onder maaiveld
- In de nieuw in te richten gebieden moet de gemeentelijke ontwateringsnorm in principe door duurzame maatregelen gehandhaafd worden. Watergangen, grondverbetering, grindkoffers (onder voorwaarden) en ophogen worden als duurzame maatregelen genoemd. Drainage wordt, buiten sportvelden en tijdelijke bouwsituaties, expliciet verboden (in de keur)
- In het gemeentelijke waterplan wordt een systematiek aangegeven voor de theoretische toetsing van de grondwaternorm (Waternet systematiek). Daarbij wordt een stationaire neerslag van 2,5 mm/dag toegepast met daarboven een aanvulling van 10 dagen van 7,2 mm/dag. Het deel van deze neerslag, dat effectief infiltreert (= infiltratie – verdamping) is afhankelijk van het terreingebruik

2 Bodemopbouw en geohydrologie

2.1 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de lokale bodemopbouw ter plaatse van de onderzoekslocatie schematisch weergegeven. Deze schematisatie is gebaseerd op de volgende bronnen:

- Sondering en boorbeschrijving `Wieldraaibank tramremise Havenstraat, Omegam, kenmerk 6206 Grm.2-1, d.d. 17-01-1991`
- Sonderingen en boringen opgevraagd bij DINOloket van TNO
- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO (REGIS II.1)

Tabel 2.1 Schematisatie bodemopbouw.

Diepte (m NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
+0,4 à +1,1 tot -1,0 à -3,4	Matig grof zand, zwak siltig. Plaatselijk bijmenging met grind, puin, schelpen en stenen	Ophooglaag (freatisch pakket)
-1,0 à -3,4 tot -4,0 à-5,7	Veen	Deklaag
-4,0 à-5,7 tot –11,9 à -11	(zandige) Klei	Deklaag (wadzandpakket)
-11,0 à -11,9 tot -11,2 à -12,5	Veen	Deklaag (basisveen)
-11,2 à -12,5 tot circa -48	Zeer fijn tot uiterst grof zand, plaatselijk grindig	Eerste watervoerend pakket
Circa -48 tot circa -50	Klei	Eerste scheidende laag
Circa -50 tot circa -90	Zand	Tweede watervoerend pakket
Circa > -90	Klei	Tweede scheidende laag

Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocatie varieert van +0,3 m +0,4 m NAP ter plaatse van de Karperweg. Ter plaatse van de zuidpunt van het schiereiland varieert het maaiveld van +0,6 tot +2,5 m NAP (bron: Actueel Hoogtebestand Nederland).

Op het Havenstraatterrein is een relatief dikke, zandige ophooglaag aanwezig. Plaatselijk wordt een ophooglaag van minimaal 5 m dik aangetroffen. Onder de ophooglaag bevindt zich de deklaag bestaande uit veen en klei. Overal op het terrein wordt in het bovenste gedeelte van de deklaag een veenlaag aangetroffen, gevolgd door (zandige) klei. Deze (zandige) klei is het matig watervoerende wadzandpakket die plaatselijk zeer kleiig, waardoor er eigenlijk geen sprake meer is van een watervoerende laag maar meer een waterremmende laag. Onder deze laag wordt

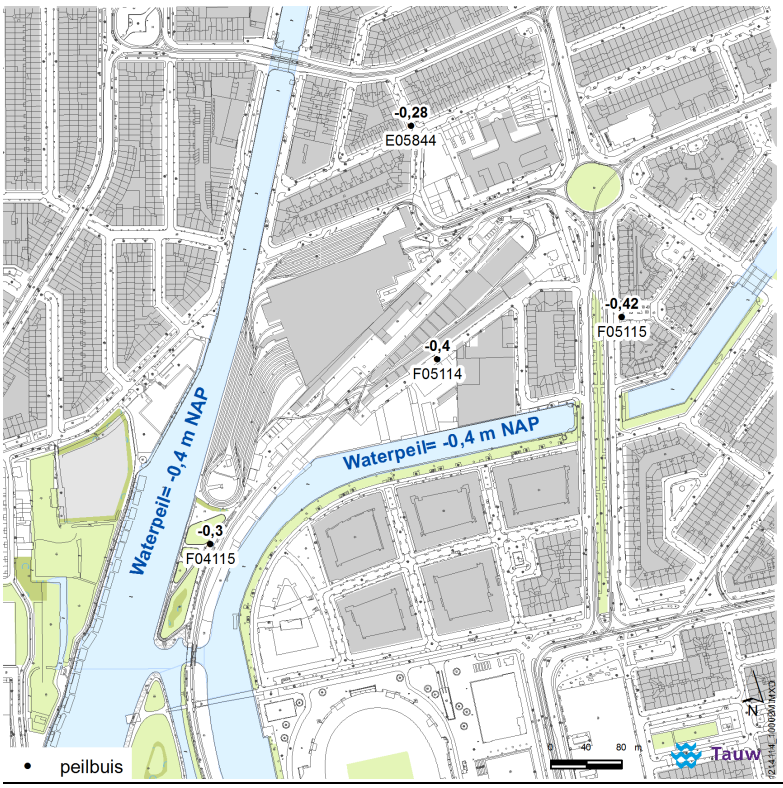
overal een veenlaag aangetroffen met een dikte variërend van 15 tot 65 cm dik. Hieronder begint het eerste watervoerend pakket bestaande uit zeer fijn tot uiterst grof zand.

2.2 Geohydrologie

2.2.1 Grondwaterstanden en stijghoogten

Freatisch pakket

In de omgeving van de onderzoekslocatie bevinden zich 4 peilbuizen van Waternet. In figuur 2.1 zijn deze peilbuizen met de gemiddeld gemeten grondwaterstanden in de periode 1990-2012 weergegeven. Aangezien het waterpeil NAP -0,4 m is, kan uit de gemeten grondwaterstanden worden afgeleid dat er weinig opbolling van de grondwaterstand is. Opbolling van de grondwaterstand is het gevolg van infiltrerend neerslagoverschot. De oorzaak van deze geringe opbolling is waarschijnlijk de grote hoeveelheid aan verhard oppervlak ter plaatse van het schiereiland, waardoor er weinig neerslag in de bodem infiltreert.



Figuur 2.1 Gemeten freatische grondwaterstand (m NAP)

Wadzandpakket

Er zijn geen stijghoogtegegevens van het wadzandpakket beschikbaar in DINOloket of bij Waternet. Gezien het hoge kleigehalte van deze laag ter plaatse van de onderzoekslocatie, kan deze laag ook niet als watervoerende laag worden beschouwd, maar meer als waterremmende laag.

Eerste watervoerend pakket

Peilbuis F04115, in de zuidpunt van het schiereiland, heeft ook een filter in het eerste watervoerend pakket. De gemiddelde stijghoogte was hier in de periode 1992-2012 gemiddeld NAP -2,99 m.

Verder zijn er geen peilbuizen met een filter in het eerste watervoerend pakket in de omgeving van de onderzoekslocatie aan. Regionaal kan op basis van stijghoogte gegevens van Waternet en DINOloket globaal een zuidwestelijke stromingsrichting afgeleid worden.

Verticale stroming

Ter plaatse van peilbuis F04115 is een duidelijk lagere stijghoogte in het eerste watervoerend pakket (NAP -2,99 m) dan in het freatisch pakket (NAP -0,3 m) gemeten. Er is dus sprake van een infiltratiesituatie. Gezien het grote verschil in stijghoogte is, kan ook afgeleid worden dat de deklaag een grote weerstand heeft.

2.2.2 Oppervlaktewater

De watergang ten zuiden van de onderzoekslocatie is de Stadiongracht. De watergang ten westen is de Schinkel. Beide hebben een waterpeil van NAP -0,4 m. Verder ten noordoosten van de locatie bevindt zich het Vondelpark met vijvers. Tabel 2.2 geeft de bodemhoogte van de watergangen weer.

Tabel 2.2 Watergangen (bron: legger Waterschap Amstel, Gooi en Vecht).

Watergang	Waterpeil (m NAP)	Bodemhoogte (m NAP)
Schinkel	-0,40	-3,10
Stadiongracht	-0,40	-2,40
Watergangen Vondelpark	-2,45	-3,25

Drainage

Waternet heeft aangegeven dat er zich, voor zover bekend, geen drainage in de omgeving van de onderzoekslocatie bevindt.

2.3 Reeds aanwezige kelders, damwanden en andere obstructies in de bodem

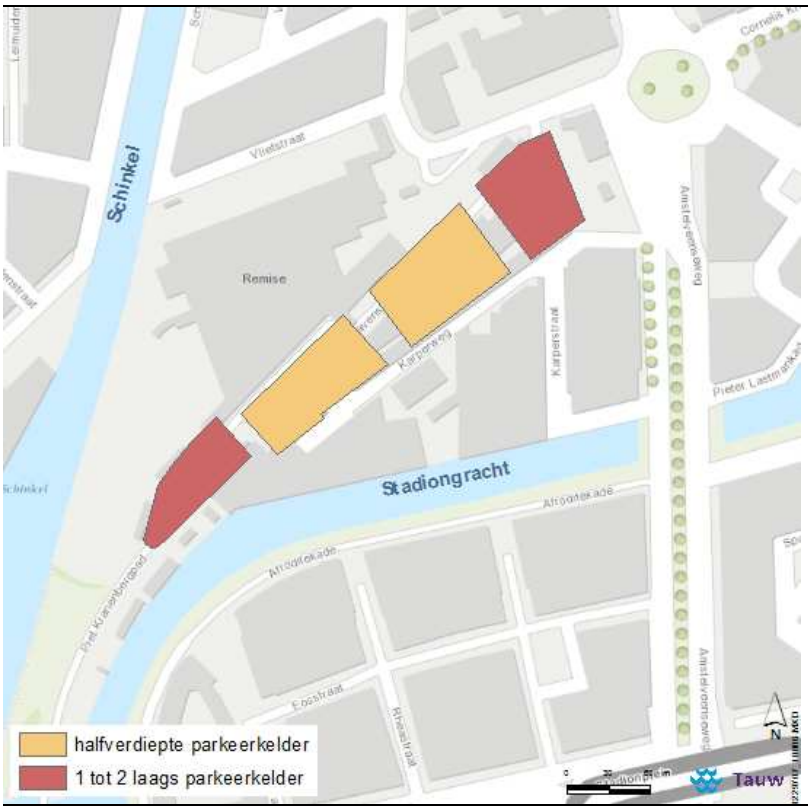
Ondergrondse obstructies kunnen van invloed zijn op de lokale grondwaterstroming. In dit geval bestaan obstructies uit de damwanden en gemetselde kades langs de Schinkel en Stadiongracht en een aantal bestaande kelders. Daarnaast is de Amstelveenseweg een veendijk[1], en bestaat dus uit slecht doorlatend materiaal. De ondergrondse obstructies zijn in bijlage 2 op kaart weergegeven.

3 Beschrijving ruimtelijke kader

3.1 Parkeerkelders

Figuur 3.1 toont de situering van de parkeerkelders van het ruimtelijk kader investeringsbesluit. Voor de berekeningen is uitgegaan van een worst-case scenario, waarbij in de berekening de 1- tot 2-laags parkeerkelders zijn opgenomen als 2-laags parkeerkelders. Uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP +0,4 m (ter plaatse van de Karperweg), bedraagt de diepte van een 2-laags parkeerkelder NAP -5,6 m. De halfverdiepte parkeerkelders hebben een diepte van NAP -0,6 m.

[1] http://www.zuid.amsterdam.nl/wonen_en/bouwen/funderingen_in/houten-paalfundering/



Figuur 3.1 Parkeerkelders ruimtelijk kader investeringsbesluit

3.2 Groenstroken

Uit figuur 1.1 in hoofdstuk 1 blijkt dat er een aantal groenstroken worden aangelegd tussen de bebouwing en dat de groenstrook in de zuidelijke punt van het schiereiland wordt uitgebreid. Het ruimtelijk kader bevat dus meer onverhard oppervlak dan dat er in de huidige situatie aanwezig is. Deze extra oppervlakte aan onverhard terrein is relevant voor de veranderingen in de freatische grondwaterstroming, dit doordat er meer neerslag kan infiltreren.

4 Modelberekeningen

4.1 Inleiding

Om de effecten van de realisatie van de parkeerkelders en de toename aan onverhard oppervlak 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. Als input voor de grondwatermodellering zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Gegevens bodemopbouw
- Situering, afmetingen en waterpeilen van het oppervlaktewater
- Stijghoogten freatisch en eerste watervoerend pakket
- Situering en afmetingen van obstructies in de bodem, beschreven in paragraaf 2.3

4.2 Opzet grondwatermodel

In onderstaande paragrafen zijn de volgende elementen beschreven:

- Modelgebied en modelgrid
- Bodemopbouw en onderverdeling in lagen
- Obstructies in de bodem
- Stijghoogten en oppervlaktewaterpeilen
- Neerslag

Het model is stationair opgezet, zodat modelberekeningen vergeleken kunnen worden met gemiddeld gemeten stijghoogten in de watervoerende lagen. Vervolgens zijn instationaire berekeningen uitgevoerd voor verschillende neerslagsituaties, conform de rekenmethodiek van Waternet.

4.2.1 Modelgrid

Het modelgebied beslaat een gebied van 2.000 bij 2.000 m, waarin centraal gelegen de onderzoekslocatie.

De celgrootte van het modelgebied bedraagt 50 x 50 m tot 10 x 10 m, waarbij ter plaatse van de onderzoekslocatie de celgrootte is verfijnd tot een grootte van 2 x 2 m.

4.2.2 Bodemopbouw en laagindeling

In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de gehanteerde laagindeling van het grondwatermodel.

Tabel 4.1 Modelopbouw en –parameters.

Model-laag	Diepte laag (m NAP)	Geohydrologische eenheid	Horizontale doorlatendheid (m/dag)*	Verticale doorlatendheid (m/dag)*	Bergingscoëfficient (-)*
1	+0,4 tot -2,3	Ophooglaag	3	1,5	0,25
2	-2,3 tot -6,6	Deklaag	0,01	0,001	0,25
3	-6,6 tot -9,5	Deklaag (wadzandpakket)	0,5	0,05	0,1
4	-9,5 tot -11,5	Deklaag	0,01	0,001	0,1
5	-11,5 tot -48	Eerste watervoerend pakket	15	7,5	0,01

* geschat op basis van literatuurwaarden

De in de tabel weergegeven doorlatendheden zijn startwaarden. Door ijking van het model zijn deze waarden (deels) geoptimaliseerd. Hier wordt in paragraaf 4.3 van dit rapport nader op ingegaan.

In werkelijkheid zal de dikte van de verschillende bodemlagen variëren. Gezien de grote ruimtelijk variatie van hoogte van bodemlagen is er geen ruimtelijk onderscheid gemaakt in de dikte van de bodemlagen. De stijghoogte in de deklaag is niet gefixeerd waardoor deze wordt bepaald door de wisselwerking tussen het oppervlaktewater, de drainage, de effectieve neerslag en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket.

Alle modellagen zijn gemodelleerd als gespannen watervoerende pakketten, waarbij het doorlatend vermogen constant blijft.

4.2.3 Obstructies in de bodem

De bestaande en toekomstige kelders zijn gemodelleerd als ondoorlatende gebieden. De damwand en de gemetselde kades zijn ook opgenomen in het model met een geschatte weerstand van respectievelijk 1.000 dagen en 100 dagen. Dit betekent dat de damwanden nauwelijks water doorlaten, terwijl er bij de gemetselde kades meer stroming door de kade heen optreedt. Ter plaatse van veendijk (de Amstelveenseweg) is in modellaag 1 een doorlatendheid opgelegd die gelijk is aan de doorlatendheid van modellaag 2 (bestaande uit klei en veen).

Voor de 1- tot 2-laags parkeerkelders is uitgegaan van een worst-case scenario en is gerekend met een 2-laags parkeerkelder tot een diepte van NAP -5,6 m. De zandige ophooglaag (tot een diepte van NAP -2,3 m) in het model wordt bij een 2-laags parkeerkelder volledig doorsneden. De bestaande 1-laags kelders hebben een diepte van NAP -2,6 m en doorsnijden hiermee ook de ophooglaag volledig. De halfverdiepte kelders hebben een diepte van NAP -0,6 m, hierbij wordt de ophooglaag niet volledig doorsneden.

4.2.4 Stijghoogten en oppervlaktewater

De startwaarde voor de stijghoogte in het freatisch pakket bedraagt NAP -0,4 m (waterpeil in watergangen). De startwaarde voor de stijghoogte in eerste watervoerend pakket ter plaatse van de onderzoekslocatie bedraagt NAP -3,0 m. Daarnaast is in dit pakket een zuidwestelijk stroming opgelegd.

Het in het model ingevoerde waterpeil en weerstand van de waterbodem zijn in tabel 4.2 weergegeven en zijn constant verondersteld. Het waterpeil en de diepte van de watergangen zijn verstrekt door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De weerstand van de waterbodem betreft een schatting gebaseerd op ervaring.

Tabel 4.2 Oppervlaktewateren en bijbehorende peilen.

Watergang	Waterpeil (m NAP)	Bodemhoogte (m NAP)	Weerstand waterbodem (dagen)*
Schinkel	-0,40	-3,10	10
Stadiongracht	-0,40	-2,40	10
Watergangen Vondelpark	-2,45	-3,25	10

*schatting op basis van ervaring

De grondwateronttrekkingen en/of –infiltraties in de omgeving van de onderzoekslocatie zijn niet opgenomen in model, omdat de parkeerkelders en de toename aan onverhard oppervlak in het bovenste gedeelte van de deklaag worden gerealiseerd terwijl de langdurige onttrekkingen / infiltraties zoals bijvoorbeeld warmte/koude opslag, plaatsvinden in het tweede watervoerend pakket (> 50 m -mv). Er wordt daarom geen beïnvloeding van de onttrekkingen / infiltraties in de deklaag verwacht.

4.2.5 Neerslag

De huidige effectieve neerslag bedraagt circa 150 mm/jaar (0,41 mm/dag). Voor de ijking van het model voor de huidige situatie is 20% hiervan opgelegd ter plaatse van grotendeels verhard oppervlak. Ter plaatse van groenstroken is 80% van deze neerslag opgelegd.

4.3 IJking model huidige situatie

Het model is geijkt op basis van de door Waternet gemeten stijghoogten in het freatisch pakket. De ijkdata betreffen de gemiddeld gemeten grondwaterstanden tussen 1990 en 2012 op 4 punten in de omgeving van de onderzoekslocatie. Bij de ijking is de horizontale en de verticale doorlatendheid van de deklaag geoptimaliseerd.

In tabel 4.3 zijn de verschillen tussen gemeten en berekende grondwaterstand in het freatisch grondwater weergegeven. In bijlage 3 zijn de verschillen tussen de gemeten en berekende stijghoogten op kaart weergegeven.

Tabel 4.3 Resultaten ijking.

Peilbuis	X-coördinaat (m)	Y-coördinaat (m)	Gemeten grondwaterstand (m NAP)	Berekende grondwaterstand (m NAP)	Verschil tussen gemeten en berekende grondwaterstand (m)
F04115	118477	484372	-0,30	-0,25	-0,05
F05114	118732	484580	-0,40	-0,42	0,02
E05844	118702	484843	-0,28	-0,44	0,16
F05115	118939	484627	-0,42	-0,46	0,04

Uit tabel 4.3 blijkt dat het absolute verschil tussen gemeten en berekende grondwaterstanden varieert tussen 0,02 en 0,16 m. De peilbuis met een verschil van 0,16 m valt ver buiten het plangebied en is daardoor minder relevant. Het resultaat van de ijking wordt als voldoende geacht om verdere berekeningen uit te voeren. Benadrukt wordt dat de ijking gebaseerd is op slechts 4 punten, waardoor de ijking minder betrouwbaar kan zijn.

4.4 Berekeningen toekomstige situatie

Met het geijkte model is het effect van de parkeerkelders en de toename in onverhard oppervlak op de grondwaterhuishouding in de omgeving berekend. Als specifiek effect wordt genoemd het optreden van verhoging, danwel verlaging van de freatische grondwaterstand.

De berekeningen voor de toekomstige situatie zijn uitgevoerd volgens de rekenmethode van Waternet:

- Om de effecten te bepalen bij een extreme neerslag is een effectieve neerslagintensiteit van 2,6 mm/dag gedurende 10 dagen gemodelleerd, volgend op een gemiddelde neerslag van 0,55 mm/dag

Net als bij de ijking is 20 % van deze neerslag opgelegd ter plaatse van grotendeels verhard oppervlak en 80 % hiervan op onverhard oppervlak (groenstroken).

5 Modelresultaten

5.1 Huidige situatie

Het berekende isohypsenpatroon voor het freatisch pakket in de huidige situatie (referentiesituatie) is opgenomen in bijlage 3. Uit het isohypsenpatroon blijkt dat de grondwaterstand ter plaatse van de zuidpunt van het schiereiland hoger is dan de omgeving. Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van onverhard oppervlak waardoor er meer neerslag infiltreert. Daarnaast blijkt uit het isohypsenpatroon dat er weinig verhang is in grondwaterstand. Hieruit wordt geleid dat de stroomsnelheid van het grondwater in het freatisch pakket beperkt is. De gemiddelde ontwateringdiepte (= afstand tussen maaiveld en grondwaterstand) bedraagt ter plaatse van de Karperweg circa 0,7 m. Ter plaatse van de zuidpunt van het schiereiland bedraagt de gemiddelde ontwateringsdiepte 0,9 m tot 2,8 m, afhankelijk van de maaiveldhoogte.

5.2 Toekomstige situatie

In bijlage 4 is de berekende *grondwaterstandsverandering* weergegeven als gevolg van de realisatie van het ruimtelijk kader investeringsbesluit volgens de rekenmethode van Waternet.

Uit de berekeningen blijkt dat ter plaatse van de zuidpunt en ten oosten van het 4^{e} bouwblok de grootste grondwaterstandveranderingen plaatsvinden gedurende een extreme bui. De grondwaterstand ter plaatse van de zuidpunt stijgt met circa 5 tot 15 cm en ten oosten van het 4^{e} bouwblok stijgt de grondwaterstand met circa 10 cm. Deze stijging van de grondwaterstand wordt voornamelijk veroorzaakt door de toename van onverhard oppervlak en niet zozeer door de aanwezigheid van de kelders. Bij het overige deel van het schiereiland stijgt de grondwaterstand circa 5 cm.

De berekende freatische grondwaterstand bij een extreme bui (volgens de rekenmethode van Waternet) is weergegeven in bijlage 5. Uit de berekeningen blijkt dat de berekende grondwaterstand bij een extreme bui varieert van NAP -0,3 m ter plaatse van de kelder bij het 1^{e}

bouwblok tot NAP -0,35 m ter plaatse de Karperweg. De hoogste grondwaterstanden zijn bij de zuidpunt van het schiereiland en reiken tot NAP -0,15 m.

De ontwateringsdiepte is afhankelijk van de maaiveldhoogte van het ruimtelijk kader. Bij de maaiveldhoogte zoals in de huidige situatie, zal de ontwateringdiepte ter hoogte van de kelders van de bouwblokken minimaal 0,65 m –mv bedragen. De ontwateringsdiepte ter hoogte van de zuidpunt van het schiereiland is minimaal 0,75 m –mv.

6 Effecten op de omgeving

6.1 Inleiding

Een stijging of daling van de freatische grondwaterstand kan nadelige gevolgen hebben voor gebouwen en openbaar groen. In dit hoofdstuk worden de effecten van berekende grondwaterstandverandering in de omgeving van de beoogde parkeerkelders besproken.

6.2 Grondwaternorm gemeente Amsterdam

De gemeentelijke grondwaternorm is vastgelegd in het Plan gemeentelijke watertaken 2010-2015 (Waternet, maart 2010). Waternet treedt op als handhavers van dit beleid in gevolge de gemeentelijke zorgtaak voor grondwaterbeheer.

De gemeentelijke norm voor de maximale grondwaterstand bij kruipruimteloos bouwen is dat ten hoogste 1 maal per 2 jaar een grondwaterstand hoger dan 0,50 m onder maaiveld mag voorkomen gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen. Bij bouwen met kruipruimten is deze grondwaterstand 0,90 meter onder maaiveld

In de nieuw in te richten gebieden moet de gemeentelijke ontwateringsnorm in principe door duurzame maatregelen gehandhaafd worden. Watergangen, grondverbetering, grindkoffers (onder voorwaarden) en ophogen worden als duurzame maatregelen genoemd. Drainage wordt, buiten sportvelden en tijdelijke bouwsituaties, expliciet verboden (in de keur)

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

Deze norm is echter alleen van toepassing op woningen en niet op kelders.

6.3 Effect op bebouwing

Het verlagen van de freatische grondwaterstand kan leiden tot maaiveldzettingen, welke vervolgens kunnen leiden tot schade aan omliggende bebouwing. Het optreden van schade is mede afhankelijk van de funderingswijze van omliggende bebouwing.

Het verlagen van de freatische grondwaterstand kan er daarnaast voor zorgen dat houten paalfunderingen van omliggende bebouwing droog komen te staan. In dat geval kunnen de houten paalfunderingen gaan rotten en zal het draagvermogen van de fundering afnemen. Dit kan leiden tot schade aan de gefundeerde huizen. Uit bouwtekeningen van de gebouwen in de omgeving van de onderzoekslocatie blijkt dat een aantal gebouwen op houten palen gefundeerd is. Echter, omdat er geen grondwaterstandsverlagingen worden berekend, wordt er ook geen schade aan bebouwing als gevolg van paalrot of maaiveldzettingen verwacht.

Een stijging van de freatische grondwaterstand kan leiden tot grondwateroverlast. Deze overlast kan bestaan uit water in kruipruimtes, schimmelvorming in woningen en drassige tuinen. Uit de berekeningen blijkt dat er bij een extreme bui aan de zuidpunt van het plangebied de grondwaterstandsverhoging 0,05 m tot 0,15 m bedraagt. De berekende minimale ontwateringsdiepte bij een extreme bui bedraagt ter hoogte van de zuidpunt van het schiereiland bij het huidige maaiveldniveau circa 0,75 m -mv. Ter hoogte van de Karperweg is de grondwaterstandverhoging circa 0,05 m en de berekende minimale ontwateringsdiepte bij een extreme bui bedraagt bij het huidige maaiveldniveau circa 0,65 m –mv. Deze minimale ontwateringsdiepten zijn kleiner dan de gestelde grondwaternorm voor bouwen met kruipruimten, maar groter dan de norm voor kruipruimteloze woningen. Aangezien er geen woningen met kruipruimten zijn voorzien zijn geen maatregelen noodzakelijk.

Indien toch wordt gekozen om maatregelen te treffen om de ontwateringsdiepte te vergroten kan worden gedacht aan verhoging van het maaiveld of de aanleg van watergangen. Verder kan een open kadeconstructie (geen damwanden) ook zorgen voor betere afwatering, waardoor de ontwateringsdiepte groter zal worden. Dit laatste heeft echter alleen effect in een relatief smalle zone langs het oppervlaktewater.

7 Samenvatting en conclusie

In opdracht van Gemeente Amsterdam, Stadsdeel Zuid heeft Tauw een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de invloed op de grondwaterstand van het bestemmingsplan ter plaatse van het Havenstraatterrein te Amsterdam.

Om de effecten van de aanleg van de kelders en de toename aan onverhard oppervlak op de geohydrologische situatie te bepalen, is gebruik gemaakt van een grondwatermodel waarmee verschillende effecten op de grondwaterstroming zijn gesimuleerd.

Het model is geijkt op basis van gemeten stijghoogten in het freatisch pakket en het eerste watervoerend pakket in de omgeving van de onderzoekslocatie. Het resultaat van de ijking wordt als voldoende geacht om verdere berekeningen uit te voeren.

Op basis van het geohydrologisch onderzoek wordt geconcludeerd dat als gevolg van de toename aan onverhard oppervlak de grondwaterstand met 0,05 tot 0,15 m stijgt bij een extreme bui. Dit heeft als gevolg dat formeel niet wordt voldaan aan de grondwaternorm voor bouwen met kruipruimten, maar wel aan de norm voor bouwen zonder kruipruimten. Aangezien er geen woningen met kruipruimten zijn voorzien zijn geen maatregelen noodzakelijk.

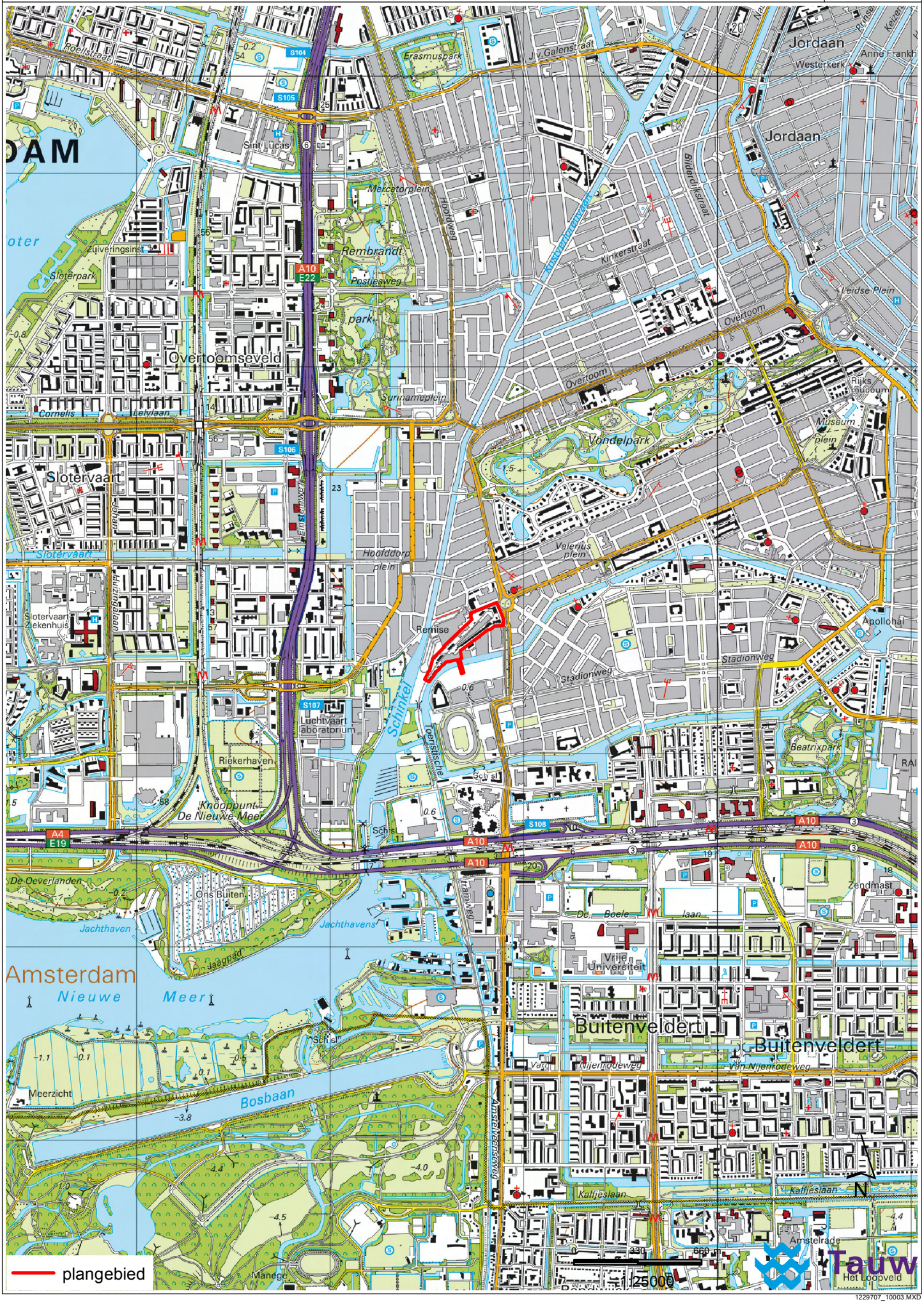
Indien toch wordt gekozen om maatregelen te treffen om de ontwateringsdiepte te vergroten kan worden gedacht aan verhoging van het maaiveld of de aanleg van watergangen. Verder kan een open kadeconstructie (geen damwanden) ook zorgen voor betere afwatering, waardoor de ontwateringsdiepte groter zal worden. Dit laatste heeft echter alleen effect in een relatief smalle zone langs het oppervlaktewater.

Geadviseerd wordt om wanneer er een definitief ontwerp tot stand is gekomen de effecten te onderzoeken van de tijdelijke bronbemaling tijdens de bouw van de kelders.

Bijlage

1 Regionale ligging

Regionale ligging



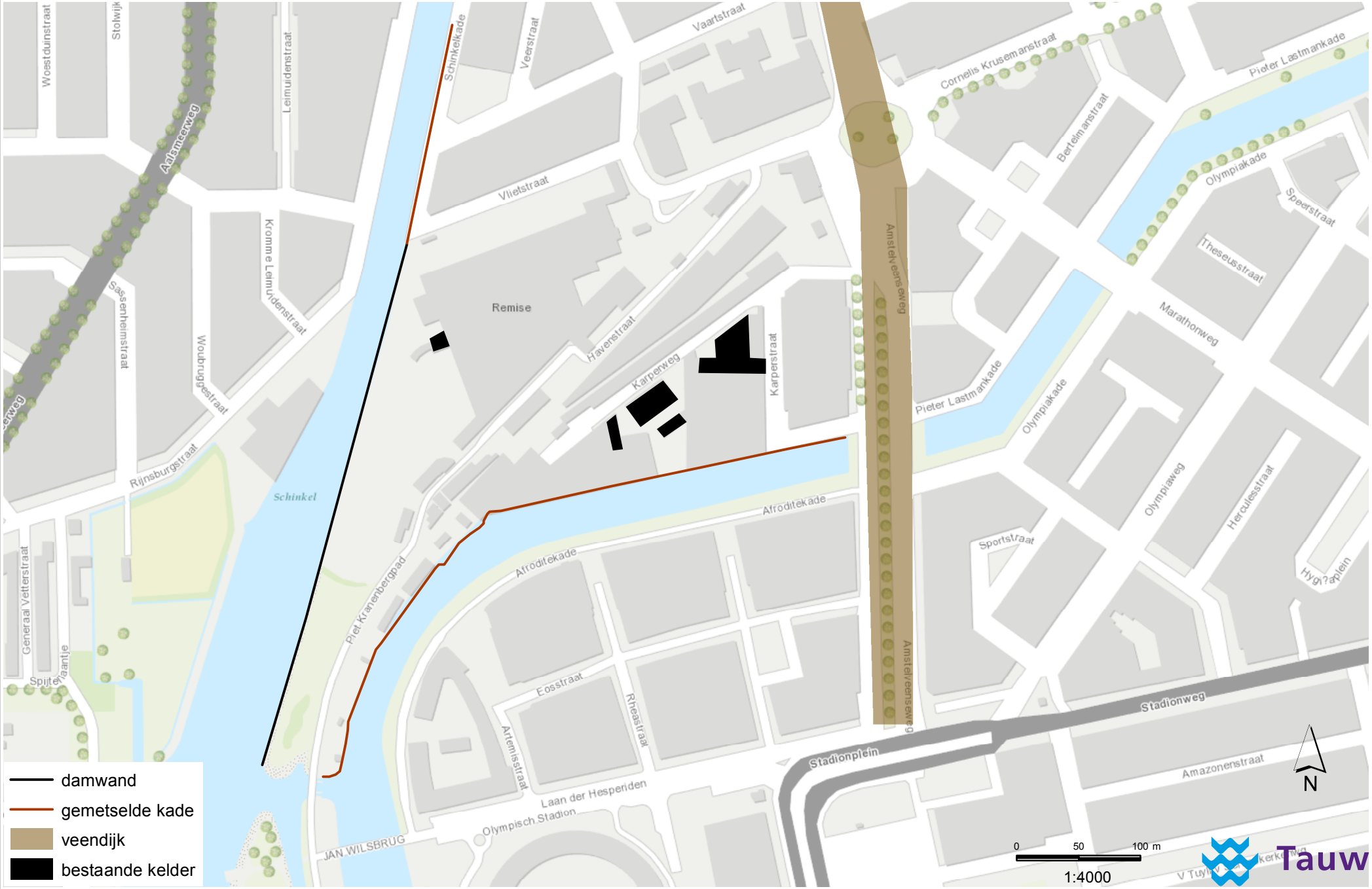
1229707_10003.MXD

Bijlage

2

Obstructies in de bodem

Kelders, damwanden en andere obstructies in de bodem



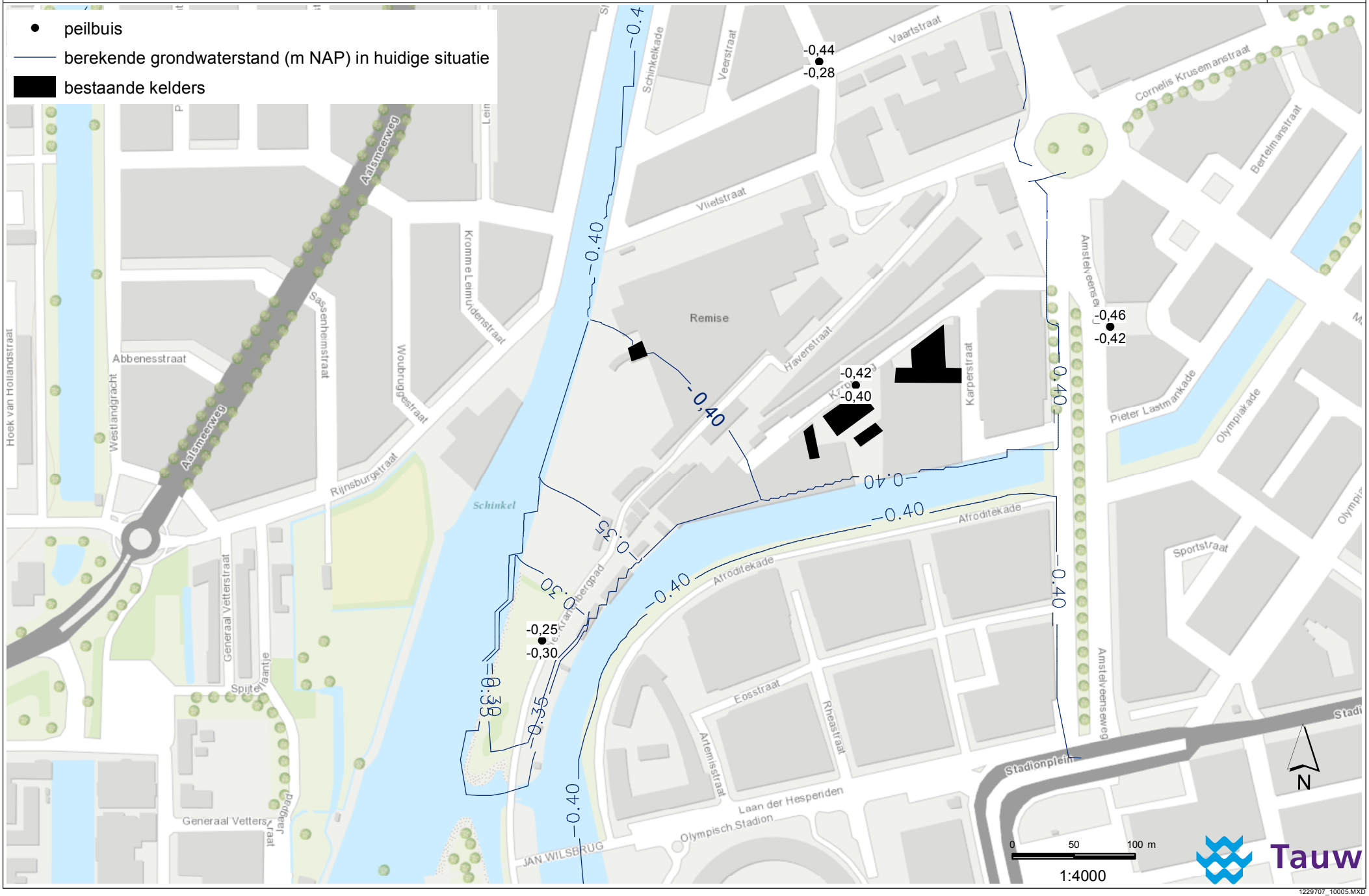
1229707_10004.MXD

Bijlage

3

Berekende en gemeten grondwaterstand

Berekende (boven) en gemeten (onder) grondwaterstand (m NAP) in de huidige situatie

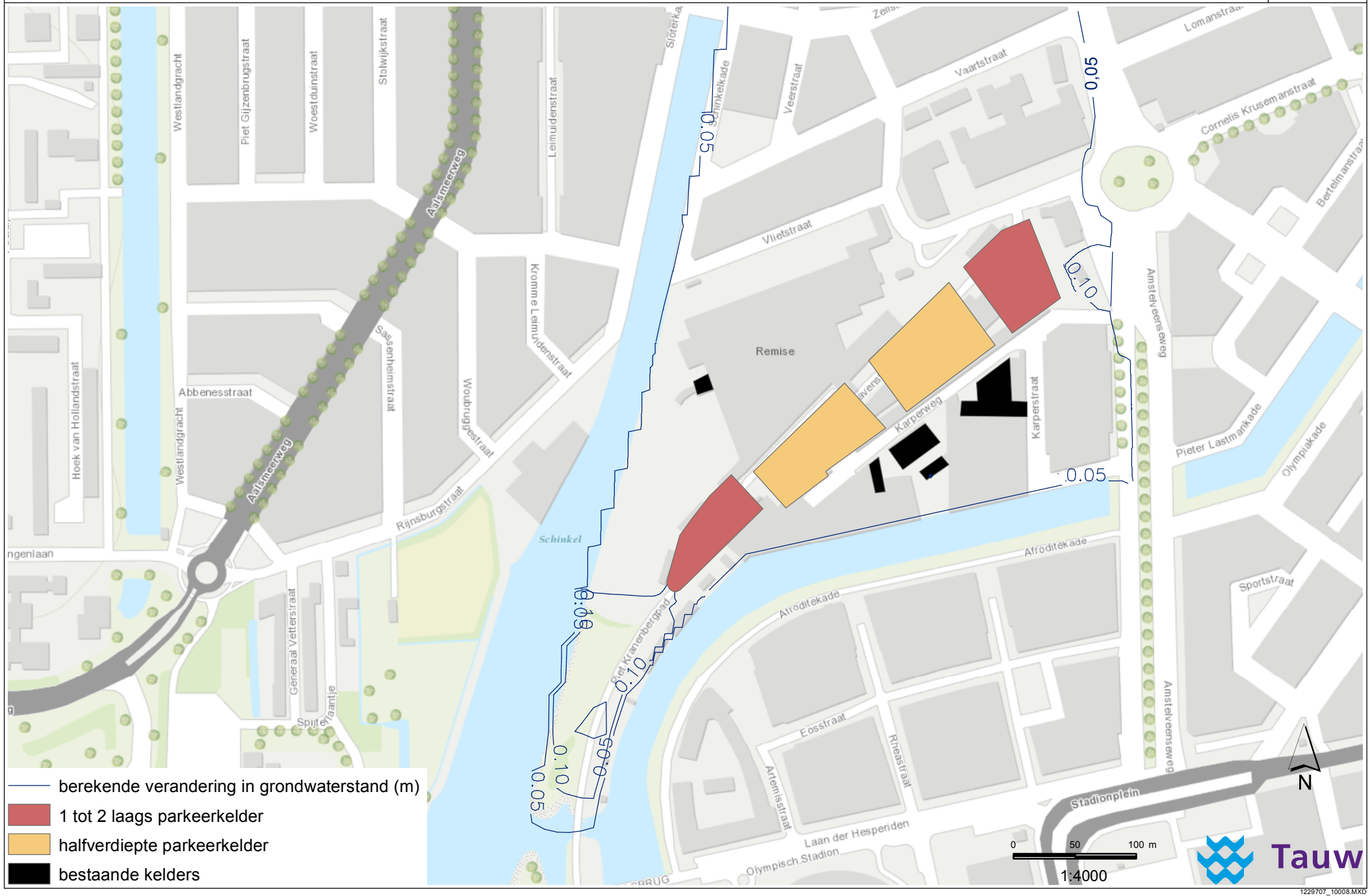


Bijlage

4

Berekende grondwaterstandsverandering

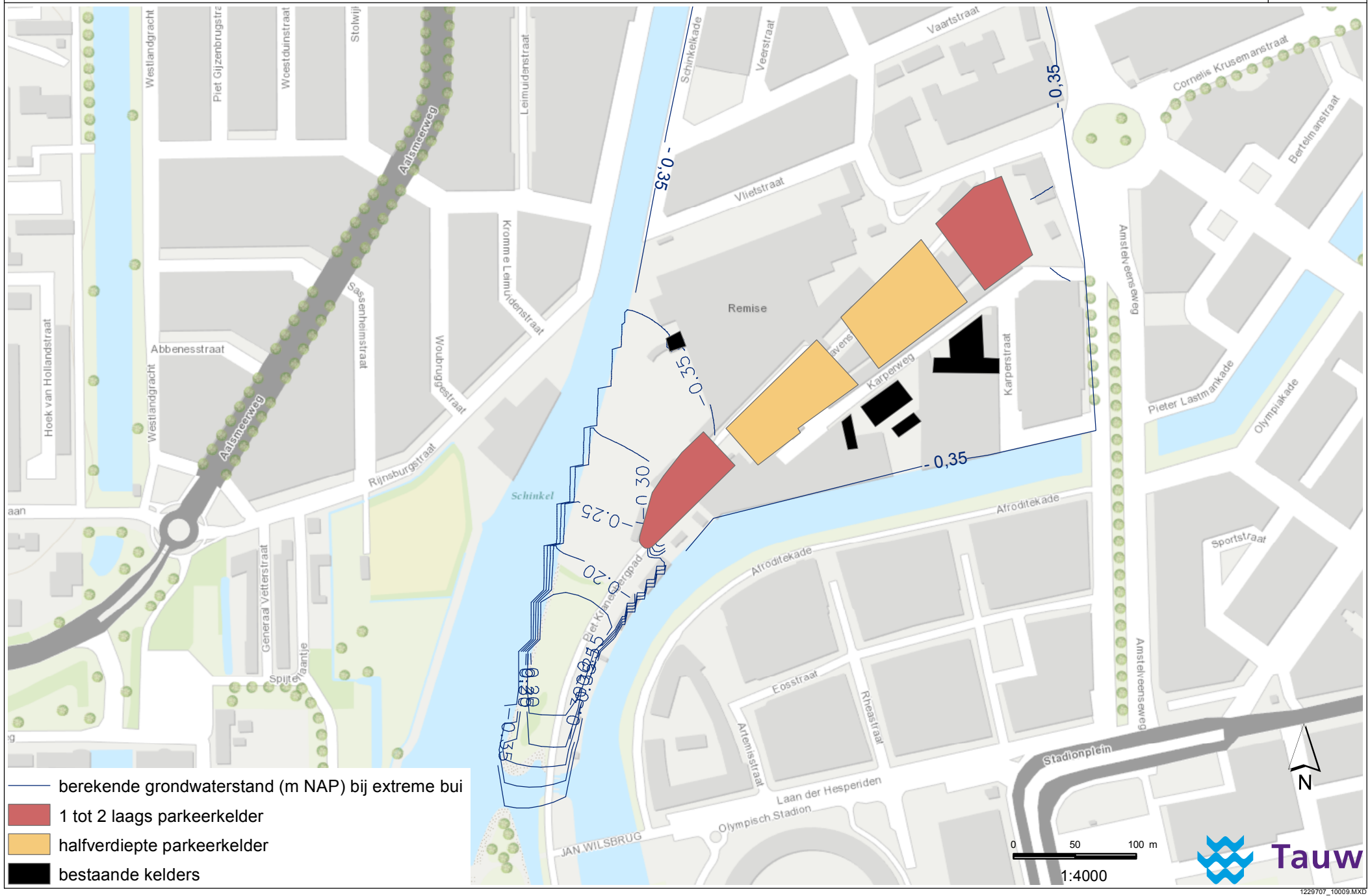
Berekende verandering in grondwaterstand (m)



1229707_10008.MXD

Bijlage

5

Berekende grondwaterstand bij extreme bui

Berekende grondwaterstand (m NAP) bij een extreme bui