



# Grondwater- onderzoek omgeving Van Eeghenstraat Amsterdam

**Datum**  
13 mei 2024

**Ons kenmerk**  
23.021543

**Versie**  
4

**Projectnummer**  
09.0005-208-550

Jacqueline Flink, Liesanne Verwij, Kiki Dings, Caroline Waaijer



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding	9
1.2 Referenties	9
<b>2 Onderzoeksvragen</b>	<b>10</b>
2.1 Onderzoeks- en vergelijkingsgebied	10
2.2 Onderzoeksvragen opdrachtgever en leeswijzer	11
<b>3 Achtergrondinformatie</b>	<b>12</b>
3.1 Historie van de parken en omgeving	12
3.2 Verantwoordelijkheden gemeente en perceeleigenaar	12
3.3 Oorzaken grondwaterstandsverandering	13
<b>4 Grondwaterstanden en grondwaterstandsveranderingen rond het Vondelpark (vragen 1 t/m 3)</b>	<b>14</b>
4.1 Inleiding	14
4.2 Gebruik GLG en GHG als eerste beschrijving van het grondwatersysteem	14
4.2.1 Berekende GHG en GLG omgeving Vondelpark	14
4.3 Verschil GHG en GLG in de periodes 2003-2012 en 2013-2023	15
4.3.1 Gemiddelde fluctuatie van de grondwaterstand	18
4.4 Grondwateroverlast	20
4.5 Aandachtsgebied Van Eeghenstraat	22
4.6 Peilbuizen waarbij de GHG en/of de GLG meer dan 10 cm is veranderd in 2013-2023	23
<b>5 Invloed van kelders (vraag 6)</b>	<b>25</b>
<b>6 Grondwaterstand en houten funderingen (vraag 7)</b>	<b>29</b>
6.1 Theoretische houthoogte	29
6.2 Wat is grondwateronderlast	29
6.3 Taken eigenaar en Waternet	30
6.4 Grondwateronderlast en waterdekking	30
6.5 Mogelijke grondwateronderlast Van Eeghenstraat 94-98	33
<b>7 Vergelijking met gebieden rond Sarphatipark en Oosterpark (deel vraag 8)</b>	<b>35</b>
7.1 GHG en GLG	35
7.2 Grondwaterstroming en grondwateronderlast	35
<b>8 Relatie met de Rainproofknelpuntenkaart (vraag 9)</b>	<b>40</b>
<b>9 Zorgen en maatregelen (deel vraag 8)</b>	<b>41</b>
9.1 Conclusies ten aanzien van kelders, grondwateroverlast en -onderlast	41
9.2 Maatregelen grondwateronderlast	42
9.3 Aanbevelingen	43

<b>Bijlage 1</b>	<b>Historie onderzoeksgebieden</b>	45
<b>Bijlage 2</b>	<b>Uitleg geohydrologische termen</b>	51
<b>Bijlage 3</b>	<b>Locatie en meetfrequentie peilbuizen</b>	55
<b>Bijlage 4</b>	<b>Gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstand</b>	63
<b>Bijlage 5</b>	<b>Grondwaterkaarten Sarphatipark en Oosterpark</b>	68



## Samenvatting

### Opdracht onderzoek

Zowel in stadsdeel Zuid als bij het college van B&W en de gemeenteraad zijn er zorgen over de grondwaterstanden in de Willemsparkbuurt naar aanleiding van een verzakking (en aanverwante problemen) in de omgeving van de Van Eeghenstraat / Koningslaan. Er is een aantal moties ingediend hierover op grond waarvan aan Waternet is gevraagd een uitgebreid onderzoek uit te voeren naar de grondwaterstand en ondergrondse constructies rondom het Vondelpark. Tevens is gevraagd de onderzoeksresultaten te vergelijken met twee andere 19<sup>e</sup>-eeuwse gebieden rond een (laaggelegen) park te weten het Sarphatipark en het Oosterpark.

### Probleemschets

- De ingediende moties hebben als strekking dat men vreest dat de vele kelderbouw de laatste jaren problemen met de grondwaterstroming heeft veroorzaakt en dat indien het onderzoek daartoe aanleiding geeft het Afwegingskader grondwaterneutrale kelders + bestemmingsplan + beleidsregels aangepast dienen te worden.
- De grondwaterstand in en rond de parken is laag. Dit is het gevolg van keuzes die in het verleden zijn gemaakt bij aanleg van het Vondelpark en de bebouwing eromheen. Lage grondwaterstanden zijn een potentieel risico voor panden met een houten fundering (zie paragraaf 6.2 voor verdere uitleg). Die lage grondwaterstanden komen enerzijds doordat het park in een toenmalige polder is aangelegd en niet is opgehoogd-in tegenstelling tot de omgeving- waardoor het peil van de huidige vijvers noodgedwongen laag moet worden gehouden om te voorkomen dat het park te nat wordt. Anderzijds zijn rond het Vondelpark ook zogenaamde polderriolen aanwezig met vergelijkbare functie als de oude poldersloten: draineren van het gebied.

### Verantwoordelijkheden gemeente en perceeleigenaar

Gemeenten hebben op grond van Omgevingswet ([Artikel 2.16](#)) een grondwaterzorgplicht. De zorgplicht houdt in dat de gemeente maatregelen moet treffen in het openbaar gemeentelijke gebied om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de op grond van deze wet aan de fysieke leefomgeving toegedeelde functies zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet op grond van [artikel 2.17](#), [2.18](#) of [2.19](#) tot de taak van een waterschap, een provincie of het Rijk behoort.

De eigenaar van een perceel is verantwoordelijk voor de grondwaterstand onder zijn perceel en voor de staat van onderhoud van zijn pand, inclusief de fundering.

### Resultaten grondwateranalyse omgeving Vondelpark

#### *GHG en GLG*

De analyses zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG,) en het verschil hiertussen. Er zijn berekeningen gemaakt voor de periode 2003-2012 en 2013-heden (=1 september 2023).

Over het algemeen is het verschil tussen deze twee periodes voor zowel de GHG als de GLG gering ( 0 tot 0,10m). Er zijn geen gebieden aan te wijzen waar de grondwaterstand systematisch hoger of lager is: op de ene plek daalt de grondwaterstand, op de andere plek stijgt deze.

Gemiddeld is ten noorden van het Vondelpark de GHG iets gestegen (0,01m) in de periode 2013-2023 en de GLG iets gedaald (0,05m). Ten zuiden van het Vondelpark is de GHG gemiddeld 0,05m gestegen en de GLG 0,01m. Deze kleine verschillen zijn in Amsterdam niet bijzonder: er gebeurt altijd wel iets dat invloed heeft op de grondwaterstand.

### *Gemiddelde grondwaterstandsfluctuaties*

Het verschil tussen de GHG en de GLG is de gemiddelde grondwaterstandsfluctuatie. In en rond het Vondelpark komen gemiddelde grondwaterstandsfluctuaties voor van 0,15m tot 0,9m. De grondwaterstandsfluctuaties in beide periodes zijn vergelijkbaar. Een grote of kleine grondwaterstandsfluctuatie zegt op zich niets over potentiële problemen. Dat blijkt pas als de GHG en GLG worden vergeleken met toetswaarden voor grondwateronderlast en -overlast.

### **De invloed van kelders**

Een kelder die de hele zandige ophooglaag afsluit, vormt een barrière voor de grondwaterstroming wat resulteert in een grondwaterstandsverandering rond de kelder (zie hoofdstuk 5 voor verdere uitleg). Bij een enkele kleine kelder is het effect op de grondwaterstand hooguit enkele centimeters. Als een grote kelder of veel kleine kelders aaneengesloten naast elkaar worden gebouwd, is zowel de invloedssfeer als de grondwaterstandsverandering aanmerkelijk groter. Dat is aangetoond met modelberekeningen (ref. 4, hoofdstuk 5). De laatste 10 jaar zijn veel kleine kelders gebouwd in de buurt (bron: afdeling VTH Amsterdam). Nergens vormen ze een groot aaneengesloten front. Er zijn waarschijnlijk wel meer kelders aanwezig maar deze informatie is niet (makkelijk) digitaal ontsloten. Er zijn in een stedelijk gebied zoveel factoren die van invloed zijn op de grondwaterstand dat een relatief klein effect van weliswaar vele maar niet aaneengesloten kleine kelders niet is te onderscheiden van andere effecten. Het huidige meetnet en de meetfrequentie zijn hier ook niet op gericht. Om de invloed te überhaupt kunnen kwantificeren zijn hoogfrequente metingen nodig in een dichtbij het betreffende pand geplaatste peilbuis zowel voor als na de bouw van de kelder.

### **Grondwateronderlast**

Er is lokaal sprake van grondwateronderlast rondom het Vondelpark en mogelijke schade aan de houten funderingen. Zie paragrafen 6.1 en 6.2 voor uitleg en duiding van de database met theoretische houthoogtes. Ten zuiden van het park neemt de kans op onderlast iets af bij grotere afstand tot het park. De gemiddelde onderlast is niet significant toegenomen de afgelopen twintig jaar. Hoe de situatie was voordat er grondwaterstanden werden gemeten is niet bekend. Het is dus niet aan te geven hoelang de houten funderingen (theoretisch) hebben droog gestaan. Als de houten fundering zijn draagkracht verliest, is funderingsherstel nodig. Funderingsherstel is vaak de aanleiding om een kelder te bouwen.

In een aantal individuele gevallen is de waterdekking in de afgelopen 20 jaar wel duidelijk afgenomen door lokale oorzaken. Dat hangt bijvoorbeeld samen met een lek riool en bemalingen. Dat zijn dus geen permanente veranderingen van het grondwatersysteem.

Het is onduidelijk of sprake is van grondwateronderlast ter plaatse van de Van Eeghenstraat 94-98 omdat niet bekend is wat het niveau van het bovenste funderingshout is:

- NAP-2,45m de theoretische houthoogte. Indien dit klopt is er een kleine kans op grondwateronderlast: de tot nu toe gemeten grondwaterstanden zijn niet lager dan NAP-2,45m.
- NAP-1,90m de maximaal toegestane houthoogte volgens het bouwdoos van de Van Eeghenstraat 100-104. In dat geval is er wel sprake van grondwateronderlast, de gemeten grondwaterstanden zijn 's zomers regelmatig lager dan NAP-1,90m.
- Daarnaast kan onder invloed van het Vondelpark de grondwaterstand aan de achterzijde van het pand in de zomer lager zijn dan aan de voorzijde. De onderlastbeoordeling is gebaseerd op een peilbuis aan de voorzijde.

Bij het Afwegingskader grondwaterneutrale kelders is geen gebruik gemaakt van informatie over houten funderingen. Uitgangspunt is immers dat de grondwatersituatie gelijk moet blijven. Keldermaatregelen zijn geen middel waarmee de mate van onderlast verminderd kan worden, er kan alleen voorkomen worden dat de onderlast toeneemt.

### **Grondwateroverlast**

Ten zuiden van Vondelpark is nauwelijks sprake van grondwateroverlast: de ontwateringsdiepte is bijna overal  $\geq 0,9\text{m}$  (zie paragraaf 4.4 voor uitleg). Ten noorden van het Vondelpark is wel lokaal sprake van ontwateringsdieptes tussen 0,9 en 0,5m maar zelden  $< 0,5\text{m}$ . In het Vondelpark is de ontwateringsdiepte meestal  $< 0,5\text{m}$ . Bomen gedijen beter bij een ontwateringsdiepte van 0,9m of meer.

### **Vergelijking met Sarphatipark en Oosterpark**

De mate van onderlast rond Vondelpark en Sarphatipark lijkt vergelijkbaar. De achterliggende oorzaken verschillen echter deels. De theoretische houthoogtes rond het Sarphatipark zijn gemiddeld lager dan rond het Vondelpark. Daar staat tegenover dat het oppervlaktewaterpeil in het Vondelpark 0,3m lager is. Nabij het Sarphatipark zijn weinig polderriolen aanwezig, tegenover veel polderriolen bij het Vondelpark. De polderriolen dragen ook bij aan een lage grondwaterstand. Rond het Sarphatipark lijkt de waterdekking langzaam te verminderen (GLG neemt af), mogelijk door de aanwezigheid van lekke riolering. Als de riolering is vervangen, zal dat weer verbeteren.

Rondom het Oosterpark is de kans op onderlast kleiner dan bij de andere parken omdat de theoretische houthoogte meestal lager is en er meer op beton gefundeerde panden zijn.

### **Relatie met Rainproofknelpuntenkaart**

Rainproofknelpunten hebben geen relatie met lage grondwaterstanden en de kans op grondwateronderlast en daarmee mogelijke schade aan funderingen.

### **Conclusies**

Er is op basis van dit onderzoek geen reden om kelderbouw te verbieden en/of het Afwegingkader grondwaterneutrale kelders aan te passen.

Uit de analyse volgt dat de grondwaterstand rond het Vondelpark en Sarphatipark regelmatig onder de (theoretische) bovenkant van de houten fundering komt. Dat is reden tot zorg. De gemeente heeft een grondwaterzorgplicht in het openbaar gebied. In dat kader worden ook lokaal infiltratiemaatregelen getroffen (bv een Drainage-Infiltratie-Transportriool of water-doorlatende bestrating). De gebieden rond het Vondelpark en Sarphatipark komen ook in aanmerking voor infiltratievoorzieningen (voorafgegaan door onderzoek naar de effectiviteit), maar alleen als dat gepaard gaat met andere werkzaamheden zoals rioolvervangings (doelmatigheid). In het onderzoeksgebied rond het Vondelpark is de afgelopen 30 jaar al veel riolering vervangen c.q. hersteld en is de komende 30 jaar -op een enkel stuk na- dus niet snel weer aan de beurt. Infiltratiemaatregelen in de openbare ruimte hebben vanwege de afstand tot de private ruimte niet per definitie het gewenste grondwatereffect bij de houten funderingen. Complicerende factor is dat de werkelijke houthoogte vaak niet bekend is.

De eigenaar van een pand is verantwoordelijk voor de grondwaterstand op zijn perceel en kan dus kiezen om zelf water te infiltreren op zijn perceel. Via de website van Waternet ([Peilbuizen Waternet](#)) zijn grondwaterstanden op te vragen en informatie over funderingen is op te vragen bij het funderingsloket van de gemeente ([Het funderingsloket - Gemeente Amsterdam](#)).

### **Aanbevelingen**

Een belangrijke factor bij de bepaling van mogelijke grondwateronderlast is de hoogte van de houten fundering. De huidige database is onvoldoende betrouwbaar. Er is geen capaciteit binnen de gemeente of de stadsdelen om dit bestand te updaten, uit te breiden en na te gaan waar echte metingen beschikbaar zijn. Om op termijn toch een vollediger bestand op te bouwen, wordt aanbevolen zo snel mogelijk te starten met het digitaal vastleggen van

funderingshoogtes en gepland funderingsherstel zodra deze gegevens via een nieuwe bouwaanvraag bekend worden.

De effectiviteit van een grondwaterneutrale kelder is vooralsnog alleen door middel van berekeningen aangetoond. Aanbevolen wordt om Waternet bij een aantal kelders (dat kan in het Vondelparkgebied of elders in de stad) peilbuizen te laten plaatsen waarin zo lang mogelijk voor en circa 3 jaar na de bouw hoogfrequent wordt gemeten. Dit kan gebruikt worden bij de evaluatie van de maatregel.

De bewoners van het gebied ten zuiden van het Vondelpark zijn zeer ongerust over de effecten van de kelders, al dan niet grondwaterneutraal aangelegd. Dat was ook een basis voor de moties (ref. 5, 6, 7,). De grondwaterstandsmetingen duiden niet op een significant effect, maar om de onrust weg te nemen wordt aanbevolen het cumulatief effect van de vele kelders te berekenen met een grondwatermodel. Dit viel niet onder de scope van het huidige onderzoek. Waternet beschikt over een grondwatermodel van dit gebied.

In theorie is het mogelijk om het drainageniveau van de polderriolen te verhogen en daarmee de kans op onderlast te verkleinen. Dit is een zeer ingrijpende maatregel waarvan de effecten en de effectiviteit niet goed overzien kunnen worden. Er kunnen ook ongewenste neveneffecten optreden zoals grondwateroverlast. Daarom wordt aanbevolen dit vooralsnog **niet** uit te voeren.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Zowel in stadsdeel Zuid als bij het college van B&W en de gemeenteraad zijn er zorgen over de grondwaterstanden naar aanleiding van verzakkingsproblemen in de omgeving van de Van Eeghenstraat / Koningslaan. De oorzaak van de verzakkingen is nog niet bekend.

De bezorgdheid gaat over de mogelijk negatieve veranderingen in het grondwatersysteem de afgelopen 20 jaar, enerzijds door toenemende verharding en anderzijds door de bouw van veel kelders de afgelopen jaren. Als de grondwaterstand hierdoor systematisch is gedaald, kan dat tot (extra) droogstand van houten funderingen leiden en uiteindelijk tot funderingsschade. Als de grondwaterstand systematisch is gestegen, kan er vaker grondwateroverlast ontstaan. In hoofdstuk 6 wordt meer uitleg gegeven over grondwateronderlast en -overlast.

Er zijn meerdere moties ingediend (ref. 5, 6, 7, 8) die betrekking hebben op de kelders zoals het voorlopig niet honoreren van nieuwe kelderaanvragen en een "uitgebreid onderzoek uit te laten voeren naar de grondwaterstand en ondergrondse constructies in de Vondelparkbuurt, aan de gehele zuidzijde van het Vondelpark". Daarnaast heeft de gemeenteraad B&W verzocht om als het grondwateronderzoek hiertoe aanleiding geeft, het "Afwegingskader grondwaterneutrale kelders" inclusief bestemmingsplan en beleidsregels van het college over kelderbouw aangepast zou moeten worden.

De Afdeling Ruimte en Duurzaamheid heeft het verzoek tot een grondwateronderzoek bij Waternet neergelegd, zijnde de gemandateerde partij voor de grondwaterzorgplicht van de gemeente Amsterdam. Hierbij is in overleg met Waternet het onderzoeksgebied en de informatiebehoefte afgebakend. In voorliggende notitie worden de onderzoeksvragen beantwoord.

## 1.2 Referenties

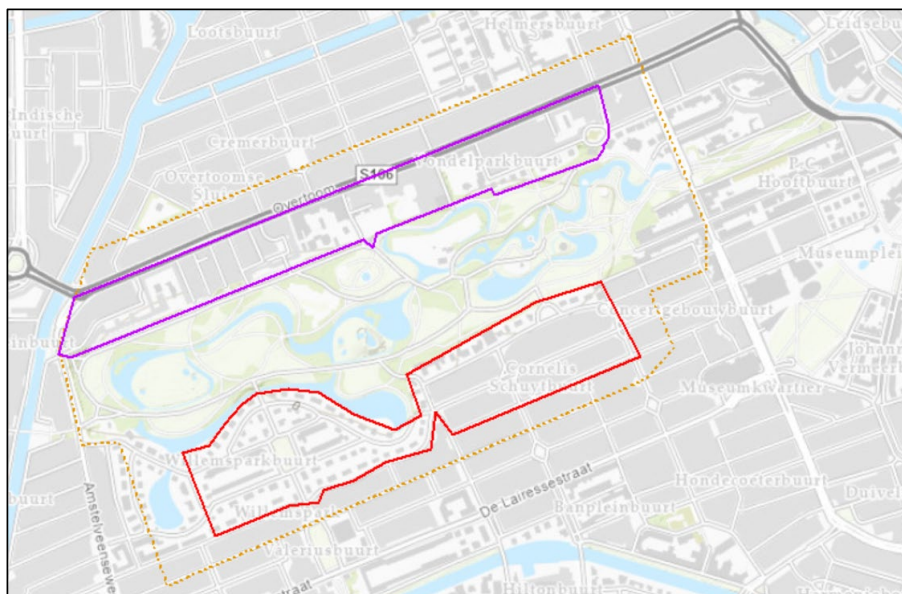
1. Mr. G. de Vries; *De Zeeweringen en Waterschappen van Noord-Holland*; 1864
2. *Polderboeken van Amsterdam deel 1-5*; 1981-1989
3. *Paraplubestemmingsplan grondwaterneutrale kelders* ([Regels voor aanleg kelder - Gemeente Amsterdam](#)).
4. IB/Waternet; *Grondwatereffecten van onderkeldering in Amsterdam, modelstudie vier deelgebieden*; 19 maart 2019.
5. Motie Gemeenteraad Amsterdam 358-23; Stop vergunningverlening kelders en onderzoek ondergrond van Eeghenstraat; 7 juni 2023
6. Motie Gemeenteraad Amsterdam 372-23; Maatregelen schade andere percelen; 7 juni 2023
7. Motie Gemeenteraad Amsterdam 373-23; Inzake onderkeldering en verzakking van een pand aan de Van Eeghenstaat: geen onnodige risico's: voorlopig geen nieuwe vergunningen voor onderkeldering; 1 februari 2022 (*NB Waternet: datum is mogelijk verkeerd gezien nummer motie*)
8. Motie Gemeenteraad Amsterdam 374-23; Motie Gemeenteraad Amsterdam 373-23; Inzake onderkeldering en verzakking van een pand aan de Van Eeghenstaat: bij sloop wederopbouw met gebruik oude materialen.
9. Database met funderingshoogtes [Data en informatie \(amsterdam.nl\)](#).
10. Krantenartikel Algemeen Handelsblad d.d. 4 febr. 1902

## 2 Onderzoeksvragen

### 2.1 Onderzoeks- en vergelijkingsgebied

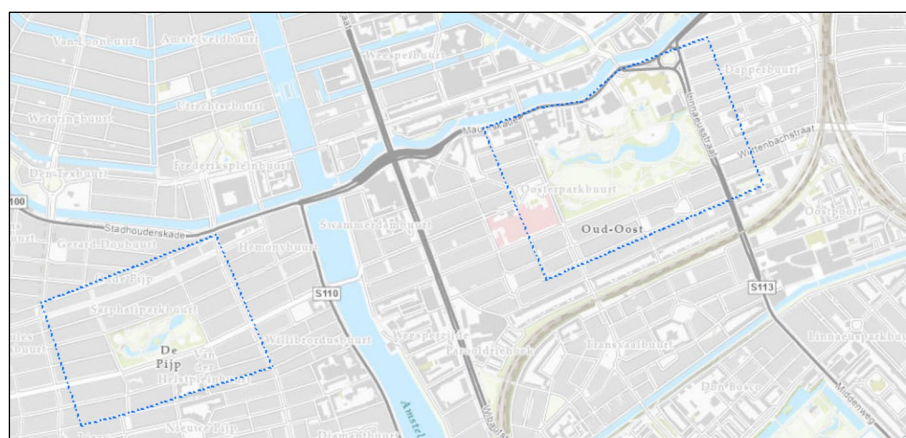
Het onderzoeksgebied is weergegeven in Figuur 2-1. Het rode gebied (waar de Van Eeghenstraat in ligt), is het primaire onderzoeksgebied. Het paarse gebied is toegevoegd ter vergelijking. Beide gebieden zijn in dezelfde periode bebouwd en kennen een vergelijkbare bebouwingsstructuur en bouwdynamiek. De oranje stippellijn begrenst het gebied waarbinnen alle peilbuisgegevens zijn geanalyseerd.

*Figuur 2-1 Onderzoeksgebied rond het Vondelpark*



Tevens is gevraagd de onderzoeksresultaten te vergelijken met twee andere 19<sup>e</sup>-eeuwse gebieden rond een park te weten het Sarphatipark en het Oosterpark (zie Figuur 2-2).

*Figuur 2-2 Vergelijkingsgebieden Sarphatipark en Oosterpark*

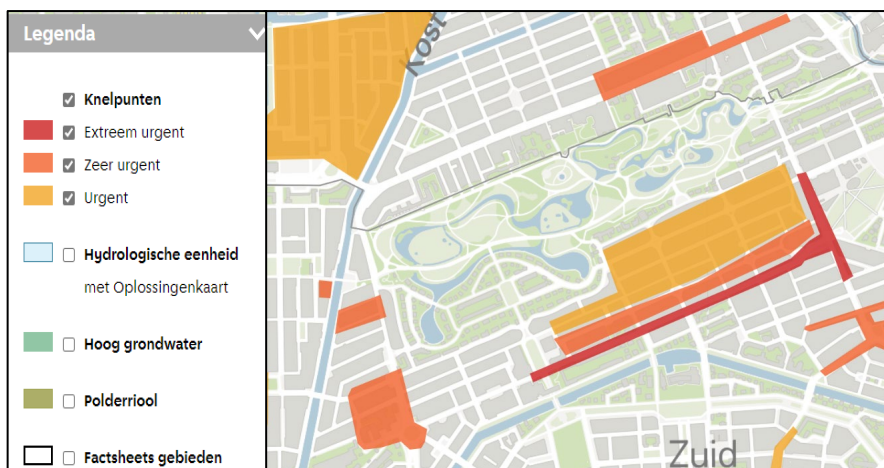




## 2.2 Onderzoeksvragen opdrachtgever en leeswijzer

Nr	Vraag	Waar in tekst
1	Breng de (fluctuaties in) grondwaterstanden in beide onderzoeksgebieden – apart van elkaar – in beeld over de afgelopen 20 jaar. Betrek hierbij ook de peilbuizen die zich net buiten beide onderzoeksgebieden bevinden en in het Vondelpark bevinden.	Hoofdstuk 4
2	Binnen welke bandbreedte fluctueren de metingen en geef aan wat hierbij 'normaal' is (gemiddelde lage en hoge grondwaterstanden).	Hoofdstuk 4
3	Leg hierbij uit waarom deze grondwaterstanden voorkomen en welke zekerheden en onzekerheden hierbij spelen.	Hoofdstuk 4
4	Leg hierbij goed uit hoe vaak de grondwaterstanden per jaar zijn gemeten, in welke periode van het jaar en hoe lang die metingen dan in de betreffende periode hebben plaatsgevonden (was dit bijv. één dag, een week etc.).	Bijlage 3
5	Geef daarbij op kaart aan waar de betreffende peilbuizen zich bevinden. Deze bevinden zich alleen in openbaar gebied. Geven de onderzoeksresultaten voor de peilbuizen – net buiten de onderzoeksgebieden – in het Vondelpark inzicht in de grondwaterstanden achter de hoofdbebouwing in de onderzoeksgebieden?	Bijlage 3
6	Er zijn de laatste 10 jaar veel kelders gebouwd in dit gebied, maar ook ten zuiden van dit gebied. Is dit gegeven op de een of andere manier terug te zien in de gemeten grondwaterstanden?	Hoofdstuk 5
7	Kunnen de gemeten grondwaterstanden worden afgezet tegen de funderingsgegevens uit de Dataset funderingshoogten (waarin de indicatieve hoogteliggingen van houten funderingspalen in de stad zijn opgenomen) en zo ja, kunnen hieruit conclusies worden getrokken over perioden van droogstand van houten funderingspalen in de onderzoeksgebieden?	Hoofdstuk 6
8	Zijn de onderzoeksresultaten in beide gebieden vergelijkbaar of afwijkend ten opzichte van andere vergelijkbare gebieden rond lager gelegen 19 <sup>e</sup> -eeuwse parken (Sarphatipark en Oosterpark). Maakt dit dat er reden is tot zorgen voor de onderzoeksgebieden? En als die zorgen er zijn, licht dan toe waar deze uit bestaan en hoe en op welke termijn deze zorgen aandacht behoeven. En bij voorkeur dan ook welke aandacht (maatregelen) dat dan zouden kunnen zijn.	Hoofdstuk 7 en 9 en Bijlage 5
9	Leg uit in hoeverre de onderstaande typeringingen op de Rainproofkaart (zie Figuur 2-3) van Amsterdam hierbij wel of niet een rol spelen.	Hoofdstuk 8

Figuur 2-3 Rainproofknelpuntenkaart



## 3 Achtergrondinformatie

### 3.1 Historie van de parken en omgeving

De historie van het gebied (zie Bijlage 1) is essentieel voor begrip van de huidige grondwaterstanden en grondwaterstroming. Belangrijk feit is dat de parken werden aangelegd in wat toen nog een polder was, met een polderpeil dat ver onder het peil van de grachten (de stadsboezem) ligt. De parken werden niet opgehoogd en de waterpartijen in de parken werden veelal op een lager peil dan de poldersloten gehouden om te voorkomen dat het park te nat werd. In de loop der tijd is in ieder geval het peil in de vijver van het Vondelpark verder verlaagd omdat het park zelf ook daalde door inklinken van de veenbodem.

Na aanleg van het park is de woningbouw rondom de parken op gang gekomen waarbij doorgaans wel werd opgehoogd voordat men ging bouwen. Maar dat gold niet voor alle gebieden en soms waren er al woningen voordat het park werd aangelegd. Omdat er niet was opgehoogd, was ontwatering nog steeds nodig, alleen gebeurde dat niet meer met sloten maar met diepe drainages (polderriolen, zie ook Bijlage 1). Er zijn zowel op particulier terrein als het openbare gebied polderriolen aangelegd. De polderriolen liggen vooral in de buurten rond het Vondelpark. Dat alles bij elkaar opgeteld, betekent dat de grondwaterstand rond het Vondelpark vanaf de bouw van deze buurten al laag was, in de loop der tijd lager is geworden en nog steeds laag wordt gehouden om grondwateroverlast te voorkomen. De keerzijde is dat hoog aangelegde houten funderingen dan droog kunnen komen te staan. Uit het bouwarchief (zie paragraaf 6.5) blijkt dat een aanleghoogte tot maximaal 0,2m onder oppervlaktewaterpeil werd goedgekeurd. Als deze maximale hoogte indertijd is aangehouden, is de kans aanwezig dat op diverse plaatsen houten funderingen een deel van het jaar droog komen te staan. Het droogvallen van houten fundering kan leiden tot paalrot en uiteindelijk tot schade aan de fundering (zie verder hoofdstuk 6).

### 3.2 Verantwoordelijkheden gemeente en perceeleigenaar

Gemeenten hebben op grond van de Omgevingswet ([Artikel 2.16](#)) een grondwaterzorgplicht. Deze zorgplicht heeft de gemeente Amsterdam gemandateerd aan Waternet. De zorgplicht houdt in dat de gemeente maatregelen moet treffen in het openbaar gemeentelijke gebied om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de op grond van deze wet aan de fysieke leefomgeving toegedeelde functies zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet op grond van [artikel 2.17](#), [2.18](#) of [2.19](#) tot de taak van een waterschap, een provincie of het Rijk behoort.

Belangrijke trefwoorden zijn:

- Openbaar gebied. Er wordt alleen gemeten en maatregelen genomen in de openbare ruimte. De eigenaar van een perceel is zelf verantwoordelijk voor de grondwaterstand op zijn perceel.
- Structureel, dus niet eenmalig een heel hoge of lage grondwaterstand maar (bijna) elke winter te hoog en/of elke zomer te laag gedurende een aantal dagen.
- Zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken. De gemeente heeft een inspanningsverplichting, geen resultaatverplichting.
- Doelmatig. Er worden over het algemeen pas maatregelen genomen als de straat toch open gaat voor bijvoorbeeld het vervangen van riolering (werk met werk maken).



### 3.3 Oorzaken grondwaterstandsverandering

Grondwaterstanden kunnen door een heel scala aan oorzaken veranderen of veranderd lijken.

#### *Tijdelijke verlaging of verhoging*

- Er zijn bemalingen in één van de twee periodes geweest waardoor de grondwaterstand tijdelijk lager was dan van nature het geval is en dus ook lager was dan de grondwaterstand in de andere periode. Omgekeerd kan de grondwaterstand in de andere periode dus hoger lijken.
- Bestaande oude riolering raakt lek waardoor de grondwaterstand daalt (riool gaat grondwater draineren).
- Vervanging van lekke, drainerende riolering. Als het riool vervangen is, stijgt de grondwaterstand weer. Dit is een nieuwe stabiele situatie voor lange tijd, maar kan in de toekomst weer veranderen.
- In de periode 2013-2023 zitten relatief droge jaren zoals 2018, 2019, 2020 en 2022. Dat heeft invloed op de gemiddelde neerslag en de verdamping en dus op de grondwaterstand in de zomer.

#### *Structurele verlaging of verhoging*

- Er infiltreert minder neerslag in de bodem omdat bv klinkers of stoeptegels zijn vervangen door asfalt waardoor het regenwater wordt afgevoerd naar de riolering.
- Er is een infiltratiemaatregel aangelegd.
- De grondwaterstroming wordt lokaal belemmerd door damwanden of kelders. Aan de benedenstroomse kant kan de grondwaterstand dalen (orde grootte enkele centimeters), aan de bovenstroomse kant stijgen. Genoemde verlagingen gelden voor één kelder. Als een aaneengesloten front van kelders ontstaat, dan is het effect op de grondwaterstand aanmerkelijk groter.

#### *Grondwaterstand lijkt veranderd, maar is dat niet*

- De meetfrequentie is veranderd, waardoor het lijkt of de grondwaterstand is veranderd. Voor 2012 werd er over het algemeen vijf tot zes maal per jaar met de hand gemeten. Vooral hoge grondwaterstanden in een natte periode (die vaak kortdurend zijn) kunnen dan worden gemist. Na 2012 werden langzaam meer dataloggers (automatische registratie van de grondwaterstand) geïntroduceerd die minimaal 1x per dag een meting doen. De pieken en dalen in de grondwaterstand worden dan veel beter gedetecteerd. Het lijkt hierdoor of de grondwaterstand gemiddeld hoger is geworden in de winter en lager in de zomer.
- Bij werkzaamheden aan de weg of het trottoir kan de peilbuis per ongeluk iets naar beneden zijn gedrukt zonder dat Waternet dat weet. Dan lijkt het of de grondwaterstand is gestegen.
- De bestrating rond de peilbuis is een beetje "ingezakt" waardoor er extra regenwater naar het gat rondom de peilbuis stroomt en daar infiltreert. Hierdoor stijgt de grondwaterstand rond de peilbuis, maar de stijging is niet representatief voor de omgeving.
- De peilbuis is verstopt geraakt. De grondwaterstand is niet veranderd, alleen door de verstopte peilbuis worden een foute grondwaterstanden gemeten.

## **4 Grondwaterstanden en grondwaterstandsveranderingen rond het Vondelpark (vragen 1 t/m 3)**

### **4.1 Inleiding**

Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen worden diverse geohydrologische vaktermen gebruikt. Uitleg van deze termen is terug te vinden in Bijlage 2. De gegevens van alle peilbuizen die gebruikt zijn bij de analyse staan in Bijlage 3. Hierin staat ook wat de meetfrequentie en de meetperiodes zijn (vraag 4) en de locatie van de peilbuizen (vraag 5).

In dit hoofdstuk wordt sec ingegaan op veranderingen in de grondwaterstand. Een hoge of lage grondwaterstand dan wel een grote of kleine grondwaterstandfluctuatie zegt op zich niets. Pas als de grondwaterstand zodanig hoog of laag is dat er “structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming” (zie paragraaf 3.2 ) kan ontstaan, is een hoge of lage grondwaterstand relevant. Hoeveel verhoging of verlaging tot problemen leidt, verschilt van locatie tot locatie. In bebouwd gebied wordt voornamelijk gekeken naar grondwateroverlast (hoge grondwaterstand) en grondwateronderlast (lage grondwaterstand). Grondwateroverlast wordt in paragraaf 4.4 besproken en grondwateronderlast in hoofdstuk 6.

### **4.2 Gebruik GLG en GHG als eerste beschrijving van het grondwatersysteem**

Om meer inzicht te krijgen in de grondwaterstandfluctuaties is voor elk meetpunt (peilbuis geheten) een gemiddelde hoogste (GHG), een gemiddelde (GG) en een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) berekend voor de periode 2003-2012 en de periode 2013-2023<sup>1</sup>. In dit onderzoek is vooral gekeken naar de GHG en de GLG.

De GHG en GLG zijn belangrijke parameters bij het uitvoeren van de grondwaterzorgtaak. De GHG representeert grofweg de wintersituatie en de GLG de zomersituatie. Uit de definitie (zie Bijlage 2) volgt dat de grondwaterstand slechts een klein deel van de tijd hoger is dan de GHG en een klein deel van de tijd lager is dan de GLG. De GHG en de GLG worden vergeleken met bepaalde toetswaarden om na te gaan of sprake is van grondwateroverlast en/of grondwateronderlast.

In Bijlage 2 staan definities van grondwateroverlast en -onderlast. Om een GHG en GLG te berekenen zijn wel voldoende metingen nodig. Als dat niet het geval is, wordt de peilbuis niet meegenomen in de analyse. Alle berekende waarden zijn terug te vinden in Bijlage 4.

#### **4.2.1 Berekende GHG en GLG omgeving Vondelpark**

In Figuur 4-1 en Figuur 4-2 zijn de berekende GHG's en GLG's weergegeven voor de periode 2003-2012 (linker figuren) en 2013-2023 (rechter figuren). Niet alle meetpunten komen overeen. In de stad verdwijnen soms peilbuizen bij werkzaamheden en op andere plekken worden nieuwe geplaatst.

Op de figuren is duidelijk te zien dat in het Vondelpark de grondwaterstand laag is (gele, oranje en bruine bolletjes) en deze wordt hoger met toenemende afstand tot het Vondelpark (groene en blauwe bolletjes). Dat geldt zowel voor de GHG als de GLG. Het grondwater stroomt van een gebied met hoge grondwaterstand naar een gebied met een lage grondwaterstand, dus naar het Vondelpark toe.

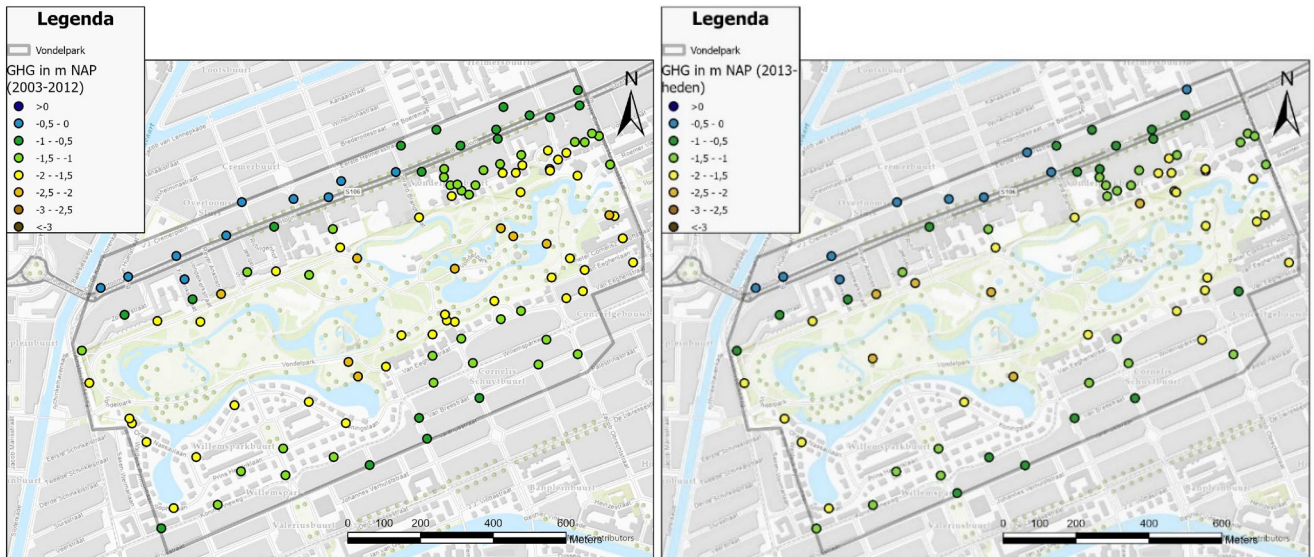
---

<sup>1</sup> t/m 1 september 2023

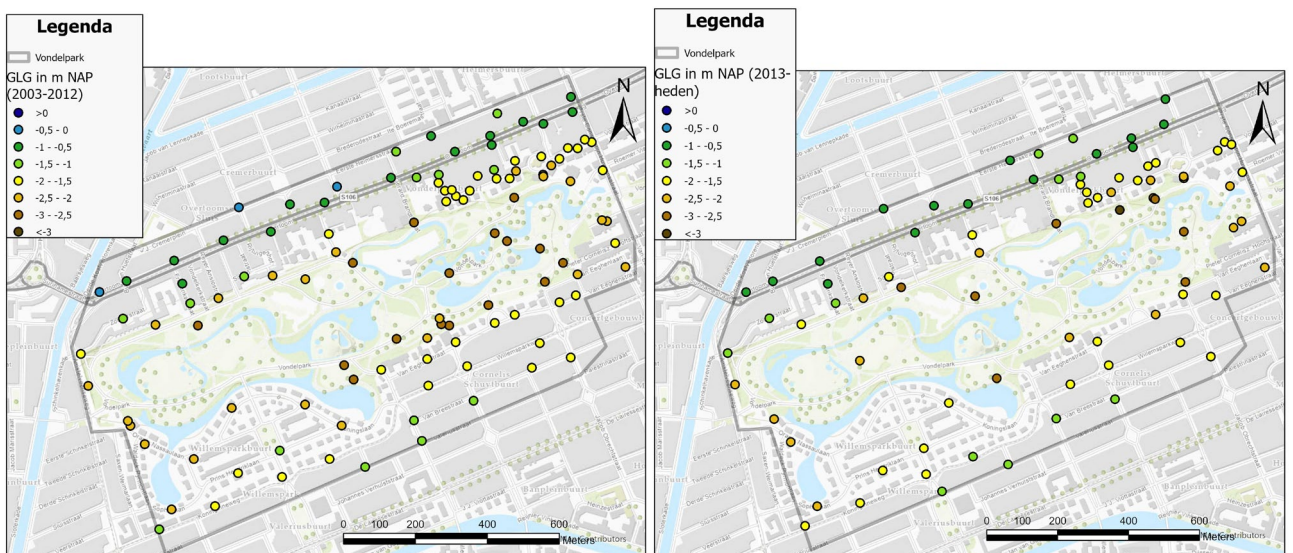
De GHG en GLG van het bebouwd deel zijn laag ten opzichte van de rest van het Amsterdamse boezemgebied. Dat komt door de onderbemaling in het Vondelpark (vijverpeil wordt laag gehouden) en omdat het een polderrioolgebied is (zie paragraaf 3.1).

In grote lijnen lijkt geen verandering van de grondwaterstanden te zijn. Er zijn wel beperkte lokale veranderingen, zowel lager als hoger. In paragraaf 4.3 wordt verder ingegaan op de verschillen tussen beide periodes.

*Figuur 4-1 Berekende GHG voor de periodes 2003-2012 en 2013-heden*



*Figuur 4-2 Berekende GLG voor de periodes 2003-2012 en 2013-heden*



### 4.3 Verschil GHG en GLG in de periodes 2003-2012 en 2013-2023

#### Verschillen in figuren

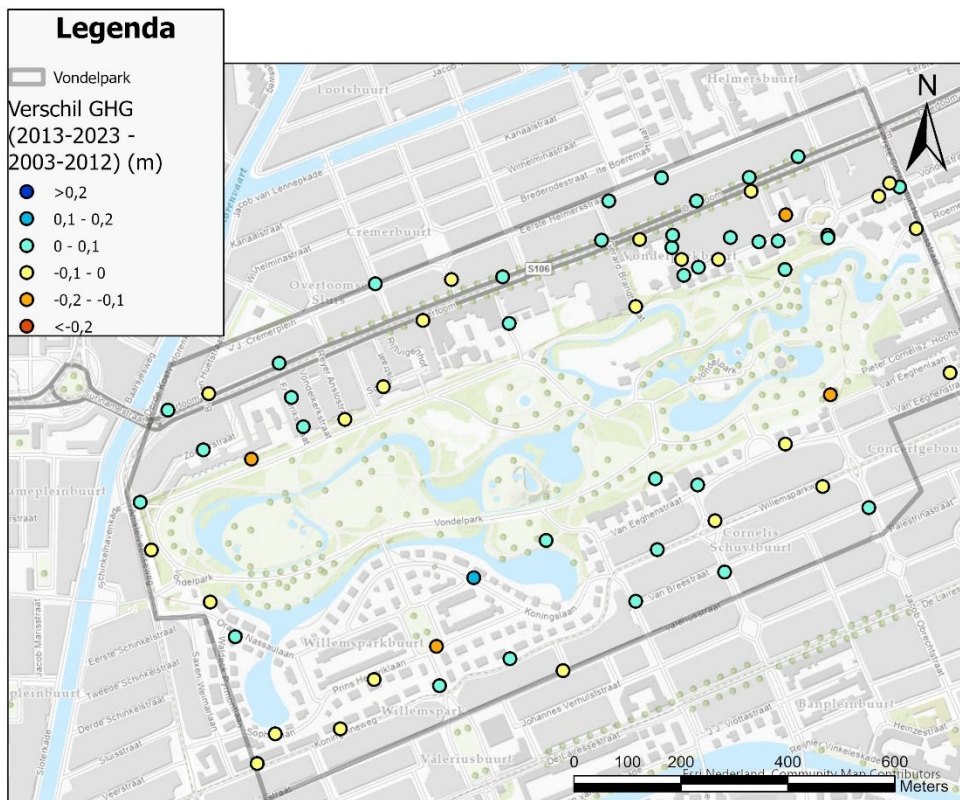
In Figuur 4-3 en Figuur 4-4 zijn de verschillen in GLG en GHG tussen beide periodes geplott. Verspreid over het gebied komen zowel verhogingen als verlagingen van de GLG en GHG voor. Meestal is de verandering < 10 cm. Dit is vergelijkbaar met de rest van de stad.

Als de verandering klein is, zoals hier het geval is, dan is het lastig een oorzaak aan te wijzen. Er zijn veel factoren die een rol kunnen spelen (zie paragraaf 3.3). Alleen als het verschil tussen beide periodes groter is dan 10 cm, dan is er meestal wel een specifieke oorzaak te achterhalen. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat ergens een riool lek is gegaan en grondwater draineert. De grondwaterstand daalt dan. Nadat het riool vervangen of gerepareerd is, stijgt de grondwaterstand weer. In Tabel 4-5 in paragraaf 4.6 worden een aantal voorbeelden besproken, waarbij de verandering groter is dan 10 cm.

Als in een gebied de grondwaterstand systematisch hoger of lager is, kan dat duiden op een (tijdelijke of permanente) verandering van het hydrologisch systeem. In dit geval zijn er geen zones waar de GLG of GHG in de periode 2013-2023 systematisch hoger of lager is geworden. Er lijkt een concentratie van verlaagde GLG's aan de noordoostzijde van het Vondelpark te zijn, maar in dat gebied komen ook veel peilbuizen voor met min of meer gelijke GLG.

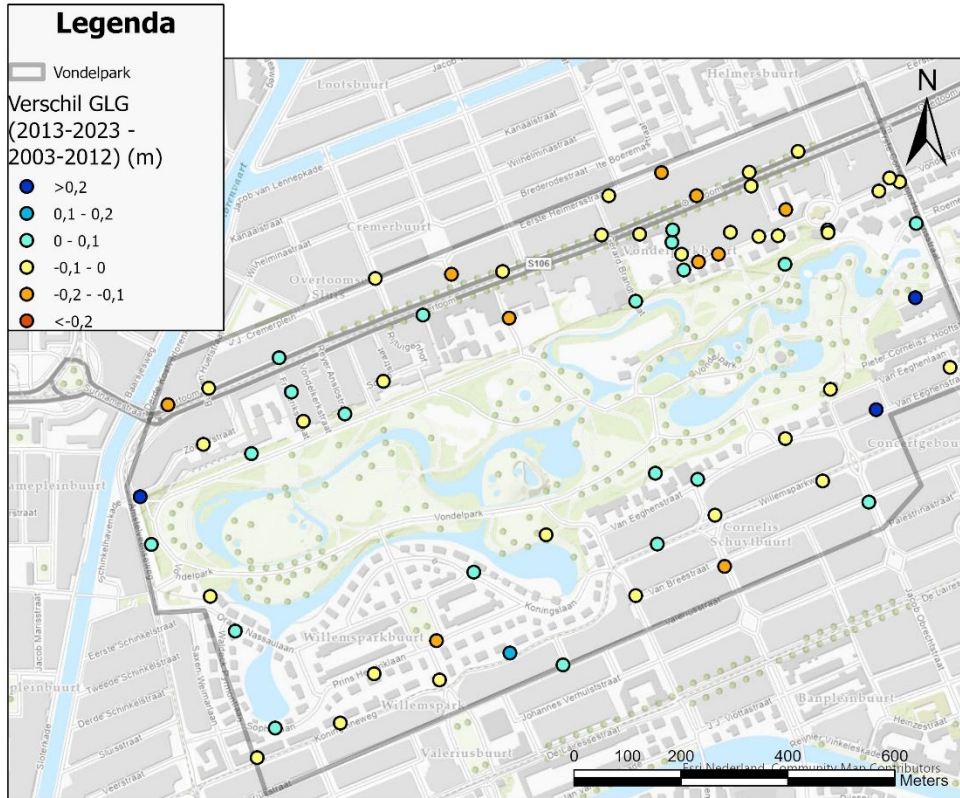
Ter hoogte van peilbuis E05208 (Van Eeghenstraat 94-98, het aandachtsgebied) is de GHG 0,09m gestegen en de GLG 0,07m. Er is geen lekke riolering gerepareerd in 2013-2023 en er zijn geen aanwijzingen voor afwijkingen van de peilbuis of de metingen. Eventuele effecten van kelders op de grondwaterstand worden besproken in hoofdstuk 5.

*Figuur 4-3 Verschil GHG periode 2013-2023 minus GHG periode 2003-2012*





Figuur 4-4 Verschil GLG periode 2013-2023 minus GHG periode 2003-2012



**Gemiddelde verschillen tussen de twee periodes**

In Tabel 4-1 zijn de gemiddelden per deelgebied (noordelijk van het Vondelpark, zuidelijk van het Vondelpark en het Vondelpark zelf) per periode opgenomen ter onderbouwing van wat visueel is vastgesteld. In deze tabel zijn alleen de peilbuizen meegenomen die in beide periodes zijn bemeten. De gemiddelde, minimale en maximale GLG's en GHG's in bebouwd gebied in de periode 2003-2012 verschillen minder dan 10 cm met die uit 2013-2023. De gemiddelde GHG ten noorden en zuiden van het Vondelpark is in de periode 2013-2023 iets gestegen (1 tot 5 cm), de gemiddelde GLG is ten noorden van het park iets gedaald (5 cm) en ten zuiden iets gestegen (1 cm).

Tabel 4-1 Statistieken GLG en GHG (in m + NAP) per gebied (alleen van peilbuizen die in beide periodes zijn bemeten)

Periode	GLG			GHG		
	minimum	gemiddelde	maximum	minimum	gemiddelde	maximum
<i>Noord van Vondelpark</i>						
2003-2012	-2,47	-1,29	-0,40	-2,02	-0,97	-0,03
2013-2023	-2,49	-1,34	-0,51	-2,08	-0,96	-0,07
<i>Zuid van Vondelpark</i>						
2003-2012	-2,58	-1,81	-1,28	-2,01	-1,35	-0,60
2013-2023	-2,56	-1,80	-1,31	-1,98	-1,30	-0,70
<i>Vondelpark</i>						
2003-2012	-2,75	-2,24	-1,66	-2,10	-1,70	-1,06
2013-2023	-2,78	-2,21	-1,45	-2,09	-1,71	-0,98

#### 4.3.1 Gemiddelde fluctuatie van de grondwaterstand

Het verschil tussen de GHG en GLG wordt beschouwd als de *gemiddelde* grondwaterstandsfluctuatie. Omdat een kleine deel van de grondwaterstanden hoger is dan de GHG c.q. lager is dan de GLG zal de maximale fluctuatie groter zijn.

In Figuur 4-5 is het verschil tussen de GHG en de GLG – ofwel de gemiddelde grondwaterstandfluctuatie- weergegeven voor de periode 2013-2023 en 2003-2012. In en rond het Vondelpark komen gemiddelde grondwaterstandsfluctuaties voor van 0,15m tot 1m (zie Tabel 4-2). Het verschil tussen de periode 2003-2012 en 2013-2023 is ook hier weer meest < 10 cm. Alleen de maximale fluctuatie ten zuiden van het Vondelpark is in 2013-2023 24 cm groter dan in 2003-2012. Het gaat om peilbuis E05537. Deze peilbuis is verstopt geraakt en gebleven ook na diverse pogingen deze weer gangbaar te maken. De metingen zijn niet betrouwbaar (zie verder paragraaf 4.6).

*Tabel 4-2 Statistieken grondwaterstandfluctuaties fluctuatie (GHG minus GLG) per gebied (alleen voor peilbuizen in beide periodes bemeten)*

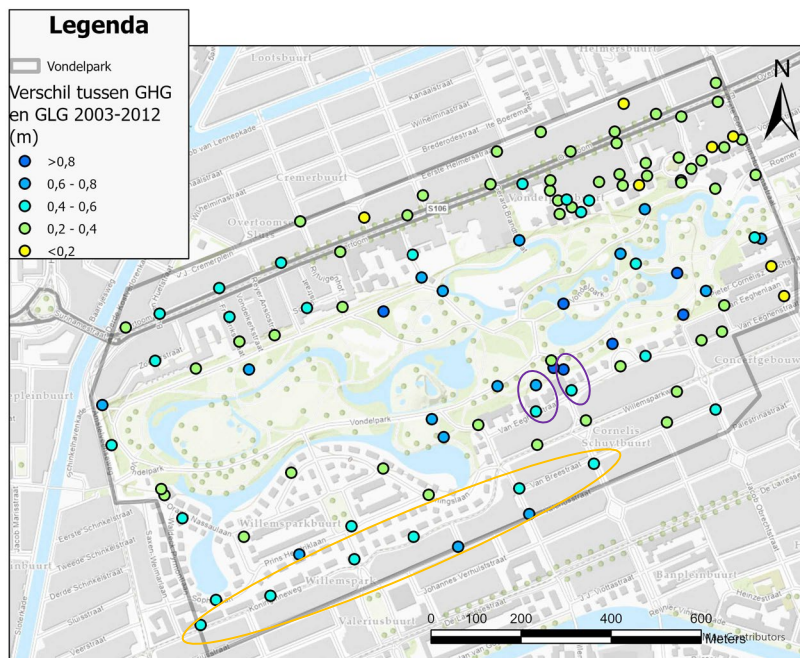
Periode	GHG minus GLG		
	minimum	gemiddelde	maximum
<i>Noord van Vondelpark</i>			
2003-2012	0,12	0,32	0,75
2013-2023	0,17	0,38	0,66
<i>Zuid van Vondelpark</i>			
2003-2012	0,15	0,46	0,74
2013-2023	0,16	0,50	0,98
<i>Vondelpark</i>			
2003-2012	0,22	0,54	0,89
2013-2023	0,19	0,50	0,83

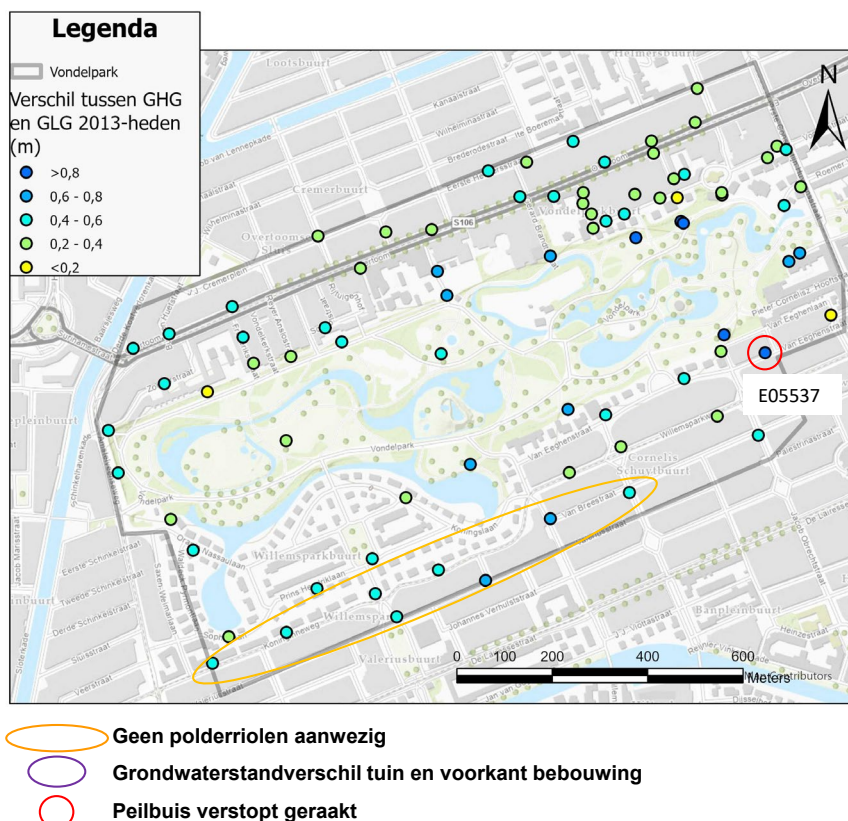
De grootste fluctuaties treft men aan op de buitenranden van het Vondelpark, op enige afstand van oppervlaktewater. Hier kan in natte periodes veel regenwater infiltreren en in droge periodes veel water uit de bodem verdwijnen door verdamping en transpiratie van planten. Het bodemvocht wordt niet aangevuld door infiltratie vanuit oppervlaktewater omdat de vijvers te ver weg zijn. Vooral grote bomen kunnen in de zomer overdag veel vocht opnemen uit de bodem en dit verdampen (evapotranspiratie). In het bebouwde gebied is de fluctuatie meestal kleiner, orde grootte 0,3-0,6m. Er kan minder neerslag infiltreren (het meeste wordt afgevoerd door het riool) en er verdampt minder dan in een park.

Dit betekent ook dat de grondwaterstand in een tuin grenzend aan het Vondelpark in de zomer lager kan zijn dan de grondwaterstand aan de straatzijde van het huis. Aan de straatzijde verdampt immers minder water uit de bodem. Een voorbeeld: in de periode 2003-2012 stonden peilbuizen aan de straatzijde van de Van Eeghenstraat 94-98 en 106-110 en aan de rand van het Vondelpark (Figuur 4-5, paarse ellipsen). Het gemiddelde grondwaterstandverschil over deze korte afstand (ca. 50 m) is ongeveer 0,5m. Het is dus in theorie mogelijk dat de mate van droogstand van houten palen aan de voor- en achterkant van een pand verschillen. Eén en ander is natuurlijk afhankelijk van de hoogte van de houten funderingen.

De grondwaterstand wordt rond het Vondelpark ook bepaald door de polderriolen. De polderriolen zijn in feite diepe drains die de grondwaterstand relatief vlak en laag (fluctuatie veelal  $\leq 0,5\text{m}$ ) houden. Dit is ooit zo ingesteld om grondwateroverlast te voorkomen. Alleen in de Valeriusstraat, Koninginneweg en de Van Breestraat (tussen de Cornelis Schuytstraat en Emmastraat) ligt geen polderriool. De fluctuatie is hier over het algemeen dan ook wat groter (zie figuur Figuur 4-5, gele ellips). Een grote of kleine fluctuatie betekent niet dat er niet of juist wel sprake is van potentiële problemen als grondwateronderlast of -overlast. Dat wordt bepaald door de “extremen” (GHG en GLG), niet door het verschil tussen de extremen. Bij een grote fluctuatie is het wel mogelijk dat in de winter sprake is van overlast en in de zomer van onderlast op één en dezelfde locatie.

*Figuur 4-5 GHG minus GLG voor de periodes 2003-2012 en 2013-heden*





#### 4.4 Grondwateroverlast

Grondwateroverlast wordt gedefinieerd aan de hand van de ontwateringsdiepte. De ontwateringsdiepte is de maaiveldhoogte (in m+NAP) minus de GHG (in m+NAP).

Als de ontwateringsdiepte klein is (< 0,5m) dan is er grote kans op grondwateroverlast. Bij grondwateroverlast kan men denken aan grondwater in de kruipruimte, optrekkend vocht en schimmelvorming in huis. In Amsterdam geldt dat voor bestaand bebouwd gebied de ideale ontwateringsdiepte 0,9m of meer bedraagt. Dit is een richtlijn, geen norm. Alleen in nieuw te ontwikkelen gebieden en transformatiegebieden wordt deze 0,9m als norm gehanteerd. Als de ontwateringsdiepte 0,9m of meer bedraagt dan is de kans op natte kruipruimtes nihil. Ook voor bomen is een ontwateringsdiepte van 0,9m of meer wenselijk. Bij een geringere ontwateringsdiepte, zal de boom niet diep kunnen wortelen want de wortels gaan dood als de onder de grondwaterspiegel komen. Ondiepe worteling maakt de boom ook kwetsbaar voor storm (omwaaien).

Uit Figuur 4-6 en Figuur 4-7 blijkt dat in het bebouwd gebied meestal sprake is van voldoende ontwateringsdiepte ( $\geq 0,9m$ ). De gemiddelde ontwateringsdiepte in bebouwd gebied ten noorden van het Vondelpark is iets kleiner dan ten zuiden van het Vondelpark. Aan de noordkant komen ook ontwateringsdieptes tussen 0,9m en 0,5m voor, aan de zuidkant niet. Op een enkele uitzondering na is de ontwateringsdiepte nergens kleiner dan 0,5m. Vooral de polderriolering houdt de grondwaterstand voldoende laag. In het Vondelpark is de grondwaterstand verre van ideaal voor bomen: de gemiddelde ontwateringsdiepte is 0,4m. Op de randen van het Vondelpark is de gemiddelde ontwateringsdiepte juist groot (1,6m).

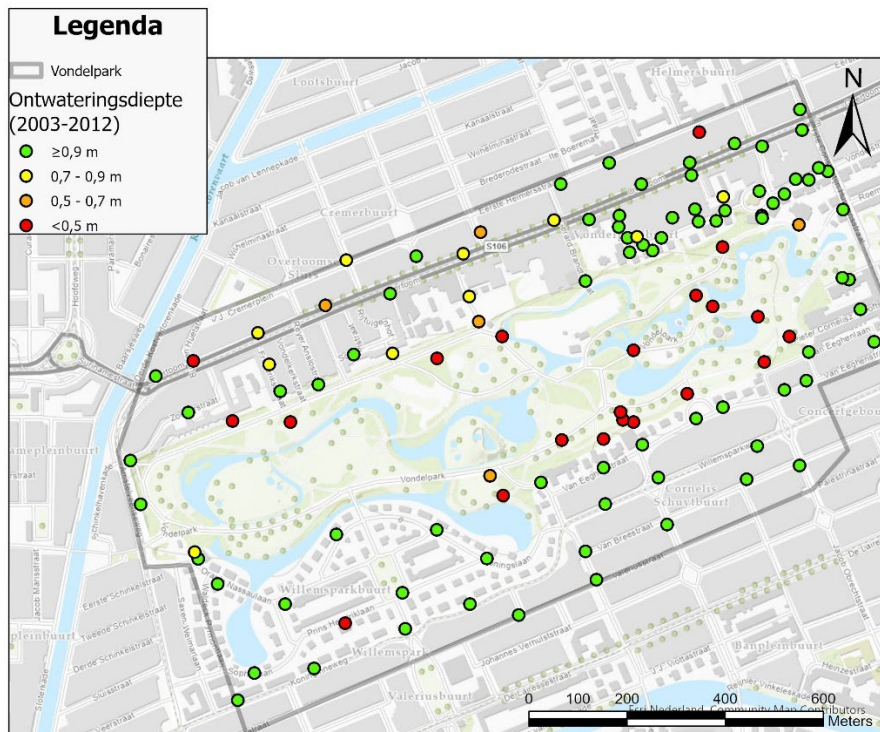


Tabel 4-3 Statistieken ontwateringsdiepte (in m) per gebied (alleen van pb die in beide periodes zijn bemeten)

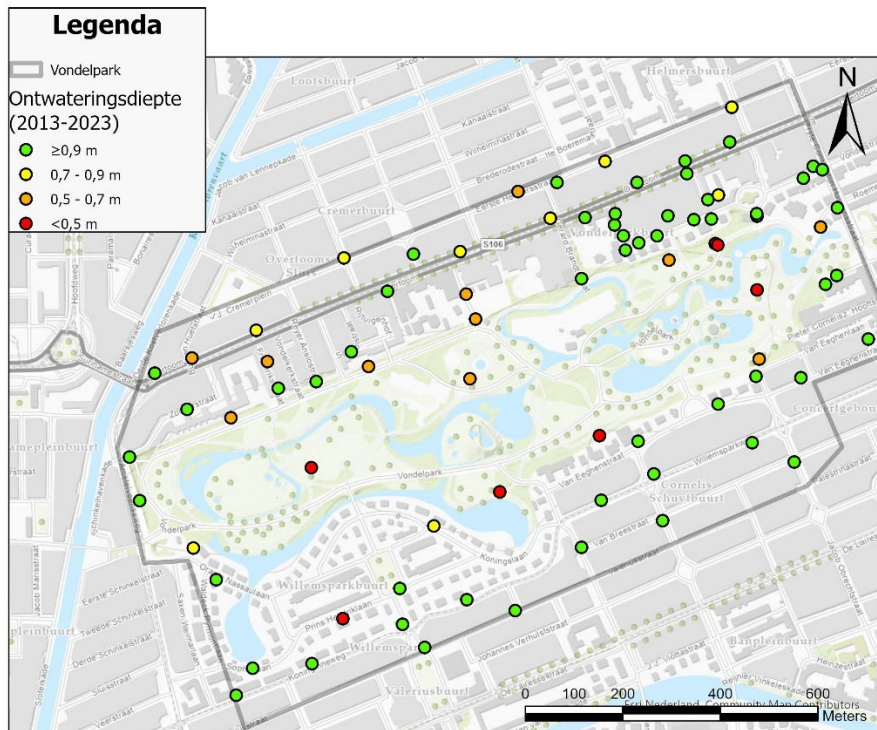
Periode	Ontwateringsdiepte (m)		
	minimum	gemiddelde	maximum
<i>Noord van Vondelpark</i>			
2013-2023	0,53	1,24	2,20
2003-2012	0,48	1,25	2,21
<i>Zuid van Vondelpark</i>			
2013-2023	0,45	1,35	2,27
2003-2012	0,37	1,38	2,22
<i>Vondelpark midden</i>			
2013-2023	0,00	0,42	0,87
2003-2012	0,00	0,39	0,83
<i>Vondelpark rand</i>			
2013-2023	1,29	1,57	2,03
2003-2012	1,34	1,58	1,93

Het verschil in ontwateringsdiepte tussen beide periodes is het tegenovergestelde van het verschil in de GHG (Figuur 4-3). Als de GHG in 2013-2023 0,05m hoger is dan in 2003-2012, dan is de ontwateringsdiepte 0,05m kleiner geworden. Over het algemeen is het verschil tussen beide periodes klein (< 10 cm), komen zowel verhogingen als verlagingen voor en is er geen gebied waar sprake is van een systematische toe- of afname. Lokaal is het verschil in het bebouwde gebied meer dan 10 cm. Deze locaties worden besproken in paragraaf 4.6.

Figuur 4-6 Ontwateringsdiepte 2003-2012



Figuur 4-7 Ontwateringsdiepte 2013-2023



#### 4.5 Aandachtsgebied Van Eeghenstraat

Voor de peilbuis ter hoogte van de Van Eeghenstraat 94-98 (E05208) zijn alle relevante data in Tabel 4-4 verzameld.

De gemiddelde grondwaterstandfluctuatie in de periode 2013-heden is 0,57m. Er zijn ook metingen die hoger zijn dan de GHG en lager dan de GLG. Deze zijn in onderstaande tabel gemiddeld en geven de maximale grondwaterstandsfluctuatie weer. In dit geval is deze vrij hoog voor Amsterdam: 0,9m voor de periode 2013-heden. Zoals eerder aangegeven komt dat omdat de peilbuis nabij het Vondelpark ligt, waar de grondwaterstand in de zomer ver naar beneden kan zakken en dus ook grondwaterstanden in de omgeving "meetrekt".

Het verschil tussen beide meetperiodes is gering. De GHG en GLG zijn licht gestegen. Dat betekent niet meteen een systematische verandering in het hydrologisch systeem. In de periode 2013 tot 1-9-2023 is bijvoorbeeld al 6% meer neerslag gevallen dan in de periode 2003 t/m 31-12-2012.

De moties (ref. 5, 6, 7) waren er o.a. op gericht na te gaan wat de invloed van kelders is. In deze buurt zijn veel kelders gebouwd. De kelders vormen nergens een aaneengesloten blok. De grondwaterstandsverandering van niet aaneengesloten kelders is klein. De conclusies zijn opgenomen in hoofdstuk 5. Een mogelijk effect van de kelders op de grondwaterstand is niet te onderscheiden van andere effecten die invloed hebben op de grondwaterstand zoals meer neerslag.

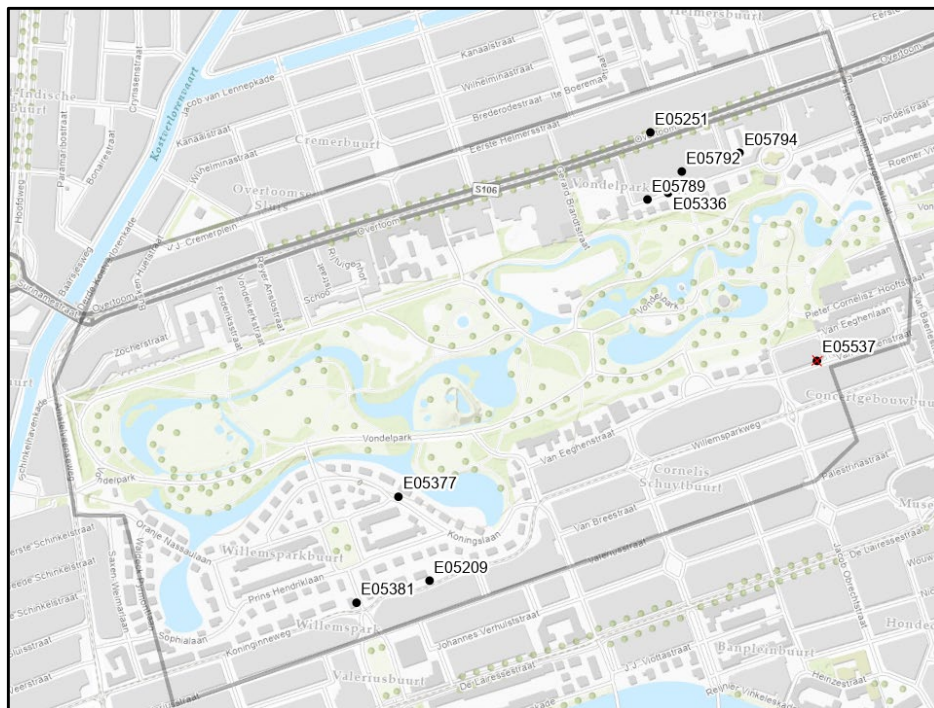
Tabel 4-4 GXG en range grondwaterstandmetingen peilbuis (E05208) Van Eeghenstraat 94-98

rij nr	Omschrijving	Periode		Verschil '13-'23 en '03-'12 (- is daling, + is stijging)
		2003-2012	2013-2023	
1	GLG (m+NAP)	-1,90	-1,83	+0,07
2	GHG (m+NAP)	-1,35	-1,26	+0,09
3	gemiddelde range (GHG-GLG) (m)	0,55	0,57	+0,02
4	gemiddelde metingen die < GLG zijn (m + NAP)	-2,01	-1,95	+0,06
5	gemiddelde metingen die > GHG zijn (m+NAP)	-1,24	-1,05	+0,19
6	maximale range (rij 5 minus rij 4) (m)	0,77	0,90	+0,13

#### 4.6 Peilbuizen waarbij de GHG en/of de GLG meer dan 10 cm is veranderd in 2013-2023

In een stedelijk gebied zijn veel factoren die invloed hebben op de grondwaterstand (zie paragraaf 3.3). In de meeste gevallen verschilt de GHG en de GLG in de periode 2013-2023 minder dan 10 cm (+ of -) van de GHG en GLG in de 10 jaar ervoor zonder dat er achteraf duidelijke oorzaken zijn aan te wijzen. Als het verschil groter is dan 10 cm, kan vaak wel een waarschijnlijk verklaring worden gevonden. In Tabel 4-5 zijn een paar voorbeelden opgenomen.

Figuur 4-8 Locatie peilbuizen besproken in Tabel 4-5



Tabel 4-5 GXG verschillen (periode 2013-2023 minus periode 2003-2012) > 10 cm

Peilbuisnr.	Verschil periode 2013-2023 minus 2003-2012				
	GLG	GHG	GHG-GLG	ontwateringsdiepte	Vermoedelijke oorzaak
E05251A	-0,14	0,03	0,17	-0,03	Vanaf ca. 1992 tot 2002 is duidelijk sprake van een neerwaartse trend. In 2002 is het gemengd riool vervangen. De grondwaterstand herstelt zich. Van nov 2008 tot mei 2012 is gemeten met een logger (minimaal 1 meting per dag). Met deze metingen is de GXG voor periode 2003-2012 berekend. Door de hoge frequentie worden de hoogste en laagste grondwaterstanden daadwerkelijk gemeten. In de periode 2013-2023 is alleen handmatig gemeten. De hoogste en laagste grondwaterstanden worden vaak gemist: de GLG en vooral de GHG zijn lager. Dit is geen systeemafwijking.
E05336A	-0,17	-0,02	0,15	0,02	Vergelijkbaar met E05251: in de periode nov 2008-nov 2012 werd hoogfrequent gemeten.
E05789A	-0,18	0,04	0,22	-0,04	Vergelijkbaar met E05251: in de periode nov 2008-mei 2014 werd hoogfrequent gemeten.
E05792A	-0,06	0,07	0,13	-0,07	Gehele periode loggermetingen. Peilbuis staat op particulier terrein waar in 2014 het particuliere polderriool weer toegankelijk is gemaakt (het was deels ingestort) en gerelined. Vanaf 2014 is de GLG wat lager en de GHG wat hoger.
E05794A	-0,20	-0,14	0,06	0,14	Idem E05792A alleen is de grondwaterstand na 2014 duidelijk lager.
E05209A	0,18	0,07	-0,11	-0,07	In 2022-2023 is een nieuw gemengd riool aangelegd in de Koninginneweg. Enerzijds is de grondwaterstand gestegen omdat er extra regenwater geïnfiltreerd is in de winter toen de weg open lag en anderzijds was het oude riool waarschijnlijk lek (en draineerde dus grondwater). Het nieuwe riool draineert niet meer dus is de grondwaterstand gestegen.
E05377A	0,07	0,13	0,05	-0,13	De peilbuis ligt op een hoek met een rioolstreng uit 1995 en een streng uit 2014. De rioolvervangning in 1995 heeft geen merkbaar effect gehad op de grondwaterstand. In 2014 stijgt de grondwaterstand wel bij vervangning van de andere streng. In dec. 2019 lijkt de grondwaterstand ineens te dalen, gelijk met een hermeting van de BKB (11 cm lager). Mogelijk is bij de rioolvervangning van 2014 de peilbuis 11 cm gezakt en niet opnieuw ingemeten. In dat geval zou de werkelijke grondwaterstand van 2014-2019 lager zijn dan gemeten.
E05381A	-0,07	0,04	0,12	-0,04	Idem als E05209.
E05537A	0,21	0,96	0,75	-0,96	Vanaf sept 2015 worden grote fluctuaties gemeten. Dit wijst op een verstopte peilbuis. Ook na herhaald reinigen lukt het niet de peilbuis weer gangbaar te krijgen. Inmiddels wordt er niet meer gemeten.
	Peilbuis ten noorden van het Vondelpark				
	Peilbuis ten zuiden van het Vondelpark				

\*

BKB = bovenkant van de peilbuis (in m+NAP), het referentiepunt voor de grondwaterstandmeting

## 5 Invloed van kelders (vraag 6)

### Een kelder kan de grondwaterstand beïnvloeden

In Figuur 5-1 zijn de kleine kelders weergegeven waarvan bij de gemeente Amsterdam bekend is dat er een vergunning voor de aanleg aangevraagd is sinds 2013. Het is niet bekend of ze ook daadwerkelijk zijn gebouwd (aannee is van wel). Ook is niet bekend welke panden vanaf de bouw al een kelder hebben, waar kleine kelders ouder dan 2013 en waar grote kelders zijn gebouwd. Zonder deze informatie is het lastig eventuele invloed van een kelder op de grondwaterstand te onderscheiden van veranderingen van de grondwaterstand door andere factoren.

Een kelder kan invloed hebben op de grondwaterstroming en de grondwaterstand (zie kader). Hoeveel de grondwaterstand door de aanleg van een kelder beïnvloed wordt en hoe groot het gebied is hangt onder andere af van de volgende factoren:

- Gaat het om één kelder of om meerdere kelders aaneengesloten naast elkaar;
- Hoe goed doorlatend is de ophoogzandlaag waar het grondwater doorheen stroomt.

Dicht bij de kelder is de invloed op de grondwaterstand het grootst, de invloed neemt af naar mate de afstand tot de kelder groter wordt.

#### Hoe beïnvloedt een kelder de grondwaterstand

Het grootste deel van Amsterdam is opgehoogd met zand voordat werd gebouwd. Onder het zand ligt veen en klei. Grondwater stroomt goed door zand maar niet goed door veen en klei. Als een kelder tot in de veenlaag is gebouwd, vormt deze een barrière voor de grondwater-stroming in de zandlaag. Daardoor stijgt de grondwaterstand aan de bovenstroomse kant van de kelder en daalt de grondwaterstand aan de benedenstroomse kant: in beide gevallen is het effect orde van grootte enkele centimeters bij een enkele kleine kelder. Als er echter veel kelders aaneengesloten naast elkaar worden gebouwd, is de invloed aanmerkelijk groter (ref. 4).

### Afwegingskader grondwaterneutrale kelders

Omdat er steeds meer kelders gebouwd worden zijn er regels gemaakt voor het grondwaterneutraal aanleggen van kelders, zie kader. Met grondwaterneutraal wordt bedoeld dat er maatregelen genomen moeten worden bij de bouw van kelders om een verhoging of verlaging van de grondwaterstand te voorkomen. Deze regels gelden voor kelders waar sinds 7 oktober 2021 een vergunning voor aangevraagd is. Van kelders waarvoor na deze datum vergunning aangevraagd is, zijn daarom geen effecten op de grondwaterstand te verwachten.

#### Afwegingskader Grondwaterneutrale kelders Amsterdam (ref 3)

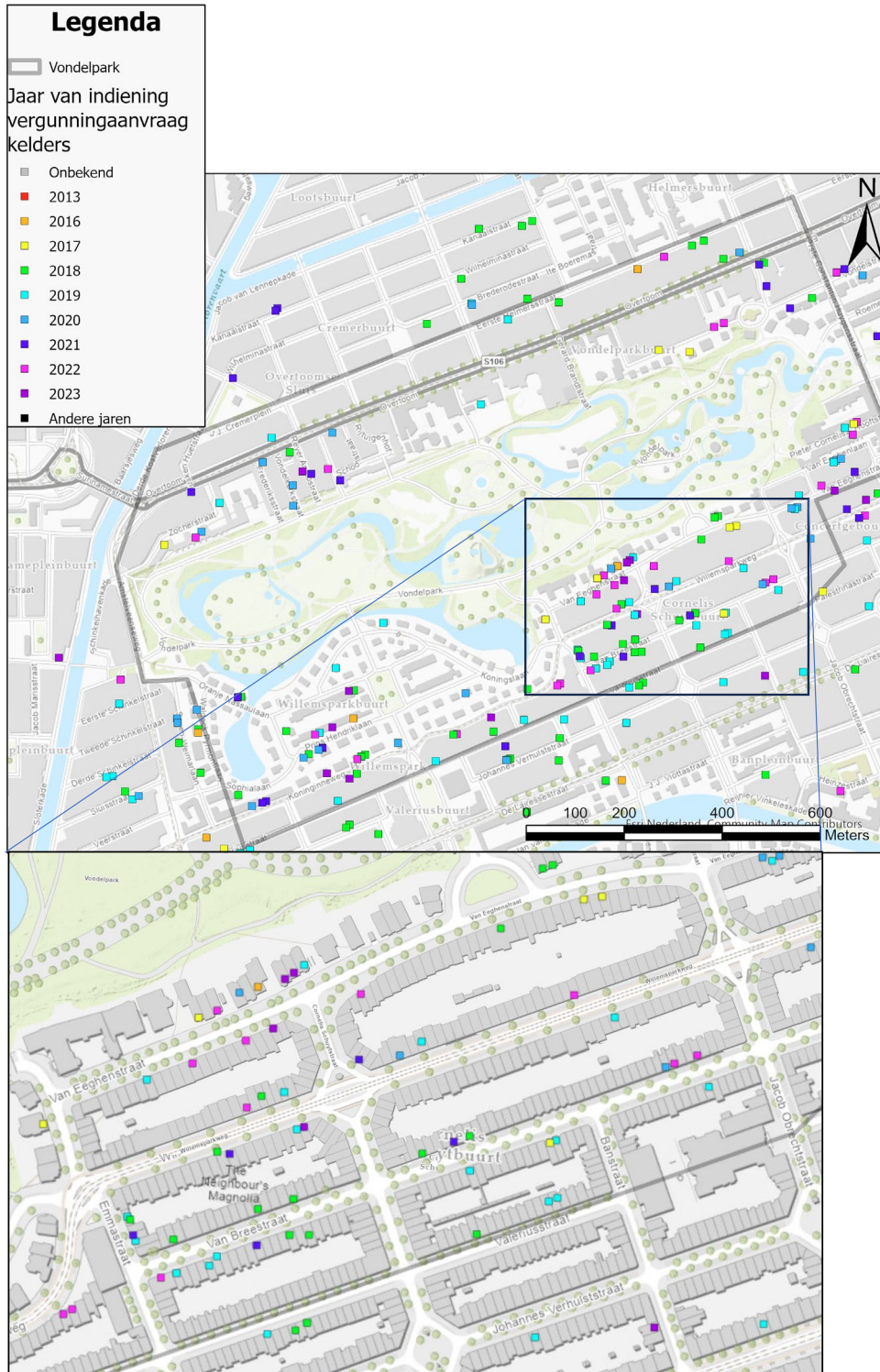
Sinds 07-10-2021 zijn het paraplu-bestemmingsplan "Grondwaterneutrale Kelders" en de beleidsregel "Grondwaterneutrale Kelders" van kracht. Vanaf 1 januari 2024 is het parapluplan (en daarmee ook de beleidsregel "Grondwaterneutrale Kelders") onderdeel van het Omgevingsplan Amsterdam. In de gemeente Amsterdam wordt voor het bouwen en gebruiken van een ondergronds bouwwerk dat in strijd is met het bestemmingsplan, een afwijking verleend onder voorwaarde dat het ondergronds bouwwerk grondwaterneutraal wordt gebouwd, zodat er geen belemmering van het grondwater optreedt, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen de volgende twee categorieën:

1. voor ondergrondse bouwwerken tot 300 m<sup>2</sup> geldt dat moet worden voldaan aan het 'Afwegingskader grondwaterneutrale Kelders'.
2. voor ondergrondse bouwwerken van minimaal 300 m<sup>2</sup> geldt dat een geohydrologisch rapport vereist is, waaruit blijkt dat het ondergronds bouwwerk grondwaterneutraal wordt aangelegd.

Als definitie voor grondwaterneutraal wordt gehanteerd: Het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast. In het afwegingskader zijn maatregelen per buurt gedefinieerd waar kelders die onder het Afwegingskader vallen aan moeten voldoen.



Figuur 5-1 Bij de gemeente Amsterdam bekende vergunningaanvragen vanaf 2013 voor de aanleg van een kleine kelder (NB vanaf 7 oktober 2021 zijn de kelders in principe grondwaterneutraal gebouwd). Het betreft aanvragen, het is niet zeker of de kelders ook zijn gebouwd.



### **Aaneengesloten kelders hebben meetbare invloed op de grondwaterstand**

Het afwegingskader is opgesteld met als basis de modelmatige onderbouwing zoals beschreven in (ref 4). Hierin zijn de effecten gemodelleerd van 100% en 50% aaneengesloten kelders voor verschillende buurten. Eén van de buurten waarvoor berekeningen zijn gedaan is het Museumkwartier West, waar de Van Eeghenstraat in ligt. In Figuur 5-2 zijn de berekende effecten weergegeven bij 50% onderkeldering. Deze situatie is een theoretische situatie waarbij 50% onderkelderd is en er geen maatregelen getroffen zijn om kelders grondwaterneutraal aan te leggen. Voor de extreme situatie van Figuur 5-2 is berekend dat de grondwaterstand 5 tot 7,5cm kan stijgen ter plaatse van de Lairessestraat en ter plaatse van de Van Eeghenstraat 5 tot 7,5cm kan dalen. De werkelijke “kelderdichtheid” is veel kleiner (zie detail Figuur 5-2). Voor een deel van de kelders is een vergunning aangevraagd na 7 oktober 2021. Er mag van worden uitgegaan dat deze kelders grondwaterneutraal zijn aangelegd. Het totale effect zal daarom kleiner zijn dan de berekende 5-7,5cm. Eventueel effect van de kelders is niet te onderscheiden van andere, onbekende, factoren die de grondwaterstand beïnvloeden.

In de praktijk is ook gebleken dat het effect van een kleine kelder op de grondwaterstand niet is te meten (valt weg in de meetfout). Het effect van een grote kelder is veelal wel te meten, zeker als er meerdere bij elkaar staan.

Met het toepassen van het afwegingskader wordt voorkomen dat de beschreven effecten optreden. Reeds bestaande onder- of overlast blijft bestaan, maar wordt niet erger.

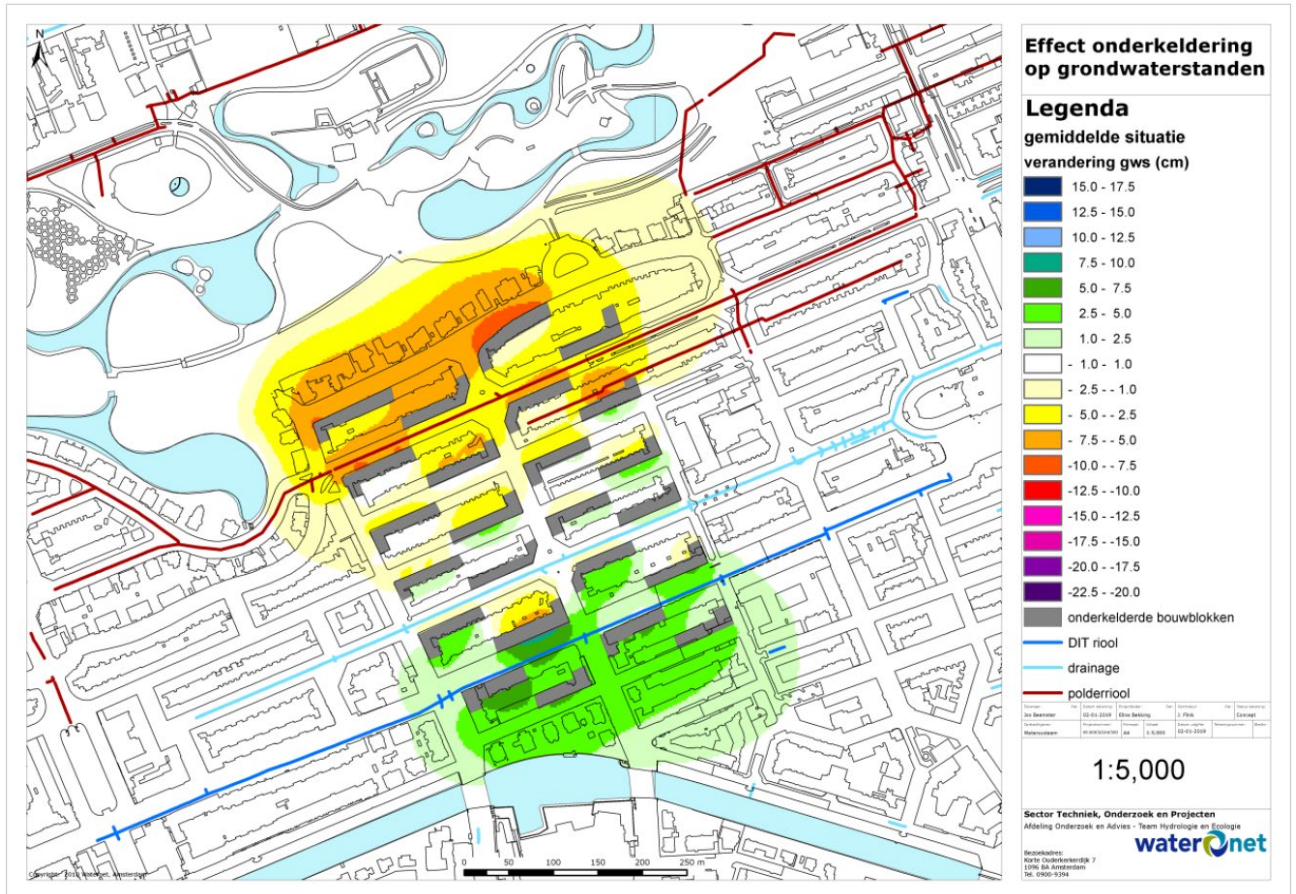
### **Geen meetpunten aanwezig om eventueel effect van kelders in onderzoeksgebied te kwantificeren**

Vergunningen, Toezicht en Handhaving (VTH) toetst of grondwaterneutrale aanleg van kleine kelders (tot 300m<sup>2</sup> en/of < 4 meter diep) conform de voorschriften is. De effectiviteit van de maatregelen is in de praktijk lastig te meten. Om het effect op de grondwaterstand te kunnen meten en dit ook statistisch voldoende aan te kunnen tonen is het nodig om meerdere peilbuizen zo dicht mogelijk bij de kelder te hebben. Daar is het effect het grootst. Daarnaast is het nodig dat er voldoende jaren gemeten is vóór en na de bouw van de kelder. Het minimum is drie jaar, om andere toevallige invloeden uit te sluiten, maar langer is beter. De cumulatieve effecten van meerdere (aaneengesloten) kleine kelders of het effect van een grote kelder zullen soms wel aantoonbaar zijn, mits er dichtbij genoeg en voldoende lang voor en na de aanleg van de kelder gemeten is. Er is daarom alleen naar peilbuizen gekeken die maximaal 30m van een kelder afstaan.

In de Van Eeghenstraat zijn diverse aanvragen voor kelders gedaan. Langs de noordzijde grenzen de panden niet aan elkaar, als hier kelders worden aangelegd zullen deze ook geen aaneengesloten barrière vormen. Aan de zuidzijde grenzen de panden weliswaar aan elkaar maar de panden met kelders niet. In beide gevallen is ruimte aanwezig voor het grondwater om tussen de panden door te stromen.

Er is een selectie van peilbuizen gemaakt die op een afstand van maximaal 30 m staan van een kelder waarvoor in 2013-2023 een vergunning is aangevraagd. Uit de selectie zijn geen peilbuizen gekomen met voldoende metingen om een eventueel effect van een kelder aan te tonen. De enige mogelijkheid die nog resteert om iets te zeggen over de invloed van kelders is een berekening uit te voeren met een gedetailleerd grondwatermodel. Daarvoor is het nodig een gedetailleerd inzicht te hebben in welke panden onderkelderd zijn, ook de panden die voor 2013 van een kelder zijn voorzien. Dat valt buiten de scope van dit onderzoek. De uitkomst zal in ieder geval niet zijn dat de grondwaterstand bijvoorbeeld > 20 cm is gestegen op 20 meter afstand van een kelder. Dat zou uit de voorliggende studie al zijn gebleken.

Figuur 5-2 Grondwatereffect in cm – 50% kelders (grijs) – gemiddelde situatie. Bron: (ref 4)





## 6 Grondwaterstand en houten funderingen (vraag 7)

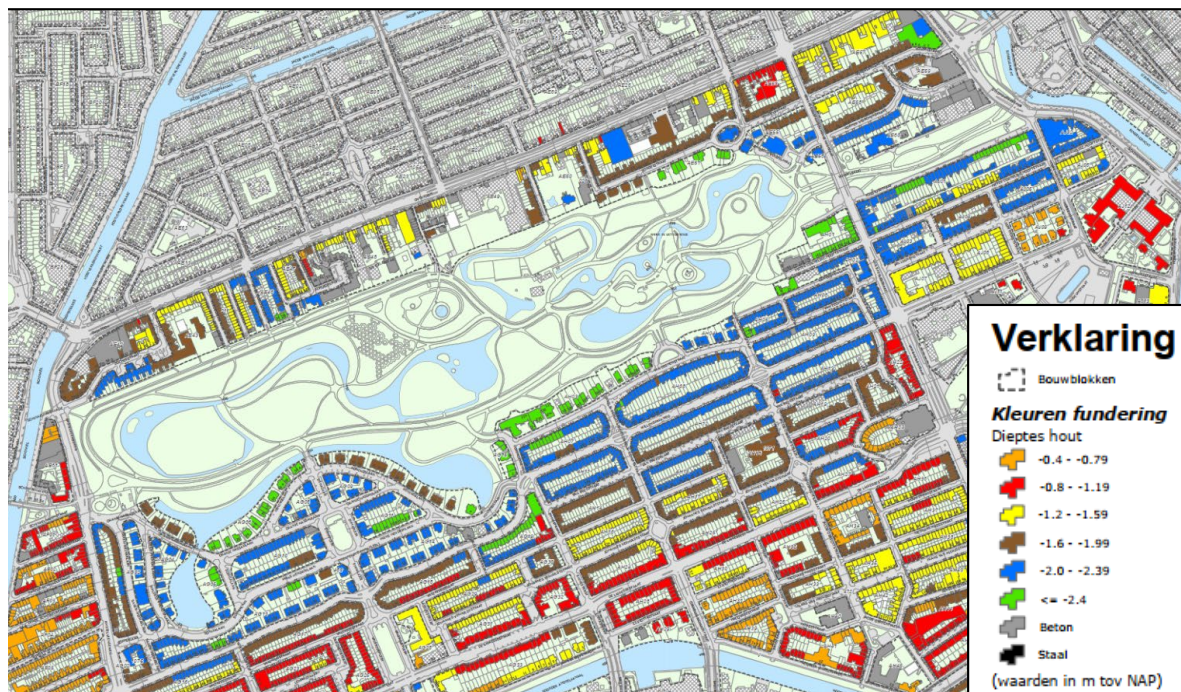
### 6.1 Theoretische houthoogte

Figuur 6-1 geeft de theoretische hoogte van de bovenkant van de houten fundering (kortweg houthoogte) weer. De gegevens zijn afgeleid van een publiek toegankelijk bestand ([Data en informatie \(amsterdam.nl\), ref.9](https://data.amsterdam.nl)), welke tot stand is gekomen na archiefonderzoek uit de periode 2007-2013 in opdracht van Waternet door de gemeente Amsterdam. Daarna is de database niet meer bijgewerkt. Funderingsherstel en kelderbouw in de afgelopen 10 jaar zijn dus niet verwerkt in de database.

Bijlage 1, Figuur A- 4 bevat de mate van betrouwbaarheid van deze gegevens. De houthoogtes zijn afgeleid uit oude bouwtekeningen en schattingen. Het verschil tussen werkelijke houthoogte (uit metingen) en de archiefwaarde kan enkele decimeters zijn, zowel hoger als lager. Daarom wordt in dit rapport over de theoretische houthoogte gesproken.

Rondom het Vondelpark is het overgrote deel van de huizen gefundeerd op houten palen en maar een klein deel op betonnen palen. Ook is er sinds de inventarisatie van de funderingen tussen 2007 en 2013 weinig nieuw gebouwd. Van nieuwbouw mag uitgegaan worden dat betonnen palen zijn gebruikt. Wel is op diverse plaatsen funderingsherstel geweest, al dan niet in combinatie met de bouw van een kelder. Deze panden steunen nu op betonnen palen. Vlak langs het Vondelpark zijn houten funderingen aanwezig met een theoretische bovenkant variërend van NAP-1,2m tot NAP-2,45m. De betrouwbaarheid is over het algemeen klasse D (= onzeker).

*Figuur 6-1 Theoretische hoogte funderingshout in m tov NAP*



### 6.2 Wat is grondwateronderlast

Grondwateronderlast is het ervaren van ernstige hinder als gevolg van te lage grondwaterstanden. Dit ontstaat als de grondwaterstand zich permanent of periodiek onder de houthoogte bevindt. Houten palen gaan rotten (afbraak door schimmels) als er zuurstof

bij komt omdat ze droog staan. Zodra de paal weer onder water komt te staan, stopt het rottingsproces. Hoe snel de afbraak gaat, is afhankelijk van de houtsoort, kwaliteit en dikte van de palen, potentiële extra belasting door verbouwingen en hoe vaak en lang de grondwaterstand lager is dan de houthoogte. Het gaat er daarom niet alleen om hoe dat momenteel is, maar ook hoe vaak en hoelang dat in het verleden gebeurd is. Ook speelt de belasting en verandering van belasting van de fundering een rol. Door bijvoorbeeld verbouwingen kan die veranderen en kan de belasting toenemen. De belasting kan ook veranderen door extra negatieve kleeft (zie Bijlage 2) door bemalingen of bodemdaling.

De panden rondom het Vondelpark zijn veelal honderd jaar of ouder. De funderingen van de panden staan al die tijd bloot aan de fluctuaties van de grondwaterstand. Waternet kan niet bepalen hoe lang een paalkop droog is geweest in de afgelopen honderd jaar (er zijn geen metingen en de houthoogte is niet betrouwbaar). Ook is niet bekend bij hoeveel droogstand een paal het begeeft, omdat dat van veel factoren afhankelijk is.

Samenvattend zijn er geen eenduidige criteria waarmee bepaald kan worden hoeveel paalrot is opgetreden en wanneer een paal zijn draagkracht verliest. Er is ook geen richtlijn hoe lang een houten fundering mee moet gaan.

### 6.3 Taken eigenaar en Waternet

De gemeente heeft de wettelijke grondwaterzorgplicht gemandateerd aan Waternet (zie paragraaf 3.2). De gemeentelijke taak beperkt zich tot het openbaar gebied. Daar kunnen maatregelen worden genomen, daar wordt ook gemeten. De gemeente heeft een inspanningsverplichting, geen resultaatverplichting. Als er maatregelen worden genomen, is dat geen garantie dat die maatregelen ook effect hebben op het gehele particuliere perceel vanwege de afstand tot de maatregel.

De eigenaar van een pand is verantwoordelijk voor de grondwaterstand op zijn/haar perceel. De gemeente kan een eigenaar wel adviseren over wat hij zelf kan doen. Via de website van Waternet ([Peilbuizen Waternet](#)) zijn grondwaterstanden op te vragen en informatie over funderingen is op te vragen bij het funderingsloket van de gemeente ([Het funderingsloket - Gemeente Amsterdam](#)). Daarnaast is de eigenaar verantwoordelijk voor de staat en het herstel van de fundering, net zoals dat voor bijvoorbeeld een dak geldt.

### 6.4 Grondwateronderlast en waterdekking

#### Waterdekking liefst 40 cm

Daar waar mogelijk streeft Waternet ernaar dat grondwaterstand in openbaar gebied naast een woning 40 cm hoger is dan de theoretische houthoogte (ofwel “de waterdekking is 40cm”), ook in de zomer bij lage grondwaterstanden. In die 40cm zijn allerlei onzekerheden meegenomen. Het gaat om onzekerheden in:

- Betrouwbaarheid van de houthoogte. De theoretische houthoogte kan enkele decimeters afwijken van de werkelijke houthoogte, daarom hanteert Waternet een grotere waterdekking dan de 20cm die in veel andere steden gebruikelijk is.
- De grondwaterstand:
  - In de meeste peilbuizen wordt de grondwaterstand 6x per jaar gemeten, dit geeft een beperkt beeld van de grondwaterstand gedurende de overige 359 dagen in het jaar. Dat geldt vooral voor natte periodes. Droge periodes duren meestal wat langer

waardoor de kans groter is dat er een meting in de droge periode gedaan is en de berekende GLG minder afwijkt van de werkelijke GLG.

- Een peilbuis staat vaak op enige afstand van de gevel en de grondwaterstand bij de gevel/onder het huis kan hoger of lager zijn dan ter plekke van de peilbuis.

### **Grondwateronderlast op basis van theoretische waterdekking bij GLG-situatie**

Om in te kunnen schatten of er kans op grondwateronderlast bestaat, is de volgende analyse uitgevoerd:

- Voor iedere peilbuis is bepaald wat de hoogste houthoogte is in een straal van 30m rondom de peilbuis;
- Verschil tussen peilbuizen met en zonder datalogger:
  - Voor alle peilbuizen is bepaald wat de waterdekking is bij een grondwaterstand gelijk aan de GLG (GLG minus houthoogte), zie Figuur 6-2.
  - Voor peilbuizen waar voldoende lang in gemeten is met een datalogger is ook het percentage dagen berekend waarbij de grondwaterstand lager dan de houthoogte is, zie Figuur 6-3.

Op basis van de nu bekende gegevens (houthoogtes en voornamelijk met de hand gemeten grondwaterstanden) is er op veel plaatsen grote kans op grondwateronderlast rondom het Vondelpark (rode bolletjes Figuur 6-2). Aan de zuidkant dicht bij het Vondelpark staat de grondwaterstand in de zomer onder de bovenkant van de houten fundering ("negatieve waterdekking"), verder van het Vondelpark af wordt de waterdekking groter. Aan de noordkant overheerst de negatieve waterdekking en is geen duidelijke toename van de waterdekking zichtbaar op grotere afstand van het Vondelpark.

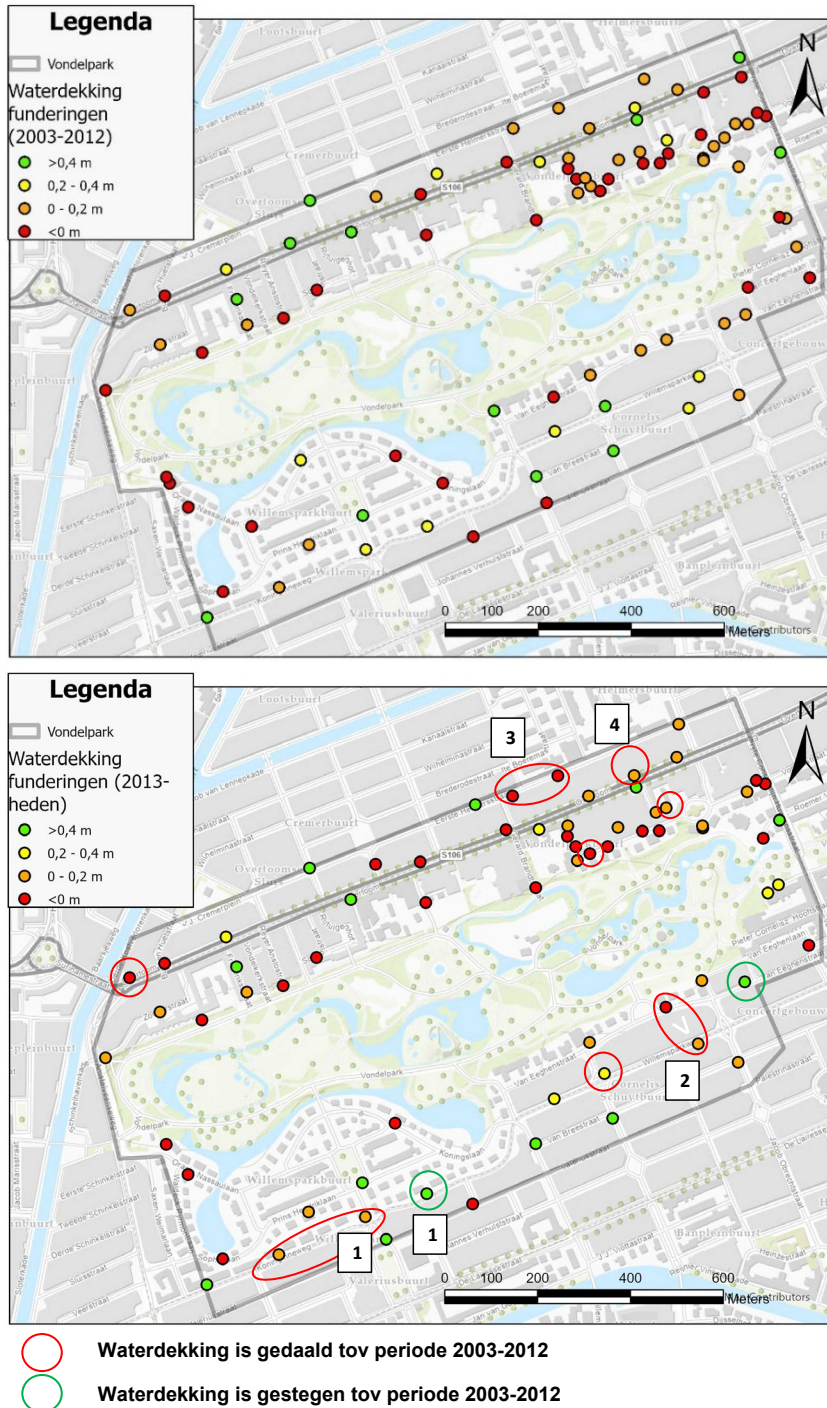
Verder is te zien op Figuur 6-2 dat in een aantal peilbuizen, zowel ten noorden als ten zuiden van het Vondelpark, de waterdekking in de periode 2013-2023 minder is dan in 2003-2012. Op twee plaatsen is de waterdekking toegenomen. In onderstaand kader worden een aantal van deze punten besproken. Niet in alle gevallen is een afname van de waterdekking ook daadwerkelijk een permanente afname.

#### **Oorzaken verandering waterdekking gemarkeerde locaties Figuur 6-2**

1. In 2022-2023 is een lekke riolering vervangen in de Koninginneweg. Hierdoor is de grondwaterstand gestegen en in peilbuis E05209 is de waterdekking dan ook toegenomen. Hetzelfde geldt voor de twee peilbuizen ten westen van E05209. Echter door de rekenregels die Waternet hanteert om de GXG te berekenen (zie Bijlage 2) zijn de grondwaterstanden na aanleg van de nieuwe riolering in deze buizen niet meegenomen. Het lijkt dus of de grondwaterstand verder is gedaald, terwijl dat niet zo is.
2. Dit betreft de peilbuizen E05360 en E05362. De grondwaterstand daalt langzaam. Het is dus logisch dat de GLG in 2003-2012 hoger was dan de GLG in 2013-heden. Hier ligt een oud polderriool en deels ook een oude gemengde riolering. Het polderriool hoort grondwater af te voeren maar kan ook stuk gaan en meer afvoeren dan de bedoeling is. Het gemengde riool is waarschijnlijk ook lek en draineert.
3. Nabij peilbuizen E05229 en E05544 is geen riolering vervangen maar aan de grondwaterstanden te zien zijn er wel bemalingen geweest in de periode 2013-heden, waardoor de GLG lager lijkt.
4. In peilbuis E05160 is de GLG 0,06m gedaald en verspringt daardoor net een klasse (van 20-40cm waterdekking naar 0-20 cm). Visueel is geen daling te zien. Dit heeft te maken met de rekenregels waarmee de GLG wordt berekend.



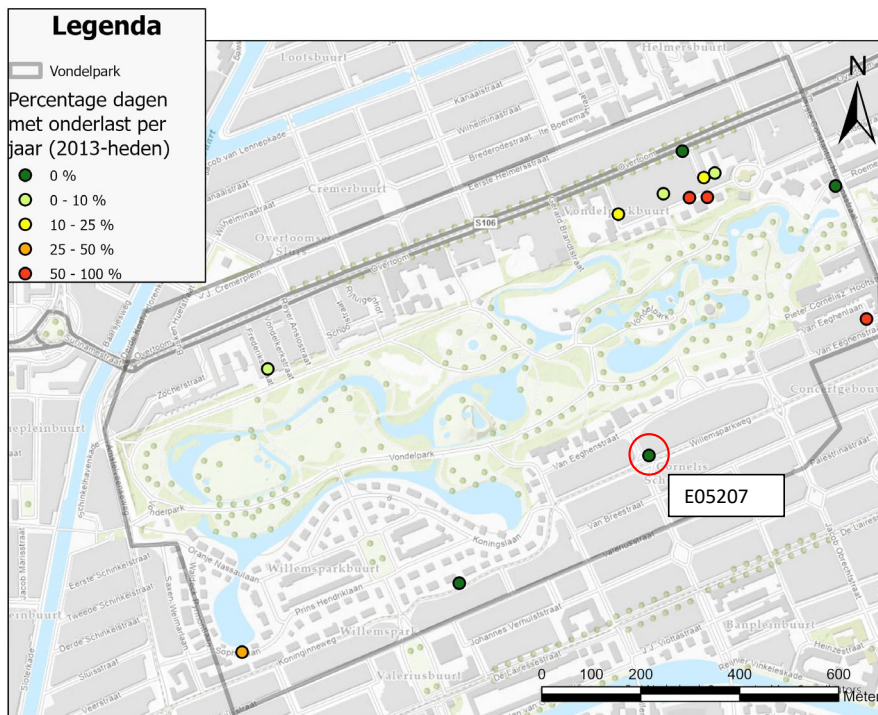
Figuur 6-2 Waterdekking boven de hoothoogte [m] bij een grondwaterstand gelijk aan de GLG voor de periode 2003-2012 en 2013-heden. Kleiner dan 0m (<0 m) betekent dat de GLG lager is dan de hoothoogte en de bovenkant van de fundering dus mogelijk periodiek droog staat



### Onderlast op basis van percentage dagen dat grondwaterstand lager is dan houthoogte

Voor de locaties met dataloggers is berekend hoeveel de grondwaterstand onder de bovenkant van de houten fundering heeft gestaan gedurende de meetperiode. Hoe langer (groter percentage van de tijd) een houten paal droog staat, hoe slechter dat voor de paal is. Naast droogstand zijn er nog andere factoren die beïnvloeden wat de snelheid is waarmee een paal rot (zie paragraaf 6.2). Daarmee kan alleen gezegd worden dat bij een pand waarbij droogstand gedurende de helft van de tijd optreedt, de onderlast groter is dan bij een pand waar dat maar gedurende 10% van de tijd het geval is. Bij een pand waarbij 50% van de tijd droogstand optreedt, gebeurt dit vrijwel zeker iedere zomer opnieuw, terwijl bij een pand met maar 10% van de tijd droogstand, dit niet ieder jaar, maar bijvoorbeeld alleen in de droogste jaren, waarbij de grondwaterstand erg ver uitzakt, op hoeft te treden. Op drie plaatsen staat de bovenkant van de houten fundering meer dan de helft van de tijd droog. Hier is de kans op grondwateronderlast hoog.

Figuur 6-3 Percentage dagen dat de grondwaterstand lager is dan de houthoogte



### Beter beeld met grondwatermodel en werkelijke houthoogtes

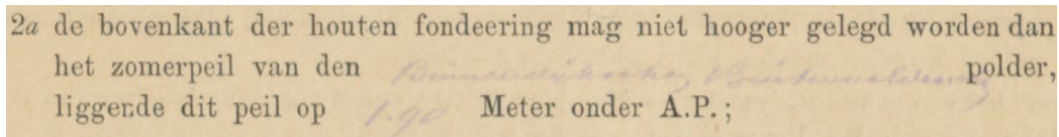
De nu uitgevoerde grondwateranalyse is gebaseerd op puntmetingen. Om een vlakdekkend beeld te krijgen is een goed gekalibreerd en gedetailleerd grondwatermodel nodig. De grootste onzekerheidsfactor is de houthoogte.

### 6.5 Mogelijke grondwateronderlast Van Eeghenstraat 94-98

De theoretische houthoogte van het pand Van Eeghenstraat 94-98 is NAP-2,45m. Voor het buurpand, nummer 100-104, dat in dezelfde periode is gebouwd, is in het bouwdoossier opgenomen dat de bovenkant van de houten fundering niet hoger mag zijn dan NAP-1,90m (instructie bouwinspecteur; zie Figuur 6-4). De theoretische houthoogte is hier net als bij de Van Eeghenstraat 94-98 NAP -2,45m. Niet hoger dan NAP-1,90m was een vereiste, maar het is niet bekend op welke hoogte de fundering daadwerkelijk is gerealiseerd. Het is wel

aannemelijk, dat de hoogte van NAP -1,90m aangehouden is, want dieper aanleggen betekende hogere kosten. Het is ook niet bekend of eenzelfde eis is opgelegd aan de Van Eeghenstraat 94-98 en wat er uiteindelijk is gerealiseerd. Het verschil tussen de theoretische houthoogte en de verwachte houthoogte bij de Van Eeghenstraat 100-104 illustreert de afwijkingen die op kunnen treden tussen de theorie en werkelijkheid wat betreft houthoogtes.

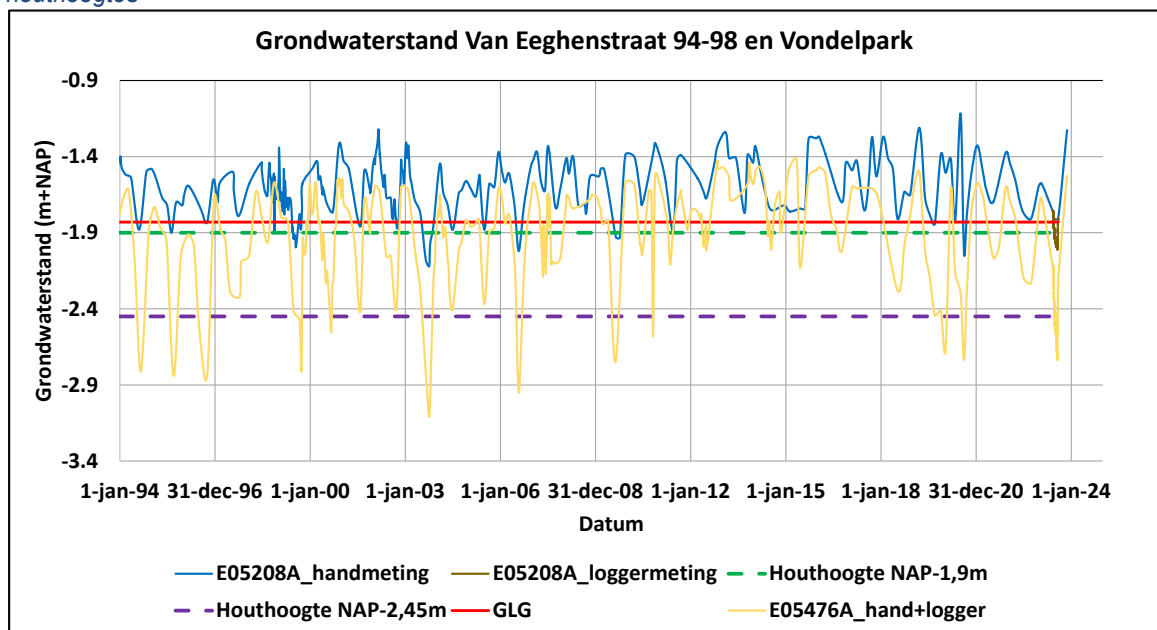
*Figuur 6-4 Detail instructie bouwinspecteur na afgifte van de vergunning voor bouw van het pand Van Eeghenstraat 100-104 in 1902*



In Figuur 6-5 zijn gemeten grondwaterstanden in peilbuizen E05208A, die aan de straatzijde van de Van Eeghenstraat 94-98 staat, en E05476A, die in het Vondelpark staat ca. 50 m van de achtergevel van nr 94-98 vandaan. Tevens zijn de GLG voor de periode 2013-heden en twee mogelijke houthoogtes opgenomen in de figuur.

Als de werkelijke houthoogte NAP-2,45m is, dan is de kans op grondwateronderlast aan de straatzijde klein. Tot nu toe is geen grondwaterstand onder NAP-2,45m gemeten in peilbuis E05208. Als de houthoogte NAP-1,90m is, dan is er wel een kans op grondwateronderlast omdat de grondwaterstand in de zomer regelmatig onder NAP-1,90m komt. Onder invloed van het Vondelpark zal de zomer-grondwaterstand aan de achterkant van het pand waarschijnlijk lager zijn dan aan de voorkant. Omdat het voornamelijk handmetingen zijn die 6x per jaar worden gedaan is de kans groot dat de werkelijke zomer-grondwaterstand lager is dan gemeten. Het verschil tussen de theoretische houthoogte en verwachte houthoogte maakt dat in het ene geval er **wel** kans op onderlast bestaat en in het andere **niet**.

*Figuur 6-5 Grafiek van de gemeten grondwaterstand in peilbuis E05208 aan de straatzijde van de Van Eeghenstraat 94-98 en peilbuis E05476A ca. 50 m achter het pand, met daarbij de GLG en verschillende houthoogtes*



## 7 Vergelijking met gebieden rond Sarphatipark en Oosterpark (deel vraag 8)

### 7.1 GHG en GLG

Rond het Sarphatipark lijken de GLG en GHG in de periode 2013-2023 systematisch iets lager dan in de periode 2003-2012 (zie Tabel 7-1). De oorzaak is niet bekend, maar mogelijk komt het door de aanwezigheid van lekke riolering. De riolering dateert over het algemeen uit de jaren 90 van de vorige eeuw en wordt niet als erg oud beschouwd. Volgens de camera-inspecties zijn er slechts een beperkt aantal strengen die waarschijnlijk draineren. Maar bij camera-inspecties wordt geringe drainage soms niet geregistreerd. Er zijn in de omgeving weinig kelders gebouwd. Nergens vormen deze een gesloten front, dus de kelders kunnen niet de oorzaak zijn. Wel zijn veel panden bij de bouw voorzien van een souterrain, maar deze sluiten de ophooglaag niet geheel af.

Rond het Oosterpark lijkt hetzelfde te gelden voor de gemiddelde GLG. De gemiddelde GHG is ongeveer gelijk. De riolering stamt meest uit de jaren '70 tot '90.

In Bijlage 5 zijn additioneel kaarten opgenomen over bandbreedte en overlast rond het Sarphatipark en het Oosterpark.

*Tabel 7-1 Statistieken GLG en GHG (in m + NAP) per gebied (alleen van peilbuizen die in beide periodes zijn bemeten)*

Periode	GLG			GHG		
	min	gem	max	min	gem	max
<b>Bebouwd gebied rond Oosterpark</b>						
2003-2012	-1,92	-1,00	-0,54	-1,56	-0,61	-0,22
2013-2023	-1,76	-1,07	-0,48	-1,45	-0,61	-0,17
verschil	0,16	-0,07	0,06	0,11	0,01	0,05
<b>Oosterpark</b>						
2003-2012	-2,30	-1,58	-0,83	-2,01	-1,21	-0,51
2013-2023	-2,46	-1,98	-1,45	-1,99	-1,46	-0,70
verschil	-0,16	-0,40	-0,62	0,02	-0,25	-0,19
<b>Bebouwd gebied rond Sarphatipark *</b>						
2003-2012	-1,39	-0,93	-0,38	-0,92	-0,51	-0,02
2013-2023	-1,48	-0,98	-0,49	-0,89	-0,55	-0,09
verschil	-0,09	-0,06	-0,11	0,03	-0,04	-0,07

\* Er staan geen peilbuizen in het Sarphatipark die in beide periodes zijn bemeten

### 7.2 Grondwaterstroming en grondwateronderlast

Net als bij het Vondelpark geldt voor het Sarphatipark en het Oosterpark dat deze lager liggen dan de omgeving en dat het oppervlaktewater op een (aanmerkelijk) lager peil wordt gehouden dan de grachten. Ook hier stroomt het grondwater rondom de parken naar het park toe (stroming van hoog naar laag). Hierdoor is het risico op onderlast het grootste direct rond de parken. Er zijn hier wel minder polderriolen dan rond het Vondelpark (zie Bijlage 1).



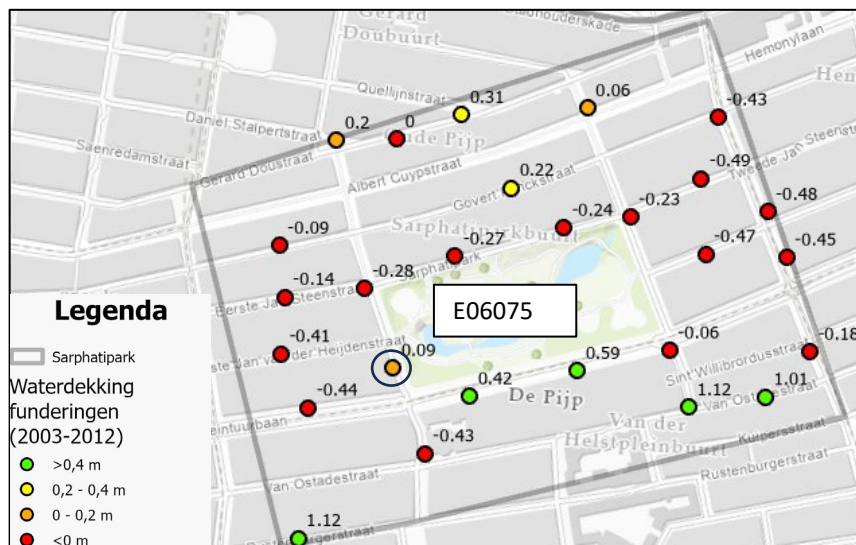
### Sarphatipark

De meeste woningen rond het Sarphatipark zijn gefundeerd op houten palen. De theoretische houthoogte is voornamelijk NAP-0,6 tot -0,8m aan de oost-, noord- en noordwest zijde. Aan de zuid- en zuidwestzijde is dat NAP-1,4m tot -1,9m. Rondom het Sarphatipark is de kans op onderlast vooral aanwezig aan de west-, noord- en oostzijde en in mindere mate aan de zuidzijde (zie Figuur 7-1 en Figuur 7-2 ) omdat de houten funderingen daar dieper zitten.

De waterdekking in de periode 2013-2023 is meestal enkele centimeters lager dan in 2003-2012. Dat komt omdat de GLG lager is geworden (paragraaf 7.1).

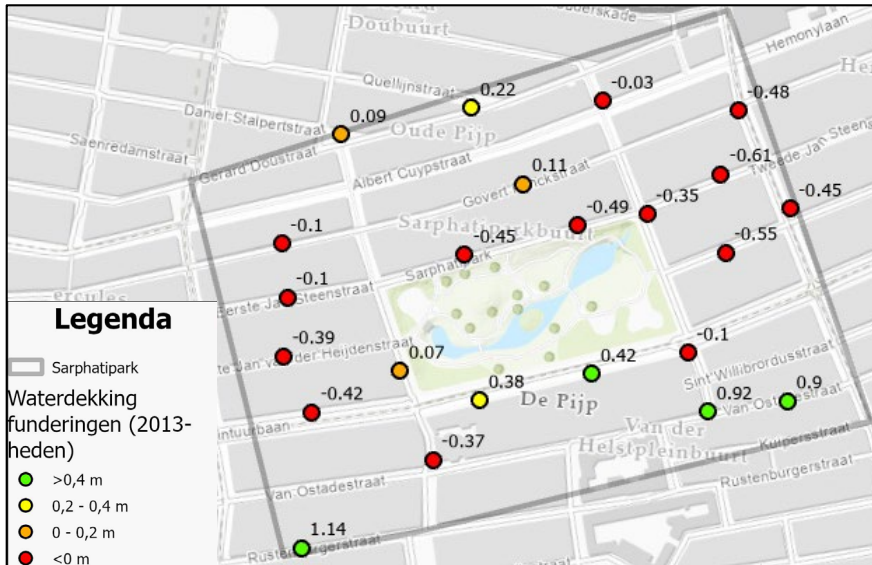
In twee peilbuizen (Govert Flinkckstraat en Eerste Jan van de Heijdenstraat) kan op basis van loggerdata het % dagen berekend worden dat de grondwaterstand onder de theoretische houthoogte staat (Figuur 7-3). Er zijn alleen loggerdata van de periode 2013-2023. In de Govert Flinkckstraat is het percentage < 10%. De waterdekking in 2013-2023 is 0,11m. De kans op schade aan de houten fundering is niet zo groot. In de Eerste Jan van de Heijdenstraat wijzen zowel de waterdekking bij een GLG situatie als het percentage dagen zonder waterdekking op een grote kans op schade aan de houten fundering.

*Figuur 7-1 Waterdekking op houten palen bij GLG situatie periode 2003-2013 rondom het Sarphatipark. Kleiner dan 0m (<0 m) betekent dat de GLG lager is dan de houthoogte.*

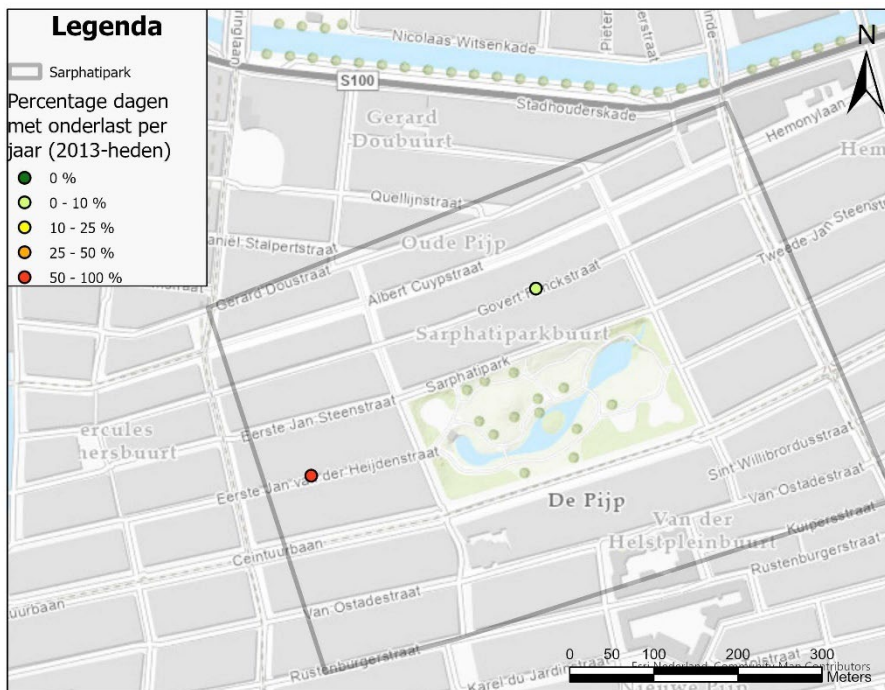




Figuur 7-2 Waterdekking op houten palen bij GLG situatie periode 2013-2023 rondom het Sarphatipark. Kleiner dan 0m (<0 m) betekent dat de GLG lager is dan de houthoogte.



Figuur 7-3 Percentage dagen dat de grondwaterstand lager is dan de houthoogte rondom het Sarphatipark. Alleen meetpunten met dataloggermetingen zijn meegenomen in de analyse



### Oosterpark

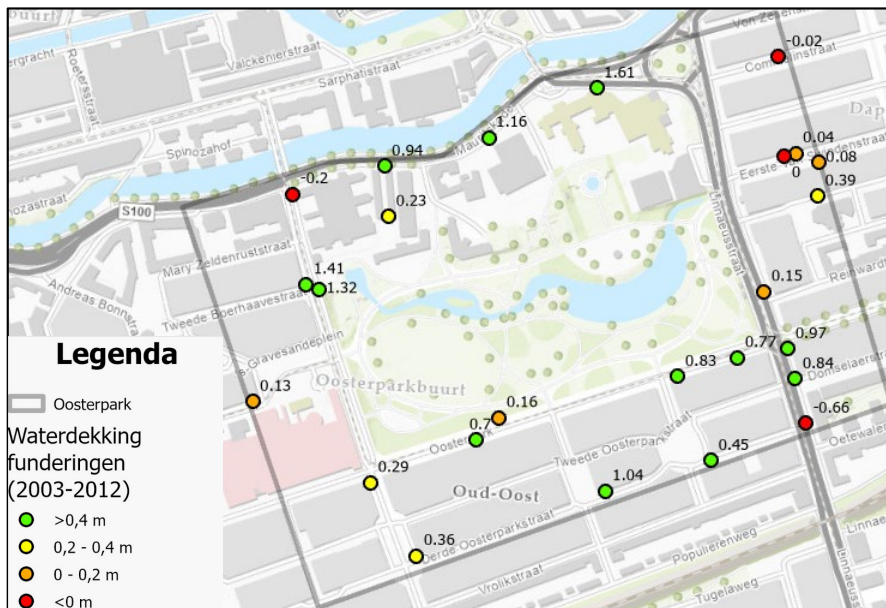
Rondom het Oosterpark zijn minder peilbuizen in bebouwd gebied aanwezig dan rond het Sarphatipark en Vondelpark. Verder is een groter deel van de panden op beton gefundeerd dan bij het Sarphatipark en Vondelpark.

De theoretische hoogte van de houten fundering rond het Oosterpark is meestal NAP-1,4 of lager. Alleen aan de noordoost- en noordwest zijde van het park zit het hout hoger: veelal

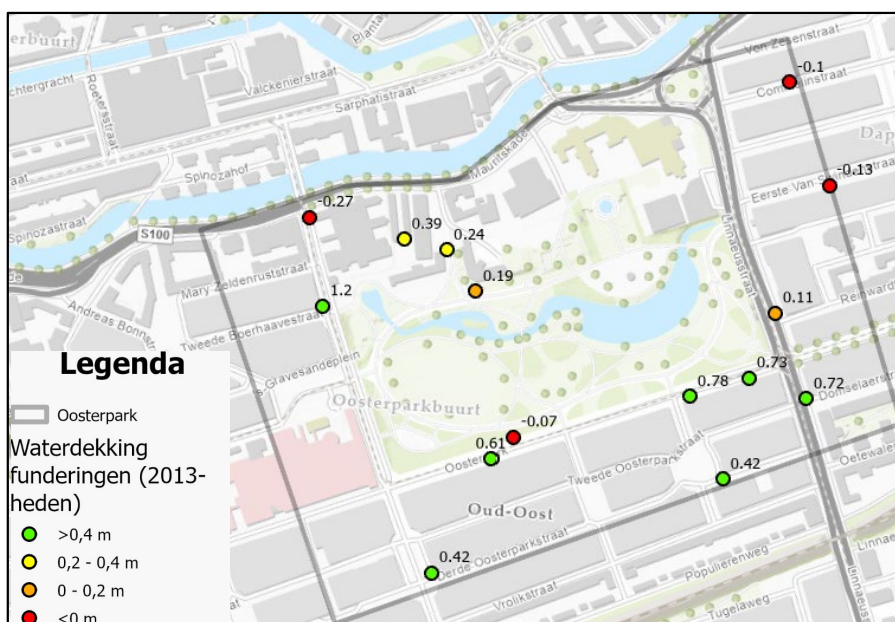
NAP-0,7 tot NAP-0,8m. Dit resulteert in een geringe kans op onderlast langs de zuid- en westzijde. Panden die deels het park insteken aan de noordkant hebben een wat grotere kans op onderlast. De houthoogte is hier ook laag, maar de grondwaterstanden zijn er ook lager. Langs de noordoost- en noordwesthoek is de kans wel degelijk aanwezig door de hoge funderingen.

Ook voor het Oosterpark geldt dat de waterdekking in 2013-2023 over het algemeen iets minder is dan in 2003-2012 overeenkomstig de lagere GLG (zie Figuur 7-4 en Figuur 7-5).

*Figuur 7-4 Waterdekking op houten palen bij GLG situatie periode 2003-2013 rondom het Oosterpark. Kleiner dan 0m (<0 m) betekent dat de GLG lager is dan de houthoogte.*



*Figuur 7-5 Waterdekking op houten palen bij GLG situatie periode 2013-2023 rondom het Oosterpark. Kleiner dan 0m (<0 m) betekent dat de GLG lager is dan de houthoogte.*





## 8 Relatie met de Rainproofknelpuntenkaart (vraag 9)

Amsterdam Rainproof is een netwerk van professionals en bewoners met als doel Amsterdam bestand te maken tegen de steeds vaker voorkomende hoosbuien. De hoosbuien veroorzaken schade, vooral omdat de stad verhard is met gebouwen, asfalt en betegelde tuinen, waardoor neerslag minder makkelijk infiltreert in de bodem en meer op straat terecht komt. Op de Rainproofknelpuntenkaart zijn regenwaterknelpunten in de stad weergegeven en de urgentie van de knelpunten. Dit zijn de plekken in Amsterdam met een hoge kans op wateroverlast op straat en/of schade als het extreem hard regent. Schade kan bestaan uit ernstige verkeershinder (met name relevant voor hulpdiensten) of het naar binnen stromen van regenwater [bron: <https://www.rainproof.nl/wat-is-rainproof> en <https://www.rainproof.nl/nieuws/de-rainproof-knelpuntenkaart>].

Rainproofknelpunten hebben geen relatie met effecten van kelders, lage grondwaterstanden en de kans op grondwateronderlast en daarmee mogelijke schade aan funderingen. Ook grondwateroverlast heeft geen directe relatie met de Rainproofknelpuntenkaart. Bij een extreme bui zal het meeste water bovengronds worden afgevoerd. De grondwaterstand stijgt wel maar dat is gedurende korte tijd. Grondwateroverlast gaat over het frequent te hoog zijn van de grondwaterstand waarbij de grondwaterspiegel hoger dan 0,90m onder maaiveld staat.

Wel zijn in gebieden met een grote ontwateringsdiepte meer kansen om neerslag te bergen in de ondergrond, waarmee de kans op wateroverlast afneemt. Ook kan hiermee mogelijk de kans op grondwateronderlast (droogval van funderingen) verkleind worden.

De Rainproofknelpuntenkaart kan wel aanknopingspunten bieden voor het gecombineerd oplossen van mogelijke onderlastrisico's en afvangen van piekbuien (doelmatigheid).

## 9 Zorgen en maatregelen (deel vraag 8)

### 9.1 Conclusies ten aanzien van kelders, grondwateroverlast en -onderlast

#### **Effect van kelders op de grondwaterstand**

Uit de gemeentelijke moties (ref. 5, 6, 7) blijken de zorgen die men heeft over het grondwatereffect van de vele kelders die de afgelopen jaren zijn gebouwd. Kelders kunnen ondergrondse barrières vormen voor de grondwaterstroming en zowel grondwaterstandsverhogingen als -verlagingen veroorzaken. Een kleine kelder (< 300m<sup>2</sup>) onder een woonhuis kan een grondwaterstandsverandering van enkele centimeters tot gevolg hebben. Dit is in de praktijk nauwelijks meetbaar. Het effect wordt pas meetbaar als het om grote kelders of een aaneengesloten front van kleine kelders loodrecht op stromingsrichting gaat. Dat is aangetoond in modelberekeningen (ref. 4). Er zijn in een stedelijk gebied zoveel factoren die van invloed zijn op de grondwaterstand dat een relatief klein effect van vele niet aaneengesloten kleine kelders niet is te onderscheiden van andere effecten zoals dat van drainerende riolering of meer natte jaren in één van de beschouwde periodes. In deze studie zijn in ieder geval geen afwijkingen tussen de twee bestudeerde periodes te vinden die wijzen op invloed van de kelders. Daar moet wel bij gezegd worden dat er ook geen geschikte meetpunten met voldoende hoogfrequente metingen zijn om het kleine effect van een nieuwe kelder te meten.

Op basis van dit onderzoek is er geen reden om de vergunningverlening voor kelderbouw stop te zetten of het Afwegingskader grondwaterneutrale kelders te herzien. Het Afwegingskader grondwaterneutrale kelders zorgt ervoor dat de situatie zoals die was in 2021 blijft en er kelders gebouwd kunnen blijven worden, zonder dat de situatie verslechtert. De houthoogte heeft geen invloed gehad bij het formuleren van maatregelen in het Afwegingskader.

#### **Grondwateroverlast**

In het bebouwde gebied rondom het Vondelpark is op een enkel punt na geen sprake van grondwateroverlast. De ontwateringsdiepte is meestal ruim meer dan 0,9m. In theorie is er zelfs ruimte in de ondergrond om extra water te infiltreren. Dat geldt ook voor de gebieden rondom het Sarphatipark en het Oosterpark. Alleen in de parken zelf is de ontwateringsdiepte onvoldoende, wat ook duidelijk te zien is aan de bomen die vaak moeite hebben met de hoge grondwaterstanden.

#### **Grondwateronderlast**

Rondom de drie parken is de grondwaterstand erg laag. De belangrijkste oorzaak van de lage grondwaterstanden is de onderbemaling in het park om het peil van de waterpartijen laag te houden en daarmee te voorkomen dat het park te nat wordt. Daarnaast zijn er rond het Vondelpark veel polderriolen aanwezig die de grondwaterstand lager houden dan in een natuurlijke situatie met alleen neerslag en verdamping.

Rond zowel het Vondelpark als het Sarphatipark is geconstateerd dat in de zomer (GLG situatie) lokaal sprake is van grondwateronderlast: de grondwaterstand staat vaak onder de theoretische bovenkant van de houten fundering. Dat is reden tot zorg. De theoretische houthoogtes rond het Sarphatipark zijn gemiddeld lager dan rond het Vondelpark. Daar staat tegenover dat het oppervlaktewaterpeil in het Vondelpark 0,3m lager is. Nabij het Sarphatipark zijn weinig polderriolen aanwezig tegenover veel polderriolen bij het Vondelpark. Rond het Sarphatipark lijkt onder (mogelijke) invloed van lekke riolering de



waterdekking langzaam te verslechteren. Als de riolering is vervangen zal dat weer verbeteren.

Rondom het Oosterpark is de kans op onderlast kleiner dan bij de beide andere parken omdat de theoretische houthoogte meestal lager is en er ook meer op beton gefundeerde panden zijn.

De grootste onzekere factor bij het bepalen van de kans op grondwateronderlast is de betrouwbaarheid van de hoogte van de bovenkant van de houten palen. De werkelijke houthoogte kan enkele decimeters afwijken, zowel naar boven als beneden. Dat is gebleken op plekken waar de werkelijke houthoogte bekend is geworden uit funderingsonderzoek.

### **Funderingsschade heeft ook elders in Nederland aandacht**

Ook in de rest van Nederland is grondwateronderlast en schade aan houten funderingen een bekend fenomeen. Recent is er een advies uitgegeven door de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur waarin wordt gepleit voor een nationale aanpak om de funderingsproblemen in het hele land aan te pakken.

Tegenwoordig wordt vooral gekeken naar bodemdaling als oorzaak, maar ook drainerende rioleringen zijn bekend. In de periode 2000 -2009 werd er landelijke bekendheid gegeven aan een rechtszaak die bewoners in Dordrecht hadden aangespannen tegen de gemeente. Zij vonden dat de gemeente aansprakelijk was voor hun funderingsschade omdat de gemeente de riolering niet goed had onderhouden. De rechtbank in Dordrecht en later het Hof in Den Haag oordeelden dat de gemeente had gehandeld binnen de financiële mogelijkheden en niet aansprakelijk was voor de schade.

### **Rainproofknelpuntenkaart**

Rainproofknelpunten hebben geen relatie met de kans op grondwateronderlast en daarmee mogelijke schade aan funderingen. Ook heeft grondwateroverlast geen directe relatie met de Rainproofknelpuntenkaart. Deze kaart kan wel gebruikt worden als aanknopingspunt voor het gecombineerd oplossen van mogelijke onderlastrisico's en het afvangen (vasthouden, bergen, afvoeren) van piekbuien.

## **9.2 Maatregelen grondwateronderlast**

### **Maatregelen gemeente**

De gemeente heeft een grondwaterzorgplicht. In dat kader worden ook maatregelen tegen grondwateronderlast getroffen. De maatregelen worden alleen in het openbare gebied getroffen. Daarmee is het geen garantie dat de maatregel tot aan de achtergevel effectief is.

#### *Infiltratie*

Een mogelijke maatregel is het lokaal verhogen van de grondwaterstand in het openbaar gebied. Dit kan ervoor zorgen dat het proces van aantasting vertraagt of stop gezet wordt. Reeds aangetaste funderingen herstellen echter niet meer. Op een aantal plaatsen in Amsterdam o.a. in De Lairesestraat is een infiltratieriool aangelegd waarmee het grondwater wordt aangevuld met oppervlaktewater. Daarnaast worden lokaal maatregelen getroffen om meer regenwater te laten infiltreren, bijvoorbeeld in de Rivierenbuurt en de Frans Halsbuurt. De gebieden rond het Vondelpark en Sarphatipark komen ook in aanmerking voor infiltratievoorzieningen (als de effectiviteit hiervan is vastgesteld).

Er worden alleen maatregelen geïnstalleerd als de straat toch opengaat voor herinrichting of rioolvervanging (doelmatig: werk met werk maken). In het onderzoeksgebied rond het Vondelpark is de afgelopen 30 jaar al veel riolering vervangen c.q. hersteld en is de komende 30 jaar -op een enkel stuk na- dus niet snel weer aan de beurt. De prioritering

voor rioolvervanging wordt vooralsnog gemaakt op basis van de staat van de riolering. Echter in de komende jaren (planperiode 2022-2027 Omgevingsplan Riolering) zal ook de “staat van het grondwatersysteem” stadsbreed uitgewerkt worden en meegewogen worden bij de planning van werkzaamheden. Hoe dat vorm gaat krijgen, is nog niet bekend.

#### *Drainageniveau polderriolen verhogen*

Het Ingenieursbureau van Amsterdam heeft gesuggereerd dat het drainageniveau van de polderriolen rond het Vondelpark verhogen ook een maatregel zou kunnen zijn. Omdat de polderriolen van meerdere straten en binnenterreinen gezamenlijk op één gemaal zijn aangesloten en er in totaal drie gemalen zijn die het water afvoeren, is heel moeilijk te overzien wat het gevolg van deze maatregel zal zijn. In ieder geval zullen er waarschijnlijk ook negatieve effecten optreden (grondwateroverlast). Daarnaast geldt dat er onvoldoende gegevens zijn om tot een goede afweging te kunnen komen. Vooralsnog wordt deze maatregel dan ook niet aanbevolen.

#### **Maatregelen particulier**

De eigenaar van een pand is verantwoordelijk voor de grondwaterstand onder zijn perceel en voor de staat van het gebouw, dus ook de fundering. Hij kan ook zelf vaststellen of sprake is van grondwateronderlast door allereerst uit te zoeken hoe diep de houten fundering zit door middel van archiefonderzoek (<https://www.amsterdam.nl/wonen-leefomgeving/wonen/funderingsloket/>) dan wel funderingsonderzoek waarbij een stukje van de fundering wordt opgegraven. Het is daarnaast mogelijk om op eigen terrein water te infiltreren, mits dat niet leidt tot overlast/schade bij derden. Ook kunnen eigenaren semi-collectief maatregelen treffen. Dit gebeurt bijvoorbeeld in Dordrecht waar tien bewoners samen een infiltratiedrain hebben aangelegd.

### **9.3 Aanbevelingen**

Er staat op internet een bestand met theoretische funderingshoogtes (ref. 9), maar de informatie is niet altijd betrouwbaar. Het verschil tussen de werkelijke en theoretische funderingshoogte kan enkele decimeters (zowel hoger als lager) bedragen. Er is geen capaciteit binnen de gemeente of de stadsdelen om dit bestand te updaten, uit te breiden en na te gaan waar echte metingen beschikbaar zijn. Om op termijn toch een volledig bestand op te bouwen, wordt aanbevolen zo snel mogelijk te starten met het digitaal vastleggen van funderingshoogtes en gepland funderingsherstel zodra deze gegevens via een nieuwe bouwaanvraag bekend worden.

De effectiviteit van een grondwaterneutrale kelder is vooralsnog alleen door middel van berekeningen aangetoond. Aanbevolen wordt om Waternet bij een aantal kelders (dat kan in het Vondelparkgebied of elders in de stad) peilbuizen te laten plaatsen waarin zo lang mogelijk voor en circa 3 jaar na de bouw hoogfrequent wordt gemeten. Dit kan gebruikt worden bij de evaluatie van de maatregel.

In de omgeving van de van Eeghenstraat zijn veel kelders gerealiseerd, meer dan in dit rapport zijn weergegeven in Figuur 5-1. De basis van de moties (ref. 5, 6, 7,) is dat de gemeente de onrust van de bewoners wil wegnemen door onderzoek te laten doen. Op basis van de (meest laag frequente) metingen is geen effect van de kelders te zien. Maar dat wil niet zeggen dat er geen effecten zijn. Daarom wordt aanbevolen voor het onderzoeksgebied ten zuiden van het Vondelpark het cumulatief effect van de bestaande kelders te berekenen met behulp van een grondwatermodel en te toetsen of dit (extra) grondwateroverlast of -onderlast tot gevolg heeft gehad. Eventueel kan aan bewoners en buitendienst inspecteurs worden gevraagd waar zich nog meer kelders bevinden. Nieuwe

kelders zullen geen extra verhogingen c.q. verlagingen veroorzaken omdat ze grondwaterneutraal zijn aangelegd: er zijn dus geen additionele effecten te verwachten.



## Bijlage 1 Historie onderzoeksgebieden

### Vondelpark

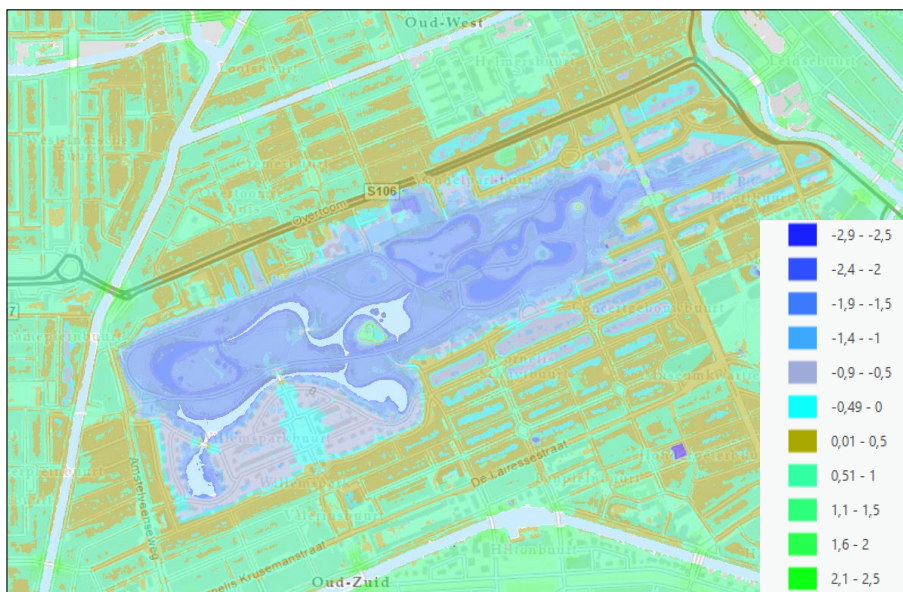
#### Aanleg en woningbouw

In 1865 werd het Vondelpark (toen nog het Nieuwe Park en in de volksmond Wandelpark geheten) aangelegd in de Binnendijkse Buitenveldertse polder. Het park werd particulier eigendom van de op 8 april 1864 opgerichte *Vereniging tot aanleg van een rij- en wandelpark*. Tot 1953 bleef het Vondelpark in particulier bezit, daarna werd het geschonken aan de gemeente Amsterdam. Het zomerpeil van de Binnendijkse Buitenveldertse polder was rond 1864 NAP-1,5m (bron: ref.1). Het peil van de vijvers in het Vondelpark was bij aanleg in eerste instantie hetzelfde. Maar al snel bleek dat het park erg nat bleef en vanaf 1877 werd een lager peil aangehouden in de vijvers. In de loop der jaren werd zowel het polderpeil verlaagd als het vijverpeil. In 1902 was het peil in het Vondelpark al NAP-2,35m en het polderpeil NAP-1,85m. In Figuur 6-4 is een verwijzing naar een zomerpeil d.d. 1902 van AP-1,9m (is ongeveer NAP-1,9m) opgenomen.

Het park is diverse keren gerenoveerd: 1956-1959, 1977 (met diverse ophogingen) en de laatste grootscheepse renovatie tussen 1999 en 2010. Zo werd er onder andere drainage aangelegd om te voorkomen dat het park blank zou staan na iedere regenbui. Bomen werden opnieuw gefundeerd, om te voorkomen dat er nog meer zouden omwaaien tijdens een storm.

Nadat het park is aangelegd is de omgeving met ongeveer een halve meter opgehoogd om woningbouw mogelijk te maken (bron: [Wikipedia](#), geraadpleegd sept. 2023). Alle woningen in het onderzoeksgebied zijn op palen gefundeerd. De straten zijn niet gefundeerd maar worden regelmatig opgehoogd. Het Vondelpark is nooit structureel opgehoogd. Terwijl de huizen en de straten dus min of meer op gelijke hoogte blijven, is het park gedaald omdat de onderliggende veenlaag door bemaling van de vijvers en de drainage inklinkt. Het park ligt inmiddels ongeveer 1-2 meter lager dan de omliggende wijken (zie Figuur A- 1). Het oppervlaktewaterpeil in het Vondelpark is momenteel NAP-2,45m, 0,25m lager dan bij de aanleg van het park en de bouw van de huizen rondom het park.

Figuur A- 1 Maaiveldhoogte in m NAP van het Vondelpark en omgeving



Vóór de aanleg van het Vondelpark stond er alleen wat bebouwing aan de noordzijde, langs de Overtoom. Sinds het midden van de 19<sup>e</sup> eeuw heeft stadsuitbreiding plaats gevonden in de Binnendijkse Buitenveldertse polder. Aanvankelijk waren het particulieren die bouwden. Vanaf 1878 nam de gemeente dit ook zelf ter hand.

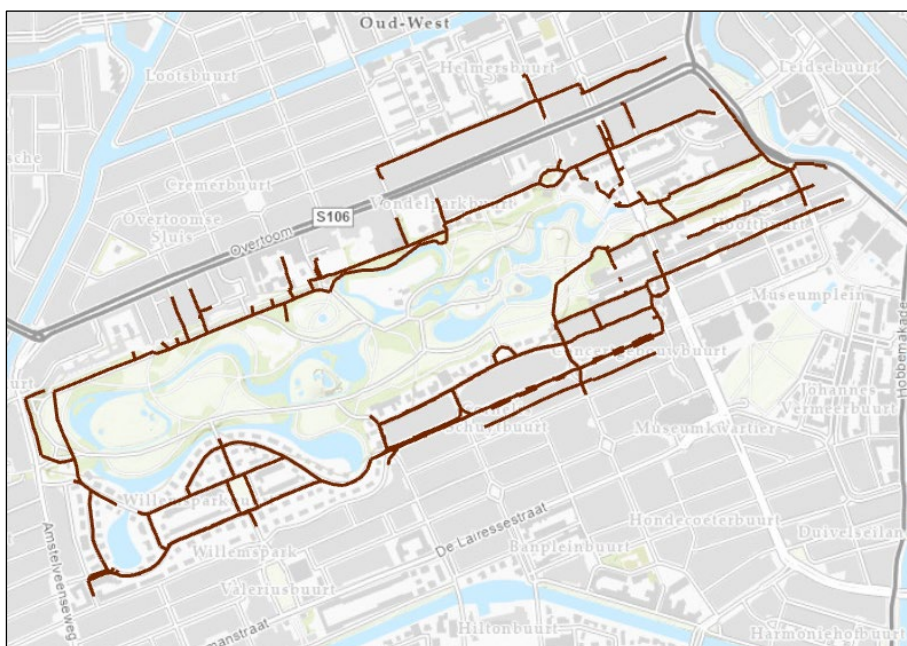
#### *Polderrioleringen*

Ten zuiden en noorden van het Vondelpark liggen zogenaamde polderrioleringsgebieden. In eerste instantie werden deze gebieden ingericht met perceelozingen op het polderpeil van de Binnendijkse Buitenveldertse polder (NAP-1,7m). Later werden de sloten gedempt en diepe drainerende riolen gelegd om regenwater, grondwater en rioolwater af te voeren. Deze diepe riolen zijn er nog steeds en moeten bemalen worden omdat ze niet onder vrij verval kunnen afvoeren. In Figuur A- 2 is weergegeven waar deze polderriolen liggen. Deels liggen ze op particulier terrein en deels in openbaar gebied. Het water in de polderriolen gaat naar drie verschillende gemalen, aan de Kattenlaan, Sophialaan en de Vossiusstraat. Daar stroomt het water in een verzamelbassin en wordt weggepompt als het een bepaalde hoogte heeft bereikt. Kenmerken van de gemalen zijn:

- Kattenlaan berg-bezink-bassin (polderriolen noordzijde Vondelpark).
  - inschakelpeil NAP-4,35m en uitschakelpeil NAP-4.65m.
  - overstortniveau put → berg-bezink-bassin NAP-2,2m.
- Sophialaan poldergemaal (polderriolen zuidwestzijde Vondelpark).
  - inschakelpeil NAP-3,30m en uitschakelpeil NAP-3,40m.
  - BOB leiding naar pomp (die naar gemaal pompt) NAP-3,71m.
- Vossiusstraat berg-bezink-bassin (polderriolen zuidoostzijde Vondelpark).
  - inschakelpeil NAP-4,55m en uitschakelpeil NAP-4,85m.
  - overstortniveau put → berg-bezink-bassin NAP-2,25m.

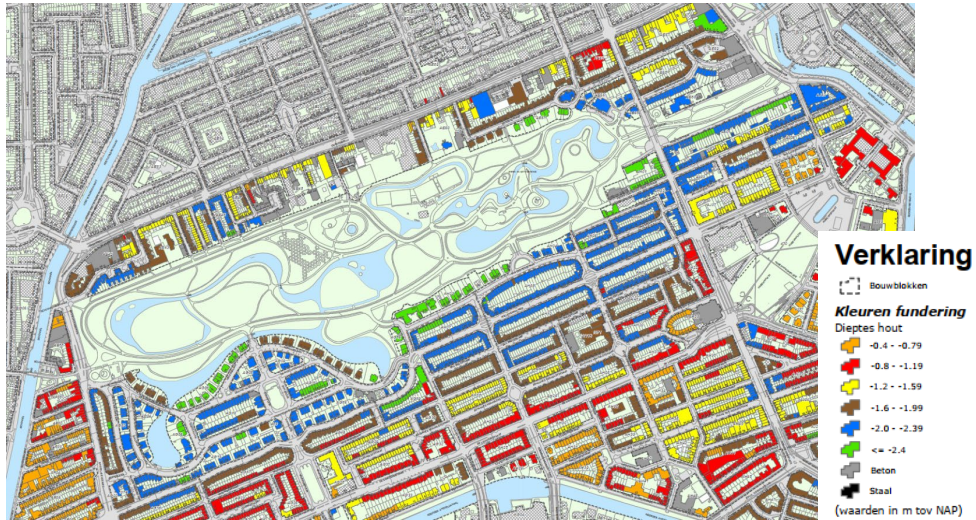
De meeste woningen langs het Vondelpark hebben houten funderingen met een theoretische houthoogte van tussen NAP-1,2m en NAP-2,45m. Figuur A- 3 en Figuur A- 4 bevatten de theoretische funderingshoogtes en de mate van betrouwbaarheid van deze gegevens. Praktijkervaring wijst uit dat de afwijking tussen de theoretische houthoogte en de werkelijke houthoogte enkele decimeters kan bedragen.

*Figuur A- 2 Openbare polderriolen in de omgeving van het Vondelpark*

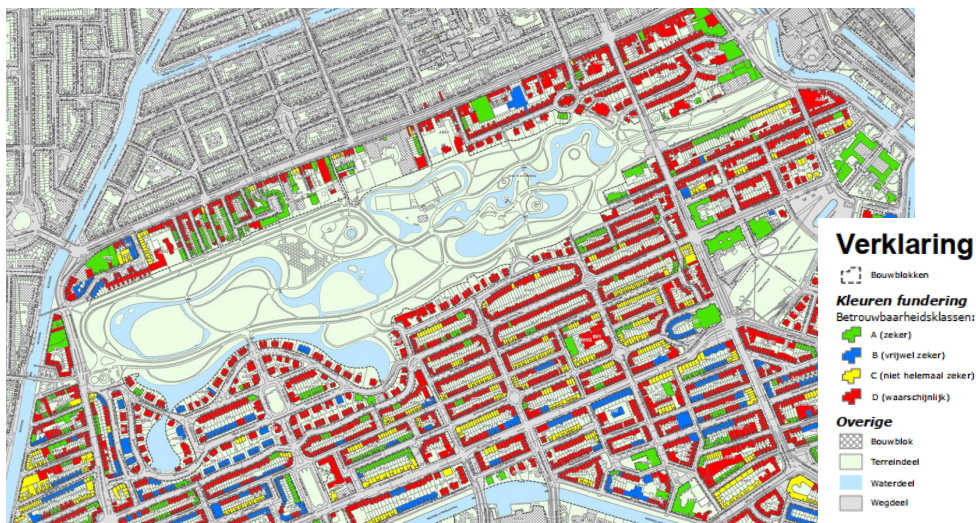




Figuur A- 3 Diepte funderingshout in m tov NAP.



Figuur A- 4 Betrouwbaarheidsklassen houthoogtes.

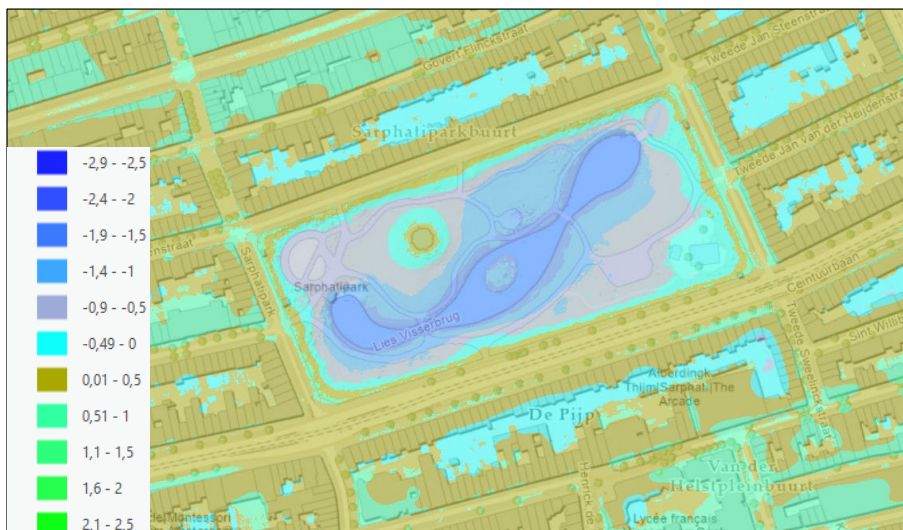


## Sarphatipark

### Maaiveld en peil oppervlaktewater

Het Sarphatipark is in 1885 aangelegd in de toenmalige Binnendijkse Buitenveldertse polder dat een polderpeil van NAP-1,7m had. Het park is niet opgehoogd. Een deel van de omringende bouwblokken is wel opgehoogd, zij het niet erg veel: de hoogte van de binnenterreinen is veelal NAP-0,5 à 0m (zie Figuur A- 5).

Figuur A- 5 Maaiveldhoogte in m+NAP Sarphatipark en omgeving.



In het park is sprake van een onderbemaling. Het is niet bekend wat het oppervlaktewaterpeil was bij aanleg. In circa 1981 (bron:ref 2) was dat NAP-2m op de kleine vijver in de noordoosthoek na (NAP-0,6m). Inmiddels is het peil overal NAP-2m.

### Polderriolen

Voordat het park werd aangelegd stond er al wel wat bebouwing. In de periode 1880-1890 is een aantal woningblokken ten zuiden van het park gebouwd waar nauwelijks is opgehoogd. Hier ligt een polderriool in het binnenterrein van het woningblok begrensd door de Van Ostadestraat, 2<sup>e</sup> Van der Helststraat, Ceintuurbaan en de 2<sup>e</sup> Sweelinckstraat (zie Figuur A- 6, omcirkeld gebied). De staat van onderhoud is onbekend (het onderhoud ligt bij de perceeleigenaren). Het polderriool sluit aan op een groter gebied met (openbare) polderriolen dat afwatert op het gemaal in de Rustenburgerstraat met een inschakelpeil van NAP-2,4m en een uitschakelpeil van NAP-2,7m.

*Figuur A- 6 Polderriolen rondom het Sarphatipark (omcirkeld particulier polderriool Van Ostadestraat, 2<sup>e</sup> Van der Helststraat, Ceintuurbaan en de 2<sup>e</sup> Sweelinkstraat )*



### **Oosterpark**

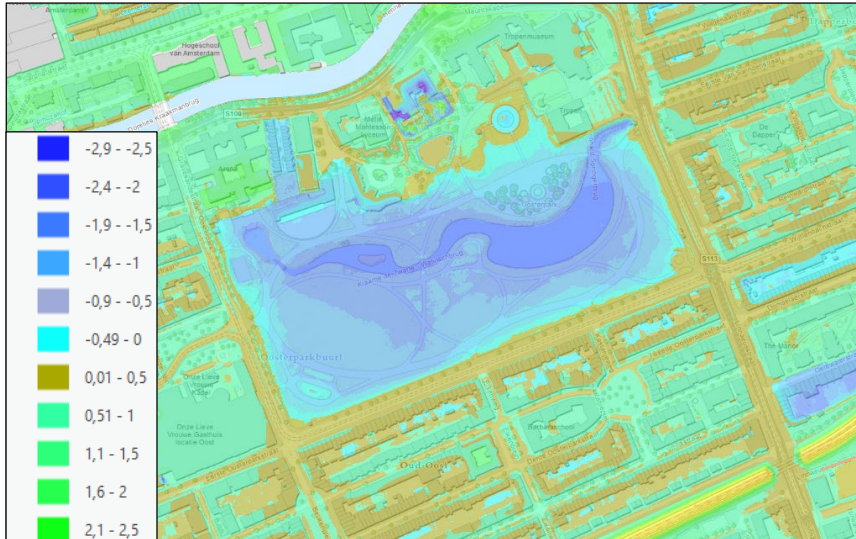
Het Oosterpark is in 1891 aangelegd in wat toen nog de Over Amstelpolder was. Het zomerpeil van de polder bedroeg bij de aanleg van het park NAP-1,85m (bron: ref. 1). Het park is nooit opgehoogd. Het is niet bekend wat het oppervlaktewaterpeil was bij aanleg van het park. Rond 1980 was het zomerpeil NAP-2,15m en het winterpeil NAP-2,25m (bron: ref. 2). Inmiddels wordt zomer en winter hetzelfde peil van NAP-2,15m gehanteerd.

Na aanleg van de Rhijnspoorweg naar het Weesperpoortstation (1853) begon de urbanisatie van de stadsrand. Eerst op polderpeil, na 1880 doorgaans op een zandophoging tot boven Amstellands boezempeil. De Linnaeusstraat/Dapperbuurt dateren uit 1875-1903 en de Oosterparkbuurt uit 1893-1903. Het maaiveld in het park is ongeveer 0,5-3m lager dan in de omringende straten. In het onderzoeksgebied liggen twee polderriolen (afvoer bemaling vijvers).

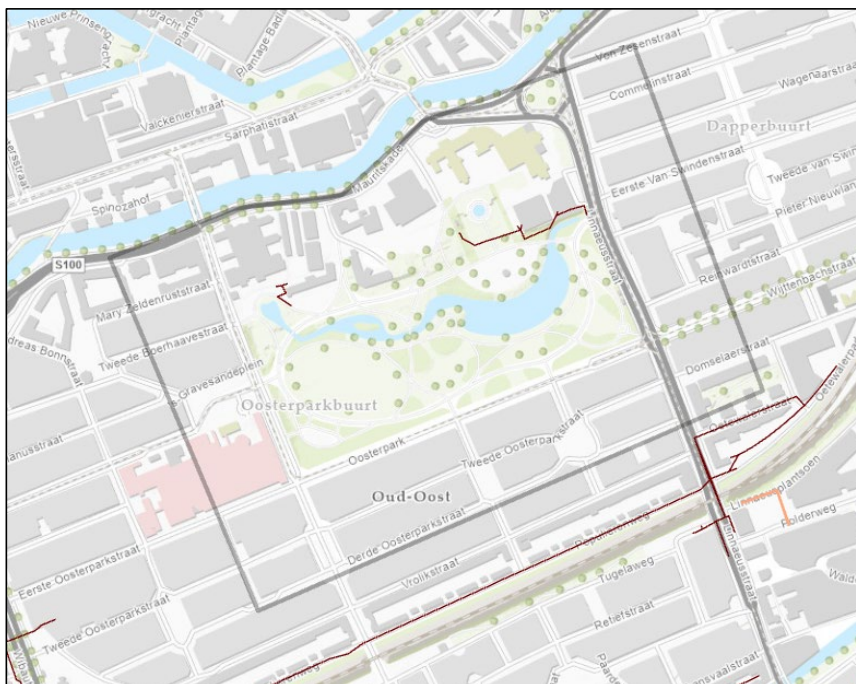
Bij de aanleg van de Eerste Van Swindenstraat in 1890 werd de Molenwetering door een polderriool vervangen. Rond het Oosterpark bleven er geïsoleerde gebiedjes waar het polderpeil moest worden gehandhaafd (zie Figuur A- 8). In de strook tussen Weesperzijde en Wibautstraat, in het Oosterpark en Linnaeusstraat e.o., aan de zuidzijde ter hoogte van de Paardekraalstraat waar een polderriool ligt dat met een duiker naar de Watergraafsmeer loost.



Figuur A- 7 Maaiveldhoogte Oosterpark in m+NAP.



Figuur A- 8 Polderriolen in en om het Oosterpark



## **Bijlage 2 Uitleg geohydrologische termen**

**Bemaling:** Het onttrekken van grondwater voor het droogleggen van bijvoorbeeld een bouwput om werkzaamheden makkelijker te maken. Dit wordt ook vaak gebruikt bij het vervangen van riolering.

**Berg-bezink-bassin:** Dit is een dichte betonnen kelder waar riolering op aangesloten wordt, maar waar alleen rioolwater in kan stromen op het moment dat het peil in het riool hoog is, bijvoorbeeld tijdens een heftige regenbui. Dit zorgt voor extra opslag in het rioolstelsel waardoor water minder snel wordt overgestort naar het oppervlaktewater. Bijkomend voordeel is dat het water in dit bassin langzaam stroomt, waardoor een deel van het vuil kan bezinken, en daardoor niet in het oppervlaktewater terecht komt (bron: [Wikipedia](#), geraadpleegd oktober 2023)

**Datalogger:** instrument waarmee automatisch een grondwaterstand wordt gemeten met een door de gebruiker ingestelde frequentie. Samen met de gemeten temperatuur en luchtdruk kan deze druk omgerekend worden naar een grondwaterstand. Door de tijd heen heeft Waternet verschillende meetintervallen gehanteerd, nu staan (bijna) alle dataloggers ingesteld op één meting per uur. De dataloggers worden drie of vier keer per jaar uitgelezen. Dan wordt er meteen ook een handmeting gedaan om de dataloggerdata mee te kunnen valideren. Voor betrouwbare statistieken moet een dataloggermeetreeks minimaal drie jaar lang zijn, en minstens 80% van de dagen moet minimaal één meting gedaan zijn.

**Draineren:** Het afvoeren van grondwater. In Amsterdam gebeurt dit voornamelijk doordat water in een onder de grond liggende geperforeerde pijp stroomt en wordt afgevoerd naar het dichtstbijzijnde oppervlaktewater of de afvalwaterzuivering. Dat kan bedoeld gebeuren met drainageleidingen, of onbedoeld door oude en lekke riolering waarin het grondwater door scheuren naar binnen sijpelt.

**Drainageniveau:** De laagste grondwaterstand tot waar een drain of polderriool kan draineren. Meestal is dat het peil van het oppervlaktewater waarop de drain is aangesloten (of de hoogte van de overstortdrempel naar een gemaal voor een polderriool). De grondwaterstand kan wel verder dalen, maar de drain of het polderriool heeft daar geen invloed op.

**Duiker:** Ondergrondse koker die twee watergangen met elkaar verbindt, bijvoorbeeld onder een weg door.

**Gemaal:** Installatie die water uit polders of riolen pompt om zo het gewenste peil in stand te houden.

**GG:** Gemiddelde grondwaterstand. Dit is het gemiddelde van alle grondwaterstanden in een meetreeks.

**GHG:** Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. Deze waarde geeft aan tot waar het grondwater ongeveer stijgt in tijden met veel neerslag en weinig verdamping (over het algemeen in de winter). Deze worden voor hand- en dataloggermeetreeksen anders berekend:

- Voor dataloggers wordt het 93,75<sup>e</sup> percentiel van de metingen per jaar genomen, en vervolgens worden alle 93,75<sup>e</sup> percentielen gemiddeld.
- Voor handmetingen wordt voor maximaal vijf aaneengesloten perioden van twee jaar voor iedere periode de hoogst gemeten waarde bepaald en deze worden gemiddeld over het aantal onderzochte perioden (meestal 5).

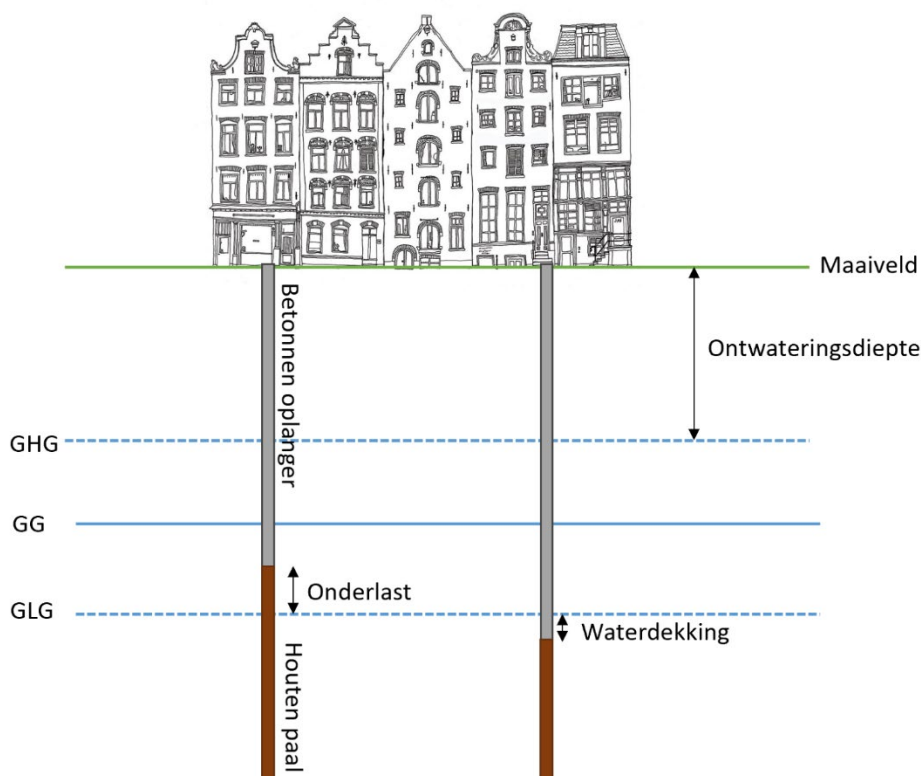
Vaak zijn de GHG's van dataloggermetingen iets hoger dan die van handmetingen, aangezien handmetingen maar 6 keer per jaar plaatsvinden, en pieken in grondwater binnen uren tot dagen na een bui al een flink stuk kunnen dalen. Dataloggermeetreeksen hebben op zijn minst dagelijkse data, vaak zelfs eens per uur. Zo worden ook alle pieken bemeten wat resulteert in een meer nauwkeurige en vaak hogere GHG.

**GLG:** Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. Deze waarde geeft aan tot waar het grondwater ongeveer uitzakt in tijden met weinig neerslag en veel verdamping (over het algemeen in de zomer). Deze worden voor hand- en dataloggermeetreeksen anders berekend:

- Voor dataloggers wordt het 6,25<sup>e</sup> percentiel van de metingen per jaar genomen, en vervolgens worden alle 6,25<sup>e</sup> percentielen gemiddeld.
- Voor handmetingen wordt voor maximaal vijf aangesloten perioden van twee jaar voor iedere periode de laagst gemeten waarde bepaald en deze worden gemiddeld over het aantal onderzochte perioden (meestal 5).

Over het algemeen lijken de GLG's van datalogger- en handmetingen op elkaar, omdat een lage grondwaterstand over een langere periode tot stand komt.

*Figuur B-1: Overzicht van de ruimtelijke verbanden tussen verschillende geohydrologische termen.*



**Grondwaterneutrale kelder:** Een kelder die zo is ontworpen dat grondwaterstromen minimaal worden gehinderd. De officiële definitie is: *Het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast.*

Dit wordt meestal gedaan door een goed doorlatende laag om en onder de kelder heen aan te leggen van bijvoorbeeld grof zand of met behulp van buizen. Op het moment dat kelders niet grondwaterneutraal worden gebouwd vormen ze een blokkade in de ondergrond. De grondwaterstand kan aan de bovenstroomse kant stijgen, en aan de benedenstroomse kant juist dalen. Dit kan dus zowel voor overlast als onderlast zorgen.

**Grondwateronderlast:** Het ervaren van ernstige hinder als gevolg van te lage grondwaterstanden. Dit ontstaat als de grondwaterstand zich permanent of periodiek onder de houthoogte bevindt.

**Grondwater(stand):** Grondwater is water dat onder de grond stroomt. De grondwaterstand duidt op de hoogte van het grondwater ten opzichte van NAP. De grondwaterstanden fluctueren door het jaar heen, en zullen hoger zijn als het heeft geregend, en lager als het een tijd droog is en er grondwater verdampt.

**GXG:** Verzamelnaam om de grondwaterstatistieken GLG, GG en GHG aan te duiden.

**Handmeting:** Het handmatig meten van de grondwaterstand. Handmetingen vinden 6x per jaar plaats, met ongeveer twee maanden tussen elke meting. Hierbij laat een veldwerker een “plover” in de peilbuis zakken. Dat is een metalen kokertje aan een meetlint dat een ploppend geluid maakt op het moment dat de grondwaterspiegel wordt geraakt. Op het meetlint kan dan de diepte van de grondwaterspiegel worden afgelezen ten opzichte van de bovenkant van de peilbuis. De bovenkant van de peilbuis wordt ingemeten ten opzichte van NAP. Zo kan de grondwaterstand omgerekend worden naar een waarde ten opzichte van NAP. Om betrouwbare statistieken te kunnen berekenen van een handmeetreeks, moet de meetreeks minimaal 10 jaar beslaan waarvan er minstens 75% van de verwachte metingen aanwezig dient te zijn.

**In- en uitschakelpeil :** Het specifieke waterpeil in een bepaald gebied of reservoir, waarbij een pompinstallatie wordt geactiveerd. De pomp begint te pompen als de waterstand hoger wordt dan het inschakelpeil en stopt op het moment dat het waterniveau tot onder het uitschakelpeil is gezakt.

**Infiltreren:** Het in de grond wegzakken van water. Hierdoor wordt het grondwater aangevuld.

**Maaiveld:** Het maaiveld (afkorting: mv) is het aardoppervlak inclusief bestrating en aardwerken zoals een talud of dijk, maar zonder vegetatie en bouwwerken zoals huizen en viaducten. ([Wikipedia](#), geraadpleegd oktober 2023)

**NAP:** Normaal Amsterdams Peil. Dit is de gemiddelde hoogte van de Noordzee, en wordt gebruikt als referentieniveau om aan te geven hoe hoog of diep iets zich bevindt.

**Negatieve kleef: Kleef** is een term uit de grondmechanica en beschrijft een bepaald onderdeel van het draagvermogen van een heipaal bij paalfunderingen. Dit specifieke draagvermogen wordt bij kleefpalen ontleend aan de wrijving en adhesie van de grond langs de omtrek van de heipaal. Het draagvermogen van heipalen kan ook gebaseerd zijn op stuit. Hierbij staat de punt van de paal op een diep gelegen draagkrachtige zand- of steenlaag. Bij omlaag gerichte belasting vormt de puntweerstand ('stuit') of de kleef het draagvermogen van de paal. Onder bepaalde omstandigheden, bijvoorbeeld bij verlaging van de grondwaterstand door een grondwateronttrekking of verdroging, kan zich een negatieve kleef ontwikkelen, doordat zakkende (inklinkende) grond aan de paal gaat hangen en een extra belasting vormt. Dit kan leiden tot verzakking van de constructie. (bron: [Wikipedia](#), geraadpleegd december 2023).

**Grondwateronderlast:** De grondwaterstand komt regelmatig onder de bovenkant van de houten funderingen (de bovenkant van de fundering “valt droog”). Er kan alleen maar een inschatting worden gemaakt van de droogvalfrequentie voor de periode dat hoogfrequente grondwaterstandsmetingen beschikbaar zijn. Indien die niet beschikbaar zijn wordt een afgeleide parameter gebruikt : de waterdekking bij een GLG-situatie. Dit geeft *de kans* op grondwateronderlast aan.

**Onderbemaling:** Een gebied waar het waterpeil kunstmatig wordt verlaagd tot onder het besloten peil in het peilgebied waarin het zich bevindt.

**Onder vrij verval afvoeren (riolering):** De meeste rioleringen zijn aangelegd onder een kleine hoek waardoor de inhoud met behulp van zwaartekracht (vrij verval) wordt verplaatst. Op het moment dat dit

niet (meer) kan, wordt het water met behulp van pompen verder verplaatst richting de afvalwaterzuivering.

**Ontwateringsdiepte:** De afstand tussen de GHG en het maaiveld, uitgedrukt in meters of centimeters. De ideale ontwateringsdiepte is 0,90m (zie [Omgevingsprogramma Riolering 2022-2027 - Gemeente Amsterdam](#)). Als er sprake is van een te kleine ontwateringsdiepte is er kans op grondwateroverlast.

**Oppervlaktewater:** Dit omvat alle waterlichamen die aan het aardoppervlak liggen, zoals rivieren, sloten, meren en grachten.

**Overstortniveau put** (van polderriool naar Berg Bezink Bassin (BBB)). Maximale waterpeil in de put. Als het waterpeil hoger wordt, stroomt het water over de drempel naar het BBB. Dit niveau kan als het drainageniveau voor de aangesloten polderriolen worden beschouwd.

**Peilbuis:** Een holle buis die verticaal in de grond is geplaatst met als doel de grondwaterstand of stijghoogte in de ondergrond te meten. De onderkant van de buis (meestal de onderste meter) is geperforeerd zodat er grondwater in kan stromen. De hoogte van het grondwater in de buis is gelijk aan de drukhoogte van het grondwater in de omringende bodemlaag.

**Perceellozing:** Al het (afval)water wat vanaf een perceel moet worden afgevoerd.

**Polderpeil:** Het peil (de stand) van het oppervlaktewater in een poldergebied. Dit wordt kunstmatig op de gewenste hoogte gehouden.

**Polderriool:** Een drainerend riool dat is aangelegd ter vervanging van oude sloten in poldergebieden. De polderriolen in Amsterdam liggen diep en de inhoud wordt door middel van gemalen verplaatst.

**Transpiratie:** Transpiratie is het water dat verdampt wordt door planten en bomen. Op het moment dat zij aan fotosynthese doen verdampt er water uit de huidmondjes van de bladeren. Dit zorgt op zijn beurt voor een kleine onderdruk waardoor er meer water door de wortels, stam en/of stengels omhoog wordt gehaald.

**Transformatiegebied:** gebied waarin bestaande bebouwing wordt gesloopt en herbouwd dan wel een bestaand bebouwd gebied dat een andere inrichting en/of andere functie krijgt.

**Verdamping:** Het proces waarbij water van vloeibare vorm overgaat in gasvorm. Hoe snel water verdampt is afhankelijk van onder andere de temperatuur en de luchtvochtigheid. Over het algemeen verdampt er meer water in de zomer dan in de winter.

**Waterdekking:** Het verschil tussen de GLG en de bovenkant van de houten fundering.

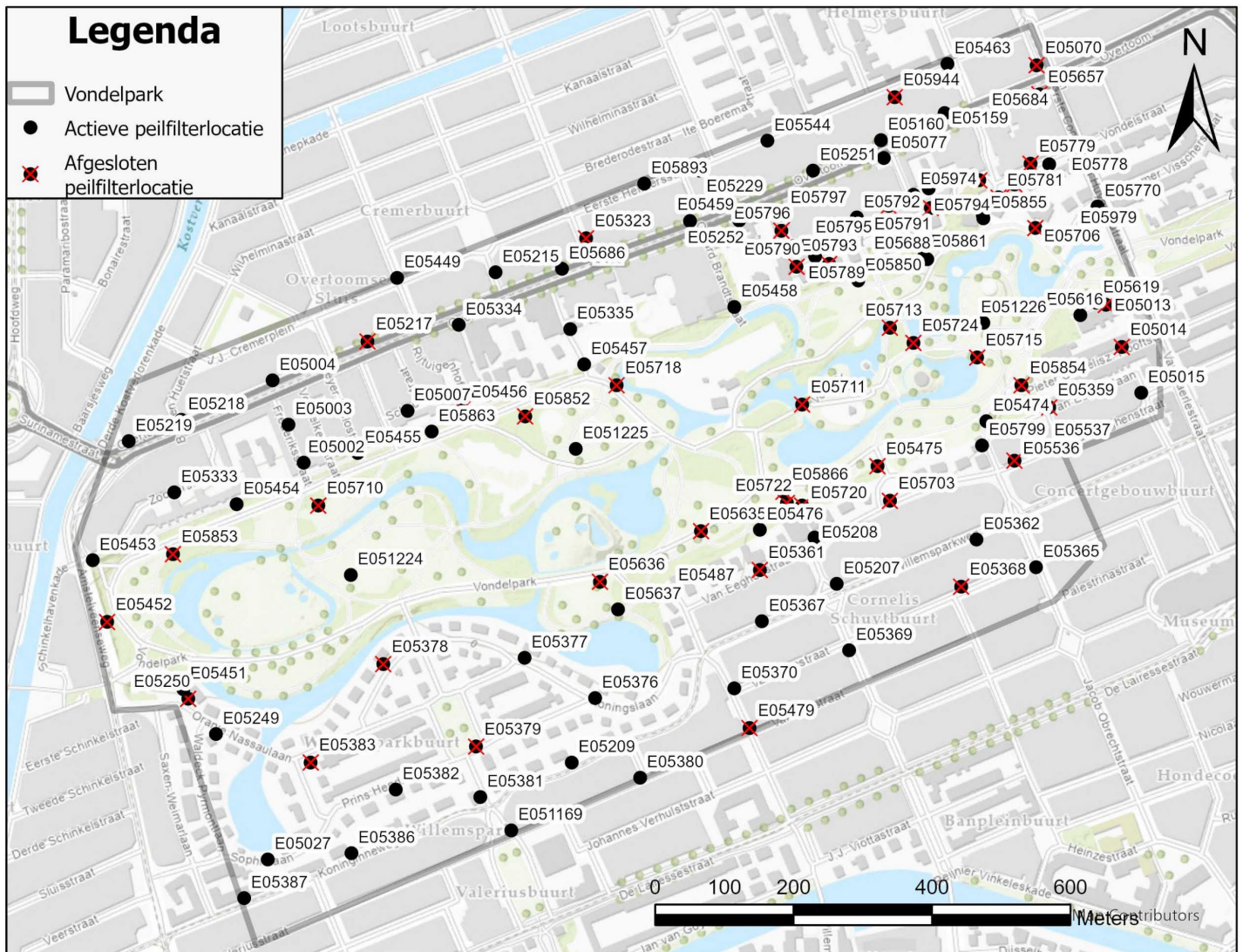


### Bijlage 3 Locatie en meetfrequentie peilbuizen

In de tabellen van deze bijlage is per peilbuis aangegeven waar deze zich bevindt, van wanneer tot wanneer deze is bemeten, en hoeveel datapunten per seizoen er zijn. Voor uitleg over de meetfrequentie en methode van meten, zie "Handmetingen" en "Dataloggermetingen" in Bijlage 2.

#### Vondelpark

Figuur C-1 Locatieoverzicht van peilbuizen in het vondelpark. De actieve peilbuizen worden tot op heden bemeten



Tabel C-1 Overzicht peilbuizen in het Vondelpark, inclusief meetperioden van hand- en dataloggermetingen, en het totaal aantal metingen per seizoen

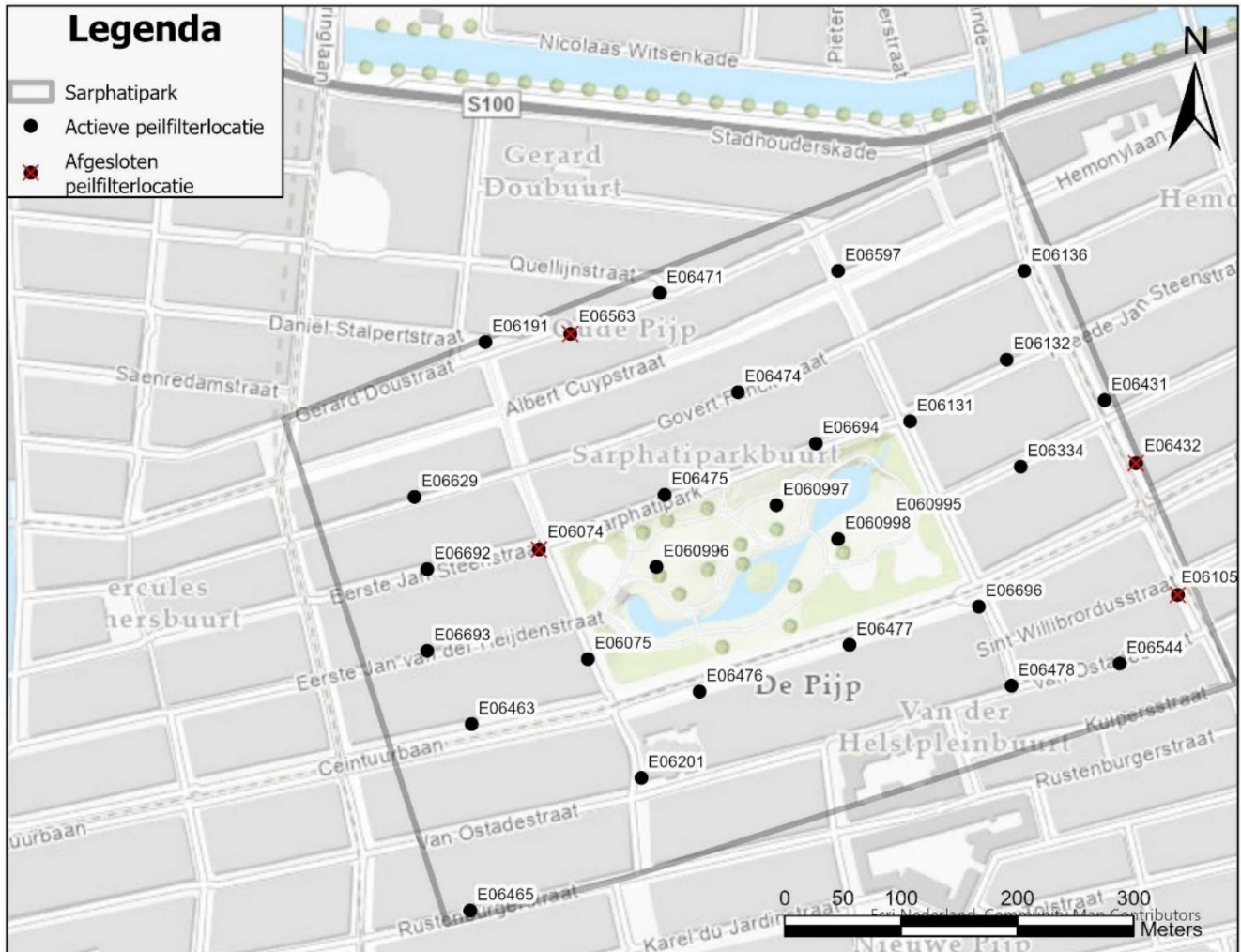
Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E05002	1953-Heden	126	133	136	127	2007-Heden	1159	1180	1166	1236
E05003	1953-Heden	124	128	132	120					
E05004	1953-Heden	139	131	134	126					
E05007	1953-Heden	117	94	137	107					
E05011	1953-Heden	169	146	161	141	2011-2014	284	368	364	315
E05013	1953-2011	132	120	146	120					
E05014	1953-2011	115	110	122	109					
E05015	1953-Heden	146	148	151	133	2006-Heden	1472	1531	1369	1434
E05027	1963-Heden	101	92	104	90	2011-Heden	920	895	844	940
E05070	1970-2011	58	58	59	58					
E05077	1970-Heden	104	87	104	84	2008-2017	584	623	671	765
E051169	2017-Heden	12	9	8	20	2017-2020	260	184	182	252
E051224	2019-Heden	5	4	3	3	2019-Heden	366	344	333	329
E051225	2019-Heden	5	4	4	3	2019-Heden	368	344	346	361
E051226	2019-Heden	5	4	3	3	2019-Heden	368	344	346	361
E05159	1978-Heden	84	71	83	68	2008-2012	359	274	279	360
E05160	1978-Heden	85	73	86	67	2008-2014	468	473	534	526
E05207	1979-Heden	79	69	75	89	2011-Heden	944	899	982	997
E05208	1979-Heden	122	76	96	108	2023-Heden	0	60	0	0
E05209	1979-Heden	62	56	55	57	2011-Heden	1005	968	928	960
E05215	1979-Heden	59	58	65	57					
E05217	1979-2021	61	58	57	51					
E05218	1979-Heden	69	59	74	60					
E05219	1979-2022	66	55	69	59					
E05229	1979-2022	102	95	109	86	2008-2014	468	552	552	526
E05249	1980-Heden	73	68	76	70					
E05250	1979-2011	52	51	68	55					
E05251	1979-Heden	78	63	82	62	2008-2012	365	273	278	360
E05252	1980-Heden	83	71	87	65	2008-2014	468	552	552	526
E05323	1988-2011	36	34	34	34					
E05333	1988-Heden	48	42	51	45					
E05334	1988-Heden	52	49	51	51					
E05335	1988-Heden	54	50	55	50					
E05336	1988-Heden	86	64	77	71	2008-2013	376	460	425	428
E05337	1988-2008	45	32	34	47					
E05359	1990-2011	62	73	71	67					
E05360	1990-Heden	83	87	70	74	2022-Heden	184	184	117	137
E05361	1990-2011	57	46	86	66					
E05362	1990-Heden	64	48	61	67					
E05365	1990-Heden	58	46	57	55					
E05367	1990-Heden	55	42	48	47	2023-Heden	0	57	0	0
E05368	1990-2011	34	30	38	39					
E05369	1990-Heden	57	47	57	56	2023-Heden	0	7	0	0
E05370	1990-Heden	53	43	49	50					
E05376	1990-2019	48	39	56	55					
E05377	1990-Heden	53	51	65	55	2008-2009	137	171	91	90
E05378	1990-2013	106	115	69	57	2008-2008	45	92	81	0
E05379	1990-2017	48	44	53	52					
E05380	1990-Heden	51	46	51	51					
E05381	1990-Heden	48	45	46	51	2023-Heden	92	65	0	48

Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E05382	1990-Heden	48	52	60	49					
E05383	1990-2012	42	38	47	44	2008-2009	137	170	89	90
E05386	1990-Heden	54	50	51	51					
E05387	1990-Heden	53	48	52	52	2023-Heden	92	65	0	45
E05449	1992-2022	48	39	52	43					
E05451	1993-Heden	44	38	49	41					
E05452	1993-2021	115	125	81	61	2007-2020	982	978	1008	956
E05453	1993-Heden	121	127	82	56	2008-2009	130	171	91	90
E05454	1993-Heden	58	56	79	53					
E05455	1993-Heden	54	50	85	58	2009-2009	92	79	0	22
E05456	1993-2011	38	32	52	42	2008-2009	137	171	91	90
E05457	1993-Heden	61	45	65	57					
E05458	1993-Heden	68	49	71	62	2008-2009	102	92	91	90
E05459	1993-Heden	71	59	75	60					
E05462	1993-Heden	79	61	81	81	2008-2009	92	79	3	90
E05463	1993-Heden	30	24	30	22	2010-2014	135	180	282	255
E05474	1993-Heden	87	94	111	91	2008-2009	137	171	91	90
E05475	1993-2008	110	143	80	62					
E05476	1993-Heden	128	117	69	68	2023-Heden	0	60	0	0
E05479	1993-2011	31	26	30	26					
E05487	1995-2016	60	46	98	62	2007-2009	246	254	182	181
E05536	1996-2009	55	69	88	58					
E05537	1996-2022	61	69	68	58					
E05544	1998-Heden	85	66	84	65	2008-2013	368	348	342	428
E05616	1999-Heden	37	32	39	45	2007-2009	244	263	182	166
E05619	1999-Heden	97	112	42	29	2007-Heden	336	428	346	271
E05635	1999-2008	26	17	32	32					
E05636	1999-2010	26	19	34	34					
E05637	1999-2022	113	99	48	49	2007-2009	228	263	172	91
E05657	2000-2015	29	13	17	9					
E05684	2000-2015	23	15	17	11					
E05686	2000-Heden	38	32	35	32					
E05688	2001-Heden	103	108	41	51	2007-2009	247	263	182	181
E05703	2001-2014	11	3	9	18	2009-2013	360	276	283	361
E05706	2000-2014	33	24	25	28	2008-2013	420	531	420	345
E05710	2002-2004	241	276	273	231					
E05711	2002-2004	276	276	273	234					
E05713	2002-2004	273	276	264	194					
E05715	2002-2005	212	277	273	234					
E05718	2002-2004	276	274	273	234					
E05720	2002-2004	276	276	273	230					
E05722	2002-2005	276	277	272	235					
E05724	2002-2004	188	274	273	207					
E05737	2003-2023	42	33	41	41	2008-2011	39	0	46	162
E05770	2005-Heden	28	18	18	15	2008-2017	578	644	542	653
E05778	2006-2015	29	17	26	20	2008-2014	424	504	463	485
E05779	2006-2015	29	17	27	20	2008-2013	455	367	367	451
E05780	2006-2015	27	13	26	21	2008-2012	368	317	276	361
E05781	2006-2012	21	16	23	15	2008-2012	368	368	329	361
E05783	2006-2007	24	49	91	98					
E05784	2006-Heden	33	21	29	23	2008-Heden	927	997	997	971
E05784	2006-Heden	33	21	29	23	2008-Heden	927	997	997	971
E05785	2006-Heden	61	65	115	113	2007-Heden	916	899	956	968

Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E05788	2006-2015	21	15	25	20	2008-2012	215	274	206	180
E05789	2006-Heden	39	22	39	29	2008-2014	450	460	458	518
E05790	2006-2015	25	17	28	18	2008-2014	468	531	549	526
E05791	2006-2015	114	141	110	108	2006-2014	612	756	774	639
E05792	2006-Heden	122	137	114	110	2006-Heden	1464	1508	1403	1374
E05793	2006-Heden	103	141	113	17	2007-Heden	1066	1277	1183	1047
E05794	2006-Heden	120	143	110	107	2006-Heden	1274	1372	1293	1198
E05795	2006-2013	99	128	93	97	2006-2009	276	310	264	271
E05796	2006-2015	28	17	28	16	2008-2014	468	552	549	526
E05797	2006-2015	28	17	27	18	2008-2014	468	550	536	515
E05799	2006-Heden	27	21	24	22	2023-Heden	0	58	0	0
E05850	2007-Heden	17	17	21	12	2008-2009	137	171	90	90
E05852	2007-2008	66	76	1	1					
E05853	2007-2009	68	74	3	2	2007-2009	247	263	182	181
E05854	2007-2009	28	32	3	2	2007-2009	245	263	182	181
E05855	2007-Heden	82	92	23	15	2007-2009	204	263	175	181
E05861	2007-Heden	16	19	16	13	2018-Heden	460	445	455	451
E05863	2007-Heden	16	19	24	15					
E05866	2007-2008	58	74	1	1					
E05893	2009-Heden	26	18	25	17					
E05974	2013-Heden	16	14	6	7	2013-Heden	788	821	819	812
E05979	2013-Heden	15	12	16	12					

## Sarphatipark

Figuur C-2 Locatieoverzicht van peilbuizen in het Sarphatiparkpark. De actieve peilbuizen worden tot op heden bemeaten



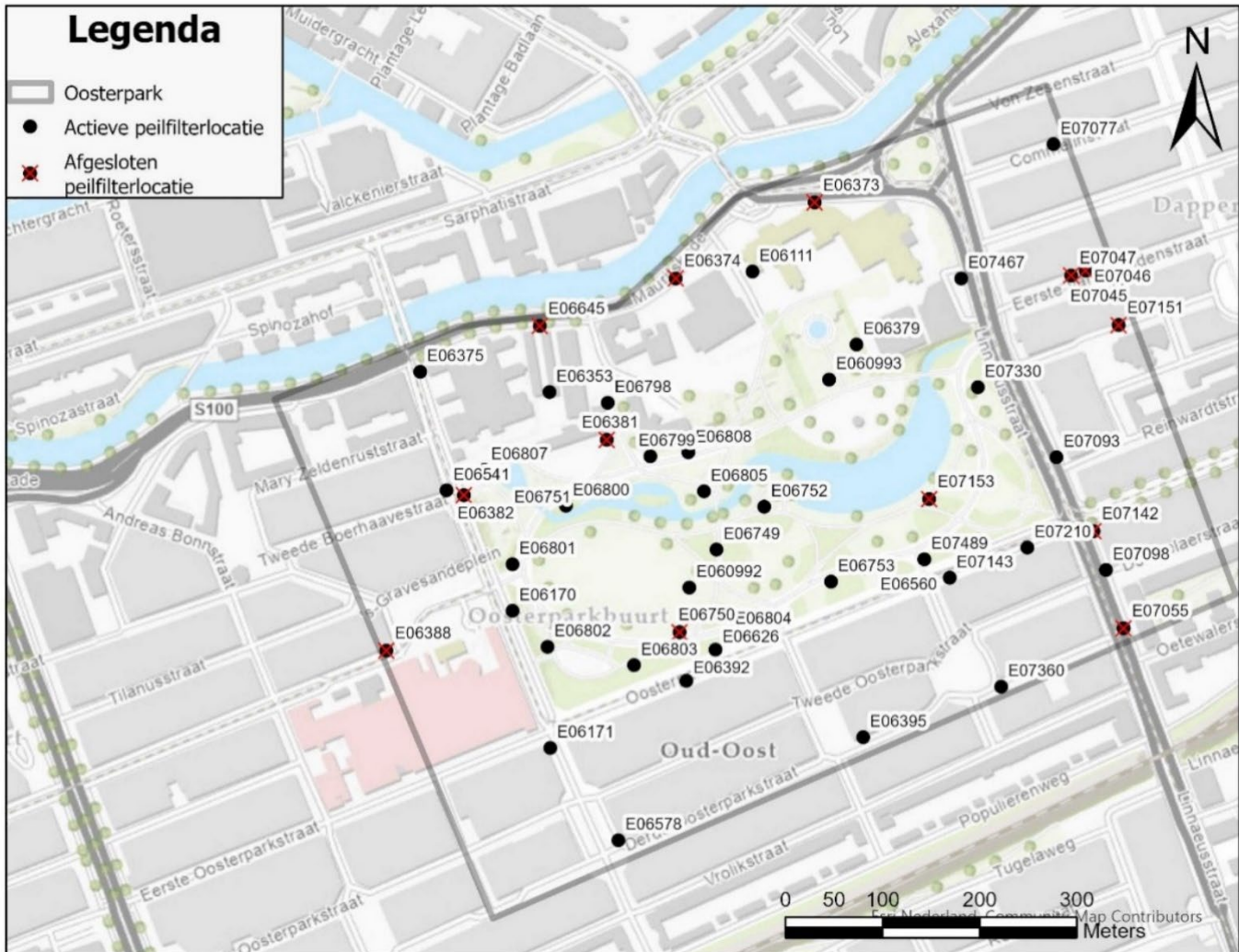


Tabel C-2 Overzicht peilbuizen in het Sarphatipark, inclusief meetperioden van hand- en dataloggermetingen, en het totaal aantal metingen per seizoen

Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E06074	1969-2017	91	67	87	76					
E06075	1969-Heden	100	74	95	85					
E060995	2019-Heden	5	3	4	3	2019-Heden	368	346	345	359
E060996	2019-Heden	4	3	4	2	2019-Heden	368	346	346	361
E060997	2019-Heden	4	3	4	3	2019-Heden	368	346	346	361
E060998	2019-Heden	4	3	3	2	2019-Heden	276	276	325	326
E06105	1971-2011	75	52	62	60					
E06131	1973-Heden	85	61	77	73					
E06132	1973-Heden	89	64	79	75					
E06136	1973-Heden	85	59	70	70					
E06191	1975-Heden	77	58	69	71					
E06201	1975-Heden	79	60	71	71					
E06334	1982-Heden	68	52	54	65					
E06431	1989-Heden	59	45	51	56					
E06432	1989-2011	41	30	31	40					
E06463	1990-Heden	66	47	54	58					
E06465	1990-Heden	52	35	38	50					
E06471	1990-Heden	61	42	46	54					
E06474	1990-Heden	48	43	43	44	2015-2022	644	644	617	625
E06475	1990-Heden	61	42	48	57					
E06476	1990-Heden	60	45	46	54					
E06477	1990-Heden	60	44	46	53					
E06478	1990-Heden	60	44	49	56					
E06544	1992-Heden	54	42	44	55					
E06563	1994-2011	37	19	26	32					
E06597	1998-Heden	45	32	38	44					
E06629	2000-Heden	46	35	44	48	2008-2010	130	158	182	180
E06692	2005-Heden	21	25	18	22					
E06693	2005-Heden	18	23	22	22	2008-Heden	771	811	879	888
E06694	2005-Heden	25	23	24	28					
E06696	2005-Heden	27	25	25	26					

## Oosterpark

Figuur C-3 Locatieoverzicht van peilbuizen in het Oosterpark. De actieve peilbuizen worden tot op heden bemeten



Tabel C-3 Overzicht peilbuizen in het Oosterpark, inclusief meetperioden van hand- en dataloggermetingen, en het totaal aantal metingen per seizoen

Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E060992	2019-Heden	5	3	5	2	2019-Heden	365	433	355	353
E060993	2019-Heden	5	4	4	2	2019-Heden	368	433	364	361
E06111	1971-Heden	79	82	92	79	2011-Heden	935	920	910	863
E06170	1975-Heden	59	71	79	78	2011-Heden	1090	1100	1017	868
E06171	1975-2022	133	79	75	151					
E06353	1985-Heden	52	61	61	51					
E06373	1987-2011	29	35	37	36					
E06374	1987-2017	38	41	46	44					
E06375	1987-Heden	45	53	54	54					
E06379	1987-Heden	43	55	58	53					

Peilbuis	Meetperiode handmetingen (Meetfrequentie 5-6x per jaar)	Zomer	Herfst	Lente	Winter	Meetperiode loggermetingen (Meetfrequentie 4-24x per dag)	Zomer	Herfst	Lente	Winter
E06381	1987-2022	37	52	56	49					
E06382	1987-2011	30	34	41	38					
E06388	1987-2011	26	31	39	36					
E06392	1987-Heden	117	59	65	147					
E06395	1987-Heden	39	37	42	42					
E06541	1991-Heden	44	48	49	49					
E06560	1993-2019	43	110	111	114					
E06578	1997-Heden	38	34	34	34	2017-Heden	536	504	455	407
E06626	1999-Heden	42	52	75	95					
E06645	2000-2013	21	19	22	23					
E06749	2012-2020	5	7	35	65	2012-2020	656	524	588	612
E06750	2012-2015	3	5	41	63	2012-2015	276	276	252	251
E06751	2012-2015	3	5	42	62	2012-2015	184	179	174	228
E06752	2012-2020	7	9	45	70	2016-2020	380	368	364	361
E06753	2012-Heden	10	10	47	74	2013-Heden	906	837	819	799
E06798	2016-2020	4	4	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06799	2016-Heden	6	7	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06800	2016-2020	4	4	2	4	2016-2020	288	323	364	339
E06801	2016-2020	4	3	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06802	2016-2020	4	5	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06803	2016-2020	4	5	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06804	2016-2020	4	5	2	3	2016-2019	354	368	327	270
E06805	2016-2020	4	5	2	4	2016-2020	380	368	364	361
E06806	2016-Heden	7	9	5	7	2016-Heden	721	713	635	631
E06807	2016-2020	4	5	2	4	2016-2020	358	368	364	361
E06808	2016-Heden	7	9	5	7	2016-Heden	694	713	637	631
E07045	1970-2022	70	73	77	67					
E07046	1970-2011	56	53	55	49					
E07047	1970-2014	59	58	63	55					
E07055	1975-2011	42	48	53	47					
E07077	1975-Heden	78	87	76	71					
E07093	1979-Heden	71	84	71	66					
E07098	1979-Heden	51	66	59	59					
E07142	1987-2011	31	33	38	39					
E07143	1987-Heden	120	64	52	143					
E07151	1988-2011	31	34	34	35					
E07153	1987-2023	137	218	150	142	2013-2013	92	92	74	7
E07210	1990-2022	49	61	44	50					
E07330	2001-Heden	33	46	36	33	2016-Heden	685	644	637	631
E07360	2004-2022	29	31	24	29					
E07467	2012-2022	13	18	13	14					
E07489	2016-2020	3	5	2	3	2016-2020	380	368	364	361

## Bijlage 4 Gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstand

In deze bijlage staan de berekende grondwaterstatistieken: de gemiddeld hoge grondwaterstand (GHG), de gemiddelde grondwaterstand (GG) en de gemiddeld lage grondwaterstand (GLG). Zie **Bijlage 2** voor uitleg van de berekenmethodes.

### Vondelpark

*Tabel D- 1 Gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstanden, berekend voor peilbuizen in en rond Vondelpark in de perioden 2003-2012 en 2013-heden. De vakken zijn leeg als er in de betreffende periode niet genoeg metingen waren om een betrouwbare statistiek te kunnen berekenen*

Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E05002	-1,21	-1,08	-0,91	-1,23	-1,04	-0,84
E05003	-0,81	-0,54	-0,33	-0,75	-0,50	-0,26
E05004	-0,55	-0,33	-0,08	-0,51	-0,27	-0,07
E05007	-1,50	-1,30	-1,08	-1,53	-1,32	-1,11
E05011	-1,69	-1,54	-1,39	-1,73	-1,56	-1,41
E05013	-2,43	-2,01	-1,68			
E05014	-1,95	-1,85	-1,77			
E05015	-2,08	-2,02	-1,93	-2,14	-2,07	-1,98
E05027	-2,32	-2,13	-1,84	-2,23	-2,04	-1,85
E05070	-0,90	-0,79	-0,68			
E05077	-0,92	-0,81	-0,67	-0,99	-0,84	-0,73
E051169				-1,17	-0,91	-0,74
E051224				-2,47	-2,30	-2,11
E051225				-2,61	-2,37	-2,18
E051226				-2,68	-2,23	-1,65
E05159	-0,80	-0,70	-0,58	-0,83	-0,68	-0,51
E05160	-0,77	-0,65	-0,53	-0,83	-0,68	-0,51
E05207	-1,59	-1,38	-1,23	-1,61	-1,45	-1,31
E05208	-1,90	-1,59	-1,35	-1,83	-1,56	-1,26
E05209	-1,55	-1,29	-1,02	-1,37	-1,16	-0,95
E05215	-0,59	-0,52	-0,42	-0,72	-0,55	-0,45
E05217	-0,60	-0,39	-0,14			
E05218	-0,53	-0,28	-0,03	-0,56	-0,31	-0,08
E05219	-0,47	-0,31	-0,17	-0,58	-0,36	-0,13
E05229	-1,15	-1,03	-0,95	-1,23	-1,06	-0,92
E05249	-2,27	-2,04	-1,77	-2,19	-1,96	-1,74
E05250	-2,13	-1,95	-1,78			
E05251	-0,83	-0,71	-0,57	-0,97	-0,75	-0,54
E05252	-0,65	-0,51	-0,35	-0,74	-0,52	-0,31
E05323	-0,40	-0,22	-0,08			
E05333	-1,36	-1,15	-0,92	-1,38	-1,13	-0,87
E05334	-0,88	-0,69	-0,52	-0,88	-0,73	-0,53
E05335	-1,86	-1,62	-1,40	-1,98	-1,63	-1,33
E05336	-1,88	-1,66	-1,46	-2,05	-1,72	-1,48
E05337	-1,98	-1,86	-1,72			
E05359	-2,11	-1,93	-1,77			
E05360	-1,98	-1,68	-1,46	-2,05	-1,76	-1,53
E05361	-1,92	-1,58	-1,40			
E05362	-1,79	-1,60	-1,47	-1,87	-1,69	-1,56

Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E05365	-1,64	-1,39	-1,12	-1,62	-1,38	-1,06
E05367	-1,73	-1,57	-1,47	-1,69	-1,56	-1,41
E05368	-1,54	-1,37	-1,23			
E05369	-1,28	-1,07	-0,83	-1,41	-1,12	-0,83
E05370	-1,35	-1,03	-0,79	-1,37	-1,09	-0,76
E05376	-2,07	-1,92	-1,77			
E05377	-2,05	-1,89	-1,71	-1,98	-1,80	-1,58
E05378	-2,23	-1,99	-1,86			
E05379	-1,47	-1,26	-1,03	-1,61	-1,37	-1,16
E05380	-1,34	-0,99	-0,60	-1,31	-0,94	-0,70
E05381	-1,74	-1,50	-1,30	-1,81	-1,57	-1,25
E05382	-1,81	-1,55	-1,20	-1,84	-1,50	-1,28
E05383	-2,13	-1,98	-1,85			
E05386	-1,61	-1,37	-1,08	-1,68	-1,36	-1,12
E05387	-1,43	-1,22	-1,00	-1,51	-1,27	-1,06
E05449	-0,43	-0,31	-0,16	-0,51	-0,32	-0,14
E05451	-2,07	-1,97	-1,81	-2,12	-1,95	-1,84
E05452	-2,09	-1,76	-1,54	-2,07	-1,87	-1,64
E05453	-1,66	-1,27	-1,06	-1,45	-1,24	-0,98
E05454	-2,01	-1,88	-1,67	-1,99	-1,91	-1,80
E05455	-2,33	-2,17	-2,02	-2,29	-2,18	-2,08
E05456	-2,06	-1,86	-1,69			
E05457	-2,47	-1,99	-1,73	-2,49	-2,10	-1,83
E05458	-2,58	-2,13	-1,84	-2,56	-2,16	-1,87
E05459	-1,14	-0,90	-0,68	-1,18	-0,92	-0,71
E05462	-2,09	-1,93	-1,80	-2,03	-1,88	-1,75
E05463				-0,76	-0,63	-0,42
E05474	-2,72	-2,17	-1,83	-2,75	-2,28	-1,94
E05475	-2,76	-2,29	-1,93			
E05476	-2,31	-1,90	-1,55	-2,27	-1,81	-1,52
E05479	-1,32	-0,98	-0,65			
E05487	-1,88	-1,78	-1,63			
E05536	-1,99	-1,82	-1,67			
E05537	-1,90	-1,80	-1,67	-1,69	-1,34	-0,71
E05544	-0,94	-0,80	-0,70	-1,08	-0,83	-0,61
E05616				-2,33	-2,04	-1,69
E05619	-2,47	-2,27	-2,01	-2,21	-1,88	-1,54
E05635	-2,52	-2,11	-1,76			
E05636	-2,67	-2,38	-2,05			
E05637	-2,75	-2,33	-2,10	-2,78	-2,33	-2,09
E05657	-0,94	-0,75	-0,62			
E05684	-0,98	-0,83	-0,65			
E05686	-0,76	-0,58	-0,41	-0,76	-0,57	-0,38
E05688	-2,62	-2,22	-1,82	-2,58	-2,12	-1,76
E05703	-1,80	-1,62	-1,44			
E05706	-2,08	-1,99	-1,81			
E05710	-2,52	-2,31	-1,83			
E05711	-2,95	-2,50	-2,02			
E05713	-2,80	-2,52	-2,16			
E05715	-2,86	-2,45	-2,05			
E05718	-2,76	-2,41	-2,01			
E05720	-2,63	-2,25	-1,73			
E05722	-2,57	-2,09	-1,72			
E05724	-2,68	-2,46	-2,15			



Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E05737	-1,68	-1,49	-1,35	-1,77	-1,54	-1,31
E05770	-1,69	-1,55	-1,39	-1,68	-1,55	-1,43
E05778	-1,61	-1,53	-1,44	-1,67	-1,55	-1,45
E05779	-1,62	-1,55	-1,46			
E05780	-1,77	-1,67	-1,54			
E05781	-2,02	-1,87	-1,74			
E05783	-2,09	-1,92	-1,78			
E05784	-1,99	-1,93	-1,87	-2,02	-1,94	-1,86
E05784	-1,99	-1,93	-1,87	-2,02	-1,94	-1,86
E05785	-1,85	-1,74	-1,63	-1,89	-1,73	-1,58
E05788	-1,82	-1,67	-1,41			
E05789	-1,67	-1,54	-1,43	-1,85	-1,56	-1,39
E05790	-1,78	-1,66	-1,57	-1,76	-1,61	-1,47
E05791	-1,46	-1,35	-1,25			
E05792	-1,64	-1,51	-1,38	-1,70	-1,48	-1,32
E05793	-1,63	-1,47	-1,31	-1,64	-1,49	-1,33
E05794	-1,59	-1,39	-1,22	-1,79	-1,54	-1,36
E05795	-1,58	-1,37	-1,17			
E05796	-1,60	-1,49	-1,39	-1,60	-1,44	-1,34
E05797	-1,26	-1,14	-1,01	-1,23	-1,08	-0,94
E05799				-1,98	-1,83	-1,72
E05850				-3,08	-2,60	-2,19
E05852	-2,15	-1,80	-1,32			
E05853	-3,53	-3,32	-3,15			
E05854	-2,55	-2,21	-1,88			
E05855	-2,06	-1,93	-1,83	-2,10	-1,92	-1,78
E05861				-2,76	-2,18	-1,77
E05863				-2,60	-2,33	-2,11
E05866	-2,34	-2,21	-1,98			
E05893				-0,80	-0,50	-0,24
E05974				-1,74	-1,61	-1,52
E05979				-2,30	-2,01	-1,76

## Sarphatipark

*Tabel D- 2 Gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstanden, berekend voor peilbuizen in en rond Sarphatipark in de perioden 2003-2012 en 2013-heden. De vakken zijn leeg als er in de betreffende periode niet genoeg metingen waren om een betrouwbare statistiek te kunnen berekenen*

Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E06074	-0,98	-0,69	-0,53			
E06075	-1,29	-1,00	-0,79	-1,31	-1,06	-0,81
E060995				-1,78	-1,60	-1,36
E060996				-1,62	-1,43	-1,14
E060997				-1,85	-1,65	-1,39
E060998				-2,04	-1,88	-1,58
E06105	-1,38	-0,98	-0,89			
E06131	-0,92	-0,70	-0,58	-1,04	-0,84	-0,66
E06132	-0,99	-0,71	-0,59	-1,11	-0,85	-0,68
E06136	-0,93	-0,72	-0,57	-0,98	-0,83	-0,64
E06191	-0,50	-0,29	-0,13	-0,61	-0,44	-0,26
E06201	-1,28	-1,09	-0,92	-1,22	-1,04	-0,89
E06334	-1,07	-0,75	-0,64	-1,15	-0,93	-0,70
E06431	-1,18	-0,76	-0,54	-1,15	-0,93	-0,74
E06432	-1,15	-0,74	-0,63			
E06463	-0,94	-0,57	-0,44	-0,92	-0,65	-0,42
E06465	-0,59	-0,38	-0,28	-0,56	-0,31	-0,09
E06471	-0,49	-0,30	-0,13	-0,58	-0,41	-0,27
E06474	-0,38	-0,16	-0,02	-0,49	-0,36	-0,20
E06475	-1,07	-0,77	-0,61	-1,25	-0,94	-0,68
E06476	-1,39	-1,09	-0,86	-1,43	-1,14	-0,88
E06477	-1,31	-1,03	-0,79	-1,48	-1,12	-0,81
E06478	-0,71	-0,59	-0,42	-0,90	-0,66	-0,48
E06544	-0,81	-0,54	-0,41	-0,93	-0,63	-0,33
E06563	-0,45	-0,32	-0,22			
E06597	-0,44	-0,37	-0,28	-0,53	-0,41	-0,34
E06629	-0,69	-0,38	-0,20	-0,70	-0,47	-0,22
E06692	-0,84	-0,59	-0,43	-0,80	-0,64	-0,50
E06693	-0,86	-0,66	-0,48	-0,84	-0,64	-0,45
E06694	-1,04	-0,87	-0,68	-1,29	-0,99	-0,80
E06696	-1,34	-1,05	-0,82	-1,38	-1,12	-0,88

## Oosterpark

*Tabel D-3 Gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstanden, berekend voor peilbuizen in en rond Oosterpark in de perioden 2003-2012 en 2013-heden. De vakken zijn leeg als er in de betreffende periode niet genoeg metingen waren om een betrouwbare statistiek te kunnen berekenen*

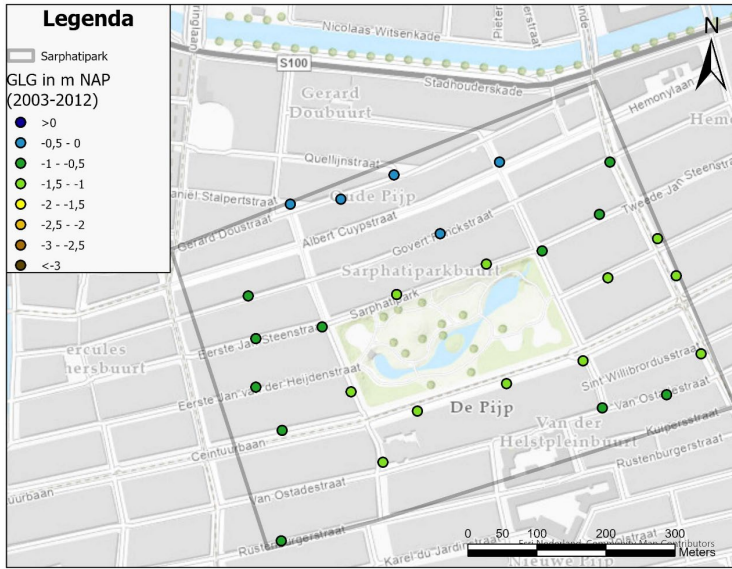
Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E060992				-2,11	-2,00	-1,82
E060993				-1,72	-1,47	-1,25
E06111	-1,35	-1,02	-0,70	-1,36	-1,07	-0,71
E06170	-0,85	-0,70	-0,57	-1,01	-0,85	-0,69
E06171	-0,64	-0,43	-0,18			
E06353	-1,92	-1,74	-1,56	-1,76	-1,60	-1,45

Peilbuis	Periode 2003-2012 statistieken in m NAP			Periode 2013-heden statistieken in m NAP		
	GLG	GG	GHG	GLG	GG	GHG
E06373	-0,64	-0,42	-0,25			
E06374	-0,99	-0,77	-0,59			
E06375	-0,90	-0,70	-0,50	-0,97	-0,75	-0,56
E06379	-1,75	-1,48	-1,29	-1,73	-1,49	-1,19
E06381	-2,30	-2,16	-2,01	-2,20	-2,08	-1,73
E06382	-0,83	-0,66	-0,51			
E06388	-0,67	-0,52	-0,38			
E06392	-0,71	-0,46	-0,28	-0,79	-0,51	-0,33
E06395	-0,74	-0,57	-0,40			
E06541	-0,75	-0,59	-0,42	-0,95	-0,69	-0,48
E06560	-0,94	-0,74	-0,62			
E06578	-0,54	-0,38	-0,22	-0,48	-0,37	-0,17
E06626	-1,24	-0,97	-0,69	-1,47	-0,97	-0,58
E06645	-1,21	-1,03	-0,84			
E06749				-2,21	-2,10	-1,99
E06750				-2,14	-1,87	-1,52
E06751				-2,11	-2,04	-1,93
E06752				-2,38	-2,24	-1,98
E06753				-1,45	-1,05	-0,70
E06798				-1,91	-1,75	-1,53
E06799				-1,96	-1,81	-1,61
E06800				-2,14	-2,01	-1,81
E06801				-1,55	-1,28	-0,93
E06802				-2,00	-1,55	-0,98
E06803				-2,15	-1,67	-1,15
E06804				-1,87	-1,53	-1,07
E06805				-2,46	-2,10	-1,81
E06806				-2,04	-1,87	-1,72
E06807				-1,64	-1,49	-1,31
E06808				-1,98	-1,80	-1,62
E07045	-0,72	-0,53	-0,41	-0,93	-0,60	-0,41
E07046	-0,76	-0,60	-0,47			
E07047	-0,80	-0,62	-0,45			
E07055	-1,46	-1,37	-1,25			
E07077	-0,82	-0,58	-0,43	-0,90	-0,58	-0,35
E07093	-1,25	-1,02	-0,84	-1,29	-0,99	-0,73
E07098	-1,31	-1,19	-1,05	-1,43	-1,26	-1,09
E07142	-1,18	-1,07	-0,97			
E07143	-0,87	-0,66	-0,46	-0,92	-0,69	-0,49
E07151	-0,42	-0,28	-0,15			
E07153	-1,94	-1,68	-1,37	-1,94	-1,64	-1,29
E07210	-0,94	-0,77	-0,60	-0,97	-0,80	-0,62
E07330	-1,74	-1,53	-1,44	-1,81	-1,46	-1,16
E07360	-0,85	-0,64	-0,47	-0,88	-0,65	-0,43
E07467				-1,87	-1,62	-1,35
E07489				-0,87	-0,71	-0,51

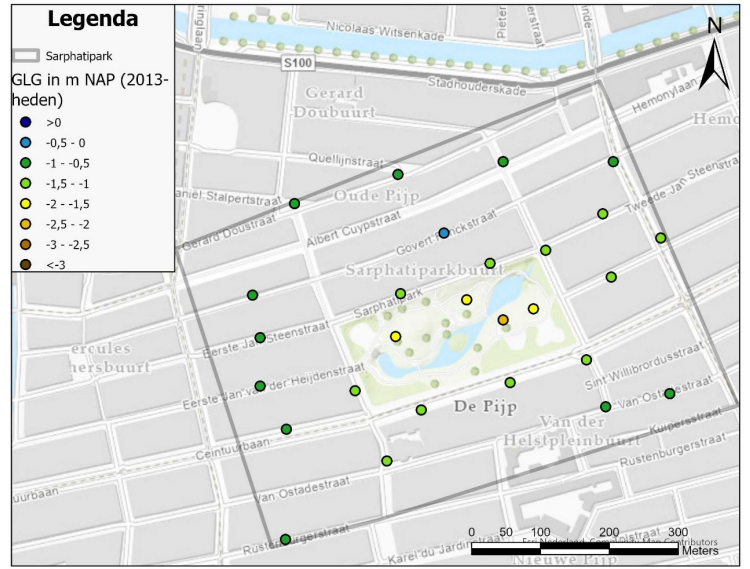
## Bijlage 5 Grondwaterkaarten Sarphatipark en Oosterpark

### Sarphatipark

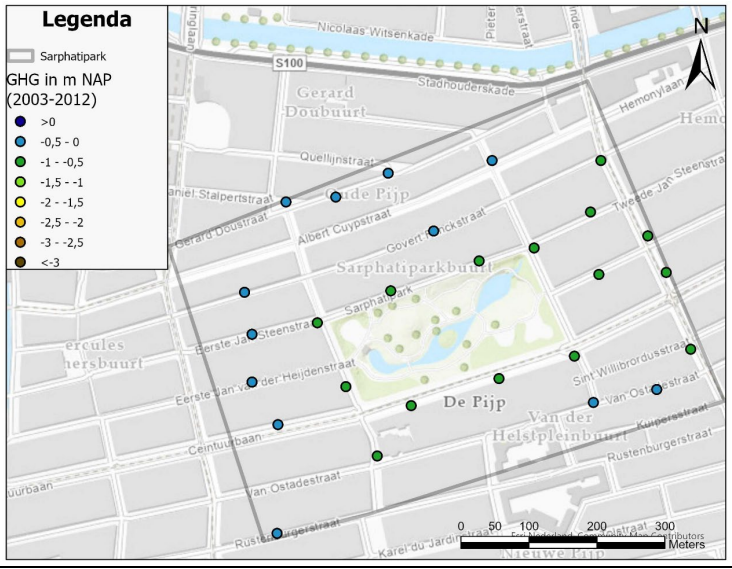
Figuur E-1 Gemiddeld lage grondwaterstand per peilbuis in de periode 2003-2012 in Sarphatipark



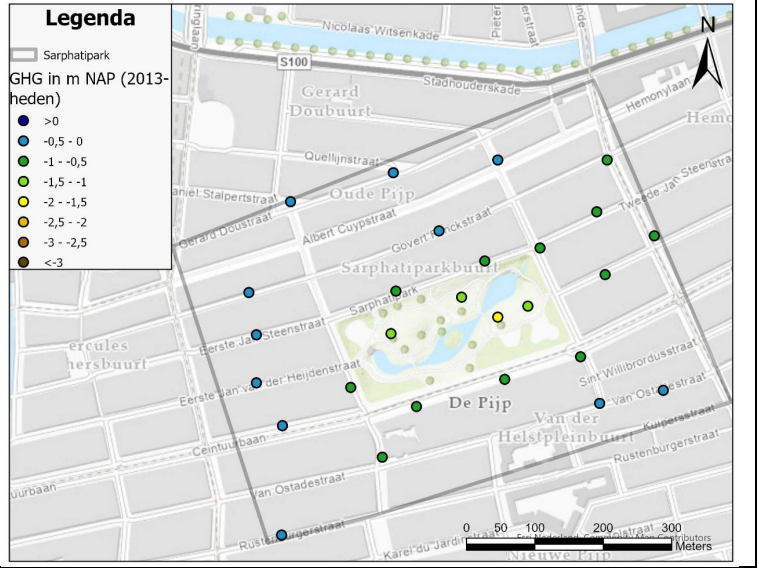
Figuur E-2 Gemiddeld lage grondwaterstand per peilbuis in de periode 2013-heden in Sarphatipark



Figuur E-3 Gemiddeld hoge grondwaterstand per peilbuis in de periode 2003-2012 in Sarphatipark

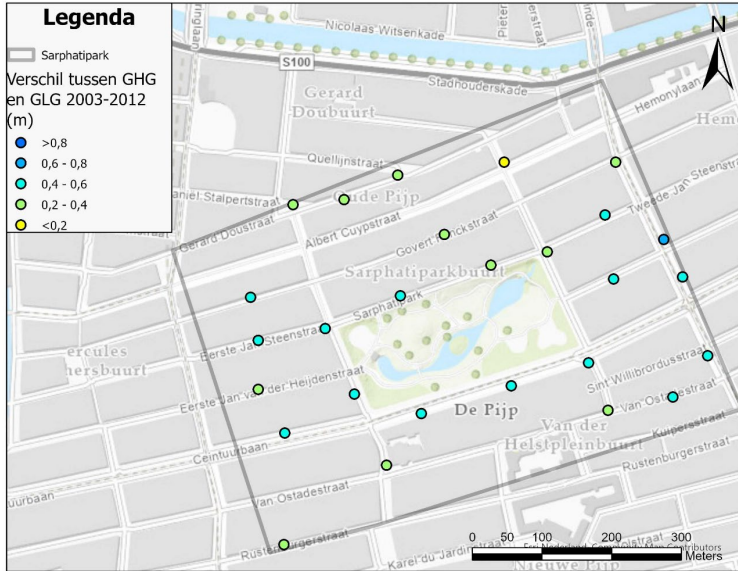


Figuur E-4 Gemiddeld hoge grondwaterstand per peilbuis in de periode 2013-heden in Sarphatipark

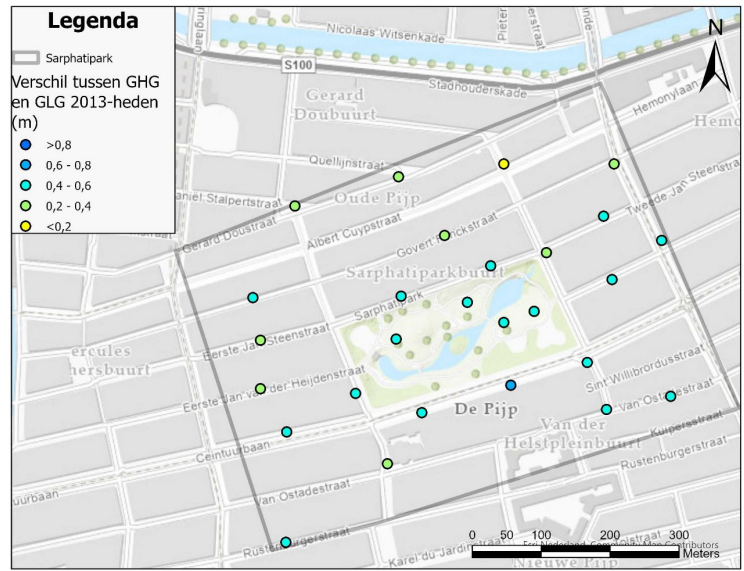




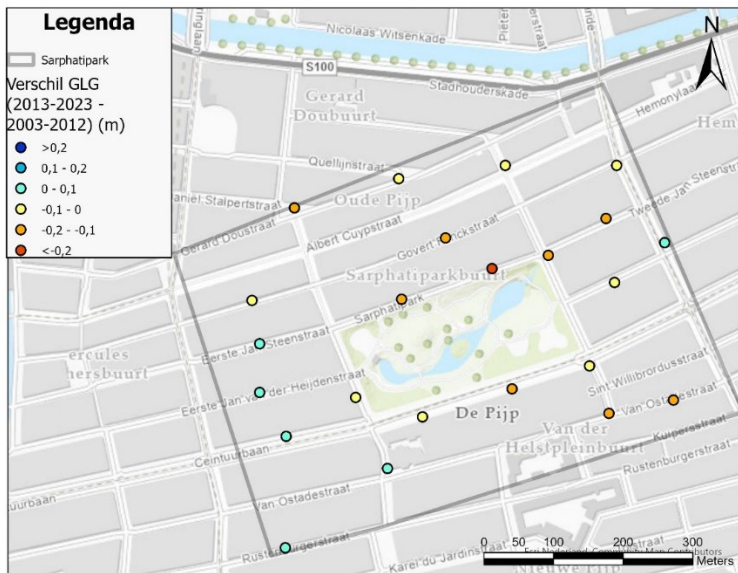
Figuur E-5 Het verschil tussen de GHG en GLG per peilbuis in de periode 2003-2012 in Sarphatipark. Dit geeft de bandbreedte aan waartussen de grondwaterstand fluctueert



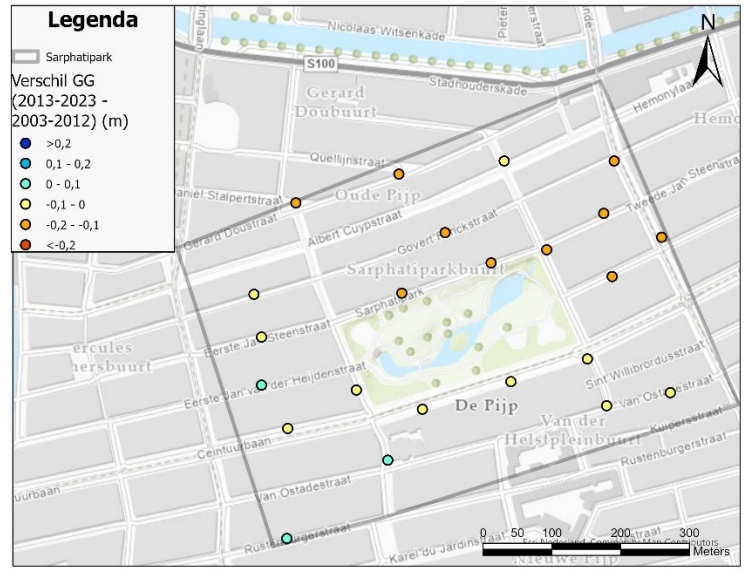
Figuur E-6 Het verschil tussen de GHG en GLG per peilbuis in de periode 2013-heden in Sarphatipark. Dit geeft de bandbreedte aan waartussen de grondwaterstand fluctueert



Figuur E-7 Het verschil in GLG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Sarphatipark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter)

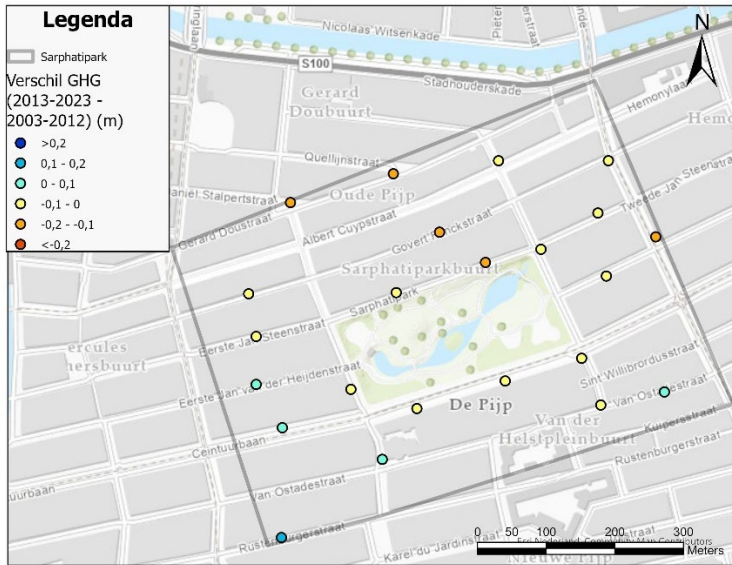


Figuur E-8 Het verschil in GG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Sarphatipark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter)

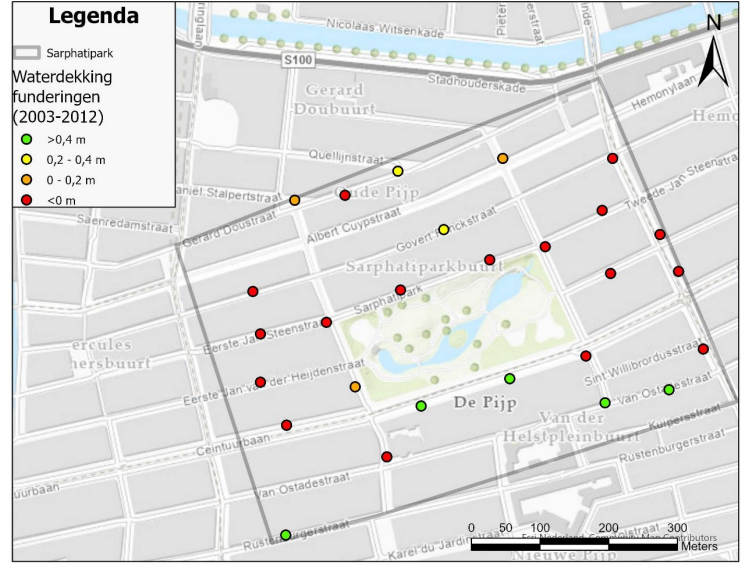




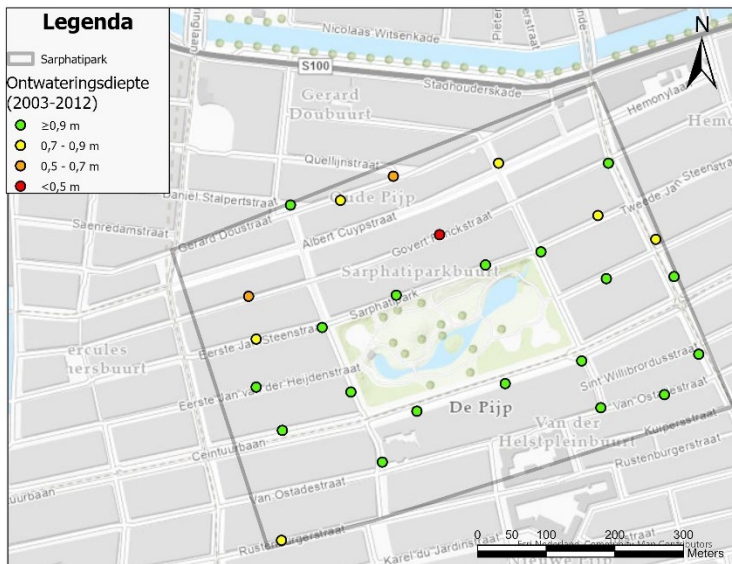
**Figuur E-9** Het verschil in GLG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Sarphatipark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter)



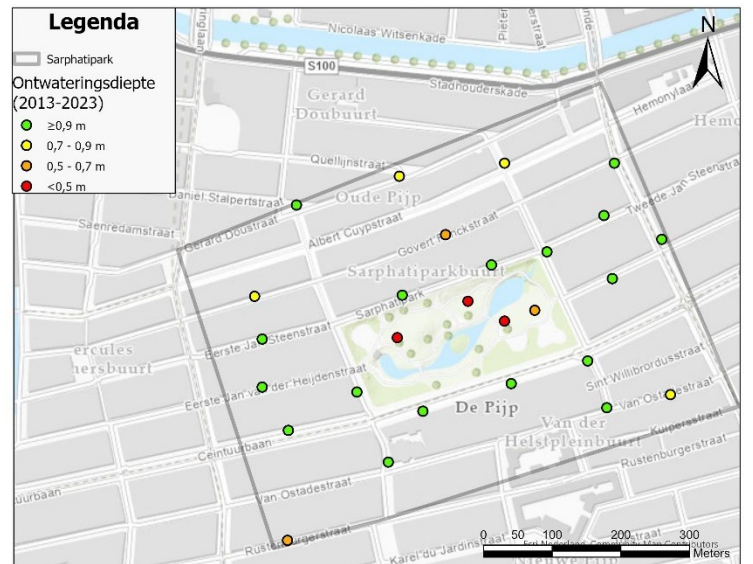
**Figuur E-10** De waterdekking op de funderingen berekend door de hoogste funderingshoogte binnen een straal van 30m per peilbuis af te trekken van de GLG. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2003-2012 voor peilbuizen rond het Sarphatipark



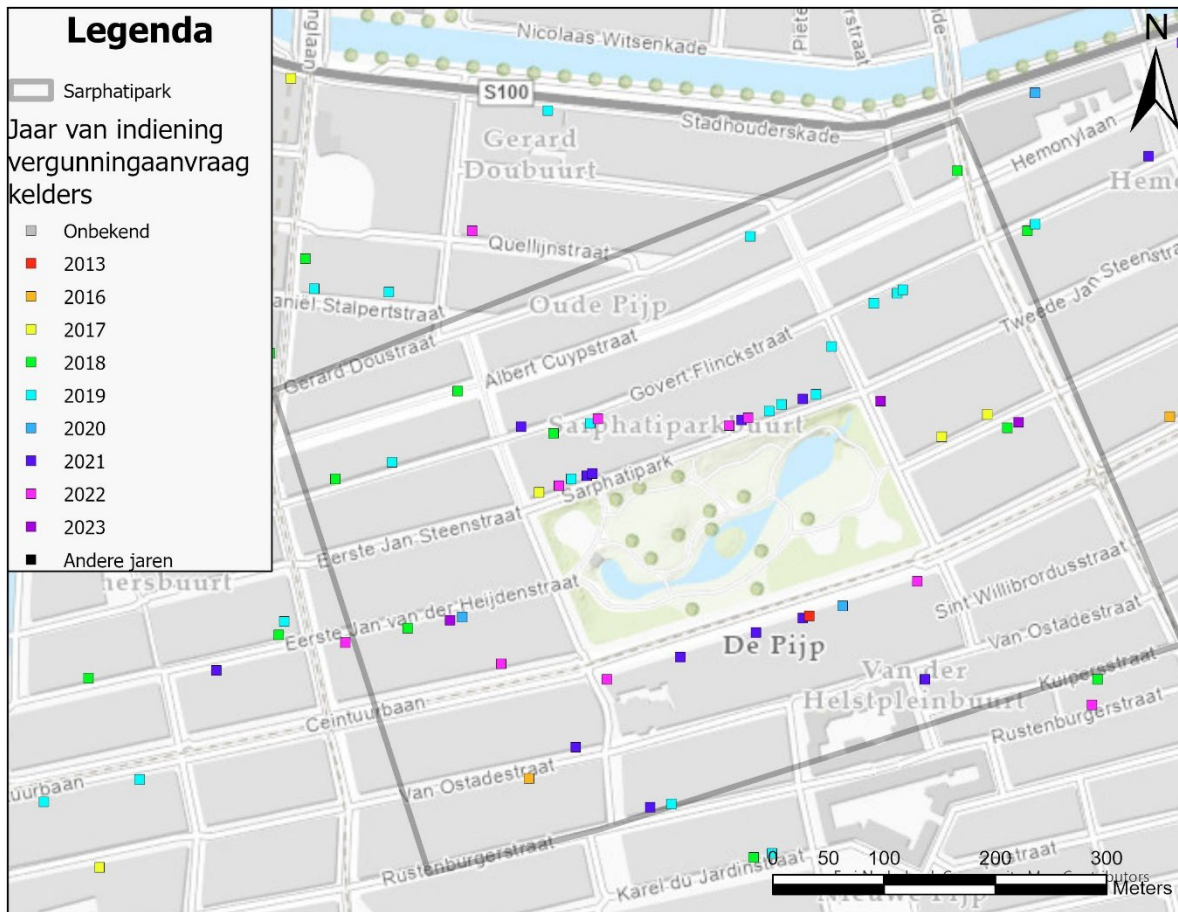
**Figuur E-12** De ontwateringsdiepte in m berekend door de GHG van de maaiveldhoogte af te trekken. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2003-2012 voor peilbuizen rond het Sarphatipark



**Figuur E-13** De ontwateringsdiepte in m berekend door de GHG van de maaiveldhoogte af te trekken. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2013-2023 voor peilbuizen rond het Sarphatipark



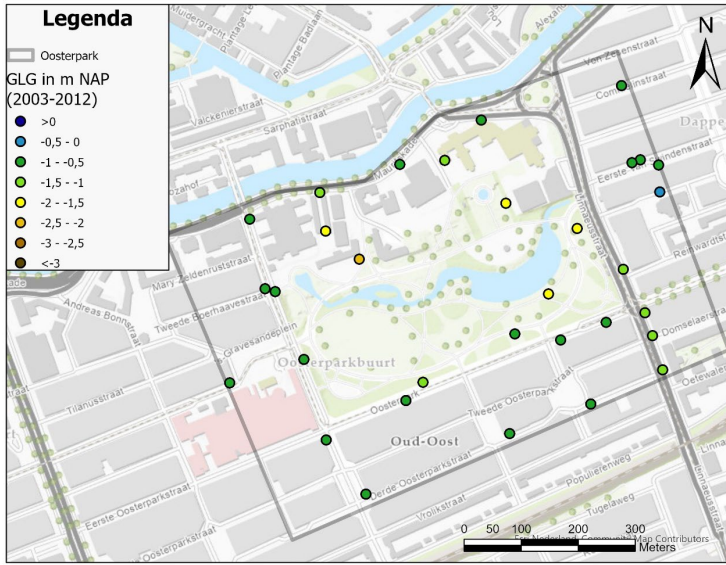
Figuur E-14 Locaties waar een vergunningaanvraag voor een kelder van bekend is rondom het Sarphatipark, inclusief het jaar van de aanvraag. Let op: het is niet bekend of deze kelders ook daadwerkelijk zijn gebouwd



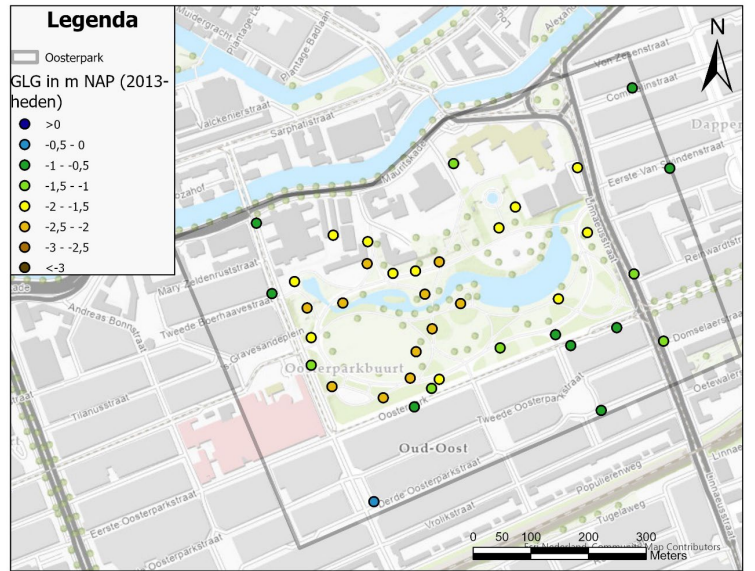


## Oosterpark

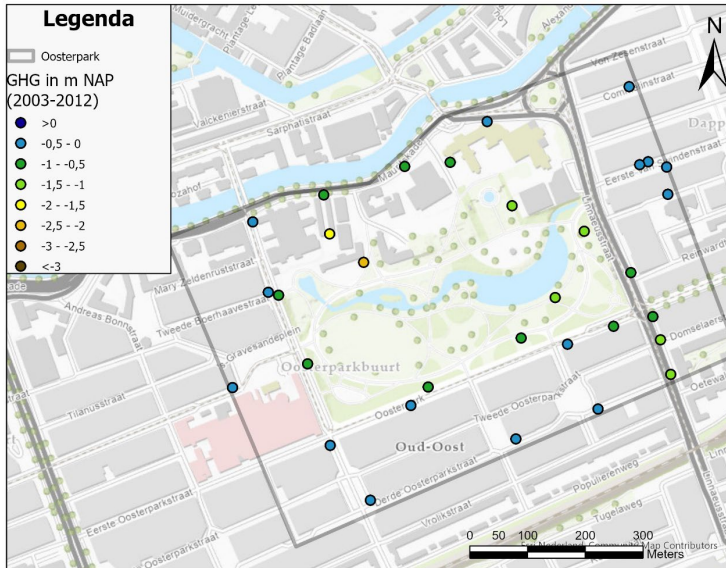
Figuur E- 15 Gemiddeld lage grondwaterstand per peilbuis in de periode 2003-2012 in Oosterpark



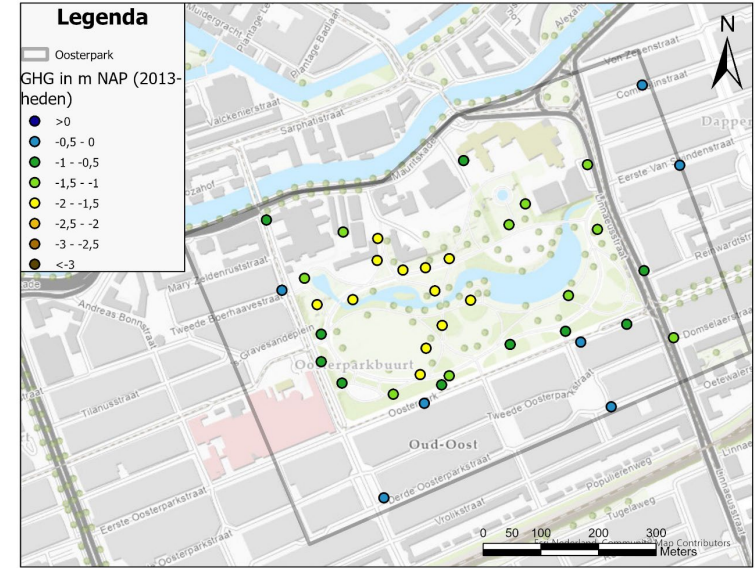
Figuur E- 16 Gemiddeld lage grondwaterstand per peilbuis in de periode 2013-heden in Oosterpark



Figuur E-17 Gemiddeld hoge grondwaterstand per peilbuis in de periode 2003-2012 in Oosterpark

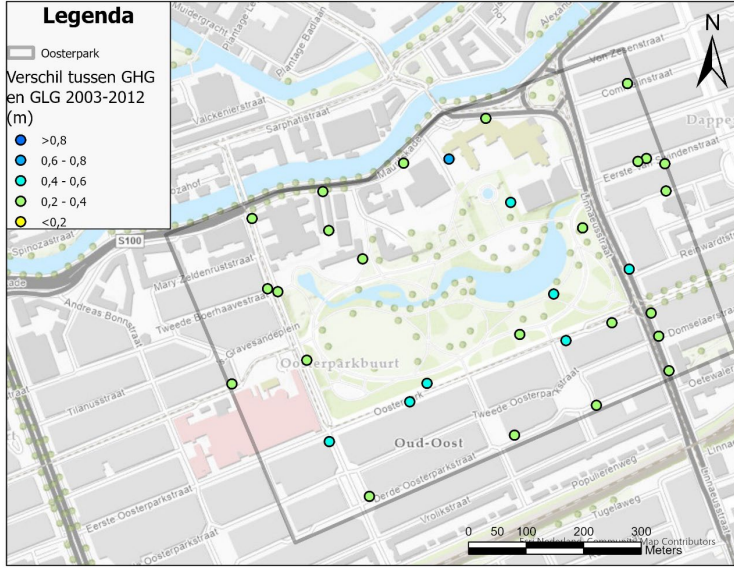


Figuur E-18 Gemiddeld hoge grondwaterstand per peilbuis in de periode 2013-heden in Oosterpark

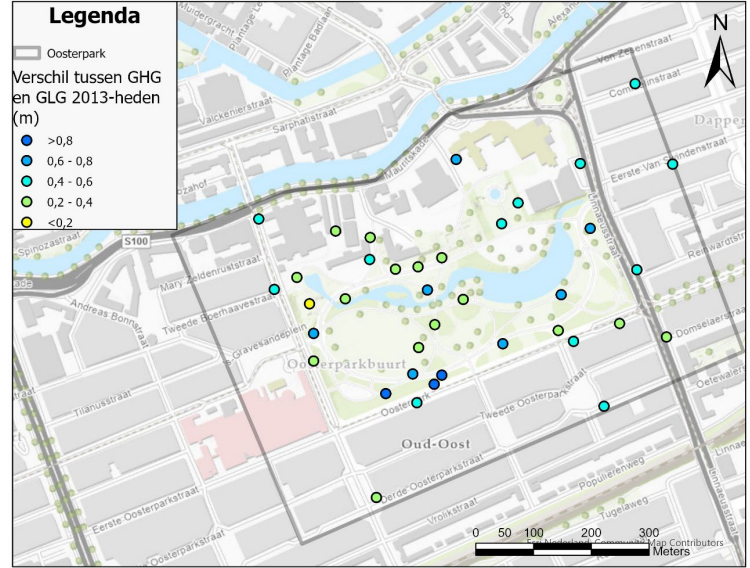




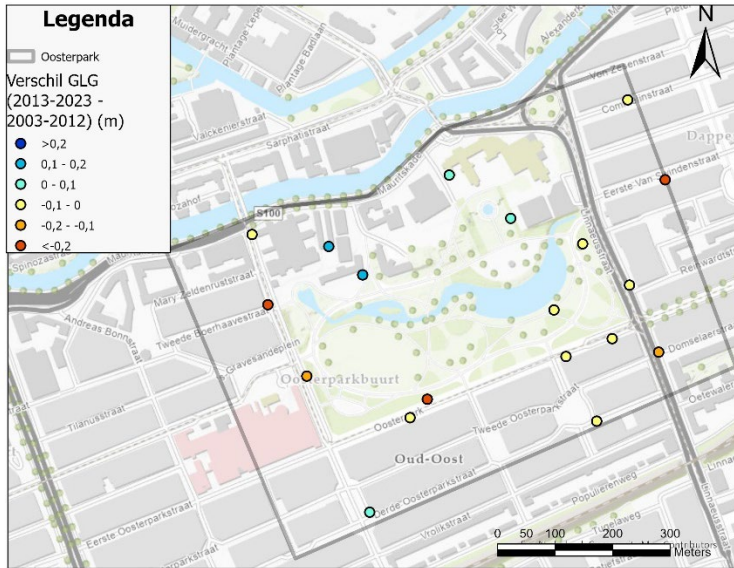
Figuur E-19 Het verschil tussen de GHG en GLG per peilbuis in de periode 2003-2012 in Oosterpark. Dit geeft de bandbreedte aan waartussen de grondwaterstand fluctueert



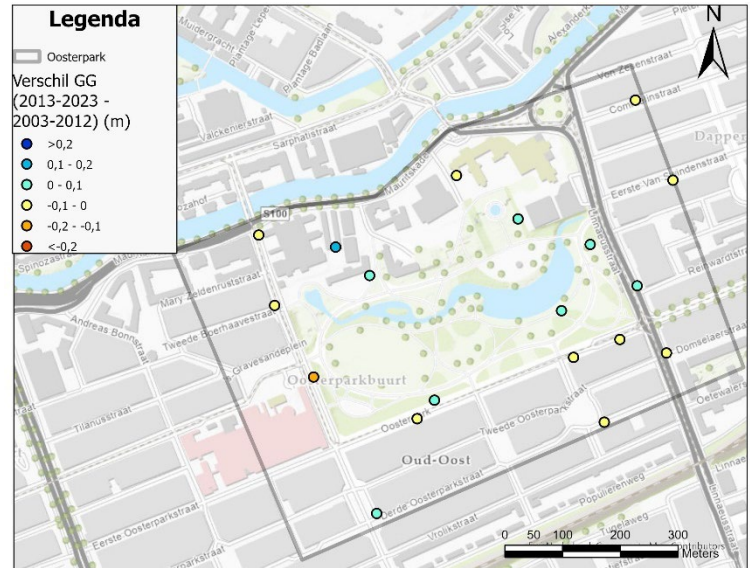
Figuur E-20 Het verschil tussen de GHG en GLG per peilbuis in de periode 2013-heden in Oosterpark. Dit geeft de bandbreedte aan waartussen de grondwaterstand fluctueert



Figuur E-21 Het verschil in GLG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Oosterpark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter)

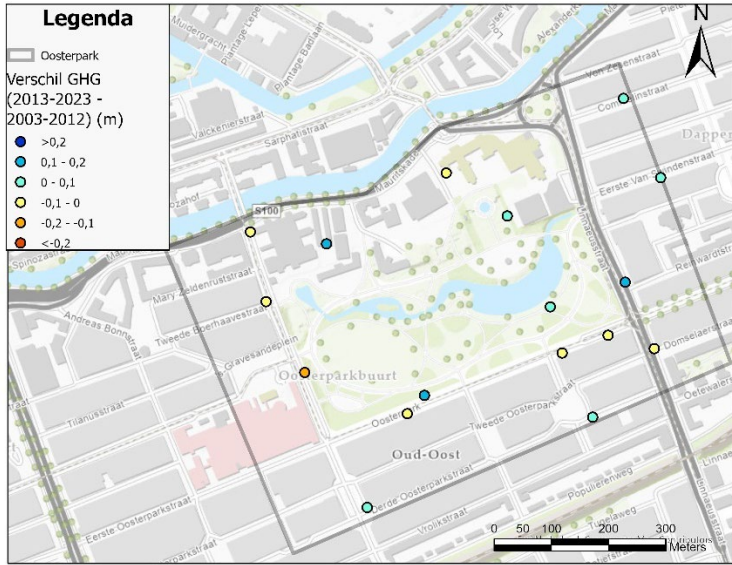


Figuur E-22 Het verschil in GG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Oosterpark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter)

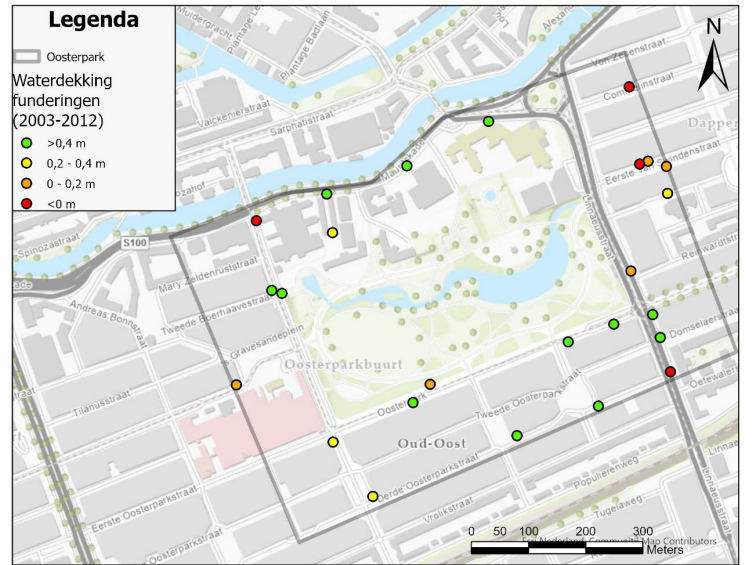




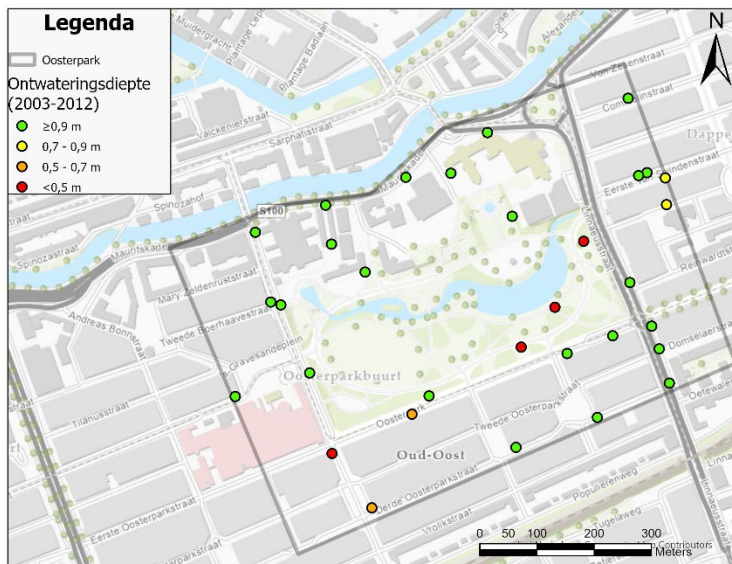
Figuur E-23 Het verschil in GHG tussen de periodes 2003-2012 en 2013-heden per peilbuis in het Oosterpark. De gele/oranje kleuren geven aan dat de GLG lager is geworden (droger), de blauwe kleuren geven aan dat de GLG hoger is geworden (natter.)



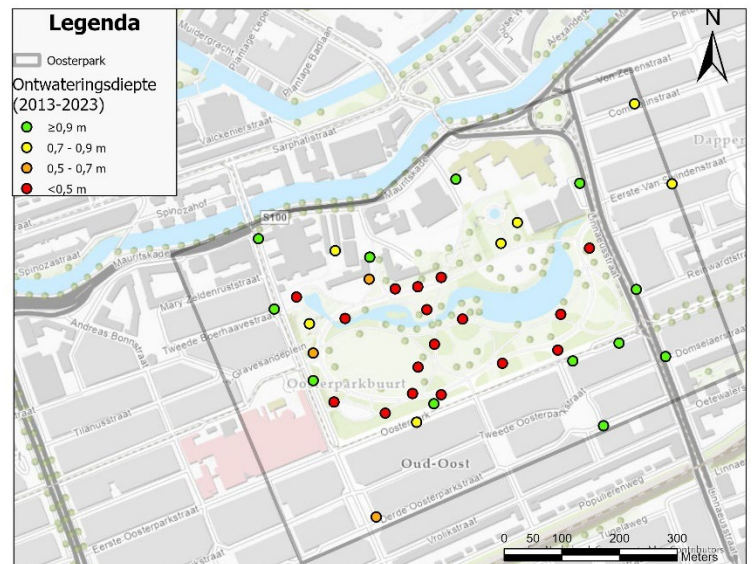
Figuur E-24 De waterdekking op de funderingen, berekend door de hoogste funderingshoogte binnen een straal van 30m per peilbuis af te trekken van de GLG. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2003-2012 voor peilbuizen rond het Oosterpark.



Figuur E-25 De ontwateringsdiepte in m berekend door de GHG van de maaiveldhoogte af te trekken. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2003-2012 voor peilbuizen rond het Oosterpark



Figuur E-26 De ontwateringsdiepte in m berekend door de GHG van de maaiveldhoogte af te trekken. Deze waarden zijn berekend voor de periode 2013-2023 voor peilbuizen rond het Oosterpark





Figuur E-27 Locaties waar een vergunningaanvraag voor een kelder van bekend is rondom het Oosterpark, inclusief het jaar van de aanvraag. Let op: het is niet bekend of deze kelders ook daadwerkelijk zijn gebouwd

