



**Gemeente Rotterdam**  
College van Burgemeester en Wethouders

**Hamit Karakus**  
Wethouder Wonen en Ruimtelijke  
Ordening

**Bezoekadres:** Stadhuis Coolsingel 40  
Rotterdam

**Postadres:** Postbus 70012  
3000 KP Rotterdam

**Website:** [www.rotterdam.nl](http://www.rotterdam.nl)

**E-mail:** [w.reijnierse@bsd.rotterdam.nl](mailto:w.reijnierse@bsd.rotterdam.nl)

**Fax:** (010) 417 22 44

**Inlichtingen:** W.Reijnierse/ C.Gebraad

**Telefoon:** (010) 417 3746/ 417 3883

Commissie FIBS

**Uw brief van:**

**Ons kenmerk:** 155950

**Betref:** Funderingsproblematiek

**Datum:** 25 juni 2008



Geachte leden van de Commissie FIBS,

Rotterdam heeft op grond van bestaande informatie een inventariserend onderzoek gedaan naar de aard en omvang van de grondwater- en funderingsproblematiek. Bij deze informeren wij u over de resultaten van fase 1 van het onderzoek, alsmede over het door ons college vastgestelde beleid ten aanzien van de funderingsproblematiek.

#### Resultaten onderzoek

Het doel van het onderzoek was het verkrijgen van een samenhangend beeld van mogelijke risicogebieden in Rotterdam met betrekking tot grondwater, bodemzetting en funderingen. De eerste fase van het onderzoek heeft betrekking op het samenbrengen van de op verschillende plaatsen bij de gemeente beschikbare gegevens. De gebruikte databronnen zijn: kaartlagen uit het Geografisch Informatiesysteem (GIS), het Funderings Informatie Systeem (FIS), de woningendatabase, milieuboringen, informatie over toekomstige herstructureringsgebieden, de grondwaterdatabase, meldingensysteem buitenruimte (MSB), maaiveldhoogtes en grondwaterpeilen, informatie over zettingen en last but not least de ervaringskennis van de funderingsexperts van de dienst Gemeentewerken (GW). Het onderzoek heeft geleid tot het formuleren van risicogebieden voor funderingsproblemen en voor grondwateroverlast. Het doet geen uitspraak over de feitelijke staat van de fundering van individuele panden.

Met vragen over water kunnen burgers sinds half april terecht bij het digitale waterloket op [www.rotterdam.nl](http://www.rotterdam.nl). Op de website is bovendien informatie te vinden over de instanties waar burgers met vragen over water en wateroverlast terecht kunnen (waterschappen, provincie, Rijkswaterstaat of Drinkwaterbedrijf).

In deze brief beperken wij ons tot de funderingsproblemen. De voorlopige schatting uit het onderzoek is, dat het aantal op hout gefundeerde panden in Rotterdam dat kans loopt met funderingsproblemen te maken te krijgen, 1000 à 6.000 is. Naar schatting is ruim de helft hiervan in particuliere handen. De panden liggen voornamelijk op de rechter maasoever. Daarnaast kunnen 500-1500 panden funderingsproblemen ondervinden vanwege een slappe bodem (fundering 'op staal').

Funderingsproblemen ontstaan wanneer de bovenste houten delen van de fundering langdurig boven grondwaterniveau staan. De oorzaken van funderingsproblemen zijn divers, zoals onvoldoende constructief draagvermogen (paalrot t.g.v. droogstand) of onvoldoende geotechnisch draagvermogen (negatieve kleef e.d.). In de praktijk kunnen ook andere factoren invloed hebben op de funderingen, zoals de intensiteit van het verkeer, verbouwingen,



onderhoudswerkzaamheden, nabijheid van een bouwproject e.d.. Hoe en in welke mate dergelijke factoren invloed hebben, is in de praktijk moeilijk vast te stellen of te voorspellen.

Daarnaast zijn er huizen gebouwd op 'staal'. Deze huizen zijn gebouwd op een iets verbrede voet van steen of beton. Het pand rust op de bodem. Als de bodem zakt, zakt het pand mee, maar niet altijd gelijkmatig. Bij gelijkblijvende grondwaterstand of verhoging hiervan, treedt vroeg of laat grondwateroverlast op. Primair is echter sprake van een funderingsprobleem t.g.v. een slappe bodem.

Bij houten palen is funderingsherstel in diverse vormen mogelijk. Bij huizen die op staal zijn gebouwd is funderingsherstel in de meeste gevallen niet lonend. Soms zijn grondwatermaatregelen mogelijk voor bescherming of uitstel van de aantasting. In elk geval start het proces met funderingsonderzoek per pand of per bouwkundige eenheid.

#### Beleid ten aanzien van funderingsproblemen

Eigenaren van panden zijn verantwoordelijk voor het onderhoud van hun woning en dus ook voor de fundering. Funderingsproblemen zijn technisch complex. Herstelwerkzaamheden, die nodig zijn om de duurzaamheid van de woning te handhaven, plaatsen eigenaren voor een forse financiële opgave. De gemeente vindt het belangrijk dat eigenaar-bewoners, die hier onverhoopt mee te maken krijgen, goed geïnformeerd zijn en een reëel perspectief kunnen ontwikkelen op een goede aanpak van zo'n investering in het eigen bezit. Om die reden hebben wij een aantal maatregelen genomen. Hierbij hebben wij gebruik gemaakt van de ervaringen in andere steden waar funderingsproblemen spelen, met name Dordrecht en Schiedam.

#### **1. Opening funderingsloket.**

Vanaf 3 juli kunnen huiseigenaren met vragen over funderingen terecht bij het funderingsloket. Is er sprake van een funderingsprobleem dan kan er advies worden gegeven over de aanpak van het probleem. Het loket is te raadplegen via [www.rotterdam.nl](http://www.rotterdam.nl), het centrale 0800 nummer en via een e-mailadres. Waar nodig wordt een vraag doorspeeld aan een deskundige van Gemeentewerken of de dS+V. Het funderingsloket draagt zorg voor de correcte beantwoording van vragen en onderhoudt de contacten met bewonersgroepen. Waar nodig schouwt een funderingsdeskundige van het ingenieursbureau van GW ter plekke de situatie teneinde een beter advies te geven over de noodzaak van funderingsonderzoek en/of herstel. Het al dan niet laten uitvoeren van nader onderzoek op pandniveau dient door de eigenaar te worden geïnitieerd (verantwoordelijkheid eigenaar).

De risicogebieden voor funderingsproblemen liggen in zeven deelgemeenten. De diensten GW en dS+V zullen, indien door bewoners en/of deelgemeente gewenst, samen met de betrokken deelgemeenten bewonersavonden organiseren om de resultaten van het onderzoek te bespreken en het beleid toe te lichten. Ook kan dan voorlichting worden gegeven over de diensten van het funderingsloket.

#### **2. Laagrentende leningen.**

Vanaf 1 januari 2009 zal de gemeente eigenaar-bewoners, die kunnen aantonen over onvoldoende middelen te beschikken om funderingsherstel te bekostigen, de mogelijkheid bieden een lening af te sluiten tegen een gereduceerde rente. De criteria hiervoor worden in het najaar vastgesteld. De regeling zal uitgevoerd worden door SVn. Bij de begrotingsbehandeling 2009 zullen de details hiervan worden vastgesteld. Een verzoek voor een dergelijke lening kan al wel vanaf juli worden ingediend bij het funderingsloket. Het besluit over het al dan niet toekennen van een lening en de verstrekking zullen na 1-1-09 plaatsvinden.

#### **3. Vervolgonderzoek funderingsproblemen.**

In de tweede helft van 2008 zal de tweede fase van het onderzoek worden gestart. Dit onderzoek zal zich beperken tot funderingsproblemen. Dit vervolgonderzoek zal leiden tot een verfijning van het inzicht in funderingsproblematiek. Ook dan zullen uitspraken over individuele panden niet mogelijk zijn. Hiertoe zal per pand specifiek onderzoek moeten worden gedaan, wat de eigen verantwoordelijkheid van de eigenaar is.



#### 4. Algemene publieksvoorlichting.

Alle beschikbare informatie over funderingen is op een publieksvriendelijke wijze vanaf 3 juli te raadplegen via [www.rotterdam.nl](http://www.rotterdam.nl).

De informatie over het funderingsbeleid wordt bovendien opgenomen in een folder die wordt verspreid via de stadswinkels, deelgemeentekantoren en het City Informatie Centrum (CIC). Het CIC verstrekt ook mondeling informatie over funderingsproblemen aan bezoekers en geeft vragen die zij niet kunnen beantwoorden per e-mail door aan het expertiseteam.

Wij hebben er vertrouwen in dat met deze aanpak helderheid ontstaat over wat pandeigenaren kunnen verwachten van de gemeente en waar hun eigen verantwoordelijkheid ligt. Hiermee wordt perspectief geboden aan eigenaren die geconfronteerd worden met funderingsproblemen en zich, misschien plotseling, geconfronteerd zien met hoge kosten.

Met vriendelijke groet,

Hamit Karakus  
Wethouder Wonen en  
Ruimtelijke Ordening

Lucas Bolsius  
Wethouder Financien, Sport  
en Buitenruimte

Bijlage: Rapport Grondwater- en funderingsonderzoek Rotterdam, fase 1.

Ter vergadering: kaart met de risicogebieden, conceptfolder

# **Grondwater- en Funderingsonderzoek Rotterdam**

## **Fase 1**

**Inventariserend onderzoek naar aard en  
omvang van de grondwater- en  
funderingsrisico's in Rotterdam**

**Projectcode**

2007-2003

**Datum**

december 2007

**Versie**

2

**Opdrachtgever**

Sectorbuitenruimte  
afd. Watermanagement Rotterdam  
W. Paling

**Opsteller**

A.A. Bowker  
M. Brusse  
J.W. Stoker  
J. Lankester  
A.J.B. van Bree

**Projectleider**

P. Nederhorst

0G

## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doel	6
1.3	Afbakening	6
1.4	Leeswijzer	6
<b>2.</b>	<b>Definitie risicogebieden</b>	<b>7</b>
2.1	De criteria	7
2.2	Beschrijving toetsingscriteria	7
2.2.1	Toetsingscriterium 1: schade door grondwateroverlast	7
2.2.2	Toetsingscriterium 2: schade aan funderingen door droogstand van paalkoppen	9
2.2.3	Niet beschouwde funderingsproblemen	10
<b>3.</b>	<b>Data-inventarisatie</b>	<b>13</b>
3.1	Algemeen	13
3.2	Gebruikte data	13
3.2.1	Freatische grondwaterstand	13
3.2.2	Zettingen ondergrond	14
3.2.3	Indicatie funderingswijze	15
3.2.4	Bouwjaar per blok	16
3.2.5	Maaiveldhoogt	16
3.2.6	Herstructureringen tot 2015	17
3.2.7	Grondwaterklachten	17
3.2.8	Woningbezit	18
3.2.9	Drooglegging	18
3.2.10	Aanlegniveau fundering	18
3.2.11	Niet gebruikte gegevens	19
<b>4.</b>	<b>Analyse risicogebieden</b>	<b>21</b>
4.1	Geohydrologisch systeem van Rotterdam	21
4.2	Risicogebieden op basis van toetsingscriteria	22
4.2.1	Gebieden met een geringe ontwateringsdiepte	22
4.2.2	Gebieden met geringe ontwateringsdiepte over tien jaar	25
4.2.3	Gebieden met grote kans op droogstand paalkoppen	25

<b>4.3</b>	<b>Effecten beoogde herstructurering</b>	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>Indicatieve maatregelen en oplossingen</b>	<b>27</b>
4.4.1	Maatregelen tegen paaldroogstand	27
4.4.2	Maatregelen tegen grondwateroverlast	28
4.4.3	Maatregelen in gebieden met gecombineerde risico's	28
<b>4.5</b>	<b>Doorkijk naar fase 2</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusies</b>	<b>31</b>
<b>5.2</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>32</b>

# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De beheerders van de openbare buitenruimte krijgen steeds vaker te maken met klachten over te hoge of te lage grondwaterstanden. Te hoge of te lage grondwaterstanden kunnen de gemeente Rotterdam en particulieren voor problemen stellen. Voorbeelden hiervan zijn wateroverlast in kruipruimtes, verzakking van panden die op houten palen gefundeerd zijn en water op straat. In Rotterdam hebben deze problemen al geleid tot (deelgemeentelijke) bestuurlijke aandacht in Kralingse Veer, de Schiewijk in Overschie, en de Koninginne- en Pascalweg in IJsselmonde.

Een belangrijke ontwikkeling op dit gebied is een nieuw wetsvoorstel: Wet gemeentelijke watertaken. Dit voorstel is in februari 2007 in de Tweede Kamer goedgekeurd en voorziet in een gemeentelijke zorgplicht voor grondwater die te vergelijken is met de huidige zorgplicht voor riolering. Dit betekent niet dat de gemeente grondwaterstanden moet gaan beheren, maar wel dat de gemeente formeel aanspreekpunt wordt voor aan grondwater gerelateerde problemen. Het wetsvoorstel zal waarschijnlijk vanaf begin 2008 van kracht worden.

In de gemeente Rotterdam is veel kennis en informatie beschikbaar over grondwater, bodem en funderingen. Deze zijn evenwel versnipperd aanwezig en gepresenteerd vanuit verschillende invalshoeken. Een actueel, samenhangend beeld van de (mogelijke) risicogebieden in Rotterdam is niet beschikbaar. Dit is echter een eerste voorwaarde om straks een goed onderbouwde beleidslijn voor de grondwaterzorgplicht te bepalen. Bovendien kan de richting geven aan een gemeentelijke handelwijze bij vragen over grondwater, maaiveldzetting en / of funderingen.

Om een samenhangend beeld te verkrijgen van mogelijke risicogebieden in Rotterdam, is een inventariserend onderzoek uitgevoerd naar de aard en de omvang van de grondwater- en funderingsproblematiek. Dit onderzoek wordt in twee fasen uitgevoerd. In de eerste fase wordt geïnterpreteerd welke informatie beschikbaar is. Op basis hiervan wordt een zo goed mogelijk beeld geschetst van de problematiek in Rotterdam. Afhankelijk van de resultaten van de eerste fase zal in een tweede fase nader onderzoek plaatsvinden om ontbrekende data te verkrijgen. Ook zal nader worden ingegaan op eventueel te nemen maatregelen en kosten om geconstateerde problemen op te lossen. Dit rapport beschrijft de resultaten van de eerste fase.

## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is om een zo volledig mogelijk beeld te geven van de risico's in Rotterdam inzake problemen met grondwater en problemen met funderingen die aan grondwater te relateren zijn.

Dit inventariserend onderzoek geeft, voor zover mogelijk, antwoord op de volgende vragen:

- waar in Rotterdam liggen de knelpunten en wat zijn de risicogebieden als het gaat om grondwater en aan grondwater te relateren funderingsproblemen;
- worden deze knelpunten en de situatie in risicogebieden door toekomstige ontwikkelingen zoals zettingen of herstructurering ernstiger of zijn er wellicht kansen om deze op te lossen;
- welke maatregelen zijn mogelijk om de knelpunten aan te pakken;
- welke zaken moeten er in fase 2 nog verder worden uitgezocht?

## 1.3 Afbakening

Het stedelijke deel van Rotterdam met de bestemming wonen wordt als onderzoeksgebied beschouwd. Daarmee zijn het havengebied, industrieterreinen, parken en het niet bebouwde buitengebied niet bij het onderzoek betrokken.

Het beeld van risicogebieden / knelpunten is gebaseerd op digitale datasets die momenteel beschikbaar zijn. Deze datasets zijn soms onvolledig en / of nog niet volledig op detailniveau gecontroleerd op fouten of specifiek plaatselijke omstandigheden en afwijkingen. Hierdoor hebben de resultaten van dit inventariserend onderzoek de waarde van (niet meer dan) indicaties. De genoemde controle kan in de tweede fase worden uitgevoerd.

## 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 biedt een algemene inleiding op het project, inclusief doel en afbakening. Hoofdstuk 2 beschrijft de gebruikte methode en de maatstaven voor toetsing van overlast door grondwater en problematiek met funderingen. Een overzicht van de uitgevoerde data-inventarisatie en de gebruikte datasets is opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 volgt een beschrijving van de risicogebieden op basis van de toetsingscriteria, mogelijke maatregelen en een doorkijk naar Fase 2. Ten slotte staan in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen.

## 2. Definitie risicogebieden

### 2.1 De criteria

Dit onderzoek kent de volgende afbakening: bouwkundige problemen die aan grondwater te relateren zijn. Een te hoge grondwaterstand kan oorzaak zijn van wateroverlast; een te lage grondwaterstand kan resulteren in problemen met de fundering. Op basis hiervan zijn twee toetsingscriteria geformuleerd:

- *grondwateroverlast*: de bestemde functie van een perceel is aangetast door een structureel te geringe ontwateringsdiepte, de situatie dat de afstand tussen maaiveld en grondwaterstand te klein is voor het gebruik;
- *funderingsproblemen*: problemen met houten funderingen door een structureel te lage grondwaterstand, ook wel aangeduid als grondwateronderlast.

Op basis van deze maatstaven wordt beoordeeld of zich risico's voordoen bij bebouwingen in de stad die verband houden met het grondwater.

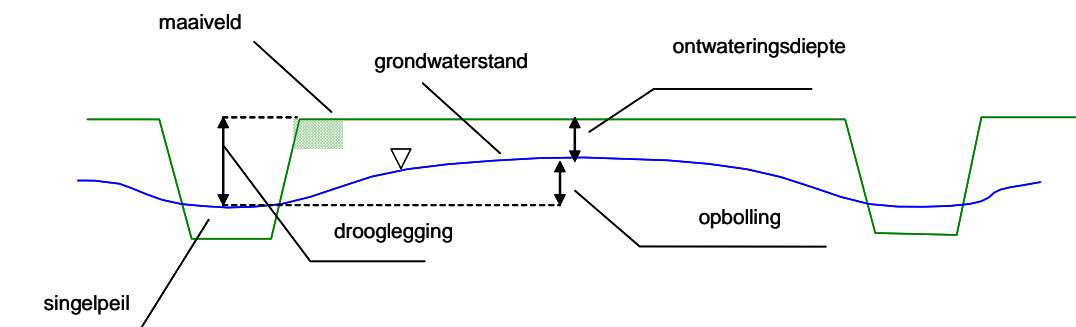
### 2.2 Beschrijving toetsingscriteria

#### 2.2.1 Toetsingscriterium 1: schade door grondwateroverlast

*Aard van het risico*

Onder andere huizen, tuinen en wegen kunnen schade oplopen doordat de afstand tussen het maaiveld en de stand van het grondwater te klein is voor gebruik. Anders gezegd: de ontwateringsdiepte is te klein. Mogelijk gevolg hiervan: kelders en kruipruimtes die vochtig worden of zelfs blank staan. Ook kunnen door een te kleine ontwateringsdiepte in tuinen of parken plassen ontstaan. Het verschil tussen drooglegging, ontwateringsdiepte en opbolling is weergegeven in de volgende figuur.

*Grondwaterstand – drooglegging – ontwateringsdiepte*



*Toetsingscriterium*

Voor het in beeld brengen van de objecten en gebieden die gevoelig zijn voor wateroverlast is een *definitie* nodig, een definitie van het risico en inzicht in wanneer deze overlast optreedt (waardering *indicator*).

*Waardering indicator*

Om te bepalen wanneer sprake is van overlast door grondwater is een indicator nodig. Voor dit onderzoek is daarom uitgegaan van een classificatie die is gebaseerd op het 'verkenkend onderzoek naar het bouw- en woonrijp maken in de Nederlandse praktijk en de problematiek rondom wateroverlast op de bouwplaats'. Verder is deze gebaseerd op het actuele werkdocument van de studie Beter Bouw en Woonrijpmaken\*. In de als tweede genoemde studie wordt verwezen naar de SBR-publicatie Bouwrijpmaken van terreinen en het Cultuurtechnisch vademecum. Ook is aangegeven dat bij het ontwerp van nieuwe gebieden rekening moet worden gehouden met het dynamische grondwaterregime. In dit onderzoek wordt dit ondervangen door uit te gaan van de zogenoemde gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

**Tabel 1**  
**Verzamelde richtlijnen voor ontwateringsdiepte**

Gebruiksfunctie		SBR bouwrijp- maken van terreinen	Cultuurtechnisch vademecum	Beter Bouw en Woonrijp-maken 2004
Woningen en bedrijven	Met kruip-ruimte	0,7 m -mv	0,7 m – mv	0,70 m - mv
	Zonder kruip- ruimte	0,7 m -mv	0,7 m – mv	0,30 m - mv
Droge infrastructuur	Primaire wegen	1,0 m - mv		1,0 m - mv
	Secundaire wegen	0,7 m - mv		0,7 m - mv
Groen	Openbaar groen	0,5 m - mv	0,5 m - mv	0,5 m – mv
	Parken	0,5 m - mv	0,5 m - mv	0,5 m - mv
	Tuinen	-	-	-
Kabels en Leidingen		-	-	0,6 – 1,0 m - mv

Op basis van de waarden in tabel 1 is een range bepaald waarmee voor bepaalde objecten het risico van wateroverlast zichtbaar te maken is.

\* In 2005 zijn verschillende partijen gestart met de studie Beter Bouw en Woonrijpmaken. Deze studie wordt gefinancierd door BSIK-programma Leven met Water.

**Tabel 2**  
**Classificatie ontwateringsdiepte in relatie tot mogelijk probleem**

Ontwateringsdiepte (m)	Mogelijk problemen met:
< 0,5 m	Openbaar groen, parken en tuinen
< 0,7 m	Woningen met kruipruimte en secundaire wegen
< 1,0 m	Primaire wegen
> 1,0 m	Geen

Op basis van deze classificatie wordt het mogelijk de huidige en toekomstige (over tien jaar) ontwateringsdiepte in beeld te brengen. Hierbij past de volgende opmerking. De voor dit onderzoek gebruikte richtlijnen beperken zich tot bebouwingen met kruipruimtes. Gegevens over waar in Rotterdam is gebouwd zonder kruipruimten, ontbreken. Omdat bebouwingen zonder kruipruimtes relatief zeldzaam zijn, is besloten het criterium voor 'met kruipruimtes' toe te passen bij alle bebouwingen. Deze benadering is veilig omdat de eis aangaande ontwatering voor bebouwingen zonder kruipruimtes minder streng is.

Voor kelders zijn in bovenstaande tabel geen criteria vermeld aangezien ervan wordt uitgegaan dat kelders waterdicht zijn. Als maat voor de grondwaterstand dient de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) te worden gebruikt; deze geeft aan dat er een risico bestaat voor een structureel te kleine ontwateringsdiepte.

### 2.2.2 Toetsingscriterium 2: schade aan funderingen door droogstand van paalkoppen

#### *Definitie schade door droogstand*

Om aantasting (paalrot) te voorkomen, moet het funderingshout te allen tijde beneden de grondwaterstand liggen. Er mag dus geen droogstand zijn; met andere woorden: altijd moet (voldoende) grondwaterdekking aanwezig zijn. Het niveau van de grondwaterstand ten opzichte van de bovenkant van een houten paalfundering is bij dit knelpunt dus maatgevend. Slechts bij hoge uitzondering, en dat gedurende korte tijd, mag de grondwaterstand lager zijn dan de bovenkant van de fundering. Daarom wordt in dit onderzoek uitgegaan van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De indicator is de droogstand (het verschil tussen de GLG en de bovenkant van een houten paalfundering). Hierbij wordt ook wel gebruikgemaakt van de het begrip (gewenste) grondwaterdekking.

#### *Waardering indicator*

Als het hout voortdurend wordt omringd door water, is er in principe geen risico dat paalrot optreedt. Bij het waarden van de indicator wordt vaak onderscheid gemaakt naar de ter plaatse aanwezige grondsoort. Bij klei en veen is een zone direct boven de grondwaterstand door de capillaire werking van deze gronden ook nog volledig verzadigd met grondwater, waardoor in deze zone paalrot wordt tegengegaan. Bovendien vertonen klei en veen een zekere afsluitende werking voor lucht (i.e. zuurstof), waardoor paalrot wordt afgeremd. Deze gunstige omstandigheden zijn bij zand niet aanwezig. In de regel zijn de gehanteerde maatstaven bij zand daarom significant strenger.

Er bestaat geen landelijke of algemeen erkende norm of richtlijn voor de te accepteren droogstand (voor de beoordeling) van houten paalfunderingen bij bestaande panden. Diverse instanties en onderzoeksbureaus hebben hiervoor in de loop der jaren eigen (op ervaring gebaseerde) criteria en marges opgesteld, die onderlinge verschillen vertonen. Dit onderzoek moet een algemeen beeld geven van aan grondwater gerelateerde gegevens. Daarom en gelet op de (on)nauwkeurigheid van de meetgegevens, wordt de volgende classificatie en waardering gebruikt voor de droogstand van bestaande houten paalfunderingen.

<b>Categorie</b>	<b>Droogstand</b>	<b>Classificatie/Waardering</b>
Categorie 1	> + 1,5 m	Waarschijnlijk foutieve informatie
Categorie 2	+ 1,5 tot + 0,1 m	Geen problemen te verwachten
Categorie 3	+ 0,1 tot -0,1 m	Risico op paalrot aanwezig
Categorie 4	-0,1 tot -1,0 m	Aanzienlijke kans op paalrot
Categorie 5	< - 1,0 m	Waarschijnlijk foutieve informatie

Houten paalfunderingen in categorie 3 of hoger lopen een risico op paalrot. Onder een houten paalfundering worden alle houten onderdelen van die fundering verstaan, dus inclusief langshout, kespen, enzovoort. Onderscheid naar grondsoort is niet gemaakt, omdat de data die in dit onderzoek zijn gebruikt, hierover onvoldoende informatie geven.

### 2.2.3 Niet beschouwde funderingsproblemen

Voor de volledigheid gaan we hierna in op nog andere problemen met houten paalfunderingen. Deze zijn doorgaans niet (direct) aan het grondwater gerelateerd en maken dan ook verder geen deel uit van het onderzoek.

#### *Paalrot door schimmels en/of bacteriën*

Naast paalrot door schimmels (waarvoor zuurstof nodig is) kunnen ook bacteriën het funderingshout aantasten. Dit verschijnsel wordt ook wel aangeduid als 'palenpest'. Het gaat hierbij vooral om grenen palen. Bacteriële aantasting kan ook onder de grondwaterstand plaatsvinden. De bacteriën zijn vrijwel overal aanwezig, maar het proces van aantasting verloopt in de regel vele malen langzamer dan bij paalrot.

Op grond van de huidige kennis en de nu beschikbare gegevens worden problemen met houten paalfunderingen door bacteriële aantasting voor Rotterdam geschat op slechts enkele procenten van het totaal. Het is overigens zaak dit fenomeen te blijven volgen en te onderzoeken; dit om deze uitspraak ook voor de zeer lange termijn (een periode van 50 jaar) te kunnen blijven doen. Het risico van paalrot en bacteriële aantasting laat zich aanduiden als het risico dat de palen onvoldoende constructief draagvermogen houden. Dit wil zeggen: het paalmateriaal zelf (i.e. de paalschacht) heeft door aantasting onvoldoende sterkte om de belasting te dragen

#### *Onvoldoende grondmechanisch draagvermogen*

Een ander probleem met de houten fundering heeft te maken met het verschijnsel dat het grondmechanisch draagvermogen onvoldoende kan zijn. In dat geval is de weerstand van de grond waaraan de paal zijn draagvermogen ontleent onvoldoende. Het euvel van onvoldoende grondmechanisch draagvermogen kan verschillende oorzaken hebben.

Het effect is echter steeds hetzelfde, namelijk een ontoelaatbare (i.e. schadelijke) zakking van de paal. Oorzaken kunnen zijn:

- de paalpunt is niet diep genoeg weggeheid of de palen waren te kort of te dun;
- een voldoende draagkrachtige laag ontbreekt op het niveau van de paalpunt;
- een overschatting van het draagvermogen bij het ontwerp of het heiwerk is niet volgens het ontwerp of bestek uitgevoerd (de palen staan bijvoorbeeld excentrisch onder de fundering).

#### *Negatieve kleef*

Verreweg de belangrijkste (grondmechanische) oorzaak is overbelasting door negatieve kleef. Deze ontstaat doordat zakkende grondlagen als het ware aan de paal gaan hangen en hierdoor een extra belasting op de paal uitoefenen. De zakkende grondlagen ontstaan op hun beurt door het ophogen van terreinen voor het bouwrijp maken (inclusief latere onderhoudsophogingen). Tot rond 1965 werd geen of onvoldoende rekening gehouden met het optreden van negatieve kleef. Voor die tijd werd het draagvermogen van houten palen meestal op ervaring en bij proefheien vastgesteld. Dit maakt bestaande houten paalfunderingen bijzonder kwetsbaar voor negatieve kleef. Als gevolg van onderhoudsophogingen zal het risico van negatieve kleef in de loop van de jaren toenemen. Een significante verlaging van de grondwaterstand geeft ook een toename van de negatieve kleef.

Het risico van de negatieve kleef doet zich vooral voor in de nabijheid van plaatsen die extra zijn opgehoogd ten opzichte van het oorspronkelijke maaiveld. Berucht in dit kader is bijvoorbeeld het Mathenesserplein en de directe omgeving, waar destijds aanzienlijke ophogingen zijn aangebracht voor de oprit naar de Mathenesserbrug. Andere risicowijken in dit kader zijn de hoger gelegen buitendijkse gebieden en wijken die destijds aanzienlijk zijn opgehoogd met grond uit de gegraven havens en dergelijke. Typische voorbeelden hiervan zijn de wijken Bospolder, Tussendijken, Afrikaanderwijk en Feijenoord. Dit risico speelt echter overal waar buurten en straten extra zijn opgehoogd om aan te sluiten op hoger gelegen gebieden, (oude) dijken, en boezems.

0G

## 3. Data-inventarisatie

### 3.1 Algemeen

Om een overzicht te kunnen geven van de problematiek is een inventarisatie uitgevoerd naar de beschikbare data. In dit hoofdstuk staat een beschrijving van de gebruikte data. Een aandachtspunt bij de gebruikte datasets is dat niet alle sets gebiedsdekkend zijn en dat deze soms verouderd zijn. Met dit onderzoek wordt echter beoogd stadsbreed een zo volledig mogelijk beeld te geven van de problematiek. De consequentie hiervan is dat een aantal datasets of delen van datasets gebruikt zijn waarvan niet alle gegevens zijn gecontroleerd en waarvan de betrouwbaarheid daarom beperkt kan zijn. Daarom moeten de resultaten van dit onderzoek als indicatief worden beschouwd en moet worden gewaakt voor generalisatie.

### 3.2 Gebruikte data

Diverse bronnen van digitale geografische informatie (geo-informatie) zijn beschikbaar voor het studiegebied. Deze informatie is opgenomen in een Geografische Informatie Systeem (GIS) als afzonderlijke digitale kaartlagen. In GIS kunnen kaartlagen zodanig worden gecombineerd en bewerkt, dat de beschreven problematiek inzichtelijk in beeld wordt gebracht. Daarvoor zijn in GIS krachtige ruimtelijke analysemethodieken beschikbaar

#### 3.2.1 Freatische grondwaterstand

##### *Beschikbare gegevens*

*PROWAT 2000 Grondwaterdatabase:* Gemeentewerken beheert in opdracht van het gemeentebestuur een database waarin metingen van peilbuizen uit het Rotterdams achtergrondmeetnet worden geregistreerd. De grondwaterstandmetingen worden sinds 1982 in dit systeem opgeslagen.

##### *Bruikbaarheid*

Om een goed beeld te krijgen van het verloop van de grondwaterstanden in ruimte en tijd, beschikt Rotterdam over een meetnet van peilbuizen en waarnemingsputten. Dit meetnet is bedoeld om informatie aan burgers van de gemeente Rotterdam te kunnen verstrekken; het is ook bruikbaar voor onderzoeksdoeleinden en om adviezen uit te brengen. Het betreft circa 2.000 peilbuizen, waarvan er ongeveer 200 bedoeld zijn om de stijghoogtes van diepe bodemlagen te meten. De overige peilbuizen zijn bedoeld voor het peilen van de ondiepe grondwaterstanden. De meetpunten zijn verdeeld over de stad.

De waarde van dit archief ligt niet alleen in het feit dat Rotterdam beschikt over een uitgebreid meetnet. Vooral ook in de lange meethistorie van een groot aantal peilbuizen schuilt een grote waarde.

De dekkingsgraad van de peilbuizen in Rotterdam is wisselend; de onderlinge afstand van de peilbuizen bedraagt vaak enkele honderden meters. Grondwaterstanden op lokaal niveau kunnen afwijken van het gemiddelde over een groter gebied. Een theoretisch voorbeeld hiervan is het verloop van de grondwaterstand aan voorkant van een pand, dat grenst aan een zandcunet in de straat, en de achterkant van dat pand, waar de achtertuin niet is opgehoogd.

*Bewerking*

Centraal in het onderzoek staan problemen in de vorm van grondwateroverlast en funderingsproblemen door lage grondwaterstanden. Voor inzicht in wateroverlast worden de gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG) gebruikt; dit omdat de gemiddeld hoogste grondwaterstanden hiervoor maatgevend zijn. Voor funderingsproblemen met houten palen worden de gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) gebruikt; dit omdat op basis hiervan de kans op paalrot wordt bepaald. Op basis van de metingen zijn daarom de gemiddelde grondwaterstand (GEM), de GHG1 en de GLG1 bepaald.

Er is voor gekozen om de gemiddeld hoogste (GHG1) en de gemiddeld laagste (GLG1) grondwaterstand te gebruiken. Hiervoor worden peilbuizen geselecteerd die ten minste zes keer per jaar worden gemeten. Voor de GLG1 wordt de laagste grondwaterstand per jaar gebruikt; deze wordt gemiddeld over een periode van minimaal vijf jaar. De GLG1 is dus een gemiddelde van vijf of meer metingen. Voor de GHG1 wordt de hoogste meting per jaar gebruikt, waarna ook over een periode van minimaal vijf jaar wordt gemiddeld. Voor de gemiddelde grondwaterstand (GEM) wordt de jaarlijks gemiddelde grondwaterstand gemiddeld over minimaal vijf jaar. Alleen peilbuizen met een aaneengesloten meetreeks zijn geselecteerd. Op deze manier is 86% van alle peilbuizen meegenomen in het onderzoek.

Grondwaterstanden kunnen lokaal sterk verschillen. Om een gebiedsdekkend beeld te verkrijgen is de grondwaterstand tussen de meetpunten met een statistische methode geschat (interpolatie). Dit betekent dat de werkelijke grondwaterstand kan afwijken van de gepresenteerde. Na de interpolatie van de grondwaterstanden is een raster verkregen van de grondwaterstanden. Het raster heeft een celmaat van 50 x 50 meter. Van gebieden op een grote afstand van een peilbuis is geen uitspraak te doen over de grondwaterstand. Dit betreft vooral gebieden buiten de ring en groene gebieden. Aldus verkrijgen we indicaties van de gemiddelde grondwaterstand in de stad.

**3.2.2 Zettingen ondergrond***Beschikbare gegevens*

Informatie over zettingen, Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam, 1994.

*Bruikbaarheid*

Door middel van metingen aan het rioolsysteem, is een beeld gevormd van zettingen in de ondergrond. Hoewel de informatie niet meer geheel actueel is, is ook bekend dat het gedrag van de ondergrond in de loop van de tijd niet veel verandert. Alleen op plaatsen waar sinds 1994 ophogingen of afgravingen hebben plaatsgevonden, kunnen de zettingen afwijkingen vertonen van de beschikbare informatie.

*Beschrijving*

De informatie is samengesteld op basis van meetreeksen inzake de hoogteligging van de riolering over een periode van verschillende jaren. We krijgen zo een indicatie van de zettingen in millimeters per jaar in het bestaande stedelijke gebied van Rotterdam.

Aan de hand van de wijze van bouwrijp maken en de ouderdom van de wijk, wordt per subbuurt de actuele zettingssnelheid afgeleid. Informatie over zettingen in de stad is uiteindelijk gebruikt om indicaties te krijgen hoe de ontwateringsdiepte er over tien jaar in Rotterdam uitziet.

### 3.2.3 Indicatie funderingswijze

#### *Beschikbare gegevens*

Een stadsdekkend beeld is verkregen op basis van de kennis en ervaring van twee ervaren funderingsonderzoekers van Gemeentewerken Rotterdam, de heren J.W. Stoker en M. Brusse.

#### *Bruikbaarheid*

Er bestaat geen bestand waarin van alle panden de wijze van fundering is vastgelegd. In deze studie wordt daarom uitgegaan van de kennis die hierover aanwezig is bij de genoemde onderzoekers. Op het niveau van buurten verkrijgen we een beeld van het type fundering dat dominant is.

Een analyse is uitgevoerd op basis van het bouwjaar van de panden, gegevens uit de FIS-database (zie hieronder) en met behulp van ervaring. Zo verkrijgen we een indeling in gebieden:

- waar (gerelateerd aan funderingen op staal = fundering met een geringe diepte) mogelijk wateroverlast kan optreden;
- waar mogelijk (gerelateerd aan funderingen op houten palen) wateronderlast kan optreden.

In een (rest)groep "Oude panden, Lintbebouwing en Gemengde bebouwing" kan zowel wateroverlast als -onderlast (gerelateerd aan het type fundering) aan de orde zijn. In een groep "overwegend betonpalen" worden in principe geen problemen met grondwater verwacht die te relateren zijn aan het type fundering; natte kruipruimtes zijn hier overigens wel mogelijk. De indeling is overigens globaal en tot stand gekomen op basis van ervaringsgegevens uit funderingsonderzoeken door enkele deskundigen van het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam. Hierbij is in de eerste plaats uitgegaan van bouwjaar en bouwstijlen, alsook van bekende omgevingsfactoren (onder andere grondgesteldheid). In verband met de beschikbare tijd voor het onderzoek blijkt het detailniveau per (sub)buurt niet overal gelijk. Dit is vooral afhankelijk van de vraag of al dan niet direct gegevens beschikbaar zijn. In principe betreft het alleen woningen, woongebouwen en winkels (vooral winkels waarbij of waarboven zich woningen bevinden). Openbare gebouwen zijn meestal wel meegenomen. Bedrijfsgebouwen en bedrijventerreinen zijn soms wel meegenomen, maar meestal niet. Industrie, havens en infrastructuur zijn niet meegenomen in deze beschouwing.

#### *Beschrijving funderingswijze*

Een overzicht van de funderingstypen in Rotterdam maakt het mogelijk de volgende categorieën te onderscheiden:

- categorie ROOD  
Overwegend funderingen op houten palen  
Plaatselijk funderingen op houten palen met betonplangers  
(gebied met een mogelijk risico op wateronderlast gerelateerd aan funderingen op houten palen)
- categorie ORANJE  
Overwegend funderingen op staal  
(gebied met mogelijke wateroverlast gerelateerd aan funderingen op staal).

- categorie GROEN  
Overwegend funderingen op betonpalen  
Zeer plaatselijk funderingen op houten palen met betonoplagers
- categorie PAARS  
Oudere panden (onder andere Oude Kernen): funderingen op houten palen of op staal  
Lintbebouwing: funderingen op houten palen of op staal  
Gemengde bebouwing: funderingen op houten palen of op staal  
(gebied met mogelijke wateronderlast of wateroverlast)

### 3.2.4 Bouwjaar per blok

#### *Beschikbare gegevens*

Bouwjaargegevens zijn ontleend aan de woningendatabase van de dienst Stedenbouw & Volkshuisvesting;

#### *Beschrijving*

Deze gegevens uit deze database zijn gebruikt bij het maken van een inschatting van het type fundering, zie vorige paragraaf. Hiervoor zijn onder andere de gegevens over het bouwjaar van het specifieke huizenblok gebruikt. Per blok is het meest voorkomende bouwjaar als indicator gebruikt.

### 3.2.5 Maaiveldhoogte

#### *Beschikbare gegevens*

Milieuboringen uit het Rotterdams bodemarchief en maaiveldhoogtes die bij peilbuizen zijn gemeten. De dataset bestaat uit circa 40.000 meetpunten. De metingen zijn uitgevoerd in de afgelopen decennia.

#### *Bruikbaarheid*

Door reconstructie, bodemsanering en herstructurering kunnen deze metingen afwijken van de actuele werkelijkheid. Er kan wel van uit worden gegaan dat het gemiddelde beeld een goede weergave is van de werkelijke maaiveldhoogtes op het schaalniveau van dit onderzoek.

#### *Bewerking*

De milieuboringen en PROWAT-peilbuizen zijn puntdata. Om een gebiedsdekkend beeld van de maaiveldhoogte te verkrijgen, is een geostatistische bewerking (interpolatie) op de data uitgevoerd.

*Beschrijving*

Er is een dekkend beeld van de maaiveldhoogtes (in meter ten opzichte van NAP). De laagst gelegen gebieden bevinden zich in het noordelijke deel van Rotterdam (buiten de ring). Het (buitendijks) gebied langs de Nieuwe Maas en het havengebied liggen relatief hoog. Deze informatie is onder andere gebruikt bij het bepalen van de drooglegging en ontwateringsdiepte (voor beschrijving zie verklarende woordenlijst).

**3.2.6 Herstructureringen tot 2015***Beschikbare gegevens*

De gebruikte gegevens zijn afkomstig van Ontwikkelingsbedrijf Rotterdam en de dienst Stedenbouw en Volkshuisvesting.

*Beschrijving*

Gegeven zijn de bekende herstructureringsgebieden tot 2015. Op verschillende plaatsen in het studiegebied zal in de komende jaren sloop en nieuwbouw plaatsvinden. De activiteiten bij sloop en nieuwbouw kunnen zowel tijdelijk als permanent invloed hebben op de lokale grondwaterhuishouding. Ook biedt herstructurering de kans om bestaande problemen op te lossen of toekomstige problemen voor te zijn door grondwater- en funderingsproblemen in die gebieden direct aan te pakken. Veelal zal slechts een beperkt deel van de bebouwing binnen de afzonderlijke herstructureringsgebieden daadwerkelijk worden aangepakt. Een gedetailleerder beeld op blokniveau is nu alleen nog analoog beschikbaar. De verwachting is dat dit op korte termijn ook digitaal beschikbaar komt, en in fase 2 op de kaarten kan worden verwerkt.

**3.2.7 Grondwaterklachten***Beschikbare gegevens*

Binnen de gemeente Rotterdam worden klachtenmeldingen van burgers over de buitenruimte per straatnaam bijgehouden in het Meldingen Systeem Buitenruimte (MSB). Ook aan grondwater gerelateerde meldingen zijn gedocumenteerd.

*Bruikbaarheid*

In het MSB worden alle meldingen over verstoringen in de buitenruimte geregistreerd. Deze worden doorgaans geregistreerd onder één noemer, bijvoorbeeld water of grondwater. Het blijkt niet altijd mogelijk om eenduidig vast te stellen in hoeverre een specifieke melding een aan grondwater gerelateerd risico is. Van de 320 meldingen die in het systeem als grondwaterklachten zijn geregistreerd, zijn er circa 150 afgevallen. Uit de beschrijving bleek dat het hier in feite om andere klachten ging (over de riolering, het oppervlaktewater, enzovoort). Vanwege de diversiteit van meldingen onder de noemer 'grondwater' en omdat het niet bekend is of een melding incidenteel of structureel is, is de waarde van deze gegevens beperkt.

### 3.2.8 Woningbezit

#### *Gebruikte gegevens*

De eigendomssituatie van woningen is door de dienst Stedenbouw + Volkshuisvesting aangeleverd. De gegevens zijn verder bewerkt door alle afzonderlijke percelen van corporaties samen te voegen tot één geheel met drie categorieën: corporatie, particulier en gemeente.

#### *Beschrijving*

Informatie over de eigendomssituatie van woningen is bruikbaar voor het bepalen van de belanghebbenden in de risicogebieden.

### 3.2.9 Drooglegging

#### *Beschikbare gegevens*

Informatie over maaiveldhoogtes en over oppervlaktewaterpeilen is met elkaar gecombineerd om zo de drooglegging te bepalen.

#### *Bruikbaarheid*

Inzicht ontstaat in de drooglegging in Rotterdam. Sommige gebieden blijven blanco omdat deze niet benoemd zijn als oppervlaktewatereenheid. In enkele gevallen zijn deze gebieden handmatig aangepast.

#### *Beschrijving*

Inzicht in de drooglegging ontstaat door informatie over de maaiveldhoogte te combineren met de peilen van het oppervlaktewater. De drooglegging geeft een indicatie over de gevoeligheid van een gebied voor wateroverlast. Hoe kleiner de drooglegging, hoe groter de kans op wateroverlast door overstroming van singels tijdens hevige neerslag. Daarnaast is er een relatie met de ontwateringsdiepte: een kleine drooglegging betekent vaak ook een kleine ontwateringsdiepte en een hoge grondwaterspiegel.

### 3.2.10 Aanlegniveau fundering

#### *Beschikbare gegevens*

Voor dit onderzoek en rapport is gebruikt gemaakt van de database FIS (Funderings Informatie Systeem). Sinds 1975 zijn in Rotterdam bij ca. 20.000 panden funderingsonderzoeken uitgevoerd, waarbij ca. 2.500 funderingsinspectieputten zijn gegraven. De werkelijke aantallen kunnen aanzienlijk afwijken, omdat niet duidelijk is hoeveel panden meer dan een keer zijn onderzocht en hoeveel panden inmiddels zijn gesloopt. Van deze onderzoeken is het onderzoeksadres ingevoerd in een database. Hetzelfde geldt voor de inspectieputten. Voor dit onderzoek zijn de adressen omgezet in X- en Y-coördinaten zodat de gegevens op kaart kunnen worden weergegeven. Bij de inspectieputten is ook het type fundering en het niveau ten opzichte van NAP van de bovenkant van het funderingshout (indien aangetroffen) opgenomen.

***Bruikbaarheid***

Alle funderingsonderzoeken door Gemeentewerken worden in dit systeem geregistreerd. Doorgaans zijn de gegevens uit deze onderzoeken goed bruikbaar. Echter, bij een deel van de onderzoeken ontbreekt informatie over aanleghoogtes of was het onmogelijk een locatie aan het onderzoek te linken.

In totaal zijn 1988 FIS-punten gebruikt voor de risicobeoordeling van droogstaan.

Totaal FIS-punten: 2492

Aantal zonder locatie: 352

Aantal zonder aanlegniveau: 120

Aantal “geen risico van droogstand” (**met** fundering op staal of beton): 32

De aanleghoogtes van de 1988 FIS-onderzoeken zijn gebruikt in combinatie met de GLG-gegevens om de grondwaterdekking en droogstand in kaart te brengen. De hieruit resulterende informatie heeft een indicatieve waarde; dit omdat de geografische spreiding van de funderingsinspectieputten enigszins selectief is.

**3.2.11 Niet gebruikte gegevens*****Uitgiftepeilen******Bron***

In het Beheerssysteem Buitenruimte is een dataset opgenomen waarin de theoretische straatpeilen zijn vastgelegd. Deze hoogtes zijn vastgesteld door Gemeentewerken voor het uitgeven van nieuwe gebieden en als referentie voor groot onderhoud aan de buitenruimte.

***Bruikbaarheid***

Als gevolg van de bodemdaling in Rotterdam geven uitgiftepeilen doorgaans een te hoge waarde voor de maaiveldhoogte. De afwijking kan oplopen tot enkele decimeters. Alleen voor recent heringerichte gebieden zal de nauwkeurigheid voldoende zijn. Deze dataset is verder niet gebruikt in dit onderzoek.

***Kwel en infiltratie***

Gemeentewerken heeft een grondwatermodel van Rotterdam en omgeving. In dit model is een kwel- en infiltratiekaart opgenomen. Deze kaart kan informatie geven over de mate van opbolling van de grondwaterstand op enige afstand van watergangen. Door gebruik te maken van deze informatie kan op detailniveau worden ingezoomd op oorzaken van problemen. Gebruik van deze gegevens vergt echter een vergaande studie. Dit valt buiten de scope voor dit inventariserend onderzoek.

***Leeftijd riolering en ligging drainagemiddelen***

De leeftijd van de riolering geeft inzicht in de mogelijke mate van lekkage. Een lekkende rioolbuis die zich beneden de grondwaterstand bevindt, heeft een drainerende en verlagende werking van de grondwaterstand. Vervangen van een dergelijke buis levert vaak weer een stijging van de grondwaterstand. Gebruik van deze gegevens vergt echter een vergaande studie. Dit gaat te ver voor dit inventariserend onderzoek.

**COS**

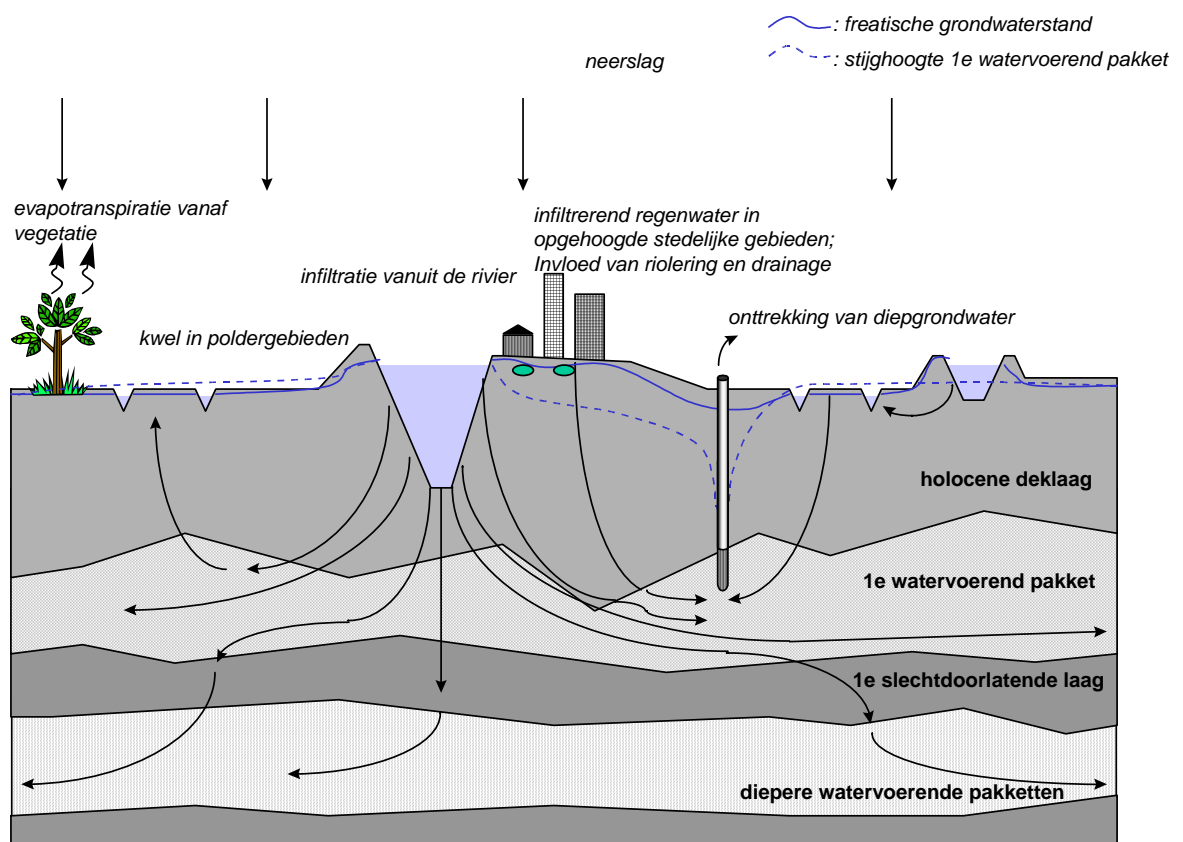
Het Centrum voor Onderzoek en Statistiek (COS) is het onderzoeksbureau van de gemeente Rotterdam. Het COS levert statistische producten en voert onderzoek uit op een groot aantal maatschappelijke terreinen. Het COS levert diverse soorten gegevens betreffende de woningvoorraad. De meest relevante gegevens zijn echter al via de diens Stedenbouw + Volkshuisvesting verkregen.

## 4. Analyse risicogebieden

### 4.1 Geohydrologisch systeem van Rotterdam

De grondwaterhuishouding varieert in tijd en ruimte. Deze is onder andere afhankelijk van de bodemopbouw, verhard en onverhard oppervlak, oppervlaktewater, bemalingen, drainage en neerslag.

Karakteristiek voor de grondwaterhuishouding in Rotterdam zijn de Nieuwe Maas, vanwaar het rivierwater infiltreert in het eerste watervoerend pakket. Dit water stroomt richting de (diepere) polders ten noorden en ten zuiden van de stad (zie de volgende figuur).



De waterhuishouding van Rotterdam bestaat grotendeels uit een (voormalig) polderlandschap, gevormd in klei en veenweidegebieden die typerend zijn voor West-Nederland. De holocene deklaag bestaat daardoor hoofdzakelijk uit klei en veen. Grondwaterstroming in deze lagen is voornamelijk verticaal; dat wil zeggen: infiltratie of kwel uit het eerste watervoerend pakket. In het openbaar bebouwd gebied, zij het in minder mate onder de panden, tuinen en binnenterreinen, bestaan de bovenste meters uit een antropogene ophooglaag. Deze door mensen gemaakte laag is sterk wisselend van samenstelling, maar is meestal zandig en goed waterdoorlatend. De freatische grondwaterstand is de grondwaterstand waarmee we in dit onderzoek te maken hebben.

Deze bevindt zich doorgaans in de antropogene laag. Dit grondwater wordt gevoed door neerslag en kwel vanuit het eerste watervoerend pakket. De freatische grondwaterstand wordt beheerst door singels, sloten en (onbewust) drainerende riolering of drainagevoorzieningen.

## 4.2 Risicogebieden op basis van toetsingscriteria

### 4.2.1 Gebieden met een geringe ontwateringsdiepte

Aan de hand van de resultaten van de berekening met gebruik van de geïnterpoleerde grondwaterstandgegevens (GHG's) en de indicatieve gebiedsdekkende interpolatie over maaivelden, is een kaart met de ontwateringsdiepte nu, en prognose voor de situatie over tien jaar gemaakt.

De risico's zijn gecategoriseerd op basis van de criteria omschreven in paragraaf 2.2.1. De resultaten van de analyse zijn in dit hoofdstuk per deelgemeente/gebied uitgewerkt.

#### *Algemeen*

De overzichtskaart bij dit rapport toont de risicogebieden voor funderingsproblemen en grondwateroverlast. Op basis van kadastrale informatie is een inschatting gemaakt van het aantal panden per thema (funderings- en grondwater risico's). Deze aantallen zijn op deze kaart weergegeven. Rotterdam breed zijn er circa 16.000 panden met het risico van een te kleine ontwateringsdiepte.

#### *Charlois*

Op basis van de kaart blijkt dat er mogelijk problemen zijn met onvoldoende ontwatering in het westelijke deel van Oud-Charlois. Dit is met name het geval tussen de Zuidhoek en de Spuikade, waar de oude spui gedempt is. In deze buurt kunnen zich problemen voordoen met water op het maaiveld. De grondwaterklachten in Charlois zijn verspreid over deze deelgemeente.

#### *Delfshaven*

In het Nieuwe Westen en Spangen komen gebieden met een te kleine ontwateringsdiepte voor. Vooral in het Nieuwe Westen blijken er lokaal risico's te zijn. Hier komt ook het merendeel van de grondwaterklachten voor. In Spangen is nabij de Busken Huetstraat een geringe ontwateringsdiepte gesignaleerd. Op deze locatie is recent nieuwbouw verzezen; verwacht kan worden dat hiermee eventuele problemen zijn opgelost.

#### *Feijenoord*

In het centrum en zuidelijk deel van de deelgemeente Feijenoord worden lage ontwateringsdieptes weergegeven. Uit de kaart blijkt dat vooral Afrikaanderwijk, Bloemhof, Tarwewijk en Vreewijk kampen met onvoldoende ontwateringsdiepte. Zelfs bestaat een risico dat water op het maaiveld ontstaat.

De afwezigheid van klachten in het noordelijke deel komt overeen met de resultaten van de bepaalde ontwateringsdiepte. Voor de andere buurten geldt dat klachten zeer verspreid voorkomen; deze komen niet overeen met de gebieden die het risico van onvoldoende ontwatering kennen.

*Hillegersberg-Schiebroek*

De gegevens duiden erop dat Hillegersberg-Schiebroek een van de deelgemeenten is met de grootste risico's van onvoldoende ontwateringsdiepte. Zowel Hillegersberg-Noord als het Molenlaankwartier en Schiebroek hebben een grote kans op problemen en van grondwater op het maaiveld. Voor het overige deel van deze buurten zijn geen gegevens beschikbaar op de kaart.

De resultaten laten zien dat er in Hillegersberg-Zuid minder risico's zijn. Hoewel deze niet alle zijn opgenomen als klacht, zijn in het verleden geregeld voor de deelgemeente Hillegersberg-Schiebroek adviezen uitgevoerd die gerelateerd zijn aan grondwateroverlast. Waarschijnlijk zijn hier veel drainages aangelegd om grondwaterklachten te verhelpen. Alleen in het Molenlaankwartier komen de aan grondwater gerelateerde klachten overeen met de resultaten op de kaart.

*IJsselmonde*

Voor een groot deel van IJsselmonde zijn er onvoldoende grondwatergegevens voor een gebiedsdekkend kaartbeeld van de ontwateringsdiepte. De beschikbare gegevens duiden erop dat een redelijk groot gebied binnen 'Groot IJsselmonde' een kans heeft op onvoldoende ontwatering voor zowel groenvoorzieningen als voor bebouwing. Op de kaart is vooral een beperkte ontwateringsdiepte nabij het Park 2 Heuvelds te zien. Van deze situatie is bekend dat het gebied ten noorden van de Dwarsdijk minimaal 4 meter hoger ligt dan het park dat ten zuiden van deze dijk ligt. Bekend is dat de zone van het park langs deze dijk in natte periodes kampt met wateroverlast. In het park zijn plaatselijk greppels gegraven om dit risico af te vangen. Ook op de Adriaan Volkerlaan ten noorden van de Dwarsdijk zijn grondwaterproblemen bekend door kwelwater. De grondwaterklachten in IJsselmonde zijn redelijk verspreid over de deelgemeente.

*Kralingen-Crooswijk*

Voor het Kralingse Bos, de Esch en het oostelijke deel van Kralingen-Oost is er een tekort aan goede grondwatergegevens. Voor het bebouwde / stedelijk gebied van Kralingen-Crooswijk laat de kaart een dekkend beeld van de ontwateringsdiepte zien. Hieruit blijkt dat in Kralingen-Oost (op het Arboretum) en langs de zuidelijke kant van Kralingse Plas (bij Park Rozenburg) de kleinste ontwateringsdieptes voorkomen. Dit zijn echter groene parkachtige gebieden met nauwelijks bebouwing. Voor Kralingen-West, Rubroek en Crooswijk kan (behalve van enkele lokale problemen) de ontwateringsdiepte als voldoende worden beschouwd.

*Noord*

Binnen het Liskwartier, langs de Bergsingel, is er groot risico op grondwateroverlast. In Blijdorp en Bergpolder bestaan ook lokale risico's op te kleine ontwateringsdieptes. De klachten in de Provenierswijk, vooral rond de Spoorsingel, komen echter niet overeen met deze resultaten. De Noorderbocht wordt op de kaart aangeduid als gebied met veel wateroverlast. In de praktijk liggen hier goed ontwaterde sportvelden. Er zijn geen problemen bekend; op deze locatie wordt de komst van een penitentiaire inrichting voorbereid.

### *Overschie*

Uitgaande van de resultaten van de ontwateringsdiepte op de kaart blijkt dat, aan de noordelijke en oostelijke rand van deze deelgemeente (de Kleinpolder langs de Rotterdamse Schie), de meeste risico's bestaan op een te kleine ontwateringsdiepte. Gemeentewerken heeft hier in het verleden geadviseerd een drainage aan te leggen om de kwel af te vangen. In Overschie komen lokaal grote verschillen in de ontwateringsdieptes voor; vooral tussen de Zestienhovensekade en de Overschiese plasjes komen deze voor. Over de Oranjestraat en de Rodenburgstraat zijn verschillende klachten bekend. De grondwaterklachten komen slechts op deze locatie overeen met de resultaten van de berekeningen.

### *Prins Alexander*

Voor een groot deel van Prins Alexander zijn er onvoldoende grondwatergegevens beschikbaar om uitspraken te kunnen doen over mogelijke risico's. Voor Ommoord is een redelijk dekkend beeld van ontwateringsdieptes verkregen. Hieruit blijkt dat in een groot gedeelte van deze buurt het risico bestaat van te kleine ontwateringsdiepte. Een deel van dit gebied betreft het Ommoordse Veld, het overige gebied is bebouwd. Van Ommoord is er echter slechts één grondwaterklacht geregistreerd.

### *Rotterdam Centrum*

Ten opzichte van de andere deelgemeenten blijkt dat Rotterdam-Centrum minder problemen heeft met een te kleine ontwateringsdiepte. In het centrum komen relatief weinig klachten voor. Op de kaart wordt het gebied ten oosten van Het Park aangeduid als gebied met een geringe ontwateringsdiepte. Dit valt grotendeels samen met de Westzeedijk. Van Het Park zelf is bekend dat er, vooral langs de Westzeedijk, (grond-)wateroverlast bestaat. Bij de herinrichting van dit park zal hiermee rekening worden gehouden.

### *Hoogvliet*

Voor het zuidelijke deel van Hoogvliet zijn er onvoldoende grondwatergegevens om uitspraken te kunnen doen over mogelijke knelpunten. Voor de rest van de bebouwde omgeving laat de kaart een redelijk gebiedsdekkend beeld van de ontwateringsdiepte zien. Vooral in het centrum van Hoogvliet, rond de kruising van de Aveling en Laning, blijkt de ontwateringsdiepte onvoldoende te zijn.

De grondwaterklachten binnen Hoogvliet komen redelijk overeen met de ligging van de gebieden die volgens de berekeningen onvoldoende ontwatering kennen. Opgemerkt dient te worden dat de maaiveldgegevens uit Hoogvliet door de recente (grootschalige) herstructurering niet actueel meer zijn. Waardoor er in Hoogvliet nog maar sporadisch sprake is van een te kleine ontwateringsdiepte.

*Pernis*

Grondwaterstanddata zijn slechts beschikbaar voor het centrum van Pernis. Hieruit blijkt dat er een groot risico is op grondwateroverlast. Vooral in de Murraystraat / Schuytstraat en omgeving kunnen er problemen zijn.

Geen van de grondwaterklachten valt binnen het gebied dat wordt gekarakteriseerd als gebied met een te kleine ontwatering; twee klachten vallen binnen een gesaneerde locatie van een voormalige gasfabriek. Hier is nog een grondwatersanering in werking, waarboven nieuwe woningen zijn gebouwd. Mogelijk hangen de klachten hiermee samen.

**4.2.2 Gebieden met geringe ontwateringsdiepte over tien jaar**

Een doorkijk naar de te verwachten ontwateringsdieptes over tien jaar is verkregen door informatie over zettingen in de stad te combineren met informatie over het maaiveld. Op basis van deze extrapolatie is een beeld van de verwachte ontwateringsdiepte over tien jaar samengesteld.

Vooral voor Prins Alexander en IJsselmonde is de verwachting dat de situatie verslechtert. In deze twee deelgemeenten komen in de huidige situatie al gebieden met onvoldoende ontwateringsdiepte voor. Door de zettingssnelheid in sommige gebieden (> 17 mm / jaar) worden problemen waarschijnlijk ernstiger. Ook voor de rest van de stad geldt dat de ontwateringsdiepte in het algemeen afneemt. Grote problemen kunnen ontstaan in gebieden waar dit proces niet kan worden gecompenseerd door onderhoudsophogingen, de gebieden met voornamelijk fundering op staal.

**4.2.3 Gebieden met grote kans op droogstand paalkoppen**

Op basis van toetsingscriterium 2 is berekend welke panden (waarvoor funderingsinspectieputten zijn gegraven) een grote kans lopen op paalrot. Daarnaast is op basis van expert judgement geschat welke mate van droogstand per deelgebied voorkomt.

*Algemeen*

De overzichtskaart bij dit rapport geeft de risicogebieden voor funderingsproblemen en grondwateroverlast weer. Op basis van kadastrale informatie is een inschatting gemaakt van het aantal panden per thema (funderings- en grondwater risico's). Deze aantallen zijn op deze kaart weergegeven. In het hoogste risicogebied (tussen de 5 en 30 % droogstand) zijn er circa 1.000 tot 6.000 panden met kans op paalrot.

*Inschatting gebieden met droogstand*

De gebieden met een verhoogde kans op paalrot zijn delen van Feijenoord, Kralingen-oost, Kralingen-west, Noord, een deel van het Stadscentrum, Delfshaven en Hillegersberg-Schiebroek.

*Gemeten punten met droogstand paalkoppen*

Het totale aantal meegenomen funderingsinspectiepunten uit het onderzoek bedraagt 1988 stuks. Hiervan zijn er 1234 gekarakteriseerd als "nat" en 754 als palen met "kans op paalrot". In circa 38% van de (met funderingsinspectieput) onderzochte panden is de kans op droogstandsproblemen dus groot. In de gebieden Kralingen-west en Kralingen-oost en een deel van het centrum is er relatief vaak sprake van droogstand van palen.

### 4.3 Effecten beoogde herstructurering

In gebieden waar nu de kans op grondwateroverlast of funderingsproblemen groot is, is het doorgaans niet mogelijk om op korte termijn grootschalige maatregelen te treffen om de problematiek op te lossen. Uitzondering hierop zijn de gebieden waar grootschalige herstructurering gepland is. Door rekening te houden met de grondwater- / funderingsrisico's, bij het slopen of aanpassen van de bestaande bebouwing kunnen in deze gebieden de risico's worden beperkt. De globale contouren van deze gebieden zijn op diverse resultaatskaarten aangegeven. Een verfijning van deze gebieden waar op blokniveau op kaart is aangegeven welke panden gaan worden aangepast, is momenteel alleen nog analoog beschikbaar (bron: totaaloverzicht programma herstructurering 2005-2015, dS+V en BR). Bij de onderstaande toetsing van de gebieden is gebruik gemaakt van deze analoge kaarten.

Gebieden met een geringe ontwateringsdiepte

De gebieden die door een te kleine ontwateringsdiepte als risicovol worden aangemerkt, zijn IJsselmonde, Hillegersberg-Schiebroek en Hoogvliet, en in mindere mate Delfshaven, Overschie en Feijenoord (zie paragraaf 4.2).

Van deze gebieden liggen er in Hoogvliet potentieel veel mogelijkheden om met de herstructurering een substantieel deel van de problemen op te lossen. In de overige risicogebieden, te weten Schiebroek-Zuid, IJsselmonde, Delfshaven en Feijenoord, zijn de mogelijkheden door de specifieke locaties van de herstructurering kleiner.

De verwachting is dat door de hoge zettingsnelheid vooral de gebieden Prins Alexander en IJsselmonde over tien jaar een groter risico zullen lopen dan momenteel. In Prins Alexander zijn geen herstructureringslocaties opgenomen tot 2015. In IJsselmonde zijn de locaties van de herstructurering zodanig versnipperd, dat er nauwelijks kansen zijn voor een structurele oplossing.

Gebieden met kans op droogstand van paalkoppen

De gebieden met een verhoogde kans op droogstand van paalkoppen zijn delen van Feijenoord, Kralingen-oost, Kralingen-west, Noord, een deel van het stadscentrum, Delfshaven en Hillegersberg-Schiebroek. In geen van deze gebieden biedt de geplande herstructurering tot 2015 een oplossing van de potentiële risico's.

## 4.4 Indicatieve maatregelen en oplossingen

Onderstaand is een aantal oplossingsrichtingen beschreven die kunnen worden ingezet om de grondwater- en funderingsproblematiek op te lossen. Op welke locaties deze oplossingen specifiek inzetbaar zijn, kan nog niet worden vastgesteld. Een nadere uitwerking hiervan zal in de volgende fase worden uitgevoerd.

### 4.4.1 Maatregelen tegen paaldroogstand

#### *Verhoging grondwaterstand door vervanging van (lekkende) riolering*

In een bepaalde straat kan bijvoorbeeld door lekkage van het riool een grondwaterstand voorkomen die circa 0,2 meter lager is dan het aanlegniveau van de houten paalfunderingen. Het ontstane risico voor schade aan bebouwing door optredende paalrot samenhangend met de droogstand van de paalkop, zou kunnen worden weggenomen door het riool te vervangen. De grondwaterstand zal dan weer gaan stijgen tot boven het aanlegniveau van de houten paalfunderingen. Dit lijkt op voorhand de meest kosteneffectieve maatregel; de rioolvervanging die toch al plaats moest vinden, heeft bijgedragen aan een oplossing tegen de risico's van paalrot.

#### *Reguleren van grondwaterstand door veranderingen in het oppervlaktewater*

Extra oppervlaktewater kan worden gezien als een duurzame, simpele en zichtbare manier om het grondwater te reguleren. Nieuw oppervlaktewater of een verandering van het huidige waterpeil kan zowel de grondwaterstand verhogen als verlagen. Wanneer het singel- / oppervlaktewaterpeil (permanent of alleen in droge periodes) hoger ligt dan de grondwaterstand, zorgt dit voor infiltratie van water in het nabijgelegen gebied. Met gebruik van informatie over aanleghoogtes van funderingen kan worden bezien of problemen op deze manier op te lossen zijn.

In het kader van deelgemeentelijke waterplannen wordt onderzocht, of oppervlaktewater positieve effecten heeft op het grondwatersysteem en op de lokale problemen van het omliggende gebied.

#### *Beïnvloeden ondiepe grondwaterstand door infiltratievoorzieningen (Wadi's, IT-riolen en ondergrondse berging)*

Toepassing van infiltratievoorzieningen kan huidige grondwateronderlast verminderen en toekomstige problemen voorkomen. In het binnenstedelijke gebied leveren deze systemen goede mogelijkheden. Bij het gebruik van infiltratievoorzieningen zijn het beheer en onderhoud, de kosten op de lange termijn en een periodieke evaluatie van de effecten belangrijke aandachtspunten.

#### 4.4.2 Maatregelen tegen grondwateroverlast

##### *Beïnvloeden van de ondiepe grondwaterstand door middel van drainage*

Grondwateroverlast wordt vaak aangepakt met permanente drainagevoorzieningen die op het oppervlaktewater worden aangesloten. Hiermee kunnen bestaande overlastproblemen worden opgelost en toekomstige worden voorkomen.

Bij de toepassing van deze maatregel dient de gewenste grondwaterstand te worden bepaald. Daarbij wordt rekening gehouden met gevolgen voor houtfundering en versnellende zetting. Zo wordt voorkomen dat onnodig grondwater wordt gedraineerd en schade optreedt. Net als bij gebruik van infiltratievoorzieningen, zijn hierbij het beheer en onderhoud, de kosten op de lange termijn en een evaluatie van effecten van deze maatregelen op de grondwaterstand punten van aandacht.

##### *Reguleren van grondwaterstand door veranderingen in het oppervlaktewater*

Nieuw oppervlaktewater of een verandering in het huidige peil van bestaand water; zowel de grondwaterstand verhogen als verlagen. Wanneer het singel-/ oppervlaktewaterpeil (altijd of in natte periodes) lager is dan de grondwaterstand, kan dit zorgen voor een goede afwatering van het omliggende gebied.

##### *Ophoging*

Door ophoging van het maaiveld wordt de afstand tot het ondiepe grondwater vergroot, wordt er op toekomstige zettingen van de ondergrond geanticipeerd en met gebruik van goed doorlatende grond kan de ontwatering eenvoudig plaatsvinden.

In bestaande bebouwde gebieden is het echter niet altijd mogelijk om deze maatregel toe te passen. Verder is het bij de toepassing hiervan belangrijk om een integrale aanpak te kiezen (alleen wegen ophogen biedt geen langdurige oplossing). Daarnaast bestaat het risico van het afwentelen van wateroverlastproblemen naar omliggende bebouwing. Denk hierbij aan relatief laaggelegen binnenterreinen of tuinen die tijdens het ophogen vaak niet worden meegenomen. Bij toepassing van deze maatregel dient de ophoging gewichtsneutraal te worden uitgevoerd door middel van lichtgewicht ophoogmateriaal, zodat aanvullende zettingen worden voorkomen. Met moet zich hierbij bedenken dat "zuinigheid" bij de aanleg van nieuwe wijken (te kleine ophoging, te weinig oppervlaktewater) hogere kosten voor onderhoud van drainage en extra ophoging tot gevolg kan hebben.

#### 4.4.3 Maatregelen in gebieden met gecombineerde risico's

In bepaalde gebieden is er sprake van verschillende soorten funderingen (hout / staal, enzovoort) door elkaar. Dit is bijvoorbeeld het geval in delen van Overschie, Landzicht en Kralingseveer. Ook zijn er gebieden waar sprake is van funderingsrisico's en van grondwaterproblemen.

In deze gebieden kunnen op de korte termijn alleen specifieke lokale oplossingen op blok- of huishuisniveau worden ingezet om de risico's te beheersen. Deze oplossingen zijn vaak duur en bieden geen structurele oplossing. Op de lange termijn is herstructurering de aangewezen oplossing.

#### 4.5 Doorkijk naar fase 2

In fase 1 is gekeken naar de beschikbare data en is een beeld geschetst van de grootte van de potentiële problemen en risicogebieden. Ook is bezien of de beoogde herstructurering een deel van het risico oplost en is een aantal mogelijke oplossingsrichtingen aangedragen.

De verwachting is dat de gedetailleerde informatie over de herstructureringsgebieden binnen afzienbare tijd digitaal beschikbaar komt. Op dat moment is op blokniveau beter te bepalen of de herstructurering kansen biedt om bestaande problemen op te lossen.

In de volgende fase (fase 2) zullen de gebruikte data gecontroleerd, aangepast en verder uitgebreid of gecomprimeerd moeten worden. Ook zullen bepaalde datasets worden geactualiseerd en aangevuld, waarbij mogelijk nieuwe metingen moeten worden uitgevoerd. Hieruit zal een gedetailleerder/specifieker beeld ontstaan van de mogelijke risicogebieden. Hierna kan de volgende stap worden gezet: voor de locatie specifieke oplossingen bedenken en de hiermee samenhangende kosten bepalen.

Vervolgens kan worden gekeken naar de betekenis van het beeld van risicogebieden, de mogelijke oplossingen en welke positie de gemeente Rotterdam hierin kan kiezen.

Locatiespecifieke oplossingen, zoals het vervangen van lekkende riolering, kunnen eventueel aanvullend op kaart worden weergegeven.

0G

## 5. Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

De resultaten van dit inventariserende onderzoek moeten worden gezien als een aanzet voor het aangeven van probleemgebieden met (grond)wateroverlast en grondwateronderlast in Rotterdam.

Aan de hand van de resultaten kan een begin worden gemaakt met het formuleren van een Rotterdams beleid voor deze problemen. Tijdens de uitvoering van dit onderzoek is aan het licht gekomen dat een aantal van gebruikte databases uitbreiding en/of verbetering behoeven om een gedetailleerder beeld te verkrijgen.

Op basis van kadastrale informatie is een inschatting gemaakt van het aantal panden per thema (funderings- en grondwaterrisico's). Deze aantallen zijn op de tekening als bijlage bij dit rapport weergegeven. Op basis van de huidige gegevens zijn er Rotterdam breed circa 16.000 panden die risico lopen op een te kleine ontwateringsdiepte. In het hoogste risicogebied voor droogstand van funderingshout (tussen de 5 en 30 % droogstand) zijn er circa 1.000 tot 6.000 panden met kans op paalrot.

#### Grondwateroverlast

Uit de resultaten van de berekeningen blijkt dat de deelgemeenten IJsselmonde, Prins Alexander en Hillegersberg-Schiebroek het grootste risico lopen op grondwateroverlast. In deze deelgemeenten zijn redelijk grote gebieden gedefinieerd met een kans op onvoldoende ontwatering. Ook Delfshaven, Overschie en Feijenoord hebben lokaal te kampen met risico's van grondwateroverlast. Slechts voor een paar deelgemeenten komen de geregistreerde grondwaterklachten voor in de gebieden die worden beschouwd als risicogebieden. Vooral voor Prins Alexander en IJsselmonde wordt het toekomstbeeld slechter dan de huidige situatie. In deze twee deelgemeenten komen in de huidige situatie gebieden voor met onvoldoende ontwatering; gezien de zettingssnelheid in deze gebieden (> 17 mm/jaar), zullen de risico's de komende jaren nog toenemen.

#### Funderingsproblemen

De gebieden met een verhoogde kans op droogstand van paalkoppen zijn: delen van Feijenoord, Kralingen-west, Noord, een deel van het stadscentrum en Delfshaven, Hillegersberg-Schiebroek en Overschie.

De gecombineerde gegevens van funderingshoogte en grondwaterstand geven aan dat in de gebieden Kralingen-west en Kralingen-oost relatief vaak sprake is van droogstand van palen waardoor paalrot kan optreden.

### Maatregelen

In de rapportage is een aantal mogelijke oplossingen benoemd dat kan bijdragen aan de oplossing van problemen of de verkleining van risico's. De meest kansrijke oplossingen voor de korte termijn zijn het beïnvloeden van de grondwaterstand door het vervangen van riolering en / of het aanleggen van drainage. Op langere termijn, en in gebieden die diverse grondwatergerelateerde risico's hebben, is herstructurering de aangewezen oplossing. Op welke locaties deze oplossingen specifiek inzetbaar zijn, zal in fase 2 aan de orde komen.

## 5.2 Aanbevelingen

### Aanvullingen op de data-analyse

In fase 1 is door het verzamelen, gebruiken en combineren van zoveel mogelijk data een zo dekkend mogelijk beeld van de grondwater- en funderingsrisico's in Rotterdam geschetst. Uit de data-analyse bleek dat datasets ontbreken of niet compleet zijn. Ons advies is om in fase 2 deze omissies zoveel mogelijk in te perken, om zodoende de locaties en omvang van risicogebieden verder aan te scherpen en te verduidelijken. Om dit te realiseren, adviseren wij de volgende datasets nader te onderzoeken / uit te breiden. Dit zijn tevens aanbevelingen voor nader onderzoek:

- maaivelddata: bestand (PROWAT- metingen, milieuboringen) aanvullen met sonderingen, maaiveldhoogtes en een correctie toepassen voor het jaar van opname;
- uitgiftepeilen: digitale versie van dit bestand als laag gebruiken voor ontwateringsdiepte;
- Algemene Hoogtekaart Nederland: akkoord krijgen van de waterschappen om dit bestand te gebruiken; dit bestand eventueel updaten met aanvullende metingen en een correctie uitvoeren voor de stedelijke gebieden;
- grondwaterstanden: kritisch kijken naar metingen om verstoringen zoals periodes van bemalingen of peilbuizen op dijken eruit te halen;
- grondwaterstanden: uitbreiding van het aantal grondwatermeetpunten; extra peilbuizen op plekken met onvoldoende peilbuizen of aandachtsgebieden;
- funderingsinformatie: kritisch kijken naar funderingsdatabase; fouten gemaakt bij aanleghoogte, metingen filteren.;
- funderingsinformatie: aanvulling van het bestand met bedrijfsterreinen en havens;
- klachtenregistratie: deze bleek zeer onbetrouwbaar te zijn. Meer dan de helft van de geregistreerde grondwaterklachten bleek geen relatie met grondwater te hebben. Advies is een betere selectie en zorgvuldige invulling van de klachtendatabase;
- ontsluiten van overige informatie: het houden van interne workshops / interviews om interne kennis van problemen en oplossingen te ontsluiten;
- funderingsinformatie: kennis over bacteriële aantasting van houten paalfunderingen verder uitbouwen door onderzoek naar het mechanisme hiervan te sponsoren en deelnemen aan (inter)nationale werkgroepen op dit gebied, evenals de aanwezigheid van bacteriële aantasting in Rotterdam verder onderzoeken.

Nog uit voeren werkzaamheden in fase 2

Ons advies is om in de volgende fase de bovengenoemde data verder aan te scherpen om zodoende een betrouwbaarder beeld te schetsen van de problematiek en meer inzicht te verkrijgen in de betrouwbaarheid. Hierna kan gestart worden met het bepalen van locatiespecifieke oplossingen voor de problemen en de hiermee samenhangende kosten. Als deze zaken bekend zijn, kan worden gestart met het maken van keuzes inzake de invulling van de grondwaterzorg en het daaruit volgende beleid op dit vlak.

0G

## Bijlage 1

<b>Aanlegniveau</b>	:	hoogte of niveau ten opzichte van NAP van het hoogste punt of gedeelte van het funderingshout.
<b>Antropogene ophooglaag</b>	:	grond(lagen) niet door natuurlijke afzetting ontstaan maar door de mens aangebracht.
<b>Bacteriële aantasting</b>	:	aantasting van hout door bacteriën (in tegenstelling tot aantasting door schimmels).
<b>Constructief draagvermogen</b>	:	constructief draagvermogen (van een paal): het draagvermogen van een paal ontleend aan de eigen sterkte van (het materiaal van) de paal of paalschacht. (zie ook: het grondmechanisch draagvermogen.)
<b>(Holocene) deklaag</b>	:	bovenste slechtdoorlatende laag in het grondwaterstromingssysteem. Door de afsluitende werking van deze laag is er sprake van spanningswater in de watervoerende pakketten.
<b>Grondmechanisch draagvermogen (van een paal)</b>	:	het draagvermogen van een paal ontleend aan de weerstand van de grond waarin deze paal staat. (zie ook: het constructieve draagvermogen.)
<b>Drainage</b>	:	drainage is een waterbouwkundige term voor het permanent ontwateren van de bodem. Dit houdt in het kunstmatig verlagen van het grondwaterpeil.
<b>Drooglegging</b>	:	het hoogteverschil tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld
<b>Droogstand</b>	:	situatie waarbij de grondwaterstand beneden de bovenkant van de houten paalfundering ligt. Bij droogstand kan schimmel en houtrot ontstaan.
<b>Effectieve neerslag</b>	:	het deel van de neerslag die uiteindelijk zal infiltreren en het grondwater zal aanvullen.
<b>Fundering op staal</b>	:	zonder palen, die direct op de onderliggende grond rust.
<b>Funderingshout</b>	:	het geheel van alle houten onderdelen van een fundering op houten palen dus inclusief het langshout, de kespunten en de houten palen zelf.
<b>GHG(1)</b>	:	Gemiddeld hoogste grondwaterstand. Dit maakt gebruik van de hoogste grondwaterstand per jaar en deze wordt gemiddeld over een periode van minimaal 5 jaar, gebaseerd op 2 maandelijkse metingen.
<b>GLG(1)</b>	:	Gemiddeld laagste grondwaterstand. Dit maakt gebruik van de laagste grondwaterstand per jaar en deze wordt gemiddeld over een periode van minimaal 5 jaar, gebaseerd op 2 maandelijkse metingen.
<b>GIS</b>	:	Geografisch Informatie Systeem.
<b>Grondwaterdekking</b>	:	maat voor het hoogteverschil tussen de bovenkant van het funderingshout en de freatische grondwaterstand. Het funderingshout bevindt zich hierbij onder het grondwaterpeil.
<b>Infiltratie(situatie)</b>	:	infiltratie en afstroming van ondiep grondwater treedt op wanneer de ondiepe grondwaterstand in een gebied structureel hoger is dan de stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket.
<b>Kruipruimte</b>	:	Ruimte onder de begane-grondvloer in gebruik voor het bereiken van leidingen voor inspectie, onderhoud of reparatie, en voor ventilatie van de vloer en eventuele houten constructiedelen onder de woning.

# OG

<b>Kwel(situatie)</b>	: (verticale) afstroming van diep grondwater naar de oppervlakte treedt op wanneer de ondiepe grondwaterstand in een gebied structureel lager is dan de stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket.
<b>Negatieve kleef</b>	: extra belasting uitgeoefend op een funderingspaal door langs de paalschacht zakkende grond. Treedt op bij de meeste paalfunderingen.
<b>Ontwateringsdiepte</b>	: de afstand tussen het maaiveld en de grondwaterstand
<b>Oppervlaktewater</b>	: sloten, rivieren, meren etc.
<b>Opbolling</b>	: het maximale hoogteverschil tussen de grondwaterspiegel en de waterstand in de drainagebuizen en/of watergangen.
<b>Ondiep grondwater</b>	: Het grondwater in de bovenste bodemlaag, dat (indirect) in contact staat met de atmosfeer. De freatische, ondiepe grondwaterstand is een andere term voor grondwaterspiegel.
<b>Peilbeheersing</b>	: in peilbeheerste gebieden (polders en droogmakerijen) wordt door middel van een fijnmazig netwerk van sloten en greppels, het oppervlakte waterpeil en de ondiepe grondwaterstand kunstmatig op het gewenste peil gehouden.
<b>Peilbuis</b>	: in de grond geplaatste buis met een filter aan de onderzijde om de grondwaterstand te peilen.
<b>PROWAT</b>	: Prowat is het database-systeem van de Gemeente Rotterdam, waarin de grondwaterstandsgegevens voor peilbuizen in de regio Rotterdam worden beheerd.
<b>Slechtdoorlatende laag</b>	: bodemlaag waarin slechts zeer geringe stroming kan optreden. Door de grote weerstand zal gezien op regionale schaal alleen verticale stroming plaatsvinden. In de regel reageren pakketten die hoofdzakelijk uit klei- en veen bestaan als slechtdoorlatende laag.
<b>Stijghoogte</b>	: hoogte waar het grondwater in een watervoerend pakket onder spanning zal stijgen in de peilbuis.
<b>Uitgiftepeil</b>	: officieel vastgestelde hoogte ten opzichte van NAP van een uit te geven of uitgegeven terrein, waarop dat terrein moet worden onderhouden. Is in principe gelijk aan het officieel vastgestelde straatpeil van het aangrenzende openbare gebied.
<b>Verhard oppervlak</b>	: oppervlak in stedelijk gebied waar neerslagwater niet kan infiltreren, maar oppervlakkig afstroomt (huizen, straten, en dergelijke)
<b>Wadi</b>	: voorziening voor de opvang, berging en afvoer van neerslag. In een komvormige greppel kan het regenwater infiltreren. Vervolgens kan infiltratie naar het grondwater plaatsvinden of afvoer via een drain
<b>Watervoerend pakket</b>	: opeenvolging van goed doorlatende lagen in de bodem. In deze pakketten kan zowel horizontale als verticale stroming optreden.
<b>Zetting</b>	: bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp, door de bouw van kunstwerken, het ophogen van de grond of het aanbrengen van andere materialen.