

# Bemalingsadvies Proveniersplein

CONCEPT

**Opsteller**

B. de Doelder

**Projectbegeleider**

T. van Hille

**Datum**

16 december 2015

**Rapportnummer**

R2015.02.RCD

**Versie**

Concept

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Projectinformatie</b>	<b>6</b>
2.1	Algemene projectinformatie	6
<b>3</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>8</b>
3.1	Grondonderzoek	8
3.2	Freatische grondwaterstand	9
3.3	Stijghoogtes eerste watervoerende pakket	11
3.4	Kwel, inzijging en polderpeilen	12
3.5	Oppervlaktewater	13
3.6	Drainage en infiltratie	13
<b>4</b>	<b>Berekening waterbezwaar en verlagingen</b>	<b>15</b>
4.1	Freatische bemaling	15
4.1.1	Uitgangspunten	15
4.1.2	Rioolvervanging	15
4.1.3	Aanleg brughoofden	16
4.2	Totaal waterbezwaar	18
4.3	Lozing bemalingswater	18
4.4	Werkwijze bemaling	18
<b>5</b>	<b>Omgevingseffecten en risico's</b>	<b>20</b>
5.1	Maaiveld dalingen en -zettingen	20
5.2	Risico's fundering objecten	20
5.3	Grondwaterverontreiniging	21
5.4	Natuur, groen en agrarische waarden	21
5.5	Archeologische waarden	22
5.6	Bemalingen in invloedsgebied	22
5.7	Gevolgen van de onttrekking op de zoet-zoutgrens in het grondwater	22
<b>6</b>	<b>Monitoring</b>	<b>23</b>
6.1	Grondwaterstandmetingen	23
6.2	Freatische grondwaterstanden	23
6.3	Debietmetingen	24

**Bijlagen:**

- Bijlage 1: Situatietekeningen
- Bijlage 2: Grondonderzoek
- Bijlage 3: grondwaterstanden Prowat
- Bijlage 4: Bomenkaart (GISWEB)
- Bijlage 5: Kadastrale kaart (GISWEB)

CONCEPT

## 1 Inleiding

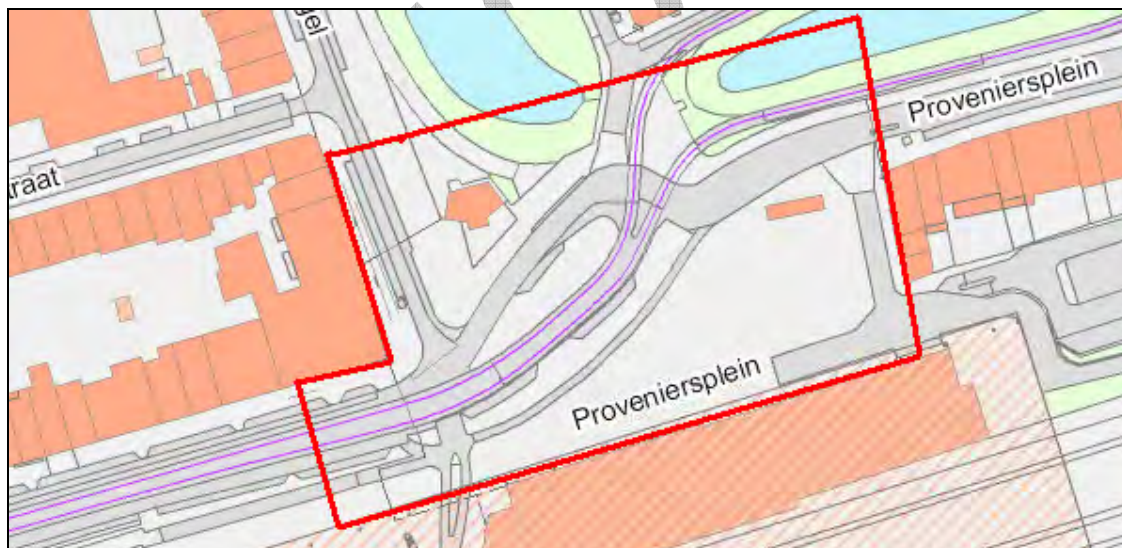
Het Proveniersplein e.o zal in de periode 2016- 2018 als één van de laatste locaties in het Rotterdam Central Districtgebied (omgeving Rotterdam Centraal) opnieuw worden ingericht. Qua tijdsduur van bemaling dient voor deze werkzaamheden een vergunning te worden aangevraagd. Er is voor gekozen om het gebied vergunningstechnisch te splitsen:

- De werkzaamheden aan de Stationssingel zullen onder één of meerdere meldingen worden uitgevoerd; e.e.a. is afhankelijk van de tijdsduur van de werkzaamheden. Als de werkzaamheden langer duren dan 6 maanden worden meerdere meldingen gedaan.
- Voor de werkzaamheden aan het Proveniersplein e.o. wordt een watervergunning aangevraagd.

Deze werkwijze is besproken met het Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard. Om de werkzaamheden 'in den droge' te kunnen uitvoeren is een verlaging van de grondwaterstand ter plaatse noodzakelijk door middel van freatische bemaling.

Het bemalingswater zal worden geloosd op de gemeentelijke riolering en/of (indien mogelijk) op het oppervlaktewater. Het lozen op het oppervlaktewater is afhankelijk van de grondwaterkwaliteit.

Dit rapport omvat de beschrijving van de geohydrologische werkzaamheden, waarbij tevens inzicht wordt gegeven in de eventuele risico's van de tijdelijke bemaling op de omgeving. Het rapport zal dienen als onderbouwing voor de vergunningaanvraag.



Figuur 1: projectlocatie (rood)

## 2 Projectinformatie

### 2.1 Algemene projectinformatie

Als uitgangspunt voor de werkzaamheden zijn de volgende tekeningen gebruikt (bijlage 1):

- Tekeningnr. 16-R-169, Herinrichting Proveniersplein-Stationssingel, riolering vervallen situatie, versie 20-06-2014
- Tekeningnr. 16-R-170, Herinrichting Proveniersplein-Stationssingel, riolering nieuwe situatie, versie 20-06-2014
- Tekeningnr. HT1761P-B-BT-008, Herinrichting Proveniersplein-Stationssingel, brug Provenierssingel en duikerbrug, bouwput, versie 00-04-2014

In het gebied is riolering aanwezig die is aangelegd in de periode 1973-1995. Deze zal worden vervangen door nieuw aan te leggen riolering, diameter Ø500 mm tot Ø600 mm. Tevens wordt een drainage /infiltratieleiding Ø315 mm aangelegd die wordt aangesloten op de singel.

Voor het hemelwatersysteem van het centraal station moet een overstort leiding Ø500 mm onder het Proveniersplein worden aangelegd naar de singel. Een deel van een bestaande koppelleiding Ø1000 mm uit 1954 moet worden verwijderd en vervangen door een nieuwe leiding. Tot slot zal het singelsysteem worden uitgebreid waarbij de Provenierssingel en Spoorsingel door open water met elkaar worden verbonden. De huidige singelverbinding zal worden verwijderd, het graven van de nieuwe singel gebeurt in den natte.

Naast de werkzaamheden in de buitenruimte vinden ook werkzaamheden plaats ten behoeve van de aanleg van 2 nieuwe bruggen. In tabel 1 is aangegeven welke werkzaamheden zijn voorzien:

**Tabel 1: voorziene werkzaamheden**

<b>Te verwijderen leidingen</b>					
Straat	werkzaamheden	Ø mm	Lengte	Max. BOB maat m NAP	Diepte ontgraving
Stationssingel Noord	Verwijderen riool	400*600	430	-3,3	
Stationssingel zuid	Verwijderen riool	400*600	215	-3,9	
Spoorsingel	Verwijderen riool	400*600	170	-3,5	
Proveniersplein	Verwijderen riool	400*600	200	-3,8	
	Verwijderen koppelleiding	1000	85	-3,6	
<b>Aan te leggen</b>					
Stationssingel Noord	Aanleg riool drainage/infiltratie	500/700 315	430	-3,25	-3,45
Stationssingel zuid	Aanleg riool	500	215	-2,9	-3,1
Spoorsingel	Aanleg riool drainage/infiltratie	600 315	80	-3,0	-3,2

**Vervolg tabel 1: voorziene werkzaamheden**

<b>Aan te leggen</b>					
Straat	werkzaamheden	Ø mm	Lengte	Max. BOB maat m NAP	Diepte ontgraving
Proveniersplein	Aanleg riool drainage/infiltratie	500	110	-3,4	-3,6
	Overstortleiding	500	70	-3,1	-3,3
	koppelleiding	1000	160	-3,5	-3,7
	Bouwput *	Afmeting (m)			
	duikerbrug	15 * 20		-3,3	-3,5
	Provenierssingel	2x 11 * 8		-3,3	-3,5
	singelverbinding	10*10		-3,3	-3,5
* de werkzaamheden voor de bouwputten zitten in een ander besteksdeel maar kunnen planningstechnisch wel samenvallen met bemalingen in de buitenruimte					

Bemaling tijdens de werkzaamheden dient zoveel mogelijk te worden beperkt om negatieve invloed van verlaging van de grondwaterstand op de omgeving (houten palen) te voorkomen.

Voor de aan te brengen riolerings/leidingen is uitgangspunt dat tot circa 0,2 m beneden de onderkant put/B.O.B. (binnenkant onderkant buis) een grondverbetering, bestaande uit zand wordt aangebracht. Het ontgravingniveau kan dus worden bepaald uit de onderkant put/B.O.B. minus 0,2 m.

De werkzaamheden verplaatsen zich door het gebied. De werksnelheid voor de rioleringswerkzaamheden wordt geraamd op 15 m/dag.

De werkzaamheden voor de koppelleiding (verwijderen en aanleg) moeten worden uitgevoerd binnen een sleufkist met een breedte van circa 1,5 m. De werksnelheid is hier 10 m/dag.

### 3 Uitgangspunten

In het rapport “Waterhuishouding Provenierswijk, historie en effectenstudie, versie 9 d.d. 24-juli 2014” [ref.1] is een uitgebreide geohydrologische inventarisatie opgenomen. Deze dient als uitgangspunt voor dit rapport.

#### 3.1 Grondonderzoek

Voor het beschrijven van de bodem is gebruik gemaakt van (milieu)boringen en sonderingen van de gemeente Rotterdam en ProRail. Van de boringen en sonderingen zijn de dieptes van de waterdoorlatende- en weerstandbiedende lagen bepaald. Bij de watervoerende lagen is onderscheid gemaakt tussen een ondiepe zandlaag, een eventueel aanwezige tussenzandlaag en het eerste watervoerend pakket.

In totaal zijn binnen het projectgebied 3 sonderingen beschikbaar. Daarnaast zijn gegevens beschikbaar uit het verkennend bodemonderzoek Proveniersplein en Stationssingel [ref.2]. De sonderingen en boorstaten van het bodemonderzoek zijn aan het rapport toegevoegd in bijlage 2. De toplaag varieert sterk van samenstelling. Ter plaatse van de wegen is sprake van een antropogeen pakket van 2 à 3 m dik (wegcunet) met puin. Ook ter plaatse van gedempte watergangen is een dikkere, relatief goed waterdoorlatende, zand-puinlaag aanwezig. Elders (groenstroken bij de singels en waarschijnlijk in de achtertuinen) is het antropogene pakket hooguit een meter dik.

Het holocene pakket is circa 12 m dik waarbij in alle sonderingen sprake is van een veenpakket van enkele meters dik. In 5 van de 8 sonderingen is een diepe tussenzandlaag herkenbaar van 0,5 à 1 m dik.

De onderkant van de Holocene deklaag bevindt zich tussen NAP -15 m en -17 m.

##### **waterdoorlatendheid**

Gegevens over de waterdoorlatendheid van de diverse bodemlagen zijn beperkt beschikbaar en vanwege de heterogene bodemopbouw beperkt (lokaal) toepasbaar.

Voor de antropogeen beïnvloede toplaag wordt de waterdoorlatendheid vooral bepaald door de aanwezigheid van (doorgaande) zandpakketten. Deze bevinden zich hoofdzakelijk ter plaatse van weg- en spoorwegconstructies en in mindere mate ter plaatse van de groenstroken en particuliere terreinen. Algemeen wordt uitgegaan van een waterdoorlatendheid variërend tussen 1,5 en 3 m/dag. Waar de toplaag kleiiger is ontwikkeld, zal de waterdoorlatendheid aanzienlijk lager zijn.

Voor het slecht waterdoorlatende Holocene pakket is een verticale weerstand aangenomen van 2.000 tot 3.500 dagen.

Voor het Pleistocene watervoerend pakket wordt uitgegaan van een doorlaatvermogen (kD) van 750 à 1.000 m<sup>2</sup>/d op basis van ervaringen bij de projecten van Rotterdam Centraal.

Op basis van de bovenstaande analyse is in tabel 2 globaal de bodemopbouw beschreven.



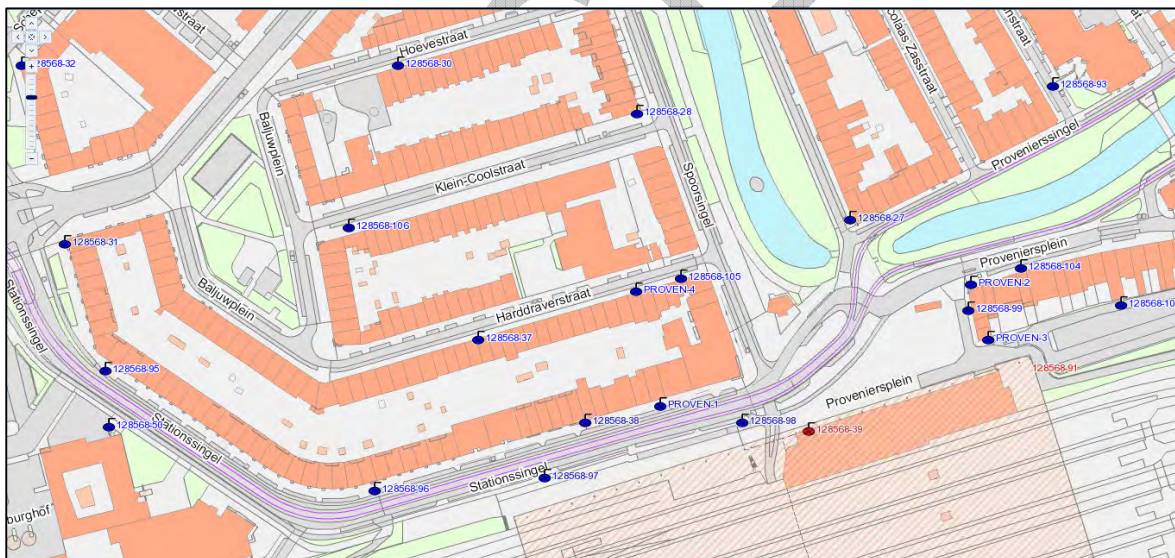
**Tabel 2: Bodemopbouw en geohydrologische typering en schematisering**

Diepte [ca. m NAP]	Bodembeschrijving	Typering	Laag	Parameterwaarden
-1,0 à -3,0	Maaiveld	Infiltratieoppervlak	0	
-1,0 à -3,0 tot -2,0 à -5,0	ZAND, toplaag	Watervoerend	1	k = 1,5 a 3 m/dag
-2,0 à -5,0 tot -15,0 à -17,0	KLEI, zwak tot sterk siltig, veenlagen plaatselijke tussenzandlagen	Waterremmend	2	c = 2000 à 3.500 dagen
-15,0 à -17,0 tot -33	ZAND	Watervoerend	3	kD = 750 à 1000 [m <sup>2</sup> /dag]

### 3.2 Freatische grondwaterstand

Voor de bepaling van de freatische grondwaterstand is gebruik gemaakt van de meetgegevens van peilbuizen van het achtergrondmeetnet Prowat van Gemeentewerken Rotterdam. De grondwaterstanden zijn digitaal beschikbaar vanaf 1982.

De plaats van deze peilbuizen is weergegeven in figuur 2 en bijlage 3.


**Figuur 2: peilbuizen**

Voor de beschouwing van de grondwaterstanden is het totale project ingedeeld in twee gebieden:

- Stationssingel
- Proveniersplein

#### **Stationssingel**

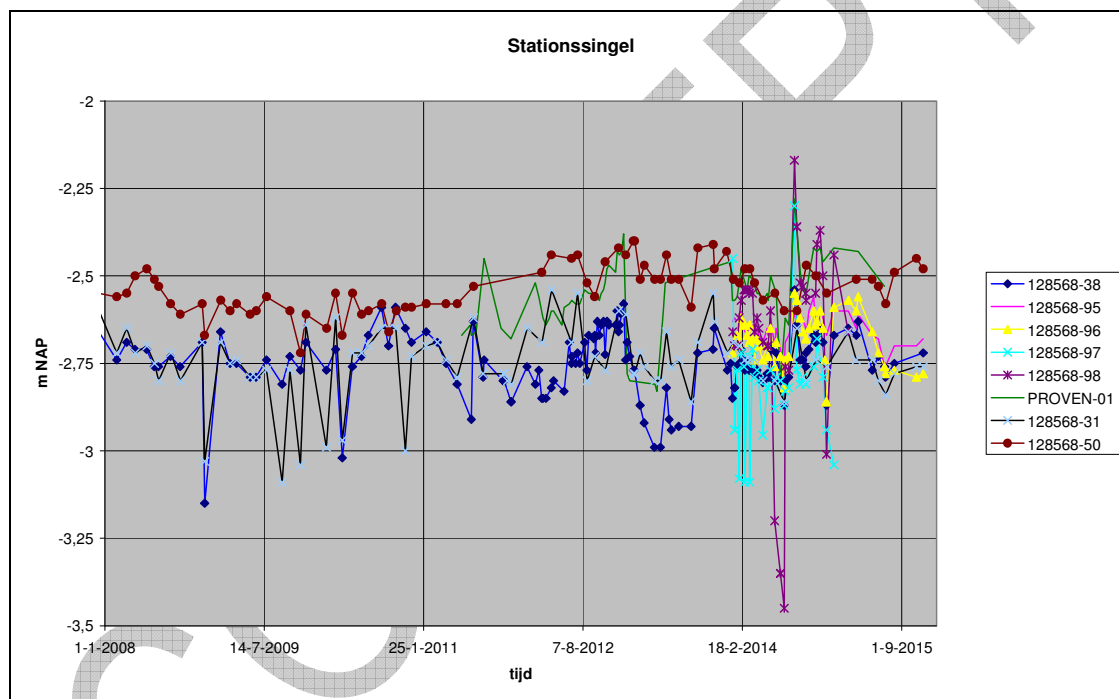
In tabel 3 staan de gemeten waarden van de gebruikte peilbuizen in de periode 2005 - 2016. De temporele variatie is uitgedrukt in 5 (gemiddeld laagste grondwaterstand) en 95 (gemiddeld hoogste grondwaterstand) percentiel-waarden.



**Tabel 3: gegevens freatische grondwaterstand (m NAP)**

	128568-38	128568-95	128568-96	128568-97	128568-98	PROVEN-01	128568-31	128568-50
max	-2,36	-2,56	-2,55	-2,30	-2,17	-2,28	-2,50	-2,40
GHG = 95%tiel	-2,54	-2,60	-2,57	-2,66	-2,36	-2,42	-2,57	-2,42
Gemiddelde	-2,72	-2,65	-2,69	-2,81	-2,66	-2,56	-2,73	-2,54
GLG = 5%tiel	-2,91	-2,74	-2,80	-3,08	-3,35	-2,80	-2,92	-2,64
min	-3,15	-2,77	-2,86	-3,09	-3,45	-2,83	-3,09	-2,72
aantal waarnemingen	172	51	53	39	39	73	111	89

De meetwaarden zijn weergegeven in een grafiek, zie figuur 3 en bijlage 3.


**Figuur 3: meetgegevens peilbuizen**

De gemiddelde grondwaterstand (2003-2013) in dit deel is NAP -2,65 m (exclusief peilbuis 128568-50). In peilbuis 128568-50, nabij het NS emplacement is sprake van een hogere gemiddelde grondwaterstand (NAP -2,54 m) met een kleinere variatie dan in andere peilbuizen. De omgeving bij peilbuis 128568-50 wordt gevoed met grondwater vanaf het hoger gelegen NS emplacement (neerslag).

De gemiddelde 95-percentiel waarde (rekenwaarde debiet) is NAP-2,50m.

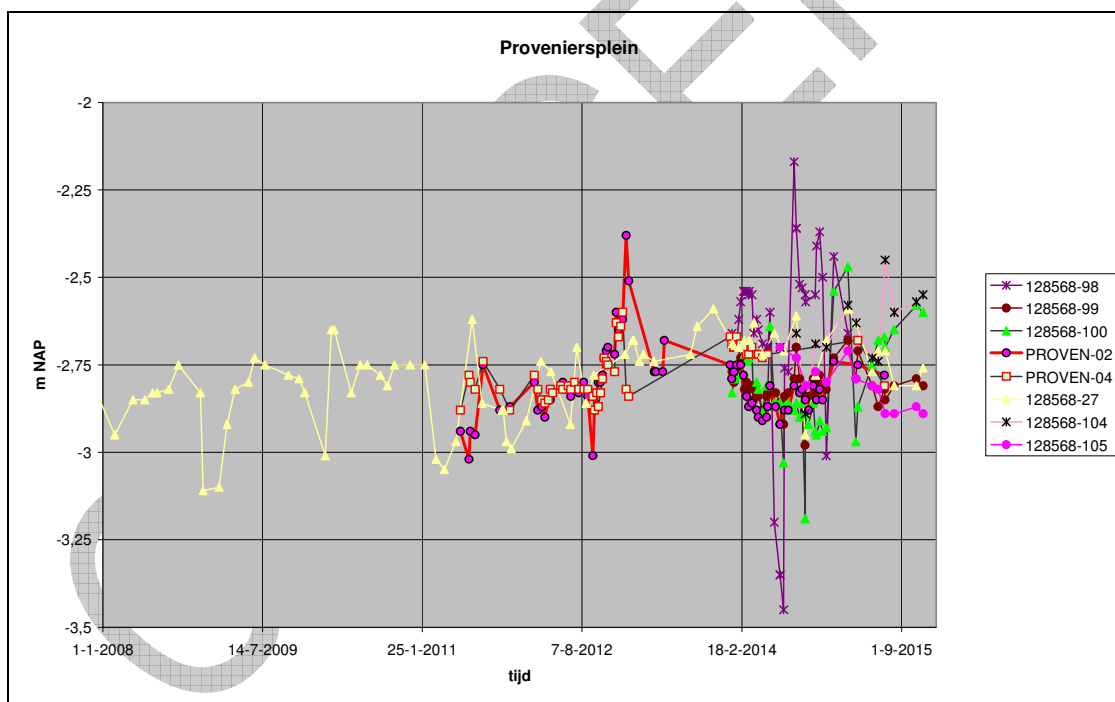
### Proveniersplein

In tabel 4 staan de gemeten waarden van de gebruikte peilbuizen in de periode 2003-2013. De temporele variatie is uitgedrukt in 5 (gemiddeld laagste grondwaterstand) en 95 (gemiddeld hoogste grondwaterstand) percentiel-waarden.

**Tabel 4: gegevens freatische grondwaterstand (m NAP)**

	128568-99	128568-100	PROVEN-02	PROVEN-04	128568-27	128568-104	128568-105
max	-2,68	-2,47	-2,38	-2,60	-2,59	-2,45	-2,70
GHG = 95%tiel	-2,70	-2,59	-2,62	-2,66	-2,63	-2,51	-2,71
Gemiddelde	-2,81	-2,81	-2,81	-2,77	-2,84	-2,65	-2,81
GLG = 5%tiel	-2,88	-2,96	-2,94	-2,87	-3,20	-2,80	-2,89
min	-2,98	-3,19	-3,02	-2,88	-3,23	-2,89	-2,89
aantal waarnemingen	50	50	74	54	95	13	13

De meetwaarden zijn weergegeven in een grafiek, zie figuur 4 en bijlage 3.



**Figuur 4: meetgegevens peilbuizen**

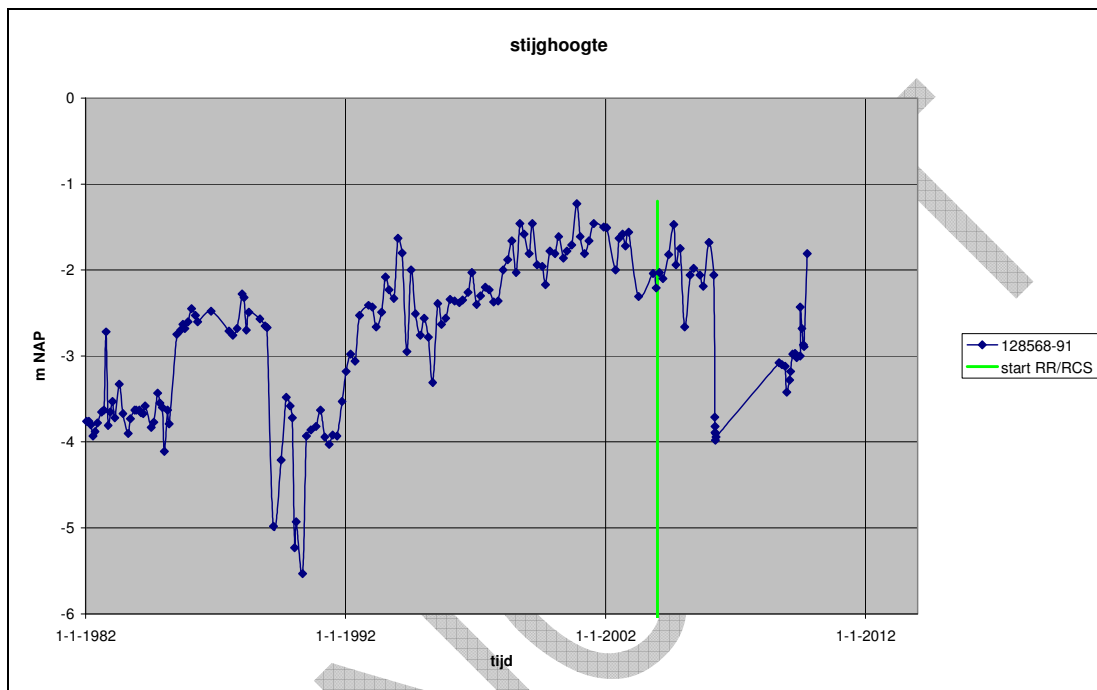
De gemiddelde grondwaterstand (2003-2013) van alle peilbuizen in dit deel is NAP -2,8 m en de 95-percentiel waarde is NAP -2,65 m.

### 3.3 Stijghoogtes eerste watervoerende pakket

Voor de grondwaterstijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend Pakket is één peilbuis beschouwd uit de grondwaterdatabase Prowat 2000. De stijghoogte in deze peilbuis sinds 1982 is weergegeven in figuur 5 en tabel 5. Uit figuur 5 blijkt dat de grondwaterstijghoogte in de periodes 1982 – 1986, 1988-

1992 en vanaf 2006 tot 2011 sterk is verlaagd door spanningsbemalingen. Voor de tussenliggende periodes zijn in tabel 5 de gemiddelde stijghoogte en de gemiddeld laagste stijghoogte en gemiddeld hoogste stijghoogte (GLS en GHS) weergegeven. Deze kunnen gezien worden als de natuurlijke waarden.

Deze pleistocene peilbuis stond bij de ingang van het centraal station op het Proveniersplein.



**Figuur 5: stijghoogte pleistocene peilbuis 128568-91**

**Tabel 5 : Meetwaarden pleistocene peilbuis 128568-91 (1982-2007)**

		128568-91
gemiddelde	[m t.o.v. NAP]	-2,05
Aantal	[-]	63
st. deviatie	[m]	0,42
5-percentiel	[m t.o.v. NAP]	-2,7
95-percentiel	[m t.o.v. NAP]	-1,48

De grondwaterstroming in het 1e watervoerende pakket is noordelijk gericht.

### 3.4 Kwel, inzijing en polderpeilen

In perioden zonder spanningsbemaling is in het gebied ten noorden van het Centraal Station sprake van een lichte kwel situatie (verschil tussen de gemiddelde freatische grondwaterstand en de gemiddelde stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket).

De Provenierswijk bevindt zich in stedelijk gebied. Het deel ten oosten van de Spoorsingel en ten noorden van de Proveniersstraat zijn peilgestuurde gebieden (NAP -2,4 m). De polderpeilen zijn weergegeven in figuur 6. Theoretisch kan de freatische grondwaterstand, op korte afstand van de singel (<10 m), worden beïnvloed door het singelpeil (o.a. afhankelijk van de afstand tot de singel en

de zogenaamde intree weerstand). In eerder onderzoek (drainageadvies Spoor- en Provenierssingel, ref.3) is echter vastgesteld dat de invloed van de singels in dit gebied heel beperkt is. In het gebied rondom de singels ligt de gemiddelde grondwaterstand onder het singelpeil (zie §3.2).



Figuur 6: polderpeilen Stationsgebied

### 3.5 Oppervlaktewater

Binnen het plangebied liggen de watergangen de Provenierssingel en de Spoorsingel. Deze singels zijn in de huidige situatie met elkaar verbonden via een singelverbinding. De Spoorsingel is in het noorden verbonden met de Statensingel, eveneens via een singelverbinding. Het singelpeil is NAP - 2,40 m. Vanaf de Schiekade loopt een spuilleiding die de Provenierssingel van vers water vanuit de Delftseveer kan voorzien. De singels vormen een geohydrologische scheiding voor het freatische grondwater. Dat wil zeggen dat ingrepen in de buitenruimte ten zuiden/westen van de singels (op en nabij het Proveniersplein) geen invloed hebben op de freatische grondwaterstand ten noordoosten van de singels.

### 3.6 Drainage en infiltratie

Bij de rioolvervangingsprojecten aan de Spoor – en Provenierssingel is tevens een drainage/infiltratieleiding meegelegd welke is aangesloten op de singel. Op het Proveniersplein lag al eerder een soortgelijke leiding.

Aan de Stationssingel, direct ten westen van de fietstunnel bevindt zich een hemelwaterinfiltratiesysteem bestaande uit infiltratiekratten. Het hemelwater van het dak van het centraal station wordt hier verzameld en geïnfiltreerd in de ondergrond. Dit systeem is sinds 2015 actief.

Deze voorzieningen hebben een positieve invloed op de grondwaterstand; de grondwaterstand zal stijgen en nivelleren op een hoger niveau. Voor de bemalingen geldt dat de grondwaterstand sneller kan herstellen zodra de onttrekking is stopgezet.

CONCEPT

## 4 Berekening waterbezwaar en verlagingen

In de overige hoofdstukken van dit rapport wordt ingegaan op het deel Proveniersplein.

### 4.1 Freatische bemaling

Voor het berekenen van de waterbezwaren voor de freatische grondwaterstand is gebruik gemaakt van analytische formules voor grondwaterstromen van Theis/Edelman in een niet-stationaire situatie

#### 4.1.1 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn voor de bemalingsberekeningen aangehouden:

- een dagproductie van ca. 15 m<sup>3</sup> per dag bij een open ontgraving;
- een dagproductie van ca. 10 m<sup>3</sup> per dag bij een ontgraving met sleufbekisting;
- per sectie freatische bemaling wordt 2 dagproducties in de berekening meegenomen;
- sleufbreedte bedraagt 3 m bij 2 strengen en ca. 1,5 m à 2 m bij het toepassen van 1 streng
- de bouwputten voor de bruggen worden ontgraven met open talud en drooggehouden door een open bemaling
- voor de neerslag wordt uitgegaan van een gemiddelde bui van 2 mm/dag.
- er wordt zes dagen per week gewerkt, op dagen dat niet wordt gewerkt wordt de bemaling uitgezet

Afhankelijk van de bemalingswijze en de snelheid waarmee de benodigde verlaging moet worden gerealiseerd, kan het debiet in de niet-stationaire beginfase van de bemaling tijdelijk hoger zijn.

In dit hoofdstuk zijn alleen de onderdelen beschreven waarvan de bemaling de grootste invloed heeft naar de omgeving.

#### 4.1.2 Riolvervanging

Op het plein wordt het riool vervangen (Ø500 mm, BOB NAP -3,4 m).

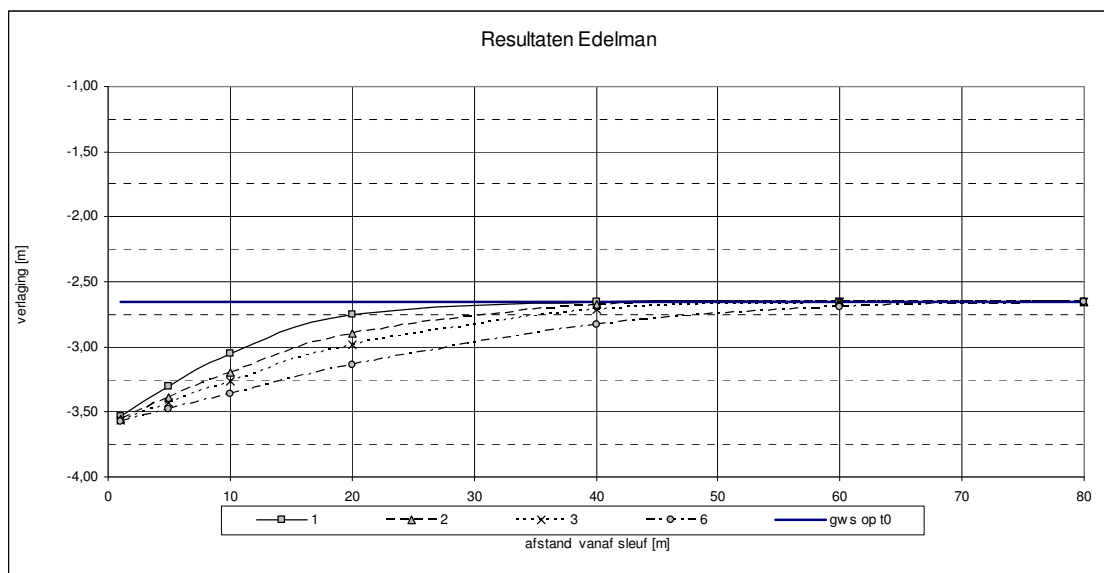
Het invloedsgebied van de freatische bemaling (verlaging freatisch grondwater 1,2 m) strekt zich theoretisch uit tot ca. 60 m vanaf de bemaling.

Met behulp van een spreadsheet zijn verlagingen berekend ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand (NAP -2,80 m; maatgevende waarde voor het berekenen van verlagingen), een gemiddelde doorlatendheid (k) van 5 m/dag. Deze verlagingen zijn weergegeven in tabel 6 en de grafische weergave in figuur 7.

**Tabel 6: verlaging grondwaterstand in de omgeving (meter NAP)**

t (in dagen)	Afstand tot bemaling (m)						
	1	5	10	20	40	60	80
1	-3,55	-3,34	-3,13	-2,88	-2,80	-2,80	-2,80
2	-3,56	-3,42	-3,25	-2,99	-2,82	-2,80	-2,80
3	-3,57	-3,45	-3,31	-3,07	-2,85	-2,80	-2,80
6	-3,58	-3,49	-3,39	-3,20	-2,94	-2,83	-2,81





**Figuur 7: Edelman; niet-stationaire verlaging in een freatisch pakket; horizontale stroming**

De berekende verlagingen zijn de maximale verlagingen bij een ontgravingsdiepte van NAP -3,4 m, in de praktijk zal de verlaging minder zijn:

- Er is gerekend met het diepste deel van het riool;
- Op plaatsen waar het freatisch zandpakket dun is, of waar alleen klei aanwezig is, zal de verlaging buiten de te bemalen sleuf aanzienlijk kleiner zijn en langzamer toenemen. Bovendien zal in dat geval ook het onttrekkingsdebiet lager zijn.
- De verlaging naar de omgeving is minder vanwege de aanwezigheid van de singels en infiltratievoorzieningen (zie § 3.5 en §3.6).

Bij het toepassen van sleufbekisting met bronbemaling is het invloedsgebied identiek als bij open bemaling.

De vervanging van de koppelleiding worden uitgevoerd binnen een sleufkist met een breedte van circa 1,5 m. Hierdoor zal de invloed van de bemaling naar de omgeving minder zijn dan bij een open ontgraving zoals bij het riool.

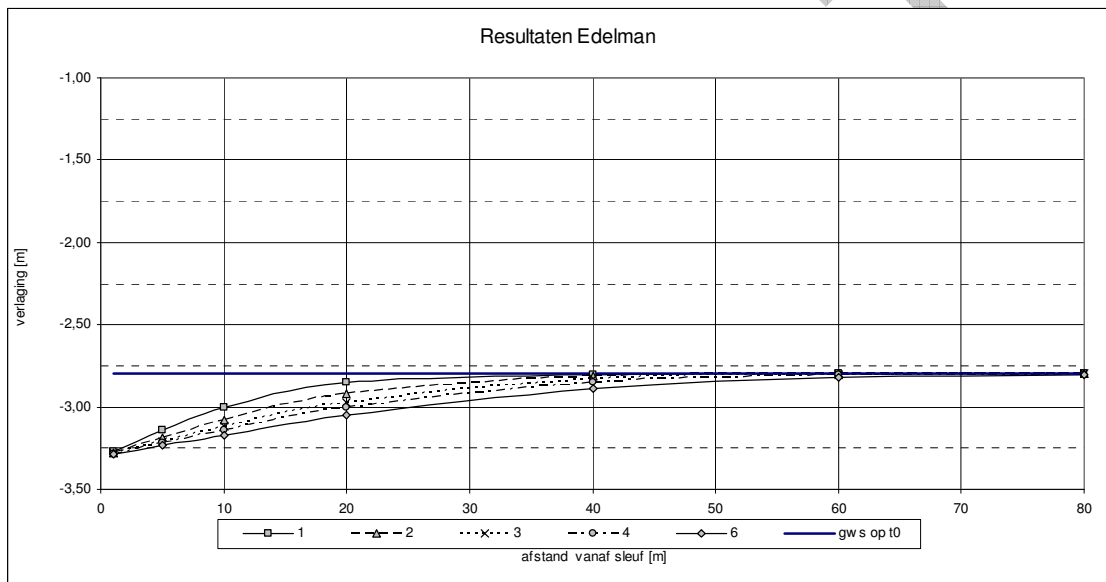
#### 4.1.3 Aanleg brughoofden

Op het plein worden twee bruggen gerealiseerd met bij iedere brug twee landhoofden. Voor de vergunning is gerekend met een open bemaling van deze bouwputten (ontgraving open talud, l x b 15 x 20 m, verlaging grondwaterstand tot NAP -3,5 m).

Met behulp van een spreadsheet zijn verlagingen berekend ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand (NAP -2,80 m; maatgevende waarde voor het berekenen van verlagingen), een gemiddelde doorlatendheid (k) van 5 m/dag. Deze verlagingen zijn weergegeven in tabel 7 en de grafische weergave in figuur 8.

**Tabel 7: verlaging grondwaterstand in de omgeving (meter)**

t (in dagen)	Afstand tot bemaling (m)						
	1	5	10	20	40	60	80
1	-3,26	-3,10	-2,93	-2,72	-2,65	-2,65	-2,65
2	-3,27	-3,16	-3,02	-2,82	-2,67	-2,65	-2,65
3	-3,28	-3,18	-3,07	-2,88	-2,69	-2,65	-2,65
4	-3,28	-3,20	-3,10	-2,93	-2,72	-2,66	-2,65
6	-3,28	-3,22	-3,13	-2,98	-2,77	-2,68	-2,66


**Figuur 8: Edelman; niet-stationaire verlaging in een freatisch pakket; horizontale stroming**

Het invloedsgebied van de freatische bemaling (Sichardt) in de stationaire strekt zich theoretisch uit tot ca. 30 m vanaf de bemaling.

De berekende verlagingen zijn de maximale verlagingen bij een ontgravingdiepte van NAP -3,3 m, in de praktijk zal de verlaging minder zijn:

- Er is gerekend met een open ontgraving onder talud. Bij verschillende putten worden waterkerende voorzieningen aangebracht (zie tekening HT1761P-B-BT-008, bijlage 1);
- Op plaatsen waar het freatisch zandpakket dun is, of waar alleen klei aanwezig is, zal de verlaging aanzienlijk kleiner zijn en langzamer toenemen.
- De singels vormen voor een waterscheiding; hierdoor wordt in het gebied ten noorden van de Provenierssingel geen effect verwacht van de bemaling. In westelijke richting wordt geen effect bij de panden verwacht vanwege de aanwezigheid van een drainage/infiltratieleiding (zie §3.5 en §3.6).

## 4.2 Totaal waterbezwaar

Het totale waterbezwaar bestaat uit het debiet wat bij de freatische bemaling vrijkomt gedurende het gehele project.

**Tabel 8: Resultaten bemalingsberekeningen (afgerond)**

	diepte ontgraving	duur	initieel	Q max	Q dag 1	Q dag 1	Q na 1 week	debiet maand	debiet kwartaal	totaal
	m NAP	Weken	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /uur	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /uur	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Spoorsingel	-3,2	2	15	3,6	71	3	123	246	246	<b>271</b>
Plein riool	-3,6	4	26	6,1	121	5	212	846	846	<b>931</b>
Overstort Leiding	-3,3	4	18	4,2	83	3	145	581	581	<b>639</b>
koppelleiding	-3,7	10	11	2,7	54	2	96	384	959	<b>1055</b>
Brug per put	-3,5	14	119	6	32	1	222	890	2670	<b>3115</b>
totaal bruggen			475,2	8	127	5	890	3560	10679	<b>13705</b>
singelverbinding	-3,7	1	32	5	96	4	150	150	150	<b>150</b>
totaal										<b>19865</b>

Het totale waterbezwaar is afgerond 20.000 m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid wordt onttrokken in de periode van 1 september 2016 tot en met 1 juni 2017.

## 4.3 Lozing bemalingswater

*Op de riolering*

Het onttrokken grondwater wordt geloosd op de riolering.

Het lozen van grondwater op het riool wordt afgestemd met de rioolbeheerder en tevens wordt hiervan melding gedaan bij DCMR.

## 4.4 Werkwijze bemaling

Uitgangspunt is dat bij de rioolaanleg het overtollige water van de putbodem kan worden verpompt door het plaatsen van een klokpomp in een verdiept gedeelte van de sleuf. Hiervoor kan bij het aanbrengen van de grondverbetering een horizontale drain worden aangelegd op de sleufbodem, waarbij de drain uitstroomt in het verdiepte gedeelte bij de klokpomp.

In het deel van het project nabij het NS emplacement kunnen verticale filters worden toegepast om toestroom vanuit het talud te voorkomen. Deze filters kunnen hart op hart 2 à 3 m aan de insteek van het talud worden geplaatst. De filters hoeven maximaal 0,5 m (o.k. filter) dieper dan ontgravingsniveau te worden geplaatst. Deze dienen over de volledige lengte te worden voorzien van een volumineuze omhulling. In de filters dienen inhangers te worden geplaatst, die door middel van een zuigleiding worden aangesloten op een pomp.

Waar een sleufbekisting kan worden toegepast, wordt verwacht dat de horizontale toestroom beperkt zal zijn. Overtollig water van de bouwputbodem kan worden verpompt door het plaatsen van een klokpomp in een verdiept gedeelte van de sleuf. Eventueel kan hiervoor met het

aanbrengen van de grondverbetering een horizontale drain worden aangelegd op de sleufbodem, waarbij de drain uitstroomt in het verdiepte gedeelte bij de klokpomp.

In alle situaties moeten voorzieningen zoveel mogelijk aan de straatzijde worden geplaatst en zo min mogelijk tussen de sleuf en de woningen.

CONCEPT

## 5 Omgevingseffecten en risico's

### 5.1 Maaiveld dalingen en -zettingen

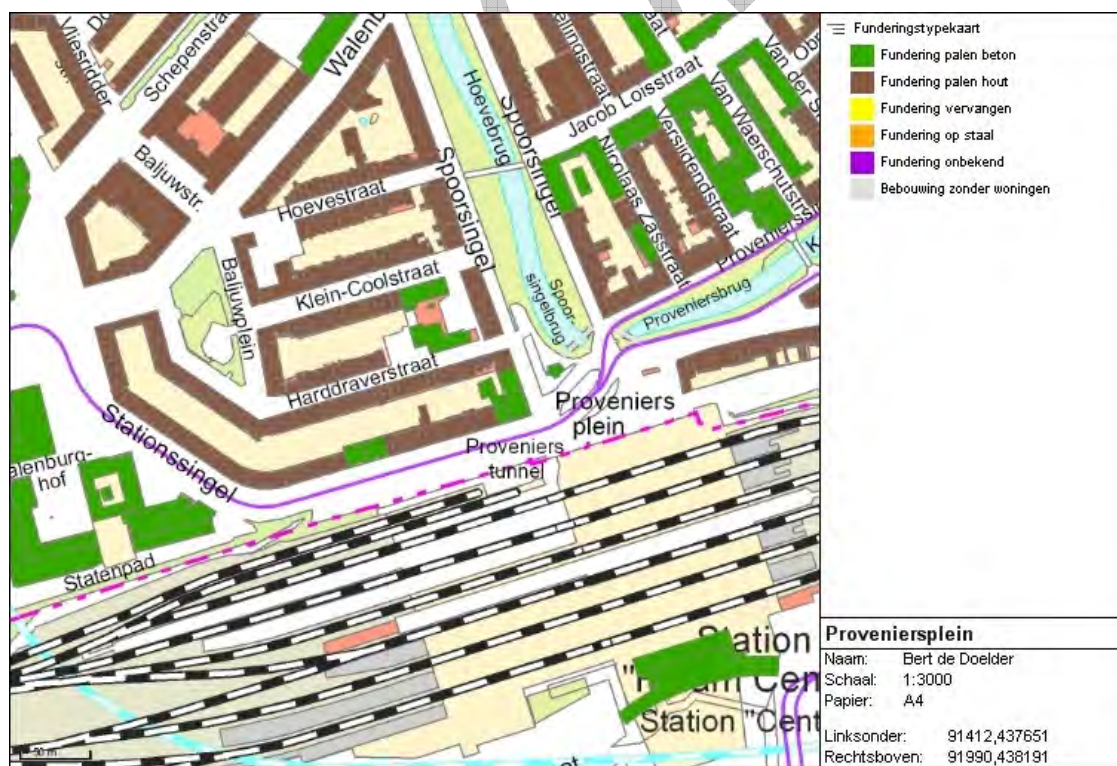
Bij de werkzaamheden aan riool/leidingen is sprake van een bemalingsduur van maximaal 24 dagen (voor, tijdens en na afloop van een streng, aangrenzende delen). Zodoende zijn de verwachte maaiveldzettingen als gevolg van grondwateronttrekking gering.

Bij de aanleg van de bruggen zal de bemaling continue aanstaan maar aan verschillende zijden van deze putten zijn waterkerende constructies voorzien.

De grootste zettingen worden ter plaatse van de bemaling verwacht. Deze wordt echter gecompenseerd bij de herinrichting van de straat na de rioolvervanging. Door het grote invloedsgebied zijn de verschilzettingen gering, omdat de bemalingsduur kort is en altijd storende (vrijwel ondoorlatende) kleilagen en siltige zandlagen in het gebied aanwezig zijn. De achtergrondzetting in dit gebied bedraagt ca. 17 mm/jaar. Deze waarde is gebaseerd op langjarige zettingen, gemeten op de rioolputten.

### 5.2 Risico's fundering objecten

Een relatief groot deel van de panden in de Provenierswijk staat op houten palen. Dit is weergegeven op figuur 9. Hieruit volgt dat een groot deel van de wijk, wat betreft de fundering, gevoelig is voor lage grondwaterstanden.



**Figuur 9: Funderingskaart Stationsgebied.** deze kaart is niet actueel, mogelijk zijn funderingen vervangen of anderszins hersteld.

In 2004 is een groot funderingsonderzoek uitgevoerd met o.a. een inventarisatie van eerder uitgevoerde funderingsonderzoeken in de wijk. In veel gevallen was de gemiddelde grondwaterstand in 2004 ongeveer gelijk aan of iets hoger (<0,10 m) dan aanlegniveau van de fundering.

Er zijn ook funderingsonderzoeken uitgevoerd in opdracht van en door particulieren. Tot enkele jaren terug is bij de registratie van bouwvergunningen vrijwel nooit expliciet vermeld dat het om funderingherstel ging. Daardoor zijn er diverse adressen waar funderingherstelwerkzaamheden hebben plaatsgevonden, die niet bekend zijn bij de gemeente. Pas sinds ca. 2010 wordt dit systematisch wel bijgehouden. De laatste informatie is nog niet verwerkt op de kaart. Zodoende bestaat er geen actueel beeld van de staat van de funderingen in deze wijk.

De afstand tussen de gevels van panden en de werkzaamheden varieert sterk. Hoe groter deze afstand, hoe minder grondwaterstandsverlaging er zal optreden ter plaatse van een pand. Bovendien zal de bodemopbouw naar verwachting op veel plaatsen buiten het wegcunet niet uit goed waterdoorlatend zand bestaan, zodat verlagingen zich minder ver zullen uitspreiden richting particulier terrein/pand.

Mede ter bescherming van de panden aan het Proveniersplein worden waterkerende constructies aangebracht. Tevens wordt op verschillende plaatsen water geïnfiltreerd (vanuit de singel via de drains en bij neerslag via het infiltratiesysteem van GS).

Voor de panden op houten palen, worden geen nadelige effecten verwacht als gevolg van de kortdurende(enkele dagen) freatische grondwaterstandsverlaging.

### 5.3 Grondwaterverontreiniging

Ten behoeve van het project is het rapport: "Verkennd bodemonderzoek Proveniersplein (reconstructie) en Stationssingel (rioolvervangings); projectcode 2013-0319; d.d. 10-04-2014", het volgende omschreven:

*"Het freatisch grondwater op de locatie is licht verontreinigd met barium en plaatselijk met arseen, kobalt, nikkel en zink (zuidoozijde Proveniersplein).*

*Er is geen sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging."*

Eerder was sprake van een benzeenverontreiniging aan het Proveniersplein, deze is in een eerdere fase gesaneerd en niet meer aangetroffen.

### 5.4 Natuur, groen en agrarische waarden

Voor verdrogingschade aan landbouw- en/of natuurgebieden is de 0,05 m verlagingscontour van de freatische grondwaterstand maatgevend. Het invloedsgebied van de freatische verlaging is beperkt tot ca. 60 m vanaf de sleuf. Bij de nabij gelegen watergangen zal het invloedsgebied tot de watergangen reiken. Er komen geen beschermde natuur- of landbouwgebieden voor binnen deze afstand van de bemaling.

#### Risico's oude bomen

Aan de noordzijde van de Provenierssingel staan een aantal bomen die geen negatieve invloed mogen ondervinden van de bemaling; zodoende zijn hier waterkerende constructies voorzien. Een aantal bomen op het Proveniersplein wordt gekapt en er worden nieuwe bomen geplaatst na herinrichting van het plein.



De tijdelijke verlaging van de grondwaterstand nabij de resterende bomen zal beperkt zijn. In geval van lage grondwaterstanden (in een droge periode) wordt geadviseerd een bomendeskundige van de gemeente te raadplegen en hem te laten beoordelen of het nodig is deze bomen gedurende het uitvoeren van de bemalingswerkzaamheden van water te voorzien.

Locatie van de bomen naar ontwikkeling is als bijlage 4 bij deze notitie gevoegd.

### **5.5 Archeologische waarden**

Ten westen en ten oosten van de projectlocatie zijn gebieden gekenmerkt als een gebied met zeer hoge archeologische verwachtingswaarden.

Dit geldt echter niet voor zandcunetten voor wegen en kabels- en leidingen. Buiten het wegcunet is de verlaging van de freatische grondwaterstand gering, waardoor er geen nadelige effecten optreden voor mogelijk aanwezige archeologische objecten.

### **5.6 Bemalingen in invloedsgedebied**

Er wordt op de projectlocatie alleen een freatische bemaling uitgevoerd. De werkzaamheden ten behoeve van de rioolvervanging in de Hoevebuurt (Melding L.15.026) zijn bij de start van de werkzaamheden aan Proveniersplein afgerond.

Er wordt geen spanningsbemaling toegepast. Daarom zal de grondwaterverlaging geen invloed hebben op de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket en het 2<sup>e</sup> watervoerend pakket.

### **5.7 Gevolgen van de onttrekking op de zoet-zoutgrens in het grondwater**

De werkzaamheden hebben geen gevolgen op de zoet-zoutwatergrens, omdat er alleen een freatische grondwaterbemaling wordt toegepast.