

## Project Jonas te Amsterdam

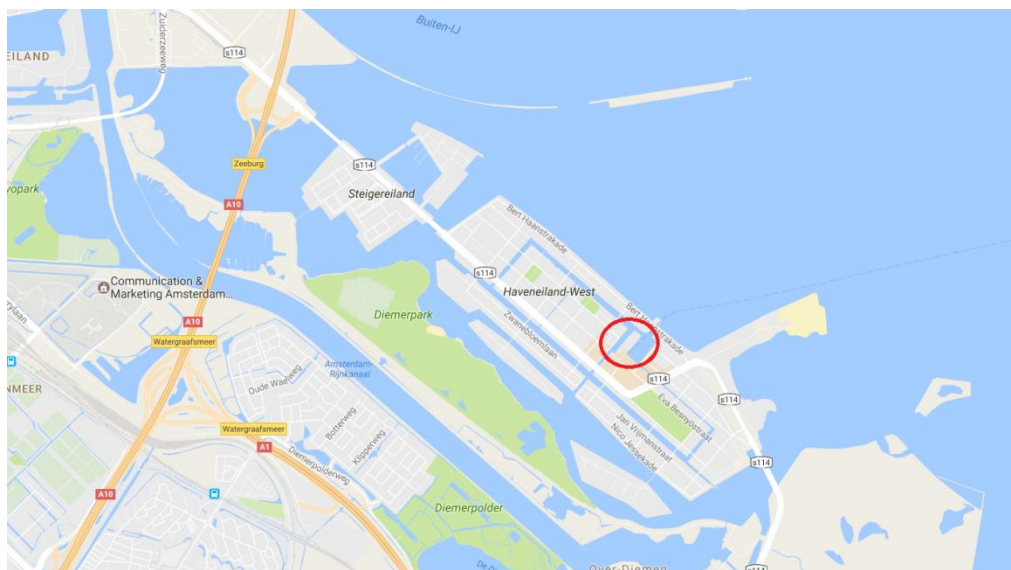
Notitie betreffende de bemaling

Versie : 3

### 1

#### Inleiding

Op kavel 42A op IJburg, Amsterdam, wordt het appartementencomplex Jonas ontwikkeld. Onder het complex komt een eenlaagse parkeerkelder. De situering van het project is in onderstaande figuur aangegeven.



Figuur: Projectlocatie (bron: GoogleMaps)

Om de kelder in den droge te kunnen bouwen, is een bouwput benodigd, waarin de grondwaterstand met behulp van een bemaling, tijdelijk verlaagd wordt. In deze notitie wordt nader ingegaan op de benodigde bemaling.

### 2

#### Grondopbouw

In oktober 2017 is de eerste fase van het grondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 9 sonderingen. In september 2018 is de 2<sup>e</sup> fase uitgevoerd, bestaande uit 10 sonderingen, een diepe mechanische boring en een ondiepe handboring. In bijlage 1 is een representatieve sondering opgenomen evenals de 2 boringen.

Op basis van het beschikbare grondonderzoek kan de bodemopbouw als volgt schematisch worden weergegeven.

Tabel: Schematisch bodemprofiel

Diepte (m - NAP)		Omschrijving
MV	-ca. 2,5-3,5	Zand, opgespoten
Ca. 2,5-3,5	-ca. 5	Klei, IJ-bodem, oude zeelei
Ca. 5	-ca. 6	Zand, Wadzand
Ca. 6	-ca. 9	Klei
Ca. 9	-ca. 10	Veen, Basisveen
Ca. 10	-ca. 15	Zand, 1 <sup>e</sup> zandlaag
Ca. 15	-ca. 19,5	Leem, Alleröd, sterk zandig
Ca. 19,5	-ca. 24	Klei
Ca. 24	-ca. 34,5	Zand, 2 <sup>e</sup> zandlaag
Ca. 34,5		Maximaal verkende diepte

### 3

#### Grondwater

Het open waterpeil in de nabij gelegen waterpartij werd vastgesteld op NAP -0,2 m. Gezien de korte afstand tussen terrein en het open water, én de aanwezigheid van zand op die diepte, kan deze waterstand overgenomen worden als freatische waterstand.

De eerste meting van de geplaatste freatische peilbuis bevestigt dit beeld: NAP -0,17 m.

De freatische grondwaterstand kan fluctuaties vertonen, afhankelijk van aspecten als neerslagoverschot, bodemopbouw en afstand tot open water.

Op basis van gegevens uit DINO en de eerste peilbuismetingen is een inschatting gemaakt van de stijghoogten in de verschillende doorlatende lagen. Per laag kan dit in de onderstaande tabel worden gevonden.

Tabel: Stijghoogte doorlatende lagen

Diepte (m - NAP)	Omschrijving	Stijghoogte (m tov NAP)
MV -ca. 2,5	<b>Zand</b> , opgespoten	-0,2
Ca. 5 -ca. 6	<b>Zand</b> , Wadzand	-0,2
Ca. 10 -ca. 15	<b>Zand</b> , 1 <sup>e</sup> zandlaag	-1,5
Ca. 24 -ca. 34,5	<b>Zand</b> , 2 <sup>e</sup> zandlaag	-2,0

De komende periode zullen de geplaatste peilbuizen nog regelmatig opgenomen worden. Tevens worden grondwatermonsters genomen en geanalyseerd om de samenstelling van het grondwater vast te stellen.

Op grond van de aangetroffen bodemopbouw zijn de bijbehorende geohydrologische parameters geschat, zie onderstaande tabel.

Tabel: Relevante geohydrologische parameters

Diepte [m NAP]	Laag dikte [m]	Omschrijving	Geohydrologische eenheid	kD [m <sup>2</sup> /d]	c [d]
Ca. -2,5 Ca. -5	2,5	<b>Klei</b> , IJ-bodem	Waterremmend	-	250
Ca. -5 Ca. -6	1	<b>Zand</b> , Wadzand	Watervoerend	10	-

### 4

#### Bouwputontwerp

Het aanlegniveau van de keldervloer is NAP 1,5 m, de onderkanten van de funderingsbalken en -poeren staan op NAP -2,4 m geprojecteerd.

Gezien terrein en omgeving is het mogelijk om de bouwkuip uit te voeren als een open bouwput met taluds. Bijlage 2 geeft een principe schets van de bouwput. Om de horizontale toestroming van water te beperken wordt een foliescherm en/of een stalen damwand in de taluds geplaatst. In het huidige ontwerp is folie over een lengte van 245 m in de taluds voorzien en over 192 m damwand. Dit kan mogelijk nog veranderen.

Het te ontgraven oppervlak ten behoeve van de constructie is 5430 m<sup>2</sup>; het totale oppervlak binnen de schermen is 6854 m<sup>2</sup>.

### 5

#### Bemaling

Om de bouwwerkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren dient de freatische grondwaterstand binnen de bouwput tijdelijk verlaagd te worden tot NAP -2,7 m. Dit is een verlaging van 2,5 m ten opzichte van de normale freatische waterstand.

Tevens dient het verticaal evenwicht van de bouwputbodem getoetst te worden ten opzichte van de stijghoogte in het wadzand.

Het maatgevende waterbezwaar in de bouwphase bestaat uit de volgende componenten:

- Eenmalige onttrekking bergingswater in de te ontgraven grond
- Kwel
- Lekkage door damwand en foliescherm
- Neerslag

Voor het verlagen van het niveau in de bouwkuip dient het geborgen water te worden afgepompt. Dit hangt samen met het te ontgraven oppervlak, de hoeveelheid water tussen de korrels en de te realiseren waterstandsverlaging.

Daarbij wordt uitgegaan van het gemiddelde oppervlakte van de bouwput met zijn taluds van 6142 m<sup>2</sup>. Voor de gehele bouwkuip wordt globaal een af te pompen hoeveelheid water aangehouden die overeenkomt met een watergehalte van 20% van het te ontwateren volume grond. De effectieve porositeit is lager dan de normale porositeit, aangezien niet al het grondwater weggepompt zal kunnen worden ten gevolge van adhesie (het achterblijven van een waterfilm aan de gronddeeltjes). omdat niet al het grondwater zal worden weggepompt doordat er ten gevolge van adhesie een waterfilm aan de gronddeeltjes blijft zitten. Het eenmalige waterbezwaar bedraagt zodoende:

Bergingswater:  $Q_{\text{bergingswater}} = 0,2 * 2,5 * 6142 = 3071 \text{ m}^3$

De kwel wordt berekend op basis van Darcy ( $Q = v \cdot A$ ). Ter plaatse van de bouwput wordt de freatische grondwaterstand verlaagd naar NAP -2,7 m. Dat betekent dat het verhang over de waterremmende laag tussen NAP -2,7 m en NAP -5 m optreedt, zodat de hydraulische weerstand van deze laag van belang is. Voor het bepalen van de kwel is gerekend met een relatief lage hydraulische weerstand van 250 dagen om zodoende een bovengrens van de totale kwel te krijgen. Uitgaande van een verlaagde grondwaterstand in de bouwkuip van NAP -2,7 m en een stijghoogte in de watervoerende laag gelijk aan NAP -0,2 m bedraagt de gemiddelde kwel zodoende:

Kwel:  $Q_{\text{kwel}} = A \cdot \Delta h / c = 6854 \cdot (2,7 - 0,2) / 250 = 68,5 \text{ m}^3/\text{dag}$

Ook de horizontale toestroming wordt berekend op basis van Darcy. Door het verschil in waterstand binnen de bouwput en erbuiten ontstaat er een verhang over de damwand / het foliescherm. Voor de hydraulische weerstand van damwanden wordt  $C = 50$  dagen aangehouden, terwijl voor het foliescherm van een horizontale weerstand van 25 dagen wordt uitgegaan. Voor de drooglegging geldt  $h = 0,3 \text{ m}$ .

Lekkage damwand:  $Q_{\text{lek; damw}} = L \cdot \Delta h \cdot (\Delta h / 2 + h) / C$   
 $= 192 \cdot 2,5 \cdot (2,5 / 2 + 0,3) / 50 = 14,9 \text{ m}^3/\text{dag}$

Lekkage foliescherm:  $Q_{\text{lek; folie}} = 245 \cdot 2,5 \cdot (2,5 / 2 + 0,3) / 25 = 38,0 \text{ m}^3/\text{dag}$

De gemiddelde hoeveelheid neerslag, die per dag binnen de bouwkuip infiltreert en tot afstroming komt via de bemaling wordt gesteld op circa 2,35 mm/dag, uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse neerslag voor Amsterdam gedurende de afgelopen 50 jaar (bron: [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)). Hierbij is geen rekening gehouden met eventuele verdamping van neerslag. Het volume af te pompen neerslag bedraagt zodoende gemiddeld:

Neerslag:  $Q_{\text{neerslag}} = 0,00235 \cdot 6854 = 16,1 \text{ m}^3/\text{dag}$

Uit bovenstaande beschouwing kan onderstaande samenvatting worden afgeleid:

Tabel: Overzicht waterbezwaar

Frequentie	Omschrijving	Onderdeel
Eenmalig	Bergingswater	3071 m <sup>3</sup>
Continue	Kwel	68,5 m <sup>3</sup> /dag
	Lekkage	14,9+38,0= 52,9 m <sup>3</sup> /dag
	Neerslag	16,1 m <sup>3</sup> /dag
<b>Totaal</b>		138 m <sup>3</sup> /dag + 3071 m <sup>3</sup> eenmalig

Een bemaling is vergunningsplichtig bij:

- 50 m<sup>3</sup> per uur (komt overeen met 1200 m<sup>3</sup>/dag)
- 15000 m<sup>3</sup> per maand (komt overeen met 484 m<sup>3</sup>/dag)
- Maximale duur van 6 maanden

Gezien de bemalingsduur van 10 maanden zal hiervoor een vergunning moeten worden aangevraagd. Dit geldt ook voor de uit te voeren lozing van het bemalingswater.

Het verticaal evenwicht van de bouwputbodem wordt getoetst met een partiële factor van 0,9 op het volumegewicht van de grond. Bij het ontgravingsniveau van de keldervloer van NAP - 1,5 m heerst voldoende tegendruk voor de stijghoogte van NAP -0,2 m, zie bijlage 3. Voor de lokaal diepere ontgravingen voor funderingsbalken en -poeren tot NAP -2,4 m is bij een stijghoogte van NAP -0,2 m in het wadzand onvoldoende evenwicht. Uit de berekening uit bijlage 3 blijkt dat de stijghoogte tot tenminste NAP -0,42 m verlaagd dient te worden (een verlaging van 0,22 m).

Vanwege het kweldebiet zal de stijghoogte in het wadzand vanzelf iets verlaagd worden. Met behulp van De Glee is deze verlaging van de stijghoogte berekend op 0,32 m, zie bijlage 3. Daarmee is er ook het verticaal evenwicht voor de funderingsonderdelen gewaarborgd.

Ter plaatse van verdiepte liftputten dient óf de stijghoogte extra verlaagd te worden met behulp van enkele verticale filters rondom de liftput, óf een prefab put in den natte afgezonken te worden.

De invloed van de bemaling op de omgeving is minimaal. De freatische bemaling wordt binnen een gesloten folie/damwandscherm uitgevoerd. Bovendien is het openwater zeer nabij gelegen. Ook bij een eventuele spanningsbemaling voor een liftput is geen sprake van verplaatsen van verontreinigingen, droog vallen van houten palen of verdroging ter plaatse van bomen of planten.

Opgesteld door:	Verificatie:
	
ing. N.T. Loonen Senior adviseur	ir. A.J. van Renswoude Specialist geotechniek

#### Bijlagen:

- 1) Grondonderzoek
- 2) Overzicht bouwkuip
- 3) Berekeningsresultaten - Bemaling

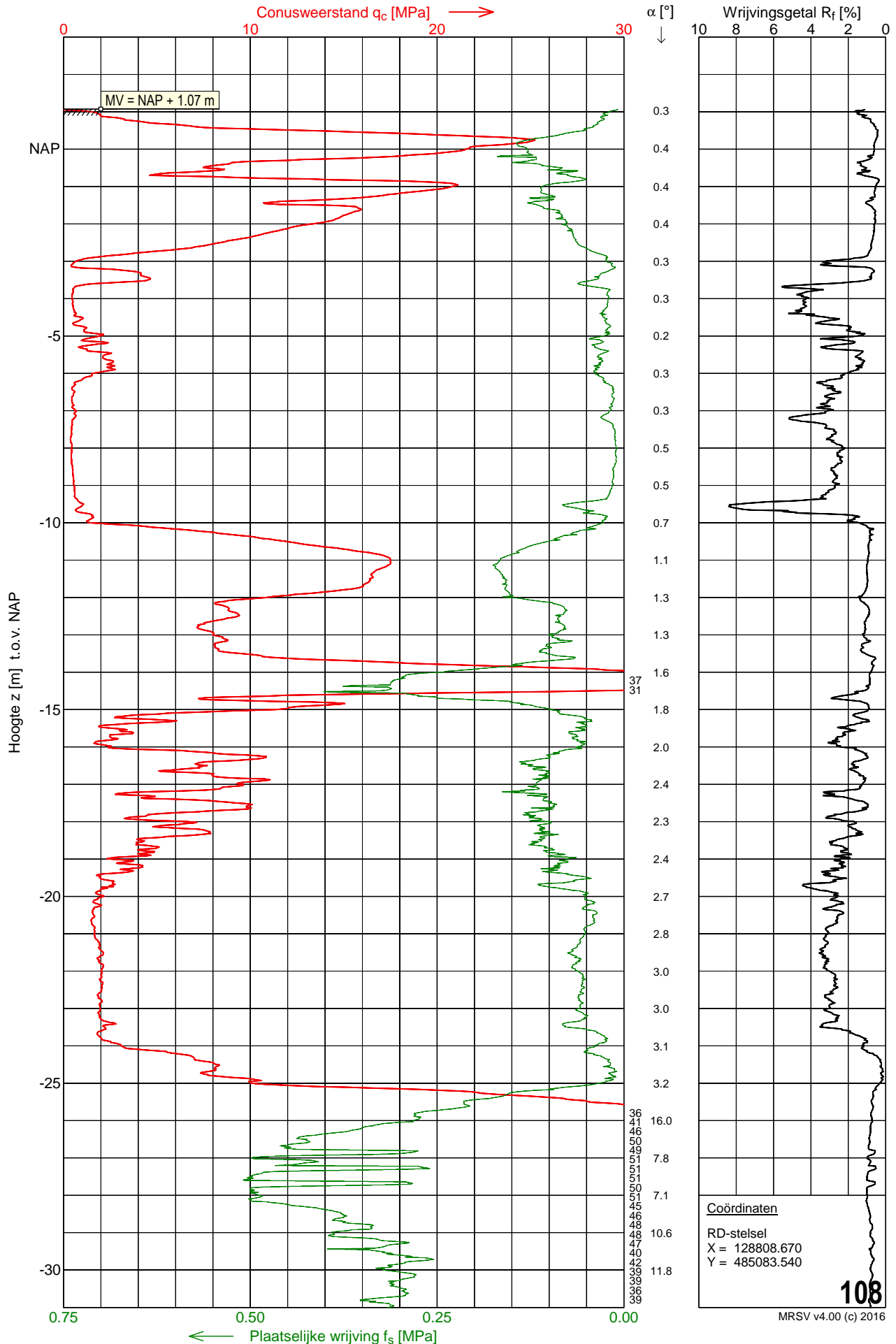
Bijlage 1    **Grondonderzoek**

# Sondering 108

Opdracht : 1802185  
Plaats : Amsterdam  
Datum : 14-09-2018  
Project : Jonas kavel 42 a IJburg

Conus nummer : S15-CFII.1491  
Soort conus : Elektrisch  
Opp. conuspunt : 1500 mm<sup>2</sup>

NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SW12  
Blad : 1 van 2

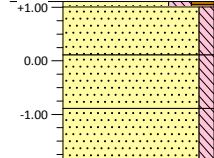


NEN-EN-ISO-22476-1  
Klasse 3, type TE1  
Sondeerunit : SW12  
Blad : 2 van 2



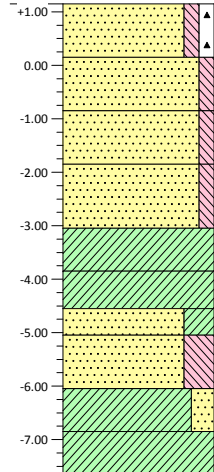
**BORING : HB1**

Datum : 18-09-2018 X : 128878.530 Boormethode : Hand  
GWS : NAP +0.21 m Y : 485159.430 Boormeester : CH  
Maaiveld : NAP +1.11 m Beschrijver : CH  
Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +1.11 +1.01	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus	bruin
	2	2 +1.01 +0.11	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 +0.11 -0.89	Zand, matig grof, zwak siltig	bruin
	4	4 -0.89 -1.89	Zand, matig grof, zwak siltig	grijs

**BORING : MB1**

Datum : 18-09-2018 X : 128935.700 Boormethode : Puls  
GWS : NAP -0.15 m Y : 485193.490 Boormeester : CH  
Maaiveld : NAP +1.15 m Beschrijver : CH  
Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +1.15 +0.15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak puinhoudend	bruin
	2	2 +0.15 -0.85	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	3	3 -0.85 -1.85	Zand, matig fijn, zwak siltig	bruin
	4	4 -1.85 -3.05	Zand, matig fijn, zwak siltig	grijs
	5	5 -3.05 -3.85	Klei, slib	grijs
	6	6 -3.85 -4.55	Klei, slib	grijs
	7	7 -4.55 -5.05	Zand, matig fijn, sterk kleilig, gelaagd	grijs
	8	8 -5.05 -6.05	Zand, matig fijn, sterk siltig	grijs
	9	9 -6.05 -6.85	Klei, matig zandig (zeer fijn)	grijs
	10	10 -6.85 -7.85	Klei	grijs
	11	11 -7.85 -8.85	Klei	grijs
	12	12 -8.85 -9.85	Klei, zwak humeus	grijs
	13	13 -9.85 -10.15	Veen, mineraalarm	bruin
	14	14 -10.15 -11.35	Zand, matig fijn, matig siltig	bruin

**Afwerking boorgat**

Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Aanvulmateriaal
-1.85 -4.35	kleistop
-6.05 -10.05	kleistop
-10.05 -11.35	filtergrind
+1.15 -0.35	filtergrind
-4.35 -6.05	filtergrind

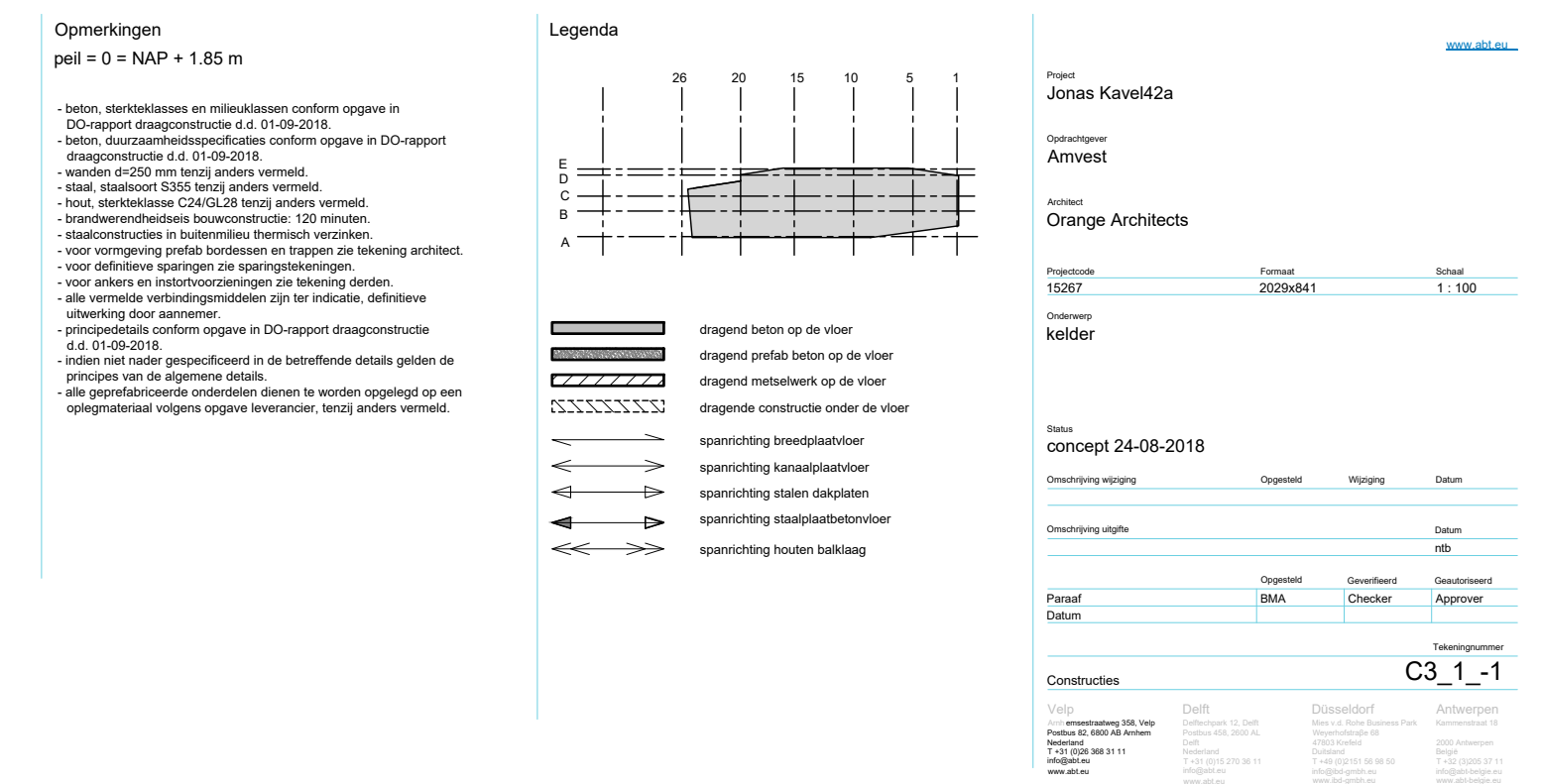


Opdracht : 1802185  
 Plaats : Amsterdam  
 Project : Project Jonas kavel 42 a IJburg

## PEILBUISGEGEVENS

Peilbuisnummer	MB1 - 1	MB1 - 2	MB1 - 3
Datum plaatsing	18-09-2018	18-09-2018	18-09-2018
Diameter [mm]	32	32	32
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	1.40	5.85	11.30
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	2.40	6.85	12.30
MV [m t.o.v. NAP]	+1.15	+1.15	+1.15
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+1.05	+1.00	+0.95
bk filter [m t.o.v. NAP]	-0.35	-4.85	-10.35
ok filter [m t.o.v. NAP]	-1.35	-5.85	-11.35
bk kleistop [m t.o.v. NAP]		-1.85	-6.05
ok kleistop [m t.o.v. NAP]		-4.35	-10.05
GWS [m t.o.v. NAP]	-0.17	-0.12	-1.53
Straatpot	ja	ja	ja
Beschermkap	nee	nee	nee
Schoongemaakt	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	DSB 1/5	DSB 1/5	DSB 1/5
Plaatsing (methode)	pulsboren	pulsboren	pulsboren
Opmerking			

Bijlage 2    **Overzicht bouwkuip**



Bijlage 3    **Berekeningsresultaten - Bemaling**

project	:	Jonas - IJburg	werkcode	:	15267
onderwerp	:	Ontgraving tot NAP -1,5 m+poer	referentie	:	kmi
opdrachtgever	:	Amvest	printdatum	:	4-okt-18
bestandsnaam	:	P:\152\15267\02_Berekeningen ABT\Opbarsten\180926_opbarsten_bouwput-poer	printtijd	:	11:00 h
versienummer	:	B 01-04-12	sondering	:	MOS

#### invoer

referentie	NAP	(NAP, MV, VP)
ontgravingsniveau	-1.50	m tov NAP
referentievlak	-5.00	m tov NAP
stijghoogte ref. vlak	-0.20	m tov NAP
$g_{stb}$ (partiële factor)	0.9	- (tabel A.15)

#### uitkomsten

drukhoogte	$h_d$	4.8 m
waterdruk	$u_{dst;d}$	48.0 kN/m <sup>2</sup>
gronddruk	$S_{g;d} \cdot d_{i;d}$	54.8 kN/m <sup>2</sup>

veiligheid tegen opdrijven 1.14  
Er heerst voldoende verticaal evenwicht

#### laagopbouw

laag naam	bovenzijde (m)	onderzijde (m)	$g_{i;r}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d_{i;d}$	$g_{i;d}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$G_{i;stb;d}$ (kN/m <sup>2</sup> )
-	(m)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )		(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
zand, droog	-1.50	-1.70	18.0	0.20	16.2	3.2
zand, nat	-1.70	-2.50	20.0	0.80	18.0	14.4
klei	-2.50	-5.00	16.5	2.50	14.9	37.1
				$z_d$	3.50 m	54.8

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d \quad (\text{vgl 2.8})$$

$$1,0 \times u_{z;d} \leq 0,9 \times G_{stb}$$

toetsing opdrijven  
volgens NEN 9997 § 2.4.7.4

project	:	Jonas - IJburg	werkcode	:	15267
onderwerp	:	Ontgraving tot NAP -1,5 m+poer	referentie	:	kmi
opdrachtgever	:	Amvest	printdatum	:	4-okt-18
bestandsnaam	:	P:\152\15267\02_Berekeningen ABT\Opbarsten\[180926_opbarsten_bouwput-poer.xlsx]	printtijd	:	11:00 h
versienummer	:	B 01-04-12	sondering	:	MOS

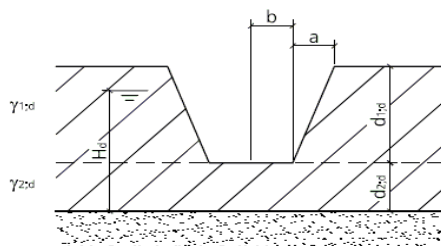
#### invoer

referentie	NAP	(NAP, MV, VP)
maaiveldniveau	-1.50	m tov NAP
onderzijde deklaag	-5.00	m tov NAP
stijghoogte 1 <sup>o</sup> wvp	-0.42	m tov NAP
putbodern	-2.40	m tov NAP
sleuf ?	ja	(ja/nee)
a	0.90	m
b	1.65	m

$g_{1;r}$	18.0	kN/m <sup>3</sup>
$g_{2;r}$	18.0	kN/m <sup>3</sup>
$g_w$	10.0	kN/m <sup>3</sup>
$g_{G;stb}$	0.9	-

#### rekenwaarden

$g_{1;d}$	16.2	kN/m <sup>3</sup>
$g_{2;d}$	16.2	kN/m <sup>3</sup>
$H_d$	4.58	m
$d_{1;d}$	0.90	m
$d_{2;d}$	2.60	m



#### spreidingsfactor

f	0.26
---	------

#### grondwaterdruk

$u_{z;d}$	45.8	kN/m <sup>2</sup>
-----------	------	-------------------

#### grondruk

$g_{2;d} \times d_{2;d}$	42.1	kN/m <sup>2</sup>
$f \times g_{1;d} \times d_{1;d}$	3.8	kN/m <sup>2</sup>
totaal	45.9	kN/m <sup>2</sup>

veiligheid tegen opbarsten 1.00  
er heerst voldoende verticaal evenwicht

$$u_{z;d} = g_{2;d} \times d_{2;d} + f \times g_{1;d} \times d_{1;d}$$

$$f = \frac{2}{\rho} \frac{e}{\phi} + \frac{b}{a} \frac{\phi}{\phi} \arctan \frac{a}{b} \frac{d_2}{a+b} \frac{\phi}{\phi} - \frac{b}{a} \arctan \frac{a}{b} \frac{d_2}{a+b} \frac{\phi}{\phi}$$

toetsing vertikaal evenwicht  
kleine bouwputten of smalle sleuven  
volgens NEN 9997-1 § 10.2. (3)

Project	:	Jonas	Werkcode	:	15267
Onderwerp	:	verlaging stijghoogte wadzand	Referentie	:	kmi
Bestandsnaam	:	P:\152\15267\02_Berekeningen ABT\Opbarsten\[180926_bemalingen_de_glee1.xlsx]waterbezwaar	Printdatum	:	4-10-18
Versienummer	:	D 12-03-12	Printtijd	:	11:00 h
			Sondering	:	

#### Bouwput:

Lengte	:	152 m
Breedte	:	45 m
Oppervlak	:	6,840 m <sup>2</sup> -> r <sub>opp</sub> 46.7 m
Omtrek	:	394 m -> r <sub>omtrek</sub> 62.7 m
r	:	62.7 m
referentie	:	NAP

#### Bodem

stijghoogte	:	- 0.20 m tov NAP
bemalingsniveau	:	- 0.52 m tov NAP
D	:	1 m
k	:	10 m/dag
C	:	250 dgn

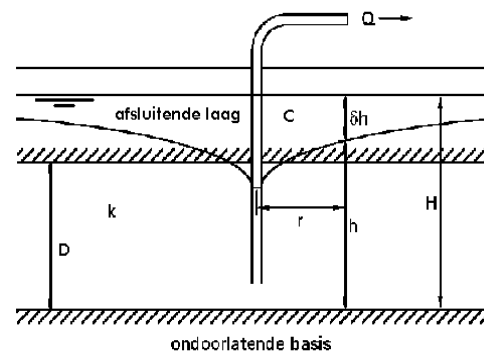
#### Bemaling

kD	:	10 m <sup>2</sup> /dag
l	:	50 m
r/l	:	1.254 -
K <sub>0</sub>	:	0.30 -
dh	:	0.32 m

Q <sub>(d)</sub>	:	68 m <sup>3</sup> /dag
Q <sub>(h)</sub>	:	3 m <sup>3</sup> /uur

$$r_{opp} = \sqrt{\frac{l * b}{p}} \quad r_{omtrek} = \frac{l + b}{p}$$

$$l = \sqrt{kD} * C \quad Q = \frac{dh * 2p * kD}{K_0(r/l)}$$



Waterbezwaar volgens De Glee  
voor een volkomen bemaling