

Arup
Dhr. R. Titulaer
Naritaweg 118
1043CA Amsterdam

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

Notitie

1 Inleiding

In opdracht van Arup heeft CRUX een bemalingsadvies opgesteld ten behoeve van de realisatie van het nieuwbouwproject aan de Amstelstroomlaan te Amsterdam.

Het pand aan de Amstelstroomlaan bevat volgens het ontwerp een drie laags parkeerkelder. Voor de realisatie van de kelder dient het grondwater verlaagd te worden middels een bouwkuipbemaling. Deze bemaling heeft invloed op de grondwaterstand in de omgeving.

De bouwkuip wordt gerealiseerd met damwanden tot in de Eemklei. Op deze manier wordt gebruik gemaakt van de natuurlijke remmende werking van de Eemklei waardoor een dichte bouwkuip wordt gerealiseerd. Daarnaast is een tweede bouwkuip nodig om funderingselementen te realiseren in het freatisch pakket, de damwanden van de tweede bouwkuip reiken tot in de deklaag.

Het onderhavig document is het vergunningsonderbouwend bemalingsadvies waarin de te verwachten debieten, waterbezwaar en omgevingsbeïnvloeding worden geïnventariseerd.

In versie 2 van dit document is de verontreinigingssituatie rondom de projectlocatie in meer detail uitgewerkt.

2 Uitgangspunten

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport:

- [1] Kondor Wessels Vastgoed; *Geotechnisch adviseur Informatie Pakket*; d.d. 14-04-2020.
- [2] KOSCHUCH Architects; *Plattegrond kelder, Elements*; 19006VO 01.-01 d.d. 14-09-2020.
- [3] Multiconsult; *Geotechnisch bodemonderzoek Amstelstroomlaan te Amsterdam*; BM200513; d.d. 30-07-2020.
- [4] Arub; email: *20285 Elements*; 28-08-2020.
- [5] CRUX; *Advies Barrierewerking Elements Amsterdam*; NT20285b1; d.d. 17-12-2020.
- [6] Gemeente Amsterdam; *Overamstel-Amstelkwartier 2^e fase Weststrook Bouwenvelop kavel 5*; 23-07-2019.

Onderwerp

Bemalingsadvies Elements
Amsterdam

Projectnummer

20285

Ons kenmerk

NT20285c2

Versie

2

Datum

15 februari 2021

Pagina's

18

Opgesteld

dr. T. Sweijen

Gecontroleerd

R. Brugman MSc

Vrijgave

ir. G. Meinhardt

Bijlagen

Bijlage 1 Risico analyse
Bijlage 2
Verticaalevenwicht
Bijlage 3 Damwandlekkage
Bijlage 4 Kwel injectielaag
Bijlage 5 Interpolatie
chloridegehalte in Formatie
Boxtel.

Formulier

RA-03-v18.0622

- [7] CRUX; *Damwandadvies Elements*; NT20285e1; d.d. 17-12-2020.
- [8] Wessels Zeist BV; *Concept Realisatieplanning Elements v3.2_A3 fragment kelder en beganegrond*; d.d. 01-10-2020.
- [9] Royal HaskoningDHV; *Amstelkwartier 2^e fase Technisch ontwerp; Interventiewaarde grondwater*; BC3882_0323-903; d.d. 14-01-2015.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT20285c2

Naast bovenstaande documenten wordt tevens gebruik gemaakt van enkele informatiebronnen welke veelal digitaal worden geraadpleegd:

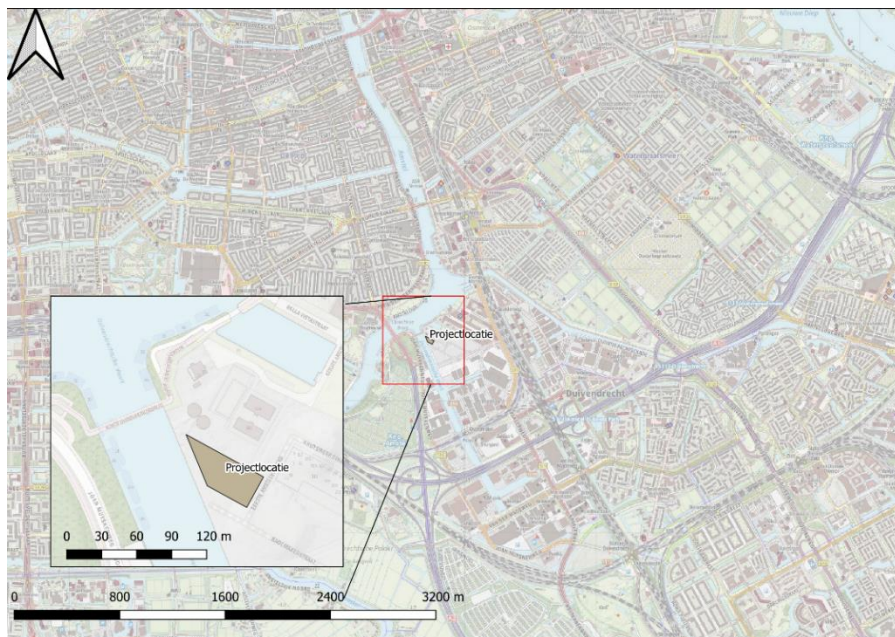
Pagina
2/18

- [10] Dinoloket; *Hydrogeologisch model REGISII*; versie 2.2; URL: <https://dinoloket.nl/>; d.d. 10-12-2020.
- [11] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; *peilbuisdata*; URL: https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html?_ga=1.67320529.1557047828.1485769328; d.d. 10-12-2020.
- [12] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; *legger*; URL: <https://www.agv.nl/onze-taken/legger/>; d.d. 10-12-2020.
- [13] Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied; <https://odnzkg.nl/>; d.d. 10-12-2020.
- [14] Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; *WKO Tool*; URL: <https://wkotool.nl/>; 10-12-2020
- [15] AHN; *Algemeen hoogtebestand van Nederland 2*; URL: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>; 10-12-2020
- [16] Gemeente Amsterdam; https://maps.amsterdam.nl/open_geodata/; d.d. 10-12-2020.

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.2 Omgeving en perceel

De projectlocatie is gelegen in de Omval, ten westen van park Somerlust, te Amsterdam. De projectlocatie is gelegen in het verlengde van de Amstelstroomlaan en bevindt zich aan de Duivendrechtsevaart. Zie Figuur 1 voor de projectlocatie.



Figuur 1 Projectlocatie.

2.3 Bodemopbouw en maaiveld

De bodemopbouw op de projectlocatie is bepaald op basis van het geohydrologisch ondergrondmodel REGIS II [4] en project-specifieke sonderingen [3].

Voor elke grondlaag is een conservatieve¹ doorlatendheid aangenomen op basis van het bodemtype. Een samenvatting van de bodemopbouw is weergegeven in Tabel 1.

Het maaiveld op projectlocatie ligt op ca. NAP +0,5m [15].

Tabel 1 De bodemopbouw op projectlocatie op basis van project-specifieke sonderingen [3]

Tijdvak	Beschrijving grondsoort [m NAP]	Bovenzijde laag [m NAP]	(Geo)hydrologie Doorlatendheid [m/d]	
Holoceen (deklaag)	Ophooglaag, zandig	Circa +0,5	Watervoerend (freatisch)	5
	Hollandveen	-4,0	Waterremmend	0,01
	Wadafzetting (afwisseling kleilig en zandig materiaal)	-7,0	Watervoerend	0,01
	Hydrobiaklei	-9,5	Waterremmend	5
	Basisveen	-11		0,01
Pleistoceen	Formatie van Boxtel (Eerste en Tweede zandlaag)	-12	Watervoerend	4 á 5
	Eem formatie (Eemklei)	-15,5	Waterremmend	0,01
	Eem formatie (Derde zandlaag)	-22,5	watervoerend	25

2.4 (Grond)waterstanden

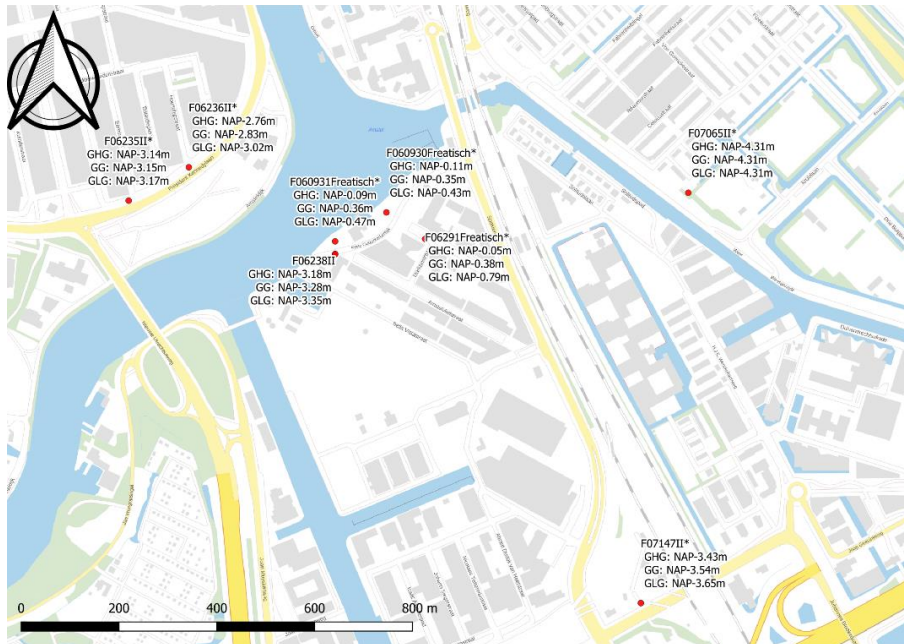
De projectlocatie ligt in het beheersgebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV). Het waterpeil in de omliggende watergangen bedraagt een vast peil op een niveau van NAP -0,40 m. Het peil van de omliggende watergangen is in de numerieke berekeningen ingevoerd als voorwaarde voor het open water.

De maatgevende stijghoogtes en grondwaterstanden zijn vastgesteld op basis van de beschikbare grondwater meetreeksen, zoals gerapporteerd in het advies barrièrewerking [5]. Zie Tabel 2 en Bijlage 2 voor een overzicht van de maatgevende grondwaterstanden op basis van 5% en 95% percentielwaarden en Figuur 2 voor de locaties van de peilbuizen.

Tabel 2 Overzicht grondwaterstanden en stijghoogte

Grondwaterstand/stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Freatische pakket	Eerste Zandlaag
Gemiddeld hoog	-0,05	-3,18
Gemiddeld	-0,36	-3,28
Gemiddeld laag	-0,79	-3,35

¹ Een hoge doorlatendheid wordt gezien als een conservatief uitgangspunt voor een bemalingsanalyse



Figuur 2 Beschikbare peilbuizen met de statistische grondwaterstanden / stijghoogten

Opgemerkt wordt dat de grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie in het geohydrologisch model geïnterpoleerde waarden zijn. Er wordt op deze manier rekening gehouden met hogere grondwaterstanden als gevolg van het naastgelegen open water.

2.5 Waterkering

Naast/op de projectlocatie is een verholen waterkering aanwezig. De projectlocatie bevindt zich gedeeltelijk in de beschermingszone van de waterkering (zie Figuur 3). De bouwkuip wordt gerealiseerd met behulp van damwanden en gestempeld uitgevoerd. De damwanden worden na de werkzaamheden weer getrokken.

In de beschermingszone moeten na (of tijdens) het trekken van de damwanden eventuele openingen/gaten in de grond aangevuld worden met bentoniet of vergelijkbaar afdichtend materiaal.



Figuur 3: locatie waterkering en beschermingszone t.o.v. bouwkuip

2.6 Chloridegehalte grondwater

Het chloridegehalte van het grondwater is ingeschat middels een interpolatie van chloride metingen die gerapporteerd zijn in het Dinoloket (zie Bijlage 5). Naar verwachting is het freatische grondwater zoet, omdat het een inziigingsituatie betreft. Het chloridegehalte van het freatisch water is naar verwachting lager dan 200 mg/l. Het grondwater in de Eerste en Tweede Zandlaag is naar verwachting brak met chloridegehalten tussen 200 – 1000 mg/l.

2.7 Realisatieplan

Het project betreft de realisatie van een woontoren met commerciële voorzieningen. Voor de realisatie worden twee bouwkuipen voorzien die gescheiden worden door een compartimenteringsscherm, namelijk één bouwkuip voor de realisatie van een drie laags parkeerkelder met een oppervlak van ongeveer 1.050 m² (circa 30 x 33m²) en één aangrenzende bouwkuip voor de aanleg van poeren en funderingsstroken in het freatisch pakket, met een oppervlak van ongeveer 800 m² (circa 45 x 30m²).

De bouwkuip voor de parkeerkelder wordt gerealiseerd middels damwanden tot in de Eemklei. De inbeddingsdiepte van de damwanden bedraagt NAP -18,5m, waardoor volledig gebruik gemaakt wordt van de waterremmende werking van de Eemklei [7]. De ontgravingsdiepte binnen de bouwkuip bedraagt maximaal NAP -7,0m waarbij een grondverbetering wordt toegepast tussen NAP -6,5m en NAP -7,0m [7]. De drooglegging is aangenomen op 30cm onder ontgravingsniveau: NAP -7,30m, maar deze kan verhoogd worden tot NAP -6,80m nadat de grondverbetering is uitgevoerd. De relevante afmetingen en aanlegniveaus zijn weergegeven in Tabel 3.

De tweede bouwkuip, voor de poeren en funderingsstroken, wordt gerealiseerd middels damwanden in het freatisch pakket met een inbeddingsdiepte van minimaal NAP -6,5m [7]. Hierdoor wordt gebruikt gemaakt van de waterremmende werking van de deklaag. De ontgravingsdiepte voor de poeren bedraagt NAP -1,10m en de bemalingsdiepte NAP -1,60m.

De bemalingsduur is bepaald aan de hand van een concept planning [8]. De bouwkuip voor de aanleg van de kelder bedraagt 20 weken en voor de aanleg van de funderingen 8 weken (zie Tabel 3). De bemalingen van beide bouwkuipen overlappen deels en zijn verspreid over een duur van ca. 5 maanden.

2.8 Verticaal evenwicht

Volgens NEN9997-1 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het ontgraven van de bouwkuip en het verlagen van de grondwaterstand binnen de bouwkuip neemt de neerwaartse belasting af, hetgeen kan leiden tot opbarsten van de bouwputbodem of tot welvorming. Om dit te controleren dient een stabiliteitsberekening uitgevoerd te worden, waarbij conform NEN9997-1 een belastingfactor van 0,9 wordt toegepast.

Voor de bouwkuip is het verticaal evenwicht getoetst. Onderstaand is per ontgravingsniveau gecontroleerd op opbarsten. Uit de controle van het verticaal evenwicht voor de bouwkuip ten behoeve van de parkeerkelder, met een ontgravingsniveau van NAP -7,00 blijkt de stijghoogte in het Wadzand verlaagd dient te worden tot een diepte gelijk aan de bemalingsdiepte in de bouwkuip. De stijghoogte in de Eerste Zandlaag en Tweede Zandlaag dient verlaagd te worden tot NAP -5,30m, conform Bijlage 2.

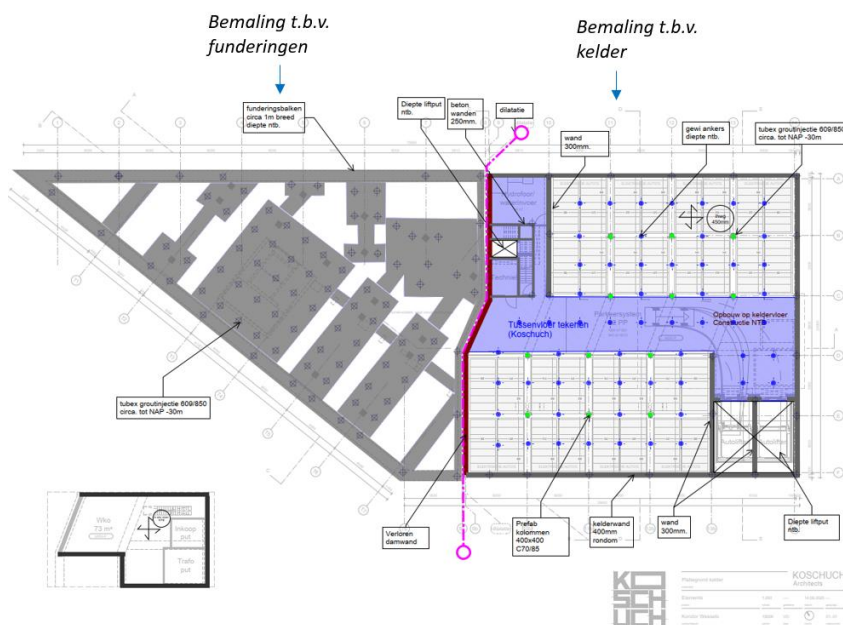
Tabel 3 Kenwaarden en aanlegniveaus bouwkuip

Parameter	Kelder (zuidoost zijde)	Fundering (noordwest zijde)
Oppervlak	ca. 1.000 m ²	ca. 800 m ²
Lengte kuip	ca. 30 m	Omtrek = 140m (bouwkuip heeft een driehoekige vorm)
Breedte kuip	ca. 33 m	
Onderkant damwand	NAP - 18,5m	NAP -6,5m
Maximale ontgraving	NAP -7,0m	NAP -1,10m
Ontwateringsniveau	NAP -7,30m / NAP -6,80m	NAP -1,60m
Benodigde stijghoogte Wadzand	NAP -7,30m / NAP -7,80m	n.v.t.
Benodigde stijghoogte Eerste- en Tweede Zandlaag	NAP -5,30m	n.v.t.
Bemalingsduur	20 weken	8 weken

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
NT20285c2

Pagina
6/18



Figuur 4 Plattegrond werkzaamheden [2]

2.9 Analyse

Het bemalingsdebiet bestaat uit neerslag en water dat uit damwandlekkage en kwel door de natuurlijke onder afdichting de bouwkuip instroomt.

In het voorliggende advies wordt het lekkagedebiet eerst analytisch bepaald. De basis hiervoor vormt de formule van Sellmeijer voor de damwandlekkage, uit de CUR 166, en een realistisch-haalbare verticale doorlatendheid van de Eemklei.

In een tweede stap is het invloedsgebied middels het grondwatermodel MODFLOW bepaald. MODFLOW is in 1987 voor het eerst door de U.S. Geological Survey openbaargemaakt. De broncode is goed gedocumenteerd, geaccepteerd en vrij beschikbaar. Als visuele interface voor de broncode wordt gebruik gemaakt van Groundwater Vistas .

3 Bemalingsdebieten en waterstanden

3.1 Algemeen

De bemaling is nodig om de grondwaterstand in beide bouwkuipen te verlagen tot de grondwaterstand en stijghoogte gerapporteerd in Tabel 3. De bemaling is vervolgens nodig om de bouwkuip droog te houden door het afpompen van lekwater door de damwanden en de afsluitende bodemlaag (Eemklei voor de kelder, en de deklaag voor de funderingen). Het bemalingswater betreft dus een zogenaamde restwaterbemaling.

Het debiet is bepaald aan de hand van analytische oplossingen voor:

- lek tussen de sloten van de damwandplanken in het freatisch pakket.
- lek tussen de sloten van de damwandplanken in de Eerste- en Tweede zandlaag (voor de bouwkuip t.b.v. de kelder).
- kwel door de bodem v/d bouwkuip

Hierbij wordt opgemerkt dat de debieten op basis van conservatieve uitgangspunten met oog op hoeveelheid en de invloed in de omgeving in het kader van een vergunningsproces (vergunning of melding) bepaald zijn. De daadwerkelijke debieten tijdens de exploitatie van de bemaling kunnen lager zijn.

3.2 Lekdebiet

3.2.1 Freatische bemaling

In dit bemalingsadvies wordt uitgegaan van onbehandelde damwanden. Eventueel kan in de uitvoering besloten worden de damwanden te behandelen om zo het lekdebiet te minimaliseren. Het debiet is afhankelijk van de lekkage van de damwanden en kwel door de deklaag.

Het berekende totaaldebiet voor de bouwkuip ten behoeve van de kelder bedraagt $0,3 \text{ m}^3/\text{uur}$ door de deklaag en $0,2 \text{ m}^3/\text{uur}$ door de damwanden wand (zie Bijlage 3 en 4).

Het berekende debiet voor de bouwkuip t.b.v. de funderingen bedraagt $0,4 \text{ m}^3/\text{uur}$ door de damwanden en nihil door de deklaag. De parameters staan beschreven in Tabel 4. Praktisch gezien betekent dat het stationair bemalingsdebiet voor het freatisch pakket maximaal $5 \text{ m}^3/\text{uur}$ bedraagt per bouwkuip.

Tabel 4 Parameters voor het bepalen van de lekkage via damwanden

Parameter	Kelder (zuidoost zijde)	Fundering (noordwest zijde)
Maaiveld	NAP +0,5m	
Ontgravingsniveau	NAP -7,0m	NAP -1,10m
Onderkant damwanden	NAP -18,5m	NAP -6,5m
Grondwaterstand buiten de bouwkuip (HG)	NAP -0,05m	
Grondwaterstand binnen de bouwkuip	NAP -7,3m	NAP -1,60m
Sellmeijer's coëfficiënt voor lekkage van damwandsloten	$1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$	

3.2.2 Spanningsbemaling

Voor de bouwkuip ten behoeve van de kelder dient ook een spanningsverlaging in de Eerste en Tweede zandlaag gerealiseerd te worden. De benodigde spanningsbemaling is onder te verdelen in lek door damwanden en kwel door de natuurlijke onder afdichting, door de Eemklei. Beiden waterstromen worden door de spanningsbemaling opgepompt en wordt in de praktijk geen onderscheid in gemaakt.

Het berekende totaaldebiet bedraagt 0,1 m³/uur door de Eemklei en 2,5 m³/uur door de damwanden wand (zie Bijlage 3 en 4). Voor deze berekening is uitgegaan van conservatieve aangenomen parameters zoals aangegeven in Tabel 5. Praktisch gezien betekent dat het stationair bemalingsdebiet voor de Eerste en Tweede Zandlaag maximaal 5 m³/uur bedraagt.

Tabel 5 Parameters voor het bepalen van kwel in de bodem v/d bouwkuip

Parameter	Waarde
Stijghoogte Eerste Zandlaag	NAP -3,18m
Stijghoogte Tweede Zandlaag*	NAP -3,18m
Benodigde stijghoogte in watervoerend pakket 1 (Eerste en Tweede zandlaag)	NAP -5,30m
Benodigde stijghoogte in watervoerend pakket 2	n.v.t.
Weerstand Eemklei	700 dagen (k_v 0,01 m/d)

* Stijghoogte in de Tweede Zandlaag is gelijkgesteld aan die van de Eerste Zandlaag op basis van peilbuis F06182III.

3.2.3 Totale debiet lekkages damwandsloten en kwel

Het totale debiet dat beide bouwkuipen theoretisch binnen stroomt bedraagt in totaal maximaal 15 m³/uur, bestaande uit 5 m³/uur voor de bouwkuip t.b.v. de funderingen en 10 m³/uur voor de bouwkuip t.b.v. de kelder. De debieten zijn een berekende waarde en geeft een bovengrens van het te verwachten lekdebiet weer.

3.2.4 Relatie debietsberekening en uitvoering

In de bovengenoemde berekening zijn conservatieve ontwerpwaardes gebruikt. Het is belangrijk dat deze ontwerpwaardes gewaarborgd worden tijdens de uitvoering om zo de omgevingseffecten en het bemalingsdebiet beheerst te houden.

Ontwerpeisen die gesteld zijn aan de damwanden zijn in principe: “goed geplaatste damwanden”. Dit wil zeggen dat de damwanden niet uit het slot gelopen zijn én dat de damwanden op diepte zijn gekomen. Dit dient tijdens de uitvoering gewaarborgd en gecontroleerd te worden.

De ontwerpeisen impliceren dat géén meetbare lekkages aanwezig mogen zijn die het stationair ontwerpdebiet van 15 m³/uur overschrijden.

3.3 Grondwaterverlaging

3.3.1 Algemeen

De bemaling heeft verlagingen in de grondwaterstand en stijghoogtes buiten de bouwkuip tot gevolg. Deze verlagingen veroorzaken omgevingseffecten, welke in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt worden.

Omdat gebruik wordt gemaakt van damwanden en de natuurlijke onder afdichting (scheidende laag) zijn de geohydrologische eigenschappen van de damwanden en scheidende laag maatgevend. Dit houdt in dat het verschil in omgevingsbeïnvloeding bij een hoge of lage grondwaterstand/stijghoogte klein is. In deze notitie wordt daarom alleen gebruik gemaakt van het invloedsgebied bij een hoge grondwaterstand/stijghoogte.

3.3.2 Verlaging freatisch pakket

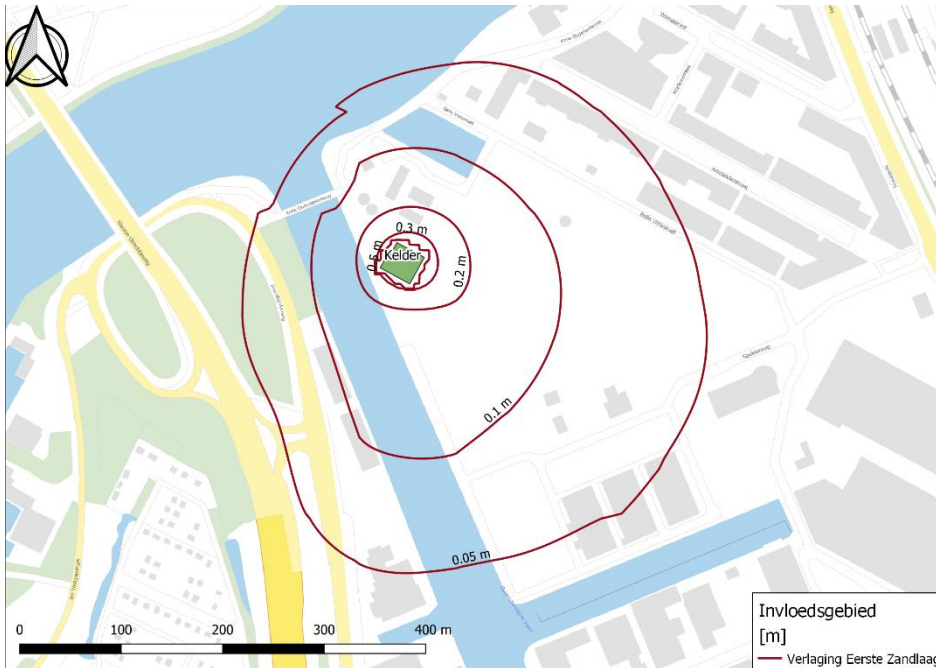
Op basis van de gehanteerde uitgangspunten zijn de omgevingseffecten beperkt met een invloedsradius van maximaal 280 m (zie Figuur 5). De maximale verlaging bedraagt in het freatisch pakket ca. 1,3 m aan de buitenzijde van de bouwkuip. Op 40 m afstand daalt de verlaging naar circa 0,50 m.



Figuur 5: Grondwaterverlaging in freatisch pakket

3.3.3 Verlaging in de Eerste Zandlaag

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten is de invloedsradius maximaal 280 m (zie Figuur 6). De maximale verlaging bedraagt in de Eerste Zandlaag circa 0,50 m aan de buitenzijde van de bouwkuip.



Figuur 6: Stijghoogteverlaging in de Eerste Zandlaag

3.4 Neerslagdebiet

Neerslag dat direct op de bouwkuip ofwel de projectlocatie valt, dient afgevoerd te worden. Om een schatting van het bijbehorende neerslagdebiet te maken, wordt de berekening van het debiet gebaseerd op de dagwaardes van neerslag dat gerapporteerd is door het KNMI in het meetstation te Schiphol. De gemiddelde neerslag bedraagt ca. 2,6 mm/dag, waar droge dagen niet zijn meegenomen. Tijdens zware neerslag met een overschrijdingsfrequentie van 10 keer per jaar bedraagt dit dagelijks gemiddeld 16 mm/dag. De oppervlakte van de twee bouwkuipen bedraagt circa 1.800 m². Dit betekent dat regen kan zorgen voor een debiet van 4,7 m³/dag (gemiddelde neerslag) tot 29 m³/dag (zware neerslag). De aangehouden waarden zijn 1 m³/uur voor gemiddelde neerslag en 3 m³/uur voor zware neerslag.

3.5 Waterbezwaar

De snelheid van leegpompen is afhankelijk van het bemalingssysteem en het volume van de bouwkuip.

Bouwkuip t.b.v. de kelder

Uitgaand van een watervolume van 3.000 m³ (op basis van HG en porositeit van 0,4) en een opstarttijd van 7 dagen is een opstartdebiet van 28 m³/uur bepaald, waarvan 10 m³/uur het stationaire debiet is.

De bemalingsduur is 20 weken. Het debiet is in Tabel 6 weergegeven in een uur-, week-, maand- en totaaldebiet. Het wekelijkse debiet, na de opstartfase, is bepaald op 1.680 m³/week (exclusief neerslag).

Bouwkuip t.b.v. de fundering

Uitgaand van een watervolume van 500 m³ (op basis van HG en porositeit van 0,4) en een opstarttijd van 7 dagen is een opstartdebiet van 8 m³/uur bepaald, waarvan 5 m³/uur het stationaire debiet is.

De bemalingsduur is 8 weken. Het debiet is in Tabel 7 weergegeven in een uur-, week-, maand- en totaaldebiet. Het wekelijkse debiet, na de opstartfase, is bepaald op 840 m³/week (exclusief neerslag).

Totale waterbezwaar

Het waterbezwaar van beide bouwkuipen tezamen bedraagt circa 140.000 m³ (133.980 m³).

Tabel 6 Waterbezwaar van bouwkuipbemaling voor de parkeerkelder

	Neerslag	Leegpompen / opstartfase	Stationaire situatie	Maximaal debiet (incl. neerslag)
Debiet [m ³ /uur]	1	18	10	29
Debiet [m ³ /dag]	24	432	240	696
Debiet [m ³ /week]	168	3.024	1.680	4.872
Debiet [m ³ /maand]	744	3.024*	7.440	11.208*
Totaal waterbezwaar (in 20 weken)	3.528	3.024*	35.280	102.312*

*Debiet is inclusief 1 week opstarttijd

Tabel 7 Waterbezwaar van bouwkuipbemaling voor de funderingen hoogbouw

	Neerslag	Leegpompen / opstartfase	Stationaire situatie	Maximaal debiet (incl. neerslag)
Debiet [m ³ /uur]	1	3	5	9
Debiet [m ³ /dag]	24	72	120	216
Debiet [m ³ /week]	168	500	840	1.508
Debiet [m ³ /maand]	744	500*	3.720	4.964*
Totaal waterbezwaar (in 8 weken)	3.528*	500*	17.640	31.668*

*Debiet is inclusief 1 week opstarttijd

4 Risico op omgeving

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de omgevingseffecten van de grondwaterverlagingen in de omgeving geïnventariseerd en geanalyseerd. De aspecten zijn puntsgewijs samengevat in Bijlage 1.

4.2 Verontreinigingen

De grondwaterverontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie zijn opgevraagd bij de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied [13]. Uit analyse blijkt dat in het grondwater op meerdere locaties verontreinigingen zijn aangetroffen.

De volgende sterke grondwaterverontreinigingen (boven interventiewaarde) zijn aangetroffen en zijn onderdeel van de verontreinigingssituatie van de Zuidergasfabriek:

1. Korte Ouderkerkerdijk. Hier is PAK, minerale olie, BTXN, VOCL, Vinylchloride en olie aangetroffen.

2. Voormalig sloottracé noordzijde. Hier is het grondwater verontreinigd met benzeen, xylenen, naftaleen, PAK, minerale olie en creosolen op een diepte van 6 tot 10 m onder maaiveld.
3. Zuidzijde van het Zuidergasfabriek. Hier is het grondwater verontreinigd met benzeen en PAK op een diepte van 1 tot 10 m onder maaiveld.

De verontreinigingen op de Zuidergasfabriek worden beheert middels drains door Gemeente Amsterdam in de Parklaan en de Bella Vistastraat [6].

Behalve de Zuidergasfabriek is nog één andere locatie aanwezig, namelijk:

4. Daniël Goedkoopweg. Tussen 4,2 en 5,2m onder maaiveld is een sterke verontreinigingen boven de interventiewaarde met PAK, naftaleen en kwik aangetoond. Deze verontreinigingsvlek valt buiten het invloedsgebied van de bemaling.



Figuur 7 Locatie grondwaterverontreinigingen

De verontreinigingssituatie van de Zuidergasfabriek (verontreinigingen 1 t/m 3) is ernstig en is gelegen op en rondom de projectlocatie. Een gedetailleerd overzicht van de grondwaterverontreiniging is weergegeven in Figuur 8.

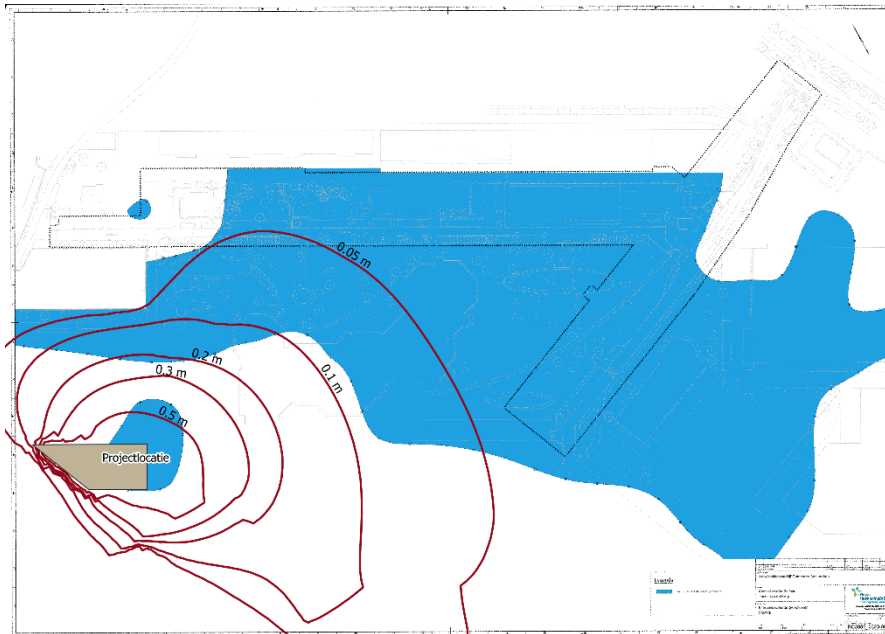
De projectlocatie ligt in een grondwaterverontreiniging. Voor deze verontreiniging moet de situatie beoordeeld worden door een milieukundige partij of een vergunning benodigd is voor de (deel) sanering van het grondwater.

Daarnaast is binnen het invloedsgebied een grondwaterverontreinigingen aanwezig op ca 60 m ten noordoosten van de projectlocatie. De stroming ter plaatse van de grondwaterverontreiniging bedraagt tijdens de onttrekking circa 0,05 m/d in zuidwestelijke richting.

De relatie tussen de verplaatsing van een grondwaterverontreiniging en de verplaatsing van grondwater wordt beschreven met de retardatiefactor. De retardatiefactor is afhankelijk van de stof en de bodem en heeft daarom geen eenduidige waarde. Voor benzeen wordt een conservatieve (lage) waarde van 2,0 voor de retardatie factor toegepast. Bij een geschatte bouwduur van 5 maanden en de conservatieve bemalingsberekeningen bedraagt de absolute verplaatsing circa 4,3 m.

Omdat de verplaatsing met conservatieve uitgangspunten beperkt is, wordt geadviseerd om de verplaatsing ter hoogte van de grondwaterverontreiniging te monitoren middels twee peilbuizen waarmee de het verhang bepaald wordt. Monitoring wordt in eerste instantie aanbevolen omdat de bouwkuipbemaling niet optimaal is voor een retourbemaling.

Indien nodig kunnen mitigerende maatregelen genomen worden om de grondwaterverplaatsing tegen te gaan. Een mitigerende maatregel is door het inrichten van een infiltratieveld ten oosten van de projectlocatie, om de verlagingen in het freatisch grondwaterstand te verminderen.



Figuur 8 Grondwaterverontreiniging Zuidergasfabriek [9]

4.3 Zettingen

De grondwaterstandverlagingen in de omgeving zijn door de “gesloten” bouwkuip beperkt.

Op en rondom de projectlocatie wordt een polderpeil van NAP -0,40m gehandhaafd. Als gevolg van de bemaling wordt grondwaterstand buiten de bouwkuipen slechts beperkt verlaagd tot 0,40m onder het polderpeil bij de dichtstbijzijnde bebouwing.

Gezien het gegeven dat de bemaling van de kelder plaats vindt in de herfst en winterperiode (van half oktober 2021 t/m februari 2022) is de verwachting dat de natuurlijke grondwaterstand zich rond het polderpeil bevindt (NAP -0,40), waardoor de maximale verlaging niet de historische Lage grondwaterstand (NAP -0,79m) onderschrijft.

Daarom is het risico op zettingen als gevolg van de bemaling klein.

4.4 Archeologie en rijksmonumenten

Binnen het invloedsgebied zijn verschillende rijksmonumenten aanwezig, zoals weergegeven in Figuur 9. Dit betreffen rijksmonumenten:

- Assistent-ingenieurswoning (526952).
- Meterhuis (526956).
- Regulateurgebouw (526949)
- Watertoren (526948)

Zoals omschreven in hoofdstuk 4.3 worden geen significante additionele maaiveldzettingen verwacht als gevolg van de bemaling. Daarnaast is het risico op droogval van houtenpalen gering omdat de werkzaamheden in de herfst- en winterperiode worden uitgevoerd.

Derhalve wordt wel geadviseerd om de grondwaterstand en de maaiveldzettingen te monitoren en indien noodzakelijk mitigerende maatregelen te treffen zoals bijvoorbeeld het realiseren van een infiltratieveld om de grondwaterstand kunstmatig hoog te houden.



Figuur 9 Rijksmonumenten

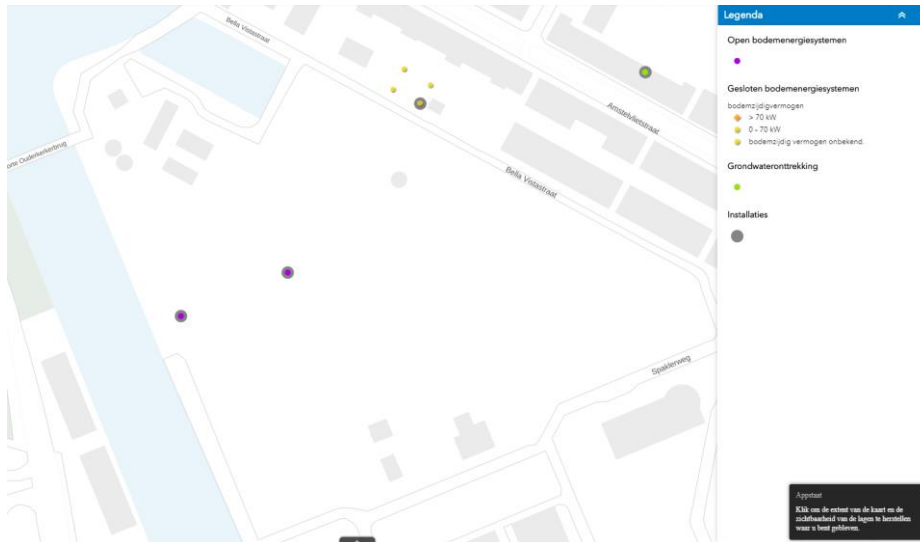
4.5 Grondwaterbeschermingsgebieden en Natuurgebieden

De projectlocatie en de grondwaterstandverlagingen vallen niet in een grondwaterbeschermingsgebied of in een natuurgebied:

4.6 WKO-installaties

WKO's zijn op basis van het WKOtool weergegeven in Figuur 10. Binnen het invloedsgebied zijn twee open bodemenergiesystemen aanwezig het is onbekend in hoeverre deze systemen actief zijn. Verwacht wordt dat de WKO-bronnen in het Tweede Watervoerend pakket actief zijn (in de Derde Zandlaag)

Gezien het feit dat het een “gesloten” bouwkuip betreft, ook in de Eerste en Tweede zandlaag, wordt geen meetbaar effect op deze bodemenergiesystemen verwacht.



Figuur 10 Locatie WKO systemen

5 Type bemaling

5.1 Bemaling

Bouwkuip t.b.v. de kelder

Voor de bemaling van de kelder worden drie bemalingssystemen gebruikt. De freatische grondwaterstand wordt verlaagd door middel van ondiepe filters of middels een open bemaling. De Wadzandlaag dient ontlast te worden, en de Eerste en Tweede zandlaag dienen bemalen te worden.

Aangeraden wordt om de damwanden aan de kanaalzijde (zuidzijde van bouwkuip) te voorzien van slotvulling ter voorkoming van ongewenste lekkages vanuit het kanaal.

Bouwkuip t.b.v. de funderingen

De bemaling van de bouwkuip ten behoeve van de funderingen dient bemalen te worden middels ondiepe filters in het freatisch pakket.

De bemalende partij zal zelf een detaillering van de bemaling opstellen.

5.2 Monitoring

Onverwacht grote lekkages door damwandsloten veroorzaken grotere omgevingseffecten dan berekend. Een lekkage houdt in dat een veel groter debiet onttrokken. Om inzicht te verkrijgen in de effectiviteit van de bemaling en of er lekkages aanwezig zijn, dient de grondwaterstand binnen en buiten de kuip en het onttrokken debiet gemonitord te worden.

Tevens wordt aangeraden de grondwaterstand en maaiveldzettingen in de omgeving te monitoren, vooral nabij de rijksmonumenten die beschreven zijn in hoofdstuk 4.4.

6 Vergunningen en meldingen

6.1 Grondwateronttrekking

De projectlocatie ligt in het beheersgebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Voor dit Waterschap geldt dat een melding volstaat voor een tijdelijke bemaling van grondwater als:

- De onttrekkingscapaciteit niet meer dan 50 m³/uur of 15.000 m³/maand bedraagt
- De onttrekkingsduur niet meer dan 6 maanden bedraagt.

De bemaling ligt op basis van zowel de tijdsduur als het debiet op of rondom de vergunningsgrens. Omdat deze rapportage uitgaat van conservatieve waarde is het realistisch dat onder een melding gewerkt kan worden. Echter wordt door kleine onvoorziene omstandigheden of kleine afwijkingen in de uitgangspunten al de vergunningsgrens overschreden. Crux adviseert daarom een vergunning aan te vragen. Met een vergunning worden de volgende risico's ondervangen.

- Door het hoge opstartdebiet van 28 m³/uur kan in een relatief korte tijd de bemaling en graafwerkzaamheden worden opgestart.
- Een stationair debiet boven de vergunningsgrens van 15.000 m³/maand wordt aangevraagd. Waardoor maar een kleine kans aanwezig is op aanpassing van de vergunning omdat rekening wordt gehouden met kleine lekkages.
- Een vergunning is noodzakelijk voor een bouwtijd van 6 maanden of langer. De bemalingsduur dient bij de vergunningsaanvraag opgegeven te worden.

Gebaseerd op bovenstaande punten is de bemaling op basis van een ontwerpdebiet van 16.172 m³/maand vergunningsplichtig. Geadviseerd wordt om de vergunning aan te vragen met de volgende debieten: een uurdebiet van 38 m³/uur, dagdebiet van 912 m³/dag, weekdebiet van 6380m³/week en een maanddebiet van 16.172 m³/maand.

Het aanvragen van de vergunning bij waterschap dient door de opdrachtgever verzorgd te worden.

6.2 Lozen van bemalingswater

Het lozen zal plaatsvinden op de Amstel of de Duivendrechtsevaart. Bij het lozen dient rekening gehouden te worden met de kwaliteit van het te lozen water. De normaal gehanteerde limieten zijn gebaseerd op het besluit lozen buiten inrichtingen en bedraagt maximaal 50 mg/l onopgeloste stoffen. Tevens mag als gevolg van het lozen geen visuele verontreiniging optreden, bijvoorbeeld door in het lozingswater aanwezige ijzer. Het waterschap Amstel, Gooi en Vecht stelt extra eisen aan het zoutgehalte. Aangeraden wordt om de verwachte zoutgehalte (tussen 200 tot 1000 mg/l) vroegtijdig voor de leggen bij het Waterschap. Mogelijk is een emissietoets vereist voor het te ontvangen water.

Gezien de grondwaterverontreinigingssituatie rondom de projectlocatie wordt aangeraden om het grondwater te bemonsteren op verontreinigingen. Indien nodig moet het grondwater gezuiverd worden alvorens het geloosd mag worden. Dit is afhankelijk van de eisen van de te ontvangen instantie. Geadviseerd wordt om de kwaliteit van het lozingswater te monitoren op ijzer, onopgeloste stoffen, grondwaterverontreinigingen en zoutgehalte (chloride). Hierbij dient de eerste bemonstering 24 uur na opstarten van de bemaling uitgevoerd te worden.

7 Conclusie

7.1 Algemeen

Het nieuwbouwproject Elements, te Amsterdam, wordt gerealiseerd middels twee gesloten bouwkuipen met behulp van damwanden.

Het ontwerp bevat een drie laags kelder, die in een gesloten bouwkuip gerealiseerd wordt met damwanden tot in de Eemklei (NAP -18,5m). Om de grondwaterstand in de bouwkuip te verlagen tot NAP -7,30m is een filterbemaling in combinatie met een openbemaling nodig binnen de bouwkuip. Een ontlasting van het Wadzand en een spanningsbemaling van de Eerste en Tweede Zandlaag is noodzakelijk.

Een tweede gesloten bouwkuip is nodig om verschillende funderingsstroken en poeren aan te leggen. De damwanden reiken tot NAP -6,5m en sluiten het freatisch pakket af. Om de grondwaterstand in de bouwkuip te verlagen tot NAP -1,60m is een filterbemaling nodig binnen de bouwkuip.

In de modelstudie is rekening gehouden met een opstartfase van 7 dagen voor beide bouwkuipen. Het opstartdebiet bedraagt 28 m³/uur (bouwkuip t.b.v. de kelder) en 8 m³/uur (bouwkuip t.b.v. de funderingen). Het daadwerkelijke opstartdebiet is afhankelijk van de uitvoeringsmethode.

Na de ontgraving van de bouwkuipen is een stationair debiet van 10 m³/uur (bouwkuip kelder) en 5 m³/uur (bouwkuip t.b.v. de funderingen) bepaald, met respectievelijk, een bemalingsduur volgens opgave van 20 weken en 8 weken. Het totale waterbezwaar bedraagt circa 140.000m³.

7.2 Omgevingseffecten

Het invloedsgebied van de grondwaterstandverlagingen heeft een straal van 280m. De omgevingseffecten zijn geanalyseerd, waarbij het volgende wordt geconcludeerd:

- Additionele maaiveldzettingen worden niet verwacht in de omgeving, omdat een “gesloten” bouwkuip wordt toegepast waardoor verlagingen in de grondwaterstand gering zijn.
- Binnen het invloedsgebied zijn rijksmonumenten aanwezig. Geadviseerd wordt om de grondwaterstand en maaiveldzettingen te monitoren en indien nodig mitigerende maatregelen te nemen, zoals het inrichten van een infiltratieveld rondom de bouwkuip.
- De projectlocatie bevindt zich in een verontreinigd gebied. Rondom de projectlocatie zijn meerdere grondwaterverontreinigingen bekend. Naar verwachting is de invloed van de bemaling op de grondwaterverontreiniging beperkt. Aangeraden wordt om de omliggende grondwaterverontreiniging te monitoren. Indien significante grondwaterstandsverlagingen als gevolg van de bemaling optreden, ter hoogte van de grondwaterverontreiniging, zijn mitigerende maatregelen nodig, zoals omschreven in hoofdstuk 4.2.

De bemaling heeft geen negatieve gevolgen in relatie tot zettingen, ecologie, WKO en archeologie.

Het wordt aangeraden om het lozingswater van de bemaling te bemonsteren op onopgeloste bestanddelen, ijzer en grondwaterverontreinigingen (ten minste op PAK, minerale olie, VOCL, benzeen, xylenen, naftaleen en creosool) zodat de lozingsparameters inzichtelijk gemaakt kunnen worden.

Om de omgevingseffecten te monitoren en eventuele lekkages vroegtijdig op te sporen wordt geadviseerd om het grondwater binnen en direct buiten de bouwkuip te monitoren.

7.3 Vergunning voor de Waterwet

In de modelstudie is rekening gehouden met een opstartfase en kleine lekkages in de bouwkuip. Op basis van deze uitgangspunten is het verwachte debiet net boven de melding/vergunningsgrens van het waterschap. Crux adviseert om een vergunning aan te vragen zodat:

- Het leegpompen van de bouwkuip in circa één week kan worden uitgevoerd.
- De bemalingsduur ruimer aangevraagd kan worden dan nodig, zodat flexibiliteit in de planning mogelijk blijft.
- Indien gekozen wordt voor een vergunningsaanvraag blijft meer marge over in het bemalingsdebiet om kleinere lekkages tijdens de uitvoering te accepteren, dit geldt niet indien gekozen wordt voor een melding.

Hierbij wordt opgemerkt dat een vergunning noodzakelijk is indien de bemalingsduur langer dan 6 maanden is.

Opgemerkt wordt dat de projectlocatie gelegen is in een grondwaterverontreiniging, waarvoor mogelijk een (deel) sanering benodigd is. Aangeraden wordt om met een milieukundig adviseur te bepalen of/welke vergunningen/meldingen benodigd zijn.

7.4 Ontwerpeisen

Ontwerpeisen voor de bouwkuip vanuit de geohydrologische analyse zijn als volgt:

- Alleen “normale” slotlekkage mogen optreden. Lekkage als gevolg van uit het slot geraakte damwanden of damwanden die niet op diepte zijn gekomen is niet mogelijk.

Geadviseerd wordt om slotvulling te gebruiken voor de gesloten bouwkuip ten behoeve van de drie laags kelder, dit geldt met name voor de damwanden aan de zuidzijde, grenzend aan het kanaal.


Eventuele lekkages in damwanden dienen hersteld te worden alvorens de bouwkuip volledig bemalen wordt. Indien gekozen wordt voor een vergunningsaanvraag blijft meer marge over in het bemalingsdebiet om kleinere lekkages tijdens de uitvoering te accepteren, dit geldt niet indien gekozen wordt voor een melding.

Bijlage 1 Risico analyse

Conform SIKB, BRL 12010

Potentieel gevaar	Aanwezig?	Toelichting
Effecten in bouwput of sleufbemaling		
Onvoldoende verlaging en/of neerslag overlast	Ja	Met voldoende pompcapaciteit wordt dit risico ondervangen
Hogere debieten dan aangevraagd via melding/vergunningaanvraag	Ja	Dit risico is beschreven in hoofdstuk 6
Langere tijdsduur door uitloop bouwwerkzaamheden	Ja	
Opbarsten putbodem	Nee	Het verticaalevenwicht is beschouwd in het bepalen van de benodigde stijghoogtes in de Wadzandlaag, Eerste- en Tweedezandlaag
Instabiliteit damwanden en/of taluds	Nee	Dit is voorzien in het bouwkuip ontwerp [7]
Horizontale of verticale grondverplaatsing	Ja	Dit is voorzien in het bouwkuip ontwerp [7]
Effecten in de omgeving		
Zettingen en zakkingen	Ja	Gezien de gesloten bouwkuip worden geen significante zettingen verwacht.
Droogstand en aantasting houten palen	Nee	De verlagingen in het freatisch grondwater zijn beperkt.
Verplaatsen en/of onttrekken verontreinigd grondwater	Nee	De verlagingen in het freatisch grondwater zijn beperkt.
Beïnvloeding drinkwaterpompstations en milieubeschermingsgebieden	Nee	Niet aanwezig binnen het effectengebied van de bemaling
Beïnvloeding andere bemalingen/ permanente onttrekkingen/ WKO systemen	Nee	Gezien de gesloten bouwkuip die wordt toegepast, is het risico hierop klein.
Schade aan landbouw	Nee	Niet aanwezig binnen het effectengebied van de bemaling
Aantasting natuurwaarden en groenvoorzieningen (zoals kwetsbare, monumentale bomen)	Nee	Niet aanwezig binnen het effectengebied van de bemaling
Aantasting archeologisch en aardkundige waarden	Nee	Niet aanwezig binnen het effectengebied van de bemaling
Upconing van brak en/of zout grondwater	Nee	Niet van toepassing in bij een gesloten bouwkuip
Aantasting strategische zoet grondwatervoorraden	Nee	Niet aanwezig binnen het effectengebied van de bemaling
Grondwateroverlast (in het geval van retourbemaling)	Nee	Niet van toepassing
Opbarsten (water)bodems	Ja	Evenwichtsberekening voldoet, echter bestaat risico indien tijdens uitvoering van dieptespecificaties wordt afgeweken
Overschrijden lozingsnormen onttrokken grondwater	Ja	Grondwatermonster is geadviseerd
Geaccumuleerde effecten		
Combinatie met heiwerkzaamheden	Nee	
Combinatie met damwanden heien/trillen	Nee	
Combinatie met sloopwerkzaamheden	Nee	
Combinatie met (zwaar) transport materiaal/materieel	Nee	
Combinatie met werken van derden in de directe omgeving	Nee	
Andere mogelijke geaccumuleerde effecten	Nee	

Bijlage 2 Verticaal evenwicht

Sheet	Toets opdrijven			
Project	Elements			
Projectnummer	20285	Opmerking:		
Fase / onderdeel	Bemalingsadvies	Verticaalevenwicht vanuit de Eerste		
Datum	14-12-2020	Zandlaag	versie	v030
Opsteller	SWE		versiedatum	15-5-2019

P:\201xx\20285 KVV advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\[QSH20285b2 Opdrijven v030_2.xlsb]S04

Invoergegevens

Ontgravingsniveau	-7,0	m tov NAP
Waterpeil in ontgraving (lage waarde)	-7,3	m tov NAP
Stijghoogte in w.v.p.	-5,26	m tov NAP
Waterspanning tegen onderkant laag	6. Hydrobia klei	
Evenwichtsniveau	-12,0	m tov NAP
Belastingfactor $\gamma_{G;stb}$	0,9	-

Zandlaagje op bodem 0 m

- ☐ Taludinvloed in rekening brengen
☐ Wrijving in rekening brengen

Berekende veiligheid: gewicht d_z

Druk omlaag	67,5	kN/m ²
Druk omhoog	67,4	kN/m ²
Veiligheidsfactor SF	1,0	-/-
Unity check u.c.	1,0	-/-
Veiligheid tegen opdrijven:	Voldoet	

Berekening gewicht grond onder ontgraving (in d_z)

laag			γ_k kN/m ³	dikte m	G_k kN/m ²	neerwaarts	opwaarts
	b.k. laag m tov NAP	o.k. laag m tov NAP				$G_{d,i}$ kN/m ²	waterdruk kN/m ²
4 Wadzand	-7,0	-7,3	18,0	0,3	5,4	4,86	
4 Wadzand	-7,3	-7,5	18,0	0,2	3,6	3,24	
5 Silt	-7,5	-9,0	16,0	1,5	24,0	21,6	
6 Hydrobia klei	-9,0	-12,0	14,0	3,0	42,0	37,8	
				5,0	75,0	totaal: 67,5	67,4

Bijlage 3 Damwandlekkage

Sheet Lekkage Damwand (Sellmeijer) v005
 Project Elements, Amsterdam
 Projectnummer 20285
 Onderdeel Damwand in het freatisch pakket
 Datum 6-10-2020
 Adviseur swe



versiedatum: 31-12-2018

\\1xx\20285 KVV advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\QSH20285 Lekkage grondkerende wand v005.xlsb]Damwanden (2)

1. Invoer

Maaiveld = +0,50 [NAP .. m]
 Ontgraving = 7,00 [m]
 OK wand = -12,00 [NAP .. m] niveau onderkant van de damwand
 GWS buiten = -0,05 [NAP .. m] waterstand buiten de bouwput
 GWS binnen = -7,30 [NAP .. m] waterstand binnen de bouwput
 bk deklaag = -4,00 [NAP .. m] bovenkant slecht waterdoorlatende laag of waterremmende injectie

Opmerking: ...

situatie = Bouwkuip
 L = 30,0 [m] lengte van de bouwkuip
 B = 33,0 [m] breedte van de bouwkuip
 b = 0,60 [m] breedte enkele damwandplank

damwandslot is = onbehandeld

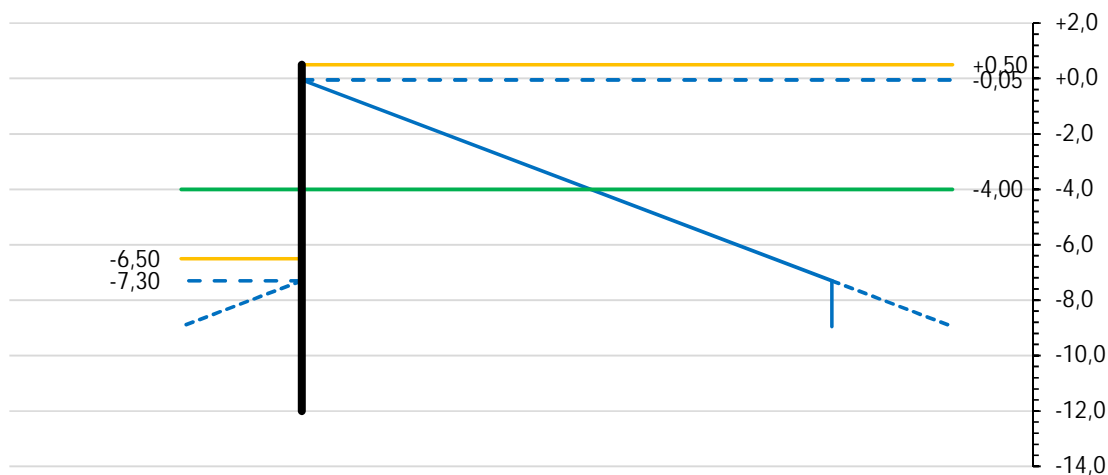
$\rho = 1,00E-07$ [m/s] inverse slotweerstand = 0,009 [m/d]
 $\rho = 100$ [kPa] maximaal toegestaan drukverschil

2. Uitvoer

niveau = -6,50 [NAP .. m] ontgravingsniveau
 $\Delta H = 7,3$ [m] verschil in grondwaterstand aan weerszijde damwand
 h = -3,3 [m] afstand van de grondwaterspiegel binnen de bouwkuip tot de top van de slecht waterdoorlatende laag

O = 126,0 [m] omtrek van de bouwkuip
 n = 210 [-] aantal damwandsloten

$Q_{\text{slot}} = 2,36E-07$ [m³/s] debiet dat door damwand stroomt per slot
 $Q_{\text{slot}} = 0,020$ [m³/dag] debiet dat door damwand stroomt per slot
 $Q_{\text{damwand}} = 4,275$ [m³/dag] totale debiet dat door de damwandsloten stroomt per dag
 $Q_{\text{damwand}} = 0,178$ [m³/uur] totale debiet dat door de damwandsloten stroomt per uur



Sheet Lekkage Damwand (Sellmeijer) v005
 Project Elements, Amsterdam
 Projectnummer 20285
 Onderdeel Damwand in Eerste & Tweede zandlaag
 Datum 6-10-2020
 Adviseur swe



versiedatum: 31-12-2018

:\201xx\20285 KWW advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\QSH20285 Lekkage grondkerende wand v005.xlsb]Damwanden

1. Invoer

Maaiveld = [NAP .. m]
 Ontgraving = [m]
 OK wand = [NAP .. m] niveau onderkant van de damwand
 GWS buiten = [NAP .. m] waterstand buiten de bouwput
 GWS binnen = [NAP .. m] waterstand binnen de bouwput
 bk deklaag = [NAP .. m] bovenkant slecht waterdoorlatende laag of waterremmende injectie

Opmerking: ...

situatie =
 L = [m] lengte van de scherm
 b = [m] breedte enkele damwandplank

damwandslot is =

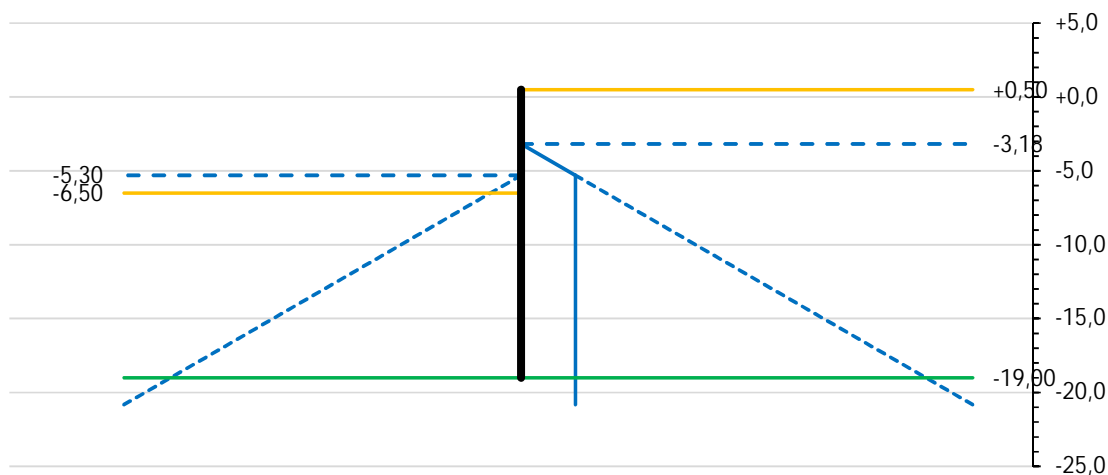
ρ = [m/s] inverse slotweerstand = [m/d]
 p = [kPa] maximaal toegestaan drukverschil

2. Uitvoer

niveau = [NAP .. m] ontgravingsniveau
 ΔH = [m] verschil in grondwaterstand aan weerszijde damwand
 h = [m] afstand van de grondwaterspiegel binnen de bouwkuip tot de top van de slecht waterdoorlatende laag

L = [m] lengte damwandscherm
 n = [-] aantal damwandsloten

Q_{slot} = [m³/s] debiet dat door damwand stroomt per slot
 Q_{slot} = [m³/dag] debiet dat door damwand stroomt per slot
 Q_{damwand} = [m³/dag] totale debiet dat door de damwandsloten stroomt per dag
 Q_{damwand} = [m³/uur] totale debiet dat door de damwandsloten stroomt per uur



Sheet Lekkage Damwand (Sellmeijer) v005
 Project Elements, Amsterdam
 Projectnummer 20285
 Onderdeel Damwand t.b.v. funderingen
 Datum 6-10-2020
 Adviseur swe



versiedatum: 31-12-2018

i KVV advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\QSH20285 Lekkage grondkerende wand v005.xlsb]Damwanden freatisch fund

1. Invoer

Maaiveld = [NAP .. m]
 Ontgraving = [m]
 OK wand = [NAP .. m] niveau onderkant van de damwand
 GWS buiten = [NAP .. m] waterstand buiten de bouwput
 GWS binnen = [NAP .. m] waterstand binnen de bouwput
 bk deklaag = [NAP .. m] bovenkant slecht waterdoorlatende laag of waterremmende injectie

Opmerking: ...

situatie =
 L = [m] lengte van de scherm
 b = [m] breedte enkele damwandplank

damwandslot is =

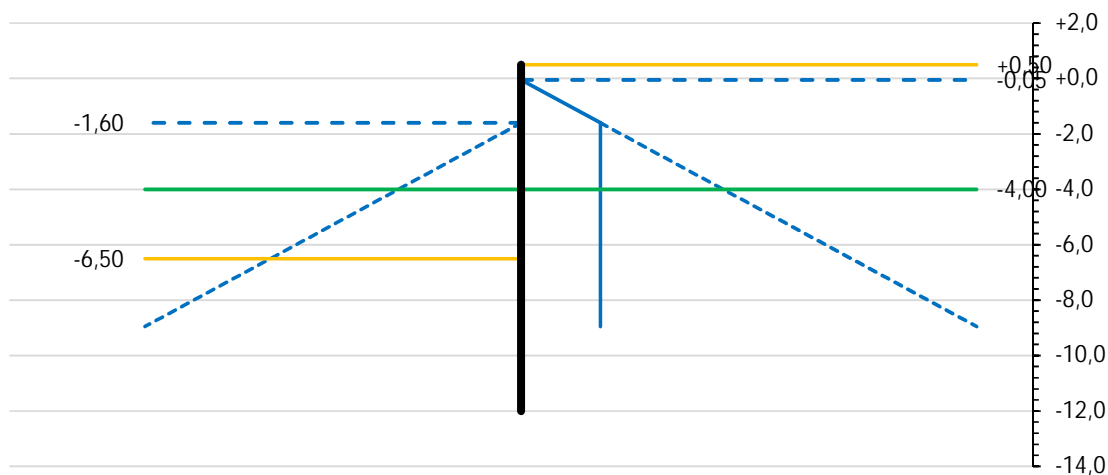
ρ = [m/s] inverse slotweerstand = [m/d]
 p = [kPa] maximaal toegestaan drukverschil

2. Uitvoer

niveau = [NAP .. m] ontgravingsniveau
 ΔH = [m] verschil in grondwaterstand aan weerszijde damwand
 h = [m] afstand van de grondwaterspiegel binnen de bouwkuip tot de top van de slecht waterdoorlatende laag

L = [m] lengte damwand scherm
 n = [-] aantal damwand sloten

Q_{slot} = [m³/s] debiet dat door damwand stroomt per slot
 Q_{slot} = [m³/dag] debiet dat door damwand stroomt per slot
 Q_{damwand} = [m³/dag] totale debiet dat door de damwand sloten stroomt per dag
 Q_{damwand} = [m³/uur] totale debiet dat door de damwand sloten stroomt per uur



Bijlage 4 Kwel injectielaag

Sheet Kwel bouwputbodem v005

Project Elements, Amsterdam

Projectnummer 20285

Onderdeel Kwel bouwputbodem - Eemklei

Datum 6-10-2020

Adviseur swe



versiedatum: 02-04-2019

P:\201xx\20285 KVV advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\QSH20285 Kwel bouwputbodem v005.xlsx\Rekenblad (2)

1. Invoer

Oppervlak

L = 30,0 [m]

beschouwde lengte

B = 33,0 [m]

beschouwde breedte

A = 990 [m²]

Water

Φ_{peil} = -5,30 [NAP .. m]

waterstand in bouwput

Φ_{stijg} = -3,18 [NAP .. m]

stijghoogte

$\Delta\phi$ = 2,12 [m]

Grondprofiel

Laag	bk laag [NAP .. m]	ok laag [NAP .. m]	k [m/s]	dikte [m]	kD [m ² /dag]	c [dagen]
Formatie Van Boxtel	-12,00	-15,50	1,16E-05	3,5	3,427	4
Eem Formatie	-15,50	-22,50	1,16E-07	7,0	0,069	700
				Σ dikte = 10,50		

2. Uitvoer

gem. k_v = 1,73E-07 [m/s]

gemiddelde doorlatendheid beschouwd pakket

c = 704 [dg]

hydraulische weerstand beschouwd profiel

i = 0,20 [-]

verhang over grondprofiel

q_{kwel} = 3,49E-08 [m/s]

kweldebiet

q_{kwel} = 3,0 [mm/dag]

kweldebiet

Q_{kwel} = 3,0 [m³/dag]

kweldebiet per oppervlak per dag

Q_{kwel} = 0,1 [m³/uur]

kweldebiet per oppervlak per uur

Formules

* kwel, $Q = k_{v,\text{gem}} \times i \times A$

* verhang, $i = \Delta\phi / \Sigma d$

* weerstand, $c = \Sigma d / k_{v,\text{gem}}$

Sheet Kwel bouwputbodembodem v005
 Project Elements, Amsterdam
 Projectnummer 20285
 Onderdeel Kwel bouwputbodembodem, door deklaag
 Datum 6-10-2020
 Adviseur swe



versiedatum: 02-04-2019

P:\201xx\20285 KVV advies Elements Amsterdam\04 REK\Excel\Bemalingsadvies\QSH20285 Kwel bouwputbodembodem v005.xlsx\Rekenblad

1. Invoer

Oppervlak

L = 30,0 [m] beschouwde lengte
 B = 33,0 [m] beschouwde breedte
 A = 990 [m²]

Water

Φ_{peil} = -7,30 [NAP .. m] waterstand in bouwput
 Φ_{stijg} = -3,18 [NAP .. m] stijghoogte
 $\Delta\phi$ = 4,12 [m]

Grondprofiel

Laag	bk laag [NAP .. m]	ok laag [NAP .. m]	k [m/s]	dikte [m]	kD [m ² /dag]	c [dagen]
Hydrobiaklei + basi	-7,00	-12,00	1,16E-07	5,0	0,049	500
				Σ dikte = 5,00		

2. Uitvoer

gem. k_v = 1,16E-07 [m/s] gemiddelde doorlatendheid beschouwd pakket
 c = 500 [dg] hydraulische weerstand beschouwd profiel
 i = 0,82 [-] verhang over grondprofiel

q_{kwel} = 9,54E-08 [m/s] kweldebiet
 q_{kwel} = 8,2 [mm/dag] kweldebiet
 Q_{kwel} = 8,2 [m³/dag] kweldebiet per oppervlak per dag
 Q_{kwel} = 0,3 [m³/uur] kweldebiet per oppervlak per uur

Formules

- * kwel, $Q = k_{v,\text{gem}} \times i \times A$
- * verhang, $i = \Delta\phi / \Sigma d$
- * weerstand, $c = \Sigma d / k_{v,\text{gem}}$

Bijlage 5 Interpolatie
chloridegehalte in Formatie Boxtel.

