



**Gemeente
Amsterdam**

Definitief
Versie 2
29 maart 2018

Waterhuishoudkundig onderzoek dijkversterking Zeeburgereiland 2^e fase

Auteur(s)

F. Pantano

Opdrachtgever

Grond & Ontwikkeling

Contactpersoon

I. Lubrun

Kenmerk

28983_rfpv2.1

Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
J. de Jong/F. Pantano		29-03-2018

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	4
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel watertoets	7
1.3 Stappen van de watertoets	8
2 Wetgeving en waterbeleid	9
2.1 Wet- en regelgeving	9
2.2 Beleid	10
3 Toekomstige inrichting plangebied	12
3.1 Inleiding	12
3.2 Inrichting	13
3.2.1 Waterkering	13
3.2.2 De kom	15
3.2.3 Tijdelijke ligplaatsen	16
4 Watersysteem	19
4.1 Waterkeringen	19
4.1.1 Primaire waterkering	19
4.1.2 Waterkering Oostpunt	20
4.2 Oppervlaktewater	20
4.3 Grondwater	23
4.3.1 Toetsing aan de gestelde ontwateringsnormen	23
4.4 Hemelwater	24
Bronvermelding	26
Bijlage 1: Geohydrologisch onderzoek MER Zeeburgereiland. Gemeente Amsterdam versie 3, 13-06-2016	27
Bijlage 2: Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte Sluisbuurt, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, versie 2.2, 1 september 2016	28

Voorwoord

In het kader van de ontwikkeling van Zeeburgereiland tot hoogstedelijk (woon)gebied bereidt de gemeente Amsterdam de verzwarende van het zuidelijke deel (2^e fase) van de waterkering van het Zeeburgereiland voor. De dijkversterking heeft invloed op een aantal activiteiten die op de dijk plaatsvinden en op 28 woonboten die in de Kom aan de waterkering liggen.

Het bestemmingsplan Zeeburgereiland RI-Oost van 2010 voorziet in de aanleg van de primaire waterkering van het Zeeburgereiland. De ontwikkeling van het deel van de Kom waarbinnen de woonboten een nieuwe ligplaats zullen krijgen, is niet in het hierboven bestemmingsplan opgenomen. De gemeente is voornemens een bestemmingsplan op te stellen voor het deel van de Kom (IJmeer) dat door de dijkversterking wordt beïnvloed.

Op grond van artikel 3.1.6 van het Besluit op de ruimtelijke ordening moet in het kader van een bestemmingsplan een watertoets worden verricht. Het doel van de watertoets is te waarborgen dat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen bij alle waterhuishoudkundig relevante ruimtelijke plannen en besluiten.

De meerwaarde van de watertoets is dat zij zorgt voor een vroegtijdige systematische aandacht voor het meewegen van wateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten. Het gaat daarbij om alle waterhuishoudkundige aspecten, waaronder het systeem van oppervlaktewater, grondwater, hemelwater en waterkeringen, de waterkwaliteit en de riolering. De waterparagraaf is het resultaat van het overlegproces met de waterbeheerders (de watertoets) en geeft inzicht in de wijze waarop bij dit bestemmingsplan rekening is gehouden met het geldende waterbeleid.

Samenvatting

Waterkering

Het IJmeer/Markermeer is aangemerkt als buitenwater. Op het Zeeburgereiland zijn daarom primaire waterkeringen voorzien die het plangebied beschermen tegen overstromen.

Bij het ontwerp van de primaire waterkering wordt rekening gehouden met de nieuwste inzichten en ontwerpnormen. De primaire waterkering van het Zeeburgereiland wordt daarom ontworpen volgens de nieuwe normering (gefundeerd op overstromingskansen) en veiligheidsfilosofie die vanaf januari 2017 van kracht is.

De primaire waterkering krijgt een harde bescherming. Het kernprofiel van de waterkering dient vrij te blijven van oneigenlijke elementen. Bij de herinrichting van de Kom worden steigers gefundeerd op palen aangelegd. Delen van de funderingspalen zullen door de harde bekleding van het buitentalud worden geslagen. Dit is toegestaan mits het kraagstuk van de stenen bekleding grond dicht aan de palen wordt aangesloten.

Op de Oostpunt waar tijdelijke ligplaatsen zullen worden aangelegd is een tertiaire waterkering aanwezig. Ook hier zullen funderingspalen van de steigers door of vlakbij de stenen bekleding worden geplaatst. Uitgangspunt is om bij de Oostpunt vanwege het tijdelijke karakter van de voorzieningen de bestaande taludbekleding zo min mogelijk aan te tasten en te herstellen indien na het tijdelijke gebruik schade is ontstaan. .

Op beide locaties moet de bodem worden gebaggerd om een grotere waterdiepte te creëren. Bij het verondiepen van de bodem kan zettingsvloeiing ontstaan waardoor de stabiliteit van de waterkering niet meer gegarandeerd is. Echter, omdat op beide locaties het buitentalud van de waterkering met een harde bekleding is beschermd, zal zettingsvloeiing geen invloed hebben op de stabiliteit.

Oppervlaktewater

Het plangebied ligt in het IJmeer, het zuidelijke deel van het Markermeer. Het huidige peil van het IJmeer, waarin Zeeburgereiland ligt, fluctueert tussen NAP -0,40 m (winter) en NAP -0,20 m (zomer). Het 'Nationaal Waterplan 2016-2021' voorziet in de toekomst voor het Markermeer geen peilstijging. Dit ondanks beperkt meestijgen van het winterpeil van het IJsselmeer met de zeespiegel wordt voor de periode na 2050 als optie opengehouden: het kabinet houdt rekening met een stijging van het winterpeil in het IJsselmeer na 2050 van maximaal 0,30 m. In de andere meren in het IJsselmeergebied (waaronder het Markermeer en IJmeer) blijft het gemiddelde winterpeil na 2050 gehandhaafd. Na 2022 zal in het Markermeer/IJmeer wel een flexibel peil worden geïntroduceerd (nieuw Peilbesluit IJsselmeergebied) in plaats van het huidige zomerstreefpeil.

Het Zeeburgereiland vormt een eigen watersysteem waarin het oppervlaktewaterpeil van het binnenwater NAP -0,40 m bedraagt door een gemaal aan de zuidzijde van het eiland dat afwaterd op het IJmeer. In de eindsituatie van de ontwikkelingen zijn er plannen om het eiland te laten afwateren op het Amsterdam Rijnkanaal en het gemaal op te heffen. In alle gevallen blijft het waterpeil in de binnenwatergangen NAP -0,40 m. De Oostpunt en Oksel A10 wateren momenteel niet af op het gemaal maar vormen twee aparte peilvakken, tevens met peil NAP -0,40 m.

Het Zeeburgereiland ligt in de nabijheid van een Natura-2000 gebied en voor het Zeeburgereiland geldt daarom het zogenaamde "stand-still" beginsel. Dit houdt in dat door werkzaamheden op het eiland de waterkwaliteit van het IJmeer niet mag verslechteren. Het waterhuishoudkundig systeem binnen het plangebied wordt daarom zodanig ingericht dat aan de neerslag die op het eiland valt zo weinig mogelijk vervuiling uit het stedelijk gebied wordt toegevoegd. Daarnaast voorziet de inrichting van het eiland in mogelijkheden om vrijwel alle neerslag op het eiland lokaal te infiltreren. Het geïnfiltreerde hemelwater dient door de zuiverende werking van de bodempassage als schoon freatisch grondwater af te stromen naar het IJmeer.

De waterkeringen op Zeeburgereiland worden waterdoorlatend aangelegd zodat het grondwater in het plangebied ongehinderd kan afstromen naar het oppervlaktewater. De versterking van de waterkering en de nieuwe inrichting van de Kom hebben geen invloed op het oppervlaktewater van het eiland. Het waterpeil van het binnenwater is voor een groot deel van het jaar gelijk aan de waterpeil van het Binnen- en Buiten-IJ.

Delen van de bodem van de Kom zijn met asbest vervuild. Bij de baggerwerkzaamheden voor de verondieping van de Kom zal de bodem worden gesaneerd. Overige delen van de te baggeren bodem zijn schoon of licht verontreinigd.

Om de tijdelijke ligplaatsen te kunnen inrichten en voorzien van een wegontsluiting, is de kans groot dat delen van de watergangen op de Oostpunt gedempt moeten worden. Compensatie in het gebied voor het gedempte oppervlaktewater is mogelijk omdat dit gebied voorsnog, en zeker gedurende de periode waarin de woonboten van de Kom hiernaartoe moeten worden verplaatst, niet ontwikkeld zal worden. De watercompensatie vindt plaats in hetzelfde peilvak: de Oostpunt.

Huisaansluitingen worden door de gemeente aangelegd. Voor de tijdelijke ligplaatsen van een periode van 1,5 jaar is door RWS toestemming gegeven dat de woonboten op het oppervlaktewater lozen. In de definitieve situatie worden alle woonboten door de gemeente aangesloten op het rioolstelsel.

De bodem ter plaatse van de baggerwerkzaamheden bij de Oostpunt is schoon of licht verontreinigd.

Grondwater

De versterking van de waterkering vindt door aanvullingen met zand plaats. Hierdoor zal de nieuwe waterkering de huidige grondwaterstand niet beïnvloeden omdat de waterdoorlatendheid van de dijk niet slechter wordt. Voor de nieuwe inrichting van de Kom wordt het deel waar de

woonboten zullen liggen gebaggerd. Bij de baggerwerkzaamheden wordt de bodem met gemiddeld 1,0 m verdiept. Uit simulaties met een grondwatermodel volgt dat het plangebied tijdens alle maatgevende ontwikkelingsstadia ook ondanks deze activiteit voldoet aan alle gestelde ontwateringsnormen.

Hemelwater

De herinrichting van de Kom in het IJmeer en de aanleg van tijdelijke ligplaatsen bij de Oostpunt hebben geen invloed op het hemelwater of hemelwaterafvoer systeem op Zeeburgereiland.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Amsterdam heeft besloten een bestemmingsplan op te stellen voor de nieuwe inrichting van de Kom ten zuiden van het Zeeburgereiland. De nieuwe inrichting is onderdeel van het uitwerkingsplan van de dijkversterking van het eiland met als doel het voldoen aan de wettelijke veiligheidsnormen voor waterkeringen en zo doende de ontwikkeling van het eiland te mogen uitvoeren. De nieuwe inrichting van de Kom betreft de aanleg van nieuwe ligplaatsen voor de woonboten van de Kom, het op diepte brengen van de bodem ter plaatse van de woonboten en de bevaarbaarheid van en naar de Kom.

Water is een belangrijk thema in de plannen voor het Zeeburgereiland. Uitzicht op het water, mogelijkheden voor waterrecreatie en het gebruik van openbaar toegankelijke oevers worden belangrijke woonkwaliteiten. Waterveiligheid is vanwege de ligging in het IJmeer een belangrijk randvoorwaarde om te kunnen wonen op het eiland.

1.2 Doel watertoets

De "Watertoets" is de naam van het procesinstrument dat wordt doorlopen om voor ruimtelijke plannen en besluiten te garanderen dat de waterhuishoudkundige aspecten voldoende en vroegtijdig in de planvorming worden ingebed.

In de watertoets komen de waterstaatkundige randvoorwaarden, waterkering, hemelwaterafvoer en grondwater aan bod. Onderdeel van de watertoets is het opstellen van een waterhuishoudkundig onderzoek, dat tevens input is voor het op te stellen ruimtelijk plan of ontwerp. De watertoets is geen éénmalige toets maar een voortschrijdend proces tussen waterbeheerder en initiatiefnemer, waarin vooroverleg met de diverse diensten plaatsvindt. Tijdens het proces vindt een wisselwerking met de ontwerpers plaats, waarbij compenserende en/of mitigerende maatregelen in het ontwerp worden verwerkt.

In deze rapportage wordt een beschrijving gegeven van de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van de toekomstige ontwikkeling van de Kom voor de waterhuishouding op en rond Zeeburgereiland. Het gaat daarbij om alle waterhuishoudkundige aspecten, waaronder het systeem van oppervlaktewater, grondwater, hemelwater en waterkeringen, de waterkwaliteit en de riolering.

De samenvatting voorin deze rapportage kan worden gebruikt als waterparagraaf bij het uitwerkingsplan van de dijkversterking van de zuidelijke rand van het Zeeburgereiland en het bestemmingsplan De Kom ten bate van de woonboten. Deze rapportage vormt de toelichting op de waterparagraaf en kan als bijlage bij het bestemmingsplan worden gevoegd.

1.3 Stappen van de watertoets

Voor deze watertoets verloopt het proces als volgt:

- * De initiatiefnemer stelt de plannen op: dit is de gemeente Amsterdam; Gebiedsontwikkeling Oost. Product is een waterhuishoudkundig plan.
- * De beheerder (voor dit project AGV/Waternet en RWS) heeft de rol van adviseur voor de wateraspecten en geeft een reactie op het concept waterhuishoudkundig plan in de vorm van een wateradvies.
- * De adviezen kunnen door de initiatiefnemer worden opgevolgd of er kan met een goede argumentatie van worden afgeweken. Resultaat is het waterhuishoudkundig plan dat als bijlage dient bij het bestemmingsplan of een ander ruimtelijk plan..
- * De Provincie doet de formele eindtoetsing van de integrale (bestemmings)plannen, waarbij water een onderdeel is. Mocht de initiatiefnemer op punten afwijken van het wateradvies, dan is het aan de Provincie om hierover een oordeel te geven.

Om de dijkversterking te mogen uitvoeren wordt eerst de zogeheten 'Projectplanprocedure' uit de Waterwet gevolgd. De dijkversterking is noodzakelijk om Dijktraject 44-2 te kunnen verleggen om het Zeeburgereiland binnendijks te brengen. De projectplanprocedure zal starten nadat het bestuur van waterschap Amstel, Gooi en Vecht het projectplan heeft vastgesteld.

2 Wetgeving en waterbeleid

2.1 Wet- en regelgeving

Besluit op de ruimtelijke ordening

Artikel 3.1.6, eerste lid, onder b, van het Besluit op de ruimtelijke ordening (Bro) verplicht om in de toelichting bij het bestemmingsplan een beschrijving op te nemen over de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Kaderrichtlijn water

De Kaderrichtlijn water (KRW) is een Europese richtlijn gericht op de verbetering van de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater. De KRW maakt het mogelijk om verontreiniging van oppervlaktewater en grondwater internationaal en stroomgebiedsgericht aan te pakken. De Kaderrichtlijn water moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in alle Europese landen in 2027 op orde is. In dat jaar moet het oppervlaktewater voldoen aan de gestelde waterkwaliteitseisen, die afhankelijk zijn van onder meer het type water. De uit de KRW voortkomende milieudoelstellingen en maatregelen zijn verwerkt in de huidige stroomgebied beheerplannen (2016-2021) van de waterschappen.

Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. De Waterwet stelt integraal waterbeheer op basis van de 'watersysteembenadering' centraal. Deze benadering gaat uit van het geheel van relaties binnen watersystemen. Hierbij moet worden gedacht aan de relaties tussen waterkwaliteit, -kwantiteit, oppervlakte- en grondwater, maar ook aan de samenhang tussen water, grondgebruik en watergebruikers. Hiernaast kenmerkt integraal waterbeheer zich ook door de samenhang met de omgeving. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Daarnaast levert de Waterwet een flinke bijdrage aan kabinetsdoelstellingen zoals vermindering van regels, vergunningstelsels en administratieve lasten. Een belangrijk gevolg van de Waterwet is dat de huidige vergunningstelsels uit de afzonderlijke waterbeheerwetten worden gebundeld. Dit resulteert in één vergunning, de Watervergunning, die met een wettelijk vastgesteld aanvraagformulier kan worden aangevraagd.

Keur

Op 1 november 2017 is de meest recente Keur van het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) in werking getreden. De Keur van het AGV is gericht op het beschermen van de wateraan- en -afvoer, de bescherming tegen wateroverlast en overstroming en op het beschermen van de ecologische toestand van het watersysteem. In de Keur zijn verschillende geboden en verboden opgenomen, waarop echter door het waterschap ontheffing kan worden verleend. In 2013 zijn de beleidsregels voor het verlenen van een Keurvergunning en de vrijstellingen gewijzigd en opnieuw vastgesteld. De Keur zelf is echter niet gewijzigd. De legger is een openbaar

register van het waterschap en dient als uitwerking van de Keur. Hierin wordt weergegeven aan welke eisen de wateren, waterkeringen en kunstwerken moeten voldoen.

2.2 Beleid

Nationaal Waterplan 2016-2021

Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 en vervangt alle voorgaande Nota's Waterhuishouding. Het Nationaal Waterplan is opgesteld op basis van de Waterwet. Het Nationaal Waterplan beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid. Op basis van de Wet ruimtelijke ordening heeft het Nationaal Waterplan voor de ruimtelijke aspecten de status van structuurvisie. Als bijlage bij het Nationaal Waterplan zijn beleidsnota's toegevoegd over waterveiligheid. Deze beleidsnota's vormen een nadere uitwerking en onderbouwing van de keuzes die in de hoofdtekst staan van het Nationaal Waterplan en dienen in samenhang ermee te worden gelezen. Bij de ontwikkeling van locaties in de stad wordt ernaar gestreefd dat de hoeveelheid groen en water per saldo gelijk blijft of toeneemt. Dit moet het stedelijk gebied aantrekkelijk en leefbaar maken en houden.

Anders omgaan met water. Waterbeleid in de 21ste eeuw

Dit kabinetsstandpunt uit december 2000 geeft de overkoepelende visie van het Rijk weer op de aanpak van veiligheid en wateroverlast. In dit beleidsstuk wordt de watertoets geïntroduceerd om te voorkomen dat de bestaande ruimte voor water geleidelijk afneemt, door bijvoorbeeld landinrichting, de aanleg van infrastructuur of woningbouw.

Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)

In mei 2011 sloten het Rijk, de provincies, het Samenwerkingsverband Interprovinciaal Overleg (IPO), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, de Unie van Waterschappen en de vereniging van waterbedrijven Nederland het Bestuursakkoord Water. Met de actualisatie van het NBW onderstrepen de betrokken partijen nogmaals het belang van samenwerking om het water duurzaam, klimaatbestendig en doelmatiger te beheren. In het akkoord staat onder meer hoe met klimaatveranderingen, de stedelijke wateropgave en de ontwikkelingen in woningbouw en infrastructuur moet worden omgegaan. Ook is er meer aandacht voor het realiseren van schoon en ecologisch gezond water. Het NBW heeft tot doel om in de periode tot 2020 het watersysteem in Nederland op orde te brengen en te houden en te anticiperen op klimaatverandering. Het gaat hierbij om de verwachte zeespiegelstijging, bodemdaling en klimaatverandering. Nederland krijgt hierdoor steeds meer te maken met extreem natte en extreem droge periodes.

Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam 2016-2021

Het Gemeentelijk Rioleringsplan [3] bevat de visie van de gemeente op het gewenste waterbeleid voor de komende jaren. De gemeente Amsterdam is wettelijk verantwoordelijk voor de inzameling en transport van stedelijk afvalwater, de inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater en het nemen van grondwatermaatregelen. In het Gemeentelijk Rioleringsplan staat hoe deze drie zorgplichten door de gemeente Amsterdam worden ingevuld.

Doel van het plan is om aan het bevoegd gezag te verantwoorden op welke wijze de gemeente Amsterdam haar watertaken uitvoert en in hoeverre zij afdoende middelen heeft om dit in de toekomst te blijven doen. Hiermee voldoet de gemeente aan de planverplichting, zoals die in de Wet milieubeheer (artikel 4.22) is opgenomen. Dit plan biedt tevens een kans om in te spelen op ontwikkelingen, zoals het veranderende klimaat. Op een aantal thema's is het Gemeentelijk Rioleringsplan verder uitgewerkt en toegelicht in een bijbehorend Integraal Technisch Beleidsrapport.

Waterbeheerplan AGV 2016-2021

Het AGV zorgt voor schoon water op het juiste peil en voor droge voeten in het beheergebied. In dit Waterbeheerplan staat welke doelen AGV de komende zes jaren nastreeft en op welke manier het waterschap die doelen wil bereiken. Het Waterbeheerplan (WBP) is een regionale doorvertaling van het provinciale waterbeleid. De drie provincies waar AGV binnen valt (Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland) toetsen het WBP en verlenen goedkeuring. De essentie van dit nieuwe WBP is dat AGV de planperiode gaat gebruiken om door te gaan met het garanderen van voldoende waterstaatkundige veiligheid voor mensen, dieren en goederen, voldoende water en schoon water.

3 Toekomstige inrichting plangebied

3.1 Inleiding

Het plangebied van de dijkversterking ligt op Zeeburgereiland, dat zich tussen het Oostelijke Havengebied en IJburg bevindt. Gelegen in het IJmeer/Markermeer is Zeeburgereiland ontstaan als slibdepot. Het eiland wordt doorkruist door hoofdinfrastructuur die in west-oost richting Amsterdam met IJburg en in noord-zuid richting Amsterdam Noord met Zuid verbindt. Zeeburgereiland ligt in het IJmeer op enige afstand van een natura-2000 gebied: een belangrijk broedgebied voor watervogels.

De ligging van Zeeburgereiland en het plangebied van de dijkversterking is weergegeven in Figuur 3-1. Figuur 3-2 geeft de totale scope van de dijkversterking en herinrichting van de Kom weer.



Figuur 3-1: ligging Zeeburgereiland met geel omcirkeld het plangebied

3.2 Inrichting

3.2.1 Waterkering

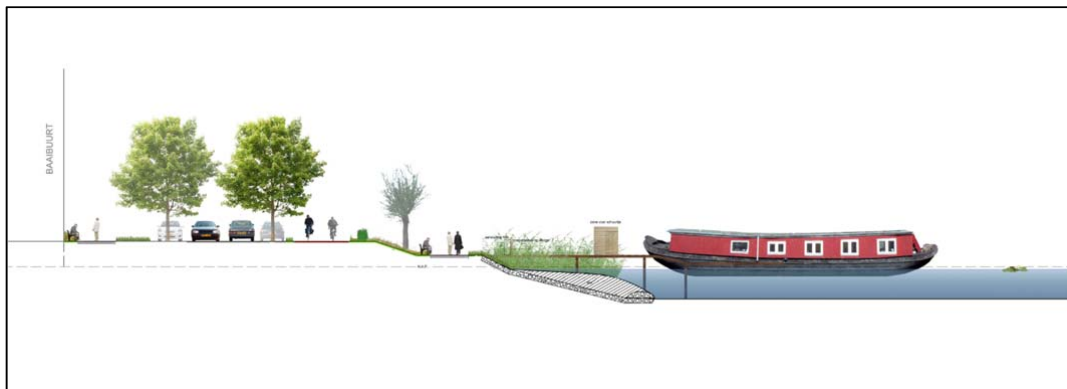
Langs de zuidoever zal een nieuwe, primaire waterkering worden aangelegd. Het principeprofiel zal over de hele lengte, zowel aan de west- als aan de oostkant van de Amsterdamse brug, hetzelfde zijn, zodat de dijk een groen, doorgaand element wordt van de zuidrand van het Zeeburgereiland.



Figuur 3-2: Plankaart nieuwe inrichting van de Kom, van de waterkering en van de tijdelijke ligplaatsen ten oosten van de A10

Het profiel zal worden ingericht als waterbouwsteenoever (tot NAP + 0,90 m) in combinatie met grastalud tot aan de kruin (NAP + 2,00 m). Het theoretisch keurprofiel bevindt zich op NAP +1,70 m.

Het maaiveld achter de kruin zal zich in de eindsituatie op gelijke hoogte van de dijk bevinden (NAP + 2,00 m). Naast een bomenrij zal een buurtweg, parkeerplaatsen en een fietspad op de kruin van de dijk worden gerealiseerd. Bij de ontwikkeling van de Baaibuurt wordt deze buurt opgehoogd en is er ten noorden van de genoemde functies een extra bomenrij en parkeerplaatsen voorzien; deze worden mogelijk later aangelegd en maken vooralsnog geen onderdeel uit van het voorliggende waterhuishoudkundig plan. Halverwege het buitentalud zal een voetpad worden aangelegd nabij de natuurlijke oever op NAP + 0,90 m. Het hoofdnet K&L zal buiten het keurprofiel van de dijk liggen onder de buurtweg, waarbij het distributienet K&L direct onder het voetpad nabij de oever komt te liggen, juist buiten het keurprofiel.



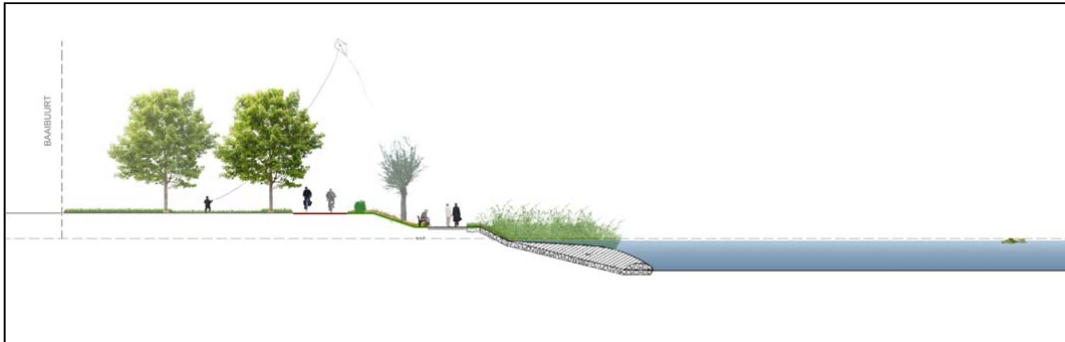
Figuur 3-3: de Zuidoever ten westen van de Amsterdamsebrug. De tweede bomenrij en extra parkeerplekken maken deel uit van de ontwikkeling van de Baaibuurten en worden mogelijk later aangelegd.

Het lager gelegen deel van het buitentalud zal bestaan uit waterbouwsteen dat onder de waterlijn overgaat in een flauwer talud waar zich een rietzone bevindt. Voor deze rietzone zal de aansluiting K&L liggen alsmede de toegangswegen naar de steigers van de woonboten.



Figuur 3-4: bovenaanzicht nieuwe inrichting van de oever en van de Kom

De functionele invulling van het profiel verschilt: het westelijke deel is de woonbotenlocatie, deze loopt door tot aan de vijf woonboten aan de oostzijde van de Amsterdamsebrug. Ten oosten hiervan volgt een deel met een voornamelijk groene invulling aangevuld met extensieve recreatieve elementen zoals een vissteiger (zie Figuur 3-4 en Figuur 3-5).



Figuur 3-5: de Zuidoever ten oosten van de Amsterdamsebrug. De tweede bomenrij aan de landzijde maakt deel uit van de ontwikkeling van de Baai buurten en worden mogelijk later aangelegd.

3.2.2 De kom

Doordat de dijk verhoogd en verbreed wordt, moet de ruimtelijke inrichting en de ligging van de woonboten worden gewijzigd. Er is in de nieuwe situatie ruimte voor minder boten vanwege de benodigde grotere afstand onderling om de kans op brandverspreiding te verkleinen. Na de dijkverzwaring krijgt de dijk de status van primaire waterkering en is privaat gebruik van de oever niet langer toegestaan.

Tussen elk van de ligplaatsen zal een ruimte van minimaal 3,80 meter tot een maximum van 5,0 meter aangehouden worden, waardoor tevens de brandveiligheid van de woonboten gewaarborgd wordt. De nieuwe ligplaatsen hebben in de nieuwe situatie ieder een gelijke omvang en overal dezelfde minimale tussenruimte, ongeacht de aangemeerde woonboot.

Om deels tegemoet te komen aan de wensen van de huidige bewoners om het verlies in buitenruimte (de veelal afgeschermd oever ter plaatse van de woonboten wordt door bewoners gebruikt) te compenseren, zal een ruime rietkraag met vlonder gerealiseerd worden. De toegangssteigers gaan vanaf het niveau van de berm op het buitentalud (ca. NAP +1,0 m; zie Figuur 3-3) horizontaal door het riet heen. Hierdoor wordt de flora en fauna zo min mogelijk verstoord. De toegangssteigers komen uit op platforms met daarop schuurtjes. Vanaf dit platform zijn er steigers naar de boten toe.

De gemeente biedt een vlonderafmeting aan van 6 x 3 m. Dit is ruim genoeg om een schuur op te plaatsen en een klein terras over te houden. In het bestemmingsplan zal worden geregeld dat uitbreiding van deze vlonder door bewoners zelf tot in totaal maximaal 6 x 4 m toegestaan is. Daarnaast is maximaal 24 m² drijvende vlonder binnen de grenzen van de eigen ligplaats toegestaan, een en ander conform de Beleidsnotitie woonboten en oevergebruik van Stadsdeel Oost van d.d. 25 juni 2013.

Ten oosten van de Amsterdamsebrug zullen ook nieuwe ligplaatsen worden ingericht voor de nu al daar liggende 3 woonarken en twee woonboten afkomstig vanuit de Kom.

Het deel van de Kom waar de woonboten en –arken zullen gaan liggen wordt gebaggerd tot NAP -2,50 m. De bodem is momenteel zo ondiep dat de woonboten gemiddeld twee keer per jaar bij het droogvallen van de Kom op de bodem gaan liggen. Ook wegvaren is voor de varende boten op dit moment vaak niet mogelijk.

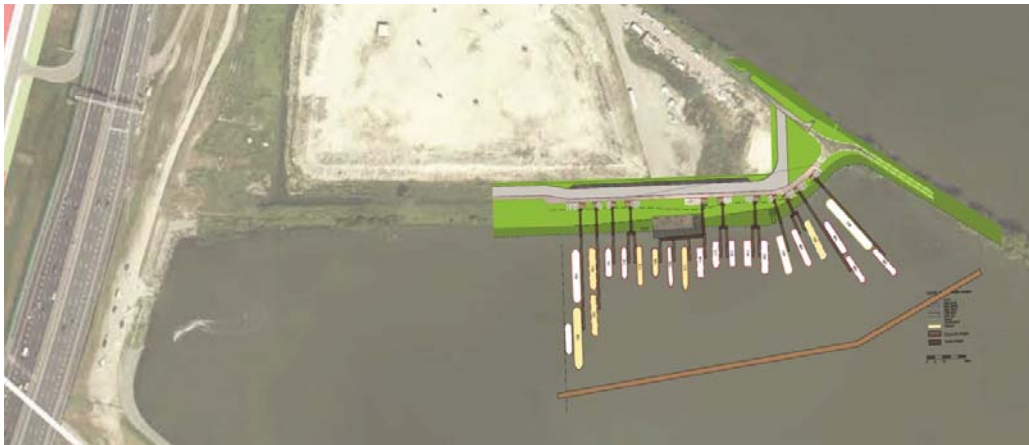
De baggerdiepte van NAP -2,50 m houdt rekening met de onderhoudsdiepte van NAP -1,95 m van de vaargeulen in de buurt (IJburg) en een extra marge van 0,55 m die als volgt is opgebouwd: 0,30 m voor aanslibbing in de periode tussen twee achtereenvolgende baggerbuurten en 0,25 m voor het mogelijk niet gelijk vallen van oplevering van de verdiepte Kom en de periodisering van de onderhoudsbeurten. De baggerwerkzaamheden betreffen ook de aanleg van een vaargeul tussen de woonboten in de Kom en de naastliggende vaargeul van IJburg.

3.2.3 Tijdelijke ligplaatsen

Voor de verzwaring van de dijk aan de zuidzijde van Zeeburgereiland moet de huidige oever geheel vrij worden gemaakt. Daarnaast wordt er gebaggerd, worden kabels en leidingen verlegd en wordt de huidige dijk opgehoogd, bekleed en opnieuw ingericht.

Om deze dijkverzwaring te kunnen uitvoeren zullen de woonboten gedurende de werkzaamheden tijdelijk elders moeten worden gelegd. De verwachting is dat deze periode circa 1,5 jaar zal bedragen. Na uitvoering van de dijkverzwaring kunnen de woonboten terugkeren naar de oorspronkelijke plek. De Oostpunt van het Zeeburgereiland is de locatie waar tijdelijke ligplaatsen zullen worden gerealiseerd.

Voor de inrichting van de tijdelijke ligplaatsen wordt een watervergunning bij Rijkswaterstaat Midden Nederland aangevraagd. Rijkswaterstaat heeft laten weten in te kunnen stemmen met het aanleggen van tijdelijke ligplaatsen bij de Oostpunt voor dit project. Voorwaarde is dat na gereed komen van de definitieve ligplaatsen in De Kom de tijdelijke ligplaatsen worden opgeheven. Deze ligplaatsen kunnen daardoor niet gebruikt worden voor andere projecten waarvoor woonboten tijdelijk moeten worden uitgeplaatst.



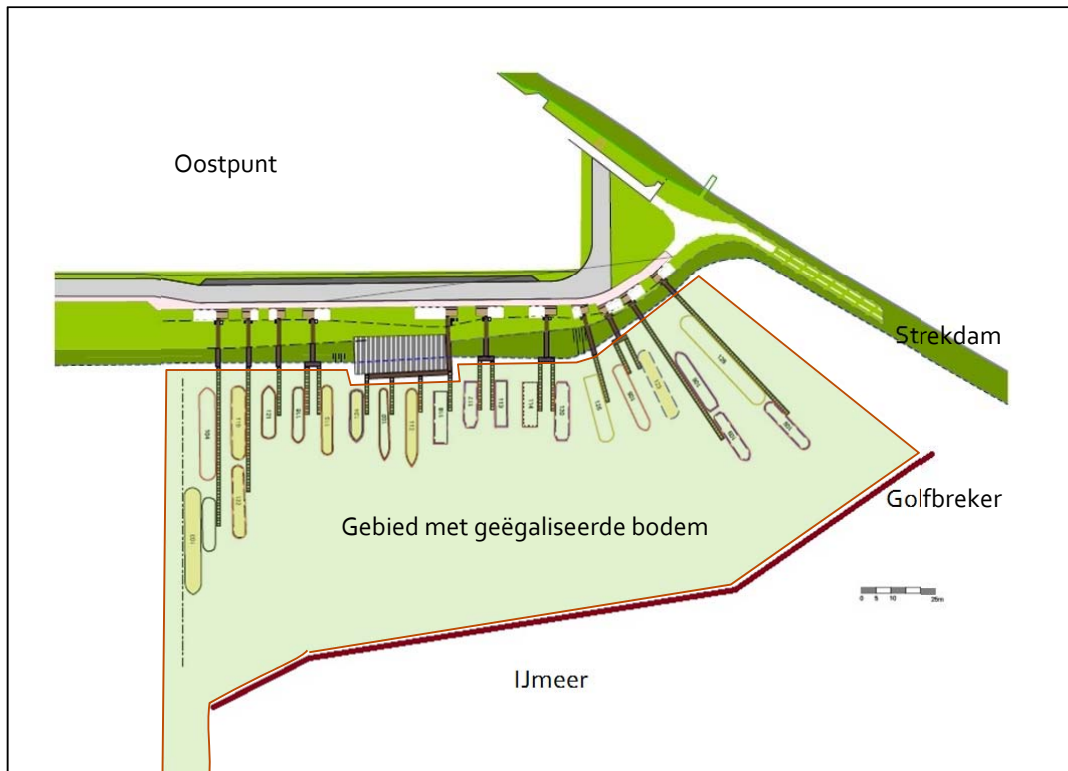
Figuur 3-6: inrichting tijdelijke ligplaatsen bij de Oostpunt



Figuur 3-7: Impressie Oostpunt Zeeburgereiland met tijdelijke ligplaatsen

De ligplaatsen worden aan het oostelijke deel van de zuidoever van de Oostpunt aangelegd. Bijna voor alle woonboten worden individuele steigers gerealiseerd. De steigers zijn zodanig geplaatst dat de woonboten op veilige afstand van elkaar liggen om aan de minimale eisen ten opzichte van brandveiligheid te voldoen.

De woonbootbewoners kunnen de oever bereiken door een drijvende steiger en een vaste loopbrug. Via loopbrug en steiger lopen de huisaansluitingen.



Figuur 3-8: inrichting tijdelijke ligplaatsen bij de Oostpunt

Ook voor de tijdelijke ligplaatsen is egalisatie van de bodem op een minimale diepte noodzakelijk. De bodem wordt op een diepte van NAP -1,95 m gebaggerd (gelijk aan de bodemdiepte van de vaargeulen rondom IJburg). Een nieuwe vaargeul verbindt de tijdelijke ligplaatsen met de vaargeulen van IJburg die zorgen voor de ontsluiting van het gebied.

Omdat deze locatie minder beschermd dan de Kom is, wordt een tijdelijke golfbreker aangelegd in de vorm van een damwand. De golfbreker wordt evenals de tijdelijke inrichting verwijderd nadat de dijkversterking is voltooid en de woonboten terug zijn geplaatst. Het te baggeren gebied bevindt zich tussen de golfbreker en de huidige oever (zie Figuur 3-8).

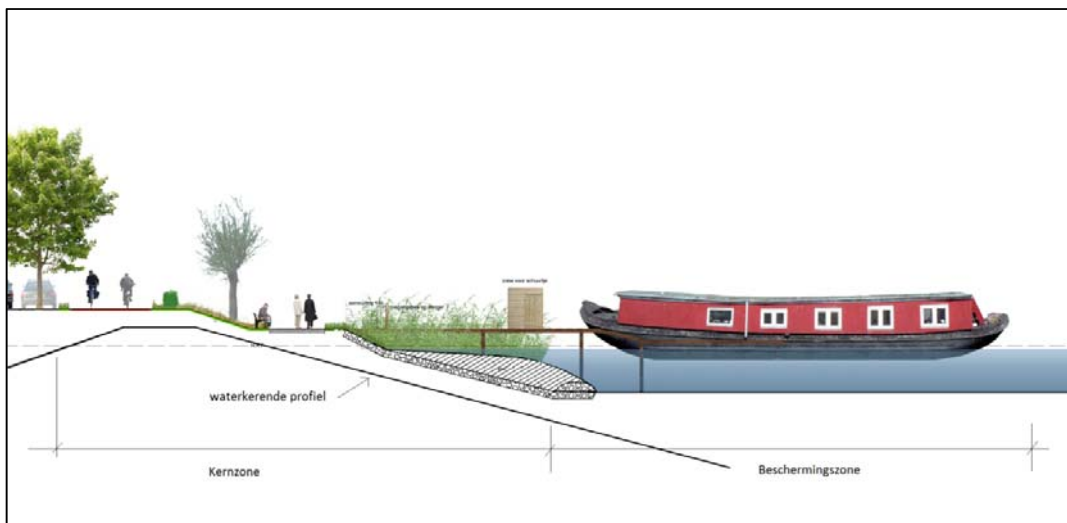
4 Watersysteem

In dit hoofdstuk worden de waterhuishoudkundige aspecten met betrekking tot het plangebied toegelicht.

4.1 Waterkeringen

4.1.1 Primaire waterkering

Het IJmeer, het zuidelijke deel van het Markermeer, is in de Waterwet aangemerkt als buitenwater. Op het eiland zijn daarom primaire waterkeringen voorzien die Zeeburgereiland beschermen tegen overstromen. De waterkeringen worden aangelegd in de periode 2018-2021. Voor de ontwikkeling van de Kom gaan we uit van de eindsituatie waarin de waterkering gereed is en rekening moet worden gehouden met de zones van de waterkeringen. De ontwikkeling zal deels in de kernzone en beschermingszone van deze waterkering plaatsvinden.



Figuur 4-1: Doorsnede primaire waterkering Zeeburgereiland. De gearceerde verondieping wordt met grond gerealiseerd.

De kernzone loopt van binnen- tot buitenteen van het waterkerende profiel. Omdat in dit geval de binnenteen niet aanwezig is (volgens de Keur van AGV, 2017 is er hier dan sprake van een halfverholten waterkering), zal de binnengrens van de kernzone 5,0 m achter de referentiekruinlijn van het profielvallen. De kernzone heeft bij deze waterkering een breedte van circa 23,0 m. De beschermingszone begint vanaf de kernzone, aan de binnen- en buitenzijde en heeft een breedte van 25,0 m.

De aanleg van de funderingspalen van de steigers en de verondieping voor de rietstrook vallen deels in de kernzone van de primaire waterkering. Overige funderingspalen van de steigers en de baggerwerkzaamheden vallen deels in de beschermingszone.

Een aantal van de funderingspalen zullen door de stenen bekleding van het buitentalud heen worden gebracht. Van belang voor de stabiliteit van de waterkering is dat een grondlichte, maar waterdoorlatende aansluiting wordt gerealiseerd tussen palen en kraagstuk van de bekleding. De verondieping voor de rietstrook met grond heeft weinig tot geen invloed op de stabiliteit van de waterkering. De keuze van de grond waarmee de verondieping wordt gerealiseerd verdient aandacht omdat deze waterkering waterdoorlatend moet zijn. Dit om te zorgen dat het grondwaterniveau op het eiland voldoende laag blijft.

De baggerwerkzaamheden kunnen invloed hebben op de waterkering omdat door de verlaagde bodem zettingsvloeiing kan optreden. Echter, omdat het buitentalud hard bekleed wordt, is effect op de stabiliteit van de waterkering door het optreden van zettingsvloeiing uit te sluiten.

4.1.2 Waterkering Oostpunt

De Oostpunt heeft een tertiaire waterkering. De inrichting van de tijdelijke ligplaatsen zal derhalve deels binnen de beschermingszones van deze waterkering vallen. Ook bij de Oostpunt zullen de funderingspalen van de steigers die door de taludbekleding moeten worden geplaatst goed worden aangesloten aan het kraagstuk van de bekleding. Of de bekleding hier met een kraagstuk wordt aangelegd, moet nog worden onderzocht. Doel is hier wel om de bestaande bekleding zo veel mogelijk ongewijzigd te laten en/of te herstellen indien na het tijdelijke gebruik aantasting daarvan heeft plaatsgevonden.

Bij de egalisatie van de bodem vinden bij de Oostpunt niet alleen baggerwerkzaamheden maar ook aanvullingen plaats. Dit omdat op sommige locaties de bodem dieper is dan de gewenste diepte van NAP -1,95 m. Waar de bodem wordt aangevuld, zal geen zettingsvloeiing kunnen plaatsvinden. Langs de locatie waar wel gebaggerd wordt is zettingsvloeiing wel mogelijk. Echter, ook hier is zettingsvloeiing uitgesloten, omdat het buitentalud van de waterkering met harde bekleding is voorzien.

4.2 Oppervlaktewater

Het plangebied ligt in het IJmeer, het zuidelijke deel van het Markermeer. Het huidige peil van het IJmeer fluctueert tussen NAP -0,40 m (winter) en NAP -0,20 m (zomer). Het 'Nationaal Waterplan 2016-2021' voorziet in de periode voor en na 2050 voor het Markermeer geen peilstijging. Dit ondanks beperkt meestijgen van het winterpeil van het IJsselmeer met de zeespiegel wordt voor de periode na 2050 als optie opgehouden: het kabinet houdt rekening met een stijging van het winterpeil in het IJsselmeer na 2050 van maximaal 0,30 m. In de andere meren in het

IJsselmeergebied (waaronder het Markermeer en IJmeer) blijft het gemiddelde winterpeil na 2050 gehandhaafd. Om het doel van het Nationaal Waterplan te kunnen realiseren moet extra pompcapaciteit in de Houtribdijk worden gebouwd. Hierover vindt nog besluitvorming plaats [1]. In de tussentijdse herziening van Het Nationaal Waterplan van 2014 zijn de Deltabeslissingen opgenomen. Een van deze beslissingen is dat er een nieuw peilbesluit komt voor het Markermeer/IJmeer. Volgens het ontwerppeilbesluit IJsselmeergebied wordt het huidige zomerpeil in het IJsselmeer en Markermeer vervangen door een peil met een bandbreedte waarbinnen het peil mag fluctueren (maximaal 20 cm). Zo kan in het voorjaar en in de zomer worden ingespeeld op de meteorologische omstandigheden. Daarnaast biedt de bandbreedte de mogelijkheid voor een natuurlijker peilverloop. Dit natuurlijker verloop houdt in, dat onder gemiddelde omstandigheden en na zorgvuldige afweging het peil in het voorjaar wordt verhoogd tot de bovengrens van de bandbreedte en in augustus uitzakt naar de ondergrens van de bandbreedte. Dit peilbesluit zal in 2022 in werking treden. Dit betekent dat de tijdelijke ligplaatsen op de Oostpunt al opgeheven zijn. Het nieuwe peilbesluit heeft derhalve geen consequenties voor de tijdelijke ligplaatsen. In het ontwerp van de primaire waterkering en het ontwerp van de definitieve ligplaatsen in de Kom wordt wel met het nieuwe peilbesluit rekening gehouden.

Vanwege de ligging van Zeeburgereiland in de nabijheid van een Natura-2000 gebied geldt hier het zogenaamde "stand-still" beginsel [2]. Dit houdt in dat door nieuwe ontwikkelingen in het IJmeer/Markermeer de waterkwaliteit van het IJmeer niet mag verslechteren. Het waterhuishoudkundig systeem binnen het plangebied wordt daarom zodanig ingericht dat aan de neerslag die op het eiland valt zo weinig mogelijk vervuiling uit het stedelijk gebied wordt toegevoegd. Daarnaast voorziet de inrichting van de Sluisbuurt in mogelijkheden om een deel van de neerslag op het eiland lokaal te infiltreren. Het geïnfiltreerde hemelwater stroomt door de zuiverende werking van de bodempassage als schoon freatisch grondwater af naar het IJmeer. Bij de inrichting van de Baaibuurt wordt zeer waarschijnlijk dezelfde mogelijkheid tot infiltratie van de neerslag gecreëerd.

Het Zeeburgereiland vormt één peilgebied met streefpeil NAP -0,40 m. Het wordt bemalen door het gemaal aan de Zuider IJdijk dat uitmaakt richting IJmeer. In de eindsituatie na de ontwikkeling van de verschillende buurten is een open verbinding naar het Amsterdam Rijnkanaal en opheffing van het gemaal voorzien. Het streefpeil blijft NAP -0,40 m. De enige delen van het eiland die niet afwateren op het gemaal zijn de oostpunt en oksels A10, die aparte watersystemen vormen maar hetzelfde peil van NAP -0,40 m hebben en afmalen/afwateren op het IJmeer.

De oevers en waterkeringen op Zeeburgereiland worden waterdoorlatend aangelegd zodat het grondwater in het plangebied ongehinderd kan afstromen naar het oppervlaktewater. Het oppervlaktewatersysteem van het Zeeburgereiland wordt niet beïnvloed door de herinrichting van de Kom.

Delen van de bodem van de Kom zijn met asbest vervuild. Bij de baggerwerkzaamheden voor de verondieping van de Kom zal de bodem worden gesaneerd. Omdat asbest zich in de bovenste slappe bodemlagen bevindt en de baggerwerkzaamheden tot iets diepere lagen worden uitgevoerd, is de verwachting dat de gehele vervuiling zal worden verwijderd om elders op een geschikte locatie te kunnen worden gestort. Overige delen van de bodem zijn schoon of licht

verontreinigd. Bij het baggeren van de overige delen zal een geschikte locatie, afhankelijk van de kwaliteit van de bodem, worden gevonden voor het toepassen van de gegraven materialen.

Om de tijdelijke ligplaatsen te kunnen inrichten en voorzien van een wegontsluiting, is de kans groot dat delen van de watergangen parallel aan de zuidelijke oever gedempt moeten worden. Compensatie van het gedempte oppervlaktewater is elders in de Oostpunt mogelijk, gezien het gebied vooralsnog en zeker gedurende de periode waarin de woonboten van de Kom hiernaar toe moeten worden verplaatst, niet ontwikkeld zal worden. Extra compensatie voor de tijdelijke ligplaatsen kan al eerder plaatsvinden bij de vestiging van het bedrijf Wind and Wheels op de Oostpunt. Dit bedrijf zal ook wateroppervlak moeten dempen en elders moeten compenseren. Het plan is de watercompensatie te realiseren in de uitbreiding van de watergang die parallel aan de A10 ligt.



Figuur 4-2: overzicht oppervlaktewater Oostpunt, geel zijn geplande dempingen

Huisaansluitingen worden door de gemeente aangelegd. Voor de tijdelijke ligplaatsen van een periode van 1,5 jaar is door RWS toestemming dat de woonboten op het oppervlaktewater blijven lozen. In de definitieve situatie in de Kom zullen de woonboten door de gemeente op het rioolstelsel worden aangesloten, wat een positief effect heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit.

De bodem ter plaatse van de baggerwerkzaamheden bij de Oostpunt is schoon of licht verontreinigd. Doel is om zo veel mogelijk van het gebaggerde materiaal te gebruiken voor de egalisatie van de bodem waar deze te diep is. Of dit mogelijk is, is afhankelijk van de kwaliteit van het gebaggerde materiaal en van de kwaliteit van de bodem waar dat materiaal gestort dient te worden. De kwaliteit van de bodem waar materiaal gestort dient te worden mag daardoor niet slechter worden.

4.3 Grondwater

De gemeente heeft een wettelijke zorgplicht voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen om structurele nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

Voor Zeeburgereiland streeft de gemeente naar een duurzaam functionerend grondwatersysteem. Om die reden zijn ontwateringsnormen geformuleerd waaraan het plangebied dient te voldoen:

- Algemeen uitgangspunt bij nieuw in te richten gebieden is dat er wordt voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm. Op Zeeburgereiland moet kruipruimteloos worden gebouwd. De norm voor kruipruimteloos bouwen is een ontwateringsdiepte van minimaal 0,50 m ten opzichte van het maaiveld. Deze ontwateringsdiepte mag met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen overschreden worden [3]. De met deze norm corresponderende grondwaterstand is hier benoemd als de maatgevend hoge grondwaterstand.
- Om bomen goede groeiomstandigheden te bieden dienen deze te beschikken over voldoende onverzadigd bodemvolume. De gemeentelijke ambitie voor Zeeburgereiland is daarom een ontwateringsdiepte van minimaal 0,80 m ten opzichte van de maatgevend hoge grondwaterstand op de locaties waar bomen worden aangeplant.
- Verder wordt ter plaatse van ondergrondse infiltratievoorzieningen een minimale ontwateringsdiepte ten opzichte van de onderkant van de voorziening van 0,10 m bij een maatgevend hoge grondwaterstand gehanteerd. Voor de bovengrondse infiltratievoorzieningen (wadi's) wordt een minimale ontwateringsdiepte ten opzichte van het diepste bodemniveau van de infiltratievoorziening van 0,50 m bij een maatgevend hoge grondwaterstand gehanteerd.

Toepassing van drainagesystemen om de grondwaterstand te verlagen is onwenselijk en dient voorkomen te worden [3]. Op Zeeburgereiland wordt het bestaande binnenwatersysteem met de vordering van de ontwikkeling steeds verbeterd. De benodigde ontwateringsdiepte kan derhalve worden gerealiseerd door een combinatie van een goed werkend binnenwatersysteem en door voldoende hoogte in het maaiveld aan te brengen.

4.3.1 Toetsing aan de gestelde ontwateringsnormen

De dijkversterking en de herinrichting van de Kom hebben geen negatieve invloed op het behalen van de ontwateringsnormen op het eiland. De waterkering zal verhoogd en verbreed worden door zand met relatief hoge doorlatendheid. Ook de verondieping ten behoeve van de rietstrook wordt uitgevoerd met grond met voldoende doorlatendheid. Daarmee wordt het doorstromen van het grondwater naar oppervlaktewater niet belemmerd. Harde bekledingen mogen de doorlatendheid van de waterkering niet verkleinen.

Over het algemeen loopt de maaiveldhoogte getrapt af naar de randen van het eiland. De freatische grondwaterstand op het eiland is voor maatgevend natte, droge en gemiddelde situaties gesimuleerd. Dit is gesimuleerd met een tijdsafhankelijk grondwatermodel en is vastgelegd in een MER-advies [4] en voor Sluisbuurt uitgewerkt in [6]. Bij het opstellen van de modellen is onder meer rekening gehouden met:

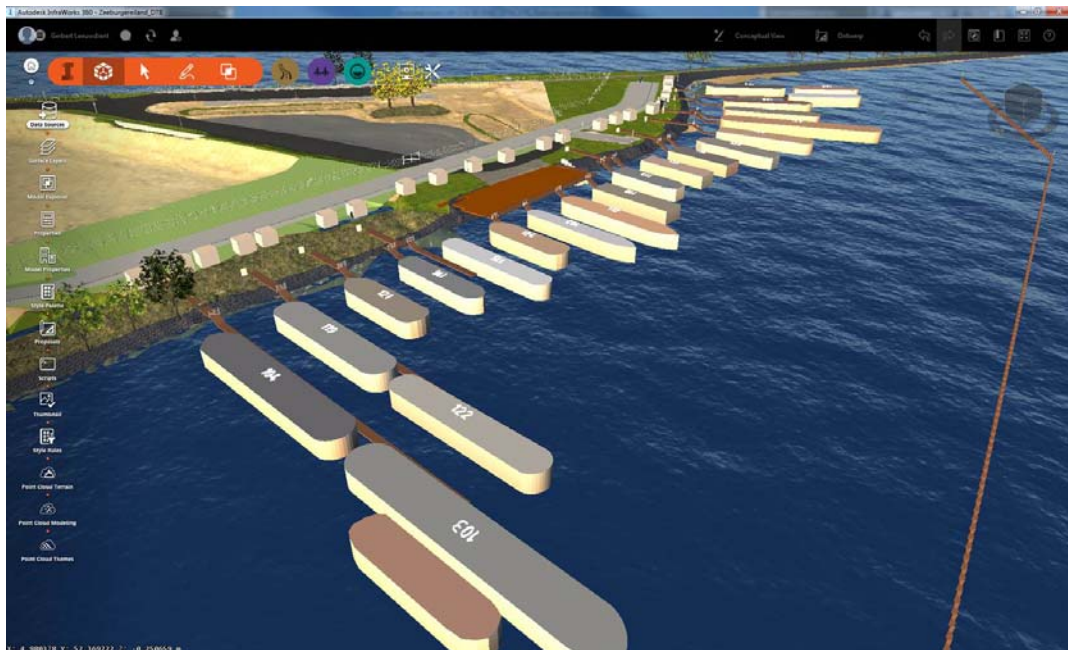
- de toekomstige mogelijke waterpeilen in het IJmeer;
- de nieuwste inzichten op het gebied van klimaatverandering en het effect hiervan op de grondwateraanvulling [5];
- het effect van zowel (langdurig) natte als droge perioden op de grondwaterstand;
- grondwater doorlatende randen.

Uit hete grondwatermodel volgt dat op het gehele eiland en zijn omgeving tijdens alle maatgevende ontwikkelingsstadia geen negatieve grondwatergevolgen optreden [4] en onder welke voorwaarden kan per buurt worden voldaan aan de ontwateringsnormen [6]. De hoge doorlatendheid en dikte van het zandpakket dat is gebruikt voor de ophoging van de ontwikkelde gebieden en de versterking van de randen in combinatie met de hoogte van het maaiveld en het vernieuwde binnenwatersysteem zorgt voor voldoende ontwateringsdiepte onder alle omstandigheden, ook bij het meest extreme klimaatscenario. Bij de ontwikkeling van de afzonderlijke buurten wordt het integrale grondwatermodel voor het Zeeburgereiland verder uitgewerkt voor die buurt en wordt een grondwatertoets uitgevoerd met de meer specifieke ontwikkelplannen. Daaruit volgt een advies voor de maaiveldhoogte zoals voor de Sluisbuurt is gedaan in [6].

4.4 Hemelwater

De herinrichting van de Kom in het IJmeer en de aanleg van tijdelijke ligplaatsen bij de Oostpunt hebben geen invloed op het hemelwater of hemelwaterafvoersysteem op Zeeburgereiland. Hemelwater op het Zeeburgereiland zal gelijk aan de huidige situatie afstromen naar de (terrein)riolering of naar de aanwezige watergangen,

Bij de tijdelijke inrichting van de Oostpunt zal ook een wegontsluiting worden gerealiseerd. Gezien het tijdelijke karakter van deze voorzieningen, zal hiervoor geen asfalt maar waterdoorlatende verharding worden toegepast. Dit kan in de vorm van waterpasserende klinkerverharding en/of waterdoorlatende granulaatverharding worden gerealiseerd.



Figuur 4-3: Impressie Oostpunt Zeeburgereiland met tijdelijke ligplaatsen

Bronvermelding

1. Deltaprogramma 2015; Deltabeslissing Waterveiligheid. Deltacommissaris, april 2014
2. Bestemmingsplan IJburg 2. Gemeente Amsterdam.
3. Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam 2016-2021. Waternet Afvalwater, definitief, 30-12-2015.
4. Geohydrologisch onderzoek MER Zeeburgereiland. Gemeente Amsterdam versie 3, 13-06-2016.
5. KNMI '14 klimaatscenario's voor Nederland. KNMI 2014
6. Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte Sluisbuurt, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, versie 2.2, 1 september 2016.

Bijlage 1: Geohydrologisch onderzoek MER Zeeburgereiland.

Gemeente Amsterdam versie 3, 13-06-2016



Notitie

Aan Steven de Boer
Van Jeroen de Jong, IB, 06-11377634, jeroen.de.jong@amsterdam.nl
Kopie aan Steve Rosendahl, Serge van Munster
Datum 13 juni 2017, concept 3
Ons kenmerk 29800019
Bijlage(n) 3
Onderwerp Geohydrologisch onderzoek MER Zeeburgereiland

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
J. de Jong	R. van Diepen		13-06-17

Inhoudsopgave

<i>Inleiding</i>	2
<i>Uitgangspunten</i>	3
Gebruikte bronnen	3
Uitgangspunten	5
Ontwikkelpunten	6
<i>Gebiedsbeschrijving</i>	9
Bodemopbouw	9
Oppervlaktewatersysteem	10
Grondwatersysteem	12
<i>Modeluitgangspunten</i>	15
Modeluitgangspunten huidige situatie	15
Modeluitgangspunten toekomstige situatie	16
<i>Effect ontwikkeling op de grondwaterstand</i>	19
Huidige situatie	19
Toekomstige situatie	20
Gevoeligheidsanalyse	23
<i>Verwachte zettingen</i>	25
<i>Conclusies</i>	26
<i>Bijlage 1 Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied</i>	28
<i>Bijlage 2 maatgevende sondering per deelgebied</i>	40
<i>Bijlage 3 grondwateraanvulling per deelgebied</i>	41

Inleiding

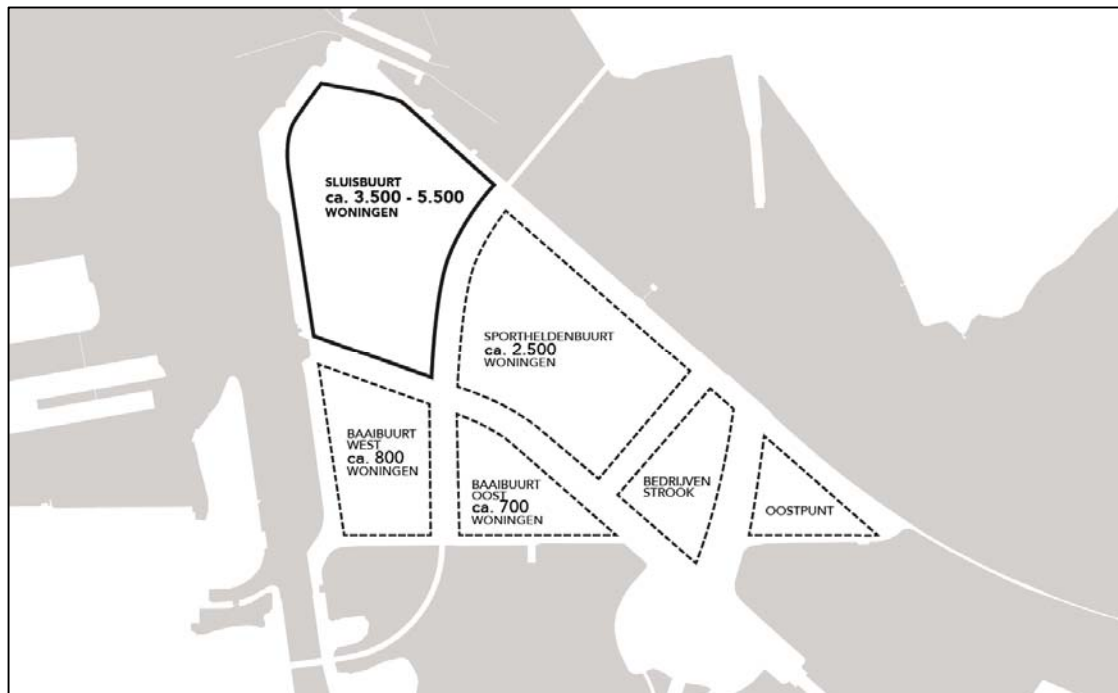
De gemeente Amsterdam is voornemens het Zeeburgereiland in de komende jaren verder te ontwikkelen tot een gebied voor wonen, werken en recreatie. Voor het ruimtelijk plan moet de MER-procedure worden doorlopen om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. De milieueffectrapportage (MER) voor Zeeburgereiland wordt opgesteld door AnteaGroup.

In 2008 is een milieueffectrapportage opgesteld voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland (bron [1]). De aanleiding om heden een nieuwe MER op te stellen is, dat er een groter aantal woningen is gepland dan voorheen (bandbreedte). Sinds 2008 is sprake van een sterke groei van het inwoneraantal van Amsterdam met jaarlijks ca. 5.000 à 10.000 personen. Deze bevolkingsgroei zal de komende jaren aanhouden waardoor er meer behoefte is aan nieuwe woningen. Waar in 2008 voor het Zeeburgereiland nog van werd uitgegaan van 6.000 woningen en 264.000 m² bedrijfsvloeroppervlak (bvo), wordt nu gedacht aan maximaal 9.650 woningen en ca. 294.000 m² bvo. De actuele woningbouwplannen voor de verschillende buurten zijn vermeld in Figuur 1. Om het milieu een volwaardige plaats in de besluitvorming over de verdere ruimtelijke ontwikkeling van het Zeeburgereiland te geven wordt een nieuwe MER-procedure doorlopen.

In de MER van 2008 heeft Ingenieursbureau Amsterdam (IBA) een onderzoek uitgevoerd naar de geohydrologische en geotechnische aspecten van de toekomstige ontwikkelingen op Zeeburgereiland (18 december 2006, bron [2]). Daarin zijn de volgende punten bekeken:

1. Verandering in grondwaterstanden in de toekomstige situatie per deelgebied voor verschillende varianten (kwantitatief);
2. Verandering in grondwaterstroming (kwalitatief);
3. Verandering in stijghoogte (kwalitatief);
4. Zetting van de ondergrond als gevolg van verandering in de grondwaterstanden (kwalitatief).

Sinds het onderzoek uit 2006 zijn de planvorming en uitvoering van het Zeeburgereiland voortgeschreden. De Sportheldenbuurt (het voormalige "RI-oost") is bouwrijp gemaakt en is inmiddels deels bebouwd en bewoond; voor deze MER kan de Sportheldenbuurt worden beschouwd als bestaand gebied. De ontwikkelplannen voor de Sluisbuurt en Bedrijvenstrook zijn in een vergevorderd stadium beland. Op middellange termijn is de ontwikkeling voorzien van Baaibuurt West en Baaibuurt Oost. De ontwikkelingen leiden tot een ander patroon van watergangen op het eiland, waardoor het grondwaterregime wijzigt. Een tweede factor met effect op het grondwater is dat het verhard oppervlak toeneemt, waardoor het grondwater minder wordt aangevuld door neerslag. Ten slotte worden ondergrondse constructies gebouwd (kelders, kades) die een effect kunnen hebben op de grondwaterstroming. Zodoende is er aanleiding om het geohydrologisch onderzoek en het grondwatermodel Zeeburgereiland te actualiseren voor de huidige plannen.



Figuur 1 Ontwikkelgebieden Zeeburgereiland

In onderstaand rapport worden het effect van de actuele planontwikkelingen op de grondwaterstanden en de geotechnische consequenties weergegeven. Het rapport zal als basis fungeren voor het geohydrologische/geotechnische deel van de MER Zeeburgereiland.

Uitgangspunten

Gebruikte bronnen

Bij het onderzoek zijn de volgende bronnen gebruikt:

[1] Herontwikkeling Zeeburgereiland Milieueffectrapport, Witteveen+Bos, 19 mei 2008, referentie AS805-12/nija4/018.

[2] Update geohydrologisch onderzoek ten behoeve van MER Zeeburgereiland, Ingenieursbureau Amsterdam, 18 december 2006, documentnummer 9633.

[3] notitie "Geohydrologisch onderzoek Zeeburgereiland", IBA, 15 juni 2005, projectnummer 127545, documentnr. 150264.

[4] Leidraad Zee- en meerdijken, Rijkswaterstaat, 2009.

[5] Eindsituatie deelgebied RIOost op het Zeeburgereiland - Toetsing aan de gemeentelijke grondwaternorm, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 6 januari 2012, documentnr 171335.

[6] Grondwatertoets bedrijvenstrook, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 22 december 2015, kenmerk 191783.

[7] Stedenbouwkundig Plan Sluisbuurt en plankaart, Concept 8 november 2016, Gemeente Amsterdam Ruimte & Duurzaamheid.

[8] Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte Sluisbuurt, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 1 september 2016 (versie 2.2), kenmerk 29800019.

[9] SO maaiveld bedrijvenstrook, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 1 september 2016.

[10] Archief boringen/sonderingen, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, geraadpleegd september 2016.

[11] Grindkoffer Kriterion Bedrijvenstrook Zeeburgereiland, Ingenieursbureau Amsterdam, 13 november 2012, projectnummer 55603.400, documentnummer 177944/vys.

[12] Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland, rapport R1503267-RH_1, MOS Grondmechanica BV, 3 maart 2016, aangevuld met meetreeks van 26-02-2016 t/m 08-07-2016.

[13] Peilbuizen monitoringsnetwerk van gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, metingen en locaties, bestand "overzicht_data10052016", projectnummer 55754, metingen geraadpleegd t/m 10 mei 2016.

[14] Peilbuizen Waternet, website
<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=365ce03b38c54081a2394205coe53co>, geraadpleegd augustus 2016.

[15] Hydraulische verticale weerstand c van de deklaag, TNO, Oude Essink, in: H₂O 19-2007.

[16] KNMI '14 Klimaatscenario's voor Nederland, Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, herziene uitgave 2015, KNMI, De Bilt.

[17] AHN-2, Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl, geraadpleegd juli 2016.

[18] Randvoorwaarden per kavel voor het grondwater – RI oost Zeeburgereiland, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 3 maart 2014, documentnummer 186191.

[19] Structuurvisie Amsterdam 2040, economisch sterk en duurzaam, vastgesteld door gemeenteraad 17 februari 2011, gemeente Amsterdam.

[20] "Geohydrologisch Onderzoek Zeeburgereiland", OMEGAM, 18 augustus 2003, project (12)13.025.

[21] Geohydrologisch effect van IJburg eilandenrijk ter plaatse van de Diemerzeedijk. Omegam, november 1995.

[22] Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam 2016-2021, 30 december 2015, Waternet.

Uitgangspunten

Voor het onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De Sluisbuurt, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost krijgen een vernieuwd watersysteem met een nieuwe locatie van de watergangen. De watergangen vormen de drainagebasis voor het grondwatersysteem. In de Bedrijvenstrook is geen nieuw oppervlaktewater gepland maar wel een grondwatermaatregel (zie verder onder Bedrijvenstrook).
- Ophoging van de Sluisbuurt, Bedrijvenstrook, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost zal gebeuren met goed doorlatend zand (doorlatendheid minimaal $k=7$ m/dag met 95% betrouwbaarheid).
- In de huidige situatie is een aantal objecten in de ondergrond aanwezig (kelders, damwanden, kades). Deze hebben effect op de grondwaterstroming. In de toekomstige situatie wordt tevens rekening gehouden met een aantal nieuwe 1- en 2-laags kelders en kades in de te ontwikkelen buurten en de mate waarin ze waterremmend worden uitgevoerd.

Meer details over bovenstaande uitgangspunten en de overige uitgangspunten voor het grondwatermodel zijn genoemd in hoofdstuk 4.

Daarnaast vindt een aantal autonome ontwikkelingen plaats in het watersysteem:

- **Verlegging van de waterkeringen.** Dit is een grote ontwikkeling die deels al heeft plaatsgevonden. De aanleiding is dat de bewoners van Zeeburgereiland voldoende waterveiligheid moeten hebben. Dijkkring 44 wordt zodanig uitgebreid dat het Zeeburgereiland erbinnen gaat vallen. Hiertoe wordt aan de noord-, oost- en zuidzijde van het Zeeburgereiland een primaire waterkering aangelegd. Het noordelijk deel is in 2015 gereed gekomen en overgedragen aan beheerder Waternet. Het zuidelijk/oostelijk deel is in voorbereiding. Wanneer dit deel gereed en overgedragen is (circa 2022), kan de dijkkring worden uitgebreid. Dit heeft als consequentie dat de huidige waterkering aan de westzijde, langs het Amsterdam-Rijnkanaal, kan worden afgewaardeerd van primair naar secundair (of zelfs geen status). Er wordt weinig effect op het grondwater verwacht; het streefpeil in de interne watergangen, die als drainagebasis fungeren, blijft in alle fasen NAP -0,40 m.
- **Verhoging streefpeil IJmeer.** Mogelijk wordt het streefpeil van het IJmeer in de toekomst hoger ingesteld uit oogpunt van waterkwantiteit en klimaatadaptatie. Er is rekening gehouden met een maximaal 30 cm verhoogd peil in het IJmeer: hoogste peil wordt het toekomstig winterpeil; afgerond naar boven is dit NAP -0,1 m; bron [4]. Dit heeft een effect op de grondwaterstand aan de randen van het Zeeburgereiland. Zodoende is het verhoogd peil meegenomen in een gevoeligheidsanalyse met het grondwatermodel
- **Klimaatverandering.** In de toekomst wordt wegens klimaatverandering een toename van de neerslag verwacht. Dit betekent dat gemiddeld meer neerslag infiltreert naar het grondwater. De grondwateraanvulling door neerslag neemt toe met een verhogende effect op de grondwaterstanden. De verhoogde neerslaagaanvulling is daarom meegenomen in de gevoeligheidsanalyse met het grondwatermodel, in combinatie met het verhoogd IJmeerpeil. Er is rekening gehouden met het KNMI-

klimaatscenario WH (bron [16]), waarin de neerslag het meest toeneemt, voor het jaar 2085.

Daarop aansluitend zijn er planontwikkelingen op langere termijn in het watersysteem:

- **Open verbinding met het ARK.** Wanneer het watersysteem Zeeburgereiland integraal deel uitmaakt van dijkkring 44, is het mogelijk om een open verbinding te maken tussen het binnenwater van de Sluisbuurt en het ARK, beide met streefpeil van NAP -0,40 m. Wanneer de kering secundaire status krijgt, moet de verbinding afsluitbaar zijn met een deur om het Zeeburgereiland te beschermen tegen een hoogwatersituatie op het ARK (waterpeil NAP -0,10 m), eventueel vergezeld van een noodgemaal. De haalbaarheid van de open verbinding wordt nog onderzocht. Er wordt weinig effect op het grondwater verwacht; het streefpeil in de interne watergangen blijft in alle fasen NAP -0,40 m.
- **Opheffen van het gemaal.** Het poldergemaal bevindt zich aan de zuidwestzijde van het Zeeburgereiland. Opheffen van het gemaal wordt pas een optie nadat de afwaardering van de waterkering en de open verbinding met het ARK zijn gerealiseerd. Het huidige streefpeil is NAP -0,40 m en bij een open verbinding zou dit gelijk blijven. De haalbaarheid van de optie wordt onderzocht. Opheffen van het gemaal heeft geen effect op het grondwater.

Ontwikkelplannen

Het Zeeburgereiland wordt ontwikkeld tot een woongebied met tevens ruimte voor werken en recreatie. Het planologisch kader voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland wordt gevormd door de Structuurvisie Amsterdam 2040 [19]. De bestaande hoofdwegen Ringweg A10-oost, IJburglaan en Zuiderzeeweg zullen blijven bestaan. Deze hoofdinfrastructuur verdeelt het eiland in buurten met elk hun eigen ontwikkelingsstrategie.

In 2008 is voor de herontwikkeling van het Zeeburgereiland een MER opgesteld. Deze MER heeft als basis gediend voor het bestemmingsplan voor het eerste deelgebied dat in ontwikkeling is genomen, te weten deelgebied RI-Oost, thans de Sportheldenbuurt genoemd. Op dit moment is de ontwikkeling van twee nieuwe deelgebieden aan de orde: de Sluisbuurt en de Bedrijvenstrook. Hiervoor wordt het proces van een bestemmingsplan doorlopen. Op middellange termijn is ook de ontwikkeling voorzien van de Baaibuurt Oost en Baaibuurt West. Voor de Oostpunt worden momenteel geen ontwikkelingen voorzien.

Voor de huidige MER is geen integraal Ontwikkelingsplan beschikbaar maar wordt gebruik gemaakt van de actuele plannen voor de verschillende deelgebieden. Hieronder worden de actuele ontwikkelingen per deelgebied genoemd met een focus op de relevante zaken voor geohydrologie en geotechniek.

Sportheldenbuurt

De eerste ontwikkeling op het Zeeburgereiland betreft de Sportheldenbuurt op het terrein van de voormalige Rioolwaterzuivering Oost ("RI-Oost"). Dit gebied is bouwrijp gemaakt vanaf circa 2007, waarbij het gebied partieel is opgehoogd tot een maaiveldhoogte van NAP +1,32 m aan de randen en NAP +2,40 m in het centrale deel (bron [5]). De eerste bewoners vestigden zich in 2014. Op dit moment is circa de helft van de kavels bebouwd of is in aanbouw. De verwachting is dat over circa drie jaar de meeste kavels zijn bebouwd. Om te compenseren voor de verhardingstoename op de

Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook is rond 2009 een primaire watergang aangelegd rondom de Sportheldenbuurt. Deze ringwatergang dient tevens als drainagebasis voor het grondwatersysteem van de Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook. Door de vrij grote afstand tussen de watergangen, de slechte bodemopbouw (voormalig baggerdepot), de niet-integrale ophoogmethode (cunettenmethode) en de gefaseerde ontwikkeling met tijdelijk onverharde gebieden heeft er grondwateroverlast plaatsgevonden in de bouwfase. In de woonfase blijft grondwater een aandachtspunt; er zijn diverse maatregelen getroffen waardoor in de huidige situatie net wordt voldaan aan de grondwaternorm. De ervaringen hebben het inzicht opgeleverd dat integrale ophoging van de overige ontwikkelgebieden wenselijk is.

Bedrijvenstrook

De bedrijvenstrook zal een aantal bedrijven zonder woonfunctie bevatten. De planvorming voor de bedrijvenstrook is circa 2010 gestart maar is vanwege de economische crisis tijdelijk gestaakt. Vanaf 2015 is de planvorming voortgezet met een aantal concrete initiatieven en ontwikkelaars. In 2016 is het stedenbouwkundig plan uitgewerkt tot een concreet matenplan [9] voor de openbare ruimte. Het gebied wordt sterk verhard. Conform het ophoogadvies [6] wordt het gebied integraal opgehoogd tot een maaiveldhoogte van circa NAP +1,8 m met laagste maaiveld op NAP +1,4 m (Kaap Kotweg). Naar verwachting gebeurt het bouwrijp maken en ophogen circa 2017 en zullen de eerste gebruikers zich circa 2019 vestigen. Het is onduidelijk hoe lang het duurt voordat de buurt volledig is ontwikkeld. Het bestaande tankstation Kriterion blijft voorlopig in gebruik en wordt niet ontwikkeld; dit blijft op de huidige maaiveldhoogte van NAP +0,90 m liggen. Er wordt geen nieuw oppervlaktewater gemaakt. Om het grondwater voldoende laag te houden en grondwateroverlast op het terrein van Kriterion te voorkomen, wordt een grondwatermaatregel (huidig voorstel is grindkoffer met drainage, nog geen besluit welke uitvoeringsvorm) aangelegd tussen het op te hogen gebied en Kriterion [11], zie Figuur 2.



Figuur 2 Ligging grondwatermaatregel (huidig voorstel grindkoffer) Bedrijvenstrook (in rood) ten bate van de grondwaterbeheersing

Sluisbuurt

De Sluisbuurt wordt naar verwachting in 2017 bouwrijp gemaakt en het plan is in 2019 de eerste bewoners te ontvangen. De wijk wordt integraal opgehoogd en aangelegd op een maaiveldniveau van NAP +2,10 m (bron [7] en [8]). De huidige watergangen worden gedempt (met uitzondering van een deel van de noordelijke watergang langs de waterkering). Vervolgens wordt er een volledig nieuw watersysteem aangelegd met 12 m brede watergangen en een waterbassin. Dit is te zien in Figuur 3. Er is een relatief kleine afstand gepland tussen de watergangen, om de grondwaterstand voldoende laag te houden. Bij de ophoging van het maaiveld wordt rekening gehouden met huidige en toekomstige objecten in de bodem die effect hebben op de grondwaterstroming; dit zijn verticale kades en een aantal 1- en 2-laags parkeergarages. Om deze effecten te beperken, worden de verticale kades en 1-laagskelders grondwaterneutraal uitgevoerd, bijvoorbeeld door een grondverbetering eronder aan te leggen (bron [8]).



Figuur 3 Plankaart Sluisbuurt, concept 8 november 2016.

Baaibuurt West en Baaibuurt Oost

De ontwikkeling van de Baaibuurten zal in principe plaatsvinden nadat de Bedrijvenstrook en Sluisbuurt grotendeels bebouwd zijn. Aangezien het aantal bewoners in Amsterdam jaarlijks toeneemt met circa 5.000 à 10.000 personen en er een woningbouwopgave is, wordt de ontwikkeling van de Baaibuurten voorzien op middellange termijn, ergens tussen 2022 en 2030, mede afhankelijk van de economische situatie. De buurten beslaan een relatief klein deel van het Zeeburgereiland. Het maaiveld ligt hier vrij laag op gemiddeld circa NAP +0,6 m, en om een permanente woonfunctie mogelijk te maken is ophoging van het maaiveld noodzakelijk. Waarschijnlijk gaat de ophoging gepaard met een volledig nieuw watersysteem volgens het principe van de Sportheldenbuurt en Sluisbuurt. Het toekomstige watersysteem is nog niet bekend. In de MER van 2008 werd uitgegaan van 12 m brede ringwatergangen rondom de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost.

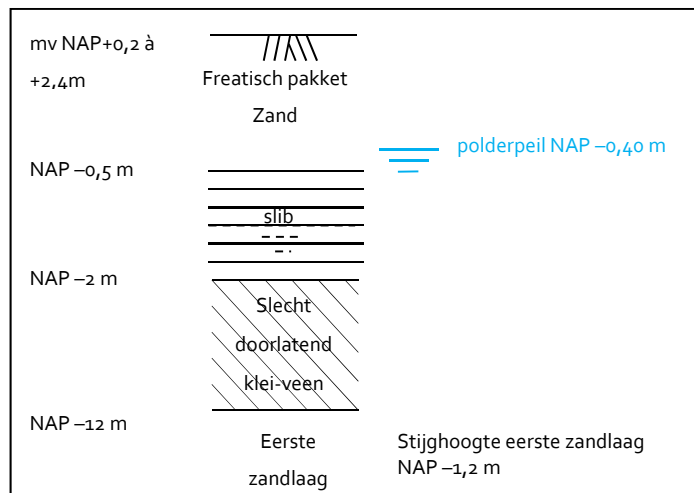
Oppervlaktewatersysteem gehele Zeeburgereiland

De hoofdwatergangen van de verschillende deelgebieden zijn en blijven met elkaar verbonden. Om voldoende afvoercapaciteit te hebben, is het nodig een aantal duikers te vergroten. Bij de ontwikkeling van het oppervlaktewatersysteem wordt rekening gehouden met de autonome ontwikkelingen zoals hiervoor beschreven. De bestaande waterpartijen in de oksels van de A10-afritten blijven bestaan; het plan is deze te verbinden met de interne watergangen van het Zeeburgereiland tijdens de aanleg van de waterkering aan de zuidzijde.

Gebiedsbeschrijving

Bodemopbouw

Het plangebied is een voormalige baggerbergplaats met een heterogene bodemopbouw. Het oorspronkelijk bodemmateriaal bestaat uit baggerslib waarop op diverse plaatsen een ophooglaag van zand is aangebracht. Het maaiveldniveau varieert van circa NAP +0,2 m tot NAP +2,4 m. De sliblaag onder de ophooglaag bestaat uit een afwisseling van kleiig en zandig materiaal. Onder het slib bevindt zich het Holocene klei-veen pakket met daaronder een watervoerend pakket. Aan de westzijde van het eiland bevindt zich onder het slib een geulvulling die is afgezet in de Oergeul van het IJ. In de geul is de oorspronkelijke bodem geërodeerd tot een diepte van circa NAP – 23 m. Deze geul is later opgevuld met de geulvulling (zand, veen en klei). Er zijn voor de deelgebieden in totaal tien karakteristieke grondprofielen opgesteld (bijlage 1) aan de hand van lokale sonderingen (met behulp van bron [10] en [20] zijn representatieve sonderingen gekozen die zijn weergegeven in bijlage 2). De bodemopbouw (buiten de geul) is geschematiseerd in Figuur 4

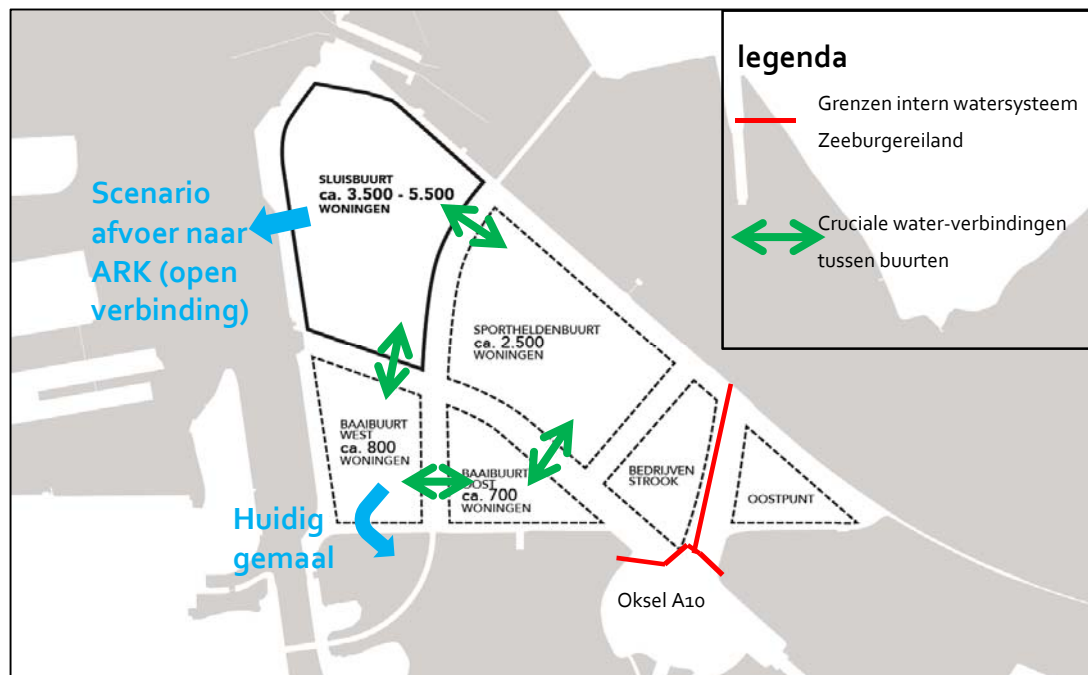


Figuur 4 Geschematiseerde bodemopbouw (buiten de geul)

Oppervlaktewatersysteem

Het huidige watersysteem op Zeeburgereiland is schematisch weergegeven in Figuur 5 en bestaat uit drie deelsystemen:

- Ten westen van de A10 wordt met het poldergemaal aan de Zuider IJdijk (Baaibuurt West) een streefpeil van NAP -0,40 m gehanteerd in het interne watersysteem.
- De watergang in de Oostpunt wordt bemalen via een apart poldergemaal op peil NAP -0,40 m.
- Het gebied rond de Ringweg A10-Oost bevat twee waterpartijen en kan door middel van afsluitbare duikers afwateren op het IJmeer. In de onderdoorgang onder de A10 wordt het grondwater permanent onderbemalen (geen watergangen) en het water wordt geloosd op de hoger gelegen waterpartijen via een gemaal.



Figuur 5 Schematisch watersysteem Zeeburgereiland

De waterlopen liggen op onregelmatige afstanden in het gebied. De reeds ontwikkelde Sportheldenbuurt heeft een 12 m brede ringwatergang. De randen van het eiland bestaan voor het grootste deel uit grondwaterdoorlatende waterkeringen. Het streefpeil voor het buitenwater van het IJmeer bedraagt NAP $-0,40$ m in de winter en NAP $-0,20$ m in de zomer. Het streefpeil voor het buitenwater van het IJ/Noordzeekanaal en het Amsterdam Rijnkanaal is NAP $-0,40$ m.

Grondwatersysteem

Het grondwater stroomt door het freatisch pakket (ophoogzand) af naar de watergangen en voor een deel naar het buitenwater. De grondwaterstanden worden gedomineerd door de matig doorlatende bodemopbouw, die mede wordt bepaald door het voormalig gebruik van grote delen van het eiland als baggerdepot. Dit levert relatief hoge grondwaterstanden op. Gebieden die ontwikkeld worden, worden dan ook opgehoogd met goed doorlatend zand om de grondwaterstroming te verbeteren. De Sportheldenbuurt is partieel opgehoogd volgens de cunettenmethode. Deze manier van niet-integraal bouwrijp maken heeft geleid tot grondwateroverlast in de tijdelijke situatie. Door het treffen van grondwatermaatregelen (drainages en grondverbeteringen) en het geleidelijk bebouwen van het gebied (waardoor minder hemelwater percoleert naar het grondwater) zijn de grondwaterstanden gedaald en is in de huidige toestand geen overlast meer. Permanente drainages zijn, voor zover bekend, aanwezig in de Sportheldenbuurt (boostergemaal en tussen blok 4 en 5).

De grondwaterstanden in de Sportheldenbuurt, Bedrijvenstrook en langs de IJburglaan worden regulier gemeten in een netwerk van peilbuizen. Daarnaast zijn er peilbuismetingen beschikbaar van de overige deelgebieden (met uitzondering van Oksel A10). De huidige gemiddelde freatische grondwaterstanden kunnen als volgt worden samengevat.

Tabel 1 Gemiddelde freatische grondwaterstanden (gemeten)

Deelgebied	gemeten gemiddelde freatische grondwaterstand (indicatie in m NAP)	Peilbuizen	Toelichting en bron
Sportheldenbuurt	+0,0 à +1,0	Peilbuizen IB 2, 3, 9, 20, 38, 40, 41, 42	dagelijkse metingen [13]
Bedrijvenstrook	+0,0 à +1,0	peilbuizen IB, 12, 14, 15, 24, 27, 37	dagelijkse metingen [13]
IJburglaan	-0,3 à +0,0	peilbuizen IB, 32, 33, 34, 35	dagelijkse metingen [13]
Sluisbuurt	+0,0 à +0,8	Projectpeilbuizen 1 t/m 20; Waternet-peilbuizen Do8025A, Do8026A, Do8027A	geplaatst door MOS Grondmechanica [12]; Waternet bron [14]
Baaiuurt West	-0,4 à +0,2	Waternet-peilbuizen Do8033A, Do8034A, Do8036A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Baaiuurt Oost	-0,5 à -0,3	Waternet-peilbuizen Do8037A, Do8038A, Do8039A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Oostpunt	+0,1 à +0,7	Waternet-peilbuizen Do8040A, Do8041A, Do8042A	inmiddels afgesloten, Bron [1] en [14]
Oksel A10	Geen metingen beschikbaar	-	-

De stijghoogten in het eerste watervoerend pakket zijn regulier gemeten in een aantal peilbuizen van Waternet en gemeente Amsterdam. De gemiddelde stijghoogten zijn zichtbaar in Tabel 2.

Tabel 2 Gemeten stijghoogten in 1^e watervoerend pakket

Deelgebied	gemeten gemiddelde stijghoogte ¹ (indicatie in m NAP)	In peilbuizen	Toelichting en bron
Sportheldenbuurt	-1,2	Peilbuis IB D1	[13]
Bedrijvenstrook	-1,2	Interpolatie van omliggende peilbuizen	[13] en [14]
IJburglaan	-1,2		
Sluisbuurt	-1,2	Waternet Do8020D, Do7002C, Do7002D	[14]
Baaihuurt West	-1,3	Waternet Do8001C, Do8001D Do8021C, Do8021D	[14]
Baaihuurt Oost	-1,2	Interpolatie van omliggende peilbuizen	[13] en [14]
Oostpunt en Oksel A10	-1,2	Waternet Do8022C, Do8022D	[14]

Uit Tabel 1 en Tabel 2 blijkt ten eerste dat de stijghoogte lager ligt dan de freatische grondwaterstand. Er is dus een situatie van inzinking van het freatisch pakket naar het eerste watervoerend pakket. Verder blijkt dat de stijghoogte nauwelijks varieert over het Zeeburgereiland. Daarnaast is geconstateerd dat er nauwelijks (<0,1 m) stijghoogteverschil is tussen de peilbuizen in de eerste zandlaag (eindigend op een C) en in de tweede zandlaag (eindigend op een D). Beide zandlagen vormen samen het eerste watervoerend pakket, dat in tweeën is gesplitst door de alleröd-laag (zie de karakteristieke grondprofielen in bijlage 1). De in Tabel 2 genoemde diepe peilbuizen zijn inmiddels niet meer actief en de meest actuele metingen zijn uit 2013. Het project Sluisbuurt heeft in februari 2016 een diepe peilbuis geplaatst, die vanwege de vrij korte meetreeks niet is betrokken in de gemiddelde stijghoogten. Deze peilbuis zal waarschijnlijk verdwijnen bij het bouwrijp maken van de Sluisbuurt. Het advies is daarom om één of twee diepe peilbuizen te plaatsen in reeds aangelegde straten, om een goede meetbasis te houden voor de ontwikkelingen op het Zeeburgereiland.

De doorlatendheid van de bestaande freatische pakketten is zeer wisselend, omdat de bodemopbouw uiterst variabel is. Bij de ontwikkeling van de Sportheldenbuurt zijn doorlatendheidstests gedaan. De resultaten hiervan zijn betrokken in het eerste grondwatermodel voor dit deelgebied. Bij het bouwrijp maken ontstond echter grondwateroverlast, waarbij het gebied grotendeels blank heeft gestaan. Het grondwatermodel bleek de werkelijke grondwaterstand te onderschatten. De oorzaak was ten eerste een slechte doorlatendheid van de oorspronkelijke grond. Ten tweede waren er wel plekken met goed doorlatend zand, maar deze zandbanen liepen niet door tot aan de watergang. Het grondwater komt onderweg kleibarrières tegen en wordt belemmerd in zijn afstroming. Aangezien de rest van het Zeeburgereiland een vergelijkbare historie heeft, is gekozen voor een conservatieve benadering van de grondwaterberekeningen voor de toekomstige situaties. In deze benadering is de aanname dat de huidige matig doorlatende grond na het opbrengen van de ophooglaag van goed doorlatend zand geohydrologisch gezien onderdeel gaat uitmaken van de slecht doorlatende laag. De huidige grond krijgt daarom in de berekeningen geen doorlatendheid toegekend en alle ontwikkelgebieden worden opgehoogd met nieuw, goed doorlatend zand dat als freatisch pakket

¹ afgerond naar boven op 0,1 m

fungeert. De Sportheldenbuurt is inmiddels partieel (cunetten) opgehoogd tot een niveau van NAP +1,32 en NAP +2,40 m in het centrale deel, met zand met een doorlatendheid van minimaal 7 m/dag (met 95% betrouwbaarheid). De overige buurten worden integraal opgehoogd met hetzelfde type zand. De Sluisbuurt wordt opgehoogd met tot een maaiveldniveau van NAP +2,10 m, de Bedrijvenstrook tot NAP +1,80 m (Kaap Kotweg NAP +1,40 m) en voor de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost moet nog een ophoogadvies worden gemaakt waaruit de maaiveldhoogte volgt.

In het freatisch pakket zijn een aantal ondergrondse constructies aanwezig. Dit betreft voornamelijk een aantal woningkelders in de Sportheldenbuurt, de ondoorlatende tunnelwand van de Zeeburgertunnel A10 en de Pietheintunnel, de naastgelegen waterkering/damwand en de aeratietank op het RWZI-terrein. Deze objecten kunnen de grondwaterstroming belemmeren en daarmee de lokale grondwaterstand beïnvloeden. De ondergrondse bouwwerken, nu en in de toekomst, worden opgenomen in de grondwatermodellen voor de deelgebieden. In de huidige en toekomstige situatie zijn de keringen langs de grens van het eiland grondwaterdoorlatend, uitgezonderd de korte kaden ter plekke van de kruising met de A10, de Oranjesluizen en de Piet Heintunnel.

Eventueel aanwezige houten paalfunderingen kunnen bij te lage grondwaterstanden gaan droogvallen met het risico van paalrot. Op het eiland zijn geen houten paalfunderingen bekend en de bebouwing in de nieuwe buurten wordt op betonnen palen gefundeerd..

De scheidende laag heeft in dit deel van Amsterdam een hydraulische verticale weerstand (c-waarde) van circa 2.000 tot 5.000 dagen volgens bron [15]. In het grondwatermodel is de c-waarde voor het Zeeburgereiland op 4.000 dagen bepaald op basis van de lokale boringen/sonderingen en de ijking van het model op de gemeten grondwaterstanden, waarbij opgemerkt moet worden dat de c-waarde altijd in samenhang met de gebruikte doorlatendheden/doorlaatvermogen, de doorstroomde dikte van het freatisch pakket en de drainageweerstand van de watergangen beschouwd moet worden.

Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket is geschat op 300 tot 1.200 m²/dag (bron [21]).

Modeluitgangspunten

Er is een indicatief grondwatermodel opgezet voor het Zeeburgereiland met het programma Microfem versie 4.11. Als "huidige situatie" geldt de fysieke situatie anno 2016. In eerste instantie is de huidige situatie doorgerekend, waarin alleen de Sportheldenbuurt (deels) is ontwikkeld. Vervolgens is het model gebruikt om voor de toekomstige situatie de verandering van de grondwaterstanden als gevolg van de ontwikkelingen te bepalen.

Modeluitgangspunten huidige situatie

Bij de berekeningen voor de huidige situatie zijn de uitgangspunten van Tabel 3 gehanteerd.

Tabel 3 Modeluitgangspunten huidige situatie

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Waterpeil in interne watergangen Zeeburgereiland	NAP -0,40 m	polderpeil
Waterpeil IJmeer	NAP -0,20 m	Zomerpeil (= hoogste streefpeil)
Waterpeil Amsterdam Rijnkanaal	NAP -0,40 m	Streefpeil gehele jaar
Waterdoorlatendheid van de waterkeringen buitenrand	Waterdoorlatend, met uitzondering van de kruisingen met de de Oranjesluizen, de Piet Heintunnel en de A10 / Zeeburgertunnel	-
Waterdoorlatendheid van de oevers interne watergangen	Waterdoorlatend	Taludoevers
Niveau onderkant freatisch pakket	Gelijk aan de onderkant van het aangebrachte zandpakket in cunetten in de Sportheldenbuurt, in andere deelgebieden circa NAP -0,5 m en gemodelleerd door middel van het doorlaatvermogen.	Is bepaald door de oorspronkelijke ijking in bron [2] te actualiseren en aan te passen met een globale ijking op de gemeten grondwaterstanden.
Doorlatendheid/doorlaatvermogen freatisch pakket	Ondergrondse bouwwerken zonder grondverbetering: doorlaatvermogen van 0 m ² /dag; Sportheldenbuurt in cunetten: doorlatendheid 6 m/dag; Sportheldenbuurt overig gebied: vast doorlaatvermogen 2,5 m ² /dag; Sluisbuurt, Oksel A10 : vast doorlaatvermogen van 2,5 m ² /dag; Baaibuurt West: vast doorlaatvermogen van 0,5 m ² /dag; Baaibuurt Oost: vast doorlaatvermogen van 8 m ² /dag; Bedrijvenstrook: vast doorlaatvermogen van 0,5 m ² /dag; Oostpunt: vast doorlaatvermogen van 2 m ² /dag.	De berekening is stationair uitgevoerd. In de meeste gebieden is niet freatisch gerekend maar is een vast doorlaatvermogen gehanteerd; dit is een bruikbare methode voor stationaire berekeningen.

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Ondergrondse bouwwerken	Zeeburgertunnel en damwand/waterkering ten westen ervan, Pietheintunnel, woningkelders ² en aeratietank in Sportheldenbuurt	Freatisch pakket is ondoorlatend gemodelleerd, met uitzondering van bouwwerken waaronder een grondverbetering is aangelegd.
Drainages	Sportheldenbuurt: tussen blok 4 en 5 (drainagepeil NAP +0,3 m) en bij boostergemaal (drainagepeil NAP +1,05 m) beide met intreeweerstand 10 dagen	Alleen permanente drainages zijn meegenomen.
Drainageweerstand watergangen	10 dagen bij interne watergangen en buitenranden, 50 dagen interne watergangen Bedrijvenstrook	bepaald door ijking op de gemeten grondwaterstanden
Verticale hydraulische weerstand van de scheidende laag	4.000 dagen	
Stijghoogte eerste zandlaag	Vaste waarde van NAP -1,3 m voor Baaibuurt West, NAP -1,2 m voor overig gebied	Conform metingen
Bergingscoefficient freatisch pakket (storativity)	0,2	Standaardwaarde voor zand
Bergingscoefficient eerste watervoerend pakket (storativity)	0,00025	Standaardwaarde voor zand in spanningspakket
Aanvulling grondwater door neerslag	Sluisbuurt en Oostpunt (5% verhard) 0,7 mm/dag Okse A10 en Sportheldenbuurt (20% verhard): 0,6 mm/dag Bedrijvenstrook, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost (35% verhard): 0,5 mm/dag	- Gemiddelde situatie - De waarden zijn bepaald aan de hand van het huidige verhardingspercentage per deelgebied (inclusief aanpalende hoofdwegen) en afgerond op 0,1 mm/dag: zie bijlage 3. - Geen klimaatverandering meegenomen (huidige situatie)
Doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket	500 m ² /dag	-

Per deelgebied zijn de gemiddelde grondwaterstanden berekend. Voor de MER-procedure wordt uitgegaan van de fysieke situatie anno 2016 als referentiesituatie. In de voorliggende notitie wordt deze aangeduid als de "huidige situatie".

Modeluitgangspunten toekomstige situatie

In de toekomstige situatie veranderen de grondwaterstanden om de volgende redenen:

- Deelgebieden worden ontwikkeld, waardoor het verharde oppervlak toeneemt. Daardoor infiltreert minder hemelwater naar het grondwater en kunnen de grondwaterstanden dalen.

² In bron [23] staat aangegeven welke kelders gebouwd mogen worden. Volgens de actuele plannen zijn er woningkelders aanwezig of mogen er gebouwd worden onder de blokken 9, 10, 12, 16, 22, 24, 25, 26 en 27; deze zijn als ondoorlatend gemodelleerd. Kelderbouw op de overige kavels is alleen toegestaan als er grondverbeteringen aangelegd worden onder de kavels; deze kavels zijn gemodelleerd door een vast doorlaatvermogen van 2,5 m²/dag.

- De ondiepe bodemopbouw verandert door ophogingen en door de zettingen van de onderliggende grond. Hierdoor wijzigen de doorlatendheden en verandert de grondwaterstroming.
- Het oppervlaktewatersysteem gaat in de te ontwikkelen gebieden "op de schop", waarbij een geheel nieuw stelsel van watergangen kan ontstaan. Hierdoor verandert de grondwaterstroming.
- Er worden kelders en kades aangelegd die de grondwaterstroming kunnen belemmeren.

De bovenstaande factoren worden meegenomen in de modellering van de toekomstige situatie waarin alle deelgebieden zijn ontwikkeld. Daarbij is uitgegaan van het maximale verhardingspercentage dat kan optreden bij het maximale aantal woningen (9.560), waarbij de gebiedsverandering ten opzichte van de huidige situatie het grootst is en er de grootste grondwatereffecten optreden ten opzichte van de referentiesituatie. Overigens is het verwachte verhardingspercentage hetzelfde bij het minimaal aantal woningen van de bandbreedte en worden in dat geval minder hoge gebouwen aangelegd; het aantal woningen heeft binnen de bandbreedte dus geen effecten op het grondwater.

Vervolgens worden de grondwaterstanden vergeleken met de huidige situatie om het grondwatereffect van de plannen in beeld te brengen. Daarna worden de gevolgen voor het gebied en de omgeving beschouwd: dit gaat om het grondwatereffect maar ook om het afgeleide effect van zettingen.

Voor de berekeningen van de toekomstige situatie gelden de uitgangspunten van Tabel 4; alleen de uitgangspunten die afwijken van de huidige situatie zijn opgenomen. Voor een heldere vergelijking zijn de autonome ontwikkelingen klimaatverandering en verhoging waterpeil IJmeer niet meegenomen. In deze MER wordt een gevoeligheidsanalyse gedaan om het effect van deze autonome ontwikkelingen in combinatie met de ontwikkelplannen te onderzoeken. Daarnaast worden deze ontwikkelingen meegenomen in de afzonderlijke plannen per deelgebied: in het ontwerp en de inrichting van het gebied en in het grondwater-/ophoogadvies.

Tabel 4 Gewijzigde modeluitgangspunten in toekomstige situatie

modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Waterpeil IJmeer	NAP -0,20 m; <i>In de gevoeligheidsanalyse: NAP -0,1 m</i>	<i>In gevoeligheidsanalyse: verhoogd winterpeil conform bron [18] en afgerond naar boven op 0,1 m</i>
Watergangen	Nieuw watersysteem in Sluisbuurt, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost.	Sluisbuurt conform [7], Baaibuurt West en Oost ringwatergangen conform [2].
Drainages	Grondwatermaatregel in Bedrijvenstrook (grindkoffer/drain met drainageniveau NAP -0,40 m met intreeweerstand 20 dagen)	Conform Figuur 2, bron [6] en bron [11].
Waterdoorlatendheid van de oevers interne watergangen	Waterdoorlatend (intreeweerstand van 10 dagen)	Waar verticale oevers zijn gepland (in elk geval Sluisbuurt), worden deze waterdoorlatend uitgevoerd conform bron [8].
Niveau onderkant freatisch pakket na zetting	NAP -0,5 m in alle ontwikkelgebieden	Nieuw ophoogzand zorgt voor samendrukking van oorspronkelijk

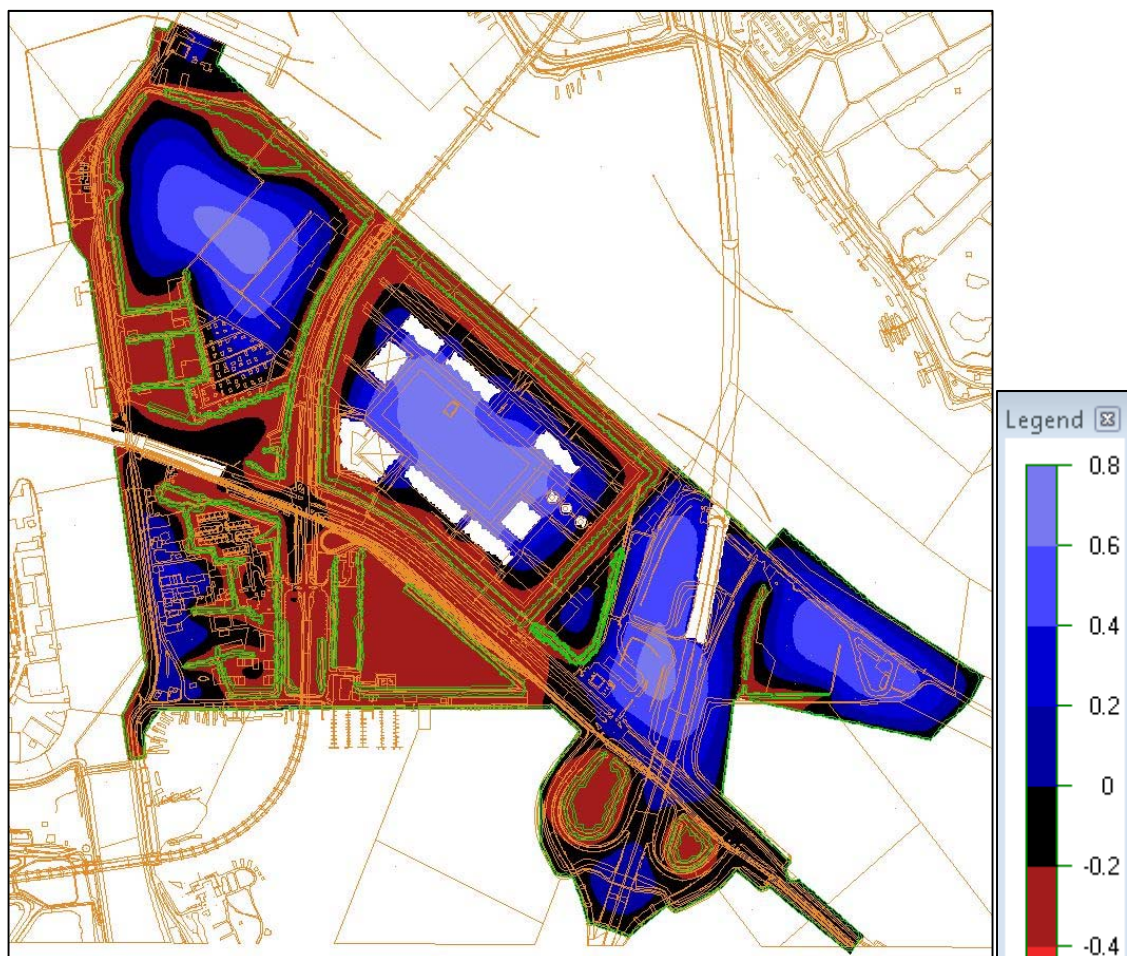
modelparameter	Gehanteerde waarde	toelichting
Doorlatendheid freatisch pakket	Doorlatendheid 7 m/dag in Sluisbuurt en Bedrijvenstrook, doorlatendheid 5 m/dag in Baaibuurt West en Baaibuurt Oost inclusief effect 2-laagskelders (zie hieronder).	maaiveld; nieuw zand gaat fungeren als freatisch pakket (freatisch gerekend) waarbij geen doorlatendheid meer wordt toegekend aan het oorspronkelijk maaiveld. Conservatieve (ruime) waarde voor zettingen in de bouwphase (1,0 m) aangehouden.
Ondergrondse bouwwerken	Nieuwe kelders in alle ontwikkelgebieden. Bij 1-laagskelders wordt uitgegaan van grondwaterneutraal bouwen met bijvoorbeeld een grondverbetering onder de kelder, conform bron [8]. Bij 2-laagskelders (vaak nodig bij hoogbouw) wordt aangenomen dat deze het freatisch pakket blokkeren.	Voor de Sluisbuurt zijn de locaties van 2-laagskelders overgenomen uit [7]. In de Bedrijvenstrook wordt noch hoogbouw noch 2-laagskelders voorzien. In de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost zijn hoogbouw en 2-laagskelders mogelijk, om hiermee rekening te houden is de doorlatendheid van het ophoogzand in het model gereduceerd van 7 naar 5 m/dag.
Aanvulling grondwater door neerslag	Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost, Bedrijvenstrook: 0,3 mm/dag; Overig gebied gelijk aan huidige: Sportheldenbuurt ³ en Oksel A10 = 0,6 mm/dag; Oostpunt = 0,7 mm/dag. <i>In de gevoeligheidsanalyse met klimaattoeslag, dit leidt tot de volgende aanvulling van het grondwater door neerslag:</i> Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost, Bedrijvenstrook: 0,4 mm/dag; Sportheldenbuurt en Oksel A10 = 1,1 mm/dag; Oostpunt = 1,2 mm/dag.	Op basis van maximale toekomstige maximale verhardingspercentages per deelgebied (90% voor Sluisbuurt, Baaibuurt West, Baaibuurt Oost en Bedrijvenstrook). <i>In gevoeligheidsanalyse: Klimaattoeslag volgens KNMI-klimaatscenario WH-2085 conform bron [16], met 30% neerslagtoename in gemiddelde situatie.</i>

³ Om een heldere vergelijking mogelijk te maken is uitgegaan van het huidige verhardingspercentage van de Sportheldenbuurt. Het verhardingspercentage zal in de komende jaren verder toenemen, echter dit zal de grondwaterstand in de andere deelgebieden niet beïnvloeden. De reden is dat de ontwikkelingen van de Sportheldenbuurt in zijn geheel plaatsvinden binnen de ringwatergang, die fungeert als een geohydrologische (freatische) afscheiding met de omgeving.

Effect ontwikkeling op de grondwaterstand

Huidige situatie

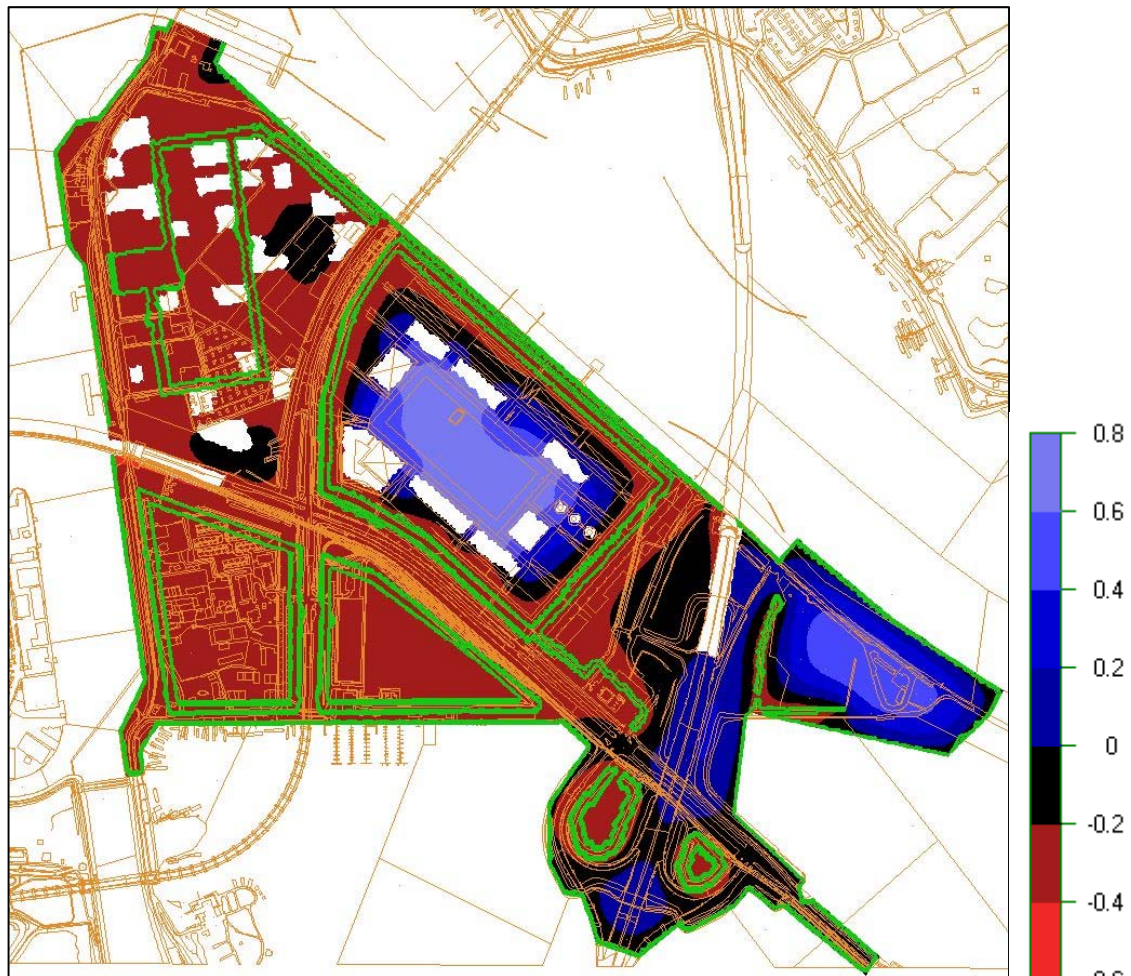
Met de uitgangspunten van Tabel 3 is de grondwatermodellering uitgevoerd voor de huidige situatie. De berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 6. Dit is de referentiesituatie waaraan toekomstige ontwikkelingen getoetst kunnen worden.



Figuur 6 Gemiddelde freatische grondwaterstanden in huidige situatie (m NAP), de witte delen zijn ondergrondse constructies, in groen de omtrek van de watergangen

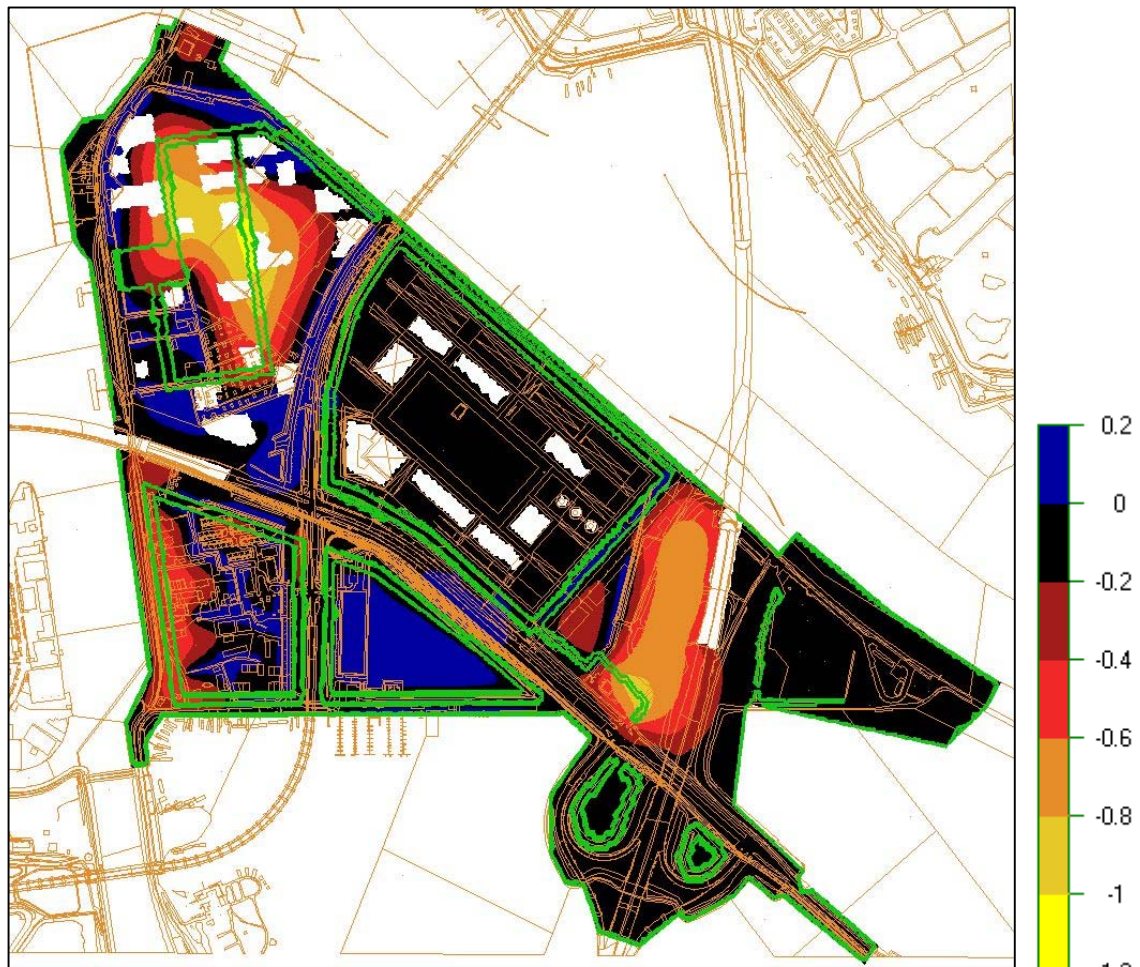
Toekomstige situatie

De toekomstige situatie, waarin het hele Zeeburgereiland is ontwikkeld, is doorerekend bij het huidige IJmeerpeil en huidig klimaat. De berekende toekomstige grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Gemiddelde freatische grondwaterstanden (m NAP), in toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat; de witte delen zijn ondergrondse constructies, in groen de omtrek van de watergangen inclusief de grondwatermaatregel bedrijvenstrook

Vervolgens kunnen de veranderingen in de gemiddelde grondwaterstand worden berekend. De veranderingen zijn weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 Verandering van de freatische grondwaterstanden (in m) door de ontwikkelingen (witte vlekken zijn ondergrondse constructies, groen de omtrek van watergangen inclusief de grondwatermaatregel bedrijvenstrook); positieve getallen = stijging, negatieve getallen = daling.

In de ontwikkelgebieden komt een vernieuwd oppervlaktewatersysteem dat zorgt voor een betere ontwatering met maximaal 1,0 m daling tot maximaal 0,2 m stijging van grondwater tot gevolg. De grootste lokale verandering in de freatische grondwaterstand treedt op waar watergangen worden gedempt of gegraven. In de Sluisbuurt leidt dit tot grondwaterdalingen tot maximaal 1,0 m rondom het nieuwe stelsel van watergangen; met name in het centrale deel waar nu geen watergangen zijn. In de bedrijvenstrook is er een grondwaterverlaging tot maximaal 0,9 m berekend als gevolg van de aanleg van de grondwatermaatregel en de ophoging met goed doorlatend zand, wat een verschil is met het huidige zand dat een zeer lage doorlatendheid heeft. In de Baaibuurt West wordt als gevolg van de ringwatergang een grondwaterverlaging tot maximaal 0,6 m verwacht, die vooral optreedt aan de westzijde waar in de huidige situatie geen oppervlaktewater is. In de Baaibuurt Oost veranderen de grondwaterstanden weinig omdat de geplande ringwatergang qua locatie niet veel verschilt van het huidige stelsel van watergangen. De grondwaterstijgingen zijn beperkt en vinden plaats in de ontwikkelgebieden, waar in de gebiedsinrichting al rekening wordt gehouden met deze te verwachten grondwaterstanden. In de gebiedsinrichting wordt ook rekening gehouden met de situatie waarin de maximale verhardingspercentages (langdurig) niet worden gerealiseerd en de situatie meer lijkt op de

huidige situatie. De grondwaterstijgingen onder de hoofdwegen zijn verwaarloosbaar klein. De reden is dat de ontwikkelgebieden veelal aparte geohydrologische eenheden vormen in het freatisch pakket met niet of nauwelijks invloed op het grondwater in de omgeving. Het te handhaven Kriterion-terrein in de Bedrijvenstrook, dat relatief laag blijft liggen, ondervindt geen grondwaterstijgingen dus geen (toename van) grondwateroverlast, dit komt door de aanleg van de grondwatermaatregel. Aangezien er geen houten paalfunderingen zijn, vormen de grondwaterdalingen geen risico voor droogval van houten palen. De eventuele verplaatsing van grondwaterverontreinigingen valt buiten dit rapport en wordt elders in de MER behandeld; de opzet is dat dit risico wordt weggenomen door de ontwikkelgebieden waar nodig te saneren in het kader van het bouwrijp maken (zoals gebeurt in de Sluisbuurt). De grondwaterstroming in het 1^e watervoerend pakket wordt niet beïnvloed door de ontwikkelingen. Eventueel geplande WKO's (Warmte Koude Systemen) worden aangelegd in de diepere (tweede, derde) watervoerende pakketten en hebben daarom geen effect op de freatische grondwaterstanden; vergunningsaanvragen voor WKO's worden te zijner tijd apart getoetst door het bevoegd gezag op de effecten in de diepere pakketten. Buiten het Zeeburgereiland treden er geen grondwatereffecten op als gevolg van de ontwikkeling.

De conclusie is, dat er geen negatieve (omgevings)effecten optreden als gevolg van de grondwaterveranderingen. In Tabel 5 zijn de berekende grondwaterstanden en de grootste verandering samengevat per deelgebied.

Tabel 5 Gemiddelde grondwaterstanden per deelgebied en grootste verandering

Deelgebied (met karakteristieke bodemopbouw)	Hoogste grondwaterstand per deelgebied ⁴		Grootste verandering in grondwaterstand ⁴ , als gevolg van ontwikkelingen
	Huidige situatie	Toekomstige situatie	
A Sluisbuurt (buiten geul)	NAP +0,7 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -1,0 m
B Sluisbuurt (in geul)	NAP +0,2 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,7 m
C Baaibuurt West (in geul)	NAP +0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,5 m
D Baaibuurt West (buiten geul)	NAP +0,2 m	NAP -0,2 m	Van +0,1 tot -0,6 m
E Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook	NAP +0,8 m	NAP +0,8 m	Van +0,1 tot -0,9 m
F Baaibuurt Oost	NAP -0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,2 tot -0,1 m
G Baaibuurt Oost (in geul)	NAP +0,1 m	NAP -0,2 m	Van +0,1 tot -0,2 m
H Oostpunt	NAP +0,6 m	NAP +0,6 m	Van 0 tot -0,4 m
I Oksel A10 (buiten geul)	NAP +0,5 m	NAP +0,2 m	Van 0 tot -0,4 m
J Oksel A10 (in geul)	NAP +0,1 m	NAP +0,1 m	0,0 m

De conclusie is dat de freatische grondwaterstroming binnen de deelgebieden sterk zal wijzigen door een verandering van het slotenpatroon: zie Figuur 8. De verandering in grondwaterstand betreft voornamelijk dalingen en zal het grootste zijn ter plaatse van de toekomstige watergangen. De verandering is niet eenduidig binnen de gebieden. Er worden geen negatieve (omgevings)effecten verwacht als gevolg van de grondwaterveranderingen. De stroming in het watervoerend pakket zal niet worden beïnvloed door de ontwikkelingen.

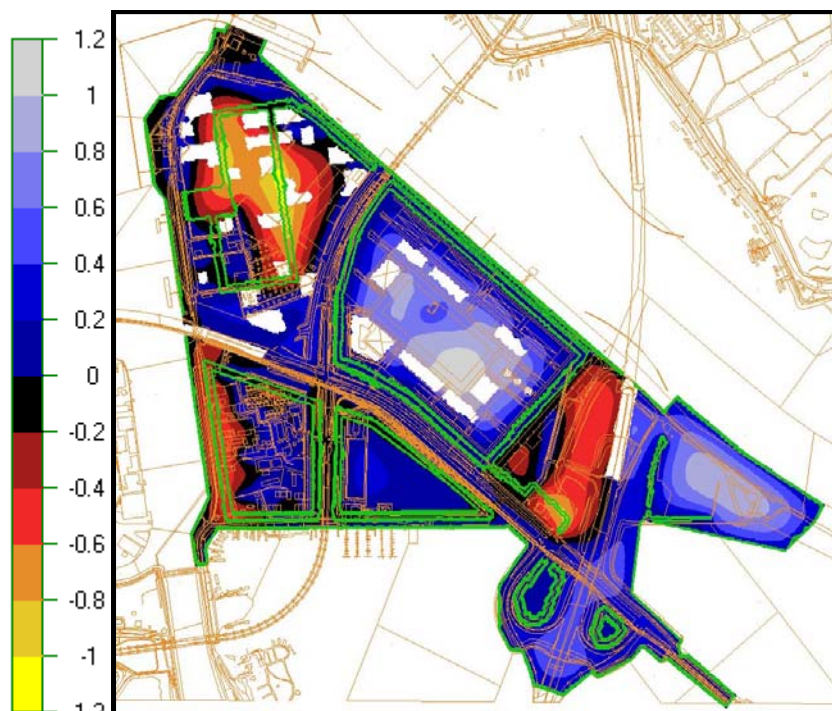
⁴ Afgerond op 0,1 m

Gevoeligheidsanalyse

Er is een gevoeligheidsanalyse gedaan, waarin de ontwikkelingen doorgerekend zijn met een verhoogd IJmeerpeil van NAP -0,1 m en een klimaatverandering conform KNMI-klimaatscenario WH-2085. Het doel is om een beeld te krijgen van het effect van de autonome ontwikkelingen in de toekomst, in combinatie met de geplande gebiedsontwikkelingen op het Zeeburgereiland. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat de grondwaterstanden met name in de bestaande gebieden tussen 0 en maximaal 1 m kunnen stijgen ten opzichte van de huidige situatie: zie Figuur 9.

Stijgingen komen voornamelijk door de toegenomen grondwateraanvulling als gevolg van grotere neerslag. De grondwaterstijgingen worden meegenomen in de planvorming van de verschillende deelgebieden. Het advies is in alle ophoogadviezen rekening te houden met het verhoogd IJmeerpeil en klimaattoeslag. Een voorbeeld is de ontwikkeling van de Sluisbuurt, waarbij deze factoren zijn meegenomen, wat heeft geleid tot een keuze voor de maaiveldhoogte in de Sluisbuurt van NAP +2,10 m. De ophoogadviezen voor de Baaibuurt West en Baaibuurt Oost dienen volgens dezelfde methodiek te worden gedaan. In de volgende paragraaf wordt de methodiek per deelgebied toegelicht. Ook in de renovatie van de bestaande gebieden en wegen is het verstandig om al rekening te houden met de autonome ontwikkelingen.

Daarnaast zijn er ook grondwaterdalingen. De grondwaterstanden liggen in alle deelgebieden hoger dan in de toekomstsituatie met huidig IJmeerpeil en klimaat. Dit betekent dat de grondwaterverlagingen en daarmee ook de zettingen beperkter zijn. De toekomstsituatie met huidig IJmeerpeil en klimaat is voor de grondwaterdalingen maatgevend en de effecten zullen onder "verwachte zettingen" verder worden beschouwd.



Figuur 9 Verandering van de freatische grondwaterstanden (in m) in gevoeligheidsanalyse met verhoogd IJmeerpeil en klimaattoeslag (witte vlekken zijn ondergrondse constructies, groene omtrekken de watergangen en grondwatermaatregel bedrijvenstrook)

Methodiek ophoging per deelgebied

Per deelgebied wordt er een advies gemaakt voor de benodigde toekomstige maaiveldhoogte. Daarbij is het uitgangspunt dat in alle gebieden een integrale ophoging noodzakelijk is. Met een grondwatermodel wordt berekend welke grondwaterstanden verwacht worden na de ontwikkeling in een maatgevende situatie, die eens per twee jaar voorkomt. Dit sluit aan op de methodiek van de grondwaternorm in het Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam (bron [22]), waarbij de maatgevende grondwaterstand ten hoogste eens per twee jaar gedurende maximaal vijf aaneengesloten dagen mag worden overschreden. In de berekening worden alle toekomstige voorzienbare ontwikkelingen meegenomen. Klimaatverandering wordt meegenomen; voor de Sluisbuurt is klimaatscenario WH voor het jaar 2085 gehanteerd. Ook wordt het verhoogd IJmeerpeil meegenomen en eventuele andere (plan)ontwikkelingen met een effect op het grondwater. Per deelgebied wordt getoetst aan een ontwateringsnorm. Voor de woonfunctie met kruipruimteloos bouwen is de ontwateringsnorm 50 cm; bij toepassing van kruipruimtes is dat 90 cm. Voor bomen, plantsoenen en wegen geeft bron [22] geen ontwateringsnormen; per gebied is dit vrij te kiezen en kan een aanvullende norm gekozen door de gebiedsontwikkelaars. Een belangrijk aspect is bomen, die een ontwatering van 80 tot 100 cm nodig hebben. In de Sluisbuurt hebben de bomen een belangrijke functie in de kwaliteit van de leefomgeving en is ervoor gekozen om een ontwateringsnorm van 80 cm te hanteren, zodat de bomen voldoende wortelruimte vinden boven het grondwater en goed kunnen groeien. Een andere factor die men kan meewegen is de mate waarin men kunstmatige infiltratie van hemelwater op de kavels en in de openbare ruimte wil toestaan of bewerkstelligen: water vasthouden op de kavels vertraagt de neerslagpiek die moet worden afgevoerd door het hemelwater- en oppervlaktewaterstelsel en infiltratie vergroot de sponswerking van de ondergrond. Ook kan men rekening houden met tijdelijke situaties waarin gebieden grotendeels onverhard zijn, stedenbouwkundige aspecten of de gebiedshoogte ten opzichte van maatgevende peilen in het oppervlaktewater. Al deze factoren worden meegewogen in het advies voor de maaiveldhoogte bij de gekozen ontwateringsnorm. Het resultaat is een ontwerpberekening met voldoende veiligheden, waarbij het gebied hoog genoeg wordt aangelegd om toekomst- en klimaatbestendig te zijn zonder grondwateroverlast. Ook bij de renovatie van de omliggende wegen dienen deze aspecten te worden beschouwd.

Faseringen

Het Zeeburgereiland wordt per deelgebied integraal opgehoogd, waarbij elk deelgebied zijn eigen watersysteem krijgt. De ontwikkeling van een deelgebied heeft in de eindsituatie beperkte grondwatereffecten op de omgeving; deze worden beschouwd in het ophoogadvies. Aandachtspunt zijn naastliggende gebieden die niet worden opgehoogd, zoals Kriterion in de bedrijvenstrook waar een permanente grondwatermaatregel wordt getroffen. De tijdelijke effecten binnen en buiten het deelgebied worden beschouwd in een uitvoeringsplan; met peilbuizen worden de optredende grondwaterstanden tijdens de uitvoering gemonitord en worden waar nodig uitvoeringsmaatregelen getroffen. Een tijdelijk grondwatereffect is dat door de ophoging water wordt weggeperst uit de onderliggende klei-/veenlagen waardoor meer grondwater afstroomt. Een ander effect: als een deelgebied gefaseerd wordt ontwikkeld, blijft een deel onverhard, zodat een groter deel van de neerslag het grondwater bereikt en de grondwaterstanden hoger kunnen liggen dan in de eindsituatie. Ook kunnen er bemalingen plaatsvinden; deze mogen geen schadelijke effecten op de omgeving hebben zoals zettingen of schade aan bebouwing. Aangezien houten paalfunderingen niet bekend zijn. Bij de aanvraag van

de watervergunning toetst het bevoegd gezag de omgevingseffecten en tijdens de uitvoering vindt grondwatermonitoring plaats. Om schadelijke effecten te voorkomen, is een mogelijke uitvoeringsmaatregel om tijdelijke watergangen aan te leggen tussen de fasen. Watergangen zorgen voor een drainagebasis voor het grondwater en een geohydrologische (freatische) scheiding tussen de fasen. Dit laatste betekent dat de verschillende fasen geen (freatisch) grondwatereffect op elkaar hebben.

Verwachte zettingen

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand in de deelgebieden kunnen maaiveldzettingen ontstaan. Deze zettingen zijn afhankelijk van de aard en samenstelling van de ondergrond, de bovenbelasting en de grootte van de grondwaterstandsverlaging. Op basis van de grondwaterstandsverlagingen en de in bijlage 1 genoemde grondopbouw zijn voor de deelgebieden de verwachte zettingen bepaald. Enkele deelgebieden zijn vanwege de aanwezigheid van de 'Oergeul' opgesplitst in twee deelgebieden (een gebied binnen en een gebied buiten de Oergeul).

In Tabel 6 zijn voor de deelgebieden de te verwachten eindzettingen gepresenteerd. Uit deze tabel blijkt dat de eindzettingen verwaarloosbaar klein zijn. Met eindzetting wordt de zetting bedoeld die ontstaat, 10.000 dagen na het begin van de grondwaterstandsverlaging. In de toekomstige situatie (met huidig IJmeerpeil en klimaat) bedraagt de eindzetting in de deelgebieden maximaal 0,07 m. Wanneer de eindzetting gerelateerd wordt aan de duur van 10.000 dagen kan deze zetting als verwaarloosbaar klein worden aangemerkt.

In de gevoeligheidsanalyse is de toekomstige situatie mét verhoogd IJmeerpeil en klimaatverandering berekend. De optredende grondwaterverlagingen zijn kleiner dan in de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat. Dit betekent dat ook de zettingen kleiner zijn. Derhalve is de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat maatgevend, zoals gepresenteerd in Tabel 6.

Tabel 6 Verwachte zetting na 10.000 dagen, toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil/klimaat

Deelgebied met karakteristieke bodemopbouw	Grootste grondwaterstandsverlaging	Eindzetting*
A Sluisbuurt (buiten geul)	1,0 m	0,06 m
B Sluisbuurt (in geul)	0,7 m	0,07 m
C Baaibuurt West (in geul)	0,5 m	0,05 m
D Baaibuurt West (buiten geul)	0,6 m	0,03 m
E Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook	0,9 m	0,05 m
F Baaibuurt Oost	0,1 m	0,0 m
G Baaibuurt Oost (in geul)	0,2 m	0,0 m
H Oostpunt	0,4 m	0,01 m
I Oksel A10 (buiten geul)	0,4 m	0,01 m
J Oksel A10 (in geul)	0,0 m	0,0 m

* de eindzetting is de zetting in de gebruiksfase (is de zetting vanaf start grondwaterstandsverlaging tot 10.000 dagen daarna). De zetting geldt alleen voor de locatie binnen het deelgebied waar de grootste grondwaterverlaging optreedt; de zettingen in de rest van het deelgebied zijn lager.

Op dit moment is het toekomstig maaiveldniveau voor de meeste deelgebieden onbekend. Daarom is in de berekening van de eindzetting van Tabel 6 alleen rekening gehouden met een verlaging van de freatische grondwaterstand. Wanneer het toekomstig maaiveldniveau bekend is wordt een ophoogadvies per deelgebied gegeven met de te verwachten zettingen. Daarbij wordt rekening gehouden met de objecten in het deelgebied en de directe omgeving en worden de eisen van de objectbeheerders meegenomen. Voor het ontwikkelgebied wordt een restzettingseis van 20 cm gehanteerd. Dit wordt meegenomen in de afzonderlijke plannen per deelgebied: in het ontwerp en de inrichting van het gebied en in het grondwater-/ophoogadvies.

Conclusies

Voor het ruimtelijk plan Zeeburgereiland moet de MER-procedure worden gevolgd. In dit rapport zijn het effect van de ontwikkelingen op de grondwaterstanden en de geotechnische consequenties bepaald. In de ontwikkelgebieden zal het huidige maaiveld worden opgehoogd en er zal een nieuw stelsel van watergangen worden aangelegd. Als gevolg hiervan zullen de grondwaterstanden veranderen en kan zetting optreden.

De gemiddelde grondwaterstanden variëren tussen de deelgebieden. De huidige grondwaterstand is met het grondwatermodel Zeeburgereiland gesimuleerd. In dit grondwatermodel kunnen vervolgens toekomstsituaties worden ingevoerd.

De toekomstige situatie met ontwikkeling van alle deelgebieden is gemodelleerd. Daarbij is rekening gehouden met het maximale aantal woningen en een maximaal verhardingspercentage, leidend tot de grootste grondwatereffecten. Overigens heeft het aantal woningen binnen de bandbreedte geen effecten op het verhardingspercentage en het grondwater; alleen de bouwhoogte kan variëren. Als gevolg van de ontwikkeling is er een verandering in de grondwaterstand die sterk varieert binnen de deelgebieden, van een daling tot maximaal 1,0 m tot een stijging van maximaal 0,2 m. De grondwaterstand verandert het meest ter plaatse van de geplande watergangen.

De grondwaterstroming binnen de deelgebieden zal sterk wijzigen door een verandering van het slotenpatroon. De verandering is niet eenduidig binnen de gebieden. De grondwaterstijgingen zijn beperkt en vinden plaats in de ontwikkelgebieden, waar in de gebiedsinrichting al rekening wordt gehouden met deze te verwachten grondwaterstanden. Dit gebeurt door in het ophoogadvies per deelgebied rekening te houden met alle toekomstige (autonome en plan-) ontwikkelingen, zoals klimaatverandering, een verhoogd IJmeerpeil, de mogelijkheid van infiltratie van hemelwater op de kavels en in de openbare ruimte en de gewenste ontwateringsnorm. Hierin wordt ook rekening gehouden met de situatie waarin de maximale verhardingspercentages (langdurig) niet worden gerealiseerd en de situatie meer lijkt op de huidige situatie met een hogere grondwateraanvulling. Het doel is dat het gebied hoog genoeg wordt aangelegd om toekomst- en klimaatbestendig te zijn zonder grondwateroverlast. Ook bij de renovatie van de omliggende wegen dienen deze aspecten waar nodig te worden beschouwd.

De grondwaterstijgingen onder de hoofdwegen zijn verwaarloosbaar klein. De reden is dat de ontwikkelgebieden veelal aparte geohydrologische eenheden vormen in het freatisch pakket met niet of nauwelijks invloed op het grondwater in de omgeving. Het te handhaven Kriterion-terrein in de Bedrijvenstrook, dat relatief laag blijft liggen, ondervindt geen grondwaterstijgingen dus geen (toename van) grondwateroverlast, dit komt door de aanleg van de grondwatermaatregel. Ook bij overige laagliggende, te handhaven maaivelden dient de noodzaak van een grondwatermaatregel onderzocht te worden. Aangezien er geen houten paalfunderingen zijn, vormen grondwaterdalingen geen risico voor droogval van houten palen.

Als gevolg van de grondwaterstandsverlaging ontstaan geringe zettingen in de deelgebieden. In de toekomstige situatie met huidig IJmeerpeil en klimaat bedraagt de maximale eindzetting 0,07 m. Wanneer de eindzetting gerelateerd wordt aan de duur van 10.000 dagen kan deze zetting als verwaarloosbaar klein worden aangemerkt.

Bij de gevoeligheidsanalyse zijn tevens de autonome ontwikkelingen van een verhoogd IJmeerpeil en klimaatverandering meegenomen. In dit scenario zijn de dalingen geringer en zijn er meer grondwaterstijgingen te verwachten. In de ophoogadviezen per deelgebied wordt rekening gehouden met deze autonome ontwikkelingen en worden tevens de eisen van alle objectbeheerders meegenomen in relatie tot de ophoging. Het is verstandig om hier bij de renovatie van bestaande gebieden en hoofdwegen ook al rekening mee te houden.

De stroming in het watervoerend pakket zal niet worden beïnvloed door de ontwikkelingen. Eventueel geplande WKO's (Warmte Koude Systemen) worden aangelegd in de diepere (tweede, derde) watervoerende pakketten en hebben daarom geen effect op de freatische grondwaterstanden; vergunningsaanvragen voor WKO's worden te zijner tijd apart getoetst door het bevoegd gezag op de effecten in de diepere pakketten. Buiten het Zeeburgereiland treden er geen grondwatereffecten op als gevolg van de ontwikkeling.

De tijdelijke effecten binnen en buiten het deelgebied worden beschouwd in een uitvoeringsplan; met peilbuizen worden de optredende grondwaterstanden tijdens de uitvoering gemonitord en worden waar nodig uitvoeringsmaatregelen getroffen. In alle uitvoeringsfasen dienen negatieve grondwatereffecten voorkomen te worden tijdens de (ophoog)werkzaamheden en eventuele bouwbelemmeringen. Waar nodig worden uitvoeringsmaatregelen getroffen zoals tijdelijke watergangen tussen de fasen. Het effect van bouwbelemmeringen op de omgeving wordt bij de aanvraag watervergunning getoetst door het bevoegd gezag en er worden de benodigde maatregelen getroffen.

De conclusie is, dat er geen negatieve (omgevings)effecten optreden als gevolg van de grondwaterveranderingen die optreden bij de ontwikkeling van het Zeeburgereiland.

De berekende grondwaterstanden zijn gemiddelde grondwaterstanden ten behoeve van de MER. Voor toetsing aan gemeentelijke grondwaternorm zijn berekeningen nodig met een andere systematiek. Dit rapport is derhalve uitsluitend te gebruiken bij de MER.

Het advies is om in de bestaande straten één of twee peilbuizen te plaatsen in het eerste watervoerend pakket, om een goede meetbasis te houden voor de ontwikkelingen op het Zeeburgereiland.

Bijlage 1 Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied

Kaart met deelgebieden A t/m J met karakteristieke bodemopbouw



Hierboven deelgebieden A t/m H: de bodemopbouw van de aanpalende wegen kan gelijk gesteld worden aan het dichtstbijzijnde deelgebied.

Hieronder: deelgebied I en J in deelgebied Oksel A10.



Karakteristieke bodemopbouw per deelgebied

Deelgebied A			
CPT nr 4 (3584220) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,2 m t/m -3 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-3 m t/m -9,5 m	14
	Hydrobiaklei	-9,5 m t/m -12 m	15
	Basisveen	-12 m t/m -12,5 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,5 m t/m -14,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14,5 m t/m -16 m	18
	2 ^e Zandlaag	-16 m t/m -17,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-17,5 m t/m -18 m	18
	2 ^e zandlaag	-18 m tot einde sondering -19,5 m	20

Deelgebied B (in de geul)			
S68 (002838) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	-0,5 m t/m -3 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-3 m t/m - 17 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 17 m t/m -21 m	16,5
	Veen	-21 m t/m -21,7 m	11,5
	2 ^e zandlaag	-21,7 m t/m -28,5 m	20
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -32 m	17

Deelgebied C (in de geul)			
D8-468	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,2 m t/m -2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-2 m t/m – 13 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 13 m t/m -20,5 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-20,5 m t/m -25,5 m	20
	Marien siltig Eemzand	-25,5 m t/m -28,5 m	18,5
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -30 m	17

Deelgebied D			
D8-434	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1 m t/m -1 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-1 m t/m -7 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-7 m t/m -9,5 m	16,5
	Hydrobiaklei	-9,5 m t/m -11,5 m	15
	Basisveen	-11,5 m t/m -12 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12 m t/m -16 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-16 m t/m -18 m	18
	2 ^e Zandlaag	-18 m t/m -24 m	20
	Marien siltig Eemzand	-24 m t/m -28,5 m	18,5
	Eemklei	-28,5 m tot einde sondering -31,5 m	17

Deelgebied E			
D8-439	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1,5 m t/m -0,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-0,5 m t/m -9,5 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-9,5 m t/m -11 m	17
	Hydrobiaklei	-11 m t/m -12 m	15
	Basisveen	-12 m t/m -12,3 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,3 m t/m -14 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14 m t/m -17 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17 m t/m -24 m	20
	Marien siltig Eemzand	-24 m tot einde sondering -25 m	18,5

Deelgebied F			
CPT nr 13 (3584220) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+0,5 m t/m -2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-2 m t/m -7,5 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-7,5 m t/m -11 m	17
	Hydrobiaklei	-11 m t/m -11,5 m	15
	Basisveen	-11,5 m t/m -12 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12 m t/m -15 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-15 m t/m -17,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17,5 m tot einde sondering -24,5 m	20

Deelgebied G (in de geul)			
D8-418	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met klei	+1,2 m t/m -1,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-1,5 m t/m – 10 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast met sporen veen	- 10 m t/m -18 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-18 m tot einde sondering -20 m	20

Deelgebied H			
D8-360	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+2 m t/m -8,5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-8,5 m t/m -10 m	14
	klei	-10 m t/m -12,2 m	15
	Basisveen	-12,2 m t/m -12,5 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,5 m t/m -15 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-15 m t/m -17,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-17,5 m tot einde sondering -20 m	20
	eind sondering		

Deelgebied I (buiten de geul)			
CPT nr DKM ₃ (4010-0759)	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+1,4 m t/m -4,2 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-4,2 m t/m -10,2 m	14
	Wadafzetting, zand zeer fijn, sterk kleiig	-10,2 m t/m -11,6 m	17
	Hydrobiaklei	-11,6 m t/m -12,2 m	15
	Basisveen	-12,2 m t/m -12,6 m	11,5
	1 ^e Zandlaag	-12,6 m t/m -14,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-14,5 m t/m -15,5 m	18
	2 ^e Zandlaag	-15,5 m t/m -17,5 m	20
	Alleröd, sterk zandige klei	-17,5 m t/m -18,2 m	18
	2 ^e zandlaag	-18,2 t/m -24 m	20
	Eemklei	-24 m tot einde sondering -28,5 m	17

Deelgebied J (in de geul)			
S5 (3840547) BAM	Grondsoort	diepte t.o.v. NAP	γ_{nat} (kN/m ³)
	Ophoogmateriaal, zand matig fijn met kleilaagjes	+0,9 m t/m -5 m	18
	Baggerslib, klei matig vast met sporen veen	-5 m t/m -11 m	14
	Geulvulling, zand en klei matig vast	-11 t/m -23 m	16,5
	2 ^e zandlaag	-23 t/m -25 m	20
	Marien siltig Eemzand	-25 m t/m -26 m	18,5
	Eemklei	-26 tot einde sondering -30 m	17

Bijlage 2 maatgevende sondering per deelgebied

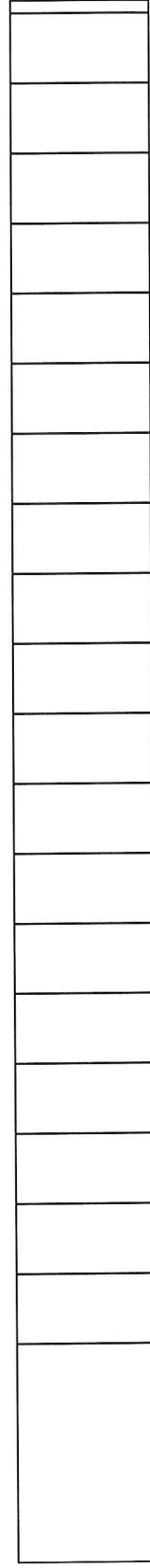
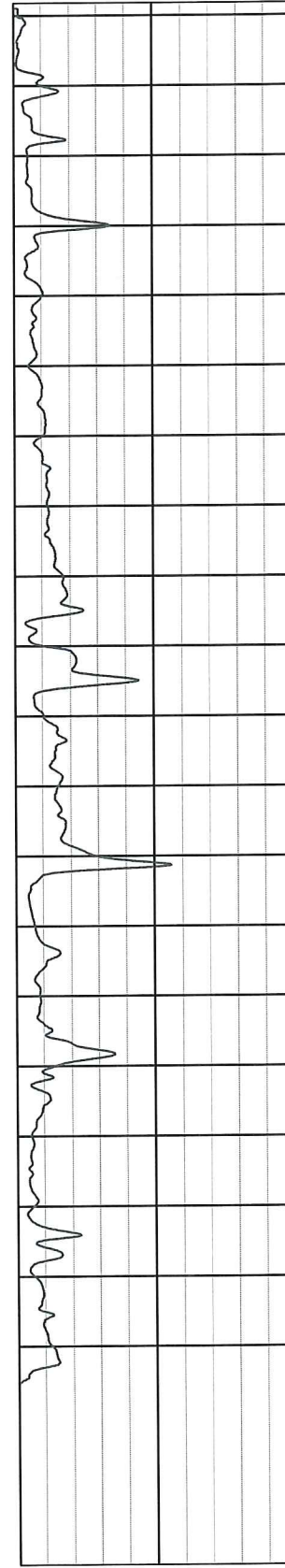
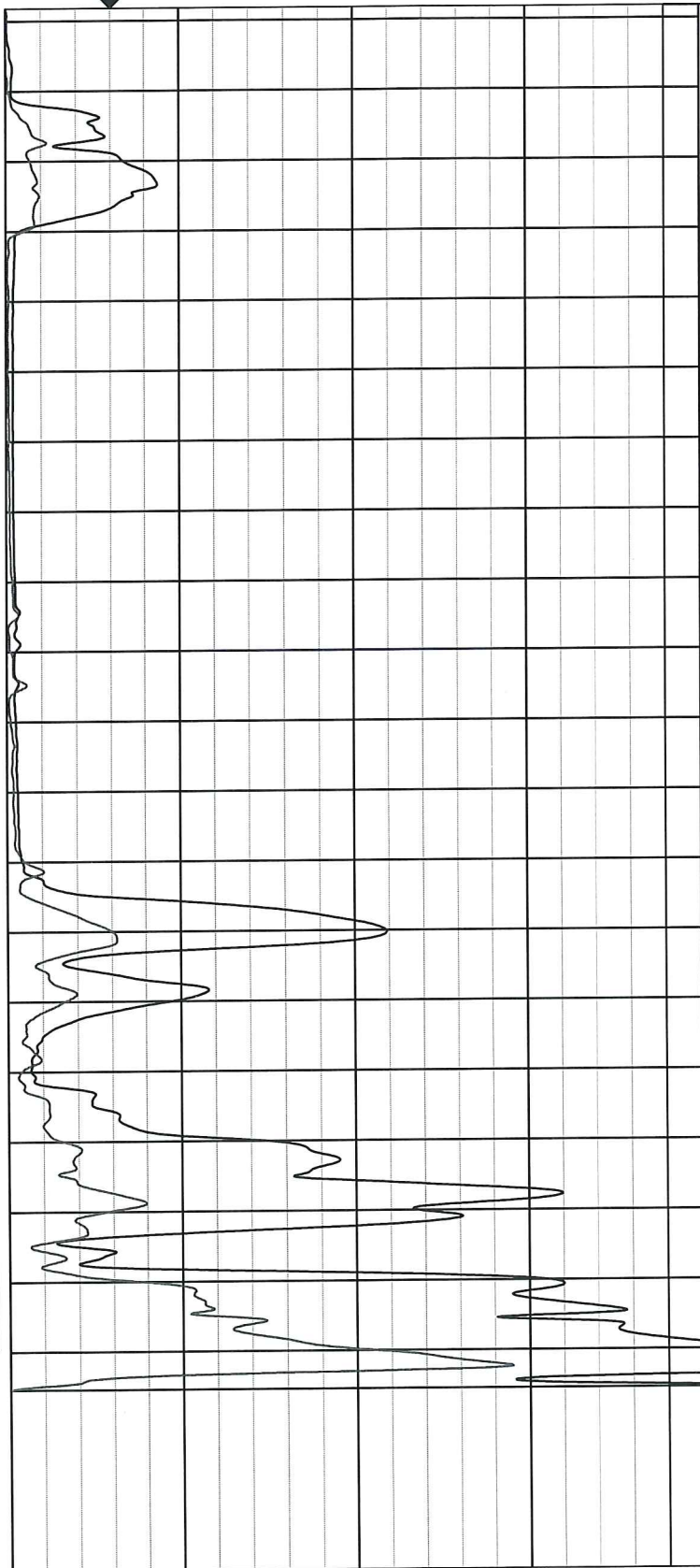
Deelgebied A

Test Results

Level
(m)

NAP +0,18 m

0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19



0 qc (MPa) → 10 20 30 40 0 Rf (%) → 5 10
0 fs (MPa) → 0.25 0.5 0.75 1 0.5 ← 0 u (MPa) -0.5

E : 125924 (m)

N : 487769 (m)

Job: 3584220
Project:
Executed by:

Zeeburgereiland Amsterdam
Drilled by:
Checked by:

Date: 2005.01.18
Approved by:

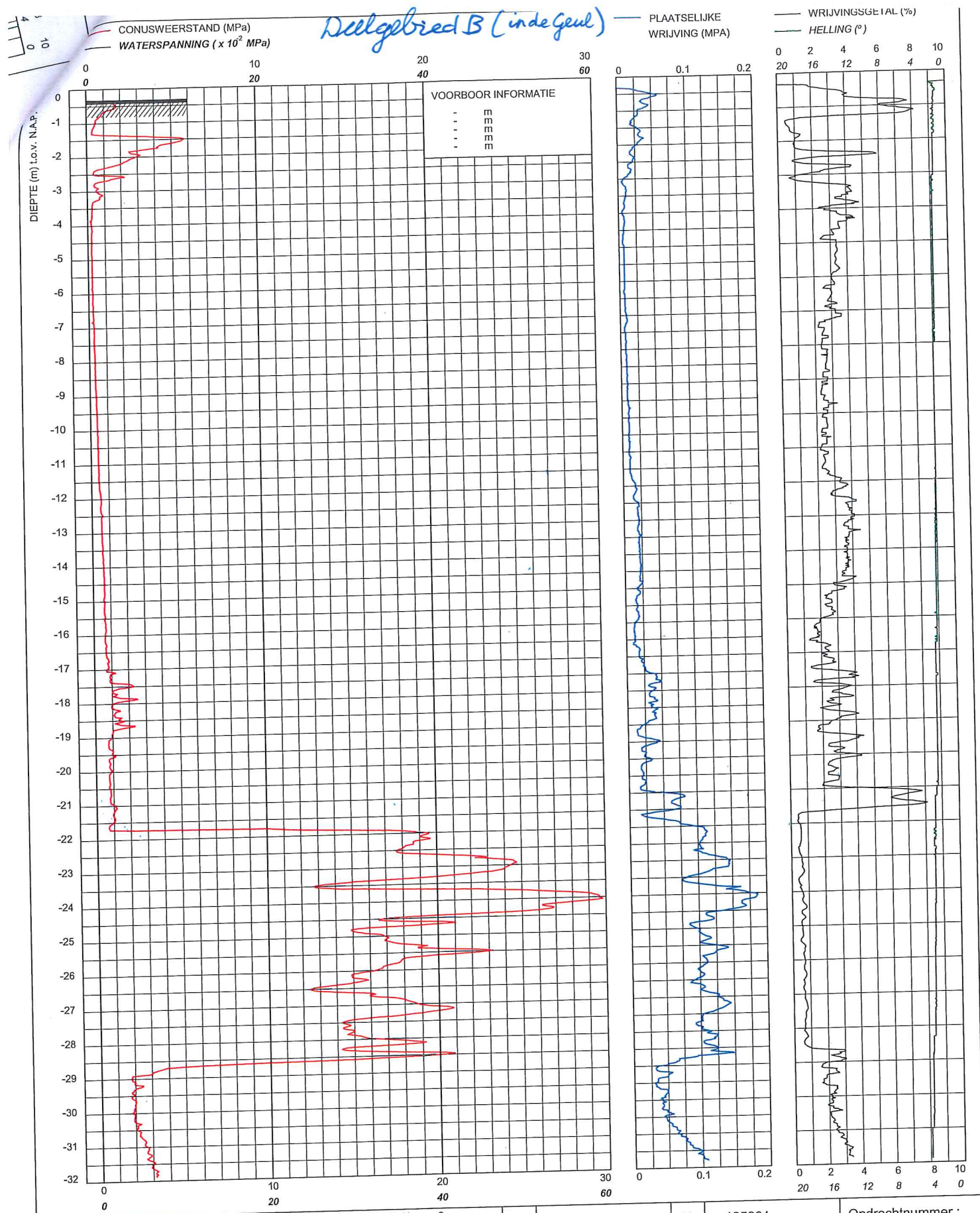
Rig:
Date:

CPT No.: 4
Encl. No.:

P. 1/1

RAMBOLL

CPT profile



bam
infra

BAM Infraconsult bv
Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@baminfraconsult.nl

© copyright

Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
Conus: 141204, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

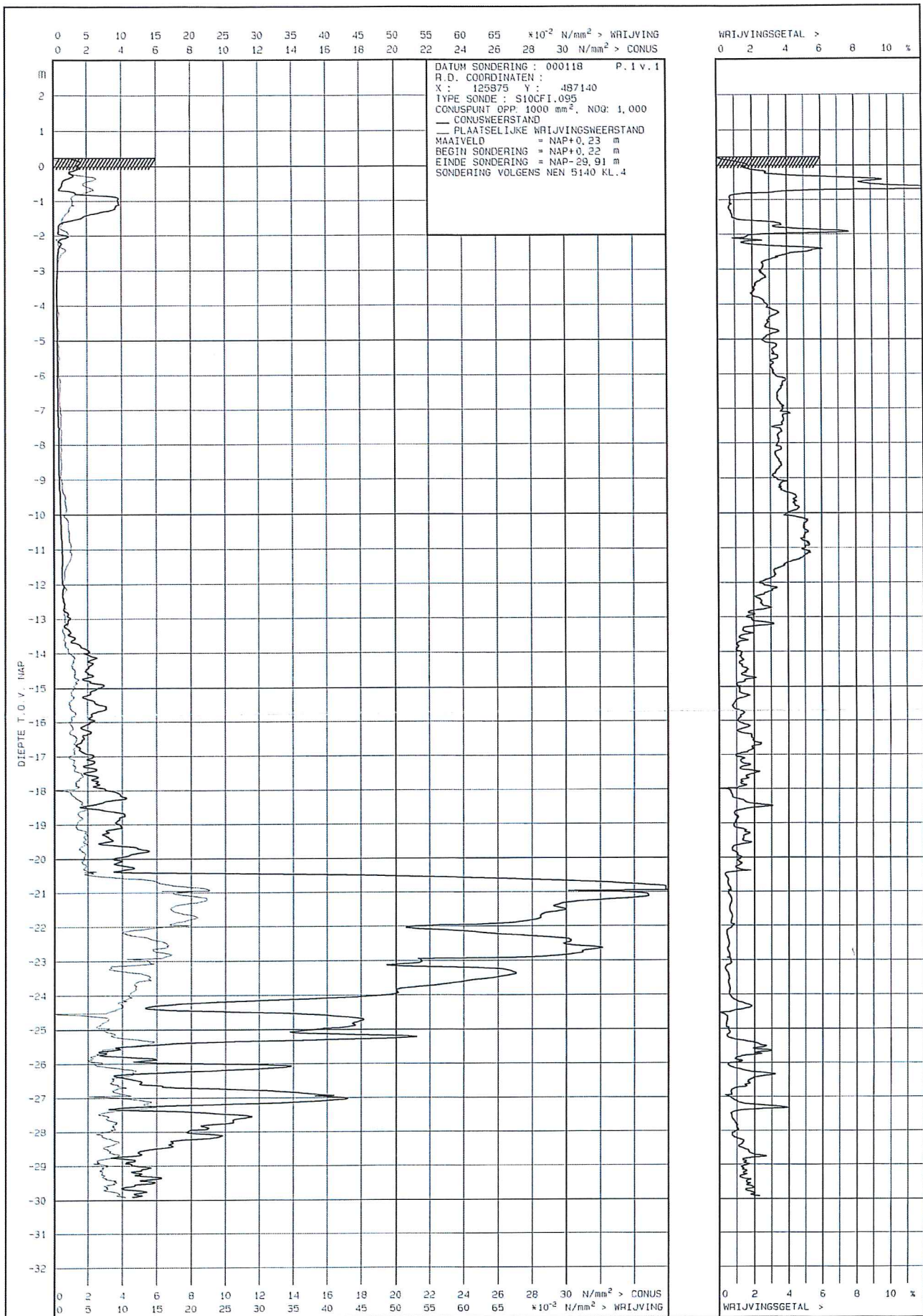
Gemeente Amsterdam
Zeeburgereiland te Amsterdam

MV	-0.32 m N.A.P.	X	125864
Km		Y	487435
Uitvoeringsdatum		20-11-2015	
Printdatum		20-11-2015	

Opdrachtnummer :
002838

Locatiecode :
S68

gebied C (in de geul)



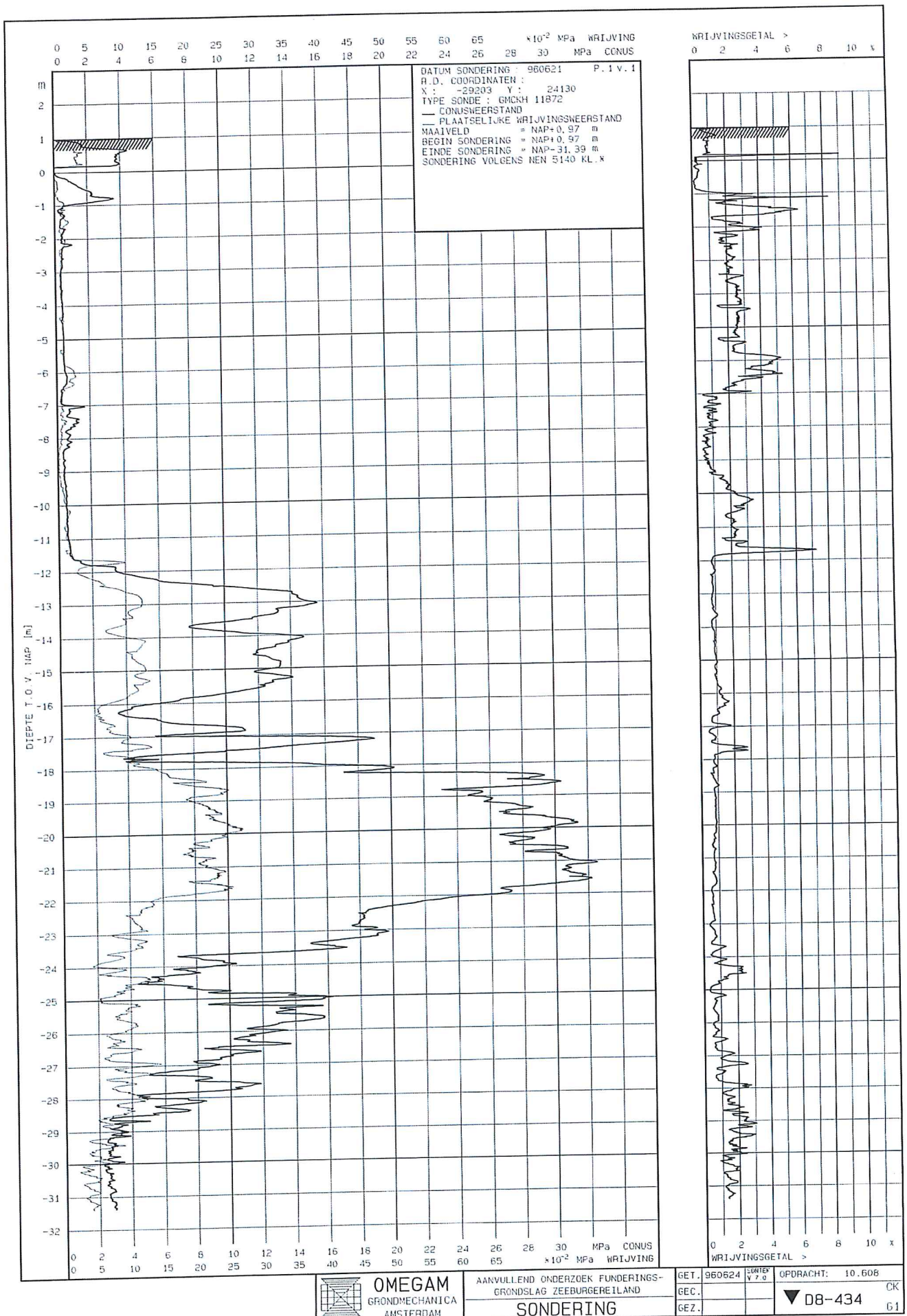
OMEGAM
GRONDMECHANICA
AMSTERDAM

ASIELZOEKERCENTRUM
ZEEBURGEREILAND
SONDERING

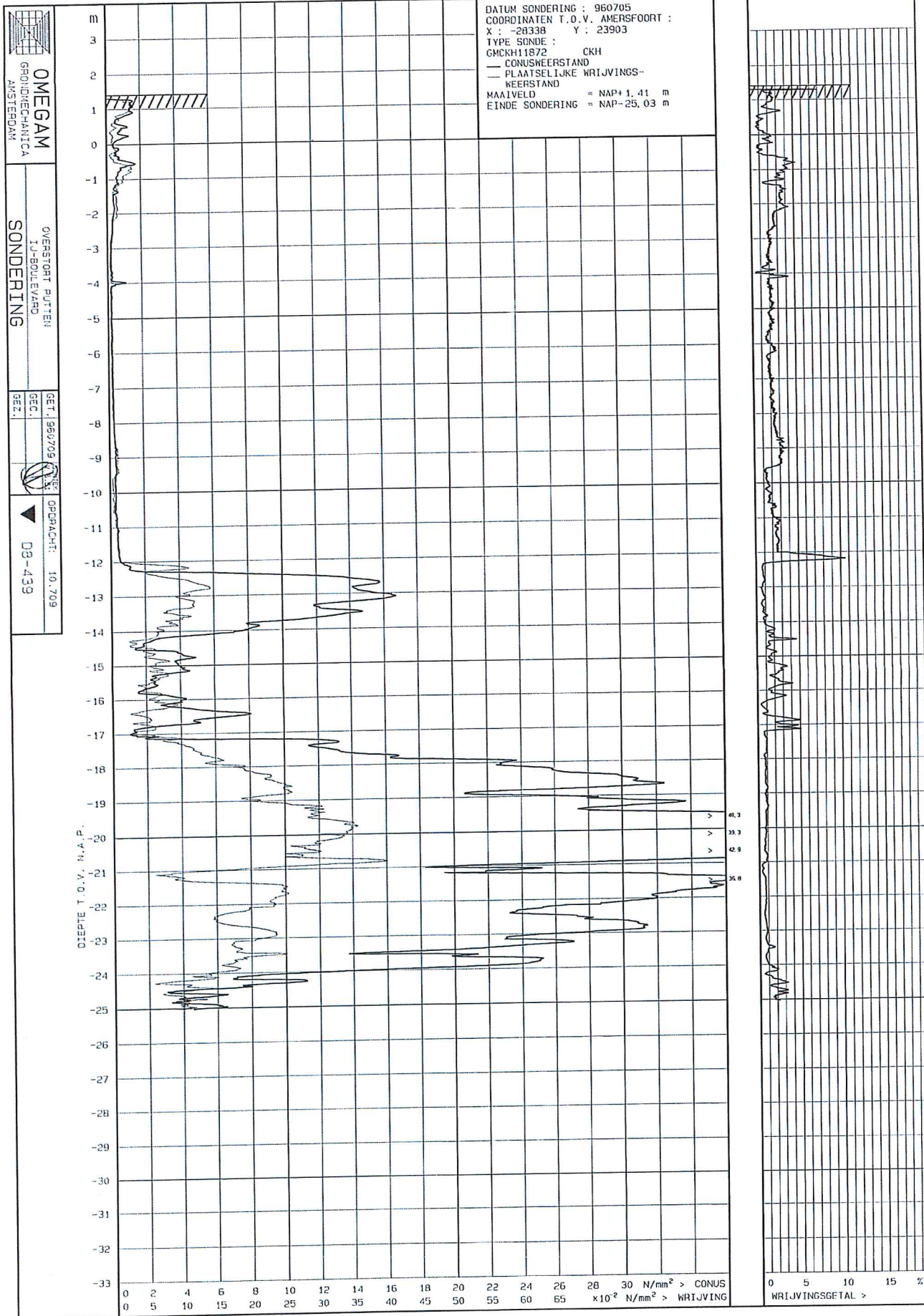
GET. 000119
GEC.
GEZ.

OPDRACHT: 12.008
▼ **D8-468**

gebied D



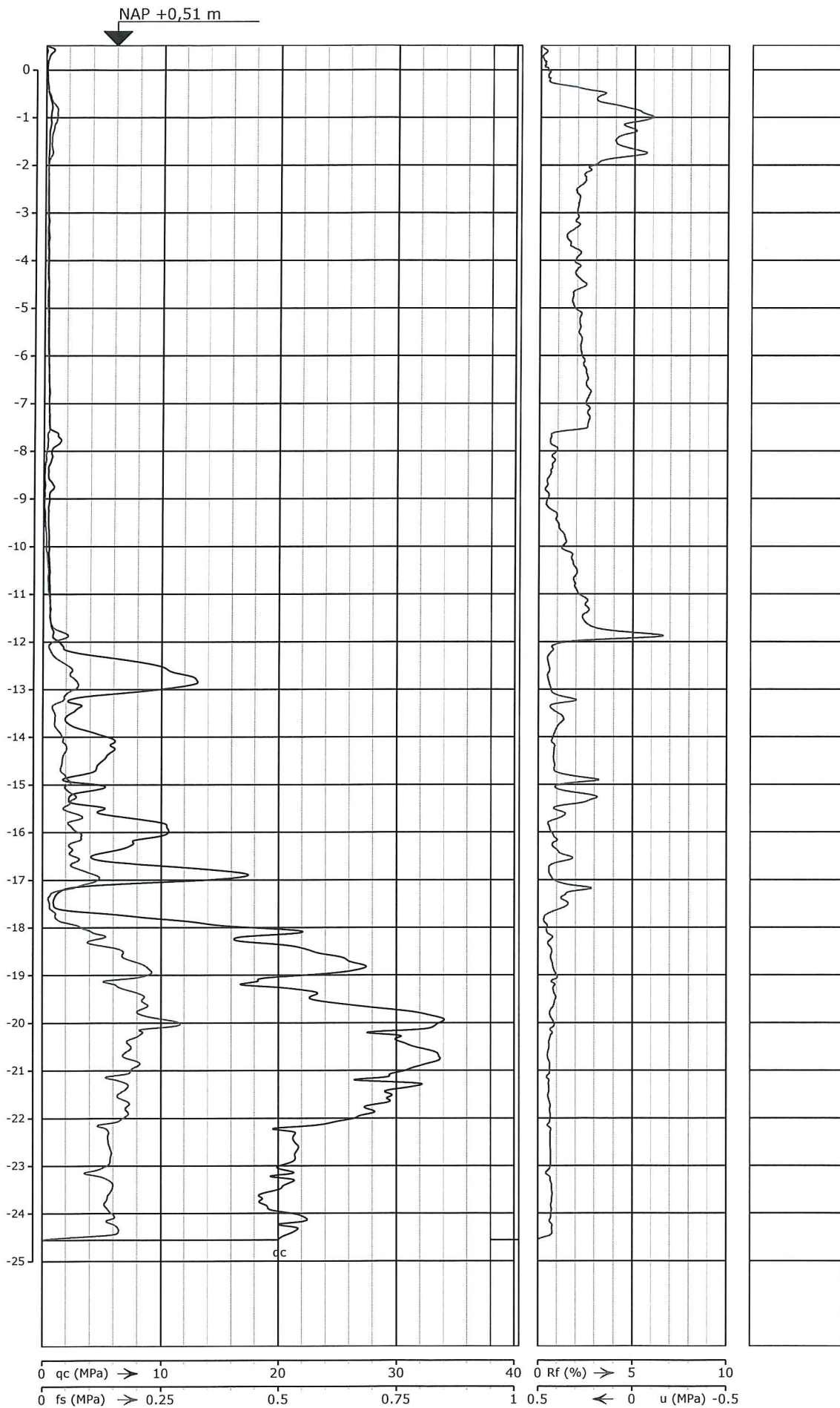
gebied E



Gebied F

Level
(m)

Test Results



Job: 3584220

Zeeburgereiland Amsterdam

Project:

Drilled by:

Date: 2005.01.18

Rig:

CPT No.: 13

Executed by:

Checked by:

Approved by:

Date:

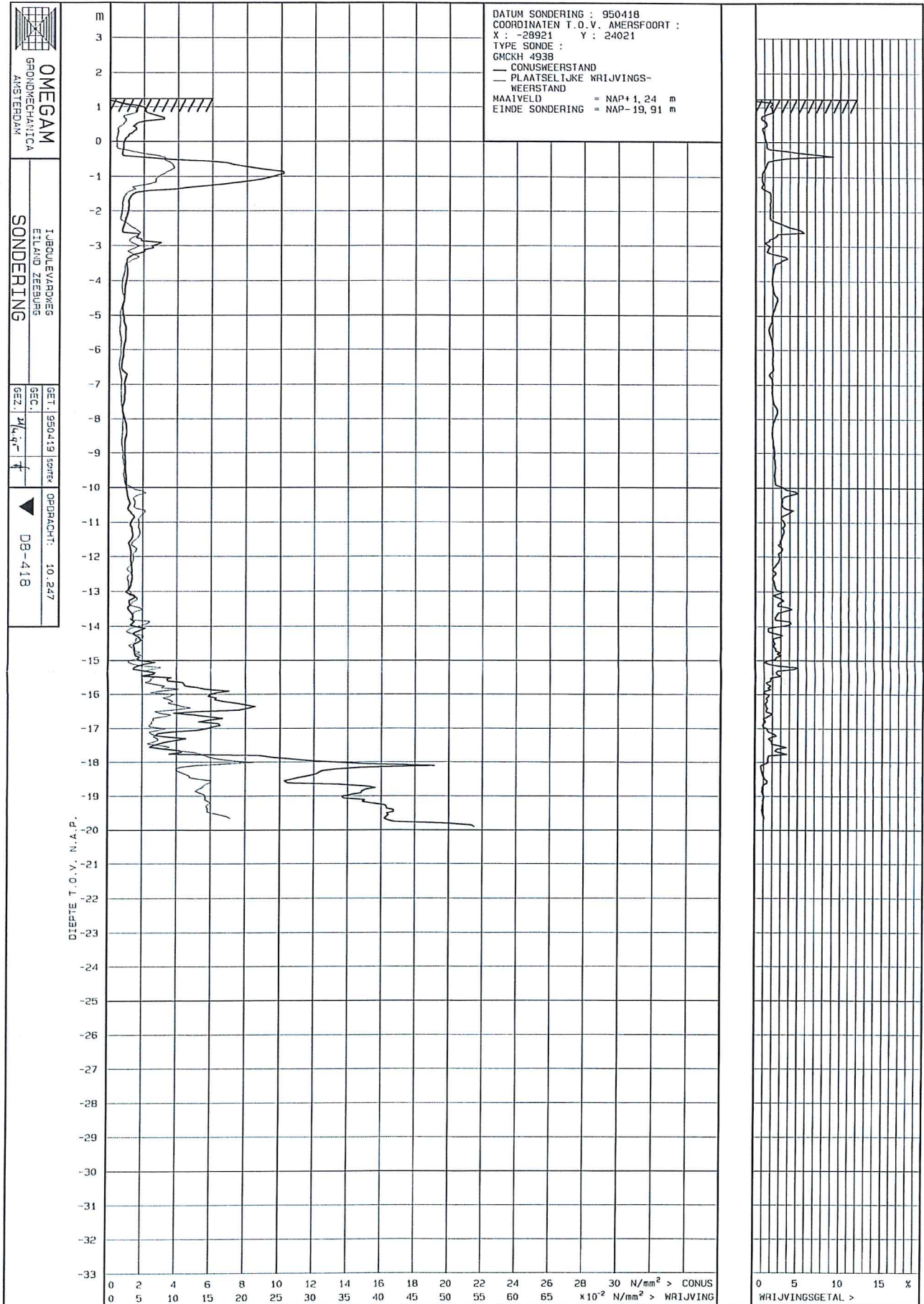
Encl. No.:

P. 1/1

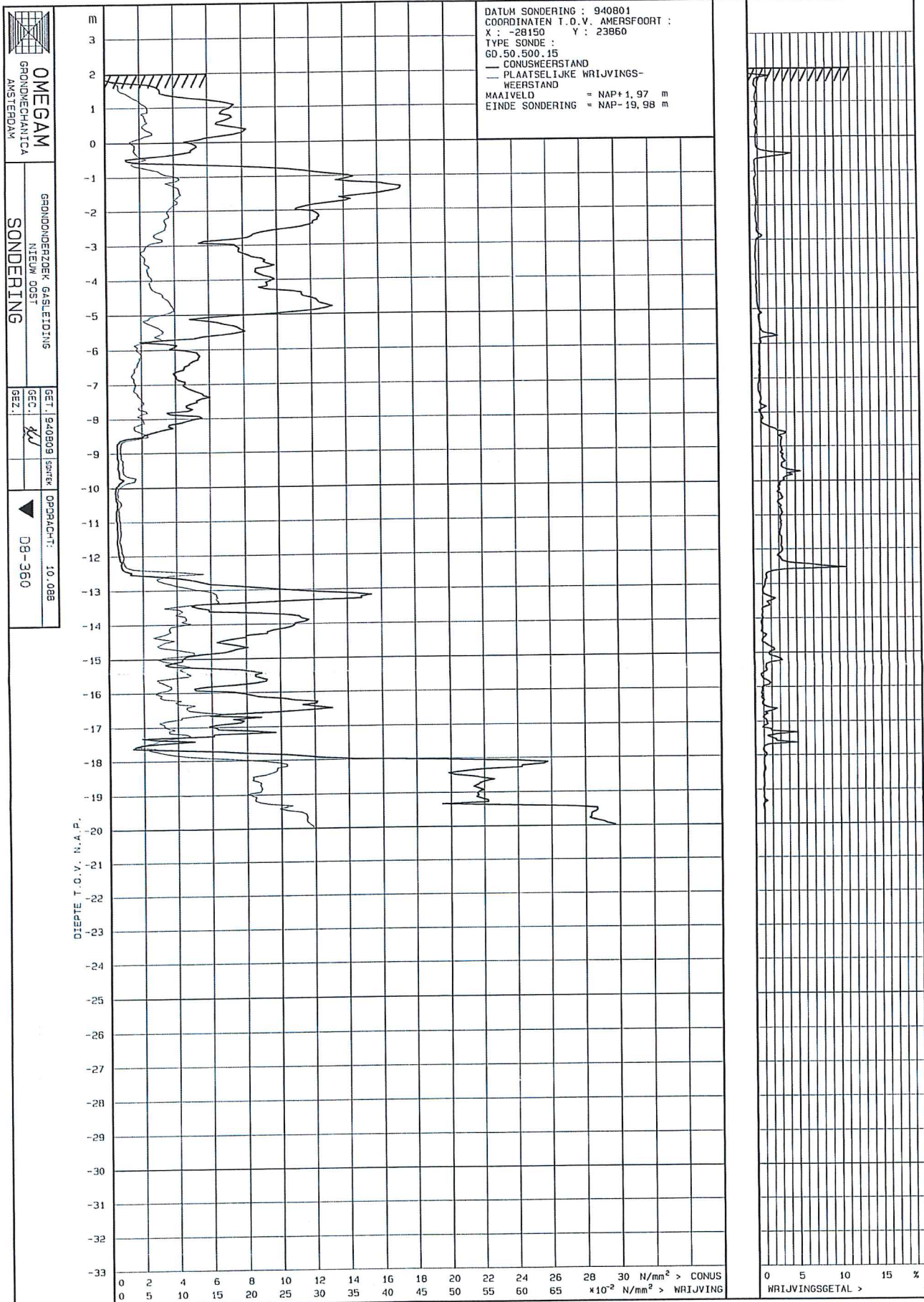
RAMBOLL

CPT profile

Gebied G (in de geul)



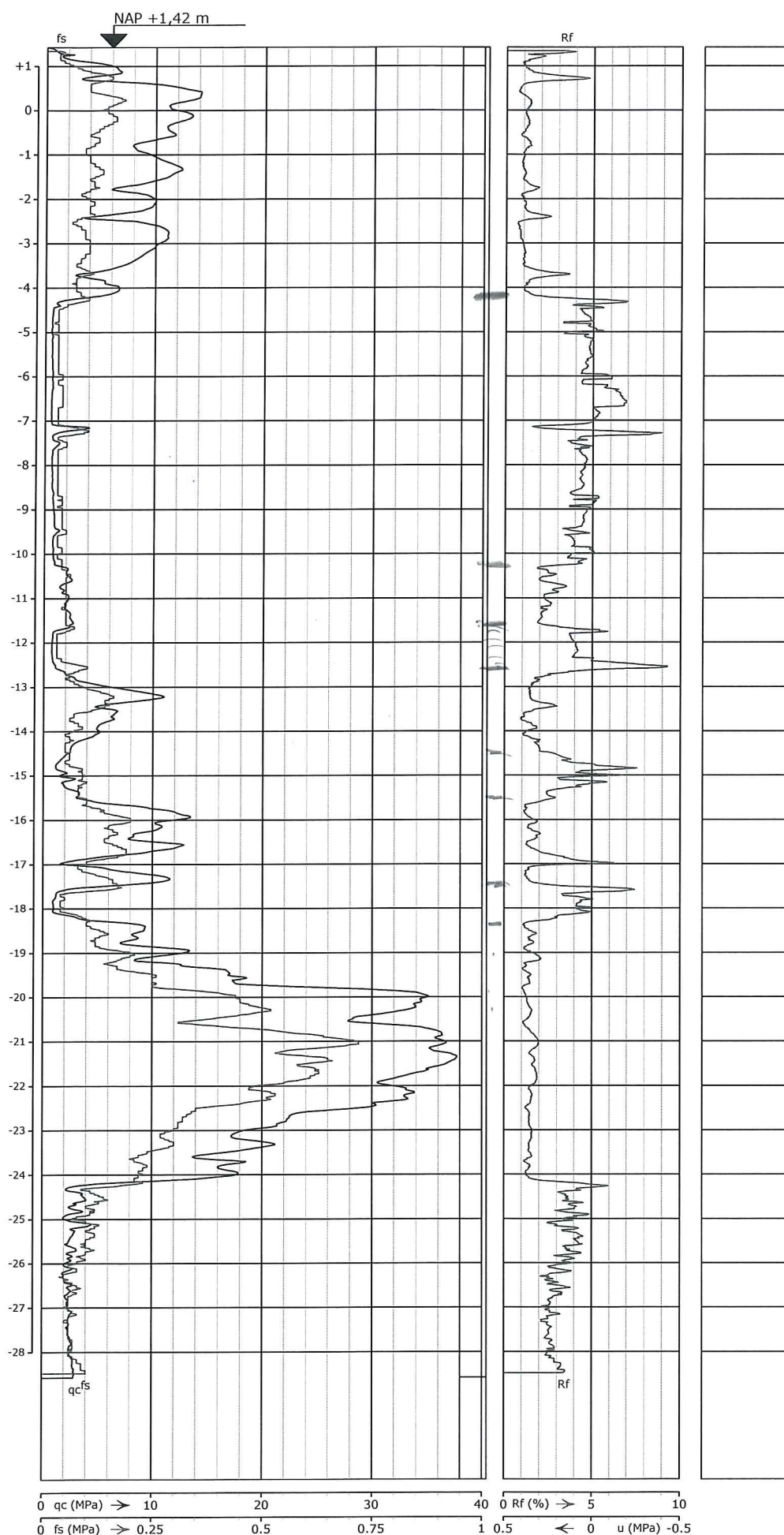
Gebied H



Level (m)

Test Results

DGI (buiten de Geul)



opz.

Baggaspacie
slab.

Hydroklei

BV

1^e zL

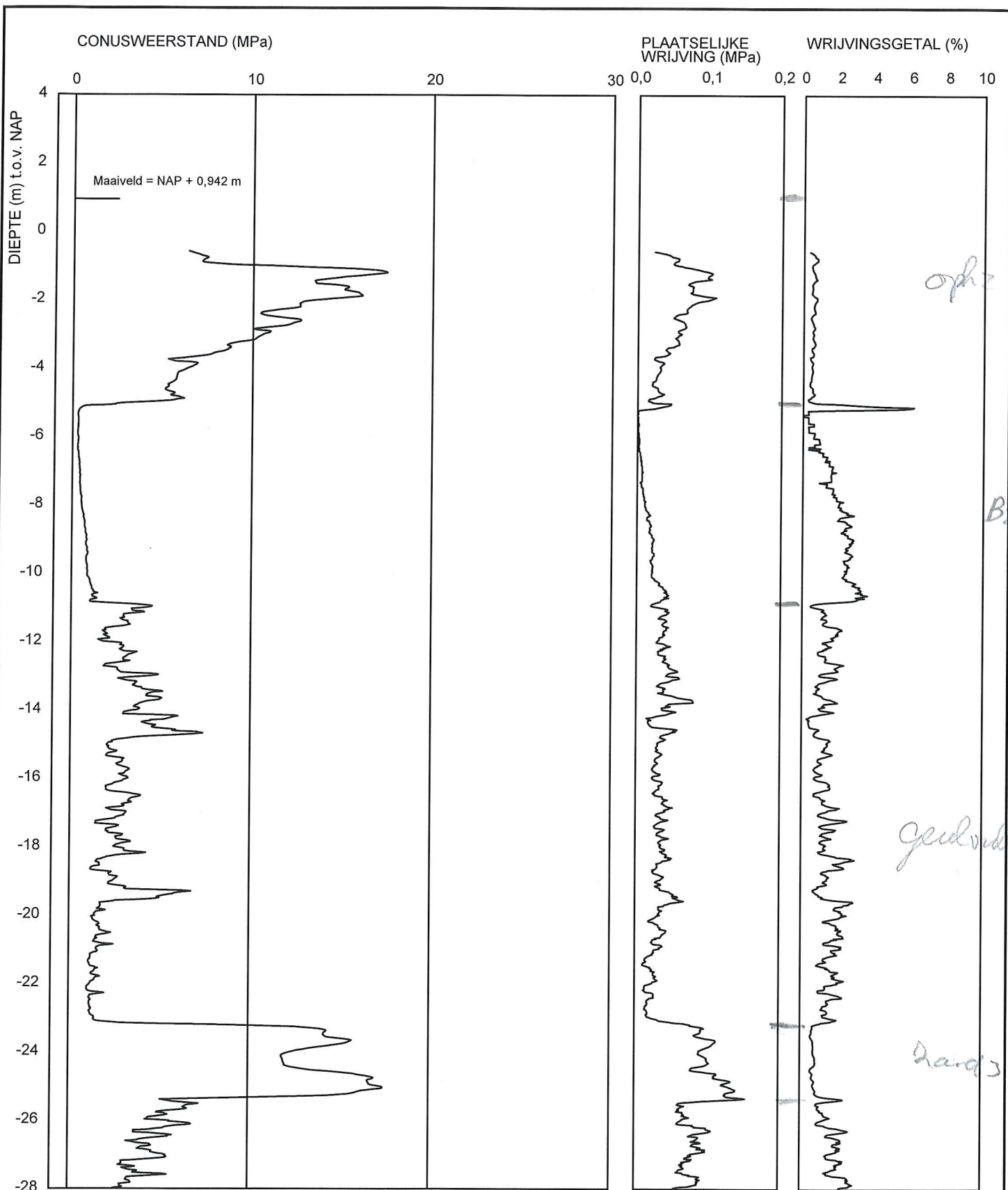
allered

2^e zL

allered

3^e zL

Deelgebied J (in de geul)



xxxxx
Gruusveld Amsterdam
Ingenieursbureau

Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Telefoon +31(0)20-251 1111
Telefax +31(0)20-251 1199

datum

2008-05-27

get.

-

gez.

CPT-3840547/0

form.

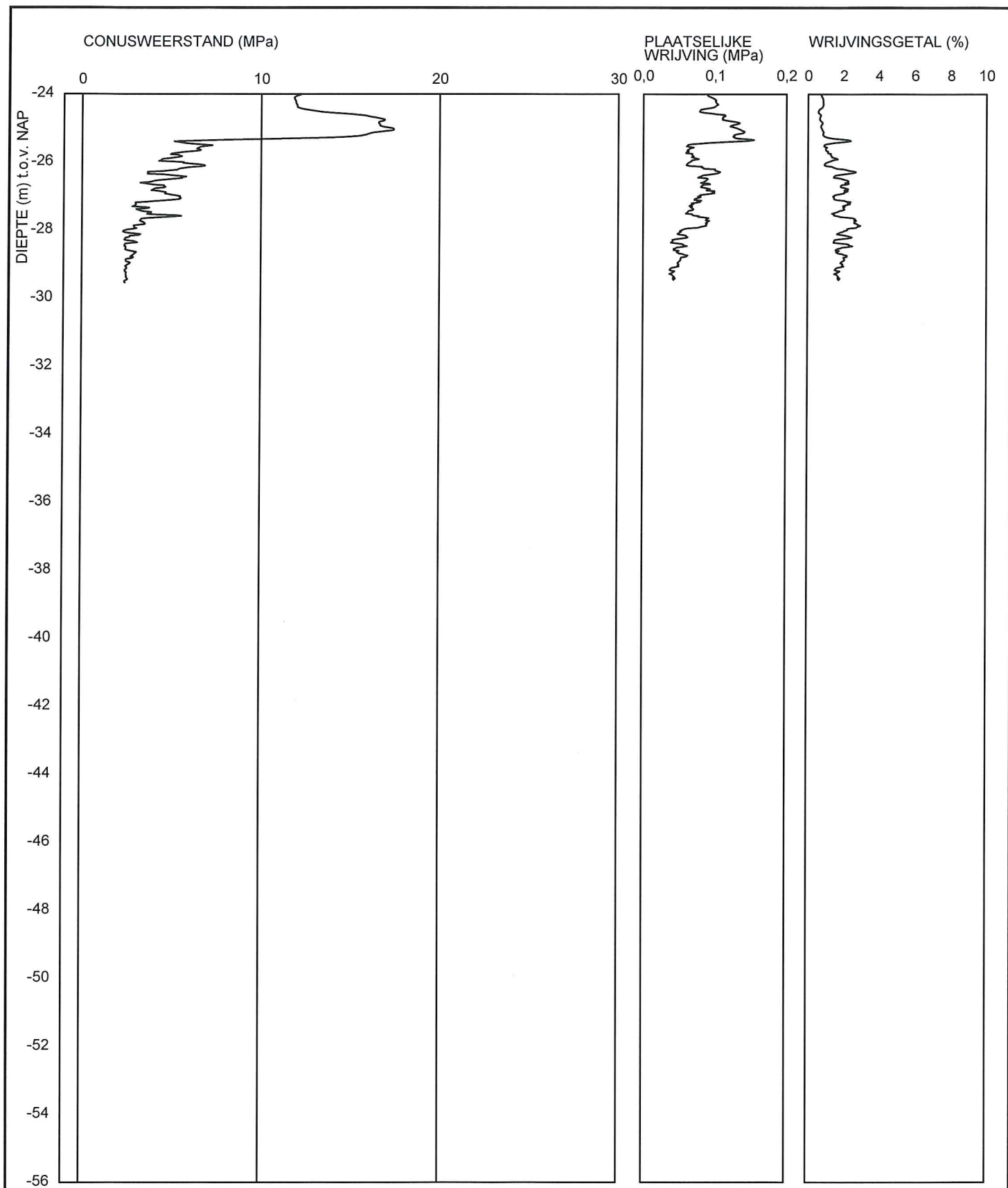
BIJL.

-

A4

Sondering 5

[Blad 1 / 2]



Geometrische Amsterdam
Ingenieursbureau

Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Telefoon +31(0)20-251 1111
Telefax +31(0)20-251 1199

datum
2008-05-27

get.
-

CPT-3840547/0

gez.

BIJL. -

form.
A4

Bijlage 3 grondwateraanvulling per deelgebied

De naam van het deelgebied is als wit (actief) tabblad vermeld onderaan de pagina.

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	$\text{Grondwateraanvulling} = (1 - c_{ver}) \times (\%ver/100) \times ((N \times (1 + (k_{toe}/100))) - (\sqrt{x} \times q_{ver})) + (1 - c_{onv}) \times (\%onw/100) \times ((N \times (1 + (k_{toe}/100))) - (\sqrt{x} \times q_{onv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	5 %		
Percentage onverhard (%onv)	95 %		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoëfficiënt verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoëfficiënt onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31 mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543 mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15 mm/d	Verdamping onverhard	1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16 mm/d	Netto neerslag onverhard	0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22 mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,67 mm/d		
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	29 %		

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	Grondwateraanvulling = $(1-cver) \times (\%ver/100) \times ((N \times (1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqver})) +$ $(1-conv) \times (\%onw/100) \times ((N \times (1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqonv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	20	%	
Percentage onverhard (%onv)	80	%	
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31	mm/dag =	2,31 mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar =	1,49 mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard 1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16	mm/d	Netto neerslag onverhard 0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding 0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,60	mm/d	
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	26	%	

Sluisbuurt-Oostpunt
OkseA10-Sportheldenbuurt
Bedrijvenstrook-Baai buurten

GRONDWATERAANVULLING			
Project:	MER Zeeburgereiland		 Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Projectnummer:			
Documentnummer:			
Opdrachtgever:			
Opsteller:			
Datum:	28-9-2016		
Bestandslocatie:	G:\IB\5\55754\BESTAND\100\waterteam\MER Zeeburgereiland\analyses en		
Formule:	Grondwateraanvulling = $(1-cver) \times (\%ver/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqver})) +$ $(1-conv) \times (\%onw/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (\sqrt{xqonv}))$		
	per project invullen		
	standaard waarde		
	berekening		
Gemiddelde situatie			
Percentage verhard (%ver)	35 %		
Percentage onverhard (%onv)	65 %		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)	
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)	
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American	
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers	
Neerslag (N)	2,31 mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543 mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0		
Verdamping verhard	0,15 mm/d	Verdamping onverhard	1,49 mm/d
Netto neerslag verhard	2,16 mm/d	Netto neerslag onverhard	0,82 mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22 mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	0,70 mm/d
Gemiddelde grondwateraanvulling	0,53 mm/d		
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag	23 %		

Sluisbuurt-Oostpunt
OkselA10-Sportheldenbuurt
Bedrijvenstrook-Baai buurten

Bijlage 2: Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte

Sluisbuurt, gemeente Amsterdam Ingenieursbureau,

versie 2.2, 1 september 2016



Notitie

Aan Ingenieursbureau - Steve Rosendahl; Ruimte en Duurzaamheid - Mirjana Milanovic;
Grond en Ontwikkeling – Jan Straub, Cees de Koning en Paul van der Veen; Waternet
– Marco van Vemden.

Van Jeroen de Jong, Ingenieursbureau, 06-11377634, jeroen.de.jong@amsterdam.nl

Kopie aan Projectteam IB

Datum 1 september 2016 - versie 2.2

Ons kenmerk 29800019

Bijlage(n) 3

Onderwerp Grondwatertoets en benodigde maaiveldhoogte Sluisbuurt

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
J. de Jong	R. van Diepen		01-09-16

Inhoudsopgave

Inleiding	3
Leeswijzer	4
Huidige situatie en bodemopbouw	4
Plannen, uitgangspunten en voorwaarden	6
Grondwatermodel	10
Toekomstige bodemopbouw eindsituatie	10
Parameters in het grondwatermodel	12
Resultaten grondwaterberekening	13
Eindsituatie Sluisbuurt met 20% onverhard oppervlak	13
Eindsituatie Sluisbuurt met (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak	14
Effect van de kelders	16
Gevoeligheid grondwatermodel voor invoerparameters	16
Laaggelegen wandelstroken	17
Zuidelijk parkdeel	17
Oostelijke parallelweg	18
Gevolgen voor bomen	18
Tijdelijke situaties	19

Conclusies en advies voor maaiveldhoogte.....	20
Bronnen	24
Bijlage 1 Parkeergarages lagen en waterstructuur	26
Bijlage 2 Berekening grondwateraanvulling	27
Bijlage 3 Grond(water)onderzoek MOS	28

Inleiding

De Sluisbuurt op het Zeeburgereiland te Amsterdam is aangewezen als versnellingslocatie. De Sluisbuurt wordt zodoende ontwikkeld tot een gebied met woningen en andere stedelijke functies. Ruimte en Duurzaamheid geeft in het concept Stedenbouwkundig Kader (bron [1]) de ontwikkelambities en inrichtingsplannen. Men zet in op een bewegende, op fietsers en voetgangers georiënteerde stad met een hoge kwaliteit van voorzieningen en openbare ruimte, leidend tot stedelijke milieus met hoge dichtheden en deels hoogbouw. De ligging aan het water van het Amsterdam Rijnkanaal en IJmeer wordt in het plan benadrukt. Duurzaamheid is een belangrijke ambitie van het plan.

In deze notitie wordt de grondwaterstand en benodigde maaiveldhoogte berekend voor de toekomstige situatie van de Sluisbuurt. Het gebied wordt binnenkort integraal bouw- en woonrijp gemaakt. Er komt er een nieuw stelsel van interne watergangen, opdat de Sluisbuurt en de rest van het Zeeburgereiland goed kan afwateren en het grondwater goed tot afstroming kan komen. Om grondwaterproblemen te voorkomen en te voldoen aan de gemeentelijke grondwaternorm, moet het maaiveld hoog genoeg worden aangelegd boven de toekomstige grondwaterstand.

De vraag is: wat is de benodigde maaiveldhoogte voor de eindsituatie van de Sluisbuurt?

Er moet minimaal worden voldaan aan de grondwaternorm van de gemeente Amsterdam. Deze vereist een ontwatering van 50 cm onder maaiveld voor kruipruimteloos bouwen (onderschrijding van maximaal vijf dagen per twee jaar), zie bron [3]. De ontwateringsnorm van 50 cm is echter een minimale norm die alleen rekening houdt met woningbouw en het voorkomen van grondwateroverlast onder woningen. Hij houdt geen rekening met de gangbare ontwateringsdiepte die verlangd wordt voor wegen (70 cm, bron [19]) of bomen (80 à 100 cm).

Het advies is daarom:

- om voor de Sluisbuurt een ontwateringsnorm te hanteren van minimaal 80 cm¹ en de maaiveldhoogte hierop te baseren;
- wanneer men zou uitgaan van de minimaal verplichte ontwateringsnorm van 50 cm, ontstaan zones waar de grondwaterstand te hoog is voor met name bomen. In die zones zouden bijzondere maatregelen nodig zijn voor de bomen, het stedenbouwkundig beeld kan qua bomen niet gerealiseerd worden en/of de bomen drukken de bestrating op.

Op 4 mei 2016 is de eerste versie van deze notitie verstrekt. Deze is vervolgens besproken met de ontvangers. De opmerkingen zijn in deze tweede versie van de notitie verwerkt. Hierin zijn twee varianten doorgerekend:

- 20% onverhard oppervlak, conform de plankaart
- (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak, waarbij het mogelijk is een deel van het hemelwater te infiltreren op de kavels.

¹ Voor een volgroeide 1^e orde boom is minstens 25 m³ doorwortelbare ruimte nodig. Op basis van de geplande boomafstand van h.o.h. 13 m en een boomstrook van 2,5 m breed (deels breder), is een ontwatering van minstens 80 cm nodig om in de buurt van 25 m³ te komen.

Leeswijzer

In deze notitie beschrijven we eerst de huidige situatie en bodemopbouw. Daarna komen de plannen, uitgangspunten en voorwaarden voor de grondwaterberekeningen naar voren. Vervolgens komt het grondwatermodel aan bod. Daarna worden de resultaten van de grondwaterberekeningen getoond, geanalyseerd en toegelicht. De notitie besluit met een advies voor de maaiveldhoogte in de eindsituatie.

Huidige situatie en bodemopbouw

De Sluisbuurt (Figuur 1) wordt begrensd door de Oranjesluizen en het IJmeer aan de noordzijde, het Amsterdam Rijnkanaal aan de westzijde, de IJburglaan/Pietheintunnel aan de zuidzijde en de Zuiderzeeweg aan de oostzijde. In de huidige situatie is de Sluisbuurt grotendeels onverhard met een aantal kleinere watergangen met waterpeil van NAP -0,40 m. Het waterpeil wordt in stand gehouden met een gemaal aan de zuidwestzijde van het Zeeburgereiland.



Figuur 1 Luchtfoto 2015 (Atlas Amsterdam) met binnen de rode lijnen indicatie ontwikkelgebied Sluisbuurt

De bodemopbouw in de Sluisbuurt kan als volgt worden geschematiseerd (bron [7]). Het oorspronkelijke maaiveld varieert tussen NAP +0,3 en +1,2 m met een gemiddeld niveau van NAP +0,6 m. Onder het maaiveld treft men afwisselend zand, klei of baggerslib aan. De Sluisbuurt is een voormalige baggerbergplaats en daar vindt men kleiig materiaal met sporen van veen, zand en schelpen. Lokaal is er opgehoogd voor bedrijven en vindt men een dunne laag zand, of er heeft weinig ontwikkeling plaatsgevonden en treft men klei aan.

Het oostelijk deel van de Sluisbuurt (binnen de zwarte stippellijn in Figuur 1) is opgehoogd tot een niveau van circa NAP +1,4 à +1,7 m met circa 1 tot 1,5 m matig fijn zand. Dit betreft het voormalige Van Keulenterrein dat nu in gebruik is bij Wind 'n Wheels als windzeilterrein.

De huidige ophooglagen in de Sluisbuurt fungeren als freatisch pakket; de doorlatendheid wisselt sterk: van vrijwel ondoorlatend bij klei tot meer doorlatend op het Wind 'n Wheels-terrein. In 2013 was op het laatstgenoemde terrein sprake van grondwateroverlast en drijfzand (zie bron [4]); het middendeel is toen opgehoogd van NAP +1,4 m naar +1,7 m waarmee de overlast is verdwenen en het terrein bruikbaar werd voor het windzeilen.

De freatische grondwaterstand varieert sterk per locatie en seizoen: er zijn grondwaterstanden gemeten tussen NAP -0,6 en NAP +1,25 m. Hieronder noemen we enkele onderzoeken/metingen van de grondwaterstand.

De meest reguliere metingen in Amsterdam vinden plaats in de Waternet-peilbuizen. In de Sluisbuurt stonden de peilbuizen Do8025A, Do8026A en Do8027A die in het jaar 2005 grondwaterstanden maten tussen NAP -0,49 m en +0,48 m (bron [5]).

Tijdens de grondwateroverlast in 2013 zijn op 18 februari 2013 enkele handmetingen verricht op het Wind 'n Wheels-terrein. De grondwaterstanden varieerden van circa NAP +0,6 m (nabij de watergangen) tot NAP +1,2 m (midden van het terrein).

Vanaf 26 februari 2016 heeft MOS Grondmechanica dagelijks grondwaterstanden gemeten in achttien freatische peilbuizen (bron [7]); het rapport is bijgevoegd als bijlage 3 inclusief de metingen t/m 8 juli 2016. De gemeten standen varieerden tussen NAP -0,60 m en NAP +1,25 m. Tevens zijn er van de freatische (zand)lagen korrelgrootteverdelingen gemaakt (bron [8]) waaruit het IB met de formule van Grontmij² doorlatendheden van de aanwezige zandlagen heeft afgeleid tussen 1 en 4 m/dag. MOS heeft ook doorlatendheidsmetingen verricht in de vorm van falling head proeven (bron [9]); hieruit kwamen doorlatendheden voor het zand tussen 0,1 en 3,6 m/dag (gemiddeld 2 m/dag voor het Wind 'n Wheels-terrein).

De waterkeringen rond het op te hogen gebied hebben een afwijkende bodemopbouw. Aan de noordzijde van de Sluisbuurt ligt de in 2013/14 aangelegde waterkering, die rond 2022 dienst zal gaan doen als primaire waterkering. De waterkering bestaat uit zand met bekleding met klei en stortsteen en wordt als doorlatend aangehouden. Aan de noordwestzijde bevindt zich een 140 m lange damwand nabij de Oranjesluizen. Aan de westzijde van de Sluisbuurt ligt de waterkering langs het Amsterdam Rijnkanaal. Deze doet nu nog dienst als primaire waterkering maar wordt in 2022 afgewaardeerd tot een secundaire kering (of mogelijk geen keringstatus). De

² $k = \left(\frac{d_{50}}{60}\right)^2 * 10^{-0,2*L}$

waarin k= doorlatendheid (m/dag), d₅₀= mediaan korrelgrootte (mm) , L= lutumgehalte op basis van % 63 µm (%)

bodemopbouw van deze waterkering is zeer wisselend en lijkt volgens de boringen/sonderingen uit bron [10] te bestaan uit sterk waterremmend materiaal (klei) met plaatselijk een dunne zandlaag.

Onder het freatisch pakket bevindt zich tot circa NAP -12 à -12,5 m het slecht doorlatende holocene pakket (bron [6] en [7]), dat een afwisseling vormt van klei, veen en wadzand.

Daaronder bevindt zich de eerste en tweede zandlaag die samen het eerste watervoerend pakket vormen. Dit duiden we ook wel aan als het "diepe grondwater". Hierin zijn stijghoogten gemeten van gemiddeld NAP -1,25 m in actuele Waternet-peilbuizen (bron [11]) en in bron [7] meet MOS Grondmechanica vergelijkbare stijghoogten. De freatische grondwaterstand ligt hoger dan de stijghoogte, zodat er sprake is van een situatie van inzijging van freatische naar het eerste watervoerend pakket.

Het zuidwestelijk deel van de Sluisbuurt ligt in de oergeul en heeft een afwijkende bodemopbouw. Daar wordt tot circa NAP -18 à -23 m een variatie van grondsoorten gevonden waarbij de eerste/tweede zandlaag is aangetast en feitelijk ontbreekt.

In de omgeving van de Sluisbuurt ligt de pas ontwikkelde Sportheldenbuurt (voorheen: RI-oost). In dit gebied is niet integraal opgehoogd maar zijn alleen de cunetten ontwikkeld. Dit heeft geleid tot jarenlange grondwateroverlast. Een van de bevindingen was, dat de sterk onverharde bouwsituatie een hoge tijdelijke grondwaterstand opleverde. Men had de verwachting in korte tijd de eindsituatie te kunnen aanleggen, waarbij de grondwaterstand lager zou uitvallen, maar de planning is vertraagd. Een andere bevinding was, dat het oorspronkelijk maaiveld van dit vroegere baggerdepot in praktijk zeer weinig doorlatend was, ondanks dat ook plaatselijk een dunne laag ophoogzand werd aangetroffen. Rondom de Sportheldenbuurt ligt een ring-watergang (waterpeil NAP -0,40 m) die grondwater kan ontvangen dat afstroomt uit het oostelijk deel van de Sluisbuurt.

De ten zuiden van de Sluisbuurt gelegen Baaibuurt is nog niet ontwikkeld. Deze heeft weinig relatie met het grondwatersysteem van de Sluisbuurt.

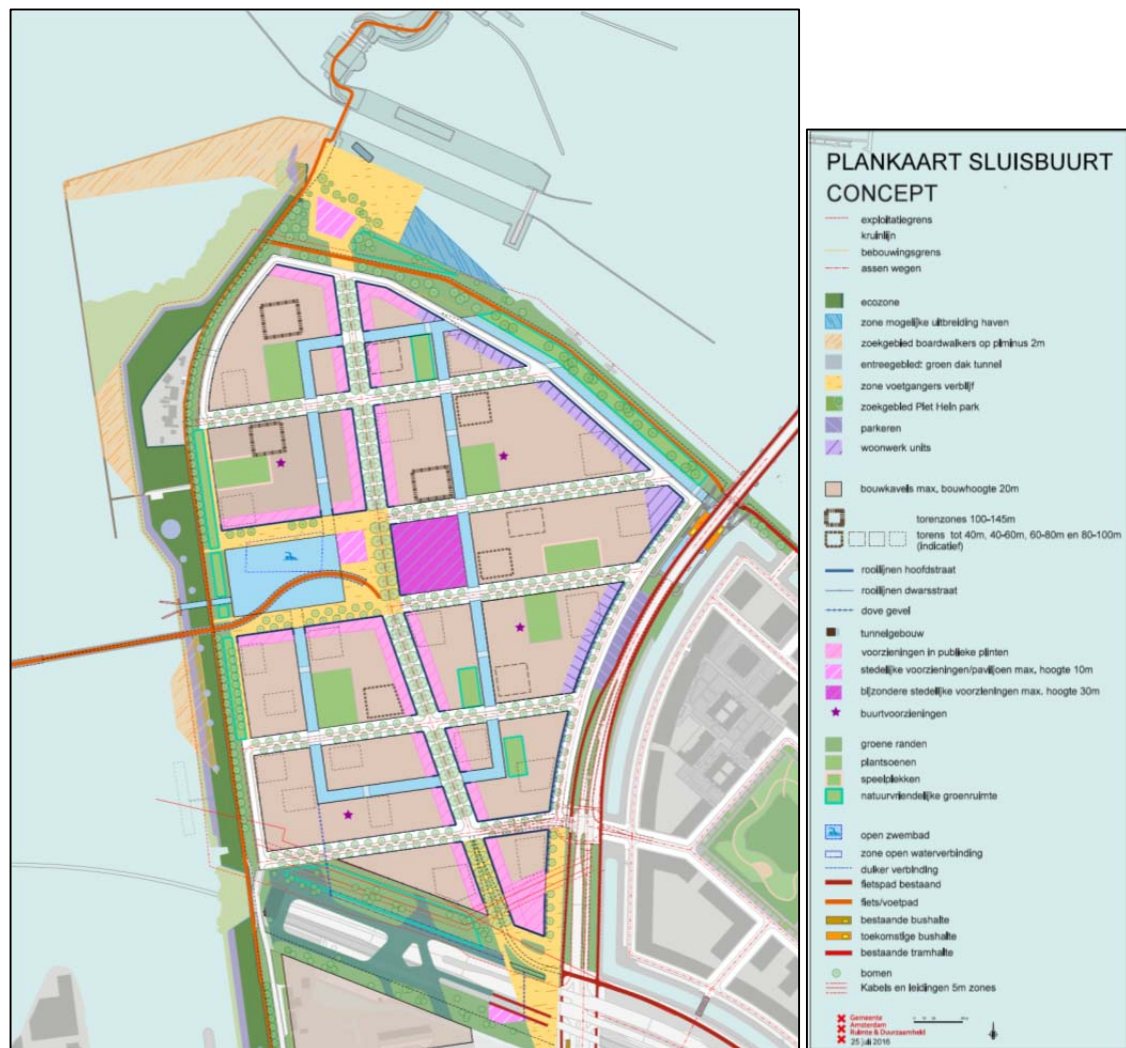
Plannen, uitgangspunten en voorwaarden

In de grondwaterberekeningen is een aantal uitgangspunten/voorwaarden gehanteerd:

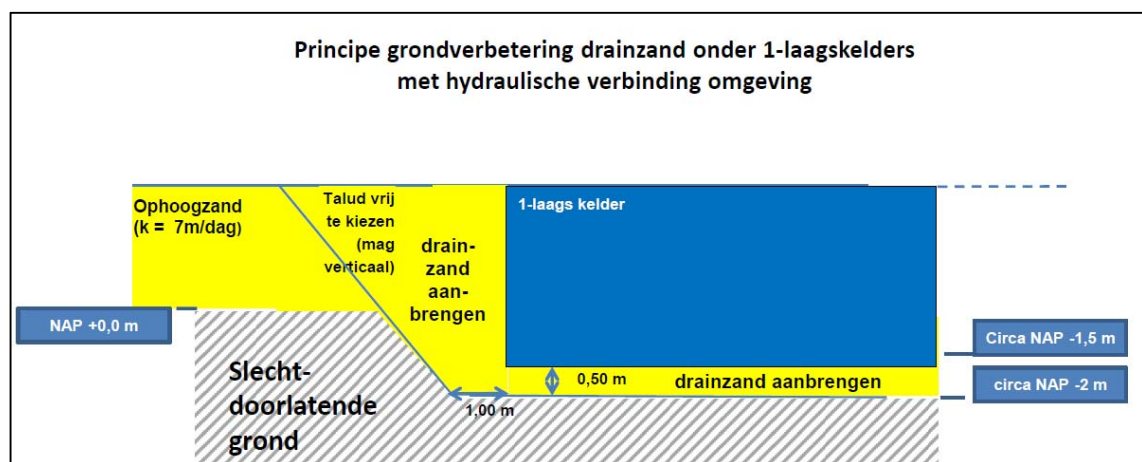
- Gebruik is gemaakt van de door Ruimte en Duurzaamheid verstrekte Plankaart met het nieuwe watersysteem d.d. 25 juli 2016 (bron [2]); dit bestaat uit een aantal interne watergangen met als streefpeil NAP -0,40 m. De bestaande watergangen worden gedempt en maken plaats voor dit volledig nieuwe oppervlaktewaterstelsel; alleen een deel van de teensloot van de noordelijke waterkering blijft in stand. Het plan is aan de westzijde een groot waterbassin aan te leggen dat het watersysteem in open verbinding brengt met het Amsterdam Rijnkanaal. De Plankaart is weergegeven in Figuur 2.
- De notitie "Advies aanpak bouwrijp maken Sluisbuurt" d.d. 8 februari 2016 van Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau (bron [20]).

- In de tijdelijke situaties zullen er tijdelijke oppervlaktewatersystemen zijn. Het streefpeil van NAP -0,40 m geldt in alle situaties voor de interne watergangen en dit is relevant voor de grondwatertoets. Aanvankelijk zal het streefpeil gehandhaafd worden door het gemaal Zeeburgereiland en blijft er een hydraulische verbinding bestaan tussen Sluisbuurt en Baaibuurt West via het zuidelijke parkdeel; in de eindsituatie wordt het peil gehandhaafd door een open verbinding met het Amsterdam Rijnkanaal. Er wordt niet getoetst aan de tijdelijke situaties, alleen aan het eindbeeld. De tijdelijke situaties worden in de komende periode uitgewerkt, waarbij voor elke situatie het grondwater beschouwd moet worden.
- Het gebied wordt integraal opgehoogd met zand met een doorlatendheid van minimaal 7 m/dag (met 95% betrouwbaarheid).
- Integraal ophogen betekent ophogen in één fase van het gehele gebied binnen de omringende waterkeringen, de IJburglaan en de Zuiderzeeweg. Het uitgraven van watergangen en dergelijke gebeurt in een latere fase nadat de zetting is opgetreden.
- Waar verticale kades komen (aannee is: langs alle interne watergangen), wordt een grondwatermaatregel aangelegd achter de kade om de grondwaterstroming naar het oppervlaktewater te waarborgen. Er zijn twee opties. De eerste is een duurzame grondverbetering/grindstrook zonder drainage; deze moet circa 1,2 m hoog zijn (onderkant op NAP -0,7 m en bovenkant op NAP +0,5 m) en afwateren via een groot aantal perforaties/gaten in de kadeconstructie (h.o.h. 1 à 2 m). De tweede optie is het ontgraven van grond onder de te bouwen kades en vervangen door een zandlaag die onder de kade doorloopt; dit is de voorkeursoptie van Waternet. Beide opties zijn onderhoudsvrij.
- Uitgangspunt is de tekening "parkeergarages lagen en waterstructuur" van Ruimte en Duurzaamheid (bron [3]); dit is een de schets van de geplande 1- en 2-laagskelders en is weergegeven in bijlage 1.
- Alle 2-laags kelders zijn ondoorlatend gemodelleerd. Een eventuele 3- of 4-laags kelder heeft in dit grondwatermodel hetzelfde effect als een 2-laagskelder, omdat ze alle in de slecht doorlatende kleilaag steken. Dit betekent dat een 3-/4-laagskelder ook mogelijk is op de locaties waar een 2-laagskelder is gepland.
- Onder alle 1-laagskelders moet een grondverbetering worden aangelegd conform Figuur 3. De grondverbetering bestaat uit een 0,5 m dikke laag drainzand aan de onderzijde en aan alle zijkanten; uit het model blijkt dat deze maatregel het opstuwende grondwatereffect van de 1-laagskelder volledig neutraliseert. Als de kavel direct aan het oppervlaktewater grenst, sluit hij aan op de grindkoffer/-strook langs de kade. Door deze oplossing wordt (ruim) grondwaterneutraal gebouwd.
- Als een bouwblok met een ondoorlatende 2-laagskelder direct aan de watergang grenst, is de grindkoffer/-strook langs de kade niet meegenomen; de reden is dat het grondwater er slecht bij kan komen en de grindkoffer/-strook weinig effect zou hebben.
- Voor de hoeveelheid hemelwater die het grondwater bereikt (de grondwateraanvulling) zijn twee varianten doorgerekend:
 - o het onverhard oppervlak is maximaal 20% van de gehele Sluisbuurt conform de plankaart. Het op te hogen deel wordt voor circa 90% verhard en bevat dus slechts 10% onverhard oppervlak, terwijl de bestaande randen en het geplande park aan de zuidzijde deels onverhard blijven (ecozone). Per saldo komt het onverhard oppervlak niet hoger dan 20%.

- o (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak, waarbij rekening wordt gehouden met de duurzaamheidsambities en het beleid van het GRP. Deze variant geeft de mogelijkheid om op de kavels een deel van het hemelwater te verzamelen en kunstmatig te infiltreren in de bodem, zodat de sponswerking van de ondergrond grotendeels in stand wordt gehouden. Sponswerking betekent dat (extreme) neerslag wordt verwerkt op de plek waar het valt en vervolgens vertraagd wordt afgevoerd via het grondwater, waarmee het gebied beter is voorbereid op klimaatverandering met grotere buien. Ook verbetert de waterkwaliteit door de bodempassage. Een bijkomend voordeel is dat in de tijdelijke situatie, waarin het gebied deels onverhard is, het aantal aanvullende maatregelen om een goede ontwatering te bereiken sterk beperkt of nihil zal zijn. Een ander voordeel is dat het plan flexibeler is, als er omstandigheden ontstaan waardoor de geambieerde mate van dichtheid qua verharding en bebouwing niet gerealiseerd wordt. Nadelen van kunstmatige infiltratie zijn dat onder de grond alleen de margestrook van 2 m breedte beschikbaar is voor infiltratie en dat het lastig is om "infiltratie" op te leggen aan de ontwikkelaars. De watervertraging kan overigens ook op andere manieren worden bereikt, bijvoorbeeld door het hergebruiken van water, aanleg van groenblauwe daken enzovoorts.
- Er is gerekend met een maatgevende neerslagreeks met twee jaar stationaire neerslag opgevolgd door een tiendaagse piek.
- Er is rekening gehouden met klimaatverandering in de vorm van een toename van de neerslag, door KNMI-scenario WH voor het jaar 2085 toe te passen (bron [18]);
- Er is rekening gehouden met een maximaal 30 cm verhoogd peil in het IJmeer: hoogste peil wordt het toekomstig winterpeil; afgerond NAP -0,1 m; bron [17].
- Voorafgaand aan de ophoging wordt de bovenste 10 cm grond afgevoerd op het voormalige Van Keulenterrein. Deze grond is vaak slecht doorlatend en/of verslemt.
- Het oorspronkelijke maaiveld wordt uitgevlakt tot één niveau (met uitzondering van het voormalige van Keulenterrein).
- Er is een modelonzekerheid gehanteerd van $\pm 0,2$ m. De onzekerheid wordt vooral bepaald door de sterk variërende huidige ondergrond (inclusief kleidrempels), onzekerheid in de optredende zettingen en onzekerheid in de overige parameters (zie verderop onder 'gevoeligheidsanalyse').
- Er wordt deels rekening gehouden met restzetting. De maatgevende situatie met het laagste maaiveld is vlak voordat er wordt herbestraat: ook op dat moment moet aan de grondwaternorm worden voldaan. De aanname is dat er dan maximaal 0,1 m zetting is opgetreden. Uitgangspunt is dat na herbestrating de onderhouds-maaiveldhoogte weer wordt hersteld.



Figuur 2 Plankaart Sluisbuurt (in bewerking, 25 juli 2016)



Figuur 3 Principe grondverbetering met drainzand onder 1-laagskelders

Grondwatermodel

Er is gebruik gemaakt van het grondwatermodel Zeeburgereiland (gebruikt voor Sportheldenbuurt en Bedrijvenstrook) en dit is nader ingevuld voor de Sluisbuurt.

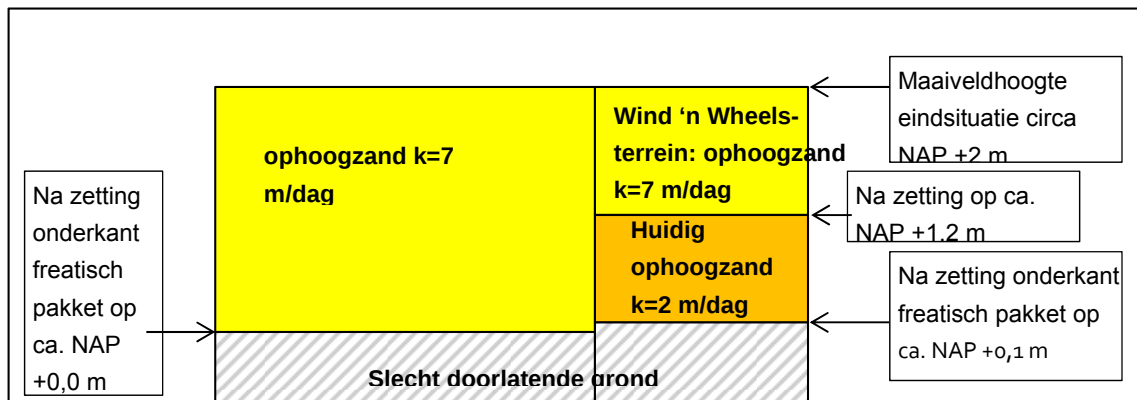
De huidige bodemopbouw is zeer heterogeen en de gemeten grondwaterstanden bevestigen dit. Er is geen sprake van een aaneensluitend freatisch pakket van zand. Het is daarom niet zinvol om het model teijken op de gemeten grondwaterstanden. Alleen voor het Wind 'n Wheels-terrein, waar met een redelijk uniforme zandlaag is opgehoogd, is op de meetreeksen een beperkte ijking uitgevoerd met een Hooghoudt-berekening³ die vervolgens is gelegd naast de doorlaatmetingen en korrelgrootteverdelingen. Uit de drie analyses blijkt, dat de doorlatendheid van de ophooglaag op het Wind 'n Wheels-terrein circa 2 à 3 m/dag is. Als conservatieve waarde is 2 m/dag gebruikt in het grondwatermodel.

Toekomstige bodemopbouw eindsituatie

In de toekomstige situatie wordt de Sluisbuurt integraal opgehoogd met zand, tot de maaiveldhoogte in de eindsituatie. De exacte hoogte is afhankelijk van deze grondwatertoets; aanvankelijk is in de plannen rekening gehouden met een maaiveldhoogte van NAP +2,1 m. Dit betekent dat er een 1,5 tot 2,5 m dikke zandlaag wordt opgebracht waardoor circa 0,5 m zetting optreedt: zie bron [14]. Dit betekent, dat het nieuwe zand het oorspronkelijk maaiveld naar beneden drukt. Na dit proces zal het oorspronkelijke (slecht doorlatende) maaiveld op circa NAP +0,0 à NAP +0,1 m liggen: zoals weergegeven in Figuur 4.

Dit is een opvallend kenmerk van de Sluisbuurt: ook na ophoging ligt het oorspronkelijk maaiveld circa 0,4 tot 0,6 m hoger dan het waterpeil van NAP -0,40 m in de sloot. Door samendrukking van deze bodem met matige doorlatendheid zal het grondwater vooral stromen in het nieuw opgebrachte zand, waarin de opbolling van grondwater zal plaatsvinden, met nauwelijks grondwaterstroming onder het oorspronkelijk maaiveld. Een ander kenmerk van het oorspronkelijk maaiveld is dat er een afwisseling is van zand en klei/veen; omdat de zandbanen niet doorlopen tot aan de watergang kan het grondwater niet tot afstroming komen. Vanwege de bovenstaande factoren is er geen doorlaatvermogen toegekend aan het oorspronkelijke maaiveld, komt de freatische zandlaag altijd hoger te liggen dan het waterpeil in de watergangen en kan men direct naast de sloot al grondwaterstanden aantreffen van NAP +0,0 à NAP +0,2 m.

³ Slootafstand 120 m, onderkant freatisch pakket op NAP +0,1 m, maximaal 0,5 m opbolling en grondwaterstand van NAP +0,6 m conform de meetreeksen in bron [7], inzijging 0,42 mm/dag, gemiddelde grondwateraanvulling 0,7 mm/dag voor onverhard gebied. Dit leidt tot een k-waarde van het huidig ophoogzand van circa 3 m/dag.



Figuur 4 Schematische bodemopbouw ophooggebied in de eindsituatie (na ophoging en zetting)

Het gekozen maaiveldniveau zal gelden voor het hele ophooggebied met de volgende uitzonderingen:

- Aan de zuidzijde van de Sluisbuurt ligt een kabels- en leidingenzone. Hier kan het maaiveld maar beperkt worden opgehoogd, omdat de leidingen niet teveel zetting als gevolg van bovenbelasting mogen hebben. Voor dit gebied zal een afwijkend advies gelden.
- De aanlanding van de fietsbrug zal met circa NAP +3 m een afwijkend (hoger) maaiveldniveau hebben. Omdat het gebied hoger ligt dan de omgeving zal de ontwatering beter zijn.
- Een aantal wandelstroken en openbaar groen langs de interne watergangen wil men lager aanleggen. Eventueel met speciale maatregelen en/of een afwijkende ontwateringsnorm waar mogelijk.
- De oostelijke weg die parallel loopt aan de Zuiderzeeweg is lager gepland dan het ophooggebied, om beter aan te kunnen sluiten op de Zuiderzeeweg.
- De ontwikkelaars van de kavels ontvangen een bouwrijp gebied dat voldoet aan de grondwaternorm. De kavels kunnen echter een afwijkende maaiveldhoogte aanleggen of constructies bouwen die het grondwater op de kavel zelf beïnvloeden, bijvoorbeeld kavels met een daktuin waar een dunne laag grond op ligt. Dergelijke situaties zijn de eigen verantwoordelijkheid van de ontwikkelaar. Kelders worden geacht waterdicht te zijn; kruipruimtes zijn niet toegestaan.

Parameters in het grondwatermodel

De bovenstaande onderzoeken hebben geleid tot de volgende modelparameters voor de Sluisbuurt in het grondwatermodel. De modelparameters in de omliggende delen van het Zeeburgereiland zijn ongewijzigd (zie bron [16]).

Tabel 1 Parameters grondwatermodel

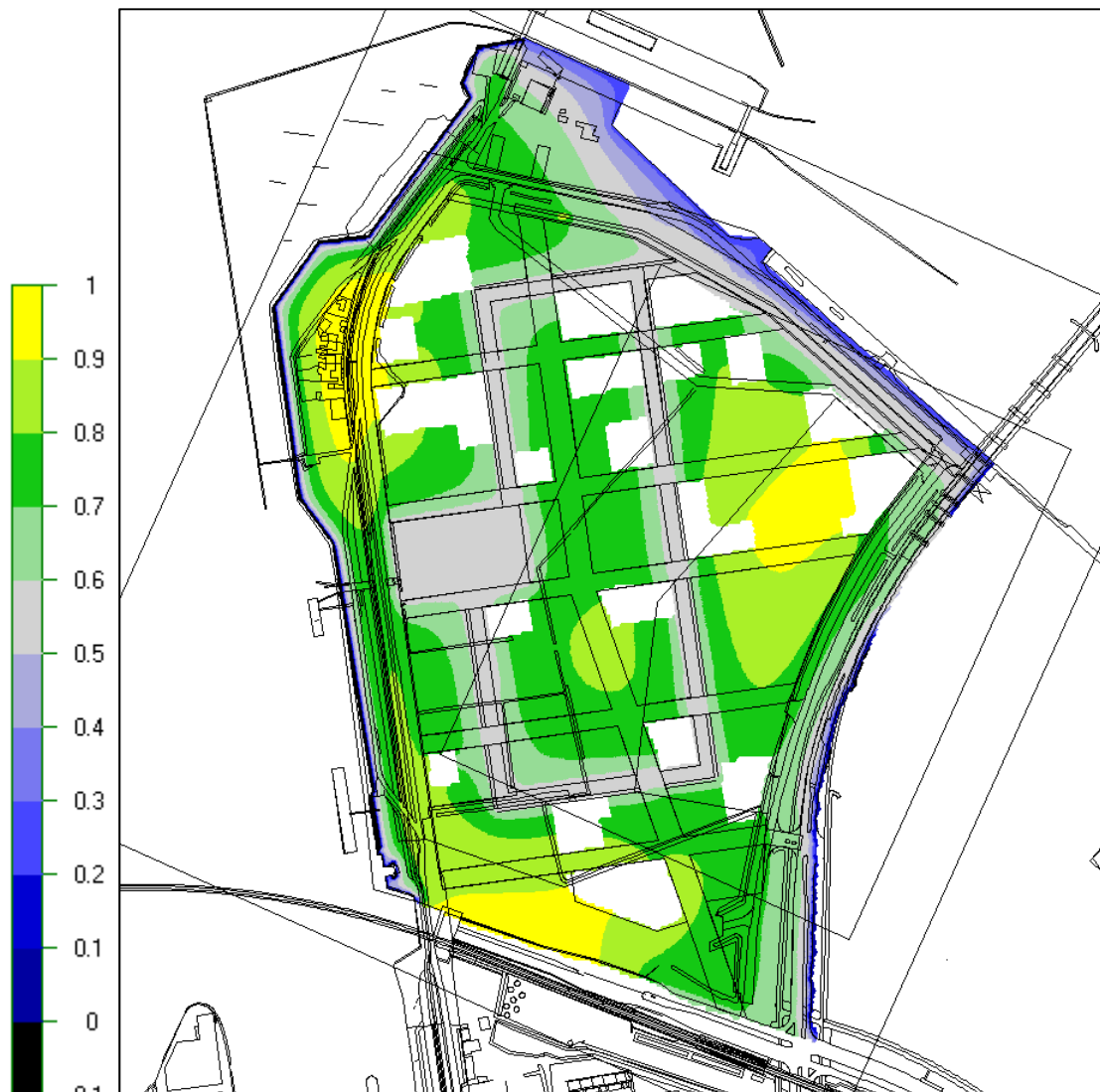
Parameter	Symbool	waarde	toelichting
Onderkant freatisch pakket	-	NAP +0,1 m op Wind n Wheels Terrein, NAP +0,0 m op overig terrein	Na zetting, conform Figuur 4
Zetting	-	0,4 m (0,1 m op Wind n wheels-terrein)	In bron [14] is gemiddeld circa 0,5 m zetting berekend. Voor de grondwaterberekening is deze aangenomen als 0,4 m; dit is conservatief omdat bij een verminderde zetting het freatisch pakket minder naar beneden wordt gedrukt. Op het Wind n Wheels- terrein heeft de meeste zetting al plaatsgevonden
Doorlatendheid nieuw ophoogzand	k	7 m/dag	Nieuw op te brengen zand met kwaliteit "IJburgzand"
Doorlatendheid bestaand ophoogzand Wind 'n Wheels-terrein	k	2 m/dag	Deze laag is gemiddeld 1,1 m dik (na zetting, van NAP +0,1 m tot NAP +1,2 m)
Waterpeil in watergangen	Ho	NAP +0,20 m (vast)	Waterpeil is NAP -0,40 m maar het effect van de hooggelegen kleilaag is verdisconteerd in een hoger waterpeil voor de grondwaterberekening
Intreeweerstand watergangen	C1	10 dagen	Beschrijft de weerstand van/naar de watergang
Neerslagaanvulling	PPN	- variant 20% onverhard oppervlak: twee jaar lang 0,49 mm/dag gevolgd door tiendaagse piek van 2,54 mm/dag - variant (equivalent van) 50% onverhard oppervlak: twee jaar lang 0,79 mm/dag gevolgd door tiendaagse piek van 4,79 mm/dag	Geldt voor gehele Sluisbuurt; inclusief klimaattoeslag WH 2085; berekening in bijlage 2
Hydraulische verticale weerstand	C2	4.000 dagen	Interpretatie van bron [7] en [15]
Stijghoogte eerste zandlaag	H2	NAP -1,25 m (vast)	Gebaseerd op bron [11] en geactualiseerd.
bergingscoefficient freatisch pakket (storativity)	S1	0,20	Standaardwaarde voor zand
bergingscoefficient eerste watervoerend pakket (storativity)	S2	0,00025	Standaardwaarde voor zand in spanningspakket

Resultaten grondwaterberekening

Met het grondwatermodel is de eindsituatie voor de Sluisbuurt doorgerekend voor de twee varianten.

Eindsituatie Sluisbuurt met 20% onverhard oppervlak

Deze variant gaat uit van de (on)verharde oppervlakken die worden aangelegd volgens de plankaart. De hoogst optredende grondwaterstanden (inclusief de marges voor modelonzekerheden en restzetting) zijn weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 5 Maatgevende freatische grondwaterstanden (in m NAP) bij 20% onverhard oppervlak (de witte "gaten" zijn 2-laagskelders)

De hoogste grondwaterstanden kunnen optreden:

- in het oostdeel van de Sluisbuurt (grondwaterstand berekend op NAP +0,95 m);

- aan de noordwestzijde van de Sluisbuurt aan de Zuider IJdijk (NAP +0,95 m, in het op te hogen gebied NAP +0,92 m);
- aan de zuidzijde tegen de Pietheintunnel aan (NAP +0,93 m)
- in het middendeel komt de grondwaterstand wat lager uit (NAP +0,82 m).

De hoogste grondwaterstanden in de diverse deelgebieden verschillen weinig van elkaar. Integraal ophogen tot één maaiveldniveau is daarom een efficiënte en effectieve maatregel.

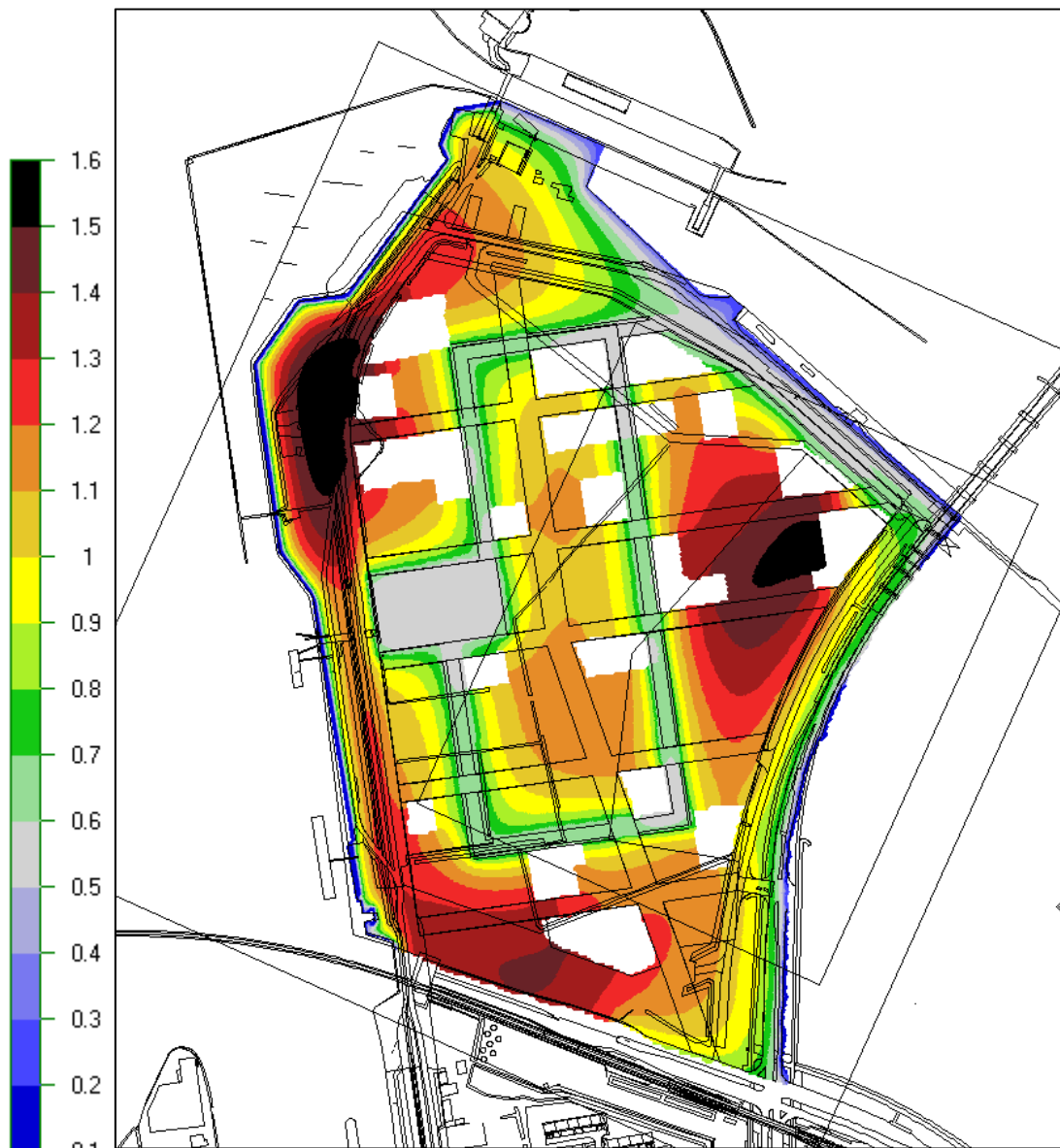
Het grondwater stroomt voornamelijk af richting de interne watergangen. Tevens is er grondwaterstroming richting de ringwatergang Sportheldenbuurt ten oosten van de Sluisbuurt en richting het IJmeer. De waterremmendheid van de westelijke waterkering betekent dat het grondwater in die zone zijn weg vooral zoekt richting de interne watergangen.

Bij toepassing van de geadviseerde ontwateringsnorm van 80 cm onder maaiveld (geschikt voor wegen en bomen), moet het maaiveld op NAP +1,80 m komen.

Bij de minimaal vereiste gemeentelijke grondwaternorm van 50 cm onder maaiveld zou een maaiveldhoogte van NAP +1,50 m volstaan; verderop in dit hoofdstuk wordt aangetoond dat dan op vele locaties knelpunten optreden voor met name bomen en dat daarvoor extra maatregelen nodig zouden zijn. Het advies is uit te gaan van de ontwateringsnorm van 80 cm.

Eindsituatie Sluisbuurt met (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak

Bij deze variant is het mogelijk om een deel van het hemelwater kunstmatig te infiltreren op de kavels of anderszins (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak te hebben. De hoogst optredende grondwaterstanden (inclusief de marges voor modelonzekerheden en restzetting) zijn weergegeven in Figuur 6.



Figuur 6 Maatgevende freatische grondwaterstanden in m NAP bij (het equivalent van) 50% onverhard oppervlak (de witte "gaten" zijn z-laagskelders)

De hoogste grondwaterstanden kunnen optreden:

- in het oostdeel van de Sluisbuurt (grondwaterstand berekend op NAP +1,55 m);
- aan de noordwestzijde van de Sluisbuurt aan de Zuider IJdijk (NAP +1,60 m, in het op te hogen gebied NAP +1,53 m);
- aan de zuidzijde tegen de Pietheintunnel aan (NAP +1,41 m)
- in het middendeel komt de grondwaterstand wat lager uit (circa NAP +1,19 m).

De hoogste grondwaterstanden in de diverse deelgebieden verschillen enkele decimeters van elkaar, zodat de deelgebieden in theorie elk hun eigen maaiveldhoogte zouden kunnen krijgen. Integraal ophogen tot één maaiveldniveau is echter nog steeds een vrij efficiënte en effectieve maatregel en is ook vanuit stedenbouwkundig oogpunt wenselijk.

In vergelijking met de variant 20% onverhard oppervlak volgt de grondwaterstroming dezelfde patronen; de grondwaterstand en daarmee de benodigde maaiveldhoogte wordt bij de variant 50% onverhard oppervlak echter 0,4 tot 0,6 m hoger (afhankelijk van de locatie).

Bij toepassing van de geadviseerde ontwateringsnorm van 80 cm onder maaiveld is de benodigde maaiveldhoogte NAP +2,40 m.

Bij de minimaal vereiste gemeentelijke grondwaternorm van 50 cm onder maaiveld zou een maaiveldhoogte van NAP +2,10 m volstaan; verderop in dit hoofdstuk wordt aangetoond dat dan op vele locaties knelpunten optreden voor met name bomen en dat daarvoor extra maatregelen nodig zouden zijn. Het advies is uit te gaan van de ontwateringsnorm van 80 cm.

Effect van de kelders

Er is eerst een berekening uitgevoerd zonder 2-laagskelders; vervolgens zijn de kelders als ondoorlatende elementen ingebracht. Hieruit blijkt, dat het grondwaterverhogend effect van de 2-laagskelders beperkt blijft tot minder dan 0,2 m. Dit komt omdat de 2-laagskelders verspreid liggen over het gebied, er brede grondstroken aanwezig blijven tussen de kelders en omdat alle 1-laagskelder een grondverbetering krijgen waar grondwater doorheen kan stromen. Dit zijn goede principes voor de verdere planvorming.

Gevoeligheid grondwatermodel voor invoerparameters

Met een beknopte gevoeligheidsanalyse is onderzocht welke invoerparameters de grootste invloed hebben op de berekende grondwaterstanden. Daarbij is uitgegaan van realistische lage en hoge waarden (bandbreedte) die een parameter kan hebben. Dat levert verschillen op in de berekende grondwaterstanden. Het resultaat staat in de onderstaande tabel.

Tabel 2 Gevoeligheidsanalyse

invoerparameter	gevarieerd binnen bandbreedte			Verschillen in berekende grondwaterstand binnen bandbreedte parameter*
	Laag**	Gehanteerd	Hoog**	
2-laagskelders	Geen kelders	Aantal verspreide kelders, conform Bijlage 1	Aantal verspreide kelders, conform Bijlage 1	< 0,2 m
Grondwateraanvulling (onverhard oppervlak)	20% onverhard	Beide varianten	50% onverhard	Circa 0,6 m
Doorlatendheid ophoogzand	10 m/dag	7 m/dag	5 m/dag	Circa 0,4 m (-0,2...+0,2 m rondom gehanteerd)
Hydraulische verticale weerstand c	2.000 dagen	4.000 dagen	5.000 dagen	Circa 0,7 m (-0,5...+0,2 m rondom gehanteerd)
Stijghoogte eerste watervoerend pakket	NAP -1,6 m	NAP -1,25 m	NAP -0,8 m	Circa 0,5 m (-0,2...+0,3 m rondom gehanteerd)
Intreeweerstand interne watergangen	5 dagen	10 dagen	50 dagen	Circa 0,3 m (-0,1...+0,2 m rondom gehanteerd)

*bij 50% onverhard

**laag/hoog betekent dat daarmee de laagste/hoogste grondwaterstand wordt uitgerekend

De conclusie is dat het model het meest gevoelig is voor afwijkingen in de parameters hydraulische verticale weerstand en grondwateraanvulling. Een aantal parameters is reeds zodanig gekozen, dat geneigd wordt naar de waarde die binnen een realistisch bereik voor de locatie een hogere grondwaterstand oplevert. Wanneer het doel is om de benodigde maaiveldhoogte te bepalen, is dat een veilige benadering. Bijvoorbeeld variatie van de hydraulische verticale weerstand geeft de grootste grondwatereffecten, maar deze parameter is reeds aan de veilige (hoge) kant aangehouden. De conclusie is dat per invoerparameter een grondwaterstand kan optreden tot maximaal -0,5 tot +0,3 m rondom de gemodelleerde stand. Daarnaast gaat het grondwatermodel uit van een samenhangende set parameters waarop het model is geijkt, waarbij afwijking van parameters aan de 'ongunstige' zijde betekent dat sommige andere parameters 'gunstiger' moeten zijn. In dit advies zijn alle resterende modelonzekerheden verdisconteerd door 0,2 m modelmarge aan te houden. Deze wordt opgeteld bij de grondwaterstand in het model, om te komen tot de maatgevende grondwaterstanden van Figuur 5 en Figuur 6.

Laaggelegen wandelstroken

De eventuele wandel-/groenstroken (10 à 15 m breed) direct langs de nieuwe watergangen kunnen lager worden aangelegd op circa NAP +1,2 / +1,4 m bij 20% / 50% onverhard oppervlak, bij een ontwateringsnorm van 50 cm en zonder toepassing van bomen in deze stroken.

De exacte locaties moeten nog worden bepaald. Er is nader onderzoek nodig om te kijken met welke maatregelen het grondwater en het maaiveld nog verder omlaag gebracht kunnen worden, conform de stedenbouwkundige wensen. Volgens het GRP dient dit met duurzame onderhoudsvrije systemen te gebeuren, zoals grondverbetering en grindstroken, nadrukkelijk niet met onderhoudsintensieve systemen als drainage. Het advies is in de kostenraming al rekening te houden met deze maatregelen.

Zuidelijk parkdeel

Het zuidelijk deel wordt in de plannen een park en komt op een lager maaiveldniveau dan de rest van de Sluisbuurt, vanwege de aanwezigheid van leidingen die de ophoogdikte beperken. Het exacte maaiveldniveau is nog niet bepaald. Het lagere maaiveld is een knelpunt, aangezien de hoogste grondwaterstand op circa NAP +0,9 / +1,2 m is berekend bij 20% / 50% onverhard oppervlak. Bij 80 cm ontwateringsnorm moet het maaiveld hier op NAP +1,7 / +2,0 m komen. Het park is geen woongebied zodat de grondwaternorm niet geldt en er gekozen mag worden voor een afwijkende ontwateringsnorm (eventueel ook minder dan 50 cm). Het advies is:

- in eerste instantie de maaiveldhoogten van NAP +1,7 / +2,0 m aan te houden en te onderzoeken of de leidingen dit aankunnen;
- als alternatief te onderzoeken of de ruimtelijke inrichting kan worden aangepast op de hoge grondwaterstand, bijvoorbeeld door functies te plannen (bepaalde vegetatie) die een verminderde ontwatering mogen hebben. Het plan kan worden ingevuld in samenspraak tussen Ruimte en Duurzaamheid en het IB met inzet van de groen- en ecologiedeskundigen.

Oostelijke parallelweg

De oostelijke parallelweg van de Zuiderzeeweg is lager gepland, om goed aan te kunnen sluiten op de Zuiderzeeweg. Uitgaande van de ontwateringsnorm van 80 cm voor bomen, moet de maaiveldhoogte bij 20% / 50% onverhard oppervlak circa NAP +1,6 / +1,8 m zijn.

Gevolgen voor bomen

De bomen zijn vooral gepland in de straten en dat is het punt waar de hoogste opbolling van het grondwater en de hoogste grondwaterstanden optreden. Daarom adviseren wij een ontwateringsnorm van 80 cm te hanteren voor de Sluisbuurt.

Mocht er toch gekozen worden voor de minimale ontwateringsnorm van 50 cm, dan zijn er weliswaar een aantal boomzones waar de ontwatering >80 cm is, maar ontstaan ook een aantal zones waar de bomen onvoldoende ontwatering hebben (tussen de 50 en 80 cm). Deze zones zijn in de onderstaande figuur oranje gemarkeerd op het voorlopig Bomenplan van bron [1] (N.B. het watersysteem in de figuur is verouderd). Hieruit blijkt, dat er veel bomenzones zijn waar een knelpunt ontstaat door onvoldoende ontwatering. In totaal gaat het om circa 1,5 km bomenrij. Wanneer men de minimale ontwateringsnorm van 50 cm zou hanteren, dan zijn hier extra boommaatregelen nodig, wordt het stedenbouwkundig beeld niet gerealiseerd en/of kunnen de bomen de bestrating opdrukken.



Figuur 7 Knelpuntenzones bij bomenrijen (in oranje), waar de ontwatering <80 cm is bij keuze voor de minimale grondwaternorm van 50 cm voor de Sluisbuurt.

Tijdelijke situaties

In de tijdelijke situatie met voornamelijk onverhard gebied kunnen de grondwaterstanden hoger liggen dan hier getoond. Het meest kritieke moment is wanneer de eerste bewoners komen. Voor de tijdelijke situaties dienen aparte grondwaterberekeningen uitgevoerd te worden. Eventueel kunnen tijdelijke watergangen worden gegraven als maatregel. Men kan ook reeds in het plan rekening houden met een groter percentage onverhard oppervlak.

Conclusies en advies voor maaiveldhoogte

Het advies is de Sluisbuurt op te hogen tot een maaiveldniveau van NAP +2,10 m. Het advies is gebaseerd op de volgende overwegingen.

De huidige opbouw van de bodem en maaiveldhoogtes in de Sluisbuurt zijn erg heterogeen. De hoogste grondwaterstanden in de diverse deelgebieden verschillen echter weinig van elkaar. Er wordt geadviseerd het gehele gebied integraal op te hogen binnen de omringende waterkeringen, de IJburglaan en de Zuiderzeeweg. Dit is een efficiënte maatregel en voorkomt dat er, zoals in de Sportheldenbuurt, in de tijdelijke watersituatie overlast ontstaat. De volledig onderbouwing voor de integrale ophoging is opgenomen in de notitie "Advies aanpak bouwrijp maken Sluisbuurt" d.d. 8 februari 2016.

Ten aanzien van de definitieve maaiveldhoogte gelden de volgende normen:

- De grondwaternorm van de gemeente Amsterdam schrijft een ontwatering van minimaal 50 cm voor bij kruipruimteloos bouwen;
- Gewenste ontwateringsdiepte voor wegen (70 cm) en bomen (80 tot 100 cm).

Op basis van de eerste norm is de benodigde maaiveldhoogte NAP +1,80 m. Nadeel is dat circa 1,5 km bomenrij dan onvoldoende ontwatering heeft. In die zones zouden bijzondere maatregelen nodig zijn voor de bomen, zou het stedenbouwkundig beeld qua bomen niet gerealiseerd worden en/of zouden de bomen de bestrating kunnen opdrukken.

Daarnaast zijn er diverse andere overwegingen die een rol spelen bij het bepalen van de maaiveldhoogte:

- Bij de berekeningen wordt uitgegaan van scenario's ten aanzien van het klimaat. Daarbij is het zaak uit te gaan van een 'robuust scenario' om te zorgen dat er ook in de toekomst geen problemen ontstaan;
- De te bepalen maaiveldhoogte gaat uit van de verwachte eindsituatie qua bebouwing en verharding. Gezien de lange looptijd van het plan is het onzeker of het plan in de huidige vorm gerealiseerd wordt. Daarom is er gerekend met twee verschillende scenario's, zoals verderop toegelicht.
- Een ander effect van de lange looptijd is dat de tijdelijke situatie, waarin het plangebied dus slechts gedeeltelijk bebouwd en / of verhard is, voor een lange termijn kan bestaan. Er is dan een groter onverhard oppervlak met een hogere grondwaterstand dan in de eindsituatie.
- De mate waarin ontwikkelaars maatregelen treffen om water van de kavel vertraagd af te voeren, bijvoorbeeld door middel van groene daken, speelt ook een rol. In de tenders voor de verschillende kavels zullen dergelijke maatregelen gestimuleerd worden. Omdat er geen eisen gesteld kunnen worden die strenger zijn dan bestaande wet- en regelgeving kan echter niet gegarandeerd worden dat deze maatregelen getroffen worden.

In onderstaande tabel wordt inzichtelijk gemaakt wat de benodigde maaiveldhoogte is voor de varianten met respectievelijk 20% en 50% onverhard oppervlakte. De variant met 50% onverhard oppervlak gaat ervan uit dat op de kavels maatregelen worden genomen om het hemelwater

vertraagd af te voeren waarbij een deel van het hemelwater kan worden geïnfilteerd naar het grondwater.

Variant	Toelichting	Benodigde maaiveldhoogte
20% onverhard oppervlak	conform plankaart	NAP +1,80 m
(equivalent van) 50% onverhard oppervlak	mogelijkheid om een deel van het hemelwater kunstmatig te infiltreren op de kavels	NAP +2,40 m

Tabel 3 Benodigde maaiveldhoogten bij een ontwateringsnorm van 80 cm

Uit de tabel blijkt de benodigde maaiveldhoogte NAP + 1,80 m bij uitvoering van het stedenbouwkundig plan in de eindsituatie. In de tijdelijke situatie zal er bij deze maaiveldhoogte sprake zijn van wateroverlast. Daarom is er onderzoek gedaan naar maatregelen om deze wateroverlast weg te nemen. Grofweg zijn hier twee oplossingsrichtingen voor:

1. Tijdelijke maatregelen, gericht op de tijdelijke situatie;
2. Eén definitieve maatregel, waarmee geen tijdelijke maatregelen nodig zijn.

Ad 1.

De tijdelijke maatregelen betreffen in ieder geval de volgende (met globale kostenraming bron Grond & Ontwikkeling):

Tijdelijke watergangen	€	400.000
Extra duikers	€	100.000
Maatregelen K+L	€	180.000
Extra kosten ontsluiting bouwwegen	€	350.000
	€	1.030.000

Daarnaast worden er extra beheerkosten verwacht (circa € 50.000 per jaar), extra kosten voor boomgroeiplaatsen in de eindsituatie en is er extra inzet nodig van het Ingenieursbureau

Ad 2.

Door uit te gaan van een hogere definitieve maaiveldhoogte ontstaat er volgens de berekeningen geen overlast in de tijdelijke situatie. Hier zijn ook kosten mee gemoeid. Die zijn globaal als volgt geraamd (bron Grond & Ontwikkeling):

Hogere kademuren	€	300.000
Kosten extra ophoging	€	655.000
	€	955.000

De kosten van de twee oplossingsrichtingen zijn, zonder de extra beheerkosten en inzet van het Ingenieursbureau ten behoeve van de tijdelijke maatregelen, nagenoeg gelijk. Daarom kan een keuze worden gemaakt op andere overwegingen.

Uit de tabel blijkt tevens dat, bij een oppervlakte onverhard en onbebouwd van 50%, een maaiveldhoogte van NAP + 2,40 m nodig is. Het lijkt niet logisch te verwachten dat het percentage

verharding en bebouwing in de eindsituatie dermate laag is. Dat neemt niet weg dat door onvoorziene omstandigheden de hoge mate van stedelijkheid die nu verwacht wordt niet gerealiseerd wordt. Bij een maaiveldhoogte van NAP +1,80 m is er weinig flexibiliteit om het plan aan te passen aan dergelijke omstandigheden en zal, vanuit het watersysteem, het hoge percentage aan bebouwing en verharding gerealiseerd moeten worden (of zullen structureel andere maatregelen getroffen moeten worden). Een maaiveldhoogte van NAP +2,10 m of NAP +2,40 m biedt meer flexibiliteit in zowel de eindsituatie als in de tijdelijke situatie (omdat zonder tijdelijke maatregelen er geen wateroverlast ontstaat is de fasering flexibel).

Op basis van bovenstaande wordt geadviseerd om uit te gaan van een maaiveldhoogte van NAP +2,10 meter. Enerzijds leidt dit niet tot hogere kosten dan de minimale variant van NAP +1,80 m en anderzijds biedt het voordelen ten aanzien van flexibiliteit en fasering. Tevens sluit dit goed aan bij de ambities uit het Stedenbouwkundig Plan, waarin Rainproof als belangrijke ambitie voor de Sluisbuurt is opgenomen.

De eventuele wandel-/groenstroken (10 à 15 m breed) direct langs de nieuwe watergangen kunnen lager worden aangelegd op circa NAP +1,2 / +1,4 m bij 20% / 50% onverhard oppervlak, bij een ontwateringsnorm van 50 cm en zonder toepassing van bomen in deze stroken. Hiernaar is nader onderzoek nodig. Mogelijk kan met extra maatregelen zoals grondverbetering of grindlagen het grondwater- en maaiveldniveau verder omlaag worden gebracht. Het advies is dergelijke onderhoudsvrije maatregelen mee te nemen in de kostenraming.

Uit de berekening blijkt, dat het grondwaterverhogend effect van de 2-laagskelders beperkt blijft tot minder dan 0,2 m. Dit komt omdat de 2-laagskelders verspreid liggen over het gebied, er brede grondstroken aanwezig blijven tussen de kelders en omdat alle 1-laagskelder een grondverbetering krijgen waar grondwater doorheen kan stromen. Dit zijn goede principes voor de verdere planvorming.

Men moet er rekening mee houden dat achter alle verticale kades een onderhoudsvrije grondwatermaatregel (grondverbetering of grindlagen) moet komen. Dit is uitgangspunt voor de grondwaterberekeningen en dient in de kostenraming meegenomen te worden.

Het zuidelijk parkdeel komt op een lager maaiveldniveau dan de rest van de Sluisbuurt, vanwege de aanwezigheid van leidingen die de ophoogdikte beperken. Dit is een knelpunt, aangezien de hoogste grondwaterstand op circa NAP +0,9 / +1,05 / +1,2 m is berekend bij 20% / 35% / 50% onverhard oppervlak. Het advies is:

- in eerste instantie de maaiveldhoogten van NAP +1,7 / +1,85 / +2,0 m aan te houden en te onderzoeken of de leidingen dit aankunnen;
- als alternatief te onderzoeken of de ruimtelijke inrichting kan worden aangepast op de hoge grondwaterstand, bijvoorbeeld door functies te plannen (bepaalde vegetatie) die een verminderde ontwatering mogen hebben.

De oostelijke parallelweg van de Zuiderzeeweg is lager gepland, om goed aan te kunnen sluiten op de Zuiderzeeweg. Uitgaande van de ontwateringsnorm van 80 cm voor bomen, moet de maaiveldhoogte bij 20% / 35% / 50% onverhard oppervlak circa NAP +1,6 / +1,7 / +1,8 m zijn.

In de tijdelijke situatie met voornamelijk onverhard gebied kunnen de grondwaterstanden hoger liggen dan hier getoond. Het meest kritieke moment is wanneer de eerste bewoners komen. Voor de tijdelijke situaties moeten aparte grondwaterberekeningen gedaan worden. Eventueel kunnen tijdelijke watergangen worden gegraven als maatregel.

Bronnen

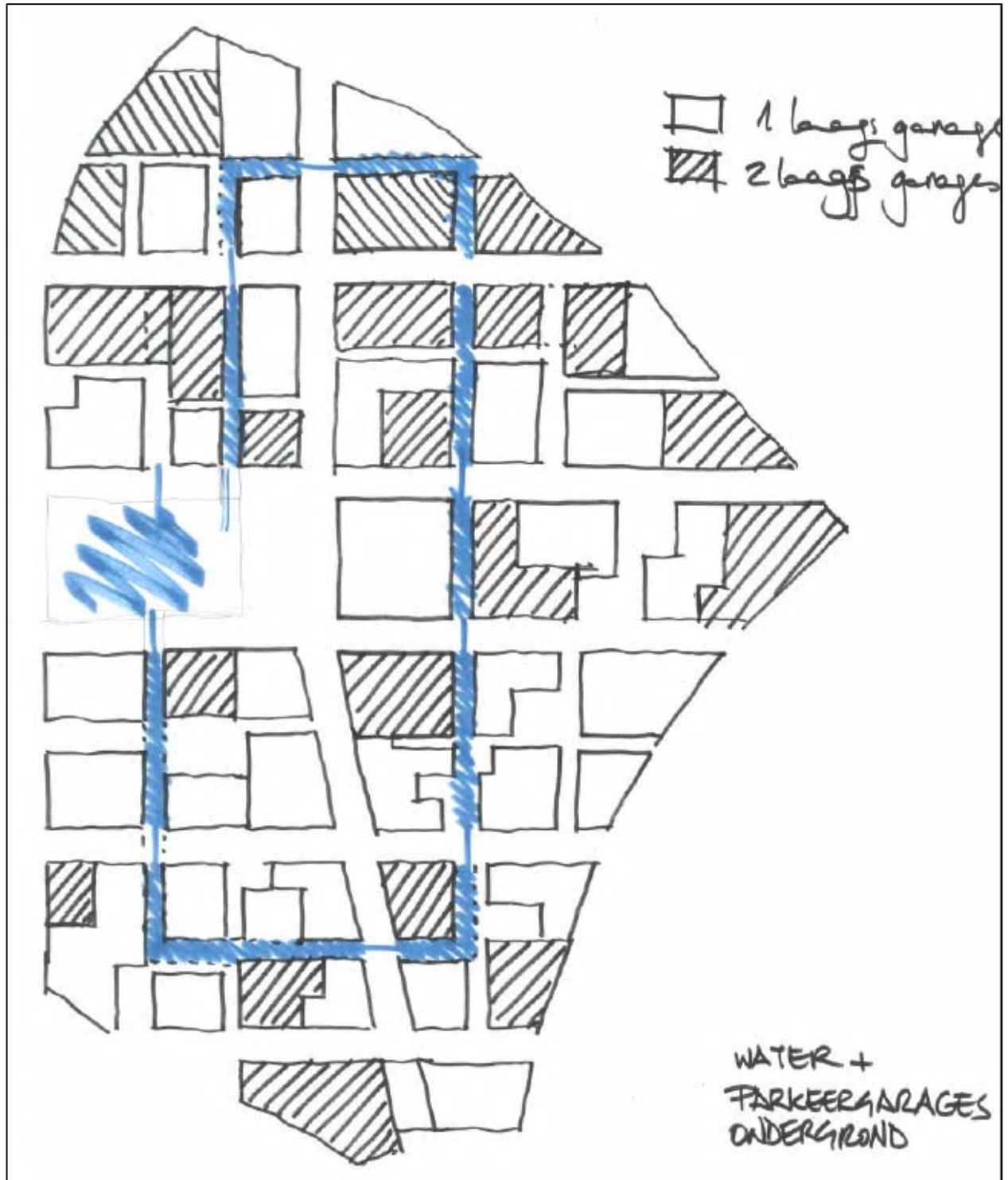
- [1] Stedenbouwkundig Kader Sluisbuurt, Ruimte en Duurzaamheid, concept april 2016.
- [2] Plankaart Sluisbuurt, Ruimte en Duurzaamheid, in bewerking 25 juli 2016.
- [3] Tekening "parkeergarages lagen en waterstructuur", in bewerking, Ruimte en Duurzaamheid, 20 april 2016.
- [4] Begaanbaarheid Van Keulen-terrein Zeeburgereiland Sluisbuurt, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 19 februari 2016, documentnummer 179744.
- [5] Peilbuizen Waternet, website geraadpleegd in april 2016:
<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=365ce03b38c54081a2394205coe53c0>.
- [6] Stabiliteit en hydrologie eiland Zeeburg, OMEGAM, juni 1992, opdracht 6437.o.
- [7] Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland, rapport R1503267-RH_1, MOS Grondmechanica BV, 3 maart 2016, aangevuld met meetreeks van 26-02-2016 t/m 08-07-2016.
- [8] Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland - korrelgrootteverdelingen, rapport R1503267-RH_1, MOS Grondmechanica BV, 31 maart 2016.
- [9] Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland - korrelgrootteverdelingen, rapport R1503267-RH_2, MOS Grondmechanica BV, 20 april 2016.
- [10] OMEGAM archief boringen/sonderingen, kaartvak D07: boringen 158, 334A en 334B, sonderingen 99, 100, 317, 422, 819, 820 en 821.
- [11] Peilbuizen Waternet in eerste watervoerend pakket: C08001D, D07002C, D07002D, D07135C, D08020D, D08021C.
- [12] Integraal Technisch Beleidsrapport Behorend bij Gemeentelijk Rioleringsplan Amsterdam 2016 – 2021, Waternet, 30 december 2015.
- [13] ZBE Sluisbuurt ophoging kosterraming, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 6 november 2014, documentnummer 189421.
- [14] Onderzoek ophogen Sluisbuurt Zeeburgereiland, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 5 augustus 2008, documentnummer 30237.
- [15] Hydraulische verticale weerstand c van de deklaag, TNO, Oude Essink, in: H2o 19-2007.
- [16] Eindsituatie deelgebied RIOost op het Zeeburgereiland - Toetsing aan de gemeentelijke grondwaternorm, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, 6 januari 2012, documentnr 171335.
- [17] Leidraad Zee- en meerdijken, Rijkswaterstaat, 2009.

[18] KNMI '14 Klimaatscenario's voor Nederland, Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, herziene uitgave 2015, KNMI, De Bilt.

[19] Bouwrijp maken van terreinen, Stichting Bouwresearch, Segeren/Hengeveld, 1984.

[20] Advies aanpak bouwrijp maken Sluisbuurt, 8 februari 2016, Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau.

Bijlage 1 Parkeergarages lagen en waterstructuur



Bijlage 2 Berekening grondwateraanvulling

GRONDWATERAANVULLING

Project:
 Projectnummer:
 Documentnummer:
 Opdrachtgever:
 Opsteller:
 Datum:
 Bestandslocatie:

26-7-2016
 G:\IBA-Z\Zeeburgereiland\BESTAND\9. Sluisbuurt\6. Onderzoeken\6.5



Gemeente Amsterdam
 Ingenieursbureau

Formule:

$$\text{Grondwateraanvulling} = (1 - c_{\text{ver}}) \times (\% \text{ver} / 100) \times (N \times (1 + (k_{\text{toe}} / 100))) - (V \times q_{\text{ver}}) + (1 - c_{\text{onv}}) \times (\% \text{onv} / 100) \times (N \times (1 + (k_{\text{toe}} / 100))) - (V \times q_{\text{onv}})$$

per project invullen
 standaard waarde
 berekening

Gemiddelde situatie

Percentage verhard (%ver)	80	%
Percentage onverhard (%onv)	20	%
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aansname IBA)
Afvoercoëfficiënt verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American Society of Civil Engineers)
Afvoercoëfficiënt onverhard (conver)	0,15	
Neerslag (N)	2,31	mm/dag = 2,31 mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar = 1,49 mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	30	% (30% = toename gemiddelde winterneerslag 2085, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)

Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard	1,49	mm/d
Netto neerslag verhard	2,85	mm/d	Netto neerslag onverhard	1,52	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,29	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	1,29	mm/d

Gemiddelde grondwateraanvulling	0,49	mm/d
---------------------------------	------	------

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 16 %

Piekgebeurtenis

Maximum 10-daagse neerslag (T=2 jaar)	83,3	mm/10 dagen = 8,33 mm/d (= 10-daagse bui met T=2 meteostations rond Amsterdam)
Gerelateerde referentie-gewas verdamping	11	mm/maand = 0,35 mm/d (= langjarig gemiddelde november de Bilt)
Klimaatverandering	25	% (25% = verwachtingswaarde toename 10-daagse piekneerslag T=10 winter 2085, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)

Verdamping verhard	0,04	mm/d	Verdamping onverhard	0,35	mm/d
Netto neerslag verhard	10,38	mm/d	Netto neerslag onverhard	10,06	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	1,04	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	8,55	mm/d

Piek grondwateraanvulling	2,54	mm/d
---------------------------	------	------

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 24 %

GRONDWATERAANVULLING

Project:
Projectnummer:
Documentnummer:
Opdrachtgever:
Opsteller:

Datum: 26-7-2016
Bestandslocatie: G:\IB\A-Z\Zeeburgereiland\BESTAND\9. Sluisbuurt\6. Onderzoeken\6.5



Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau

Formule:

Grondwateraanvulling =

$$(1-cver) \times (\%ver/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (Vxqver)) + (1-conv) \times (\%onv/100) \times ((Nx(1+(ktoe/100))) - (Vxqonv))$$

per project invullen
standaard waarde
berekening

Gemiddelde situatie

Percentage verhard (%ver)	50	%
Percentage onverhard (%onv)	50	%
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aannname IBA)
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American Society of Civil Engineers)
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	
Neerslag (N)	2,31	mm/dag = 2,31 mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdam)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar = 1,49 mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	30	% (30% = toename gemiddelde winterneerslag 2085, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)

Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard	1,49	mm/d
Netto neerslag verhard	2,85	mm/d	Netto neerslag onverhard	1,52	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,29	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	1,29	mm/d

Gemiddelde grondwateraanvulling 0,79 mm/d

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 26 %

Piekgebeurtenis

Maximum 10-daagse neerslag (T=2 jaar)	83,3	mm/10 dagen = 8,33 mm/d (= 10-daagse bui met T=2 meteostations rond Amsterdam)
Gerelateerde referentie-gewas verdamping	11	mm/maand = 0,35 mm/d (= langjarig gemiddelde november de Bilt)
Klimaatverandering	25	% (25% = verwachtingswaarde toename 10-daagse piekneerslag T=10 winter 2085, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)

Verdamping verhard	0,04	mm/d	Verdamping onverhard	0,35	mm/d
Netto neerslag verhard	10,38	mm/d	Netto neerslag onverhard	10,06	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	1,04	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	8,55	mm/d

Piek grondwateraanvulling 4,79 mm/d

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 46 %

Bijlage 3 Grond(water)onderzoek MOS

Opdracht : 1503267
Plaats : Sluisbuurt
Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

Betreft : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op
Zeeburgereiland
te
SLUISBUURT

Opdrachtgever : Ingenieursbureau Amsterdam
T.a.v. Dhr. S. Rosendahl
Postbus 12693
1100 AR AMSTERDAM
NL

Behandeld door : F. van Vaneveld (088-5130204)

Kenmerk : R1503267-RH_1

Datum : 3 maart 2016

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhoon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhoon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Halfweg	Haarlemmerstraatweg 149B	1165 MK	Halfweg
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname

Tel. +597-488188

1. ONDERZOEKSOPDRACHT

Ten behoeve van bovengenoemd project hebben wij in uw opdracht een grondonderzoek uitgevoerd. De opdracht omvatte de volgende werkzaamheden:

- Bureauwerkzaamheden waaronder klic-melding en interpretatie
- 22 locaties uitzetten en waterpassen t.o.v. RD en NAP
- 12 handboringen tot een diepte van NAP-1,5 m
- 8 handboringen tot een diepte van NAP-5 m
- 2 machinale boringen tot een diepte van NAP-14 m
- Het plaatsen van 22 peilbuizen tot verschillende diepten
- 20 doorlaatproeven
- Laboratorium onderzoek

2. UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Landmeten

Voor de uitvoering van dit onderzoek heeft de opdrachtgever ons een tekening ter beschikking gesteld.

Aan de hand van de verstrekte tekening heeft Mos Grondmechanica een klic-melding gedaan. De onderzoekslocaties zijn met behulp van GPS-RTK apparatuur in het veld uitgezet en gewaterpast. De onderzoekslocaties zijn op tekening weergegeven en in dit rapport opgenomen.

Boringen

Ter plaatse van de nummers 1 t/m 10 is een handboring uitgevoerd tot een diepte van ca. NAP-1,5 m en ter plaatse van de nummers 13 t/m 20 is een handboring uitgevoerd tot een diepte van ca. NAP-5 m. 2 handboringen tot ca. NAP-1,5 m zijn, na overleg met de opdrachtgever, komen te vervallen.

Ter plaatse van de nummers 11 en 12 is een machinale boring uitgevoerd tot een diepte van ca. NAP-14 m. De boring is als verbuisde puls boring uitgevoerd.

Alle boringen zijn conform NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd. De grondopbouw ter plaatse is beschreven en in de vorm van een boorstaat met schaal $1:\frac{1}{2}\sqrt{2}$ ten opzichte van NAP geplot in dit rapport opgenomen.

Grondwaterstanden

Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek is het grondwater aangetroffen. De grondwaterstanden zijn te vinden in de boorprofielen in de bijlagen.

Peilbuizen

In de handboringen 1 t/m 10 is een peilbuis afgesteld op een diepte van ca. NAP-0,8 m. In de handboringen 13 t/m 20 is een peilbuis afgesteld op een diepte van ca. NAP-5 m. In de machinale boringen is een peilbuis afgesteld op ca. NAP-14m.

Alle peilbuizen zijn conform NEN-EN-ISO 22475-1 geplaatst en in een straatpot of beschermkoker afgewerkt. De plaatsingsgegevens van de peilbuizen zijn in een tabel opgenomen in dit rapport. Na plaatsing zijn de peilbuizen ingemeten en is éénmaal het grondwater gepeild. Deze peiling is in een tabel opgenomen in dit rapport.

Laboratorium, doorlaatproeven en dataloggers

Bovenstaande werkzaamheden worden separaat gerapporteerd.

Opgesteld door:

F. van Vaneveld (088-5130204)

Rhoon, 3 maart 2016

Mos Grondmechanica B.V.

Gecontroleerd door:

M. van Es

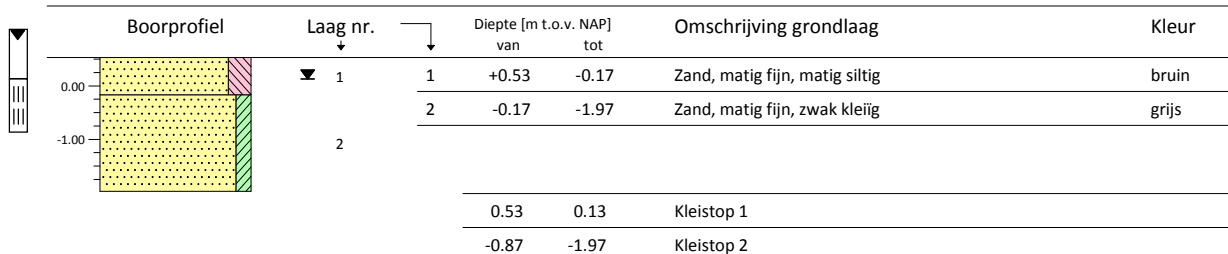
Inhoud:

- Boringen
- Peilbuisgegevens
- Coördinatenlijst en grondwaterstanden
- Situatietekening

Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

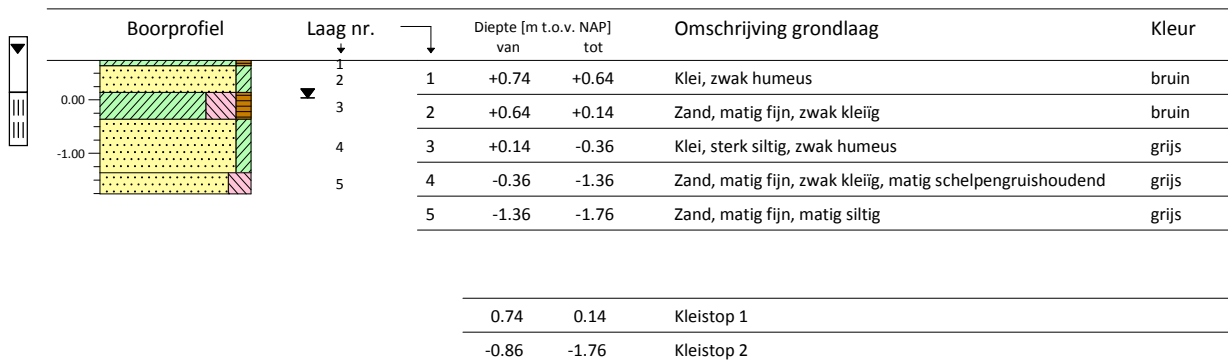
BORING : 1

Datum : 02-02-2016 X : 125896.750 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.13 m Y : 487933.650 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +0.53 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



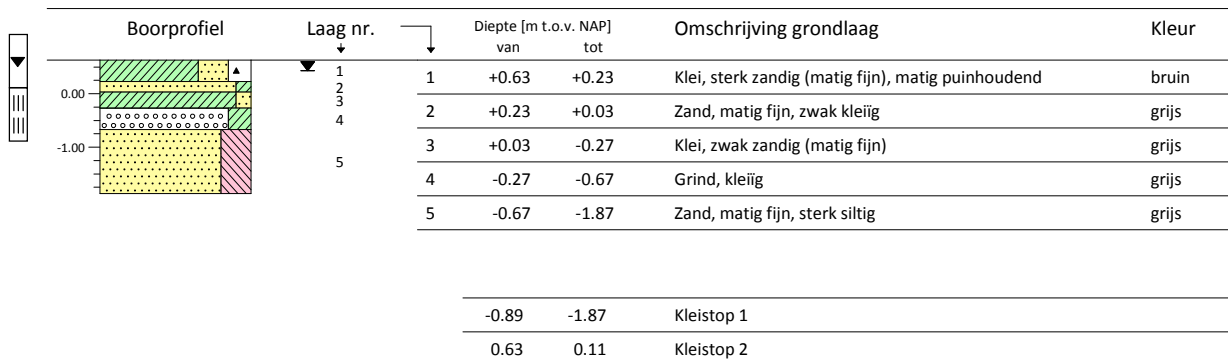
BORING : 2

Datum : 01-02-2016 X : 125764.890 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.04 m Y : 487923.390 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +0.74 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



BORING : 3

Datum : 02-02-2016 X : 125886.860 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.43 m Y : 487903.980 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +0.63 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



Opdracht : 1503267
Plaats : Sluisbuurt
Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

BORING : 4

Datum : 02-02-2016 X : 125965.660 Boormeester : DT
GWS : NAP -0.22 m Y : 487849.030 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.38 m Norm : NEN5104
Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +0.38 -0.32	Zand, matig fijn, matig kleiig, matig puinhoudend	bruin
	2	2 -0.32 -1.52	Zand, matig fijn, zwak kleiig, matig puinhoudend	bruin
	3	3 -1.52 -2.12	Zand, matig fijn, zwak schelpengruishoudend	grijs
		-0.62 -2.12	Kleistop 1	

BORING : 5

Datum : 01-02-2016 X : 125718.910 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.12 m Y : 487807.710 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.52 m Norm : NEN5104
Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +0.52 +0.42	Klei, zwak humeus	bruin
	2	2 +0.42 +0.12	Zand, matig fijn, zwak kleiig, zwak puinhoudend	bruin
	3	3 +0.12 -0.98	Zand, matig fijn, zwak kleiig, matig puinhoudend	grijs
	4	4 -0.98 -1.18	Klei, sterk siltig	grijs
	5	5 -1.18 -1.58	Klei, matig zandig (matig fijn), puin, niet dieper door puin	grijs
		0.52 0.22	Kleistop 1	
		-0.78 -1.58	Kleistop 2	

BORING : 6

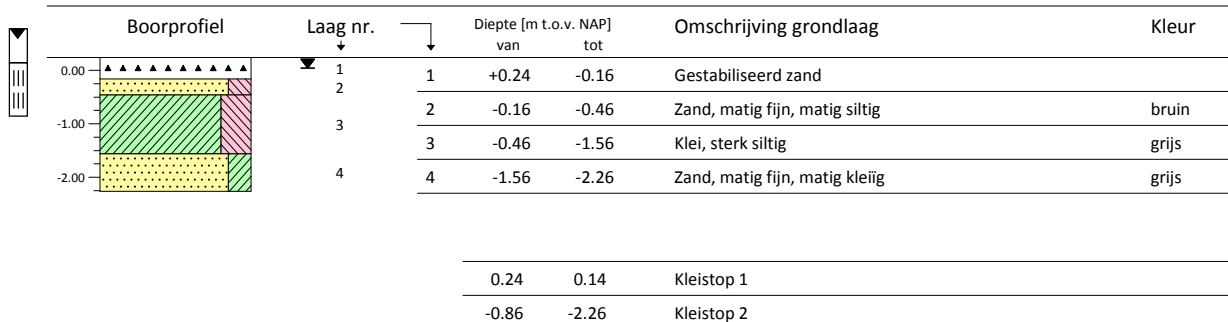
Datum : 02-02-2016 X : 125864.030 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.17 m Y : 487791.090 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.37 m Norm : NEN5104
Opmerking : -

Boorprofiel	Laag nr.	Diepte [m t.o.v. NAP] van tot	Omschrijving grondlaag	Kleur
	1	1 +0.37 -1.03	Zand, matig fijn, matig siltig, wortels	grijs
	2	2 -1.03 -2.13	Klei, zwak zandig (matig fijn)	grijs
		0.37 0.17	Kleistop 1	
		-0.83 -2.13	Kleistop 2	

Opdracht : 1503267
Plaats : Sluisbuurt
Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

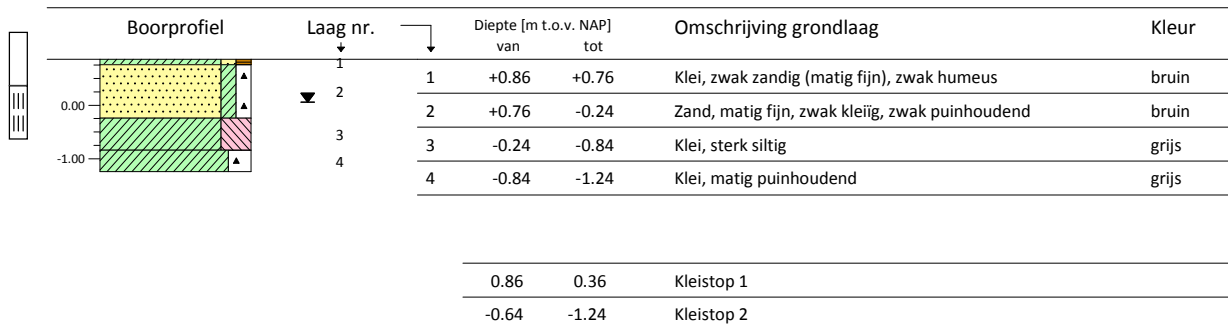
BORING : 7

Datum : 01-02-2016 X : 125754.270 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.04 m Y : 487709.050 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.24 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



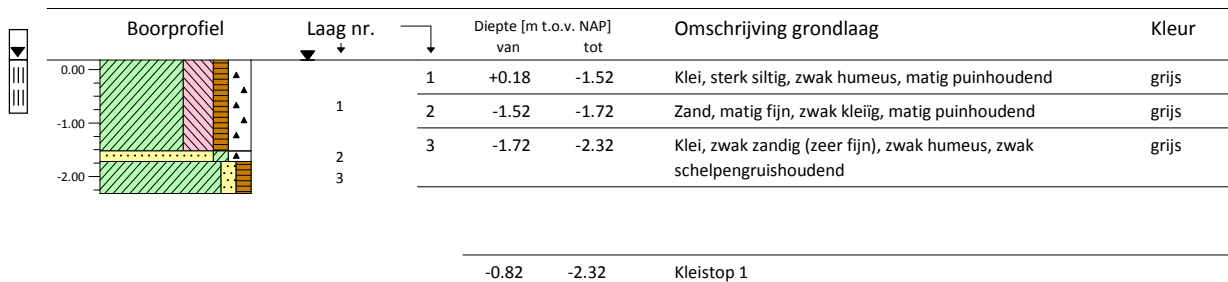
BORING : 8

Datum : 29-01-2016 X : 125735.170 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.06 m Y : 487503.130 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.86 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



BORING : 9

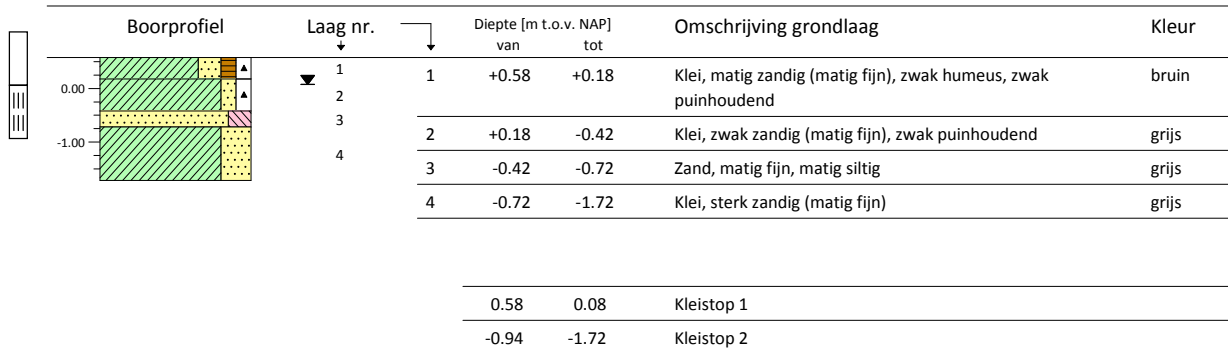
Datum : 02-02-2016 X : 125888.310 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.18 m Y : 487532.750 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.18 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



Opdracht : 1503267
Plaats : Sluisbuurt
Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

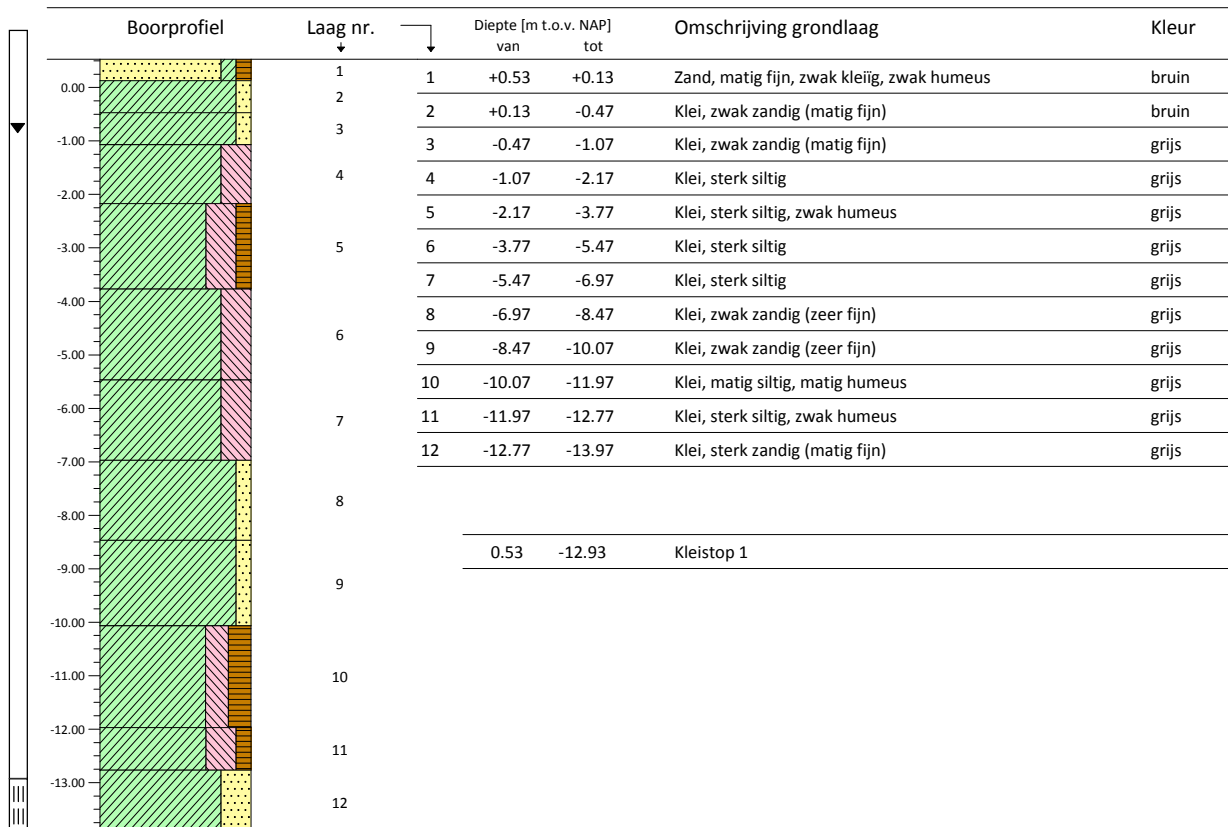
BORING : 10

Datum : 29-01-2016 X : 125917.780 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.08 m Y : 487348.820 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.58 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



BORING : 11

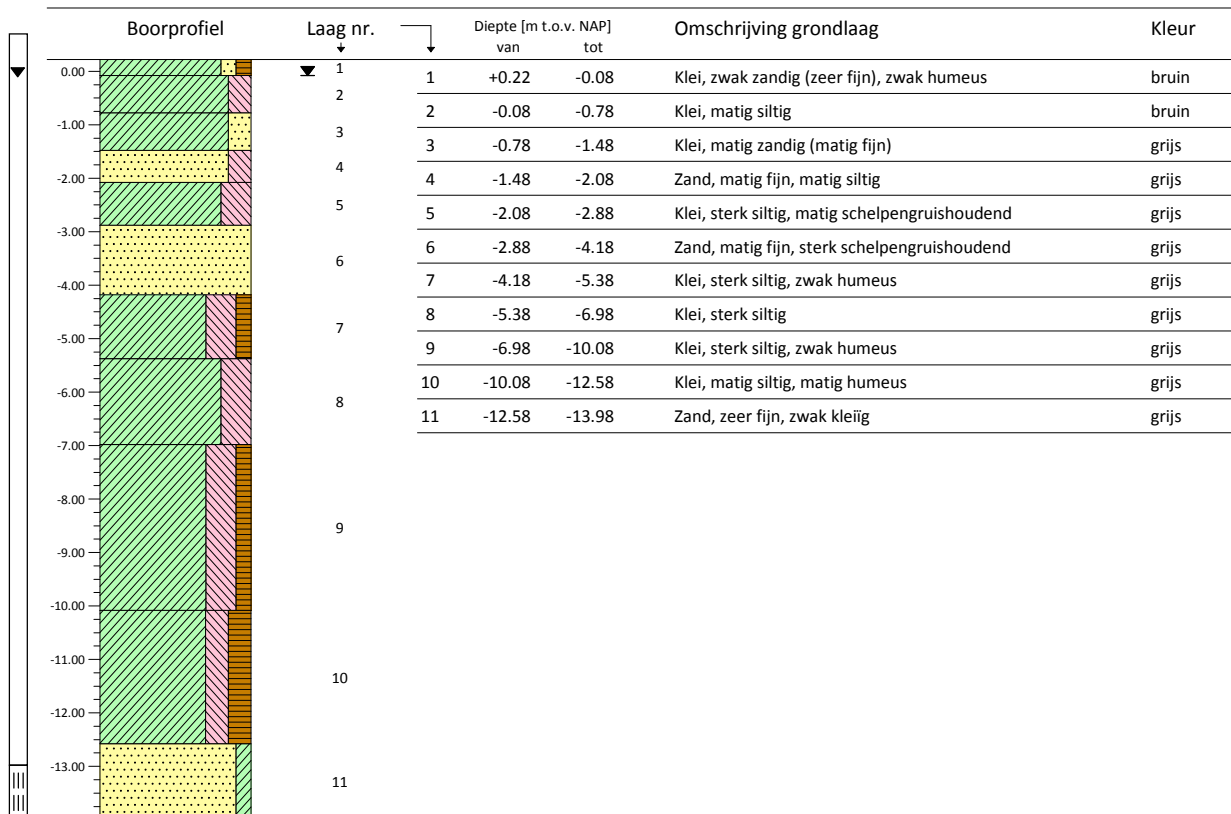
Datum : 03-02-2016 X : 125790.500 Boormeester : DT
GWS : Y : 487383.480 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.53 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



Opdracht : 1503267
Plaats : Sluisbuurt
Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

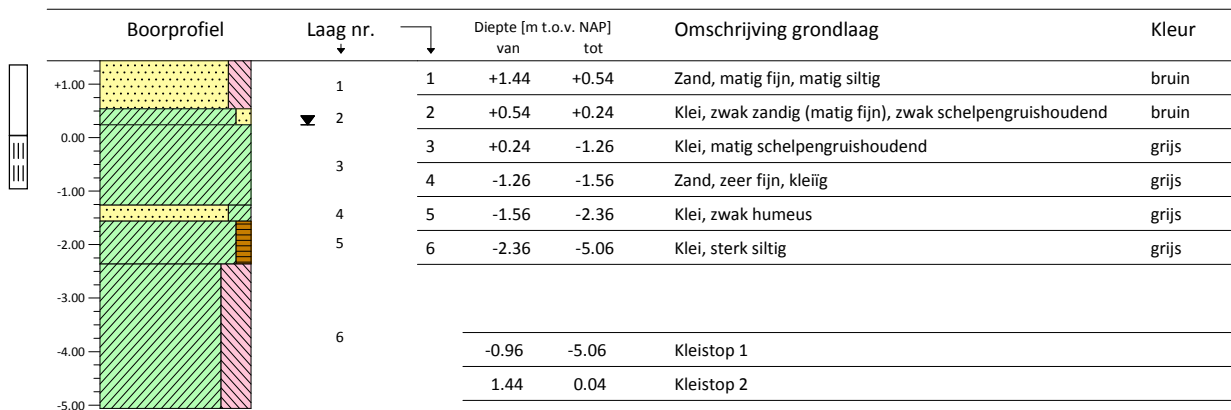
BORING : 12

Datum : 04-02-2016 X : 126051.100 Boormeester : DT
GWS : NAP -0.08 m Y : 487790.030 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +0.22 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



BORING : 13

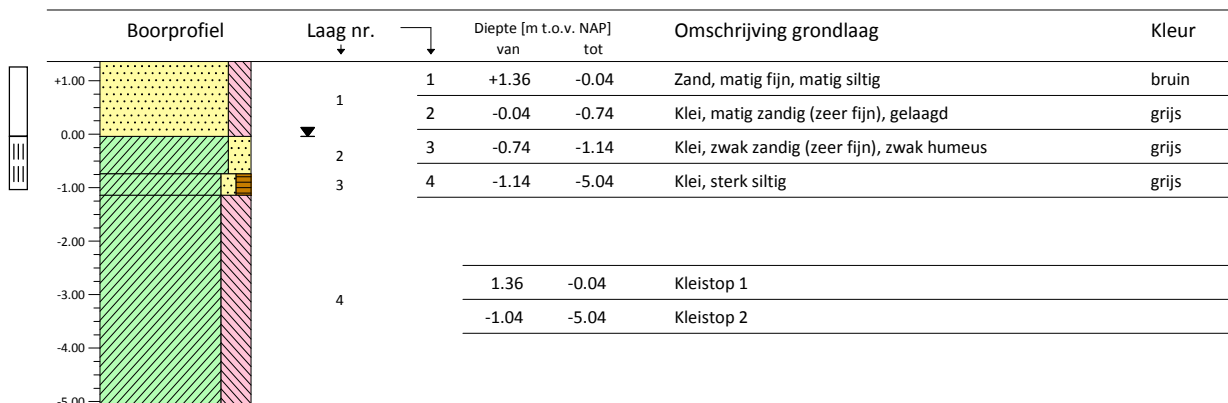
Datum : 11-02-2016 X : 125943.250 Boormeester : DT
GWS : NAP +0.24 m Y : 487561.570 Beschrijver : DT
Maaiveld : NAP +1.44 m Norm : NEN5104
Opmerking : -



Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

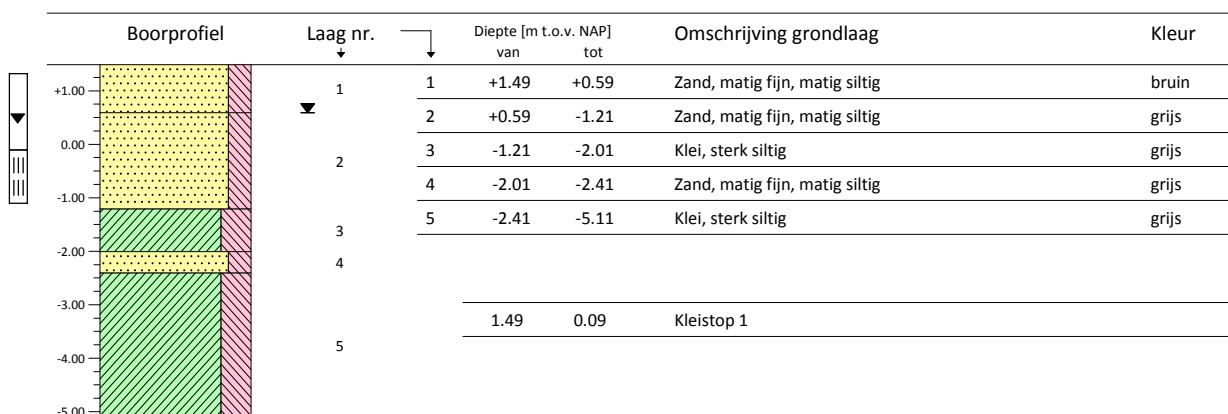
BORING : 14

Datum : 11-02-2016 X : 126009.740 Boormeester : DT
 GWS : NAP -0.04 m Y : 487676.690 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.36 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



BORING : 15

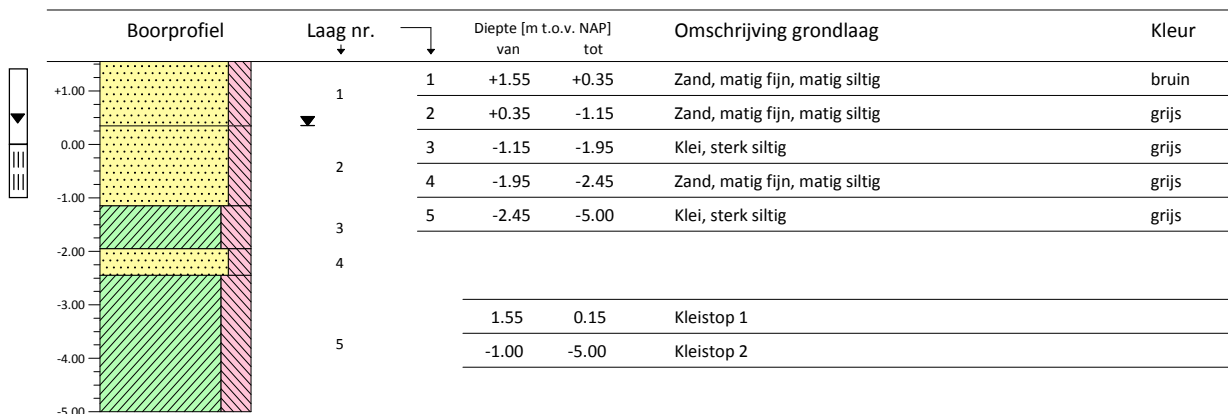
Datum : 12-02-2016 X : 126056.580 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.59 m Y : 487653.450 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.49 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

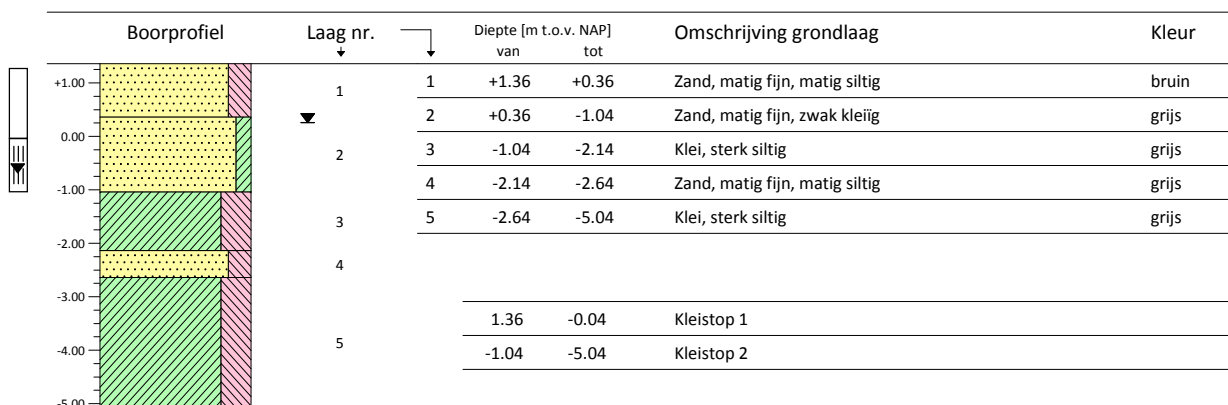
BORING : 16

Datum : 12-02-2016 X : 126076.130 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.35 m Y : 487635.450 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.55 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



BORING : 17

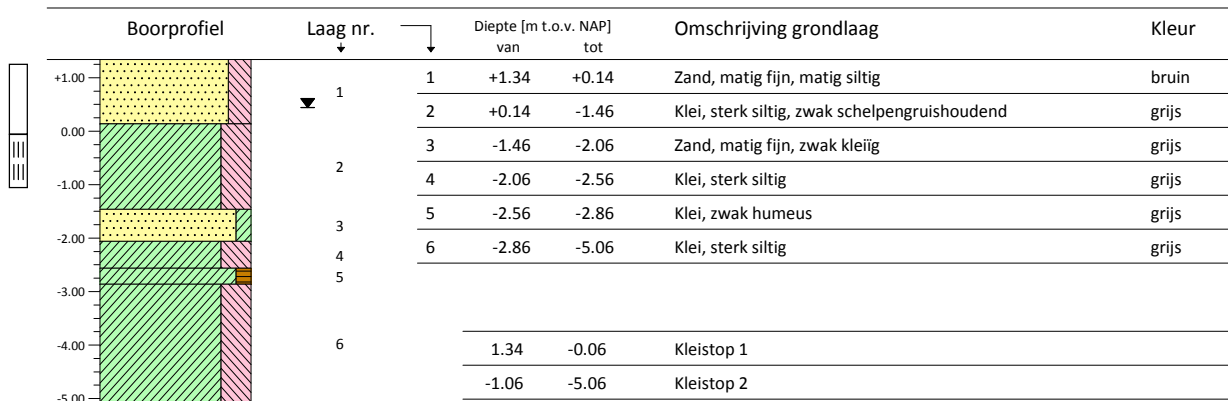
Datum : 12-02-2016 X : 126086.990 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.26 m Y : 487628.530 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.36 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

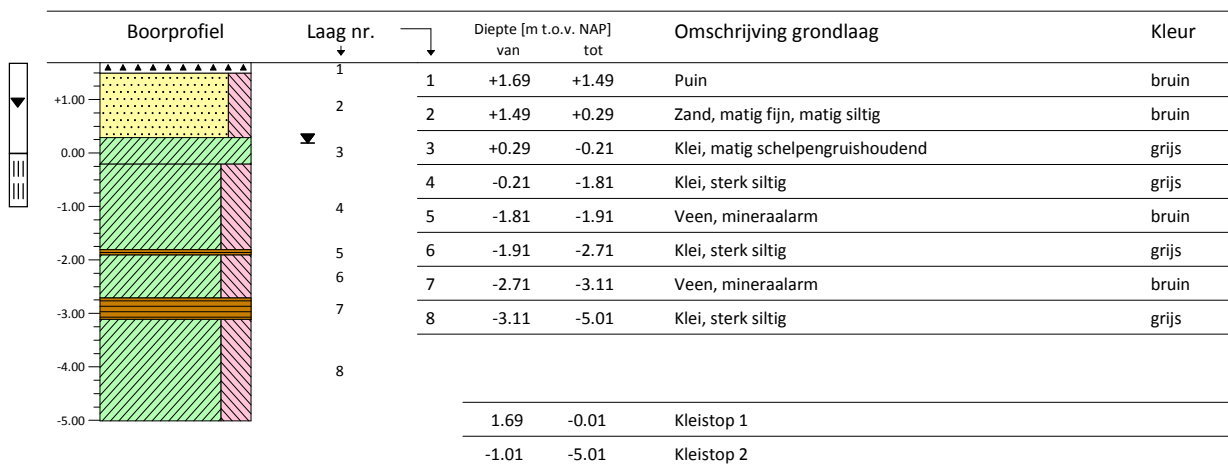
BORING : 18

Datum : 11-02-2016 X : 125942.720 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.44 m Y : 487530.190 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.34 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



BORING : 19

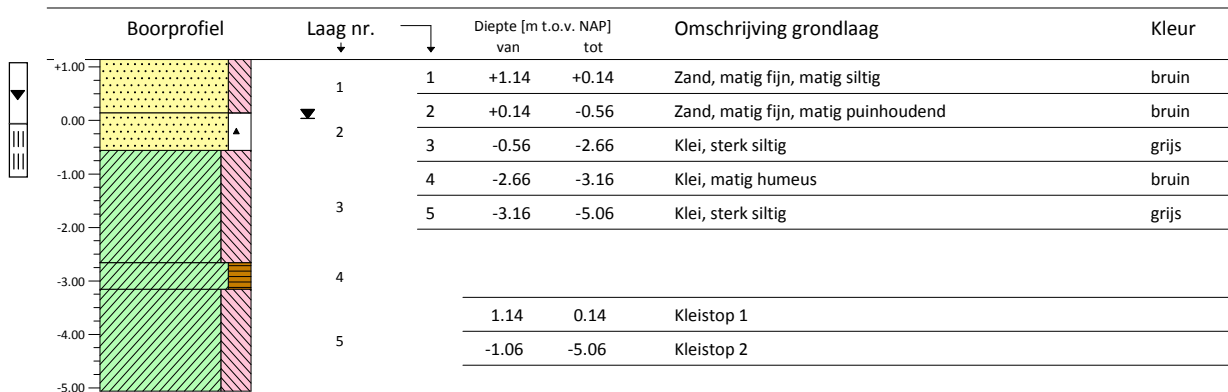
Datum : 11-02-2016 X : 125985.460 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.19 m Y : 487509.320 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.69 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

BORING : 20

Datum : 12-02-2016 X : 126027.130 Boormeester : DT
 GWS : NAP +0.04 m Y : 487494.800 Beschrijver : DT
 Maaiveld : NAP +1.14 m Norm : NEN5104
 Opmerking : -



Legenda (conform NEN 5104)

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, mineraalarm, zwak kleiig
	Veen, mineraalarm, matig kleiig
	Veen, mineraalarm, sterk kleiig
	Veen, mineraalarm, uiterst kleiig

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig

Overig

	Hout
	Puin
	Slib
	Water
	lege monsterbus
	bus met ongeroerd monster
	grondwaterstand tijdens boren
	stijghoogte in peilbuis
	peilbuisfilter

Peilbuisnummer	1 - 1	2 - 1	3 - 1	4 - 1
Datum plaatsing	02-02-2016	01-02-2016	02-02-2016	02-02-2016
Diameter [mm]	40	40	40	40
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	0.93	1.04	1.00	0.50
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	1.93	2.04	2.00	1.50
MV [m t.o.v. NAP]	+0.53	+0.74	+0.63	+0.38
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+1.06	+1.18	+1.11	+0.88
bk filter [m t.o.v. NAP]	+0.13	+0.14	+0.11	+0.38
ok filter [m t.o.v. NAP]	-0.87	-0.86	-0.89	-0.62
bk kleistop [m t.o.v. NAP]	+0.53	+0.74	+0.63	
ok kleistop [m t.o.v. NAP]	+0.13	+0.14	+0.11	
GWS [m t.o.v. NAP]	+0.87	+0.87	+0.51	+0.33
Straatpot	nee	nee	nee	nee
Beschermkap	ja	ja	ja	ja
Schoongemaakt	nee	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	Hand	Hand	Hand	Hand
Plaatsing (methode)	boren	boren	boren	boren
Opmerking				

Peilbuisnummer	5 - 1	6 - 1	7 - 1	8 - 1
Datum plaatsing	01-02-2016	02-02-2016	01-02-2016	29-01-2016
Diameter [mm]	40	40	40	40
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	0.87	0.70	0.64	1.00
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	1.87	1.70	1.64	2.00
MV [m t.o.v. NAP]	+0.52	+0.37	+0.24	+0.86
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+1.09	+0.87	+0.78	+1.36
bk filter [m t.o.v. NAP]	+0.22	+0.17	+0.14	+0.36
ok filter [m t.o.v. NAP]	-0.78	-0.83	-0.86	-0.64
bk kleistop [m t.o.v. NAP]	+0.52	+0.37	+0.24	+0.86
ok kleistop [m t.o.v. NAP]	+0.22	+0.17	+0.14	+0.36
GWS [m t.o.v. NAP]	+0.70	+0.07	+0.60	
Straatpot	ja	nee	nee	nee
Beschermkap	nee	nee	ja	nee
Schoongemaakt	nee	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	Hand	Hand	Hand	Hand
Plaatsing (methode)	boren	boren	boren	boren
Opmerking				

Peilbuisnummer	9 - 1	10 - 1	11 - 1	12 - 1
Datum plaatsing	02-02-2016	29-01-2016	03-02-2016	04-02-2016
Diameter [mm]	40	40	40	40
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	0.57	1.00	14.00	13.68
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	1.57	2.00	15.00	14.68
MV [m t.o.v. NAP]	+0.18	+0.58	+0.53	+0.22
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+0.75	+1.06	+1.07	+0.70
bk filter [m t.o.v. NAP]	+0.18	+0.06	-12.93	-12.98
ok filter [m t.o.v. NAP]	-0.82	-0.94	-13.93	-13.98
bk kleistop [m t.o.v. NAP]		+0.58	+0.53	
ok kleistop [m t.o.v. NAP]		+0.08	-12.93	
GWS [m t.o.v. NAP]	+0.25		-0.84	-0.10
Straatpot	nee	nee	nee	nee
Beschermkap	nee	nee	ja	ja
Schoongemaakt	nee	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	Hand	Hand	RSB 1	RSB 1
Plaatsing (methode)	boren	boren	pulsboren	pulsboren
Opmerking				

Peilbuisnummer	13 - 1	14 - 1	15 - 1	16 - 1
Datum plaatsing	11-02-2016	11-02-2016	12-02-2016	12-02-2016
Diameter [mm]	40	40	40	40
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	1.32	1.30	1.43	1.41
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	2.32	2.30	2.43	2.41
MV [m t.o.v. NAP]	+1.44	+1.36	+1.49	+1.55
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+1.36	+1.26	+1.32	+1.41
bk filter [m t.o.v. NAP]	+0.04	-0.04	-0.11	0.00
ok filter [m t.o.v. NAP]	-0.96	-1.04	-1.11	-1.00
bk kleistop [m t.o.v. NAP]	+1.44	+1.36	+1.49	+1.55
ok kleistop [m t.o.v. NAP]	+0.04	-0.04	+0.09	+0.15
GWS [m t.o.v. NAP]			+0.40	+0.40
Straatpot	ja	ja	ja	ja
Beschermkap	nee	nee	nee	nee
Schoongemaakt	nee	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	RSB 1	RSB 1	Hand	Hand
Plaatsing (methode)	pulsboren	pulsboren	boren	boren
Opmerking				

Opdracht : 1503267
 Plaats : Sluisbuurt
 Project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland

PEILBUISGEGEVENS

Peilbuisnummer	17 - 1	18 - 1	19 - 1	20 - 1
Datum plaatsing	12-02-2016	11-02-2016	11-02-2016	12-02-2016
Diameter [mm]	40	40	40	40
Materiaal	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
Filterkous	nee	nee	nee	nee
Grind	ja	ja	ja	ja
Lengte stijgbuis [m]	1.31	1.31	1.69	1.14
Lengte filter [m]	1.00	1.00	1.00	1.00
Totale lengte [m]	2.31	2.31	2.69	2.14
MV [m t.o.v. NAP]	+1.36	+1.34	+1.69	+1.14
bk stijgbuis [m t.o.v. NAP]	+1.27	+1.25	+1.68	+1.08
bk filter [m t.o.v. NAP]	-0.04	-0.06	-0.01	-0.06
ok filter [m t.o.v. NAP]	-1.04	-1.06	-1.01	-1.06
bk kleistop [m t.o.v. NAP]	+1.36	+1.34	+1.69	+1.14
ok kleistop [m t.o.v. NAP]	-0.04	-0.06	-0.01	+0.14
GWS [m t.o.v. NAP]	-0.68		+0.86	+0.39
Straatpot	ja	ja	ja	ja
Beschermkap	nee	nee	nee	nee
Schoongemaakt	nee	nee	nee	nee
Geplaatst door / met	Hand	RSB 1	Hand	Hand
Plaatsing (methode)	boren	pulsboren	boren	boren
Opmerking				

Opdr.nr. 1503267
 Plaats Amsterdam
 Datum 26-2-2016
 Projekt Sluisbuurt

Meting uitgevoerd in RD stelsel

Coördinaten en hoogtematen peilbuizen

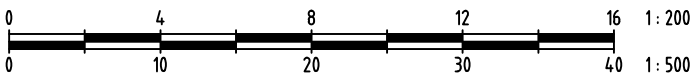
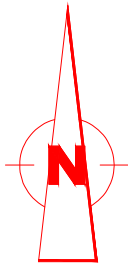
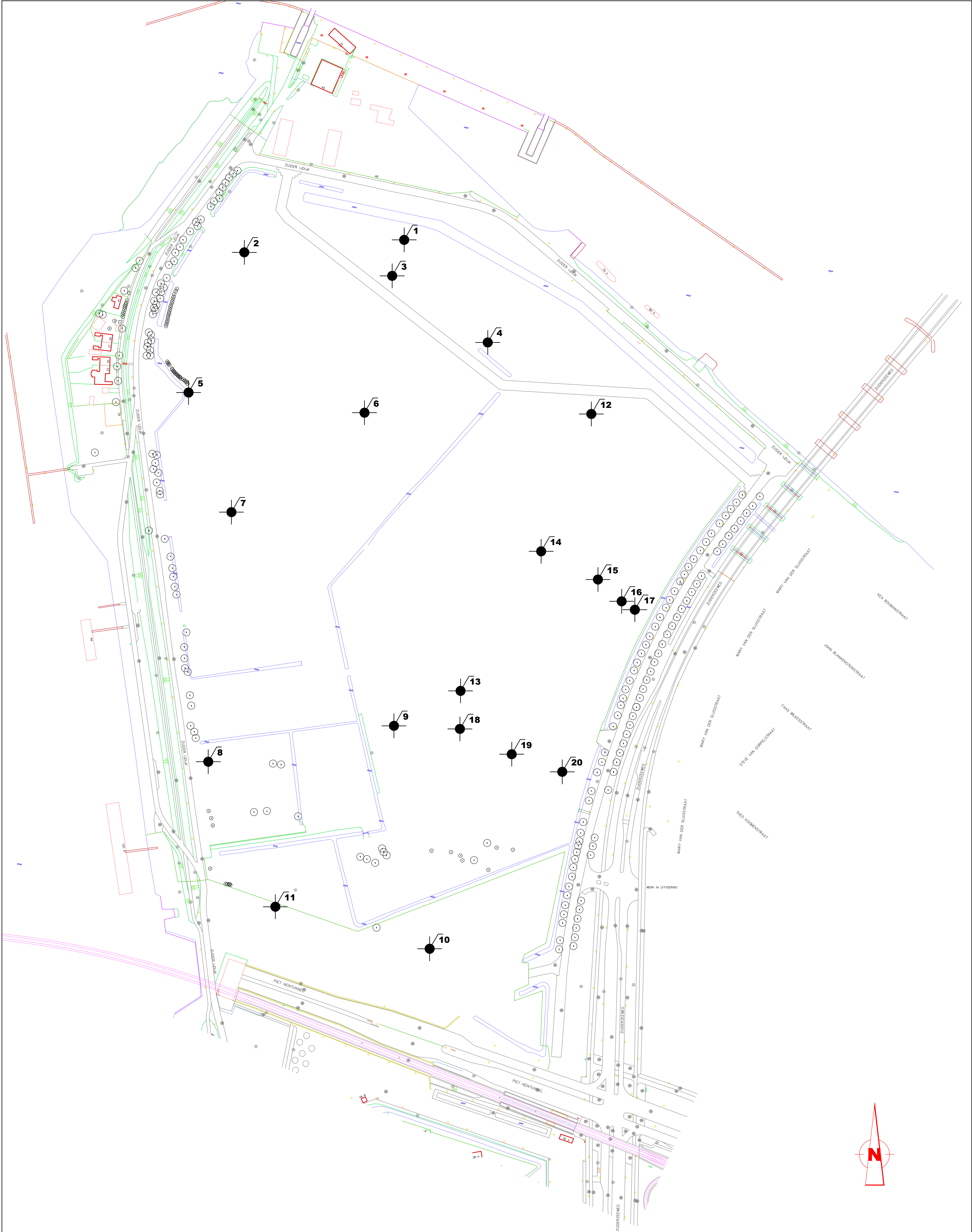
Peilbuis nummer	X [m] Opgemeten	Y [m] Opgemeten	Maaiveld [m] tov NAP	Bk peilbuis [m] tov NAP
1	125896.75	487933.65	0.53	1.06
2	125764.89	487923.39	0.74	1.18
3	125886.86	487903.98	0.63	1.08
4	125965.66	487849.03	0.38	0.88
5	125718.91	487807.71	0.52	1.09
6	125864.03	487791.09	0.37	0.87
7	125754.27	487709.06	0.25	0.79
8	125735.17	487503.13	0.86	1.33
9	125888.31	487532.75	0.18	0.75
10	125917.78	487348.82	0.58	1.06
11	125790.50	487383.49	0.53	1.07
12	126051.10	487790.03	0.22	0.70
13	125943.25	487561.57	1.44	1.36
14	126009.74	487676.69	1.36	1.26
15	126056.58	487653.45	1.49	1.32
16	126076.13	487635.45	1.55	1.41
17	126086.99	487628.53	1.36	1.27
18	125942.72	487530.19	1.34	1.25
19	125985.46	487509.32	1.69	1.68
20	126027.13	487494.80	1.14	1.08

Gronwaterstanden t.o.v. bovenkant peilbuis

	26-feb-16			
1	0.88			
2	1.09			
3	0.49			
4	0.86			
5	1.20			
6	0.49			
7	0.61			
8	0.85			
9	0.55			
10	0.55			
11	1.88			
12	2.10			
13	0.71			
14	0.71			
15	0.92			
16	1.01			
17	0.95			
18	0.60			
19	0.91			
20	0.69			

Gronwaterstanden t.o.v. NAP

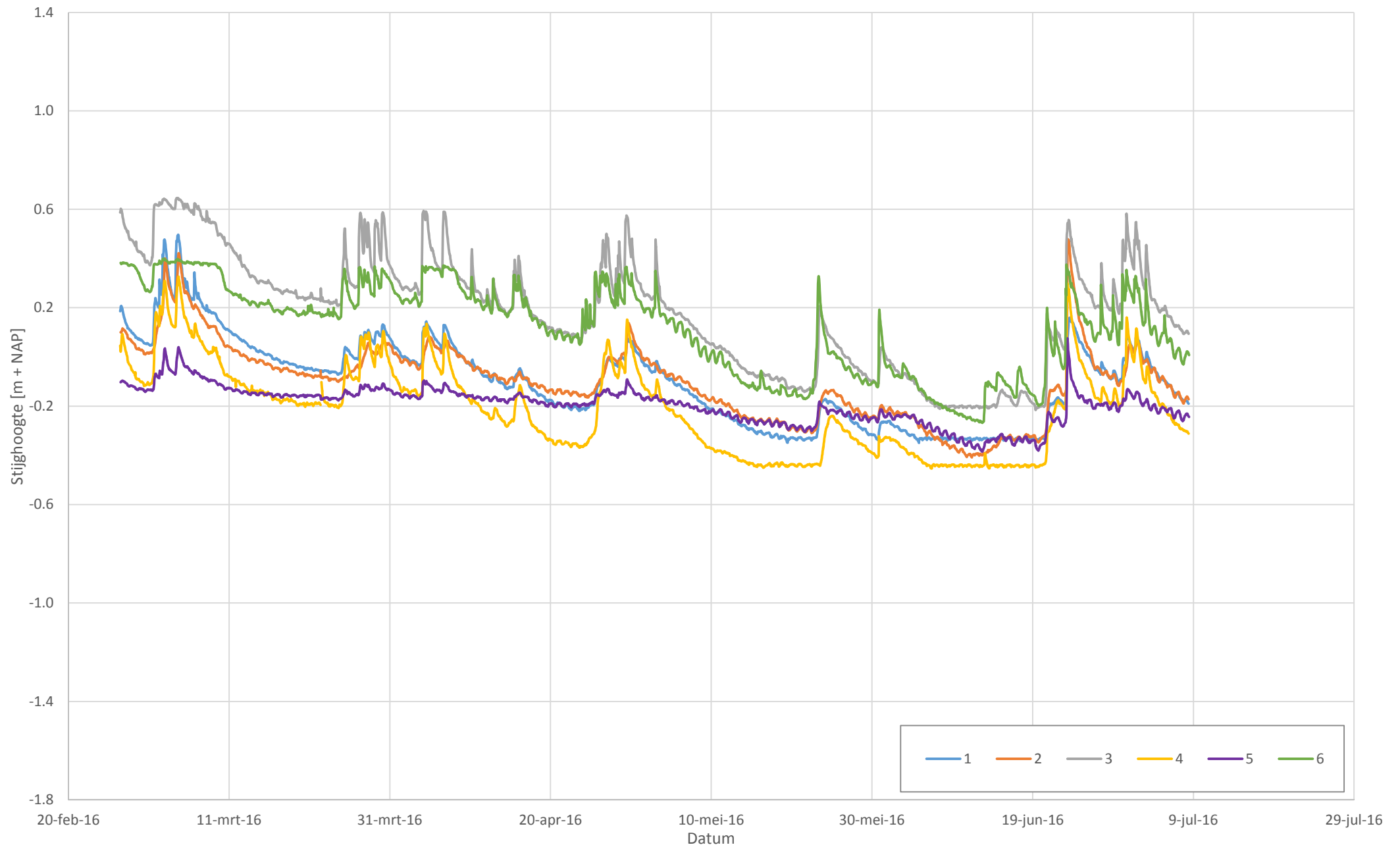
	26-feb-16			
1	0.18			
2	0.09			
3	0.59			
4	0.02			
5	-0.11			
6	0.38			
7	0.18			
8	0.48			
9	0.20			
10	0.51			
11	-0.81			
12	-1.41			
13	0.65			
14	0.55			
15	0.40			
16	0.40			
17	0.32			
18	0.65			
19	0.77			
20	0.39			



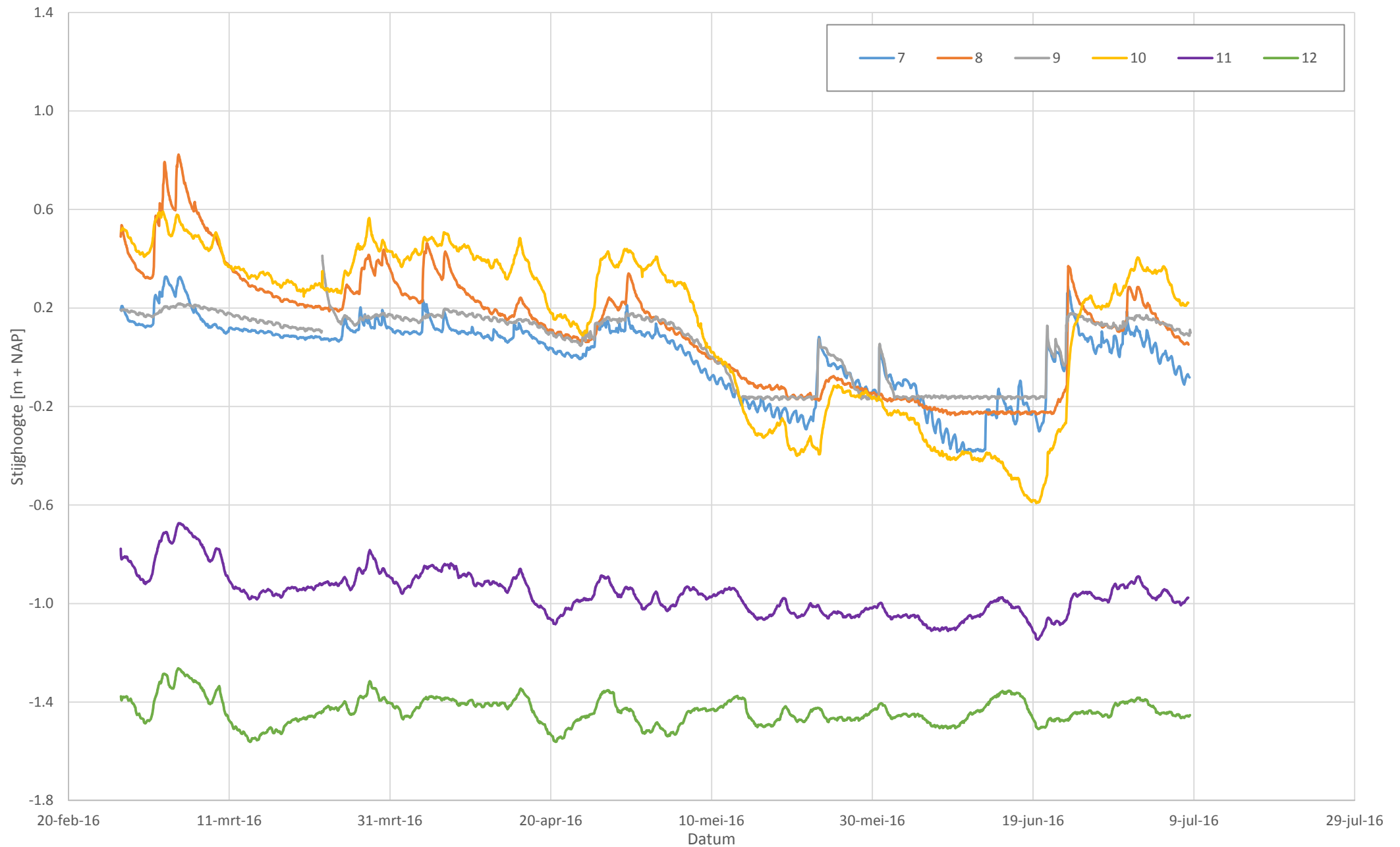
- Sondering
- Sondering met pl.wrijving
- Boring
- Peilbuis

onderdeel				SITUATIE GRONDONDERZOEK				project : Grond(water)onderzoek in de Sluisbuurt op Zeeburgereiland, Sluisbuurt				
uitzetten verzorgd door				MOS GRONDMECHANICA								
schaal 1: 2000		maten in meters		get. c.s.				MOS GRONDMECHANICA Postbus 801, 3160 AA Rhoon – Telefoon (010) 5030200 – Fax (010) 5013656				
datum 29-02-16		opdr.nr.: 1503267										
wijz.		Formaat : A2										

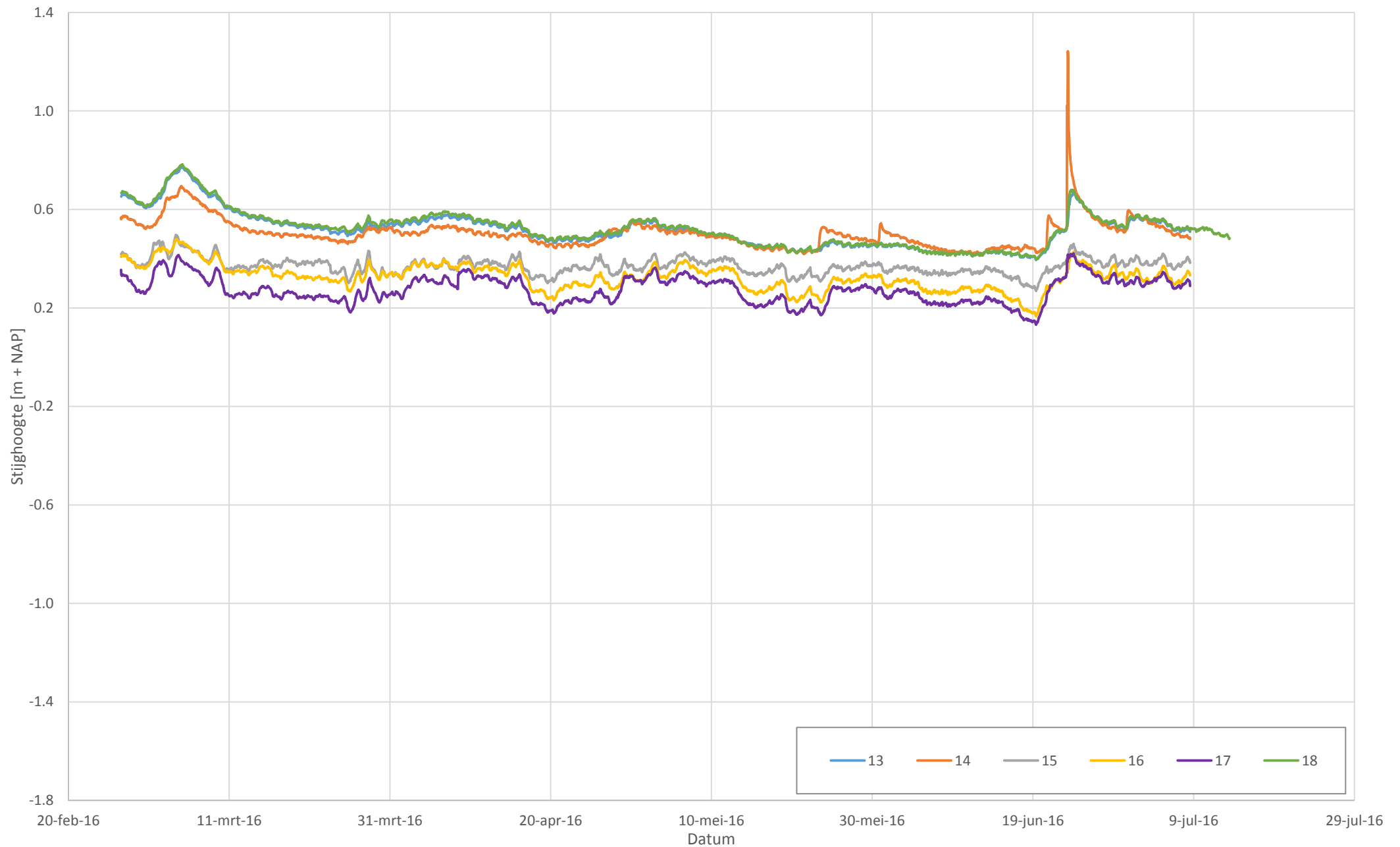
Resultaten monitoring Sluisbuurt te Amsterdam (1503267)



Resultaten monitoring Sluisbuurt te Amsterdam (1503267)



Resultaten monitoring Sluisbuurt te Amsterdam (1503267)



Resultaten monitoring Sluisbuurt te Amsterdam (1503267)

