



Memo

Aan Steven de Boer
Van Jeroen de Jong IB, 06-1137 7634, jeroen.de.jong@amsterdam.nl
Kopie aan
Datum 13 juni 2017, concept 3
Ons kenmerk 29800019
Bijlage(n) -

Onderwerp MER Zeeburgereiland, onderdelen Oppervlaktewatersysteem en Hemelwatermanagement

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

Inhoud

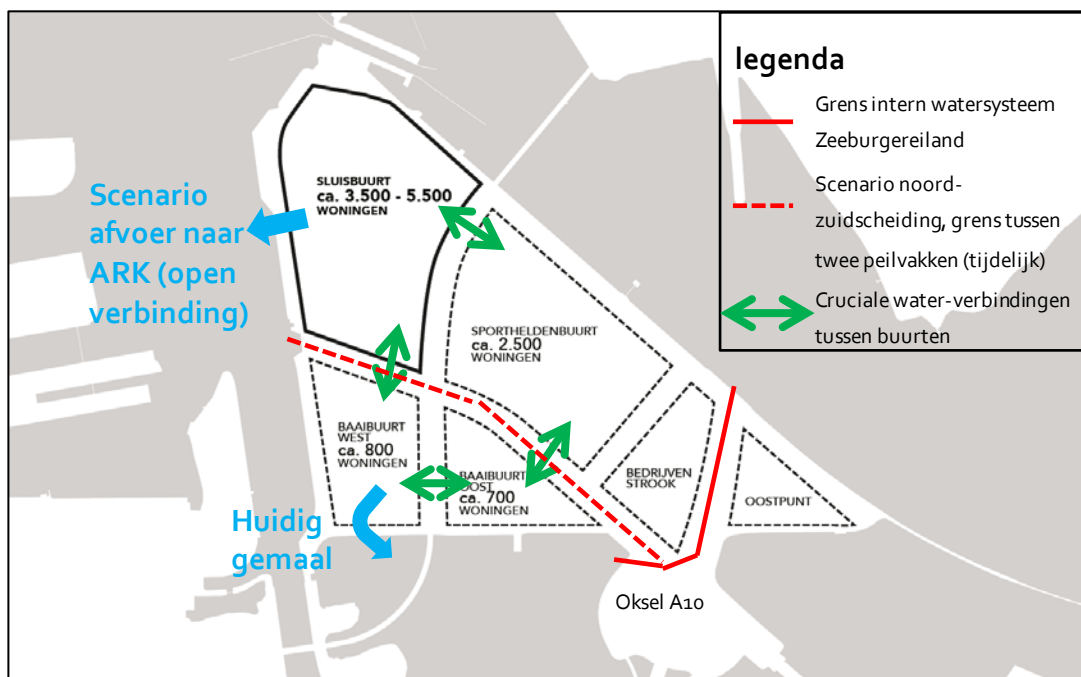
Oppervlaktewatersysteem.....	3
Huidig watersysteem.....	4
Ontwikkelingen in het watersysteem	5
Ontwikkeling van buurten en aanpassing watersysteem.....	6
Scenario's.....	9
Oppervlaktewatermodel.....	9
Uitgangspunten oppervlaktewatermodel	11
Hydraulische analyse.....	12
Berekeningsresultaten en toetsing aan NBW-normen	13
Conclusies en adviezen	15
Hemelwatermanagement.....	17

Oppervlaktewatersysteem

Het interne oppervlaktewatersysteem Zeeburgereiland wordt met het poldergemaal aan de Zuider IJdijk op een streefpeil van NAP -0,40 m gehouden. De diverse ontwikkelingen maken grote aanpassingen in het watersysteem noodzakelijk. Zo is bij de ontwikkeling van de Sluisbuurt in dat deelgebied een compleet vernieuwd stelsel van watergangen voorzien. Het toekomstige oppervlaktewatersysteem is kwantitatief getoetst, waarbij het gehele watersysteem Zeeburgereiland inclusief alle ontwikkelingen zijn meegenomen in scenario's.

Het concept-rapport "Oppervlaktewatersysteem Sluisbuurt en Zeeburgereiland" (versie 1.2 van 13 september 2016) toetst het voorgestelde oppervlaktewatersysteem Sluisbuurt en Zeeburgereiland aan de kwantitatieve toetsingsnormen van het NBW (Nationaal Bestuursakkoord Water). Het doel is te hoge waterstanden en inundatie van het maaiveld vanuit de watergangen te voorkomen. In bebouwd gebied mag het maaiveld slechts eens in de 100 jaar overstromen. Tevens mag er geen verslechtering optreden. Het watersysteem is veel groter dan de Sluisbuurt en beslaat het gehele Zeeburgereiland: in Figuur 1 is het watersysteem schematisch weergegeven. Op het eiland zijn diverse ontwikkelingen en scenario's voorzien die ook zijn meegenomen in de toetsing:

- De ontwikkeling van de Sluisbuurt; met een toename van verhard oppervlak en een volledig vernieuwd watersysteem;
- De soortgelijke ontwikkeling van Bedrijvenstrook, Baaibuurt West en Baaibuurt Oost;
- Het scenario van een rechtstreekse afvoer naar het Amsterdam Rijnkanaal (ARK) via een afsluitbare opening in de westelijke waterkering in de Sluisbuurt;
- Het scenario om tijdelijk een noord-zuidscheiding aan te brengen in het watersysteem. Er ontstaan dan twee peilvakken: een peilvak ten noorden van de IJburglaan met afvoer op het ARK en een peilvak ten zuiden van de IJburglaan met afvoer op het gemaal.
- In het voorziene eindbeeld wordt het gemaal opgeheven, wordt de noord-zuidscheiding weer opgeheven en watert het hele eiland af naar het ARK.



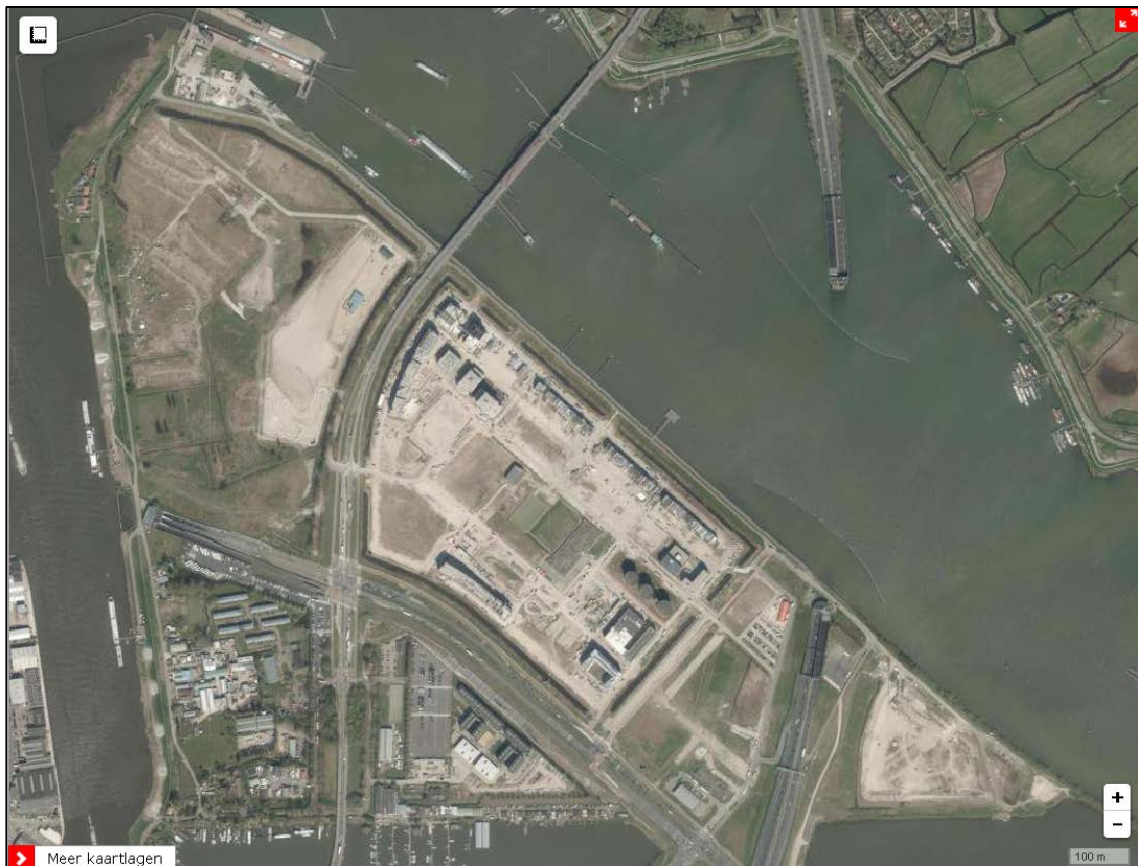
Figuur 1 Schematisch watersysteem Zeeburgereiland en woningaantallen per buurt

Huidig watersysteem

Het Zeeburgereiland valt onder waterbeheerder Amstel, Gooi en Vecht (AGV). De huidige situatie is zichtbaar op een recente luchtfoto in Figuur 2. Het interne watersysteem op het Zeeburgereiland wordt bemalen op een streefpeil van NAP -0,40 m via het gemaal aan de zuidwestzijde (Zuider IJdijk), dat uitmaalt op het IJmeer met een capaciteit van 7,4 m³/minuut. Het grootste deel van het Zeeburgereiland, met uitzondering van de Oostpunt en Oksel A10, watert af op het gemaal (zie Figuur 1). De Oostpunt en Oksel A10 worden met een eigen gemaaltje respectievelijk afsluitbare duikers afgewaterd op het IJmeer en hebben als waterpeil NAP -0,40 m. Het Zeeburgereiland heeft van oudsher een watersysteem met vrij smalle watergangen en een ruraal karakter. Duikers zijn klein en het maaiveld ligt relatief laag. De laagste maaivelden liggen op NAP +0,2 à +0,3 m. In de jaren 2000 was een grootschalige ontwikkeling voorzien van het gehele Zeeburgereiland, waarbij een volledig nieuw, integraal watersysteem was voorzien met brede ringwatergangen in combinatie met de ophoging van gebieden.

De ontwikkeling heeft in praktijk echter in fasen plaatsgevonden. De eerste ontwikkeling was de Sportheldenbuurt ("RI-oost"). Hier is het watersysteem uitgebreid met een brede, robuuste ringwatergang horend bij een stedelijk gebied. Ook is het gebied opgehoogd. Het huidige watersysteem is verre van ideaal, omdat het gemaal zich bevindt in Baaibuurt West in het oude, "rurale" deel van het watersysteem. Het extra water dat afstroomt vanuit het ontwikkelde gebied (Sportheldenbuurt), moet via vrij kleine duikers en watergangen afstromen via de Baaibuurten naar het gemaal. Dit levert een aantal hydraulische knelpunten op met soms hoge waterstanden. Er zijn meldingen van wateroverlast in de Baaibuurt Oost en tot 2014 waren er hoge waterstanden in de Sportheldenbuurt. Waternet en de Gemeente Amsterdam hebben overlegd over oplossingsrichtingen. Als korte termijn oplossing is in 2014 een verbinding gemaakt tussen de

Sportheldenbuurt en de Sluisbuurt, onder de Schellingwouderbrug, die de situatie verbeterde. Op langere termijn moet er een watersysteem komen dat voldoende robuust is, en waarbij de gebieden die al bewoond zijn droge voeten houden zonder de omliggende bestaande gebieden te verslechteren.



Figuur 2 Huidige situatie, luchtfoto 2016 uit Atlas Amsterdam

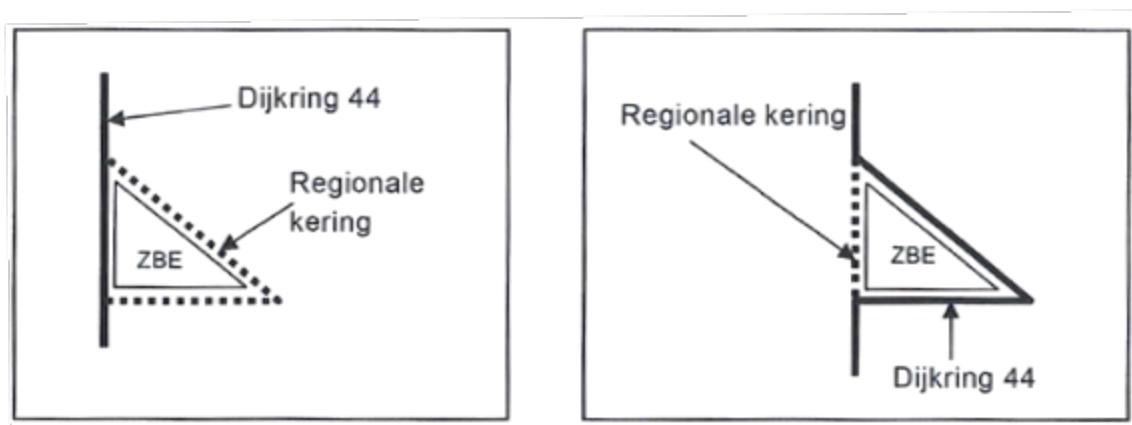
Ontwikkelingen in het watersysteem

Het watersysteem is schematisch weergegeven in Figuur 1. In het watersysteem vinden de volgende plan – en autonome ontwikkelingen plaats:

- **Verlegging van de waterkeringen (autonome ontwikkeling).** 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: zie Figuur 3. Hiertoe wordt aan de noord- en zuidzijde van het Zeeburgereiland een primaire waterkering aangelegd. 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).
- **Open verbinding met het ARK (planontwikkeling).** Het watersysteem Zeeburgereiland maakt na realisatie van de nieuwe waterkeringen integraal deel uit van het gebied binnen dijkkring 44. Dit maakt het makkelijker om een open verbinding te maken tussen het

binnenwater van de Sluisbuurt en het ARK (streefpeil NAP -0,40 m). Wanneer de kering secundaire status krijgt, moet een verbinding afsluitbaar zijn met een deur tegen een hoogwatersituatie (hoog waterpeil NAP -0,10 m) op het ARK, al dan niet vergezeld van een noodgemaal. Dit heeft een effect op het oppervlaktewatersysteem Zeeburgereiland. De haalbaarheid van de open verbinding wordt nog onderzocht.

- **Opheffen van het gemaal (planontwikkeling).** Dit wordt pas een optie nadat de afwaardering van de waterkeringen en de open verbinding met het ARK zijn gerealiseerd én als in die situatie het gemaal niet nodig zou zijn als noodgemaal. Op dat moment kan het water onder vrij verval afstromen naar het ARK. Het buiten werking stellen van het gemaal betekent dat er een grote energie- en kostenbesparing mogelijk is omdat er geen water meer verpompt hoeft te worden. Het huidige gemaal heeft bovendien een beperkte restlevensduur en werkt om die reden niet optimaal; gemaalvervanging is dan niet meer nodig. Bovendien wordt het watersysteem eenduidiger en simpeler ten opzichte van de huidige situatie, waarin ARK en Zeeburgereiland hetzelfde streefpeil hebben maar toch twee aparte watersystemen vormen (tegengaan van versnippering).
- **Hydraulische knelpunten verbeteren (planontwikkeling).** Er is een aantal te krappe duikers aanwezig op Zeeburgereiland. Enkele knelpunten zijn al verholpen en op termijn zullen de grootste resterende knelpunten moeten worden aangepakt. De duikers die het grootste knelpunt vormen, moeten worden vervangen door grotere duikers. Dit gaat met name om de duikerverbindingen tussen de verschillende buurten/deelgebieden, onder de hoofwegen door.



Figuur 3 Schematische weergave verlegging van primaire waterkering dijkkring 44 Zeeburgereiland, met links de huidige situatie en rechts de toekomstige situatie

Ontwikkeling van buurten en aanpassing watersysteem

In chronologische volgorde zijn de (geplande) ontwikkelingen per buurt als volgt.

Sportheldenbuurt

De Sportheldenbuurt is al deels ontwikkeld. Vanaf 2007 is het gebied bouwrijp gemaakt en partieel opgehoogd. De maaiveldhoogte is aangelegd op NAP +1,32 m aan de randen en op NAP +2,40 m in het centrale deel. De eerste bewoners vestigden zich in 2014. Op dit moment is circa de helft

van de kavels bebouwd of is in aanbouw. Om te compenseren voor de verhardingstoename is circa 2009 een primaire watergang aangelegd rondom de Sportheldenbuurt. Deze ringwatergang dient als waterberging voor zowel de Sportheldenbuurt als de aangrenzende Bedrijvenstrook, voor de eindsituatie waarin het gehele gebied is bebouwd. Er zijn in de tijdelijke situatie zowel problemen geweest met te hoog grondwater als met te hoog oppervlaktewaterpeil in de ringwatergang. Het grondwaterprobleem is inmiddels met maatregelen verholpen. Om het oppervlaktewatersysteem te verbeteren, is in 2014 een greppel gegraven van de ringwatergang Sportheldenbuurt richting de Sluisbuurt. Eind 2017 wordt deze vervangen door een permanente waterpartij die in de eindsituatie een meer robuuste verbinding vormt.

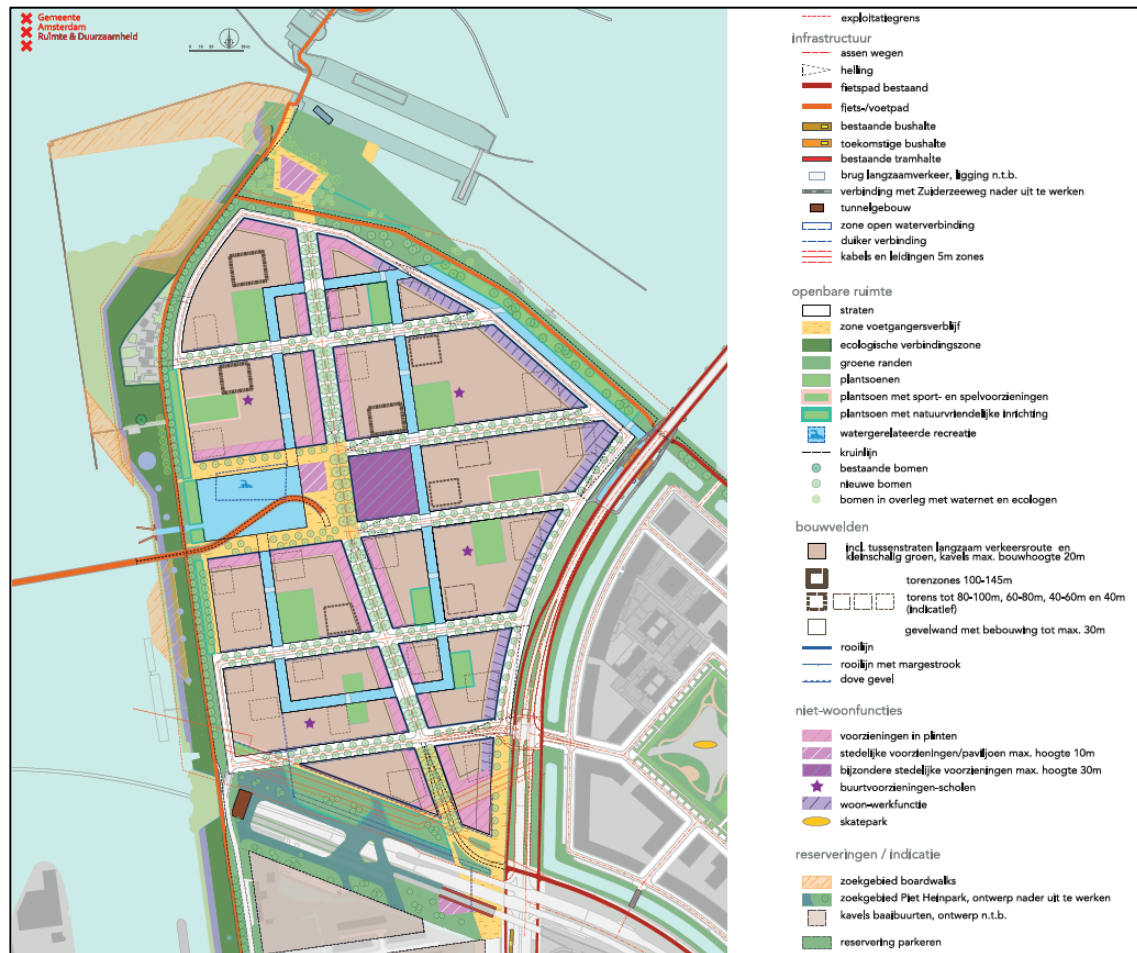
Bedrijvenstrook

De bedrijvenstrook zal een aantal bedrijven bevatten zonder woonbestemming. Vanaf 2015 is de planvorming voortgezet met een aantal concrete initiatieven en ontwikkelaars. Het gebied wordt integraal opgehoogd tot een maaiveldhoogte van circa NAP +1,8 m met laagste maaiveld op NAP +1,4 m (Kaaip Kotweg). Naar verwachting gebeurt het bouwrijp maken en ophogen circa 2017 en zullen de eerste gebruikers zich circa 2019 vestigen. Het bestaande tankstation Kriterion blijft langdurig in gebruik en wordt niet ontwikkeld; dit blijft op de huidige maaiveldhoogte van NAP +0,9 m liggen. Het gebied wordt sterk verhard. Er wordt geen apart oppervlaktewater gemaakt, maar de toename van verhard oppervlak is meegenomen in de aanleg van de ringwatergang Sportheldenbuurt, hetgeen zal worden aangetoond in een integrale waterbergingsboekhouding die de gemeente Amsterdam opstelt en in 2017 met AGV zal worden vastgesteld.

Sluisbuurt

De Sluisbuurt wordt naar verwachting in 2017 bouwrijp gemaakt en het plan is om in 2019 de eerste bewoners te ontvangen. De wijk wordt integraal opgehoogd en aangelegd op een maaiveldniveau van NAP +2,10 m (conform "Stedenbouwkundig Plan Sluisbuurt en plank kaart", Concept 8 november 2016, Gemeente Amsterdam Ruimte & Duurzaamheid). 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. Deze watergangen worden geïntegreerd met de bouwblokken en er worden plekken ingericht waar het water beleefd kan worden. Er is een relatief kleine afstand gepland tussen de watergangen, om de grondwaterstand voldoende laag te houden. Na de afwaardering van de westelijke waterkering langs het ARK, is het plan een (afsluitbare) open verbinding te realiseren vanuit de Sluisbuurt naar het ARK. Er is een watergang en duiker nodig in het zuidelijk park, die de verbinding vormt tussen de Sluisbuurt en de Baaibuurt West. Het geplande watersysteem is weergegeven in Figuur 4. Om te voorkomen dat het gemaal Zeeburgereiland, dat op een aan-/afslagpeil van NAP -0,40/-0,50¹ m is afgesteld, teveel water naar zich toetrekt vanuit het ARK (rondpompen), kan het nodig zijn het watersysteem Zeeburgereiland tijdelijk met stuwen te scheiden in twee peilvakken (ten noorden en ten zuiden van de IJburglaan). Wanneer uiteindelijk het gemaal wordt opgeheven en het hele eiland afstroomt via de Sluisbuurt op het ARK, moet de noord-/zuidverbinding tussen de Sluisbuurt/Sportheldenbuurt en de Baaibuurt juist weer open zijn.

¹ Het lijkt onwenselijk om het aan-/afslagpeil te verhogen en het afslagpeil op gelijk niveau te brengen met het ARK, omdat er dan mogelijk wateroverlast ontstaat bij de lage maaivelden in de huidige Baaibuurt.



Figuur 4 Plankaart Sluisbuurt, concept 8 november 2016

Baibuurt West en Baibuurt Oost

De ontwikkeling van de Baai buurten zal in principe plaatsvinden nadat de Bedrijvenstrook en Sluisbuurt grotendeels bebouwd zijn; dit wordt voorzien op middellange termijn ergens tussen 2022 en 2030. 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 de woonfunctie mogelijk te maken is een ophoging noodzakelijk. Waarschijnlijk gaat de ophoging gepaard met een volledig nieuw watersysteem volgens het principe van de Sportheldenbuurt en Sluisbuurt. Het te kiezen watersysteem is nog niet bekend. In de planvorming van circa 2010 werd uitgegaan van ringwatergangen om Baibuurt West en Baibuurt Oost, wat voorlopig het uitgangspunt blijft. Een aandachtspunt is dat het toekomstig watersysteem goed wordt aangesloten op de rest van het watersysteem, onder de IJburglaan / inrit Pietheintunnel door en dat de Baibuurt Oost en Baibuurt West hydraulisch goed zijn verbonden onder de Zuiderzeeweg door. Wanneer dat het geval is én de open verbinding tussen Sluisbuurt en Amsterdam Rijnkanaal (ARK) is gerealiseerd, bestaat de mogelijkheid het gemaal op te heffen en het volledige eiland op natuurlijke wijze te laten afwateren naar het ARK.

Scenario's

Op basis van het bovenstaande zijn er tientallen scenario's mogelijk. Dit is gebundeld tot vijf hoofdsenario's die chronologisch in de tijd plaatsvinden. In feite zijn dit een aantal fasen in de ontwikkeling van het watersysteem, waarbij elke fase robuust en langdurig moet kunnen functioneren en moet voldoen aan de toetsingsnormen. Elk scenario is doorgerekend in het oppervlaktewatermodel.

Tabel 1 Scenario's

Scenario	Beschrijving
Huidig-2016	• Het huidige watersysteem met gemaal. • Alleen de Sportheldenbuurt is ontwikkeld.
2018 met gemaal	• Sluisbuurt is ontwikkeld met nieuw watersysteem. • Afvoer op gemaal.
2018 met ARK en gemaal	• Sluisbuurt is ontwikkeld met nieuw watersysteem. • Sluisbuurt heeft open verbinding met ARK. • Baaibuurten nog op gemaal.
2022 met ARK en gemaal	• Sluisbuurt, Bedrijvenstrook en Baaibuurten zijn ontwikkeld met nieuwe watersystemen. • Sluisbuurt heeft open verbinding met ARK. • Baaibuurten nog op gemaal.
2025 alleen ARK (eindbeeld)	• Sluisbuurt, Bedrijvenstrook en Baaibuurten zijn ontwikkeld. • Sluisbuurt heeft open verbinding op ARK. • Gemaal is opgeheven.

Daarnaast is een extra berekening gedaan voor een terugvaloptie waarin de ARK-verbinding niet wordt gerealiseerd: in dit scenario blijft het gemaal in stand terwijl het eiland geheel ontwikkeld is.

Oppervlaktewatermodel

Er is een oppervlaktewatermodel opgesteld waarin de huidige situatie en de verschillende scenario's zijn doorgerekend. Het model gaat uit van een maximaal percentage verharding, waarbij een maximale hoeveelheid hemelwater afstroomt naar het oppervlaktewater: dit is maatgevend voor de toetsing van het oppervlaktewatersysteem. In het landdeel van het te ontwikkelen gebied van de Sluisbuurt is met 90% verhard oppervlak rekening gehouden, voor de Bedrijvenstrook en Baaibuurten is dit aangehouden op 80%. De oppervlakken verhard/onverhard/water zijn voor de huidige situatie en het eindbeeld weergegeven in de onderstaande twee tabellen.

Tabel 2 Oppervlakken verhard/onverhard/water in de huidige situatie (afstroomgebied intern watersysteem)

	oppervlak (ha)			
buurt	Verhard*	onverhard	water	totaal
Sluisbuurt	1,3	25,4	1,0	27,7
Spoortheldenbuurt	3,5	20,8	3,3	27,6
Bedrijvenstrook	2,0	4,4	0,0	6,4
Baaibuurt West	3,1	6,5	0,6	10,2
Baaibuurt Oost	3,6	5,9	0,4	9,9
Totaal Zeeburgereiland	13,5	63,0	5,3	81,8

* de aangrenzende hoofdwegen zijn hierin meegenomen door de oppervlakken te verdelen over de buurten, afhankelijk van de afwateringsrichting.

Tabel 3 Gehanteerde oppervlakken verhard/onverhard/water voor afstroomgebied intern watersysteem in de toekomstige situatie (eindbeeld)

	oppervlak (ha)			
buurt	Verhard*	onverhard	water	totaal
Sluisbuurt	19,2	5,7	2,8	27,7
Spoortheldenbuurt	19,6	4,7	3,3	27,6
Bedrijvenstrook	5,1	1,3	0,0	6,4
Baaibuurt West	7,2	2,0	1,0	10,2
Baaibuurt Oost	7,5	1,6	0,8	9,9
Totaal Zeeburgereiland	58,6	15,3	7,9	81,8

* de aangrenzende hoofdwegen zijn hierin meegenomen door de oppervlakken te verdelen over de buurten, afhankelijk van de afwateringsrichting.

Toetsingsnormen

In Nederland worden oppervlaktewatersystemen getoetst aan de NBW-normen. NBW staat voor Nationaal Bestuursakkoord Water; dit is een akkoord dat in 2003 gesloten is tussen (de vertegenwoordigers van) Rijk, Provincies, waterschappen en gemeenten. Doel is dat de kans op wateroverlast door inundatie vanuit het oppervlaktewater moet zijn verminderd tot een maatschappelijk acceptabel niveau. Dit niveau is in het NBW vertaald in zogenaamde werknormen voor vijf vormen van grondgebruik (grasland, akkerbouw, hoogwaardige land- en tuinbouw, glastuinbouw, bebouwd gebied). Voor bebouwd gebied geldt dat het maaiveld slechts eens per 100 jaar mag inunderen (overstromen) vanuit de watergangen. Bij gebeurtenissen die vaker dan eens per 100 jaar voorkomen, mag geen enkel deel van het maaiveld (0%) overstromen. Het Zeeburgereiland wordt voor de NBW-toetsing in zijn geheel als "bebouwd gebied" beschouwd. Dit is een veilige aanname. AGV/Waternet heeft richtlijnen gegeven voor de methodiek van de oppervlaktewatermodellering.

Tevens mag er volgens de waterbeheerder Waternet/AGV geen verslechtering optreden ten opzichte van de huidige situatie. Een waterstijging kan een toename van de reeds door bewoners ervaren wateroverlast betekenen, bijvoorbeeld door een verhoogde grondwaterstand.

Bijzonder is dat de niet-ontwikkelde delen van het Zeeburgereiland een watersysteem hebben dat niet ingericht is voor de stedelijke ontwikkeling, vooral omdat de duikers relatief klein zijn. Tussen Amsterdam en Waternet is afgesproken dat de delen van Zeeburgereiland die tot ontwikkeling komen, een watersysteem krijgen dat volledig tegemoet komt aan deze stedelijke ontwikkeling. Dat kan een geheel nieuw watersysteem zijn. Waternet/AGV eist dat het watersysteem altijd voldoende robuust is. Het water dient via minimaal twee routes af te kunnen stromen. Als er een calamiteit is in de ene route (bijvoorbeeld een verstopte duiker), dan kan het water altijd nog via de andere route tot afstroming komen.

Ondanks dat het water afstroomt via verouderde delen van het watersysteem, moet het watersysteem in alle fasen als geheel voldoen aan de NBW-normen omdat er reeds bewoners zijn. Ook moet het watersysteem vooruitlopen op de voorziene ontwikkeling van de andere wijken en mag het deze plannen niet belemmeren. De standaard-regel in de Keur Amstel Gooi en Vecht (AGV, 13 oktober 2011) is dat verhardingstoenames met 10% oppervlaktewater gecompenseerd moeten worden; voor de volledig nieuwe watersystemen in de ontwikkelgebieden is op aanwijzing van Waternet echter de toetsing met het oppervlaktewatermodel leidend, waarbij afwijking van de standaardregel eventueel mogelijk is met bestuurlijke goedkeuring van AGV; doel is altijd een goed watersysteem, dat voldoet aan de gestelde eisen.

Bij de afvoer van water via een open verbinding naar de boezem van het ARK, stelt de waterbeheerder Rijkswaterstaat mogelijk beperkingen in de vorm van een maximaal afvoerdebiet. Waternet/AGV verwijst hiervoor naar het Waterakkoord. De boezem mag niet te zwaar belast worden; dit kan bereikt worden door in de (polder)gebieden voldoende waterberging plaats te laten vinden. Voor de maximale afvoer heeft RWS geen exact getal aangegeven. Daarom is in eerste instantie de maximale afvoer gelijk gesteld aan de normafvoer van 15 m³/minuut/100 ha voor stedelijk gebied. Voor het circa 82 ha grote Zeeburgereiland zou dit een maximale afvoer van 12,3 m³/minuut (0,21 m³/s) betekenen. Dit punt moet verder worden uitgewerkt aan de hand van de eerste resultaten waarbij de waterbeheerder van het ARK (Rijkswaterstaat) betrokken dient te worden.

Uitgangspunten oppervlaktewatermodel

De technische uitgangspunten van het oppervlaktewatermodel zijn vermeld in het concept-rapport "Oppervlaktewatersysteem Sluisbuurt en Zeeburgereiland" (versie 1.2 van 13 september 2016). Wij noemen als meest belangrijke uitgangspunten:

- Er is rekening gehouden met een maximaal verhardingspercentages van de te ontwikkelen buurten;
- Er is rekening gehouden met klimaatverandering (autonome ontwikkeling), door de neerslagreeksen in het model te verhogen met een klimaattoeslag conform KNMI-klimaatscenario WH voor het jaar 2050 voor neerslagregio H (waarin Amsterdam valt);
- In de scenario's met een open verbinding met het ARK is rekening gehouden met een maatgevend T=100-jaar waterpeil van NAP -0,10 m.
- Ten gevolge van de ontwikkelingen worden de verschillende deelgebieden opgehoogd tot circa NAP +1,3 à +2,1 m. Het huidige laagste maaiveld op Zeeburgereiland kan men aantreffen in de Sluisbuurt met NAP +0,2 m, het toekomstige laagste maaiveld ligt op de

hoofdwegen met NAP +0,6 m en dit is hoger. Dit is van belang aangezien getoetst wordt op inundatie van de laagste maaivelden.

- Ten gevolge van de ontwikkelingen wordt per buurt de aanleg van een nieuw stelsel van watergangen voorzien waarbij de hydraulische knelpunten (te krappe duikers) worden opgelost.

Hydraulische analyse

In een aparte modellering (niet bedoeld voor toetsing aan de NBW-normen) is onderzocht wat het hydraulische effect is van de kunstwerken/duikers op de waterstand. Hieruit blijkt een aantal hydraulische knelpunten in de vorm van te kleine duikers. Het gaat vooral om de duikers onder de hoofdwegen, die een belangrijke verbinding vormen tussen de deelwatersystemen van de verschillende buurten.

De grootste hydraulische knelpunten dienen opgelost te worden; dit gaat om een aantal duikervergrotingen met name bij de verbindingen tussen de buurten: de duikers tussen Baaibuurt Oost en Baaibuurt West, tussen Sportheldenbuurt en Sluisbuurt en tussen Baaibuurt West en Sluisbuurt. De verbinding tussen de Sportheldenbuurt en Baaibuurt Oost (dubbele Ø 600 mm-duiker) is voldoende groot. De exacte locaties staan in het rapport "Oppervlaktewatersysteem Sluisbuurt en Zeeburgereiland".

Een andere benodigde maatregel is het regelmatig maaien/baggeren van watergangen. In Tabel 4 is per scenario chronologisch weergegeven wat er moet gebeuren. Het advies is de duikervervanging mee te koppelen met de omliggende wegenprojecten; veel duikers liggen namelijk onder de aangrenzende wegen en niet zozeer in de ontwikkelgebieden.

Het oplossen van de hydraulische knelpunten in het eindbeeld is nodig om een voldoende robuust watersysteem te hebben, met tweezijdige afstroming richting het afstroompunt.

Alle nieuwe duikers in primaire watergangen dienen een diameter van minimaal 1.000 mm te hebben, of twee duikers van Ø 750 mm als de aanliggende watergang ondiep is en men inspoeling van grond wil voorkomen. De nieuwe, circa 48 m lange duiker aan de zuidwestzijde van de Sluisbuurt, moet wellicht groter worden dan de genoemde maten.

Tabel 4 Samenvatting advies voor maatregelen in het watersysteem

scenario	Benodigde maatregelen in het watersysteem
Huidig-2016	Maaien/opschonen watergangen.
2018 met gemaal	Vier knelpuntsduikers vergroten tot Ø 1.000 mm of vervangen door een watergang. Dit betreft de duiker onder de inrit Pietheintunnel, twee duikers in de Sluisbuurt en een duiker in Baaibuurt West.
2018 met ARK en gemaal	- Volledige noord-zuidscheiding instellen met (tijdelijke) stuwen. - Knelpuntsduiker onder de Zuiderzeeweg tussen Baaibuurt Oost en Baaibuurt West vergroten tot Ø 1.000 mm.
2022 met ARK en gemaal	Geen extra maatregelen, mits de bovenstaande maatregelen reeds zijn getroffen.
2025 alleen ARK (eindbeeld)	Geen extra maatregelen, mits de bovenstaande maatregelen reeds zijn getroffen.

Berekeningsresultaten en toetsing aan NBW-normen

Met het oppervlaktewatermodel zijn de verschillende scenario's doorerekend en vervolgens getoetst aan de NBW-normen. In de onderstaande tabel zijn de hoogst optredende waterstanden vermeld per scenario, of er voldaan wordt aan de NBW-toetsing en of er extra waterberging nodig is ten opzichte van de reeds gehanteerde uitgangspunten.

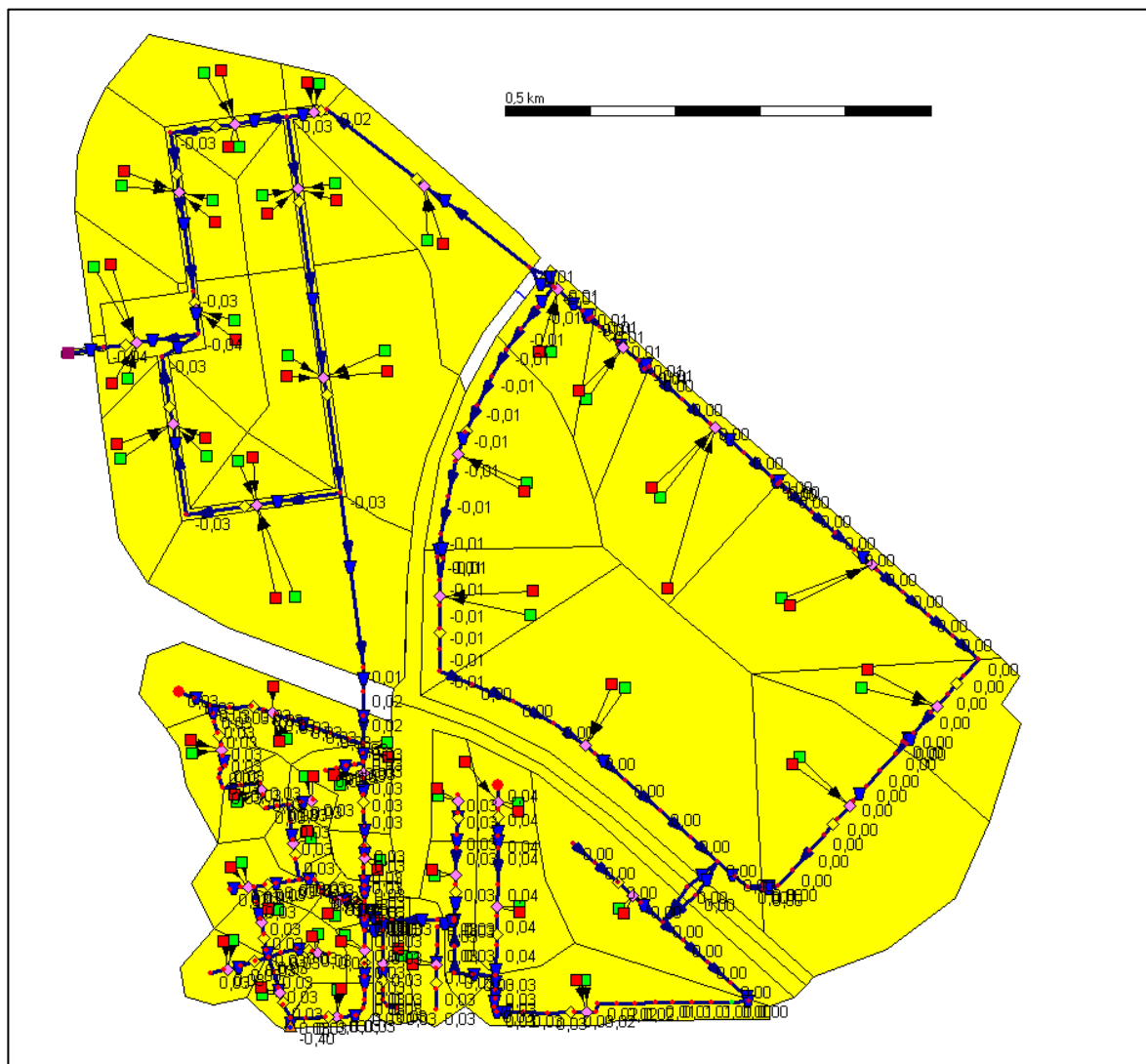
Tabel 5 Hoogst optredende waterstanden en toetsing aan de NBW-normen

Scenario	Beschrijving	Hoogst optredende waterstand en locatie	Voldoen aan NBW-norm?	Welke maatregelen waterberging nodig?
Huidig-2016	- Het huidige watersysteem met gemaal. - Alleen de Sportheldenbuurt is ontwikkeld.	NAP -0,26 m uniform	ja	geen
2018 met gemaal	- Sluisbuurt is ontwikkeld met nieuw watersysteem. - Afvoer op gemaal.	NAP -0,18 m uniform	ja	geen
2018 met ARK en gemaal	- Sluisbuurt is ontwikkeld met nieuw watersysteem. - Sluisbuurt heeft open verbinding met ARK. - Baai buurten nog op gemaal.	Met noord-zuidscheiding NAP -0,05 (noord) / NAP -0,20 (zuid)	ja	geen
2022 met ARK en gemaal	- Sluisbuurt, Bedrijvenstrook en Baai buurten zijn ontwikkeld met nieuwe watersystemen. - Sluisbuurt heeft open verbinding met ARK. - Baai buurten nog op gemaal.	Met noord-zuidscheiding NAP -0,01 (noord) NAP -0,19 (zuid)	ja	geen
2025 alleen ARK (eindbeeld)	- Sluisbuurt, Bedrijvenstrook en Baai buurten zijn ontwikkeld. - Sluisbuurt heeft open verbinding op ARK. - Gemaal is opgeheven.	NAP +0,04 (Baai buurt)	ja	geen

Hoewel er niet mee is gerekend, is het gunstig om water vast te houden op de kavels. Dit betekent lagere maatgevende waterstanden en een lager afvoerdebiet naar het ARK. Het advies is het vasthouden van water (60 mm) en vertraagde afvoer mee te nemen in de bouwveloppen, volgens de principes van de "waterneutrale bouwveloppe".

In de tussenscenario's (tot het eindbeeld) kan zonder aanvullende maatregelen een lichte toename van wateroverlast worden ervaren in de Baai buurt vanwege een waterstijging van 6 à 8 cm die circa eens in de 100 jaar op kan treden. In dit scenario dient een verslechtering te worden

voorkomen door maatregelen te treffen. Deze kunnen bestaan uit een combinatie van vooruit getrokken ontwikkeling en/of ophoging en/of functiewijziging van de laag gelegen delen in de Baaibuurt en/of door het toepassen van de waterneutrale bouwenvolpe in de Sluisbuurt. Deze opties worden nog tegen elkaar afgewogen waarna een besluit volgt over de te treffen maatregelen.



Figuur 5 Scenario 2025 ARK (eindbeeld), maximaal optredende waterstanden in m NAP

In een extra berekening is onderzocht of het geheel ontwikkelde eiland eventueel op het gemaal zou kunnen blijven zónder ARK-verbinding. Dit is een terugvaloptie die rekening houdt met het (kleine) risico dat de ARK-verbinding niet wordt gerealiseerd. De hoogst berekende waterstand is dan NAP -0,03 m en dit zou ook voldoen aan de NBW-normen. Het huidige gemaal zou op het einde van zijn levensduur vervangen moeten worden.

Het afvoerdebiet naar het ARK wordt in het eindbeeld een klein deel van de tijd (3% van de tijd van de gehanteerde neerslaggebeurtenissen) overschreden, in een aantal afzonderlijke korte pieken. Na doorrekening van de volledige tijdreeks van een eeuw gaat dit naar verwachting om circa 5 uur per jaar (0,05% van de tijd). Om dit te voorkomen, zijn maatregelen nodig. Mogelijke maatregelen zijn waterneutrale kavels en/of geknepen waterafvoer. Dit dient nog verder onderzocht, afgewogen en besloten te worden en te worden besproken met Rijkswaterstaat. In het eindbeeld met opheffing van het gemaal wordt het IJmeer minder belast met uitgeslagen water. Er zijn geen andere effecten op de watersystemen buiten het Zeeburgereiland.

Tussen de geschetste scenario's in zijn een aantal tijdelijke bouwfasen aanwezig. In elke tijdelijke situatie moet er een robuust watersysteem zijn dat voldoet aan de toetsingsnormen. Elke bouwsituatie wordt dan ook vooraf getoetst ten bate van de aanvraag van de watervergunning. Uit de toetsing moet blijken welke praktische maatregelen er nodig zijn, bijvoorbeeld het graven van tijdelijke watergangen.

Conclusies en adviezen

De conclusies en adviezen voor het oppervlaktewatersysteem zijn als volgt:

- Alle doorgerekende scenario's met de gefaseerde ontwikkeling van het Zeeburgereiland voldoen aan de NBW-normen voor bebouwd gebied; de scenario's voldoen dus uit het oogpunt van waterkwantiteit.
- Waterafvoer is zowel mogelijk naar het ARK, naar het gemaal of naar een combinatie van beiden; in het laatste geval is een tijdelijke noord-zuidscheiding nodig om rondpompen van water te voorkomen.
- In het geval dat de waterafvoer naar het ARK niet wordt gerealiseerd, is de huidige gemaalcapaciteit voldoende voor een volledig ontwikkeld Zeeburgereiland, in combinatie met een nieuw watersysteem in de ontwikkelgebieden. Gemaalvervanging is dan op termijn nodig.
- In de tussenscenario's (tot het eindbeeld) kan een lichte toename van wateroverlast worden ervaren in de Baaibuurt vanwege een waterstijging van 6 à 8 cm. In dit scenario dient een verslechtering te worden voorkomen door maatregelen te treffen. Deze kunnen bestaan uit een combinatie van vooruit getrokken ontwikkeling en/of ophoging en/of functiewijziging van de laag gelegen delen in de Baaibuurt en/of door het toepassen van de waterneutrale bouwenvolpe in de Sluisbuurt. Deze opties worden nog tegen elkaar afgewogen waarna een besluit volgt over de te treffen maatregelen.
- In de ontwikkelde en opgehoogd buurten neemt de NAP-waterstand toe ten opzichte van de huidige situatie; echter de laagste maaiveld komen dermate hoger te liggen, dat de drooglegging in een T=100-situatie per saldo verbetert.
- Aandachtspunt is dat daadwerkelijk integraal wordt opgehoogd per buurt, zonder dat er laaggelegen delen overblijven. Hierin dient in de fasering rekening gehouden te worden.
- In de fasering dient in alle tijdelijke bouwfasen een robuust watersysteem aanwezig te zijn, dat voldoet aan de toetsingsnormen. Voorafgaand aan elke bouwfase wordt onderzocht welke maatregelen er nodig zijn, bijvoorbeeld tijdelijke watergangen, en wordt dit meegenomen in de aanvraag van de watervergunning.
- De grootste hydraulische knelpunten dienen opgelost te worden; dit gaat om een aantal duikervergrotingen met speciale aandacht voor de verbindingen tussen de buurten. Een

andere benodigde maatregel is het regelmatig maaien/baggeren van watergangen. In Tabel 4 is per scenario chronologisch weergegeven wat er moet gebeuren. Het advies is de duikervervanging mee te koppelen met de omliggende wegenprojecten; veel duikers liggen namelijk onder de aangrenzende wegen en niet zozeer in de ontwikkelgebieden.

- Het oplossen van de hydraulische knelpunten in het eindbeeld is nodig om een voldoende robuust watersysteem te hebben, met tweezijdige afstroming richting het afstroompunt.
- Alle nieuwe duikers in primaire watergangen dienen een diameter van minimaal 1.000 mm te hebben, of twee duikers van Ø 750 mm als de aanliggende watergang ondiep is en men inspoeling van grond wil voorkomen. De nieuwe, zeer lange duiker aan de zuidwestzijde van de Sluisbuurt, moet wellicht groter worden dan de genoemde maten.
- Bij de uitstroompunten van duikers en bij de afstroompunten gemaal en ARK kunnen de stroomsnelheden lokaal te hoog zijn. Op die locaties is een bodem-/oeverbescherming nodig.
- Hoewel er niet mee is gerekend, is het gunstig om water vast te houden op de kavels. Dit betekent lagere maatgevende waterstanden en een lager afvoerdebiet naar het ARK. Het advies is het vasthouden van water (60 mm) en vertraagde afvoer mee te nemen in de bouwveloppen, volgens de principes van de "waterneutrale bouwveloppe".
- Het afvoerdebiet naar het ARK wordt in het eindbeeld een klein deel van de tijd (3% van de tijd van de gehanteerde neerslaggebeurtenissen) overschreden, in een aantal afzonderlijke korte pieken. Na doorrekening van de volledige tijdreeks van een eeuw gaat dit naar verwachting om circa 5 uur per jaar (0,05% van de tijd). Om dit te voorkomen, zijn maatregelen nodig. Mogelijke maatregelen zijn waterneutrale kavels en/of geknepen waterafvoer. Dit dient nog verder onderzocht, afgewogen en besloten te worden en te worden besproken met Rijkswaterstaat.
- In het eindbeeld met opheffing van het gemaal wordt het IJmeer minder belast met uitgeslagen water. Er zijn geen andere effecten op de watersystemen buiten het Zeeburgereiland.
- Als vervolgstap dient het watersysteem zodanig ontworpen en ingericht te worden, dat wordt voldaan aan de eisen van waterkwaliteit, ecologie, waterbouwkundige eisen zoals golfslag door schepen in het ARK en indien gewenst zwemwater. Dit valt buiten het voorliggende onderzoek. Deze aspecten moeten nader worden uitgewerkt.

Hemelwatermanagement

Het hemelwater van de huidige verharde oppervlakken op het Zeeburgereiland wordt afgevoerd via de riolering. Er is voornamelijk een gescheiden rioolstelsel aanwezig met enkele kleine gemengde rioolstelsels met overstorten op het oppervlaktewater. In alle ontwikkelgebieden wordt een gescheiden stelsel aangelegd. Het gescheiden stelsel is milieuhygienisch gunstiger dan een gemengd stelsel, omdat de RWZI minder wordt belast met hemelwater dat een relatief goede kwaliteit heeft.

Klimaatverandering kan in de toekomst leiden tot een stijging van de temperatuur en een toename van zowel droge als natte perioden. Toename van de neerslag uit zich onder meer in heviger neerslagpieken, waardoor een goed hemelwatermanagement van belang is voor het plan. In het KNMI-klimaatscenario WH wordt voor het jaar 2085 een toename van de zomer 1-uurs neerslag verwacht met 22% tot 45%. Tijdens de extreme neerslagpiek kan de rioolcapaciteit ver overschreden worden en gaat het water zijn weg zoeken over het maaiveld. Het water dient dan geborgen te worden op straat, op daken, in tuinen en op/aan gebouwen zonder dat er schades ontstaan aan gebouwen of vitale infrastructuur. Het gaat dus om het voorkomen van schades waarbij enig water op straat geaccepteerd dient te worden.

De gemeente Amsterdam en Waternet willen de stad beter bestand maken tegen deze extreme neerslag. Daarom hebben zij het programma Amsterdam Rainproof in het leven geroepen. Daarin is onderzoek gedaan naar de grootste knelpunten in Amsterdam bij een extreme bui. Ook zijn maatregelen voorgesteld die overheid, bedrijven en burgers kunnen nemen om de stad beter bestand te maken tegen extreme buien. Daarnaast is gewerkt aan een beleid waarin meer aandacht komt voor deze extreme buien. In het Gemeentelijk RioleringsPlan Amsterdam 2016-2021 (GRPA) staat onder meer:

"Bij de inrichting van het stedelijk gebied moet rekening gehouden worden met een toename van de extremen zowel in de zin van wateroverlast als in de zin van watertekort. [...] Amsterdam zet hiermee niet alleen in op het hydraulisch op orde hebben van de hemelwaterriolen, maar ook op aanvullende bovengrondse maatregelen voor de verwerking van hemelwater. Inzet is om de natuurlijke sponswerking van de stad te vergroten. Zoveel mogelijk vasthouden van water waar het valt en afvoeren als dat nodig is. [...] Uitgangspunt is dat gerichte, kleinschalige, fijnmazige en rendabele maatregelen de stad meer hemelwaterbestendig en tegelijk aantrekkelijker en leefbaarder maken. [...] De gemeente heeft de ambitie dat de stad in 2020 een bui van 60 mm per uur kan verwerken zonder schade aan huizen en vitale infrastructuur. Hiervan wordt 20 mm via het ondergrondse hemelwaterstelsel verwerkt en wordt 40 mm tijdelijk opgeslagen in de openbare en private ruimten (daken, tuinen, et cetera)."

Op het Zeeburgereiland ontstaan bij extreme neerslag (denk aan grote herhalingstijden van orde grootte 20 tot 100 jaar) mogelijk knelpunten in de onderdoorgang IJburglaan onder de A10, bij tankstation Kriterion aan de IJburglaan (Bedrijvenstrook) en bij de ingang van de Pietheintunnel. Voor het Zeeburgereiland liggen mogelijkheden om de nieuw te ontwikkelen gebieden beter bestand te maken tegen extreme buien en droogtes, waarbij de bestaande omgeving zo mogelijk ontlast kan worden. De grootste mogelijkheden zijn:

- De deelgebieden worden zodanig ontwikkeld, dat het hemelwater over het maaiveld kan afstromen naar de watergangen zonder daarbij schades te veroorzaken. De Sportheldenbuurt heeft al een dergelijke opzet met een hoog centraal gebied, met

daaromheen lagere randen en een ringwatergang die overtollig hemelwater kan opvangen. Bij het Kriterion-terrein, dat lager blijft liggen dan de ontwikkelde Bedrijvenstrook en daarmee vatbaar is voor accumulerend hemelwater, wordt het maaiveld rondom het terrein zodanig vormgegeven, dat het extreme hemelwater afstroomt naar de watergangen en niet naar dit terrein stroomt; met een van het terrein af gericht verhang, drempels en doorsteken. Mochten er andere maaivelden laag blijven liggen, dan wordt een vergelijkbare aanpak gevolgd en de nodige maatregelen getroffen.

- Maatregelen in de openbare ruimte die het water opvangen of vertragen (bijvoorbeeld greppels, wadi's, halfverhardingen, waterbergende groenstroken).
- Het infiltreren van hemelwater in de bodem, om de natuurlijke sponswerking van de bodem te gebruiken en de neerslag sterk vertraagd af te voeren.
- Het zodanig inrichten van de kavels, dat hemelwater wordt vastgehouden en "geknepen" wordt afgevoerd. Het water kan gebruikt worden op/in het gebouw, bijvoorbeeld als gietwater voor een groen dak of voor toiletspoeling, of wordt geïnfilteerd naar het grondwater mits dat kan qua grondwaterkwaliteit/-kwantiteit. De principes zijn gevat in de "waterneutrale bouwvelop"; deze heeft als doel dat het contract tussen ontwikkelaar en gemeente zodanig wordt geformuleerd dat de kavel klimaatbestendig wordt ingericht waarbij hemelwater zoveel mogelijk wordt vastgehouden op de kavel.
- Het voldoende hoog plaatsen van vitale en kwetsbare functies. Dit voorkomt schades bij hemelwateroverlast maar beperkt ook de gevolgen bij overstromingen.

Het Stedenbouwkundig Plan Sluisbuurt combineert verschillende zaken door in te zetten op een Rainproof Sluisbuurt, met een (toekomstige) open verbinding met het Amsterdam Rijnkanaal, een zoveel mogelijk rechtstreekse waterafvoer naar het oppervlaktewater en het stimuleren van water vasthouden op de kavels.

De verwerking van extreme buien is een inspannings- en geen resultaatverplichting voor de gemeente. De kansen zijn echter het grootste als (extreme) hemelwaterverwerking vanaf de initiatieffase wordt meegenomen, zoals het GRPA aangeeft.