

Waterbergingsopgave Zuidas

Referentiesituatie en Berekeningssystematiek

augustus 2008

Kasper Spaan
Johan Ellen

Korte Ouderkerkerdijk 7
Amsterdam
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam
T 0900 93 94 (lokaal tarief)
F 020 608 39 00
KvK 41216593

www.waternet.nl

*Waternet is de gemeenschappelijke organisatie van het waterschap Amstel, Gooi en
Vecht en de gemeente Amsterdam*

Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Leeswijzer	5
2 Beleid en regelgeving in relatie tot waterberging	7
2.1 Landelijk beleid middels het NBW	7
2.2 Beleid Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht	7
2.3 Beleid Hoogheemraadschap van Rijnland	7
3 Huidige situatie	9
3.1 Toelichting Watersystemen Zuidas	9
3.2 Locatie waterberging in relatie tot de ingreep	10
3.3 Detaillering waterbergingsopgave per watersysteemdeel	10
3.3.1 Amstellandse Boezem	11
3.3.2 Binnendijkse Buitenveldertse polder	11
3.3.3 Begraafplaats Buitenveldert	11
3.3.4 Rijnlandse Boezem	11
4 Waterbalansmodel	12
4.1 Uitgangspunten stand still	12
4.2 Motivatie Waterbalansmodel	12
4.3 Resumé "second opinion Waterbergingsopgave Zuidas"	12
4.4 Motivatie belangrijkste parameters Waterbalansmodel	13
4.4.1 Maatgevende neerslag	13
4.4.2 Klimaatscenario	13
4.4.3 Afvoercoëfficiënten	14
5 Categorisering van functies naar verhard, onverhard en water	15
5.1 Projectbegrenzing	15
5.2 Referentiesituatie 2001	15
5.3 Toedeling functies naar type verharding eindsituatie	17
6 Resultaten	18
6.1 Watersysteemgedrag referentiesituatie 2001	18
6.2 Watersysteemgedrag in 2030 volgens visie 2008	19
6.3 Vergelijking resultaten met eerder uitgevoerde onderzoeken	21
6.4 Gevolgen klimatologische ontwikkelingen	22
7 Conclusies	24
Literatuur	25
Bijlage 1 Watersysteem Binnendijkse Buitenveldertse polder	26
Bijlage 2 "Statisch Waterbezwaar model"	28

Voorwoord

In een stedelijke herontwikkeling als Zuidas, die zich kenmerkt door een hoge mate van verdichting boven en onder het maaiveld zijn waterthema's als waterberging gesignaleerd als belangrijk aandachtspunt. Sponge Job Zuidas was hier startpunt van om innovatieve ideeën omtrent waterberging mogelijk te maken. Om concrete invulling te geven aan waterberging is een helder beeld nodig van de noodzakelijke hoeveelheid waterberging. Daar Zuidas zich kenmerkt door een hoge dynamiek en weinig zekerheden omtrent de precieze invulling van de ontwikkelingen in ruimte en tijd is het wenselijk een transparante berekeningssystematiek te hebben voor de waterbergingsopgave. Dit bevordert de communicatie tussen initiatiefnemer en bevoegd gezag en biedt een scala aan mogelijkheden om op klassieke en alternatieve wijze invulling te geven aan de noodzakelijke waterberging.

Samenvatting

Deze rapportage biedt een instrument voor het bepalen van de waterbergingsopgave in het plangebied van Zuidas. Het motiveert en legt de onderstaande afspraken vast:

- Als referentiesituatie wordt 2001 gehanteerd. De waterbergingskarakteristiek van deze uitgangssituatie mag niet verslechteren. In de referentiesituatie is er geen achterstallige waterbergingsopgave.
- Voor het bepalen van de waterbergingsopgave voor Zuidas worden voor 3 van de 4 peilgebieden vuistregels gebruikt. Voor het grootste oppervlak, de Binnendijkse Buitenveldertse Polder, wordt met een berekeningssystematiek de compensatiefactor bepaald.
- Het grondgebruik in 2001 is gebaseerd op de GBKN kaarten.
- De berekeningssystematiek gaat uit van een hydrologisch waterbalansmodel.
- Parameters zijn logisch en navolgbaar vastgesteld. Voor het bepalen van het "stand still" principe is een maximale peilstijging bij een maatgevende bui afgeleid waarbij rekening gehouden is met 10% neerslag toename in 2050 volgens het middenscenario klimaatverandering Waterbeheer 21^e eeuw.
- Het model geeft voor de referentiesituatie 2001, herhalingstijd 1:100, klimaatscenario (+10%) een peilstijging circa 0.40 m bij de maatgevende buiduur van 4 uur. Deze peilstijging wordt als uitgangssituatie voor het stand still principe gebruikt.
- In 2030 neemt de verharding toe met 49.7 ha ten opzichte van 2001. Om hier bij een maatgevende bui geen peilstijging te laten plaatsvinden is een compensatiefactor van 15% afdoende.

Met de berekeningssystematiek voor de waterbergingsopgave kunnen de consequenties van nieuwe ontwikkelingen, aangepaste visies, wijzigende plangrenzen en toekomstige situaties bepaald worden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het project Zuidas betreft een herontwikkeling van stedelijk gebied die zich kenmerkt door een hoge mate van verdichting. Het oppervlak verhard gebied neemt toe. Voor het tijdelijk opvangen en bergen van het teveel aan regenwater is per watersysteem een oppervlakte aan open water of alternatieve waterberging nodig. In de keur van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht is opgenomen dat voor het realiseren van verhardingen extra waterberging in de vorm van extra open water noodzakelijk is.

In 2002 heeft een waterbergingsberekening plaatsgevonden door IBA in opdracht van DRO ten behoeve van de Zuidas. Deze gaf inzicht in noodzaak om waterberging in Zuidas te realiseren. Deze berekening was echter niet eenvoudig navolgbaar (inzetten van expertschatting en veldbezoeken) en was op een aantal uitgangspunten verouderd (geen recente klimaatscenario's).

De resultaten van het Project Sponge Job Zuidas maken dat ook middels alternatieve waterbergingen gecompenseerd kan worden.

DRO als opdrachtnemer voor het ontwikkelen van een ruimtelijke visie op Zuidas heeft behoefte om opeenvolgende visies en uitwerkingen te kunnen toetsen aan doelstellingen ten aanzien van de waterbergingsopgave. Deze rapportage geeft inzicht in de referentiesituatie en modelparameters.

1.2 Doelstelling

Het doel van de rapportage is het vastleggen van de referentiesituatie alsmede de methodiek voor de berekening van de waterbergingsopgave. Deze twee aspecten zijn toekomstvast en geven de uitgangssituatie voor het berekening van de waterbergingsopgave. Gedragen door Initiatiefnemer (Projectbureau Zuidas) en bevoegd gezag (Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht) geeft dit zekerheid voor de voorgenomen ontwikkelingen ten aanzien van de compensatieopgave.

1.3 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk geeft de motivatie vanuit beleid en regelgeving voor de noodzaak tot waterberging bij ontwikkelingen. In hoofdstuk 3 is de huidige situatie van het plangebied geschetst en wordt toegelicht is waarom er specifieke aandacht is voor de Binnendijkse Buitenveldertse Polder en met welke basisuitgangspunten rekening gehouden dient te worden in relatie tot de locatie bij waterberging.

Hoofdstuk 4 gaat in op het gebruikte waterbalansmodel. Het beschrijft de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden. Het belicht de belangrijkste parameters van het model en hoe deze zijn ingevuld.

In het hoofdstuk 5 is toegelicht hoe de oppervlaktes hard, onverhard en water bepaald zijn die de invoer vormen voor het waterbalansmodel in de uitgangssituatie. Hoofdstuk 6 geeft de resultaten voor de peilstijging voor de huidige situatie en de situatie voor 2030 (volgens de visie 2008).

2 Beleid en regelgeving in relatie tot waterberging

2.1 Landelijk beleid middels het NBW

Voor stedelijk gebied is in het Nationaal Bestuursakkoord Water afgesproken dat inundatie vanuit oppervlaktewater minder dan 1x per 100 jaar mag voorkomen. Dit impliceert dat de waterstanden 1 x per 100 jaar tot aan maaiveld mogen stijgen.

2.2 Beleid Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht

Uitgangspunt van AGV is dat de afvoer (en peilstijging) van water uit het watersysteem, waarin het te bebouwen gebied is gelegen, niet mag toenemen ten opzichte van de referentiesituatie. Het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) acht normopvulling onwenselijk, omdat specifieke ontwikkelingen (Zuidas) deze extra bergingscapaciteit kunnen gebruiken voor afwenteling op de rest van het watersysteem. Afwenteling gaat in tegen de principes van Waterbeheer 21e eeuw. In het beleid van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht is dit verwoord middels waterneutraal bouwen als uitgangsprincipe. Dit duurzaamheidsprincipe betekent dat geen extra druk (stand still) op het watersysteem mag ontstaan als gevolg van de ingrepen van een initiatiefnemer. Daarnaast is afwenteling in conflict met een duurzaam watersysteem. Duurzaamheid is een van de kernwaarden van Waternet en een dragend principe binnen de ontwikkelingen op Zuidas.

Om peilstijging te voorkomen moet, naast het 100% compenseren van het te dempen open water, de initiatiefnemer de aanleg van extra verhard oppervlak compenseren. Om ontheffing op artikel 16 uit de keur te krijgen moet extra aan te leggen verhard oppervlak worden gecompenseerd met de aanleg van extra (mogelijk alternatieve) waterberging. De regels voor compensatie van extra verhard oppervlak zijn uitgewerkt in de Beleidsnota Inrichting, Gebruik en Onderhoud. Deze gebruikt een vuistregel van 10% extra open water voor extra verharding (100 m² extra verharding is 10 m² extra water). Deze vuistregel wordt ingezet bij relatief kleine ingrepen waar het inzetten van een berekeningsmethode niet efficiënt is.

Waternet wil bij grootschalige projecten zo goed mogelijk inzicht in de veranderingen op het watersysteem. Het toepassen van vuistregels is dan niet gepast. Verkennende berekeningen lieten voor Zuidas en de Binnendijkse Buitenveldertse Polder zien dat er met het hanteren van de compensatiefactor 10% er geen sprake was van een stand still ten aanzien van de peilstijging. Dit is voor Waternet aanleiding om te stellen dat de benodigde waterberging in het plangebied Zuidas op basis van berekening moet worden vastgesteld.

2.3 Beleid Hoogheemraadschap van Rijnland

Een klein deel van het projectgebied Zuidas is gelegen in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Rijnland. Rijnland heeft te kennen gegeven dat Waternet als gedelegeerd vertegenwoordiger de belangen van Rijnland in Zuidas

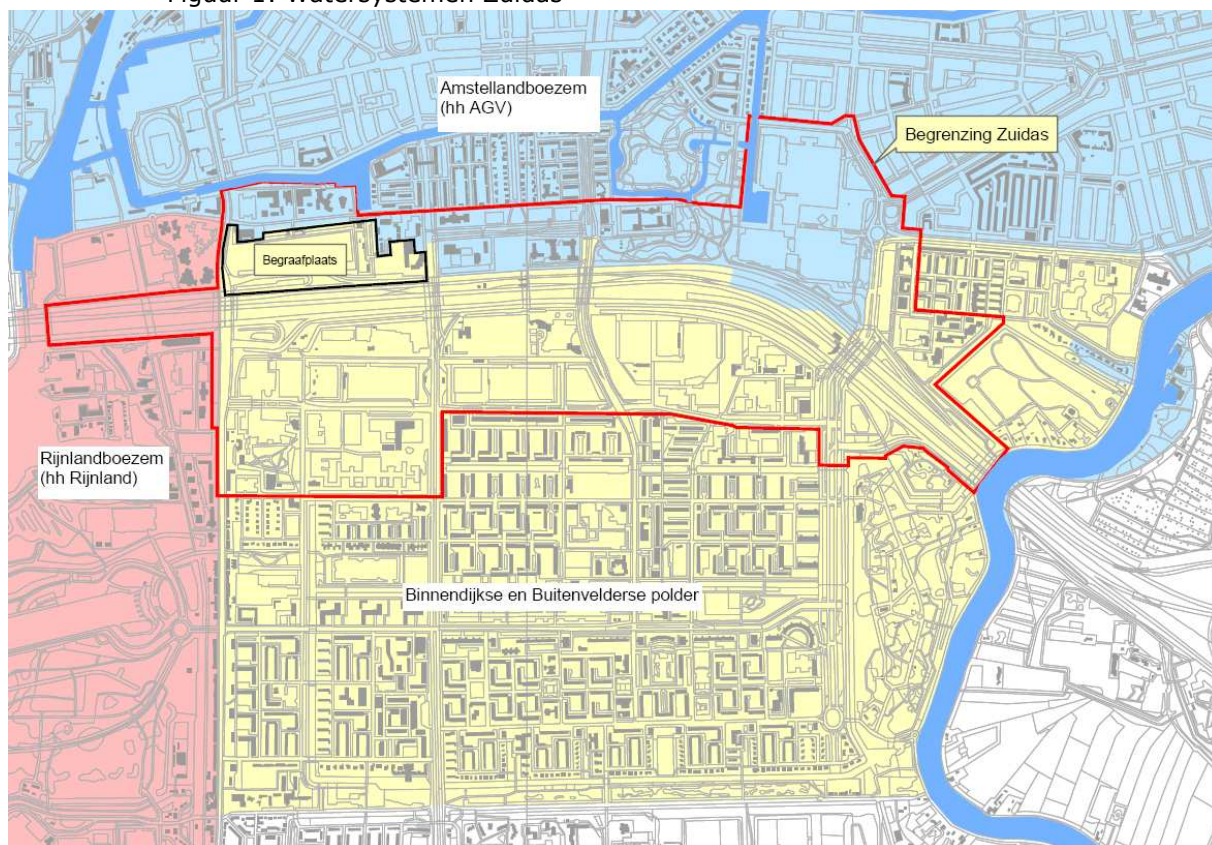
vertegenwoordigd. Keurontheffing voor ingrepen in het beheersgebied van Rijnland zal te allen tijde bij het HHRS Rijnland aangevraagd dienen te worden. Rijnland gebruikt een compensatiefactor van 15% als vuistregel.

3 Huidige situatie

3.1 Toelichting Watersystemen Zuidas

In het plangebied Zuidas (270 hectare) zijn twee boezemwatersystemen en vier watersystemen te onderscheiden.

Figuur 1: Watersystemen Zuidas



Tabel 1 Waterbeheerder per watersysteem

Beheerder	Watersysteem / peilvak	Oppervlakte Zuidas [ha]
Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht	Amstellandse Boezem	72.4
	Binnendijkse Buitenveldertse Polder	171.6
	Begraafplaats Buitenveldert	14.2
Hoogheemraadschap van Rijnland	Rijnlandse Boezem	11.3
Totaal		269.6

Veruit het grootste deel van het plangebied ligt in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht. Het meest westelijke deel van Zuidas is gelegen in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Rijnland. De grootste ontwikkeling van de Zuidas vindt plaats in de Binnendijkse

Buitenveldertse Polder die bemalen wordt naar het boezemwatersysteem Amstelland.

3.2 Locatie waterberging in relatie tot de ingreep

De twee waterbeheerders binnen het plangebied van Zuidas, AGV en Rijnland hanteren verschillende vuistregels voor de compensatie waterberging als gevolg een toename verhard oppervlak:

- AGV: compensatiefactor 10% open water bij toename verhard.
- Rijnland: compensatiefactor 15% open water bij toename verhard.

Beide waterbeheerders stellen in hun keur dat gedempt water voor 100% in hetzelfde peilvak dient te worden gecompenseerd. Om afwenteling te voorkomen (of beperken) en effectief te zijn dient waterberging in de directe nabijheid van de ingreep plaats te vinden. Een initiatiefnemer dient ten principale binnen het plangebied van een ontwikkeling zorg te dragen voor afdoende waterberging. De initiatiefnemer is verantwoordelijk voor de ingreep en de oplossing. In aflopende voorkeur wordt waterberging ingevuld op het niveau van:

- Object
- Kavel
- Project
- Plangebied (binnen peilgebied)

Het is een getrapte reeks die invulling geeft aan het principe van vasthouden, bergen en afvoeren. Dit kan al invulling krijgen op microniveau of de haarvaten van een watersysteem (groene daken). Hierom is het nodig de waterbergingsopgave per watersysteemdeel te bepalen om invulling te kunnen geven aan de eisen omtrent locatie.

Het begrip “waterneutraal kavel” is een ideale invulling van vasthouden en berging op klein schaalniveau. Het zou op Zuidas een label kunnen zijn om gebouwen / ontwikkelingen die op watergebied hun eigen broek ophouden op een positieve manier voor het voetlicht te brengen.

Indien goed onderbouwd en gemotiveerd kunnen afspraken worden gemaakt over het realiseren van extra waterberging buiten het plangebied (maar binnen hetzelfde peilvak of in hetzelfde watersysteem). Het aanwijzen van locaties voor waterberging kan niet zonder aandacht voor de watersysteemstructuur plaatsvinden, zeker bij grotere of verlegde waterbergingen.

3.3 Detaillering waterbergingsopgave per watersysteemdeel

In paragraaf 2.2 is aangegeven dat uit het beleid van AGV volgt dat het stand still principe uitgangspunt is wanneer vuistregels niet van toepassing zijn. Gedetailleerde berekeningen dienen plaats te vinden om de noodzakelijke compensatiefactor voor het stand still principe te bepalen. Samengevat in de onderstaande tabel is de motivatie dat de berekeningen zich toespitsen op het peilvak van de Binnendijkse Buitenveldertse polder. Detaillering is meer relevant wanneer de oppervlakteverschuivingen relatief groot zijn.

Tabel 2: Verdeling waterbeheerder per peilgebied

Beheerder	Peilvak	% van peilvak gelegen in plangebied Zuidas	% van plangebied Zuidas gelegen in peilvak
AGV	Boezemland	<1	27
	Binnendijkse Buitenveldertse Polder	31	64
	Begraafplaats Buitenveldert	100	5
Rijnland	Boezemland	<1	4

3.3.1 Amstellandse Boezem

Voor het boezemgebied dat ligt binnen het beheersgebied van AGV geldt de vuistregel 10% compensatie in de vorm van open water bij toename verharding. Dit omdat het de uitkomst van de berekening van de benodigde compensatie voor het boezemgebied binnen de foutenmarge van de berekening ligt. Dit is gevolg van het feit dat de oppervlakte van het boezemland ten opzichte van ingrepen erg groot is. Hierom wordt de compensatiefactor voor de Amstellandse Boezem op 10% gehouden.

3.3.2 Binnendijkse Buitenveldertse polder

In bovenstaande tabel is gemotiveerd dat specifieke aandacht dient uit te gaan naar de Binnendijkse Buitenveldertse Polder. De Binnendijkse Buitenveldertse Polder is relatief klein (1/3 deel is gelegen in het plangebied Zuidas) en het grootste deel (2/3) van het plangebied Zuidas is erin gelegen. Hierdoor heeft de ontwikkeling van de Zuidas een groot effect op het betreffende watersysteem. In de gedetailleerde berekening is hierom op de Binnendijkse Buitenveldertse Polder gefocust.

3.3.3 Begraafplaats Buitenveldert

De Begraafplaats Buitenveldert is een relatief klein watersysteem. Het heeft een zelfde waterpeil als de Binnendijkse Buitenveldertse Polder, maar is hier niet mee verbonden door oppervlaktewater. Specifiek aan het peilvak is dat het in het geheel binnen het plangebied van Zuidas is gelegen. Het peilvak maalt overtollig water direct af op de Amstelboezem (Zuideramstelkanaal). De aanwezigheid van een relatief groot onverhard oppervlak (de begraafplaats) maakt dat de compensatiefactor hier op de 10% kan worden gehouden. Relevante ontwikkelingen zijn de mogelijke aanpassingen aan de waterkeringen aan de zuidzijde (DOK) en de noordzijde (naar Zuideramstelkanaal). De watersysteemstructuur en waterkwaliteit in het peilvak zijn aandachtspunt, dat mogelijk in samenhang met de waterbergingsopgave aangepakt kan worden.

3.3.4 Rijnlandse Boezem

Een klein deel van het projectgebied Zuidas is gelegen in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Rijnland. De vuistregel van Rijnland voor het hanteren van een compensatiefactor van 15% blijft gehandhaafd. De motivatie is dezelfde als voor de Amstellandse Boezem is aangegeven, de oppervlakte van het boezemland ten opzichte van ingrepen is erg groot.

4 Waterbalansmodel

4.1 Uitgangspunten stand still

Waternet stuurt bij het stand still principe op het waterpeil, deze mag niet anders reageren op neerslag na een ontwikkeling. Afwenteling in de vorm van aanpassing van de maalcapaciteit is niet aan de orde. Sturing op een inundatienorm is eveneens niet aan de orde, normopvulling doet geen recht aan het stand still principe. Pas dan is gegarandeerd dat er geen afwenteling in ruimte of tijd plaatsvindt.

In specifieke gevallen kan worden gekozen voor een gecontroleerde normopvulling als een vorm van alternatieve waterberging. Het opzetten van het peil op een deel van het watersysteem kan het bergend vermogen doen toenemen. Aanliggende maaiveld en ontwikkelingen dienen hierop afgestemd te worden.

4.2 Motivatie Waterbalansmodel

Waternet gebruikt een globale waterbalans methode om effecten van verhardingen door te rekenen. Het is een hydrologisch model (bakjesmodel) wat voor stedelijk gebied gepaster en transparanter is dan complexere hydraulische modellen (of combinatiemodellen). Uitgangspunt is dat aan de hydraulische randvoorwaarden in het studiegebied wordt voldaan (geen knelpunten in de watersysteemstructuur). Voor de Binnendijkse Buitenveldertse Polder is dit getoetst. Het waterbalansmodel is ook in eerdere berekeningen voor de waterbergingsopgave ingezet (IBA, 2002).

4.3 Resumé “second opinion Waterbergingsopgave Zuidas”

In 2008 is, op verzoek van Projectbureau Zuidas, door Nelen & Schuurmans een second opinion uitgevoerd naar de methodiek die door Waternet wordt gehanteerd om een toename van het verhard oppervlak te compenseren. (Second opinion “Waterbergingsopgave Zuidas Amsterdam” Nelen & Schuurmans april 2008). Eén van de conclusies van dit onderzoek is dat de gekozen systematiek en waterbalansmodel als eerste vertrekpunt geschikt is maar geen inzicht geeft in de huidige (en gewenste) werking van het watersysteem. In de second opinion zijn een aantal aanbevelingen gegeven:

- Model kalibreren en valideren op basis werkelijk gevallen neerslag
- Beter vastleggen van het huidige watersysteemgedrag door middel van gebruik van meerdere buien (duur, hoeveelheden) en herhalingstijden
- Correctie van de gebruikte formule (tijdstep toevoegen in de Hellinga de Zeeuw component)

Op basis van de aanbevelingen uit de “second opinion” is het model dat wordt gebruikt bij de systematiek aangepast en gekalibreerd. Met het aangepaste model is het watersysteemgedrag van de BB-polder verder uitgewerkt (zie ook bijlage 2).

4.4 Motivatie belangrijkste parameters Waterbalansmodel

4.4.1 Maatgevende neerslag

Voor het bepalen van de maatgevende neerslaghoeveelheid is gebruik gemaakt van de ontwerpbuien volgens "Extreme neerslaghoeveelheden voor ontwerpbuien", Strijker en Hoes, H₂O juli 2004. Met het waterbalansmodel zijn een aantal neerslagsituaties doorerekend. Op basis van de berekende peilstijging is afgeleid voor welke buiduur het watersysteem het meest gevoelig reageert (zie watersysteemgedrag referentiesituatie 2001).

4.4.2 Klimaatscenario

Als gevolg van klimaatveranderingen zal naar verwachting de (extreme) neerslagintensiteit toenemen. Landelijk is afgesproken dat de watersystemen zodanig robuust zijn uitgelegd dat deze de toename van de neerslag als gevolg van de mogelijke klimaatveranderingen kunnen opvangen. Echter met welke toename rekening dient te worden gehouden is afhankelijk van het te hanteren klimaatscenario.

1. Bij de (uitgevoerde) onderzoeken van Waternet wordt voor de klimaatverandering het zogenaamde "middenscenario 2050" van de commissie Waterbeheer 21e eeuw gebruikt. Deze methodiek gaat uit van een toename van de neerslagintensiteit met 10% in 2050.
2. In 2006 zijn door het KNMI vier nieuwe klimaatscenario's gepresenteerd. Deze nieuwe scenario's wijken op onderdelen af van de WB21 scenario's. De nieuwe scenario's kennen meer variatie en zijn niet eenduidig te vergelijken met de WB21 scenario's. In het algemeen kan worden gesteld dat het klimaat grilliger wordt. Twee van de vier scenario's geven een beeld waarin de extreme (zomer)neerslag verder zal toenemen. In een recent gepubliceerd onderzoek in opdracht van RIZA en de Unie van Waterschappen blijkt dat met name bij veel verhard oppervlak (glastuinbouw of hoog stedelijk gebied) de nieuwe scenario's kunnen leiden tot een grotere wateropgave. In de conceptafspraken in het NBW-actueel, het advies van de LBOW-werkgroep Klimaatscenario's is voorgesteld om met name voor inrichting van nieuw stedelijke gebieden rekening te houden met extremer klimaat scenario.
3. Waternet heeft als dienst van het hoogheemraadschap en de Gemeente Amsterdam het initiatief opgepakt "Amsterdam Waterbestendig". Hierin wordt ingegaan op de maatregelen die nodig zijn om tijdig in te spelen op de klimaatveranderingen. Amsterdam klimaatbestendig wordt een belangrijk onderdeel van de nieuwe structuurvisie. In "Amsterdam Waterbestendig" wordt de ambitie uitgesproken om uit te gaan van een maaiveldinrichting en watersysteem (inclusief alternatieve waterberging) dat een zeer intensieve bui van 50 mm/uur moet kunnen verwerken.

De ontwikkeling van de Zuidas en de onderzoeken naar de benodigde compensatie voor verhard oppervlak lopen al geruime tijd. Ondanks de verwachte klimaatsontwikkelingen is er niet voor gekozen om nieuwe uitgangspunten, met mogelijk aanzienlijke gevolgen voor de maaiveldindeling, in dit stadium van het proces te introduceren. Voor Zuidas wordt voor het bepalen van de benodigde compensatie conform eerder gemaakte afspraken uitgegaan van het "middenscenario 2050" volgens "WB21". Dit betekent dat gerekend wordt met een toename van de neerslagintensiteit van 10%. De mogelijke effecten van de nieuwe scenario's op de waterpeilen worden kwalitatief beoordeeld, maar vormen vooralsnog geen aanleiding voor het aanpassen van de uitgangspunten.

4.4.3 Afvoercoëfficiënten

De afvoercoëfficiënten zijn de parameters waarop het neerslag afvoerproces globaal wordt ingeregeld op basis van gemeten waterpeilen en neerslag. Deze afvoercoëfficiënten zijn afgeleid op basis van de calibratie (zie bijlage 2)

Tabel 3: Afvoercoëfficiënten statisch waterbezwaar model

Afvoerconstanten (Hellinga-de Zeeuw):		
Onverhard	6	dagen
Afvoercoëfficiënten:		
Verhard	0.90	
Water	1.00	

5 Categorisering van functies naar verhard, onverhard en water

Om huidige en referentiesituaties met een toekomstige inrichting te vergelijken is eenduidigheid over de typologie van functies in relatie tot afwateringskarakteristieken essentieel. In het Waterbalansmodel voor de BB-polder is met de drie meest basale categorieën (inputparameters) gewerkt: verhard, onverhard en water.

5.1 Projectbegrenzing

De begrenzing van het plangebied Zuidas kan aan veranderingen onderhevig zijn. Met aanpassingen aan de begrenzing dient ook een herberekening van de referentiesituatie plaats te vinden. Hiermee is een gesloten balans tussen referentie en virtuele situatie gegarandeerd. Voor de onderstaande berekeningen is de begrenzing van het plangebied Zuidas genomen zoals deze in de Notitie 18297 op 30 augustus 2007 door IBA is opgeleverd.

De meest recente aanpassingen aan de plangebiedsgrens van Zuidas hebben tot zeer beperkte wijzigingen geleid; het plangebied heeft een oppervlakte van 267.8 ha. Deze nieuwste plangebiedsgrens is niet gebruikt in de uitgevoerde berekeningen.

5.2 Referentiesituatie 2001

Voor de referentiesituatie 2001 is de Grootschalige Basiskaart Amsterdam (GBKA) uit 2001 gebruikt. De GBKA dient als basis om tot een oppervlakte verdeling van de drie parameters te komen. Daarnaast is het bestand "Soort Verharding" gebruikt, ook afkomstig van de Amsterdamse Dienst Geo- en vastgoedinformatie (GVI). Dit geeft een nadere detaillering van de onderdelen wegdeel en terreindeel uit de GBKA. Het categoriseert naar onverhard, verhard (open/gesloten) en onbekend.

Categorisering naar verhard, onverhard en water heeft op de volgende wijze plaatsgevonden:

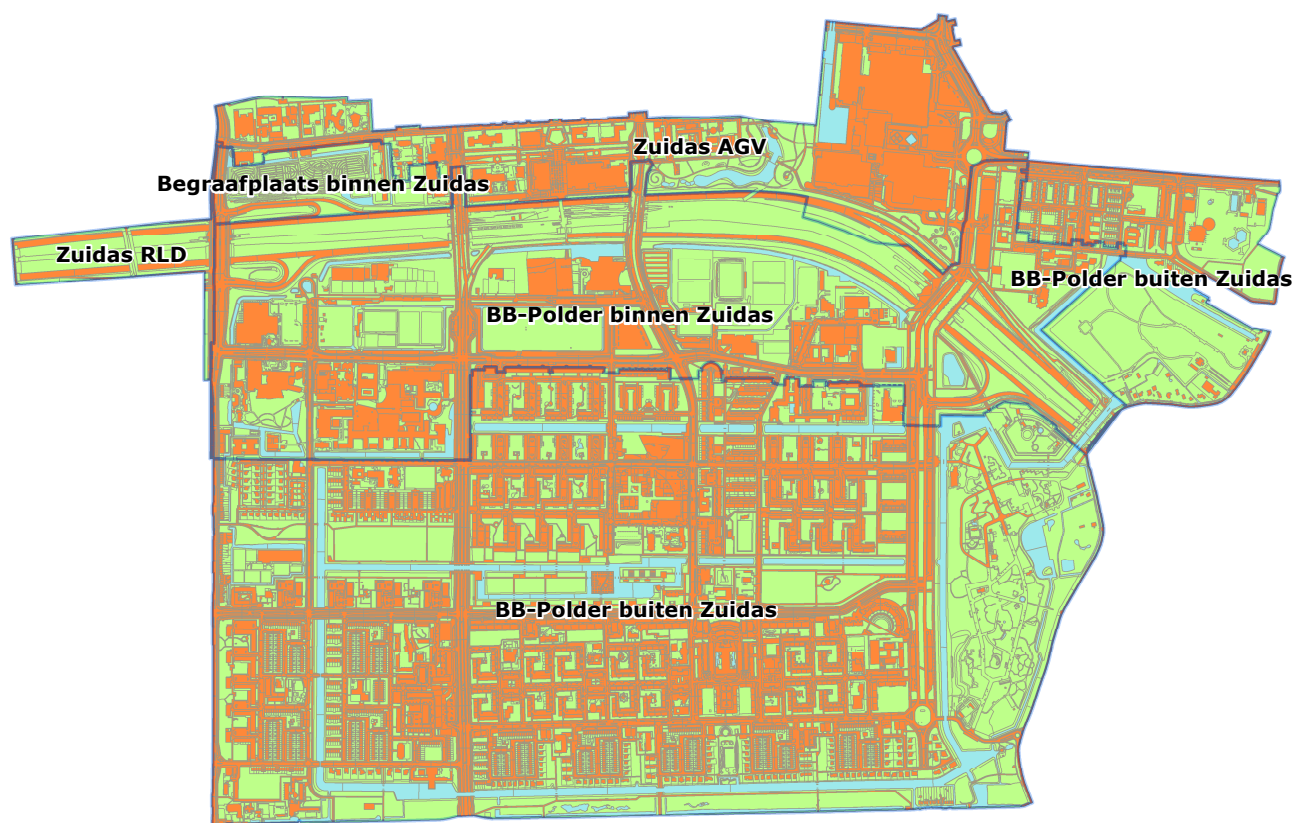
Water: alle vlakken uit de GBKA met het kenmerk water zijn als water opgenomen.

Onverhard: alle terreindelen en wegdelen die in het bestand Soort Verharding het kenmerk onverhard of onbekend hebben gekregen zijn als onverhard opgenomen. Spoorbaandelen zijn ook als onverhard meegenomen, tussen de A10 is het spoor gelegen op een ballastbed op een zandlichaam, infiltratie in de bodem is hiermee gegarandeerd.

Verhard: overige GBKA-elementen

De referentiesituatie zoals berekend heeft geleid tot het volgende beeld en de bijbehorende oppervlaktes.

Figuur 2: Oppervlakte verdeling referentiesituatie 2001



Tabel 4: Oppervlaktes onverhard, verhard en water in het plangebied Zuidas per watersysteemdeel.

Type oppervlak (ha)	BB-polder binnen Zuidas	Begraafplaats binnen Zuidas	Boezemland AGV in Zuidas	Rijnland in Zuidas	Plangebied Zuidas
Onverhard	94.0	10.4	22.6	7.4	134
Verhard	69.4	3.0	46.9	3.9	123
Water	8.3	0.9	2.9	0.0	12
Totaal	171.6	14.2	72.4	11.3	269.6

Tabel 5 Oppervlaktes onverhard, verhard en water in de Binnendijkse Buitenveldertse Polder binnen en buiten het plangebied Zuidas.

Type oppervlak (ha)	BB-polder binnen Zuidas	BB-polder buiten Zuidas	BB-polder totaal
Onverhard	94.0	183.9	277.9
Verhard	69.4	173.9	243.2
Water	8.3	27.2	35.5
Totaal	171.6	385.0	556.6

5.3 Toedeling functies naar type verharding eindsituatie

De inrichting van de Zuidas is dynamisch en continue aan het veranderen. Voor oppervlakteverdeling in de eindsituatie (2030) wordt gebruik gemaakt van de (periodiek bijgestelde) visie. De onderstaande transitietabel wordt hierbij gebruikt voor het "vertalen" van de visie naar oppervlakken "verhard", "onverhard" en "water" voor gebruik bij het bepalen van de compensatie waterberging:

Tabel 6: transitietabel grondgebruik – type oppervlak

Bestemming/ functie plankaart/ inrichtingsontwerp/ bestemmingsplan	Type oppervlak berekening waterbergingsopgave
Daken en gevels Vrijliggende voet- en fietspaden Parkeerterreinen School- en speelterreinen Woonerven Wijkontsluitingswegen Winkelstraten Kantoren- en bedrijfsterreinen Doorgaande wegen Busbanen Marktplaatsen Laad- en losplaatsen Overslagterreinen Bus- en treinstations Trambanen en -stations Tunnels Geïsoleerde waterpartijen/ vijvers Kunstgrasvelden	Verhard
Parken* Traditionele sportterreinen* Groenstroken Grasvelden Begraafplaatsen Oevers	Onverhard
Oppervlaktewater	Water

* De parken en traditionele sportterreinen komen alleen in aanmerking als onverhard oppervlak wanneer deze zich als zodanig gedragen: hiervoor is een gronddekking van minimaal 1.5 meter nodig. Drainagesystemen in de ondergrond van sportterreinen en parken mogen geen versterkte horizontale afvoer tot gevolg hebben.

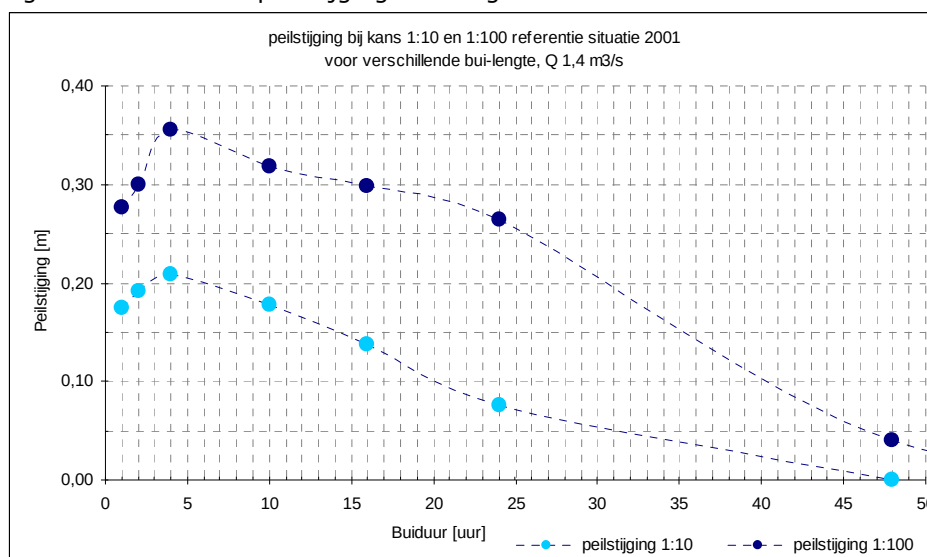
6 Resultaten

6.1 Watersysteemgedrag referentiesituatie 2001

Voor het modelmatig vastleggen van het systeemgedrag in de referentiesituatie (en voor de toekomstige situatie) is het watersysteem gemodelleerd met het statisch waterbezwaar model. De aanbevelingen uit de "second opinion" zijn verwerkt in het model en beschrijving van de referentiesituatie. Het resultaat van de aanbeveling om het model te kalibreren op werkelijke urengegevens van de neerslag is bijgevoegd in bijlage 2.

Op basis van de kalibratie en validatie zijn een Hellinga de Zeeuw factor (6 d) en een afvoercoëfficiënt voor verhard oppervlak afgeleid (0,9). Met deze parameters zijn met het regenduurlijn model "statisch waterbezwaar" een aantal neerslagsituaties doorgerekend om te bepalen voor welke bui het watersysteem het meest extreem reageert. In de onderstaande figuur staan de berekende peilstijgingen bij een aantal regenduurlijnbuien (met een kans van 1:10 en 1:100 jaar).

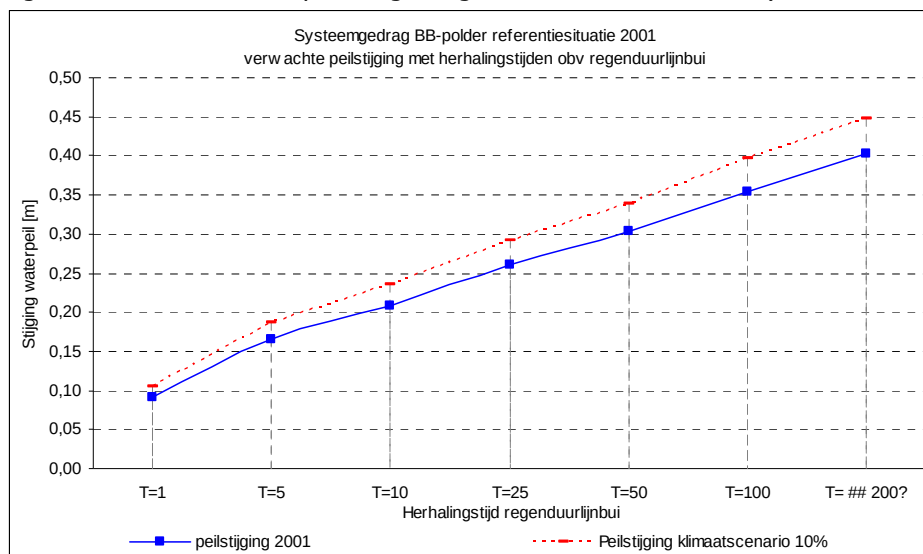
Figuur 3: Berekende peilstijgingen huidige situatie



Uit de resultaten blijkt dat het watersysteem het meest gevoelig is voor buien met een neerslagduur van circa 4 uur. De maximaal te verwachten peilstijging met een herhalingsjijd 1:100 bedraagt dan circa 0,35 m. Deze berekende peilstijging is hoger dan de gemeten waterpeilen uit de gemeten waterpeilen. Dit komt omdat de daadwerkelijk gevallen neerslag(intensiteit) in de meetperiode lager is dan de neerslaghoeveelheid met een herhalingsjijd van 1:100 (Volgens "Extreme neerslag hoeveelheden voor ontwerp buien", Strijker en Hoes H₂O, juli 2004).

Om een indruk van het systeemgedrag en te verwachten waterpeilstijgingen te krijgen zijn voor de neerslagduur van 4 uur een aantal buien met verschillende herhalingsjijden doorgerekend. De resultaten zijn weergegeven in de onderstaande grafiek.

Figuur 4: Grafiek Watersysteemgedrag in de referentiesituatie (buiduur 4 uur)



In de grafiek zijn de verwachte waterpeilen bij de verschillende herhalingstijden weergegeven. Daarnaast is een lijn weergegeven waarin een klimaatscenario met 10% extra neerslag is verwerkt volgens WB21. Deze lijn geeft een indicatie van het maximaal te verwachten waterpeil bij een mogelijk klimaatscenario.

6.2 Watersysteemgedrag in 2030 volgens visie 2008

De inrichting van de Zuidas is een continue veranderend proces. De wateropgave (benodigd oppervlak open water of berging) is afhankelijk van de hoeveelheid (extra) verhard oppervlak. Met het statisch waterbezwaarmodel voor de BB-polder kunnen de veranderingen eenvoudig worden doorberekend en kan worden beoordeeld of er geen verandering in het watersysteemgedrag optreedt ten opzichte van de huidige situatie (stand still-principe)

In 2008 is een nieuwe visie voor de eindsituatie 2030 gepresenteerd. Voor de verdeling verhard, onverhard, open water is uitgegaan van de Waterreferentiekaart Zuidas versie 01, 17 april 2008.

Tabel 7: Oppervlakte verdeling eindsituatie 2030 (visie 2008)

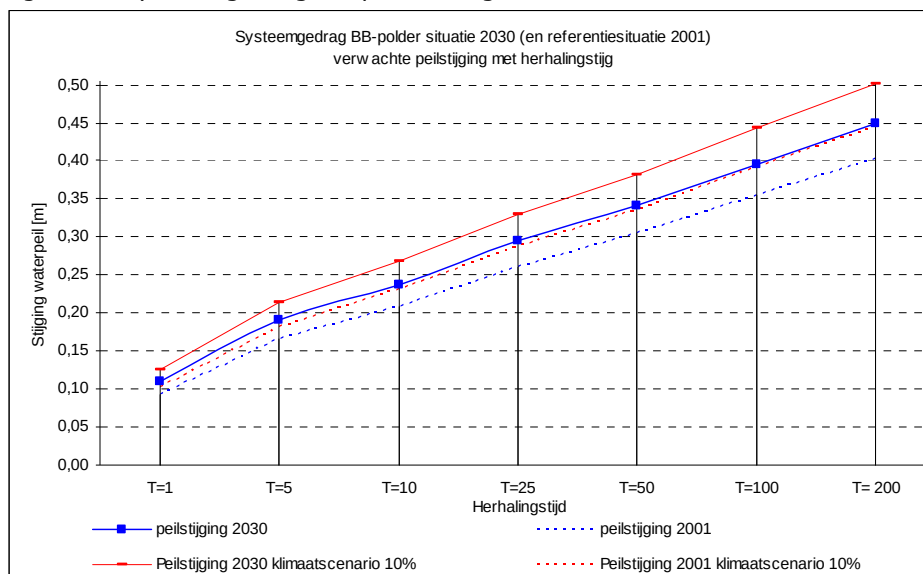
	totaal	verhard		onverhard		water	
	ha	Ha	%	Ha	%	ha	%
Zuidas (BB-polder)*	170.8	119.1	69.7%	40.5	23.7%	11.2	6.6%
Rest (BB-polder)**	385	173.9	45.2%	183.9	47.8%	27.2	7.1%
Binnendijkse Buitenveldertse polder	555.8	293.0	52.7%	224.4	40.4%	38.4	6.9%

* oppervlak "Zuidas" is overgenomen uit de waterreferentiekaart . Het totaal wijkt circa 1 ha af van referentiesituatie

** voor de rest van de BB-polder is uitgegaan van de oppervlakken zoals afgeleid door Waternet

De gevolgen van de situatie volgens waterreferentiekaart 2008 op de waterpeilen is weergegeven in de onderstaande figuur.

Figuur 5: Systeemgedrag BB-polder volgens visie 2030 uit 2008



Uit de vergelijking van de referentiesituatie met de situatie in 2030 blijkt dat de peilstijgingen in de BB-polder toenemen. Voor de situatie met de kans 1:100, en verwachte klimaatontwikkelingen bedraagt de extra peilstijging ten opzichte van de referentie situatie 4.5 cm. In de huidige vorm is in de waterreferentiekaart onvoldoende open water opgenomen om te compenseren toegenomen verharding. (N.B. mogelijke oplossingen als alternatieve waterberging onder de sportvelden en open water berging in Amstelpark zijn nog niet in de waterreferentiekaart opgenomen.)

Met behulp van het waterbezwaarmodel kan worden bepaald hoeveel open water er nodig is om uitgaande van het verhard oppervlak in de situatie van 2030 te voldoen aan het "stand still" beginsel (zie onderstaande tabel).

Tabel 8: oppervlakken in referentiesituatie, visie 2008 én stand still 2008

	Peilstijging 1:100 (+10%) m	Verhard opp. Ha	Toename tov ref Ha	Water opp. Ha	Toename tov ref. Ha
Zuidas (BB-polder) ref. 2001	0.40	69.4	-	8.3	-
Zuidas (BB-polder) visie 2008: 2030	0.45	119.1	+49.7	11.2	+2.9
Zuidas (BB-polder) gewenst: 2030	0.40	119.1	+49.7	15.6	+7.3

Om te voldoen aan het "stand still" beginsel dat er door ontwikkelingen in de Zuidas in 2030 geen extra waterpeilstijgingen optreden is in totaal 15.6 ha open water nodig. Dit betekent dat er 7.3 ha open water wat moet worden aangebracht als gevolg van de ontwikkelingen binnen Zuidas. Als het benodigde oppervlak open water wordt omgerekend naar een compensatiefactor komt dit neer op 15% (7.3 ha extra open water/ 49.7 ha extra verhard oppervlak). In de waterreferentiekaart staat "slechts" 2.9 ha extra open water opgenomen, dit is nog 4.4 ha te weinig.

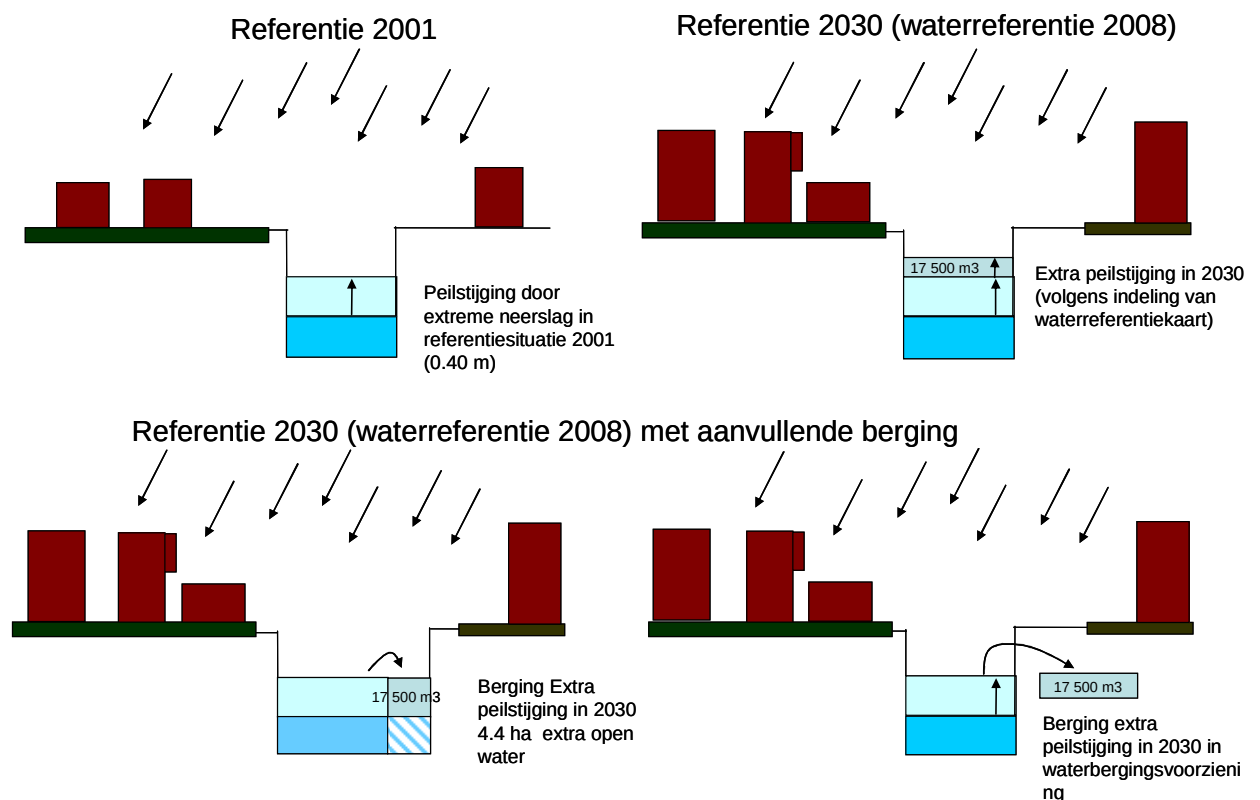
Extra waterberging

De extra peilstijging die volgens de waterreferentiekaart 2008 in 2030 optreedt bedraagt 4.5 cm. Deze peilstijging treedt op over al het water in de Binnendijkse Buitenveldertse polder. Bij een wateroppervlak van 38.4 ha in de BB-polder (zie

tabel 7) komt dit overeen met een hoeveelheid water van 17 300 m³ die “teveel” in het systeem aanwezig is.

Om deze hoeveelheid water te kunnen bergen kan worden gedacht aan extra open water (zie boven) of het aanbrengen van berging (bijvoorbeeld zoals voorgesteld onder de sportvelden.)

Figuur 6: Schematisch overzicht situatie waterberging



6.3 Vergelijking resultaten met eerder uitgevoerde onderzoeken

Het functioneren van het oppervlaktewatersysteem in de BB-polder nu en na de herontwikkeling van de Zuidas is meerdere malen bekeken. Voor een overzicht zijn hieronder de resultaten weergegeven van twee eerdere studies, IBA 2002 en Waternet 2007

IBA 2002

In het rapport “Oppervlaktewater Kwantiteit Zuidas” van IBA uit 2002 wordt voor de huidige situatie een peilopzetting berekend van 0.21 m bij 30 mm/uur (kans 1:10 jaar) en 0.28 m bij 70 mm/d (kans 1:100 jaar). In de rapportage worden verschillende oplossingsrichtingen aangegeven om de toename verharding te compenseren. Maar als de toename verharding volledig moet worden gecompenseerd door oppervlak open water wordt aangegeven dat er voor de BB-polder 15.7 ha open water moet worden aangebracht (rapport pg. 16)

Waternet 2007

In december 2007 heeft Waternet een rapportage Waterbergingsopgave Zuidas opgesteld. Deze rapportage had als doel de werkwijze voor het bepalen van de waterbergingsopgave vast te leggen en vormde de aanleiding van de second opinion. De berekende peilstijgingen bedragen 0.20 m bij 27 mm/uur (kans 1:10 jaar) en 0.48 m bij 77 mm/d (kans 1:100 jaar). Bij het onderzoek is geen wateropgave bij toekomstige ontwikkelingen doorgerekend (omdat de er nog geen oppervlaktes uit de visie 2007 beschikbaar waren).

Vergelijk

Tussen de berekeningen zijn een aantal verschillen, dit heeft ondermeer te maken met verschil in oppervlakken en de vertaling naar verhard en onverhard oppervlak. De gevolgen voor de verwachte peilstijging met een kans 1:10 jaar zijn relatief klein. Die peilstijging bedraagt in alle drie de onderzoeken circa 0.20 m. De berekende peilstijging voor de situatie met kans 1:100 jaar wijkt onderling wel aanzienlijk af.

6.4 Gevolgen klimatologische ontwikkelingen

Klimaatsscenario's KNMI

De nieuwe klimaatsscenario's van het KNMI uit 2006 gaan er vanuit dat het klimaat grilliger wordt. In het doorgerekende WB21 scenario wordt uitgegaan van een toename van de neerslag intensiteit van 10%. De 4 scenario's zijn verdeeld in Gematigd (G) en warm (W). In het "W+-scenario van 2006 wordt uitgegaan van een toename van de gemiddelde neerslag met 14%. Het W-scenario geeft voor de zomerdag som die eens in de 10 jaar wordt overschreden een toename van 27%. Voor de G+ en G scenario is dit respectievelijk 7% en 13%.

Sterk verstedelijkte gebieden zijn met name gevoelig voor korte hevige buien. Ook voor Zuidas (BB-polder) is, zoals uit kalibratie blijkt, een bui van 4 uur maatgevend. Juist de korte hevige (zomer)buien zullen volgens de nieuwe klimaatsscenario's nog verder in intensiteit toenemen. Deze situaties zijn niet doorgerekend met het statisch waterbezwaar model. Wanneer met nieuwe klimaatsscenario's wordt berekend zal naar de verwachting de benodigde compensatieopgave toenemen

Criterium 50 mm/uur

Voor toetsing van wateroverlast in gebouwen wordt uitgegaan van een kans 1:100 jaar. De kans op een neerslagintensiteit van 50 mm/uur is kleiner dan 1:100 jaar. Als deze neerslag wordt ingevoerd in het Statisch Waterbezwaar model "huidige situatie" zal het waterpeil stijgen met circa 0.35 m. Als dezelfde situatie wordt doorgerekend volgens de inrichting volgens de waterreferentiekaart bedraagt de peilstijging 0.38 m. De berekende peilstijging bij het aanvullende criterium is ongeveer gelijk aan de maximaal berekende peilstijging bij een maatgevende bui van 4 uur. Bij een neerslag 55 mm/ 4 uur (kans 1:100) zie figuur 6.1. is de peilstijging 0.35 m.

Een extreme neerslag van 50 mm/uur laat geen extra waterpeilstijging zien (ten opzichte van de maatgevende neerslag). Toepassing van dit criterium zou dus niet tot (grote) afwijkingen leiden in het ontwerp van het watersysteem in BB-polder.

Maar een dergelijke intensiteit is waarschijnlijk wel maatgevend voor de maaiveldinrichting. Bij een neerslag van 50 mm/uur wordt veel gevraagd van het hemelwaterriool en de afvoer van maaiveld naar het riool en watergang. Toepassing van dit criterium zal naar verwachting leiden tot aanzienlijke aanpassingen in ontwerp van het hemelwaterriool en maaiveldinrichting om te voorkomen dat er water op het maaiveld blijft staan.

7 Conclusies

Het watersysteem van de Binnendijkse Buitenveldertse polder is gemodelleerd met een statisch waterbezwaar model. Voor de referentiesituatie is de situatie uit 2001 aangehouden. Uit de modelberekeningen blijkt dat bij een maatgevende neerslag (kans 1:100 +10% als gevolg van verwachte klimaatsontwikkelingen) een waterpeilstijging tot 0.40 m kan optreden.

Als dezelfde maatgevende neerslag wordt doorgerekend voor de situatie in 2030 (volgens de waterreferentiekaart versie 2008) ontstaat een waterpeilstijging van 0.45 m. In de waterreferentiekaart is nog onvoldoende open water aangebracht om te compenseren voor de toegenomen verharding. Echter de voorgenomen berging onder de sportvelden of extra open water in het Amstelpark is (nog) niet in de waterreferentiekaart opgenomen.

In 2030 neemt, volgens de waterreferentiekaart, de verharding toe met 49.7 ha ten opzichte van 2001. Als de compensatie van de toegenomen verharding volledig in open water wordt gerealiseerd komt dit neer op een toename van de hoeveelheid oppervlakte water met 7.4 ha. Bij volledige compensatie van de toename van verhard oppervlak door open water geldt een compensatiefactor van 15%.

Literatuur

IBA, 2007, Docnr 16857, Invulling van de wateropgave in de Zuidas
IBA, 2002, Projectnummer 125330, Oppervlaktewater kwantiteit Zuidas
(Waterberging en afvoer) – Bouwsteen Visie Water Zuidas

Bijlage 1 Watersysteem Binnendijkse Buitenveldertse polder

De Binnendijkse Buitenveldertse Polder (BB-polder) is een stedelijke polder in Amsterdam Zuideramstel van circa 556 ha en een open waterpercentage van 6%. Het streefpeil van het oppervlakte water is NAP -2.00 m, het overtollige water wordt door het gemaal aan de Amsteldijk 272 uitgedaagd op de Amstel. In het gemaal staan twee pompen, capaciteit 0.7 m³/s en 1.4 m³/s. Om constructietechnische redenen is het niet mogelijk dat beide pompen tegelijkertijd draaien. In geval van hoog water zal het debiet van de grote pomp bepalend zijn voor de afvoer.

Het deel van de Zuidas dat binnen deze polder wordt ontwikkeld bedraagt circa 170 ha. Dit is circa 30% van het oppervlak van de polder. Hierdoor kan de ontwikkeling van de Zuidas een aanzienlijk effect hebben op het betreffende watersysteem.

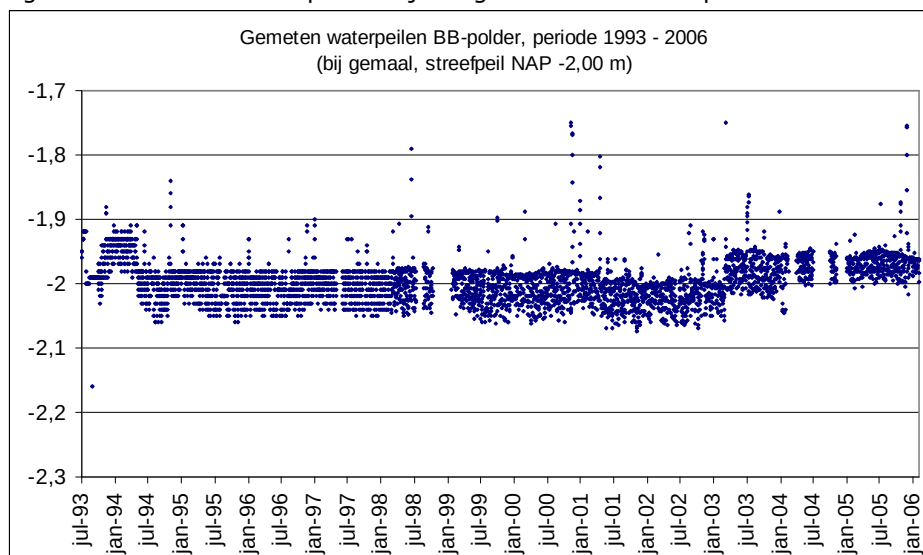
Tabel: Oppervlakte verdeling referentiesituatie 2001 (n.b. getallen Waternet)

	totaal	verhard		onverhard		water	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%
Zuidas (BB-polder)	171.7	69.4	40.4%	94	54.7%	8.3	4.8%
Rest (BB-polder)	385	173.9	45.2%	183.9	47.8%	27.2	7.1%
Binnendijkse Buitenveldertse polder	556.7	243.3	43.7%	277.9	49.9%	35.5	6.4%

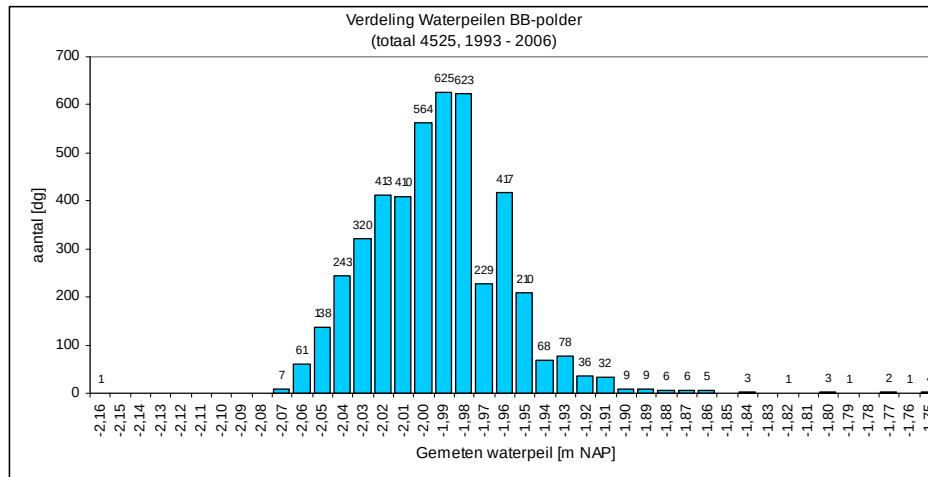
Gemeten waterpeilen Binnendijkse Buitenveldertse polder

De registratie van de waterpeilen vindt plaats bij het gemaal. In de onderstaande grafieken zijn de gemeten waterpeilen over de periode 1993 tot 2006 weergegeven.

Figuur 1: Gemeten waterpeilen bij het gemaal van de BB-polder



Figuur 2: Verdeling gemeten waterpeilen



Uit de (verdeling van de) gemeten waterpeilen blijkt dat het merendeel van de gemeten dagwaarde 1 à 2 cm boven het streefpeil van NAP -2.00 m ligt. De maximaal gemeten waterpeilen in de afgelopen 14 jaar liggen rond NAP -1.75 m. Ten opzichte van het streefpeil is dit een peilstijging van 0.25 m.

Bijlage 2 “Statisch Waterbezwaar model”

Het statisch waterbezwaar model maakt in principe gebruik van een bui uit de regenduurlijn. Dit zijn geen werkelijk opgetreden neerslaggebeurtenissen. Voor het kalibreren van het model is overeenkomstig de aanbeveling van second opinion gebruik gemaakt van een aantal werkelijk gevallen neerslagsituaties.

Voor het modelleren van deze werkelijke situatie in de Binnendijkse en Buitenveldertse polder (BB-polder) is er een gemeten neerslagreeks opgedrukt. Het model geeft nu over de rekenperiode een berekend waterpeil. Dit peil is vergeleken met de gemeten waterpeilen bij het gemaal van de BB-polder.

1 Gegevens

Gemaalcapaciteit en waterpeilen

Het gemaal van de BB-polder bestaat uit 2 pompen. Eén pomp met een capaciteit van 1.4 m³/s en een pomp met een capaciteit van 0.7 m³/s. In de normale situatie draait de kleinere pomp. In geval van hoogwaterpeil wordt er handmatig verwisseld naar de pomp met de hogere capaciteit.

Oppervlakte verdeling BB-polder

Voor het verdelen van het oppervlak in verhard, onverhard en water is uitgegaan van de referentiesituatie 2001

Tabel: Oppervlakte verdeling referentiesituatie

	Totaal	verhard		Onverhard		water	
	Ha	ha	%	Ha	%	ha	%
Zuidas (BB-polder)	171,7	69,4	40,4%	94	54,7%	8,3	4,8%
Rest (BB-polder)	385,0	173,9	45,2%	183,9	47,8%	27,2	7,1%
Binnendijkse Buitenveldertse polder	556,7	243,3	43,7%	277,9	49,9%	35,5	6,4%

2 Kalibratie en validatie

Voor het kalibreren en valideren van het model is gebruikt gemaakt van 3 periodes. De periodes zijn geselecteerd op gevallen neerslag in Schiphol en het voorkomen van een gemeten peilstijging in de BB-polder.

Kalibratie

Het model is gekalibreerd op de neerslaggebeurtenissen van:

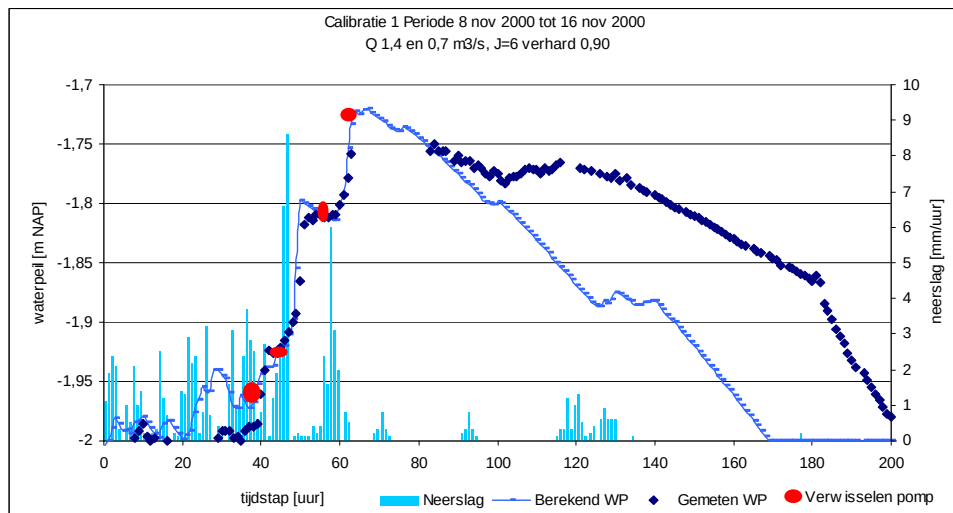
- 14 tot en met 16 september 1998
- 8 t/m 16 november 2000

Vervolgens zijn de resultaten gecontroleerd voor de situatie van:

- 10 t/m 18 juni 1998

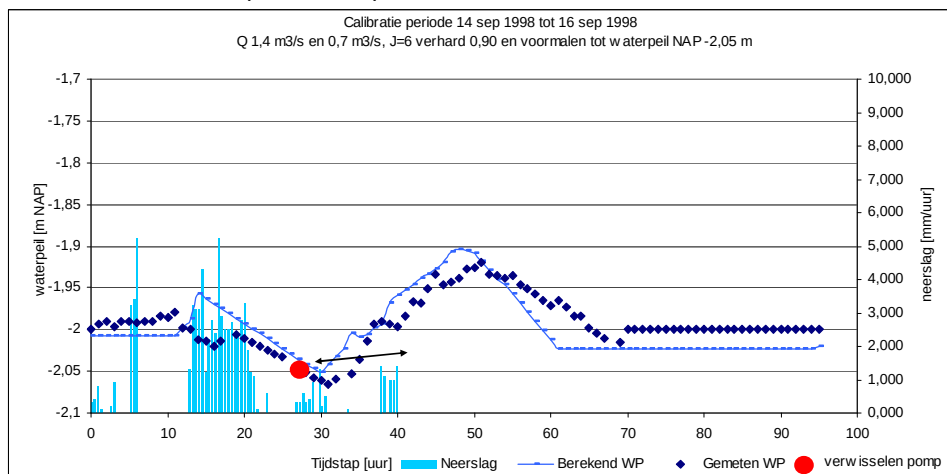
In grafiek 1 en 2 zijn de resultaten na kalibratie weergegeven

Grafiek 1: Kalibratieperiode november 2000



* Gemaalinzet handmatig aangepast. De meetgegevens van het maximaal opgetreden waterpeil ontbreken.

Grafiek 2: Kalibratieperiode september 1998



* Lager waterpeil (voormalen) handmatig ingevoerd

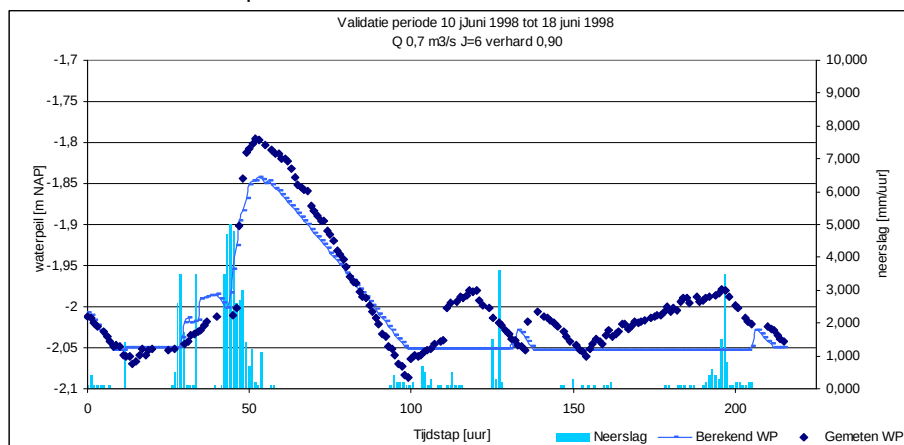
Uit het vergelijk van berekeningsresultaten met de gemeten waterpeilen blijkt dat in geval van veel neerslag of peilstijging de pompcapaciteit wel moet worden aangepast. Vanwege het ontbreken van de meetgegevens van de pompen of een logboek van de ingrepen is dit tijdens de kalibratie handmatig ingevoerd.

Met het handmatig corrigeren invoeren van het pompregime simuleert het model de gemeten peilstijgingen het best met een Hellinga de Zeeuw factor (J) van 6 d en afvoercoëfficiënt voor verhard van 0.90. (een Hellinga de Zeeuw factor van 6 d komt volgens de literatuur overeen met de afvoer van gedraineerde en goed ontwaterde (landbouw)gronden, Cultuurtechnisch Vademecum 1992.).

Validatie

De gevonden waarden voor Hellinga de Zeeuw factor en de afvoercoëfficiënt voor verhard zijn ingevuld voor de validatie periode. Het resultaat staat in de onderstaande figuur.

Grafiek 3: Validatie periode



* Inzet gemaal voorafgaand peilstijging handmatig aangepast

Bij de kalibratie zijn de berekende waterstanden iets hoger dan de gemeten waterstanden en de waterafvoer sneller dan in de werkelijke situatie. Bij de validatie is het berekende waterpeil iets lager dan gemeten en is de berekende afvoer trager dan de gemeten afvoer. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat bij de validatie alleen de lage pompcapaciteit gebruikt.

3 Conclusie kalibratie en validatie

In alle drie de gevallen is de afwijking tussen de gemeten en berekende waterpeilen rond de 5 cm. Dit is gemiddeld circa 20% van de gemeten peilstijging. Gezien de schematisatie en de eenvoudige modellering is dit een acceptabel resultaat. Voor de volledigheid zou een controle op uitgemalen hoeveelheden moeten worden uitgevoerd. Maar dit is niet mogelijk omdat voor de betreffende perioden geen gegevens over de inzet van het gemaal beschikbaar zijn.