

2017

Zuidas Amsterdam Rainproof

Een onderzoek naar de mogelijkheden en oplossingen
om de Zuidas in de toekomst rainproof te maken



Sam Kapper

Gemeente Amsterdam

Amsterdam 10 Mei 2017

Colofon

Deze afstudeerscriptie is geschreven in opdracht van de gemeente Amsterdam projectteam Zuidas en geschreven door een student van de bachelor opleiding Land en Watermanagement van de Hogeschool Van Hall Larenstein te Velp.

Titel

Zuidas Amsterdam rainproof

Subtitel

Een onderzoek naar de mogelijkheden en oplossingen om de Zuidas in de toekomst rainproof te maken

Gesteund door

Gemeente Amsterdam

Naam	Functie	Taak	Contact	
Wiebe van der Veen	Projectmanager	Begeleider	w.van.der.veen@amsterdam.nl	+31 6 1930 4343
Sylvia de Bruin	Jr Projectmanager	Begeleider	s.de.bruin@amsterdam.nl	+31 6 1072 9503

Hogeschool Van Hall Larenstein

Naam	Functie	Taak	Contact	
Lubbert Hakvoort	Leraar Planologie en projectmanagement	Interne VHL begeleider	L.Hakvoort@amsterdam.nl	+31 6 51104751
Sam Kapper	Student Land en Watermanagement	Afstudeerder	sam.kapper@hvhl.nl	+31 6 343322224

Voorwoord

Voor u ligt een rapport dat is geschreven als afstudeerscriptie om een plan op te stellen, waardoor de Zuidas in de toekomst wateroverlastbestendig zal zijn na hevige piekbuien. De scriptie is geschreven op vraag van de gemeente Amsterdam, omdat er tot op heden nog geen integraal plan was om de Zuidas voor te bereiden tegen wateroverlast tijdens en na hevige piekbuien die het gevolg zijn van klimaatsverandering. Het doel van de scriptie is dat met het uitgewerkte plan de Zuidas in de toekomst geen wateroverlast zal ondervinden door extreme neerslag.

De afstudeerscriptie is geschreven door Sam Kapper student aan de Hogeschool Van Hall Larenstein, opleiding Land- en Watermanagement, major Planologie en Waterbeheer. Mede door samenwerking van de gemeente Amsterdam en begeleiding van Hogeschool Van Hall Larenstein is deze scriptie het eindproduct van het onderzoek.

Hierbij wil ik, Sam Kapper, iedereen die heeft bijgedragen aan het onderzoek bedanken voor de geleverde bijdragen. Mijn dank gaat in het bijzonder uit naar mijn begeleiders Sylvia de Bruin en Wiebe van der Veen vanuit de gemeente Amsterdam en mijn begeleider Lubbert Hakvoort vanuit de Hogeschool Van Hall Larenstein.

Amsterdam, mei 2017

Inhoudsopgave

Colofon	3
Voorwoord	5
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding	11
1.2 Probleembeschrijving	11
1.3 Doel	11
1.4 Project Kader	11
1.5 Onderzoeksvraag en deelvragen	13
1.6 Leeswijzer	13
2 Klimaatsverandering	15
2.1 Algemeen	15
2.2 Nederland	15
2.3 Amsterdam	16
2.4 Zuidas	17
3 Gebiedsanalyse	19
3.1 Fysische geologische analyse	19
3.2 Sociale geologische analyse	27
3.3 SWOT-analyse	36
4 Mogelijke maatregelen	39
4.1 Blauwe daken	39
4.2 Openbare groene gebieden	42
4.3 Openbare grijze gebieden	48
5 Deelnemende participanten	54
5.1 Mogelijke partijen	54
5.2 Uitkomsten gesprekken	54
6 Toekomstige neerslag en berging	55
6.1 Neerslag scenario	55
6.2 Waterberging	56
7 Maatregelen	58
7.1 Waterbalans	58
7.2 Ontwerp	63
7.3 Globale kosten	64
7.4 Haalbaarheid	67
8 Conclusie	72
9 Aanbevelingen	73
10 Zelfreflectie	74
Bibliografie	76
Bijlages	78-90

Samenvatting

Op dit moment is aangetoond dat in de wereld een klimaatsverandering optreedt. Deze klimaatsverandering zal ook effect hebben op het weer in Nederland. Eén van de gevolgen van het veranderende klimaat in Nederland is het toenemen van hevige regenbuien met een hoge waterpiekafvoer. Dit heeft de afgelopen jaren in Nederland al voor veel overlast en schade gezorgd. De meeste overlast kwam voor in stedelijke gebieden. (KNMI, 2014)

Amsterdam is één van de grootste stedelijk gebieden in Nederland, ook in Amsterdam zijn de afgelopen jaren problemen geweest met hoge piekafvoeren in het stedelijk gebied. Twee voorbeelden van dit soort extreme wateroverlast zijn regenbuien die er voor zorgden dat er zware wateroverlast was op 24 augustus 2015 en 23 juni 2016. (Het Parool, 2015), (WOLTHUIZEN, 2016)

De Gemeente Amsterdam wil voor elk deel van de stad een plan opstellen om de volledige stad "rainproof" te maken. Dit betekent dat tijdens een hevige regenbui het water in het stedelijk gebied zelf opgevangen en tijdelijk geborgen moet worden zonder wateroverlast te veroorzaken. (Amsterdam Rainproof, 2014)

Op dit moment is de Zuidas nog niet voorbereid op de gevolgen van de klimaatsverandering. Zuidas is zeer verstedelijkt. Als er op dit moment een hevige regenbui (piekbui) over de Zuidas komt, ontstaat er plaatselijk wateroverlast. Het gebied de Zuidas heeft een hoge grondwaarde (grondprijs) en er is een toename aan verharding en bebouwing, hierdoor zijn mogelijke oplossingen om water te bergen in de openbare ruimte schaars. Om in de toekomst hemelwater te bergen en/of te vertragen moeten er andere innovatieve maatregelen toegepast worden in het Zuidas gebied. De vraag vanuit de gemeente is om voor het grootstedelijk gebied Zuidas een plan op te stellen om hemelwater op te vangen en te vertragen. Dit zou kunnen door groene daken en waterberging in openbaar groen of grijs gebied.

Het doel van het onderzoek is om een plan op te stellen, waardoor de Zuidas rainproof wordt en toekomstige hevige piekbuien voldoende kunnen worden opgevangen en vertraagd afgevoerd.

Om het doel van het onderzoek te bereiken is het onderzoek gesplitst in twee fases: de analyse fase en ontwerp fase. In de analyse fase was het voor het onderzoek van belang dat het duidelijk zou worden hoe het gebied fysisch en sociaal geologisch is opgebouwd. Dit is gedaan aan de hand van de triplex-methode. Tijdens de analyse fase is ook onderzocht welke maatregelen eventueel gebruikt konden worden om in de ontwerp fase toe te passen. Vanuit de gemeente was er een specifieke vraag of er geïnventariseerd kon worden of er op dit moment gebruikers in het gebied al interesse zouden hebben om mee te werken aan maatregelen, zodat de Zuidas rainproof kan worden. Het laatste deel van de analyse fase was het bepalen van hoeveel neerslag in de toekomst op de Zuidas zou kunnen vallen tijdens een piekbui en hoeveel kubieke meters hemelwater er dan geborgen zou kunnen worden om de Zuidas rainproof te krijgen.

In de ontwerpfase zijn vier stappen uitgevoerd. De stappen zijn een waterbalans opmaken van de Zuidas, ruimtelijke inrichten van de mogelijke maatregelen, een globale kosten analyse en een haalbaarheidsstudie. Bij de waterbalans is bepaald met de gegevens uit de analyse hoeveel hemelwater er geborgen moet worden, hoeveel er al geborgen kan worden en hoeveel er uiteindelijk nog geborgen moet worden om de Zuidas rainproof te maken. In de waterbalans wordt aangegeven hoeveel water de verschillende maatregelen kunnen bergen, zodat elk deelgebied en dus ook de Zuidas als geheel rainproof kan worden. De ruimtelijke inrichting geeft aan waar mogelijke maatregelen op de Zuidas ingericht kunnen worden, waardoor elk deelgebied lokaal voldoende hemelwater kan opvangen. Met het kostenoverzicht is aangegeven hoeveel de gekozen maatregelen globaal zullen kosten. Hiermee kan een beeld geschetst worden hoe groot de investering moet zijn om het uiteindelijke doel te halen de Zuidas rainproof

maken. De haalbaarheidsstudie geeft aan of het uiteindelijke ontwerp zowel technisch, economisch als sociaal haalbaar is.

Om de Zuidas rainproof te maken is het van belang dat hemelwater tijdens een piekbui zo lokaal mogelijk tijdelijk vast gehouden wordt. De maatregelen zullen dus in de haarvaten van het watersysteem gerealiseerd moeten worden.

Uit de fysische analyse kan opgemaakt worden dat de grondsoorten en grondwaterstand geen belemmering hoeven te zijn om verschillende maatregelen aan te leggen. Op dit moment is de Zuidas erg stedelijk ingericht, waardoor er op weinig plekken direct hemelwater kan infiltreren. In de sociaal geologische analyse blijkt dat er in de toekomst meer gebouwen gerealiseerd zullen worden waar hemelwater op de kavel van het gebouw tijdelijk vastgehouden kan worden. Op de Zuidas zijn nu enkele risicogebieden die er voor kunnen zorgen dat er een grote economische en maatschappelijke schade kan ontstaan als deze gebieden last krijgen van afstromend hemelwater.

Op dit moment zijn er weinig partijen die willen meewerken om de Zuidas rainproof te maken. De Green Business Club een overkoepelende organisatie van gebruikers die in 2017 wil inventariseren of er bedrijven zijn die de ambitie die de organisatie heeft opgesteld willen waarmaken. Om de Zuidas rainproof te maken wordt vastgehouden aan het weerscenario dat de gemeente Amsterdam heeft vastgesteld en dat ook wordt gehanteerd bij het programma Rainproof. Dit betekent dat de maatregelen er voor moeten zorgen dat er geen wateroverlast zal ontstaan door een T=20 bui met een neerslag van 83 mm/dag.

Uit de ontwerpfase blijkt dat het mogelijk is om per deelgebied maatregelen in te passen, waardoor er op de Zuidas een bergingscapaciteit is die groter kan worden dan de benodigde berging. Dit betekent dat er voldoende geborgen kan worden om de Zuidas rainproof te maken. Het kostenoverzicht geeft aan dat dit maatregelenpakket globaal 105.000.000 euro zal kosten, met beheerkosten van 4.600.000 euro per jaar van de openbare ruimte.

Uit de haalbaarheidsstudie is gebleken dat de ingepaste maatregelen zowel technisch, economisch als maatschappelijk haalbaar zijn. Alle maatregelen zijn bij andere projecten al eens toegepast en functioneren. Er is gebleken dat het realiseren van groen-blauwe daken geld kan opleveren voor gebouweigenaren, waardoor het financieel aantrekkelijk kan zijn om te investeren in een groen-blauw dak. De investeringen die gemaakt moeten worden door de gemeente Amsterdam in de openbare ruimte zullen eens in de 20 jaar gedaan moeten worden, als dit gecombineerd wordt met het inpassen van de maatregelen zal het in de aanleg kosten goedkoper worden. De gebruikers van de Zuidas en de gemeente hebben de ambitie om de Zuidas rainproof te maken, omdat beide groepen in zien dat een toename van hevige piekbuien er voor zal zorgen dat de Zuidas niet optimaal kan functioneren. Dit zal de particuliere gebruikers economische schade opleveren. De Zuidas zelf zal een imagoschade krijgen, omdat het er door wateroverlast niet optimaal gewerkt kan worden terwijl de Zuidas wel zo geprofileerd wordt. De gemeente Amsterdam heeft de maatschappelijke plicht om te voorkomen dat er in een deel van de stad wateroverlast ontstaat.

Het meest geschikte maatregelenpakket om de Zuidas rainproof te maken is een gecombineerd maatregelenpakket bestaande uit maatregelen die toegepast kunnen worden op particuliere grond en de openbare ruimte. Met de verschillende maatregelen kan hemelwater van een piekbui in de haarvaten van het watersysteem opgevangen worden. Dit kan er uiteindelijk voor zorgen dat de wateroverlast op grotere schaal niet verder zal toenemen door klimaatsverandering.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op dit moment is aangetoond dat in de wereld een klimaatsverandering optreedt. Deze klimaatsverandering zal ook effect hebben op het weer in Nederland. Eén van de gevolgen van het veranderende klimaat in Nederland is het toenemen van hevige regenbuien met een hoge waterpiekafvoer. Dit heeft de afgelopen paar jaar in Nederland al voor veel overlast en schade gezorgd. De meeste overlast kwam voor in stedelijke gebieden. (KNMI, 2014)

Amsterdam is één van de grootste stedelijk gebieden in Nederland, ook in Amsterdam zijn de afgelopen jaren problemen geweest met hoge piekafvoeren in het stedelijk gebied. Twee voorbeelden van dit soort extreme wateroverlast zijn regenbuien die er voor zorgden dat er zware wateroverlast was op 24 augustus 2015 en 23 juni 2016. (Het Parool, 2015), (WOLTHUIZEN, 2016)

De Gemeente Amsterdam wil voor elk deel van de stad een plan opstellen om de volledige stad “rainproof” te maken. Dit betekent dat tijdens een hevige regenbui het water in het stedelijk gebied zelf opgevangen en tijdelijk geborgen moet worden zonder wateroverlast te veroorzaken. (Amsterdam Rainproof, 2014)

1.2 Probleembeschrijving

Op dit moment is de Zuidas nog niet voorbereid op de gevolgen van de klimaatsverandering. Zuidas is zeer verstedelijkt. Als er op dit moment een hevige regenbui (piekbui) over de Zuidas komt, ontstaat er plaatselijk wateroverlast. Het gebied de Zuidas heeft een hoge grondwaarde (grondprijs) en er is een toename aan bebouwing, hierdoor zijn mogelijke oplossingen om water te bergen in de openbare ruimte schaars. Om in de toekomst hemelwater te bergen en/of te vertragen moeten er andere innovatieve maatregelen toegepast worden in het Zuidas gebied. De vraag vanuit de gemeente is om voor het grootstedelijk gebied Zuidas een plan op te stellen om hemelwater op te vangen en te vertragen. Dit zou kunnen door groene daken en waterberging in openbaar groen of grijs gebied.

1.3 Doel

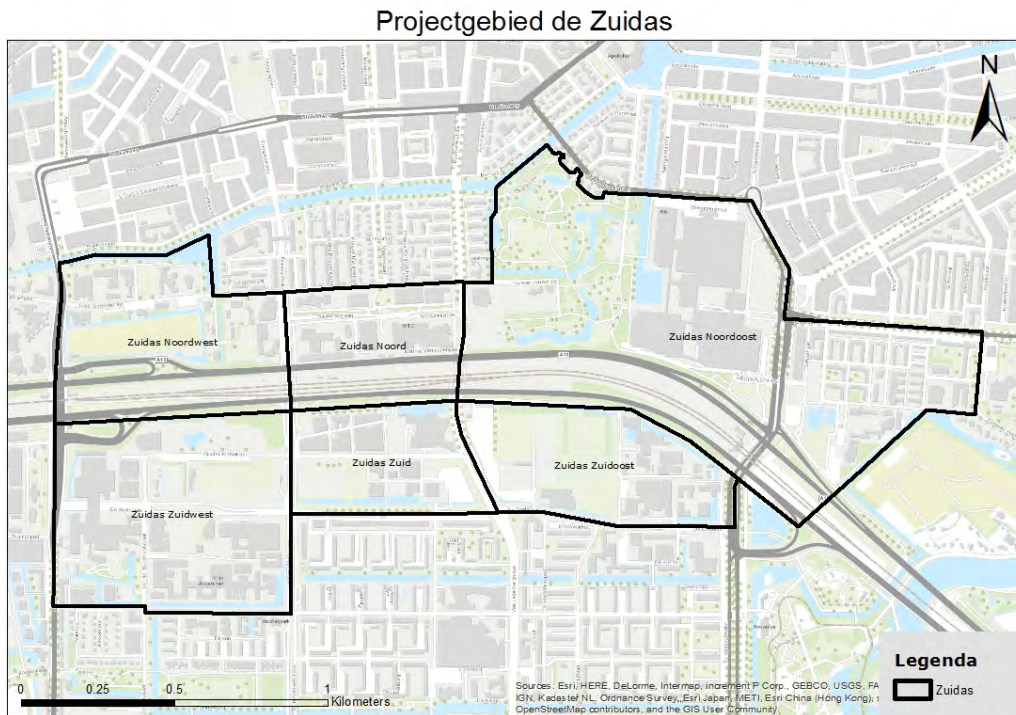
Het doel van het onderzoek is om een plan op te stellen, waardoor de Zuidas rainproof wordt en toekomstige hevige piekbuien voldoende kunnen worden opgevangen en vertraagd afgevoerd.

1.4 Project Kader

Voor het onderzoek zijn enkele kaders nodig, zodat het onderzoek niet te breed wordt. Als het onderzoek te breed zou worden kan er kwaliteit verloren gaan.

1.4.1 Fysiek kader

Om niet gebieden te onderzoeken die niet relevant zijn voor dit onderzoek is een fysiek kader nodig. Het kader voor het onderzoek is uitsluitend het grootstedelijk gebied Zuidas. Figuur 1 geeft aan wat het kader van het onderzoek is. Binnen het onderzoek zal het gebied de Zuidas verdeeld worden in deelgebieden. In figuur 1 zijn ook de deelgebieden aangegeven.



Figuur 1 Projectgebied de Zuidas

1.4.2 Procesmatig kader

Het onderzoek richt zich op het voorkomen van wateroverlast op de Zuidas door piekbuien. Dit wordt bereikt met verschillende maatregelen. Het kader in het onderzoek is dat er enkel onderzocht wordt hoe de Zuidas in de toekomst wateroverlastvrij kan worden voor hemelwater en hiermee dus een rainproof gebied kan worden. Het onderzoek richt zich er dus niet op hoe andere onderwerpen van duurzaamheid toegepast kunnen worden, maar als deze onderwerpen overlap hebben met een maatregel zal dit wel benoemd worden, samen met wat de extra voordelen van zo'n maatregel kunnen zijn.

1.4.3 Resultaat kader

Het resultaat van het rapport is een plan om de Zuidas rainproof te maken. Dit betekent niet dat er een plan moet komen waardoor de Zuidas nooit meer hemelwateroverlast zal ondervinden, maar het plan moet er voor zorgen dat de meeste extreme buien geborgen kunnen worden in de Zuidas zelf. Het maatregelenpakket dat opgesteld wordt voor de Zuidas moet gebieds-dekkend zijn, waardoor in de hele Zuidas water geborgen kan worden.

1.5 Onderzoeksvraag en deelvragen

Voor het onderzoek is een onderzoeksvraag geformuleerd met daarbij deelvragen die de onderzoeksvraag zullen beantwoorden. De onderzoeksvraag van het rapport is: Wat is het meest geschikte maatregelenpakket om het grootstedelijk gebied de Zuidas van de gemeente Amsterdam “rainproof” te maken en hiermee toekomstige piekbuien te bergen in de Zuidas?

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er enkele deelvragen opgesteld. De opgestelde deelvragen zijn:

Wat zijn de gevolgen van de klimaatsverandering op de Zuidas?

Op welke manier is de Zuidas fysisch en sociaal geologisch opgebouwd?

Welke maatregelen zijn er mogelijk om de Zuidas “rainproof” te maken?

Welke bedrijven staan open om samen te werken met de gemeente Amsterdam om de Zuidas “rainproof” te maken?

Hoeveel hemelwater zal er geborgen moeten worden op de Zuidas tijdens en na een piekbui?

Waar kunnen welke maatregelen er voor zorgen dat de Zuidas rainproof ingericht wordt?

1.6 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschreven welk effect de klimaatsverandering voor een effect heeft op de Zuidas en het watersysteem van Nederland. In hoofdstuk 3 is de gebiedsanalyse van de Zuidas beschreven. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op mogelijke maatregelen die toegepast kunnen worden om de Zuidas rainproof te maken. Hoofdstuk 5 gaat in op de mogelijke participatie van gebruikers uit de Zuidas. In hoofdstuk 6 wordt behandeld welk weerscenario leidend is voor het onderzoek en wat dat voor een effect heeft op de benodigde berging op de Zuidas. Hoofdstuk 7 beschrijft de waterbalans van de Zuidas waarin aangegeven wordt hoeveel hemelwater verschillende maatregelen kunnen bergen om de Zuidas rainproof te maken. In het hoofdstuk wordt ook aangegeven hoe de maatregelen ruimtelijk ingepast kunnen worden, wat de globale kosten zijn en of het ontworpen plan haalbaar kan zijn. Hoofdstuk 8 is de conclusie van het onderzoek. In hoofdstuk 9 worden enkele aanbevelingen gedaan voor een vervolg op het onderzoek. Het laatste hoofdstuk is een zelfreflectie op de periode van het onderzoek.

2 Klimaatsverandering

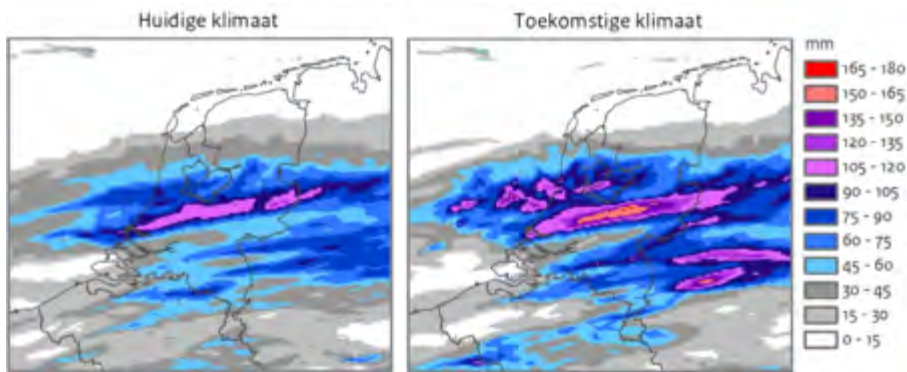
In de inleiding is kort ingegaan op de verandering van het klimaat en de gevolgen hiervan op Nederland en dus ook de Zuidas. In het hoofdstuk klimaatsverandering zal dieper ingegaan worden op de klimaatsverandering en wat de effecten en gevolgen zijn op Nederland, Amsterdam en de Zuidas.

2.1 Algemeen

In 2013 heeft het Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) het meest recente rapport uit gebracht met daarin de effecten en gevolgen die overal op aarde zullen ontstaan door klimaatsverandering. De voornaamste effecten van de klimaatsverandering zijn een verhoging van de temperatuur in de atmosfeer, een verhoging van de temperaturen in de oceanen, een afname van ijs en sneeuwmassa, stijging van het zeeniveau en een toename van koolstofdioxide en andere biochemische stoffen. Voor dit onderzoek zal er alleen gefocust worden op de eerste vier punten. Het voornaamste effect van een toenemende atmosfeer temperatuur is dat de verdamping op aarde toeneemt, waardoor er meer water in de lucht komt dat ergens anders als regen neer komt. Een toenemende temperatuur van de oceanen zorgt ook voor een vergroting van de verdamping en zorgt ook dat de luchtstromingen veranderen, waardoor lokaal het weer kan veranderen. Een afname van de ijs en sneeuwmassa zorgen er voor dat er minder neerslag opgeslagen kan worden in de vaste vorm, daarvoor in de plaats zal er water in vloeibare vorm zijn dat over de aarde verspreid moet worden. Een stijging van de oceaan zorgt ervoor dat het zeeniveau op aarde stijgt, waardoor laag liggende gebieden verder onder zeeniveau komen en de riviermond van rivieren verder landinwaarts ontstaan omdat de huidige riviermond onder zeeniveau zal komen. (Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report, 2013)

2.2 Nederland

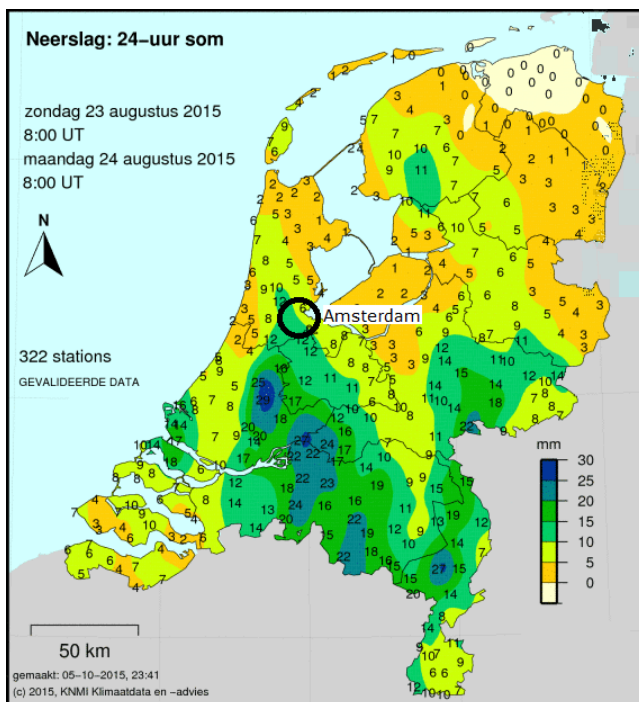
De effecten en gevolgen uit de vorige paragraaf zullen ook het klimaat in Nederland veranderen. Het KNMI heeft in 2014 een rapport gemaakt dat is gebaseerd op de uitkomsten van het IPCC rapport uit 2013. Over heel Nederland zullen de gevolgen voorkomen. In Nederland en ook andere delen van Europa zal de temperatuur stijgen. Dit zal betekenen dat er warme zomers zijn en zachte winters. Dit zal er in de Alpen en andere hoogtegebieden voor zorgen dat er minder sneeuw in de bergen blijft liggen en ook minder sneeuw zal vallen. Het effect hiervan is dat er een grotere afvoer in de Europese rivieren komt en dus ook in de rivieren die door Nederland stromen. De afvoer zal nog eens verder toe nemen, omdat het ook meer zal regenen in Europa en deze aanvoer zal ook in de rivieren terecht komen. Door een grotere afvoer van de rivieren zal het lastiger worden om al het water in zee af te wateren, daarnaast zorgt een stijgende zeespiegel van de Noordzee er voor dat de bestaande mondingen verder onder zeeniveau komen. Het zal in Nederland naast vaker regenen ook intenser gaan regenen. In figuur 2 is te zien hoe intensief een piekbui door een opwarming van 2 graden Celsius er uit kan zien. Zoals in de inleiding is vermeld kan dit voornamelijk problematisch zijn voor verharde gebieden in Nederland, maar ook voor andere gebieden in Europa en de rest van de wereld. In de toekomst zal de verstedelijking niet afnemen maar juist toenemen, omdat er een trend is om in urbane gebieden te gaan leven. Dit zal er voor zorgen dat het hemelwater dat tijdens een piekbui valt direct afgevoerd moet worden naar grotere waterlichamen. Het probleem is echter dat er een kans is dat het watersysteem tijdens een piekbui al vol zit, omdat de waterlichamen niet het overtollige water kunnen afvoeren op de grote rivieren die een grotere afvoer hebben gekregen. Als het hemelwater dan niet afgevoerd kan worden zal het tijdens een piekbui ophopen in een stedelijk gebied, waardoor wateroverlast ontstaat en een stedelijk gebied niet toegankelijk maakt. (KNMI, 2014)



Figuur 2 Regenbui met een neerslag van meer dan 100 mm in twee dagen in augustus 2010 (links), en de transformatie naar een 2°C warmer klimaat (rechts) (KNMI, 2014)

2.3 Amsterdam

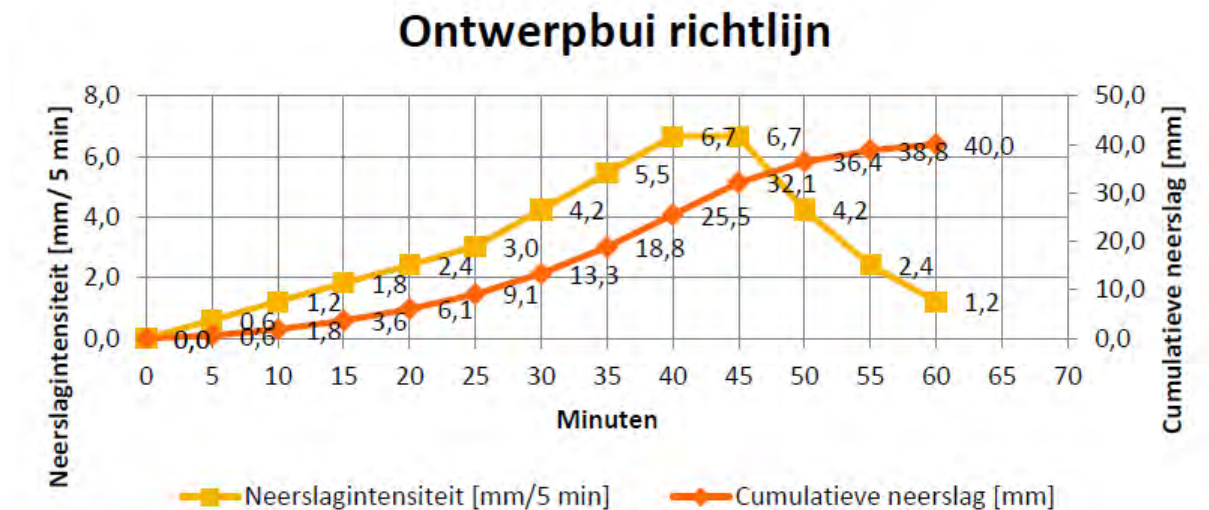
De gemeente Amsterdam is één van de stedelijke gebieden in Nederland. De gemeente Amsterdam heeft geconcludeerd dat de stad zich moet gaan voorbereiden op hevige regenbuien die steeds vaker voor zullen komen. In het verleden zijn zoals vermeld in de inleiding al vaker problemen ontstaan door korte hevige piekbuien. Uit neerslagreeksen van het KNMI is te zien dat op de datum van de regenbui op 24 augustus 2015 in Hoofddorp 4,5 mm regen viel en in Weesp 8,7 mm regen. De bui in Amsterdam op die dag zal tussen deze waardes gelegen hebben. In 2016 op 24 juni viel er in Hoofddorp 40,3 mm regen en in Weesp 33 mm regen op een dag. Figuur 3 geeft aan hoeveel millimeter neerslag op de dag van de piekbui viel van 24 augustus 2015. (KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 2016), (KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT, 2016)



Figuur 3 24-uurs bui in Nederland van de piekbui op 24 augustus 2015 (KNMI, 2015)

Mede als gevolg van de klimaatscenario's van het KNMI en de voorgaande wateroverlast veroorzaakt door hevige piekbuien is door de gemeente Amsterdam het programma Amsterdam rainproof opgezet. Met behulp van het programma rainproof probeert de gemeente bewustwording te creëren bij alle gebruikers van de gemeente Amsterdam. Zo probeert het programma bewoners en bedrijven te laten zien hoe er met simpele maatregelen water in de haarvaten van het watersysteem vastgehouden kan worden zodat het hemelwater niet snel naar open water afgevoerd wordt. Er wordt ook

geprobeerd om het programma rainproof binnen de verschillende stadsdelen van de stad te integreren. Door het programma rainproof bekend te maken bij elk stadsdeel zal er in de toekomst bij nieuwe projecten meegenomen worden dat een nieuw project zal moeten bijdragen om het stadsdeel rainproof te maken. Vanuit de gemeente Amsterdam is een onderzoek gedaan hoeveel neerslag uit een toekomstige piekbui kan vallen en waar de stad Amsterdam op voorbereid moet zijn om een minimum aan wateroverlast te ondervinden. In figuur 4 is zo soort bui afgebeeld die een dag duurt. (Amsterdam Rainproof, 2014)



Figuur 4 Opbouw toekomstige bui voor het eerste uur (herhalingsijd van 20 jaar en klimaatsverandering van +25%) (M.P. Pieterse, 2015)

2.4 Zuidas

De Zuidas is een centraal stedelijk projectgebied binnen de gemeente Amsterdam en valt ook onder de verantwoordelijkheid van de gemeente Amsterdam. De Zuidas is één van de meest verstedelijkte gebieden van Amsterdam. Het hemelwater heeft in het gebied maar op weinig plekken de mogelijkheid om te infiltreren en wordt dus direct afgevoerd. Het is dus van belang om de Zuidas voor te bereiden op toekomstige piekbuien. Dit zal met verschillende innovatieve maatregelen behaald moeten worden, omdat de Zuidas zo verstedelijkt is en hoge grondprijzen heeft. Binnen de Zuidas is nu de ambitie uitgesproken om het stadsgebied rainproof te maken. Uiteindelijk zal het doel van de Zuidas rainproof maken zijn dat het hemelwater van piekbuien in de haarkvaten van het watersysteem vastgehouden worden, zodat het watersysteem niet overbelast wordt. Als dit principe in meer stedelijke gebieden voltooid is zou er minder druk staan op de afvoercapaciteit van de grote waterlichamen. Hoe de overlast na een piekbui kan zijn op de Zuidas geeft figuur 5 weer.



Figuur 5 Wateroverlast door hemelwater na een hevige piekbui in station Zuid (Bruin, Station Zuidas)

3 Gebiedsanalyse

Als eerste is er een gebiedsanalyse van de huidige Zuidas situatie uitgevoerd. In deze analyse wordt in kaart gebracht hoe de Zuidas opgebouwd is. Hieruit wordt duidelijk hoe het gebied fysisch en sociaal geologisch is opgebouwd.

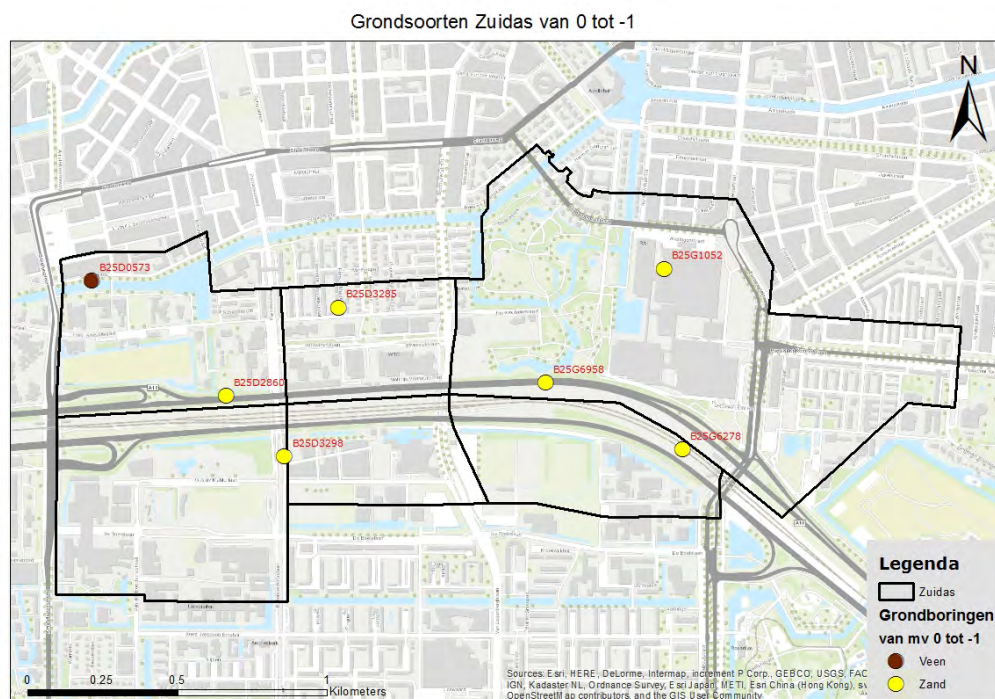
3.1 Fysische geologische analyse

Om de Zuidas fysisch geologisch in kaart te brengen zijn enkele elementen onderzocht. De elementen van de Zuidas die zijn onderzocht zijn: bodemtype, hoogteligging, grondwaterstand, oppervlakte afwatering en grondwaterstroming.

3.1.1 Bodem

Voor de gebiedsanalyse is geanalyseerd hoe de bodem van de Zuidas is opgebouwd, maar niet de hele bodem is onderzocht. Het onderzoek is alleen gericht op de eerste 5 meter van de bodem, omdat diepere bodem types geen invloed zullen hebben op infiltratie mogelijkheden van hemelwater. In de bijlages A tot en met D staan de boorstaten per boorpunt.

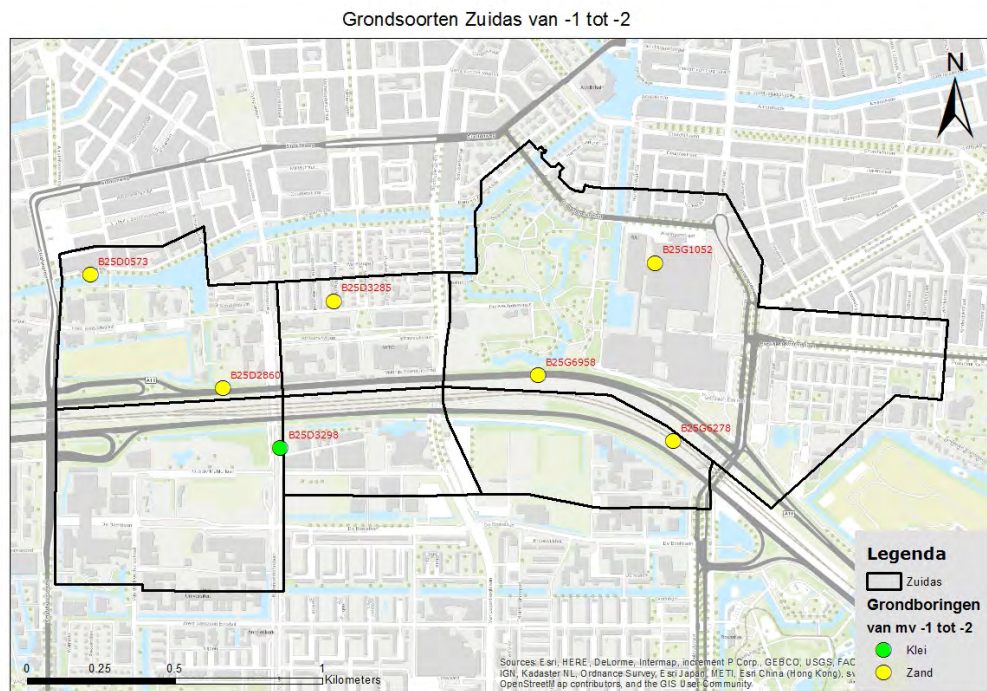
Er zijn voor de analyse enkele punten genomen om te bepalen wat voor een soort bodem aanwezig is. De gegevens zijn afkomstig van (TNO, Geologische Dienst Nederland). In figuur 6 zijn de grondsoorten van 0 meter tot -1 meter onder maaiveld te zien. De kaart geeft aan dat over een groot deel van de Zuidas zand aanwezig is, alleen in het noordwesten van de Zuidas bestaat de eerste laag uit veen. De reden dat er op veel locaties binnen de Zuidas zand aanwezig is tussen het maaiveld en een meter onder het maaiveld is, doordat er vanaf 2000 veel gebouwd is op de Zuidas. Voor alle ontwikkelingen was er zand nodig om een stabiele ondergrond te creëren voor bouwconstructie en infrastructuur. De ophoging voor de stabiliteit is gedaan met grof zand wat niet ver inklinkt en daardoor stabiel blijft. Dit is over een groot deel van de Zuidas gedaan, daarom kan er vanuit gegaan worden dat een groot deel van de Zuidas een eerste laag heeft die bestaat uit zand, alleen in het noordwesten komt een veenlaag voor.



Figuur 6 Type grondsoorten van 0 tot -1 meter ten opzichte van het maaiveld

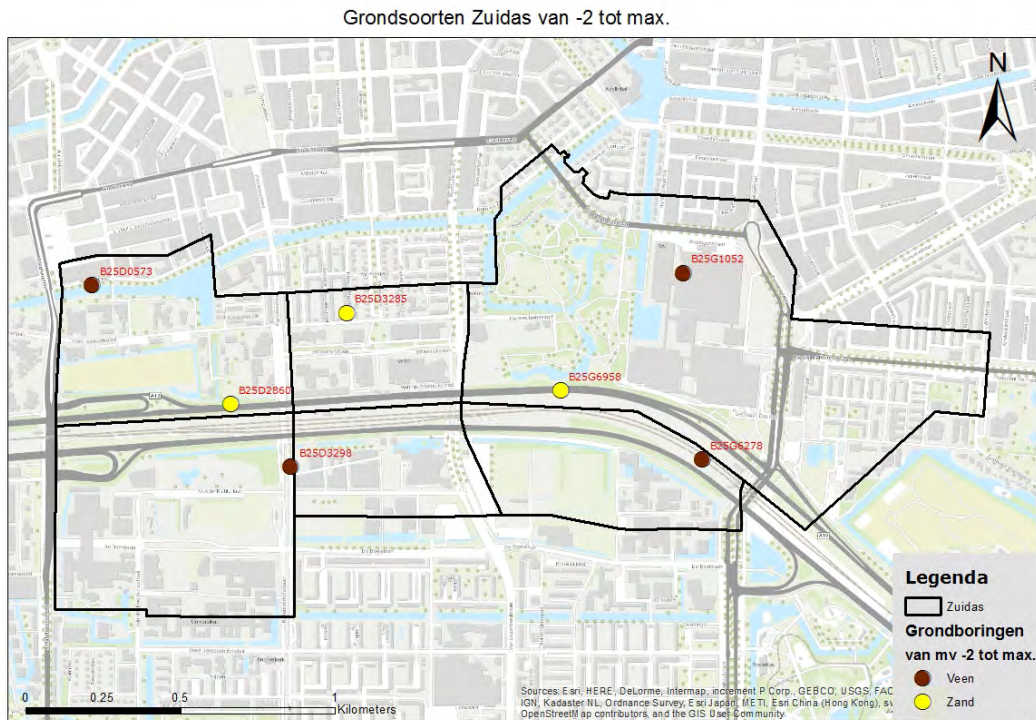
De tweede laag is van -1 meter tot -2 meter onder maaiveld. Dit is te zien in figuur 7. Op de kaart is te zien dat het punt dat noordwestelijk ligt in de Zuidas van een veenlaag naar een laag zand overgaat. Het centraal zuidelijke punt is van een zandlaag na de -1 meter naar een kleilaag overgegaan. De rest van de punten zijn na de -1 meter onder maaiveld bestaan nog steeds uit een zandlaag. Het boorpunt waar in deze laag klei te vinden is geeft aan dat hier de zand ophoging al stopt. De reden hiervoor kan zijn, is dat er in de directe omgeving van de boorpunt nog geen grote bouwconstructies gerealiseerd zijn, maar als in de toekomst hier gebouwd gaat worden zal wellicht een deel van het klei afgegraven moeten worden en er zand voor terug moeten komen. Dit hangt af van de grootte van de bouwconstructie. Door een verbetering van de ondergrond zal het infiltreren van hemelwater ook beter worden.

Met de informatie van de boorpunten kan opgemaakt worden dat over een groot deel van het gebied de bodemlaag tussen -1 meter en -2 meter onder maaiveld bestaat uit zand, alleen in het zuiden rond het boorpunt met klei is klei te vinden.



Figuur 7 Type grondsoorten van -1 tot -2 meter ten opzichte van het maaiveld

In figuur 8 is de grondsoort van -2 meter tot het maximum van het boorpunt of -5 meter onder het maaiveld. Op de kaart is te zien dat de punten centraal in de Zuidas en in het noorden van de Zuidas bestaan uit een zandlaag. De overige punten hebben in de onderste laag een veenlaag. In de laag tot 5 meter onder maaiveld is rond de A10 en het noorden van de Zuidas een zandlaag te vinden. De rest van de Zuidas heeft van -2 tot -5 meter onder maaiveld een veenlaag. De meeste punten hebben nu geen zandlaag meer, omdat deze dieptes geen effect meer hebben op de stabiliteit van de meeste gebouwen. Alleen de punten rond de A10 en ten noordelijk daarvan hebben nog grof zand, omdat hier grote constructies liggen die nog mogen verzakken door inklinking.

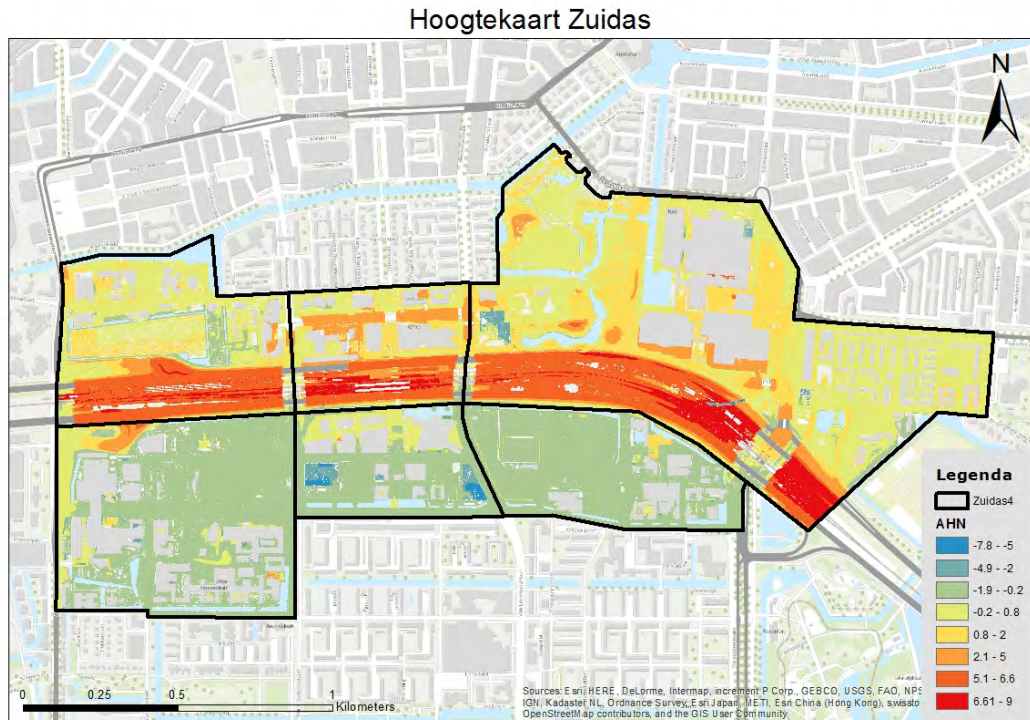


Figuur 8 Type grondsoorten van -2 tot -5 meter ten opzichte van het maaiveld

3.1.2 Hoogteligging

In figuur 9 is de hoogtekkaart van de Zuidas te zien. De hoogtekkaart geeft aan wat de algemene hoogte van het maaiveld van de Zuidas is. Op de kaart is te zien dat het noordelijke gedeelte van de Zuidas het hoogst liggende deel van het gebied is, dit is aangegeven met een gele kleur en ligt tussen de 2 en 0,8 meter boven NAP. Richting het zuiden loopt de hoogte af en is de hoogte tussen de -0,2 en -1,9 meter onder NAP. De kaart geeft weer dat er een helling is op de Zuidas die van noord naar zuid loopt. De reden voor de helling is dat de Zuidas op verschillende watersystemen gebouwd is. Aan de noordkant ligt het in een boezem en de zuidkant van de Zuidas ligt in een polder. Van oudsher ligt de polder laag in een landschap en wordt beschermd met een waterkering en droog gehouden met drainages of watergangen. De boezem waar het noorden van de Zuidas in gebouwd is ligt hoger in het landschap. In de polder is pas later bebouwd, omdat in eerste instantie in een lage polder het lastiger is om te bouwen. Pas toen het nodig was om in de polder te bouwen is de polder omdijkt, zodat het beschermt was tegen hoogwater en zijn er in het gebied ingrepen gedaan om het toegankelijker te maken. De reden dat de binnendijkse polder hoger ligt komt, omdat Amsterdam vanuit een van de hogere punten in het gebied gebouwd is en verder uitgebreid is naar de laag liggende polders.

Op de kaart zijn ook nog extremen te zien. De extreme is een dijk die de boezem en polder scheidt van elkaar. Het water dat ten noorden van de dijk valt zal door de helling in het gebied tot aan de dijk stromen en zal daarna door de dijk gekeerd worden. Door de openingen in de dijk is het echter voor het afgestroomde hemelwater mogelijk om naar de polder te stromen. Dit zorgt er voor dat de straten en het station onder water kunnen komen te staan. De verhoging van de dijk is ook van de A10, trein infrastructuur en metro infrastructuur. Er zijn ook op de kaart enkele extreme lage punten te zien. Deze gebieden zijn bouwputten waar gebouwen moeten komen. In de toekomst zullen deze gebieden dezelfde hoogte hebben als het omliggende gebied.



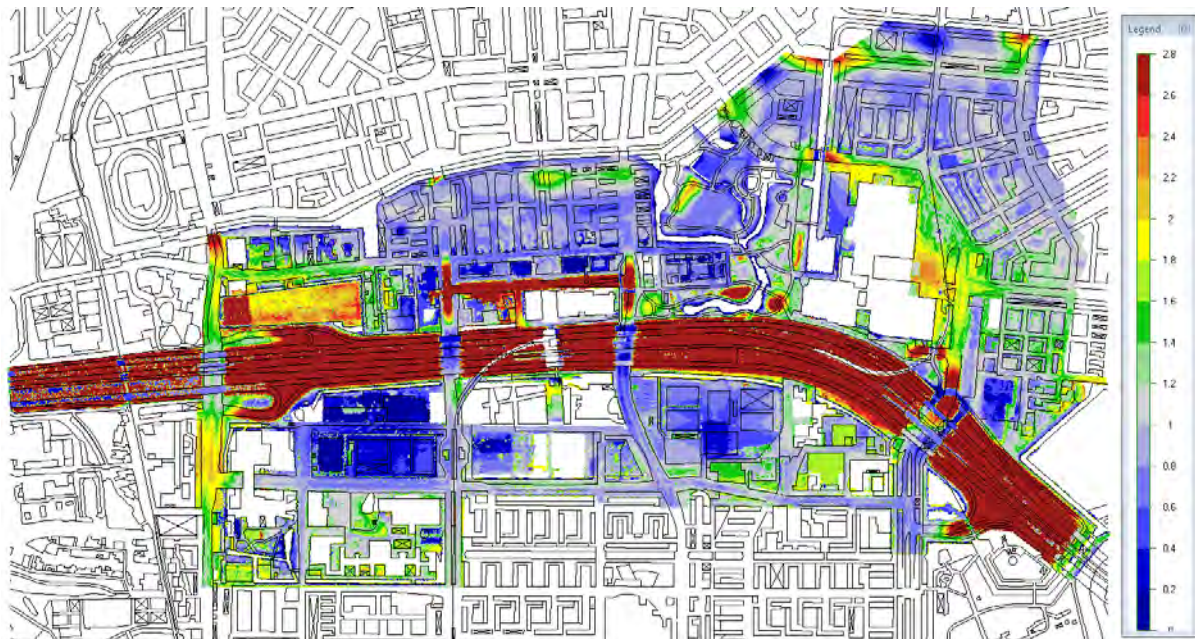
Figuur 9 De algemene hoogtekaart van de Zuidas

3.1.3 Grondwater

Naast het feit dat de soort grond van belang is om hemelwater te infiltreren is de stand van het grondwater van belang. Voor het onderzoek is het niet van belang hoe dik het eerste freatische pakket is of wat de fluctuatie is van het eerste pakket, maar alleen wat de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) van de Zuidas is.

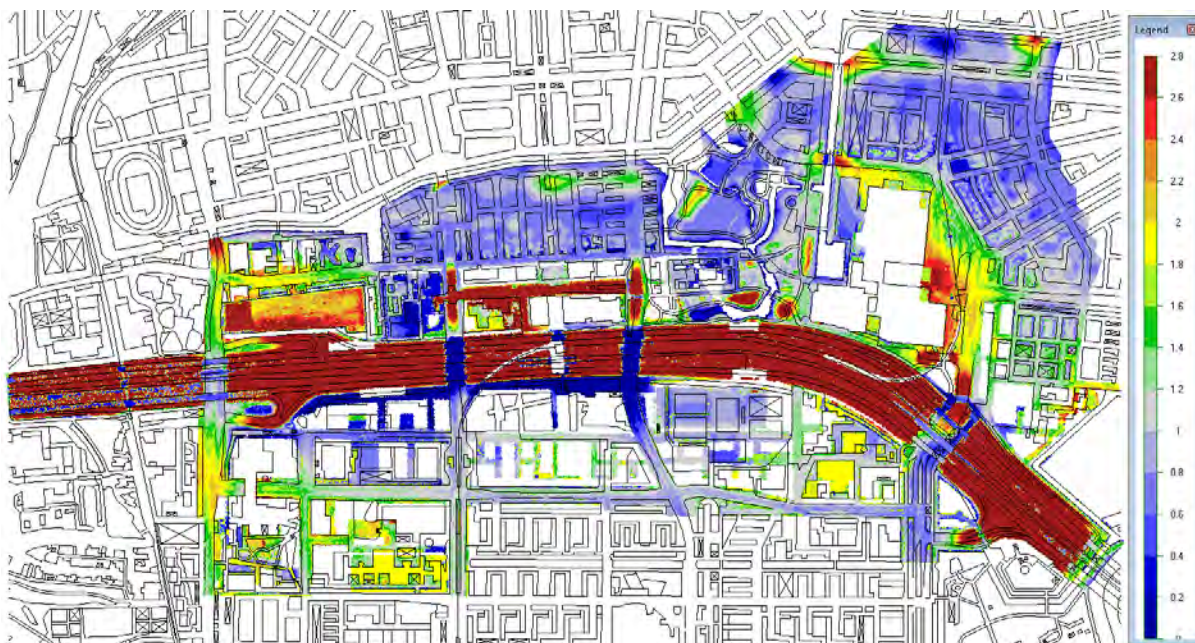
Figuur 10 geeft de grondwaterstand aan van de Zuidas vlak na een piekbui in 2013 ten opzichte van het maaiveld. Op de kaart is te zien dat het noordelijke deel van de Zuidas een lagere grondwaterstand heeft ten opzichte van het maaiveld dan het zuidelijke deel. Het verschil in de grondwaterstand komt door het hoogteverschil dat in het gebied aanwezig is. De grondwaterstand is grotendeels gelijk in het gebied, maar omdat het noordelijke gedeelte van de Zuidas hoger ligt is de grondwaterstand verder verwijderd van het maaiveld.

De donkerblauwe gebieden op de kaart geven aan dat het grondwater dicht onder het maaiveld ligt of op het maaiveld ligt, maar dan is zo'n gebied met nul aangegeven. De witte gebieden op de kaart, in de praktijk op de Zuidas vaak kelders, geven aan dat daar geen data van zijn.



Figuur 10 Huidige grondwaterstand in de Zuidas na een piekbui (Diepen, 2014)

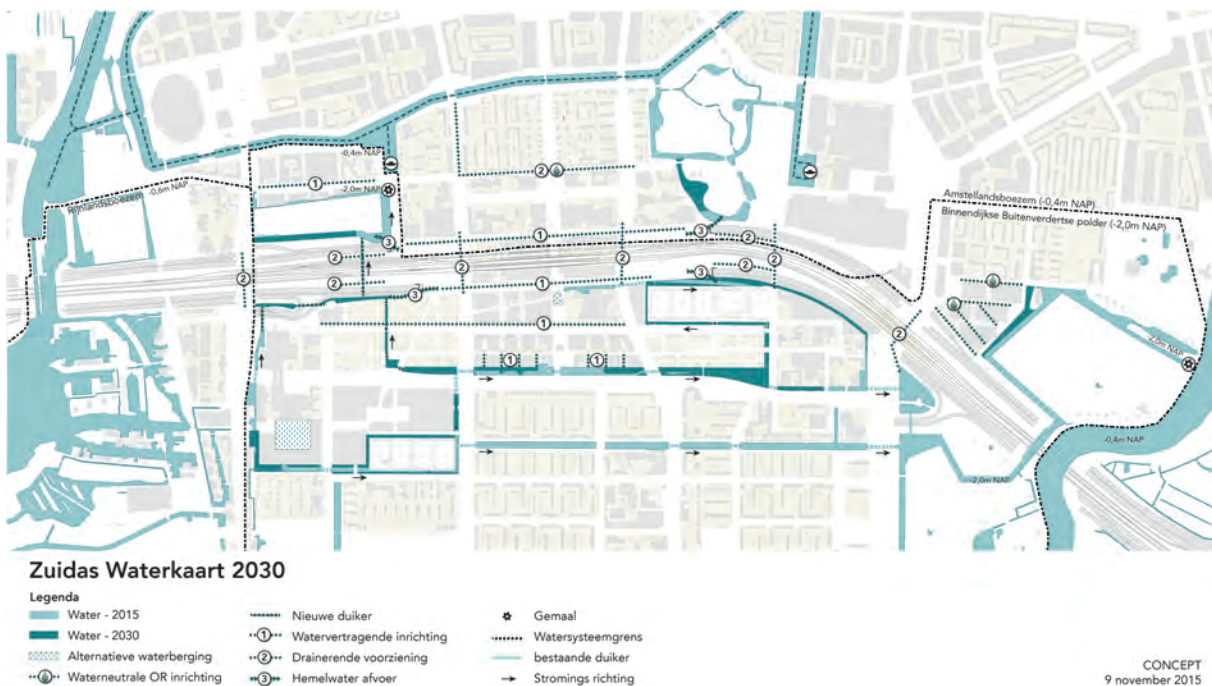
Voor de Zuidas is met een grondwatermodel bepaald wat de toekomstige grondwatersituatie wordt als er bepaalde maatregelen zijn gerealiseerd binnen de Zuidas om de grondwaterstand te verlagen. In figuur 11 is te zien hoe de grondwaterstand wordt in 2030. Wat het meest opvalt in de toekomstige situatie is, dat op enkele locaties het grondwater lager zal staan. De grondwaterstand in Zuidas Zuidwest is naar beneden gegaan en dit geldt ook voor Zuidas Zuidoost. Het grondwaterpeil in het gebied onder de A10 en het spoor is wel gestegen.



Figuur 11 Toekomstige grondwaterstand 2030 in de Zuidas na een piekbui (Diepen, 2014)

3.1.4 Oppervlaktewater

Op de Zuidas zijn verschillende waterlichamen aanwezig. Met de waterlichamen kan hemelwater dat op de Zuidas gevallen is verzameld worden. Via het oppervlaktewater zal vervolgens al het water afgevoerd worden uit het gebied. In figuur 12 is te zien waar op de Zuidas open-water aanwezig is, naast oppervlaktewater is op de figuur te zien waar het water naartoe afwatert, waar in de toekomst maatregelen genomen worden om hemelwateroverlast te voorkomen en nieuw oppervlaktewater aangelegd zal worden. Op de kaart is te zien dat er ook geplande waterlichamen in de Zuidas zijn. Om de Zuidas in de toekomst voor te bereiden op een toename van piekbuien moet niet alleen de openbare ruimte aangepast worden, maar zal er ook meer oppervlaktewater bij moeten komen om al het overtollige water uiteindelijk af te voeren. Het toevoegen van water zal niet in één deel van het gebied zijn, omdat dan het water via één punt naar een groot waterlichaam vervoert moet worden. Het hemelwater zal dus via meerdere waterlichamen in de Zuidas naar verschillende grote waterlichamen vervoert worden, zodat al het hemelwater geleidelijk afgevoerd kan worden.



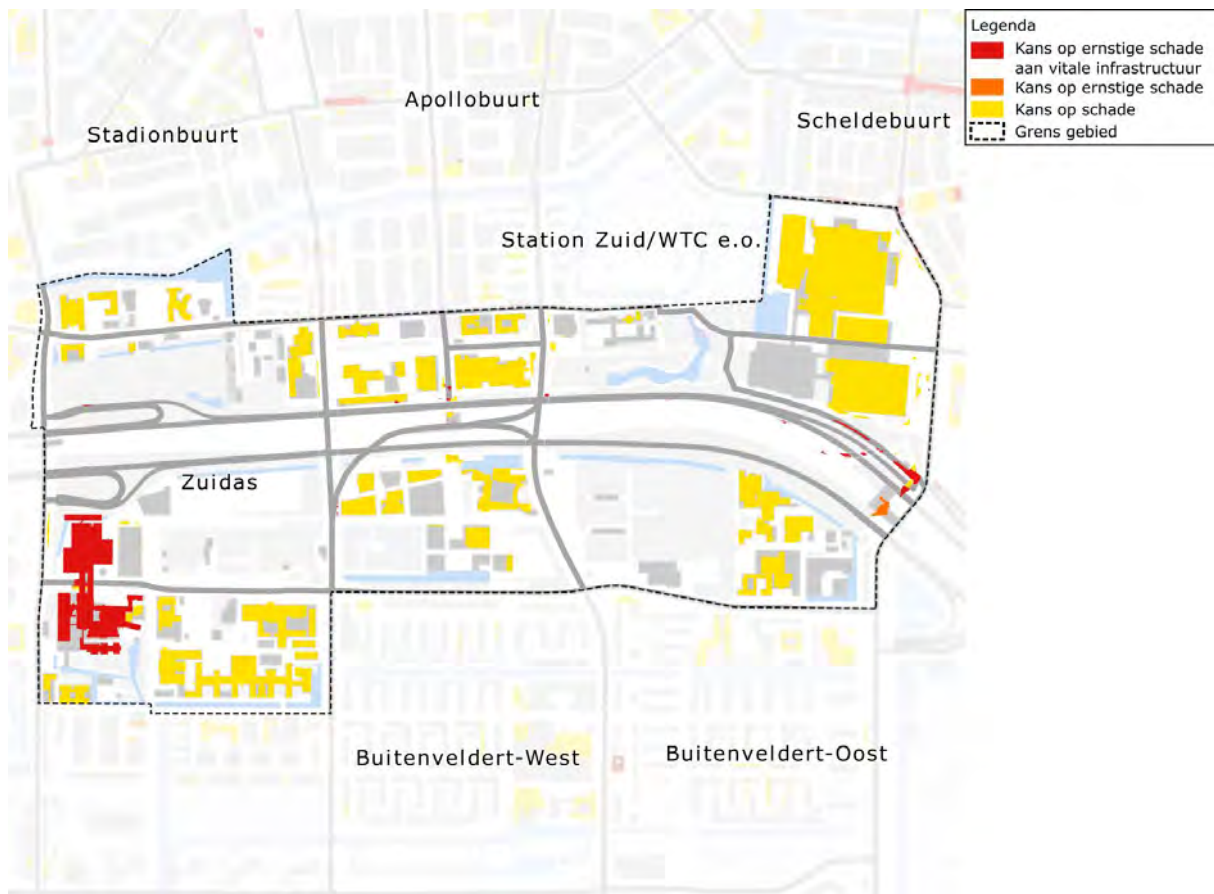
Figuur 12 Toekomstige watersysteem tot 2030

3.1.5 Water risico Zuidas

Vanuit het ingenieursbureau Amsterdam is er een onderzoek uitgevoerd om te bepalen waar op de Zuidas risicogebieden zijn tijdens hevige piekbuien. De hevige piekbuien zijn dezelfde buien die gehanteerd worden als Amsterdam rainproof en dus ook de buien die voor dit onderzoek gebruikt worden. Op de kaart uit figuur 13 is te zien waar de risicogebieden zich bevinden op de Zuidas. De gele gebieden geven aan dat er een kans is dat er schade ontstaat na een hevige piekbui. Bij deze gebieden is er een reële kans dat er schade ontstaat na een hevige bui, maar de kosten zullen beperkt blijven. De oranje gebieden geven aan waar op de Zuidas ernstige schade ontstaat na een piekbui. De schade die op de oranje gebieden ontstaat zal hoge kosten met zich mee brengen. De rode gebieden geven de hoogste graad schade aan. De rode gebieden geven aan waar ernstige schade kan ontstaan bij vitale infrastructuur. De rode gebieden krijgen de meeste schade door de fysisch geografisch opbouw van de Zuidas. De gebieden waar de meeste schade ontstaat hebben een hoge grondwaterstand, waardoor er weinig water in de bodem gebufferd kan worden. De tweede eigenschap van het gebied dat voor een groot risico zorgt is de hoogte ligging van het gebied. Het gedeelte met de hoge risico's zijn de laag liggende delen waar grote hoeveelheden hemelwater naar toe afstromen en daar blijven staan.

Deze schade zal in de praktijk aan de ene kant betekenen dat er hoge kosten ontstaan, omdat er schade kan ontstaan aan de openbare ruimte. Een andere vitaal punt waar grote schade kan ontstaan is het VU medisch centrum. In het medisch centrum is veel medische apparatuur opgeslagen in de kelders van de gebouwen. Als er tijdens een piekbui water naar de VU stroomt en het water komt in de kelders kan het de apparaten aantasten en zullen de apparaten vervangen moeten worden. Aan de andere kant kunnen er ook maatschappelijke problemen en kosten ontstaan. Als het VU medisch centrum overlast zal krijgen van water kan het betekenen dat het ziekenhuis niet optimaal kan functioneren en dat daardoor patiënten niet behandeld kunnen worden. Dit zal betekenen dat alle patiënten die aanwezig zijn in het ziekenhuis naar een ander ziekenhuis verplaatst moeten worden. Deze situatie is te vergelijken met een gesprongen waterleiding in de buurt van het VU medisch centrum. Op 8 september 2015 sprong een waterleiding, waardoor het gebied rond de VU blank kwam te staan en het water naar de kelders van het gebouw stroomde waar veel kostbare medische apparaten staan. Dit zorgde voor een evacuatie van het ziekenhuis. Een evacuatie van deze omvang bracht een grootte financiële schade mee.

Een ander gebied zijn punten in de openbare ruimte. Als de Zuidas niet toegankelijk is kunnen verschillende kantoren niet bereikbaar zijn. Dit zal een hoge economische schade kunnen veroorzaken.



Figuur 13 Risicokaart van de Zuidas voor een piekbui

3.2 Sociale geologische analyse

Het sociaal geologisch onderzoek moet er voor zorgen dat bovengrondse elementen die zich op de Zuidas bevinden in kaart gebracht worden. De elementen van het sociaal geologisch onderzoek zijn: bestaande groene daken, gebouwen met groene daken mogelijkheden, bestaande waterberging en vertraging, afwateringswerken en functie van het gebied.

3.2.1 Gebruiksfuncties

De subparagraaf geeft aan wat de verschillende gebruiksfuncties zijn op de Zuidas. Figuur 15 geeft de globale gebruiksfuncties aan van de Zuidas. De verschillende functies die op de kaart zijn aangegeven zijn groen, wonen, sport terrein, open water, bedrijvigheid, infrastructuur, begraafplaats, verzorgende functies en overige functies. De functie groen bestaat uit openbaar groen in de Zuidas, deze groene gebieden zijn voornamelijk parken. Op de Zuidas zijn de laatste jaren veel gebieden ingericht met de functie wonen. De functie geeft aan dat in deze gebieden woningen gerealiseerd zijn of zullen worden. Er zijn verschillende sport terreinen aanwezig op de Zuidas. De functie geeft aan waar de sportvelden liggen en de bijbehorende accommodaties. De functie open water geeft aan waar grote waterlichamen gesitueerd zijn binnen de Zuidas. Op deze waterlichamen wordt afgewaterd. De Zuidas is oorspronkelijk begonnen als een financieel gebied, maar profileert zich nu als een gemengd gebied waar wonen en werken samen gaan. Een groot gebied op de Zuidas heeft dan ook de functie bedrijvigheid. Om de Zuidas met de rest van Nederland en internationaal goed te verbinden moet de Zuidas een goede infrastructuur hebben. De functie infrastructuur bestaat uit alle hoofdwegen, metrolijnen en treinsporen. Er is een aparte functie begraafplaats, omdat dit een gebied is waar niet zomaar ingrepen uitgevoerd mogen worden. Binnen de Zuidas zijn er verschillende verzorgende functies. Onder de verzorgende functies vallen scholen en ziekenhuizen. Ook zijn er enkele gebieden waar de functie nog niet helemaal duidelijk is of te specificeren is. Deze gebieden worden aangeduid met de functie overig.

Zuidas Noordwest

In het deelgebied Zuidas Noordwest zijn de functies bedrijvigheid, verzorgende functies, infrastructuur, begraafplaats, sportvoorzieningen en open water. Een groot deel van de infrastructuur in het deelgebied bestaat uit de snelweg de A10 en metro- en treinspoor. De begraafplaats Buitenveldert beslaat een groot deel van het deelgebied. Twee andere functies die een groot deel van het deelgebied bestrijken zijn verzorgende functies, zoals scholen en de rechtbank, en bedrijvigheid.

Zuidas Noord

Het deelgebied Zuidas Noord heeft voornamelijk de functie bedrijvigheid in het gebied, voornamelijk kantoren. Door het gebied lopen net zoals het deelgebied Zuidas Noordwest de A10 en de metro- en spoorlijnen, daarnaast loopt er horizontaal door het gebied de Strawinsky laan die een van de ontsluitingswegen van de Zuidas is. Er is ook een sociale voorziening aanwezig. De voorziening is een internationale basis en middelbare school. In het noorden van het gebied ligt een stuk openbaar groen.

Zuidas Noordoost

Zuidas Noordoost is het grootste deelgebied en is onder te verdelen in drie gebieden. Het meest westelijke gebied is een openbaar groen gebied het Beatrixpark. In het park is op meerdere locaties ook open water aanwezig. Westelijk van het park is een middelbare school aanwezig en een woningblok. Het middelste gebied is het evenementencentrum de Rai. Het meest oostelijke gedeelte is Kop Zuidas. Kop Zuidas is voornamelijk ingericht voor de functie wonen. Daarnaast zijn er in het gebied enkele verzorgende functies zoals scholen. In het gebied is voor de rest op een paar locaties bedrijvigheid te vinden en open water. De gebieden de Rai en Kop Zuidas worden gescheiden door een ontsluitingsweg Europaboulevard. Net zoals de andere noordelijke deelgebieden loopt door het deelgebied Zuidas Noordoost ook de A10 en de metro- en spoorlijnen.

Zuidas Zuidwest

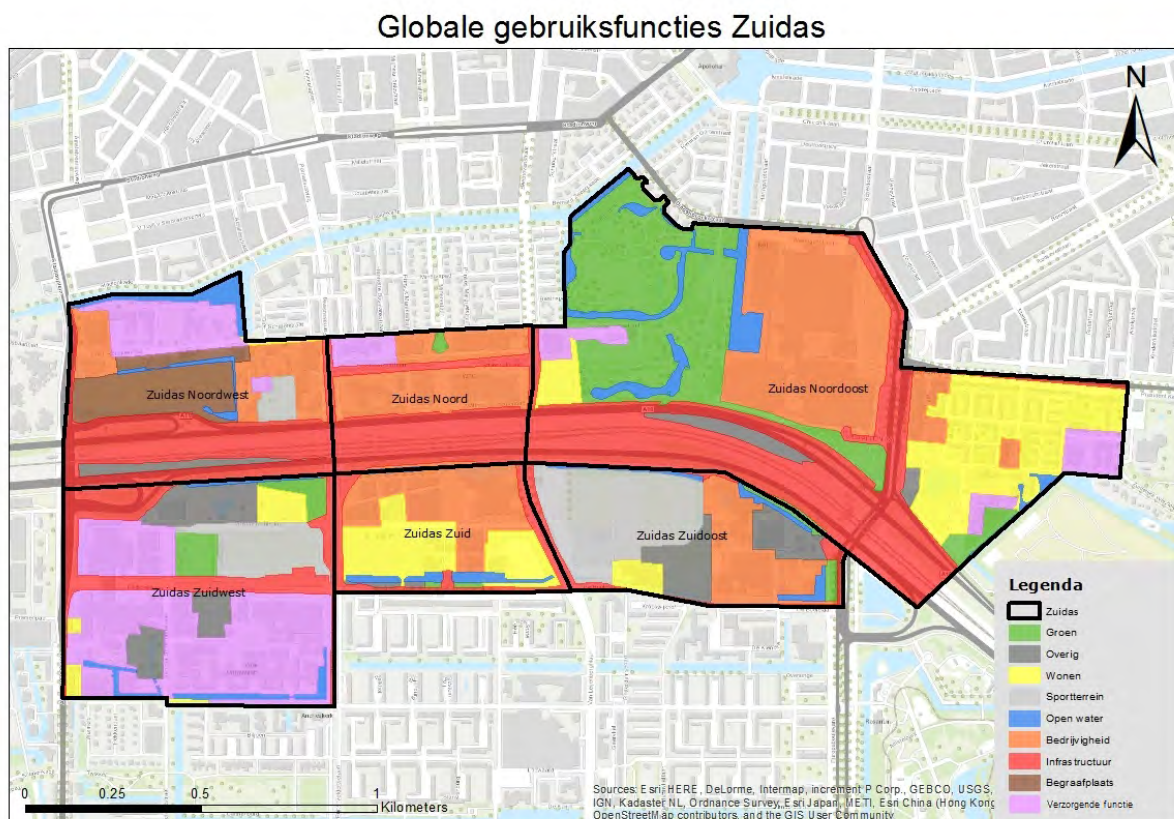
Het gebied Zuidas Zuidwest bestaat voornamelijk uit verzorgende functies. De verzorgende functies zijn het VU-medisch centrum en de universiteit de VU. In het gebied is ook een sport terrein aanwezig. Het sport terrein is onderdeel van een voetbalclub. Er zijn ook twee gebieden met de functie groen aanwezig in het deelgebied. Het centrale groene gebied is het groene leven lab waar tuinieren mogelijk is. In het gebied liggen twee ontsluitingswegen De Boeelaan in het zuiden en de Buitenveldertselaan/Parnassusweg in het oosten van het gebied en een onderdeel van de oprit naar de A10. Het gebied bevat ook op verschillende plekken enkele mogelijkheden voor wonen, open water en overige functies.

Zuidas Zuid

Het deelgebied Zuidas Zuid is voornamelijk verdeeld in de functies bedrijvigheid en wonen. Het gebied is omringd met drie ontsluitingswegen. De ontsluitingswegen zijn Buitenveldertselaan/Parnassusweg ten westen van het gebied, de De Boeelaan ten zuiden en de Beethovenstraat ten oosten van het deelgebied. In het zuiden van het deelgebied is een open water gesitueerd. Het open water is de De Boelegracht. Deze gracht zorgt voor de afwatering van een deel van de Zuidas.

Zuidas Zuidoost

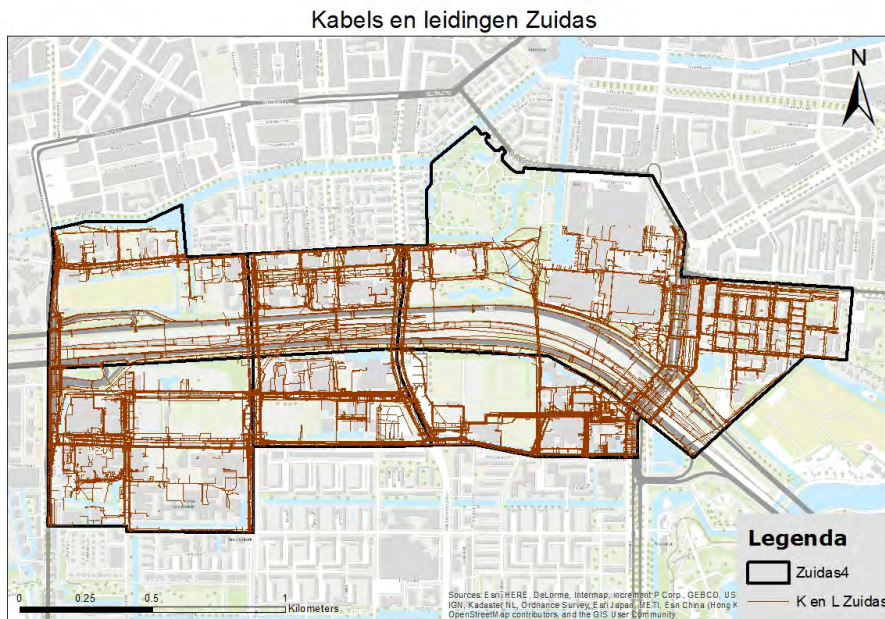
Zuidas Zuidoost wordt voor een groot deel gebruikt voor de functies sport terreinen met een voetbalclub en bedrijvigheid. Verder heeft het gebied een woningblok, groen, open water en overige functies. Het open water zal in de toekomst verbonden worden met de De Boelegracht van het deelgebied Zuidas zuid.



Figuur 14 Gebiedsfunctiekaart Zuidas

3.2.2 Ondergrondse infrastructuur

In de ondergrond van de Zuidas is veel ondergrondse infrastructuur aanwezig. Dit is te zien in figuur 15. Onder de ondergrondse infrastructuur vallen onder andere elektriciteitskabels, internetkabels en riolering.



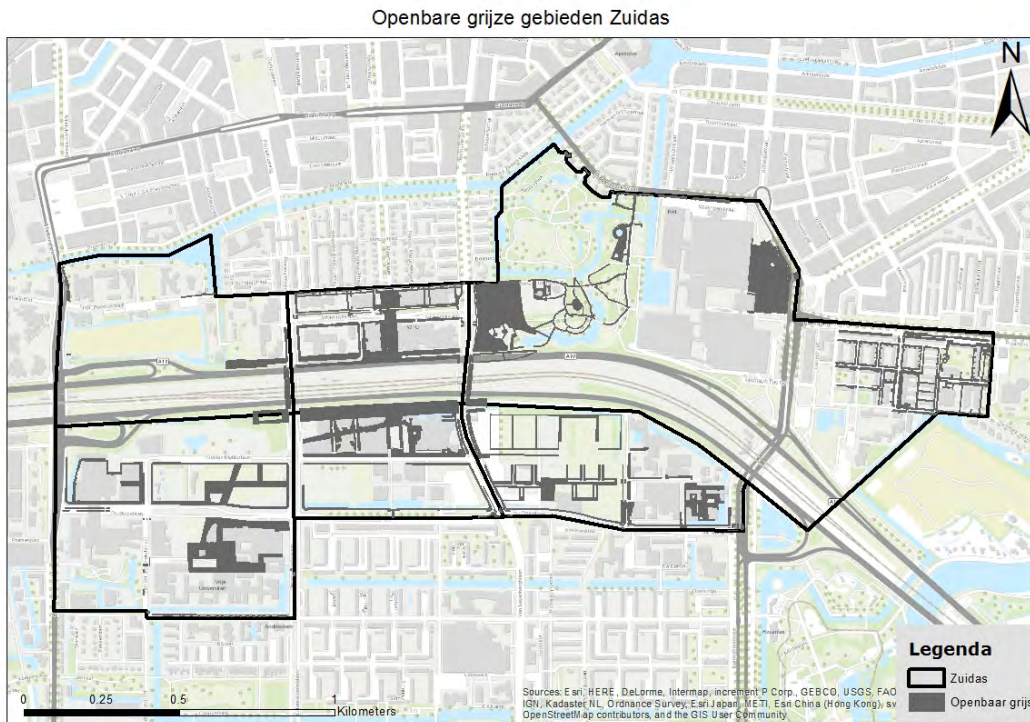
Figuur 15 Ondergrondse infrastructuur Zuidas

Om een beter overzicht van de kabels en leiding te krijgen van de Zuidas is in bijlage E de kaart vergroot, waardoor de ondergrondse infrastructuur beter te zien is.

3.2.3 Openbaar gebied

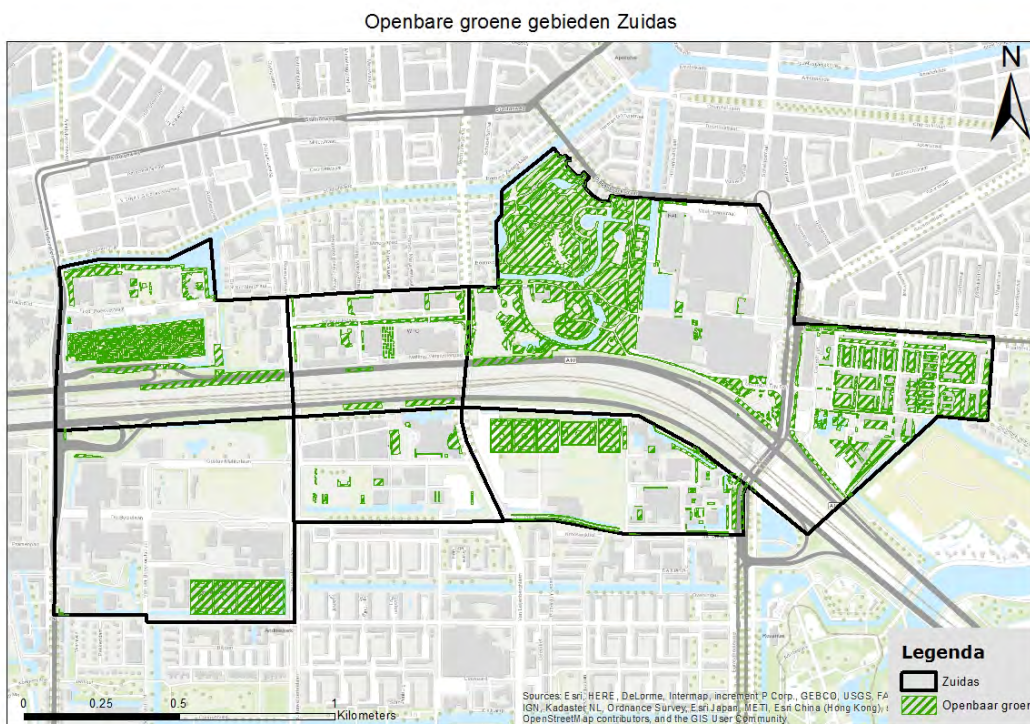
Tijdens de analyse van het openbaar gebied is niet gekeken naar de huidige situatie, maar naar de situatie in 2030. Door naar de toekomstige situatie te kijken zal het ontwerp met mogelijke maatregelen aansluiten op de Zuidas van 2030.

Het openbaar gebied is gescheiden in grijs openbaar gebied en groen openbaar gebied. De reden hiervoor is dat bij de verschillende gebieden ook verschillende maatregelen om de Zuidas rainproof te maken horen. Figuur 16 geeft aan waar op de Zuidas openbare grijze gebieden zijn. Onder de openbare grijze gebieden vallen geen wegen. De reden hiervoor is dat sommige maatregelen die er voor zorgen dat de situatie op het maaiveld veranderen niet samen gaan met de structuur van wegen. Het openbaar grijs gebied bestaat voornamelijk uit autovrije zones, stoepen en parkeerplaatsen. Bij deze gebieden kunnen zowel bovengrondse als ondergrondse maatregelen toegepast worden. Een ander uitgangspunt van het openbaar grijs gebied is dat alle gebieden een verhard oppervlak hebben, waardoor er geen hemelwater direct kan infiltreren.



Figuur 16 Openbare grijze gebieden Zuidas

Het openbare groene gebied bestaat uit alle locaties op de Zuidas die in 2030 onverhard zullen zijn en wat begroeid is op straatniveau. Al het aangewezen groene gebied kan heringericht worden met maatregelen die hemelwater kunnen opslaan in een onverhard gebied. Door het bestaande of geplande groen opnieuw in te richten in gebieden waar hemelwater opgeslagen kan worden hoeft er geen dure bouwgrond afgestaan te worden aan waterretentiegebieden, daarentegen zal het openbare groen een dubbele functie krijgen. Het openbare groen zal niet alleen de Zuidas aantrekkelijker maken, maar er ook voor zorgen dat er minder wateroverlast ontstaat.



Figuur 17 Openbare groene gebieden Zuidas

3.2.4 Bestaande groene en blauwe daken

Op de Zuidas zijn op dit moment al groene en blauwe daken aanwezig. In deze sub-paragraaf zal aangegeven worden waar de groene en blauwe daken gesitueerd zijn op de Zuidas. Beide soorten daken kunnen water bufferen. Blauwe of groen-blauwe daken zijn hier op ingericht. Groene daken zijn in eerste instantie niet gerealiseerd om water te kunnen bufferen, maar omdat er een substraatlaag aanwezig is kan er altijd tussen de 3 en 5 liter per centimeter substraatlaag op een vierkante meter geborgen worden. Alle locaties van de multifunctionele daken zijn te zien in bijlage F.

Zuidas Noordwest

In het deelgebied Zuidas Noordwest bevinden zich twee groene daken. Het eerste dak ligt op de Geert Groote school en is een sedumdak met een oppervlakte van 237,7 m². Op het gebouw aan de Fred. Roeskestraat 103 is ook een sedumdak gerealiseerd met een oppervlakte van 775 m².

Zuidas Noord

In het deelgebied Zuidas Noord zijn geen groene of blauwe daken aanwezig.

Zuidas Noordoost

Het deelgebied Zuidas Noordoost bevat vijf groene daken. In het Beatrixpark bevindt zich een sedumdak van 100m². Op de RAI is een sedumdak van 200m². In Kop Zuidas zijn drie groene daken. Waarvan het dak op de President Kennedylaan een sedumdak is met een oppervlakte van 300m². Op de Gaasterlandstraat ligt een groen-blauw dak van 1200m² dat 84 m³ hemelwater kan vast houden. Op de Stichtstraat bevindt zich een solar-sedum dak van 39m².

Zuidas Zuidwest

In het deelgebied Zuidas Zuidwest zijn drie groene daken. Het eerste dak is de VU-Boelelaan. Dit is een daktuin van 800m². Het tweede dak is een solar-sedum dak van 66m² op het dak bij de Amstelveenseweg 589. Op de Boelelaan bevindt zich het laatste dak. Dit dak is een sedumdak van 500m².

Zuidas Zuid

Op Zuidas Zuid zijn meerdere groene daken aanwezig. Alle daken in het deelgebied Zuidas Zuid zijn sedumdaken. De daken die in het deelgebied voorkomen met de bijbehorende oppervlakte zijn te zien in tabel 1.

Tabel 1 Multifunctionele daken deelgebied Zuidas Zuid

Gebouw	Oppervlakte
Gustav Mahlerlaan	316 m ²
Vinoly toren	842 m ²
Baker en Mackenzie	764,3 m ²
ABN-AMRO	573,5 m ²
ITO-tower	3345 m ²
New Amsterdam	1507,9 m ²
FOZ	1017 m ²
Ingang station Zuid	489,9 m ²
Symfonie	393,7 m ²
Op Zuid	459,9 m ²
Gershwinlaan 4	932,7 m ²

Zuidas Zuidoost

In Zuidas Zuidoost bevinden zich vier multifunctionele daken. Drie daken hebben een sedumdak. De daken met sedumdak bevinden zich op de Crosstowers met een oppervlakte van 1425m², Antonio Vivaldistraat 2 met 360,1 m² sedumdak en De Boelelaan 28 met 862,8 m². Naast drie sedumdaken wordt er ook een groen-blauw dak

in het deelgebied gerealiseerd. Het dak zal op de Antonio Vivaldistraat 60 komen. Het dak krijgt een oppervlakte van 2100 m² en zal 35 mm/m² kunnen bergen.

3.2.5 Toekomstige groen-blaauwe daken

Door de snelle ontwikkelingen op de Zuidas zijn er enkele toekomstige projecten waar ook groene daken gerealiseerd worden.

Zuidas Noordoost

In het gebied Zuidas Noordoost komt naast de RAI een nieuw gebouw met een groen dak. Het gebouw Motel One zal een sedumdak soort krijgen. Naast het Beatrixpark komt ook een nieuw gebouw in het deelgebied met een groen dak. Het nieuwe gebouw hoofdkantoor Stibbe Zuidas zal een sedumdak krijgen.

Zuidas Zuidwest

Zuidas Zuidwest krijgt bij de VU een nieuw universiteitsgebouw. Op het nieuwe gebouw zal een groen dak komen.

Zuidas Zuid

In het deelgebied Zuidas Zuid worden vijf nieuwe gebouwen gerealiseerd worden met groene daken er op. De gebouwen zijn: Mahler 1000, Mahler 900, Blok 9, blok 13 en 15 en Intermezzo.

3.2.6 Daklaan

Tussen het noordelijk en het zuidelijk deel van de Zuidas loopt een gebied waar de A10 en de spoor- en metrolijnen liggen. De A10 zal in de toekomst onder tunnelt worden, hierdoor zal er meer ruimte ontstaan voor de trein en metro en de openbare ruimte. Rond het station Zuid en langs een deel van het spoor wordt de openbare ruimte opnieuw ingericht. Dit gebied is de daklaan. Op figuur 18 is te zien waar met donkergroen de daklaan gerealiseerd zal worden.



Figuur 18 Het gebied van de daklaan

De daklaan moet een plek worden waar gerecreëerd kan worden en waar voetgangers en fietsverkeer gescheiden van druk autoverkeer zich kunnen verplaatsen. Naast deze twee ontwerpeisen moet er in het ontwerp ook voldoende groen voor biodiversiteit en waterberging meegenomen worden. De punten groen en waterberging geven aan dat het toekomstige ontwerp rainproof ontworpen zal worden. De waterberging zal te vergelijken kunnen zijn met het Orlyplein in Amsterdam te zien op figuur 19. Onder het plein kan water geborgen worden en boven het plein is ruimte voor groen, recreatie en langzaam verkeer. Dit zijn dezelfde eisen als voor de daklaan.



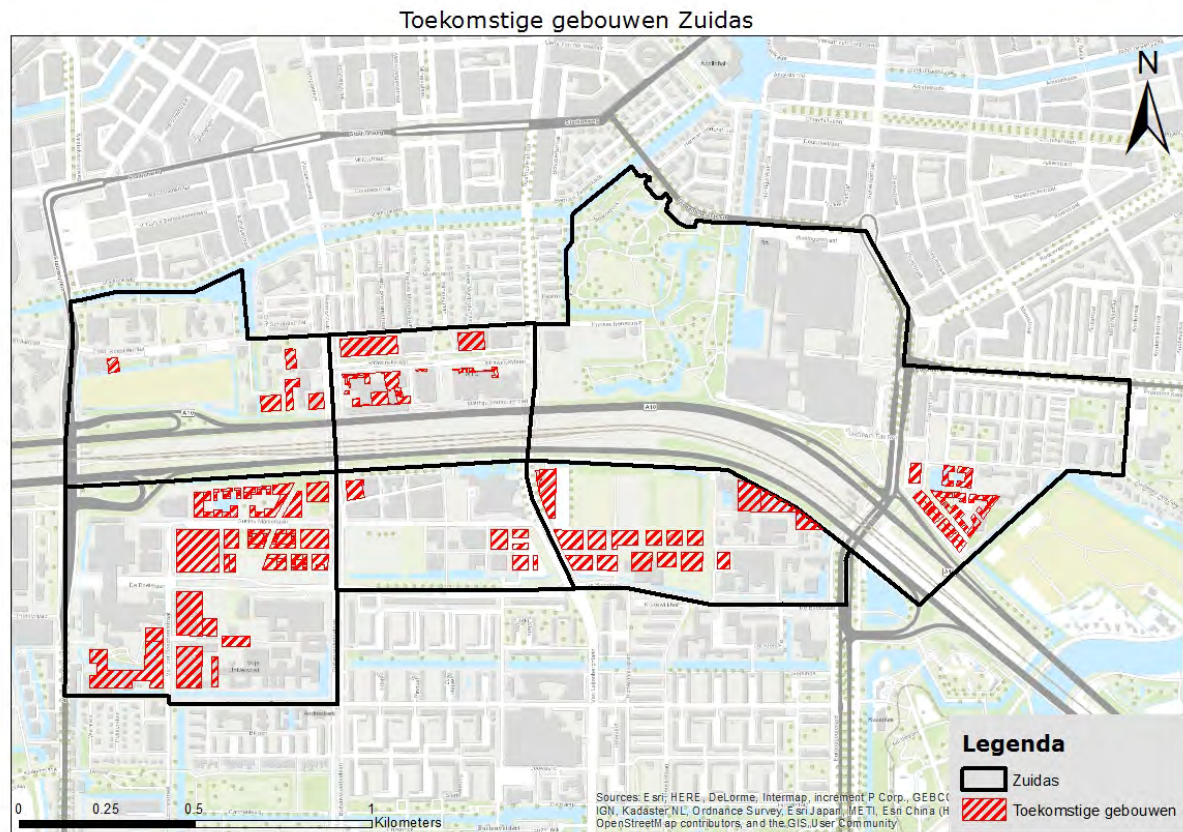
Figuur 19 Multifunctioneel plein Orlyplein

3.2.7 Mogelijke daken voor groen en waterberging

Om te kunnen bepalen waar op de Zuidas waterretentiedaken gerealiseerd kunnen worden is er geanalyseerd waar op de Zuidas platte daken aanwezig zijn. De aanwezige platte daken zijn te zien in figuur 20. In het figuur zijn alleen platte daken aangegeven die nog niet gebruikt worden voor waterberging of als groen dak. In totaal is er op de Zuidas ongeveer 272.288 vierkante meter plat dak geschikt om water op te bergen. Bij dit oppervlak moet wel de kanttekening gemaakt worden dat het nog niet zeker is of alle daken constructief gezien geschikt zijn om water op te bergen. In tabel 2 is een overzicht te zien van de hoeveelheid platte daken per deelgebied die geschikt is voor waterretentie en in bijlages G tot en met I is per deelgebied een kaart te zien met de platte daken in het gebied.

Tabel 2 Aantal oppervlakte dak mogelijk voor waterberging per deelgebied

Deelgebied	Oppervlakte in m ²
Zuidas Noordwest	17.164
Zuidas Noord	27.824
Zuidas Noordoost	101.246
Zuidas Zuidwest	65.167
Zuidas Zuid	22.838
Zuidas Zuidoost	38.048



Figuur 21 Toekomstige nieuwbouw op de Zuidas

3.3 SWOT-analyse

Nu alle fysische en sociale geologische elementen in beeld zijn gebracht is met behulp van een Strengths, Weaknesses, Opportunities en Threats (SWOT) analyse een conclusie getrokken uit de gebiedsanalyse. Bij de SWOT-analyse wordt gekeken wat de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen voor de Zuidas zijn met betrekking tot het rainproof maken van de Zuidas. De SWOT-analyse wordt benaderd vanuit het doel om de Zuidas rainproof te maken en hevige piekbuien te kunnen opvangen.

3.3.1 Sterktes

De eerste paar meter ondergrond van de Zuidas bestaat voornamelijk uit het grondtype zand. Dit is een positief punt, omdat door de aanwezigheid van zand infiltratiemaatregelen van hemelwater naar het grondwater toegepast kunnen worden. Als het gebied voornamelijk uit veen of klei zou bestaan zou het hemelwater er een langere periode over doen om te infiltreren. Uit het grondwatermodel blijkt dat op de meeste plekken van de Zuidas de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld op -0,5 meter of lager ligt. Ook deze gegevens geven aan dat er mogelijkheden zijn om infiltratiemaatregelen toe te passen. Een te hoge grondwaterstand zou er voor kunnen zorgen dat de onverzadigde zone al snel verzadigd zou kunnen raken, waardoor er tijdens een piekbui al water op het maaiveld zou kunnen staan. Op de Zuidas zijn en worden al meerdere groene daken gerealiseerd. Dit betekent dat er binnen de Zuidas al een bewustwording is dat er meer met platte daken gedaan kan worden. Met deze bewustwording kan wellicht een stap gemaakt worden naar daken die water kunnen bergen. Om retentiedaken te realiseren moeten er platte daken aanwezig zijn op de Zuidas. Uit de analyse blijkt dat 10% van de totale oppervlakte van de Zuidas bestaat uit plat dak dat nog niet een functie groen of blauw dak heeft. Om al het opgevangen hemelwater af te kunnen voeren zonder het riool te gebruiken zijn er grote waterlichamen nodig of een groot openbaar groen gebied. Binnen de Zuidas ligt het Beatrixpark. Dit park heeft de mogelijkheid om een verzamelpunt te worden waar een deel van het opgevangen water geborgen en afgevoerd kan worden.

Tabel 3 Sterkte punten van de SWOT-analyse

- Sterktes
- Goede ondergrond
- Op veel plekken een goede ontwatering
- Er zijn al bestaande groene daken aanwezig
- Er zijn meerdere plannen om meer groene daken te realiseren
- Er zijn platte daken aanwezig
- Het Beatrixpark als een groot onverhard gebied
- Alle nieuwbouw op erfpachtgrond zal water bergen op het eigen gebied

3.3.2 Zwaktes

Uit de fysische analyse is gebleken dat de Zuidas een hoogte gradiënt heeft. Het noorden ligt hoger dan het zuiden. Dit betekent dat het hemelwater naar het laag liggende deel van elk deelgebied zal stromen. Om deze zwakte tegen te gaan zal er tijdens de ontwerpfasen oplossingen gevonden moeten worden om deze afstroom zoveel mogelijk te beperken. Op de Zuidas is veel verhard oppervlakte. Door het verharde oppervlak is het niet mogelijk om het hemelwater direct te laten infiltreren op de plek waar het gevallen is, hierdoor zal het water dankzij de gradiënt van het gebied afstromen en zich ophopen. De beste mogelijkheden om dit te voorkomen zijn aan de ene kant te kijken waar wellicht verharding verwijderd zou kunnen worden en op welke verharde gebieden hemelwater tijdelijk geborgen kan worden. Een veel gebruikte oplossing om hemelwater te bergen is het water ondergronds te bergen. Deze oplossing is echter alleen mogelijk als er geen gebruik wordt gemaakt van de ondergrond. Op de Zuidas is veel ondergrondse infrastructuur aanwezig. Dit is een zwakte, omdat de ondergrondse infrastructuur niet zal wijken voor ondergrondse waterberging. Het is de bedoeling dat in de ontwerpfasen om de

bestaande infrastructuur ondergrondse waterberging geplaatst wordt. Er zijn op de Zuidas op dit moment nog weinig retentiedaken te vinden. Dit komt omdat het nog niet genoeg bekend is bij gebouweigenaren om naast een groen dak ook water te bergen op daken.

Tabel 4 Zwakte punten van de SWOT-analyse

Zwaktes
- Doordat de Zuidas een hellend gebied is zal het hemelwater ophopen in de laagst liggende gedeeltes - Veel verhard oppervlak in de Zuidas - Veel ondergrondse infrastructuur - Weinig waterretentiedaken

3.3.3 Kansen

Tot 2030 is er gepland om op de Zuidas meer open water te creëren. Dit zorgt ervoor dat er meer water afgevoerd kan worden, daarnaast zorgt het extra water er ook voor dat de grondwaterstand in het gebied omlaag gaat. Door een verlaging van de grondwaterstand kunnen maatregelen die er voor moeten zorgen dat water infiltreert beter werken en dieper aangelegd worden. Vanuit de gemeente is het een eis dat het ontwerp van de daklaan bijdraagt aan het groene karakter van het gebied en erin voorziet dat water tijdelijk geborgen kan worden. Als door de waterberging de hele daklaan rainproof ingericht kan worden, is dit een voorbeeld en inspiratie voor de hele Zuidas. Een sterkte van het gebied is dat er veel platte daken aanwezig zijn, een kans die hieruit voorkomt is dat op de platte daken water geborgen kan worden door waterretentiedaken te realiseren. Dit is een kans, omdat door de platte daken een deel van het waterbergingsvraagstuk ingevuld kan worden. Om retentiedaken te realiseren moet er wel vanuit de gemeente duidelijk gemaakt worden dat retentiedaken nodig zijn en dat de gebruikers van de gebouwen open staan om de daken te realiseren. Beide punten kunnen behaald worden. De gemeente heeft de ambitie om de Zuidas rainproof te maken en is een voorstander om platte daken in te richten voor waterberging. Vanuit de green business club is uitgesproken om 25000 m² dak waterbergend te maken binnen de Zuidas. Hieruit kan geconcludeerd worden dat zowel de gemeente als een groep gebruikers de ambitie hebben om de Zuidas rainproof te maken. Naast het feit dat de gemeente de ambitie heeft om water op daken te bergen zorgt de ambitie er ook voor dat de gemeente hemelwater in het openbare gebied bergt. De ambitie van de gemeente komt naar voren door het initiatief van de gemeente met de bouwenvolop. Met de bouwenvolop kan de gemeente ontwikkelaars die gaan bouwen op erfpachtgronden verplichten om water neutraal te bouwen. De Zuidas loopt met een middel als de bouwenvolop voorop in Amsterdam en Nederland.

Tabel 5 Kansen punten van de SWOT-analyse

Kansen
- Extra open water in de Zuidas - De daklaan kan een rainproof voorbeeld worden voor de Zuidas - Op veel platte daken kunnen retentiedaken gerealiseerd worden - Een ambitie vanuit de gemeente - Een ambitie vanuit de gebruikers op de Zuidas - Dankzij de bouwenvolop zal het verplicht zijn op erfpacht kavels waterneutraal te bouwen

3.3.4 Bedreigingen

De analyse die nu is uitgevoerd is gebaseerd op het huidige gebruik en de nu bestaande geplande ingrepen op de Zuidas. De Zuidas is echter een gebied waar veel ontwikkelingen plaats vinden. Dit kan betekenen dat het plan dat tijdens de ontwerpfase gemaakt wordt wellicht na een periode niet meer voldoet aan de nieuwe plannen voor de Zuidas. Om dit te voorkomen zal hier tijdens het ontwerpfase aandacht aan besteed moeten worden. Er moet ook in het uiteindelijke rapport duidelijk gemaakt worden dat de genomen maatregelen in het belang zijn van de Zuidas. De noodzaak moet duidelijk worden bij publieke als particuliere partijen. Op dit moment is er nog geen ontwerp voor Zuidasdok. Dit betekent dat het nog niet zeker is dat het dokgebied rainproof ingericht zal worden. Er zijn echter wel eisen opgesteld om rekening te houden met waterberging in het gebied, waardoor er vanuit gegaan kan worden dat het in een toekomstig ontwerp meegenomen zal worden.

Tabel 6 Bedreigingen punten van de SWOT-analyse

Bedreigingen
- Op dit moment zijn er hoge risicogebieden op de Zuidas waar materiële en maatschappelijke schade kan ontstaan als er hevigere piekbuien komen - Door snelle ontwikkelingen kan de percentage van verhard oppervlak snel toenemen - Op dit moment nog geen definitief rainproof ontwerp van Zuidasdok.

4 Mogelijke maatregelen

Om de Zuidas rainproof te maken moet geïnventariseerd worden wat mogelijke maatregelen zijn. Er zijn veel verschillende maatregelen die ervoor kunnen zorgen dat de Zuidas rainproof wordt. Om te kunnen bepalen wat de beste maatregelen zijn moet eerst duidelijk worden wat elke maatregel inhoudt en hoe deze werkt.

4.1 Blauwe daken

Uit de analyse is gebleken dat er meerdere daken op de Zuidas geschikt zouden zijn om water te bergen door middel van een blauw dak. Er zijn meerdere soorten blauwe daken die gebruikt kunnen worden om water te bergen. Voor dit onderzoek zullen er twee soorten daken nader uitgewerkt worden, zodat bepaald kan worden of deze blauwe dakmaatregelen toegepast kunnen worden op de Zuidas. De soorten blauwe daken zijn groen-blauw daken en waterdaken. Naast het feit dat blauwe daken bijdragen aan waterberging kunnen ze ook positieve effecten hebben op hittestress, biodiversiteit, vermindering van fijnstof en, als het dak toegankelijk, is de leefbaarheid. (Bleuze, Groene daken, 2012)

4.1.1 Groen-blauw dak

Het eerste soort blauwe dak is een groen-blauw dak. Een groen-blauw dak is een combinatie van een dak waar water geborgen kan worden samen met een inpassing van groen. (Bleuze, Extensieve groene daken, 2012)

Technische werking

Bij een groen-blauw dak is het in eerste instantie van belang dat er op een dak water geborgen kan worden, een maatregel die ervoor zorgt dat er minder hemelwateroverlast ontstaat in het openbaar gebied. Het bergen van het water wordt over het algemeen gedaan in kunststoffen constructies waar ruimte is om water in op te slaan. Er zijn wel verschillende manieren om het water af te voeren. Zo zijn de mogelijkheden voor een de afvoer van een dak een statische afvoer of een dynamische afvoer. (Hoekstra, 2016)

Het idee achter een statische afvoer is dat het hemelwater dat op een dak valt geleidelijk afgevoerd kan worden tijdens een regenbui. Een statische afvoer zorgt ervoor dat het hemelwater vertraagd wordt in plaats van geborgen. De afvoer zal kleiner zijn dan de aanvoer van een piekbui, waardoor er minder water in één keer in het watersysteem terecht komt. Voordat dat er een piekbui komt zal een statisch groen-blauw dak leeg zijn of bijna leeg. Als er vervolgens een hevige regenbui overkomt wordt de berging van het dak gevuld en tegelijkertijd wordt met een kleine afvoer het water afgevoerd worden. Als vervolgens de bergingscapaciteit overschreden wordt zal het overtollige water afgevoerd worden naar een rioolstelsel of naar een watersysteem door middel van een overlaat. Het mechanisme dat er voor moet zorgen dat het hemelwater constant moet afvoeren kan een pijp zijn. Deze pijp heeft onderin een gat dat ervoor zorgt dat het water geleidelijk afgevoerd wordt. De grootte van het gat zal afhangen van de capaciteit van het rioolstelsel of watersysteem. (Hoekstra, 2016)

Het uitgangspunt van een dynamische afvoer is dat het water tijdens een piekbui vastgehouden wordt. Hemelwater dat tijdens een piekbui gevallen is zal pas als de waterstand van een watersysteem gedaald is langzaam afgevoerd worden naar een watersysteem. Voor een dynamische afvoer is een systeem nodig dat de afvoer regelt. Een systeem dat toegepast kan worden voor een dynamische afvoer is een weergestuurd en waterpeilgestuurd mechanisme. Met behulp van deze koppeling kan het systeem bepalen wanneer het vastgehouden water afgevoerd moeten worden aan de hand van naderende regenbuien, de waterstanden van een watersysteem en de waterinhoud van een groenblauw dak. Net zoals bij een statische afvoer heeft een dynamische afvoer een overstort, omdat als de bergingscapaciteit van het dak overschreden wordt het water niet over het dak spoelt maar in de afvoercilinder. (Hoekstra, 2016)

Zowel het statische als het dynamische afvoersysteem kan gecombineerd worden met groen. Met het toevoegen van groen aan een blauw dak moet er op het dak een substraatlaag toegevoegd worden. Door een toegevoegde substraatlaag zal hemelwater eerst infiltreren door de substraatlaag en deels opgenomen worden door de beplanting die aangelegd wordt. Vervolgens komt het hemelwater in een berging waar het afhankelijk van het soort afvoersysteem geborgen of vertraagd wordt afgevoerd. (Hoekstra, 2016)



Figuur 22 Infiltratiekratten op een dak voor waterretentie

Toepasbaarheid

Groen-blauwe daken kunnen in principe op alle platte daken gerealiseerd worden. Bij schuine daken is dit ook mogelijk, maar dan zijn er meer ingrijpende maatregelen nodig. Naast de helling van een dak zal de constructie van een dak goed genoeg moeten zijn om de nieuwe aanpassingen aan te kunnen.

De keuze van voor een statische of dynamische afvoer hangt af van de keuze van de waterbeheerder. Door een blauw dak te combineren met een groen dak zal niet alleen water geborgen worden, maar zal ook de een vermindering van extreme temperaturen, verhoogde biodiversiteit, schonere lucht behaald worden. Als een groen-blauw dak toegankelijk is zal ook de leefbaarheid omhoog gaan. Het groen dat aangelegd kan worden op een groen-blauw dak hangt af van de mogelijke dikte van een substraatlaag, de hoogte van een gebouw en de keuze van een eigenaar. (Hoekstra, 2016)



Figuur 23 Voltooid groen-blauw dak (Optiegroen)

Aanleg- en beheerkosten

De kosten om een groen-blauw dak aan te leggen verschillen in de hoeveelheid intensiteit van aanwezig groen. De prijs van een dak die een dakontwerper geeft bij een standaard dak op bestaande bouw 35 euro/m², 55 euro/m² voor een intensief dak op bestaande bouw en 45 euro/m² voor een intensief dak op nieuwbouw. (Vlijm, 2016) De kosten voor een dak volgens een dakontwikkelaar liggen een stuk hoger dan bij de ontwerper, omdat de ontwikkelaar extra toeslagen moet betalen tijdens de aanleg van een groen-blauw dak. De ontwikkelaar die al eerder een groen-blauw dak op de Zuidas heeft gerealiseerd gaf aan dat een groen-blauw dak voldoende kan bergen om rainproof te zijn tussen de 75 tot 100 euro/m² zal kosten. (Monkelbaan, 2016)

De hoogte van de kosten om een groen/blauw dak te beheren hangen af van hoe intensief een dak gebruikt zal worden. Een dak dat extensief gebruikt wordt heeft jaarlijkse kosten tussen de 3 tot en met 5 euro/m²/jaar. De beheerkosten van een intensief dak is 25 euro/m²/jaar. (Vlijm, 2016)

4.1.2 Waterdaken

Bij waterdaken zal niet zoals bij groen-blauwe daken beplanting en een substraatlaag aangelegd worden. In plaats daarvan wordt het dak een bak waar water in geborgen kan worden. (Bleuze, Waterdaken, 2012)

Technische werking

Het hemelwater dat op een waterdak valt zal op het dak geborgen worden in een waterdichte bak. Het hemelwater valt direct in de waterbak. Het water dat op het dak valt kan afgevoerd worden met statische of dynamische afvoer. De afvoerkeuze ligt bij de gebouweigenaar, maar als de waterbeheerder bij deze keuze betrokken wordt zal de afvoer optimaal afgestemd kunnen worden op het watersysteem. Als er voor een statische afvoer gekozen wordt zal hemelwater constant afgevoerd worden net zoals bij de statische afvoer van een groen-blauw dak. Hemelwater kan ook een dynamische afvoer hebben waarbij het water eerst op het dak wordt vast gehouden. Dit is het zelfde principe als bij een groen-blauw dak, maar een extra reden om het water op een waterdak vast te houden is om de verkoelende werking van een waterdak. (atelier GROENBLAUW)

Toepasbaarheid

Een waterdak kan alleen bij platte daken toegepast worden, want bij een schuin dak zal het water naar beneden stromen. Ook bij een waterdak moet er bekeken worden of de constructie van het dak sterk genoeg is om water te bergen. Zoals al vermeld kan een waterdak ook een verkoelende werking hebben. In veel gevallen wordt een waterdak in eerste instantie als verkoelingsdak gebruikt en als er water verdampt is er ruimte voor berging. Het is echter ook mogelijk om een waterdak te gebruiken voor waterberging en als het weer het toelaat het water langer laten staan om het dak een verkoelende functie te geven. Het nadeel van een waterdak is dat het water stilstaat, waardoor het een goede plek is voor algengroei en broedplaats voor muggen. Door de algengroei zal er vaker beheer gepleegd moeten worden en muggen kunnen in een stedelijke omgeving voor overlast zorgen. Een waterdak zal ook niet toegankelijk zijn, omdat er overal een laag water staat. (Hoekstra, 2016) (atelier GROENBLAUW)



Figuur 24 Voltuoid waterdak (Nijs)

Aanleg- en beheerkosten

Voor de aanleg van een waterdak zijn geen exacte cijfers gevonden, maar er wordt wel aangegeven dat het realiseren van een waterdak een minimum aanleg- en beheerkosten heeft. De kosten voor een waterdak zullen voor het onderzoek gebaseerd zijn op de minimum kosten van een extensief groen-blauw dak. Dit betekent dat de aanlegkosten van een waterdak 35 euro/m² zijn en de beheerkosten 3 tot 5 euro/m².

4.2 Openbare groene gebieden

Naast waterberging op daken zal er ook water geborgen of vertraagd moeten worden in het openbare groene gebied om de Zuidas integraal rainproof te maken. Om water te bergen in openbaar groen worden drie maatregelen nader uitgewerkt. De maatregelen zijn stedelijke infiltratiestroken, groene pleinen en wadi's / bodempassages.

4.2.1 Stedelijke infiltratiestroken

Een stedelijke infiltratiestrook is een afwateringslichaam die hemelwater af kan wateren en tegelijkertijd het water kan laten infiltreren, waardoor er uiteindelijk minder water afgewaterd hoeft te worden. (Bleuze, Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag, 2012)

Technische werking

Stedelijke infiltratiestroken werken als een tijdelijke bovengrondse opslag voor hemelwater. Als er hemelwater valt op een verhard gebied zal het water afwateren in een infiltratiestrook. Op het moment dat het water in de infiltratiestrook afwatert zal de strook in werking treden. De infiltratiestrook zorgt in eerste instantie voor een bergende

werking, omdat het een verlaagd gebied is waar het water in kan staan. Naast het feit dat het water er geborgen wordt hoeft niet al het water dat in de infiltratiestrook geborgen wordt ook bovengronds afgevoerd te worden. Een deel van het water kan infiltreren naar het eerste grondwater afvoerende pakket. Om het infiltreren mogelijk te maken moet wel de bodemdoorlatendheid goed zijn. Als de bodem een te hoge dichtheid heeft zal het water niet door de bodem kunnen infiltreren, maar afgevoerd worden naar een riool of open water. De afmetingen van een infiltratiestrook wordt beïnvloed door de grondwaterstand en de nodige bergingscapaciteit. (Bleuze, Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag, 2012)



Figuur 25 Schematisch weergave van de werking van een stedelijke infiltratiestrook

Toepasbaarheid

Zoals al eerder benoemd moet de bodem waar een infiltratiestrook gerealiseerd wordt een niet te hoge dichtheid hebben. Dit kan echter verholpen worden door een deel van de bodem uit te graven en meer doorlatend materiaal aan te brengen. Een andere eis om het infiltreren mogelijk te maken is dat de grondwaterstand niet te hoog mag zijn. Als de grondwaterstand te hoog is kan een infiltratiestrook een omgekeerd proces op gang brengen, namelijk het optreden van kwel. Dit kan gebeuren als een infiltratiestrook te diep wordt gegraven en daardoor de grondwaterstand te dicht bij het maaiveld komt. Om de maatregel infiltratiestroken toe te passen op de Zuidas moet wel rekening gehouden worden met de hoge grondprijzen van de Zuidas. Om infiltratiestroken als een reële maatregel te gebruiken zal deze alleen ingepast kunnen worden op plekken waar al groen aanwezig is. Een andere mogelijkheid is om verhard gebied dat niet perse verhard hoeft te zijn te veranderen in groengebied waar infiltratiestroken gerealiseerd kunnen worden. Het is van belang dat de strook niet te veel betreden wordt, want dan kan de bodem dichtgetrapt worden en verliest de bodem infiltratiecapaciteit. (Bleuze, Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag, 2012)



Figuur 26 De voltooide infiltratiestrook op de Kop Zuidas (Amsterdam Rainproof)

Aanleg- en beheerkosten

In de Zuidas is recent een stedelijke infiltratiestrook gerealiseerd. De aanleg- en beheerkosten voor dit onderzoek zijn afkomstig van de praktijk ervaring van de al gerealiseerde infiltratiestrook. De aanlegkosten van de infiltratiestrook zijn 1200 euro/m². Deze prijs houdt in dat er een zijde van graniet wordt gebruikt en om de 1 meter een graniet brugdeel geplaatst wordt van 1 meter breed. Onder de beheerkosten van een stedelijke infiltratiestrook valt het beheren van het groen dat in een strook gepland is, hier valt ook het op ruimen van zwerfafval bij. Aan de andere kant moet het systeem dat er voor zorgt dat het water afvoert beheerd worden. Er zijn voor het beheren van een infiltratiestrook nog geen kosten uit de praktijk bekend, daarom zal er een aannamen gedaan moeten worden. Voor de beheerkosten wordt de beheerkosten van een wadi / bodempassage genomen en daar wordt vervolgens verviervoudigd, omdat het systeem van een stedelijke infiltratiestrook gecompliceerder is dan dat van een wadi / bodempassage. Dit betekent dat de beheerkosten van een stedelijke infiltratiestrook 1,08 euro/m²/jaar zullen zijn.

4.2.2 Groen-blaue pleinen/parken

Om meer groen te creëren in een verstedelijkte stad kunnen bestaande pleinen heringericht worden met meer openbaar groen. Door meer groen in plaats van verstedelijking op een plein kan meer water direct infiltreren. (Bleuze, Groen waterplein Bellamyplein, 2012)

Technische werking

Met groene pleinen of parken is er meer ruimte waar hemelwater meteen de grond in kan infiltreren in tegenstelling van verharding in pleinen of parken waar het afwatert naar een lager gelegen deel. Onder de maatregel valt ook dat bestaande groene parken heringericht kunnen worden, zodat er meer water in een park geborgen kan worden. Als het hemelwater op een onverhard gebied valt kan het meteen door de bodem infiltreren naar het grondwater, hierdoor hoeft het water niet meer bovengronds afgevoerd te worden en opgevangen worden in een wateroppervlaktelichaam.



Figuur 27 Groen park dat heringericht is om meer water tijdelijk vast te houden in Singapore (Bingham-Hall)

Toepasbaarheid

De maatregel kan toegepast worden op plekken waar het mogelijk is om verhard oppervlak van pleinen of parken te verwijderen en daarvoor in de plaats onverhard groen aan te leggen. De groene pleinen en parken zorgen er ook voor dat er een betere leefomgeving ontstaat door een verhoogde biodiversiteit en een vermindering van hitte in de omgeving.



Figuur 28 Extra aanpassingen om in een park extra groen te creëren (d'Ersu)

Aanleg- en beheerkosten

Er zijn voor de maatregel groene pleinen/parken aanleggen geen exacte aanlegkosten gevonden, omdat de kosten erg afhangen van het ontwerp van een groen plein/park. Om kosten aan de maatregel te koppelen zal er berekend kunnen worden hoeveel het kost om een aantal kubieke meters grond te verzetten. Om dat het niet duidelijk is hoeveel de aanleg zal gaan kosten is zal er een foutmarge van 10% meegenomen worden boven op de totale kosten. Afgraven en afvoeren van de grond kost tussen 2 tot 4,50 euro/m³. De totale kosten met de extra 10% foutmarge bedraagt tussen 2,2 en 4,95 euro/m³. (Rijksoverheid, 2016)

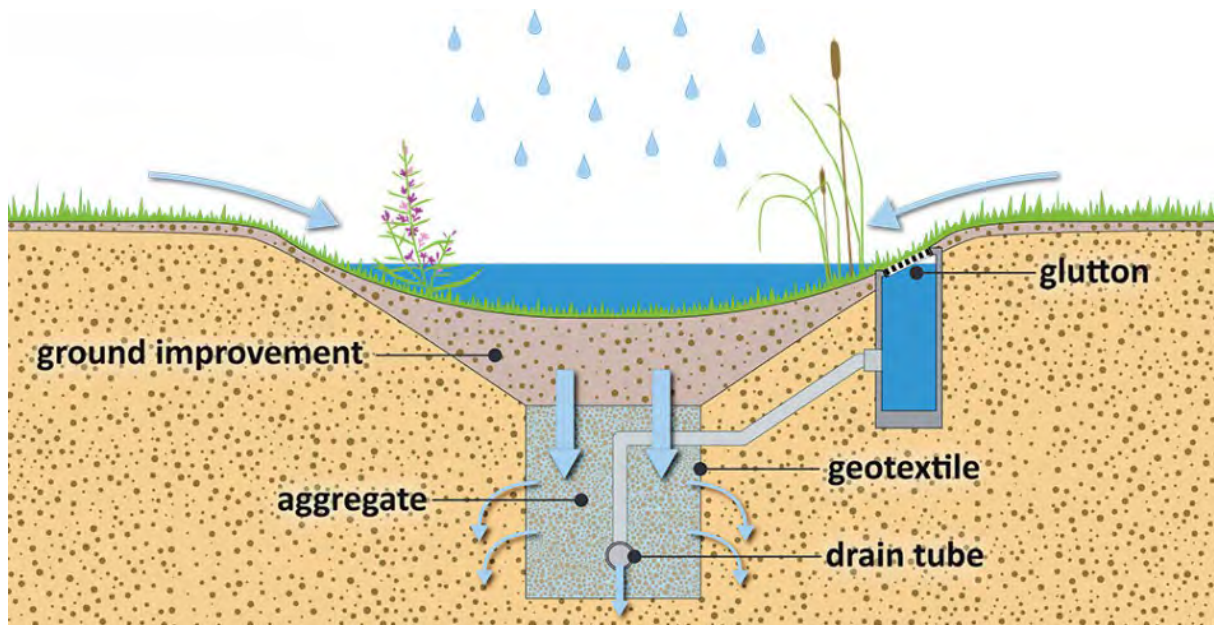
Net zoals bij de aanlegkosten is het op dit moment nog niet duidelijk wat de beheerkosten voor een groen-blauw park zullen zijn. Om toch een input te kunnen geven zijn beheerkosten aangehouden van een park waar ook groen en waterberging centraal staan (park Lingezen, Arnhem). Voor het park gelden beheerkosten van 0,31 euro/m². (Oosterhuis, 2015)

4.2.3 Wadi / Bodempassages

In stedelijke gebieden zijn vaak openbare groene gebieden aanwezig, maar deze worden alleen gebruikt om groen te creëren in een verstedelijkte stad. Dit soort open groene gebieden kunnen ook heringericht worden naar wadi's, waardoor openbaar groen een tweede functie krijgt, namelijk waterbergen.

Technische werking

Een wadi is een groen gebied waarbij de hoogte van het maaiveld van straatniveau verlaagd wordt tot een gewenste hoogte, hierdoor kan er meer water opgeslagen worden in een even groot groen gebied dat niet verlaagd is. In een wadi boven het maaiveld kan dus voor een bepaalde tijd water opgeslagen worden, maar het water dat in een wadi staat hoeft niet over het maaiveld afgevoerd te worden. Het water wordt vertraagd afgevoerd, omdat het grotendeels geïnfiltreerd wordt. Onder het maaiveld van een wadi ligt een laag waar veel tussenruimte tussen het materiaal ligt. Dankzij de tussenruimtes kan het water makkelijk infiltreren naar een grindkoffer die bedekt is met geotextiel. Een grindkoffer zorgt er ook voor dat het water hier goed doorheen kan stromen. Het geotextiel moet ervoor zorgen dat er geen fijnere materialen dan grind in de koffer komen, want dit zal ervoor zorgen dat de doorlatendheid afneemt. Het geotextiel zal er ook voor moeten zorgen dat er geen wortels in een grindkoffer komen. In de grindkoffer zit een drainagebuis waardoor het overtollige water afgevoerd wordt naar oppervlaktewater. Het is ook mogelijk, als de grondsoort het toelaat in het gebied, dat er water doorsijpelt naar beneden uit de grindkoffer naar het grondwater. Aan de rand van de wadi dicht bij het maaiveld van het straatniveau zit een overlaat. De overlaat moet er voor zorgen dat als er te veel water in de wadi komt ook water direct naar de grindkoffer loopt, waardoor het sneller afgevoerd kan worden. Een overlaat is er alleen voor om eerst de volledige capaciteit van het dichtbij zijnde oppervlakte water te gebruiken en niet gelijk een wadi te laten overstromen in een stedelijk gebied. (atelier GroenBlauw, 2016)



Figuur 29 Schematische weergave over de werking van een wadi systeem (Linden, Section scheme of a bioswale during rainfall)

Toepasbaarheid

Een wadi kan in principe overal worden toegepast, maar voor sommige gebieden zijn soms extra ingrepen nodig. In Nederland worden op veel locaties plekken toegewezen waar wadi's gerealiseerd kunnen worden. Op de Zuidas zou dit alleen financieel haalbaar zijn als het op plekken is waar al openbaar groen aanwezig is, omdat de grondprijzen van de Zuidas hoog zijn. Als er op plekken waar ook bebouwing geplaatst kan worden een wadi gerealiseerd wordt kan er geen grondexploitatie plaats vinden, daarnaast is de ambitie van de Zuidas om een hoog verstedelijkt gebied te zijn. Om een wadi goed te laten werken moet het gehele systeem boven het grondwater liggen. Dus als er in een gebied een hoge grondwaterstand is kan het systeem van een wadi niet optimaal werken. Het is echter mogelijk om het hele systeem af te koppelen van het grondwatersysteem, maar dit zal wel voor hogere aanlegkosten zorgen. Binnen de Zuidas is het aan de hand van het grondwatermodel op de meeste locaties mogelijk om een wadi aan te leggen. Een ander punt dat ervoor kan zorgen dat een wadi niet werkt is als de grond in het gebied niet goed doorlatend is. Het is mogelijk om een extra deel van het ondergrondse wadi systeem in een goed doorlatende bodem aan te leggen, maar dit zal ook voor hogere kosten zorgen. Uit de analyse van de ondergrond is gebleken dat op de meeste locaties de Zuidas in de bovengrond en goede doorlatende bodem heeft die voornamelijk uit grof zand bestaat. Een wadi is dus een openbaar groen gebied dat gecombineerd kan worden met waterberging en afvoer. (atelier GroenBlauw, 2016)



Figuur 30 Recent aangelegde wadi in droge toestand (Helkantplant, 2015)

Aanleg- en beheerkosten

De kosten om een wadi aan te leggen in een openbaar groen gebied zijn 5,17 euro/m² volgens (atelier GroenBlauw, 2016) en zijn de beheerkosten volgens (atelier GroenBlauw, 2016) 0,27 euro/m²/jaar.

4.3 Openbare grijze gebieden

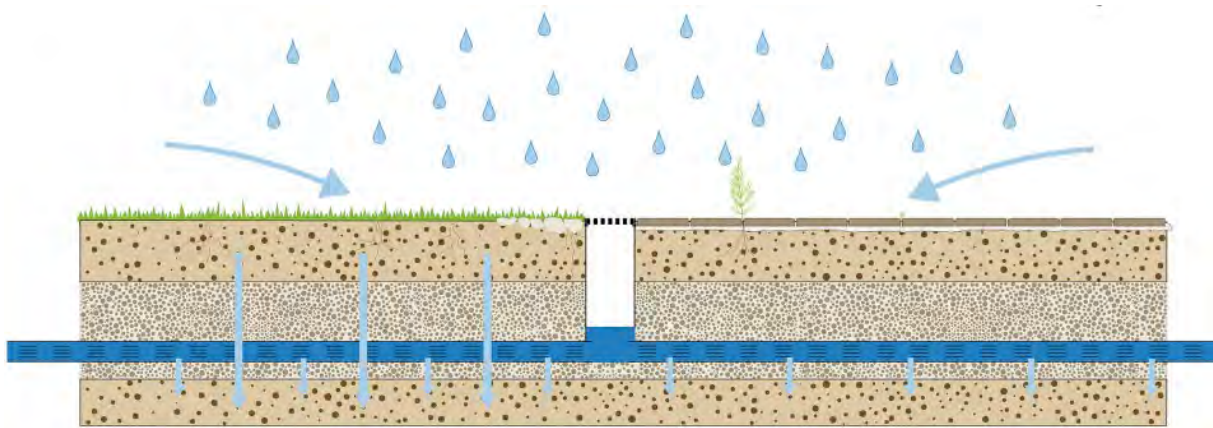
Het andere soort openbaar gebied op de Zuidas is verstedelijkt (grijs) gebied. Voor dit openbaar gebied kunnen niet de maatregelen gebruikt worden die veel ruimte kosten of de maatregelen moeten gecombineerd kunnen worden met de al bestaande functie. De maatregelen die uitgewerkt zullen worden zijn grindkoffers en omgekeerde drainages, infiltratiekratten en waterpleinen.

4.3.1 Grindkoffers en omgekeerde drainages

Een van de mogelijkheden om in een grijs gebied water te bergen en af te voeren is met grindkoffers en omgekeerde drainage. Met behulp van deze maatregel kan met een klein oppervlak veel water geborgen worden. (Bleuze, Grindkoffers / Sleuven / Omgekeerde drainage, 2012)

Technische werking

Grindkoffers en omgekeerde drainages zorgen ervoor dat de neerslag direct in de bodem infiltreert. Het hemelwater wordt door middel van bovengrondse goten of ondergrondse grindkoffers naar een centraal punt gebracht. Vanuit dit punt wordt het hemelwater via een geperforeerde buis geïnfilteerd. Het hemelwater kan op enkele punten in het gebied verzameld worden en kan dan met een omgekeerde drainage buis over een groter oppervlak verspreid worden, zodat het water niet op één punt kan infiltreren maar over een groter gebied. Anders dan bij een gewone drainage laat een omgekeerde drainage hemelwater infiltreren in de bodem, waar een gewone drainage grondwater opneemt en naar een waterlichaam afvoert. (Bleuze, Grindkoffers / Sleuven / Omgekeerde drainage, 2012)



Figuur 31 Schematisch weergave van een omgekeerd drainage systeem (Linden, Section scheme)

Toepasbaarheid

De maatregel grindkoffers en omgekeerde drainages kunnen op plekken gebruikt worden waar geen ruimte is voor stedelijke infiltratiestroken. Daarnaast kan deze maatregel toegepast worden als de bodem slecht doorlatend is. Het systeem van de grindkoffers en omgekeerde drainages kan gekoppeld worden aan afgekoppeld water van daken, overlopen van regenwatervijvers en regenwaterreservoirs. (Bleuze, Grindkoffers / Sleuven / Omgekeerde drainage, 2012)



Figuur 32 Aanleg van een omgekeerde drainage (Sofronas)

Aanleg- en beheerkosten

De kosten van een omgekeerd riool hebben niet een waarde per vierkante meter, omdat er verschillende diameter buizen gebruikt kunnen worden. De kleinste diameter van 250 mm doorsnee buis zal 330 euro/m² kosten en de grootste diameter van 800 mm doorsnee buis 1070 euro/m².

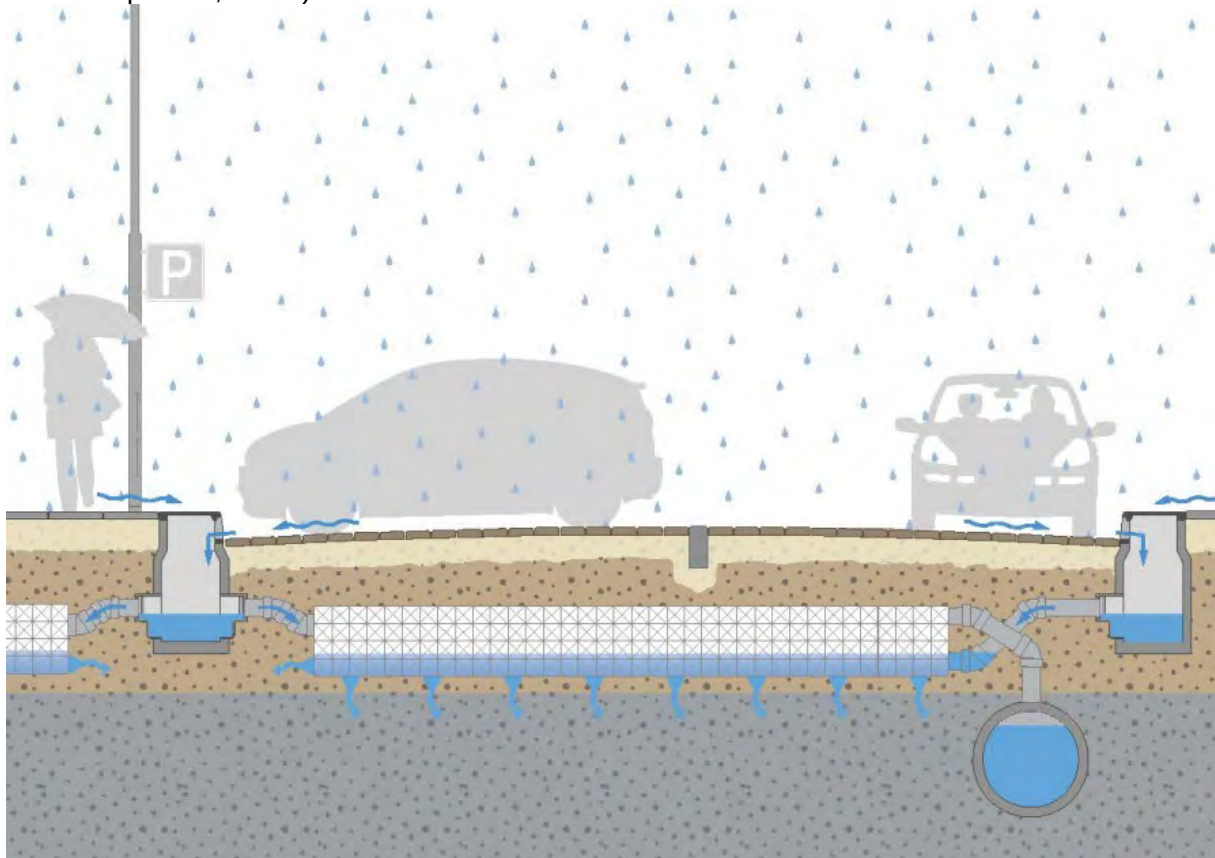
De beheerkosten van een omgekeerde drainagebuis die elk jaar gelden zijn ongeveer 7 euro/meter. (Broeksteeg, 2009)

4.3.2 Infiltratie kratten

Met infiltratiekratten is het mogelijk op een grote hoeveelheid water te bergen onder de grond. Doordat het onder de grond opgeslagen kan worden zou een bovenliggende functie niet aangepast of veranderd hoeven te worden. (Bleuze, Infiltratiekratten en infiltratieputten, 2012)

Technische werking

Infiltratiekratten zijn aangesloten op het afwateringssysteem van hemelwater. Als er een piekbui is kan het hemelwater via de oppervlakte afwateren op centrale punten die leiden naar een veld van infiltratiekratten. In deze kratten kunnen zoals al eerder benoemd grote hoeveelheden water geborgen worden. Het geborgen water zou op twee manieren uit de kratten weg kunnen lopen. De eerste manier is door het water te laten infiltreren door de bodem naar het grondwater. Dit is echter alleen mogelijk als de bodem redelijk doorlaatbaar is. Als dit niet het geval is kan het wellicht te lang duren voordat de kratten leeg zijn voor een volgende piekbui. De andere manier is om het opgevangen en geborgen water via de kratten af te laten wateren naar dichtbij zijnde oppervlaktewaterlichamen. Bij deze manier moet er wel rekening mee gehouden worden dat het afwateren niet in een keer kan. De reden hiervoor is dat als al het water in een keer uit alle kratten in het oppervlaktewater zou komen er alsnog wateroverlast kan ontstaan. Om de infiltratiekratten wordt een filterdoek geplaatst. Een filterdoek zorgt ervoor dat infiltratiekratten niet dicht kunnen slibben. (Bleuze, Infiltratiekratten en infiltratieputten, 2012)



Figuur 33 Schematische weergave van een infiltratiekrattenveld systeem (GROENBLAUW, Rainwater storage)

Toepasbaarheid

De infiltratiekratten zorgen er voor dat de bovenliggende grond beschikbaar blijft voor andere functies in een gebied. Deze functies kunnen wegen, sportvelden of parkeergarages zijn. Het voordeel van de infiltratiekratten is dat de grootte van een veld niet uitmaakt. De schaalgrootte van een infiltratiekrattenveld kan van de grootte van een huis tot aan een wijk zijn. Naast het feit dat de infiltratiekratten ervoor zorgen dat het hemelwater van een piekbui afgevoerd wordt, zorgt de infiltratie er ook voor dat er minder droogteschade, bodemdaling en verzilting optreedt. (Bleuze, Infiltratiekratten en infiltratieputten, 2012)



Figuur 34 Aanleg van infiltratiekratten (www.indrabv.nl)

Aanleg- en beheerkosten

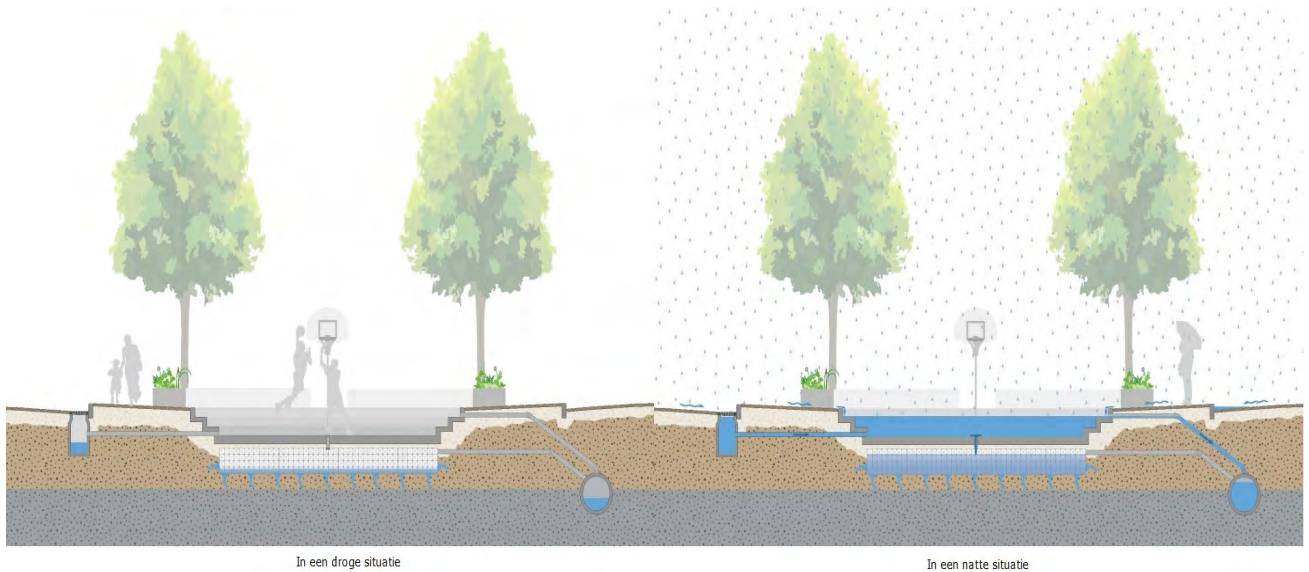
Om de precieze kosten van het aanleggen van infiltratiekratten te berekenen zou er op detailniveau bekend moeten zijn hoe de aanleg er uit komt te zien, maar tijdens dit onderzoek is dat nog niet bekend. De aanlegkosten voor de maatregel zijn gebaseerd op een globale schatting. De kosten zijn per vierkante meter en kubieke meter aangegeven, terwijl bij een volledig kostenplaatje ook kosten per stuk berekend worden. Voor de maatregel infiltratiekrat zal 23,11 euro/m² en 1000 euro/m³ berekend worden. De beheerkosten van een vierkante meter infiltratie krat is jaarlijks 0,09 euro. Voor dit bedrag is er wel van uitgegaan dat er nauwelijks slibafzetting zal optreden. (Broeksteeg, 2009)

4.3.3 Waterpleinen

Ook zou water boven de grond geborgen kunnen worden in grijze gebieden. Dit kan door middel van waterpleinen. Waterpleinen kunnen tijdelijk het overschot van een piekbui bergen. (Bleuze, Waterpleinen, 2012)

Technische werking

Als een plein wordt aangelegd ligt een plein vaak overal op de zelfde hoogte. Bij een waterplein is het idee om een hoogteverschil aan te brengen waardoor al het gevallen water op een punt verzameld wordt. Het hemelwater zal afgewaterd moeten worden via open afvoeren die naar het waterplein leiden. Het is van belang dat het laag liggende deel van een waterplein makkelijk te beheren is, want als er iets gedaan moeten worden aan het laag liggende deel moet dit snel gedaan worden. Bijvoorbeeld vervuiling moet makkelijk verwijderd kunnen worden anders kan de waterberging niet optimaal functioneren. In veel Nederlandse stedelijke gebieden is een relatief hoge grondwaterstand aanwezig. Uit de gebiedsanalyse is gebleken dat dit ook geldt voor de Zuidas. Om te voorkomen dat grondwater door de verharding komt en een plein op stroomt, zal het laag liggende deel dat onder de grondwaterstand ligt waterdicht afgewerkt moeten worden. Nadat een piekbui afgelopen is kan het geborgen water geleidelijk weggepompt worden naar openwaterlichaam. (Bleuze, Waterpleinen, 2012)



Figuur 35 Schematische weergave van een waterplein in een droge en natte situatie (GROENBLAUW, Water square)

Toepasbaarheid

Waterpleinen kunnen goed met andere functies gecombineerd worden. Dit heeft als voordeel dat waterpleinen niet perse extra ruimte in nemen in een stedelijk gebied. Functies waar een waterplein mee gecombineerd kan worden zijn speelvoorzieningen, groen en verblijfsfuncties. Door andere stedelijke functies te combineren met waterberging op een waterplein krijgt waterbergen een verhoogde belevingswaarde. een verhoogde belevingswaarde betekent dat een waterplein geschikt kan zijn in grijze gebieden waar veel mensen komen. De grootte van een waterplein hangt van de beschikbare ruimte in een gebied. De grootte van het laag liggende bergingsgebied hangt af van de benodigde berging die een gebied nodig heeft. (Bleuze, Waterpleinen, 2012)



Figuur 36 Sfeerbeeld van een waterplein in Rotterdam (Rotterdam)

Aanleg- en beheerkosten

Voor de aanlegkosten van het waterplein zijn de kosten genomen van een waterplein dat in Rotterdam is aangelegd (zie figuur 36). De globale aanlegkosten voor een waterplein dat volledig zal functioneren is 1000 euro/m³. (Mollema, 2016)

Door de gemeente Rotterdam is er een beheerplan opgesteld voor een waterplein in de gemeente Rotterdam. In het beheerplan wordt een eerste indicatie gegeven van de beheerkosten van een waterplein. Dit is onderverdeeld in het schoonspuiten van de installatie van het plein en het schoon maken van de pleinoppervlak. De kosten om de installaties jaarlijks schoon te maken doormiddel van doorspuiten en het plein schoon te spuiten kost 838 euro/m². Het schoonspuiten van het plein zal dagelijks gedaan worden door een spuitwagen. (Mollema, 2016)

5 Deelnemende participanten

In de fysieke analyse is het duidelijk geworden welke daken in de Zuidas in aanmerking komen om water te bergen. Vervolgens is het van belang om te inventariseren welke particuliere eigenaren van de daken interesse hebben om te investeren in groene daken.

5.1 Mogelijke partijen

Tijdens het onderzoek was het niet haalbaar om alle particuliere eigenaren van gebouwen te spreken. Om toch een beeld te geven hoe eigenaren over het onderwerp denken is een grote overkoepelende partij benaderd. In eerste instantie is geïnterviewd of een grote partij geïnteresseerd is in retentie daken, omdat deze partij een verschil kan maken in de retentie mogelijkheden qua dakoppervlak en als de overkoepelende partij openstaan voor retentiedaken is er een kans dat andere partijen volgen.

5.1.1 Green business club

Een mogelijke partij om te benaderen is de green business club (GBC). De green business club is een overkoepeling van verschillende partijen die gevestigd zijn op de Zuidas. De GBC staat ervoor om de Zuidas Nederlands meest duurzame kantorenlocatie te maken. Dit probeert de GBC te bereiken met verschillende duurzame projecten. (Green Business Club Zuidas, 2016)

5.2 Uitkomsten gesprekken

5.2.1 Green business club

Op dit moment zijn er geen bedrijven die concreet een groen dak willen realiseren. Het bedrijf Dakdokters, die ook een onderdeel is van de GBC, probeert wel via de markt bij verschillende eigenaren een groen dak te verkopen waar ook water geborgen kan worden. Vanuit de GBC wordt wel geprobeerd om in het BREEAM certificaat een wateropgave zwaarder mee te laten wegen, waardoor het voor bedrijven moeilijker wordt om de hoogste kwaliteit van een BREEAM certificaat te krijgen als er weinig of niks aan waterberging op een pand wordt gedaan. Naast een BREEAM certificaat wil de GBC een waterlabel waar mee aangegeven kan worden dat een gebouw water bergt. Het waterlabel is er nog niet, maar is een ambitie van de GBC. Het initiatief om te bepalen of dakeigenaren water willen bergen op een dak is verschoven naar de gemeente Amsterdam. De gemeente wil een subsidiefonds waarmee geld beschikbaar zal zijn dat besteed kan worden aan het realiseren van groen-blauwe daken. Deze subsidie is op dit moment nog niet beschikbaar en het is nog niet duidelijk wanneer de subsidie beschikbaar zal zijn. De centrale stad van de gemeente Amsterdam moet eerst nog goedkeuring geven, zodat er gebruik gemaakt mag worden van de subsidie. (Spaan, 2016)

Om er achter te komen welke gebouw eigenaren interesse hebben om een groen-blauw dak te realiseren wordt er een campagne gestart. Met de campagne worden huidige leden van de GBC benaderd, maar daarnaast ook andere particulieren op de Zuidas. Het doel van deze campagne is om in 2020 25000 m² groen-blauw dak op de Zuidas te hebben. Er kan dus geconcludeerd worden dat er vanuit de GBC ambitie is om een deel van de Zuidas waterbergend te maken op particuliere grond. (Kik, 2016)

6 Toekomstige neerslag en berging

Om te bepalen hoeveel neerslag geborgen of vertraagd moeten worden om de Zuidas rainproof te maken moet eerst bepaald worden hoeveel neerslag volgens een weerscenario in de toekomst gaat vallen.

6.1 Neerslag scenario

Voor het onderzoek zijn niet meerdere weerscenario's behandeld, omdat er vanuit de gemeente Amsterdam een weerscenario leidend is voor een waterbergingsontwerp. Dit weerscenario komt overeen met de doelstellingen van het programma Amsterdam rainproof. Dit betekent dat alle deelgebieden van Amsterdam die rainproof ontworpen moeten worden ook op het zelfde neerslag scenario ontworpen worden. Dus ook voor de Zuidas. Het scenario dat leidend is voor dit ontwerp, is een scenario dat een neerslagintensiteit heeft van 83 mm/dag. (M.P. Pieterse, 2015)

Het gekozen neerslagscenario heeft een herhalingsperiode van 20 jaar. De reden dat er gekozen is voor een T=20 bui in plaats van een T=100 bui, is omdat de levensduur van kunststofconstructies tussen de 20 tot 50 jaar ligt. Dit betekent dat de constructie minimaal een keer gebruikt wordt. (M.P. Pieterse, 2015)

Bij het gekozen neerslagscenario is ook rekening gehouden met de klimaatsverandering. De effecten van klimaatsverandering op de neerslagintensiteit in Nederland zijn nu nog niet exact te bepalen, daarom is er een range van +5% t/m 40% meer neerslag. Er is vastgesteld dat er rekening gehouden wordt met een +25% toename van de neerslagintensiteit. (M.P. Pieterse, 2015)

De afvoer van het hemelwater is gesplitst in kavels en openbare ruimte. Bij de kavels is de toegestane afvoer norm 21,6 mm/dag. Dit betekent dat er na een regenbui per dag niet meer dan 21,6 mm/dag afgevoerd mag worden. De reden hiervoor is dat met de maximum norm het huidige watersysteem niet onder druk zal komen te staan. Bij de openbare ruimte is de toegestane afvoer 50 mm/dag. De reden dat deze norm hoger ligt dan bij de kavels is dat binnen 48 uur er geen water meer op het maaiveld mag staan in de openbare ruimte. (M.P. Pieterse, 2015)

Om geen hemelwateroverlast te krijgen is er ook een benodigde waterberging vastgesteld. De waterberging van de kavels en openbare ruimte verschilt, omdat de afvoernormen niet hetzelfde zijn. Voor kavels is de minimum benodigde berging 62 mm/dag. De waterberging die nodig is voor de openbare ruimte is 45 mm/dag. (M.P. Pieterse, 2015)

In tabel 7 is een samenvatting van richtlijnen te zien om op de Zuidas waterneutraal in te richten. Het grijze gebied geeft aan welke richtlijnen leidend zijn voor het onderzoek.

6.2 Waterberging

In deze paragraaf wordt bekeken wat per deelgebied de benodigde waterberging is. De waterberging wordt bepaald naar aanleiding van het vastgestelde neerslagscenario en de gebruiksfuncties die tijdens de gebiedsanalyse naar voren zijn gekomen. In totaal moet er op de Zuidas 158.125 m³ hemelwater geborgen worden op een oppervlakte van 2.635.418 vierkante meter.

6.2.1 Zuidas Noordwest

Het deelgebied Zuidas Noordwest heeft een oppervlakte van 368.042 vierkante meter. Als er volgens het neerslagscenario op dit gebied 62 mm hemelwater zal vallen moet er genoeg waterberging zijn voor 22083 m³ hemelwater. In het Zuidas Noordwest is 16342,4 verhard oppervlakte en 95385,5 groen open gebied. Op de bestaande multifunctionele daken kan in het gebied 5,1 m³ hemelwater geborgen worden. Met de toekomstige bouw waar het verplicht wordt om water te bergen kan in het deelgebied 586,4 m³ hemelwater geborgen worden.

6.2.2 Zuidas Noord

Het gebied de Zuidas Noord heeft een oppervlakte van 220.490 vierkante meter. Dit betekent dat er met het neerslagscenario 13229 m³ hemelwater in het gebied de Zuidas Noord geborgen moet worden. Het gebied heeft 66816,1 openbaar grijs gebied en 41741,3 openbaar groengebied. Er zijn geen groene multifunctionele daken aanwezig in het deelgebied Zuidas Noord. In de toekomst zullen er wel nieuwe gebouwen bij komen die zullen voldoen aan de bouwenvelop. Dit betekent dat er 1305,1 m³ hemelwater geborgen kan worden

6.2.3 Zuidas Noordoost

Zuidas Noordoost heeft een oppervlakte van 1.066.199 vierkante meter. Na een toekomstige regenbui zal in het gebied Kop Zuidas 63972 m³ hemelwater geborgen moeten worden. In Kop Zuidas is er 152890,9 vierkante meter openbaar grijs en 396982,2 vierkante meter openbaar groen waar water geboren kan worden. In het deelgebied is het mogelijk om op de groene daken 87,2 m³ hemelwater te bergen. In het gebied komt ook nieuwbouw waar in de toekomst 1136,3 m³ hemelwater geborgen kan worden.

6.2.4 Zuidas Zuidwest

Het deelgebied Zuidas Zuidwest heeft een oppervlakte van 486.569 vierkante meter. Als er een hevige piekbui over het gebied heentrekt betekent dat er in Zuidas Zuidwest ruimte moet zijn om 29194 m³ hemelwater te kunnen bergen. Het deelgebied heeft 18687,7 vierkante meter verhard gebied en 108750,6 vierkante meter groen gebied. Op dit moment is het in Zuidas Zuidwest mogelijk om 6,8 m³ hemelwater te bergen. Er zal in de toekomst op toekomstige bouw 6443,5 m³ water geborgen kunnen worden.

6.2.5 Zuidas Zuid

Het gebied Zuidas Zuid heeft een oppervlakte van 211.249 vierkante meter. Om de Zuidas Zuid rainproof te maken zal er ruimte gemaakt moeten worden om 12675 m³ hemelwater te bergen. Het hemelwater zou geborgen kunnen worden op 73472,4 vierkante meter openbaar grijs gebied en 11157,4 openbaar groen gebied. In Zuidas Zuid kan op alle verschillende groene sedumdaken 53,2 m³ hemelwater geborgen worden. De totale waterberging op toekomstige bouw zal 564,1 m³ in het gebied zijn.

6.2.7 Zuidas Zuidoost

Het deelgebied Zuidas Zuidoost heeft een oppervlakte van 282.869 vierkante meter. Er zal in het gebied 16972 m³ hemelwater geborgen moeten worden om geen hemelwateroverlast te veroorzaken. In het gebied is er 50917,2 vierkante meter verhard oppervlak en 140602,5 vierkante meter groen oppervlak. Met de hoeveelheid multifunctionele daken in het deelgebied Zuidas Zuidoost kan 86,7 m³ hemelwater geborgen worden. In de toekomst worden ook in dit deelgebied nieuwe gebouwen gerealiseerd. Met deze nieuwbouw zal het mogelijk zijn om 3244,4 m³ hemelwater te bergen.

Tabel 7 Samenvatting van richtlijnen om waterneutraal de Zuidas in te richten (M.P. Pieterse, 2015)

Parameter	Bovengrens	Richtlijn Kavels	Richtlijn Openbare ruimte	Ondergrens
Herhalingstijd	100 jaar	20 jaar	20 jaar	2 jaar
Klimaatverandering	40%	25%	25%	5%
Neerslag	119 mm/dag	83 mm/dag	83 mm/dag	45 mm/dag
Piek intensiteit	10 mm/5 min 61 mm/uur	7 mm/5 min = 40 mm/uur	7 mm/5 min = 40 mm/uur	4 mm/5 min 19 mm/uur
Toegestane afvoer	70 mm/dag	21,6 mm/dag	50 mm/dag	45 mm/dag
Benodigde berging	66 mm	62 mm	45 mm	20 mm
Leeglooptijd	48 uur	157 uur	48 uur	24 uur

7 Maatregelen

In het hoofdstuk maatregelen zal ingegaan worden op de ontwerpfase van het onderzoek. Eerst zal er een waterbalans opgemaakt worden om te bepalen hoeveel hemelwater er geborgen wordt, vervolgens hoeveel er met verschillende maatregelen geborgen kan worden. Uiteindelijk zal er een ruimtelijk ontwerp komen waardoor de Zuidas rainproof kan worden ingericht. Tijdens de inrichting is er meegenomen dat niet alle maatregelen op een plek gecentreerd worden, maar verspreid over alle deelgebieden en verspreid in alle deelgebieden. Dit zal voorkomen dat in de praktijk op sommige locaties geen maatregel gerealiseerd wordt en hemelwater alsnog direct afgevoerd moet worden. Vervolgens wordt in een globaal kostenoverzicht aangegeven hoeveel de ingepaste maatregelen zullen kosten. Dit wordt zowel weergegeven voor de aanleg als voor de beheerkosten. Als laatste wordt aangegeven of de maatregelen haalbaar zijn om op de Zuidas te realiseren.

7.1 Waterbalans

Bij de waterbalans is het de bedoeling dat het duidelijk wordt hoeveel hemelwater er nu geborgen kan worden op de Zuidas en of dit per deelgebied voldoende is om rainproof te zijn. Vervolgens wordt berekend of de regelgeving van de gemeente Amsterdam om toekomstige gebouwen rainproof te maken door middel van de standaard bouwenvolop voldoende is om deelgebieden rainproof te maken. Het laatste deel van de waterbalans is om aan te geven met welke mogelijke maatregelen deelgebieden eventueel als nog rainproof ingericht kunnen worden. De waterbalans is gebaseerd op de toekomstige situatie van de Zuidas in 2030. In tabel 8 is te zien hoeveel volgens de analyse uit hoofdstuk 6 elk deelgebied moet bergen om rainproof te worden.

Tabel 8 Overzicht benodigde berging per deelgebied

Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Noordwest	368.042	0,062	22.819
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Noord	220.490	0,062	13.670
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Noordoost	1.066.199	0,062	66.104
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Zuidwest	486.569	0,062	30.167
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Zuid	211.249	0,062	13.097
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3
Zuidas Zuidoost	282.869	0,062	17.538

7.1.1 Waterbalans huidige situatie

In de analyse is aangegeven dat er in verschillende deelgebieden al maatregelen zijn om hemelwater te bergen. Alle maatregelen zijn multifunctionele daken, dit zijn groene daken of groen-blauwe daken. Voor de groene daken is een waterberging van 0,005 meter/m². De waterberging van de groen-blauwe daken verschilt. In tabel 9 is het overzicht te zien van de verschillende multifunctionele daken die in de Zuidas hemelwater tijdelijk kunnen bergen.

Tabel 9 Huidige waterbergingsmogelijkheden

Waterberging multifunctionele daken	Oppervlakte m2	Berging m3
Zuidas Noordwest	1013	5
Zuidas Noord	-	-
Zuidas Noordoost	1839	87
Zuidas Zuidwest	1366	7

Zuidas Zuid	10642	53
Zuidas Zuidoost	4748	87

Vervolgens is bekeken of er een tekort is aan berging in een deelgebied en als er een tekort is hoeveel het tekort is. In tabel 10 is het overzicht te zien van alle deelgebieden met de tekorten aan waterberging ten opzichte van de huidige situatie. De tabel geeft aan dat op dit moment de maatregelen die in een deelgebied aanwezig zijn niet voldoende zijn om toekomstige piekbuien te bergen, waardoor de Zuidas rainproof zal zijn. Er is af te lezen dat de deelgebieden nog ver van rainproof zijn.

Tabel 10 Waterbalans met de huidige waterbergingsmogelijkheden

Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordwest	368042	0,062	22819	5	22814
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noord	220490	0,062	13670	0	13670
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordoost	1066199	0,062	66104	87	66017
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidwest	486569	0,062	30167	7	30160
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuid	211249	0,062	13097	53	13044
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidoost	282869	0,062	17538	87	17451

7.1.2 Waterbalans toekomstige situatie

In de vorige sub-paragraaf is uit de waterbalans gekomen dat de huidige situatie van de Zuidas niet is ingericht om rainproof te zijn. De gemeente probeert met de standaard bouwenvelop ervoor te zorgen dat de nieuwbouw op de Zuidas hemelwater op de eigen kavel kan bergen. Dit zal zoals aangegeven in de analyse waterneutraal zijn. Op de kavels zal dus minimaal 0,062 meter hemelwater op een vierkante meter geborgen moeten worden. In tabel 11 is te zien hoeveel er dankzij toekomstige gebouwen in een deelgebied extra geborgen kan worden.

Tabel 11 Toekomstige waterberging met water neutrale kavels

Waterberging toekomstige bouw			
Zuidas Noordwest	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	27054	0,062	1677
Zuidas Noord	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	21051	0,062	1305
Zuidas Noordoost	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	22456	0,062	1392
Zuidas Zuidwest	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	106641	0,062	6612
Zuidas Zuid	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	9099	0,062	564
Zuidas Zuidoost	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Gebouwen	52330	0,062	3244

De waterbalans van de toekomstige situatie bestaat uit de huidige waterberging die op de Zuidas als aanwezig is met multifunctionele daken en de waterneutrale toekomstige bouw die hemelwater op de kavels bergt. In tabel 12 is te zien welke deelgebieden nog een tekort hebben aan waterberging in het eigen deelgebied. In de tabel is af te lezen

dat ondanks de toekomstige waterneutrale bouw alle deelgebieden nog niet rainproof zullen zijn. Het tekort is bij sommige deelgebieden wel enigszins gedaald, maar zijn nog niet voor de helft minder dan het tekort zonder nieuwe maatregelen.

Tabel 12 Waterbalans met huidige en toekomstige waterberging

Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordwest	368042	0,062	22819	1682	21136
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noord	220490	0,062	13670	1305	12365
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordoost	1066199	0,062	66104	1479	64625
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidwest	486569	0,062	30167	6619	23549
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuid	211249	0,062	13097	617	12480
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidoost	282869	0,062	17538	3331	14207

7.1.3 Waterbalans met eventuele maatregelen

In beide waterbalansen is aangetoond dat de bestaande en toekomstig geplande maatregelen niet voldoende zijn om de Zuidas rainproof in te richten. Om er uiteindelijk voor te zorgen dat de Zuidas wel rainproof kan worden zijn er in de ontwerpfase enkele mogelijke maatregelen per deelgebied ingepast. De maatregelen om de Zuidas rainproof te maken zijn: infiltratiekratten, stedelijke infiltratiestroken, wadi's / bodempassages, waterretentie op daken, waterpleinen en groen-blauw park. Daarnaast is er voor enkele gebieden vanuit gegaan dat die rainproof ingericht zullen worden. Dit geldt voornamelijk voor de gebieden waar de A10 en het spoor ligt, de begraafplaats, sportvelden en open water. In tabel 13 zijn de mogelijke maatregelen voor elk deelgebied te zien. Bij de tabelkolom berging/m/m2 is over het algemeen een berging van 0,4 meter/m2 aangehouden, omdat dit op de Zuidas toepasbaar is. Bij enkele locaties is een andere berging genomen, omdat dit voor een gebied specifiek moest om het deelgebied rainproof te maken. Voor de gebieden waar van uitgegaan wordt dat deze rainproof ingericht worden is een berging van 0,062 meter/m² genomen.

Tabel 13 Mogelijke waterbergingsmogelijkheden

Mogelijke waterberging openbaar gebied			
Zuidas Noordwest	Oppervlakte m2	Berging/m/m2	Berging m3
Totaal maatregelen	33016		19728
Infiltratiekratten	2403	0,4	961
Stedelijke infiltratiestrook	4595	0,4	1838
Wadi / Bodempassage	21268	0,4	8507
Waterretentie op dak	4750	0,062	294
ongeveer begraafplaats	45870	0,062	2844
A10 en spoor	85220	0,062	5284
Water	30579	0,062	1896
Zuidas Noord			
Totaal maatregelen	21972		12960
Infiltratiekratten	3872	0,4	1549
Stedelijke infiltratiestrook	13729	0,4	5492
Wadi / Bodempassage	2968	0,4	1187
Waterplein	1403	0,4	561

A10 en spoor	67278	0,062	4171
Zuidas Noordoost			
Totaal maatregelen	81079		49173
Infiltratiekratten	8980	0,4	3592
Infiltratiekratten RAI	18960	0,5	9480
Stedelijke infiltratiestrook	7461	0,4	2984
Stedelijke infiltratiestrook RAI	1689	0,4	676
Wadi / Bodempassage	26720	0,45	12024
Wadi / Bodempassage RAI	12920	0,4	5168
Waterretentie op dak	4349	0,062	270
Groen-blauw park	213996	0,07	14980
Water	20440	0,062	1267
A10 en spoor	245237	0,062	15205
Zuidas Zuidwest			
Totaal maatregelen	43572		23585
Infiltratiekratten	24228	0,4	9691
Wadi / Bodempassage	19344	0,4	7738
Sportveld	34354	0,062	2130
Water	41054	0,062	2545
A10 oprit	23892	0,062	1481
Zuidas Zuid			
Totaal maatregelen	29422		13179
Infiltratiekratten	24319	0,4	9728
Wadi / Bodempassage	1662	0,4	665
Waterplein	3441	0,4	1376
Water	22751	0,062	1411
Zuidas Zuidoost			
Totaal maatregelen	21443		15483
Infiltratiekratten	10941	0,4	4376
Stedelijke infiltratiestrook	12039	0,4	4816
Wadi / Bodempassage	1971	0,4	788
Waterretentie op dak	6263	0,062	388
Sportvelden	58063	0,062	3600
Water	24427	0,062	1514

Voor de waterbalans waar de mogelijke maatregelen in mee zijn genomen worden ook de bergingscapaciteit van de bestaande multifunctionele daken en toekomstige water neutrale kavels mee genomen. Tabel 14 geeft de waterbalans aan. Elk gebied heeft een tekort. Het tekort betekent dat er een bergingsoverschot is aan waterberging in een deelgebied. Er kan dus geconcludeerd worden dat elk deelgebied met de mogelijke maatregelen rainproof ingericht kan worden.

Tabel 14 Waterbalans met de bergingscapaciteit van de multifunctionele daken, toekomstige water neutrale kavels en de eventuele maatregelen

Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordwest	368042	0,062	22819	23307	-488
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noord	220490	0,062	13670	14265	-595
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Noordoost	1066199	0,062	66104	67125	-1020
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidwest	486569	0,062	30167	30204	-37
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuid	211249	0,062	13097	13797	-699
Deelgebied	Oppervlakte m2	Neerslag in m	Benodigde berging m3	Totale berging	Tekort
Zuidas Zuidoost	282869	0,062	17538	18814	-1276

7.2 Ontwerp

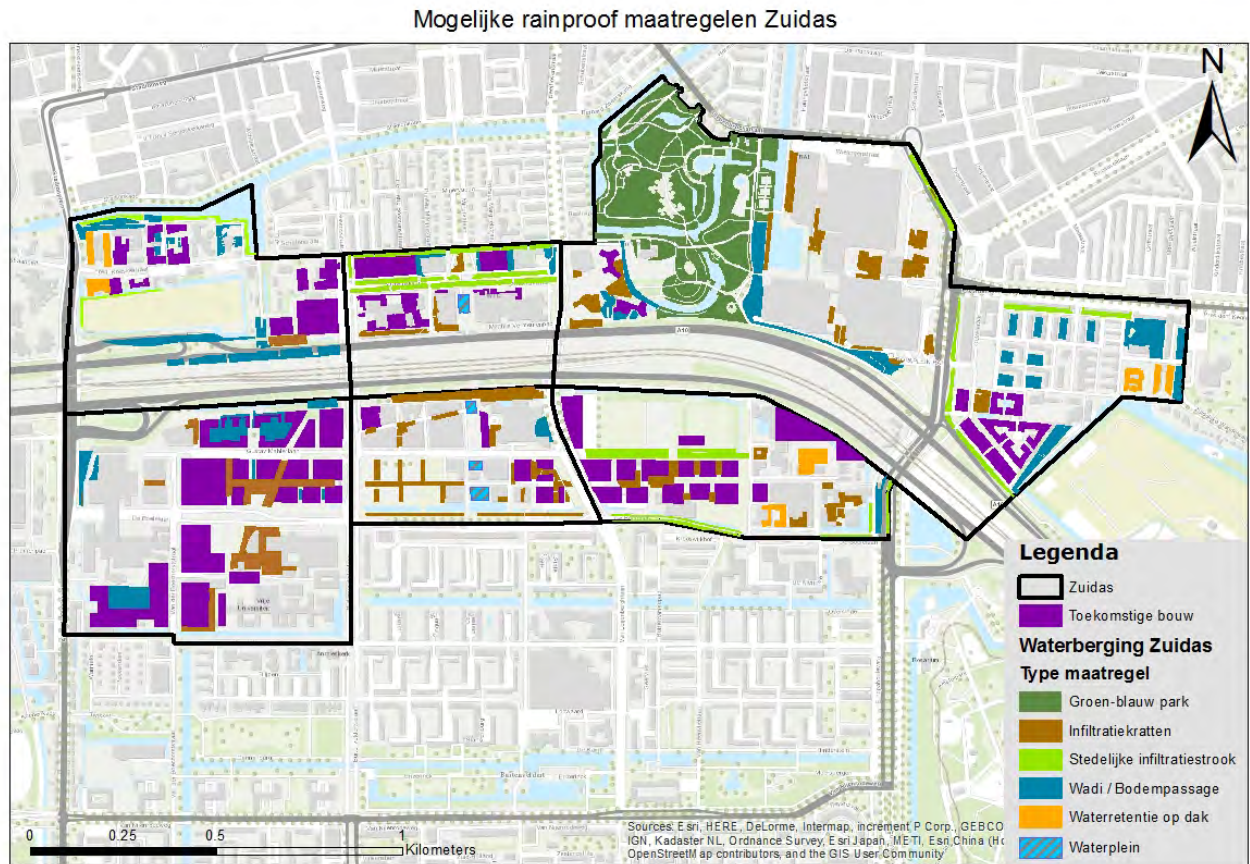
In de ontwerpfase is met de gegevens uit de waterbalans een ontwerp gemaakt waar welke maatregel in een deelgebied het beste toegepast kan worden. De maatregelen die hiervoor gebruikt zijn komen uit de analysefase.

In figuur 37 is de kaart te zien waarop aangegeven is waar de maatregelen op de Zuidas gerealiseerd kunnen worden om het gebied rainproof te maken. In de bijlages J tot en met L zijn de kaarten van elk deelgebied te zien. Over het algemeen is er over de hele Zuidas veel gebruik gemaakt van de maatregel infiltratiekratten. De reden hiervoor is dat het over het hele gebied een toepasbare maatregel is, omdat nergens de gemiddelde hoogste grondwaterstand te hoog zal zijn. Een andere reden is dat op de Zuidas veel openbaar grijs gebied aanwezig is dat toegankelijk moet zijn voor de gebruikers van het openbare gebied. De enige functie waar de maatregel infiltratiekratten voor moest wijken waren de bestaande kabels en leidingen in het gebied, maar onder het openbare grijze gebied wordt de grond nergens anders voor gebruikt, hierdoor zijn deze gebieden ideaal om infiltratiekratten te plaatsen en daardoor het hemelwater tijdelijk vast te houden zonder dat de functie van het gebied hoeft te veranderen.

Op de Zuidas is in verhouding niet veel openbaar groen aanwezig, maar op dit moment is er wel degelijk groen in het gebied of er komt extra groen bij volgens het gebiedsplan tot 2030. De openbare groene gebieden zijn nu niet ingericht om tijdelijk water te bergen. Deze maatregel kan er echter wel voor zorgen dat een groot deel van het hemelwater dat op de Zuidas valt in het openbaar groen geborgen kan worden. Dit kan gedaan worden met stedelijke infiltratiestroken en met wadi's of bodempassages. De maatregel stedelijke infiltratiestroken is voornamelijk toegepast bij openbare groene gebieden die lang en dun zijn. Deze vorm kan namelijk makkelijk opnieuw ingericht worden in een infiltratiestrook. De overige openbare groene gebieden zouden heringericht kunnen worden tot een wadi of bodempassage. De groene gebieden die zijn aangewezen voor deze maatregel hebben een grotere omvang, waardoor het interessanter is om hierin tijdelijk water te laten staan.

In de deelgebieden Zuidas Noord en Zuidas Zuid is in het ontwerp gekozen voor de maatregel waterplein. De gebieden die aangewezen zijn om deze maatregel op toe te passen hebben nu als functie openbaar grijs gebied. In eerste instantie zou het logisch kunnen zijn om net zoals op andere openbare grijze gebieden infiltratiekratten toe te passen, maar onder deze grijze gebieden liggen enkele kabels en leidingen. De pleinen kunnen opnieuw ingericht worden zodat er per plein een laagste punt gecreëerd kan worden waar al het water heen stroomt en tijdelijk kan staan. Dit zal in andere openbare gebieden niet een reële maatregel zijn, omdat alle openbare ruimte bruikbaar moet blijven, maar de pleinen liggen op plekken waar alleen voetgangers komen. De voetgangers kunnen tijdens een piekbui en net na een piekbui om de laag liggende delen lopen van de waterpleinen totdat al het water is afgevoerd.

In drie deelgebieden is er voor gekozen om in het ontwerp mee te nemen om bestaande daken opnieuw in te richten, zodat er op de daken hemelwater geborgen kan worden. Deze maatregel is zo min mogelijk toegepast, omdat deze op daken gerealiseerd zou moeten worden van particulieren. Het is nu nog niet duidelijk welke particulieren interesse hebben om een waterretentiedak te realiseren op het bestaande gebouw. Dit zal betekenen dat er een kans is dat de gemeente deels of volledig deze maatregel zal moeten financieren. De locaties waar deze maatregel toegepast zou moeten worden om de Zuidas rainproof te maken zijn allemaal omringd met openbaar grijs gebied dat veel gebruikt wordt, hierdoor waren waterpleinen geen optie voor deze locaties. Het andere alternatief in openbare grijze gebieden zijn infiltratiekratten, maar op deze locaties lagen onder het maaiveld overal kabels en leidingen. De enige mogelijkheid was dus om het water dat op de daken valt op het dak zelf tijdelijk vast te houden om de hele Zuidas rainproof te maken.



Figuur 37 Totaaloverzicht van alle mogelijk maatregelen om de Zuidas rainproof te maken

7.3 Globale kosten

Voor de mogelijke maatregelen is een kostenoverzicht gemaakt. De input van het overzicht zijn de aanleg- en beheerkosten die zijn aangegeven per maatregel in het hoofdstuk mogelijke maatregelen. Met een globaal kostenoverzicht kan aangetoond worden hoeveel de verschillende maatregelen zullen kosten.

7.3.1 Aanlegkosten

Voor de aanlegkosten is voor de input telkens de hoogste waarde genomen, zodat het kostenoverzicht zo hoog mogelijk uitvalt. Hiervoor is gekozen, omdat alle kosten aannames zijn en het niet zeker is wat de werkelijke kosten zullen zijn. Sommige kosten zijn per vierkante meter berekend en andere maatregelen per kubieke meter. De reden hiervoor is het ervan afhangen welke aanlegprijzen beschikbaar waren. Tabel 31 geeft het globale kostenoverzicht aan voor de aanlegkosten.

Tabel 15 Globaal kostenoverzicht voor de aanleg van de mogelijke maatregelen

Zuidas Noordwest	Oppervlakte m ²	Inhoud m ³	Kosten per m ²	Kosten per m ³	Totale kosten aanleg
Infiltratiekratten	2403	961	€ 23	€ 1.000	€ 1.016.604
Stedelijke infiltratiestrook	4595	n.v.t.	€ 1.200	n.v.t.	€ 5.514.229
Wadi / Bodempassage	21268	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 109.956
Waterretentie op dak	4750	n.v.t.	€ 100	n.v.t.	€ 474.981
Zuidas Noord					
Infiltratiekratten	3872	1549	€ 23	€ 1.000	€ 1.638.133
Stedelijke infiltratiestrook	13729	n.v.t.	€ 1.200	n.v.t.	€ 16.474.702
Wadi / Bodempassage	2968	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 15.346
Waterplein	n.v.t.	561	n.v.t.	€ 1.000	€ 561.281
Zuidas Noordoost					
Infiltratiekratten	8980	3592	€ 23	€ 1.000	€ 3.799.663
Infiltratiekratten RAI	18960	9479,9	€ 23	€ 1.000	€ 9.918.061
Stedelijke infiltratiestrook	7461	2984	€ 1.200	n.v.t.	€ 8.952.607
Stedelijke infiltratiestrook RAI	1689	676	€ 1.200	n.v.t.	€ 2.026.920
Wadi / Bodempassage	26720	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 138.140
Wadi / Bodempassage RAI	12920	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 66.796
Waterretentie op dak	4349	n.v.t.	€ 100	n.v.t.	€ 434.945
Groen-blauw park	213996	14980	n.v.t.	€ 4,95	€ 74.150
Zuidas Zuidwest					
Infiltratiekratten	24228	9691	€ 23	€ 1.000	€ 10.250.926
Wadi / Bodempassage	19344	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 100.009
Zuidas Zuid					
Infiltratiekratten	24319	9728	€ 23	€ 1.000	€ 10.289.700
Wadi / Bodempassage	1662	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 8.593
Waterplein	n.v.t.	1376	n.v.t.	€ 1.000	€ 1.376.289
Zuidas Zuidoost					
Infiltratiekratten	10941	4376	€ 23	€ 1.000	€ 4.629.247
Stedelijke infiltratiestrook	12039	n.v.t.	€ 1.200	n.v.t.	€ 14.447.300
Wadi / Bodempassage	1971	n.v.t.	€ 5	n.v.t.	€ 10.189
Waterretentie op dak	6263	n.v.t.	€ 100	n.v.t.	€ 626.273
				Totaal exact	€ 92.955.042
				Totaal	€ 93.000.000

In totaal zullen de mogelijke maatregelen €93.000.000 kosten om aan te leggen.

7.3.2 Beheerkosten

Net zoals bij de aanlegkosten zijn bij de prijzen voor de beheerkosten de hoogste waardes meegenomen. Voor de uiteindelijke beheerkosten is er een beheertermijn van een levensduur per maatregel meegenomen of de levensduur van het gebied waar een maatregel in gerealiseerd is. De maatregelen infiltratiekratten, stedelijke infiltratiestrook, wadi / bodempassage en waterplein hebben een levensduur van 20 jaar, omdat deze maatregelen in het openbaar gebied gerealiseerd zullen worden. In de praktijk wordt de openbare ruimte eens in de 20 jaar opnieuw ingericht. Dit betekent dat de maatregelen dan ook opnieuw aangelegd moeten worden. De overige maatregelen water retentie op dak en groen-blauw park hebben een langere levensduur. In het kostenoverzicht is ervan uitgegaan dat de maatregelen een levensduur hebben van 50 jaar, maar in de praktijk kan dit langer zijn. Dit hangt af van de kwaliteit waarmee de maatregel is aangelegd en of er nieuwe aanpassingen uitgevoerd zullen worden. In tabel 32 is het globale kostenoverzicht te zien van de beheerkosten. De beheerskosten wordt zowel per jaar als per levensduur weergegeven in de tabel.

Tabel 16 Globaal kostenoverzicht voor de beheerkosten van de mogelijke maatregelen

Zuidas Noordwest	Oppervlakte m2	Beheer per m2/jaar	Totale kosten beheer
Infiltratiekratten	2403	€ 0,09	€ 216
Stedelijke infiltratiestrook	4595	€ 1,1	€ 4.963
Wadi / Bodempassage	21268	€ 0,3	€ 5.742
Waterretentie op dak	4750	€ 25	€ 118.745
Zuidas Noord			
Infiltratiekratten	3872	€ 0,09	€ 348
Stedelijke infiltratiestrook	13729	€ 1,1	€ 14.827
Wadi / Bodempassage	2968	€ 0,3	€ 801
Waterplein	1403	€ 838	€ 1.175.462
Zuidas Noordoost			
Infiltratiekratten	8980	€ 0,09	€ 808
Infiltratiekratten RAI	18960	€ 0,09	€ 1.706
Stedelijke infiltratiestrook	7461	€ 1,1	€ 8.057
Stedelijke infiltratiestrook RAI	1689	€ 1,1	€ 1.824
Wadi / Bodempassage	26720	€ 0,3	€ 7.214
Wadi / Bodempassage RAI	12920	€ 0,3	€ 3.488
Waterretentie op dak	4349	€ 25	€ 108.736
Groen-blauw park	213996	€ 0,3	€ 66.339
Zuidas Zuidwest			
Infiltratiekratten	24228	€ 0,09	€ 2.180
Wadi / Bodempassage	19344	€ 0,3	€ 5.223
Zuidas Zuid			
Infiltratiekratten	24319	€ 0,09	€ 2.189
Wadi / Bodempassage	1662	€ 0,3	€ 449
Waterplein	3441	€ 838	€ 2.882.294
Zuidas Zuidoost			
Infiltratiekratten	10941	€ 0,09	€ 985
Stedelijke infiltratiestrook	12039	€ 1,1	€ 13.003
Wadi / Bodempassage	1971	€ 0,3	€ 532
Waterretentie op dak	6263	€ 25	€ 156.568
Totaal per jaar			€ 4.582.702
Totaal			€ 4.600.000
Totaal per levensduur			€ 105.165.701
Totaal			€ 105.000.000

De totale beheerkosten per levensduur van de maatregelen zullen €105.000.000 zijn. Het jaarlijkse bedrag voor het beheren van de mogelijke maatregelen zal € 4.600.000 per jaar zijn.

7.4 Haalbaarheid

Nu de ontwerpfase is afgerond ligt er een plan dat opgenomen kan worden in de visie van de gemeente Amsterdam en het centraal stedelijk projectgebied Zuidas om de Zuidas rainproof te maken, maar met alleen input voor de visie is er een kleine kans dat het ook uitgevoerd zal worden. Het is daarom van belang om aan te tonen dat het uitgewerkte plan ook haalbaar is. De haalbaarheid van het plan zal aangetoond worden op technische, economische en maatschappelijke haalbaarheid.

De technische haalbaarheid moet kunnen aantonen dat alle maatregelen die ingepast kunnen worden ook uitvoerbaar zijn met de middelen en kennis die nu bestaan. Met de economische haalbaarheid moet duidelijk worden of het plan te financieren is. De maatschappelijke haalbaarheid moet kunnen aantonen of niet te veel weerstand tegen het uitgewerkte plan kan komen. De weerstand kan zowel van de gebruikers als van de gemeente zelf komen.

7.4.1 Technische haalbaarheid

In deze sub paragraaf zal ingegaan worden op de haalbaarheid van de maatregelen van waterretentie op daken, openbare groene ruimte en openbare grijze ruimte.

Retentie daken

Daken van bestaande bouw zijn niet berekend op situaties waar 60 mm hemelwater geborgen moet worden en al helemaal niet in combinatie met een groen dak. De meeste daken zijn berekend op een hoeveelheid sneeuwbelasting, maar dat zal alleen een deel van de benodigde berging kunnen dekken. Het is echter mogelijk om de belasting van het dak te verplaatsen naar de muren. Dit is een goede oplossing, omdat muren van een gebouw een hogere belasting aankunnen dan daken. Het is mogelijk door op daken H-profielen te plaatsen.

Het is ook mogelijk om tijdens een renovatie van een gebouw rekening te houden met het aanleggen van een groen-blauw dak. Tijdens het ontwerp van de renovatie kan in het plan de ballast van een groen-blauw dak meegenomen worden.

Maatregelen voor openbaar groen

Voor alle maatregelen die toegepast kunnen worden binnen de Zuidas was het belangrijk dat er geen te hoge grondwaterstand en een slecht doorlatende bodem zijn. Uit de fysisch geologische analyse is gebleken dat voor de punten waar de maatregelen toegepast worden geen te hoge grondwaterstand is, waardoor het water niet diep genoeg zou kunnen infiltreren. De eerste 5 meter grond van de Zuidas bestaat uit een goed doorlatende laag, waardoor het water naar het grondwater kan infiltreren. Er zijn slechts op enkele locaties plekken waar extra doorlatende grond toegevoegd moet worden.

Op 7 november 2016 is er op de Zuidas in het deelgebied Kop Zuidas een water vertragende groenstrook geopend. Dit is het zelfde idee als de maatregel stedelijke infiltratie stroken. De groenstrook laat zien dat het mogelijk is om een goed functioneerde strook aan te leggen die ervoor zorgt dat er tijdelijk hemelwater vastgehouden kan worden en vervolgens afgevoerd wordt. De kennis die tijdens dit project is opgedaan kan een vervolg zijn om de mogelijk locaties die in het ontwerp zijn aangegeven in te richten met de maatregel stedelijke infiltratiestrook.

In Nederland worden nu al enkele jaren op veel verschillende plekken wadi's aangelegd. Dit wordt zowel in het hogere en droge oosten van het land gedaan als in het lagere en natte westen. Dit geeft aan dat er al veel ervaring is opgedaan om wadi's in verschillende omstandig heden aan te leggen. Er kan dus vanuit gegaan worden dat het technisch haalbaar is om wadi's in de Zuidas aan te leggen om het gebied rainproof te maken.

In de inventarisatie van maatregelen was aangegeven dat een maatregel was om bestaande verharde parken herinrichten met meer onverharde delen en groen of een groenpark bestendiger te maken te hevige regenbuien. In de ontwerpfase is er alleen voor gekozen om een bestaand onverhard park opnieuw in te richten zodat het bestand is tegen toekomstige piekbuien. Deze maatregel is technisch haalbaar, omdat het bestaande park bepaalde delen aan de hand van een verder uitgewerkt plan opnieuw ingericht kan worden. Hiervoor hoeft alleen grond voor verzet te worden en zijn geen technische constructies nodig.

Maatregelen voor openbaar grijs

Net zoals bij de maatregelen voor openbare groene gebieden is het van belang dat de grondwater niet te hoog kan staan. Om er zeker van te zijn dat overal tot een even grote diepte de maatregelen toegepast kunnen worden is er een maximum diepte van 0,4 meter onder maaiveld aangehouden. Het grondwatermodel uit de analyse gaf aan dat nergens het grondwater tijdens en vlak na een piekbui hoger zou komen dan -0,4 meter ten opzichte van het maaiveld. In figuur 38 is te zien hoe hemelwater van een dak afwatert naar een stedelijke infiltratiestrook.

De maatregel infiltratiekratten is technisch gezien geen maatregel waar de aanleg door een tekort aan technische kennis niet gerealiseerd kan worden. Het grootste probleem bij de aanleg is dat infiltratiekratten niet aangelegd kunnen worden op plekken waar kabels en leiding lopen. Tijdens het ontwerp is dit al meegenomen en daardoor liggen de aangewezen locaties niet op plekken waar ook kabels of leidingen lopen. In Nederland zijn er veel bedrijven die ervaring hebben bij het aanleggen van infiltratiekratten, daarnaast is er binnen de gemeente Amsterdam ook ervaring met plannen waar infiltratiekratten aangelegd zijn. Het aanleggen van infiltratiekratten is technisch gezien haalbaar.

De maatregel waterpleinen zal technisch gezien een maatregel zijn waar nog problemen kunnen ontstaan, omdat het nog niet vaak voorkomt dat een openbaar gebied dat normaal toegankelijk is voor voetgangers nu tijdelijk water vasthoudt. In het ontwerp moet er rekening gehouden worden dat niet het hele gebied even diep moet komen, maar dat het geleidelijk afvlakt naar een diepste punt. Als dit niet zou gebeuren is al snel het hele gebied niet toegankelijk voor voetgangers. Er zijn al voorbeelden van waterpleinen die tijdelijk water vasthouden en die, als het watersysteem niet meer vol zit, het geborgen water afvoeren. De maatregel is technisch haalbaar, maar er moet wel tijdens het ontwerp van een waterplein aandacht besteed worden aan de vorm van het plein en waar het water heen stroomt.



Figuur 38 Uitlaat van de hemelafvoer vanaf gebouwen langs de stedelijke infiltratiestrook in Kop Zuidas (Programma Rainproof, 2016)

7.4.2 Economische haalbaarheid

Om de maatregelen economisch haalbaar te maken moet van twee kanten een investering gedaan worden. Aan de ene kant moeten particulieren in de Zuidas bereid zijn om te investeren en aan de andere kant moet de gemeente Amsterdam investeren in maatregelen. Enkele maatregelen zijn ingepast op particuliere gronden. Voor de particulieren kan dit in eerste instantie alleen gezien worden als een kostenpost, maar een groen-blauw dak kan een meerwaarde voor een pand zijn, doordat een dak een functie krijgt en niet alleen beheerd moet worden (Vlijm, 2016). Dit zorgt er voor dat de investering die een particulier moet doen ook geld zal opleveren, daarnaast kan een het aanleggen van een groen-blauw dak gecombineerd worden met het renoveren van gebouwen of daken. Door het te combineren met een renovatie kunnen de kosten lager uitvallen. Bij nieuwe gebouwen kunnen particulieren in het bouwplan meenemen dat er een waterneutraal gebouw moet komen. Dit zal door de hoge grondprijzen op de Zuidas voordeliger zijn dan op een andere locatie grond moeten aankopen om daarmee je wateropgave te compenseren. Op dit moment kan een ontwikkelaar de gemeente een bedrag van 120 euro/m² betalen om ergens in het watersysteem waar de Zuidas onder valt om extra wateroppervlak te maken. Door het op de kavel te compenseren zit de 120 euro/m² al in de grondprijs verwerkt en hoeft een projectontwikkelaar geen extra kosten te maken voor watercompensatie.

De gemeente zal voornamelijk moeten investeren in maatregelen die in de openbare ruimte komen, want de gemeente is verantwoordelijk voor de openbare ruimte. De gemeente zal eens in de zoveel jaar de openbare ruimte op de Zuidas moeten vervangen. Tijdens het vervangen kan een rainproof maatregel meegenomen worden. Dit scheelt in de kosten. Het weerscenario dat leidend is om de Zuidas rainproof te maken heeft een herhalingsstijd van 20 jaar. De openbare ruimte wordt tussen de 20 en 50 jaar vervangen. Dit betekent dat de maatregelen die aangelegd worden minimaal 1 keer gebruikt zullen worden. Het zal de gemeente Amsterdam dus wel extra geld kosten, maar dit hoeven geen grote kosten te worden. Daarnaast zorgt een investering om de Zuidas rainproof te maken er voor dat er geen grote schade ontstaat en dus hoge herstellkosten door wateroverlast. Figuur 39 geeft het Polderdak in Kop Zuidas weer. Het Polderdak is een voorbeeld waar de gemeente Amsterdam samen heeft gewerkt met een gebouweigenaar om een waterretentie dak te realiseren.



Figuur 39 Waterretentie dak het Polderdak op de Kop Zuidas (Michon)

7.4.3 Maatschappelijke haalbaarheid

Om de Zuidas rainproof te maken is er vanuit alle gebruikers inzet nodig, dus zowel van de gemeente Amsterdam als de particulieren.

Op dit moment leeft het realiseren van water retentiedaken nog niet bij de gebruikers van de Zuidas, maar de afgelopen jaren is er wel wateroverlast geweest in Amsterdam en ook de Zuidas. Door deze wateroverlast waren de gebouwen op de Zuidas niet of slecht bereikbaar. Als de kantoren niet bereikbaar zijn kan een bedrijf niet optimaal functioneren, waardoor een bedrijf niet optimaal omzet kan maken. De Green Business Club is van plan om met alle leden de ambitie die uitgesproken is te behalen. De inspanningen van de huidige gebruikers van de Zuidas zouden dus mede de Zuidas rainproof maken. Binnen de Zuidas is een prestigestrijd bezig tussen gebouweigenaren om een zo duurzaam mogelijk gebouw te krijgen. Een onderdeel van een duurzaam gebouw is het bergen van water op je eigen kavel. Deze strijd kan er voor zorgen dat toekomstige gebouweigenaren en al aanwezige gebouweigenaren aan de eisen willen voldoen om genoeg water te bergen op de gebouwkavel.

Vanuit de gemeente Amsterdam is het programma rainproof opgesteld. Dit geeft aan dat de gemeente ambitie heeft om Amsterdam en dus ook de Zuidas bestendig te maken tegen toekomstige piekbuien. Naast dat de gemeente de ambitie heeft moet de gemeente ook de maatschappelijk verantwoordelijkheid nakomen. Het is de zorgplicht van de gemeente dat er geen wateroverlast kan ontstaan. De gemeente zal moet het publieke geld moeten investeren om deze taak te vervullen.

Het is dus aannemelijk dat de maatregelen om de Zuidas rainproof te maken maatschappelijk haalbaar zijn, omdat alle partijen er baat bij hebben als het gerealiseerd is. In figuur 40 is een maquette van een toekomstig gebouw te zien die zal voldoen aan alle watereisen van de gemeente Amsterdam die zijn opgesteld in de standaard bouwenvelop.



Figuur 40 Maquette The Valley ingericht voor groen en waterberging (Bruin, Maquette The Valley)

8 Conclusie

Uit de fysische analyse kan opgemaakt worden dat de grondsoorten en grondwaterstand geen belemmering hoeven te zijn om verschillende maatregelen aan te leggen. Op dit moment is de Zuidas hoog stedelijk ingericht, waardoor er op weinig plekken direct hemelwater kan infiltreren. Uit de sociaal geologische analyse blijkt dat er in de toekomst meer gebouwen gerealiseerd zullen worden waar hemelwater op de kavel van een gebouw tijdelijk vastgehouden kan worden. Op de Zuidas zijn nu enkele risicogebieden die er voor kunnen zorgen dat er een grote economische en maatschappelijke schade kan ontstaan als deze gebieden last krijgen van afstromend hemelwater.

Op dit moment zijn er weinig partijen die op dit moment willen mee werken om de Zuidas rainproof te maken. Vanuit vele gebruikers is de Green Business Club een overkoepelende organisatie die komend jaar wil inventariseren of er bedrijven zijn die de ambitie die de organisatie heeft opgesteld willen waarmaken.

Om de Zuidas rainproof te maken wordt vast gehouden aan het weerscenario dat de gemeente Amsterdam heeft vastgesteld en wat ook wordt gehanteerd bij het programma Rainproof. Dit betekent dat de maatregelen er voor moeten zorgen dat er geen wateroverlast zal ontstaan door een T=20 bui met een neerslag van 83 mm/dag.

Om deze bui aan te kunnen en de Zuidas dus rainproof te maken is een gecombineerd maatregelenpakket nodig bestaande uit maatregelen die toegepast kunnen worden op particuliere grond en de openbare ruimte. Met de verschillende maatregelen kan elk deelgebied in de Zuidas hemelwaterneutraal ontworpen worden of kan zelfs een bergingsoverschot gecreëerd worden. Hoewel de bestaande multifunctionele daken en de toekomstige water neutrale kavels een goede start vormen, wordt hiermee volledige waterneutraliteit nog niet behaald. De extra toevoegingen voor het gehele plan brengen investeringskosten met zich mee van €105.000.000 en het beheren van de maatregelen kost € 4.600.000 per jaar. Het maatregelenpakket blijkt de aangenomen effecten mogelijk technisch, economisch als maatschappelijk haalbaar en daardoor uitvoerbaar. Het is nog niet met zekerheid te zeggen of het maatregelenpakket volledig haalbaar is, om hier van zeker te zijn zal het plan gedetailleerder uitgewerkt moeten worden.

Met de verschillende maatregelen kan hemelwater van een piekbui in de haarvaten van het watersysteem opgevangen worden. Dit zorgt er niet alleen voor dat in het projectgebied de Zuidas in de toekomst met de aangehouden intensiteitsbui geen wateroverlast zal ontstaan door hemelwater, maar ook dat de druk op het grotere watersysteem van Amsterdam en Nederland kleiner wordt. Hoewel de invloed van een projectgebied voor een effect op het watersysteem van Nederland klein lijkt, kan dit project wel een voorbeeld zijn voor de andere verstedelijkte projectgebieden en stadsdelen van Amsterdam en Nederland. Als alle bestaande verstedelijkte gebieden en alle toekomstige verstedelijkte gebieden door urbanisatie rainproof ingericht zullen worden, zal het wel effect hebben. Alle stedelijke gebieden zullen minder afstroom hebben naar de grotere waterlichamen en uiteindelijk de grote rivieren. Dit betekent dat de al toegenomen afvoer van de grote rivieren niet nog meer zal toenemen, waardoor afwateren naar de zee niet nog moeilijker zal worden. Er kan dus geconcludeerd worden dat als alle stedelijke gebieden in Nederland het gebied opnieuw inrichten niet alleen de wateroverlast lokaal voorkomen kan worden, maar ook in heel Nederland de kans op wateroverlast kleiner wordt. Dit zou ook overgenomen kunnen worden door andere landen in laag liggende gebieden of door de landen die bovenstrooms liggen en in eerste instantie alles afvoeren. Het gezamenlijke toekomstige doel zou kunnen zijn dat gebieden meer water in de haarvaten van het watersysteem vastgehouden moet worden, zodat de veiligheid en wateroverlast van ander beperkt zal worden. Dit onderzoek en het vervolg er van door gemeente Amsterdam kan de eerste stap zijn naar dit gezamenlijke maatschappelijke doel. Het vervolg zal een nauwe samenwerking moeten zijn met alle overheidsinstanties die verantwoordelijk zijn voor het watersysteem en de gebruikers die in een gebied actief zijn.

9 Aanbevelingen

Vanuit het onderzoek zijn enkele aanbevelingen naar voren gekomen die uitgevoerd kunnen worden om het onderzoek zelf te vervolgen of krachtiger te maken.

De maatregelen die nu aangegeven zijn in de ontwerpfase geven alleen aan hoe groot een maatregel moet worden om een bepaalde hoeveelheid hemelwater te bergen. Een vervolgstap is om elke maatregel op detailniveau verder uitwerken, zodat deze in een stedelijk plan opgenomen kan worden.

De maatregelen die in het onderzoek verspreid over de Zuidas zijn ingepast zorgen er ook voor dat de afstroming van het hemelwater over het maaiveld aangepast moet worden. De afstroming van het hemelwater zou heringericht moeten worden, waardoor het naar de nieuwe tijdelijke berging kan stromen. Dit zal per deelgebied ontworpen moeten worden, omdat elk deelgebied waterneutraal is ontworpen is met de geplande maatregelen.

Het onderzoek geeft aan de hand van het ontwerp een globaal kostenoverzicht. Het is interessant om te bepalen wat de maatschappelijke kosten en baten van het uitgewerkte plan kunnen zijn. Om hier achter te komen zouden civiel technische studenten het plan kunnen doorrekenen, zodat het duidelijk wordt hoeveel een maatregel kost en uiteindelijk zal opleveren.

Vanuit de Hogeschool van Amsterdam is een onderzoek bezig over de mogelijkheid om straten tijdens een renovatie opnieuw in te richten waardoor er in een straat tijdelijk water geborgen kan worden. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen ook voor de Zuidas interessant zijn, omdat de straten in de Zuidas dan water kunnen bergen. Als dit mogelijk is zou er minder geïnvesteerd hoeven worden in andere maatregelen uit dit onderzoek.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat er nog weinig bewustzijn is bij particulieren dat er over de hele Zuidas 60 mm/m² geborgen moet worden. Dit komt mede, doordat het bergen van 60 mm/m² eerst een ambitie was en pas per december 2016 beleid van de gemeente Amsterdam is geworden. Het is van belang dat er een grotere bewustwording komt bij de particulieren. Deze bewustwording kan gecommuniceerd worden via de Green Business Club. Er zal ook een goede communicatie met de GBC moeten komen over bedrijven die interesse hebben om groen-blaue daken te realiseren op bestaande bouw. Als uit gesprekken blijkt dat die interesse er is zouden er minder vierkante meters maatregel in deelgebieden nodig zijn, waardoor het rainproof te maken van de Zuidas sneller te realiseren zal zijn. Uit de sociaal geologische analyse is gebleken dat dit mogelijk is, omdat er veel platte daken aanwezig zijn op de Zuidas waar groen-blaue daken gerealiseerd kunnen worden.

Om bij een nieuw gebouw aan de wateropgave te voldoen wordt nu vaak water in het gebied van het watersysteem gegraven op kosten van de gebouwwontwikkelaar. Dit betekent dat een ontwikkelaar nu naast de grond voor het gebouw ook grond moet aankopen voor het open water. De grondprijs voor het open water is voor de Zuidas 120 euro/m². Als ontwikkelaars in de toekomst in plaats van watercompensatie in het gebied hemelwater gaan bergen op een kavel zal er een mindering op de grondprijs zijn. Er zal geen extra grondaankoop gedaan hoeven worden, hierdoor kan een ontwikkelaar meer winst maken op een gebouw.

In de Kop Zuidas zijn meerdere particulieren woningen die een eigen tuin hebben. Door bewoners te stimuleren om de tuin rainproof in te richten zal er minder hemelwater afstromen naar de openbare ruimte, waardoor de maatregelen minder groot aangelegd hoeven te worden. De bewoners kunnen het best bereikt worden door Programma Rainproof beter te verspreiden onder de bewoners.

10 Zelfreflectie

Vooraf aan het onderzoek heb ik eerst geprobeerd om de vraag van de gemeente concreet te maken. Door de vraag concreet te maken creëerde ik voor mijzelf een goed beeld van de onderwerpen die aanbod moesten komen tijdens het onderzoek. Het werd voor mij duidelijk dat er eerst een gebiedsanalyse moet komen, vervolgens een inventarisatie van maatregelen om het gebied rainproof te maken en hoe veel hemelwater er geborgen moest worden om de Zuidas rainproof te maken. Vanuit de gemeente kwam ook de vraag om een inventarisatie te doen, zodat bepaald kon worden welke particulieren interesse hebben om mee te werken aan een rainproof Zuidas. Vervolgens kon ik met de vergaarde informatie aan de ontwerpfase beginnen om er een integraal plan van te maken. In dit hoofdstuk was, naast het opstellen van een rainproof plan, voor mij van belang om aan te geven of het ontworpen plan ook haalbaar is. Ik vond dit belangrijk, omdat ik niet een plan wil opstellen dat alleen een mooi plan is maar dat ook verder gebruikt kan worden in de praktijk om de Zuidas daadwerkelijk rainproof te maken. Om dit te versterken moest aan het begin van het rapport een duidelijke achtergrond geschetst worden over de reden waarom dit onderzoek gedaan moest worden. Door een duidelijke achtergrond te geven zullen toekomstige lezers het belang inzien van de ingrepen die uitgevoerd moeten worden om de Zuidas rainproof te maken.

Tijdens het onderzoek zijn verschillende methodes gebruikt. Zo is voor de analyse van het gebied de triplex-methode gebruikt om het hele gebied in de verschillende lagen te analyseren. Niet alle elementen die tijdens een triplex analyse aan bod komen zijn meegenomen in de analyse, omdat deze niet van toepassing zijn voor het onderzoek. Het zou onnodige informatie zijn om het uiteindelijke doel te behalen. Om uit alle uitkomsten van de analyse een conclusie te trekken is een SWOT-analyse gebruikt. Met een SWOT-analyse kan overzichtelijk aangegeven worden waar tijdens de ontwerpfase verder op doorgewerkt kan worden en waar op gelet moet worden. In de ontwerpfase is er voor gekozen om de Zuidas te splitsen in verschillende deelgebieden. De reden hiervoor is dat er gericht maatregelen ingepast kunnen worden. Het gevaar kon zijn dat er in een deel van de Zuidas alle maatregelen ingepast zouden worden, waardoor er op een deel te weinig maatregelen zouden komen. De Zuidas heeft al verschillende deelgebieden, maar veel van deze gebieden waar te klein dus is er voor gekozen om een nieuwe indeling voor dit onderzoek te maken.

Voor het onderzoek was er van veel verschillende mensen informatie nodig. Zowel intern bij de gemeente Amsterdam als externe experts. Om al deze informatie te vergaren heb ik met al deze mensen contact gezocht. Dit proces is goed verlopen. Echter is het voornaamste verbeterpunt dat naar voren is gekomen tijdens het proces van het onderzoek dat ik intern beter zou kunnen communiceren. Tijdens het onderzoek was ik veel op mezelf bezig en heb ik weinig mijn bevindingen gedeeld met de werkgroep water of met mijn begeleiders. Bij een gesprek tussen mijn begeleiders van de gemeente Amsterdam, Van Hall Larenstein en mezelf kwam dit naar voren. Hierna heb ik mijn tussentijdse bevindingen gedeeld met de werkgroep water van de Zuidas. Dit bleek nuttig te zijn, omdat er ideeën geopperd werden die de uitkomsten van het onderzoek krachtiger zouden maken. Het grootste leermoment is dus geweest dat ik niet te lang het onderzoek bij mezelf moet houden maar ook anderen er bij moet betrekken, hierdoor kan je goede inbreng krijgen. Er zal ook meer draagvlak komen binnen de organisatie, omdat men er dan tijdens het proces al enkele keren bij betrokken is geweest en niet alleen achteraf.

Bibliografie

- Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report. (2013). *Climate Change 2013*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Amsterdam Rainproof. (2014). *Programmaplan Amsterdam Rainproof*.
- Amsterdam Rainproof. (n.d.). *toolbox*. Retrieved 12 12, 2016 from rainproof: <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiestroken-met-bovengrondse-opslag>
- atelier GROENBLAUW. (n.d.). *groenblauwenetwerken*. Retrieved 10 13, 2016 from waterdaken: <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/water-roofs-2/>
- atelier GroenBlauw. (2016). *groenblauwenetwerken*. Retrieved 12 17, 2016 from Wadi's: <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/bioswales/>
- Bingham-Hall, P. *Bishan Park*.
- Bleuze, H. P. (2012). Extensieve groene daken. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Grindkoffers / Sleuven / Omgekeerde drainage. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Groen waterplein Bellamyplein. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Groene daken. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Infiltratiekratten en infiltratieputten. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Infiltratievelden en infiltratiestroken met bovengrondse opslag. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Intensieve groene daken. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Waterdaken. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for life.
- Bleuze, H. P. (2012). Waterpleinen. In H. P. Bleuze, *Groenblauwe netwerken*. Delft: coop for live.
- Broeksteeg, D. (2009). *Onderzoeksrapport*. Velp: Hogeschool Van Hall Larenstein.
- Bruin, S. d. *Maquette The Valley*. Amsterdam.
- Bruin, S. d. *Station Zuidas*. Amsterdam.
- Diepen, R. v. (2014). *Functioneren*. Amsterdam: Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau.
- d'Ersu, S. L. *Green zones in public spaces / Rainwater harvesting system connected to the theater*.
- Gemeente Amsterdam. (2016, 10 14). *Bouwenvelop standaard*. Amsterdam.
- Green Business Club Zuidas. (2016). *Jaarplan 2016*.
- GROENBLAUW, a. *Rainwater storage*. atelier GROENBLAUW.
- GROENBLAUW, a. *Water square*. atelier GROENBLAUW.
- Helkantplant. (2015, Mei). *heltantplant*. Retrieved 12 15, 2016 from nieuws: <http://heltantplant.nl/nieuws/>
- Het Parool. (2015, 08 24). Veel wateroverlast door wolkbreek boven Amsterdam. *Het Parool*.
- Hoekstra, T. (2016). *Blauwe daken nader beschouwd*. Rotterdam: Gemeente Rotterdam.
- Kik, E. (2016). *Communicatieplan Polderdak Zuidas 25000by2020*.
- KNMI. (2014). *klimaatsscenarios*. Retrieved 09 27, 2016 from scenario's samengevat: http://www.klimaatsscenarios.nl/scenarios_samengevat/index.html

- KNMI. (2014). *klimaatsscenario's*. Retrieved 12 20, 2016 from Fijnmazige modellen: http://www.klimaatsscenario's.nl/toekomstig_weer/augustus_2010.html
- KNMI. (2015, 08 24). *knmi*. Retrieved 12 2016, 20 from Geografische overzichten van het weer in Nederland: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten>
- KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT. (2016). *Neerslagreeksen weerstation Weesp*.
- KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT. (2016). *Nerrslag reeksen weerstation Hoofddorp*.
- Linden, M. v. *Section scheme*. atelier GROENBLAUW.
- Linden, M. v. *Section scheme of a bioswale during rainfall*. atelier GROENBLAUW.
- M.P. Pieterse, T. T. (2015). *Notitie Richtlijn waterneutraal ontwerpen en bouwen van kavels en openbare ruimte*. Ingenieursbureau Amsterdam. Amsterdam: Gemeente Amsterdam.
- Michon, M. *Polderdak*. Amsterdam.
- Mollema, A. (2016, 12 19). Aanlegkosten waterplein Rotterdam. (S. Kapper, Interviewer)
- Monkelbaan, M. (2016, 11 16). Informatie aanleg groen-blauw dak. (S. Kapper, Interviewer)
- Nijs, F. *Water roof on Walter Bos Complex, Apeldoorn*.
- Oosterhuis, M. H. (2015). *Beheerplan Park Lingezege*. Projectbureau Park Lingezege. Optiegroen. *Retentiedak Boelelaan Amsterdam*. Optiegroen.
- Programma Rainproof. (2016, 06 20). *rainproof*. Retrieved 12 20, 2016 from Watervetragende groenstrook Kop Zuidas: <https://www.rainproof.nl/watervetragende-groenstrook-kop-zuidas>
- Rijksoverheid. (2016). *bodemrichtlijn*. Retrieved 12 15, 2016 from Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit: <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodemsaneringstechnieken/c-grondverzet/c2-open-ontgraven/open-ontgraven-kosten-verwijderen-grond>
- Rotterdam, d. *Impression of Bellamyplein*.
- Sofronas, D. *Polybed*. www.terricola.nl.
- Spaan, K. (2016, 11 21). De waterberging ambitie van de GBC. (S. Kapper, Interviewer)
- TNO, Geologische Dienst Nederland. (n.d.). *dinoloket*. Retrieved 10 25, 2016 from ondergrondgegevens: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- Vlijm, H. (2016, Oktober 27). Informatie groene daken. (S. Kapper, Interviewer)
- Amsterdam.
- WOLTHUIZEN, A. O. (2016, 06 23). Wateroverlast door flinke regen- en onweersbuien. *Het Parool*.
- www.indrabv.nl, I. b. *Infiltration boxes are being installed*.

Bijlage A

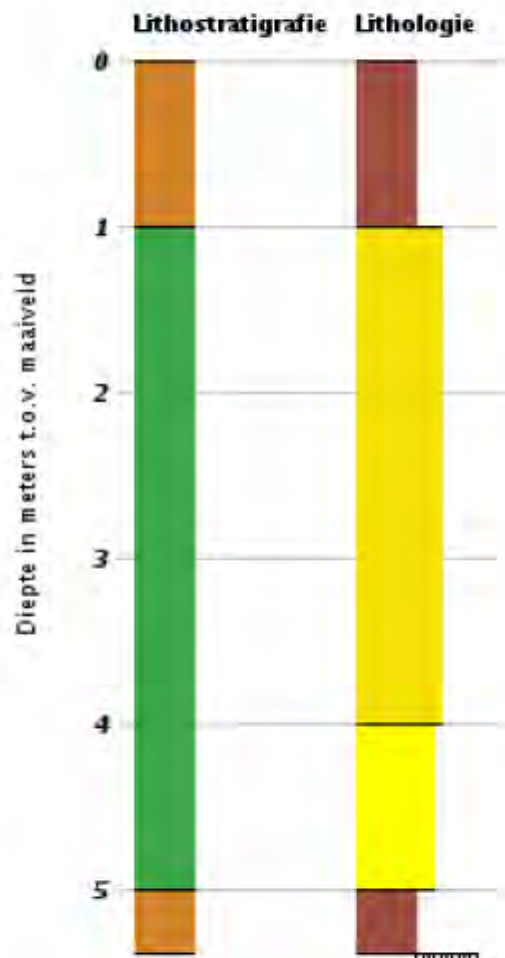
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25D0573

Coördinaten: 119010, 483880

Maaiveld: 0,00 m t.o.v. NAP

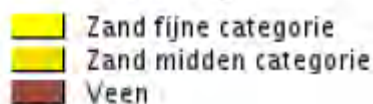
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 5,38 m



Lithostratigrafie



Lithologie



Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25D3285

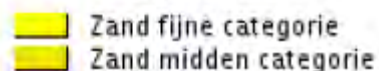
Coördinaten: 119834, 483790

Hoogte maaiveld niet bekend.

Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 2,00 m



Lithologie



Bijlage B

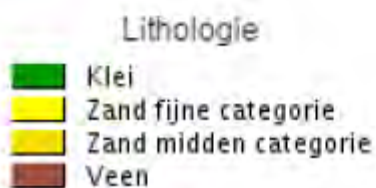
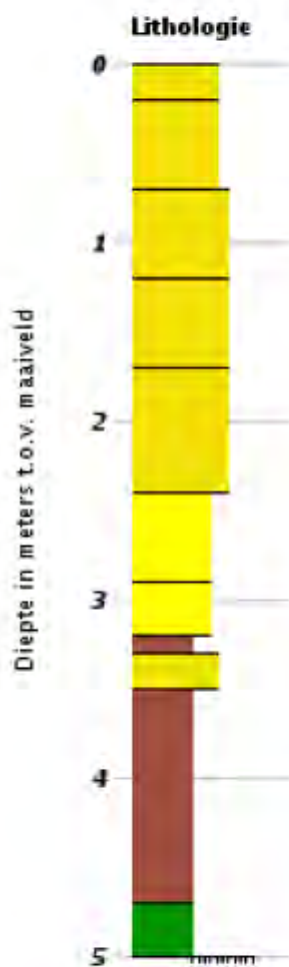
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25G6278

Coördinaten: 120985, 483316

Maaiveld: 0,67 m t.o.v. NAP

Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 5,00 m



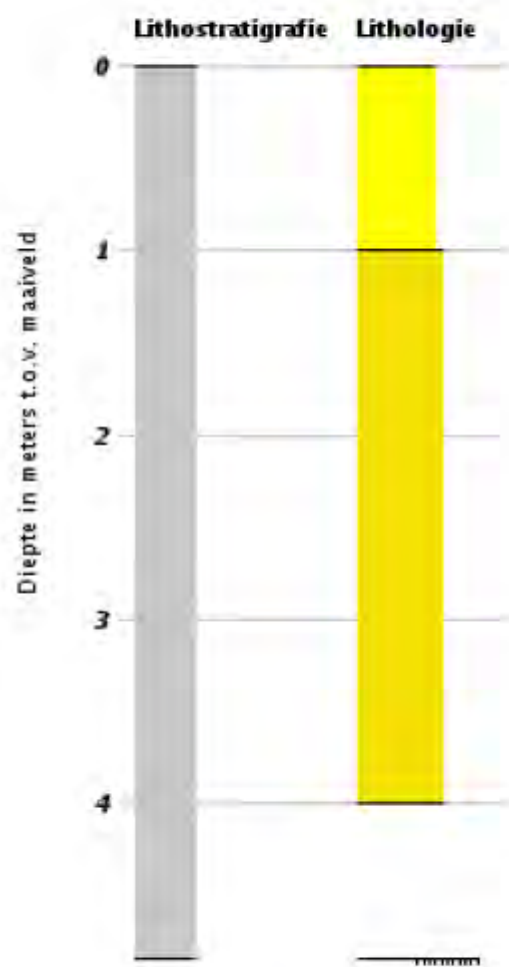
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25G1052

Coördinaten: 120923, 483920

Maaiveld: 1,10 m t.o.v. NAP

Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 4,84 m



Bijlage C

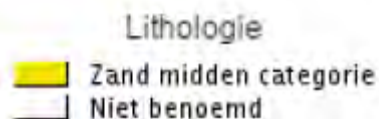
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25D2860

Coördinaten: 119460, 483495

Hoogte maaiveld niet bekend.

Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 5,00 m



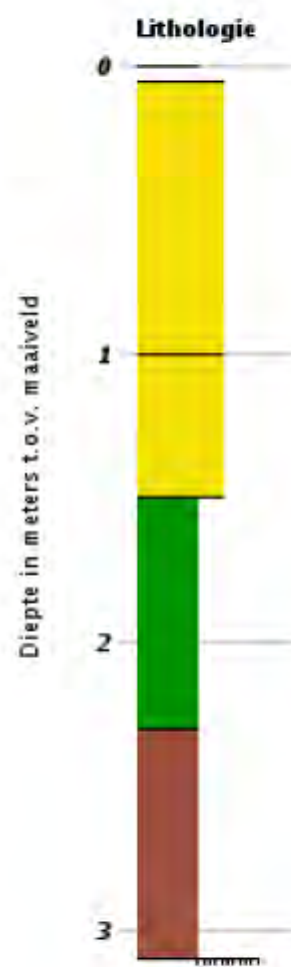
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25D3298

Coördinaten: 119654, 483293

Hoogte maaiveld niet bekend.

Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 3,10 m



Bijlage D

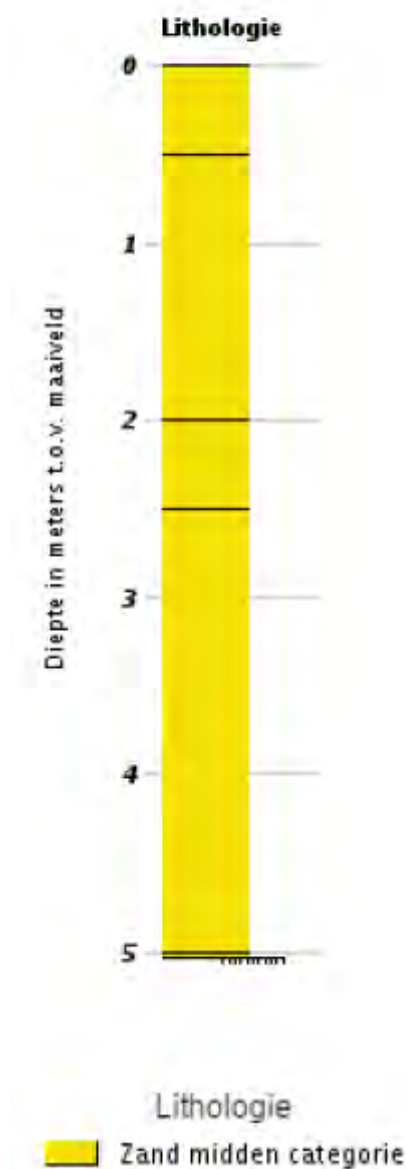
Boormonsterprofiel en interpretatie

Identificatie: B25G6958

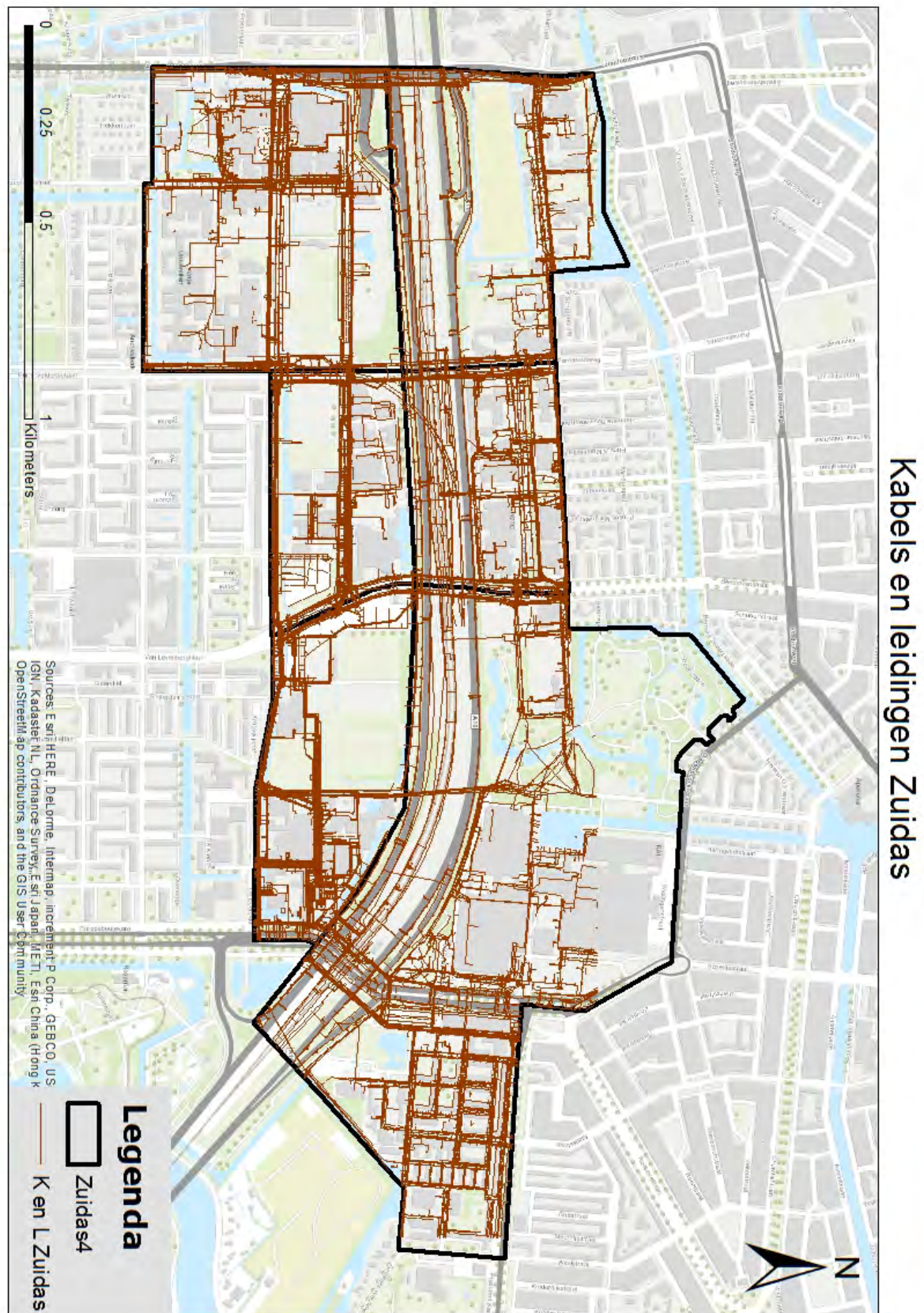
Coördinaten: 120528, 483539

Hoogte maaiveld niet bekend.

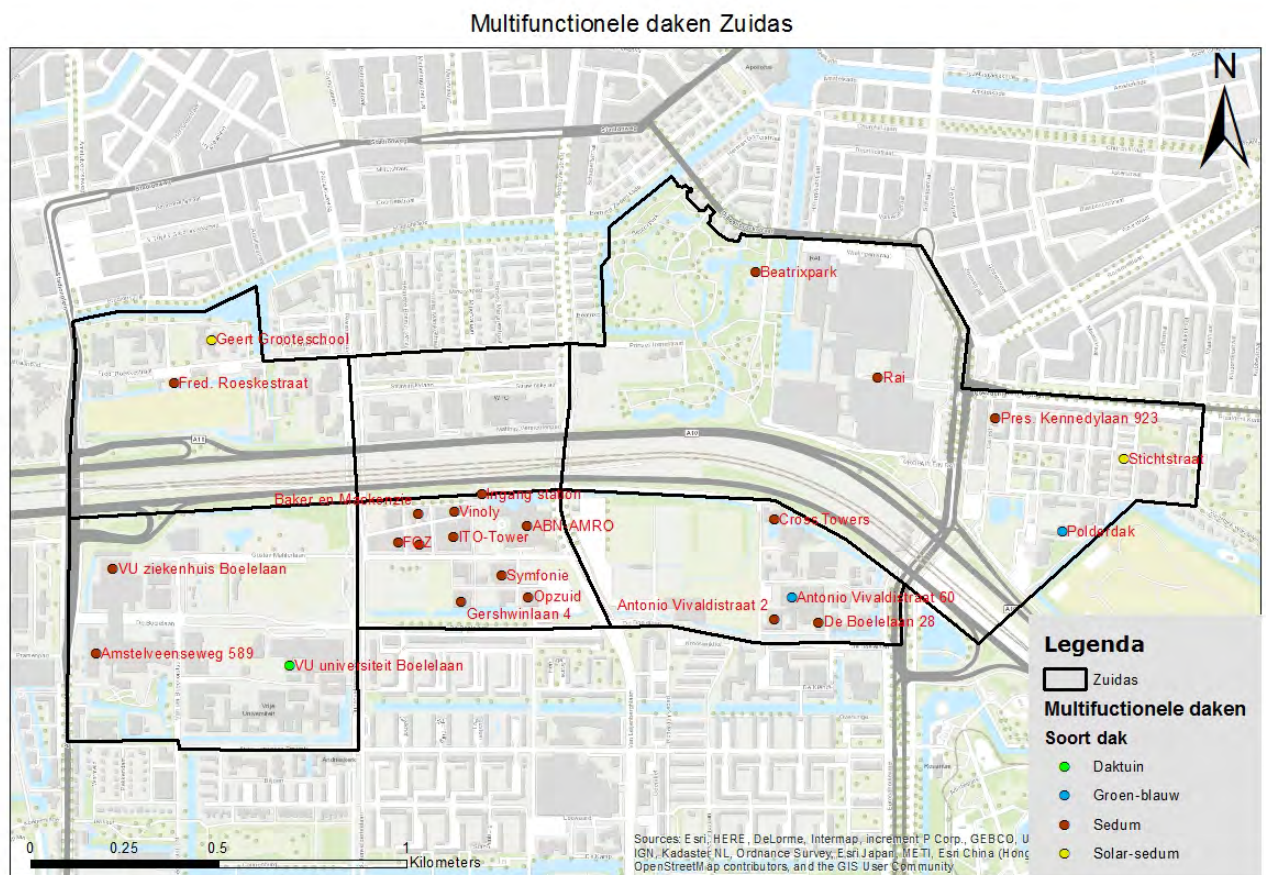
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0,00 m - 5,03 m



Bijlage E

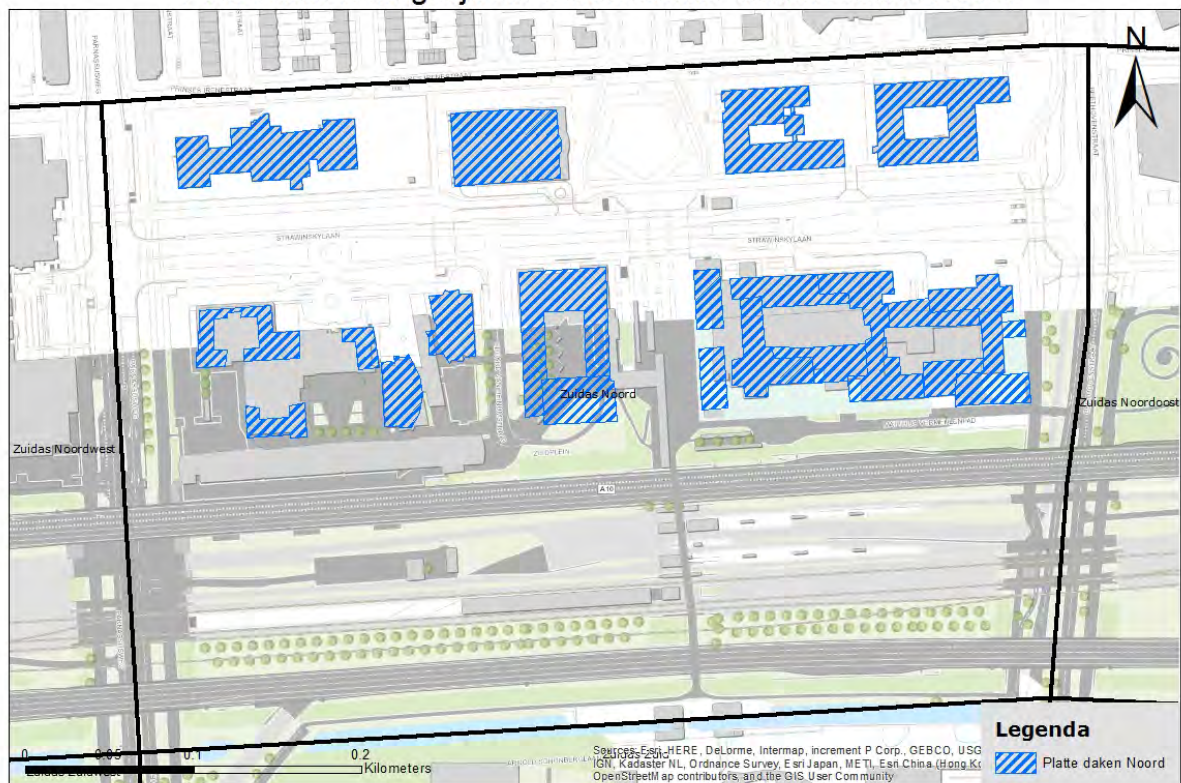


Bijlage F

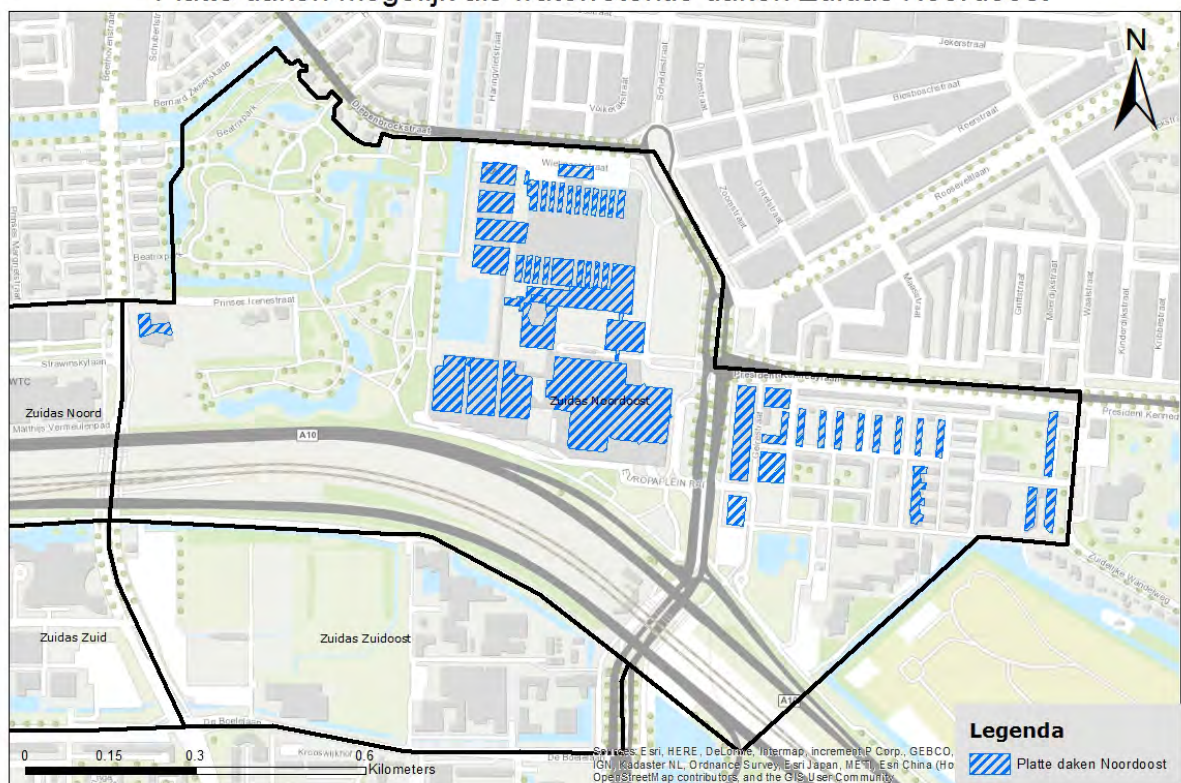


Bijlage G

Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Noord

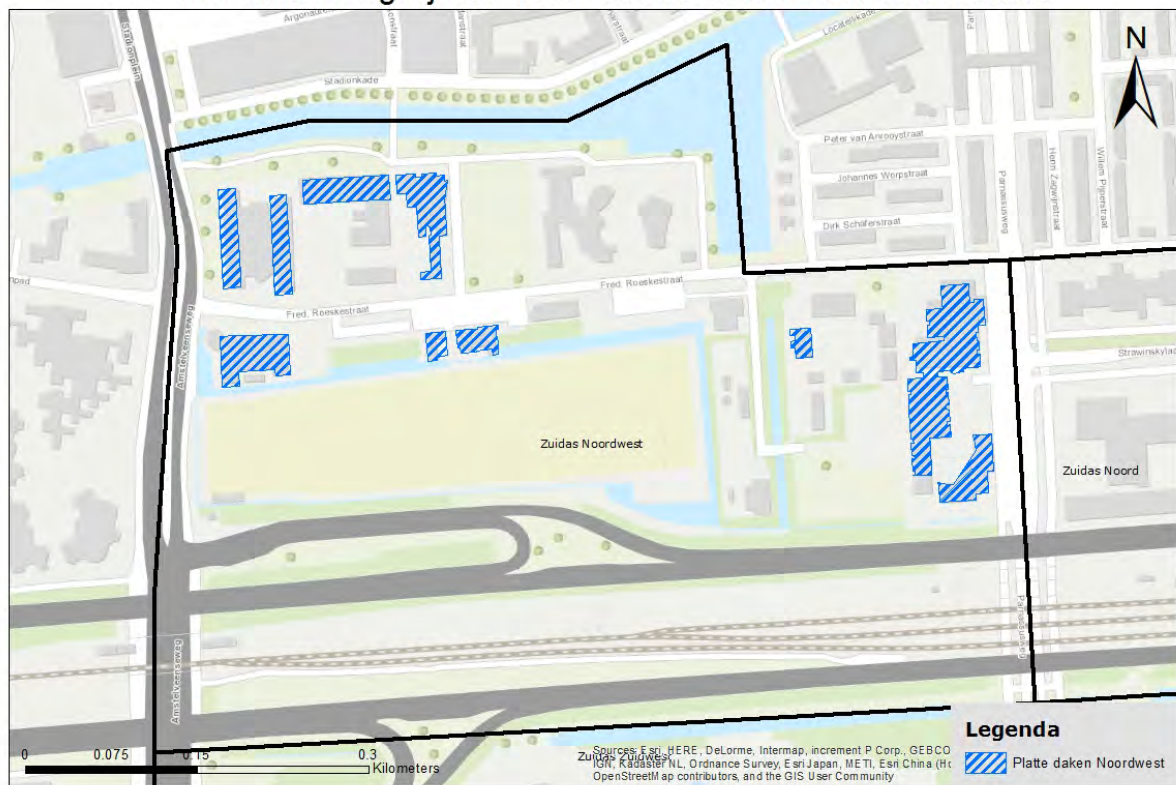


Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Noordoost



Bijlage H

Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Noordwest

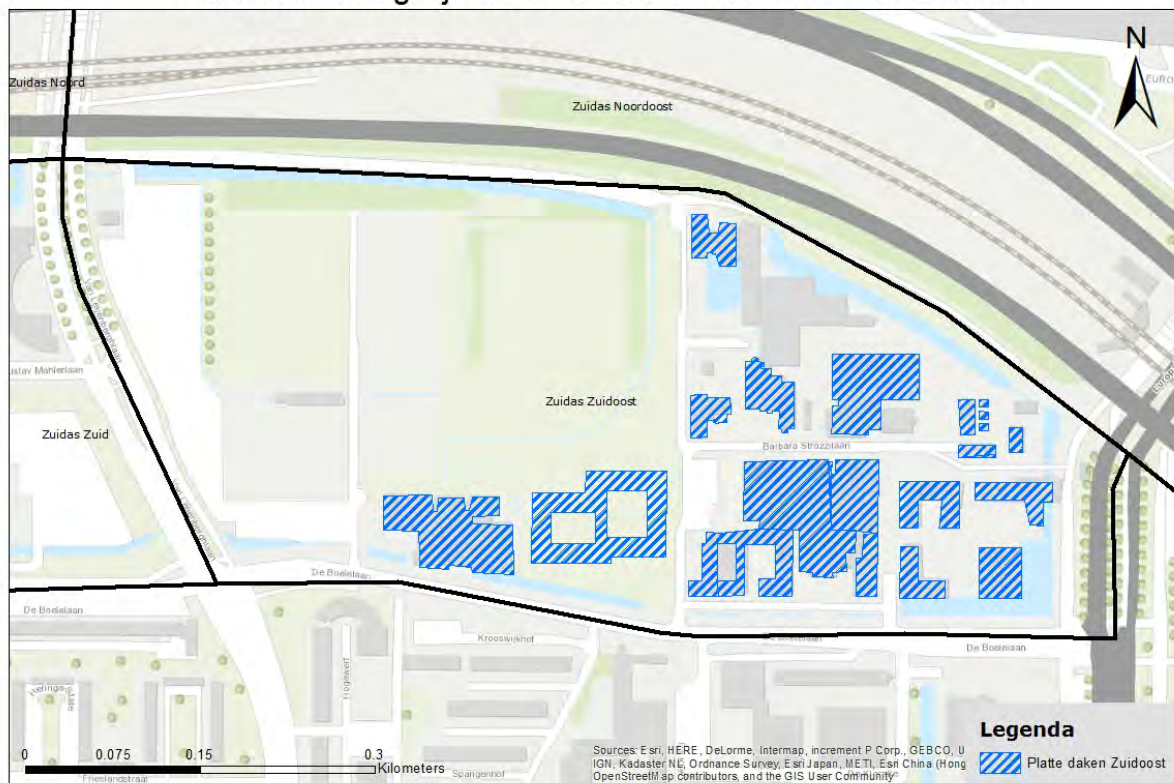


Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Zuid



Bijlage I

Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Zuidoost



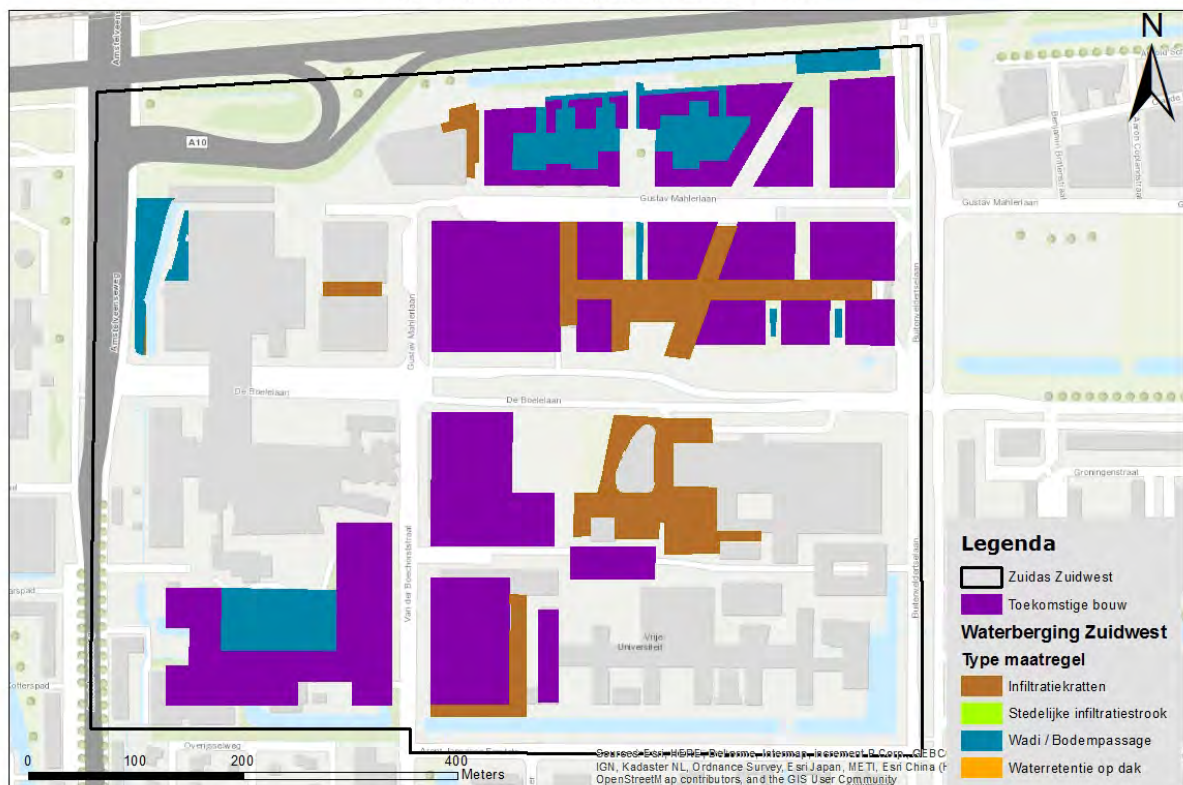
Platte daken mogelijk als waterretentie daken Zuidas Zuidwest



Waterbergingsmaatregelen Zuidas Noordwest



Waterbergingsmaatregelen Zuidas Noordoost



Waterbergingsmaatregelen Zuidas Zuid

