Klimaatadaptatie op industrieterreinen

Afstudeerrapport | Afstudeeronderzoek Klimaatadaptief Royal FloraHolland

donker design

// COLOFON

Titel:	**Klimaatadaptatie op industrieterreinen** Afstudeerrapport | Afstudeeronderzoek Klimaatadaptief Royal FloraHolland
Auteur:	**T.A. Besselink** 0933788
In opdracht van: Bedrijfsbegeleider:	**Donker Design** De heer ing. G. van den Dikkenberg Projectmanager Donker Design
Onderwijsinstelling Instituut: Opleiding: Docentbegeleider	**Hogeschool Rotterdam** Instituut van de Gebouwde Leefomgeving (IGO) Watermanagement (2019-2020) D. Douma
Document: Versie: Aantal woorden: Plaats en datum:	**Afstudeerrapport** Definitief 14894 Teteringen, 18 juni 2020

VOORWOORD

Voor u ligt het onderzoeksrapport van mijn afstudeeronderzoek naar een geschikte klimaatadaptieve inrichting van Royal FloraHolland Naaldwijk en vandaaruit naar klimaatadaptatie op industrieterreinen in het algemeen. Het afstudeeronderzoek is het sluitstuk van de opleiding Watermanagement aan de Hogeschool Rotterdam en is uitgevoerd in opdracht van Donker Design, onderdeel van de Donker Groep. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van februari tot en met juni 2020. Klimaatadaptatie is een onderwerp wat mij persoonlijk erg interesseert door de urgentie van de leefbaarheid van onze dagelijkse omgeving. De quote onderaan deze pagina is daarvan een treffende verwoording.
Naast het schrijven van het afstudeerrapport is de afstudeerperiode een goed moment om te bekijken welke onderdelen van het werkveld het beste bij je interesses passen. Door het uitbreken van het coronavirus heeft het proces van afstuderen helaas vooral vanuit huis plaatsgevonden. Dat maakt het tot een bijzondere tijd om af te studeren en vraagt om een grote mate van zelfdiscipline.

Ik wil van de gelegenheid gebruikmaken om in dit voorwoord een aantal personen te bedanken die mij hebben geholpen in het volbrengen van mijn onderzoek. Daarbij begin ik bij Donker Design en mijn afstudeerbegeleider, Gerbert van den Dikkenberg. Allereerst bedankt voor het bieden van de stageplaats en de ondersteuning de afgelopen periode. Ondanks de drukte kon je altijd wat tijd voor me vrijmaken. Daarbij is jouw passie voor je werk me het meest bijgebleven, je kwam vaak met nieuwe, inspirerende ideeën waarmee ik de uitwerking van mijn onderzoek verder heb kunnen aanscherpen. Mijn dank gaat verder uit naar de partijen die ondersteunend zijn geweest in mijn onderzoek. Zonder verder iemand te benadelen hebben Buro BOOT, Mijn Waterfabriek en Donker Groen vanuit hun eigen expertise bijgedragen aan mijn onderzoek. Ik waardeer jullie bereidheid om mij te voorzien van input en feedback op mijn (ontwerp)ideeën!
Ook Dirkjan Douma, mijn afstudeerbegeleider vanuit de opleiding, wil ik hier graag bedanken voor zijn feedback en kritische blik op mijn tussenresultaten. Door stevig te sparren over de opbouw en uitvoering van mijn onderzoek, heb ik het eindresultaat duidelijk kunnen verbeteren. Marc Geurds wil ik bedanken voor de leuke en inspirerende ochtend op het terrein van Royal FloraHolland en verdere informatieverstrekking. Daarnaast wil ik de collega's bij Donker Design bedanken voor de afgelopen tijd. Ondanks dat ik maar vier weken op kantoor heb gewerkt, heb ik wel de prettige werksfeer kunnen ervaren. Tot slot wil ik mijn medestudenten en familie bedanken voor hun raad en morele steun tijdens het gehele proces.

Ondanks dat klimaatadaptatie op industrieterreinen misschien een ver-van-je-bed-show lijkt, hoop ik dat dit rapport aanzet tot klimaatbestendige keuzes in je eigen omgeving. Met een goede afstemming op lokale omstandigheden zijn er altijd mogelijkheden, net zoals op industrieterreinen!

Teteringen, juni 2020, T.A. Besselink

''We are the first generation to feel the effect of climate change and the last generation who can do something about it'' – Barack Obama

SAMENVATTING

Onder andere als gevolg van de Kopenhagenbui in 2011 is in Nederland de discussie over klimaatadaptatie op gang gekomen. De gevolgen van een veranderend klimaat voor Nederland als laagliggend en dichtbevolkt land zijn groot. De focus binnen klimaatadaptatie ligt momenteel vooral op binnenstedelijk gebied, aandacht voor industriële gebieden blijft achter. Toch is klimaatadaptatie van industrieterreinen belangrijk; ¼ van het totale bebouwde terrein in Nederland bestaat namelijk uit bedrijfs- en industrieterreinen. Industrieterreinen kenmerken zich door het grote aandeel verhard oppervlak, waardoor de problematiek op deze terreinen groter is dan in stedelijk gebied: een groter volume afstromend hemelwater en minder beschikbare ruimte om ingrepen te doen, de strijd om de vierkante meter is groot. Om te komen tot een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste omgeving, dienen ook industrieterreinen klimaatadaptief ingericht te worden. Tegelijkertijd ontbreekt kennis en (vak)literatuur over geschikte maatregelen en een geschikte implementatie van de maatregelen op industrieterreinen en geldt de hypothese dat de kennis over klimaatadaptatie in stedelijk gebied niet zomaar overgenomen kan worden. De doelstelling binnen dit afstudeeronderzoek is het vergroten van kennis over klimaatadaptatie op industrieterreinen binnen de Donker Groep en binnen de (water)sector als geheel. Om deze doelstelling te bereiken wordt het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk als onderzoekscasus gebruikt. Vanuit deze casestudie wordt kennis opgedaan over klimaatadaptatie van soortgelijke terreinen en de bredere toepasbaarheid van deze kennis en gebruikte aanpak. Binnen het onderzoek staat de volgende hoofdvraag centraal:

Met welke ruimtelijke implementatie van geschikte klimaatadaptieve maatregelen kan wateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk opgevangen worden om stilvallen van de bedrijfsvoering te voorkomen en wat is de bredere toepasbaarheid van deze kennis en de gebruikte aanpak voor industrieterreinen in het algemeen?

Om te komen tot beantwoording van de hoofdvraag en het bereiken van de doelstelling is het onderzoek opgesplitst in drie fases. Allereerst wordt binnen de visievorming geïnventariseerd welke oplossingsrichtingen geschikt zijn voor klimaatadaptatie op industrieterreinen. Daarnaast is in deze fase vanuit een ontwerpvisie een Programma van Eisen opgesteld als toetsingsinstrument voor het ontwerp. Doormiddel van verschillende iteraties wordt in de tweede fase van het ontwerpende onderzoek een ontwerp opgesteld voor het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk, opgebouwd aan de hand van verschillende systeemoplossingen. Het volledige ontwerp en de uitwerking van de systeemoplossing is opgenomen in het beroepsproduct behorende bij dit onderzoeksrapport. De laatste fase is gericht op de bredere toepasbaarheid van het ontwerp en de opgedane kennis. Deze fase trekt algemene lessen uit de enkele casus, waardoor het onderzoek bijdraagt aan de bredere kennisontwikkeling van de Deltatechnologie.

Door de functionele inrichting en het grote volume afstromend hemelwater zijn de alternatieven voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen beperkt. De ligging van de onderzoekscasus in West-Nederland geeft extra beperkingen aan de mogelijkheden voor klimaatadaptatie. Het bepalen van geschikte oplossingsrichtingen is daarom een belangrijke stap voor het definitieve ontwerp en geeft structuur aan de aanpak. Voor de onderzoekscasus zijn ingrepen onder de grond en in het gebouw geschikte oplossingsrichtingen, waarbij ondergronds rekening gehouden moet worden met de hoge grondwaterstand. Het ontwerp voor Royal FloraHolland is opgebouwd uit zes systeemoplossingen voor veelvoorkomende situaties op het terrein. De ingrepen zijn gericht op effectieve waterberging en vergroening van de versteende buitenruimte. Effectieve waterberging levert een aanzienlijke bergingscapaciteit met zo min mogelijk ruimtegebruik, essentieel door de beperkte mogelijkheden. Door het grote volume afstromend hemelwater op industrieterreinen is de meerwaarde van hergebruik groot. Om te voldoen aan de bergingseisen van het waterschap dient het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk in totaal ruim 45.500 m^3 water te kunnen bergen. Hergebruik van hemelwater op industrieterreinen levert een grote besparing van drinkwater op en is belangrijk

om ook in de toekomst te kunnen blijven voldoen aan de (groeiende) vraag naar schoon drinkwater. De bredere toepasbaarheid van het onderzoek is afhankelijk van een aantal ruimtelijke kenmerken van een terrein. De selectie van soortgelijke terreinen waarop dit onderzoek toepasbaar is, wordt hoofdzakelijk bepaald door de beschikbare fysieke buitenruimte, de gemiddelde grondwaterstand en de aanwezigheid van inpandige hemelwaterafvoeren.
Klimaatadaptatie op industrieterreinen is sterk afhankelijk van de lokale situatie. Het is dan ook niet mogelijk om een plan een-op-een over te nemen van het ene op het andere terrein. Het beroepsproduct met het klimaatadaptieve ontwerp bij Royal FloraHolland is hierbij een kapstok van de opgedane kennisontwikkeling, waarmee inzichtelijk gemaakt is welke maatregelen wel geschikt zijn voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen. Een succesvolle aanpak van de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen is gebaseerd op een aantal vaste stappen; bepalen van geschikte oplossingsrichtingen, herkennen van loze ruimtes en werken met vaste systeemoplossingen voor een samenhangend en doeltreffend ontwerp. Voor toekomstige projecten kan deze aanpak en de kennis uit het onderzoek gebruik worden om grootschalige terreinen klimaatadaptief in te richten en te komen tot een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving.

In een ontwerpend onderzoek worden oplossingen voor een praktijkprobleem vormgegeven door middel van het maken van een ontwerp. Een ontwerp is daarbij altijd gebaseerd op een zekere mate van subjectiviteit, waarmee de betrouwbaarheid en herhaalbaarheid van ontwerpend onderzoek op het eerste oog een zwak punt is. Toch heeft de onderzoekscasus geleid tot een logisch en compleet eindontwerp, dus voor dit onderzoek is de gebruikte methodologie en uitvoering daarvan geschikt. Het doorlopen van verschillende iteraties in het ontwerpproces waarborgt de kwaliteit van het onderzoek. Voor verdere kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen is het belangrijk vervolgonderzoek te doen, naar het uitbreiden van geschikte systeemoplossingen voor industrieterreinen met verschillende kenmerken en de technische uitwerking en de financiële haalbaarheid van de systeemoplossingen.

// INHOUDSOPGAVE

Voorwoord III
Samenvatting IV
1 Introductie 1
Aanleiding en maatschappelijke relevantie 1
Beroepsproduct 1
Leeswijzer 1
2 Theoretisch kader 2
Klimaatverandering 2
2.1.1 Neerslag 3
Klimaatadaptatie 4
2.1.2 Klimaatadaptatie in beleid 5
2.1.3 Bodemgebruik Nederland 8
Wet- en regelgeving voor Royal FloraHolland; de Omgevingswet 11
3 Probleemstelling 13
Probleemanalyse 13
3.1.1 (Klimaat)problemen 16
3.1.2 Gevolgen van wateroverlast 19
3.1.3 Benodigde bergingscapaciteit 20
Onderzoeksvragen 22
Conceptueel model 23
4 Methodologie 25
Fase 1: Visievorming 25
Fase 2: Vormgeving ontwerp 26
Fase 3: Bredere toepasbaarheid 27
5 Resultaten 28
Visievorming 28
5.1.1 Oplossingsrichtingen 28
5.1.2 Visie klimaatadaptieve industrieterreinen 30
5.1.3 Programma van eisen 30
Vormgeving ontwerp 33
5.1.4 Systeemoplossingen 34
Bredere toepasbaarheid 38
5.1.5 Ontwerprichtlijnen 40
6 Discussie 41
Visievorming 41
Vormgeving ontwerp 41
Bredere toepasbaarheid 42
Toepasbaarheid beroepsproduct 43
7 Conclusie 44
Visievorming 44
Vormgeving ontwerp 44
Bredere toepasbaarheid 46
Klimaatadaptie industrieterreinen 46
8 Aanbevelingen 48
9 Bibliografie 50
Bijlagen VII
Bijlage I – Beleidsanalyse lokale wet- en regelgeving Royal FloraHolland Naaldwijk VIII
Bijlage II – Grondwaterstand en bodemopbouw XIV
Bijlage III – Handleiding Het Levende Gebouw XIX
Bijlage IV – Ontwerpconcepten en feedback XXVI
Bijlage V – Ranking systeemoplossingen XLII
Bijlage VI – Verwijzing naar externe documenten XLIX

1 INTRODUCTIE

Dit hoofdstuk geeft het kader waarbinnen het afstudeeronderzoek is uitgevoerd. Hierbij gaat het niet zo zeer over inhoudelijke kaders, maar wordt de aanleiding van het onderzoek gegeven en wordt de maatschappelijke relevantie van het onderwerp toegelicht.

Aanleiding en maatschappelijke relevantie

De Donker Groep, waar Donker Design onderdeel van is, is ontstaan als Donker Hoveniersbedrijf in Sneek (1961). Inmiddels is de Donker Groep uitgegroeid tot een groep specialistische bedrijven en één van de grootste spelers in Nederland op het gebied van groene vormgeving. Het werkterrein van de Donker Groep is breed; van een circulaire tuin, naar het onderhoud van gemeentelijk groen tot innovatieve oplossingen voor een gezondere werkomgeving. De Donker Groep levert een totaalpakket aan diensten gericht op groene binnen- en buitenruimtes.

> ***Visie Donker Groep***
> *"Wie oog heeft voor het groene leven, ontdekt duizenden kleuren in Donker. Wij willen een groene en gezonde beleving, zowel binnen als buiten, voor iedereen mogelijk maken. Daarom ontwerpen, realiseren en beheren we 'belevingen in het groen' vanuit gedrevenheid en vakmanschap en willen we tegelijkertijd bijdragen aan behoud van een leefbare aarde voor mens, dier en plant. We hebben een gezonde drang ons te onderscheiden en te professionaliseren, dat maakt dat kennis, ervaring en creativiteit ten goede komt aan onze relaties, aan elkaar en aan de wereld om ons heen."*

De Donker Groep is onderdeel van het werkveld van de Deltatechnologie. Deltatechnologie richt zich op de vraag hoe men ook in de toekomst veilig en comfortabel kan leven en werken in laaggelegen deltagebieden. De werkzaamheden van de Donker Groep zijn namelijk onlosmakelijk verbonden met het klimaat, dat snel aan het veranderen is. Ook verstedelijking heeft effect op de buitenruimte; steden worden warmer en de gemiddelde achtertuin kan het hemelwater niet verwerken, doordat deze meer uit tegels bestaat dan uit beplanting. De Donker Groep ziet de oplossing in groen en het wordt steeds belangrijker om binnen- en buitenruimtes duurzaam en klimaatrobuust in te richten.
De Donker Groep is nog geen specialist op het gebied van klimaatadaptatie en afkoppelen van hemelwaterafvoeren, maar wil wel één van de koplopers zijn in dit werkveld. De Donker Groep is een kennisbank voor groene ruimtes en opdrachtgevers gaan ervanuit dat het klopt wat de Donker Groep ontwerpt en realiseert. Toch is klimaatadaptatie ook voor de Donker Groep een relatief nieuw onderwerp. Verdere ontwikkeling in dit kennisveld is dus belangrijk om de concurrentie voor te blijven.

Verschil stedelijk gebied en industrieterreinen
De aandacht voor het thema klimaatadaptatie wordt groter en is steeds meer onderdeel van gebiedsontwikkelingen en aanpassingen in de bestaande omgeving, hoofdstuk 2 zal verder ingaan op klimaatadaptatie. Wat opvalt is dat de aandacht gefocust is op de stedelijke leefomgeving en dat het bedrijfsleven, voornamelijk industrieel gebied, achter blijft (Huizenga, 2018). Als klimaatadaptatie belangrijk is voor de stedelijke leefomgeving, waarom dan niet voor industrieterreinen? Over

klimaatadaptatie in stedelijk gebied is veel kennis beschikbaar; er zijn tal van klimaatadaptieve maatregelen van vele producenten en daarnaast houden verschillende kenniscentra zich met het onderwerp bezig. Door het achterblijven van klimaatadaptatie op industrieterreinen is hierover weinig tot geen kennis of vakliteratuur beschikbaar.

De huidige ontwikkeling van klimaatadaptatie richt zich vooral op oudere delen van stedelijk gebied, door het verouderde (riool)stelsel in deze delen is wateroverlast hier als eerste zichtbaar (Bel, 2020 (a)). Huiseigenaren die overlast ondervinden laten snel van zich horen; het raakt hun dagelijkse leefomgeving (Bel, 2020 (a)). In stedelijk gebied is vaak voldoende ruimte om wateroverlast op te vangen met een wadi, tegelijkertijd is hiermee ook aandacht voor de kwaliteit van de leefomgeving (RIVM, 2011).
Op industrieterreinen is de urgentie van klimaatadaptatie veel minder aan de orde en spelen andere belangen. Zolang de bedrijfsvoering niet in gevaar is, is er weinig aandacht voor wateroverlast op industrieterreinen (Baan, 2020 (a)). In het bedrijfsleven en op industrieterreinen moet het vaak eerst een keer goed misgaan, voordat het besef en de urgentie ontstaat (Huizenga, 2018). Voor industrieterreinen geldt de hypothese dat een geheel andere aanpak en set aan ingrepen nodig is, waardoor de kennis over klimaatadaptatie in stedelijk gebied niet zomaar overgenomen kan worden. Daarnaast is klimaatadaptatie altijd maatwerk om met een combinatie van ingrepen een totaaloplossing te vinden voor iedere specifieke situatie.
Het onderscheid tussen stedelijk gebied en industrieterreinen komt voort uit typerende kenmerken van industrieterreinen, zoals het aandeel verhard oppervlak en het volume afstromend hemelwater, de beperkte beschikbare ruimte en de schaalgrootte van deze terreinen. Ondanks dat deze inrichting kwantitatief gezien zorgt voor een grotere (klimaat)problematiek dan stedelijk gebied, meer afstromend water en minder beschikbare ruimte om ingrepen te doen, is er weinig aandacht voor klimaatadaptatie op industrieterreinen (Bel, 2020 (a)) (Huizenga, 2018).

Doelstelling afstudeeronderzoek
Bovenstaande illustreert de aanleiding voor het afstudeeronderzoek naar klimaatadaptatie op industrieterreinen. De doelstelling van het onderzoek is het vergroten van kennis over klimaatadaptatie binnen de Donker Groep voor (bestaande en toekomstige) industrieterreinen. Kennisontwikkeling is belangrijk om de positie als koploper op het gebied van duurzame, groene buitenruimtes te behouden. Daarnaast is vanuit maatschappelijk belang kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen nodig, om ook deze terreinen klimaatadaptief in te kunnen richten en te komen tot een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving. Kennis hierover ontbreekt binnen de (water)sector.

Om deze doelstelling te bereiken wordt het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk als onderzoekscasus gebruikt vanuit het netwerk van de Donker Groep. Dit maakt het mogelijk om verdiepend onderzoek te doen en maatregelen concreet uit te werken. Royal FloraHolland bezit een grote hoeveelheid verhard oppervlak; het aandeel bebouwing en de vele (vracht)verkeersroutes maken Royal FloraHolland tot een geschikte onderzoekscasus. Het schaalniveau van het terrein is hierin een belangrijke factor. De hoeveelheid water die vrijkomt op de daken en terreinen maken het tot een risico in de bedrijfsvoering indien de intensiteit van piekbuien in de toekomst verder toeneemt. Met de ambitie het terrein volledig waterrobuust te maken, krijgt Royal FloraHolland met het onderzoek (ongevraagd) advies over hoe het terrein klimaatadaptief ingericht kan worden. Het onderzoek richt zich hoofdzakelijk op wateroverlast. Thema's als hittestress en droogte worden integraal belicht, maar de focus ligt op water.
Het kennishiaat binnen dit afstudeeronderzoek zit in het vaststellen van een *geschikte selectie klimaatadaptieve maatregelen* en het bepalen van een *geschikte ruimtelijke implementatie* van deze maatregelen, specifiek voor het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk en van daaruit de bredere toepasbaarheid op industrieterreinen in het algemeen.

Beroepsproduct

Het beroepsproduct in het onderzoek is een ruimtelijk ontwerp met ingrepen om wateroverlast tegen te gaan. Het beroepsproduct dient handvatten te geven voor de klimaatadaptieve inrichting van bestaande en toekomstige industrieterreinen, door geschikte maatregelen te benoemen. Daarnaast is het ontwerp het (ongevraagde) advies aan Royal FloraHolland. Dit advies geldt ook voor soortgelijke terreinen. Het ontwerp moet de ruimtelijke implementatie van ingrepen geven, maar ook de rapportage van het onderzoek is van belang vanwege de onderbouwing van het ontwerp. De combinatie van beroepsproduct en rapportage moet bijdragen aan de doelstelling van het onderzoek door het visualiseren van een gedegen oplossing voor het praktijkprobleem bij Royal FloraHolland en het bundelen van de kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen.
De randvoorwaarden en eisen voor een goed ontwerp bij Donker Design verschillen per fase of doel van een project. Het ontwerp voor Royal FloraHolland is een goede kleurenprint of plattegrond van het terrein waarin de ruimtelijke implementatie van de klimaatadaptieve maatregelen is gevisualiseerd. Daarnaast zullen de toepassingen en technische aspecten van de maatregelen verder worden uitgewerkt op aparte productbladen, aan de hand van dwarsdoorsnedes en toelichtende tekst.

Leeswijzer

In de introductie is de aanleiding en doelstelling van het onderzoek besproken. Daarnaast is de onderzoekscasus gegeven waarvoor een ontwerp (het beroepsproduct) is gemaakt. Het volgende hoofdstuk bevat het theoretische kader waarbinnen het onderzoek wordt uitgevoerd. Hierbij gaat het om bestaande kennis over klimaatverandering en klimaatadaptatie en hoe dit is opgenomen in verschillende beleidsvormen. Daarnaast wordt beschreven hoe groot de opgave van klimaatadaptatie op industrieterreinen is aan de hand van het bodemgebruik in Nederland. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens beschreven welke problemen Royal FloraHolland ondervindt als gevolg van wateroverlast. Dit hoofdstuk geeft het praktijkprobleem dat opgelost moet worden om aan de doelstellingen van het onderzoek te voldoen. Afsluitend komen in dit hoofdstuk de onderzoeksvragen aan bod. Hoofdstuk 4 geeft de methodologie waarmee antwoord is verkregen op de onderzoeksvragen Hoofdstuk 5 presenteert de resultaten van het afstudeeronderzoek, ingedeeld op basis van de verschillende fases binnen de onderzoeksvragen; visievorming, vormgeving van het ontwerp en de bredere toepasbaarheid. In hoofdstuk 6, de discussie, wordt gereflecteerd op de gevonden resultaten. Door kritisch te kijken naar de kwaliteit van de gebruikte methoden en de verkregen resultaten wordt ook vastgesteld wat het niveau is van de uiteindelijke conclusie, welke aan bod komt in hoofdstuk 7. In hoofdstuk 8 worden aanbevelingen voor vervolgstappen gegeven naar aanleiding van het onderzoek. Na de bibliografie volgen de bijlagen waarnaar in de tekst verwezen is.

2 THEORETISCH KADER

Dit hoofdstuk behandeld het theoretisch kader, waarbinnen het onderzoek uitgevoerd wordt. Het onderzoek is ontstaan vanuit de gedachte dat het door frequentere klimaatextremen belangrijk is de bebouwde omgeving klimaatrobuust in te delen en bedrijfsvoeringen veilig te stellen. Allereerst is het van belang om te weten wat klimaatverandering en -adaptatie precies inhoudt. Hiermee wordt tevens de maatschappelijk relevantie van het afstudeeronderzoek benadrukt. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de wet- en regelgeving voor klimaatadaptatie op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk.

Klimaatverandering

Klimaatverandering is een veel gehoord begrip in het nieuws en in het beleid van verschillende overheden in Nederland (Klostermann, Biesbroek, & Gupta, 2009). Deze veranderingen komen voort uit natuurlijke factoren, zoals (inter)glacialen, maar ook het menselijk handelen is van invloed op de klimaatverandering (KNMI, sd). Het opwarmen van de aarde met slechts 1,5°C tot 2°C, door de grotere uitstoot van broeikasgassen zoals CO_2 en methaangas, verandert het klimaat op aarde aanzienlijk (IPCC, 2018). Enkele gevolgen van de klimaatveranderingen zijn de stijgende zeespiegel, extremere regenbuien en langere periodes van droogte (Rijksoverheid, sd). Deze gevolgen zorgen voor problemen in de ruimtelijke inrichting van bebouwd terrein. Mitigatie en adaptatie zijn belangrijk om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen (IPCC, 2018).

Figuur 1 Gevolgen van de klimaatveranderingen in Nederland, die in alle scenario's tot uiting zullen komen (KNMI, 2015).

Het KNMI heeft de klimaatveranderingen vertaald naar vier klimaatscenario's. Deze scenario's geven de grenzen aan, waarbinnen de daadwerkelijke veranderingen zich waarschijnlijk voltrekken (KNMI, 2015). De indeling van de scenario's is gebaseerd op de mate van wereldwijde temperatuurstijging (*Gematigd* en *Warm*) en veranderingen in luchtstromingen (*Lage waarde* en *Hoge waarde*) (KNMI, 2015).

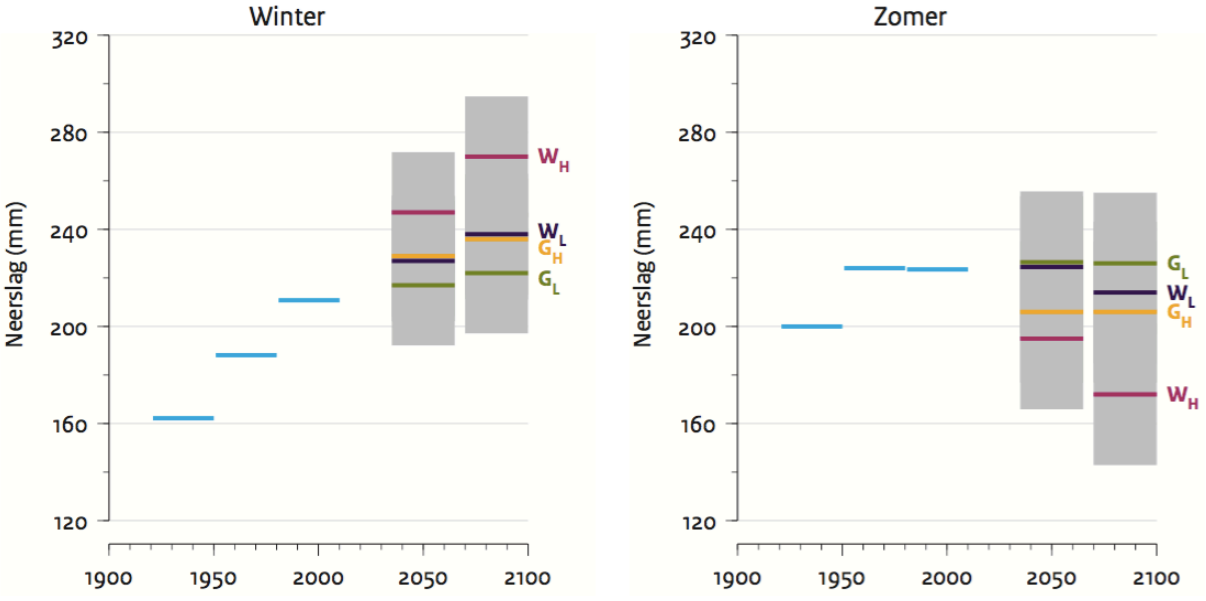
De scenario's maken de klimaatveranderingen werkbaar en tastbaar, bijvoorbeeld voor (her)structurering van bebouwd terrein. Een aantal algemene veranderingen vinden plaats in alle scenario's, zie figuur 1. Daarnaast zijn er veel verschillen tussen de scenario's. De belangrijkste kerncijfers van de scenario's zijn weergegeven in figuur 2, op de volgende pagina. Deze kerncijfers geven een beeld van het toekomstige klimaat en de uitdaging voor de inrichting van de bebouwde omgeving.

Variabele	Indicator	Klimaat 1981-2010	Scenario veranderingen voor het klimaat rond 2050				Scenario veranderingen voor het klimaat rond 2085				Natuurlijke variaties gemiddeld over 30 jaar
			G_L	G_H	W_L	W_H	G_L	G_H	W_L	W_H	
Wereldwijde temperatuurstijging:			+1 °C	+1 °C	+2 °C	+2 °C	+1,5 °C	+1,5 °C	+3,5 °C	+3,5 °C	
Verandering in luchtstromingspatroon:			lage waarde	hoge waarde	lage waarde	hoge waarde	lage waarde	hoge waarde	lage waarde	hoge waarde	
Zeespiegel bij Noordzeekust	absolute niveau	3 cm boven NAP	+15 tot +30 cm	+15 tot +30 cm	+20 tot +40 cm	+20 tot +40 cm	+25 tot +60 cm	+25 tot +60 cm	+45 tot +80 cm	+45 tot +80 cm	±1,4 cm
	tempo van verandering	2,0 mm/jr.	+1 tot +5,5 mm/jr.	+1 tot +5,5 mm/jr.	+3,5 tot +7,5 mm/jr.	+3,5 tot +7,5 mm/jr.	+1 tot +7,5 mm/jr.	+1 tot +7,5 mm/jr.	+4 tot +10,5 mm/jr.	+4 tot +10,5 mm/jr.	±1,4 mm/jr.
Temperatuur	gemiddelde	10,1 °C	+1,0 °C	+1,4 °C	+2,0 °C	+2,3 °C	+1,3 °C	+1,7 °C	+2,8 °C	+3,7 °C	±0,16 °C
Neerslag	gemiddelde hoeveelheid	851 mm	+4 %	+2,5 %	+5,5 %	+5 %	+5 %	+5 %	+6 %	+7 %	±4,2 %
Zonnestraling	zonne-straling	354 kJ/cm²	+0,6 %	+1,6 %	-0,8 %	+1,2 %	-0,5 %	+1,1 %	-0,8 %	+1,4 %	±1,6 %

Figuur 2 Kerncijfers van de KNMI'14-klimaatscenario's. De cijfers geven de uitdagingen voor de leef- en werkomgeving in het toekomstige klimaat (KNMI, 2015).

2.1.1 Neerslag

De klimaatscenario's voorspellen een toename van de totale neerslaghoeveelheid, tegelijkertijd ontstaat een afname van de zomerneerslag in de scenario's G_H en W_H. Zomers worden droger met meer en intensere piekbuien, winters worden natter met gestage neerslag die lang aanhoudt (KNMI, 2015). Het KNMI (2015) verklaart de toename van neerslag, doordat warmere lucht meer waterdamp vast kan houden. Figuur 3 geeft de neerslagpatronen van afgelopen jaren en de voorspelling voor de toekomst. Hierin komt naar voren dat de hoeveelheid winterneerslag toeneemt, terwijl zomers juist droger worden.



Figuur 3 Neerslagklimaat in Nederland zoals waargenomen in de afgelopen jaren en voor 2050 en 2085, volgens de KNMI'14-klimaatscenario's. De hoeveelheid neerslag in de winter neemt verder toe, zomers worden droger (KNMI, 2015).

Aan de hand van gegevens over klimaatverandering zijn de standaard regenduurlijnen ter beoordeling van het watersysteem geactualiseerd. Extreme neerslaggebeurtenissen komen tegenwoordig twee keer zo vaak voor als in de jaren 50, in de toekomst zal deze trend zich verder voortzetten (Stowa, 2015). Per graad temperatuurstijging stijgt de kans op neerslagextremen met 12% (KNMI, 2015). Neerslagextremen zijn buien van 20 millimeter of meer (Bureau Stichting RIONED, 2015). Daarnaast geeft een verdubbeling van de herhalingstijd van een bui een neerslagtoename van 14% (Bureau Stichting RIONED, 2015).

Tabel 1 geeft gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen, aangepast op de verwachtte klimaatveranderingen, ter beoordeling van het watersysteem en het beperken van wateroverlast. Duidelijk is dat de frequentie en intensiteit van extreme neerslaggebeurtenissen toeneemt.

Tabel 1 Gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor het toekomstige klimaat, ontwikkeld voor de Stresstest Klimaatbestendigheid. Duidelijk is dat de frequentie en intensiteit van extreme neerslaggebeurtenissen in de toekomst toeneemt (Bureau Stichting RIONED, 2019)

Schaal	Duur	Hoeveelheid	Herhalingstijd [jaar]				Initiële condities
		[mm]	huidig klimaat	2030	2050	2085	
Lokaal	1 uur	**70**	200	150	100	60	
		90	500	400	250	150	
	2 uur	**160**	2000	1500	1000	600	
Regionaal	48 uur *	**120** *(135)*	250 *(200)*	200 *(150)*	100	50 *(60)*	GG
		120 *(135)*	250 *(200)*	200 *(150)*	100	50 *(60)*	GHG
		130 *(165)*	750 *(500)*	500 *(400)*	250	100 *(150)*	GG
		160 *(220)*	3500 *(2000)*	2000 *(1500)*	1000	350 *(600)*	GG

Het huidige watersysteem van bebouwd gebied (zowel stedelijk gebied als bedrijfs- of industrieterreinen) is gedimensioneerd op een bui met een herhalingstijd van twee jaar; het systeem kan een bui die eens in de twee jaar voorkomt afvoeren zonder dat water op straat blijft staan (Bureau Stichting RIONED, 2015). Tijdelijk water op straat was voorheen in principe geen probleem. Door het verlagen van stoepranden en een lager bouwpeil veranderd water op straat tegenwoordig eerder in wateroverlast (Bureau Stichting RIONED, 2015). Vanwege de klimaatveranderingen zal een T=2 bui niet meer gelden als normgevende neerslagintensiteit in de toekomstige dimensionering van het watersysteem. Daarnaast is de levensduur van riolering zo'n 30-50 jaar, veel riolering in bebouwd gebied wordt de komende jaren vervangen en dus opnieuw gedimensioneerd. In praktijk is een neerslagintensiteit van 50-60 mm per uur, gedurende 1 of 2 uur, tegenwoordig de nieuwe norm bij het doorrekenen van extreme buien in het watersysteem van bebouwd gebied, al blijft de ruimtelijke component van extreme buien lastig te voorspellen (Bureau Stichting RIONED, 2015). Een grotere capaciteit is beter geschikt voor toekomstige buien en zal langer toereikend zijn, daarnaast verbeterd dit de waterkwaliteit en de volksgezondheid door minder overstorten vanuit het riool. Een nog grotere capaciteit is te kostbaar in verhouding met de extra baten die hierdoor ontstaan.

Klimaatadaptatie

De gevolgen van een veranderd klimaat voor Nederland als laagliggend en dichtbevolkt land zijn groot (Staf Deltacommissaris, 2017). Het veranderende klimaat uit zich in een toename van extreme weersomstandigheden: hevige neerslag en langere periodes van droogte (IPCC, 2018). Wateroverlast ontstaat, doordat de riolering zware regenbuien niet kan verwerken en tegelijkertijd moet datzelfde gebied bestand zijn tegen langere periodes van droogte (Robrecht, 2019). Specifiek voor industrieterreinen vormen deze gevolgen een risico voor de continuering van de bedrijfsvoering.

Het algemene klimaatbeleid bevat twee oplossingsrichtingen om met de klimaatverandering om te gaan: adaptatie en mitigatie (Klostermann et al., 2009). Mitigatie is het beperken van de klimaatverandering, bijvoorbeeld door minder broeikasgassen uit te stoten, adaptatie is het aanpassen op de veranderingen om schade te voorkomen (Bosch, Broeke, Gjaltema, Pásztor, & Rovers, 2013). Het mitigatiebeleid kent een groot schaalniveau, in de vorm van internationale afspraken om de CO_2-uitstoot te beperken, zoals het klimaatakkoord van Parijs (Klostermann et al., 2009). Toen duidelijk werd dat mitigatie alleen niet voldoende is om de klimaatveranderingen tegen te gaan is de adaptatiestroming ontstaan (Klostermann et al., 2009). Adaptatiebeleid vormt zich op kleinere (nationale) schaal en wordt daadwerkelijk gerealiseerd op regionale en lokale schaal (Klostermann et al., 2009). Dit onderzoek richt zich op de adaptatiestroming; bebouwd gebied klimaatbestendig en waterrobuust inrichten om problemen door wateroverlast of -tekort voorkomen.

- *"Het vermogen om kwetsbaarheid door klimaatverandering te verminderen" (Dolman & Groffen, 2018).*
- *"Klimaatadaptatie betekent je voorbereiden op de gevolgen van meer hemel-, zee of rivierwater, meer hitte en minder kou. Maar ook op een onzekere toekomst omdat aard en omvang van de effecten deels nog onzeker zijn" (Schneider & Schouw, 2012).*
- *"Het proces waarbij de samenleving zich aanpast aan het actuele of verwachte klimaat en de effecten daarvan, om de schade die gepaard kan gaan met de klimaatverandering te beperken en de kansen die de klimaatverandering biedt te benutten" (Planbureau voor de Leefomgeving, 2013).*

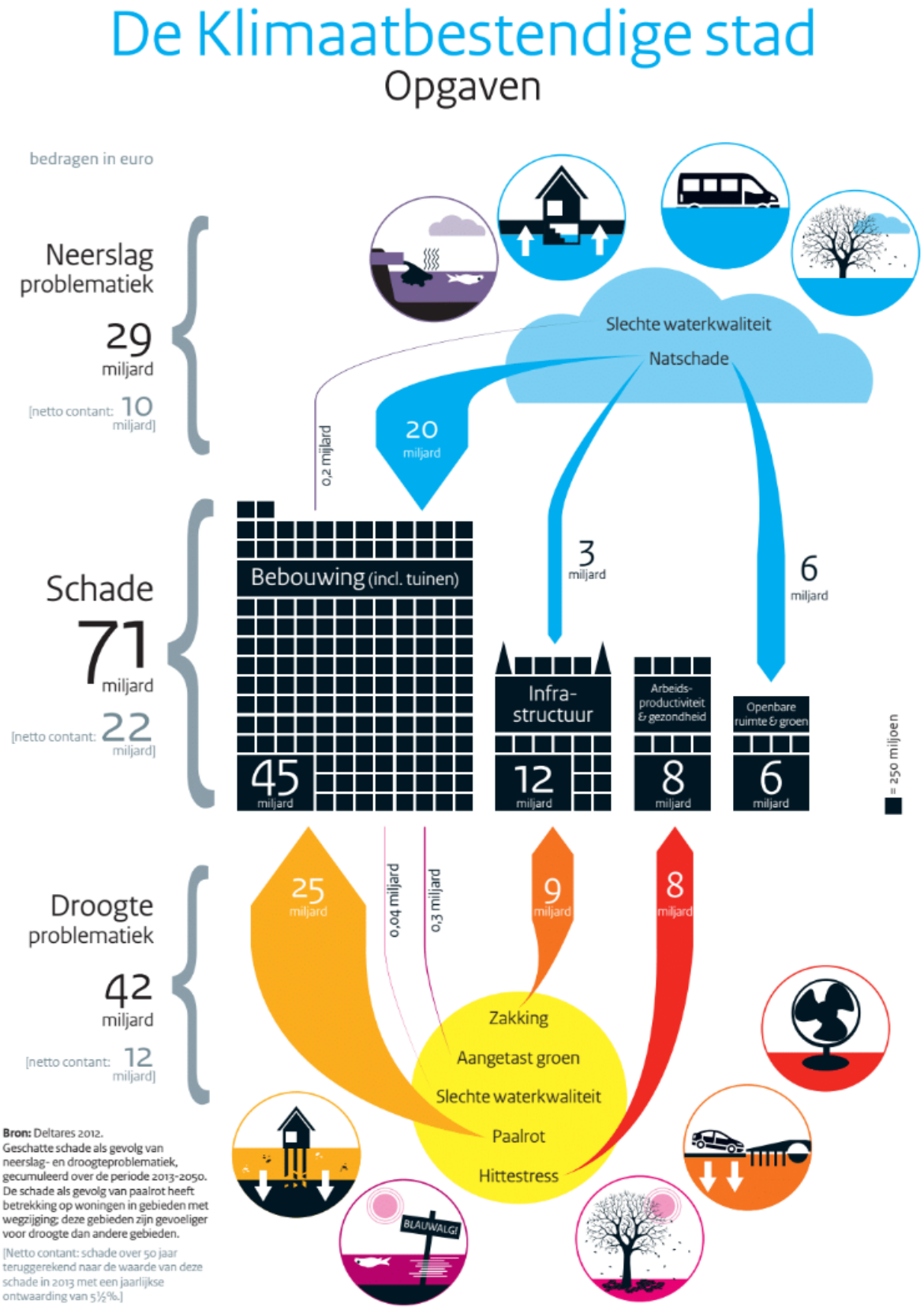
Bovenstaande definities geven verschillende invalshoeken op het thema klimaatadaptatie. Centraal staat dat de bebouwde omgeving voorbereid moet worden om de gevolgen van klimaatverandering op te kunnen vangen. Hierin geeft de definitie van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de meest complete omschrijving.

2.1.2 Klimaatadaptatie in beleid

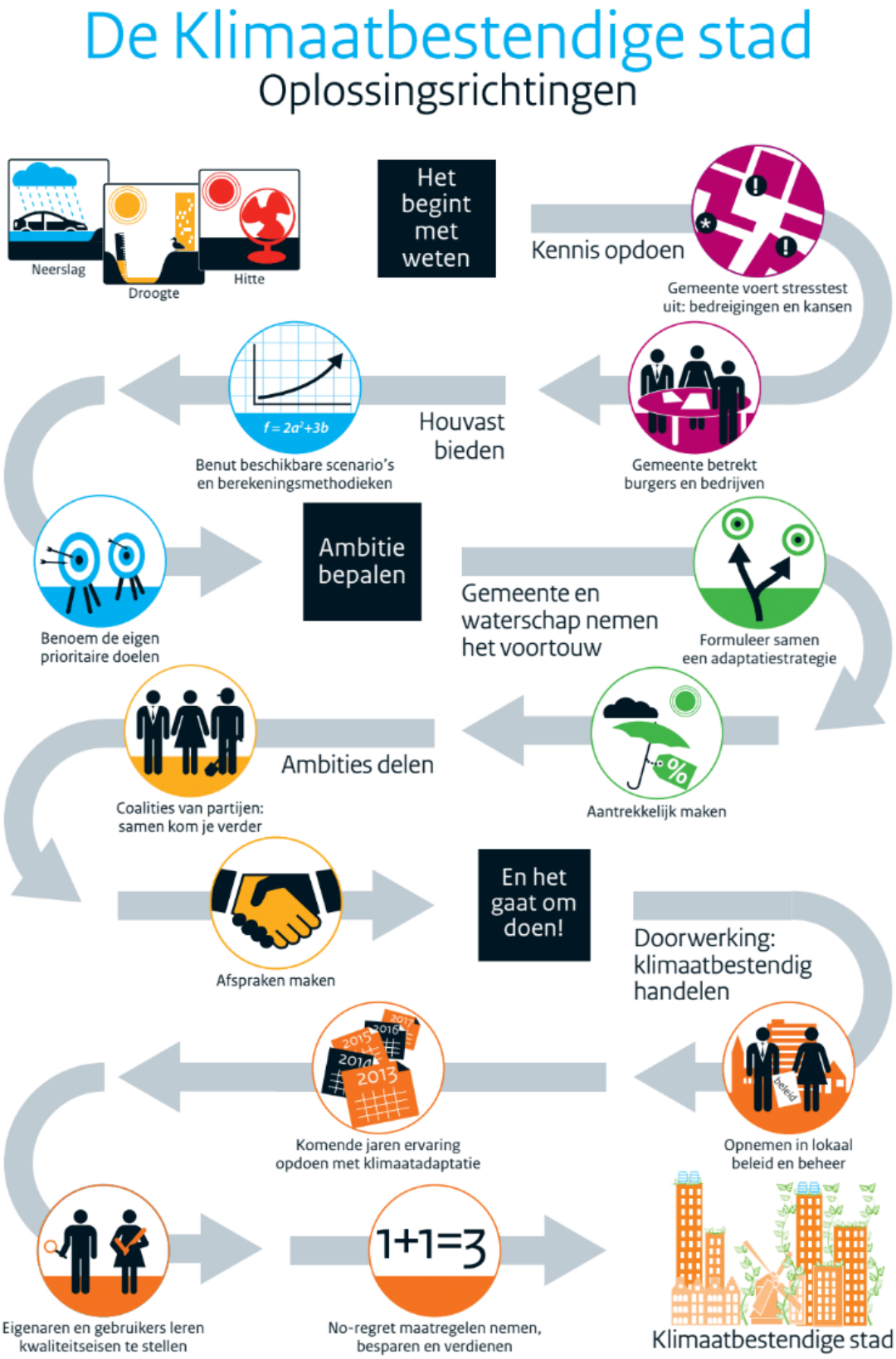
Met name als gevolg van de Kopenhagenbui op 2 juli 2011 is in Nederland de discussie gestart over de manier waarop omgegaan wordt met hemelwater; bebouwd gebied is kwetsbaarder voor piekbuien en droogteperiodes (Coalities Klimaatbestendige Stad, 2013). Schade door neerslag- en droogteproblematiek in Nederland kan oplopen tot 71 miljard in 2050, zie figuur 5 (Coalities Klimaatbestendige Stad, 2013). Om schade te voorkomen stellen de coalities (2013) dat momenten van ruimtelijke (her)inrichting benut moeten worden om de wateropgaven voor lange termijn te realiseren en de leefomgeving aantrekkelijker te maken. Integrale samenwerkingen en goede communicatie om de bewustwording over klimaatadaptatie te vergroten en meekoppelkansen binnen projecten te benutten is hierbij essentieel (Coalities Klimaatbestendige Stad, 2013).

Figuur 4 Zeven ambities uit het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie om klimaatbestendig en waterrobuust inrichting van Nederland te versnellen en minder vrijblijvend te maken (Staf Deltacommissaris, 2017).

Om klimaatadaptatie te borgen in het beleid, is sinds 2018 het *Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie* onderdeel van het Deltaplan (Staf Deltacommissaris, 2017). Uit evaluaties van het Deltaplan bleek dat implementatie van klimaatadaptieve ingrepen de afgelopen jaren goed is gestart, maar dat de stimulerende werking van klimaatadaptatie (nog) te laag is. Het doel van het nieuwe Deltaplan is om de ruimtelijke adaptatie te versnellen door de aanpak te intensiveren en minder vrijblijvend te maken, volgens de methodiek 'weten, willen, werken', zie figuur 6 (Staf Deltacommissaris, 2017). In het nieuwe deltaplan zijn zeven ambities geformuleerd door alle betrokken overheden, om Nederland klimaatbestendig en waterrobuust te maken en de ruimtelijke adaptatie te versterken, zie figuur 4.
Om een klimaatadaptieve inrichting te bereiken is inzet van alle partijen noodzakelijk, zowel publiek als privaat (Staf Deltacommissaris, 2017). Deze integrale aanpak sluit goed aan bij de Omgevingswet, zie paragraaf 2.3. Klimaatadaptatie draait niet alleen om stedelijk gebied, maar is van belang voor de gehele ruimtelijke ordening; van landelijk gebied tot industrieterreinen.



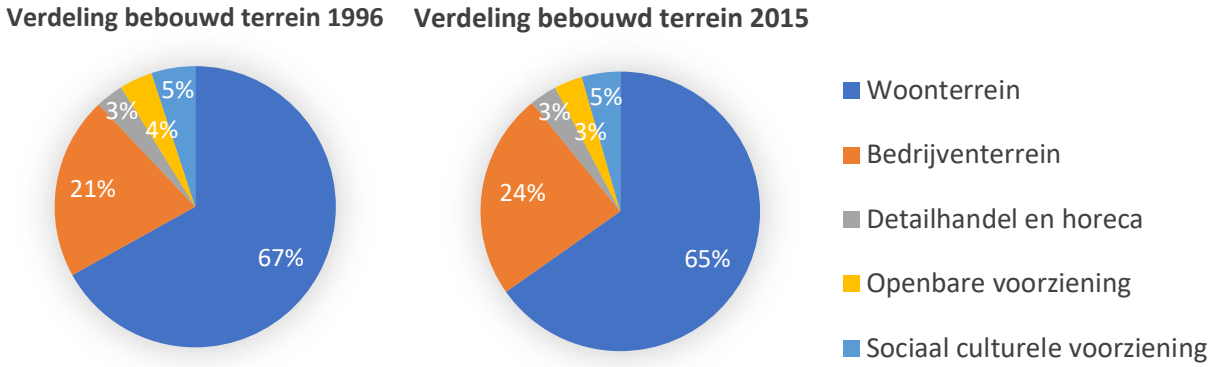
Figuur 5 Bebouwd gebied is kwetsbaarder geworden voor piekbuien en droogteperiode. De geschatte schade als gevolg van neerslag- en droogteproblematiek, gecumuleerd over de periode 2013-2050, kan oplopen tot €71 miljard (Coalities Klimaatbestendige Stad, 2013).



Figuur 6 Methodiek voor de klimaatbestendige stad en een klimaatbestendig en waterrobuust Nederland (Staf Deltacommissaris, 2017). In beeld brengen van kwetsbaarheden (weten), ambities formuleren (willen) en aan de slag gaan met een klimaatbestendige en waterrobuuste leefomgeving (werken).

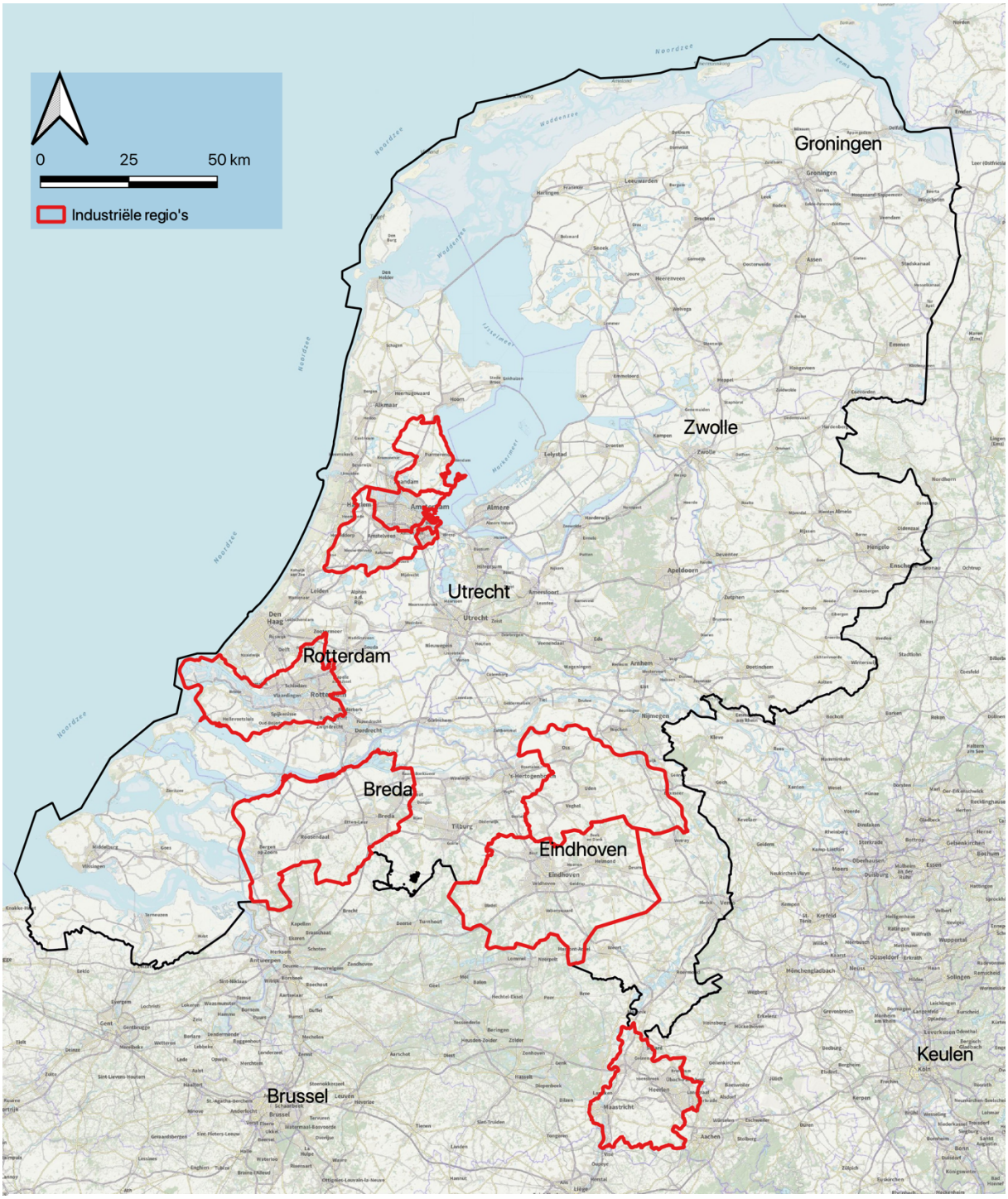
2.1.3 Bodemgebruik Nederland

Figuur 7 geeft de verdeling van het bodemgebruik in Nederland in 1996 en 2015 binnen de hoofdgroep 'bebouwd terrein'. In deze periode is het oppervlak gebruikt als 'woonterrein' of stedelijk gebied toegenomen van 207.774 ha naar 235.839 ha, een toename van bijna 14% (CBS, 2016). Het oppervlak gebruikt als 'bedrijventerrein' is gegroeid van 65.270 ha in 1996 naar 86.336 ha in 2015, een toename van ruim 32%, waarmee het aandeel 'bedrijventerrein' nu 24% van het totale bebouwde terrein beslaat (CBS, 2016). Onder de categorie 'bedrijventerrein' vallen industrieterreinen zoals Royal FloraHolland, waar dit onderzoek zich op richt.



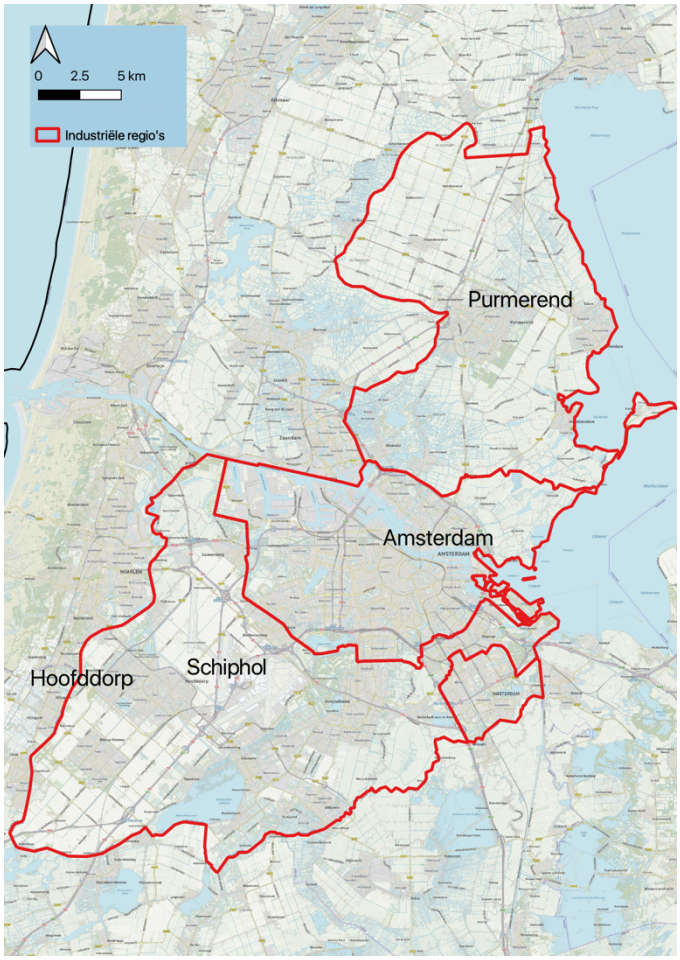
Figuur 7 Verdeling van het bodemgebruik in de hoofdgroep 'Bebouwd terrein' in Nederland in 1996 en 2015. Het oppervlak bebouwd terrein is gegroeid van 310.551 ha in 1996 naar 361.526 ha in 2015, een toename van 16%. De categorieën 'woonterrein' en 'bedrijventerrein' beslaan het grootste aandeel bebouwd terrein. Het aandeel 'bedrijventerrein' is relatief gezien harder gegroeid (32%) dan 'woonterrein' (14). Bron; (CBS, 2016).

Zoals beschreven ligt de huidige focus van klimaatadaptatie op de stedelijke leefomgeving, niet op industriële gebieden. Het is logisch dat klimaatadaptatie is gestart in het grootste aandeel van het bebouwde terrein, het 'woonterrein'. Door echter enkel te focussen op deze categorie, wordt Nederland nooit volledig klimaatrobuust. Van het totale bebouwde terrein bestaat ¼ uit bedrijventerrein, het is dus een gemiste kans wanneer bedrijfs- en industrieterreinen (zoals Royal FloraHolland) niet meegenomen worden in de klimaatadaptieve inrichting van Nederland. De belangrijke industriële regio's in Nederland zijn weergegeven in figuur 8 op de volgende pagina; Noord-Brabant, Groot-Rijnmond en Zuid-Limburg (Gessel-Dabekaussen, 2018). In West-Nederland is daarnaast regio Groot-Amsterdam een belangrijke industriële regio (Gessel-Dabekaussen, 2018). De vraag naar gronden voor bedrijventerreinen blijft toenemen, vooral vanuit de logistieke sector, waardoor de grondprijzen stijgen (Leve, Geuting, & Kramer, 2019). De ontwikkeling van steeds grotere XXL-distributiecentra, zeker ook na 2015, illustreert dit gegeven (Consultancy Nederland, 2018). Het grote oppervlak industrieterreinen en de toekomstige ontwikkelingen daarin geven het belang en de opgave die er ligt voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen. De onderzoekscasus bij Royal FloraHolland Naaldwijk is representatief voor een groot deel van het aandeel industrieterreinen, met name in de regio's Groot-Rijnmond (figuur 9) en Groot-Amsterdam (figuur 10). Deze regio's zijn vanuit de ontstaansgeschiedenis laaggelegen en kennen een slechte bodem, tegenwoordig zijn deze regio's dichtbebouwd (Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen, 2019). Dat maakt watermanagement in West-Nederland een grotere uitdaging dan in het hoger gelegen oosten (Baan, 2020 (a)). Mede om deze reden is Royal FloraHolland Naaldwijk een geschikte onderzoekscasus voor kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op soortgelijke industrieterreinen.



Figuur 8 Belangrijkste industriële regio's in Nederland volgens CBS; Noord-Brabant, Groot-Rijnmond en Zuid-Limburg. IN West-Nederland is daarnaast regio Groot-Amsterdam een belangrijke Regio (Gessel-Dabekaussen, 2018).

Figuur 9, boven: Regio Groot-Rijnmond, een van de belangrijkste industriële regio's van Nederland (Gessel-Dabekaussen, 2018). Gelegen in West-Nederland; deze laaggelegen regio's bestaan uit dichtbebouwde gebieden en kennen een slechte bodem (Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen, 2019).



Figuur 10, links: Regio Groot-Amsterdam, een belangrijke Industriële regio in West-Nederland (Gessel-Dabekaussen, 2018). Regio's in West-Nederland worden gekenmerkt door dichtbebouwde gebieden met een lage ligging en slechte bodem (Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen, 2019).

Wet- en regelgeving voor Royal FloraHolland; de Omgevingswet

Deze paragraaf gaat in op de Omgevingswet, welke vanaf 2021 moet gelden. Daarmee worden de juridische kaders gegeven waarbinnen het ontwerp zich dient vorm te geven.

Er bestaan talloze wetten en regels voor de bebouwde omgeving, een ingewikkeld en onduidelijk stelsel. Vanuit dit vertrekpunt is het idee van de Omgevingswet ontstaan: één wet met alle wet- en regelgeving voor de leefomgeving (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). De Omgevingswet is gericht op een flexibele en integrale aanpak, met duurzame ontwikkeling en lokaal maatwerk (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). De Omgevingswet bestaat uit de volgende onderdelen:

1. **Omgevingsvisie**;
2. **Programma**;
3. **Decentrale regelgeving**;
4. **Algemene rijksregels voor activiteiten**;
5. **Omgevingsvergunning**;
6. **Projectbesluit**.

Met deze instrumenten biedt de Omgevingswet kansen om klimaatadaptatie te borgen in het beleid (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). Klimaatadaptatie is een gezamenlijk vraagstuk en kan alleen opgelost worden door samenwerking van de overheid én de samenleving (publiek en privaat). Provincie, gemeente en waterschap voeren klimaatstresstesten uit voor een integrale benadering van het probleem (Aan de slag met de Omgevingswet, sd). De stresstest maakt inzichtelijk wat kwetsbare punten zijn voor overstroming, wateroverlast, droogte en hitte en geeft meekoppelkansen.

Het terrein van Royal FloraHolland ligt verspreid over de Randstad, het bevoegd gezag is hierdoor ondergebracht bij verschillende bestuursorganen, zie tabel 2. Het afstudeeronderzoek richt zich op het terrein in Naaldwijk, voor dit terrein is de relevante wetgeving rondom klimaatadaptatie nader onderzocht. Onderstaande tabel geeft tevens de belangrijkste stakeholders binnen het onderzoek, naast Royal FloraHolland en de Donker Groep.

Tabel 2 Betrokken overheden per locatie van Royal FloraHolland, ingedeeld op verschillende schaalniveaus; provincie, waterschap en gemeente. Het bevoegd gezag over de locaties ligt hiermee verdeeld over verschillende bestuursorganen.

	LOCATIE AALSMEER	LOCATIE RIJNSBURG	LOCATIE NAALDWIJK
PROVINCIE	▪ Noord-Holland	▪ Zuid-Holland	▪ Zuid-Holland
WATERBEHEER	▪ Hoogheemraadschap van Rijnland ▪ WS Amstel, Gooi, Vecht	▪ Hoogheemraadschap van Rijnland	▪ Hoogheemraadschap van Delfland
GEMEENTE	▪ Aalsmeer ▪ Uithoorn	▪ Katwijk ▪ Oegstgeest	▪ Westland

Verdere toelichting op de Omgevingswet en relevante artikelen uit de wet- en regelgeving zijn in de beleidsanalyse in bijlage I uiteengezet. Binnen de wetgeving valt op dat de regels zich vooral richten op nieuwe ontwikkelingen, er zijn weinig regels met betrekking tot klimaatadaptatie voor de bestaande terreinen. Zo worden bijvoorbeeld regels gegeven voor watercompensatie wanneer verhard oppervlak wordt aangelegd, maar regels rondom het vasthouden, bergen en afvoeren van hemelwater op bestaande terreinen zijn er niet tot nauwelijks. Op grote schaal wordt wel aangestuurd op klimaatadaptatie en een klimaatbestendige en waterrobuuste leefomgeving. Hiermee wordt klimaatadaptatie minder vrijblijvend, een trend die ook in het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie wordt benoemd (Staf Deltacommissaris, 2017). Toch is het niet per definitie slecht als er weinig wet- en regelgeving of detailniveau is. Het betekent ook dat er veel vrijheid is in het uitwerken van klimaatadaptieve maatregelen. Deze trend geldt ook in de Omgevingswet; er worden kaders gegeven, maar de invulling is vrij voor lokaal maatwerk.

Royal FloraHolland Naaldwijk valt binnen het beheersgebied van de provincie Zuid-Holland, het Hoogheemraadschap van Delfland en de Gemeente Westland. Tabel 3 geeft de beperkende en versterkende factoren die van invloed zijn op de klimaatadaptieve inrichting van het terrein. Te zien is dat versterkende factoren vooral bestaan uit zorgplichten en 'streven naar'. Definitieve invulling voor klimaatadaptatie wordt niet gegeven.

Tabel 3 Korte opsomming van de factoren die van invloed zijn op de klimaatadaptieve inrichting van het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk. De factoren geven zorgplichten en 'een streven naar', definitieve invulling blijft uit.

BEVOEGD GEZAG	BEPERKENDE FACTOREN	VERSTERKENDE FACTOREN
▪ Prov. Zuid-Holland ▪ HH Delfland ▪ Gem. Westland	▪ Regelgeving enkel voor nieuwe ontwikkelingen; ▪ Vergunningsplicht infiltratie; ▪ Zorgplicht watersysteem.	▪ Weinig regelgeving; ▪ Streven: gescheiden riool; ▪ Streven: afkoppelen van hemelwater; ▪ Zorgplicht watersysteem; ▪ Wijzigingsplan dient rekening te houden met de waterhuishoudkundige situatie.

3 PROBLEEMSTELLING

In de introductie is de aanleiding van het afstudeeronderzoek besproken. In de probleemstelling wordt het praktijkprobleem van het afstudeeronderzoek nader beschreven. Zo wordt bekeken hoe de ruimtelijke verdeling van de (klimaat)problemen op het terrein in Naaldwijk is en welke problemen Royal FloraHolland ondervindt als het gevolg van wateroverlast. Afsluitend worden in dit hoofdstuk de onderzoeksvragen van het afstudeeronderzoek gepresenteerd.

Probleemanalyse

Om de doelstelling van het onderzoek te bereiken, kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen binnen de Donker Groep en in de gehele sector, dient het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk als onderzoekscasus. Deze paragraaf gaat in op de problemen die Royal FloraHolland ondervindt als gevolg van wateroverlast op het terrein.

Beschrijving plangebied Naaldwijk

Royal FloraHolland is een coöperatieve organisatie van en voor kwekers in de sierteelt en organiseert de internationale marktplaats voor bloemen en planten (Royal FloraHolland, sd). Royal FloraHolland heeft drie hoofdlocaties: Aalsmeer, Rijnsburg en Naaldwijk (Royal FloraHolland, sd).

De terreinen van Royal FloraHolland, niet alleen in Naaldwijk, maar ook op de andere locaties, kenmerken zich door het grote aandeel verhard oppervlak; grote dakoppervlaktes van de bedrijfshallen, brede rijbanen en veel verharding voor (vracht)verkeer. Figuur 11 op de volgende pagina geeft een sfeerbeeld van het terrein. De inrichting van het terrein is functioneel en praktisch en gericht op het creëren van zoveel mogelijk uitgeefbaar terrein. De strijd om de vierkante meter op dit soort terreinen is groot, wat doorwerkt in de (stijgende) grondprijzen, zeker in West-Nederland (Leve et al., 2019). Op de terreinen is dan ook weinig groen te vinden. De beschreven inrichting van de terreinen van Royal FloraHolland is kenmerkend voor de inrichting van industrieterreinen in het algemeen. In deze standaardsituatie is wateroverlast ten gevolge van (toenemende) piekbuien onvermijdelijk. De hoeveelheid water die vrijkomt is een risico voor het stilvallen van de bedrijfsvoering van Royal FloraHolland indien de neerslagintensiteit verder toeneemt. Stilvallen van de bedrijfsvoering houdt in dat vitale processen voor de veiling-activiteiten stil komen te liggen.

Figuur 11 Foto's van het locatiebezoek bij Royal FloraHolland Naaldwijk (23 april). De typerende kenmerken van industrieterreinen zijn duidelijk zichtbaar; het grote aandeel verhard oppervlak, de beperkte beschikbare ruimte voor ingrepen en de schaalgrootte van de terreinen.

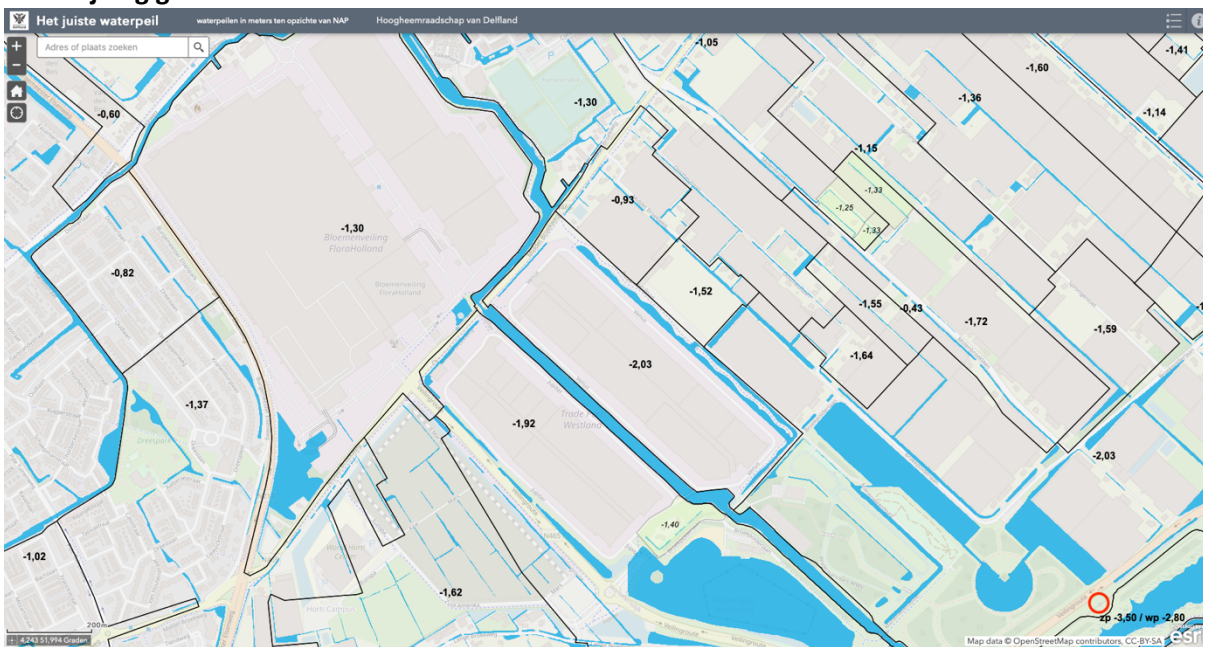
Figuur 12 Gebiedsoverzicht van het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk. Het terrein is gelegen tussen de kernen van Naaldwijk en Honselersdijk en bestaat uit vier gedeelten; het Elsengebouw, het Strijpgebouw, TPW Venus en TPW Jupiter. TPW Mars is nog in ontwikkeling.

Figuur 12 geeft een overzicht van het veilingterrein in Naaldwijk. Het terrein is gelegen in de gemeente Westland en strekt zich uit tussen Naaldwijk en Honselersdijk. Het noordwestelijk deelgebied van het terrein beslaat het grootse gebouwencomplex (700 x 400 meter): het FloraHolland Elsengebouw (Gemeente Westland, 2012 (a)). De bedrijfshallen bestaan uit maximaal vijf bouwlagen, het hoofdkantoor bestaat uit 13 bouwlagen. De belangrijkste ontsluiting van het gebied is de aansluiting op de Middel Broekweg, tussen het noordelijke en het zuidelijke deelgebied. Bovendien is er een overdekte transportstraat over de Middel Broekweg naar het bijbehorende zuidelijke deelgebied; TPW Jupiter (Gemeente Westland, 2012 (a)). Ook het oostelijke deelgebied bestaat voornamelijk uit aaneengesloten bebouwing, het zogenoemde Strijpgebouw (625 x 180 meter) (Gemeente Westland, 2012 (a)).

Het zuidelijk deelgebied bestaat uit twee grote gebouwencomplexen aan beide zijden van een 25 meter brede watergang; Trade Parc Westland Jupiter, circa 170 x 550 meter en Trade Parc Westland Venus, circa 160 x 650 meter (Gemeente Westland, 2012 (a)). Beide gebouwencomplexen worden ontsloten door een rondweg en door middel van de inpandige transportstraat (Gemeente Westland, 2012 (a)). Deze transportstraat is ook de overdekte passage naar het Elsengebouw.

Als laatste bevindt zich in het zuidelijke deelgebied Trade Parc Westland Mars. Dit gedeelte moet nog ontwikkeld worden en is momenteel braakliggend. Binnen het afstudeeronderzoek wordt voor dit terrein een klimaatrobuuste inrichting van toekomstige industrieterreinen ontwikkeld. Voor de overige delen wordt een klimaatbestendige inrichting voor bestaande terreinen ontwikkeld.

Beschrijving grondwaterstand



Figuur 13 Peilgebieden rondom Royal FloraHolland Naaldwijk. Het grootste gedeelte van het plangebied ligt in een peilgebied met een streefpeil van -1,30 m NAP. Het streefpeil van de overige delen van het projectgebied varieert tussen -1,62 en -2,03 m NAP. (Hoogheemraadschap van Delfland, sd).

Het noordelijke en grootste gedeelte van het plangebied is gelegen in de Vlietpolder, met een streefpeil van - 1,3 m NAP, zie figuur 13 (Gemeente Westland, 2012 (a)). De overige streefpeilen variëren tussen de -1,62 en -2,03 m NAP. De ondergrond bestaat uit klei, soms onderbroken door leemarm zand, met grondwatertrap IV; de gemiddelde hoogste grondwaterstand is lager dan - 0,4 m MV en de gemiddeld laagste grondwaterstand ligt tussen de - 0,8 en - 1,2 m MV (Gemeente Westland, 2012 (a)). De huidige maaiveldhoogte varieert. Noordwest van de Middel Broekweg ligt de maaiveldhoogte op circa + 0,1 m NAP, ten zuidoosten op circa - 0,5 m NAP (AHN, sd)

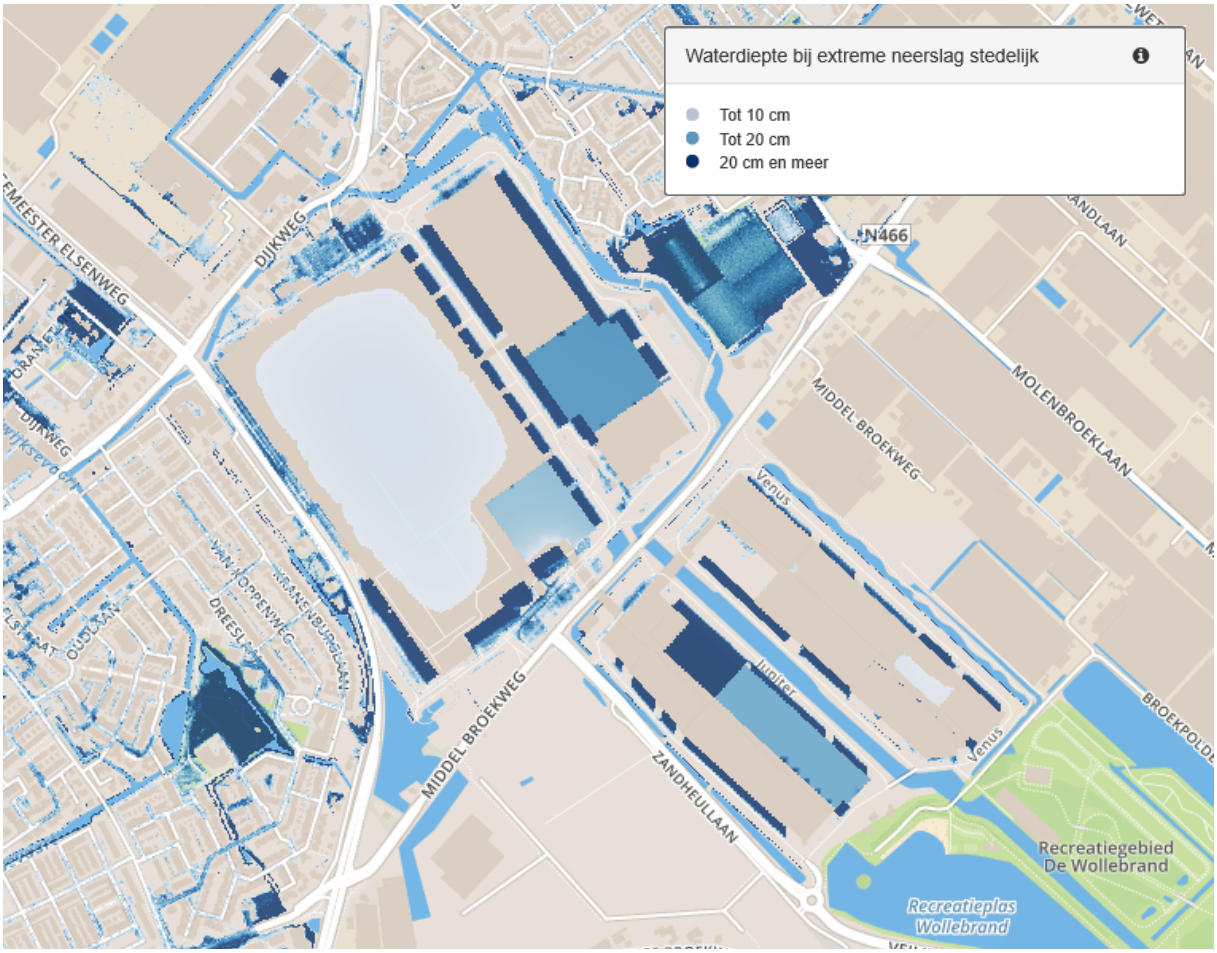
Op basis van de grondwaterstanden en maaiveldhoogte is de gemiddelde ontwateringsdiepte voor het terrein bepaald. Voor het verdere verloop van het onderzoek geldt: de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) zal afhankelijk van het streefpeil variëren in de verschillende peilgebieden, de gevonden Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) blijft redelijk representatief (hoog). Op basis van de grondwaterstanden, peilgebieden en maaiveldhoogte is de gemiddelde ontwateringsdiepte gesteld op 0,70 m. Zie voor verder toelichting over grondwaterstanden en bodemopbouw bijlage II.

3.1.1 (Klimaat)problemen

Om een beeld te vormen van de (klimaat)problemen die spelen op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk, is gekeken naar de kaarten van de Klimaatatlas van de provincie Zuid-Holland. De verschillende kaarten en thema's zullen hieronder toegelicht worden.

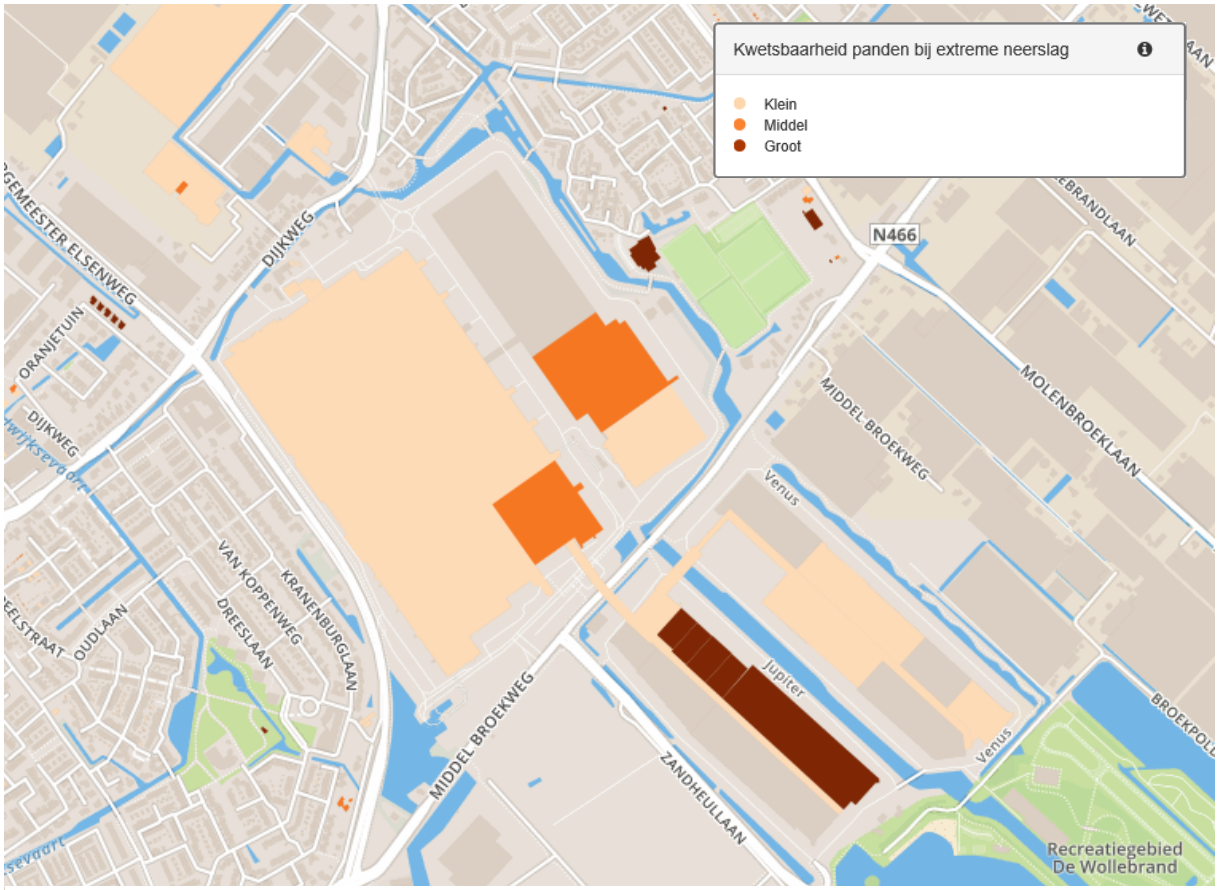
De belangrijkste themakaart in het onderzoek is de kaart van de waterdiepte als gevolg van extreme neerslag. Figuur 14 geeft de ruimtelijke verdeling van wateroverlast op het terrein. Bij een neerslagintensiteit van 100 mm in twee uur kent het terrein op sommige punten 20 tot 30 centimeter water op straat, direct na afloop van de bui (Klimaatatlas Zuid-Holland, a). Hierbij verzamelt het water zich hoofdzakelijk in de laad- en losdocks, welke duidelijk terug te zien zijn op de kaart. Ondanks deze waterstanden blijft het grootste deel van de wegen goed begaanbaar voor verkeer, zie figuur 15. Voornamelijk aan de linkerzijde van het plangebied wordt de begaanbaarheid minder met de classificatie 'Alleen calamiteitenverkeer' (Klimaatatlas Zuid-Holland, a). De kans op water in het pand vormt een risico voor het plangebied. Figuur 16 geeft aan dat het overgrote deel van het gebied kans

heeft op water in het pand, vooral in het zuidelijke deelgebied (TPW Jupiter) (Klimaatatlas Zuid-Holland, a). Figuur 17 visualiseert de kans op hittestress. Door de inrichting van het terrein is de verwachting dat de kans op hittestress groot is. In figuur 17 is duidelijk te zien dat er sprake is van een sterk verhoogde gevoelstemperatuur rondom de bedrijfsgebouwen (Rijksoverheid, sd).

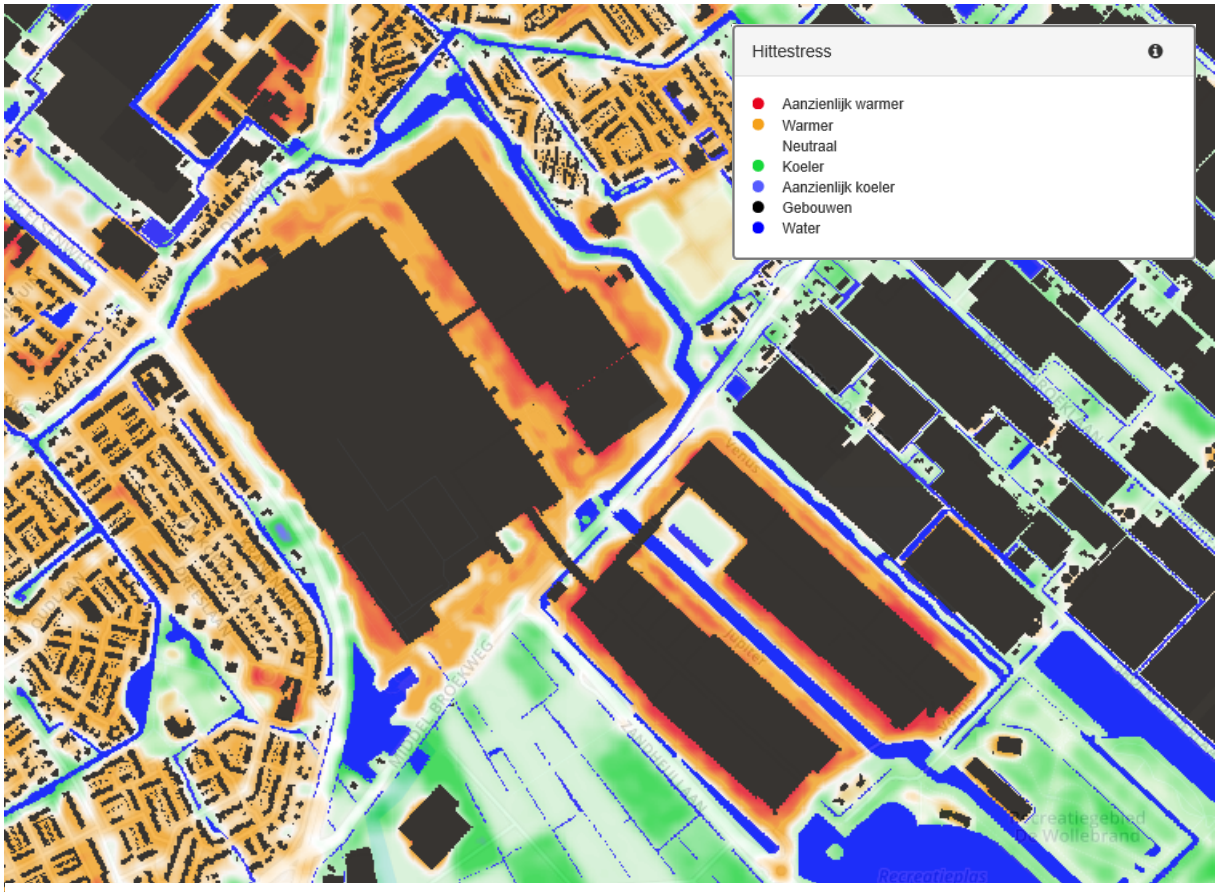


Figuur 14 Ruimtelijke verdeling van de wateroverlast op het terrein in Naaldwijk. Opvallend zijn met name de verdiepte laad- en losdocks, welke duidelijk terug te zien zijn in de waterdieptes op de kaart (Klimaatatlas Zuid-Holland, a).

Figuur 15 Classificering van de begaanbaarheid van de wegen op het terrein, na afloop van een bui. De begaanbaarheid blijft goed, alleen aan de linkerzijde van het plangebied wordt de begaanbaarheid minder (Klimaatatlas Zuid-Holland, a).



Figuur 16 Kwetsbaarheid van panden bij extreme neerslag. De kans op water in het pand vormt een risico voor het plangebied. Vooral TPW Jupiter loopt risico op water in het pand (Klimaatatlas Zuid-Holland, a).



Figuur 17 Ruimtelijke verdeling van de hittestress over het terrein. Door het grote dakoppervlak en de vele verharding is de kans op hittestress groot. Rondom de bedrijfsgebouwen is sprake van een sterk verhoogde gevoelstemperatuur (Klimaatatlas Zuid-Holland, b).

3.1.2 Gevolgen van wateroverlast

Deze paragraaf gaat in op de gevolgen van de beschreven knelpunten en problemen. Deze informatie is verkregen middels een interview met de heer Bekink, vastgoedmanager bij Royal FloraHolland en eindverantwoordelijke voor de inrichting en beheer van het terrein, zie bijlage VI.

De terreinen van Royal FloraHolland zijn verschillende malen gegroeid en uitgebreid. De vergunde ontwikkelingen voldoen aan de normen die op dat moment golden. Uitbreidingen zijn hierdoor gedimensioneerd op verschillende normeringen; de nieuwere normeringen zijn aangescherpt en strenger geworden ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Feitelijk voldoen de oudere gedeelten van het terrein dus niet aan de huidige normeringen (Bekink, 2020).

Als voorbeeld: in Naaldwijk gold de regel dat er per hectare bebouwd oppervlak 350 m^3 waterberging gerealiseerd moest worden, tegenwoordig vergund het waterschap ontwikkelingen op basis van 550 m^3 waterberging per hectare bebouwd oppervlak (Bekink, 2020).

In de afgelopen 50 jaar heeft het terrein in Naaldwijk een aantal keer te maken gehad met wateroverlast en opdrijvende putdeksels in de bedrijfshallen. Deze overlast vond plaats op momenten waarop de veiling niet in bedrijf was, waardoor de bedrijfsvoering van Royal FloraHolland niet of nauwelijks hinder heeft ondervonden (Bekink, 2020). De gevolgen van wateroverlast zijn tot op heden te overzien, in het licht van de klimaatveranderingen is dit echter een aandachtspunt.

Opmerking: Wanneer de veiling-activiteiten op één van de locaties (Aalsmeer, Rijnsburg, Naaldwijk) stil komen te liggen, worden de veilingen op de andere locaties ook gestaakt (Bekink, 2020). *Zo wordt een eerlijk concurrentiebeleid tussen de verschillende vestigingen gegarandeerd. De impact van wateroverlast is groot.*

De nieuwere hemelwaterstelsels hebben een buffercapaciteit van vier millimeter om de 'first flush' af te voeren naar het vuilwatersysteem, vervolgens wordt het hemelwater afgevoerd naar het oppervlaktewater (Bekink, 2020). De bedrijfsvloeren op het terrein zijn hoger gelegen dan het omliggende oppervlaktewater, waardoor afvoer gemakkelijk kan plaatsvinden.
Vanwege de enorme (dak)oppervlaktes is het hemelwaterstelsel inpandig gelegen, ook de noodoverlopen zijn inpandig geconstrueerd (Bekink, 2020). Deze constructie vormt het daadwerkelijke knelpunt binnen het stelsel (Bekink, 2020). Het hemelwaterstelsel kan bij hevige neerslag de hoeveelheid water niet verwerken en de regenpijpen lopen vol. Als gevolg van de druk die hierdoor ontstaat komen de putdeksels in de bedrijfshal omhoog en ook het water dat via de noodoverlopen wordt afgevoerd stroomt uit over de bedrijfsvloer (Bekink, 2020). Het is echter onbekend tegen welke maximale neerslagintensiteit het totale hemelwatersysteem bestand is. Stilvallen van de bedrijfsvoering van Royal FloraHolland als gevolg van wateroverlast kent twee oorzaken:

1. In de bedrijfshallen ligt een kettingbaansysteem voor transport- en fustagekarren. Wanneer het hemelwater over de bedrijfsvloer stroomt, lopen de motorputten van het kettingbaansysteem vol. Dit veroorzaakt kortsluiting, waardoor het transportsysteem stilligt en er geen producten meer vervoerd kunnen worden van en naar de veiling (Bekink, 2020).
2. Daarnaast zal een laag water op de bedrijfsvloer er ook voor zorgen dat personeel van de veiling zich niet meer kan verplaatsen binnen de hallen en de veiling stilvalt (Bekink, 2020).

Het hemelwaterstelsel dient tevens als bluswatervoorziening op het terrein (Bekink, 2020). Het stelsel is daartoe altijd voor 50% gevuld, waardoor niet de optimale buffercapaciteit van een leeg stelsel beschikbaar is tijdens hevige neerslag. Om hierop te anticiperen wordt in aanloop van hevige neerslag boezemwater ingelaten om de watermassa in het stelsel in beweging te brengen en de doorstroming van de hemelwaterafvoeren te vergroten (Bekink, 2020). Is het water nog niet in beweging tijdens een neerslagpiek dan zal dit de afvoer vertragen, waardoor eerder wateroverlast ontstaat.

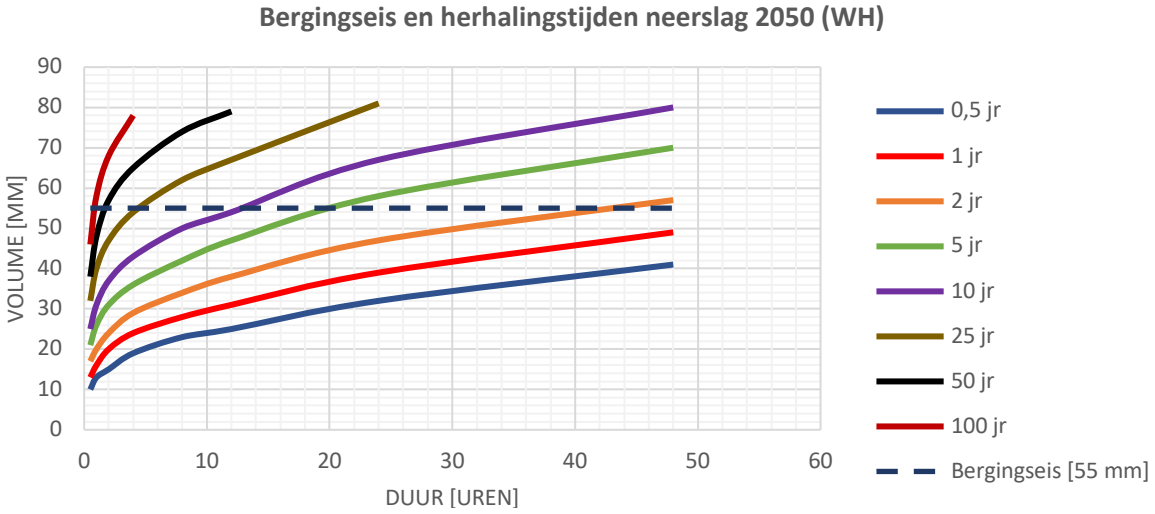
Royal FloraHolland ondervindt geen directe hinder door hittestress (Bekink, 2020). De temperatuur in de hallen loopt gedurende de dag op, maar zorgt niet voor problemen in de bedrijfsvoering. Toch is warmte niet bevorderlijk voor de producten. Een ander gevolg van hogere temperaturen is het ontstaan van pokdalig asfalt, door de grote druk die transport- en fustagekarren uitoefenen op de ondergrond (Bekink, 2020). Een indirect gevolg van toenemende temperaturen is het feit dat de verkoop van sierteeltproducten afneemt, omdat mensen meer recreëren tijdens warme dagen, bijvoorbeeld aan het strand (Bekink, 2020).

3.1.3 Benodigde bergingscapaciteit

Doordat de terreinen van Royal FloraHolland op verschillende normeringen zijn ingericht, is het lastig te bepalen tegen welke maximale neerslagintensiteit het totale terrein en/of het systeem bestand is. De gegevens van de riolering zijn niet beschikbaar gesteld door Royal FloraHolland. Voor de vormgeving van het ontwerp betekend dit dat het ontwerp niet gedimensioneerd kan worden op de gestelde neerslagintensiteit van 50-60 mm per uur, gedurende 1 of 2 uur, waarop het stedelijk watersysteem tegenwoordig wordt ingericht (zie Theoretisch kader).
Daarom is het probleem benaderd aan de hand van een minimale berging op het terrein. Voor nieuwe ontwikkelingen gelden bergingseisen en een vertraagde afvoernorm. Met dit soort regels kan het waterschap de situatie voor het watersysteem zo goed als gelijk houden; de normen komen overeen met de berging en afvoer van weilanden (Baan, 2020 (a)). Voor het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk geldt vanuit het waterschap een bergingseis van 550 m^3 per hectare bebouwd oppervlak; 55 mm berging over het verharde oppervlak (Bekink, 2020). De vertraagde afvoer vanaf verharding bedraagt maximaal 20 m^3/min/100ha; 28,8 mm/etmaal over het verharde oppervlak (Boxem, 2020). Daarmee duurt het 46 uur om de gehele bergingscapaciteit na afloop van de bui af te voeren. Binnen het ontwerp worden deze bergingseisen aangehouden. Met een totaal verhard oppervlak van ruim 825.000 m^2 komt de benodigde berging uit op 45.500 m^3, zie voor de berekening bijlage VI.

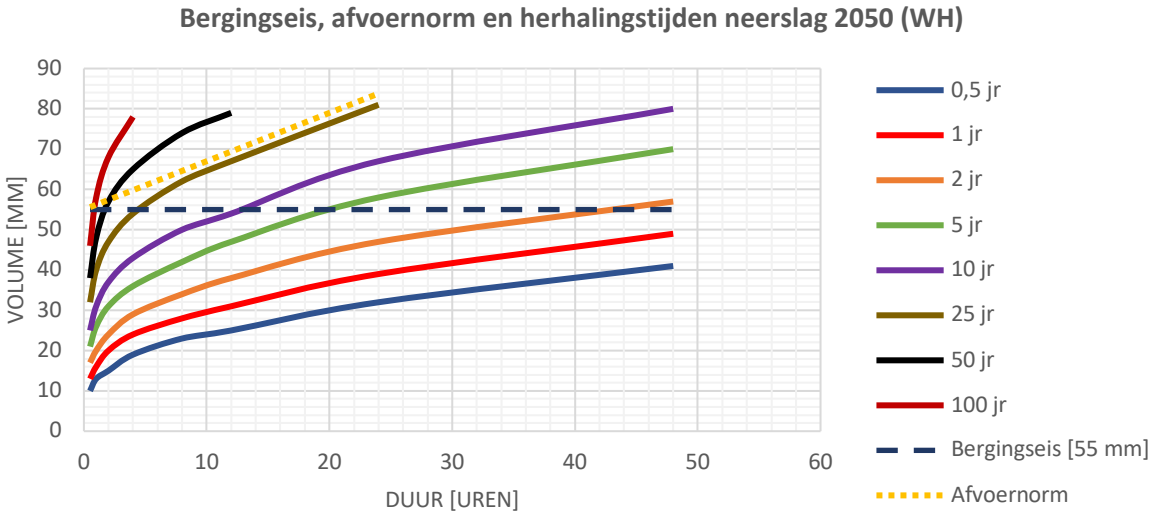
Herhalingstijd van verschillende buien

Alleen wanneer daadwerkelijk 55 mm neerslag valt, wordt de totaal vereiste berging van 45.500 m^3 volledig gebruikt. Onderstaande grafieken laten zien wat de herhalingstijd is van een bui van 55 mm bij verschillende duren, in 2050.



Figuur 18 Regenduurlijnen van buien met verschillende herhalingstijden voor het klimaat van 2050 (Meteobase, sd). De blauwe stippellijn geeft de vereiste berging van 55 mm aan over het verharde oppervlak. Met name de kortdurende buien met een grote herhalingstijd (25 jaar of meer) zorgen snel voor overbelasting van de berging.

Figuur 18 laat zien dat vooral buien met een korte duur snel voor overbelasting van de berging zorgen. In figuur 19 is naast de bergingseis van 55 mm ook de vertraagde afvoernorm van 20 m^3/min/100ha ingetekend. Deze figuur laat zien dat het systeem van berging en afvoer tenminste bestand is tegen een toekomstige bui (in 2050) met een herhalingstijd van 25 jaar. Neemt de intensiteit verder toe, dan zal het systeem overbelast raken. Dat wil niet zeggen dat er dan direct wateroverlast optreedt. Kortdurend water op straat wordt vaak ervaren als hinder, maar nog niet als overlast.



Figuur 19 Regenduurlijnen van buien met verschillende herhalingstijden voor het klimaat van 2050 (Meteobase, sd). Daarnaast is de vereiste berging van 55 mm (blauwe stippellijn) en de vertraagde afvoernorm van 20 m^3/min/100ha (gele stippellijn) ingetekend. Het systeem van berging en afvoer is bestand tegen een toekomstige bui (2050) met een herhalingstijd van 25 jaar.

Onderzoeksvragen

In voorgaande hoofdstukken is de opgave voor klimaatadaptatie op industrieterreinen beschreven. Een kwart van het bebouwde terrein in Nederland bestaat uit bedrijfs- en industrieterreinen. Om een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving te realiseren, moet de focus op stedelijk gebied verbreed worden, om ook industrieterreinen klimaatadaptief in te richten. Hierbij geeft de strijd om de vierkante meter en de grotere problematiek (meer afstromend water, minder ruimte) ten opzichte van stedelijk gebied een extra uitdaging. In deze paragraaf zijn de onderzoeksvragen van het afstudeeronderzoek opgesteld.

Hoofdvraag
De onderzoekscasus is gericht op het vormgeven van een ontwerp voor Royal FloraHolland Naaldwijk, waarmee problemen ten gevolge van wateroverlast voorkomen worden. Hiervoor wordt onderzoek gedaan naar geschikte maatregelen en de implementatie daarvan, om wateroverlast op te vangen en stilvallen van de bedrijfsvoering te voorkomen. Vanuit deze casestudie wordt kennis opgedaan over klimaatadaptatie van soortgelijke industrieterreinen en de bredere toepasbaarheid van deze kennis en gebruikte aanpak. De hoofdvraag is als volgt geformuleerd:

Met welke ruimtelijke implementatie van geschikte klimaatadaptieve maatregelen kan wateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk opgevangen worden om stilvallen van de bedrijfsvoering te voorkomen en wat is de bredere toepasbaarheid van deze kennis en de gebruikte aanpak voor industrieterreinen in het algemeen?

Deelvragen
Om tot een gedegen beantwoording van de hoofdvraag te komen, zijn verschillende deelvragen opgesteld. Daarnaast is voor het Theoretisch kader en de Probleemstelling van dit rapport vooronderzoek verricht. In de deelvragen en het onderzoek wordt eerst geconvergeerd naar een specifiek ontwerp voor het terrein van Royal FloraHolland, vervolgens wordt de opgedane kennis gedivergeerd naar industrieterreinen in het algemeen.

Fase 1: Visievorming

1. Welke oplossingsrichtingen zijn geschikt om de wateroverlast op de terreinen van Royal FloraHolland op te vangen?
2. Vanuit welke visie wordt de ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen vormgegeven voor de terreinen van Royal FloraHolland?
    a. Aan welke criteria moet de ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen voldoen?

Fase 2: Vormgeving ontwerp

3. Wat is een geschikte ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen voor het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk?

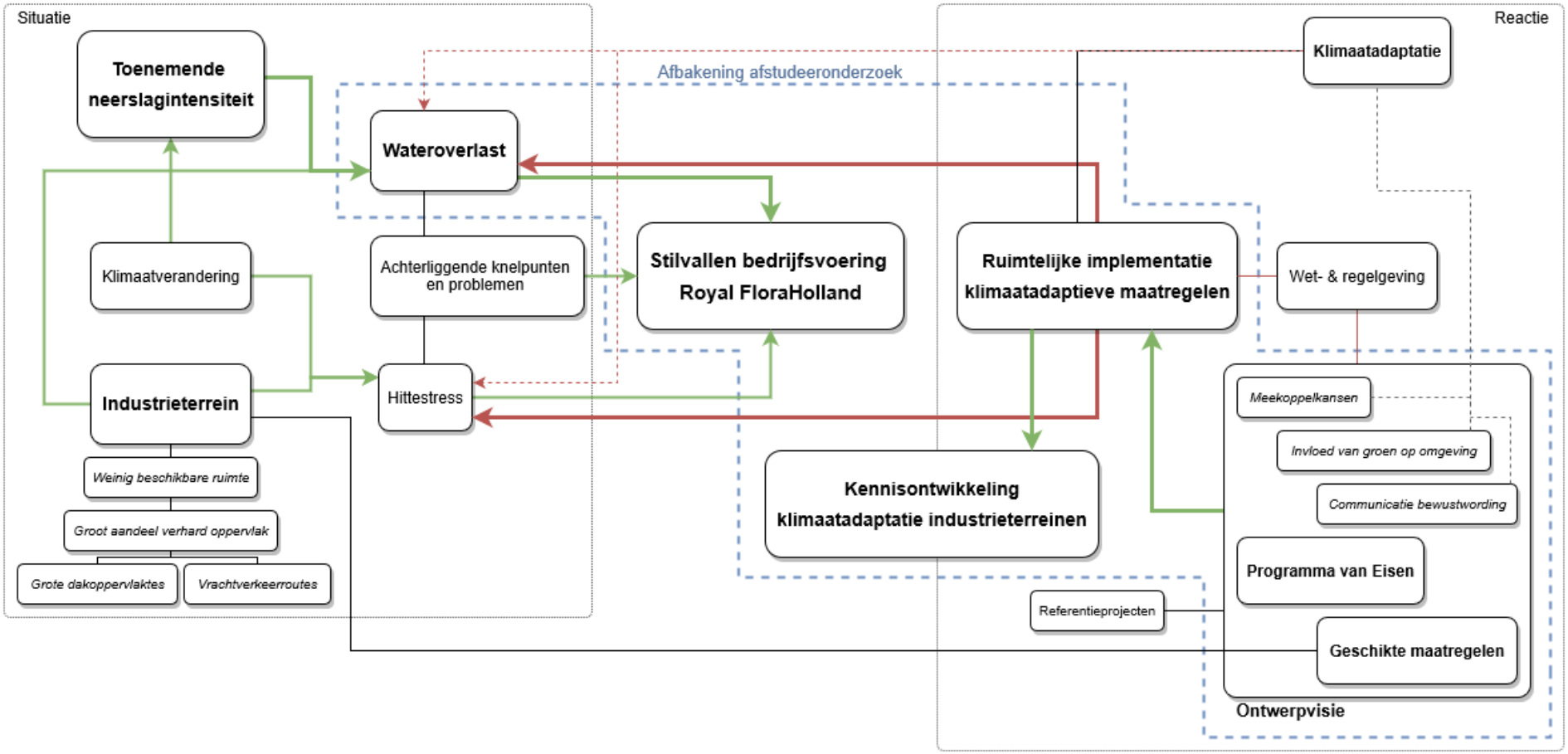
Fase 3: Bredere toepasbaarheid

4. Voor welke typologie industrieterreinen is de ontwikkelde kennis en aanpak geschikt en welke (ruimtelijke) factoren zijn hierin bepalend?
5. Welke ontwerprichtlijnen kunnen gegeven worden om te komen tot een succesvolle klimaatadaptieve inrichting van (soortgelijke) industrieterreinen en toekomstige projecten?

Conceptueel model

Figuur 20 op de volgende pagina visualiseert het conceptueel model van het onderzoek. Het conceptueel model visualiseert de variabelen binnen het onderzoek en geeft de (te verwachtten) onderlinge verbanden en relaties tussen de variabelen. Een gedeelte van de variabelen bestaat uit bestaande kennis en is reeds beschreven, een gedeelte van de variabelen wordt nader onderzocht in dit onderzoek. Het model verduidelijkt de samenhang tussen de deelvragen.

Het conceptueel model is opgesplitst in twee gedeelten. De linkerzijde is gericht op de huidige omstandigheden en het vooronderzoek; inrichting van het terrein, klimaatveranderingen en problemen die hieruit voorkomen: 'de situatie'. Als 'reactie' op de situatie zijn aan de rechterzijde van het model variabelen benoemd om te komen tot een klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen. Dit ontwerp lost de wateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland op. Tevens vergroot dit de kennis over klimaatadaptatie binnen de Donker Groep en wordt bijgedragen aan kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen in het algemeen.
Het onderzoek richt zich op het vormgeven van een ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen, om stilvallen van de bedrijfsvoering van Royal FloraHolland door wateroverlast te voorkomen. De focus ligt expliciet op het voorkomen van wateroverlast en niet op bijvoorbeeld het voorkomen van hittestress. Desalniettemin is klimaatadaptatie een integraal vraagstuk. Een 'goede' klimaatadaptieve inrichting zal dus ook rekening houden met aspecten zoals hittestress of droogte.



Figuur 20 Conceptueel model afstudeeronderzoek Klimaatadaptief Royal FloraHolland. Het model visualiseert de variabelen binnen het onderzoek en geeft de verbanden en relaties. Een groene pijl geeft een versterkend effect, een rode pijl visualiseert een negatief effect. Lijnen zonder pijl geven een samenhang tussen de variabelen aan, zonder duidelijk eenzijdig effect. Stippellijnen geven de relaties tussen variabelen in het algemeen, zonder dat dat per definitie aan bod komt in het onderzoek. Het blauwe kader geeft de afbakening van het afstudeeronderzoek. Binnen het onderzoek ligt de focus expliciet op het voorkomen van wateroverlast. De linkerzijde van het model is gericht op de huidige omstandigheden; inrichting van het terrein, klimaatveranderingen en problemen die hieruit voorkomen: 'de situatie'. Als 'reactie' op de situatie zijn aan de rechterzijde van het model de verschillende variabelen benoemd om te komen tot een klimaatadaptieve inrichting van het industrieterrein.

4 METHODOLOGIE

Dit hoofdstuk beschrijft de methodologie voor het afstudeeronderzoek. Het gaat hierin om de manier waarop de data is verkregen en geanalyseerd en de verantwoording van deze keuze.

In hoofdlijnen is er binnen het afstudeeronderzoek sprake van toegepast onderzoek; onderzoek met als doel een probleem op te lossen. Hierbij is gebruik gemaakt van ontwerpend onderzoek, het maken van een ruimtelijk ontwerp is hierin de vorm van onderzoek en geeft de gevraagde oplossing (Nijhuis, Vries, & Noortman, 2017). Om het onderzoek verder te concretiseren en verdiepend onderzoek te kunnen doen, is binnen het toegepaste onderzoek sprake van een casestudie naar één specifiek terrein: Royal FloraHolland Naaldwijk. Met een casestudie is een grote mate van detail en diepgang te verkrijgen, een nadeel kan zijn dat resultaten niet zondermeer gegeneraliseerd kunnen worden voor een brede doelgroep (Tubbing, 2018). Omdat het onderzoek moet resulteren in een oplossing voor een specifiek soort terrein is deze beperking van generalisatie echter uitgesloten.

4.1 Fase 1: Visievorming

Om een oplossing vorm te geven voor de problematiek, zoals beschreven in de probleemstelling is allereerst een ontwerpvisie opgesteld. Hiermee is geïnventariseerd wat geschikte oplossingsrichtingen zijn, daarnaast is ook een Programma van Eisen opgesteld als toetsingsinstrument voor het ontwerp.

Deelvraag 1

Om te bepalen wat geschikte oplossingsrichtingen zijn voor klimaatadaptatie op industrieterreinen is allereerst gezocht naar (vak)literatuur over het onderwerp, onder andere via Google Scholar en connecties binnen het eigen netwerk en dat van de Donker Groep. Door het institutionele probleem van het ontbreken van (vak)literatuur over klimaatadaptatie op industrieterreinen, is de inventarisatie van geschikte oplossingsrichtingen uitgevoerd aan de hand van een *diepte-interview* met de heer Bel van Mijn Waterfabriek. Mijn Waterfabriek is leverancier van technische systemen en werkt vanuit de gedachte dat zoetwater een uitputbare bron is, waarvoor nieuwe alternatieven moeten komen. Naast leverancier heeft Mijn Waterfabriek ook een adviserende rol met betrekking tot klimaatadaptatie en vernieuwende en integrale klimaatadaptieve maatregelen. De hoofdvraag binnen het interview met de heer Bel was: *Welke oplossingsrichtingen zijn geschikt om de wateroverlast op de terreinen van Royal FloraHolland op te vangen?* Het is een belangrijke stap om geschikte oplossingsrichtingen te bepalen, omdat ervan uit wordt gegaan dat de problematiek op industrieterreinen om een andere aanpak vraagt dan de problematiek in stedelijk gebied; de beschikbare ruimte voor ingrepen is klein en er is veel afstromend hemelwater door het grote aandeel verhard oppervlak.

Deelvraag 2

Vanuit de voorgaande stap is een ontwerpvisie opgesteld waarmee het ontwerp voor de klimaatadaptieve inrichting van het terrein van Royal FloraHolland wordt vormgegeven. De ontwerpvisie is een (persoonlijk) toekomstbeeld voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen en is gebaseerd op de oplossingsrichtingen en de kennis uit het vooronderzoek en de probleemstelling, over klimaatadaptatie en de problemen en inrichting van het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk.

Om het ontwerp te toetsen aan de ontwerpvisie en overige randvoorwaarden is een Programma van Eisen opgesteld. Input voor de (harde en zachte) criteria van het Programma van Eisen is verkregen bij verschillende partijen. Allereerst is hierbij input van Royal FloraHolland van belang. Input over wensen en eisen aan het ontwerp en de opgestelde duurzaamheidsambitie van Royal FloraHolland is verkregen aan de hand van een *diepte- interview* met de heer Bekink, vastgoed-manager en eindverantwoordelijke voor de inrichting en beheer van het terrein. Overige invulling van het Programma van Eisen is vastgesteld op basis van eigen kennis en ervaring over klimaatadaptatie en ervaring binnen de Donker Groep. Deze kennis is verkregen door middel van overleg(gen) met de heer Eikenaar (Senior tuin- en landschapsontwerper, Donker Design) en de heer ter Braak (Projectleider uitvoering, Donker Groen). Daarnaast is relevante input opgenomen uit voorgaande afspraken met Buro BOOT (probleemstelling) en Mijn Waterfabriek (visievorming).

4.2 Fase 2: Vormgeving ontwerp

Op basis van de ontwerpvisie is de ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk vormgegeven.

Deelvraag 3

Ter inspiratie voor de vormgeving van het ontwerp, heeft een locatiebezoek bij Royal FloraHolland plaatsgevonden. Functionaliteit staat hoog aangeschreven op het terrein, de ruimte wordt optimaal gebruikt. Tijdens het locatiebezoek is gezocht naar plekken op het terrein die gebruikt kunnen worden voor de klimaatadaptieve inrichting. Op basis van het locatiebezoek is geïnventariseerd en geanalyseerd welke maatregelen geschikt zijn.
Als resultaat van deze analyse zijn ontwerpconcepten opgesteld voor het ontwerp. Vervolgens is feedback op de concepten verkregen door middel van interne (online) pitch- en discussiesessies. Het is belangrijk deze feedback te verkrijgen op de ontwerpconcepten. Dit zorgt ervoor dat de concepten verder aangescherpt kunnen worden voordat het ontwerp daadwerkelijk uitgewerkt wordt. Zo is dubbel werk voorkomen.
Aan de hand van de verkregen feedback zijn de ontwerpconcepten verder uitgewerkt voor het definitieve ontwerp. In een plattegrond is de ruimtelijke implementatie van de verschillende ingrepen gevisualiseerd. Technische aspecten van de ingrepen zijn uitgewerkt in productbladen, bijvoorbeeld aan de hand van dwarsdoorsnedes en toelichtende tekst.

4.3 Fase 3: Bredere toepasbaarheid

Wanneer de ruimtelijke implementatie is vormgegeven, is in principe de doelstelling van de casestudie voor Royal FloraHolland bereikt. Het is echter belangrijk om te reflecteren en te bekijken hoe het ontwerp zich verhoudt ten opzichte van andere projecten. Op deze manier kan een algemene les getrokken worden uit de enkele casus, waardoor het onderzoek bijdraagt aan de bredere kennisontwikkeling van de Deltatechnologie.

Deelvraag 4

Voor de analyse van de bredere toepasbaarheid van het klimaatadaptieve ontwerp voor Royal FloraHolland Naaldwijk en de opgedane kennis binnen dit onderzoek, is een typologie voor industrieterreinen vastgesteld. Hiervoor is geïnventariseerd welke (ruimtelijke) factoren onderscheidend zijn voor het terrein van Royal FloraHolland. Deze factoren komt voort uit het opgestelde ontwerp en de randvoorwaarden van de verschillende klimaatadaptieve maatregelen. Daarnaast is de bredere toepasbaarheid van het ontwerp en de opgedane kennis besproken met Buro BOOT en Mijn Waterfabriek. Terreinen die aan dezelfde typologie voldoen als Royal FloraHolland Naaldwijk, zullen logischerwijs ook geschikt zijn voor de gebruikte aanpak in de casestudie. De ruimtelijke factoren zijn verwerkt in een flowchart waarmee bepaald kan worden of een terrein aan de juiste typologie voldoet om (gedeelten) van het onderzoek toe te passen.

Deelvraag 5

Om handvatten mee te geven aan het klimaatadaptief inrichten van soortgelijke industrieterreinen en de aanpak daarvan, zijn binnen deze deelvraag ontwerprichtlijnen of -principes gegeven. Deze ontwerpprincipes hebben een stimulerende werking op de klimaatadaptieve inrichting van soortgelijke terreinen en zullen de klimaatadaptatie versnellen.

Met de ontwerpprincipes wordt het mogelijk om ook meer grootschaligere terreinen klimaatadaptief in te richten en te komen tot een volledig robuuste leef- en werkomgeving.

5 RESULTATEN

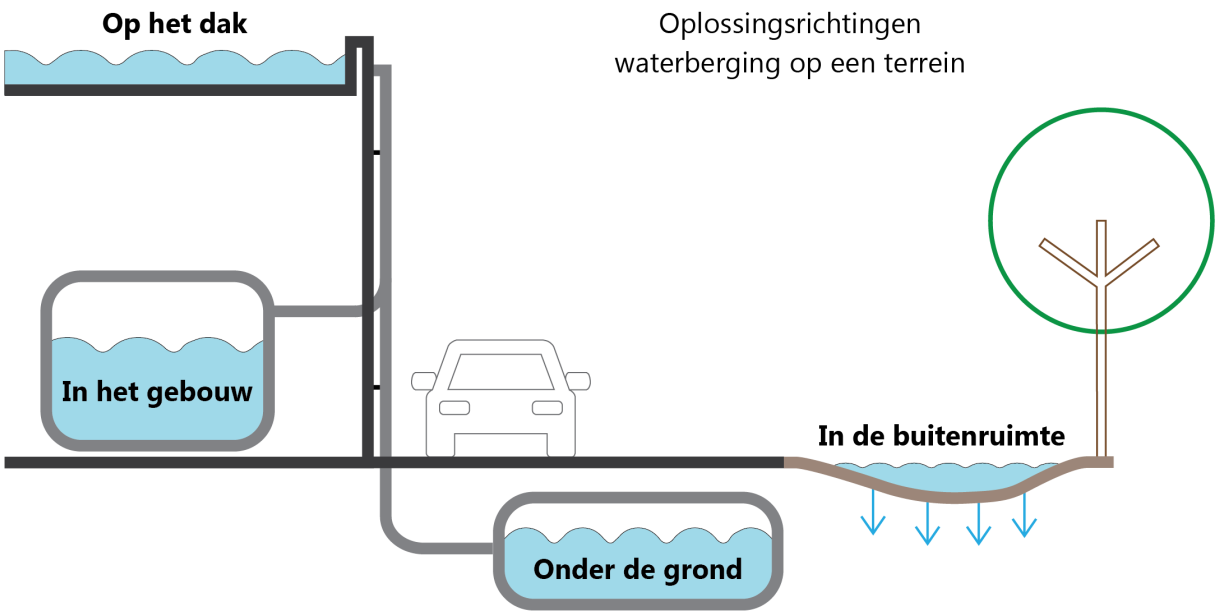
Dit hoofdstuk geeft de bevindingen van het onderzoek. De resultaten zijn geclusterd aan de hand van de verschillende fases; visievorming, vormgeving van het ontwerp en de bredere toepasbaarheid. In de visievorming worden geschikte oplossingsrichtingen en een Programma van Eisen voor het ontwerp vastgesteld. In de tweede fase wordt de klimaatadaptieve inrichting voor Royal FloraHolland Naaldwijk uitgewerkt door middel van vaste systeemoplossingen. Bij de bredere toepasbaarheid is bekeken of en hoe het ontwerp en de opgedane kennis overgenomen kan worden op andere, soortgelijke terreinen.

Visievorming

Ter beantwoording van de eerste deelvragen is allereerst bepaald welke oplossingsrichtingen geschikt zijn voor de klimaatadaptieve inrichting van een industrieterrein. Vervolgens is een visie geschetst voor (toekomstige) industrieterreinen. Afsluitend is een Programma van Eisen opgesteld als toetsingsinstrument voor het ontwerp.

5.1.1 Oplossingsrichtingen

Om waterberging te creëren op een terrein zijn er vier mogelijke oplossingsrichtingen, zie figuur 21; in de buitenruimte, op het dak, onder de grond of in het gebouw (Bel, 2020 (a)). De oplossingsrichtingen worden hieronder uitgewerkt voor de situatie bij Royal FloraHolland en het beroepsproduct.

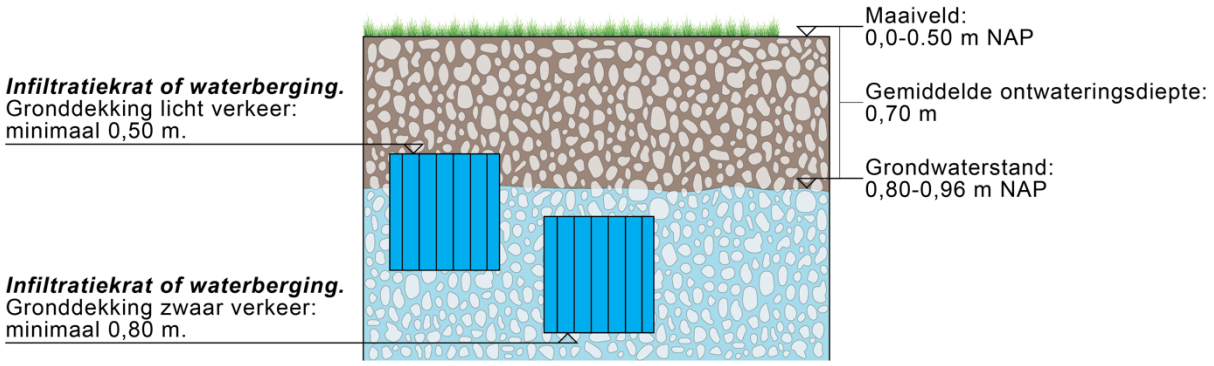


Figuur 21 Oplossingsrichtingen voor het nemen van klimaatadaptieve maatregelen. Maatregelen in de buitenruimte, zoals een wadi, of het graven van oppervlaktewater, ingrepen op het dak, zoals groenblauwe daken, ingrepen onder de grond, zoals ondergrondse waterbergingen, of maatregelen in het gebouw, zoals inpandige waterbassins.

1) **In de buitenruimte**. Klimaatadaptatie in stedelijk gebied wordt veelal opgelost door het toepassen van een wadi of oppervlaktewater (Bel, 2020 (a)). Voor deze ingrepen moet fysieke buitenruimte beschikbaar zijn. Het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk heeft geen vrije ruimte voor ingrepen in de buitenruimte, de strijd om de vierkante meter is groot. Her en der is wat vrije fysieke buitenruimte aanwezig, bijvoorbeeld aan de zuidzijde van het Strijpgebouw. In verhouding tot het verharde oppervlak valt deze groene ruimte echter in het niet en draagt niet bij aan het oplossen van de wateroverlast. De buitenruimte is hiermee ongeschikt als oplossingsrichting voor klimaatadaptatie op het industrieterrein, tenzij daarbij de huidige functionaliteit van het terrein niet geschaad wordt.

2) **Op het dak**. Een tweede oplossingsrichting is een ingreep op dakniveau. Bijvoorbeeld in de vorm van een groen of blauw dak. De mogelijkheden voor ingrepen op het dak worden bepaald door de constructieve daklast van de bebouwing (Bel, 2020 (a)). De constructieve daklast van de bestaande bebouwing bij Royal FloraHolland is ontoereikend voor ingrepen op het dak (Bekink, 2020). Het dak is daarmee ongeschikt als oplossingsrichting voor klimaatadaptatie op het bestaande terrein, bij nieuwbouw kan hiermee vanaf het ontwerp al rekening gehouden worden.

3) **Onder de grond.** Uit de Probleemstelling is gebleken dat de bodem hoofdzakelijk uit klei bestaat, met een gemiddelde ontwateringsdiepte van 70 centimeter. Hiermee is de mogelijkheid tot infiltratie of ondergrondse waterberging beperkt. Door de benodigde gronddekking van 50-80 centimeter, bevinden ondergrondse ingrepen zich vrijwel altijd in of onder de grondwaterstand, zie ook figuur 22. In combinatie met een slechte bodemdoorlatendheid is infiltratie hierdoor niet/nauwelijks mogelijk (Baan, 2020 (a)). Een hoge grondwaterstand zorgt daarnaast voor een grote opwaartse waterdruk op ondergrondse voorzieningen, constructie-technisch gezien is het daardoor niet rendabel om in dit soort situaties ondergrondse waterbergingen aan te leggen (Bel, 2020 (a)).



Figuur 22 Visualisatie van de gemiddelde ontwateringsdiepte (70 cm) en eventuele implementatie van infiltratiekrat of ondergrondse waterberging. Grondwaterstand en bodemopbouw beperken de mogelijkheden tot infiltratie. Opwaartse waterdruk als gevolg van hoge grondwaterstand vereist een zware constructie voor ondergrondse waterbergingen.

Ingrepen onder de grond zijn daarmee beperkt geschikt als oplossingsrichting voor het terrein. Wanneer een ingreep gedaan kan worden met een kleine inbouwdiepte is de grondwaterstand geen beperking en kan de oplossingsrichting wel toegepast worden. De ingreep dient dan boven de grondwaterstand te liggen, of slechts beperkt in de grondwaterstand.

4) **In het gebouw**. De laatste oplossingsrichting richt zich op het creëren van waterberging in het gebouw, zoals het verhogen van de werkvloer, of een inpandig waterbassin. Het voordeel van bovengrondse ingrepen is een afvoer onder vrij verval naar riolering of oppervlaktewater (Bel, 2020 (a)). Doordat de berging zich boven het maaiveld bevindt, zijn er geen beperkingen wat betreft grondwater of opwaartse druk. Het is echter vaak een grote en kostbare ingreep om dit soort maatregelen te implementeren in een bestaand pand, bij nieuwbouw kan hiermee vanaf het ontwerp rekening gehouden worden. Door water in een gebouw te bergen kan het water direct toepast worden voor hergebruik in het pand. Voor hergebruik van hemelwater komt een inpandige waterberging ten goede aan de waterkwaliteit, door een koelere opslag en minder lichtinval (Bel, 2020 (a)). Ingrepen in het gebouw zijn een geschikte oplossingsrichting voor klimaatadaptatie op het industrieterrein.

5.1.2 Visie klimaatadaptieve industrieterreinen

Bovenstaande oplossingsrichtingen beschrijven de mogelijkheden wat betreft klimaatadaptatie op bestaande en toekomstige industrieterreinen. Deze informatie is de basis van de ontwerpen voor het terrein van Royal FloraHolland. Hieronder volgt een beschrijving van de visie voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen, deelvraag twee.

De klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen is gericht op effectieve waterberging, gecombineerd met het vergroenen van de versteende buitenruimte. Effectieve waterberging is berging in vormen zoals bufferconstructies of waterbassins en levert aanzienlijke bergingscapaciteit met zo min mogelijk ruimtegebruik. Daarnaast vergroot effectieve waterberging de sponswerking van terreinen en wordt water opgevangen dichtbij de plaats waar het valt, net zoals in een natuurlijke situatie. Lokale waterberging zorgt hierdoor voor mogelijkheden tot hergebruik, bijvoorbeeld voor groenvoorzieningen, of bedrijfsprocessen. Hergebruik van hemelwater is belangrijk om in de toekomst aan de vraag naar schoon drinkwater te kunnen blijven voldoen. Als hergebruik niet mogelijk is, moet worden gekeken naar mogelijkheden tot infiltratie, voordat het hemelwater simpelweg wordt afgevoerd. Toepassen van groen heeft een integraal effect op klimaatadaptatie en draagt niet alleen bij aan waterberging. Groen heeft ook een positief effect op hittestress door de verkoelende werking en zorgt voor het vergroten van de biodiversiteit op het terrein (zie voor de invloed van groen op de omgeving ook bijlage III). Daarnaast draagt een groene buitenruimte bij aan een duurzaam aanzicht, aangename werkomgeving en de herkenbaarheid van het terrein. Ook industrieterreinen moeten klimaatadaptief ingericht worden, om te komen tot een klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving. Bovenstaande visie geldt niet alleen voor bestaande terreinen, ook op toekomstige industrieterreinen kan de visie toegepast worden.

5.1.3 Programma van eisen

Het laatste onderdeel van de visievorming is een Programma van Eisen voor het ruimtelijke ontwerp voor Royal FloraHolland, met criteria waaraan het ontwerp moet voldoen. Het Programma van Eisen is verdeeld in harde en zachte eisen. Het ontwerp moet ten alle tijden voldoen aan de harde eisen. Is dat niet het geval, dan is het ontwerp bijvoorbeeld constructief niet haalbaar, of wordt niet voldaan aan gemaakte afspraken of vergunningen. Zachte eisen zijn niet noodzakelijk voor de haalbaarheid van het ontwerp. Het streven is wel om aan deze eisen te voldoen, omdat hierdoor het ontwerp beter wordt. Zachte eisen gaan bijvoorbeeld over wensen van gebruikers, meekoppelkansen of esthetiek.

Het Programma van Eisen geeft de randvoorwaarden waarbinnen het ontwerp zich dient vorm te geven. Daarnaast is het ook belangrijk te kijken naar de randvoorwaarden die gelden vanuit de geohydrologie. Zo leggen de bodemopbouw en grondwaterstand op de projectlocatie ook beperkingen op, zie paragraaf 5.1.1.

De criteria in het Programma van Eisen zijn afkomstig van verschillende partijen:

- *Royal FloraHolland* – Wim Bekink, vastgoedmanager en eindverantwoordelijke voor de inrichting en beheer van het terrein (Bekink, 2020)
- *Donker Design* – Input hoofdzakelijk verkregen van Jasper Eikenaar, senior tuin- en landschapsontwerper, tevens werkzaam aan de groenvisie voor Royal FloraHolland (Eikenaar, 2020 (a)). Daarnaast is input verkregen van collega's en projecten van Donker Design.
- *Donker Groen* – Tom ter Braak, projectleider uitvoering (Braak, 2020 (a));
- *Hoogheemraadschap van Delfland* – Input verkregen van Tjerron Boxem, community manager klimaatadaptatie bij het Hoogheemraadschap van Delfland (Boxem, 2020);
- *Buro BOOT* – Maarten Baan, Adviseur Klimaatadaptatie & Stedelijk Water (Baan, 2020 (a));
- *Mijn Waterfabriek* – Johan Bel, adviseur en eigenaar (Bel, 2020 (a)).

Tabel 4 Harde eisen in het Programma van Eisen voor het ruimtelijke ontwerp van de klimaatadaptieve inrichting van het terrein van Royal FloraHolland. Herkomst van de criteria: (a) Royal FloraHolland; (b) Donker Design; (c) Donker Groen; (d) Hoogheemraadschap van Delfland; (e) Buro BOOT; (f) Mijn Waterfabriek.

Harde eisen	Toelichting
Bergingseis: 55 mm waterberging met een vertraagde afvoer van 20 m^3/min/100ha over het aandeel verhard oppervlak[(d)].	Het Hoogheemraadschap zet in op de strategie van de hemelwaterladder; zoveel mogelijk 'op land' opvangen, vasthouden, hergebruiken en als laatste optie vertraagd afvoeren[(d)]. Met deze strategie wordt de sponswerking van het terrein vergroot en worden de principes van de natuur teruggebracht in de bebouwde omgeving[(d)(f)]. Ingrepen zijn gericht op het creëren van extra berging, niet op extra afvoer[(d)(e)].
Ingrepen zijn constructief uitvoerbaar[(c)].	Alle ingrepen dienen constructief haalbaar te zijn. Vooraf controle en onderzoek is belangrijk, zeker bij ondergrondse maatregelen[(c)]. Garantstelling over de werking van ingrepen is belangrijk, ook op langere termijn. Implementatie van klimaatadaptieve ingrepen is maatwerk.
Ingrepen zijn voorzien van noodoverlopen[(c)].	Om schade te voorkomen dienen ingrepen een noodoverloop te hebben. Zo kan water altijd afgevoerd worden, ook bij een calamiteit.
Rekening houden met beheer en onderhoud[(a)(c)].	Vanuit het rendementsdenken dient vanaf het ontwerp rekening gehouden te worden met beheer en onderhoud van de ingrepen[(a)]. Op deze manier wordt voorkomen dat beheer en onderhoud van de ingrepen veel tijd en geld kost.
Eenheid in beeldvorming van het ontwerp[(b)].	Binnen het ontwerp moet regelmaat en samenhang tussen ingrepen gecreëerd worden[(b)]. Dit voorkomt een versnipperd ontwerp met allerlei losse ingrepen.
Soortgebruik afstemmen op lokale omgeving[(b)].	Een goed ontwerp gaat lange tijd mee. Het is belangrijk het soortgebruik af te stemmen op lokale omstandigheden[(b)]. Niet al het groen kan tegen veel water of lange periodes van droogte en ook het type bodem speelt hierin een rol.
Duidelijke communicatie over ingrepen[(b)].	Bewustwording over klimaatadaptatie is belangrijk, alleen dan kan een volledig klimaatrobuuste leef- en werkomgeving worden bereikt. Daarnaast zet het gebruikers aan in hun eigen omgeving ook maatregelen te nemen, waardoor de impact van de ingrepen wordt vergroot.

Tabel 5 Zachte eisen in het Programma van Eisen voor het ruimtelijke ontwerp van de klimaatadaptieve inrichting van het terrein van Royal FloraHolland. Herkomst van de criteria: (a) Royal FloraHolland; (b) Donker Design; (c) Donker Groen; (d) Hoogheemraadschap van Delfland; (e) Buro BOOT; (f) Mijn Waterfabriek.

Zachte eisen	Toelichting
Bijdragen aan aangename werkomgeving en het welbevinden onder de werknemers[(a)].	Royal FloraHolland vindt het belangrijk een aangename en gezonde omgeving te bieden aan werknemers en bezoekers[(a)].
Ingrepen dienen zoveel mogelijk zichtbaar en groen te zijn[(a)(b)].	Om tegenwicht te kunnen bieden tegen het aanwezige grijze oppervlak, dient de beschikbare buitenruimte zo groen mogelijk ingevuld te worden[(b)]. Tevens sluit dit aan op het beleid bij renovatie van bedrijfsgebouwen op het terrein, waar groen naar binnen wordt gehaald voor een aangename werkomgeving[(a)].
Waar mogelijk hergebruik en infiltratie van hemelwater[(b)(f)].	Schoon drinkwater is een schaarse bron, de druk op deze bron wordt steeds groter (IPCC, 2018). Het is belangrijk om alternatieven voor drinkwater te vinden, om ook in de toekomst aan de vraag naar schoon drinkwater te kunnen blijven voldoen[(f)].
Ontwerp met lijnvormige principes[(b)].	De beschikbare ruimte op het terrein is klein. Om de ruimte optimaal te benutten, kan beter gewerkt worden met smalle, lineaire principes, dan met grote, rechthoekige principes.
Kentallen voor technische details[(c)].	Voor gemakkelijke implementatie en bewezen werking dient waar mogelijk gebruik gemaakt te worden van kentallen voor technische details[(c)]. Ter illustratie; om uitspoeling rondom een kolk te voorkomen, dient bestrating aangelegd te worden met vaste afmetingen.

Vormgeving ontwerp

Als antwoord op deelvraag drie wordt de ruimtelijke implementatie van klimaatadaptieve maatregelen voor Royal FloraHolland vormgegeven. Per oplossingsrichting zijn verschillende ingrepen afgewogen. De keuze van ingrepen wordt sterk bepaald door de beperkte ruimte op het terrein; de strijd om de vierkante meter is groot, zeker voor 'groen' en 'blauw'. Daarnaast worden (on)mogelijkheden voor het terrein in Naaldwijk bepaald door de geohydrologische ligging in (West-)Nederland. In praktijk zijn er weinig alternatieven voor de klimaatadaptieve inrichting van het terrein. De afweging tussen de belangrijkste en meest toegepaste alternatieven is toegelicht in tabel 6.

Tabel 6 Afweging klimaatadaptieve maatregelen voor Royal FloraHolland Naaldwijk. Ingedeeld op basis van de verschillende oplossingsrichtingen. Met name de ligging in Nederland en de strijd om de vierkante meter zijn bepalend.

OPLOSSINGSRICHTING: IN DE BUITENRUIMTE			
Ingreep	**Voordelen**	**Nadelen**	**Afweging**
Wadi of oppervlakte-water.	Veel bergings-capaciteit, bijdrage ruimtelijke kwaliteit.	Groot ruimtegebruik.	Tijdens het locatiebezoek is gebleken dat geen extra vrije ruimte beschikbaar is, de strijd om de vierkante meter is (te) groot. Ingrepen zoals een wadi zijn niet mogelijk. Creëren van waterberging zonder afbreuk te doen aan huidige functionaliteit van het terrein kan wel toegepast worden, zoals waterberging in laadkuilen.
Waterberging in laaddock.	Waterberging binnen huidige inrichting, geen extra ruimtegebruik.	Bedreiging voor functionaliteit van het terrein.	
Vergroenen ingangen.	Zie vorige ingreep. Vergroening.		
OPLOSSINGSRICHTING: OP HET DAK			
Blauwe daken.	Waterberging zonder extra ruimtegebruik.	Eenzijdige functie. Extra daklast voor de constructie.	Een ingreep op dakniveau valt of staat met de daklast van de constructie. Bij nieuwbouw kan hiermee in het ontwerp rekening gehouden worden. De voorkeur gaat uit naar blauwe daken in combinatie met groen, of parkeren. Multifunctioneel ruimtegebruik is belangrijk door de strijd om de vierkante meter. De compenserende werking van groen draagt bij aan meer dan alleen waterberging, zoals afvangen van fijnstof en voorkomen van hittestress.
Groenblauwe daken.	Zie vorige ingreep. Dubbel ruimtegebruik. Groen compenseert het vloeroppervlak.	Extra daklast voor constructie.	
Blauwe parkeer-daken.	Geen extra ruimtegebruik, dubbele functie.		
OPLOSSINGSRICHTING: ONDER DE GROND			
Infiltratiekrat.	Geen extra ruimtegebruik, mogelijkheden tot infiltratie.	Ligging in grondwater. Slechte bodem-doorlatendheid.	De hoge grondwaterstand en slechte bodemdoorlatendheid in West-Nederland is een beperkende factor voor ingrepen. Door de hoge grondwaterstand ontstaat een grote opwaartse druk op ondergrondse ingrepen, wat zorgt voor constructieve beperking. Door de kleine inbouwdiepte is een waterbergende wegfunderingen wel mogelijk. Deze ingreep geeft daarnaast mogelijkheid tot infiltratie.
Waterbergende wegfundering.	Zie vorige ingreep. Kleine inbouwdiepte.	Opbreken bestaande rijbanen	
Waterkelder.	Geen extra ruimtegebruik.	Grote inbouwdiepte; grote opwaartse waterdruk.	
OPLOSSINGSRICHTING: IN HET GEBOUW			
Ophogen werkvloer.	Geen extra ruimtegebruik. Hergebruik mogelijk.	Dure ingreep in bestaande bouw.	Doordat de berging zich boven maaiveld bevindt, is afvoer onder vrij verval mogelijk en is er geen beperking van grondwater. De werkvloer ophogen is een effectieve ingreep voor nieuwbouw. Voor bestaande bouw is waterberging langs wanden de beste optie. Voor een inpandig waterbassin moet teveel (kostbare) ruimte opgeofferd worden.
Inpandig waterbassin.	Hergebruik mogelijk.	Opofferen fysieke ruimte.	
Buffer-constructies langs wanden.	Weinig extra ruimtegebruik. Hergebruik mogelijk.	Grote ingreep.	

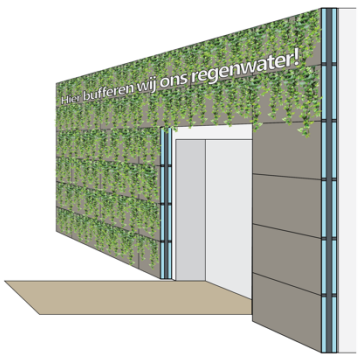
Vanuit bovenstaande afweging zijn vijf ontwerpconcepten opgesteld voor het terrein; ‘Bufferconstructies’, ‘Vergroenen van (chauffeurs)ingangen’, ‘Waterberging in laaddock’, ‘Waterbergende wegfundering’ en ‘Nieuwbouw’. De ontwerpconcepten, en verkregen feedback, zijn weergegeven in bijlage IV. Een belangrijk aandachtspunt uit de feedback is het belang van het stapelen van functies, bijvoorbeeld door het compartimenteren van de bufferconstructies. Daarnaast moet de functionaliteit van het terrein gewaarborgd blijven, waterberging op cruciale punten (in de laaddocks) is discutabel. Het zoeken naar loze ruimtes over het terrein en het gebruiken van een vaste set ingrepen is daarom een sterk punt binnen de ontwerpconcepten. Aan de hand van de feedback zijn de ontwerpconcepten verbeterd voor het definitieve ontwerp; ontwerpen en ontwerpend onderzoek is een iteratief proces.

5.1.4 Systeemoplossingen

De ontwerpconcepten zijn uitgewerkt in zes vaste systeemoplossingen, waarmee het definitieve ontwerp voor Royal FloraHolland is opgebouwd. De systeemoplossingen zijn maatregelen voor verschillende, veelvoorkomende situaties op het terrein. De ‘kant-en-klare’ systeemoplossing kan zo op meerdere plekken toegepast worden. Hierdoor ontstaat eenheid en herkenbaarheid in het ontwerp en wordt voorkomen dat het ontwerp uit losse ingrepen bestaat.
De gebruikte systeemoplossingen worden hieronder uiteengezet en gerankt op basis van het Programma van Eisen. ***Voor het volledige ontwerp en uitgewerkte productbladen van de systeemoplossingen wordt nadrukkelijk verwezen naar het beroepsproduct behorende bij dit onderzoeksrapport.*** In de productbladen zijn de systeemoplossingen nader toegelicht en worden technische details besproken. Een onderbouwing van de ranking van de systeemoplossingen is opgenomen in bijlage V. Met (Excel-)berekeningen is vastgesteld dat de combinatie van systeemoplossingen voldoende waterberging creëert voor de bergingseis van 55 mm, zie bijlage VI.

1) Groene watergevel

Langs blinde wanden aan de buitenzijde van de bedrijfshallen van Royal FloraHolland wordt een constructie van waterbuffers geplaatst, aangesloten op de hemelwaterafvoer van het dak. De waterbuffers worden voorzien van gevelgroen. De opbouw van de bufferconstructie is vergelijkbaar met een regenwaterschutting en zorgt voor aanzienlijke waterberging met een klein vloeroppervlak (Bel, 2020 (b))(Rainblock, sd). Door de Groene watergevel te voorzien van een slimme dynamische afvoer kan het moment van afvoeren gereguleerd worden in aanloop van hevige neerslag. De afvoer is vergelijkbaar met de Slimme Regenton (Studio Bas Sala, 2019). Hierdoor wordt de bergingscapaciteit optimaal benut. Het groene aanzicht van de Groene watergevel zorgt voor vergroening van het terrein. Naast waterberging draagt vergroening bij aan het verbeteren van de kwaliteit van de werkomgeving, verkoeling, afvangen van fijnstof en vergroten van de biodiversiteit (Kluck, et al., 2017).

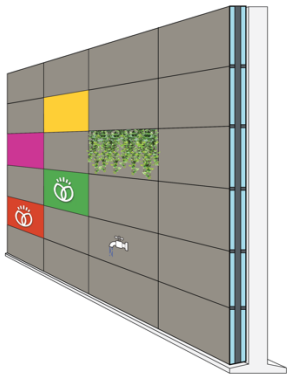


Figuur 23 Uitsnede Groene watergevel.

2) Hemelwaterwand

De wanden in de bedrijfshallen van Royal FloraHolland staan veelal op een voetstuk, waardoor loze ruimte langs de wanden ontstaat die niet of nauwelijks gebruik wordt. In deze loze ruimtes wordt de Hemelwaterwand toegepast. Door de inpandige hemelwaterafvoer is aansluiten van de Hemelwaterwand een relatief eenvoudige ingreep. De opbouw van de Hemelwaterwand is verglijkbaar met de opbouw van de Groene watergevel en bestaat uit gekoppelde waterbuffers. De losse elementen van de Hemelwaterwand hebben verschillende functies, zoals waterberging, vergroening of hergebruik. Doordat hemelwater plaatselijk door het gehele pand wordt opgeslagen, wordt de sponswerking van het terrein vergroot en is de mogelijkheid tot hergebruik groot. Om de meerwaarde van hergebruik te vergroten is de Hemelwaterwand voorzien van een slimme dynamische afvoer, vergelijkbaar met de Slimme Regenton (Studio Bas Sala, 2019).

HEMELWATERWAND	
Effectieve waterberging	★★★★★
Klimaat-bestendig	★★★☆☆
Beheer en onderhoud	★★★★★
Bewustwording	★☆☆☆☆
Welbevinden	★★★★★

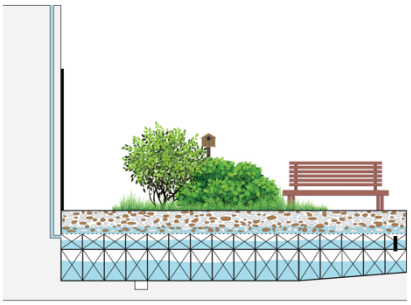


Figuur 24 Uitsnede Hemelwaterwand.

3) Groene entree

De bedrijfshallen op het terrein van Royal FloraHolland zijn toegankelijk via verschillende (chauffeurs)ingangen. Deze systeemoplossing vormt de huidige entrees om tot groene oorden op het versteende terrein. De Groene entree bestaat uit een retentielaag (Optigrün, a) en een substraatlaag voor het toevoegen van klein groen. De ingreep zorgt voor een groen en duurzaam aanzicht en een aangenamere werkomgeving (Kluck, et al., 2017). Doordat de ingreep onderdeel is van het dagelijkse gebruik van het terrein, zal het de bewustwording over klimaatadaptatie vergroten. Daarnaast vergroten de Groene entrees de eenheid en herkenbaarheid van het terrein, doordat het een opvallende aanpassing is op het industrieterrein. Door de verhoogde Groene entree tot halverwege het dock toe te passen, ontstaat geen obstakel bij het aandocken van vrachtwagens.

GROENE ENTREE	
Effectieve waterberging	★★★★★
Klimaat-bestendig	★★★★★
Beheer en onderhoud	★★★☆☆
Bewustwording	★★★☆☆
Welbevinden	★★★☆☆

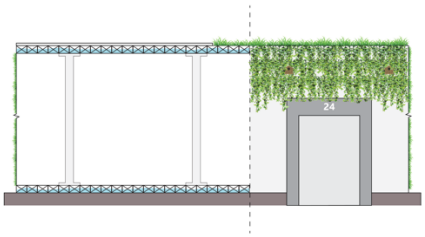


Figuur 25 Uitsnede Groene entree.

4) Nieuwbouw

Door in de constructie van nieuwe bebouwing rekening te houden met waterberging, kunnen andere ingrepen gedaan worden dan in de bestaande gebouwen. Dit geldt ook voor Trade Parc Westland Mars. Het dak wordt voorzien van een retentielaag met een groen dak, of parkeervoorzieningen. De retentielaag voorziet het groen van water gedurende droge tijden. Een groen dak verkleint de benodigde water-compensatie van verhard oppervalk (Laeven & Broks, 2016). Door de werkvloer op te hogen, ontstaat inpandige waterberging. Het opgeslagen hemelwater kan gebruikt worden voor bedrijfsprocessen of toiletspoeling. De waterbergingen worden uitgevoerd met een slimme dynamische afvoer, vergelijkbaar met *de Slimme Regenton* of *de Smart Flow Control* (Studio Bas Sala, 2019) (Optigrün, b). Door een overcapaciteit van het bergende systeem, kan zoveel mogelijk water vastgehouden worden en blijft water optimaal beschikbaar voor hergebruik. Om een groen aanzicht te creëren, wordt de gevel van de toekomstige bedrijfshallen uitgevoerd met gevelgroen.

NIEUWBOUW	
Effectieve waterberging	★★★★★
Klimaat-bestendig	★★★★★
Beheer en onderhoud	★★★☆☆
Bewustwording	★★★★★
Welbevinden	★★★☆☆

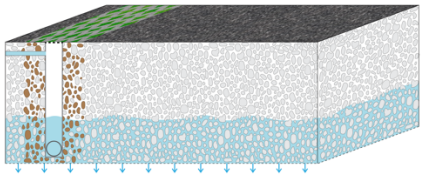


Figuur 26 Uitsnede Nieuwbouw.

5) Water-weg

Door een Water-weg toe te passen kan water direct onder de rijbaan geborgen worden, zonder in te leveren op de functionaliteit van het terrein (Aquaflow, a). Een waterbergende wegfundering bevat veel holle ruimte om water op te slaan, zoals Aquaflow (Aquaflow, b). Een andere variant is het groen parkeren concept, wat naast waterberging een voedingsbodem voor groen geeft, bijvoorbeeld met een grastegel (Rain(a)Way, sd). De dubbele functie van waterberging en rijbaan maakt de Water-weg ruimtebesparend; door direct onder het maaiveld waterberging te creëren, hoeft elders op het terrein minder waterberging gecreëerd te worden. Door water via de straatkolken naar de fundering te leiden, kan de weg traditioneel uitgevoerd worden en is vervuiling gemakkelijk af te vangen (Aquaflow, a).

WATER-WEG	
Effectieve waterberging	★★☆☆☆
Klimaat-bestendig	★★★☆☆
Beheer en onderhoud	★★★★★
Bewustwording	★★★☆☆
Welbevinden	★☆☆☆☆

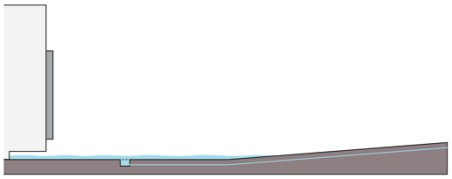


Figuur 27 Uitsnede Water-weg.

6) Blauwe laadkuil

In de huidige situatie bij Royal FloraHolland stroomt hemelwater van aangrenzende verharding af naar de verdiepte laad- en losdocks. Door de afvoer in de laad- en losdocks te reguleren met een dynamische afvoer ontstaat de Blauwe Laadkuil en kan hemelwater tijdelijk vastgehouden worden. Dit maakt de problematiek van wateroverlast heel inzichtelijk. Een laag water in de laad- en losdocks verminder de functionaliteit en de toegankelijkheid van de bedrijfshallen. Om dit te voorkomen wordt de Blauwe laadkuil gecombineerd met de Water-weg. Het hemelwater uit de Blauwe laadkuil wordt in principe verpompt naar de waterbergende fundering onder de Water-weg. Alleen wanneer de neerslagintensiteit te groot wordt, zal de Blauwe laadkuil dienen als extra waterberging.

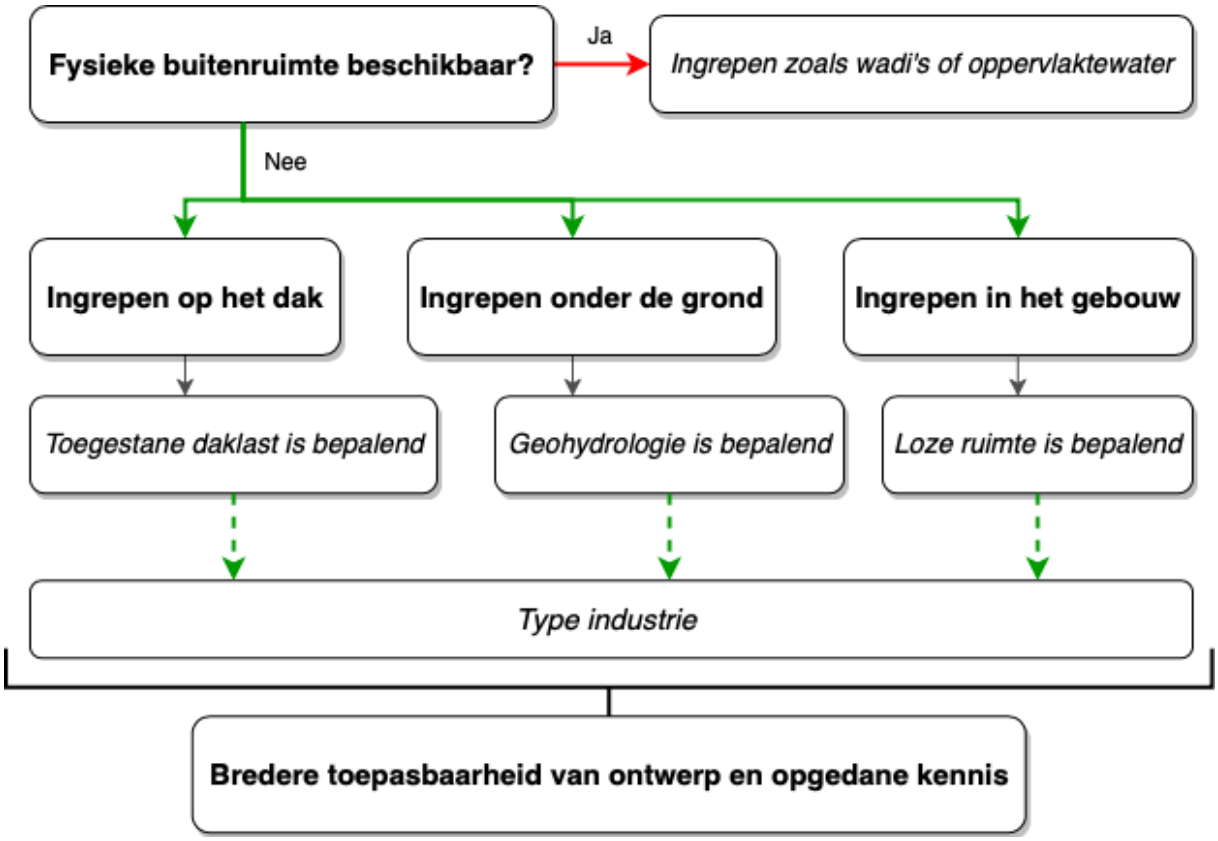
BLAUWE LAADKUIL	
Effectieve waterberging	★★★★★
Klimaat-bestendig	★☆☆☆☆
Beheer en onderhoud	★★★★★
Bewustwording	★★★☆☆
Welbevinden	☆☆☆☆☆



Figuur 28 Uitsnede Blauwe laadkuil.

Bredere toepasbaarheid

Met het beschreven ontwerp is de doelstelling van de casestudie bij Royal FloraHolland bereikt. Vanuit de casestudie is het belangrijk om te reflecteren hoe het ontwerp zich verhoudt ten opzichte van andere terreinen. Op deze manier wordt een algemene les getrokken uit de enkele casus en draagt het afstudeeronderzoek bij aan de bredere kennisontwikkeling van de Deltatechnologie.
Zoals weergegeven in paragraaf 2.2.2 bestaat een kwart van het bebouwde terrein in Nederland uit bedrijfs- en industrieterreinen. De focus op klimaatadaptatie in stedelijk gebied moet verbreed worden om ook industrieterreinen klimaatadaptief in te richten. Om de bredere toepasbaarheid van het onderzoek op andere bedrijfs- en industrieterreinen vast te stellen, is met behulp van een aantal (ruimtelijke) factoren een typologie bepaald die onderscheidend is voor het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk, ter beantwoording van deelvraag vier. Aan de hand van deze factoren kan bepaald worden wanneer het opgestelde ontwerp toepasbaar is. Terreinen met dezelfde typologie zullen logischerwijs ook geschikt zijn voor de gebruikte aanpak binnen de casestudie. Het draait hierin om de bredere toepasbaarheid van het onderzoek, niet om de toepasbaarheid van specifieke maatregelen. Figuur 29 geeft de typologie voor het terrein van Royal FloraHolland en de bredere toepasbaarheid van de opgedane kennis en de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen.



Figuur 29 Flowchart van de typologie voor de bredere toepasbaarheid van het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis binnen dit afstudeeronderzoek. Groene pijlen geven aan dat het onderzoek (onder voorwaarden) toepasbaar is, rode pijlen geven aan dat het onderzoek niet toepasbaar is.

1) Is er voldoende fysieke buitenruimte beschikbaar op het industrieterrein? Dan wordt een klimaatadaptieve inrichting veelal verkregen door te werken met bijvoorbeeld wadi's of oppervlaktewater (Bel, 2020 (b)). Deze aanpak is vergelijkbaar met de aanpak voor stedelijk gebied (RIVM, 2011). Het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis uit dit onderzoek zijn dan niet toepasbaar. Het onderzoek richt zich op grootschalige industrieterreinen, waarvan de inrichting functioneel en praktisch is. Op deze terreinen is geen buitenruimte beschikbaar voor ingrepen.

2) Is de fysieke buitenruimte niet beschikbaar, dan wordt gekeken naar een drietal alternatieven; ingrepen op het dak, onder de grond of in het gebouw (Bel, 2020 (b)).

    a. De mogelijkheid tot het doen van ingrepen op het dak is afhankelijk van de toegestane daklast van de constructie (Bel, 2020 (a)). In het ontwerp voor de bestaande bebouwing op het terrein van Royal FloraHolland zijn ingrepen op het dak uitgesloten, omdat de constructie de extra daklast van ingrepen niet kan dragen. Bij de nieuwe bebouwing kan de daklast van de constructie echter nog opgeschaald worden, waardoor ingrepen op het dak wel mogelijk zijn. In beide gevallen is het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis uit dit onderzoek toepasbaar, omdat beide situaties (wel of geen voldoende daklast) terugkomen.

    b. (On)mogelijkheden in het ontwerp worden veelal bepaald door de ligging in Nederland; de grondwaterstand en bodemopbouw van de projectlocatie bepalen of ingrepen onder de grond mogelijk zijn (Baan, 2020 (b)). Met name de grondwaterstand is een belangrijke onderscheidende factor voor de gebruikte aanpak. Een hoge grondwaterstand is een belangrijk knelpunt voor mogelijke ingrepen; geen infiltratiemogelijkheden en een grote opwaartse waterdruk op ondergrondse ingrepen (Bel, 2020 (a)). In gebieden met lage grondwaterstanden, zoals de hoge zandgronden in Oost-Nederland, is infiltratie juist wenselijk om verdroging tegen te gaan (Baan, 2020 (b)). De afvoer van hemelwater via grondwater is een trager proces dan afvoer via oppervlaktewater, waardoor water langer wordt vastgehouden in een gebied en droogte wordt tegengegaan. Op terreinen met een hoge grondwaterstand kan het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis uit dit onderzoek wel toegepast worden. Wanneer sprake is van een lage grondwaterstand kan de benodigde berging gemakkelijk(er) ondergronds bereikt worden en is het onderzoek niet toepasbaar.

    c. Vallen de bovenstaande mogelijkheden af, dan bestaat de optie om waterberging te creëren in het gebouw (Bel, 2020 (b)). Hiervoor moet gezocht worden naar loze ruimtes in het pand. In het onderzoek bij Royal FloraHolland is deze ruimte gevonden langs wanden of afscheidingen, maar ook het ophogen van de bedrijfsvloer is een optie. Voorwaarde voor inpandige waterberging en de toepasbaarheid van het onderzoek is, dat de hemelwaterafvoer vanaf het dak ook inpandig gelegen is. Is dat niet het geval, dan is de aansluiting van een inpandige waterberging een lastige opgave, omdat de (dak)constructie aangepast moet worden om hemelwater naar de bergingen te begeleiden. Het onderzoek is dan niet toepasbaar. Door de grote dakoppervlaktes is een inpandige hemelwaterafvoer op industrieterreinen echter eerder regel dan uitzondering, dit aspect van het onderzoek kent hiermee een brede toepasbaarheid.

3) Naast bovenstaande voorwaarden voor het toepassen van het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis uit dit onderzoek, is ook het type industrie van belang (Baan, 2020 (b)). Is de kans op vervuilingsrisico's of calamiteiten (bijvoorbeeld met oliën) groot, dan is infiltratie of hergebruik van hemelwater niet zomaar mogelijk (Baan, 2020 (b)). Extra controle en zuivering is dan noodzakelijk. Wanneer de bedrijfshal volstaat met bijvoorbeeld kostbare elektronica, is het toepassen van inpandige waterberging ook niet geheel zonder risico en waarschijnlijk ongewenst. Dit soort risicoafwegingen zijn van invloed op de mogelijke ingrepen die gedaan kunnen worden (Baan, 2020 (b)). Voor het terrein van Royal FloraHolland is bovenstaande niet van toepassing. Gelden dit soort beperkingen wel, dan is het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis uit dit onderzoek niet toepasbaar.

5.1.5 Ontwerprichtlijnen

Om de klimaatadaptieve inrichting van grootschaligere industrieterreinen zoals Royal FloraHolland te stimuleren, worden in deze paragraaf een aantal ontwerprichtlijnen of -principes gegeven om zo te komen tot een volledig waterrobuuste bebouwde omgeving. Deze paragraaf beantwoord deelvraag 5.

- **Vaststellen van geschikte oplossingsrichtingen** – Klimaatadaptatie op industrieterreinen kan een lastig opgave zijn; een grote hoeveelheid afstromend hemelwater en weinig beschikbare ruimte voor ingrepen. In de visievorming zijn vier verschillende oplossingsrichtingen behandeld; in de buitenruimte, op het dak, onder de grond en in het gebouw. Het bepalen van geschikte oplossingsrichtingen is het startpunt om te komen tot een klimaatadaptieve inrichting van een terrein. Hierdoor wordt gekeken naar de mogelijkheden, in plaats van de onmogelijkheden van het terrein. Daarnaast zorgt deze stap ervoor dat belangrijke informatie over het plangebied onderzocht wordt. Denk hierbij aan geohydrologische gegevens en de daklast van de constructie.
- **Herkennen van loze ruimtes** – Vanuit de voorgaande stap kan gericht gezocht worden naar loze ruimtes op het terrein. Industrieterrein beslaan vaak grote oppervlaktes, dus het is waardevol om te weten waar gezocht moet worden. De oplossingsrichtingen geven sturing aan deze zoektocht. Functionaliteit staat hoog aangeschreven op industrieterreinen, dus de ruimte zal optimaal gebruikt worden. Desalniettemin zijn binnen de beperkingen door het gebruik in de praktijk toch loze ruimte te vinden op het terrein. Het herkennen van deze loze ruimtes is waardevol om te komen tot een klimaatadaptieve inrichting van het terrein.
- **Werken met systeemoplossingen** – Door de grote oppervlaktes is het haast onmogelijk om voor iedere specifieke situatie te komen met een aparte oplossing. Daarnaast veroorzaakt dit een versnipperd beeld in het ontwerp en is er geen samenhang tussen de ingrepen. Het is daarom aan te raden te bekijken welke situaties en loze ruimtes steeds terugkomen over het terrein en voor die situaties passende oplossingen te bedenken. Deze zogenoemde ‘systeemoplossingen’ zijn uitgewerkte ontwerpconcepten voor veelvoorkomende situaties op het terrein. De ‘kant-en-klare’ systeemoplossing kan meerdere keren over het terrein toegepast worden. Op deze manier ontstaat eenheid en herkenbaarheid in het ontwerp en wordt voorkomen dat het ontwerp bestaat uit allerlei losse ingrepen.

Uiteindelijk is het voor de klimaatadaptieve inrichting van een terrein altijd maatwerk om te komen tot ingrepen die naadloos geïmplementeerd kunnen worden in de omgeving en voldoen aan de lokale omstandigheden en randvoorwaarden. Om die reden is het nooit mogelijk om een ontwerp in zijn geheel over te nemen van het ene project naar het andere project. Aanpassingen in het ontwerp en de ingrepen blijven altijd nodig.

6 DISCUSSIE

Dit hoofdstuk stelt de beschreven resultaten ter discussie. Zijn de gevonden resultaten betrouwbaar en komen de resultaten overeen met de verwachtingen? Daarmee wordt bekeken wat de kwaliteit van de conclusies van dit onderzoek is. De discussie is ingedeeld naar de fases van het onderzoek; visievorming, vormgeving van het ontwerp en de bredere toepasbaarheid van het ontwerp en de opgedane kennis.

Visievorming

In de visievorming zijn geschikte oplossingsrichtingen, een ontwerpvisie en een Programma van Eisen vastgesteld. Hierbij kan de vraag gesteld worden hoe representatief Mijn Waterfabriek is voor het bepalen van de geschikte oplossingsrichtingen. Toch geeft deze opmerking geen beperking voor het resultaat binnen dit onderzoek, daarnaast bleek voor dit ontwerpende onderzoek geen specifieke (vak)literatuur beschikbaar te zijn. De beschreven oplossingsrichtingen (in de buitenruimte, op het dak, onder de grond, of in het gebouw) zijn allesomvattend voor het terrein, alle mogelijke oplossingsrichtingen zijn daarmee benoemd. De bewijslast in de afweging of een oplossingsrichting geschikt is, komt niet voort uit het (eventueel subjectieve) oordeel van Mijn Waterfabriek, maar vanuit de randvoorwaarden van de locatie zelf. De afweging is bijvoorbeeld gemaakt op basis van de daklast van de constructie, of de grondwaterstand. De gebruikte methode en de uitvoering voor geschikte oplossingsrichtingen heeft hiermee een goede betrouwbaarheid en is reproduceerbaar in toekomstig (ontwerpend) onderzoek. De gebruikte methodes voor de ontwerpvisie en het Programma van Eisen zijn daarentegen minder reproduceerbaar, omdat de invulling daarvan in grote mate subjectief is. Kanttekening daarbij is dat het maken van een ontwerp (ontwerpend onderzoek) altijd te maken heeft met subjectiviteit, dit soort onderdelen zijn projectafhankelijk en moeten voor ieder (soortgelijk) project opnieuw vormgegeven worden. Het uitvoeren van de methoden voor de visie en het Programma van Eisen is goed verlopen en is besproken met verschillende partijen (bijlage IV).

Het resultaat van het bepalen van geschikte oplossingsrichtingen komt overeen met de hypothese dat industrieterreinen om een andere aanpak vragen dan stedelijk gebied. Voor stedelijk gebied zou de fysieke buitenruimte wel een geschikte oplossingsrichting zijn, terwijl dat voor industrieterreinen niet het geval is. Dit onderstreept het belang van kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen. Een noemenswaardig inzicht is het creëren van waterberging op industrieterreinen in relatie tot hergebruik van hemelwater. Door de gestelde bergingseisen is het volume opgeslagen hemelwater op deze terreinen groot; 45.500 m^3 voor Royal FloraHolland Naaldwijk. Daarmee kan een grote besparing van drinkwater bereikt worden.

Vormgeving ontwerp

In de vormgeving van het ontwerp zijn de volgende drie onderdelen aan bod gekomen; het locatiebezoek aan Royal FloraHolland Naaldwijk, het opstellen van ontwerpconcepten en de uitwerking van het definitieve ontwerp met behulp van systeemoplossingen. De betrouwbaarheid en validiteit van het locatiebezoek (en daarmee de verdere vormgeving van het ontwerp) is een lastig punt, omdat er bij het verzamelen van input tijdens een locatiebezoek altijd sprake is van een momentopname. Met het locatiebezoek is vervolgens wel voldoende input verzameld om een logisch

en compleet eindontwerp op te kunnen leveren, dus voor ontwerpend onderzoek is deze methode en de uitvoering daarvan geschikt gebleken. De ontwerpconcepten en pitch- en discussiesessies hebben de kwaliteit van het onderzoek extra gewaarborgd, omdat deze stap tussentijds reflecteert op het opgeleverde werk. Een iteratieve methode is een belangrijk onderdeel van ontwerpend onderzoek.

Het uiteindelijke ontwerp ligt in lijn met de opgestelde visie; effectieve waterberging gecombineerd met vergroening. Wanneer gekeken wordt naar het Programma van Eisen is met name de constructieve uitvoerbaarheid en de technische kentallen van de ingrepen een aandachtspunt binnen het ontwerp. Een kanttekening hierbij is dat de uitwerking van de systeemoplossingen tot adviesniveau gaat. Wanneer Royal FloraHolland over wil gaan tot uitvoering, zal het ontwerp gedetailleerd uitgewerkt moeten worden om realisatie mogelijk te maken. Dit valt echter buiten de scope van het onderzoek. Het ontwerp voldoet wel aan de overige criteria van het Programma van Eisen. In het hoofdstuk Aanbevelingen wordt verder ingegaan op de technische uitwerking van de systeemoplossingen en worden mogelijkheden voor vervolgonderzoek gegeven.

De systeemoplossingen zijn ervaren als een overzichtelijke manier om het ontwerp van een grootschalig terrein op te bouwen. Doordat het ontwerp uit een aantal vaste onderdelen bestaat, is er eenheid in het ontwerp en het is duidelijk met welke ingrepen de wateroverlast wordt opgevangen. Deze werkwijze is dan ook een aanbeveling voor toekomstige projecten. Desalniettemin geven de ontwerpconcepten waaruit de systeemoplossingen zijn ontstaan geen allesomvattend beeld van de mogelijkheden. Het is belangrijk dit in gedachte te houden bij het advies over een klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen. Er is specifiek gezocht naar maatregelen die goed geïmplementeerd kunnen worden binnen de huidige functionaliteit van het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk.

Bredere toepasbaarheid

Om de bredere toepasbaarheid van het klimaatadaptieve ontwerp en de opgedane kennis binnen dit onderzoek vast te stellen is met behulp van ruimtelijke factoren een typologie bepaald voor terreinen zoals Royal FloraHolland Naaldwijk. Bij het vaststellen van de typologie is de mate van generalisatie van factoren van belang. Van de ene kan moet er een eenduidige typologie naar voren komen, waarop het onderzoek zeker toepasbaar is. Van de andere kant moet de typologie niet te specifiek zijn, waardoor de toepasbaarheid van het onderzoek kleiner lijkt dan het daadwerkelijk is. Dit is een kwetsbaar punt in de gebruikte methodologie. In praktijk zullen waarschijnlijk vaker slechts gedeelten van het onderzoek overgenomen (kunnen) worden in plaats van het onderzoek als geheel. Dat is niet per definitie verkeerd; ook met een gedeeltelijke toepasbaarheid wordt bijgedragen aan kennisontwikkeling en zal zelfs een grotere doelgroep bedient kunnen worden. Met deze kanttekening is de gebruikte methode goed uitgevoerd. Daarnaast is de kennisontwikkeling bij de Donker Groep niet gebonden aan typologieën, de opgedane kennis kan altijd meegenomen worden in toekomstige projecten.

Het is belangrijk om te noemen dat de (on)mogelijkheden binnen het ontwerp voor Royal FloraHolland sterk bepaald worden door de ligging in Nederland en de randvoorwaarden van het plangebied (bodemopbouw en grondwaterstand). Wanneer een onderzoekscasus op een andere locatie in Nederland gebruikt zou zijn, zou het onderzoek een ander resultaat opgeleverd hebben en was de bredere toepasbaarheid ook anders. Dit geeft het belang van maatwerk op de lokale omstandigheden.

Voor toekomstig onderzoek is het een verbeterpunt om bij het bepalen van de bredere toepasbaarheid ook te kijken naar afzonderlijke maatregelen, in plaats van alleen naar het type terrein. Nu moet eerst een terrein aangedragen worden om de bredere toepasbaarheid te toetsen (passief). Wanneer de bredere toepasbaarheid van de maatregelen uitgewerkt wordt, kan actief worden gezocht naar geschikte terreinen voor deze maatregel, waardoor de klimaatadaptatie van industrieterreinen versnelt. Zo is de toepasbaarheid van de Groene entrees en de Blauwe laadkuil hoofdzakelijk

afhankelijk van de aanwezigheid van verdiepte laad- en losdocks. Deze systeemoplossingen kunnen worden toegepast op alle terreinen met verdiepte laad- en losdocks, ongeacht waar in Nederland het terrein zich bevindt. Daarnaast zijn laad- en losdocks vrijwel altijd verdiept aangelegd. Deze benadering is geen onderdeel van de gebruikte methodologie van de bredere toepasbaarheid van het onderzoek, waardoor het sterke punt van de brede toepasbaarheid van deze systeemoplossing niet duidelijk naar voren komt.

Toepasbaarheid beroepsproduct

Het beroepsproduct visualiseert het advies over de implementatie van een klimaatadaptieve inrichting van het terrein van Royal FloraHolland. Het beroepsproduct is hiermee een soort kapstok van de opgedane kennis over klimaatadaptie op industrieterreinen en laat zien wat de mogelijkheden zijn op soortgelijke terreinen door geschikte maatregelen te geven. Het beroepsproduct voldoet hiermee aan de gestelde eisen, ook qua vormgeving, en draagt bij aan de doelstelling van het onderzoek.
Hiermee is ook de toepasbaarheid van het beroepsproduct gegeven. Voor kennisontwikkeling binnen de Donker Groep en ter advies naar Royal FloraHolland is het beroepsproduct direct toepasbaar. Met het ontwerp en bijbehorende analyses is de urgentie van klimaatadaptatie voor Royal FloraHolland en soortgelijke terreinen duidelijk gemaakt. De integrale kijk, los van enkel groene ingrepen, en het vasthouden van water is hierin een belangrijk aspect voor de Donker Groep. Voor realisatie is het ontwerp echter ontoereikend en is technische uitwerking van de systeemoplossingen noodzakelijk, al gaat dit voorbij aan de doelstelling van het onderzoek. In het hoofdstuk Aanbevelingen wordt verder ingegaan op de technische uitwerking van de systeemoplossingen.

7 CONCLUSIE

Dit hoofdstuk geeft de conclusies van het afstudeeronderzoek, waarmee antwoord wordt gegeven op de hoofdvraag: 'Met welke ruimtelijke implementatie van geschikte klimaatadaptieve maatregelen kan wateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk opgevangen worden om stilvallen van de bedrijfsvoering te voorkomen en wat is de bredere toepasbaarheid van deze kennis en de gebruikte aanpak voor industrieterreinen in het algemeen?' De conclusie doorloopt allereerst de fases van het onderzoek; visievorming, vormgeving van het ontwerp en bredere toepasbaarheid van het onderzoek.

Visievorming

Binnen de visievorming is nagedacht over de invulling van het ontwerp. Hiermee zijn geschikte oplossingsrichtingen, een ontwerpvisie en een Programma van Eisen voor het uiteindelijke ontwerp vastgesteld. Vanuit de visievorming kunnen de volgende conclusies getrokken worden;
Ten eerste is bepaald welke oplossingsrichtingen geschikt zijn om de wateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk op te vangen. Hierin is gekeken naar de volgende vier oplossingsrichtingen: in de buitenruimte, op het dak, onder de grond, of in het gebouw. Voor de onderzoekscasus zijn waterberging in het gebouw of onder de grond het meest geschikt gebleken. Onder de grond dient rekening gehouden te worden met de hoge grondwaterstand in het gebied. Bij de nieuwe ontwikkelingen kan ook het dak meegenomen worden als oplossingsrichting, doordat hier een grotere daklast van de constructie bereikt kan worden.
Daarnaast draagt effectieve waterberging, in vormen zoals (inpandige) bufferconstructies, bij aan de mogelijkheden tot hergebruik, voor bewatering van groenvoorzieningen of bedrijfsprocessen. Door de gestelde bergingseisen is het volume opgeslagen hemelwater op industrieterreinen groot; 45.500 m^3 voor Royal FloraHolland Naaldwijk. Hergebruik van hemelwater op industrieterreinen levert een grote besparing van drinkwater op en is belangrijk om ook in de toekomst te kunnen blijven voldoen aan de (groeiende) vraag naar schoon drinkwater.

Vormgeving ontwerp

De speelruimte voor een klimaatadaptieve inrichting op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk is klein. Als conclusie van het ontwerpend onderzoek is een combinatie van zes systeemoplossingen effectief gebleken om het terrein van Royal FloraHolland robuust in te richten. De systeemoplossingen geven een oplossing voor verschillende, veelvoorkomende situaties op het terrein. De 'kant-en-klare' systeemoplossing kan meerdere keren over het terrein toegepast worden, wat zorgt voor eenheid en herkenbaarheid. De systeemoplossingen leveren effectieve waterberging en vergroening, zonder afbreuk te doen aan de functionaliteit van het terrein. Met deze ingrepen wordt wateroverlast voorkomen, drinkwater bespaard en een aangename werkomgeving gecreëerd in gebieden met weinig ruimte. Hiermee voldoet het ontwerp aan de gestelde visie en Programma van Eisen. Het volledige ontwerp is opgenomen in het beroepsproduct behorende bij dit onderzoeksrapport.

1) Groene watergevel

De Groene watergevel is voorzien van beplanting en geeft een groen beeld over het terrein. De Groene watergevel is een vorm van effectieve waterberging; een grote bergingscapaciteit met minimaal ruimtegebruik. Naast een duurzaam aanzicht komt de Watergevel ook ten goede aan de kwaliteit van de werkomgeving, verkoeling, afvangen van fijnstof en vergroten van de biodiversiteit.

2) Hemelwaterwand

De Hemelwaterwand zorgt voor waterberging in de haarvaten van het gebouw. Door de inpandige hemelwaterafvoer is aansluiten van de Hemelwaterwand relatief eenvoudig en breed toepasbaar op industrieterreinen. Door hemelwater in het pand op te slaan zijn de mogelijkheden tot hergebruik groot. Hergebruik en besparen van drinkwater is vanuit maatschappelijk belang belangrijk.

3) Groene entree

De ingangen naar de bedrijfshallen worden omgevormd tot groene ruimte in de versteende omgeving. De Groene entree heeft een groen en duurzaam aanzicht en creëert een prettige werkomgeving. De Groene entree is een eyecatcher op het industrieterrein, waardoor de ingreep bijdraagt aan de herkenbaarheid en eenheid van de terreinen van Royal FloraHolland. De zichtbare ingreep vergroot ook de bewustwording over klimaatverandering en -adaptatie.

4) Nieuwbouw

Bij nieuwe ontwikkelingen kan waterberging in de constructie van het gebouw verwerkt worden. Het dak van TPW Mars wordt voorzien van een retentielaag waarop verschillende functies gestapeld kunnen worden. Daarbij verkleint een groen dak de impact op de natuur en de benodigde water-compensatie bij het toevoegen van verhard oppervlak. Waterberging onder de werkvloer kan gemakkelijk hergebruikt worden voor toiletspoeling of bedrijfsprocessen. Met een overcapaciteit van de berging kan optimaal gebruik gemaakt worden van het hemelwater, waardoor de druk op het drinkwatersysteem verkleint. Daarnaast geeft hergebruik extra meerwaarde en draagvlak voor het opvangen van hemelwater en de klimaatadaptieve inrichting van het terrein.

5) Water-weg

De waterberging in de Water-weg zit vlak onder het straatoppervlak, waardoor een kleine inbouwdiepte benodigd is en beperkingen door een hoge grondwaterstand niet van toepassing zijn. Naast waterberging biedt de Water-weg ook een voedingsbodem voor groen om te kunnen groeien. De toepassing van de grastegel in het wegprofiel vormt een herkenbaar aspect over het terrein. De Water-weg creëert waterberging, zonder dat kostbare fysieke ruimte verloren gaat. Hierdoor hoeft elders minder waterberging gerealiseerd te worden, waardoor extra uitgeefbaar terrein ontstaat. Afkoppelen via de straatkolken beperkt de impact op beheer en onderhoud en voorkomt vervuilingen.

6) Blauwe laadkuil

Door de afvoer in de laad- en losdocks te reguleren kan hemelwater tijdelijk vastgehouden worden in de Blauwe laadkuil. Naast dat hierdoor extra waterberging ontstaat, maakt deze ingreep wateroverlast heel inzichtelijk, wat goed is voor de bewustwording over het thema klimaatadaptatie. Om de toegankelijkheid van de bedrijfshallen te waarborgen, wordt de Blauwe laadkuil gecombineerd met de Water-weg, waardoor de laadkuil minder vaak onder water staat en de maximale waterlaag in de laadkuil niet te groot wordt.

Bredere toepasbaarheid

Of het ontwerp geschikt is voor soortgelijke terreinen hang af van een aantal ruimtelijke kenmerken van het terrein. In het onderzoek is een typologie van geschikte terreinen bepaald. Aan de hand van deze typologie kan getoetst worden of het ontwerp toepasbaar is op een terrein. Een bekende ontwikkeling met de juiste fysieke inrichting zijn XXL-distributiecentra. De selectie van soortgelijke terreinen, waarop de klimaatadaptieve inrichting en de opgedane kennis over klimaatadaptatie op industrieterreinen toepasbaar is, wordt hoofdzakelijke bepaald door de volgende factoren:

- Beschikbare fysieke buitenruimte;
- Gemiddelde ontwateringsdiepte;
- Inpandige hemelwaterafvoeren.

Is er vrije ruimte op het terrein om ingrepen te doen in de fysieke buitenruimte, dan voldoet het terrein niet aan de gestelde typologie en is het onderzoek niet toepasbaar. Is dit niet het geval, dan is klimaatadaptatie van het terrein gericht op ingrepen op het dak, onder de grond of in het gebouw.
De toegestane daklast van de constructie is geen onderscheidende factor in de toepasbaarheid van het onderzoek, omdat in het onderzoek beide situaties aan bod komen. Voor de bestaande terreinen van Royal FloraHolland kan deze oplossingsrichting niet meegenomen worden, bij de nieuwe ontwikkeling (TPW Mars) kan hiermee al in het ontwerp rekening gehouden worden.
De gemiddelde grondwaterstand is wel een onderscheidende factor in de toepasbaarheid van het onderzoek. In de onderzoekscasus is sprake van een hoge grondwaterstand, waardoor toepassen van ondergrondse voorzieningen snel niet mogelijk is. Het onderzoek is toepasbaar op gebieden met een hoge grondwaterstand, maar niet op gebieden met een lage grondwaterstand. Wanneer sprak is van lage grondwaterstand is het daarnaast beter om de benodigde berging te creëren met behulp van infiltratievoorzieningen.
Voorwaarde voor inpandige waterberging is dat de hemelwaterafvoer vanaf het dak ook inpandig gelegen is, omdat implementatie en aansluiting anders een lastige opgave is. Door de grote dakoppervlaktes is dit op industrieterreinen echter meestal het geval, waardoor deze oplossingsrichting en de Hemelwaterwand breed toepasbaar is op industrieterreinen.

De laatste selectie van terreinen is gebaseerd op het type industrie. Het type industrie en de bijbehorende risicoafwegingen zijn van invloed op de mogelijke ingrepen. Bij een grote kans op vervuilingsrisico's is extra controle en zuivering noodzakelijk voor infiltratie of hergebruik van hemelwater. Staat de bedrijfshal vol met elektronica, dan is toepassen van inpandig waterberging ongewenst. Voor het terrein van Royal FloraHolland is bovenstaande niet van toepassing. Gelden dit soort beperkingen wel, dan is het onderzoek niet toepasbaar.

Klimaatadaptie industrieterreinen

Het grote oppervlak industrieterreinen (een kwart van de totale bebouwde omgeving) en de toekomstige ontwikkelingen daarin geven de opgave die er ligt voor de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen. Het belang en de urgentie van verbreding van de focus binnen klimaatadaptatie op stedelijk gebied naar industrieterreinen is daardoor groot. Duidelijk is dat industrieterreinen inderdaad om een andere aanpak en set aan maatregelen vragen dan stedelijk gebied. Hierin is het grote volume afstromend hemelwater en de beperkte beschikbare ruimte voor ingrepen onderscheidend. Binnen de onderzoekscasus naar klimaatadaptatie op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk is gebleken dat de alternatieven voor een klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen beperkt zijn. De geohydrologische ligging van het terrein (West-Nederland) bemoeilijkt de specifieke klimaatadaptieve opgave voor Royal FloraHolland nog eens verder. Dit maakt Royal FloraHolland Naaldwijk tot een geschikte casus. Het onderzoek heeft sterk bijgedragen aan de nodige kennisontwikkeling over het onderwerp door concreet te beschreven welke mogelijkheden er wel zijn om de problematiek op soortgelijke terreinen aan te pakken.

Door het grote oppervlak van soortgelijke terreinen is een gestructureerde aanpak belangrijk. Om te komen tot een klimaatadaptieve inrichting dienen de volgende stappen te worden doorlopen; bepalen van geschikte oplossingsrichtingen, herkennen van loze ruimtes voor klimaatadaptieve ingrepen en werken met vaste systeemoplossingen voor een samenhangend en doeltreffend ontwerp. Klimaatadaptatie op industrieterreinen is echter ten alle tijden sterk afhankelijk van de lokale situatie en bijbehorende randvoorwaarden. Het is dan ook niet mogelijk om een plan een-op-een over te nemen van het ene op het andere terrein. Ieder nieuw project vraagt om maatwerk voor het bepalen van geschikte klimaatadaptieve maatregelen en de ruimtelijke implementatie van de maatregelen binnen de lokale omstandigheden.
De kennis en beschreven aanpak binnen dit onderzoek kunnen gebruikt worden in toekomstige projecten om grootschalige terreinen klimaatadaptief in te richten, door middel van effectieve waterberging en vergroening. Ook dit soort terrein kunnen en moeten klimaatadaptief ingericht worden om te komen tot een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving.

8 AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk behandeld de aanbevelingen die volgen uit het onderzoek. De aanbevelingen gelden niet alleen voor de onderzoekscasus bij Royal FloraHolland, maar hebben een meer overstijgend karakter ten aanzien van klimaatadaptie op industrieterreinen.

Allereerst kan de klimaatadaptieve inrichting van industrieterreinen verder gestimuleerd worden door meer systeemoplossingen vorm te geven voor veelvoorkomende situaties op soortgelijke terreinen. Deze aanbeveling is een aanvulling op de ontwerprichtlijnen in paragraaf 5.3.1, daarnaast zal hierdoor een compleet(er) beeld ontstaan van de mogelijkheden en wordt niet alleen gekeken naar de meest toegepaste alternatieven. Vervolgonderzoek naar meer geschikte systeemoplossingen moet niet alleen kijken naar de specifieke onderzoekcasus, maar juist meer in bredere zin naar gebieden verdeeld over Nederland. Op die manier ontstaan systeemoplossingen voor alle benoemde oplossingsrichtingen en wordt de bredere toepasbaarheid van het onderzoek vergroot. Hierdoor ontstaan namelijk ook systeemoplossingen die niet toepasbaar zijn voor Royal FloraHolland, maar wel op hoge zandgronden in Oost-Nederland. Door het ontwikkelen van nieuwe systeemoplossingen zal de kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op industrieterreinen verder toenemen, zowel binnen de Donker Groep als voor de gehele sector. Aansluitend daarop zal de kennisontwikkeling binnen de Donker Groep toenemen door samenwerkingsverbanden met kennispartners. De Donker Groep is bijvoorbeeld onderdeel van ‘Mijn stad klimaatbestendig’. Door aan te sluiten bij dit soort samenwerkingsverbanden wordt de kennisontwikkeling binnen de sector gebundeld en kunnen grotere stappen gezet worden om te komen tot een klimaatbestendige en waterrobuuste omgeving.
Ten tweede is enkel het opstellen van mogelijke systeemoplossingen niet voldoende, maar moeten de ingrepen ook daadwerkelijk gerealiseerd worden. Daartoe is vervolgonderzoek naar de technische uitwerking en financiële toepasbaarheid van de systeemoplossingen vereist. Voor de Groene watergevel moet bijvoorbeeld onderzocht worden hoe de constructie precies vormgegeven moet worden en hoe de werking van de Watergevel gewaarborgd kan worden bij temperaturen onder 0 graden Celsius. Bevriezen van de waterbuffers is mogelijk op te lossen met restwarmte uit het bedrijfsproces. Met de technische uitwerking van de systeemoplossingen veranderd de rol van de Donker Groep van adviserend naar uitvoerend. Deze wisseling versterkt de positie van de Donker Groep in het werkveld van klimaatadaptatie, aangezien de Donker Groep beide rollen vervuld.

Afsluitend zou klimaatadaptatie op industrieterreinen meer verplicht gesteld moeten worden. Hiertoe dienen in de wet- en regelgeving, regels opgenomen te worden voor bestaande terreinen, niet alleen voor nieuwe ontwikkelingen zoals nu het geval is. De invloed van klimaatverandering op de waterhuishouding moet een sturend principe worden bij de (her)structurering van bebouwd terrein (Wouden, Kuiper, & Eijgenraam, 2008). Een minimale bergingseis voor bestaand oppervlak zou een geschikte toepassing zijn. Met de intrede van de Omgevingswet kunnen dit soort regels geïntroduceerd worden. Vervolgonderzoek moet uitwijzen hoe en welke regels opgenomen kunnen worden in de Omgevingswet om klimaatadaptatie meer verplicht te stellen.

Omdat de Donker Groep weinig invloed heeft op de wet- en regelgeving omtrent klimaatadaptatie en het hierbij gaat om een aanpassing van het beleid, zal de laatste aanbeveling niet zomaar uitgevoerd kunnen worden. Daarom is het voor de Donker Groep raadzaam om allereerst aan de slag te gaan met het opstellen van meerdere systeemoplossingen en de technische uitwerking daarvan.

9 BIBLIOGRAFIE

Aan de slag met de Omgevingswet. (sd). *Samenhang van instrumenten bij casus wateroverlast*. Opgeroepen op februari 20, 2020, van Aan de slag met de Omgevingswet: https://aandeslagmetdeomgevingswet.nl/regelgeving/instrumenten/samenhang-instrumenten/casus-wateroverlast/

AHN. (sd). *AHN3*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van Algemeen Hoogtebestand Nederland: https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/

Aquaflow. (a). *Waterbergende wegen met WT kolken.* Opgeroepen op juni 2, 2020, van Aquaflow: https://aquaflow.nl/wp-content/uploads/2017/11/Waterbergende-weg-met-WT-kolken-2017-08.pdf

Aquaflow. (b). *Aquaflow oplossingen*. Opgeroepen op juni 12, 2020, van Aquaflow: https://aquaflow.nl/oplossingen/

Averink, J. (2013). *Methoden voor bepalen hoogste en laagste grondwaterstanden.* Wareco Ingenieurs, Universiteit Twente. Deventer: Universiteit Twente.

Baan, M. (2020 (a), maart 24). Interview Buro BOOT. *Probleemanalyse afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Baan, M. (2020 (b), mei 15). Interview Buro BOOT. *Feedback ontwerpconcepten en bredere toepasbaarheid afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Bekink, W. (2020, maart 17). Interview Royal FloraHolland. *Problemen en achterliggende oorzaken en gevolgen van wateroverlast en visievorming voor de terreinen van Royal FloraHolland.* (T. A. Besselink, & G. v. Dikkenberg, Interviewers)

Bel, J. (2020 (a), april 3). Interview Mijn Waterfabriek. *Visievorming afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Bel, J. (2020 (b), mei 12). Interview Mijn Waterfabriek. *Feedback ontwerpconcepten en bredere toepasbaarheid afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Bosch, P., Broeke, H. t., Gjaltema, J., Pásztor, A., & Rovers, V. (2013). *De synergie van stedelijke klimaatadaptatie en – mitigatie maatregelen; een vijftal maatregelen uitgewerkt voor Rotterdam.* Utrecht: TNO Innovation for life.

Boxem, T. (2020, maart 30). Mailcontact Hoogheemraadschap van Delfland. *Probleemanalyse en visievorming afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Braak, T. t. (2020 (a), april 16). Interview Donker Groen. *Visievorming afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Braak, T. t. (2020 (b), mei 7). Interview Donker Groen. *Feedback ontwerponcepten afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Bureau Stichting RIONED. (2015, juli 1). *Impact extreme neerslag stedelijk gebied: waarom en met welke buien?* Opgeroepen op februari 17, 2020, van Bureau Stichting RIONED: https://www.riool.net/-/impact-extreme-neerslag-stedelijk-gebied-waarom-en-met-welke-buien-

Bureau Stichting RIONED. (2019, november 1). *Stresstestbuien*. Opgeroepen op februari 17, 2020, van Bureau Stichting RIONED: https://www.riool.net/stresstestbuien

CBS. (2016, augustus 12). *Mutatiereeks Bodemgebruik 1996-2015.* Opgeroepen op juni 3, 2020, van Centraal Bureau voor de Statistiek: https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2016/32/mutatiereeks-bodemgebruik-1996-2015

City Deal Klimaatadaptatie. (2019). *Klimaatadaptatie in de Omgevingswet.* City Deal Klimaatadaptatie.

Coalities Klimaatbestendige Stad. (2013). *Manifest Klimaatbestendige Stad.* Stuurgroep DPNH.

Consultancy Nederland. (2018, mei 24). *XXL distributiecentra in Nederland worden steeds groter en hoger*. Opgeroepen op juni 5, 2020, van Consultancy Nederland: https://www.consultancy.nl/nieuws/17736/xxl-distributiecentra-in-nederland-worden-steeds-groter-en-hoger

DINOloket. (sd). *Ondergrondgegevens*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van DINOloket: https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens

Dolman, N., & Groffen, B. (2018). *Plan van Aanpak; Klimaatadaptatie in de Hoeksche Waard.* Rotterdam: Royal Haskoning DHV.

Eikenaar, J. (2020 (a), april 14). Interview Donker Design. *Visievorming Afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Eikenaar, J. (2020 (b), mei 11). Interview Donker Design. *Feedback ontwerpconcepten Afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)

Gemeente Westland. (2012 (a), december 18). *Toelichting op het bestemmingsplan Bloemenveiling*. Opgeroepen op februari 20, 2020, van Ruimtelijke Plannen: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/viewer/viewer?planidn=NL.IMRO.1783.abp00000004-vast

Gemeente Westland. (2012 (b), december 18). *Regels van het bestemmingsplan Bloemenveiling*. Opgeroepen op februari 20, 2020, van Ruimtelijke Plannen: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.1783.abp00000004-vast/r_NL.IMRO.1783.abp00000004-vast_index.html

Gessel-Dabekaussen, G. v. (2018). *Het industriële landschap van Nederland.* Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Grondwaterformules. (sd). *Doorlatendheid k*. Opgeroepen op maart 27, 2020, van Grondwaterformules: http://www.grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort

Hoogheemraadschap van Delfland. (2015 (a)). *Keur Delfland.* Delft: Hoogheemraadschap van Delfland.

Hoogheemraadschap van Delfland. (2015 (b)). *Algemene regels, behorende bij de Keur Delfland.* Delft: Hoogheemraadschap van Delfland.

Hoogheemraadschap van Delfland. (2020). *Peilbuisgegevens en metingen .* Wareco Ingenieurs .

Hoogheemraadschap van Delfland. (sd). *Het juiste waterpeil*. Opgeroepen op april 21, 2020, van Hoogheemraadschap van Delfland: https://hhdelfland.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0278b4d958fd4cceba74bb8d1dbce308

Huizenga, B. (2018, oktober 18). *Klimaatadaptatie voor het bedrijfsleven*. Opgeroepen op juni 3, 2020, van Tauw: https://www.tauw.nl/actueel/blogs/klimaatadaptatie-voor-het-bedrijfsleven.html

IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change,.* Genève: World Meteorological Organization.

Klimaatatlas Zuid-Holland. (a). *Wateroverlast*. Opgeroepen op mei 19, 2020, van KLIMAATATLAS PROVINCIE ZUID-HOLLAND: https://zuid-holland.klimaatatlas.net

Klimaatatlas Zuid-Holland. (b). *Hitte*. Opgeroepen op mei 19, 2020, van KLIMAATATLAS PROVINCIE ZUID-HOLLAND: https://zuid-holland.klimaatatlas.net

Klostermann, J. E., Biesbroek, G. R., & Gupta, J. (2009). *Multilevel klimaatbeleid in Nederland: mitigatie en adaptatie.* Wageningen: Wageningen University & Research.

Kluck, J., Klok, L., Kleerekoper, L., Loeve, R., Bakker, W., & Boogaard, F. (2017). *Onderzoeksprogramma Urban Technology DE KLIMAATBESTENDIGE WIJK Onderzoek voor de praktijk.* Amsterdam: Onderzoeksprogramma Urban Technology; Faculteit Techniek, Hogeschool van Amsterdam.

KNMI. (2015). *KNMI '14 Klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie.* De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

KNMI. (sd). *Klimaatverandering in Nederland*. Opgeroepen op februari 14, 2020, van Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut: https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/klimaatverandering-in-nederland

Laeven, M., & Broks, K. (2016, November 23). Hoe gaan waterschappen om met waterberging op groene daken? *H2O Waternetwerk*.

Leest, K. v. (2019). Handleiding het Levende Gebouw. In K. v. Leest, *Handleiding het Levende Gebouw.* VHG Brancheverenigging.

Leve, E. d., Geuting, E., & Kramer, I. (2019). *Benchmark Gemeentelijke Grondprijzen 2019-2020.* Arnhem: Stec Groep.

MBZK. (2019). *Nationale Omgevingsvisie; Duurzaam perspectief voor onze leefomgeving.* Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Meteobase. (sd). *Regenduurlijnen*. Opgeroepen op mei 8, 2020, van Meteobase: http://www.meteobase.nl

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016). *Omgevingswet in het kort; ruimte voor ontwikkeling, waarborgen voor kwaliteit.* Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Nijhuis, S., Vries, J. d., & Noortman, A. (2017). *Praktijkgericht onderzoek in de ruimtelijke planvorming. Methoden voor analyse en visievorming.* Wageningen: Uitgeverij Landwerk.

Optigrün. (a). *PRODUCTBLAD OPTIGRÜN WRB 85i Waterretentiebox.* Opgeroepen op mei 20, 2020, van Optigrün: https://www.optigroen.nl/producten/drainage-bufferlagen/wrb-85i/

Optigrün. (b). *OPTIGRÜN SMART FLOW CONTROL Intelligente hemelwaterafvoer voor Retentiedaken.* Krauchenwies-Göggingen: Optigrün.

Planbureau voor de Leefomgeving. (2013). *Aanpassen met beleid; Bouwstenen voor een integrale visie op klimaatadaptatie.* Den Haag.
Provinciale Staten Zuid-Holland. (2019). *Omgevingsverordening Zuid-Holland.* Provinciale Staten Zuid-Holland.
Rain(a)Way. (sd). *Groen / Blauw parkeren*. Opgeroepen op juni 12, 2020, van Rain(a)Way: https://rainaway.nl/we-inspire/
Rainblock. (sd). *LOVE RAIN Collect Store Use*. Opgeroepen op juni 13, 2020, van Rainblock: https://rainblock.nl/
Rijksoverheid. (sd). *Klimaatverandering en gevolgen*. Opgeroepen op februari 14, 2020, van Rijksoverheid: https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/gevolgen-klimaatverandering
Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen. (2019). *Watermanagement in Nederland.* Rijkswaterstaat en de Unie van Waterschappen.
RIVM. (2011). *Klimaatverandering in het stedelijk gebied Groen en waterberging in relatie tot de bodem.* Den Haag: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
Robrecht, H. (2019, december 10). *klimaatverandering in de stad*. Opgeroepen op februari 17, 2020, van Europees Milieu Agentschap: https://www.eea.europa.eu/nl/ema-signalen/signalen-2015/interviews/klimaatverandering-in-de-stad
Royal FloraHolland. (sd). *Toegang tot de internationale handel*. Opgeroepen op mei 19, 2020, van Royal FloraHolland: https://www.royalfloraholland.com/nl/over-floraholland/wie-we-zijn-wat-we-doen/toegang-tot-de-internationale-handel
Schneider, H., & Schouw, J. C. (2012). *Geïntegreerd en ambitieus lokaal klimaatbeleid; Een handreiking voor gemeenten naar aanleiding van de Hotstpot Tilburg.* Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte.
Staf Deltacommissaris. (2017). *Deltaprogramma 2018.* Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken.
Stowa. (2015). *Nieuwe Neerslagstatistieken voor het Waterbeheer; Extreme neerslaggebeurtenissen nemen toe en komen vaker voor.* Amersfoort: Stowa.
Studio Bas Sala. (2019). *Hoe werkt de Slimme Regenton?* Opgeroepen op juni 13, 2020, van Slimme Regenton: https://www.slimmeregenton.nl/hoe-werkt-de-slimme-regenton/
Tubbing, L. (2018, oktober 19). *Casestudie onderzoek: Voor- en nadelen, ontwerp en proces*. Opgeroepen op maart 6, 2020, van De afstudeerconsulant: https://deafstudeerconsultant.nl/afstudeertips/onderzoeksmethoden/casestudie-onderzoek/
Verschuren, T., & Olyerhoek, B. (2020, mei 7). Interview Donker Design. *Feedback ontwerponcepten afstudeeronderzoek klimaatadaptief Royal FloraHolland*. (T. A. Besselink, Interviewer)
Wouden, R. v., Kuiper, R., & Eijgenraam, C. (2008). *Ex antetoets Startnotitie Randstad 204o.* Den Haag: Ruimtelijke Planbureau, Milieu en Natuurplanbureau, Centraal Planbureau.

BIJLAGEN

Bijlage I	Beleidsanalyse lokale wet- en regelgeving Royal FloraHolland Naaldwijk	VIII
Bijlage II	Grondwaterstand en bodemopbouw	XIV
Bijlage III	Handleiding Het Levende Gebouw	XIX
Bijlage IV	Ontwerpconcepten en feedback	XXVI
Bijlage V	Ranking systeemoplossingen	XLII
Bijlage VI	Verwijzing naar externe documenten	XLIX

Bijlage I – Beleidsanalyse lokale wet- en regelgeving Royal FloraHolland Naaldwijk

In de huidige situatie bestaan er talloze wetten en regels gericht op de leefomgeving; een ingewikkeld stelsel, waarin bijna niemand meer de weg kan vinden. Vanuit dit vertrekpunt is het idee voor de Omgevingswet ontstaan: één wet die alle wetten en regels op het gebied van de leefomgeving vereenvoudigt en bundelt (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). De Omgevingswet is gericht op een flexibele en integrale aanpak, met ruimte voor duurzame ontwikkeling en lokaal maatwerk (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Binnen de Omgevingswet staan een aantal instrumenten centraal:

1. **Omgevingsvisie**. Deze visie richt zich op de leefomgeving als één geheel, waardoor een samenhangend, strategisch plan ontstaat voor de leefomgeving (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2017). Het rijk en de provincie stellen beiden zo'n Omgevingsvisie vast, gemeentes zijn hierin vrij. Het is geen gedetailleerd plan, maar geeft de hoofdlijnen en kaders van het (langetermijn)beleid (City Deal Klimaatadaptatie, 2019).
2. **Programma**. Het programma bevat een uitwerking van het te voeren beleid, anders dan de Omgevingsvisie is het programma uitvoeringsgericht (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). Het programma bevat concrete maatregelen voor bescherming, beheer, gebruik en ontwikkeling van de leefomgeving (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Met deze maatregelen moeten omgevingswaarden of specifieke doelen voor de leefomgeving worden bereikt. Het is ook mogelijk dat twee of meer organisaties samen een programma opstellen om een bepaald doel te bereiken (Aan de slag met de Omgevingswet, sd).
3. **Decentrale regelgeving**. Decentrale overheden dienen al hun regels omtrent de leefomgeving samen te brengen in één gebiedsdekkende regeling (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Deze regels dienen aan te sluiten op de Omgevingsvisie. Decentrale regelgeving voorkomt versnippering van de wet- en regelgeving over hetzelfde onderwerp. Uitgangspunt is dat de overheidspartij die het dichtstbij de burgers en bedrijven staat de regels opstelt, tenzij sprake is van zwaarder wegende belangen (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). De provincie heeft de Omgevingsverordening, waterschappen gebruiken de Waterschapsverordening en gemeentes hebben het Omgevingsplan. Hierover later meer.
4. **Algemene rijksregels voor activiteiten**. Waar nodig werkt het rijk met algemeen geldende regels ter bescherming van de leefomgeving (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Dit voorkomt dat burgers en bedrijven steeds toestemming moeten vragen aan de overheid. Het gevaar van algemene regels is dat deze soms niet goed passen bij specifieke situaties. Binnen de Omgevingswet zijn hiervoor een aantal instrumenten die de flexibiliteit rondom algemene regels waarborgen.
5. **Omgevingsvergunning**. Doel is om met één aanvraag bij één loket snel duidelijkheid te krijgen over de activiteiten die men wil gaan uitvoeren. De omgevingsvergunning toetst vooraf of een bepaalde activiteit toegestaan is binnen de leefomgeving en alle geldende regels (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Door de vergunningverlening zo simpel mogelijk te houden, duren procedures ook niet onnodig lang.
6. **Projectbesluit**. Het projectbesluit biedt een uniforme procedure voor besluitvorming over complexe projecten binnen de verantwoordelijkheid van rijk of provincies (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016). Wanneer een project in strijd is met een Omgevingsplan, is er flexibiliteit om hiervan af te wijken. Voor het rijk of provincie kan het projectbesluit de omgevingsvergunning vervangen.

De instrumenten in de Omgevingswet bieden kansen om de opgaven van klimaatadaptatie te borgen in het beleid (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). Klimaatadaptatie is een gezamenlijk vraagstuk dat vraagt om een gebiedsgerichte en integrale benadering en dat alleen opgelost kan worden door samenwerking van de overheid én de samenleving (publiek en privaat). Voor klimaatadaptie is het binnen de Omgevingswet van belang flexibel en adaptief te zijn. Knelpunten en kansen als gevolg van

klimaatverandering worden vaak pas over de jaren inzichtelijk. Het is daarom belangrijk klimaatadaptatie mee te nemen in andere relevante lopende en toekomstige projecten; meekoppelen (Aan de slag met de Omgevingswet, sd). Om een integrale benadering van het probleem te verkrijgen voeren de provincie, gemeenten en waterschap met elkaar klimaatstresstest-analyses uit (Aan de slag met de Omgevingswet, sd). Deze klimaatstresstest maakt zichtbaar wat de kwetsbare gebieden zijn voor overstroming, wateroverlast, droogte en hitte en maakt meekoppelkansen beter inzichtelijk.

De terreinen van Royal FloraHolland liggen verspreid over de Randstad, van Naaldwijk tot Aalsmeer. De relevante wet- en regelgeving is dan ook ondergebracht bij verschillende partijen, zie tabel 7. Het bevoegd gezag over de locaties ligt verdeeld over verschillende bestuursorganen. Het afstudeeronderzoek richt zich verder alleen op het terrein in Naaldwijk, voor dit terrein wordt de relevante wetgeving rondom klimaatadaptatie vanuit de Omgevingsweg nader onderzocht.

Tabel 7 Betrokken overheden per locatie van Royal FloraHolland. De overheden zijn ingedeeld op verschillende schaalniveaus; provincie, waterschap en gemeente. Het bevoegd gezag over de locaties ligt hiermee verdeeld over verschillende bestuursorganen.

	LOCATIE AALSMEER	LOCATIE RIJNSBURG	LOCATIE NAALDWIJK
PROVINCIE	▪ Noord-Holland	▪ Zuid-Holland	▪ Zuid-Holland
WATERSCHAP	▪ Hoogheemraadschap van Rijnland ▪ Waterschap Amstel, Gooi & Vecht	▪ Hoogheemraadschap van Rijnland	▪ Hoogheemraadschap van Delfland
GEMEENTE	▪ Aalsmeer ▪ Uithoorn	▪ Katwijk ▪ Oegstgeest	▪ Westland

Nationale Omgevingsvisie

Toekomstperspectief 2050

"In 2050 is Nederland een land waarin het gezond en (nog steeds) fijn wonen en leven is. Waar de inwoners de hoge leefomgevingskwaliteit voelen en waarderen. Waar iedereen de ruimte heeft zich te ontplooien. Een land met een gezonde, toekomstbestendige economie. Een economie die duurzaam en circulair is en floreert. Waar we schaarse grondstoffen in de grond laten zitten of hergebruiken en fossiele brandstoffen hebben vervangen door schone bronnen. Een land dat nauw verbonden is met zijn buurlanden en de rest van de wereld en een actieve speler is in de internationale gemeenschap.
Onze steden en dorpen zijn aangenaam en vitaal. Ons platteland is productief en aantrekkelijk. Een land met uitstekende bereikbaarheid, waar door allerhande innovaties iedereen zich soepel kan verplaatsen, met zo min mogelijk schadelijke uitstoot en overlast. Waar locaties voor wonen en werken zorgvuldig zijn gekozen zodat onnodige mobiliteit wordt voorkomen. Waar we voldoende ruimte hebben om te kunnen bewegen, ontmoeten, ontspannen en tot onszelf te komen. Waar de natuur floreert. Een gezond, schoon klimaatbestendig land, met veel ruimte voor groen en water. Een veilig land, beschermd tegen overstromingen en andere gevaren. Waar een goede balans is tussen gebouwde omgeving en open landschap, tussen natuur en cultuur, tussen land en water. Een land dat openstaat voor verandering, en waar de kracht van zijn traditie, cultuur en identiteit wordt weerspiegeld in de inrichting van de leefomgeving (MBZK, 2019)."

Binnen de nationale Omgevingsvisie wordt aan de hand van het toekomstperspectief voor 2050 een langetermijnvisie in beeld gebracht. De druk op de fysieke leefomgeving in Nederland is groot, doel is om win-win situaties te creëren, maar waar belangen botsen moeten scherpe keuzes worden gemaakt (MBZK, 2019). Binnen de nationale Omgevingsvisie zijn er vier prioriteiten:

1. *Ruimte voor klimaatadaptatie en energietransitie* – Om Nederland in 2050 **klimaatbestendig en waterrobuust** te maken zijn maatregelen in de leefomgeving nodig (MBZK, 2019). Tegelijkertijd biedt dit kansen voor natuur en verbeteren van de leefomgevingskwaliteit.

2. *Duurzaam economisch groeipotentieel* – Een duurzame, circulaire, kennisintensieve en internationaal concurrerende economie in 2050 (MBZK, 2019). Het belang van een goede infrastructuur en samenwerkingsverbanden is hierin groot.
3. *Sterke en gezonden steden en regio's* – Er zijn grote uitdagingen in het verdichten van steden en tegelijkertijd het verhogen van de leefbaarheid en klimaatbestendigheid van deze steden (MBZK, 2019). Deze aspecten nemen een belangrijke rol in bij locatiekeuzes en investeringen.
4. Toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied – De invloed van de landbouwsector op lucht, bodem en water wordt zorgvuldig aangepakt, zowel de karakteristieke eigenschappen van het Nederlandse landschap als de het verdienpotentieel voor bedrijven staat hierin centraal (MBZK, 2019).

Afwegingen tussen botsende belangen worden gedaan op basis van een drietal afwegingsprincipes:

- Combineren van functies gaat boven enkelvoudige functies;
- Kenmerken en identiteit van een gebied staan centraal;
- De leefomgeving dient zoveel mogelijk te voorzien in de eigen mogelijkheden en behoeften, zonder schade toe te brengen aan het perspectief van toekomstige generaties (MBZK, 2019).

Het toekomstperspectief en de Omgevingsvisie richten zich op het gebied van klimaatverandering op **bescherming tegen deze veranderingen en voorkomen van verdere klimaatveranderingen** (beperking CO_2-uitstoot, Klimaatakkoord Parijs). Nederland past zich de komende jaren aan op extreme weersomstandigheden met een klimaatbestendige en waterrobuuste inrichting van zowel het stedelijk als het landelijk gebied met oog voor de kwaliteit van de leefomgeving (MBZK, 2019). Een voorbeeld hiervan is voldoende aanwezigheid van plekken met water en groen om hittestress tegen te gaan en wateroverlast te voorkomen.

Provinciale Omgevingsverordening

De Omgevingsverordening bevat alle regels over de fysieke leefomgeving die de provincie stelt binnen haar grondgebied (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). Per provincie is er één Omgevingsverordening.

Omgevingsverordening Zuid-Holland

Binnen de Omgevingsverordening van Zuid-Holland zijn er een aantal regels en bepalingen op het gebied van klimaatverandering en klimaatadaptatie op industrieterreinen van belang. Deze regels en bepalingen worden hier uiteengezet, met relevante artikelnummers uit de Omgevingsverordening.
In de Omgevingsverordening zijn regels opgenomen omtrent het watersysteem en het beheer daarvan. Belangrijk hierin is de toedeling van verantwoordelijkheden, artikel 5.6, maar met name de beperking op infiltraties meer dan 12.000 m^3 per jaar, artikel 6.37 (Provinciale Staten Zuid-Holland, 2019).

Artikel 5.6 Toedeling watersysteembeheer (Provinciale staten Zuid-Holland, 2019)
Het waterschap is belast met het beheer van het watersysteem waarvan de zorg op grond van artikel 2, eerste lid, van de Waterschapswet bij reglement is opgedragen aan het waterschap.

Artikel 6.37 Beperking vrijstelling grondwateronttrekking (Provinciale staten Zuid-Holland, 2019)

a. *Het waterschapsbestuur kan de vrijstellingsmogelijkheid, bedoeld in artikel 6.11, vijfde lid, van het Waterbesluit niet toepassen voor onttrekkingen of* ***infiltraties van meer dan 12.000 m^3 per jaar*** *en voor tijdelijke onttrekkingen of infiltraties van in totaal meer dan 12.000 m^3.*

Waterschapsverordening

De Keur is de verordening van het waterschap met gebods- en verbodsregels om het waterbeheer in zijn beheergebied te organiseren. Het waterschap moet zorgen voor een veilig en gezond watersysteem, waarbij de volgende doelen vanuit de waterwet worden nagestreefd:

- Het voorkomen of beperken van overstroming, wateroverlast en waterschaarste;
- Het beschermen en verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen;
- Het vervullen van maatschappelijke functies door watersystemen.

Naast de keur heeft het waterschap ook zogenaamde 'Algemene regels' om het waterbeheer te organiseren. Algemene regels geven een vrijstelling op de vergunningsplicht vanuit de Keur, om daarmee de regeldruk te verlagen.

De huidige Keur van de waterbeheerder wordt in de Omgevingswet de Waterschapsverordening. De Waterschapsverordening geeft alle regelingen omtrent handelingen in het watersysteem. De Omgevingswet vraagt om een integrale benadering van alle aspecten van de fysieke leefomgeving. Alle bestuurders dienen rekening te houden met de taken van andere bestuurders (City Deal Klimaatadaptatie, 2019). Op deze manier worden bijvoorbeeld de belangen van de waterbeheerder al in een vroeg stadium geborgd in de Omgevingsvisie en het Omgevingsplan van de gemeente.

Waterschapsverordening Hoogheemraadschap van Delfland

Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft nog geen Waterschapsverordening opgesteld. Alle regels voor de inrichting van de fysieke leefomgeving worden nu nog vastgesteld in de Keur en Algemene regels. De relevante regels met betrekking op klimaatverandering en klimaatadaptatie op industrieterreinen worden hier uiteengezet.

Keur, Artikel 3.2 Watervergunning water brengen in en onttrekken aan oppervlaktewaterlichamen (Hoogheemraadschap van Delfland, 2015 (a))

Het is verboden *zonder vergunning van het bestuur* ***water te brengen in of te onttrekken aan oppervlaktewaterlichamen.***

Keur, Artikel 3.3 Watervergunning onttrekken van grondwater en infiltreren van water (Hoogheemraadschap van Delfland, 2015 (a))

> *1. Het is* ***verboden zonder vergunning*** *van het bestuur* ***grondwater te onttrekken of water te infiltreren.***
>
> *2. Onttrekkingsinrichtingen of infiltratiewerken die vanwege één opdrachtgever of in één project plaatsvinden en die een samenhangend geheel vormen, gelden als één inrichting.*

Keur, Artikel 3.5 Zorgplicht (Hoogheemraadschap van Delfland, 2015 (a))

> *1. Ieder die handelingen verricht of nalaat en die weet of redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door het* ***verrichten van die handelingen*** *of het nalaten daarvan* ***inbreuk*** *kan worden gemaakt* ***op het watersysteem****, is verplicht alle maatregelen te treffen die redelijkerwijs van hem verwacht mogen worden, ten einde die inbreuk te voorkomen, dan wel indien van een inbreuk reeds sprake is, al het mogelijke te doen om de gevolgen daarvan zoveel mogelijk ongedaan te maken.*

Algemene regels, Artikel 28 toepassingscriteria (Hoogheemraadschap van Delfland, 2015 (b))

Voor het water brengen in en onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam is geen vergunning op grond van artikel 3.2 van de Keur Delfland nodig, indien:

> *a. het brengen, of onttrekken van water binnen* ***hetzelfde peilgebied*** *plaatsvindt;*

*b. het debiet van één perceel op één oppervlaktewaterlichaam niet meer bedraagt **dan 100 m³/uur**, en*

c. de onttrekking niet tot doel heeft een peil permanent in stand te houden.

Algemene regels, Artikel 29 algemene criteria (Hoogheemraadschap van Delfland, 2015 (b))

1. Diegene die water brengt, of onttrekt als bedoeld in artikel 28:

a. belemmert de aan- of afvoer van oppervlaktewaterlichamen niet;

b. wijzigt of beschadigt geen waterstaatswerken, en

c. verontreinigt het oppervlaktewaterlichaam niet.

Gemeentelijk Omgevingsplan

Het Omgevingsplan is het gemeentelijke instrument met bindende regels voor burgers en bedrijven, die de gemeente nodig acht om de ambities en beleidsdoelen te realiseren. Het Omgevingsplan bevat alle relevante regels voor de leefomgeving en heeft daarmee een bredere uitwerking dan huidige bestemmingsplannen of verordeningen (City Deal Klimaatadaptatie, 2019).

Omgevingsplan Gemeente Westland

Het Omgevingsplan van de gemeente Westland is nog niet opgesteld, de gemeente is bezig met het samenstellen van het toekomstige Omgevingsplan. Alle regels voor de inrichting van de fysieke leefomgeving worden nu nog vastgesteld in bestemmingsplannen. De relevante regels met betrekking op klimaatverandering en klimaatadaptatie op industrieterreinen worden hier uiteengezet.

Regels, Artikel 26.7 Wro-zone - wijzigingsgebied – 6 (Gemeente Westland, 2012 (b))

Burgemeester en wethouders kunnen ter plaatse van de aanduiding 'wro-zone wijzigingsgebied - 6' de bestemmingen 'Groen' met de aanduiding 'geluidscherm' en 'Water - 1' wijzigen in de bestemming 'Verkeer' met de aanduiding 'geluidscherm' met inachtneming van de volgende regels:

1) *Het aantal m² 'Groen' en 'Water - 1' dat wordt gewijzigd in 'Verkeer' **dient gecompenseerd te worden** te worden in de vorm van onverhard terrein c.q. groen in de verkeersbestemming ter plaatse van de Burgemeester Elsenweg;*
2) *In het wijzigingsplan dient rekening te worden gehouden met het advies van het Hoogheemraadschap Delfland. Uitgangspunt hierbij is dat de **waterhuishoudkundige situatie niet mag verslechteren** als gevolg van de ontwikkeling;*

Toelichting, 3.10.1 Waterbeheer en watertoets (Gemeente Westland, 2012 (a))

*De initiatiefnemer dient in dat kader in een vroeg stadium overleg te voeren met de waterbeheerder over het ruimtelijke planvoornemen. Hiermee wordt voorkomen dat ruimtelijke ontwikkelingen in strijd zijn met **duurzaam waterbeheer**. Het plangebied ligt binnen het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Delfland, verantwoordelijk voor het waterkwantiteits- en waterkwaliteitsbeheer. Bij het tot stand komen van dit bestemmingsplan is overleg gevoerd met de waterbeheerder over deze waterparagraaf.*

Waterkwantiteit

Het plangebied van de Bloemenveiling is voor een kleiner deel gelegen binnen de Oude en Nieuwe Broekpolder. Beide polders voldoen niet aan het gewenste beschermingsniveau. Bij ruimtelijke ontwikkelingen dient rekening te worden gehouden met de ABC-bergingsnormen van het Hoogheemraadschap van Delfland.

Waterkwaliteit en ecologie

*De watergang aan de noord- en oostzijde van het plangebied, de Strijp, maakt onderdeel uit van de West Boezem en is aangewezen als **KRW-waterlichaam**. De Strijp heeft een peil van NAP -0,43 m. Omdat het hier een KRW-waterlichaam betreft is een aanzienlijk deel van de oevers van dit water op natuurvriendelijke wijze ingericht. **Nieuwe ontwikkelingen mogen de watersysteemkwaliteit** en de*

ecologie in het plangebied ***niet verslechteren****. Dit om te voldoen aan het principe van 'géén achteruitgang' zoals beschreven in de Europese Kaderrichtlijn Water. Treden toch negatieve effecten op, dan moeten deze zoveel mogelijk door mitigerende maatregelen worden voorkomen*.

Bovenstaande geeft een beeld van de huidige beleidsvorming. Informatie over eenzelfde gebied is bij verschillende partijen ondergebracht, waardoor het beleid versnipperd. Aangegeven is dat de waterbeheerder wordt berokken in planvorming, er worden echter geen concrete maatregelen genoemd. Voor de toekomstige situatie is het van belang dat de waterhuishoudkundige situatie niet verslechterd en dat de situatie verbeterd wordt waar mogelijk, bijvoorbeeld door afkoppelen van schoon verhard oppervlak. Daarnaast moet toename van verhard oppervlak en/of demping binnen het gebied worden gecompenseerd. Volgens de *Leidraad Riolering West-Nederland en vigerend waterschapsbeleid,* is het voor nieuwbouw **verplicht een gescheiden rioleringsstelsel** aan te leggen zodat schoon hemelwater niet bij een rioolzuiveringsinstallatie terechtkomt. Hiervoor zijn twee mogelijkheden; indien open water in de directe omgeving aanwezig is, wordt hemelwater afgevoerd, indien infiltratie mogelijk is, wordt schoon hemelwater geïnfiltreerd.

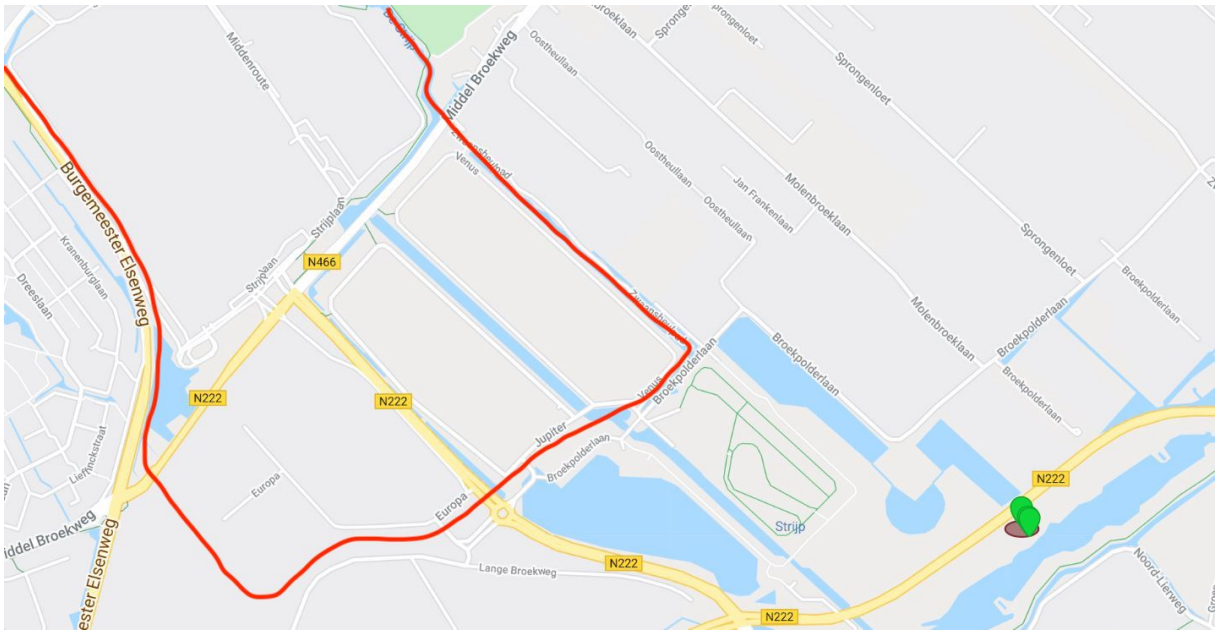
Aanpassingen aan het bestaande waterhuishoudingsysteem dienen bij het Waterschap goedgekeurd te worden door middel van een vergunning op basis van de keur. Dit geldt bijvoorbeeld voor het graven van nieuwe watergangen, het aanbrengen van een stuw of het afvoeren van water naar het oppervlaktewater. In de Keur is ook geregeld dat een beschermingszone voor watergangen en waterkeringen in acht dient te worden genomen.

Bijlage II – Grondwaterstand en bodemopbouw

Deze paragraaf beschrijft de situatie van grondwaterstand en bodemopbouw op het terrein van Royal FloraHolland Naaldwijk. Deze informatie is van belang om een goed beeld te vormen bij de huidige situatie van het terrein en geeft inzicht in mogelijke maatregelen, zoals bijvoorbeeld infiltratie.

Grondwaterstand

De grondwaterstand op de locatie Naaldwijk is vastgesteld op basis van de dichtstbijzijnde peilbuis, weergegeven in onderstaande figuur 30. Tabel 8 geeft de laatste metingen van de peilbuis.



Figuur 30 Locatie van de dichtstbijzijnde peilbuis (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).

Tabel 8 Peilbuiseigenschappen van de dichtstbijzijnde peilbuis (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).

Laatste meting	- 2.13 m NAP	**Datum laatste meting**	27/03/2020 06:40:22
Peilbuishoogte	- 0.56 m NAP	**Diepte peilbuis**	3.54 m
Maaiveldhoogte	*- 0.97 m NAP*		
GG	- 1.93 m NAP	***Ontwateringsdiepte GG***	*0.96 m*
RHG	- 0.91 m NAP	***Ontwateringsdiepte RHG***	*- 0.06 m*
RLG	- 2.78 m NAP	***Ontwateringsdiepte RLG***	*1.81 m*

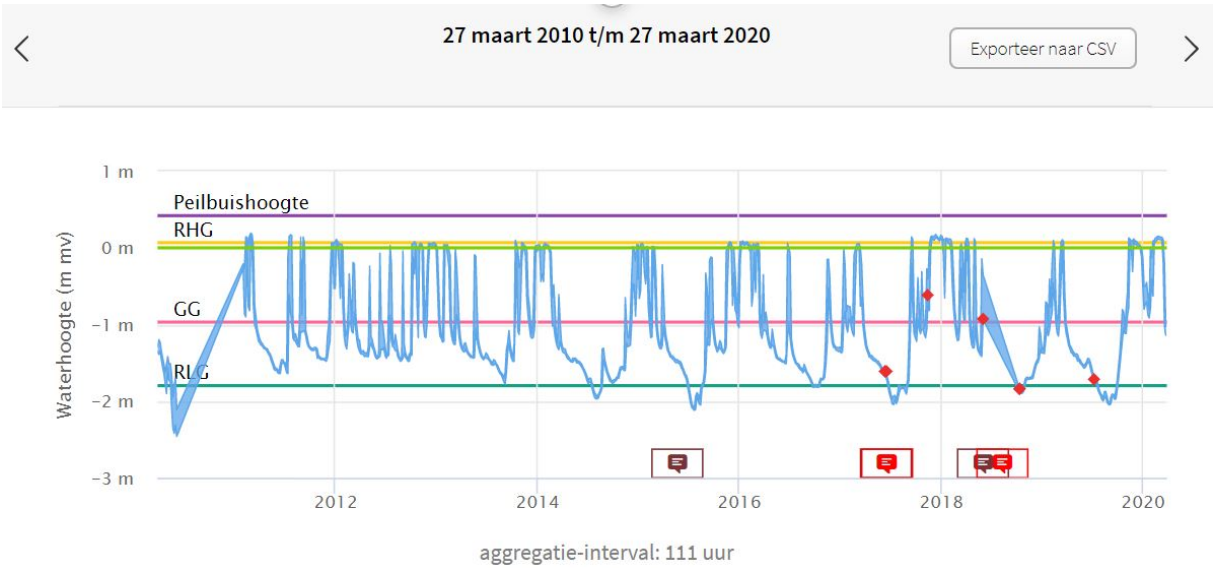
Traditioneel worden grondwaterstanden in de zomer- en wintersituatie bepaald met behulp van de GHG/GLG-methode (Gemiddeld Hoogste en Laagste Grondwaterstand) (Averink, 2013). Met behulp van deze informatie werden functie toegewezen aan een gebied die het beste passen bij de grondwaterstanden. Voor de berekening van de GHG en GLG zijn de volgende randvoorwaarden van belang (Averink, 2013):

- De meetreeks dient minimaal 8 jaar te zijn, met een (veelal handmatige) meetfrequentie van tweemaal per maand;
- Uit de meetreeks wordt het gemiddelde bepaald van de drie hoogste of laagste waardes per hydrologisch jaar
- De GHG of GLG is de gemiddelde waarde van hierboven berekende gemiddeldes per jaar.

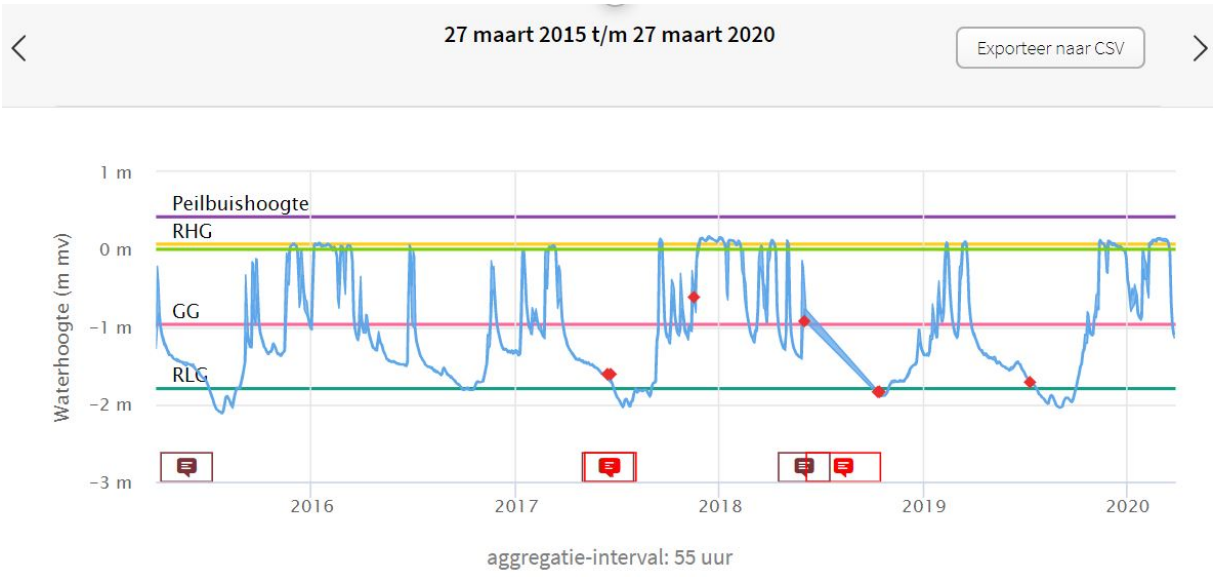
Om sneller uitspraak te kunnen doen over de hoogste en laagste grondwaterstanden is de RHG/RLG-methode ontwikkeld (Representatieve Hoogste en Laagste Grondwaterstand) (Averink, 2013). In deze methode wordt gebruik gemaakt van dataloggers, daarmee kan in korte tijd een hoogfrequente meetreeks vastgesteld worden. Voor de berekening van de RHG en RLG zijn de volgende randvoorwaarden van belang (Averink, 2013):

- Minimale meetreeks van 1 hydrologisch jaar;
- Hoogfrequente meetreeks, bij voorkeur 1 meting per uur;
- De RLG wordt bepaald aan de hand van de 10de percentielwaarde over de metingen van minimaal 1 jaar, de RHG wordt bepaald aan de hand van de 90ste percentielwaarde over de metingen van minimaal 1 jaar.

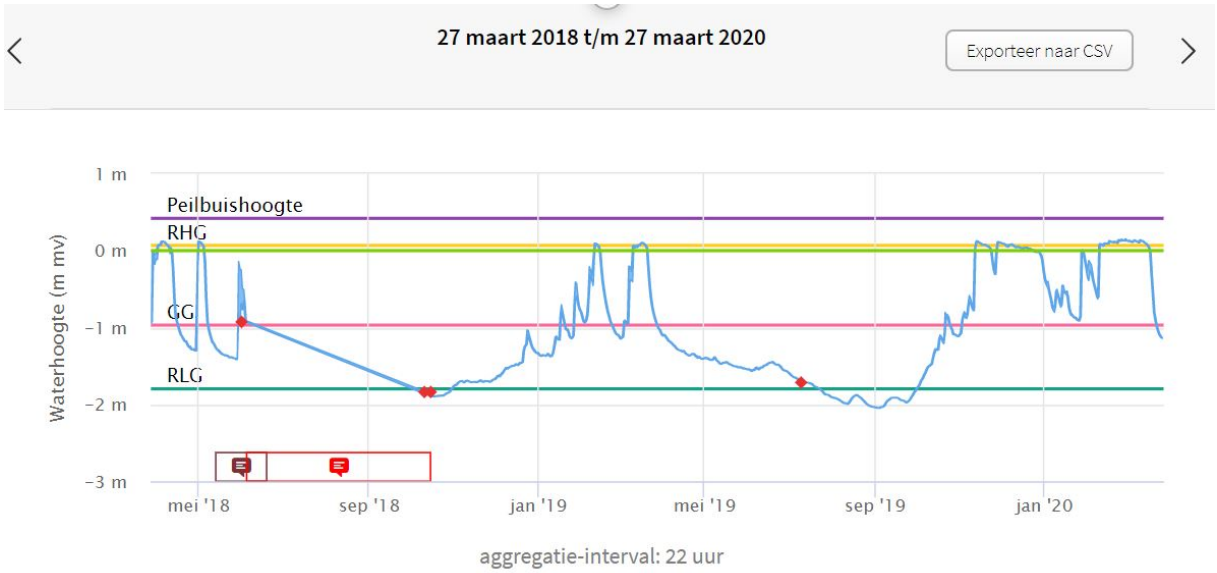
Op basis van de meetreeksen van de gegeven peilbuis ontstaan de volgende grafieken over een periode van 10, 5, 2 en 1 jaar, zie onderstaande figuren 31 t/m 34.



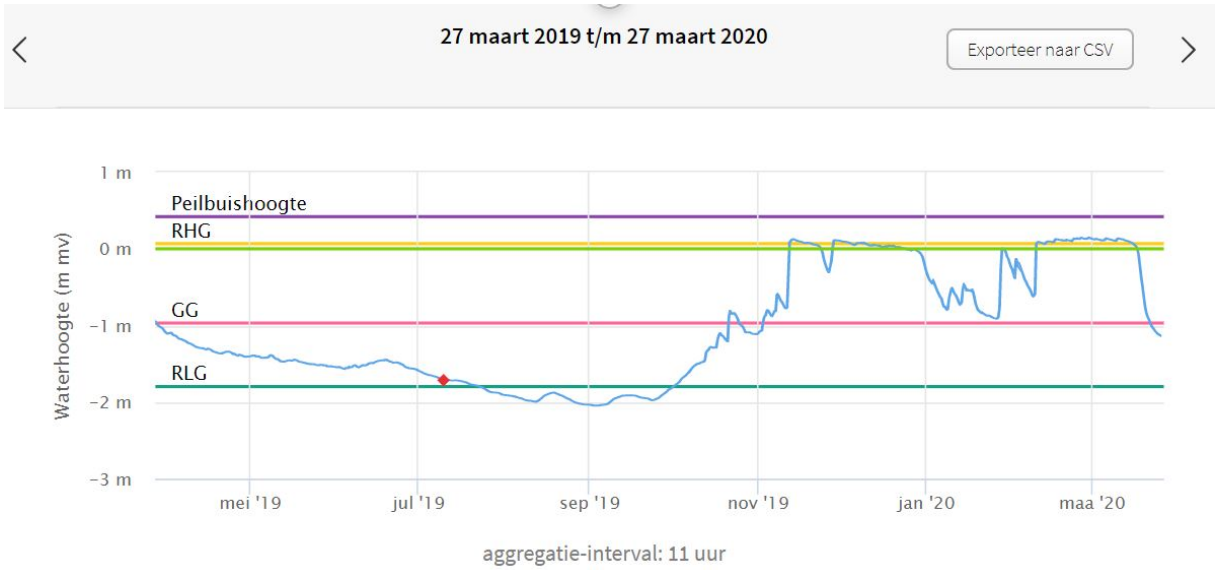
Figuur 31 Gegevens grondwaterstandsmeting over een periode van 10 jaar (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).



Figuur 32 Gegevens grondwaterstandsmeting over een periode van 5 jaar (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).



Figuur 33 Gegevens grondwaterstandsmeting over een periode van 2 jaar (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).



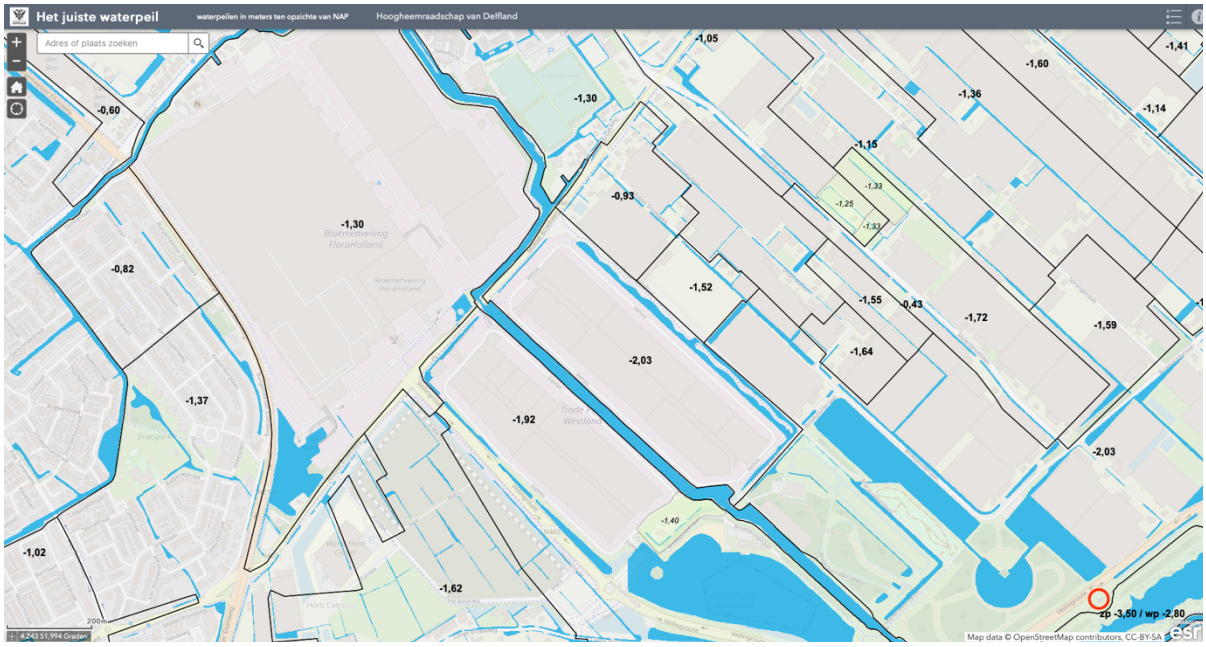
Figuur 34 Gegevens grondwaterstandsmeting over een periode van 1 jaar (Hoogheemraadschap van Delfland, 2020).

Bovenstaande grafieken geven inzicht in de grondwaterstanden door de tijd. In figuur 31 is te zien dat de uitschieters naar een lage grondwaterstand steeds groter zijn geworden, zomers worden droger. Figuur 34 geeft de waterstand over het afgelopen jaar. Hierin is duidelijk zichtbaar dat er in de zomer en het najaar sprake is van een lage grondwaterstand en in de winter en het voorjaar sprake is van een hoge grondwaterstand.

De ontwateringsdiepte behorende bij de RHG heeft ter plaatse van de peilbuis een waarde van -0,06 meter. Dit geeft aan dat er op sommige momenten sprake is van grondwateroverlast, de grondwaterstand is hoger dan de maaiveldhoogte. Dit is in de grafieken ook terug te zien, op sommige punten is de grondwaterstand hoger dan de groene lijn, de maaiveldhoogte. De peilbuis bevindt zich echter in grasland, het terrein van Royal FloraHolland is volledig verhard. Hierdoor zal

grondwateroverlast op het terrein van Royal FloraHolland niet snel optreden. Daarnaast is het maaiveld op het terrein van Royal FloraHolland hoger gelegen, tussen 0,1 en - 0,50 m NAP (AHN, sd).

Peilgebieden



Figuur 35 Peilgebieden rondom locatie Naaldwijk (Hoogheemraadschap van Delfland, sd).

Bovenstaande figuur 35 geeft de peilgebieden in de omgeving van Royal FloraHolland, locatie Naaldwijk. Rechtsonder, in de rode cirkel, is de locatie van de peilbuis voor grondwaterstanden te zien. Het streefpeil van een peilgebied is van invloed op de grondwaterstand. Dichtbij een watergang zijn zowel de RLG en de RHG ongeveer gelijk aan het streefpeil, op grotere afstand van de watergang wijkt de grondwaterstand meer af. Het Elsengebouw valt bijvoorbeeld in een peilgebied met een streefpeil van -1,3 m NAP. De grondwaterstand zal hier niet zomaar dalen tot - 2.78 m NAP (RLG Peilbuis, zie tabel 8). Er zit een verschil van 0,72 cm tussen beide streefpeilen, dat zal zichtbaar zijn in de grondwaterstand.

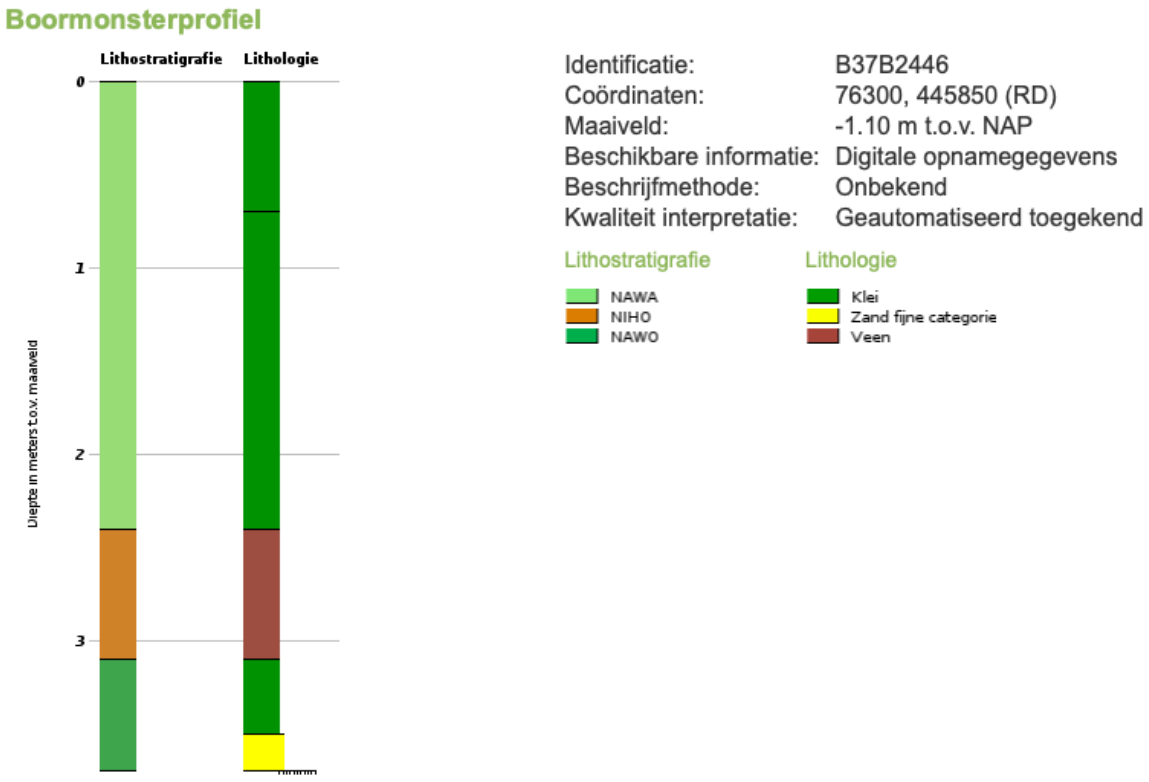
Als de RHG in een peilgebied met streefpeil -2,03 m NAP voor negatieve ontwateringsdiepte zorgt, dan is de verwachting dat de RHG in peilgebieden met een hoger streefpeil ook voor een minimale ontwateringsdiepte zorgt. De RHG op het terrein zal zelfs nog iets hoger zijn, door de grotere afstand tot de watergang.

Voor het verdere verloop van het onderzoek geldt: de RLG zal afhankelijk van het streefpeil variëren in de verschillende peilgebieden, de gevonden RHG blijft redelijk representatief (hoog). Op basis van de grondwaterstanden, peilgebieden en maaiveldhoogte is de verwachting dat de gemiddelde ontwateringsdiepte (bij hoge grondwaterstand) 0,70 m bedraagt.

Bodemopbouw

Het boormonsterprofiel in figuur 36 op de volgende pagina geeft de overheersende bodemopbouw voor de locatie Naaldwijk. Te zien is dat de bodem voornamelijk uit klei bestaat, op sommige punten onderbroken door een grondlaag van veen, of fijn zand (DINOloket, sd). Het boormonsterprofiel is niet verrassend voor het laaggelegen West-Nederland.

Bij de bodemopbouw hoort een K-waarde, of bodemdoorlatendheid, van 0,01 tot 0,05 meter per dag (Grondwaterformules, sd).



Figuur 36 Overheersende bodemopbouw voor de ondergrond van Royal FloraHolland Naaldwijk. Overwegend klei, onderbroken door veen of leemarm zand (DINOloket, sd).

Bijlage III – Handleiding Het Levende Gebouw

In deze bijlage wordt de invloed van groen op de omgeving beschreven aan de hand van de handleiding 'Het Levende Gebouw'. De handleiding '*Het Levende Gebouw'* gaat over groen. Groen op, aan en in gebouwen, ter inspiratie bij het integraal ontwerpen, bouwen en beheren van groene gebouwen, ook op industrieterreinen (Leest, 2019). De handleiding geeft daarvoor een uitgebreide keuze aan ideeën voor een ontwerp en succes- en faalfactoren. De handleiding helpt bij de opgave van vergroenen én verdichten in stedelijk gebied (Leest, 2019). Het verdere verloop van deze bijlage is ingedeeld op basis van de thema's die in de handleiding besproken worden; factoren waar groen effect op heeft. Groen is een oplossing voor veel 'niet groene' problemen, zoals wateroverlast, geluidshinder, luchtkwaliteit en energiebesparing en draagt daardoor bij aan integrale, klimaatadaptieve oplossingen (Leest, 2019). Onderstaande figuur 37 geeft de verschillende thema's en bijbehorende symbologie uit de handleiding. De handleiding kan gebruikt worden ter onderbouwing van keuzes voor een klimaatadaptieve (groene) inrichting.

Figuur 37 Thema's het Levende Gebouw (Leest, 2019).

Water

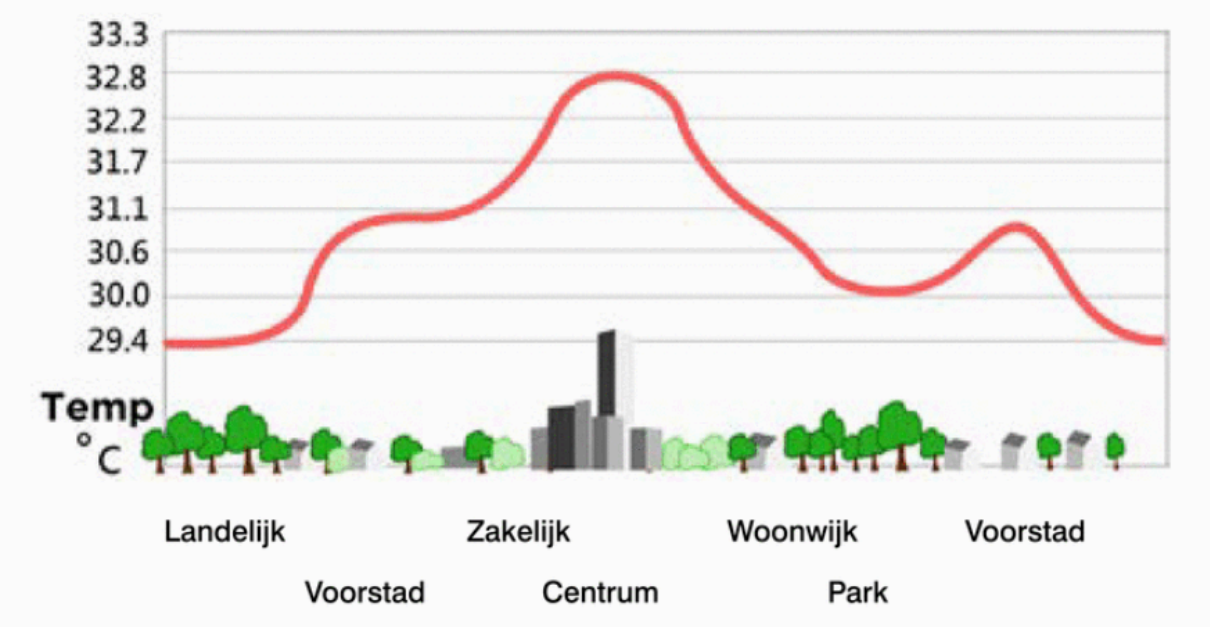
Tabel 9 De effecten van een groene omgeving op het thema 'water', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Water
Situatie	Het wordt natter en warmer en langere periodes van droogte komen vaker voor. Zowel wateroverlast als droogte veroorzaakt schade aan funderingen.
Kansen	Water zorgt voor ontspanning, biodiversiteit en verkoeling. Geeft ook mogelijkheden tot hergebruik.
Effecten van groen	Betere waterbalans en vergroten van sponswerking van stedelijk gebied. Hemelwater lokaal vasthouden, verminderen van afvoer naar riolering; kostenbesparing, minder overstort, grondwaterniveau op peil. Watercompensatie bij nieuwbouw (groenblauwe daken). Meer infiltratie in stedelijk gebied, natuurlijke filtering verbeterd waterkwaliteit.

Temperatuur

Tabel 10 De effecten van een groene omgeving op het thema 'temperatuur', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Temperatuur
Situatie	Zomers worden warmer, met meer hete dagen. In stedelijk gebied wordt dit effect versterkt; Urban Heat Island en hittestress. Deze ontwikkeling leidt tot extra sterfgevallen en energieverbruik en minder slaap, concentratie en productiviteit. Negatieve gezondheidseffecten.
Effecten van groen	Dempt temperatuurstijging in bebouwde omgeving. Zorgt voor verkoeling door schaduw en verdamping. Beschermd tegen instraling van de zon. Verbeterd werking van zonnepanelen. Groen verkoelt en isoleert (minder energieverbruik). Werkt als natuurlijke zonwering. Aangenamer binnenklimaat, hogere productiviteit en werkplektevredenheid.



Figuur 38 De toenemende gevoelstemperatuur in stedelijk gebied; Urban Heat Island Profile (Leest, 2019).

Luchtkwaliteit

Tabel 11 De effecten van een groene omgeving op het thema 'luchtkwaliteit', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Luchtkwaliteit
Situatie	Stedelijk gebied kent luchtverontreiniging in de vorm van fijnstof, stikstofdioxiden en vluchtige organische stoffen (VOS) van verkeer en industrie. Kans op Sick Building Syndrome.
Effecten van groen	Luchtzuiverende werking; afvangen luchtverontreinigende stoffen, afschermen vervuilingsbronnen. Betere luchtkwaliteit draagt bij aan gezonde werkomgeving, hogere productiviteit en lager ziekteverzuim. Produceert zuurstof. Water heeft ook positief effect op luchtkwaliteit.

Geur

Tabel 12 De effecten van een groene omgeving op het thema 'geur', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Geur
Situatie	Reuk is het meest primitieve zintuig van mensen. De neus wordt eerder geprikkeld dan de ogen.
Kansen	Phytoncides (vluchtige stoffen die planten afscheiden) hebben een positief effect op het immuunsysteem; schimmeldodend, antibacterieel.
Effecten van groen	Geurende planten lokken insecten en vleermuizen voor bestuiving. Aanwezigheid van groen versterkt het immuunsysteem.

Uitzicht en kleur

Tabel 13 De effecten van een groene omgeving op het thema 'uitzicht en kleur', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Uitzicht en kleur
Situatie	De omgeving heeft invloed op de gezondheid en het welbevinden. Op natuur geïnspireerde vormen hebben de voorkeur.
Kansen	Groen is meer dan alleen decoratie en kan, zorgvuldig gekozen, meerdere functies vervullen.
Effecten van groen	Kijken op groen is goed voor welbevinden en gezondheid. Groen valt op en straalt duurzaamheid uit. Kortere ziekhuisopnames door zicht op groen (tot 20%). Groen draagt bij aan gevoel van veiligheid en minder criminaliteit. Groene kleuren versterken beleving van veiligheid, natuur en rust. Ook nagebootste natuur verbeterd welzijn en verminderd stress. Levend groen veranderd en is dus interessanter. Zicht op groen verhoogt vastgoedwaarde.

Geluid

Tabel 14 De effecten van een groene omgeving op het thema 'geluid', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Geluid
Situatie	Geluid is sfeerbepalend. Omgevingslawaai is schadelijk, leidt tot stressgerelateerde gezondheidsklachten en verminderd het prestatievermogen.
Kansen	Geluid heeft effect op productiviteit en leerprestaties.
Effecten van groen	Groen heeft geluiddempend vermogen en verminderd weerkaatsing van geluid. Positieve invloed op wijze waarop geluid wordt ervaren. Verbeterd akoestiek. Zicht op groen verminderd aandacht voor hinderlijk achtergrondgeluid.

Ontspannen

Tabel 15 De effecten van een groene omgeving op het thema 'ontspannen', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Ontspannen
Situatie	Veel Nederlanders ervaren burn-outklachten. Ontspanning in de bebouwde omgeving is belangrijk.
Kansen	Zien van beplanting vermindert stress
Effecten van groen	'In het groen zijn' heeft stressreducerend effect. Uitzicht op groen draagt bij aan herstel; kortere ziekenhuisopnamen, minder gebruik pijnstillers. *Biofilie*: de biologische behoefte om in contact te staan met natuur. Groen bevordert positieve energie en toename aan energie. Groene kleur werkt ontspannend. Groen draagt bij aan moment van onthaasten.

Productiviteit en leerprestaties

Tabel 16 De effecten van een groene omgeving op het thema 'productiviteit en leerprestaties', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Productiviteit en leerprestaties
Situatie	Medewerkers hebben een gezonde omgeving nodig om informatie te verwerken, samen te werken en te innoveren.
Kansen	Een groene (werk)omgeving vermindert het ziekteverzuim.
Effecten van groen	Groen stimuleert concentratie, aandacht en creativiteit, vermindert geluidshinder en verbetert akoestiek; leidt tot hogere productiviteit en sneller herstel van concentratievermogen. Groene buitenruimte verbeterd cognitieve ontwikkeling. Uitzicht op natuur heeft rustgevende werking; helpt ontspannen en opnieuw focussen, verminderd vermoeidheid en hoofdpijn.

Ontmoeten

Tabel 17 De effecten van een groene omgeving op het thema 'ontmoeten', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Ontmoeten
Situatie	Gedurende (werk)dag bestaan veel ontmoetingsmomenten. Zowel in de zorg, het onderwijs, het bedrijfsleven als de horeca.
Kansen	Ontmoeten voorkomt eenzaamheid en sociale isolatie.
Effecten van groen	Groen zorgt voor ontmoeting, binding en sociale samenhang. Aantrekkelijke groene ruimte is voedingsbodem voor creativiteit en innovatie. Groen werkt uitnodigend en stimuleert langer verblijf.

Bewegen en spelen

Tabel 18 De effecten van een groene omgeving op het thema 'bewegen en spelen', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Bewegen en spelen
Situatie	Volwassen bewegen te weinig, onder jeugd heerst overgewicht.
Kansen	Meer bewegen draagt bij aan een betere gezondheid.
Effecten van groen	Bewegen in groen combineert genieten en gezondheid. Aantrekkelijke (groene) omgeving nodigt uit tot bewegen. Met groen kunnen aantrekkelijke looproutes worden gecreëerd. Effectieve groene inrichting draagt bij een actieve houding.

Veiligheid

Tabel 19 De effecten van een groene omgeving op het thema 'veiligheid', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Veiligheid
Situatie	Perceptie van veiligheid is belangrijk, zeker op plekken waar (veel) mensen samenkomen, of in verdichte steden.
Effecten van groen	Men voelt zich veiliger in groene omgevingen. Groen verbeterd sociale samenhang en sociale controle of veiligheid. Groen nodigt uit, wat criminelen afschrikt. Groen verbeterd kwaliteit van leefomgeving.

Biodiversiteit

Tabel 20 De effecten van een groene omgeving op het thema 'biodiversiteit', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Biodiversiteit
Situatie	Biodiversiteit is de mate van verscheidenheid aan levensvormen in een bepaald leefgebied. Biodiversiteit neemt sterk af door verstedelijking, intensieve landbouw en milieuvervuiling.
Kansen	Grotere biodiversiteit verhoogd de leefbaarheid en verminderd de kans op ziekten.
Effecten van groen	Gevarieerd groen trekt meer leven aan. Groen kan diersoorten beschermen, waaronder bestuivers zoals bijen en vlinders. Omgeving met goede biodiversiteit maakt ook bewoners gezonder. Groen dat aansluit op directe groenomgeving is meest wenselijk. Groen biedt naast voedsel ook nestgelegenheid en beschutting.

Educatie

Tabel 21 De effecten van een groene omgeving op het thema 'educatie', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Educatie
Situatie	Belang dat kinderen op vroege leeftijd in aanraking komen met natuur is groot.
Kansen	Groen biedt educatieve kansen op school. Informatieborden bij groene ingreep.
Effecten van groen	Groene (buiten)ruimte brengt natuur in stedelijk gebied. Groen zorgt voor gezond binnenklimaat en verhoogd leerprestaties.

Duurzame materialen

Tabel 22 De effecten van een groene omgeving op het thema 'duurzame materialen', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Duurzame materialen
Situatie	Integraal ontwerpen, bouwen en verbouwen leidt tot duurzame gebouwen.
Kansen	Energiezuinig, onderhoudsvriendelijk, meervoudig ruimtegebruik.
Effecten van groen	Groene bouwhekken verminderen overlastervaring. Groen is demontabel en herbruikbaar en gaat lang mee. Groen geeft duurzame uitstraling. Groen dient ter compensatie van verharding. Biofiel ontwerpen is duurzaam over de tijd.

Onderhoud

Tabel 23 De effecten van een groene omgeving op het thema 'onderhoud', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Onderhoud
Situatie	Zonder passend onderhoud verliest werk meerwaarde en kan de gewenste functie niet optimaal vervuld worden.
Kansen	Integrale aanpak vergroot kans op succesvol werk.
Effecten van groen	Goed doordacht ontwerp, met planten op juiste plaatsen, is onderhoudsvriendelijk. Gezond groen is bestand tegen ziekten. Groen aan/op gebouw verminderd onderhoud en verlengt levensduur.

Energie

Tabel 24 De effecten van een groene omgeving op het thema 'energie', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Energie
Situatie	Energiebesparing staat hoog op de (politieke) agenda. Na 2020 moet zo goed als energieneutraal gebouwd worden. Vanaf 2023 moeten kantoren energielabel C hebben. Niet alleen verminderen van energieverbruik, ook zorgen voor gezondere werkomgeving.
Effecten van groen	Groen draagt bij aan verminderd energieverbruik en gezonde werkomgeving. Groen werkt isolerend; verkoeling in zomer, warmte vasthouden in winter. Groen trappenhuis stimuleert gezond gedrag, verminderd liftgebruik. Groen zorgt voor stabiel binnenklimaat. Groen kan goedkoper zijn dan traditionele zonwering. Verkoelend effect van groen heeft gunstig effect op opbrengst zonnepanelen. Groen levert elektriciteit, CO_2-negatief.

Baten

Tabel 25 De effecten van een groene omgeving op het thema 'baten', vanuit de handleiding 'Het Levende Gebouw' (Leest, 2019).

Thema	Baten
Situatie	Groen bouwen krijgt plaats in de vastgoedwereld. Niet enkel in vormen als zonnepanelen, circulair of 0 op de meter, maar ook écht groen.
Kansen	Groen draagt bij aan opgaven voor klimaat en duurzaamheid
Effecten van groen	Groen zorgt voor daling van zorgkosten, vermindering van schade door wateroverlast en bijdrage aan sociale cohesie; terug te zien in maatschappelijke kostenbatenanalyse. Groen verhoogt productiviteit van medewerkers en verlaagt ziekteverzuim; investeren in groen verdient zich terug. Groen is aantrekkelijk en vormt beter vestigingsklimaat voor bedrijven en trekt/behoud medewerkers. Groen verhoogt vastgoedwaarde van gebouw of buurt. Groen verdubbelt levensduur van daken. Groen geeft duurzaam imago.

Bijlage IV – Ontwerpconcepten en feedback

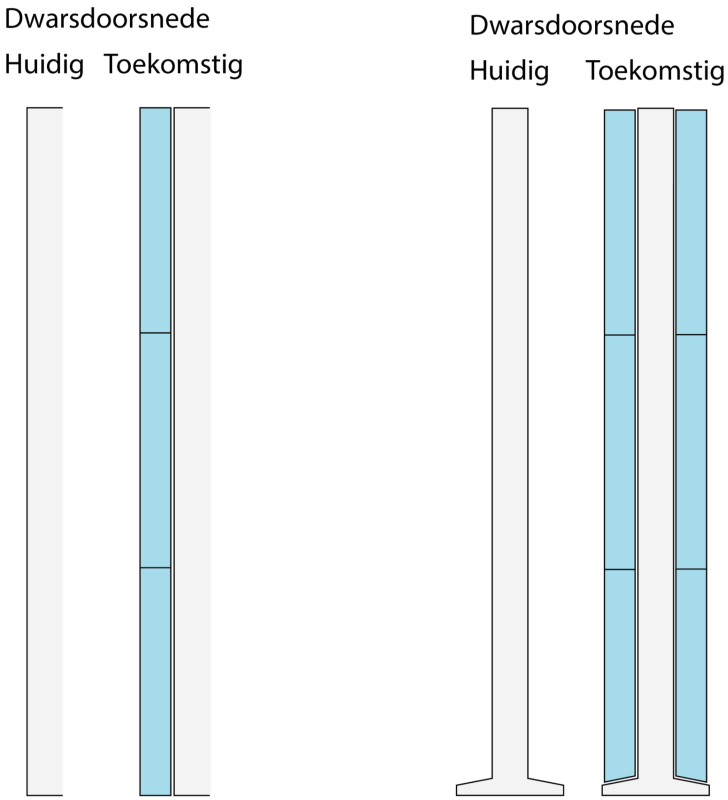
Voordat de ontwerpconcepten verder uitgerekend en doorgerekend worden voor het terrein van Royal FloraHolland, is eerst gereflecteerd op het Programma van Eisen en de ontwerpconcepten. Hierbij is bekeken in hoeverre deze ideeën compleet zijn voor Royal FloraHolland. Daarnaast is gekeken naar de brede toepasbaarheid van de plannen. In hoeverre kunnen de concepten bijvoorbeeld gebruikt worden voor terreinen elders in het land en wat zijn dan de onderscheidende factoren.

Allereerst worden op de volgende pagina de ontwerpconcepten weergegeven, figuur 39 tot en met figuur 46. Daarna volgt de feedback op de ontwerpconcepten. De visualisaties zijn gebruikt om de ontwerpconcepten voor te leggen aan verschillende partijen en collega's:

- *Donker Groen* – Tom ter Braak, projectleider uitvoering (Braak, 2020 (b));
- *Donker Design* – Verschillende collega's (Verschuren & Olyerhoek, 2020), (Eikenaar, 2020 (b)):
    - Thijs Verschuren, Tuin en Landschapsontwerper;
    - Bob Olyerhoek, Technisch ontwerper;
    - Jasper Eikenaar, senior tuin- en landschapsontwerper;
- *Mijn Waterfabriek* – Johan Bel, adviseur en eigenaar (Bel, 2020 (b));
- *Buro BOOT* – Maarten Baan, Adviseur Klimaatadaptatie & Stedelijk Water (Baan, 2020 (b)).

Bufferconstructies

- Grote bergingscapaciteit;
- Weinig ruimtegebruik;
- Hergebruik van water mogelijk;
- Aansluiting relatief eenvoudig.



Figuur 39 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Bufferconstructies'.

Bufferconstructie - buitenzijde gebouw

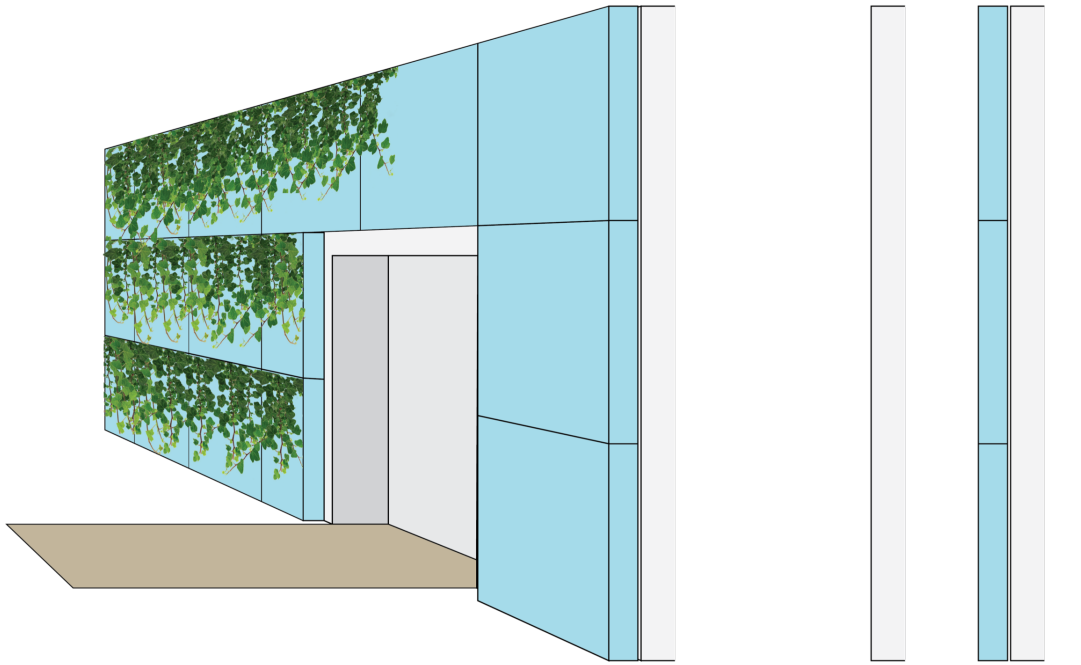
Perspectief

Dwarsdoorsnede

Huidig Toekomstig

Buitenzijde

- Vergroenen van buitenruimte;
- Eenvoudig te combineren met bijvoorbeeld fietsenstallingen;
- Duurzaamheid uitdragen.
  “Hier bufferen wij ons regenwater”

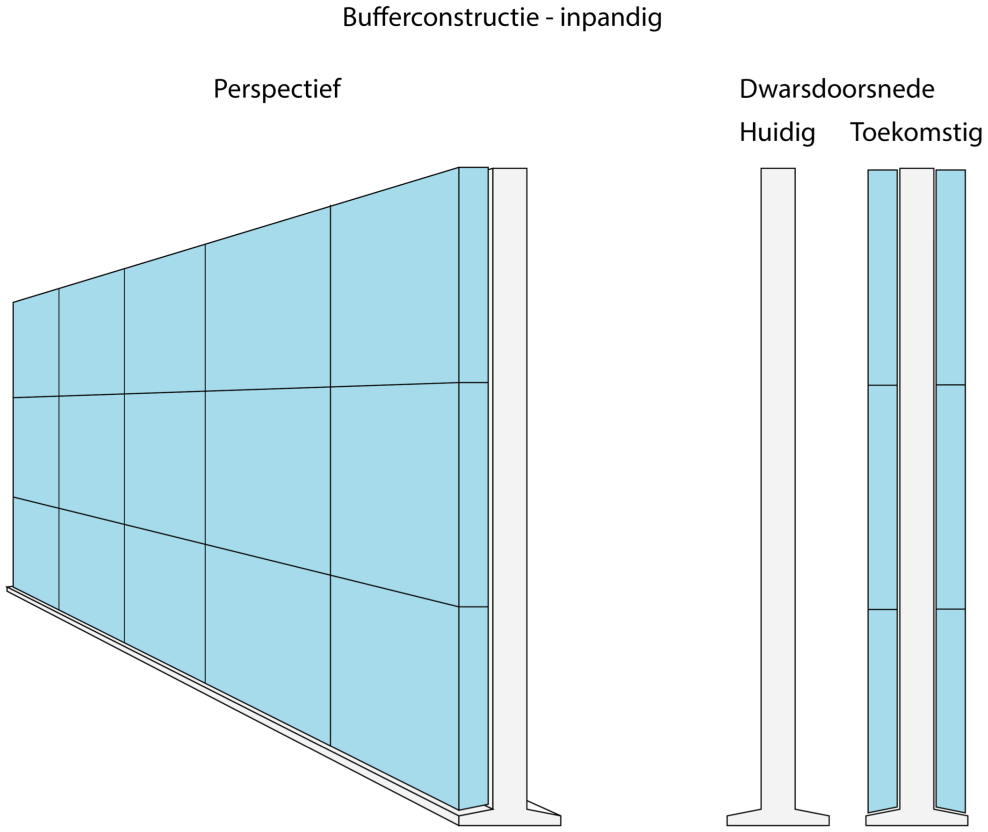


donker design | Pitch en discussie ontwerpconcepten afstudeeronderzoek

Figuur 40 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Bufferconstructies'.

Inpandig

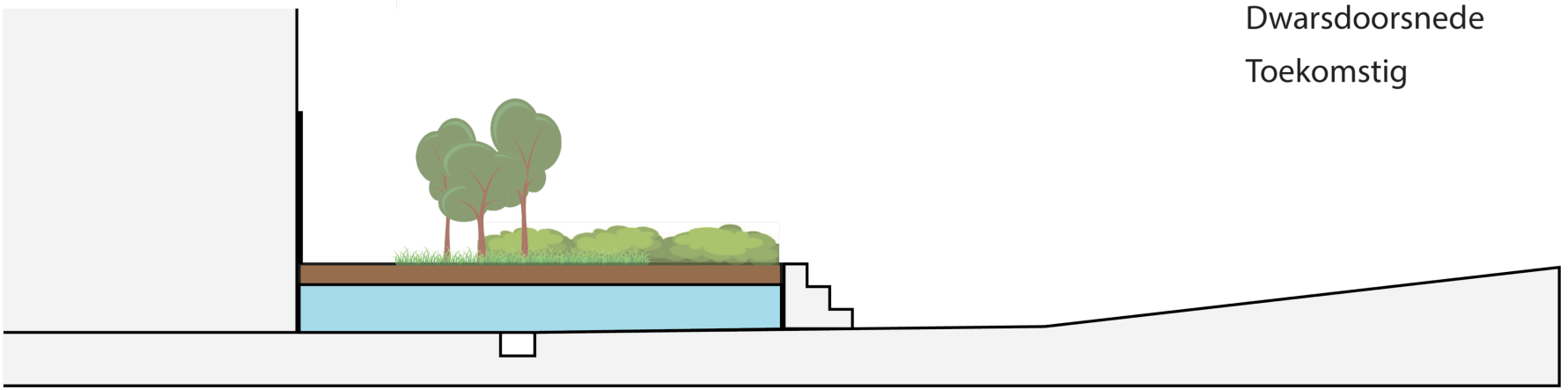
- Water wordt in haarvaten van het systeem geborgen, daar waar het valt;
- Vergroot sponswerking;
- (Gefilterd) hemelwater kan gemakkelijk hergebruikt worden.



Figuur 41 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Bufferconstructies'.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen

- Waterberging;
- Vergroenen;
- Aangename werkomgeving;
- Duurzaam aanzicht;
- Bewustwording.

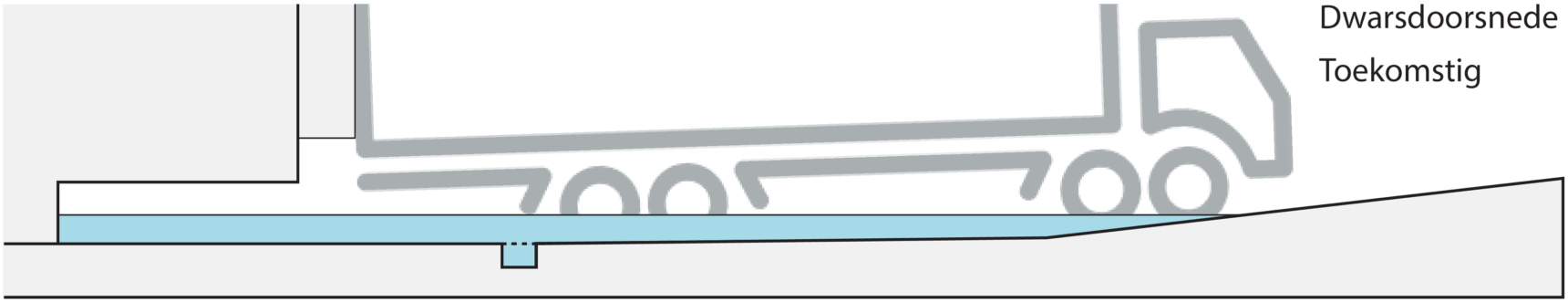


donker design | Pitch en discussie ontwerpconcepten afstudeeronderzoek

Figuur 42 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Vergroenen (chauffeurs)ingangen'.

Waterberging in laaddock

- Water van aangrenzende rijbanen en parkeerplaatsen stroomt af naar laaddock;
- Eenvoudige ingreep, enkel afvoer reguleren;
- Wateroverlast inzichtelijk, vergroot bewustwording;
- Chauffeurs krijgen misschien natte voeten, is het acceptabel?

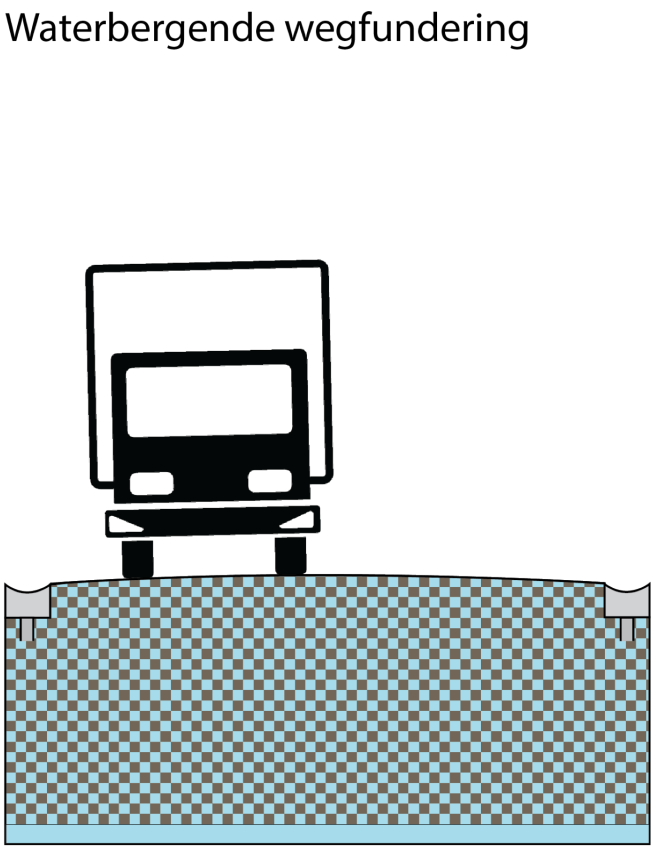


donker design | Pitch en discussie ontwerpconcepten afstudeeronderzoek

Figuur 43 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Waterberging in laaddock'.

Waterbergende wegfundering

- Wegfundering met extra holle ruimte zorgt voor bergingscapaciteit;
- Mogelijk als infiltratievoorziening of enkel als buffer met vertraagde afvoer;
- Infiltreren vult grondwater aan;
- Ruimtebesparend, meer uitgeefbaar terrein;
- Ondiepe ligging.

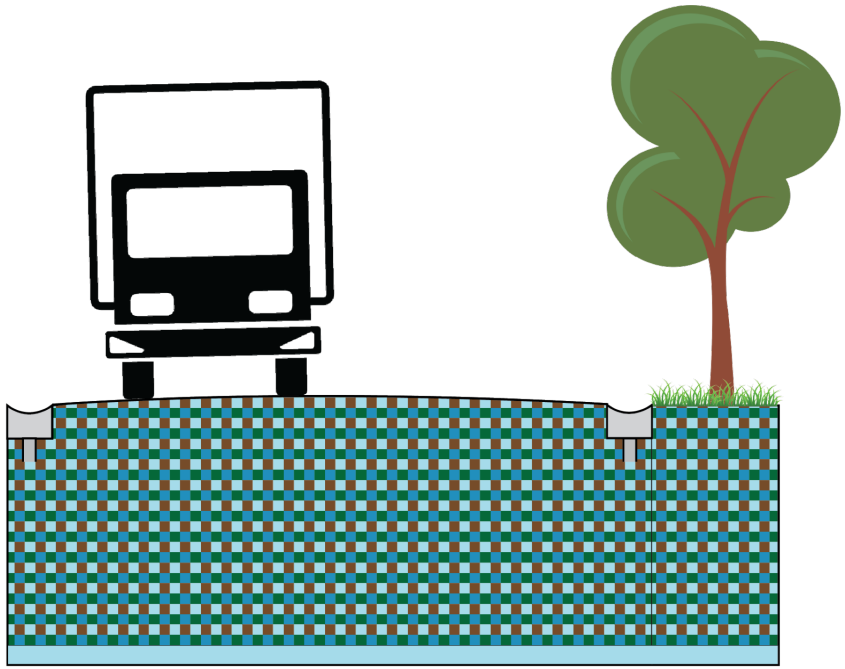


Figuur 44 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Waterbergende wegfunderingen'.

Waterbergende wegfundering

- Fundering niet alleen geschikt voor verkeersbelasting, geeft ook groeiplaats voor groen;
- Mogelijk als infiltratievoorziening of enkel als buffer met vertraagde afvoer;
- Infiltreren vult grondwater aan;
- Ruimtebesparend, meer uitgeefbaar terrein;
- Ondiepe ligging;
- Maakt plaatsen van bomen op geheel verhard terrein mogelijk.

Groen parkeren concept



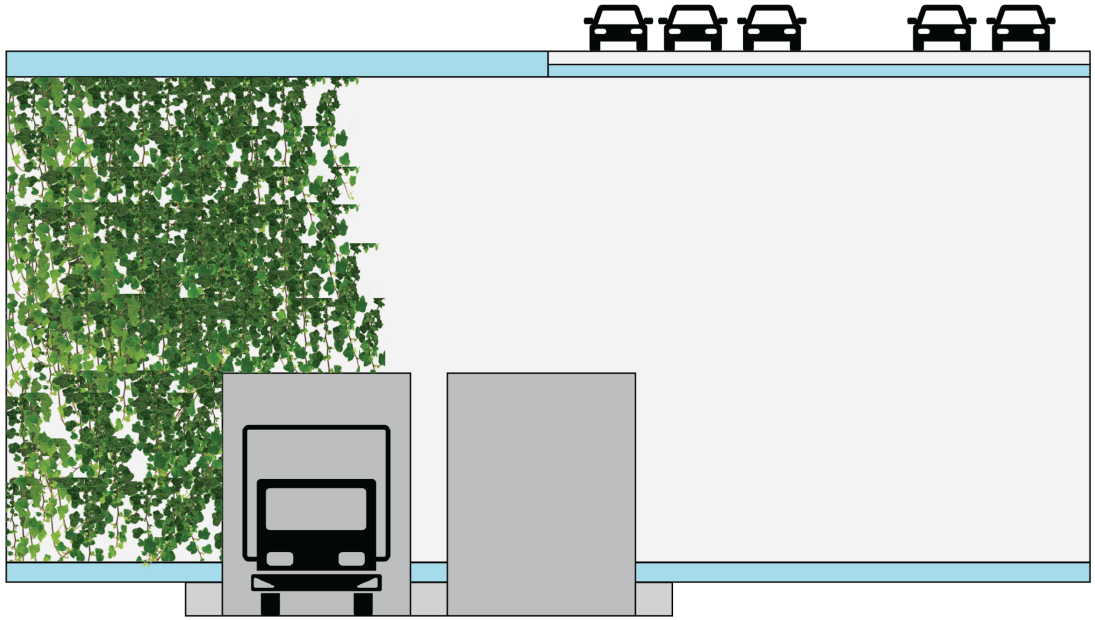
donker design | Pitch en discussie ontwerpconcepten afstudeeronderzoek

Figuur 45 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Waterbergende wegfunderingen'.

Waterberging nieuwbouw

Nieuwbouw

- Door in de constructie rekening te houden met waterberging, zijn er meer mogelijkheden;
- Groen of blauw dak, te combineren met parkeren;
- Ophogen werkvloer;
- Ook hier is een groen aanzicht belangrijk;
- Overig terrein (buitenruimte) kan op gelijke wijze als bestaand terrein.



Figuur 46 Visualisatie(s) ontwerpconcept 'Nieuwbouw'.

Feedback Donker Groen (Braak, 2020 (b))

Programma van Eisen
Het Programma van Eisen is specifiek voor Royal FloraHolland en geeft een compleet beeld. Verder uitbreiden zou beperkingen opleveren voor het ontwerp. De brede toepasbaarheid van het PvE op andere gebieden is lastig. Er zou dan beter gewerkt kunnen worden met een soort checklist voor een compleet Programma van Eisen. Harde eisen: eisen van opdrachtgever, technische haalbaarheid, etc.

Ontwerpconcepten
Tom gaf als opmerking dat het handig kan zijn **moodboard of productbladen** van de concepten te maken. Zowel voor intern als extern gebruik. Naar externe partijen kan dan gemakkelijk gepresenteerd worden met wat voor ingrepen het ontwerp wordt opgebouwd. Intern heb je een overzichtelijke set aan maatregelen beschikbaar, met extra informatie over de werking, gebruik en aanleg ed.

Bufferconstructies: Goede oplossing om water te bergen, anders dan op het dak. Er moet onderzocht worden of het **constructief mogelijk** is. Ondanks dat de bufferconstructies op zichzelf staand zijn, moet de fundatie deze krachten wel aankunnen. Daarnaast is het wellicht **inpandig** ook mogelijk om te **vergroenen**. Bijvoorbeeld rondom deuren en ingangen.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen: Originele oplossing. **Draagt sterk bij** aan het beeld/herkenbaarheid van het terrein en een aangename werkomgeving. Wellicht ook geschikt in loze hoeken van laaddocks. Waarschijnlijk wel een **grote** (kostbare) **ingreep**, wanneer gewerkt moet worden met keerwanden? Opbouw dus nader bekijken.

Waterberging in laaddock: **Overlast voor chauffeurs zal groot zijn**. Tijdens het lossen kunnen zij bijvoorbeeld niet meer bij de opslag aan de zijkant van hun wagen. Daarnaast is de **impact op beheer** en onderhoud groot; stilstaand water zal veel algaanslag veroorzaken. Daarom is het beter te werken met bijvoorbeeld **bufferbuizen** tussen de docks, of het vergroten van de **goot**.

Waterbergende wegfundering: Vooral het 'groen parkeren' concept spreekt aan. **Let wel op implementatie** en kosten. Opbreken van een rijbaan om waterbergende fundering aan te leggen is erg kostbaar. Hier zal gebruik gemaakt moeten worden van momenten waarop de bestrating sowieso vervangen moet worden.

Nieuwbouw: Green Fortune kan zeker iets betekenen voor groene gevels. Constructief moet bekeken worden wat beter is; waterberging op het dak, of onder de bedrijfsvloer. Wellicht kan onder de bedrijfsvloer gewerkt worden met rockwool, om krachten op de vloer te verminderen.

Wanneer de **bedrijfsvloer opgehoogd** wordt om een waterberging aan te leggen, zal de laaddock ook minder diep komen te liggen. Dit zorgt er op zijn beurt voor dat er meer ruimte en mogelijkheden ontstaan om waterberging te creëren buiten het pand.

Verder is het belangrijk om aan te geven wat de ingrepen naast waterberging nog meer **opleveren**, ter bevordering van het **draagvlak**. Bv. hergebruik voor toilet, schoonmaak, proces (waterbesparing). Daarnaast vergroening, verduurzaming en een aangename werkomgeving rondom het pand.

Feedback Donker Design (Verschuren & Olyerhoek, 2020)

Bufferconstructies: Het is verstandig om te werken met **verschillende compartimenten**, in plaats van een grote buffer. Wanneer er bijvoorbeeld schade wordt gemaakt kan gemakkelijk een compartiment afgesloten en vervangen worden, zonder dat dit van invloed is op de rest van de buffer. Aansluitend op eventuele schades is het misschien beter alleen het **bovenste gedeelte van een wand** te benutten voor de buffer, waardoor de onderkant onveranderd blijft.

Ter vergroten van het draagvlak kan uitgezocht worden **hoeveel toiletspoelingen** er gemiddeld per dag gedaan worden in de panden en hoeveel **drinkwater bespaard** kan worden door het gebufferde water te gebruiken voor de toiletspoelingen.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen: Misschien kan hier het water meer zichtbaar gemaakt worden om bewustwording te vergroten. Maak bijvoorbeeld zichtbaar hoeveel water in de retentielaag zit, met een venster. Toevoegen bankjes om een **aangename en gezonde omgeving** te creëren van chauffeurs die moeten wachten tijdens laden en lossen. Eventueel trappetjes aan de zijkant om de toegankelijkheid te vergroten.

Waterberging in laaddock: Bekijk de **herhalingstijd** van een bui van 55 mm. Hoe vaak staat de laaddock echt tot het maximale niveau vol? Het is een lastige situatie, de laaddocks zijn **hét hart van de buitenruimte**. Als de docks niet meer toegankelijk zijn, ligt al het werk verder plat. Het is dus tegenstrijdig om op die plek water te bergen. Toch ziet Thijs het wel zitten. Het is een eenvoudige ingreep, het zorgt voor de **juiste discussie**; we zijn gewend hemelwater altijd maar weg te pompen, maar dat is geen houdbare situatie. Bob ziet het niet zitten. Het is een te cruciale plek op het terrein. Chauffeurs gaan bijvoorbeeld stilstaan op de weg om de laadruimte te openen, er ontstaan verkeersopstoppingen ed. Beter is dan om onder de afvoergoot een **betonnen waterput** te plaatsen en extra waterberging te creëren. Dan wel werken met een pomp en grote opwaartse waterdruk.

Waterbergende wegfundering: Goede optie. Zoek uit hoeveel procent van de verharding verhard moet worden om voldoende waterberging te creëren.

Nieuwbouw: De voorkeur gaat uit naar **waterberging op het dak**. Het dak heeft minder **gebruiksfuncties**. De werkvloer heeft een fundering, kabels en leidingen, transportsystemen ed. Het is dus gemakkelijker om op het dak iets te doen, dat is verder toch loze ruimte. Wanneer op het dak waterberging gecreëerd wordt dan wel een combinatie van groen en blauw. Door groen toe te voegen wordt het **vloeroppervlak van het pand gecompenseerd**. Wanneer alleen een blauwdak wordt aangelegd heeft het dak alsnog geen functie in droge tijden.

Een andere optie is het gehele terrein **op te hogen met zand**, waardoor ruimte onder de grond ontstaat voor bijvoorbeeld infiltratie. Afvoeren van grond is lastig, aanvoeren niet zo. Wel veel verkeersbeweging om zo'n hoeveelheid zand aan te voeren.

Feedback Donker Design (Eikenaar, Interview Donker Design, 2020 (b))

Bufferconstructies: De voetstukken zijn waarschijnlijk bedoeld als 'aanrijbeveiliging'. Toch is het voor nu een prima mogelijkheid om deze ruimte te gebruiken als waterberging. De precieze uitwerking komt later. Er zijn meer voorbeelden van dit soort stapelbare afkoppelconstructies, zoals bijvoorbeeld waterberging in schuttingen. Misschien kun je **verschillende standaard elementen** ontwikkelen (voor hergebruik, waterberging, groen), daarmee kan je naar behoefte de verschillende functies stapelen. Er zijn veel mogelijkheden om hiermee een aanzienlijke hoeveelheid waterberging te creëren. Dit geeft een grote kans van slagen. Maak hiervoor een **concepttekening** van de **aansluiting** op de **HWA**.

Let wel, het groen heeft ook **teelaarde nodig** om te groeien. Misschien creëer je hiermee een soort nieuw concept van waterberging en gevelbegroeiing. RFH is zelf ook bezig met vergroening in de bedrijfspanden.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen: Dit geeft een aangename werkomgeving en zal ook zorgen voor **verkoeling op het terrein**. Het is een sterke manier om de **eenheid op het terrein te vergroten**. Maak hier een **bovenaanzicht** van het laaddock en de inpassing van de ingreep.

Waterberging in laaddock: Het uitgangspunt moet zijn dat de **toegankelijkheid naar het pand** gewaarborgd blijft. De **functionaliteit** staat heel **hoog aangeschreven** op het terrein, de chauffeur moet droog de entree kunnen bereiken.

Tegelijkertijd is het goed om dit af te zetten tegen de **herhalingstijden**. Hoe vaak komt het nou echt voor? In de huidige situatie dienen de laaddocks soms ook al als waterberging, dus misschien verandert er niet zoveel voor de toekomst?

Waterbergende wegfundering: Belangrijk dat de fundering de **verkeersbelasting en draaiingen** aan kan. Maar zolang dit gewaarborgd is door de leverancier zorgt dit niet voor problemen. Groen parkeren concept voor toepassen van groen op loze ruimte is een goede ontwikkeling.

Nieuwbouw: Er moet bekeken worden wat constructief het gunstigst/goedkoopst is, dat verdiend dan de voorkeur. Daarnaast is **afvoer onder vrij verval** het beste, dus berging op het dak. Berging op het dak is tevens te stapelen met parkeren, groen dak, etc.

Feedback Mijn Waterfabriek (Bel, 2020 (b))

Programma van Eisen
De harde eisen zijn helder geformuleerd. De nu beschreven eisen geven de **essentie** voor het ontwerp. Het geeft **relevante eisen** voor het bepalen van maatregelen. Wellicht ook in het PvE meenemen hoe om te gaan met het risico dat de regenintensiteit sterk toeneemt, waardoor de bergingseis niet meer voldoet (bijvoorbeeld met een grotere overstort). Creëren van aangename leefomgeving is nu een zachte eis. Het zou ook de **insteek van herstructurering** kunnen zijn, net zoals wateroverlast dat is. Maar in principe op deze manier goed beschreven: wateroverlast voorkomen is het hoofddoel, aangename werkomgeving is secundair.

Bredere toepasbaarheid van het PvE; **algemene uitgangspunten** kun je altijd overnemen, maar iedere situatie is anders, de **fysieke ruimte is bepalend** voor de maatregelen die je neemt. Iedere (fysieke) situatie vraagt dus om een **ander Programma van Eisen**.

Ontwerpconcepten
Bufferconstructies: **Constructief** moet bekeken worden of/hoe het uitvoerbaar is, maar het concept van stapelen en verbinden van verschillende elementen is **technisch haalbaar**, dat zie je ook toegepast in bijvoorbeeld regenwaterschuttingen. Voor hergebruik van water; in de afvoer een **buisfilter** plaatsen om grove vervuiling, zoals zand, af te vangen. Daarnaast ook voor daadwerkelijk gebruik filteren op bacteriën, met een **microfilter**.

Voor de doorontwikkeling van het concept moet je samenwerken met een bouwconstructeur en een vormgever. Je krijgt dan een PvE voor het ontwikkelen van het concept. Dit valt buiten de scope van het onderzoek.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen: Dit concept is **direct te implementeren**, het zijn bestaande onderdelen. Er zijn **geen technische beperkingen**. Het water kan gebruikt worden voor de groenvoorziening. Het creëert een **groene oase in verhard terrein** (Urban Oasis). Door een soort standaardpakket samen te stellen in de **bredere toepasbaarheid groot**, ook in stedelijk gebied. Donker Groep zou dit pakket kunnen ontwikkelen en in de projecten kunnen toepassen.

Waterberging in laaddock: een laaddock is een te laag punt in de directe omgeving. Er zijn **geen bestaande oplossingen** om hier water te bergen, anders dan het wegpompen via de lijngoot. Alle laaddocks (ook nieuwbouw) doen dit op dezelfde manier, er zijn **geen andere voorbeelden**. Misschien is het mogelijk het water te verpompen naar een **andere plek** waar het wel geborgen kan worden, voordat het op het oppervlaktewater geloosd wordt.

Waterbergende wegfundering: Waterbergende wegfunderingen zijn **een werkbaar concept**. Het concept is **technisch doorontwikkeld** en klaar voor toepassing op grote(re) schaal. Het is altijd goed om met een infiltrerende voorziening te werken, **baat het niet, dan schaadt het niet**. Een ander voorbeeld van het groen parkeren concept zijn de kratten van TGS.

Nieuwbouw: De voorkeur van waterberging op het dak, of onder de bedrijfsvloer hangt af van de andere **eisen voor het terrein**, zoals bijvoorbeeld meerdere functies voor daken.

Is vergroenen belangrijk? Dan waterberging op het dak. Groen dak draagt bij aan isolatie, biodiversiteit en afvangen fijnstof. Door de meekoppelkansen heeft dit de voorkeur.
Is hergebruik belangrijk? Dan beter onder de werkvloer. Minder lichtinval en lagere temperatuur. Daardoor minder biologische ontwikkeling in het water; minder zuivering nodig; makkelijker te gebruiken.

Andere opties: **Waterkelder in het pand**. Ruimte opofferen om waterberging te creëren. Belangrijk om te benoemen. Misschien niet creatief, maar wel efficiënt om een enorme hoeveelheid water te bergen.

Bredere toepasbaarheid: Het onderscheidt wordt gemaakt door **beschikbaarheid van fysieke ruimte**.

1. Is er voldoende fysieke ruimte beschikbaar? Dan werken met wadi's. Makkelijk aan te leggen en mooie vormgeving.
2. Is de fysieke ruimte er niet? Dan waterberging onder de grond. Werkt ruimtebesparend;
3. Kun je niet onder de grond? Dan waterberging op het dak, ruimtebesparend, stapelen van functies;
4. Kun je niet op het dak? Dan maatregelen ín het gebouw.

De ontwikkelde concepten zijn toepasbaar op vergelijkbare terreinen, waar **beschikbare ruimte schaars** is. Een voorbeeld is bijvoorbeeld het terrein van **Schiphol**.

Feedback Buro BOOT (Baan, 2020 (b))

Programma van Eisen
Geeft eisen van verschillende belanghebbende partijen. Misschien is het daarnaast ook goed om terug te wijzen naar de **randvoorwaarden vanuit de geohydrologie**. Bijvoorbeeld over grondwaterstanden, bodemdoorlatendheid en eventueel de eisen van het waterschap voor bijvoorbeeld infiltratie.

Algemene opmerkingen vooraf
Voor parkeerplaatsen in woonwijken ed. is **vervuiling door verkeer en olie** doorgaans geen probleem, rechtstreeks infiltreren is mogelijk. Voor druk bereden wegen of industrie wordt een olie/benzine afscheider vaak noodzakelijk gesteld. Een olie scheidende filterlaag (Aquaflow) is ook mogelijk. Bij vervuiling gaat het niet alleen om olie, ook om vervuiling door slijtage van banden (draaibewegingen) en remmen ed. Richtlijnen in Duitsland: het dakoppervlak mag direct afgekoppeld of geïnfiltreerd worden, het overige oppervlak dient eerst gezuiverd te worden. Wanneer duidelijk is dat **(bewezen) voorzieningen toegepast** worden om olie en zware metalen af te vangen, wordt over het algemeen voldoende rekening gehouden met dit aspect.

Aanvullen van de grondwaterstand is in de meeste gevallen geen probleem. Hou er rekening mee dat het grondwater in dit soort gebieden sterk wordt beïnvloed door het oppervlaktewatersysteem. Tegelijkertijd ook het voordeel dat de wegfundering een drainerende werking kan hebben om overlast door hoge oppervlaktewaterpeil te voorkomen.

Voor het bepalen van de herhalingstijden is het goed om de **vertraagde afvoer** om te rekenen naar mm/h en deze lijn **toe te voegen aan de grafiek**. Deze omrekening geeft ook de **(maximale) duur** voordat de berging weer leeg is. Belangrijk is dat de bergingseis van 55 mm vanuit het waterschap enkel geldt voor **nieuwbouw**. De benodigde (lagere) berging voor het bestaande terrein zit waarschijnlijk verwerkt in het oppervlaktewater en de afvoer. Door deze bergingseis ook voor bestaand terrein aan te houden doe je **meer dan nodig is**. De insteek is dan belangrijk; voldoen aan eisen, of **ambitie** tot volledig klimaatrobuust terrein.

Ontwerpconcepten
Bufferconstructies: Het is een slimme ingreep, zeker door de **combinatie van verschillende functies** (groen, hergebruik, waterberging). Wellicht zijn er richtlijnen te vinden met de benodigde vrije ruimte langs een muur. Wanneer de buffer wordt gebruikt voor hergebruik, geldt de buffer als opslag en daarmee **draagt het niet bij aan de bergingseis**. Wanneer duidelijk wordt aangegeven dat gewerkt wordt met een slim systeem, dat de berging leeg maakt voor de volgende bui, kan de capaciteit wel meegenomen worden.

Vergroenen (chauffeurs)ingangen: Goed gezocht naar beschikbare loze ruimte op het terrein. Goede manier van vergroenen en herkenbaarheid van industrieterreinen. Bredere toepasbaarheid; de inrichting van een laaddock komt vaak op deze manier voor. Dit concept kan daardoor op **al deze plaatsen toegepast** worden.

Waterberging in laaddock: Om de mate van overlast te bepalen zou precies in kaart gebracht moeten worden hoe het dock-proces werkt, welke (loop)beweging de chauffeur precies maakt. Op die manier wordt inzichtelijk hoe groot de overlast daadwerkelijk is. Dit is wellicht simpel op te lossen met een **kleine verhoging** tussen de docks naar het pand. Een andere optie is een **beperkte afvoer** vanuit de docks naar een andere plek (wegfunderingen). Hierdoor wordt de **frequentie van overlast beperkt** en is het concept eerder haalbaar.

Ondergrondse waterberging met behulp van infiltratiekratten is ook bij hoge grondwaterstanden **niet onmogelijk**. Er dient een waterdicht pakket aangelegd te worden, dat beschermd is tegen opbreken.

Dat is mogelijk, maar brengt hogere kosten met zich mee. Zo'n ingreep zou het mogelijk maken onder de laaddock extra waterberging te creëren. (Een systeem dat hiervoor gebruikt wordt is Trewatin).

Waterbergende wegfundering: **waterkwaliteitseisen vanuit het waterschap** zijn belangrijk om te bepalen of infiltratie mogelijk is. Daarnaast moet dan voorkomen worden dat dit extra overlast in de omgeving veroorzaakt (bijvoorbeeld in kelders van omringende bebouwing). Infiltratie moet de omgeving niet te veel vernatten. Dit kan voorkomen worden als de fundering ook een drainerende werking heeft. Deze moet echter niet (te ver) onder het grondwater liggen. Dat zorgt voor extra waterafvoer naar het oppervlaktewater door verlagen van de grondwaterstand. Ongewenst voor waterschap.

Bredere toepasbaarheid: Er zijn een aantal beperkende factoren aan te wijzen voor de bredere toepasbaarheid van de genoemde ontwerpconcepten.

1. **Type industrie**; geeft het gebruik veel vervuiling, dan moeten de maatregelen daarop afgestemd worden en is afvoer naar oppervlaktewater niet zomaar mogelijk;
2. **Geohydrologie**; is het mogelijk om te infiltreren of niet (grondwater en bodemopbouw)? Als infiltratie mogelijk is, bijvoorbeeld op de hoge zandgronden, dan kan de benodigde berging gemakkelijker bereikt worden.
3. **Fysieke ruimte**; is er groene ruimte beschikbaar, dan is het makkelijker om met bijvoorbeeld een groenstrook de wateroverlast op te vangen. Afhankelijk van de behoefte op het terrein kan daarmee een groene corridor gecreëerd worden.

Bijlage V – Ranking systeemoplossingen

Om te bekijken hoe de verschillende systeemoplossingen zich verhouden ten opzichte van elkaar, is een ranking opgesteld op vijf verschillende onderdelen. Deze onderdelen komen hoofdzakelijk voort uit het Programma van Eisen. Zaken die niet ter discussie staan zijn niet meegenomen in de ranking. Zo moeten bijvoorbeeld alle ingrepen technisch uitvoerbaar zijn, dus is dit criterium geen onderdeel van de ranking. Onderstaand volgen de onderdelen van de ranking en de toelichting op de puntentelling van de ranking.

Effectieve waterberging

Om op het terrein aan de bergingseis te kunnen voldoen is effectieve waterberging belangrijk. *Effectieve waterberging is berging in vormen zoals bufferconstructies of waterbassins en levert aanzienlijke bergingscapaciteit met zo min mogelijk ruimtegebruik.* Dit onderdeel rankt de systeemoplossing op basis van de effectieve waterberging, berekent in kubieke meter waterberging per kubieke meter ruimtegebruik. Deze verhouding is uiteen te zetten in een percentage, waarna het toekennen van sterren gebeurd via onderstaande indeling:

- 1 ster; 0-19%
- 2 sterren; 20-39%
- 3 sterren; 40-59%
- 4 sterren; 60-79%
- 5 sterren; 80-100%

Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving

Ondanks dat het onderzoek hoofdzakelijk focust op een waterbestendige inrichting van het terrein, is klimaatadaptatie een integraal vraagstuk en behelst de klimaatadaptieve inrichting meer onderdelen. Dit onderdeel rankt de systeemoplossingen in de mate van bijdrage aan een klimaatbestendige omgeving. Klimaatbestendigheid is hierbij uiteengezet in vijf thema's, per thema kan één ster behaald worden.

1. Voorkomen wateroverlast; Hoofddoel is het voorkomen van wateroverlast. Draagt de ingreep bij aan het voorkomen van wateroverlast, dan wordt een ster toegekend.
2. Voorkomen hittestress/ Verkoeling; Een tweede hoofdthema is hittestress. Draagt de ingreep bij aan verkoeling van de omgeving en het voorkomen van hittestress, dan wordt een ster toegekend.
3. Tegengaan van droogte; Door de klimaatveranderingen komen (langere) periodes van droogte vaker voor, zoals beschreven in de hoofdtekst van het onderzoek. Wanneer de ingreep bijdraagt aan het tegengaan van droogte, bijvoorbeeld door middel van infiltratie of hergebruik van water, dan wordt een ster toegekend.
4. Verbeteren luchtkwaliteit; Door de grotere uitstoot van broeikasgassen warmt de aarde op. Dit thema van klimaatbestendigheid richt zich daarom op het verbeteren van de luchtkwaliteit. Wanneer de ingreep bijdraagt aan een betere luchtkwaliteit, bijvoorbeeld door het afvangen fijnstof, wordt een ster toegekend
5. Vergroten biodiversiteit; een omgeving met een grote biodiversiteit is beter bestand tegen veranderingen in het klimaat. Dit thema richt zich daarom op biodiversiteit. Wanneer de ingreep bijdraagt aan het vergroten van de biodiversiteit, wordt een sterk toegekend.

Beheer en onderhoud

Ook beheer en onderhoud en het rendementsdenken was een criterium uit het Programma van Eisen. Dit onderdeel van de ranking richt zich daarom op de mate van extra werkzaamheden voor beheer en onderhoud die worden veroorzaakt door de verschillende ingrepen. Is veel extra werk vereist, dan scoort de ingreep laag, is er weinig extra werk nodig, dan scoort de ingreep hoog.

- Wanneer veel extra werkzaamheden zijn vereist en/of de frequentie van die werkzaamheden hoog is, dan scoort de ingreep slecht en wordt een ster toegekend;
- Wanneer slechts beperkt extra werkzaamheden vereist zijn en de frequentie daarvan ligt laag, dan worden drie sterren toegekend voor het beheer en onderhoud.
- Wanneer geen tot weinig extra werkzaamheden vereist zijn ten opzichte van het huidige beheer en onderhoud van het terrein, worden vijf sterren toegekend aan de ingreep.

Bijdrage aan bewustwording en beleving

In het Programma van eisen is het belang van bewustwording over het thema klimaatadaptatie beschreven. Des te groter de mate van beleving van de verschillende ingrepen, des te groter de bijdrage aan bewustwording over klimaatadaptatie. Hoe meer mensen in aanraking komen met de ingrepen, hoe groter de impact op een toekomstige klimaatadaptatie omgeving. De mate van beleving en bijdrage aan bewustwording wordt gerankt volgens de volgende indeling:

- Wanneer de ingreep enkel zichtbaar is voor werknemers van Royal FloraHolland, dan is de beleving en de bijdrage aan bewustwording klein; slechts een selecte groep mensen komt in aanraking met de ingrepen. Er wordt dan één ster toegekend aan de maatregel.
- De beleving en bijdrage aan de bewustwording is groter wanneer zowel werknemers als gebruikers van het terrein in aanraking komen met de ingrepen. In dat geval worden drie sterren toegekend aan de ingreep. Gebruikers van het terrein zijn bijvoorbeeld de chauffeurs van de vrachtwagens, of andere mensen die over het terrein fietsen of rijden.
- Wanneer de ingrepen daarnaast ook nog zichtbaar zijn voor voorbijgangers, bijvoorbeeld vanaf de omliggende provinciale wegen, dan worden vijf sterren toegekend aan de ingreep.

Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers

Het laatste onderdeel van de ranking is de mate van bijdrage aan een aangename werkomgeving om daarmee het welbevinden van de werknemers te vergroten. Dit criterium staat in het Programma van Eisen en komt uit het beleid van renovatie van de bedrijfsgebouwen van Royal FloraHolland. Uitzicht op groen is goed voor het welbevinden en gezondheid (Leest, 2019). Groen werkt daarnaast ontspannend en stressreducerend en bevorderd positieve energie (Leest, 2019). De mate van vergroening en de gebruiksfunctie daarvan, bepaald de ranking op dit onderdeel.

- Wanneer de ingreep zorgt voor zichtbare vergroening op het terrein, zal de ingreep beperkt bijdragen aan het vergroten van het welbevinden. Er wordt dan één ster toegekend aan de ingreep.
- Wanneer de ingreep zorgt voor bruikbare vergroening op het terrein worden drie sterren toegekend. Bruikbare vergroening is vergroening van gedeelten van het terrein die intensief gebruikt worden door de werknemers.
- Wanneer de ingreep zorgt voor vergroening van de werkplek, is de impact op het welbevinden het groots. De werknemers staan dan de gehele dag in contact met groen. Er worden dan vijf sterren toegekend aan de ingreep.

Ranking Groene watergevel

- **Effectieve waterberging: 4 sterren**

Het grootste deel van de Groene watergevel bestaat uit bufferelementen. Uitgaande van de modules van Rainblock hebben de bufferelementen van de Groene watergevel een effectieve waterberging van 82% (ruimtegebruik; 1,8x1,8x0,25, waterberging; 660 liter). De waterberging van de groene gevel is vergelijkbaar met waterberging in een substraatlaag: 0,2 m3/m3. In totaal komt de effectieve waterberging van de Groene watergevel uit op 61%

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving; 5 sterren**

De Groene watergevel draagt op alle genoemde punten bij aan een klimaatbestendige omgeving. Uiteraard wordt wateroverlast tegengegaan. Vergroenen draagt bij aan verkoeling, afvangen van hittestress en het vergroten van de biodiversiteit (Leest, 2019). De Groene watergevel houdt water vast gedurende droge tijden, dit water kan gebruikt worden voor het gevel groen.

- **Beheer en onderhoud; 3 sterren**

De Groene Watergevel is een toevoeging aan het terrein, waardoor automatisch extra beheer en onderhoud ontstaat. Het onderhoud van de bufferelementen is klein en gaat hoofdzakelijk om het controleren van de afvoeren en filters. De groene gevel geeft wel extra werkzaamheden, door het groen onderhoud. De frequentie van dit onderhoud is laag.

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 5 sterren**

De Groene gevel is duidelijk zichtbaar, er kan een statement van duurzaamheid mee gemaakt worden naar de omgeving. De ingreep is zichtbaar voor werknemers, gebruikers en voorbijgangers. Door de goede zichtbaarheid is de bijdrage aan bewustwording en beleving groot.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 3 steren**

De Groene watergevel draagt niet bij aan het vergroenen van de daadwerkelijk werkplek in de bedrijfshallen. De groene watergevel is wel een zichtbare en bruikbare ingreep in het dagelijkse gebruik van het terrein, door het groene aanzicht en de integratie van de fietsenstallingen.

Ranking Hemelwaterwand

- **Effectieve waterberging: 5 sterren**

De Hemelwaterwand bestaat uit bufferelementen, de functies van vergroening of hergebruik doen geen afbreuk aan de waterbergende functie. Uitgaande van de modules van Rainblock hebben de bufferelementen van de Hemelwaterwand een effectieve waterberging van 82% (ruimtegebruik; 1,8x1,8x0,25, waterberging; 660 liter).

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving; 3 sterren**

De hemelwaterwand draagt bij aan het voorkomen van wateroverlast en droogte door opvangen en hergebruiken van hemelwater. Daarnaast zorgt vergroening van de Hemelwaterwand voor een gezonde werkomgeving en het verbeteren van de (inpandige)luchtkwaliteit. Op het tegengaan van hittestress of het vergroten van de biodiversiteit heeft de Hemelwaterwand geen invloed, doordat het een inpandige ingreep is.

- **Beheer en onderhoud; 5 sterren**

De Hemelwaterwand is een toevoeging aan het terrein, waardoor extra beheer en onderhoud ontstaat. Het onderhoud van de bufferelementen is echter klein en gaat hoofdzakelijk om het controleren van de afvoeren en filters. De functie van inpandige vergroening wordt waarschijnlijk alleen op kleine schaal toegevoegd, rondom deuren of entrees bijvoorbeeld. Daardoor zijn geen tot weinig extra werkzaamheden ten opzichte van de huidige situatie

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 1 ster**

De bijdrage aan bewustwording en beleving van de Hemelwaterwand is laag. Doordat de ingreep alleen inpandig wordt toegepast, is de Hemelwaterwand alleen zichtbaar voor de werknemers in de bedrijfshallen.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 5 sterren**

De potentie van vergroenen van de daadwerkelijke werkplek in de bedrijfshallen zorgt ervoor dat de Hemelwaterwand bijdraagt aan een aangename werkomgeving en het verhogen van het welbevinden. Daarnaast kan simpelweg juist kleurgebruik het welbevinden van werknemers ook vergroten. Doordat de werknemers gedurende de hele dag zicht hebben op de (groene) Hemelwaterwand, is de invloed op het welbevinden groot.

Ranking Groene entree

- **Effectieve waterberging: 4 sterren**

De Groene entree bestaat uit een retentielaag van ongeveer 60 centimeter en een substraatlaag van ongeveer 40 centimeter. De effectieve waterberging van de retentielaag van Optigrün bedraagt 93% (ruimtegebruik: 0,708x0,354x0,150, waterberging: 0,035 m^3) (Optigrün, a). Het waterbergende vermogen van krattensystemen is groot in verhouding met het grondgebruik. De effectieve waterberging van het substraat is 0,2 m3/m3. De totale effectieve waterberging van de Groene entree bedraagt daarmee 64%.

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving; 5 sterren**

De Groen entree creëert groene ruimte in het versteende terrein en draagt daardoor bij aan het voorkomen van hittestress, het verbeteren van de luchtkwaliteit en het vergroten van de biodiversiteit. Daarnaast draag de ingreep bij aan het voorkomen van wateroverlast en het voorkomen van droogte, door water op te slaan en te gebruiken in droge tijden. Enkel het deel in de bovenste retentielaag wordt daarbij gebruikt voor de watervoorziening van het substraat. De onderste laag heeft geen extra functie.

- **Beheer en onderhoud; 3 sterren**

De Groene entree zal voor extra beheer en onderhoud zorgen, maar slechts in beperkte mate. Het onderhoud van de retentielaag gaat vooral om de controle en eventuele reiniging van de filters. Het groenonderhoud zorgt wel voor extra werkzaamheden. De frequentie daarvan is echter laag.

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 3 sterren**

De Groene entrees vormen een opvallend en herkenbaar aspect over het terrein. Dit komt ook ten goede aan de beleving en bewustwording over klimaatadaptatie. De Groene entree is in alle gevallen zichtbaar voor werknemers en chauffeurs, zij maken van de entree gebruik om in de bedrijfshallen te

komen. Ook voor gebruikers van het terrein vormt de Groene entree een opvallende ingreep. Hiermee krijgt de Groene entree voor dit onderdeel 3 sterren.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 3 sterren**

Zoals in het vorige onderdeel van de ranking als is aangegeven, vormt de Groene entree voor bruikbare vergroening op het terrein. De werknemers en chauffeurs maken gebruik van de groene entree om de bedrijfshal in te komen. Daarnaast biedt de Groene entree een groene pauzeruimte.

Ranking Nieuwbouw

- **Effectieve waterberging; 5 sterren**

Bij nieuwbouw wordt waterberging gecreëerd op het dak en in de fundering van het pand. Doordat dit soort ingrepen onderdeel zijn van de constructie, is er geen/weinig extra ruimtegebruik. De waterberging is vergelijkbaar met een retentielaag. De effectieve waterberging van de retentielaag van Optigrün bedraagt 93% (ruimtegebruik: 0,708x0,354x0,150, waterberging: 0,035 m^3) (Optigrün, a).

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving; 5 sterren**

De ingrepen in nieuwbouw dragen bij aan verschillende thema's van een klimaatbestendige omgeving. Allereerst draagt het sterk bij aan voorkomen van wateroverlast en droogte, door water op te vangen en beschikbaar te houden voor een later moment. Door een groen dak aan te leggen wordt voldaan aan de thema's voorkomen van hittestress, verbeteren van de luchtkwaliteit en vergroten van de biodiversiteit.

- **Beheer en onderhoud; 3 sterren**

Nadat de ingrepen bij nieuwbouw zijn gerealiseerd, zijn de extra werkzaamheden voor beheer en onderhoud beperkt. Onderhoud van de waterberging is klein en gaat hoofdzakelijk om de controle op lekkages of verstoppingen en het eventuele reinigen van afvoeren en filters. Een groene gevel geeft wel extra werkzaamheden door groenonderhoud, net zoals een sedumdak. De frequentie van dit onderhoud is laag.

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 5 sterren**

Met name de groen gevel bij nieuwbouw vormt een duidelijk zichtbaar element. Een groendak en de inpandige waterberging is minder zichtbaar en heeft dus een kleine bijdrage aan beleving en bewustwording. De groene gevel is zichtbaar voor zowel werknemers, gebruikers en voorbijgangers. Door de goede zichtbaarheid is de bijdrage aan bewustwording en beleving groot.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 3 sterren**

De ingrepen bij nieuwbouw dragen weinig bij aan een bruikbare vergroening of vergroening van de werkplek. Toch wordt het aanzicht van het terrein sterk verbeterd, doordat het gehele pand wordt voorzien van gevelgroen kan worden, ook rondom ingangen. Hierdoor wordt de vergroening erg tastbaar en in het dagelijkse gebruik van het terrein geïmplementeerd.

Ranking Water-weg

- **Effectieve waterberging; 2 sterren**

De effectieve waterberging van een waterbergende wegfundering is afhankelijk van het type fundering dat gebruikt wordt. De wegfundering van Aquaflow heeft een effectieve waterberging van 40%

(Aquaflow, b). De effectieve waterberging van het groen parkeren concept bedaagd 25 % (Rain(a)Way, sd). Daarmee valt de effectieve waterberging van de Water-weg in de tweede categorie.

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving;3 sterren**

Door waterberging op te slaan in de wegfundering wordt bijgedragen aan het voorkomen van wateroverlast en het tegen gaan van droogte door middel van infiltratie. Het groen parkeren concept draagt plaatselijk bij aan het voorkomen van hittestress door het toevoegen van vergroening, maar deze invloed is zeer beperkt. Een Water-weg draagt niet bij aan het verbeteren van de luchtkwaliteit of het vergroten van de biodiversiteit.

- **Beheer en onderhoud; 5 sterren**

Doordat de waterbergende wegfundering wordt uitgevoerd met traditionele asfaltverharding en het hemelwater via de WT-kolk wordt afgevoerd naar de fundering, is de impact op beheer en onderhoud klein. Het is belangrijk dat de kolk periodiek leeggezogen wordt, maar de frequentie ligt heel laag. Ook de grastegel vergt weinig tot geen extra onderhoud, aangezien het gras niet gemaaid hoeft te worden en voldoende afslijt door verkeersbewegingen.

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 3 sterren**

De combinatie van de grastegel en de waterbergende wegfundering zorgt dat duidelijk wordt gemaakt dat een ondergrondse maatregel is gerealiseerd. Daarnaast zorgt de grastegel voor een herkenbaar aspect over het terrein. De grastegel is enkel op het terrein zichtbaar en enkel werknemers en gebruikers komen in aanraking met de ingreep.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 1 ster**

De invloed van de Water-weg op het vergroten van het welbevinden van werknemers is beperkt. De grastegel zorgt voor een herkenbaar en zichtbaar stukje groen op het terrein. Het toevoegen van groen is met deze ingreep zeer beperkt en de invloed op een aangename werkomgeving en het vergroten van het welbevinden van de werknemers is eigenlijk te verwaarlozen.

Ranking Blauwe laadkuil

- **Effectieve waterberging; 5 sterren**

Het concept van de Blauwe laadkuil is vrij simpel. Door de afvoer in de laadkuil te reguleren blijft het hemelwater in de laadkuil staan en vorm zich hier een waterlaag. De effectieve waterberging van deze ingreep is dan ook 100%; iedere kubieke meter ruimte in de laaddock zorgt voor een kubieke meter waterberging.

- **Bijdrage aan klimaatbestendige omgeving; 1 ster**

De laadkuil draagt bij aan het voorkomen van wateroverlast. Indirect zorgt de Blauwe laadkuil voor infiltratie van hemelwater, aangezien het water wordt verpompt naar de Water-weg. Deze bijdrage aan het voorkomen van droogte komt echter niet door toepassing van de Blauwe laadkuil. De Blauwe laadkuil heeft ook geen invloed op het voorkomen van hittestress, het verbeteren van de luchtkwaliteit of het vergroten van de biodiversiteit.

- **Beheer en onderhoud; 5 sterren**

Het beheer en onderhoud van de Blauwe laadkuil is klein. Doordat slecht zeer beperkt water in de laaddocks blijft staan is algaanslag te verwaarlozen. Het overige beheer en onderhoud van de Blauwe laadkuil is gelijk aan de huidige situatie.

- **Bijdrage aan bewustwording en beleving; 3 sterren**

De Blauwe laaddock is vanaf het terrein een zichtbare ingreep en draagt dus bij aan de bewustwording en beleving van alle personen die over het terrein komen; werknemers en gebruikers. Kanttekening daarbij is dat de bewustwording pas wordt vergroot wanneer water in de Blauwe laadkuil staat, een situatie die slecht zeer beperkt voorkomt.

- **Bijdrage aan een aangename werkomgeving en welbevinden van werknemers; 0 sterren**

De Blauwe laadkuil zorgt niet voor vergroening van het terrein. Het aanzicht van het terrein blijft gelijk aan de huidige situatie. Daarmee draagt deze ingreep niet bij aan een aangenamere werkomgeving of het vergroten van het welbevinden van de werknemer.

Bijlage VI – Verwijzing naar externe documenten

Binnen het afstudeeronderzoek is verwezen naar verschillende documenten buiten dit onderzoeksrapport, welke niet openbaar toegankelijk zijn via de gangbare kanalen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om verschillende Excel-berekening voor de effectiviteit van de benoemde systeemoplossingen. Andere belangrijke bronnen zijn de overleggen met externe partijen, waar een gedeelte van dit onderzoek op is gebaseerd. Om de objectiviteit van het afstudeeronderzoek te waarborgen kunnen deze bestanden opgevraagd worden middels onderstaande link.

Documentatie_Afstudeeronderzoek

De link geeft toegang tot de onderstaande documenten met het volgende wachtwoord: Documentatie_Afstudeeronderzoek

Interviews:

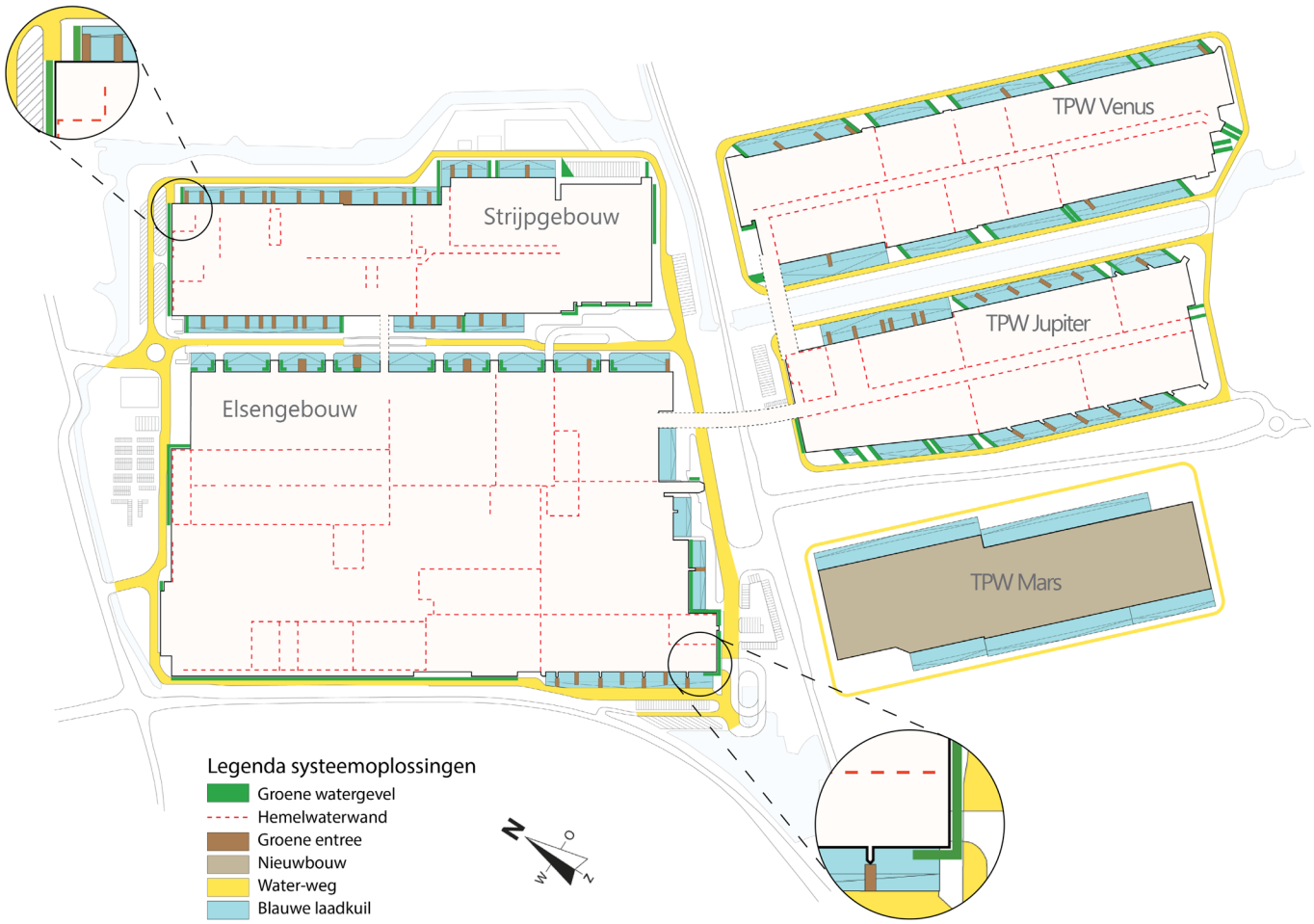
- Locatiebezoek Naaldwijk17-03 Verslaglegging;
- BuroBOOT Probleemanalyse 24-03 Verslaglegging;
- MijnWaterfabriek Visievorming 03-04 Verslaglegging.

Excel-bestanden:

1. Bepaling Vereiste Bergingscapaciteit RFH;
2. Berekening Waterberging Groene watergevel Hemelwaterwand;
3. Berekening Waterberging Groene entree;
4. Berekening Waterberging Water-weg;
5. Berekening Maximale Waterstand Laaddock.

De link geeft toegang tot de digitale OneDrive van het Hogeschool Rotterdam-account. Wanneer de opleiding definitief is afgerond zal het account komen te vervallen en is de link niet meer geldig.

donker
design



RUIMTELIJK ONTWERP
ROYAL FLORAHOLLAND NAALDWIJK

BEROEPSPRODUCT 'KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN'

donker design

// COLOFON

Titel:	**Ruimtelijk ontwerp** **Royal FloraHolland Naaldwijk** Beroepsproduct 'Klimaatadaptatie op industrieterreinen'
Auteur:	**T.A. Besselink** 0933788
In opdracht van: Bedrijfsbegeleider:	**Donker Design** De heer ing. G. van den Dikkenberg Projectmanager Donker Design
Onderwijsinstelling Instituut: Opleiding: Docentbegeleider	**Hogeschool Rotterdam** Instituut van de Gebouwde Leefomgeving (IGO) Watermanagement D. Douma
Document: Versie: Datum:	Beroepsproduct Definitief 18 juni 2020

LEESWIJZER

Dit document geeft het beroepsproduct behorende bij het hoofdrapport 'Klimaatadaptatie op Industrieterreinen'. Het beroepsproduct bevat het ontwerp van het onderzoek naar de klimaatadaptieve inrichting van Royal FloraHolland Naaldwijk. Allereerst is een plattegrond van het terrein weergegeven met de ruimtelijke implementatie van de verschillende systeemoplossingen. Vervolgens is de nadere uitwerkingen van de systeemoplossingen gegeven in aparte productbladen. De gebruikte literatuur in dit document is ook aangehaald in het hoofdrapport, de bronvermelding van de literatuur is opgenomen in de bibliografie van het hoofdrapport.

Door het grote volume afstromend hemelwater en de beperkte beschikbare ruimte voor ingrepen is klimaatadaptatie op industrieterreinen een extra uitdaging ten opzichte van stedelijk gebied. Met dit beroepsproduct wordt inzichtelijk gemaakt welke maatregelen geschikt zijn voor de klimaatadaptieve inrichting van Royal FloraHolland Naaldwijk en van daaruit voor bestaande en toekomstige industrieterreinen in het algemeen. Deze kennisontwikkeling is nodig om ook (grootschalige) industrieterreinen klimaatadaptief in te kunnen richten en te komen tot een volledig klimaatbestendige en waterrobuuste bebouwde omgeving.

De combinatie van beroepsproduct en rapportage levert een bijdrage aan de doelstelling van het onderzoek door een gedegen oplossing voor het praktijkprobleem bij Royal FloraHolland Naaldwijk te visualiseren en de kennisontwikkeling over klimaatadaptatie op bestaande en toekomstige industrieterreinen te bundelen. Deze kennisontwikkeling geldt zowel voor de Donker Groep als voor de (water)sector als geheel. Het beroepsproduct en de rapportage zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en beide onderdelen kunnen niet los van elkaar gezien worden.

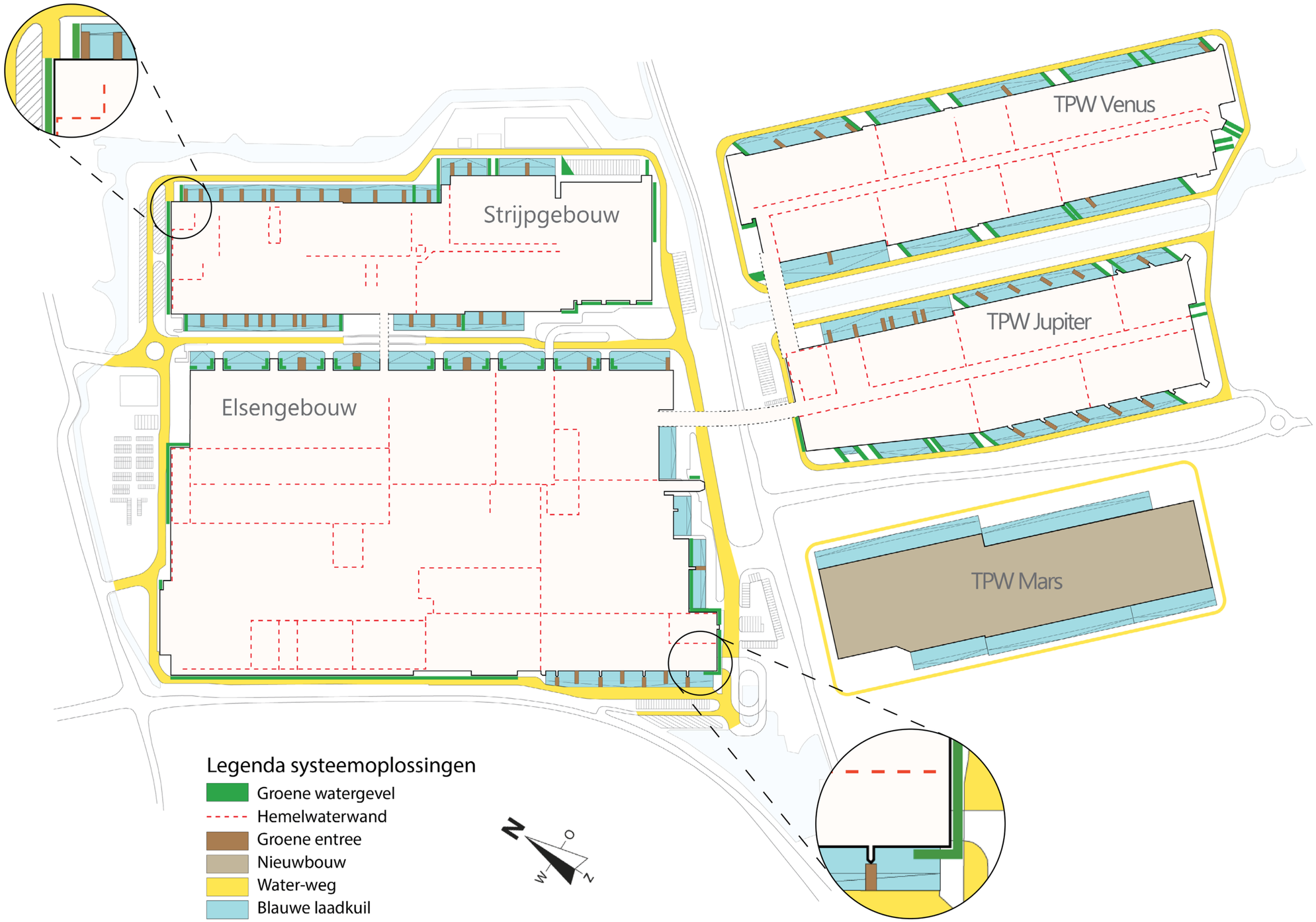
Teteringen, juni 2020, T.A. Besselink

Roelofs

RUIMTELIJKE IMPLEMENTATIE ROYAL FLORAHOLLAND NAALDWIJK

BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

donker design



© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

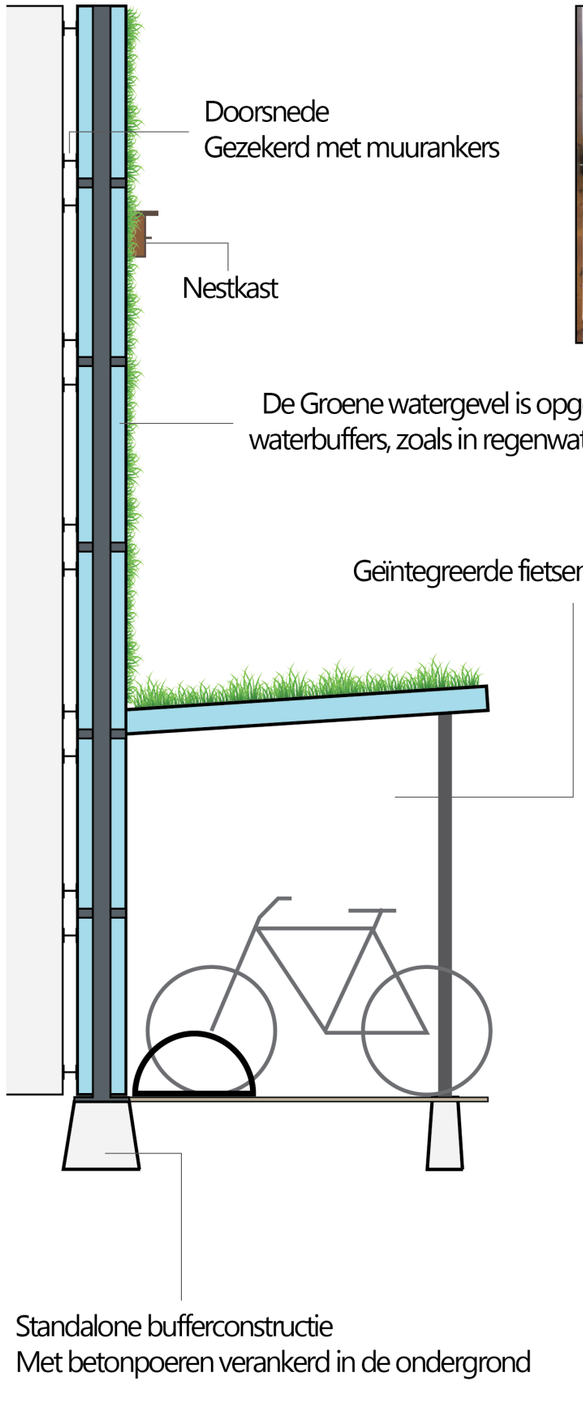
Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_PLTGD

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

SYSTEEMOPLOSSING GROENE WATERGEVEL

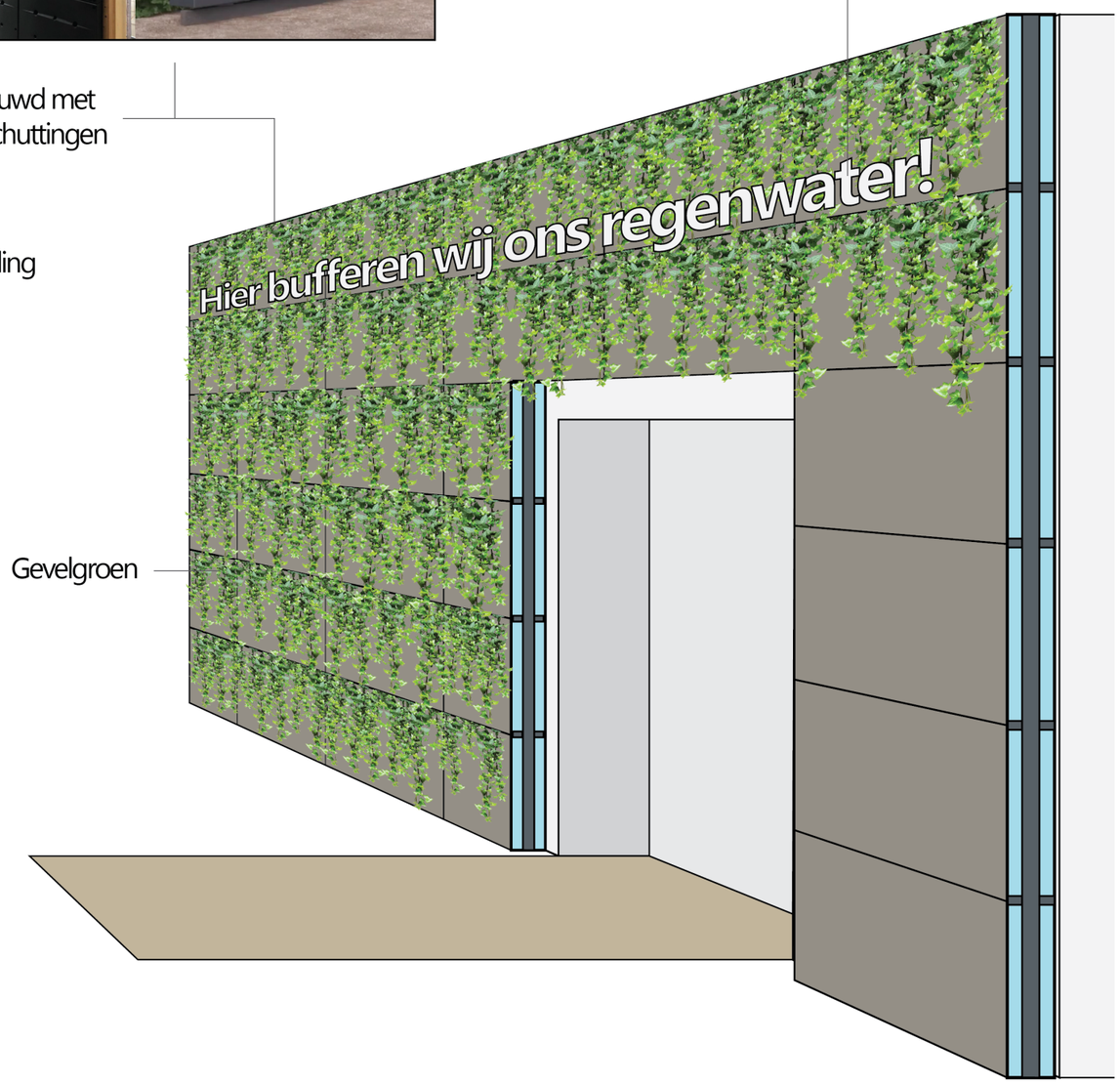
BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

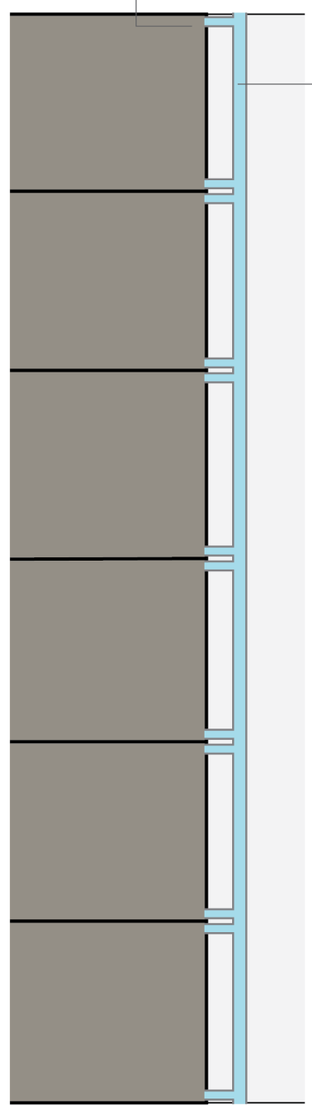
donker design



De gestapelde elementen zijn apart aangelsoten op de hemelwaterafvoer
en voorzien van een slimme dynamische afvoer

Statement voor duuzaamheid





© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLGWG

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

1 GROENE WATERGEVEL

Langs blinde wanden aan de buitenzijde van de bedrijfshallen van Royal FloraHolland wordt een constructie van waterbuffers geplaatst, aangesloten op de hemelwaterafvoer vanaf het dakoppervlak. De buitenzijde van de buffers wordt voorzien van groen, op soortgelijke wijze als gevelgroen.

Het aanzicht van de Groene watergevel zorgt voor vergroening van het versteende terrein, zoals gevisualiseerd op het productblad van de systeemoplossing. Dit geeft niet alleen voor een duurzaam aanzicht, maar verbeterd ook de kwaliteit van de werkomgeving en draag bij aan het verminderen van hittestress, afvangen van fijnstof en vergroten van de biodiversiteit (Kluck, et al., 2017). Zie voor de gehele positieve invloed van groen op de omgeving bijlage III van het hoofdrapport. De waterbuffers maken hergebruik van hemelwater mogelijk en zijn vergelijkbaar met regenwaterschuttingen zoals Rainblock (Rainblock, sd) (Bel, 2020 (b)). Referentiebeelden van een regenwaterschutting zijn opgenomen op het productblad. De compacte opstelling van de Groene watergevel zorgt voor aanzienlijke waterberging met een klein vloeroppervlak.
De Groene watergevel is eenvoudig te combineren met bijvoorbeeld een fietsenstalling die opgaat in de wand, of als statement voor duurzaamheid op aanzichten vanaf provinciale wegen; '*Hier bufferen wij ons regenwater!*'. Beide aspecten zijn weergegeven op het productblad.

Technische toelichting

De waterbuffers van de Groene watergevel zijn voorzien van een dynamische (slimme) afvoer, waardoor het moment van afvoeren naar het oppervlaktewater gereguleerd kan worden. De slimme afvoer staat digitaal in verbinding met neerslagvoorspellingen en laat in aanloop van een bui de voorspelde hoeveelheid neerslag uit de waterbuffer weglopen. Zo wordt de bergingscapaciteit optimaal benut en blijft het opgevangen hemelwater zo lang mogelijk beschikbaar voor hergebruik, bijvoorbeeld voor het bewateren van de groenvoorzieningen, of voor bedrijfsprocessen. Een voorbeeld van een dynamische slimme afvoer is ontwikkeld door Studio Bas Sala met *de Slimme Regenton* (Studio Bas Sala, 2019).

Door de gehele hoogte van de gevel te gebruiken, kan met een klein grondoppervlak een grote bergingscapaciteit gecreëerd worden. Het is daartoe belangrijk de waterbuffers in de hoogte op te delen in losse elementen, om de maximale waterdruk in de elementen te verlagen. Ieder element wordt daarom apart aangesloten op de hemelwaterafvoer, zoals gevisualiseerd op het productblad. De Groene watergevel bestaat uit een standalone U-constructie waar de bufferelementen ingehangen worden, om de constructie van het bestaande gebouw zo min mogelijk te belasten (C. Soer, persoonlijke communicatie, 19 mei 2020). De U-constructie wordt met betonpoeren verankerd in de ondergrond (C. Soer, persoonlijke communicatie, 19 mei 2020). De constructie wordt ook verankerd aan de gevel van het pand, om omvallen te voorkomen.

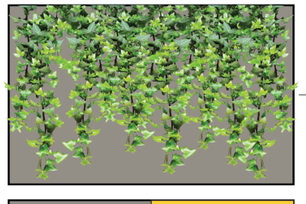
Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud van de Groene watergevel is laag. Het is belangrijk dat de waterbuffers niet verstopt raken en dat het water schoon is voor hergebruik. Een bladvanger op de hemelwaterafvoer zal de meeste vervuiling tegengaan. Daarnaast wordt een buisfilter geplaats om grove vervuilingen zoals zand af te vangen (Bel, 2020 (b)). Voor daadwerkelijk hergebruik wordt het water gefilterd op bacteriën met behulp van een microfilter (Bel, 2020 (b)). Voor de groene buitengevel geldt het reguliere onderhoud van soortgelijke gevels, afhankelijk van het gebruikte type beplanting. Tijdens dit groenonderhoud is het belangrijk de afvoeren en filters van de Groene watergevel te controleren en eventuele lekkages of verstoppingen uit te sluiten.

SYSTEEMOPLOSSING HEMELWATERWAND

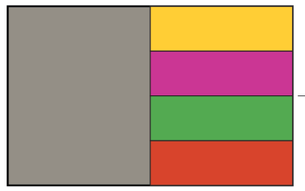
BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

donker design



Stapelen van functies:

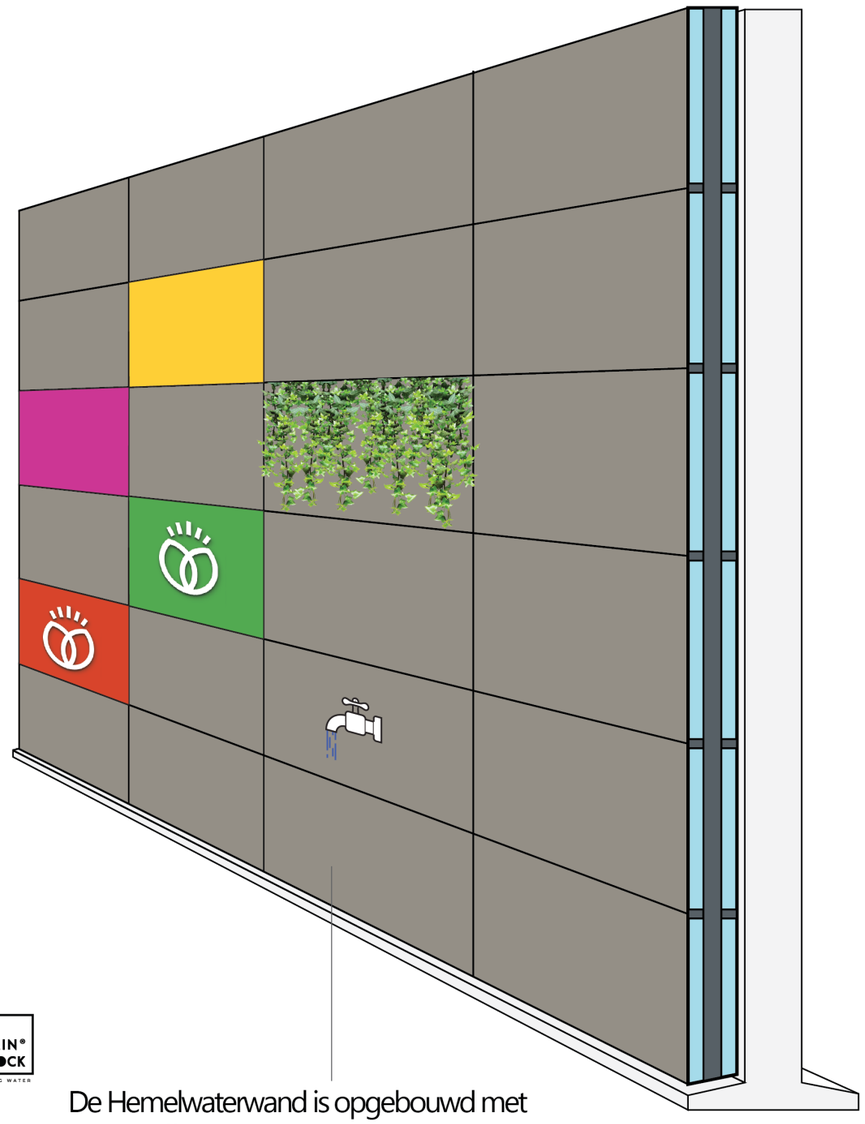
Bufferelement voor
inpandige vergroening



Bufferelement in huisstijl
Royal FloraHolland

Bufferelement voor
hergebruik

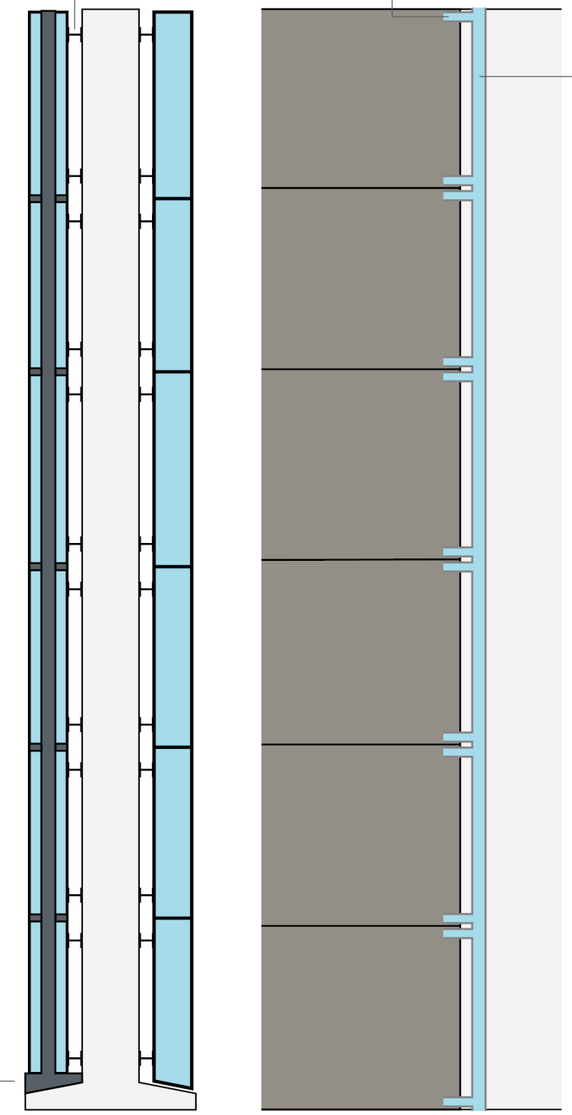
De gestapelde elementen zijn apart aangelsoten op de hemelwaterafvoer
en voorzien van een slimme dynamische afvoer



De Hemelwaterwand is opgebouwd met
waterbuffers zoals in regenwaterschuttingen

Doorsnede
Gezekerd met muurankers

Vooraanzicht
Hemelwaterafvoer



Standalone bufferconstructie in loze ruimtes langs wanden
Bevestigd tussen de spanten van de gebouwconstructie

© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLHWW

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

2 HEMELWATERWAND

De wanden in de bedrijfshallen van Royal FloraHolland staan veelal op een voetstuk, waardoor loze ruimte langs de wanden ontstaat die niet of nauwelijks gebruikt kan worden. Deze ruimte wordt benut voor het bergen van hemwelwater door het toepassen van de Hemelwaterwand. De Hemelwaterwand is vergelijkbaar met de opbouw van de Groene watergevel en bestaat gekoppelde waterbuffers. Hemelwater wordt op deze manier in de haarvaten van het systeem geborgen, wat de sponswerking van het terrein vergroot.

De Hemelwaterwand is opbouwt uit losse elementen. De elementen hebben verschillende functies; waterberging, vergroening, of hergebruik. Vergroening kan bijvoorbeeld toegepast worden rondom deuren of entrees. Voor variatie binnen de Hemelwaterwand zijn de standaard bufferelementen in verschillende kleuren uit te voeren. In de visualisaties op het productblad zijn hiervoor de kleuren van de huisstyle van Royal FloraHolland gebruikt. Naar behoefte kunnen de verschillende functies gestapeld worden in de Hemelwaterwand, weergegeven in de visualisaties op het productblad. Doordat het hemelwater plaatselijk door heel het pand wordt opgeslagen zijn er veel mogelijkheden tot hergebruik. Bijvoorbeeld voor toiletspoeling, of bedrijfsprocessen. Vóór hergebruik zal het hemelwater gezuiverd moeten worden. Deze filters zitten verwerkt in de elementen.

Technische toelichting

Voor een optimale waterberging en extra meerwaarde voor het opgeslagen water, wordt de Hemelwaterwand voorzien van een dynamische (slimme) afvoer om het moment van afvoer naar oppervlaktewater te reguleren. De slimme afvoer staat digitaal in verbinding met neerslagvoorspellingen en laat in aanloop van een bui de voorspelde hoeveelheid neerslag uit de waterbuffer weglopen. Zo wordt de waterbuffer optimaal benut en blijft het opgevangen hemelwater zo lang mogelijk beschikbaar voor hergebruik. Een voorbeeld van een dynamische slimme afvoer is ontwikkeld door Studio Bas Sala met *de Slimme Regenton* (Studio Bas Sala, 2019).

De hemelwaterafvoeren in de bedrijfshallen bij Royal FloraHolland zijn inpandig geconstrueerd. Door het grote dakoppervlak van de panden kan niet al het hemelwater naar de zijkant van het pand afgevoerd worden. Inpandige hemelwaterafvoeren komen vaak terug bij grootschalige industrieterreinen of gebouwen. De inpandige hemelwaterafvoer maakt aansluiten van de Hemelwaterwand een relatief eenvoudige ingreep.
Door de gehele hoogte van de wanden te gebruiken voor de Hemelwaterwand, kan met een klein grondoppervlak een grote waterberging gecreëerd worden. Het is daartoe belangrijk de waterbuffers in de hoogte op te delen in losse elementen, om de maximale waterdruk in de elementen te verlagen. Ieder element wordt daarom apart aangesloten op de hemelwaterafvoer, zoals weergegeven in de visualisatie op het productblad. De Hemelwaterwand is opgebouwd met een standalone U-constructie waar de bufferelementen ingehangen worden, waardoor de extra belasting op de constructie van het pand zo klein mogelijk blijft (C. Soer, persoonlijke communicatie, 19 mei 2020). De U-constructie wordt bevestigd op een stalen constructie tussen de spanten van de gebouwconstructie (C. Soer, persoonlijke communicatie, 19 mei 2020).

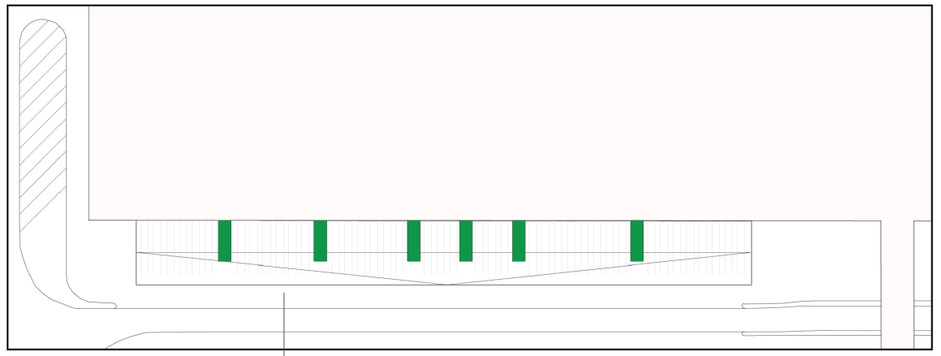
Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud van de Hemelwaterwand is laag. Het is belangrijk dat de waterbuffers niet verstopt raken en dat het water schoon is voor hergebruik. Een bladvanger op de hemelwaterafvoer zal de meeste vervuiling tegengaan. Een buisfilter in de hemelwaterafvoer vangt grove vervuilingen zoals zand af (Bel, 2020 (b)). Vóór daadwerkelijk hergebruik wordt het water gefilterd op bacteriën met behulp van een microfilter (Bel, 2020 (b)). Daarnaast moeten de afvoeren en filters van de Hemelwaterwand periodiek gecontroleerd en eventueel gereinigd worden. Tijdens deze controle worden ook eventuele lekkages of verstoppingen uitgesloten.

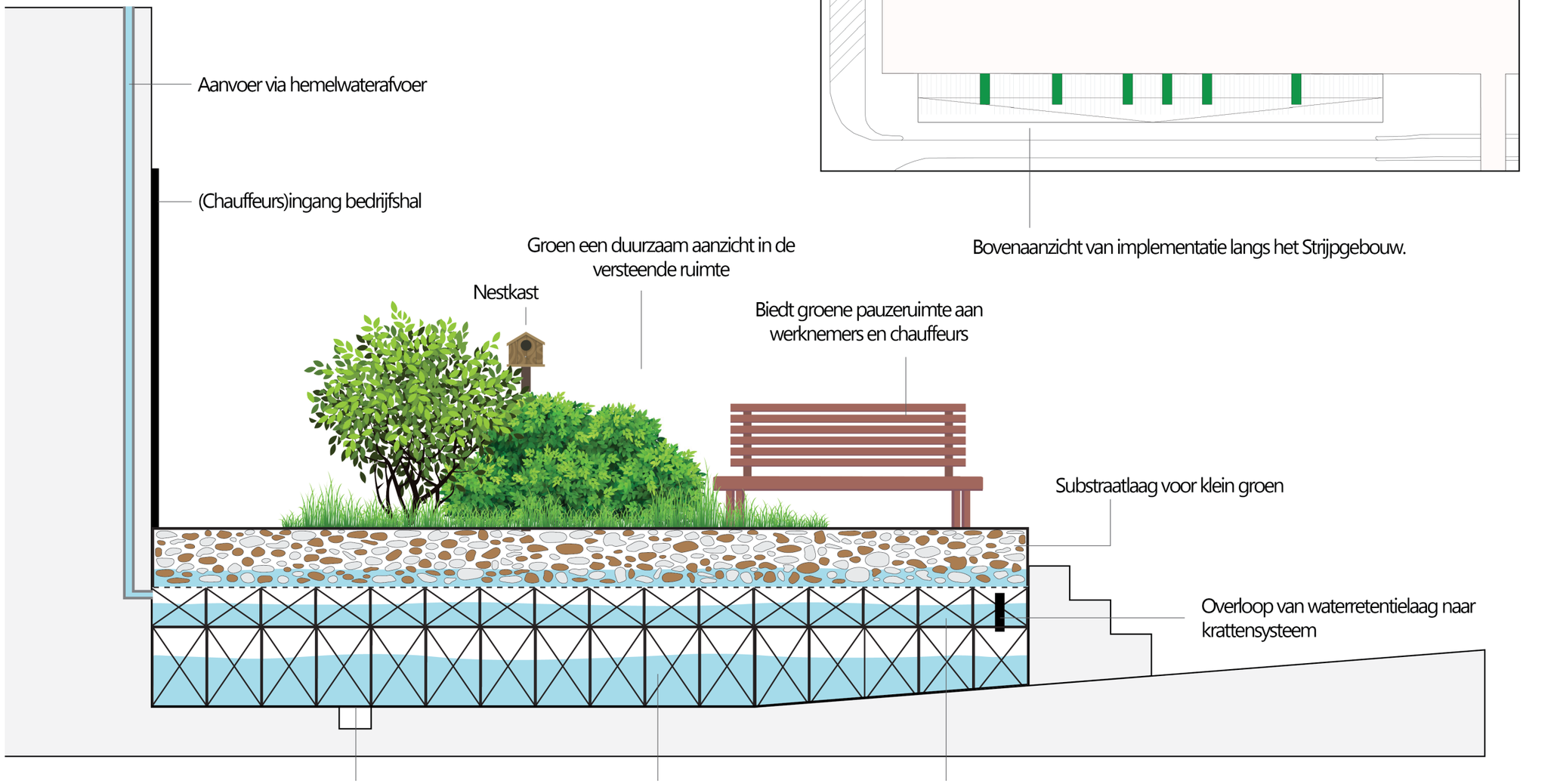
SYSTEEMOPLOSSING GROENE ENTREE

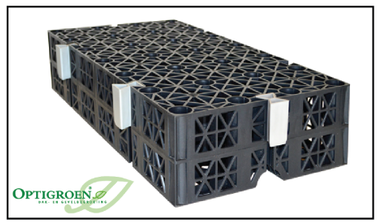
BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

donker design



Bovenaanzicht van implementatie langs het Strijpgebouw.





© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLGRE

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

3 GROENE ENTREE

De bedrijfshallen op het terrein van Royal FloraHolland zijn toegankelijk via verschillende (chauffeurs)ingangen vanuit de laad- en losdocks. De ingangen worden omgevormd tot groene oorden in de versteende omgeving. Hierdoor ontstaat een groen en duurzaam aanzicht en wordt verkoeling gebracht over het terrein, wat zorgt voor een aangenamere werkomgeving (Kluck, et al., 2017). De Groene entree zal gebruikers meer bewust maken van de problematiek van wateroverlast, doordat het een heel tastbare ingreep is in het dagelijkse gebruik van het terrein. Tegelijkertijd ontstaat een prettige, groene buitenruimte. Door het toepassen van de Groene entree kunnen werknemers en chauffeurs bijvoorbeeld pauzeren in een groene omgeving.

De Groene entree is een opvallende aanpassing op een industrieterrein en draagt sterk bij aan de herkenbaarheid van het terrein van Royal FloraHolland (Eikenaar, 2020 (b)). Daarnaast kan de ingreep toegepast worden op alle terreinen met soortgelijke laad- en losdocks. Door een verhoging aan te brengen tot halverwege het dock vormt de ingreep geen obstakel bij het aandocken van vrachtwagens. Een bovenaanzicht van de implementatie van de Groene entree is opgenomen op het productblad.

Technische toelichting

De opbouw van de Groene entree bestaat uit een retentielaag voor waterberging vanaf het dakoppervlak, bovenop de retentielaag komt substraat voor klein groen, zoals heesters. De opbouw van de Groene entree is gevisualiseerd op het productblad.
De retentielaag is opgesplitst in twee gedeelten. Het bovenste gedeelte voorziet de vegetatielaag van voldoende water, ook in droge tijden. Hiertoe wordt een waterretentiekrat aangesloten met capillaire cones, zoals de WRB 85i Waterretentiebox van optigrün (Optigrün, a). Deze bovenste waterretentielaag is waterdicht uitgevoerd, met een overloop naar de onderste laag. Het onderste gedeelte van de retentielaag is uitgevoerd met een traditioneel krattensysteem, waardoor extra waterberging wordt gecreëerd.

Vanuit de onderste retentielaag wordt het water met een dynamische (slimme) afvoer afgevoerd naar het oppervlaktewater, waardoor het moment van afvoeren gereguleerd kan worden. De slimme afvoer staat digitaal in verbinding met neerslagvoorspellingen en laat in aanloop van een bui de voorspelde hoeveelheid neerslag uit de retentielaag weglopen. Een voorbeeld van een dynamische slimme afvoer is ontwikkeld door Studio Bas Sala met *de Slimme Regenton* (Studio Bas Sala, 2019). Een krattensysteem geeft veel bergingscapaciteit in verhouding met de ruimte die de kratten in beslag nemen. Omdat de entrees echter een kleine oppervlakte beslaan, is de totale berging in de Groene entrees over het gehele terrein relatief klein.

Beheer en onderhoud

Het beheer en onderhoud van de Groene entree is laag. Het is belangrijk dat de retentielaag niet verstopt raakt. Een bladvanger op de hemelwaterafvoer zal de meeste vervuiling tegengaan. Daarnaast wordt een buisfilter geplaats om grove vervuilingen zoals zand af te vangen (Bel, 2020 (b)). Voor de vegetatielaag geldt het reguliere onderhoud van de gebruikte soorten. Tijdens dit onderhoud kunnen de afvoeren en filters van de retentielaag periodiek gecontroleerd en eventueel gereinigd worden. Tijdens deze controle worden ook eventuele lekkages of verstoppingen uitgesloten.

SYSTEEMOPLOSSING NIEUWBOUW

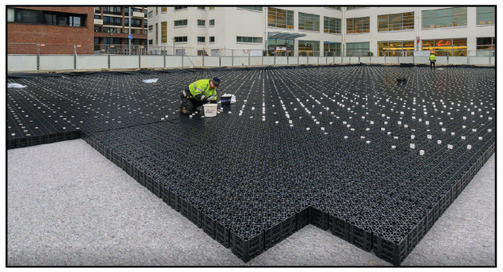
BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

donker design

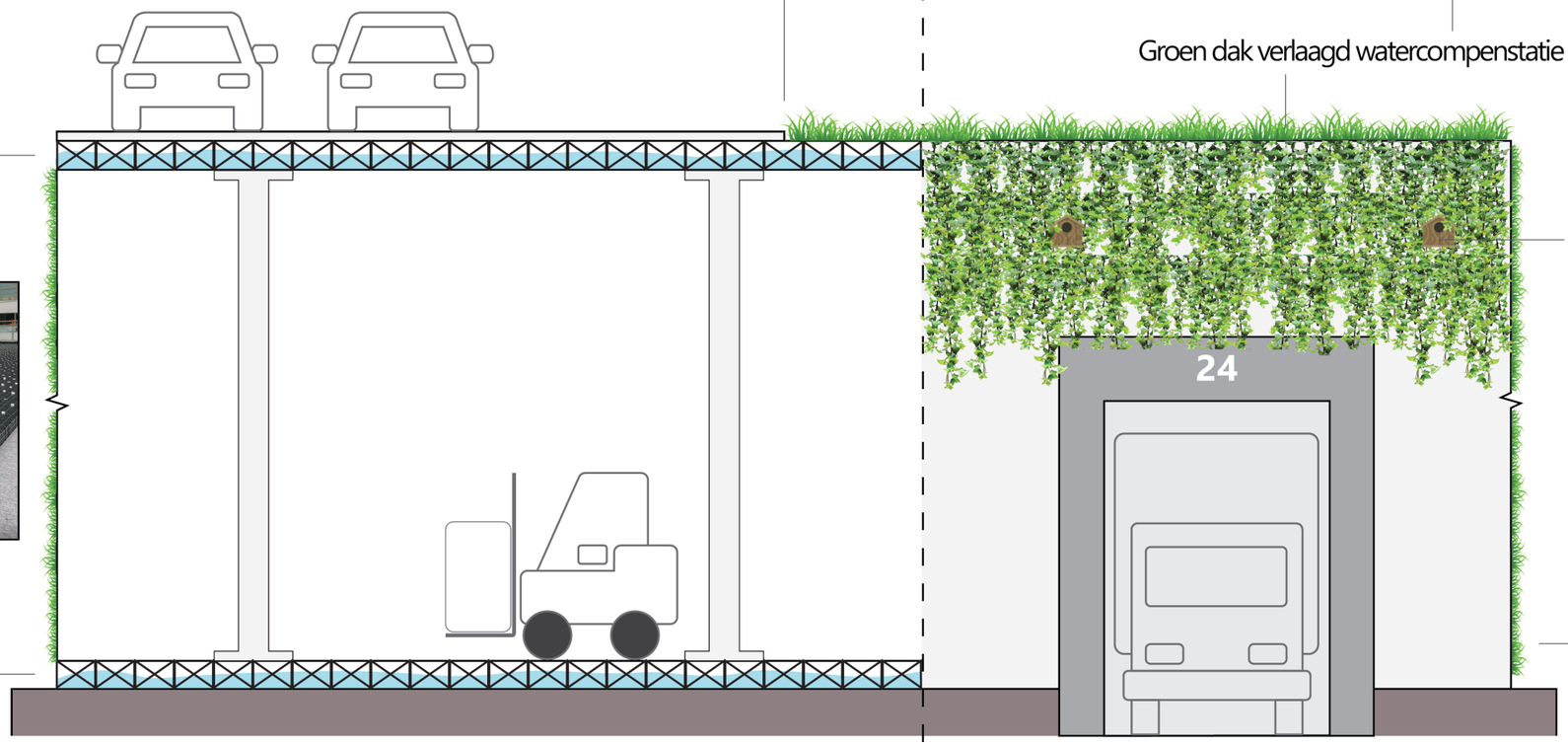
Groen dak verlaagd watercompenstatie

Stapelen van functies:
waterberging, vergroening, parkeren

Retentielaag op het dak

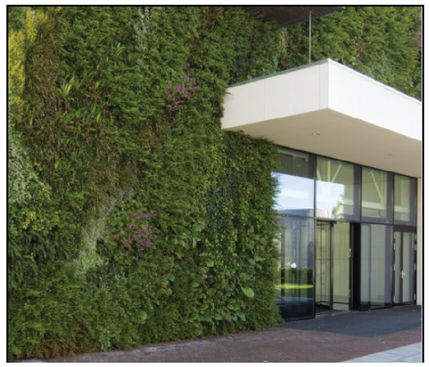


Retentielaag onder de bedrijfsvloer



Nestkast

Gevelgroen voor groen aanzicht



© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLNWB

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

4 NIEUWBOUW

Door in de constructie van nieuwe bebouwing (Trade Parc Westland Mars) rekening te houden met waterberging, kunnen bij nieuwe ontwikkeling andere ingrepen gedaan worden dan op de bestaande terreinen van Royal FloraHolland. Bij nieuwbouw is het mogelijk om waterberging te creëren onder de bedrijfsvloer, of groene retentiedaken aan te leggen door een hogere daklast van de constructie. De ingrepen zijn gevisualiseerd op het productblad. Door een overcapaciteit te creëren binnen dit systeem kan optimaal gebruik gemaakt worden van het hemelwater.

Het gehele dak wordt voorzien van een retentielaag. Bovenop deze retentielaag kunnen andere functies gestapeld worden, zoals een groen dak, of parkeervoorzieningen. Ingrepen op dakniveau zijn ruimtebesparend en dragen bij aan multifunctioneel ruimtegebruik. Een groen dak compenseert het vloeroppervlak van de bebouwing en verkleind de impact op de natuur, daarnaast worden groene daken door (een gedeelte van de) waterschappen beschouwd als onverhard oppervlak; extra water-compensatie is niet nodig (Laeven & Broks, 2016). De retentielaag voorziet het groen van voldoende water, ook in droge tijden. Door de werkvloer iets op te hogen wordt ook inpandig een waterberging gecreëerd. Dit water kan hergebruikt worden, bijvoorbeeld voor toiletspoeling.

Ook voor toekomstige industrieterreinen is een groen aanzicht belangrijk voor de kwaliteit van de werkomgeving (Kluck, et al., 2017). Gevelgroen en de Groene entrees zijn hiervoor geschikt.

Technische toelichting

De constructie van het gebouw dient voldoende daklast te kunnen dragen, zodat over het gehele dak een retentielaag aangelegd kan worden. Naast de last van de retentielaag, moet ook het groene dak en/of de belasting van parkeren meegenomen worden in de constructieberekeningen. Een groen dak is opgebouwd uit verschillende lagen en onderdelen, de precieze opbouw en het bijkomende gewicht is afhankelijk van de producent. Op eenzelfde manier is ook het gewicht en de kracht van de waterberging onder de bedrijfsvloer van invloed op de constructie.

De waterbergingen zijn voorzien van een dynamische (slimme) afvoer, waardoor het moment van afvoeren naar het oppervlaktewater gereguleerd kan worden. De slimme afvoer staat digitaal in verbinding met neerslagvoorspellingen, in aanloop van een bui wordt met deze afvoer voldoende bergingscapaciteit gecreëerd om de bui op te kunnen vangen. Een voorbeeld van een dynamische slimme afvoer voor de waterberging onder de werkvloer is ontwikkeld door Studio Bas Sala met *de Slimme Regenton* (Studio Bas Sala, 2019). Een voorbeeld van een dynamische slimme afvoer voor retentiedaken is de *Smart Flow Control* van Optigrün (Optigrün, b).
Door een overcapaciteit in de berging te creëren hoeft bij kleinere buien geen/nauwelijks water afgevoerd te worden. Hierdoor blijft water altijd beschikbaar en kan zoveel mogelijk hemelwater (her)gebruikt worden. Door optimaal gebruik te maken van (gratis) hemelwater, wordt de druk op het drinkwatersysteem verlaagd en kan hemelwater efficiënt ingezet worden om droge periodes te overbruggen en schade door droogte te voorkomen (Bel, 2020 (a)).

Beheer en onderhoud

Voor hergebruik van hemelwater komt waterberging onder de bedrijfsvloer ten goede aan de waterkwaliteit, door koelere opslag en minder lichtinval (Bel, 2020 (a)). Het is belangrijk dat de waterberging niet verstopt raakt en dat het water schoon is voor hergebruik. Een bladvanger op de hemelwaterafvoer zal de meeste vervuiling tegengaan. Een buisfilter in de hemelwaterafvoer vangt grove vervuilingen zoals zand af (Bel, 2020 (b)). Vóór daadwerkelijk hergebruik wordt het water gefilterd op bacteriën met behulp van een microfilter (Bel, 2020 (b)). Onderhoud van het groene dak en de gevel kan op reguliere wijze uitgevoerd worden. Tijdens dit onderhoud is het belangrijk de afvoeren en filters van de waterberging te controleren en eventuele lekkages of verstoppingen uit te sluiten.

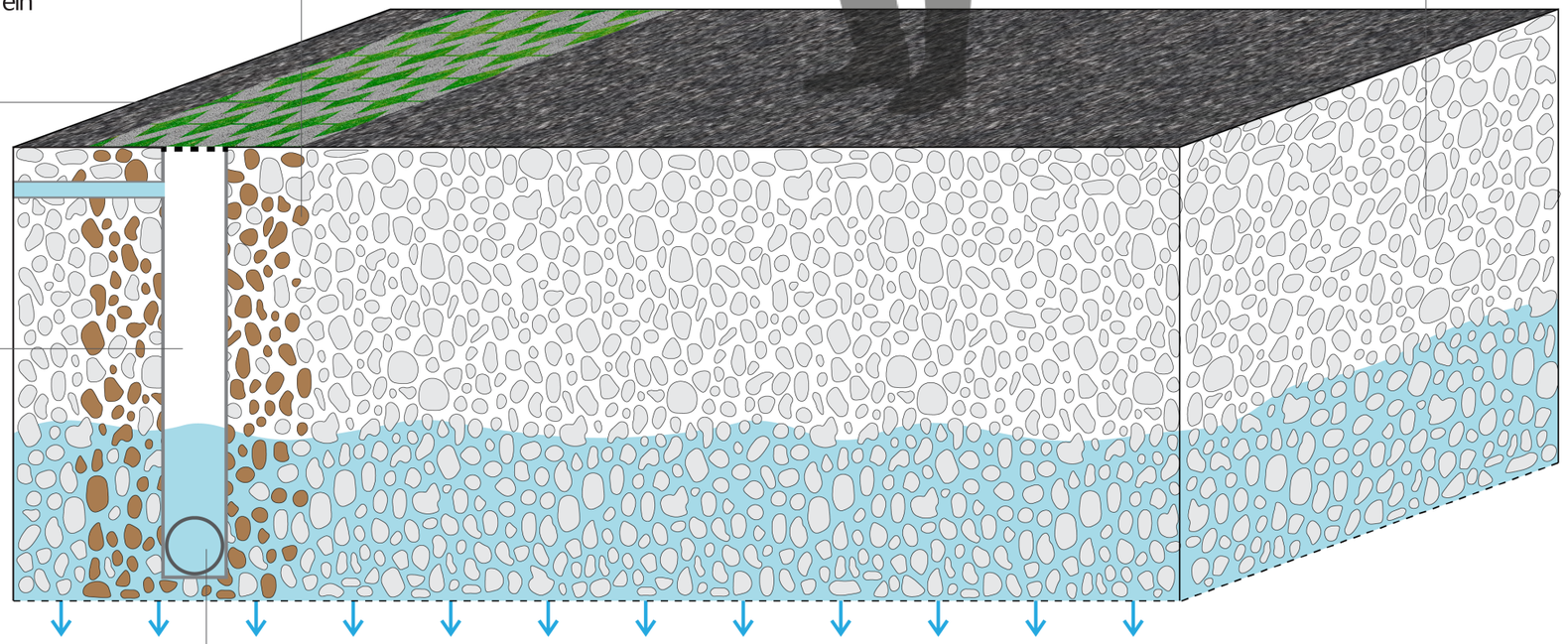
SYSTEEMOPLOSSING WATER-WEG

BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’

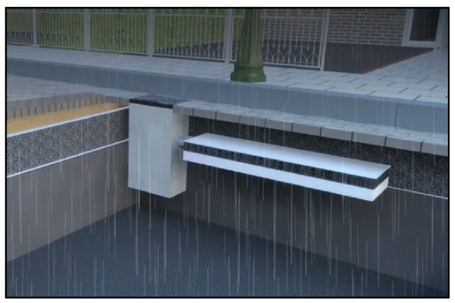
De grastegel vormt een herkenbaar aspect over het terrein

Een waterbergende wegfundering is te combineren met vergroening, bijvoorbeeld met een grastegel

Een waterbergende wegfundering bergt water direct onder de rijbaan.



Het hemelwater wordt via de straatkolk naar de wegfundering geleidt



Overtollig hemelwater wordt afgevoerd doormiddel van een drain

De Water Treatment Kolk van Aquaflow vangt eventuele vervuiling af

De Water-weg is uit te voeren als ondergrondse waterberging of als infiltrerende voorziening

© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220
Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLWRW
Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK
A3 formaat Schaal: N.V.T.

5 WATER-WEG

Traditionele wegfunderingen zijn volledig verdicht, zonder ruimte voor waterberging. Met de Water-weg wordt water direct onder de rijbaan geborgen. Aquaflow is een voorbeeld van dit systeem. Waterbergende wegfunderingen bevatten veel holle ruimte (40%), zonder in te leveren op stabiliteit en draagkracht (Aquaflow, b). De waterberging heef een kleine inbouwdiepte, waardoor een hoge grondwaterstand geen beperking oplevert (Aquaflow, a).
Een andere variant is het concept 'groen parkeren', bijvoorbeeld door middel van een grastegel. Ook deze variant is geschikt voor verkeer en waterberging. Tegelijkertijd biedt de fundering een voedingsbodem voor groen om te kunnen groeien, zoals gras, maar ook struiken en/of bomen (Rain(a)Way, sd). Daardoor is het mogelijk om vluchtheuvels te vergroenen en (smalle) bomen te plaatsen op volledig verharde terreinen. De grastegel vormt een herkenbaar aspect over het terrein en geeft aan dat hemelwater is afgekoppeld door middel van een ondergrondse ingreep. De implementatie van de grastegel is weergegeven op het productblad

Door waterberging onder de rijbaan te creëren, hoeft elders minder waterberging gerealiseerd te worden (Aquaflow, a). Dit werkt ruimtebesparend, wat meer uitgeefbaar terrein oplevert.

Technische toelichting

Een waterbergende wegfundering is uit te voeren als ondergrondse waterberging, of als infiltrerende voorziening. De ondergrondse waterberging wordt uitgevoerd met een waterdicht folie, waardoor de invloed van grondwater verkleind wordt (Aquaflow, b). Door de fundering uit te voeren als infiltratievoorziening wordt het grondwater zoveel als mogelijk aangevuld en wordt verdroging tegengegaan (Aquaflow, b). De afvoer van hemelwater uit een gebied via het grondwater is een trager proces dan afvoer via oppervlaktewater, waardoor water langer wordt vastgehouden in een gebied en de invloed van droogte wordt beperkt. De ondergrond van het terrein van Royal FloraHolland kent een slecht bodemdoorlatendheid. In dit soort gebieden dient de wegfundering altijd uitgevoerd te worden met een drain, om de afvoer van hemelwater te waarborgen (Baan, 2020 (b)).

De rijbaan op een waterbergende wegfundering kan traditioneel geasfalteerd worden, aansluiting op de waterbergende fundering gebeurd namelijk via de straatkolken in plaats van via waterdoorlatende verharding. Dit systeem is robuuster, beter bestand tegen bijvoorbeeld verstoppingen en het beheer en onderhoud blijft zoveel mogelijk gelijk (Rain(a)Way, sd). Aquaflow heeft hiervoor de *Water Treatment-kolk* ontwikkeld, waarmee ook (grondwater)vervuiling wordt voorkomen. Grove deeltjes worden afgevangen door middel van een standaard zangvangput. Een bezinkunit met een lange overloop zorgt voor een aanzienlijke verlaging van de stroomsnelheid van het water, waardoor fijne deeltjes met zware metalen alsnog bezinken en gemakkelijk te verwijderen zijn (Aquaflow, a). Koolwaterstoffen worden afgevangen met een filterdoek en verwerkt door microben (Aquaflow, a). Referentiebeelden van de WT-kolk zijn opgenomen op het productblad.

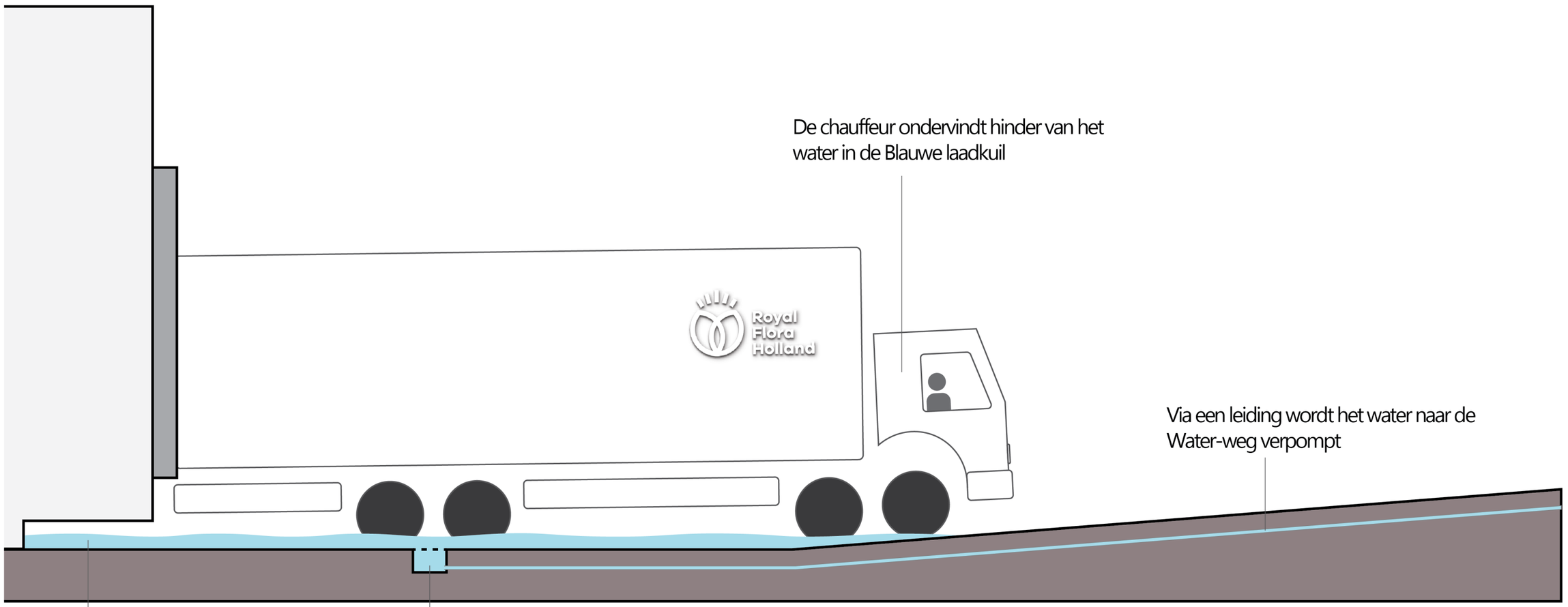
Beheer en onderhoud

Doordat gebruik gemaakt wordt van traditionele manieren van bestraten, blijft het beheer en onderhoud veelal gelijk. Toepassing van de WT-kolk maakt de waterbergende wegfunderingen zo goed als onderhoudsvrij (Aquaflow, a). De bezinkunit waarin het slib wordt opgevangen heeft een capaciteit van 60 liter, voldoende voor zo'n 15-20 jaar (Aquaflow, a). De grastegel zal eens per jaar geborsteld moeten worden om de grasgroei onder het straatniveau te houden, maaien is niet nodig door de verkeersbewegingen (Rain(a)Way, sd).

Opbreken van een rijbaan die in goede staat verkeerd om de waterbergende fundering aan te kunnen leggen is erg kostbaar. Wanneer gebruik gemaakt wordt van momenten waarop de bestrating of riolering sowieso vervangen wordt, zijn de meerkosten van een waterbergende wegfundering te overzien (Aquaflow, b).

SYSTEEMOPLOSSING BLAUWE LAADKUIL

BEROEPSPRODUCT ‘KLIMAATADAPTATIE OP INDUSTRIETERREINEN’



© Donker Design 2020. Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend, wijzigingen voorbehouden.

Klantnr: RFH0220 Tekeningnr: RFH0220_DO_OPLBLK

Datum: 18-06-2020 Ontwerper: TBK A3 formaat Schaal: N.V.T.

6 BLAUWE LAADKUIL

In de huidige situatie op het bestaande terrein van Royal FloraHolland stroomt het hemelwater van aangrenzende verharding af naar de verdiepte laad- en losdocks, waarna het water via een lijngoot wordt afgevoerd. De docks zijn een verzamelplaats van hemelwater. Door de afvoer te reguleren kan het hemelwater tijdelijk vastgehouden worden in de Blauwe laadkuil, zoals gevisualiseerd op het productblad. Deze ingreep zorgt niet alleen voor extra bergingscapaciteit, maar maakt wateroverlast daarnaast ook heel inzichtelijk; brengt de juiste discussie op gang en is goed voor de bewustwording over klimaatadaptatie en wateroverlast.

De functionaliteit van het terrein staat hoog aangeschreven op industrieterreinen. De bedrijfshallen dienen ten alle tijden toegankelijk te zijn. De Blauwe laadkuil brengt de toegankelijkheid van de bedrijfshallen in het geding. Om de toegankelijkheid van de bedrijfshallen voor de chauffeurs en werknemers van Royal FloraHolland te waarborgen wordt de Blauwe laadkuil gecombineerd met de Water-weg. De Water-weg is op de voorgaande pagina's toegelicht. Met deze combinatie wordt de toegankelijkheid van de bedrijfshallen vergroot, omdat het water in eerste instantie wordt afgevoerd uit de Blauwe laadkuil. Alleen als de intensiteit van de neerslag groot is, zal water in de Blauwe laadkuil blijven staan.

Technische toelichting

Doordat enkel de afvoer gereguleerd moeten worden om een Blauwe laadkuil te creëren, is deze systeemoplossing in de basis een zeer eenvoudige ingreep.
Om de toegankelijkheid van de bedrijfshallen te waarborgen wordt het hemelwater in eerste instantie afgevoerd naar de Water-weg. Daartoe worden leidingen aangelegd waarmee het water vanuit de Blauwe Laadkuil naar de kolk de Water-weg kan worden verpompt. De leidingen zijn weergegeven in de visualisaties op het productblad. Zonder deze ingreep bereikt de waterlaag in de Blauwe laadkuil een maximale hoogte van zo'n 7 centimeter, om te voldoen aan de bergingseis van 55 mm (de verwijzing naar deze berekening is opgenomen in bijlage VI van het hoofdrapport). In principe kan de totale waterberging in de Blauwe laadkuil afgevoerd worden naar de Water-weg. De afstelling van de afvoer zal bepalen wanneer het water in de Blauwe laadkuil blijft staan en hoe groot de waterlaag dan is en is afhankelijk van de wensen van de beheerder van het terrein van Royal FloraHolland. De afvoer van de Blauwe laadkuil naar de Water-weg wordt geregeld door middel van een dynamische (slimme) afvoer.

Beheer en onderhoud

Wanneer de Blauwe laadkuil volstaat met water is de impact op beheer en onderhoud groot; stilstaand water veroorzaakt algaanslag (Braak, 2020 (b)). Ook andere vuiligheid zal zich ophopen in de waterlaag. Een kanttekening hierbij is echter noodzakelijk. Het gaat om een waterlaag van enkele centimeters, wat slechts zelden voorkomt (door de afvoer naar de Water-weg). Over het algemeen verschilt het beheer en onderhoud van de laad- en losdocks dus niet van de huidige situatie.

landscape solutions

inspired by nature

donker design