

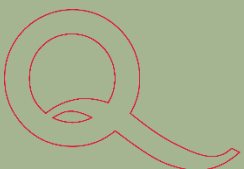


KLIMAAT ADAPTATIE & BIODIVERSITEIT

Eindrapportage

Danny Gerlofsma

17-05-2021



quadrant ingenieurs

Titelpagina

Naam student: Danny Gerlofsma
Studentnummer: 601058
E-mail: Danny-smit@hotmail.com
Telefoonnummer: +31(0)681838595

Begeleiders

Naam 1^e begeleider: H. Oude Avenhuis
E-mail: Hans@trimotion.nl
Naam 2^e begeleider: B. Welting
E-mail: Bap.Welting@han.nl



Documentnummer: 2021-EIND
Type document: Eindrapportage
Status: Definitief

Afstudeerbedrijf

Afstudeerbedrijf: Quadrant Ingenieurs
Contactpersoon: R. Holtz
E-mail: Ruben@q-ing.nl



Versie	Omschrijving	Auteur	Datum
1	Eerste uitgave	D. Gerlofsma	29-04-2021
2	Aanpassing na controle begeleider	D. Gerlofsma	17-05-2021



In samenwerking met de HAN en Quadrant Ingenieurs is een onderzoek gestart naar het klimaat adaptief maken van een bedrijventerrein. Het gaat hierbij om een bedrijventerrein in het logistiek vastgoed. Dit onderzoek richt zich op de omgang van de grote hoeveelheid water die van deze terreinen afkomt, het geringe groen dat te vinden is en het behoud van ecosystemen op en rondom de terreinen. Ik ben bij het ingenieursbureau waar ik werkzaam er bewust van geworden dat er voornamelijk naar de eisen vanuit bevoegd gezag wordt gekeken. Deze bedrijventerreinen hebben een negatieve impact op onze leefomgeving en het oppervlak van het terrein wordt niet volledig benut. In de afgelopen 100 jaar is er een heleboel natuur en biodiversiteit verloren gegaan wat natuurlijk ook te maken heeft met de groeiende bevolking. Hierdoor is de balans verdwenen tussen onze menselijke ontwikkelingen en de natuur. Het is mijn visie is om deze balans weer te herstellen. In het logistiek vastgoed wordt er ook te weinig aandacht geschonken aan klimaatadaptatie en ecologie. Hierdoor kan de balans niet hersteld worden in de gebieden waar veel logistiek vastgoed wordt ontwikkeld. In een klein land als Nederland waar het steeds drukker wordt is het belangrijk om deze balans opnieuw te creëren.



Verder geloof ik dat de aanpak voor het verbeteren van het klimaat begint bij het individu. Het lukt alleen als iedereen er de juiste normen en op na houdt. Het creëren en behouden van een goede leefomgeving zou dus bij ieder hoog in de lijst van normen en waarden moeten staan. Educatie is de sleutel tot het creëren van deze normen en waarden, lange termijn denken is wat zich achter het slot bevindt.

Klimaatverandering en kwaliteit van
leefomgeving vereisen een nieuwe inrichting.
Een inrichting met **diversiteit**.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

In dit document komen de onderstaande begrippen voor, onderstaand de definitie zoals die gehanteerd worden in dit onderzoek.

HWA: Hemelwaterafvoer, oftewel het regenwater dat op de terreinverharding terecht komt.

SWA: Schoonwaterafvoer, oftewel het regenwater dat op het dak terecht komt en geen vervuiling met zich meebrengt.

VWA: Vuilwaterafvoer

Regenwater in mm: de hoeveelheid regenwater dat in de aangegeven tijd valt op 1m².

BVO: bruto vloeroppervlak

OBAS: Olie benzine afscheider

Bevoegd gezag = Een instantie met een controlerende functie die besluiten nemen om een beschikking af te geven voor vergunning. Hierbij denkende aan overheidsinstanties, het rijk, provincies, gemeentes, waterschappen en milieudiensten.

Leefgebied: Een gebied waar planten en dieren voorzien zijn van voedsel en waar ze zich veilig kunnen voortplanten.

Corridor: Geschikte leefgebieden die langgerekt zijn en veel grenzen hebben met de matrix waardoor ze kwetsbaar zijn, maar wel als een goede verbinding kunnen dienen.

Stapsteen: Kleine leefgebieden welke doormiddel van een keten grotere leefgebieden aan elkaar verbinden.

Matrix: Het landschap rondom het leefgebied van soorten wat ongeschikt is voor planten en dieren om zich te kunnen vestigen (tijdelijk overleven is wel mogelijk).

Climaxecosysteem:

“Laatste stadium na successie, waarbij abiotische factoren en soortensamenstelling min of meer constant zijn. De populaties zijn in evenwicht, de diversiteit is hoog en het ecosysteem is stabiel” (Encyclo, 2018).

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1	Leeswijzer	1
2.	Noodzaak	2
2.1	Aantal distributiecentra groeit	2
2.2	KNMI 14 scenario's	3
2.3	Reden voor klimaatadaptatie	4
2.3.1	Hittestress	4
2.3.2	Wateroverlast	5
2.3.3	Neerslagtekort	5
2.4	Biodiversiteit	6
3.	Probleemanalyse	7
3.1	5 W + H methode	7
3.2	Onderzoeksvraag + deelvraag	8
4.	Toetsende eisen	9
4.1	Maatgevende regenbui	9
4.2	Infiltratie eisen	11
5.	Standaard terrein	12
5.1	Omschrijving standaard terrein	12
5.2	Knelpunten standaard terrein	13
6.	Resultaat onderzoek per onderdeel	14
6.1	Totstandkoming	14
6.2	Reverse engineering	14
6.3	Bovengronds afvoeren	15
6.4	Groen dak met zonnepanelen	16
6.5	Sprinklertank gebruiken	18
6.6	Gedeelde Wadi binnen het plangebied	19
6.7	Kwaliteit van water	20
6.8	Groen boven de laadkuil	21
6.9	Biodiversiteit	22
7.	Resultaat	23
7.1	Nieuwe balans	23
7.2	Temperatuurverlaging	24
7.3	Infiltratie en berging	24
7.4	Parkeerplaatsen	26

7.5 Verificatie berekening	26
8. Conclusie	27
9. Discussie en aanbeveling.....	28
9.1 Discussie	28
9.2 Aanbeveling.....	28
10. Reflectie	29
Verwijzingen	30
Bijlages.....	32
Bijlage I – Literatuurstudie (2021-LST-Klimaat Adaptatie & Bio v2)	32
Bijlage II – Verslagen interviews en gesprekken	32
Bijlage III – Tekeningen huidige standaard (inclusief balanstekening)	32
Bijlage IV – Tekeningen klimaat adaptief ontwerp (inclusief balanstekening)	32
Bijlage V – Details klimaat adaptief ontwerp	32
Bijlage VI – Berekeningen (inclusief verificatie)	32

I. Inleiding

De laatste tijd zie je het veel gebeuren dat projectontwikkelaars distributiecentra bouwen met grote oppervlaktes langzamerhand het landschap steeds meer beginnen te vormen.

Het onderwerp van dit onderzoek richt zich op zoeken van een nieuwe standaard voor het inrichten van deze terreinen. Specifiek op het terrein van een distributiecentrum omdat hier een grote bijdrage kan worden geleverd vanuit duurzaam perspectief.

Als het gaat om de ontwikkeling van deze grote bedrijventerreinen en de onderwerpen ecologie, biodiversiteit en klimaatadaptatie dan kan er nog veel verbeterd worden op dit gebied.

I.1 Leeswijzer

In het eerstvolgende hoofdstuk wordt u op de hoogte gebracht van het probleemstuk en de relevantie van het onderwerp. Daarna wordt de probleemstelling en de onderzoeksvraag uitgelicht zodat er een duidelijk beeld van de probleemstelling is voordat de resultaten van het onderzoek worden blootgesteld.

Het concept is uitgewerkt aan de hand van het “reverse engineering” principe. Hierbij wordt er gekeken naar een traditionele manier van inrichting. Als het ware de bestaande standaard. De bestaande standaard wordt dan stapsgewijs klimaat adaptief ingericht wat betekend verbeterd watermanagement en meer ruimte voor biodiversiteit. Per onderdeel wordt toegelicht en onderbouwd waarom er gekozen is voor deze oplossing en wat de impact is op gebied van klimaat adaptatie en biodiversiteit. Aan het einde wordt het geheel samengevat in een “nieuwe standaard”.

2. Noodzaak

2.1 Aantal distributiecentra groeit

Om de relevantie aan te tonen voor het onderwerp is er gekeken naar de ontwikkeling van distributiecentra van de afgelopen 20 jaar in Nederland. Deze ontwikkeling wordt zichtbaar met het aantal distributiecentra dat er de afgelopen 20 jaar is bijgekomen. In het jaar 2000 waren er 1038 distributiecentra en 18 jaar later, in 2018, waren dit er 1930. In vergelijking zijn de oppervlaktes per in dezelfde tijd ook toegenomen van 16 miljoen vierkante meter naar 34,58 miljoen vierkante meter eind 2018 (Bak, 2020). In 2019 zijn er nog eens 19 XXL Dc's (distributiecentra groter dan 40.000 m²) geopend en in 2020 werden er nog 22 verwacht waarna er voor 2021 ook nog 8 op de planning staan (M. Overmeer, 2020). Dit zou minimaal nog 1,96 miljoen vierkante meter aan logistiek vastgoed zijn. Maar omdat bekend is dat ze variëren in grote van 40.000 m² tot 210.000 m² is de verwachting meer dan de 2 miljoen vierkante meter. Dit gaat om de vierkante meters logistiek vastgoed in vloeroppervlakte van de hal de rest van het perceel is niet meegenomen.

Tabel 1 (N. Poppelaars, 2020)

Vergelijk oppervlaktes		
Omschrijving	Waarde	Eenheid
Oppervlakte provincie Utrecht	1.560.000.000	m ²
Circa oppervlakte logistiek vastgoed 2020	38.000.000	m ²
Verwacht circa oppervlakte logistiek vastgoed 2050	75.000.000 / 95.000.000	m ²
Verwacht circa oppervlakte logistiek vastgoed 2050 incl. de rest van het perceel op basis van 'de standaard' (32,4% perceel oppervlak erbij)	Ca. 125.780.000	m ²

In Nederland hebben we nu ongeveer 5940 voetbalvelden aan logistiek vastgoed en naar verwachting zijn dat in 2050 14.845 voetbalvelden. Wanneer je dan ook de rest van het perceel gaat meenemen, dus niet alleen de hal en de laadkuil, zijn het meer dan 19.650 voetbalvelden.

De discussie die deze opmars aan logistiek vastgoed teweegbrengt is de "verdozingsdiscussie". Bewoners in gebieden waar logistiek vastgoed wordt gerealiseerd zijn negatief over de vormgeving van deze projecten. Het is echter de commerciële (e commerce) behoefte van de bevolking dat leidt tot deze uitbreiding in het logistiek vastgoed (RetailNews, 2020). Doordat we steeds meer online bestellen is er steeds meer logistiek vastgoed nodig en is er dus een duidelijke trend zichtbaar in de ontwikkeling van deze distributiecentra.

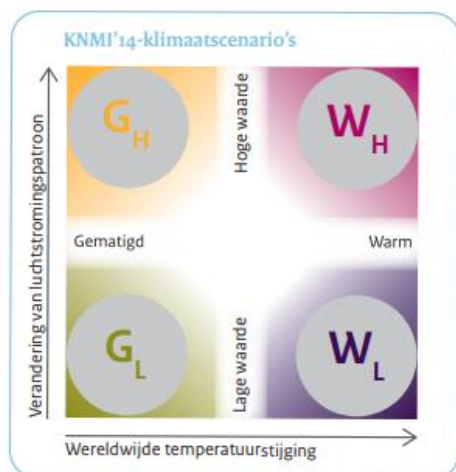
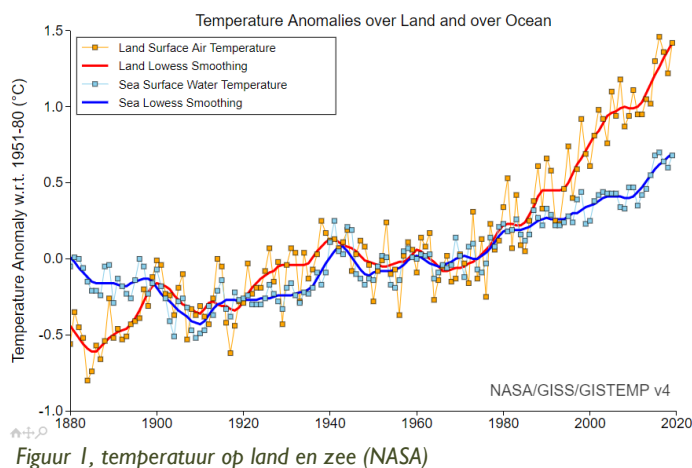
2.2 KNMI 14 scenario's

Om te kunnen begrijpen waarop dit onderzoek gebaseerd wordt, is een korte uitleg over de KNMI-klimaatscenario's nodig.

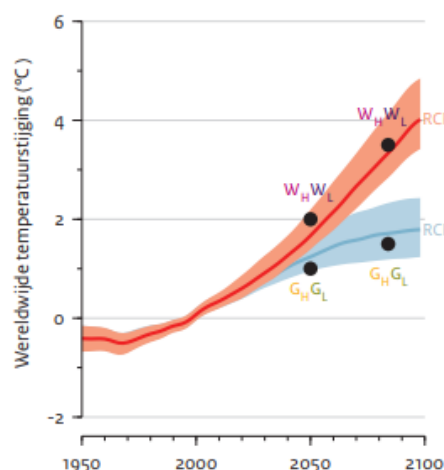
De klimaatscenario's van het KNMI geven een beeld van de toekomstige klimaatverandering op basis van 12 klimaatvariabelen zoals temperatuur, wind, neerslag, zeespiegel, zonnestraling etc.

De noodzaak voor klimaatadaptatie is gebaseerd op het WH- scenario van het KNMI (zie figuur 1 en 2) dit is het meest extreme scenario van de 4 scenario's. In het WH en het GH-scenario is er verandering in de luchtstromingspatronen waardoor er drogere zomers ontstaan. Iets wat de laatste jaren merkbaar is ons eigen land. Verder kent het WH-scenario een grotere temperatuurstijging namelijk 2°C in 2050 en 3,5 °C in 2085 ten opzichte van GH en GL-scenario waar het 1°C en 1,5°C in 2085 is. Tussen 1980 en 2020 is volgens NASA de gemiddelde temperatuur met circa 1 °C gestegen zie figuur 1 (NASA, 2020). En er dan vanuit gaande dat er een verband is tussen de verhoogde CO2 uitstoot en de temperatuurstijging is het WH-scenario van het KNMI een aannemelijk scenario. Dit onderzoek wordt gebaseerd op het WH-scenario van het KNMI. Deze kent dus de grootste temperatuurstijging en het grootste tekort aan neerslag in de warme maanden van het jaar.

Dit jaar wordt door het KNMI het klimaatsignaal'21 uitgebracht waarin de nieuwste inzichten worden weergegeven en aangeduid kan worden welk van de 4 scenario's we naartoe gaan. Waarop in 2023 een nieuwe tabel wordt gepresenteerd die de KNMI'14 tabel in figuur 3 zal gaan vervangen (Tank, Beersma, Bessembinder, Hurk, & Lendrink, 2015).



Figuur 2, de 4 scenario's



Figuur 3, de 4 scenario's in tabelvorm

2.3 Reden voor klimaatadaptatie

De extreme weersomstandigheden brengen veel problemen met zich mee. Eén van de onderwerpen van dit onderzoek is het klimaat adaptief maken van de terreinen door de volgende problemen aan te pakken: hittestress, wateroverlast en neerslagtekort.

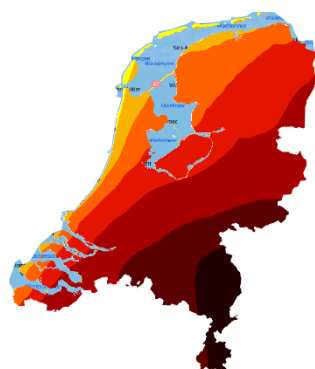
2.3.1 Hittestress

Hittestress komt steeds vaker voor in ons land, en is volgens de directeur van het KNMI de meest bedreigend van alle klimaat extremen. De lijst van negatieve effecten die dit met zich meebrengt is eindeloos. Een aantal staan hieronder weergegeven:

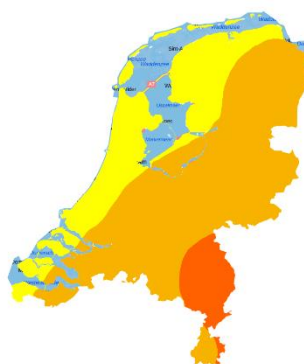
Tabel 2 (J. Kluck, 2019)

• Schade aan natuur • Schade aan wegen • Grotere energievraag • Lagere waterkwaliteit • Mislukte oogst • Slaapproblemen	• Hoger sterfte getal • Drukke in de zorg • Watervraag omhoog • Arbeidsproductiviteit • Stroring bij bruggen • Kromme rails	• Lagere grondwaterstand • Voedsel bederft sneller • Comfort buiten verslechter • Smog
--	--	---

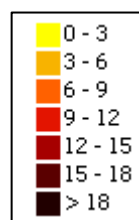
De klimaatverandering is volgens het KNMI duidelijk zichtbaar omdat het aantal tropische dagen (dagen boven de 30 °C) per jaar is aan het stijgen is (Tank, Beersma, Bessembinder, Hurk, & Lendrink, 2015). De afbeeldingen hieronder zijn door het KNMI samengesteld om te laten zien wat er gaat gebeuren volgens het WH-scenario van het KNMI (één van de 4 scenario's) (Klimaat-effect atlas, 2020). De gebieden met weinig groen en veel verharding zijn het meest vatbaar voor hittestress volgens het KNMI.



Figuur 4 tropische dagen 2050 (KNMI)



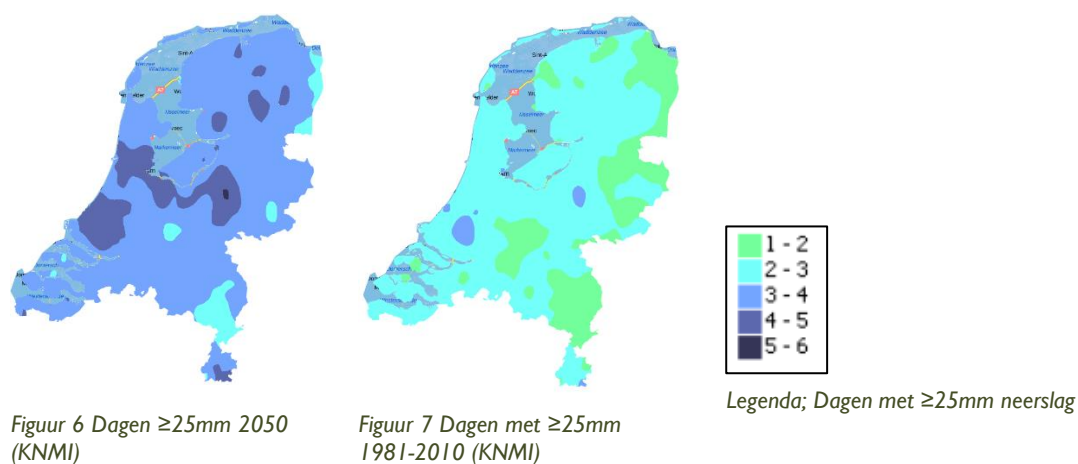
Figuur 5 tropische dagen 1981 - 2010 (KNMI)



Legenda; aantal tropische dagen per jaar

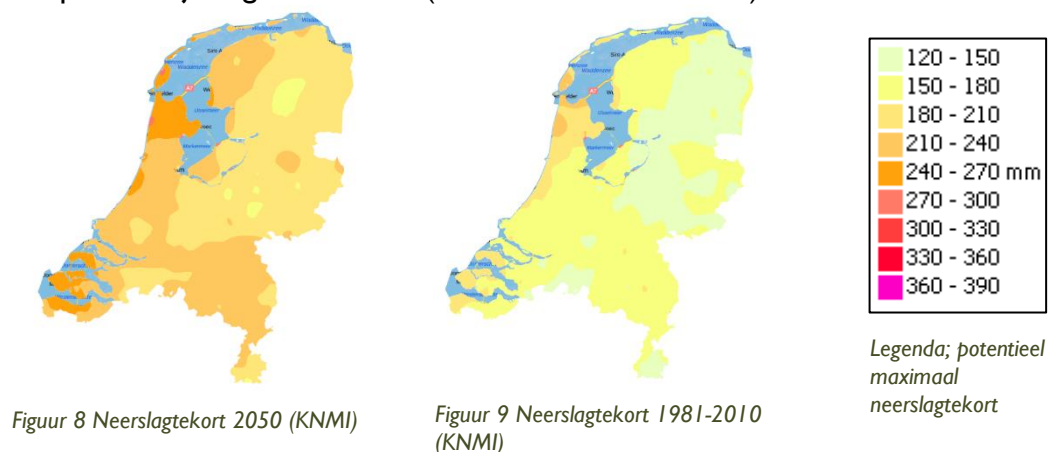
2.3.2 Wateroverlast

Normaal werkt de ondergrond in een gebied met veel groen als een soort spons waardoor het water op het oppervlakte naar de bomen verdwijnt. Zo vult de regen de grondwaterstand weer aan. Anders dan bij beton en tegels waar het regenwater opzoek moet naar een riool en bij extreme buien voor wateroverlast zorgt. De huidige stedelijke gebieden zijn vaak niet bestand tegen zulke extreme regenbuien. En door deze extreme buien krijgt de ondergrondse infrastructuur te maken met steeds hogere debieten. Waardoor rioolstelsels hydraulisch op steeds extremere buien worden getoetst en het stelsel steeds groter en kostbaarder worden. Het WH-scenario van het KNMI voorspelt steeds vaker dagen met extreme buien boven de 25mm zoals hieronder in de figuren 6 en 7 is af te lezen. Hierop is af te lezen wat het gemiddelde aantal dagen per jaar is met 25mm of meer regenwater (Klimaat-effect atlas, 2020).



2.3.3 Neerslagtekort

Ondanks dat we steeds extremere buien krijgen, ontstaan er in de maanden april tot september ook meer extreme droge periodes wat weer zorgt voor een watertekort. Volgens het WH-scenario van het KNMI komt potentieel neerslagtekort steeds frequenter voor in de toekomst zoals in de figuur 8 en 9 is te zien. Daar wordt het huidige tekort vergeleken met het voorspelde tekort in 2050. In de afbeelding is het potentieel neerslagtekort weergegeven in een maat voor droogte die volgt uit het verschil in verdamping en neerslag in de periode april tot september. Neerslag te kort zorgt er in de warme periodes, mei tot augustus, voor dat er minder water beschikbaar is in de grond en het in oppervlaktewater. Waar de vraag naar water in deze warme periodes juist groter wordt (Klimaat-effect atlas, 2020).



2.4 Biodiversiteit

Het onderwerp biodiversiteit en ecologie wordt meegenomen in dit onderzoek omdat door de klimaatverandering en de ontwikkelingen binnen de infrastructuur, Nederland de afgelopen 100 jaar veel biodiversiteit is verloren (CBS; PBL; RIVM; WUR, 2016).

Het verlies van biodiversiteit zal uiteindelijk grote gevolgen hebben op de leefbaarheid van Nederland en de rest van de wereld.

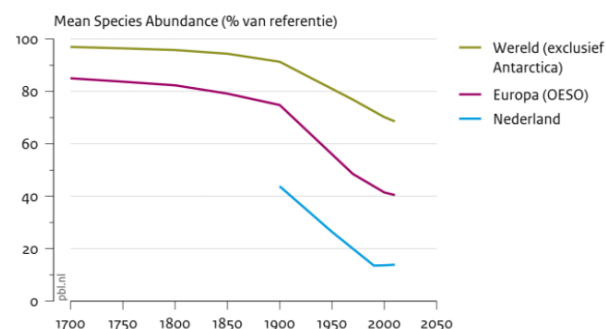
Het belang van biodiversiteit en de waarde die hieraan gekoppeld is, is terug te herleiden naar alles dat we als mensheid nodig hebben en gebruiken. In de literatuurstudie (Bijlage I) is uitgebreid omschreven waarom de biodiversiteit zo belangrijk is voor ons en wordt beschreven hoe je een begin maakt om de biodiversiteit weer te herstellen.

Voor dit herstellen zullen er maatregelen moet worden getroffen bij elk nieuw project dat er in Nederland wordt ontwikkeld, zo ook in het logistieke vastgoed.

Naast het klimaat adaptief maken moet er dus ook meer aandacht komen voor het vergroten van de biodiversiteit. Zodat deze ecosystemen die hiervan afhankelijk zijn in stand kunnen worden gehouden, en er nieuwe ecosystemen kunnen ontstaan en aan elkaar kunnen worden verbonden.

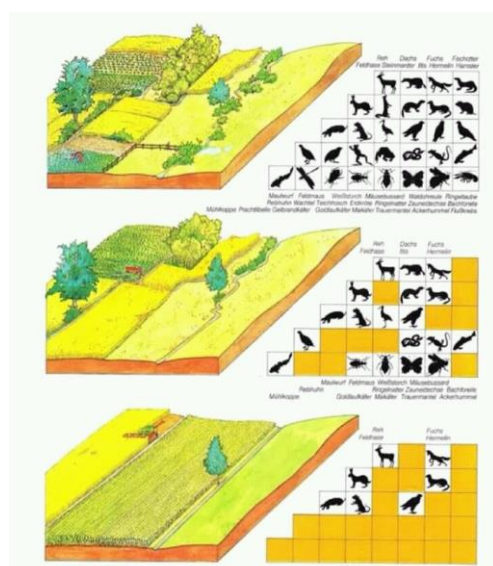
In dit onderzoek wordt er gekeken naar oplossingen voor klimaatadaptatie en vergroting van de biodiversiteit om zo de ecosystemen te versterken. Bij het vergroten van de biodiversiteit is het creëren van een betere leefomgeving ook een neven doel die elkaar versterken, een groenere

Biodiversiteit



Figuur 10 Tabel Verlies biodiversiteit (Compendium voor leefomgeving)

wereld is namelijk een fijnere leefomgeving zie ook de literatuurstudie (bijlage I) voor extra onderbouwing. De blokkendozen (distributiecentra) zijn volgens sommige geleerden een 'verrommeling van het landschap' en een bedreiging van de biodiversiteit is (Soest & Nefs, 2019).



Figuur 11 biodiversiteit in verschillende landschappen

3. Probleemanalyse

In de probleemanalyse wordt met de 5 W + H methode, op een pragmatische manier toegelicht wat het probleem is. Zo kan is er doelgericht een onderzoeksvraag met deelvragen opgesteld.

3.1 5 W + H methode

Wat?	• Bij het ontwikkelen van logistiek vastgoed ontstaat het probleem dat de kwaliteit van de leefomgeving achteruitgaat. • Rondom de gebouwen is er in de warme maanden al snel sprake van hittestress. • De grote hoeveelheden regenwater belasten het rioolstelsel van de gemeente. Terwijl op veel plaatsen in Nederland de grondwaterstand te laag is. • Rondom en op de distributiecentra is er weinig tot geen biodiversiteit aanwezig en door de bouw van nieuwe distriparken verdwijnen bestaande ecosystemen.
Wie?	• De omwonenden, soms worden deze distributiecentra vlakbij bewoonde gebieden gebouwd. Dat heeft een negatief effect op de kwaliteit van leefomgeving. • De gemeente omdat deze de bewoners moeten voorzien van een betere leefomgeving en de rioleringsstelsels buiten de percelen moeten aanleggen en onderhouden, waarna al het water door de zuivering moet voordat het terug naar oppervlaktewater kan. • De projectontwikkelaars welke met de uitdaging worden confronteert de projecten "groener" uit te voeren. • De diverse diersoorten, insecten en planten die hun leefomgeving verliezen • De mensen die online spullen bestellen omdat dit via het logistiek vastgoed mogelijk gemaakt wordt. • De overheid die de doelen uit het klimaatakkoord wil behalen. • Het ingenieursbureau en de specialisten in de ecologie die de oplossingen bedenken voor deze problemen. • De aannemer die deze groenere wereld in praktijk moet gaan realiseren.
Waar?	• Op bestaande locaties waar veel logistiek vastgoed is ontwikkelt • Op nieuwe locaties waar nog veel logistiek vastgoed zal gaan worden ontwikkeld.
Waarom?	• De scenario's van het KNMI laten zien het weer steeds extremer wordt en er is een verband te zien met de uitstoot die wij als mensen veroorzaken en het weer dat steeds extremer wordt. • De biodiversiteit is de afgelopen 100 jaar flink vermindert in Nederland, dit doordat er veel gebouwd is in gebieden die eerst deze biodiversiteit huisden. • Er is in het verleden niet goed genoeg nagedacht over impact van het bouwen van deze megahallen. • Er is wellicht niet voorspelt dat de e commerce en de logistieke beweging binnen Nederland zo snel zou groeien en zo groot zou worden.
Wanneer?	• Sinds de industriële revolutie is het landschap in een hoog tempo verandert en is de populatie gestegen. Ook de negatieve effecten die dit met zich mee

	hebben gebracht worden nu duidelijke zichtbaar. De afgelopen 20 jaar is het aantal distributiecentra flink gegroeid tot een schaal waar het steeds meer het landschap begint te vormen.
Hoe?	• Doordat er steeds meer e-commerce is en er minder wordt gekocht in de winkels en omdat wij als Nederlanders steeds meer zijn gaan consumeren worden er nu overal grote distributiecentra gebouwd. • Doordat Nederland ook zelf veel exportproducten heeft en ook veel export doorgeeft dat binnenkomt in de havens en naar de rest van Europa gaat. • Bij het ontwikkelen van logistiek vastgoed ontstaat het probleem dat de leefomgeving achteruitgaat door de grote grijze "blokkendozen" die worden gebouwd overal in Nederland. • De riolering wordt onnodig belast door de grote hoeveelheid regenwater die van deze logistieke percelen komen. • De grote verharde oppervlaktes van het logistiek vastgoed vergroten het effect van hittestress in de omgeving. • Het bouwen van logistiek vastgoed op locaties die voorheen groen waren verkleint de biodiversiteit.

3.2 Onderzoeksvraag + deelvraag

De onderzoeksvraag is een samenvattend geheel van de probleemanalyse en de noodzaak.

Onderzoeksvraag:

Hoe kan een logistiek vastgoed bedrijventerrein verbeterd ingericht worden op het gebied van regenwaterbeheer en ruimte voor biodiversiteit met behoud van functionaliteit van het terrein?

Deelvraag 1:

Welke onderdelen van het bedrijventerrein kunnen aangepakt worden voor een verbeterd regenwaterafvoer en ruimte voor biodiversiteit?

Deelvraag 2:

Wat is er nodig om een gezond ecosysteem met biodiversiteit aan planten, bomen, insecten en dieren te creëren en te behouden?

Deelvraag 3:

Waar kun je allemaal met het regenwater naartoe en op wat voor manieren kun je dit transporteren?

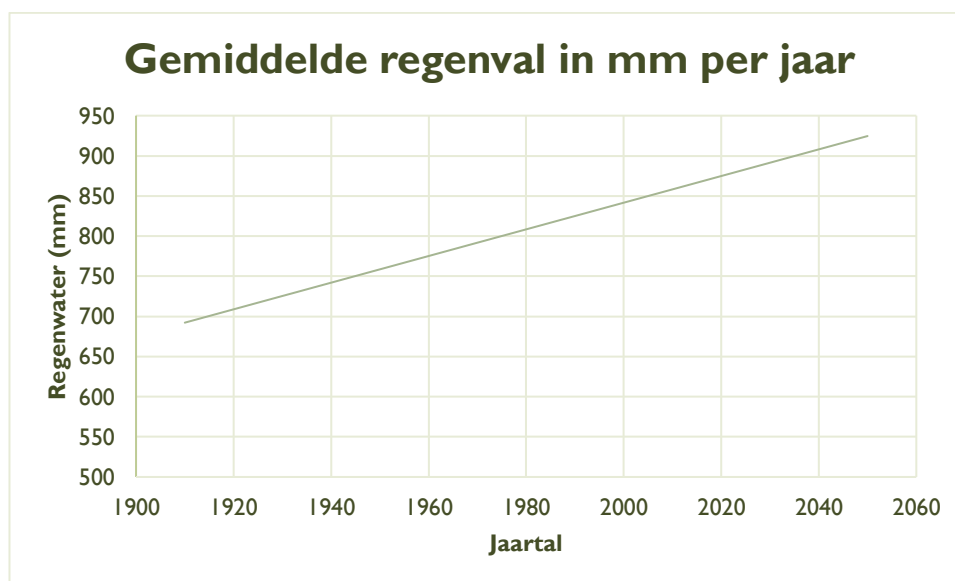
4. Toetsende eisen

Doordat ons klimaat verandert, komt vanuit provincies en gemeentes steeds vaker de eis om te bergen op eigen terrein (Holtz, 2021). Ook om bepaalde duurzaamheidskenmerken, zoals het Breeam keurmerk te kunnen halen, is het vaak nodig om grote hoeveelheden water te infiltreren. Soms zelfs net zoveel als voor de ontwikkeling van het bedrijventerrein. Daarnaast is er een groot belang om het grondwaterpeil in Nederland hoog te houden om de verschillende redenen benoemd in paragraaf 2.3. De huidige manier van rioolontwerp is niet ingericht op het infiltreren van water maar juist op het afvoeren ervan. Dit creëert de noodzaak om een gehele nieuwe aanpak te ontwikkelen op het gebied van regenwater.

4.1 Maatgevende regenbui

Binnen dit onderzoek is het jaar 2050 te gebruiken als richtlijn voor de maatgevende regenbui. Dit omdat voor bijna alle voorspellingen die nu beschikbaar zijn er gekeken wordt naar het klimaat in 2050. Een distributiecentrum heeft daarnaast een gemiddelde technische/ economische levensduur van circa 30 jaar (Esmeijer, 2019).

Eind 2019 was de gemiddelde hoeveelheid regenwater dat in Nederland viel gelijk aan 873 mm in 1910 was dit 692mm. De afgelopen 110 jaar is een stijgende trend te zien waarbij het gemiddelde hoeveelheid regenwater in Nederland gestaagd is opgelopen. Als we deze trendlijn doortrekken naar 2050 komen we op een gemiddelde van 925mm zie grafiek 1 (Rijksoverheid, 2020). Dat is een stijging van 6%. Dit gemiddelde loopt vooral op omdat er steeds grotere pieken zijn in regenbuien die binnen een korte tijd vallen deze pieken zijn soms zelfs wel 20% hoger dan 110 jaar geleden.

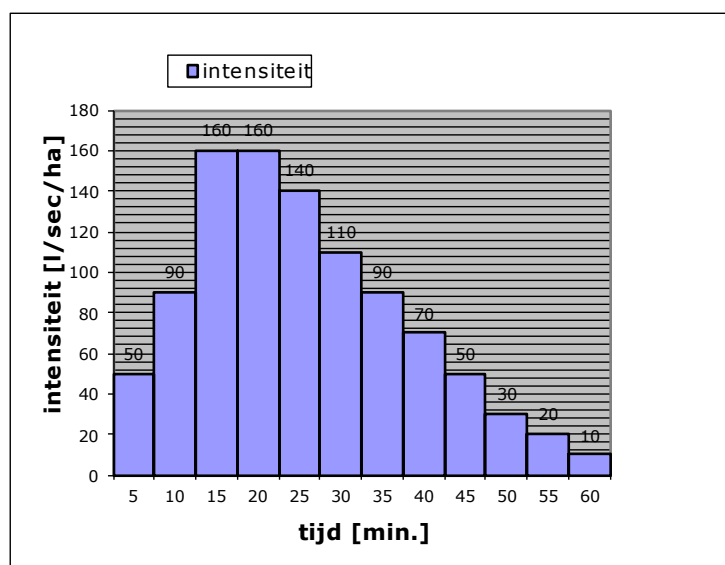


Grafiek 1

Op die manier voorspelt het WH-scenario van het KNMI ook extremer weer met hevigere regenbuien. Om ervoor te zorgen dat een gebied of bedrijventerrein klimaat adaptief wordt, is er gekeken naar het regenwater dat in één uur valt. Want als de korte extreme neerslag onder controle is zullen de langdurige regenbuien dat ook zijn. Belangrijk is dat de hoeveelheid water die in korte tijd valt tijdelijk kan worden opgeslagen zodat het vervolgens rustig de grond in kan infiltreren. Bij langdurige buien is er meer tijd voor infiltratie en is dat probleem minder relevant. Om voor één uur een goede simulatie te kunnen maken wordt er gekeken naar de Leidraad buien van RIONED, die hebben al deze data over regenbuien de afgelopen 110 jaar verzameld en omgezet naar kunstmatige neerslaggebeurtenissen die tussen de 0,5 en 10 jaar voorkomen. Gebruikelijk in Nederland is dat er getoetst wordt met Bui08 met 19,8mm regenwater in 1 uur en een gemiddelde afvoer van 55 l/s/ha. Dit is een T=2 regenbui welke daarom eens in de 2 jaar voorkomt volgens RIONED.

In dit onderzoek wordt Bui 09 gehanteerd, deze heeft een herhalingstijd van T=5 dat betekend dat deze bui eens in de 5 jaar voorkomt. Daarnaast wordt deze bui verzwwaard met 20% om de gemiddelde klimaatverandering op te vangen tot 2050. Wetende dat er in het grootste deel van het land ongeveer 4 keer per jaar 25mm of meer valt in een dag is de 35,2mm in een uur meer dan voldoende. Daarom onderstaand de eis voor een klimaatbestendig bedrijventerrein met Bui09 +20% (RIONED, 2019).

Grafiek 2 – Bui09



Om wateroverlast te voorkomen bij extremere buien wordt het ontwerp voorzien van een overstort, zodat er bij nog hogere intensiteit het regenwater alsnog kan wegstromen.

Eisen en randvoorwaarden:

- Bui09 + 20%
 - 352 m³ / ha
 - 35,2 mm / m²
 - Gemiddeld 98,4 l/s/ha
- Groene oppervlaktes worden beschouwd als zelf infiltrerend.
- Totale Berging benodigd om te kunnen infiltreren: 797,6 m³

Een veel terugkomend keurmerk in de vastgoedmarkt “met betrekking tot duurzaamheid” is het BREEAM-keurmerk. Deze bestaat uit 9 categorieën welke weer verdeeld zijn in onderdelen die behaald kunnen worden om een keurmerk te behalen. Welke het makkelijker maakt om bijvoorbeeld subsidies te krijgen. Dit BREEAM-Keurmerk is deels als richtlijn voor de eisen uit dit onderzoek gebruikt echter de T=100 bui welke wordt gehanteerd in de Breeam is een stuk extremer is dan de Bui9 waarop nu getoetst wordt. Deze komt slechts 1 keer in de 100 jaar voor. Omdat éénmaal in de 100 jaar overstorten acceptabel is wordt deze bui niet gehanteerd als definitieve eis.

4.2 Infiltratie eisen

De eisen voor het afvoeren van hemelwater worden steeds strenger en richt zich meer op infiltratie. Hieronder een aantal eisen aangehaald waar het toekomstige bedrijventerrein aan zal moeten voldoen en waarop in dit onderzoek wordt getoetst. Deze eisen zijn tot stand gekomen vanuit de BREEAM en ervaring vanuit de ingenieurs van Quadrant.

Om de kwaliteit van het water te kunnen garanderen en dus te mogen infiltreren moet rekening gehouden worden met deze eisen.

- Gebieden die risico vormen voor oppervlaktevervuiling moeten worden voorzien van een afscheider of ander duurzaam afvalwatersysteem binnen het plangebied.

Voorbeelden van risicogebieden zijn:

- Tankplaatsen of tankstations
- Locaties waar vrachtverkeer wordt gemanoeuvreerd of geparkeerd.
- Locaties waar meer dan 50 personenauto's worden geparkeerd.
- Wegen of parkeerplaatsen met een afvoer op een natuurgebied.
- Wegen t.b.v. gemotoriseerd verkeer.
- Locaties waar olie wordt bewaard en/ of gebruikt.
- Gebieden waar onderhoud wordt gepleegd aan voertuigen

Als er aangetoond kan worden dat de infiltrerende maatregel ook een filterende werking heeft door slib vast te houden en olie af te breken kan de afscheider komen te vervallen. De olie benzine afscheider zou dus kunnen worden vervangen door een natuurlijk filter (BREEAM, 2014). Om de hoeveelheid infiltratie vast te stellen moet voldaan worden aan de onderstaande eisen.

- De infiltratie en bergingsmaatregelen moeten garanderen dat de afstroomsnelheid vanuit het totale plangebied op lokale watergangen niet groter is dan voordat plangebied ontwikkeld werd tijdens een Bui09 +20% (t.b.v. klimaatverandering).
- De infiltratie en bergingsmaatregelen moeten garanderen dat de hoeveelheid afstromen water gedurende de levensduur van het nieuwe plan. Net zo groot of kleiner is dan de voordat het plangebied ontwikkeld werd tijdens Bui09+20% (t.b.v. klimaatverandering).

5. Standaard terrein

5.1 Omschrijving standaard terrein



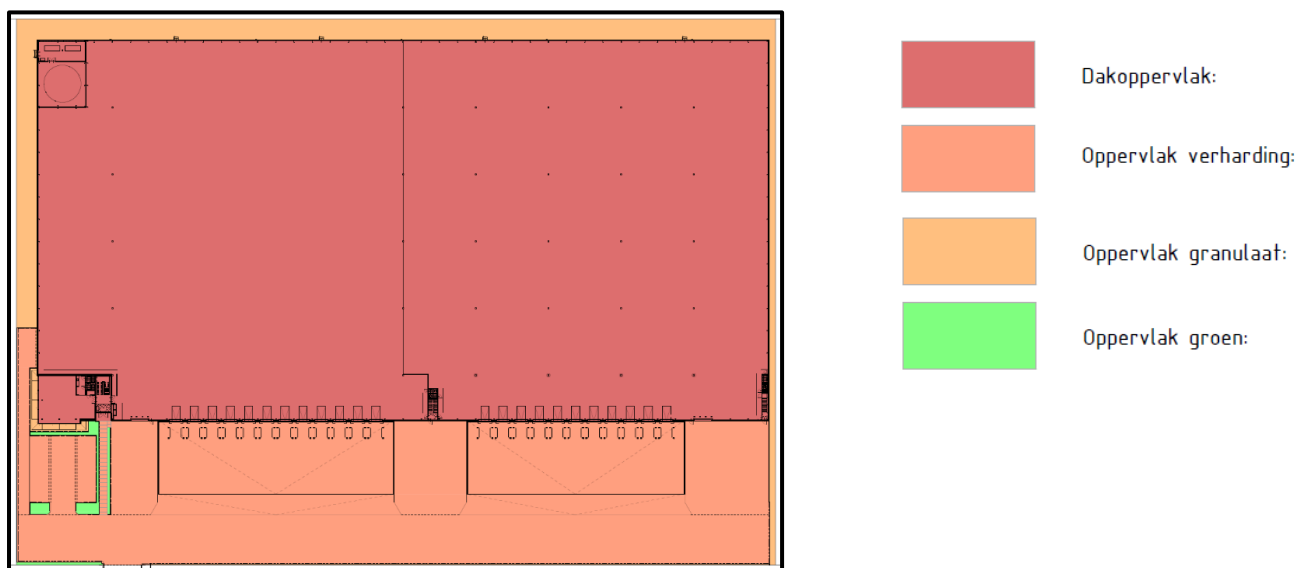
Figuur 12 standaard in praktijk

Het standaard ontwerp dat gebruikt wordt voor dit onderzoek is in 2019 ontwikkeld door 3 adviesbureaus. Voor de opdrachtgever is deze ontwikkeld zodat de uitgangspunten bij elke project voor ieder adviesbureau duidelijk en hetzelfde zijn. In bijlage III is de huidige standaard te vinden waarop de terreininrichting en riolering is uitgewerkt.

Het terrein bestaat voor 67,6% uit gebouwoppervlak, 26% uit verharding (beton), 6% granulaat en 0,41% groen. Het water op het dak gaat via afvoeren aan de voorkant en achterkant naar beneden het rioolstelsel in. Het voorterrein wordt afgewaterd doormiddel van kolken in de rijbaan, parkeervakken en goten in de laadkuil om vervolgens ook het rioolstelsel in te gaan. Hierna wordt eerst gekeken of er kan worden geloosd op open water en als dat niet mogelijk is wordt er geloosd op het gemeentestelsel. Binnen dit onderzoek noemen we dit het conventionele (standaard rioolstelsel). Hierbij wordt het granulaat en het groen als infiltrerend beschouwd, en daarom worden daarvoor geen maatregelen getroffen voor het afvoeren.

Voor de brandveiligheid is er een sprinklertank aanwezig welke het brandblussysteem voorziet van bluswater in wanneer er brand uit breekt. Om de 3 maanden wordt dit systeem getest en wordt de tank geleeegd via de het vuilwaterstelsel.

Vanuit de gemeentes wordt meestal de eis gesteld om een minimaal aantal parkeervakken te hebben ten opzichte van het gebouwoppervlak. Voor dit project is gehanteerd 0,8 vakken per 100m² BVO aangezien dit de meest voorkomende eis is, wat geeft een totaal van 102 parkeervakken. Dit is aan de hoge kant omdat meestal het aantal werknemers t.o.v. het vloeroppervlak laag is. Per gemeente is de parkeernorm verschillend.



Figuur 13 Balans verharding, half verharding en groen

Het standaard terrein in het kort (zie bijlage III voor bijbehorende tekeningen).

- Totale oppervlakte: 24.216 m²
- Dak: 16.370 m²
- Verharding: 6290 m²
- Granulaat: 1456 m²
- Groen: 100 m²
- Totale berging HWA/SWA stelsel: 56m³
- Totaal aantal meters rioolstreng 736m
- Totaal aantal parkeervakken 102
- 222,1 l/s afvoer regenwater (Bui09+20%)

5.2 Knelpunten standaard terrein

Hieronder wordt in hoofdlijnen uiteengezet waarom het standaard terrein niet meer voldoet aan de eisen van nu en de nabije toekomst.

Geen infiltratie

Doordat 93% (zie standaard ontwerp) van het perceeloppervlak verhard is en via het rioolstelsel wordt afgevoerd is er bijna geen infiltratie, dit heeft een negatief effect op de grondwaterstand en dat zal in de toekomst alleen maar meer worden. Het wordt daarom ook steeds moeilijker om aan de eisen vanuit bevoegd gezag te voldoen omdat er steeds strengere normen gehanteerd worden zoals beschreven in hoofdstuk 4.

HWA-rioolstelsel overbelast

Doordat al het water wordt afgevoerd wordt het rioolstelsel steeds meer belast en daardoor steeds groter gedimensioneerd. Nieuwe eisen zorgen ervoor de stelsels zo groot en duur worden dat er een nieuwe aanpak nodig is. Als de eisen die nu alleen nog vanuit keurmerken worden gevraagd steeds algemener worden zal het conventionele rioolontwerp niet langer voldoen.

Hittestress

Het percentage verhard oppervlak zorgt ervoor dat de temperaturen op een zomerse dag oplopen. Zo kan de temperatuur op het dak oplopen tot 60° C en is het op de rest van het terrein ook al snel boven de 40° C op het terrein. Dit zorgt ervoor dat de luchttemperatuur rondom de ontwikkeling 4° C hoger is (J. Kluck, 2019).

Kwaliteit van leefomgeving

De hittestress in de zomer, het geringe groen in combinatie met het aantal voertuigbewegingen zorgen ervoor dat het conventionele distributiecentrum een negatieve impact hebben op onze leefomgeving.

Verlies van biodiversiteit

In allerlei verschillende gebieden worden logistieke bedrijventerreinen ontwikkelt.

Vastgoedbedrijven en ontwikkelaars proberen overal grond op te kopen wat op veel locaties zorgt voor verlies van biodiversiteit en splitsing van leefgebieden. Dat terwijl de afgelopen 100 jaar al zoveel biodiversiteit verloren is gegaan (CBS; PBL; RIVM; WUR, 2016).

6. Resultaat onderzoek per onderdeel

6.1 Totstandkoming

In Bijlage II (verslagen interviews en gesprekken) is de verzamelde data samengevoegd welke is geselecteerd op basis van de gesprekken met specialisten op het gebied van civiele techniek, watermanagement en projectontwikkeling.

De noodzaak om de biodiversiteit aan te pakken komt naar voren in de literatuurstudie (zie bijlage I) hierin wordt duidelijk omschreven waarom het belangrijk is dat we hier aandacht aan besteden.

6.2 Reverse engineering

Op basis van de input en visie van het waterschap, eisen vanuit gemeentes en klimaatadaptatie is er samen met civiel adviseurs gekeken naar een andere manieren van (deels) bovengronds afvoeren. In deze paragraaf wordt toegelicht wat er uit deze samenwerking met de waterschappen en adviseurs is gekomen. Vanuit het principe van reverse engineering is er naar oplossingen gezocht om het standaard terrein te laten voldoen aan de nieuwe eisen.

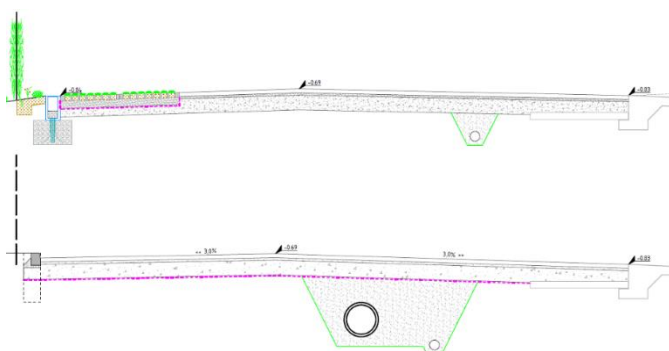
Deze reverse engineering gaat als volgt. Het standaard terrein dat wordt gehanteerd wordt ontleed in alle onderdelen tot een detailniveau welke nog van belang is binnen de civiele techniek en dit onderzoek. Hieruit komt een breakdownstructure van het terrein en al zijn elementen. Omdat voor dit onderzoek de omgeving rondom de nieuwe ontwikkeling ook van belang is, is deze ook ontleed in onderdelen om zo een integraal beeld te creëren van het project. Na het ontleden wordt er gekeken naar de werking van het geheel en de rol van elke element hierin. Samen met het waterschap en de civiel ingenieurs is er gekeken naar het standaard terrein en de bijbehorende breakdownstructure om zo te beoordelen welke onderdelen moeten worden aangepast en waarom. Vervolgens is geschetst hoe deze onderdelen weer als een geheel kunnen functioneren wanneer deze zijn aangepast.

Uit deze overleggen zijn de onderstaande onderdelen (zie paragraaf 6.3 t/m 6.8) gekomen welke effect hebben op de toekomstbestendigheid van de nieuwe ontwikkeling met betrekking tot klimaatadaptatie. Per onderdeel is het resultaat van de beoordeling toegelicht.

6.3 Bovengronds afvoeren

Door de waterschappen wordt geadviseerd om bovengronds af te voeren. Dit komt omdat wanneer je wilt gaan infiltreren in bij voorbeeld wadi's het niet handig is om je water diep onder de grond te brengen. Infiltratievoorzieningen moeten namelijk ver genoeg boven het grondwaterpeil worden aangebracht, als het grondwaterpeil te dichtbij is krijg je een permanente sloot omdat het water niet kan infiltreren. Een rioolstelsel inclusief het afschot om onder vrij verval te kunnen afvoeren zou een infiltratievoorziening in NAP hoogte al ver naar beneden dwingen waardoor dus op veel plekken in Nederland je te dichtbij of zelfs in het grondwater terecht komt. Het toevoegen van een pomp om alsnog je water omhoog te brengen voor infiltratie brengt dan onnodig de onderhouds- en beheerskosten omhoog.

- Wanneer het rioolstelsel voor het HWA en SWA-stelsel komt te vervallen bespaar je intensieve arbeid door minder graafwerkzaamheden en grondverplaatsing en aan en afvoer van grond nieuwe of gebruikte grond.
- Wanneer het rioolstelsel voor het HWA en SWA-stelsel komt te vervallen bespaar je op de materialen die gebruikt moeten worden zoals de transportleidingen, putten en kolken.
- De afvoer is bovengronds makkelijk te inspecteren wat een besparing is in onderhouds- en beheerskosten.
- Bovengronds afvoeren creëert meer bewustwording bij het afvoeren van water. Je ziet waar het water naartoe loopt dus afval lozen in het stelsel is zichtbaar. Eventueel grof afval wat normaal in een kolk verdwijnt zal nu blijven liggen op de plek waar infiltratie en of filtering plaats vindt. Deze bewustwording is een visie die bij het waterschap vandaan komt en op deze manier kan de waterkwaliteit beter worden gewaarborgd.
- Vanuit het BREEAM-keurmerk worden bijna dezelfde eisen gesteld als er in dit rapport staat omschreven. Dit onderzoek richt zich op een T=5 bui + 20% voor klimaatverandering. Wil je in aanmerking komen voor het BREEAM-keurmerk op het gebied van water dan wordt er getoetst op een T=100 bui bij 1 uur en bij 6 uur. Deze eis ga je nooit halen met het aanleggen van een rioolstelsel. Het principe van een rioolstelsel is ook nooit berging of infiltratie geweest het is ontworpen om af te voeren.



Het kan zijn dat in sommige gebieden grondverbetering moet worden toegepast om infiltratie mogelijk te maken.

Figuur 14 nieuwe profiel (boven) vs oude profiel (beneden)

Het rioleringsstelsel is door de civiel ingenieurs beoordeeld als overbodig wanneer men wil gaan infiltreren. De besparing op het rioolstelsel maakt het mogelijk om budget over te houden voor filter en infiltratie voorzieningen. In de hoeveelhedenstaat en prijsbepaling van standaard ontwerp 2021-REK-02 in bijlage IV staat de prijsbepaling van het oude ontwerp en in 2021-REK-04 de prijsbepaling van het nieuwe ontwerp.

In totaal kan er bespaard worden op:

- Circa 666 meter transportleiding
- Circa 1456 m³ grondverplaatsing
- 19 kolken
- 19 putten

Dit levert een geschatte besparing op van circa €94.700,- op het gebied van riolering.

6.4 Groen dak met zonnepanelen



Figuur 15 Zinco frame met zonnepanelen op groen dak

Wanneer het rioleringsstelsel komt te vervallen en je al het hemelwater gaat infiltreren zal je het water tijdelijk moeten kunnen bergen op een andere plek. Vooral omdat door de bebouwing het standaard terrein bestaat uit meer dan 93% verhard oppervlak. Een groen dak biedt dan de mogelijkheid om dit water te bergen met nog meer voordelen die op verschillende manieren waarde toevoegen aan de ontwikkeling. Op het standaard terrein is 0,41% van het oppervlakte groen, waarvan het geplante groen geen enkele bijdrage heeft

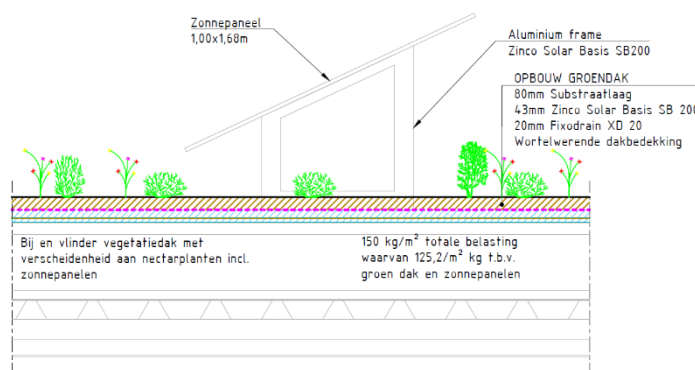
aan de biodiversiteit, omdat het bestaat uit één enkele grassoort in de berm en één of twee soorten bodembedekkers in het groen perkje voor het kantoor.

Bij toepassing van een groen dak in combinatie met zonnepanelen op het standaard terrein brengt dit de volgende voordelen met zich mee:

- Het groene dak alleen tilt de 0,41% groen naar 67,6% (zie berekening 2021-REK-03 1. Oppervlaktes).
- De temperatuur op een plat dak kan normaal gesproken op een warme zomerdag oplopen tot 60 à 70° C waarbij een groen dak niet warmer wordt dan 35° C. Deze 35° C verschil heeft een positief effect de hittestress op en rondom het terrein, de warmte/ verkoeling die nodig is binnen in het pand en het rendement van de zonnepanelen wat kan oplopen tot circa 16% en jaarlijks een rendement verhoging kan hebben van 8% (Annemieke Smit, 2015).
- Op het dak staan nu 2500 panelen in theorie zouden er meer op kunnen. Om een goede balans te creëren tussen groen en zonnepanelen en om zo ook de temperatuur laag te houden is er gekozen om voor dit project niet meer dan 2500 panelen te plaatsen. Het aantal panelen valt nu net binnen de installaties tot 1 MVA. Wanneer je daarboven komt worden netaansluitingen incl. omvormers en bekabeling duurder. Daarvoor is het verstandig om de juiste hoeveelheid te bepalen om zo het maximale uit de capaciteit van je installatie te halen. In 25 jaar is de netto-opbrengst nu circa €922.276,- en na 50 jaar en éénmaal alle panelen te hebben vervangen €1.900.256,- voor de berekening zie bijlage VI 2021-REK-05.
- Een groen dak heeft een positief effect op de biodiversiteit, zo worden er op één enkele locatie al 20 insectensoorten geteld op een groen dak en wel 43 verschillende soorten

vaatplanten, er maken ook diverse vogelsoorten gebruik van het dak (Annemieke Smit, 2015).

- De kwaliteit van leefomgeving gaat omhoog met een groen dak, dit omdat het alle negatieve effecten van hittestress tegengaat en biodiversiteit aantrekt. Daarnaast zou het dak toegankelijk gemaakt kunnen worden om zo ook van de groene omgeving te kunnen profiteren.
- Groene daken vangen ook fijnstof op volgens een onderzoek van de Wageningen universiteit 10.000 m² bio divers grasland het effect om 36,42 kg fijnstof op te vangen op jaarbasis. Ook beweren zij dat vanaf 1,46 kg/per jaar een verbetering is in luchtkwaliteit. De 16.370 m² dak zou in dit geval 59,62 kg per jaar aan fijnstof op kunnen nemen (Leonie Heutinck, 2017). Gemiddeld produceren we per burger ongeveer 0,8 kg fijnstof per jaar (Open Universiteit, 2019).
- Het dak heeft een filterende werking het water dat ervan afkomt is schoner.
- Het beschermt het onderliggende dak tegen Uv-straling waardoor het langer meegaat.
- Er vindt verdamping plaats op het dak wat een positief effect heeft op het milieu en de omgeving koeler maakt.
- Voor dit project helpt het groene dak mee aan de het behalen van de bergingseis. De sponswerking zorgt ervoor dat water op het dak kan worden opgeslagen en er vertraagd kan worden afgevoerd. Waar de berging van het voorgaande stelsel 56 m³ bedroeg kan er op het groene dak met een bio diverse opbouw al 1132 m³ aan water kwijt wat vervolgens vertraagd kan worden afgevoerd en dan worden geïnfiltreerd op maaiveld.
- De prijs per m³ berging is bij het groene dak lager dan de prijs per m³ bij het rioleringsstelsel zie tabel 3.



Figuur 15 opbouw groen dak

Tabel 3

	Totaal	Berging [m3]	Prijs per [m3]
Klimaat adaptief ontwerp	€ 1.173.630,00	1132	€ 1.036,78
Huidige standaard	€ 136.636,00	56	€ 2.439,93

Het groene dak kent ook nadelen, met name de extra belasting die het dak krijgt zorgt voor extra kosten en er zal onderhoud moeten worden gedaan al is dit voor een bio divers sedumdak gering. Om de extra 150 kg/ m² te kunnen dragen moet de constructie verstevigd. Samen met Voortman Steelgroup is er gekeken naar de prijs van een standaard staalconstructie met 50 kg/m² belasting en een staalconstructie voor 150 kg/m² belasting. Hieruit blijkt dat de standaard constructie circa €1.485.000,- kost en de verzwaarde constructie circa €2.152.000,- kost wat voor de constructie alleen een meerprijs oplevert van €667.000,- en nog een keer de aanleg van het groene dak wat circa €464.700,- kost is dat een totale investering van €1.131.700,-. Wel moet worden meegegeven dat op het moment van de berekening de staalprijs erg hoog is circa 31% hoger in 2021 vergeleken met begin 2020 (Brink staalbouw, 2021).

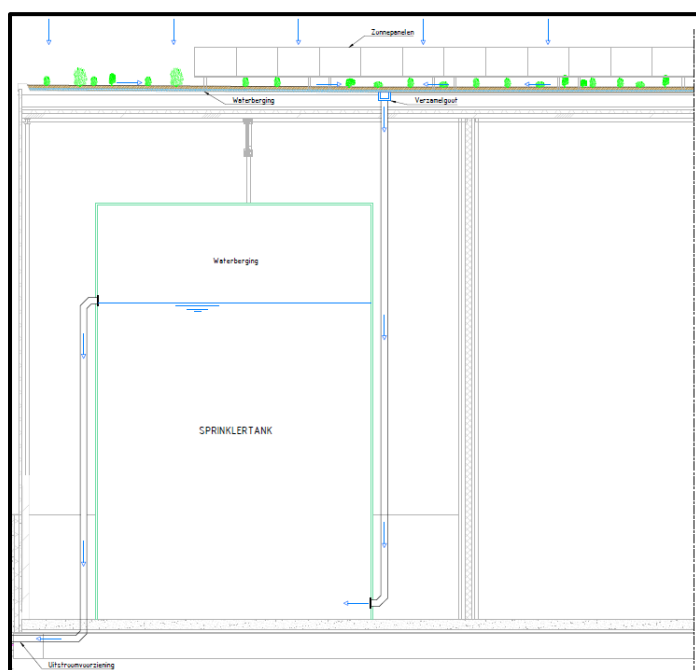
6.5 Sprinklertank gebruiken

Ten behoeve van de brandveiligheid is elk distributiecentrum voorzien van een sprinklersysteem met daar bijbehorend een sprinklertank welke het systeem voorziet van water. Om de 3 maanden wordt dit systeem getest waarbij het water door het systeem gaat en via afvoerpunten naar het VWA-stelsel wordt afgevoerd dit omdat het stilstaande water als vuil wordt beschouwd.

Het principe is om de sprinklertank als tussenstap te gebruiken voor afvoerend water vanaf het dak. Delen van het dak zullen worden opgevangen in een goot en vervolgens afstromen de sprinklertank in. Eventuele overcapaciteit van de tank kan worden gebruikt als buffer voor het vertraagd afvoeren van het regenwater. Vervolgens als de sprinklertank een bepaald peil heeft bereikt zal deze overstorten en naar buiten worden gebracht om vervolgens te infiltreren. Doordat er een constante stroom van SWA-regenwater door de tank gaat zal het water schoon blijven en mag het dus geloosd worden in de bodem. Op deze manier kan tijdens het testen van het sprinklersysteem het water ook gewoon naar buiten worden gepompt om te infiltreren.

Dit heeft een aantal voordelen:

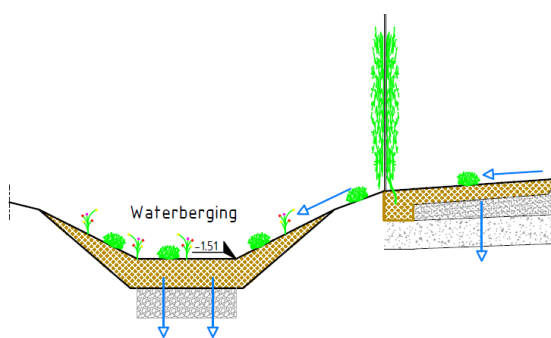
- Voor het standaard project is een sprinklertank van 480 m³ toegepast, wanneer deze kan worden geïnfiltreerd wordt een grote hoeveelheid water bespaard wat vervolgens ook niet meer hoeft worden afgevoerd naar het gemeentestel wat de waterzuivering weer ontziet.
- Als het principe mogelijk is kan het water dat in een eventuele overcapaciteit van de tank zit ook gebruikt worden voor andere doeleinden zoals doorspoelen van het toilet, spoelplaatsen voor auto's etc.
- De vertraging en buffering in de sprinklertank kan meehelpen om de bergingseis voor het regenwater te behalen.



Figuur 16 Principe sprinklertank

6.6 Gedeelde Wadi binnen het plangebied

Uit gesprekken met specialisten uit verschillende waterschappen (M. Elzerman en M. Beld). Kwam naar voren dat het infiltreren van water in de bodem één van de belangrijkste factoren om de infrastructuur klimaat adaptief te maken (Kesteren, 2015). Dit komt voort uit het feit dat de bodem de plek is waar water het beste in grote hoeveelheden kan worden opgeslagen. Omdat we in Nederland zo goed zijn in het afvoeren van water en de zomers steeds heter worden zijn er tegenwoordig te lage grondwaterstanden tijdens droge periodes. Vooral moet er worden gekeken naar het infiltreren tijdens piekbuien. Tijdens piekbuien zijn er namelijk twee problemen, het water kan niet snel genoeg infiltreren en daarom moet het water worden afgevoerd. Daarnaast kost het tijdelijk bergen veel ruimte en zorgt het voor hoge aanleg kosten van het riool. Wat er nu veel gebeurd is dat men deze berging probeert op te vangen in het riool, in paragraaf 6.3 wordt



Figuur 17 Afwatering naar wadi

toegelicht waarom dit niet een goed idee is.

Met het groene dak kan het bergingsprobleem worden opgelost maar dan moet daarna alsnog het water worden geïnfiltreerd. Wanneer ontwikkelaars een langetermijninvestering doen zou er met de gemeente en waterschappen gekeken moeten worden of er een mogelijkheid is om mee te helpen bij dat infiltreren.

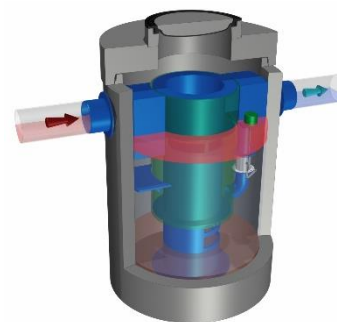
In het nieuwe klimaat adaptieve ontwerp koopt de ontwikkelaar het perceel en komt daar nog een

tweede deel grond bij waarop niet gebouwd mag worden. Een strook van in dit geval 3 meter breed aan weerszijden en de voorkant van het perceel (zie bijlage IV). Het enige doel van deze grond is het infiltreren en afvoeren van het regenwater. De Wadi kan worden vervangen voor bijvoorbeeld infiltratiekratten onder de verharding, alleen heeft het dan geen positief effect op de biodiversiteit en dit is niet mogelijk bij een te hoge grondwaterstand. In de berekening van de wadi is zijn de weerszijden (oost- en westkant) meegenomen als gedeelde wadi met de buurpercelen, op dit om extra draagvlak te creëren voor realisatie door meerdere investeerders.

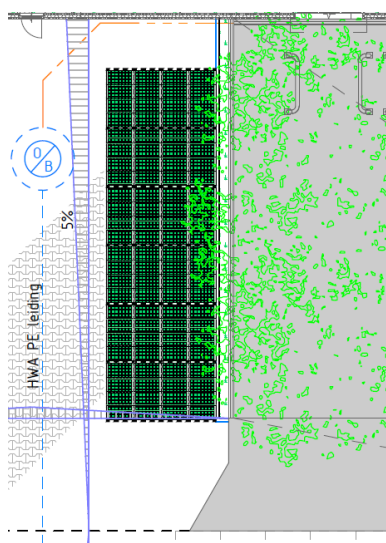
- Omdat de grond wel bij het perceel hoort kan het gebruikt worden om aan eventuele eisen zoals de BREEAM te voldoen. Waarbij alle infiltratie binnen het plangebied dient plaats te vinden wil je het keurmerk behalen. In het nieuwe klimaat adaptieve ontwerp is een gedeelde wadi meegenomen rondom het perceel.
- Doordat er een duidelijke functie is voor de strook rondom het bestaande perceel wordt de grond niet gebruikt om op te bouwen.
- Een groene strook met de juiste inrichting kan veel betekenen voor de biodiversiteit in het gebied. De langwerpige vormen zijn goede corridors voor veel verschillende soorten om zich te verplaatsen. (Zie bijlage I literatuurstudie voor toelichting corridor).
- De wadi kan gemakkelijk worden voorzien van een overstort op open water, op deze manier is het bedrijventerrein voorbereid op elke regenbui.
- Wanneer de grondwaterstand te hoog is om een wadi aan te leggen kan dezelfde groenstrook als slootje worden gebruikt om het water af te voeren. Wanneer dit voldoende met rust wordt gelaten zal er corridor kunnen ontstaan wat een positief is voor de biodiversiteit (zie bijlage I literatuurstudie voor toelichting corridor).

6.7 Kwaliteit van water

Het grootste deel van het regenwater komt terecht op het dak van de hal en de groenstroken ernaast. Deze eerste 2 delen kunnen worden beschouwd als schoon water. Er blijft echter nog een deel over dat verhard is en waar veel voertuigbewegingen zijn. Het water dat afstroomt vanaf deze verharde gebieden is niet van voldoende kwaliteit om zonder extra maatregelen te kunnen infiltreren in de bodem of lozen op open water. In het standaard ontwerp werd de laadkuil wel beschouwd als een risicobron van oppervlakte vervuiling en daarom altijd voorzien van een traditionele OBAS (olie benzine afscheider). Echter om het bedrijventerrein toekomstbestendig te maken waarbij er minimaal 50 jaar voortuit wordt gekeken. Is het verstandig om ook de rijbanen mee te nemen en de laadkuil te voorzien een afscheider systeem van de hoogst mogelijke kwaliteit.



Figuur 18 Lamellen afscheider

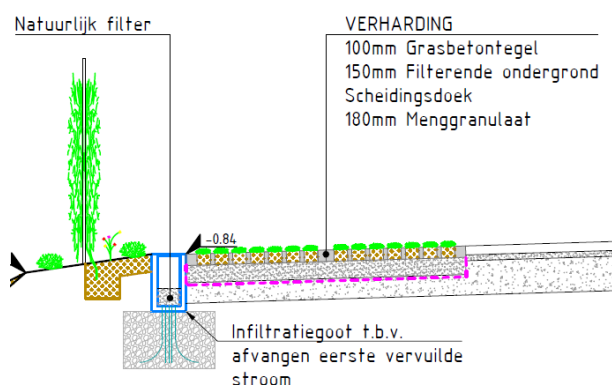


Figuur 19 locatie afscheider

Hierbij wordt de OBAS in het nieuwe klimaat adaptieve terrein vervangen voor een lamellenafscheider. Waar de standaard OBAS een Emissie waarde heeft volgens de TÜV van 16 mg/ltr kan de lamellen afscheider een emissie waarde van 5 mg/ltr garanderen (Aquafix milieu, 2021). Daarnaast is een lamellen afscheider voorzien van een ingebouwd bypass systeem dat bij extreme buien het water alsnog doorlaat om zo overstroming van de laadkuil te voorkomen. Op die manier kun je ervoor zorgen dat afscheider is afgestemd om de Bui09 + 20% die voldoende kwaliteit regenwater doorlaat om te kunnen afvoeren en infiltreren. Wanneer het debiet daarboven komt gaat het water via de bypass alsnog door. Nu zijn deze afscheiders kostbaar en daarom is het belangrijk om ze goed te benutten. Denk voor het plaatsen van deze afscheider daarom om de volgende punten.

- Kwantificeer vooraf wat de risicogebieden zijn voor vervuiling dat zijn ook de gebieden waarvan bevoegd gezag wil zien dat je de oppervlaktevervuiling onder controle hebt. In dit project zijn dat de laadkuilen, parkeervakken en de rijbanen. De laadkuil omdat vrachtwagens hier stil staan, de parkeervakken omdat personen voertuigen hier stilstaan en rijbanen door de vele voertuigbewegingen. Stem op dit gebied dan de capaciteit van je afscheider af.
- Zorg ervoor dat er geen gebieden aangesloten zitten die geen risico vormen voor oppervlakte vervuiling. Bijvoorbeeld zet er geen dak afvoer op, dat gaat ten koste van de efficiëntie van de afscheider.
- Plaats de afscheider dusdanig dat er voldoende dekking is voor de aansluitende rioolstreng maar nog steeds kunt afvoeren onder vrij verval, op sommige plekken vooral in de buurt van de laadkuil komt die dekking in gevaar.

- Als het mogelijk is plaats hem niet in de rijbaan (soms onvermijdelijk), dan kun je hem uitvoeren in een lagere sterkteklasse wat scheelt in de kostprijs. Wanneer de afscheider wel in de rijbaan wordt geplaatst vermijdt dan rijbanen voor het vrachtverkeer.



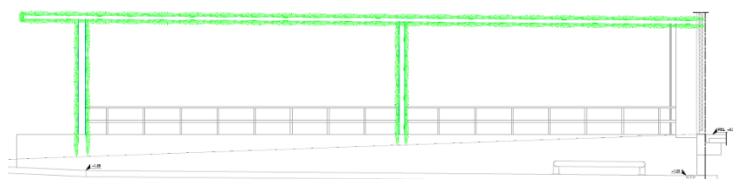
Figuur 20 Opbouw parkeervakken personen

de meeste vervuiling plaats vinden (Meenderman, 2012). Deze vervuiling zakt dan in een bodem waar een natuurlijkfilter zit, de filterende ondergrond zal hierbij wel vervuild raken en daarom is er een scheidingsdoek toegepast welke deze vervuilde laag scheidt van de rest van de ondergrond. Wanneer het regent zal de meeste vervuiling door de grasbetontegels de grond in gezakt zijn en de rest zal onder vrij verval eerst in de infiltratie goot terecht komen. Deze heeft ook een natuurlijk filter welke ervoor zorgt de eerst vuilworp hierin blijft hangen. De meeste kleine regenbuien zullen op die manier gewoon via de infiltratie goot met filter infiltreren. Wanneer het harder gaat regenen zal de infiltratiegoot overstorten en loop het regenwater via de berm de wadi in. De berm is hierbij gevuld met begroeiing zoals sedum en diverse grassen welke uitspoeling zal voorkomen.

Let hierbij wel op dat het filter in de infiltratiegoot om de paar jaar zal moeten worden vervangen zodat deze niet dicht slijt en zijn werking verliest.

6.8 Groen boven de laadkuil

Een simpele manier om extra groen en verkoeling te creëren is door een lichte constructie te realiseren welke boven de laadkuil komt. Wanneer deze volledig dicht gegroeid is zal deze regenwater opvangen, de temperatuur op een warme zomer dag met circa 25° C verlagen (verschil beton in de schaduw en in de zon) en circa 1950 m2 extra groen opleveren wat goed is voor de biodiversiteit. Om het zo onderhoudsvriendelijk te houden kan er gekozen worden voor



Figuur 21 Principe groen boven de laadkuil

een langzaam groeiende klimop, op die manier duurt het wat langer voordat het gevuld is maar zal het daarna minder vaak gesnoeid te hoeven worden.

6.9 Biodiversiteit

Het onderdeel biodiversiteit is een resultaat dat is gekomen uit de literatuurstudie. Hierin komt het belang van biodiversiteit naar voren en wordt duidelijk waarom klimaatadaptatie en biodiversiteit zo nauw met elkaar zijn verbonden. Uit de literatuurstudie komt naar voren dat de mensheid afhankelijk is van alle grondstoffen die elke dag gebruikt worden. De biodiversiteit en het in stand houden van ecosystemen is daarbij gelinkt aan het beschikbaar houden van een deel van deze grondstoffen omdat zonder biodiversiteit is bijvoorbeeld eten niet oneindig beschikbaar. Nu blijkt dat uit meerdere onderzoeken naar voren komt dat verbinding een belangrijk onderdeel is voor het versterken van de biodiversiteit. Door alle ontwikkelingen van de mens zijn veel leefgebieden van dieren en planten opgesplitst en dat maakt de ecosystemen en de verschillende soorten planten en dieren erin kwetsbaar (Noren, 2019). Een (climax)ecosysteem creëren zal lastig zijn op een bedrijventerrein maar het verbinden en ondersteunen is wel mogelijk. Het is daarbij belangrijk om de juiste kennis in huis te halen omdat ecosystemen complex zijn en het zomaar planten van bomen en struiken eerder schade veroorzaakt aan een ecosysteem. Het advies is dan ook om een ecooloog erbij te betrekken om een positieve impact te hebben op de biodiversiteit. Wil je zelf hier wel mee aan de slag gaan dan zijn er de volgende stappen vragen beantwoorden die je kunt volgen die welke je bij de juiste bron brengen.

1. Waar kan het leefgebied verbeterd worden? Doe en scan van de omgeving en kijk hierbij naar welke soorten er leven en waar de leefgebieden zijn. Hierbij kun je gebruik maken van de Nationale databank flora en fauna NDFF om leefgebieden van soorten te lokaliseren (NDFF, 2021) of in de toekomst gebruik maken van RESTOR welke nog in ontwikkeling is (RESTOR, 2021).
2. Welke soorten hebben hulp het hardste nodig? Kijk hierbij ook naar welke soorten er bedreigd zijn en welke inheems zijn. Een hulpmiddel hiervoor zijn de rode lijsten met soorten die bedreigd worden (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2020).
3. Welke maatregelen moet je dan treffen? Ga kijken per soort die je wilt gaan helpen wat geschikte leefgebieden, stapstenen of corridors (zie verklarende woordenlijst) zijn en zoek onderdelen op het terrein die kunnen dienen als één van deze verbindingselementen. Raadpleeg hiervoor bronnen als ONB-verbindingslandschap, Akkervogels aan zet van de vogelbescherming of de handreiking voor het helpen van bijen en insecten van de Universiteit van Wageningen. Voor elke soort is er wel iets te vinden.
4. Waar zitten delen die nog niet overbrugt kunnen worden? Doe onderzoek naar wat eventuele barrières kunnen zijn voor deze soorten zodat je die ook uit de weg kan halen, het gebruik van bestrijdingsmiddelen zou bijvoorbeeld een barrière kunnen zijn.
5. Hoe richt je het nieuwe leefgebied, corridor of stapsteen in? Nadat er bepaald is welke maatregelen je kunt nemen moet je onderzoeken hoe je deze inricht welke soorten elkaar versterken. Doe dus onderzoek naar het aanplanten en de diversiteit om variëteiten te vinden die elkaar positief beïnvloeden en zo teeltrisico te verminderen

Tot slot zoek draagvlak voor het project, maak bekend wat de plannen zijn en je zult erachter komen dat veel organisaties hulp willen bieden. Voor de gehele toelichting over biodiversiteit wordt doorverwezen naar de literatuurstudie, hierin staan de stappen uitgebreid omschreven.

7. Resultaat

Nadat alle onderdelen van hoofdstuk 6 zijn geïmplementeerd is daar het nieuwe klimaat adaptief ontwerp uit gekomen. Deze is op basis van de noodzaak die in hoofdstuk 2 beschreven wordt bepaald vanuit het standaard ontwerp.

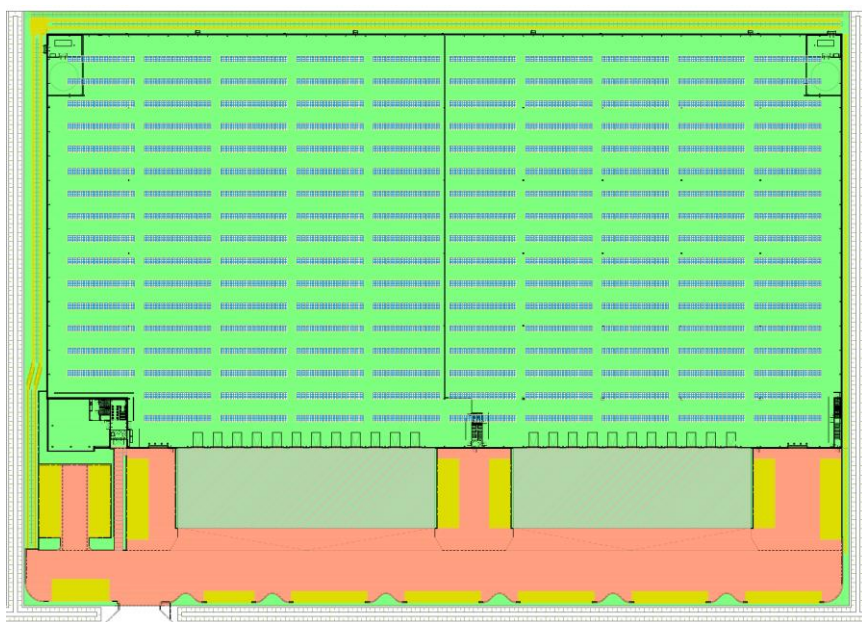
7.1 Nieuwe balans

Door de verschillende aanpassingen in het ontwerp is er een nieuwe balans opgemaakt welke er heel anders uitziet dan het standaardontwerp. Het grootste verschil is de toename in groen doormiddel van een groen dak, en meer groenstroken aan weerszijden van het gebouw is dit van 0,41% naar 78,11% gegaan.

In het kort:

- Het voorterrein is beter ingericht waar met name de delen waar voertuigbeweging niet mogelijk is dit is vervangen voor groen om de biodiversiteit en infiltratie te stimuleren.
- Het aantal parkeerplaatsen is gedaald van 102 naar 66 stuks.
- De puinbaan aan de zij en achterkant van de hal is veranderd in een groenstrook.
- Het dak is volledig bekleed met een bio diverse sedum/grasmat.

Dit nieuwe ontwerp met meer groen heeft als voordeel dat het terrein een sponswerking heeft gekregen die meer regenwater opneemt. Het oude rioolstelsel bood ruimte aan 56m³ regenwater waar het nieuwe ontwerp plaats heeft voor maar liefst 1203 m³ binnen het de oude projectgrens en inclusief de gedeelde wadi is er plek voor 1552 m³ regenwater. Voor de onderbouwing van deze cijfers zie: Bijlage VI 2021-REK-03.

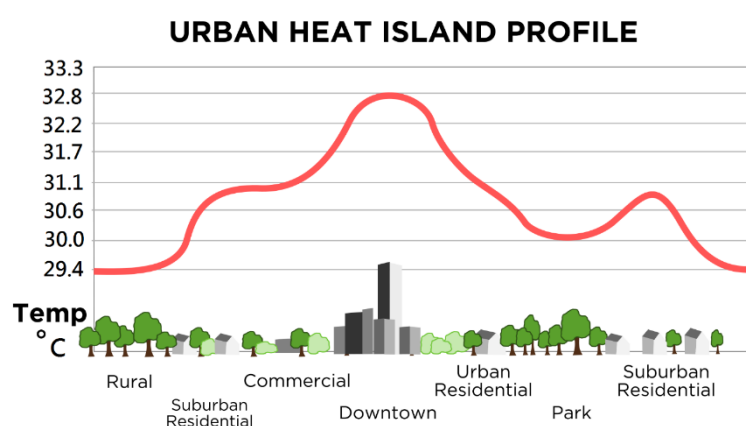


Figuur 22 Balans klimaat adaptief ontwerp (Zie Bijlage IV voor gedetailleerde balanstekening incl. legenda)

7.2 Temperatuurverlaging

Tabel 3 is 'the urban heat profile' deze schetst een metropolis gebied welke aanzienlijk warmer is dan de omliggende minder bebouwde gebieden (Tara Ramroop, 2011).

Wanneer je het oude terrein vergelijkt met een hitte eiland (Downtown) welke normaal in dichtbebouwde steden voorkomen, wat reëel is gezien het feit dat het oude terrein bestond uit slechts 0,41% groen. Daarbij wetende dat op het dak van de standaard hal de temperatuur kan oplopen tot 70° C. En je vergelijkt het nieuwe klimaat adaptieve terrein met een buitengebied (Rural) omdat de hoeveelheid groen die aanwezig is naar 78% is gestegen en de hoeveelheid water dat opgeslagen kan worden binnen het perceel 1203 m³ is. Dan kun je stellen dat op basis van de tabel 3 de luchttemperatuur met 3,4° C is gedaald op het nieuwe klimaat adaptieve terrein.



Figuur 23 effect van een hitte eiland

7.3 Infiltratie en berging

Een groot verschil tussen het nieuwe klimaat adaptieve terrein vergeleken met het oude standaard ontwerp is dat de standaard was ontworpen om een Bui09 + 20% te kunnen afvoeren. Het nieuwe ontwerp is in staat om een Bui09 + 20% te kunnen vasthouden en vervolgens te infiltreren.

Om duidelijk te maken hoe dat kan wordt de werking van het nieuwe ontwerp toegelicht. Deze moet voldoen aan de gestelde eisen voor een klimaat adaptief terrein en de eisen uit paragraaf 4.2.

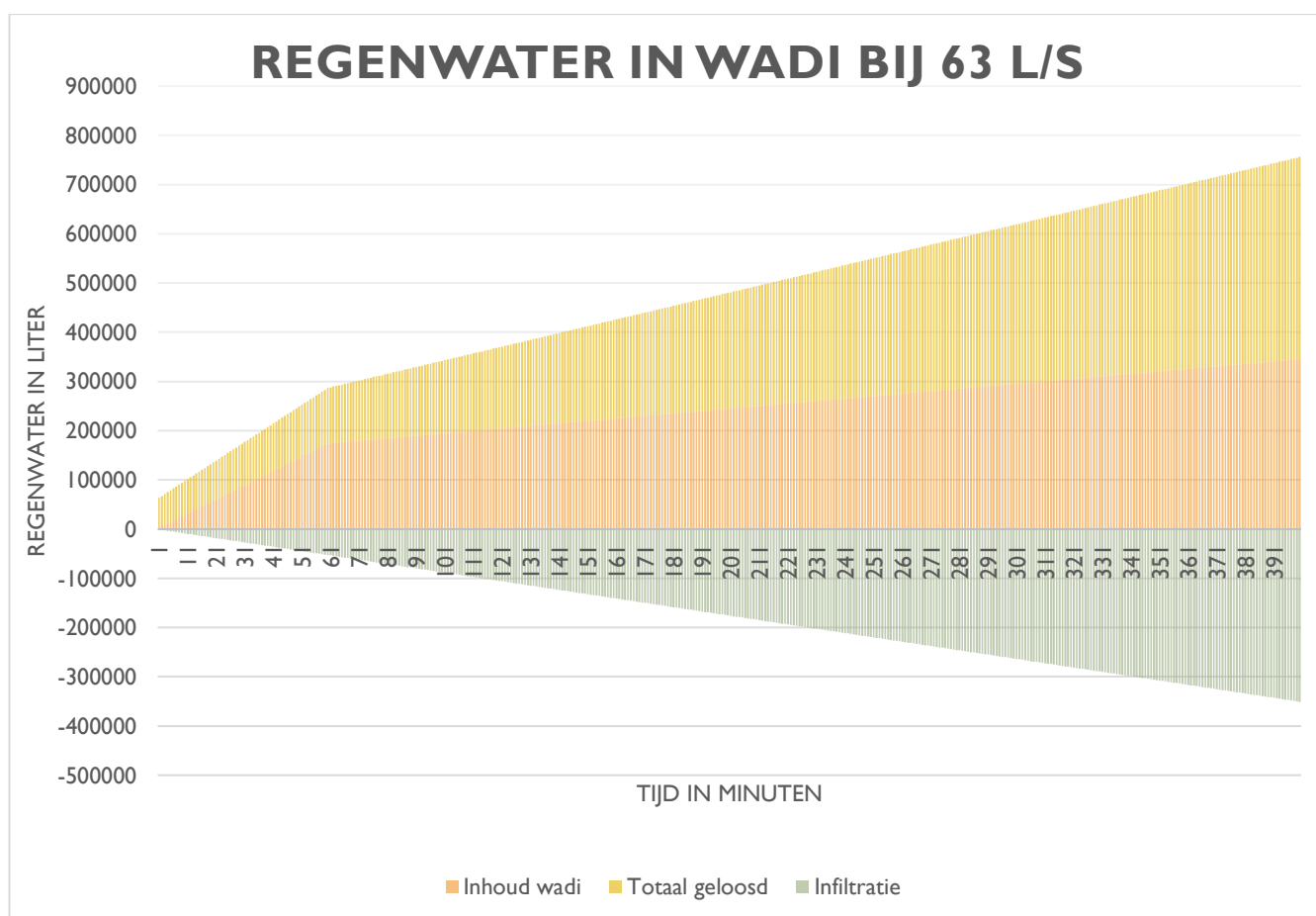
De infiltratie en bergingsmaatregelen moeten garanderen dat de afstroomsnelheid vanuit het totale plangebied op lokale watergangen niet groter is dan voordat plangebied ontwikkeld werd tijdens een Bui09 +20% (t.b.v. klimaatverandering).

De infiltratie en bergingsmaatregelen moeten garanderen dat de hoeveelheid afstromen water gedurende de levensduur van het nieuwe plan. Net zo groot of kleiner is dan de voordat het plangebied ontwikkeld werd tijdens Bui09+20% (t.b.v. klimaatverandering).

Uit deze eis komt dat wanneer een regenbui van totaal 754 m³ op het terrein valt deze kan worden opgeslagen en vervolgens kan worden geïnfiltreerd de bodem in.

Met in totaal een beschikbare berging van 1552 m³ is de totale bergingseis behaald. De gedeelde wadi heeft voldoende capaciteit om in totaal 63 l/s te verwerken bij een bui09 + 20% voordat deze de overstort in gaat naar open water. Omdat het voorterrein minimaal vertraagd kan worden wordt in totaal 40 l/s geloosd vanaf het voorterrein naar de wadi, wat betekend dat vanaf het dak er nog 23 l/s overblijft om mee te lozen op de wadi. Het groene dak met voldoende berging om de gehele bui09 + 20% te bergen kan wel worden vertraagd waardoor de 6 afvoerpunten een maximaal debiet krijgen van 3,81 l/s. Hiermee wordt voldaan aan de eerste 2 eisen.

Zie grafiek 3 voor het verloop van het afvoeren in de wadi bij een bui09 +20%. Met een afvoer van 63 l/s volgt dat de wadi nog niet in de overstort gaat. Het oranje vlak welke de inhoud op elke minuut weergeeft tijdens en na de bui09 laat zien dat de wadi binnen de bergingscapaciteit van 350,18 m³ blijft totdat de gehele 754 m³ in wadi is afgevoerd. De totale lozing begint niet bij 0 omdat een deel van het water op het terrein zelf infiltreert (zie berging greppel 2021-REK-03). In de praktijk zal er ook een deel verdampen en opgenomen worden door de planten op het groene dak. Het groene vlak is de hoeveelheid water dat in dezelfde tijd ook al wordt geïnfiltreerd in de wadi.



Grafiek 3 Infiltratie in wadi

De risicogebieden op het voorterrein waaronder vallen de laadkuilen, rijbaan en parkeerplaatsen moeten voldoen aan de onderstaande eis uit paragraaf 4.2.

Gebieden die risico vormen voor oppervlaktevervuiling moeten worden voorzien van een afscheider of ander duurzaam afvalwatersysteem binnen het plangebied.

De laadkuilen en de rijbaan (4000m²) worden afgevoerd met daartussen een lamellen klasse I afscheider welke berekend is op een capaciteit van 20 l/s. Daarmee kan de volledige Bui09 + 20% die op het aangesloten oppervlak valt worden gefilterd en afgevoerd de wadi in. De parkeerplaatsen (1076m²) worden afgevoerd op basis van het principe beschreven in paragraaf 6.7 waarbij het vuil wordt opgevangen in de onderliggende grondlaag. Daarna stroomt ook dit water af de wadi in. Het overige terrein heeft geen bron van vervuiling waardoor het voldoet aan de eis voor oppervlaktevervuiling.

7.4 Parkeerplaatsen

Het aantal parkeerplaatsen is aan de hoge kant voor het standaard ontwerp dit blijkt uit twee constatering. De eerste is uit de praktijk, ontwikkelaars voegen parkeerplaatsen op het voorterrein alleen toe op tekening om de parkeernorm te behalen en kiezen er hierna vaak voor om de markering niet aan te brengen. De tweede is dat er in sommige gemeentes waar wel aparte normen voor distributiecentra worden gehanteerd, lagere normen worden voorgeschreven. Namelijk tussen de 0,3 tot 0,7 per 100m² bvo (Gemeente Alphen aan de Rijn, 2020). De parkeernorm van 0,8 per 100 m² bvo bestond in de standaard uit 102 parkeerplaatsen. In het nieuwe ontwerp is deze verlaagd naar 0,5. Dit geeft een nieuwe eis van 64 parkeerplaatsen, in het nieuwe ontwerp zijn 66 parkeerplaatsen gerealiseerd. Op die manier is er meer ruimte voor groenstroken waarin grotere bomen kunnen worden geplaatst. Dit is bevorderlijk voor de biodiversiteit en het creëren van schaduw wat van belang is om hittestress tegen te gaan.

7.5 Verificatie berekening

De berekeningen zijn gecontroleerd door R. Holtz van Quadrant ingenieurs die veel ervaring heeft op gebied van afwatering en terreininrichting. In bijlage VI is er verificatie kolom (in het blauw) toegevoegd welke per regel is afgevinkt tijdens een controle op de berekening en de uitgangspunten die hierin zijn gebruikt. Hierbij is getoetst of de uitgangspunten reëel zijn en de betrouwbaarheid van de berekening in de Excel staat zelf.

8. Conclusie

Hier wordt de conclusie getrokken uit het resultaat en antwoordt gegeven op de onderzoek- en deelvragen. Deelvraag 1 en 2 worden beantwoordt in de literatuurstudie, deelvraag 3 is beantwoordt door de verschillende vormen van watertransport en de gesprekken met het waterschap en de ingenieurs van Quadrant tegen elkaar uit te zetten in de reverse engineering. Met deze reverse engineering is daarna de onderzoeksvraag beantwoordt. De onderzoeksvraag luidt: Hoe kan een logistiek vastgoed bedrijventerrein verbeterd ingericht worden op het gebied van regenwaterbeheer en ruimte voor biodiversiteit met behoud van functionaliteit van het terrein?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden worden eerst de deelvragen/ deelconclusies toegelicht. Uit het onderzoek blijkt dat de volgende onderdelen van een bedrijventerrein ruimte bieden voor biodiversiteit en regen afvoer/berging: dak van het distributiecentrum, de bermen, de groenstrook aan weerszijden van het plangebied en de verharding waar voertuigbewegingen niet mogelijk zijn. Door aanpassingen op de bovengenoemde onderdelen van het terrein is het mogelijk om lokale ecosystemen te ondersteunen en aan elkaar te verbinden doormiddel van het creëren van corridors. Bij het creëren van corridors is de juiste kennis nodig van de ecosystemen en de leefgebieden in de omgeving. Op die manier is het mogelijk om gezond ecosysteem te behouden en te ondersteunen in de omgeving. Het creëren van een ecosysteem is een complex proces en om dit succesvol te kunnen is het bereiken van een climaxecosysteem noodzakelijk. In theorie is dit mogelijk wanneer bijvoorbeeld broekbos kan worden gecreëerd rondom de ontwikkeling, echter in de praktijk zal dit moeizaam gaan omdat een bedrijventerrein niet geschikt is voor verwildering tot het stadium van een climaxecosysteem.

Na een interview met de waterschappen blijkt dat het regenwater naar de bodem moet, dit is de enige plek waar het in grote hoeveelheden kan worden opgeslagen. Uit de bronnen die geraadpleegd zijn in dit onderzoek blijkt ook dat er een tekort is aan water in de bodem waardoor de noodzaak om het hier naartoe te brengen alleen maar groter wordt. Daarbij is het van belang om het water bovengronds af te voeren zodat infiltratie beter mogelijk is en de kwaliteit van water makkelijk geïnspecteerd kan worden. Schone gebieden kunnen apart worden afgevoerd van de mogelijke gebieden met een bron van oppervlakte vervuiling, waardoor de kwaliteit van het water beter gegarandeerd wordt. De gebieden met mogelijke bronvervuiling kunnen voorzien worden van een gepaste manier van filtering. Om het water te kunnen infiltreren zijn twee onderdelen van essentieel. Het eerste onderdeel is het dak van het distributiecentrum welke nodig is om berging te creëren en controle te krijgen over de snelheid waarmee het regenwater wordt afgevoerd. Het tweede essentiële onderdeel is samenwerking met de gemeente om op openbaar terrein voorziening te treffen voor het infiltreren van water dit is om maximale functionaliteit van het terrein te behouden. Het vereist dus ook een aanpassing op de huidige infrastructuur.

Het totale onderzoek geeft een situatie weer waarbij al het regenwater geïnfiltreerd kan worden waardoor dit zorgt voor “optimaal” regenwaterbeheer. Daarnaast is er maximale ruimte voor biodiversiteit gecreëerd. De onderdelen uit het onderzoek benoemd in paragraaf 6.3 t/m 6.9 kunnen los van elkaar worden toegepast waardoor verbetering ontstaat op gebied van klimaatadaptatie en biodiversiteit.

9. Discussie en aanbeveling

9.1 Discussie

In dit hoofdstuk wordt er met een kritische blik gekeken naar de resultaten van het onderzoek. Een belangrijk punt dat voortgekomen is uit het onderzoek, is het realiseren van het groene dak. Om al het regenwater te kunnen infiltreren is dit een essentieel onderdeel van het watermanagement op het terrein. In de praktijk zou het lastig kunnen zijn om ontwikkelaars te overtuigen van een investering welke zo kostbaar is als deze. Het volgende onderdeel welke essentieel is voor de infiltratie is de gedeelde wadi binnen het plangebied. Zonder de wadi zal er onvoldoende infiltratie plaatsvinden om het gehele plan te infiltreren. In de praktijk zal ook hierbij het lastig kunnen zijn om ruimte en draagvlak te creëren om deze wadi bij het plangebied te betrekken. Er zijn wel ondergrondse alternatieven om dit op te lossen maar deze zijn kostbaarder en minder natuurlijk wat dus niet bijdraagt aan de biodiversiteit.

9.2 Aanbeveling

De resultaten uit dit onderzoek geven nieuwe inzichten op de manier waarop Quadrant als ingenieurs bureau adviseert en bedrijventerreinen uitwerkt. Dit betekent dat de oude standaard met het afvoerende rioolstelsel niet meer het eerste aangrijpingspunt is bij de start van een nieuw project. Maar dat de nieuwe standaard geadviseerd wordt en de voordelen hiervan eerst worden voorgelegd. Op die manier kunnen er een veel bewustere keuzes worden gemaakt met een breder perspectief in de vroege ontwerp stadia. De berekeningen zijn hierbij een nieuwe tool voor de ingenieurs de tekeningen zijn het visuele materiaal om dit toe te lichten aan de opdrachtgever.

De eerste aanbeveling is een vervolgonderzoek naar de meerwaarde van het groene dak en het erkennen hiervan. In de discussie wordt het groene dak bekritiseerd op de kostbaarheid van de investering, maar de voordelen en meerwaarde die ervoor terugkomen zijn wellicht de investering waard. Een interessante invalshoek zou om de meerwaarde boven de extra kosten kan zetten, iets wat steeds belangrijker wordt in de economisch gedreven wereld.

De tweede aanbeveling is een verdiepend onderzoek in het groene dak en de constructie, dit omdat het groene dak essentieel is voor de watermanagement. Vooral door de hoge staalprijs van dit moment is de constructie erg duur. Het zou interessant zijn om de verzwaarde constructie te optimaliseren en te kijken naar verschillende alternatieven in materiaalkeuze en type constructie om zo de kostprijs te reduceren.

En tot slot is het een mooie invalshoek om te gaan kijken wat de omslag van brandstof voertuigen naar elektrisch en/of waterstof voertuigen betekent voor de vervuiling. Zijn auto's dan nog steeds zo vervuilend op de wegen en parkeerplaatsen? En zijn maatregelen zoals olie benzine afscheiders dan nog nodig?

Iedereen zal zijn steentje bij moeten dragen om het klimaat en de leefomgeving te verbeteren. Daarbij moeten we niet te bang zijn om de wereld een beetje te verwilderen.



10. Reflectie

In deze reflectie licht ik mijn persoonlijke ontwikkeling toe welke ik tijdens mijn onderzoek heb ondergaan.

Hierbij start ik met de reden waarom het onderzoek gestart is, namelijk de manier waarop wij onze leefomgeving inrichten. De ervaring die ik hiermee heb is dat dit alleen gebaseerd wordt op economische groei en geen andere waarden. Voor het onderzoek was ik me er wel bewust van dat er andere waarden zijn alleen kon ik deze niet goed omschrijven. Tijdens mijn vooronderzoek werden deze echter al snel duidelijk. Namelijk we verliezen biodiversiteit in een rap tempo dit is van onschatbare waarde voor ons eigen overleven en de klimaat verandering zou wel eens heel slecht uit kunnen pakken als we hier niks mee gaan doen.

Door mij te verdiepen in biodiversiteit en de ecosystemen die ervan afhankelijk zijn ben ik enorm enthousiast geworden over dit onderwerp. Dit door allerlei onderzoeken die ik gelezen heb documentaires die ik erover heb gekeken en door projecten die anderen al gestart zijn te volgen. Er is zo enorm veel informatie over te vinden en daarbij zijn er zoveel verschillende meningen over dat het soms te complex lijkt om eraan te beginnen. Maar door dit onderzoek ben ik erachter gekomen dat het juist heel erg leuk is om je in al die complexiteit te storten en hier iets mee te gaan doen op je eigen manier. In dit geval dus het klimaat adaptieve bedrijventerrein. Voor mij persoonlijk ben ik erachter gekomen dat ik hier meer mee wil gaan doen en mij verder wil gaan verdiepen in hoe we stapje voor stapje alle “schade” die we als mensen hebben aangebracht kunnen herstellen.

In het dagelijks leven is dat ik beter nadenk over de keuze die ik maak en het effect dat dit heeft op de langere termijn, dat geldt voor de spullen die ik koop, het eten dat ik eet en het advies dat ik anderen meegeef. Al die verandering voor klimaat zag ik eerst als iets negatiefs maar met dit onderzoek ben ik erachter gekomen dat het juist erg leuk is om er mee bezig zijn.

Voor het onderzoek vindt ik dat het een succes is. Dit omdat het zeker mogelijk is om terreinen klimaat adaptief in te richten zelfs met intensieve bedrijvigheid zoals op distributiecentrum. En eigenlijk is de logistieke sector juist kansrijk hiervoor omdat die grote platte daken enorm veel ruimte bieden om iets waardevols mee te doen. Het is dan ook zonde vindt ik dat het zo weinig gebeurd. Mijn mening is dan ook dat de meerwaarde die in dit rapport beschreven wordt de investering teniet doet. Vooral als je hoort wat voor winst er gemaakt wordt in deze sector. Er ligt vindt ik een zekere verantwoordelijkheid bij de ontwikkelaars om waarde aan deze projecten toe te voegen, maar ook bij mijzelf als aankomend ingenieur om mensen hierbij te helpen. Mijn visie is dan ook mezelf hard maken voor een betere leefomgeving en dit op alle vlakken te promoten. Als professional door anderen te adviseren en te helpen maar ook thuis door zelf als consument de betere keuzes te maken.

Verwijzingen

- Annemieke Smit, B. d. (2015). *Groendaken in Tiel*. Wageningen: Wageningen University and research . Opgehaald van Green Energy: <https://greenenergycompany.nl/sedumdak-met-zonnepanelen/>
- Aquafix milieu. (2021). *Afscheidersystemen*. Opgehaald van Aquafix milieu: <https://aquafix.nl/nl/categorieen/lamellenafscheider>
- Bak, R. (2020). *Logistiek vastgoed in cijfers 2020*. Zeist: NVM Business.
- BREEAM. (2014). *BREEAM-NL Nieuwbouw en Renovatie 2014 v1.01*. Opgehaald van BREEAM NL: <https://richtlijn.breeam.nl/credit/afstromend-regenwater-160>
- Brink staalbouw. (2021). *staalprijsindex*. Opgehaald van Brink Staalbouw: <https://brinkstaalbouw.nl/staalprijsindex>
- CBS; PBL; RIVM; WUR. (2016). *Verlies natuurlijkheid in Nederland, Europa en de Wereld*. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving (Rijksoverheid): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1440-ontwikkeling-biodiversiteit-msa>
- Encyclo. (2018). *CLIMAX ECOSYSTEEM DEFINITIE*. Opgehaald van Encyclo: https://www.encyclo.nl/begrip/climax_ecosysteem
- Esmeijer, G. W. (2019). *Functioneel verband logistiek en magazijnbouw*. Opgehaald van Logistiekprofs: <https://www.logistiekprofs.nl/kennisbank/functioneel-verband-logistiek-en-magazijnbouw#:~:text=Een%20magazijngebouw%20heeft%2C%20of%20kan,moeten%20worden%20van%20het%20magazijngebouw.>
- Gemeente Alphen aan de Rijn. (2020). *Parkeernormen en parkeervoorzieningen 2020*. Opgehaald van repository.officiële-overheidspublicaties: <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2020-5394/1/bijlage/exb-2020-5394.pdf>
- Holtz, R. (2021, Januari 15). *Bergingseisen*. (D. Gerlofsma, Interviewer)
- J. Kluck, E. K. (2019, April). *Mindmap hitte in stad*. Opgehaald van Hittebestendigestad: <https://www.hittebestendigestad.nl/mindmap/>
- Jules Beersma, R. V. (2018). *STOWA Neerslagstatistieken voor korte duren*. Amersfoort: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.
- Kesteren, D. v. (2015). *Bodem als Buffer*. Wageningen: Wageningen University of research.
- Klimaat-effect atlas. (2020). *Klimaatviewer*. Opgehaald van Klimaat-effectatlas: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>
- Leonie Heutinck, W. V. (2017). *Groene daken*. Wageningen : Alterra Wageningen .
- M. Overmeer, K. V. (2020). *Trends in XXL-distributiecentra in het Pre- en Post Coronatijdperk*. BCI Global, 2.
- Meenderman, E. (2012). *De mogelijkheden van een duurzame parkeerplaats*. Wageningen: Wageningen University and research.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2020). *Rode lijsten*. Opgehaald van Nederlandse soorten: <https://minInv.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten>
- N. Poppelaars, J. K. (2020, Oktober 15). *Twee keer zoveel vastgoed nodig in 2050*. Opgehaald van Vastgoedmarkt: https://www.vastgoedmarkt.nl/logistiek/nieuws/2020/10/twee-keer-zoveel-logistiek-vastgoed-nodig-in-2050-101157447?io_source=www.google.com&_ga=2.170485926.768621455.1605037586-1749040682.1603539079

- NASA. (2020). *GISS surface Temperature Analysis*. Opgehaald van NASA: https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/#
- NDFF. (2021). Opgehaald van Nationale Databank Flora en Fauna: <https://www.ndff.nl/>
- Noren, I. S. (2019). *Agroforestry. Biodiversiteit vergroten, hoe doe ik dat?*. Wageningen: Wageningen University & Research .
- Open Universiteit. (2019, September). *Fijnstof: kan rustiger rijden levens redden?* Opgehaald van Open Universiteit: <https://www.ou.nl/-/rustig-rijden-minder-fijnstof>
- RESTOR. (2021). *Your home for restoration action*. Opgehaald van RESTOR: <https://restor.ecol>
- RetailNews. (2020, Maart 10). *Online bestedingen groeien naar 25,8 miljard*. Opgehaald van Retailtrends: <https://retailtrends.nl/news/59755/online-bestedingen-groeien-naar-25-8-miljard>
- Rijksoverheid. (2020, April). *Jaarlijkse hoeveelheid neerslag in Nederland, 1910-2019*. Opgehaald van Compendium voor leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0508-jaarlijkse-hoeveelheid-neerslag-in-nederland>
- RIONED. (2019, Januari 2). *Bui01- Bui10*. Opgehaald van RIONED: <https://www.riool.net/bui01-bui10>
- Soest, D. v., & Nefs, M. (2019, Oktober 3). *Blokkendozen en Biodiversiteit*. Opgehaald van Brabant Kennis: <https://www.brabantkennis.nl/activiteit/terugblik-kenniscafe-blokkendozen-en-biodiversiteit>
- Tank, A. K., Beersma, J., Bessembinder, J., Hurk, B. v., & Lendrink, G. (2015). *KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt : KNMI.
- Tara Ramroop, D. B. (2011, Januari 21). *Urban heat island*. Opgehaald van National Geographic: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-heat-island/>

Bijlages

Bijlage I – Literatuurstudie (2021-LST-Klimaat Adaptatie & Bio v2)

Bijlage II – Verslagen interviews en gesprekken

Bijlage III – Tekeningen huidige standaard (inclusief balanstekening)

Bijlage IV – Tekeningen klimaat adaptief ontwerp (inclusief balanstekening)

Bijlage V – Details klimaat adaptief ontwerp

Bijlage VI – Berekeningen (inclusief verificatie)

