

# Klimaatbestendige inrichting Vestingveld Zeewolde

Avecc de Bondt

onderzoekt | ontwerpt | adviseert

# Rapport

**Aveco de Bondt BV**
Holten - Amstelveen - Breda - Eindoven - Nieuwegein

Postbus 64, 7450 AB Holten
T +31 88 004 82 12
info@avecodebondt.nl
avecodebondt.nl

# Klimaatadaptieve varianten inrichting Vestingveld

| | |
|---|---|
| **project** | Klimaatadaptieve inrichting Vestingveld Zeewolde |
| **projectnummer** | 222340 |
| **projectleider** | Beatrijs Koet |
| **opdrachtgever** | Gemeente Zeewolde |
| **postadres** | Postbus 1, 3890 AA Zeewolde |
| **contactpersoon** | Beatrijs Koet |
| **status** | Definitief |
| **auteur** | Beatrijs Koet |
| **paraaf** | Digitaal in kwaliteitssysteem |
| **gecontroleerd** | dr. Lieselotte Tolk |

| | |
|---|---|
| **datum** | 15 augustus 2022 |
| **referentie** | 222340_AdB_R_0001_v1.0 |

# Inhoud


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Inleiding** | **4** |
| **2** | **Gebiedskenmerken Vestingveld** | **5** |
| 2.1 | Plangebied | 5 |
| 2.2 | Beoogde ontwikkeling | 5 |
| 2.3 | Oppervlaktewater: de Blauwe Diamant | 6 |
| 2.4 | Hoogteligging | 6 |
| 2.5 | Bodemopbouw | 6 |
| 2.6 | Grondwaterstand | 7 |
| **3** | **Klimaatadaptatie normen en uitgangspunten** | **8** |
| 3.1 | Ontwateringsnorm | 8 |
| 3.2 | Extra open water | 8 |
| 3.3 | Voorkeursvolgorde verwerken hemelwater | 8 |
| 3.4 | Geen schade bij buien | 9 |
| 3.5 | Vitale en kwetsbare voorzieningen | 9 |
| 3.6 | Waterberging en afvoer | 9 |
| 3.7 | Droogte en bodemdaling | 9 |
| 3.8 | Hittestress | 9 |
| 3.9 | Overstromingen | 10 |
| 3.10 | Biodiversiteit | 10 |
| **4** | **Bouwstenen voor klimaatadaptatie** | **11** |
| 4.1 | Basis aanpak: gescheiden Hemelwater Riool | 11 |
| 4.2 | Drainage | 11 |
| 4.3 | Vergroten afvoer via hemelwater riool | 11 |
| 4.4 | Water op straat | 11 |
| 4.5 | Waterbergende wegfundering | 11 |
| 4.6 | Wadi | 12 |
| 4.7 | Raingarden | 12 |
| 4.8 | Bomen/Heesters met bodemverbetering en infiltratiedrains | 13 |
| 4.9 | Groene daken en gevels | 13 |
| 4.10 | Groene bekleding bermen | 13 |
| 4.11 | Open water / watercompensatie | 13 |
| **5** | **Wateropgave** | **14** |
| 5.1 | Verhard oppervlak | 14 |
| 5.2 | Benodigde berging | 14 |
| 5.2.1 | Openbaar terrein | 14 |
| 5.2.2 | Particulier terrein | 14 |
| **6** | **Beschikbare waterberging en kosten** | **15** |
| 6.1 | Beschikbare berging | 15 |
| 6.2 | Kostenindicatie | 16 |
| **7** | **Varianten** | **17** |

7.1 Variant A Acceptatie water op straat en eigen verantwoordelijkheid 19
7.2 Variant B Technische oplossingen en eigen verantwoordelijkheid 20
7.3 Variant C Wadi's en eigen verantwoordelijkheid 21
7.4 Variant D Beperktere eigen verantwoordelijkheid 22
7.5 Variant E Comfortabel en groen 23

**8 Conclusie 24**

**9 Gebruikte bronnen 25**

**Bijlagen**

**Bijlage 1 Achtergrond gebiedsgegevens**
Oppervlaktewater
Boorprofielen omgeving (Dinoloket)

**Bijlage 2 Normen en richtlijnen**
Klimaatbestendige Nieuwbouw MRA
Provincie Flevoland
Waterschap Zuiderzeeland
Uitgangspunten beleid Zeewolde
Uitgangspunten bestemmingsplan

# 1 Inleiding

In december 2021 heeft de gemeenteraad van Zeewolde besloten dat elk inrichtingsplan, waar meer budget voor nodig is t.o.v. het originele plan, dient te zijn voorzien van klimaatadaptatie varianten. Dit geldt ook voor de doorontwikkeling van het bedrijventerrein Vestingveld. Zeewolde wil het bedrijventerrein Vestingveld klimaatbestendig inrichten.

Met dit rapport geven we inzicht in de mogelijke klimaatadaptieve maatregelen en de impact (financieel en mate van klimaatrobuustheid) van de toepassing van deze maatregelen. In deze rapportage staan de resultaten van een bureaustudie op basis van de beschikbare gegevens en bestaande concepten. Allereerst is een kader opgesteld met eisen en richtlijnen voor klimaatadaptatie. Daarna zijn twee typen wateropgaven, een voor alleen de openbare ruimte, en een aangevuld met een gedeelte van het private terrein, uitgewerkt in vijf varianten. Hierin wordt inzicht gegeven in de effecten van het verschil in opgave dat in de openbare ruimte wordt opgevangen én het type maatregelen dat is toegepast.



Figuur 2: Bloeiend bedrijventerrein [19].



Figuur 1: Water op straat.

# 2 Gebiedskenmerken Vestingveld

## 2.1 Plangebied

Het plangebied betreft de ontwikkeling van een bedrijventerrein. Een deel van het bedrijventerrein is al ontwikkeld, hier bevinden zich enkele bedrijven, autowasstraat, een tankstation en een parkeerplaats. Het plangebied wordt ingesloten door de openbare wegen: Kruisboog (noordwestzijde en noordoostzijde), de Gelderseweg (zuidwestzijde) en het oppervlaktewater de Blauwe Diamant (zuidoostzijde). Er is vrijwel geen bebouwing in de huidige situatie (Figuur 3). In deze rapportage wordt alleen de ontwikkeling van het noordwestelijke gedeelte van Vestingveld meegenomen, de oppervlakte hiervan bedraagt 48.895 $m^2$ (Figuur 5).

Vestingveld is een bedrijventerrein met veel verharding. In de naast gelegen watergang is waterberging gerealiseerd. En er is een waterbalans beschikbaar. Afstromend water dient hier wel naar toegevoerd te kunnen worden aangezien het terrein lager ligt dan de omringende wegen. De wal tussen het bedrijventerrein en de woonwijk heeft een visuele afschermende functie. Dit is een eis van de bewoners van de naastgelegen woonwijk.



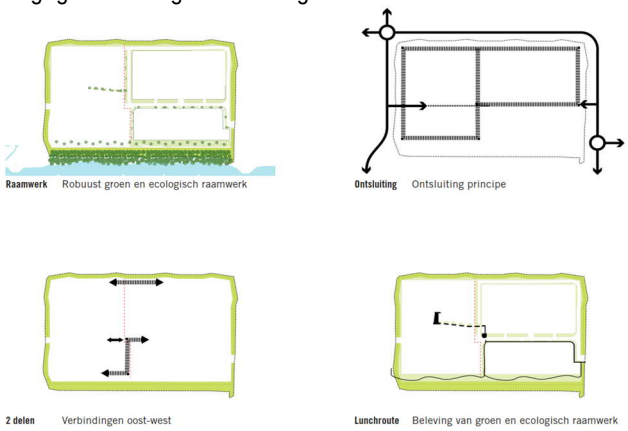
Figuur 3: Ligging van het plangebied (blauw omlijnd)

## 2.2 Beoogde ontwikkeling

Door Rho Adviseurs zijn verschillende varianten van het stedenbouwkundig plan opgesteld [3]. De algemene uitgangspunten van het stedenbouwkundig plan zijn:

- **Ecologie:** Aan de zuidelijke zijde bevindt zich een brede ecologische oever van de regionale vaarroute Blauwe Diamant grenzend aan Vestingveld.
- **Wal:** De landschappelijke wal rondom het gebied blijft belangrijk uitgangspunt en wordt zo min mogelijk doorsneden.
- **2 delen:** Het gebied is opgesplitst in twee delen en omvat enkele ontwikkelingen en plannen voor uitbreiding, waarbij de gemeente het oostelijke deel zelf ontwikkelt.
- **2 Ontsluitingen:** Binnen het gebied loopt een distributiestraat rondom tegen de wal met aan twee zijden een entree. Dit principe kan niet geheel worden overgenomen in het oostelijk deel, gezien de eigendomssituatie en de nieuwe functie.

Dit rapport gaat uit van variant B1 (verkorten ovonde). De uitgangspunten van variant B1 en het ontwerp zijn weergegeven in Figuur 4 en Figuur 5.




Figuur 4: Uitgangspunten stedenbouwkundig plan variant B1: verkorten ovonde [3]




Figuur 5: Uitgangspunten stedenbouwkundig plan variant B1: verkorten ovonde [3]. In dit rapport wordt ingegaan op de zijde rechts van de rode stippellijn.

## 2.3 Oppervlaktewater: de Blauwe Diamant

Aangrenzend aan het plangebied ligt een waterloop die onderdeel is van de Blauwe Diamant. Het oppervlak van dit oppervlaktewater is vergroot, en er is hiermee al extra waterberging gerealiseerd (zie 4.10). Deze waterloop is onderdeel van het gebied waarover de klimaatnormen moeten worden getoetst.

De waterberging in de Blauwe Diamant kan worden ingezet om water vanuit Vestingveld te bergen. Aandachtspunt hierbij is wel dat het water de waterloop niet via oppervlakkige afstroming kan bereiken, omdat de waterloop is gescheiden van het plangebied door en aarden wal.

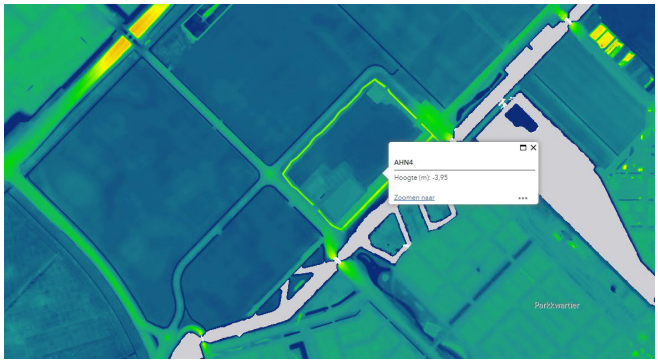
Verder grenst het plangebied aan drie kavelsloten. Het waterpeil in de Blauwe Diamant en in de sloten is ingesteld op -5,2 m NAP (zie Bijlage 1). Het waterpeil blijft volgens het bestemmingsplan ingesteld op het huidige peil [10].



Figuur 6: Verhoging rondom het plangebied (Google Maps, 2022)

## 2.4 Hoogteligging

Er is geen sprake van een groot reliëf binnen het perceel. De hoogteligging van het plangebied varieert tussen circa -3,86 in het westelijke deel en -4,07 m NAP in het oostelijke deel (zie Figuur 7). De wal rondom het plangebied heeft een verhoging tot gemiddeld circa -1,5 m NAP (zie Figuur 6). Bij het project wordt rekening gehouden met een neutrale grondbalans. De hoeveelheid beschikbare grond, door het uitgraven van het wegcunet, zal bepalen wat nieuwe weghoogten en vloerpeilen worden.




Figuur 7: Hoogteligging plangebied (AHN4)

## Bodemopbouw

Binnen het plangebied is op 01-02-2022 een verkennend bodemonderzoek verricht door PJ Milieu BV [1] (voor profielen zie Bijlage 1). Hieruit blijkt dat de toplaag tot -2,0 m onder maaiveld bestaat uit klei. Nabij het plangebied zijn boorprofielen beschikbaar via het DINOloket (zie 0Bijlage 1). Hieruit blijkt dat kleilaag doorgaat tot ongeveer -5,5 m NAP. Daaronder volgt een laag veen/gyttja laag van 0,2 m tot 1 m dik, waarna het zandpakket begint. De bodemopbouw is beschreven in Tabel 0.1.

Tabel 0.1: Globale bodemopbouw verkennend bodemonderzoek plangebied [1,25]

| Onderkant laag (m NAP) | Dikte laag (m) | Grondsoort |
|---|---|---|
| -3,9 | - | Maaiveld |
| -4,4 | 0,5 | Klei, matig fijn, zwak zandig, zwak humeus |
| -5,5 | 1,1 | Klei, matig fijn, zwak zandig |
| -5,7 à -6,5 | 0,2 tot 1 | Veen |
| | | Zandpakket |

De aanwezigheid van klei in de ondergrond betekent dat de snelheid waarmee water in de bodem kan infiltreren waarschijnlijk beperkt is.

Klei en veen worden aangemerkt als slappe bodemlagen, gevoelig voor bodemdaling. Daarbij is veen het meest gevoelig voor bodemdaling wanneer het droogvalt. In dat geval kan het veen oxideren waardoor het wordt afgebroken. In Vestingveld is op ongeveer 1,6m onder maaiveld veen aangetroffen.

Klei kan gevoelig zijn voor krimp in droge perioden, in natte perioden zwelt de klei over het algemeen weer naar het oude volume. De effecten van deze zwel en krimp zijn over het algemeen beperkter dan de effecten van bodemdaling door veenoxidatie.

Als er door vergroening (bomen) veel extra verdamping optreedt, is de kans groter dat de grondwaterstand onder de veenlaag uitzakt.

## 2.5 Grondwaterstand

Voor de bepaling van de grondwaterstand is gebruik gemaakt van het verkennende bodemonderzoek [1], hierin zijn eenmalig grondwaterstanden gemeten (op 11-01-2022) op meerdere locaties in het plangebied (zie Tabel 0.2 en Bijlage 1). In het plangebied zijn geen langdurige grondwaterstandmetingen beschikbaar. Om te bepalen of de metingen in januari 2022 representatief zijn voor een natte situatie hebben we gebruik gemaakt van de langdurige grondwatergegevens in de omgeving uit Dinoloket [2]. De metingen zijn op een redelijk nat moment genomen. Om de Representatief Hoge Grondwaterstand (RHG) in meer detail te bepalen raden we langdurige grondwaterstandmetingen in het plangebied aan.

Tabel 0.2: Veldmetingen grondwaterstand (11-01-2022). Het maaiveld is gebaseerd op AHN4.

| Peil-buis | Grondwaterstand (m-mv) | Maaiveld (m NAP) | Grondwaterstand (m NAP) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,12 | -3,90 | -5,02 |
| 2 | 0,91 | -3,97 | -4,88 |
| 3 | 0,81 | -4,09 | -4,90 |
| 4 | 0,74 | -3,98 | -4,72 |
| 5 | 0,82 | -3,91 | -4,73 |
| 6 | 0,85 | -4,11 | -4,96 |
| 7 | 0,60 | -3,96 | -4,56 |

De gemeten grondwaterstand (indicatie voor RHG) varieert in het plangebied tussen 0,6 m en 1,12 m onder maaiveld.

# 3 Klimaatadaptatie normen en uitgangspunten

In dit hoofdstuk wordt het kader geschetst waaraan de klimaatadaptieve varianten worden getoetst. Dit wordt gedaan voor de thema's wateroverlast, droogte en bodemdaling, hittestress, biodiversiteit en natuurinclusief en overstromingen.

Bij grote hoeveelheden neerslag kan afstromend hemelwater niet snel genoeg naar het oppervlaktewater (de Blauwe Diamant) stromen. Steeds hogere temperaturen vergroten de hittestress, dit heeft gevolgen voor het comfort en mogelijk de gezondheid. Droogte en bodemdaling hebben voor de huidige inrichting weinig effect, maar dit kan na de ontwikkeling veranderen. De ontwikkeling van Vestingveld biedt kansen voor biodiversiteit, bijvoorbeeld om de groene structuur langs de Blauwe diamant te versterken.

In dit hoofdstuk leggen we de relatie tussen de normen en het plangebied. Voor een overzicht van relevante beleidsstukken en normen zie Bijlage 2.

De normen voor klimaatadaptatie moeten voor de gemeente Zeewolde nog worden vastgesteld. In deze studie maken we voor het opstellen van de normen waaraan wordt getoetst, gebruik van bestaand materiaal. De norm voor wateroverlast komt uit de klimaatadaptatiestrategie Zeewolde. Bij de overige normen maken we gebruik van het basis veiligheidsniveau Klimaatadaptieve Nieuwbouw van de metropoolregio Amsterdam (MRA). We verwijzen in dit hoofdstuk naar de volgende beleidsstukken (tussen rechte haken in de tekst):

a. Convenant klimaatadaptieve nieuwbouw van de metropoolregio Amsterdam (MRA)
b. Waterbeheerprogramma 2022-2027 Waterschap Zuiderzeeland
c. Waterbeleid voor de 21e eeuw
d. Klimaatadaptatie aanpak gemeente Zeewolde
e. Waterkader voor ruimtelijke plannen in Flevoland

De normen hebben niet alleen betrekking op de inrichting van de openbare ruimte. De blauwe kaders geven eisen aan die moeten worden meegegeven aan derden (niet uitputtend).

## 3.1 Ontwateringsnorm

Voor de geldende normen hebben we gebruik gemaakt van de meest recente beleidsstukken [b] en, indien zaken ontbraken, deze aangevuld met oudere beleidsstukken [e]. Het Waterkader voor ruimtelijke plannen, in Flevoland van Waterschap Zuiderzeeland [e], stelt adviezen voor de minimale ontwatering. Het meest relevante advies voor het plangebied is: 0,8 m voor secundaire wegen.

## 3.2 Extra open water

In de realisatie van de Blauwe Diamant is extra open water gecreëerd. Dit is voldoende om aan deze eis te voldoen (zie 4.10). Indien, met het oog op toekomstige ontwikkelingen, meer open water noodzakelijk is, is de lijn van de Gemeente Zeewolde om dit met een verdere verbreding van de watergangen buiten het plangebied op te vangen. Er hoeft daarom geen extra open water te worden gecreëerd binnen het plangebied.

## 3.3 Voorkeursvolgorde verwerken hemelwater

In meerdere beleidsstukken zijn voorkeursvolgordes voor het verwerken van hemelwater gedefinieerd [b, c]. De voorkeurstrits is vasthouden, bergen, afvoeren [c]: Deze strategie houdt in dat overtollig water zoveel mogelijk bovenstrooms wordt vastgehouden in de bodem en in het oppervlaktewater. Indien vasthouden niet mogelijk is wordt het water tijdelijk geborgen. Pas als vasthouden en bergen niet voldoende opleveren wordt het water afgevoerd.

Hemelwater dient bij voorkeur in de volgende voorkeursvolgorde te worden aangewend [b]:

- Hergebruik (bijv. voor toiletten, wasmachines en tuinsproeien);
- Infiltratie in de bodem;
- Buffering in waterberging
- Lozing op oppervlaktewater

Dit sluit ook aan bij de eis uit het convenant klimaatadaptieve nieuwbouw [a]:

- Hemelwater wordt zoveel mogelijk vastgehouden, in de bodem gebracht en hergebruikt

Dit betekent in het plangebied dat klimaatmaatregelen die zorgen voor het lokaal vasthouden en infiltreren de voorkeur hebben boven maatregelen die het water afvoeren naar het oppervlaktewater.

De voorkeursvolgorde geldt ook voor particulier terrein. Dit dient als voorkeur worden meegegeven aan ontwikkelaars.

### 3.4 Geen schade bij buien

In het convenant MRA is de volgende eis geformuleerd [a]: Hevige neerslag (1/100 jaar, 70 mm in een uur) zorgt niet voor schade in en aan gebouwen, infrastructuur en voorzieningen.

Voor Zeewolde is in het ambtelijk advies bij de klimaataanpak [d] de volgende aanpak beschreven: Bij wateroverlast wordt geaccepteerd dat het regenwater 1 maal in de 100 jaar (T100) de woning in kan stromen (dit is gemiddeld ongeveer één keer in een mensenleven; elk jaar een kans van 1% dat dit optreedt). Voor de trottoirs geldt een norm van 1 maal in de 10 jaar (T10). Voor de T100 bui wordt gerekend met 70 mm in een uur, bij de T10 bui valt 35,7 mm in een uur [12].

### 3.5 Vitale en kwetsbare voorzieningen

In het convenant MRA is de volgende eis geformuleerd: Bij hevige neerslag (1/250 jaar, 90 mm in een uur) blijven vitale en kwetsbare infrastructuur en voorzieningen functioneren en bereikbaar.

Het is sterk aan te raden om kwetsbare voorzieningen niet in de kelder te plaatsen. En om kwetsbare infrastructuur zoals elektrische voorzieningen in de openbare ruimte waterdicht of voldoende hoog te installeren.

### 3.6 Waterberging en afvoer

In de convenanten klimaatadaptieve nieuwbouw wordt verwacht dat neerslag (deels) op eigen terrein wordt verwerkt: Een groot deel van de neerslag (range 40-70 mm) van privaat terrein wordt verwerkt, op het terrein zelf of in extra (water)voorzieningen in of toegerekend aan het plangebied [a].

In deze studie worden twee opties verkend: in lijn met deze norm 50 mm berging op eigen terrein. En een optie waarbij de particulieren meer ontzorgd worden met een kleinere berging op eigen terrein van 25 mm.

Bovendien is een eis [a] dat de voorzieningen in maximaal 60 uur weer beschikbaar zijn. Dit betekent in de kleibodem van het plangebied dat bij de maatregelen drainage moet worden meegelegd om de berging (geknepen) te ledigen.

Voor ontwerp van wegen en door ontwikkelaars:
Bij een waterdiepte van 20 cm op rijbaan door extreme regen en/of overstromingen mag geen schade optreden aan gebouwen en elektrische installaties in de openbare ruimte en blijven hoofdwegen begaanbaar [a].

Dit betekent voor de ontwikkelaar een dorpelhoogte van minimaal 30cm ten opzichte (ivm golfhoogte) van het hoogste punt van de rijbaan wordt aangeraden.

Een eis is dat natuurlijke afwatering zoveel mogelijk aanwezig is [a]. Vanwege de aarden wal rondom het plangebied zal afwatering hier echter (eventueel via drains) via het Hemelwater Afvoer riool (HWA) richting het oppervlaktewater geschieden.

### 3.7 Droogte en bodemdaling

In het convenant van MRA is de eis op het vlak van droogte en bodemdaling geformuleerd als [a]: Bij langdurige droogte (potentieel maximaal neerslagtekort 300 mm, eens per 10 jaar) wordt schade aan bebouwing, wegen, groen en vitale en kwetsbare functies voorkomen.

Gebied specifiek worden een restzettingseis en bijbehorende maatregelen set tegen bodemdaling gekozen die over de levensduur van zestig jaar maatschappelijk het meest kosteneffectief zijn voor openbaar en privaat terrein.

In de andere convenanten wordt ook het belang van infiltratie nog een keer benadrukt in relatie tot droogte, bijvoorbeeld in convenant CDBU: Inrichting plangebied is bij uitbreidingslocatie infiltratieneutraal en bij herontwikkeling infiltratiepositief (50-100% jaarneerslagsom).

Voor het plangebied betekent dit het stimuleren van infiltratie om droogte te gaan. Van aanvullende maatregelen om bodemdaling tegen te gaan een doelmatigheidsafweging moet worden gemaakt.

### 3.8 Hittestress

In convenant MRA staan voor hittestress de volgende eisen geformuleerd voor de openbare ruimte [a]:

- Er is tenminste 40% schaduw voor langzaamverkeersroutes en verblijfsplekken in het plangebied tijdens de hoogste zonnestand in de zomer.
- Koele plekken (minimaal 200 m2)* zijn op loopafstand (300 meter) aanwezig.

In het plangebied is langs de waterloop de Blauwe Diamant een groenzone aanwezig met bomen. Hiermee is een koele plek met voldoende volume aanwezig op loopafstand. Indien dit goed toegankelijk wordt gemaakt, wordt hiermee aan de tweede eis voldaan. In het stedenbouwkundig plan zijn bomen ingetekend in het robuuste groen en ecologisch raamwerk. Mogelijk moeten deze uitgebreid worden om te voldoen aan de 40% schaduw eis, zie voor de indeling van het plan ook Figuur 5

Tenminste 50% van alle horizontale en verticale oppervlakten worden warmtewerend of verkoelend ingericht/gebouwd om opwarming van het stedelijk gebied en opwarming van de gebouwen zelf te verminderen.

Koeling leidt niet tot opwarming van de (verblijfs-)ruimtes in de directe omgeving [a].

Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat niet wordt ingezet op airco's maar bijvoorbeeld op koelte door schaduw en door verdamping van groen.



Figuur 8: Aanwezig groen om de rand van het plangebied.

### 3.9 Overstromingen

In convenant MRA staan zijn voor overstromingen de volgende eisen geformuleerd:

Bij overstromingen mag er geen schade optreden aan gebouwen en elektrische installaties in de openbare ruimte en blijven hoofdwegen begaanbaar. In het plangebied zijn geen hoofdwegen.

Kwetsbare infrastructuur zoals elektrische voorzieningen in de openbare ruimte tot >2m hoogte waterdicht of voldoende hoog installeren.

Er moeten maatregelen getroffen worden om veilig te kunnen schuilen of te evacueren in het geval van een overstroming.

Dit betekent bijvoorbeeld ook voor bezoekers voldoende mogelijkheden om te schuilen op hogere verdiepingen van stevige gebouwen.

### 3.10 Biodiversiteit

In convenant MRA staan voor biodiversiteit de volgende eisen geformuleerd:

- Het plangebied creëert, afhankelijk van de grootte, een hoogwaardige habitat voor een of meer soorten-categorieën.
- Het horizontale en verticale oppervlak wordt in samenhang met de groenblauwe structuren en ecosystemen in de bredere omgeving ingericht (met minimaal 30 % groen op buurtniveau, boomkroonoppervlak telt mee)
- Ecologische oplossingen en oplossingen gebaseerd op natuurlijke processen van het specifieke gebied hebben altijd de voorkeur boven 'puur technische' oplossingen, ook bij gelijke maatschappelijke prestaties en kosten (Total Cost of Ownership benadering).

In het plangebied kan hieraan invulling worden gegeven door in te zetten op groene maatregelen, en deze zo in te richten dat ze de biodiversiteit versterken.

# 4 Bouwstenen voor klimaatadaptatie

De klimaatopgave kan met verschillende maatregelen worden opgepakt. Deze hebben effect op de verschillende opgaven. In dit hoofdstuk staan de maatregelen weergegeven en de bijbehorende uitgangspunten. De exacte uitwerking van de maatregelen kan in het definitieve ontwerp veranderen.

## 4.1 Basis aanpak: gescheiden Hemelwater Riool

Standaard wordt een gescheiden stelsel aangelegd met een capaciteit van circa 20 mm/uur (voor het openbare en publieke terrein). Het hemelwater wordt door middel van kolken naar de HWA gebracht. Dit HWA wordt aangesloten op de Blauwe Diamant.



Figuur 9: Riolering

Om een klimaatbui van 70 mm/uur te kunnen verwerken moeten aanvullende klimaatmaatregelen worden genomen. Dit kan een selectie zijn van onderstaande maatregelen.

## 4.2 Drainage

Om de ontwateringsnorm van 80 cm onder secundaire wegen te handhaven zal plaatselijk drainage nodig zijn. De HWA wordt in Zeewolde standaard als een drainage transport leiding aangelegd. Om zoveel mogelijk water in de bodem vast te houden moet de drainage of drainage-transportleiding worden uitgevoerd met een drempel, zodat het grondwater pas wordt afgevoerd als het boven 80 cm onder maaiveld komt.

## 4.3 Vergroten afvoer via hemelwater riool

Het is mogelijk om de afvoer van hemelwater via het HWA naar het oppervlaktewater te vergroten. Hiervoor moeten buizen met een grotere diameter worden aangelegd. Naast de kosten van de buizen komen hierbij extra kosten voor (eventueel op meerdere plaatsen) doorsteken van de aarden wal.

De technische haalbaarheid van deze optie is nog niet onderzocht. Het is onzeker of er voldoende ruimte in het wegprofiel aanwezig is voor het sterk vergroten van de diameter van de rioleringsbuizen. Aangezien deze optie zorgt voor het direct afvoeren past dit niet in de voorkeursvolgorde verwerken hemelwater (zie 3.3). Daarom is deze optie niet verder uitgewerkt voor dit plangebied.

## 4.4 Water op straat

Bij een piekbui kan een deel op straat worden geborgen, als wordt geaccepteerd dat een gedeelte van het water op de straat mag blijven staan. Dit sluit aan bij de eis ‘Bij een waterdiepte van 20 cm op rijbaan door extreme regen en/of overstromingen mag geen schade optreden aan gebouwen en elektrische installaties in de openbare ruimte en blijven hoofdwegen begaanbaar’[4]. Bij dit uitgangspunt kan dus een maximale waterdiepte van 20 cm worden geaccepteerd bij piekbuien.

Eventueel kan ook voor een kleinere berging op straat worden gekozen, bijvoorbeeld vanwege de begaanbaarheid van de wegen bij piekbuien. We kijken daarom ook naar een waterberging van 5cm aan de randen van de weg tegen de trottoirbanden (bij een bol profiel). In het plangebied is waarschijnlijk vanwege de grotere belastbaarheid een bol wegprofiel het meest wenselijk.

## 4.5 Waterbergende wegfundering

Waterberging in de wegfundering kan op verschillende manieren. De drie meest toegepaste categorieën zijn:

- Steenslag
- Steenwol
- Infiltratiekratten

De bergingscapaciteit van steenwol is 96%. Dat wil zeggen dat in 96% van het volume van de steenwol ingezet kan worden voor waterberging. Infiltratiekratten hebben een vergelijkbare bergingscapaciteit. Van steenslag is de bergingscapaciteit circa 40%.

Waterbergende wegfundering wordt over het algemeen boven de hoogste grondwaterstand toegepast. Hiermee is de waterberging altijd beschikbaar en staat niet vol met grondwater.

Voor de dekking van Steenslag en Steenwol wordt uitgegaan van 30cm, voor infiltratiekratten is onder wegen met zwaar verkeer waarschijnlijk een dekking van 50 cm benodigd.

Hoeveel ruimte beschikbaar is voor waterbergende fundering is ook afhankelijk van de andere functies die onder de weg moeten worden ingepast. Onder de openbare weg is aangenomen dat 35% van het wegoppervlak

beschikbaar is, hierbij wordt aangenomen dat de waterbergende fundering boven de riolering wordt toegepast.
Onder de 'langzaam verkeer' routes liggen vaak ook de kabel en leidingen tracés, daarom is hier een beschikbare ruimte van 15% aangenomen.

Het water kan via de kolken die in de basis aanpak zitten in de waterbergende fundering worden gebracht. Daarbij raden we aan om de zandvang van de kolken groot te dimensioneren. De reiniging kan worden meegenomen met de reguliere reiniging van de HWA.

Aangezien de ondergrond niet geschikt is voor infiltratie wordt de afvoer van de waterbergende fundering geregeld met drainage met geknepen afvoer. We nemen voor de berekeningen aan dat de waterbergende fundering 3m breed is.



Figuur 10: Waterbergende fundering

## 4.6 Wadi

In een wadi kan water bovengronds geborgen worden. Bij de wadi wordt uitgegaan van een talud van minimaal 1:3 aan minstens een kant van de voorziening. Op deze manier is de wadi goed toegankelijk voor onderhoud. Aan de andere zijde kan ook worden gekozen voor een talud van 1:3, of voor een talud van 1:1 om de waterbergingscapaciteit te vergroten.

Aangezien de ondergrond niet geschikt is voor infiltratie wordt de afvoer van de wadi geregeld met drainage met geknepen afvoer. We nemen voor de berekeningen aan dat de wadi 4 m breed is.



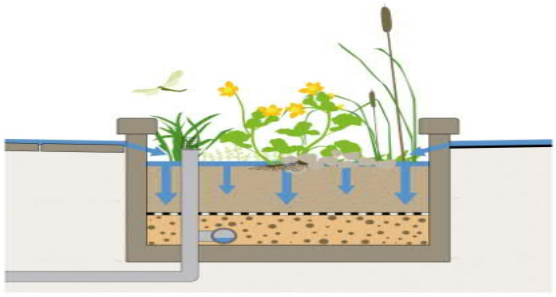
Figuur 11: Voorbeeld begroeide wadi [16]

## 4.7 Raingarden

In een raingarden kan water bovengronds en ondergronds geborgen worden. Een raingarden is een verdiepte plantenbak of vak, waar regenwater opgevangen kan worden. Aangezien de ondergrond niet geschikt is voor infiltratie wordt de afvoer van de raingardens geregeld met drains. In de raingarden is vaak ook een slokop aanwezig welke ervoor zorgt dat de raingarden niet overstroomt.

Uitgangspunt voor de raingarden is dat deze recht wordt uitgegraven tot ongeveer 60 cm onder maaiveld en gevuld met teeltaarde. De bovenkant van de teeltaarde bevindt zich ongeveer 15cm onder de rand van de raingarden op maaiveld. De teeltaarde heeft een bergingscapaciteit van circa 30%.

Aangezien de ondergrond niet geschikt is voor infiltratie wordt de afvoer van de wadi geregeld met drainage met geknepen afvoer. We nemen voor de berekeningen aan dat de raingarden 3 m breed is.



Figuur 12: Raingarden

De raingardens worden uitgevoerd met zoveel mogelijk inheemse planten en (bessen)struiken. De variatie in de toegepaste soorten dient te zorgen voor een brede

voedselbeschikbaarheid. In de raingarden kunnen ook bijenkasten of ander nestelmogelijkheden geplaatst worden.

### 4.8 Bomen/Heesters met bodemverbetering en infiltratiedrains

Bomen en heesters zorgen voor verkoeling door schaduw en door verkoeling door verdamping mits er genoeg water beschikbaar is. In het plangebied is op verschillende locaties ruimte voor bomen of heesters. Deze ruimte komt gedeeltelijk overeen met de beschikbare ruimte voor de raingardens en de wadi's.

De aanplant van pollen- en nectarrijke bomen en struiken is van belang voor insecten. Daarnaast gedijen ook vogels en kleine zoogdieren beter in gevarieerd groen.

### 4.9 Groene daken en gevels

Deze maatregel kan niet worden toegepast op het openbare terrein, maar wel op het particulier terrein. Groene daken en gevelbegroeiing kunnen de isolatie van een gebouw vergroten. Ook kan het voor verkoeling op hete dagen zorgen, mits er voldoende water beschikbaar is. Daarnaast geven ze een fijne uitstraling aan het plangebied. Het wordt aangeraden om inheemse en droogteresistente soorten te planten. De aanplant van pollen- en nectarrijke klimmers of dakbedekking is van belang voor insecten. Daarnaast gedijen ook vogels en kleine zoogdieren beter in gevarieerd groen.



Figuur 13: Voorbeeld groene gevel bedrijventerrein [17]

### 4.10 Groene bekleding bermen

De wal om het plangebied heen biedt ruimte om groen een prominente rol te geven. Veel verschillende soorten en typen ecologisch groen zorgen voor een hogere rijkdom in de aanwezige soorten. Hoe gevarieerder het aanbod aan groen, des te meer leven het aan zal trekken. Daarnaast biedt een gevarieerd aanbod ook een hogere belevingswaarde.

### 4.11 Open water / watercompensatie

Bij de beoogde ontwikkeling neemt het verhard oppervlak binnen het plangebied toe met 41.300 $m^2$. De eerdere studie Waterbalans Polderwijk [11] laat zien dat in de omgeving van het plangebied genoeg bergingsruimte om de toename verharding in het open water op te vangen. Daarbij is uitgegaan van de norm dat verharding dient te worden gecompenseerd met 6% open water (normen uit 2013 [9]), namelijk 2.480 $m^2$.

In de waterbalans [11] is weergegeven dat in het peilgebied van de ontwikkeling 17,4 ha verhard oppervlak aanwezig is. Hiervoor dient een oppervlak van 1,044 ha open water aanwezig te zijn. In het gebied is 12,6 ha open water aanwezig. Dit betekent dat er ruim 11 ha aan extra open water in het gebied aanwezig is. De opgave van deze ontwikkeling (2.480 m2) wordt ruim gecompenseerd in het bestaande watersysteem.

Er is dus voldoende berging (bij de normen uit 2013 [9]) aanwezig als de Blauwe Diamant wordt meegenomen in de beoordeling. De uitdaging in het plangebied is om het water bij de Blauwe Diamant te laten komen tijdens piekbuien. Het plangebied wordt namelijk afgescheiden van de Blauwe Diamant door de wal. Met de HWA wordt, door de wal heen, een verbinding gemaakt tussen het plangebied en de Blauwe Diamant. De capaciteit (standaard wordt uitgegaan van 20mm/uur) is echter ontoereikend om piekbuien volledig via de HWA naar de blauwe diamant af te voeren. Daarom is (tijdelijke) waterberging in het gebied relevant.

# 5 Wateropgave

## 5.1 Verhard oppervlak

De wateropgave wordt bepaald aan de hand van het verhard oppervlak. Het oppervlak van het plangebied is opgedeeld in de volgende categorieën: particulier verhard, openbaar verhard, particulier onverhard, openbaar onverhard en oppervlaktewater (Tabel 5.1). De oppervlakken zijn bepaald aan de hand van het stedenbouwkundig plan variant [25]. Hierbij is ervan uitgegaan dat het uitgeefbaar terrein volledig verhard is.

De berekening is uitgevoerd voor het ontwerp variant B1. Bij nadere invulling van het plangebied dient een herberekening van de benodigde waterberging plaats te vinden.

Tabel 5.1: Overzicht oppervlakken stedenbouwkundig plan variant B1

| Omschrijving | Oppervlak [$m^2$] |
|---|---|
| Openbaar verhard | 6.556 |
| Particulier verhard | 34.743 |
| **Totaal verhard** | **41.299** |
| Openbaar onverhard | 7.600 |
| Particulier onverhard | 0 |
| Oppervlaktewater | 0 |
| **Totaal onverhard** | **7.447** |
| **Totaal oppervlakte terrein** | **48.895** |

## 5.2 Benodigde berging

Bij de berekeningen wordt conform de normen rekening gehouden met een klimaatbui van 70mm/uur. Zowel in het convenant van MRA als in het ambtelijk voorstel voor klimaatadaptie van gemeente Zeewolde is dit geformuleerd als grens waarbij geen water de gebouwen in mag stromen.

## 5.3 Openbaar terrein

De wateropgave voor de gemeente Zeewolde is 70 mm over het openbaar verhard oppervlak (Tabel 5.1). Uitgaande van een openbaar verhard oppervlak van 6.556 $m^2$ bedraagt de waterbergingsopgave 459 $m^3$. De riolering kan hiervan 20 mm afvoeren (131 $m^3$), de wateropgave die overblijft is 328 $m^3$ (overige 50 mm).

## 5.4 Particulier terrein

De wateropgave voor de ontwikkelaar is 70 mm over het particulier verhard oppervlak (Tabel 5.1). Uitgaande van een particulier verhard oppervlak van 34.743 $m^2$ bedraagt de waterbergingsopgave 2.432 $m^3$. De riolering kan hiervan 20 mm (695 $m^3$) afvoeren, de wateropgave die overblijft is 1.737 $m^3$.

Indien de helft (25 mm) van de private opgave opgepakt wordt in het openbare gebied wordt de opgave voor de publieke ruimte vergroot met 869 $m^3$. De gecombineerde opgave wordt hiermee 1.196,5 m3 (328+868,5).

# 6 Beschikbare waterberging en kosten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beschikbare ruimte voor de verschillende (klimaatadaptieve) maatregelen binnen het plangebied. De beschikbare ruimte bepaalt hoeveel water maximaal met een type maatregel geborgen kan worden. Ook worden hier de kosten van de verschillende maatregelen gepresenteerd. Op basis van deze informatie worden in het volgende hoofdstuk varianten gedefinieerd. In Tabel 6.1 is weergegeven hoeveel berging met de verschillende maatregelen kan worden gerealiseerd welke kosten daaraan gerelateerd kunnen worden.

Hierbij is onderscheid gemaakt in de maatregelen die worden gerealiseerd:

- Op de openbare weg (water op straat)
- In de openbare weg (waterbergende fundering)
- In 'langzaamverkeersroutes' (waterbergende fundering)
- Rondom de centrale infrastructuur (Wadi's of Raingardens)
- In de Groenzone Blauwe Diamant (Wadi's of Raingardens)

## 6.1 Beschikbare berging

Voor elk van de maatregelen is berekend hoeveel waterberging hiermee beschikbaar kan worden gemaakt in het plangebied. Voor de uitgangspunten zie hoofdstuk 4. De berekende berging geeft een inschatting van de orde van grootte, op basis van kentallen. Voor exacte bepaling van de beschikbare berging is verder onderzoek en ontwerp nodig.

De maatregelen op de verschillende locaties kunnen tegelijk worden genomen, de beschikbare berging kan dan bij elkaar worden opgeteld. Op een locatie kan worden gekozen tussen de verschillende maatregelen op die locatie, deze kunnen niet bij elkaar worden opgeteld. Bijvoorbeeld, in de fundering van de openbare weg kan op het zelfde tracé niet steenslag én steenwol worden gerealiseerd. Datzelfde geldt voor de ruimte rondom de centrale infrastructuur, daar kunnen óf wadi's worden geplaatst óf raingardens, maar niet allebei.

Tabel 6.1: Overzicht oppervlakken stedenbouwkundig plan variant B1

| Locatie maatregel | Maatregel | Capaciteit (mm/m2) | Opper-vlakte (m2) | Eenheid | Beschikbare berging ($m^3$) | Kosten laag (€/m3) | Kosten hoog (€/m3) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Op openbare weg | Water op straat bolle weg (max 20cm) | 175 | 4.998 | $m^2$ | 875 | 0 | 0 |
| | Water op straat bolle weg (max 5cm) | 25 | 4.998 | $m^2$ | 125 | 0 | 0 |
| In openbare weg | Steenslag | 200 | 1.749 | $m^2$ | 350 | 280 | 611 |
| | Steenwol | 475 | 1.749 | $m^2$ | 831 | 502 | 887 |
| | Infiltratiekratten | 285 | 1.749 | $m^2$ | 499 | 864 | 993 |
| In langzaam verkeerroute | Steenslag | 200 | 234 | $m^2$ | 47 | 280 | 611 |
| | Steenwol | 475 | 234 | $m^2$ | 111 | 502 | 887 |
| | Infiltratiekratten | 285 | 234 | $m^2$ | 67 | 864 | 993 |
| Rondom centrale infrastructuur | Wadi steil talud | 236 | 1.000 | $m^2$ | 236 | 241 | 288 |
| | Wadi flauw talud | 210 | 1.000 | $m^2$ | 210 | 338 | 403 |
| | Raingarden | 300 | 1.000 | $m^2$ | 300 | 673 | 762 |
| Groenzone Blauwe Diamant | Wadi steil talud | 272 | 1.300 | $m^2$ | 354 | 241 | 288 |
| | Wadi flauw talud | 247 | 1.300 | $m^2$ | 321 | 338 | 403 |
| | In de groenzone | 100 | 2.800 | $m^2$ | 280 | 0 | 0 |
| | Planten extra bomen | 0 | 50 | boom | 0 | 455 | 455 |

## 6.2 Kostenindicatie

Op basis van de voorgestelde maatregelen is een inschatting gemaakt naar de te verrichten werkzaamheden en de bijbehorende kosten om deze maatregelen te realiseren. Voor de maatregelen is een indicatie van de kosten per $m^3$ waterberging weergegeven (Tabel 6.1).

De eenheidsprijzen zijn afgeleid van actuele prijslijsten (van bedrijven) en eerder opgestelde ramingen door Aveco de Bondt, prijspeil 2021. Hierbij is rekening gehouden met de gebiedskenmerken op basis van de bekende gegevens. Dit is voor elke variant uitgewerkt in de vorm van een indicatieve kostenraming. Deze kostenraming is opgesteld met het doel om de kosten van de verschillende maatregelen te vergelijken en is niet geschikt voor het reserveren van budgetten. Voor exacte kostenbepaling van de maatregen is verder onderzoek en ontwerp nodig.

In het opstellen van de kosten werken we met twee scenario's voor de kosten, zodat een range van de kosten beschikbaar komt. Bij de lage kosten zijn we uitgegaan van lagere kengetallen en lagere kosten voor de aanleg van de drainage en geen noodzaak voor extra grondverzet bij waterbergende funderingen. Bij de hoge kosten zijn juist de hoogste kengetallen ingezet en is ook gerekend met de hoogste prijs voor de aanleg van drainage.

Voor het opstellen van de raming zijn een aantal uitgangspunten opgesteld:
De hoeveelheden en volumes zijn bepaald op basis van de beschikbare ruimte in de voorkeursvariant van het stedenbouwkundige plan;
De indicatieve raming richt zich op het realiseren van de maatregelen. Beheer- en onderhoudskosten zijn niet opgenomen in de ramingen;
In de eenheidsprijzen zijn de volgende zaken niet meegenomen:

- Invloeden marktsituatie
- Grondstof schaarste
- Leveringsproblemen
- Maatregelen kabel en leidingen
- Vergunningen en leges
- Verkeersmaatregelen
- VAT
- Vervuilingen in de grond

Om prijspeil 2021 te corrigeren naar het huidige prijspeil hebben we de eenheidsprijzen (de prijzen van €/$m^3$ berging) met 30% verhoogd. Dit is verwerkt in Tabel 6.1.

De kosten voor de maatregelen lopen uiteen van 0 euro/$m^3$ voor het accepteren van water op straat, tussen de 250 en 400 euro/$m^3$ voor wadi's, rond de 700 euro/$m^3$ voor raingardens en tussen de 300 en 1000 euro/$m^3$ voor waterbergende fundering.

In hoofdstuk 7 zijn deze €/$m^3$ gebruikt om de kosten voor de varianten te berekenen. In de kostenraming voor de varianten is een post onvoorzien van 25% toegepast. Deze post is normaliter 10-15%, maar door de schaarste aan grondstoffen en aanleverproblemen van producenten zien wij een toename in de kosten. Middels deze ruime marge is getracht een beter beeld te geven van de huidige kosten voor het realiseren van de maatregelen.

De kosten voor het beheer worden bepaald door variabele kosten afhankelijk van de lengte van het systeem en vaste kosten (voorrijdkosten e.d.). Bij de beheerskosten is ervan uitgegaan dat een drainagesysteem een keer in de vijf jaar doorgespoten moet worden.

Indien gekozen wordt om infiltratie voor droogtebestrijding bij bomen toe te passen worden extra kosten gemaakt voor de aanleg van dit systeem. Deze kosten zijn afhankelijk van de locatie van de bomen, of kan worden aangesloten op het drainagesysteem van andere maatregelen én de afstand tot het oppervlaktewater. De meerkosten voor de aanleg van infiltratie bij het plaatsen van bomen rondom de centrale infrastructuur behelzen tussen de circa €13.000 en de €25.500.

# 7 Varianten

De klimaatmaatregelen kunnen in verschillende samenstellingen worden toegepast. Dit illustreren we in dit hoofdstuk met de 5 varianten A t/m E. De varianten staan op de volgende pagina's in meer detail uitgewerkt.

In de varianten wordt gevarieerd met de opgave die in het openbaar terrein wordt verwerkt:

Alleen het water van verhard openbaar terrein (variant A, B en C). Dit betekent dat de wateropgave 328 m³ is.
Water van het verhard openbaar terrein plus een deel van de particuliere opgave (variant D en E)

Daarnaast wordt gevarieerd met technische maatregelen (waterbergende fundering in variant B) en groene maatregelen (wadi's in variant C) of een combinatie daarvan (in variant D en E).

Tot slot wordt gevarieerd met de acceptatiegraad, variërend van niks doen en accepteren (in variant A) tot zoveel mogelijk ontzorgen en klimaatadaptatie op alle onderwerpen inclusief biodiversiteit (in variant E).

In de uitwerking van de varianten zijn we uitgegaan van steenwol vanwege het grotere bergend vermogen. In variant B zou als alternatief gekozen kunnen worden voor steenslag. Dit kan de kosten iets verminderen. Bij variant D en E kan waarschijnlijk met steenslag onvoldoende volume worden gecreëerd om aan de volledige bergingsopgave te voldoen en moet minstens deels op steenwol worden ingezet.

In Tabel 7.1 is weergegeven hoe de verschillende varianten scoren per klimaatthema. Voor de achterliggende normen zie Bijlage 2 (Klimaatbestendige Nieuwbouw MRA).

Een toelichting bij de scores is in de tabellen per variant op de volgende pagina's te vinden. De varianten scoren op verschillende klimaatthema's beter of slechter.

Standaard aandachtspunten voor alle varianten:
- Elektrische installaties in de openbare ruimte worden waterdicht of voldoende hoog aangelegd
- Waterberging dient vertraagd te worden geleegd (geknepen afvoer, maximale snelheid van 1 mm/uur)

Tabel 7.1: Scoring varianten per klimaatthema, bij ++ en donkergroene markering wordt (vrijwel) volledig aan de opgave voldaan, bij – en een donkergele markering wordt niet voldaan aan de opgave.

| | Variant A Eigen verantwoordelijkheid en acceptatie water op straat | Variant B Technische oplossingen en eigen verantwoordelijkheid | Variant C Wadi's en eigen verantwoordelijkheid | Variant D Robuust en beperktere eigen verantwoordelijkheid | Variant E Comfortabel en groen |
|---|---|---|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | +/- | + | + | ++ | ++ |
| Droogteschade voorkomen | - | +/- | + | + | ++ |
| Hittestress beperken | +/- | +/- | +/- | +/- | + |
| Natuurinclusief en biodivers | - | - | +/- | +/- | ++ |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | - | +/- | +/- | + | + |

De kosten van de maatregelen lopen uiteen van geen extra aanlegkosten in variant A tot circa een miljoen bij beperkte eigen verantwoordelijkheid én groen en comfortabel (variant E).

De grootste sprong in de kosten zit tussen de varianten waarin alleen de opgave op openbaar terrein wordt opgepakt (A, B en C) en waarbij ook een deel van de particuliere opgave wordt opgepakt in het openbaar terrein (varianten D en E). In hoofdstuk 6 is te zien met welke kosten per maatregel gerekend is.

Tabel 7.2: Overzicht kosten voor de verschillende maatregelen. Hierbij is een overzicht gemaakt tussen een hoge en een lagere inschatting van de kosten. Deze kosten geven een indicatie in de verschillen tussen de verschillende varianten en zijn niet geschikt voor een budgetraming.

| Kosten | Variant A | Variant B | Variant C | Variant D | Variant E |
|---|---|---|---|---|---|
| Laag | 0 | € 130.316 | € 64.198 | € 568.880 | € 815.950 |
| Hoog | 0 | € 230.216 | € 76.278 | € 902.388 | € 1.161.700 |

## 7.1 Variant A Acceptatie water op straat en eigen verantwoordelijkheid

Bij deze variant is sprake van acceptatie van veel water op straat, waardoor er geen publieke opgave meer is. De gehele private opgave dient op het eigen terrein te worden opgepakt. Indien op **40%** van de openbare weg een gemiddelde waterdiepte van maximaal 20 cm wordt getolereerd dienen geen andere maatregelen te worden uitgevoerd.



Water op straat



Water op straat, grote waterdiepte, maar nog doorrijdbaar.

**Uitgangspunten**

- 50 mm Waterberging op eigen terrein
- Acceptatie van water op en rondom de straten bij piekbuien (mogelijk afsluiten wegen voor wegverkeer)
- Voldoende hoog aanleggen dorpels ten opzichte van rijbaan (30 cm boven rijbaan)

**Waterbalans:**

- 100% Bergingsopgave op het straatprofiel

**Kosten:**

Geen extra aanlegkosten of beheerkosten voor maatregelen. Mogelijk inkomstenderving door onbegaanbaarheid wegen bij piekbuien.

**Risico: ****

Deze variant gaat uit van een relatief grote waterberging op eigen terrein en onderhoud door particulieren. Dit is een risico.

| Variant A Eigen verantwoordelijkheid en acceptatie water op straat | | |
|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | +/- | Er wordt voldaan aan basisveiligheidsniveau |
| Droogteschade voorkomen | - | Geen infiltratie maatregelen, water wordt afgevoerd via HWA |
| Hittestress beperken | +/- | Bestaande groenstructuren op loopafstand, geen extra maatregelen om voldoende schaduw op verblijfsplekken te creëren |
| Natuurinclusief en biodivers | - | Geen extra maatregelen voor biodiversiteit |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | - | Grote waterbergingsopgave op particulier terrein, mogelijk onbegaanbare wegen bij piekneerslag |

## 7.2 Variant B Technische oplossingen en eigen verantwoordelijkheid

Bij deze variant is sprake van acceptatie van water op straat met een beperkte waterdiepte. De private opgave dient op het eigen terrein te worden opgepakt. Indien op **100%** van de openbare weg een maximale waterdiepte van**5 cm** wordt getolereerd en de rest in waterbergende fundering dient **25%** van de beschikbare ruimte onder de weg ingezet te worden met steenwol.

**Uitgangspunten**

- 50 mm Waterberging op eigen terrein
- Acceptatie van 5 cm water op straat bij piekbuien (doorrijdbaar) (125 $m^3$)
- Waterbergende fundering (steenwol onder circa een kwart van de openbare wegen)
- Drainage om de waterbergende fundering vertraagd te ledigen.

**Waterbalans:**

- Een derde van de opgave wordt op het straatprofiel geborgen en twee derde in de waterbergende fundering

**Kosten:**

De kosten voor de aanleg van deze variant variëren tussen circa €130.000 en de €230.000. Extra beheerkosten voor drainage onderhoud van ongeveer €200- €400 per jaar

€€

**Risico: ***

Deze variant gaat uit van een grote waterberging op eigen terrein en onderhoud door particulieren. Indien deze waterberging niet goed blijft functioneren komt er een groter deel van de wateropgave op het openbaar terrein terecht. Wegen kunnen dat alsnog onbegaanbaar worden..



Water op straat



Steenwol [15]

| Variant B Technische oplossingen en eigen verantwoordelijkheid | | |
|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | + | Er wordt voldaan aan basisveiligheidsniveau, bij piekbuien slechts beperkt water op straat |
| Droogteschade voorkomen | +/- | Beperkte infiltratie via waterbergende fundering |
| Hittestress beperken | +/- | Bestaande groenstructuren op loopafstand, geen extra maatregelen om voldoende schaduw op verblijfsplekken te creëren |
| Natuurinclusief en biodivers | - | Geen extra maatregelen voor biodiversiteit |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | +/- | Grote waterbergingsopgave op particulier terrein, wegen blijven begaanbaar |

### 7.3 Variant C Wadi's en eigen verantwoordelijkheid

Bij deze variant is sprake van acceptatie van water op straat met een beperkte waterdiepte. De gehele private opgave dient op het eigen terrein te worden opgepakt. Indien op **100%** van de openbare weg een maximale waterdiepte van **5 cm** wordt getolereerd en de rest in wadi's rondom de **centrale infrastructuur**. Hiervoor dient **90%** van de beschikbare ruimte voor deze wadi's ingezet te worden.



Wadi bedrijventerrein [20]

**Uitgangspunten**

- 50 mm Waterberging op eigen terrein
- Acceptatie van 5 cm water op straat bij piekbuien (doorrijdbaar)
- Wadi bij centrale infrastructuur en/of bij blauwe diamant
- Overweeg verlaagd aanleggen overige groenstroken
- Drainage om de Wadi's vertraagd te ledigen.



Begroeide wadi

**Waterbalans:**

- Circa een derde van de opgave wordt op het straatprofiel geborgen en twee derde in de wadi's

**Kosten:**

De kosten voor de aanleg van deze variant variëren tussen circa €65.000 en de €75.000. Extra beheerkosten voor drainage onderhoud van ongeveer €200 -€400 plus eventueel extra beheerkosten als een ander beheer wordt gevoerd dan in reguliere groenstroken



Steenwol [15]

**Risico: ***

Deze variant gaat uit van een grote waterberging op eigen terrein en onderhoud door particulieren. Indien deze waterberging niet goed blijft functioneren komt er een groter deel van de wateropgave op het openbaar terrein terecht. Wegen kunnen dat alsnog onbegaanbaar worden.

| Variant C Wadi's en eigen verantwoordelijkheid | | |
|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | + | Er wordt voldaan aan basisveiligheidsniveau, bij piekbuien slechts beperkt water op straat |
| Droogteschade voorkomen | + | Infiltratie via wadi's en verlaagde groenstroken |
| Hittestress beperken | +/- | Bestaande groenstructuren op loopafstand, geen extra maatregelen om voldoende schaduw op verblijfsplekken te creëren |
| Natuurinclusief en biodivers | +/- | Extra inheemse soorten in wadi |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | +/- | Grote waterbergingsopgave op particulier terrein, wegen blijven begaanbaar |

## 7.4 Variant D Beperktere eigen verantwoordelijkheid

Bij deze variant is sprake van acceptatie van water op straat met een beperkte waterdiepte. De **helft** van de private opgave dient op het **eigen terrein** te worden opgepakt, de andere **helft** wordt in de **openbare ruimte** opgepakt. Indien op **100%** van de openbare weg een maximale waterdiepte van **5 cm** wordt getolereerd, dient een set van maatregelen ingezet te worden. Bij gebruikt van **100%** van de beschikbare ruimte voor wadi's rondom de **centrale infrastructuur** en in de **groenzone bij de Blauwe Diamant** dient ook **75%** van de beschikbare ruimte voor waterbergende fundering in de vorm van steenwol ingezet te worden.

**Uitgangspunten:**

- 25 mm waterberging op eigen terrein
- Acceptatie van 5 cm water op straat bij piekbuien (doorrijdbaar)
- Wadi bij centrale infrastructuur en bij Blauwe Diamant
- Waterbergende fundering (steenwol onder alle openbare wegen; steenslag biedt te weinig berging bij deze opgave)
- Overweeg verlaagd aanleggen overige groenstroken
- Drainage om de waterbergende fundering en wadi's vertraagd te ledigen.
- In de wadi worden inheemse grassen en kruiden ingezaaid

**Waterbalans**

- Circa een tiende van de opgave wordt op het straatprofiel, een vijfde in de wadi's rondom de centrale infrastructuur, een vierde in wadi's in de groenzone en de helft in waterbergende fundering

**Kosten:**

De kosten voor de aanleg van deze variant variëren tussen circa €660.000 en €900.000. Hiervan zitten de grootste kosten in de waterbergende wegfundering.
Er is een besparing op de kosten voor drainage mogelijk door de waterbergende fundering en wadi's naast elkaar uit te voeren. Extra beheerkosten voor drainage onderhoud van ongeveer €200 -€400 plus eventueel extra beheerkosten als een ander beheer wordt gevoerd dan in reguliere groenstroken.

€ € €

**Risico: -**

Deze variant gaat uit van een relatief beperkte waterberging op eigen terrein en onderhoud door particulieren. Dit maakt deze variant relatief robuust.



Begroeide wadi



Steenwol [15]

| Variant D Robuust en beperktere eigen verantwoordelijkheid | | |
|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | ++ | Er wordt voldaan aan basisveiligheidsniveau, bij piekbuien slechts beperkt water op straat |
| Droogteschade voorkomen | + | Infiltratie via wadi's en verlaagde groenstroken |
| Hittestress beperken | +/- | Bestaande groenstructuren op loopafstand, geen extra maatregelen om voldoende schaduw op verblijfsplekken te creëren |
| Natuurinclusief en biodivers | +/- | Extra inheemse soorten in wadi |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | + | Kleinere waterbergingsopgave op particulier terrein, wegen blijven begaanbaar |

## 7.5 Variant E Comfortabel en groen

Bij deze variant is geen sprake van acceptatie van water op straat met een beperkte waterdiepte. De **helft** van de private opgave dient op het **eigen terrein** te worden opgepakt, de andere **helft** wordt in de **openbare ruimte** opgepakt. Er dient een set van maatregelen ingezet te worden. Naast **100%** van de beschikbare ruimte voor wadi's rondom de **groenzone bij de Blauwe Diamant**, wordt **100%** van de beschikbare ruimte rondom de **centrale infrastructuur** ingezet voor **raingardens**. Als sluitpost dient ook **70%** van de beschikbare ruimte voor waterbergende fundering in de vorm van steenwol ingezet te worden. Particuliere eigenaren wordt gevraagd om groene gevels en daken toe te passen.

**Uitgangspunten:**

- 25 mm waterberging op eigen terrein
- Zo min mogelijk water op straat bij piekbuien
- Raingardens bij centrale infrastructuur en
- Wadi's met een flauw talud bij de groenzone
- Waterbergende fundering (steenwol onder 70% van de openbare wegen)
- Drainage om de waterbergende fundering en wadi's vertraagd te ledigen
- Bij het aanplanten of inzaaien van planten wordt gekozen voor soorten die een op verschillende momenten in het seizoen bloeien en vruchten dragen.
- Er worden bomen geplant en ondergroei geplant
- In de raingarden en wadi worden nestmogelijkheden gecreëerd (bijvoorbeeld bijenkasten)
- Verbinding met het oppervlaktewater door infiltratieleiding inclusief voorziening om water in te laten vanuit oppervlaktewater d.m.v. handmatig of automatisch bedienbare schuif
- In de kostenraming is uitgegaan van waterbeschikbaarheid vanuit de Blauwe Diamant. Hierover is afstemming met waterschap over waterbeschikbaarheid droge perioden nodig. Als alternatief kan een Urban Waterbuffer (opslag in het diepe grondwater) worden overwogen



Raingarden naast uitgeefbaar terrein [14]

**Waterbalans**

- In wadi's in de groenzone en de raingardens wordt ongeveer de helft van de opgave geborgen, de andere helft wordt ingevuld door de waterbergende fundering

**Kosten:**

De kosten voor de aanleg van deze variant variëren tussen de circa €1.000.000 en de €1.200.000. Hiervan zitten de grootste kosten in de waterbergende wegfundering en de raingarden. Besparing op de kosten voor drainage is mogelijk door waterbergende fundering en wadi's naast elkaar te leggen. Extra beheerkosten voor drainage onderhoud van ongeveer €200 -€400 plus extra beheerkosten als een ander beheer wordt gevoerd dan in reguliere groenstroken. Aanleg infiltratiesysteem zorgt voor €13.000 tot €25.500 aan meerkosten.

€€€€

**Risico: -**

Deze variant gaat uit van een relatief beperkte waterberging op eigen terrein en onderhoud door particulieren. Dit maakt deze variant relatief robuust.



Groenstructuren op bedrijventerrein [18]

| Variant E Comfortabel en groen | | |
|---|---|---|
| Wateroverlast voorkomen | ++ | Er wordt voldaan aan basisveiligheidsniveau, bij piekbuien zo min mogelijk water op straat |
| Droogteschade voorkomen | ++ | Infiltratie via wadi's en infiltratie leidingen |
| Hittestress beperken | + | Extra bomen voor schaduw en verkoeling |
| Natuurinclusief en biodivers | ++ | Voedsel en nestel mogelijkheden, inheemse soorten |
| Ontzorgen particulieren / bedrijven | + | Kleinere waterbergingsopgave op particulier terrein, wegen blijven begaanbaar |

# 8 Conclusie

We hebben in deze studie 5 verschillende klimaatadaptatie varianten voor Vestingveld Zeewolde vergeleken. Deze variëren in hoeveel water er wordt ontvangen van particulier terrein, hoeveel water op straat wordt geaccepteerd en in of er op groene of technische maatregelen wordt ingezet.

In lijn met de normen van klimaatbestendige nieuwbouw [4] MRA en het beleidsvoorstel van gemeente Zeewolde [13] moet een bui van 70 mm/uur zonder schade verwerkt kunnen worden. Hierbij is in Zeewolde de voorkeur uitgesproken dat hiervan 20 mm door het riool wordt verwerkt. Daarmee blijft een totale opgaven van 50 mm over.

In deze studie is verkend wat er nodig is om naast de wateropgave op openbaar terrein ook de helft (25 mm) van de private wateropgave te verwerken. Het blijkt dat de varianten waarbij water van particulier terrein wordt ontvangen en in openbaar terrein wordt verwerkt zeer veel duurder zijn.

De kostenraming is opgesteld met het doel om de kosten van de verschillende maatregelen te vergelijken en is niet geschikt voor het reserveren van budgetten. Voor exacte kostenbepaling van de maatregen is verder onderzoek en ontwerp nodig.

De goedkoopste optie is om in te zetten op een hoge verantwoordelijkheid van particulieren, met een eis van 50 mm waterberging op eigen terrein. Dit sluit aan bij de normen voorgesteld vanuit klimaatbestendige nieuwbouw MRA [4].

Het aanleggen van wadi's blijkt in dit gebied de meest kosteneffectieve waterbergingsmaatregel. Deze variant (variant C) is meer dan de helft goedkoper dan de variant met waterbergende wegfundering (variant B).

De waterberging die met wadi's beschikbaar kan worden gemaakt is voldoende om de wateropgave van openbaar terrein op te vangen. Er is echter niet genoeg ruimte in het plangebied beschikbaar om met wadi's ook de helft van de opgave van particulier terrein te bergen. In dat geval moet ook gebruik worden gemaakt van waterbergende wegfundering (variant D). De berekende kosten hiervoor zijn ongeveer tien keer zo hoog.

Er zijn verschillende type waterbergende wegfunderingen mogelijk. Het blijkt dat in dit gebied met steenwol het meeste bergingsvolume kan worden gecreëerd. Met de goedkopere optie steenslag kan niet voldoende volume worden gecreëerd om ook de opgave van particulier terrein op te vangen.

Als er geen klimaatmaatregelen worden genomen (variant A) valt de hoeveelheid water die dan op straat komt te staan binnen de basisveiligheidsnormen voor wateroverlast [4], maar wordt geen droogteschade voorkomen of verdere hittestress beperkt. Ook wordt geen meerwaarde geleverd voor biodiversiteit.

Bij het toepassen van wadi's kan relatief makkelijk met een goede inrichting met soortenmengsels extra waarde worden gecreëerd voor biodiversiteit. Dit kan nog worden versterkt als wordt ingezet op een raingarden (waterberging gecombineerd met verbeterde groeiomstandigheden), deze maatregel biedt meerwaarde voor de biodiversiteit en de uitstraling van het gebied.

Met infiltratie bij wadi's en bomen kan de grondwaterstand worden aangevuld. Vergroening kan door verdamping (met name bij bomen) voor een grotere onttrekking en daarmee grondwaterstanddaling en bodemdaling zorgen. Zeker als er langere perioden van droogte plaatsvinden. Er moet verder worden onderzocht of maatregelen om bodemdaling te voorkomen door middel van infiltratieleidingen doelmatig zijn.

Om aan de normen voor hittestress te voldoen moet extra schaduw op de verblijflocaties worden gecreëerd, bijvoorbeeld door daar bomen te plaatsen (in combinatie met wadi's of raingardens).

Uit de tabel in hoofdstuk 7 blijkt dat variant A het laagst scoort op de onderdelen hitte, droogte en biodiversiteit en variant E het hoogst. De variant A ontzorgt het minst en biedt ook de minste zekerheid. Bij variant E is dit juist omgekeerd.

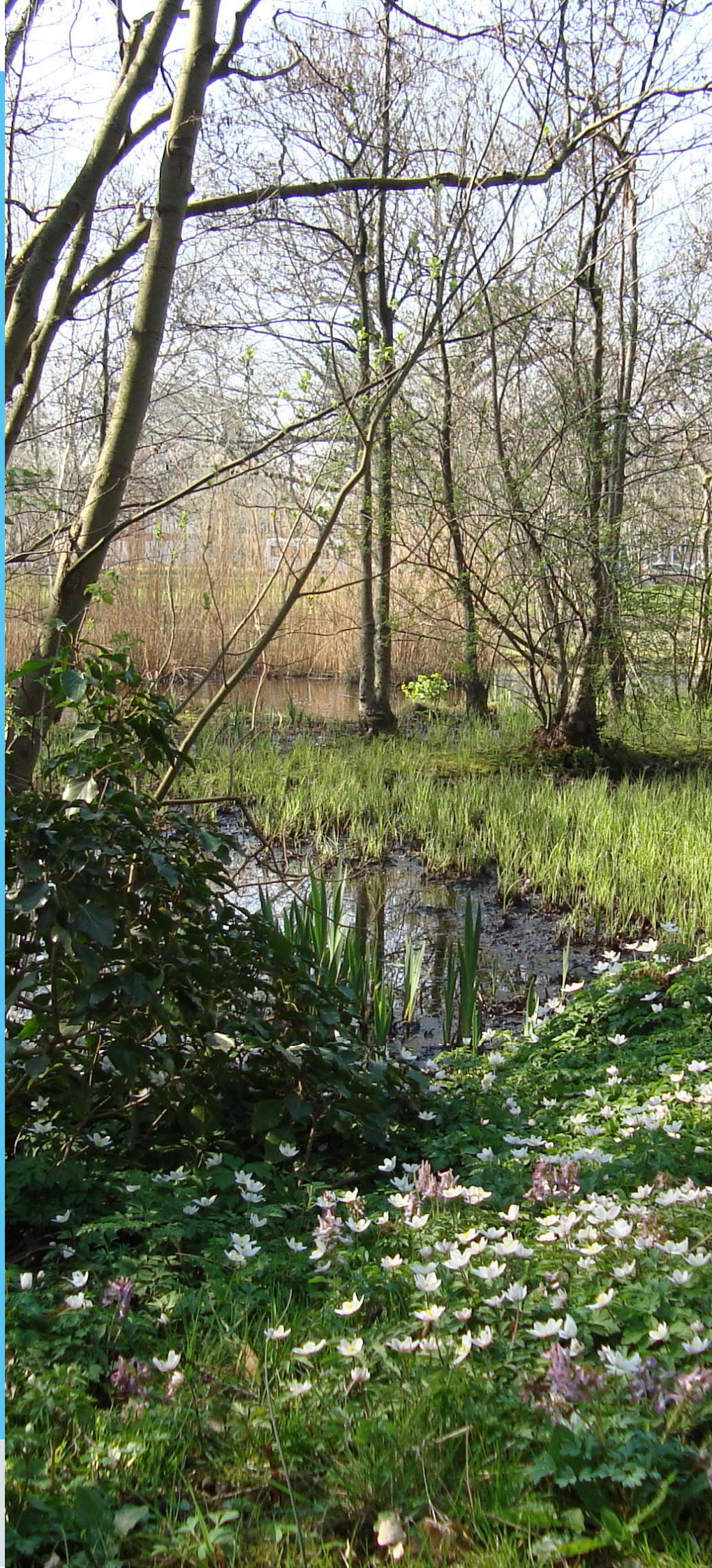
Variant A is het goedkoopst en variant E het duurst. Dit wordt veroorzaakt door het verschil in opgave én het type maatregelen dat is uitgewerkt. Het grote verschil in kosten tussen de variant C en D wordt veroorzaakt door de grotere opgave van variant D. Hier is duidelijk te zien welke extra kosten de gemeente dient te maken voor het ontzorgen.

De ambtelijke voorkeursvariant zal gevormd worden n.a.v. intern overleg binnen de gemeente Zeewolde.

# 9 Gebruikte bronnen


1. Verkennend bodemonderzoek Vestingveld Kruisboog Zeewolde, PJ Milieu BV, kenmerk: 21086901A, 01-02-2022
2. Ondergrondgegevens grondwatermonitoring, www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens, geraadpleegd op 19-07-2022
3. Stedenbouwkundig plan en beeldkwaliteitskader Vestingveld-Oost Zeewolde, Rho Adviseurs, projectnummer: 05000 20211720, 30-05-2022
4. Klimaat bestendige nieuwbouw, MRA https://www.metropoolregioamsterdam.nl/wp-content/uploads/2021/07/Basisveiligheidsniveau-Klimaatbestendige-nieuwbouw.pdf
5. Legger waterschap Zuiderzeeland, https://www.zuiderzeeland.nl/legger
6. Rioolontwerp Nieuwbouw themacentrum XXL Zeewolde, Grontmij, project 318051, tekeningnummer 318051200C1, 20-11-2012
7. Convenant Duurzaam Bouwen Utrecht (concept)
8. Waterbeheerprogramma 2022-2027. De kracht van water. Waterschap Zuiderzeeland. https://www.zuiderzeeland.nl/_flysystem/media/waterbeheerprogramma-2022-2027.pdf
9. Waterkader voor ruimtelijke plannen in Flevoland. Waterschap Zuiderzeeland. https://www.zuiderzeeland.nl/_flysystem/media/waterkader-voor-ruimtelijke-plannen-in-flevoland.pdf
10. Bestemmingsplan vestingveld, 26 mei 2011, https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0050.BPFortenveldVes-VA01/t_NL.IMRO.0050.BPFortenveldVes-VA01_index.pdf
11. Waterbalans Polderwijk
12. Bui01-Bui10, Bui01 - Bui10 - RIONED (riool.net)
13. Klimaatadaptatie Zeewolde, Comfort onder druk!
14. Raingarden https://www.melbournewater.com.au/building-and-works/stormwater-management/options-treating-stormwater/raingardens.
15. https://i.pinimg.com/originals/d3/dc/6d/d3dc6db43c50b077f8b0f83607bc6ef7.jpg
16. Wadi bedrijventerrein, Climatescan, ClimateScan - Project detail, 10-08-2022
17. Groene gevel bedrijventerrein, Climatescan, ClimateScan - Project detail, 10-08-2022
18. Groenstructuren bedrijventerrein Climatescan, ClimateScan - Project detail, 10-08-2022
19. Groenstructuren bedrijventerrein Climatescan, https://www.climatescan.nl/projects/9189/detailClimateScan - Project detail, 10-08-2022
20. Wadi bedrijventerrein, Google streetview, https://www.google.com/maps/@52.4364538,6.3349609,3a,75y,333.55h,99.14t/data=!3m6!1e1!3m4!1sLErrxMBllZ7hY8lAb4I0Nw!2e0!7i16384!8i8192 , 10-08-2022

# Bijlagen



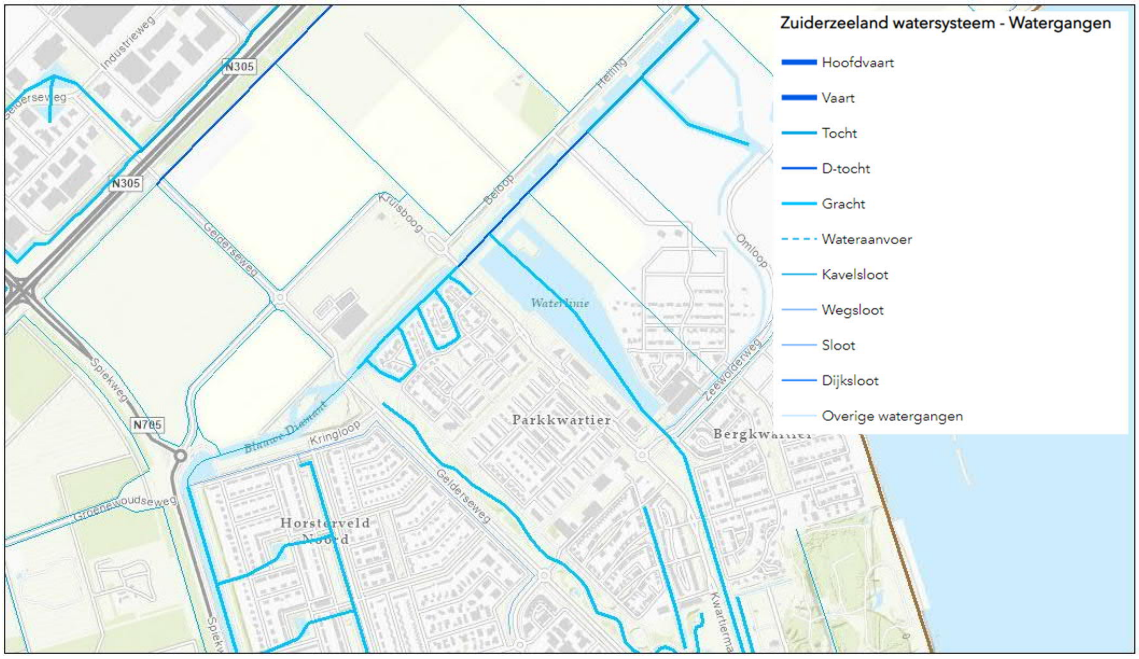
datum 15 augustus 2022
referentie 222340_AdB_R_0001_v1.0

# Bijlage 1 Achtergrond gebiedsgegevens

## Oppervlaktewater

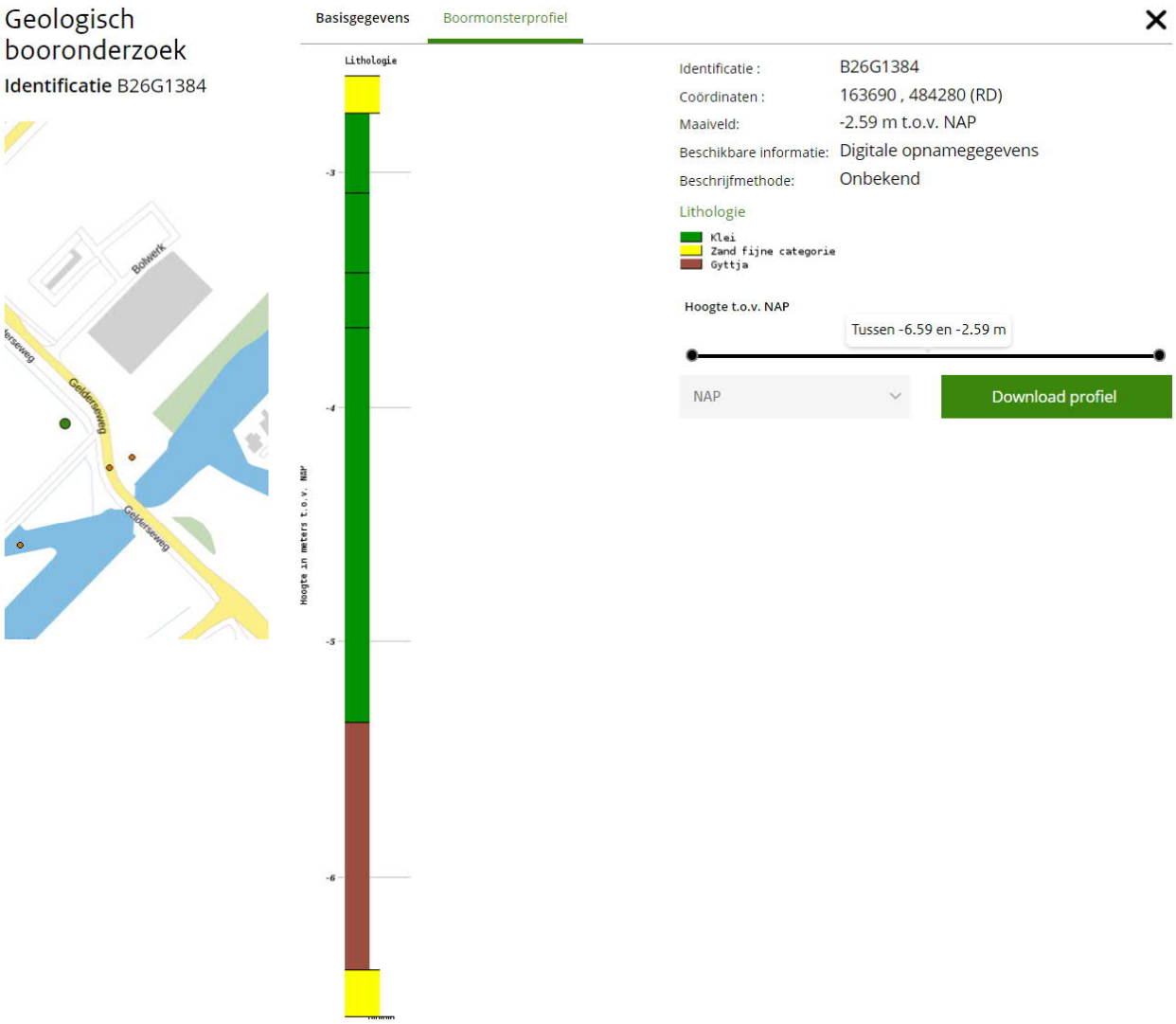
In Figuur 14 staat de legger van het waterschap Zuiderzeeland met betrekking tot de watergangen en -keringen weergegeven [5]. Aan de zuidoostkant bevindt zich een gracht, met leggercode Z:Q042/Q042. Dit is de toekomstige vaarroute Blauwe Diamant. Verder grenst het plangebied aan drie kavelsloten, met leggercodes Z:Q032/Q032/W, Z:Q033/Q033 en 110353218. De dichtstbijzijnde waterkering bevindt zich op circa 1 km ten oosten van het plangebied bevindt zich de Zeewolderdijk (primaire keringen categorie C).

Het plangebied ligt in het peilgebied ZOF Hoge Vaart 2004 (code 3.01). Het waterpeil is ingesteld op -5,2 m NAP. Bij een gemiddelde maaiveldhoogte van -3,9 m NAP bedraagt het verschil tussen het maaiveld en het streefpeil (drooglegging) hierdoor circa 1,3 m.



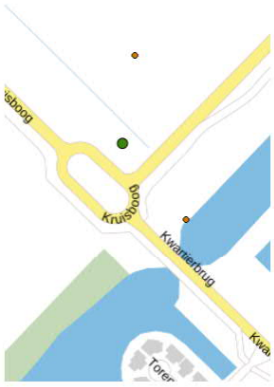
Figuur 14: Legger waterschap Zuiderzeeland van de watergangen en -keringen nabij het plangebied [5]

## Boorprofielen omgeving (Dinoloket)



Geologisch booronderzoek

**Identificatie** B26G1394




Basisgegevens | Boormonsterprofiel




| | |
|---|---|
| Identificatie : | B26G1394 |
| Coördinaten : | 164040 , 484640 (RD) |
| Maaiveld: | -2.59 m t.o.v. NAP |
| Beschikbare informatie: | Digitale opnamegegevens |
| Beschrijfmethode: | Onbekend |

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Gyttja

Hoogte t.o.v. NAP

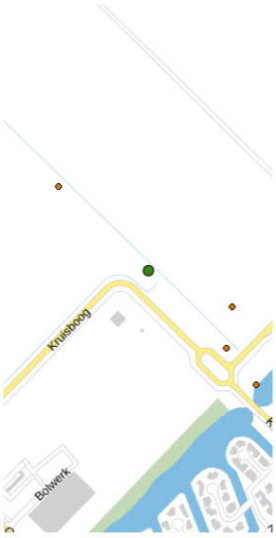
Tussen -6.04 en -2.59 m

NAP

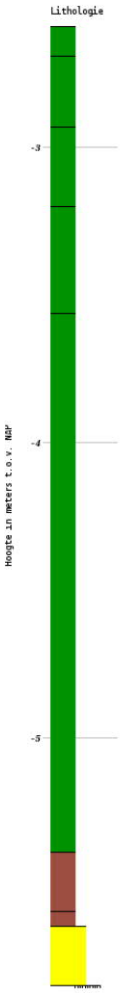
Download profiel

Geologisch booronderzoek

**Identificatie** B26G1389




Basisgegevens | Boormonsterprofiel




| | |
|---|---|
| Identificatie : | B26G1389 |
| Coördinaten : | 163910 , 484770 (RD) |
| Maaiveld: | -2.59 m t.o.v. NAP |
| Beschikbare informatie: | Digitale opnamegegevens |
| Beschrijfmethode: | Onbekend |

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Veen
- Gyttja

Hoogte t.o.v. NAP

Tussen -5.84 en -2.59 m

NAP

Download profiel

# Bijlage 2 Normen en richtlijnen

## Klimaatbestendige Nieuwbouw MRA

Onderstaande tabellen zijn overgenomen uit ‘Klimaatbestendige nieuwbouw, Metropoolregio Amsterdam’ [4]

**1. Wateroverlast**

| Uitgangspunt | | Basisveiligheidsniveau |
|---|---|---|
| Hevige neerslag (1/100 jaar, 70 mm in een uur) zorgt niet voor schade in en aan gebouwen, infrastructuur en voorzieningen.<br><br>Bij hevige neerslag (1/250 jaar, 90 mm in een uur) blijven vitale en kwetsbare infrastructuur en voorzieningen functioneren en bereikbaar. | → | **Waterberging privaatterrein**<br>Een groot deel van de neerslag (range 40-70 mm) van een hevige bui op het bebouwd deel van privaat terrein wordt verwerkt (geïnfiltreerd, opgevangen en/of vertraagd afgevoerd) op het terrein zelf of in extra (water)voorzieningen in of toegerekend aan het plangebied. De voorzieningen voeren de eerste 24 uur vertraagd af (niet extra naar riolering of watersysteem) en zijn in maximaal 60 uur weer beschikbaar. |
| | → | **Natuurlijke afwatering**<br>In het gebied is natuurlijke en oppervlakkige afwatering zoveel mogelijk aanwezig. |
| | → | **Waterdiepte**<br>Bij een waterdiepte van 20 cm op rijbaan door extreme regen en/of overstromingen mag geen schade optreden aan gebouwen en elektrische installaties in de openbare ruimte en blijven hoofdwegen begaanbaar. |
| | → | **Waterneutraal**<br>De ontwikkeling gebeurt waterneutraal en leidt niet tot extra aanvoer/afvoer van water. Hemelwater wordt zoveel mogelijk vastgehouden, in de bodem gebracht en hergebruikt in het plangebied. |

## 2. Droogte

| Uitgangspunt | | Basisveiligheidsniveau |
|---|---|---|
| Bij langdurige droogte (potentieel maximaal neerslagtekort 300 mm, eens per 10 jaar) wordt schade aan bebouwing, wegen, groen en vitale en kwetsbare functies voorkomen. | → | **Droogtebestendige inrichting**<br>De verwachte grondwaterstanden en de zoetwaterbeschikbaarheid tijdens droogte zijn sturend voor de inrichting van het plangebied. |
| | → | **Bodemdaling**<br>Gebiedspecifiek worden een restzettingseis en bijbehornede maatregelenset tegen bodemdaling gekozen die over de levensduur van zestig jaar maatschappelijk het meest kosteneffectief zijn voor openbaar en privaat terrein. |
| | → | **Vitale en kwetsbare functies**<br>Vitale en kwetsbare functies moeten bestand zijn tegen langdurige droogte. |

## 3. Hitte

| Uitgangspunt | | Basisveiligheidsniveau |
|---|---|---|
| Tijdens hitte biedt de gebouwde omgeving een gezonde en aantrekkelijke leefomgeving. | → | **Schaduw**<br>Er is tenminste 40% schaduw voor langzaamverkeersroutes en verblijfsplekken in het plangebied tijdens de hoogste zonnestand in de zomer. |
| | → | **Koele plekken**<br>Koele plekken (minimaal 200 $m^2$) zijn op loopafstand (300 meter) aanwezig. |
| | → | **Horizontale en verticale oppervlakten**<br>Tenminste 50% van alle horizontale en verticale oppervlakten worden warmtewerend of verkoelend ingericht/gebouwd om opwarming van het stedelijk gebied en gebouwen zelf te verminderen. |
| | → | **Vitale en kwetsbare functies**<br>Vitaal en kwetsbare functies blijven beschikbaar bij hitte. |
| | → | **Binnentemperatuur**<br>Koeling leidt niet tot opwarming van de (verblijfs-) ruimtes in de directe omgeving. |

## 4. Overstromingen

| Uitgangspunt | | Basisveiligheidsniveau |
|---|---|---|
| Afhankelijk van de plaatselijke overstromingskans en optredende waterdiepte wordt ingezet op het voorkomen van schade, het beperken van schade of het voorkomen van slachtoffers. Voor vitale en kwetsbare functies gelden aanvullende eisen. Welke eisen van toepassing zijn op het plangebied is dus afhankelijk van de overstromingskans en diepte. Wat de overstromingskans per waterdiepte is, is te vinden in de klimaateffectatlas. | → | **Schade voorkomen**<br>Bij overstromingen mag er geen schade op treden aan gebouwen en elektrische installaties in de openbare ruimte en blijven hoofdwegen begaanbaar. |
| | → | **Schadebeperking**<br>Er dienen maatregelen genomen te worden om schade te beperken in een geval van een overstroming, mits deze doelmatig zijn. |
| | → | **Schuilen en evacueren**<br>Er moeten maatregelen getroffen worden om veilig te kunnen schuilen of te evacueren in het geval van een overstroming. |

## 5. Natuurinclusiviteit en biodiversiteit

| Uitgangspunt | | Basisveiligheidsniveau |
|---|---|---|
| Groenblauwe structuren en de gebiedseigen biodiversiteit worden versterkt via het leidende principe in het toepassen van klimaatadaptieve maatregelen dat ecologische oplossingen altijd de voorkeur hebben boven 'puur technische' oplossingen ('groen, tenzij…'). | → | **Ecologische oplossingen**<br>Ecologische oplossingen en oplossingen gebaseerd op natuurlijke processen van het specifieke gebied hebben altijd de voorkeur boven 'puur technische' oplossingen, ook bij gelijke maatschappelijke prestaties en kosten (Total Cost of Ownership benadering) |
| | → | **Groenblauwe structuren**<br>Het horizontale en verticale oppervlak wordt in samenhang met de groenblauwe structuren en ecosystemen in de bredere omgeving ingericht (met minimaal 30% groen op buurtniveau, boomkroonoppervlak telt mee). |
| | → | **Habitat**<br>Het plangebied creëert, afhankelijk van de grootte, een hoogwaardige habitat voor een of meer soortencategorieën. |

## Provincie Flevoland

Op grond van de verplichting in de Waterwet om een regionaal waterplan op te stellen heeft de provincie Flevoland de Omgevingsverordening Flevoland 2022 opgesteld.

*Plan specifiek*

- Het plangebied bevindt zich buiten een beschermingsgebied of waterwingebied;
- Het plangebied bevindt zich in een boringsvrije zone;
- Het plangebied ligt buiten het Natuurnetwerk Nederland (NNN), maar binnen het werkingsgebied hiervan;
- Het plangebied heeft geen natuurfunctie;
- Het plangebied ligt niet nabij KRW wateren;
- De risiconorm wateroverlast is 1/100 jaar. Dit betekent dat eens in de 100 jaar wateroverlast toelaatbaar is.

## Waterschap Zuiderzeeland

Het waterbeheer in het plangebied is in handen van Waterschap Zuiderzeeland. Het waterschap heeft haar beleid vastgelegd in het Waterbeheerprogramma (2022-2027). Als het gaat over normen en criteria, dan zijn de Keur en de Legger van het waterschap belangrijke uitgangspunten voor de waterhuishouding. In de Keur staan onder andere gebodsbepalingen en verbodsbepalingen en regels voor functies en activiteiten langs watergangen en waterkeringen. Daarnaast zijn de uitgangspunten ook vastgesteld in het Waterkader van het waterschap [8].

Wateroverlast dient voorkomen te worden door het nemen van maatregelen, zoals het ophogen van het maaiveld of bouwen zonder kruipruimte. Daarbij is het tevens belangrijk dat de dorpel minimaal 20 cm hoger ligt dan het straatpeil.

Het waterschap adviseert om voldoende ontwatering in het ontwerp te hanteren, zodat problemen met (grond)wateroverlast zoveel mogelijk voorkomen of beperkt worden. Ontwatering is het verschil tussen de grondwaterstand (GHG) en het maaiveld. Het waterschap hanteert de volgende minimumeisen voor ontwatering:

- 0,70 m voor bebouwing en 0,50 m voor bebouwing zonder kruipruimte;
- 0,25 m voor stedelijk groen en tuinen
- 1,20 m voor het primaire wegen en 0,8 m voor secundaire wegen;

Een toename aan verhard oppervlak dat leidt tot versnelde afvoer van hemelwater dient te worden gecompenseerd met een percentage toename open water. De mate van compensatie (4 tot 6 %) is gerelateerd aan het maximaal toelaatbare peil dat voor het peilgebied is vastgesteld. Voor het peilgebied waarin het plangebied ligt geldt een compensatie eis van 6% [11].

Wanneer afgekoppeld wordt, dient te worden voorkomen dat “schone” verharding aangesloten wordt op het vuilwaterriool. Indien het voormalige verharde oppervlak bij herinrichtingsgebieden wordt afgekoppeld/niet meer loost op een gemengd stelsel dient voor de opvang van het snel afstromende regenwater een voorziening (waterberging) gemaakt te worden. Wanneer geen uitlogende materialen als koper, zink en lood worden gebruikt, wordt het afstromende hemelwater beschouwd als schoon. Dit hemelwater dient bij voorkeur in de volgende voorkeursvolgorde te worden aangewend:

1. Hergebruik (bijv. voor toiletten, wasmachines en tuinsproeien);
2. Infiltratie in de bodem;
3. Buffering in waterberging
4. Lozing op oppervlaktewater

### Uitgangspunten beleid Zeewolde

Bij wateroverlast wordt geaccepteerd dat het regenwater 1 maal in de 100 jaar (T100) de woning in kan stromen (dit is gemiddeld ongeveer één keer in een mensenleven; elk jaar een kans van 1% dat dit optreedt). Voor de trottoirs geldt een norm van 1 maal in de 10 jaar (T10). Om deze ambitie te realiseren vanuit de gemeentelijke zorgplicht kan de realisatie van deze voorzieningen niet sec aan particulieren worden overgelaten. De gemeente neemt daarom, indien doelmatig en effectief, maatregelen op openbaar terrein. Voor de T100 bui wordt gerekend met 70 mm in een uur, bij de T10 bui valt 35,7 mm in een uur [12].

### Uitgangspunten bestemmingsplan

In het grootste deel van het plangebied zoals beschreven in waterhuishoudkundig inrichtingsplan, blijft het huidige agrarisch gebruik voorlopig gehandhaafd. Het plangebied grenst aan de toekomstige vaarroute Blauwe Diamant. Het waterpeil blijft ingesteld op het huidige peil van -5,2 m NAP. Zodoende sluit het watersysteem goed aan op het systeem van de Hoge Vaart. De open verbinding met het systeem van de Hoge Vaart brengt verschillende voordelen mee [10]:

- Er wordt een robuust watersysteem gerealiseerd waarvoor geen nieuwe inlaatvoorzieningen en andere waterhuishoudkundige kunstwerken nodig zijn;
- Door de open verbinding is een betere ecologische uitwisseling mogelijk;
- De open verbinding zorgt voor een betere doorstroming en is gunstig voor de waterkwaliteit;
- De open verbinding maakt het mogelijk om een kanoroute te realiseren (recreatief gebruik);
- Het waterpeil van NAP -5,2 m sluit goed aan op de lokale grondwaterstanden. In de praktijk blijkt dat in Zeewolde het opzetten van waterpeilen tot boven het niveau van de (oorspronkelijke) grondwaterstanden leidt tot beheersproblemen.

Omdat het watersysteem van Vestingveld ruim voldoende waterberging bevat, is het niet nodig een afvoerregulerend kunstwerk aan te leggen om de afvoer tot 1,5 l/s/ha te beperken.

In het bestemmingsplan dient rekening te worden gehouden met het beleid en de wetgeving ten aanzien van de natuurbescherming. Het natuurbeleidskader wordt gevormd door de Natuurbeschermingswet en de Flora- en faunawet. Respectievelijk hebben de wetten betrekking op de bescherming van waardevolle gebieden en van waardevolle soorten. Uitgangspunt is dat met beide geen strijdigheid ontstaat. De ontwikkeling omvat de herinrichting van voormalig intensief, agrarisch gebruikt gebied tot een industriegebied met veel water, glooiende oevers en groenzones. Onderwerp van onderzoek is daarom of en in hoeverre habitatverlies voor soorten optreedt.



Aveco de Bondt

onderzoekt ontwerpt adviseert