



memo

datum	25 oktober 2023
aan	De Raad Bouwontwikkeling & Niersman Projectontwikkeling
van	Mathijs Corbran (MUG Ingenieursbureau)
onderwerp	Starrenburg III - mogelijkheden waterberging en infiltratie openbaar gebied
projectnummer	19301081 / 23300930

Inleiding

In de voor u liggende memo gaan wij in op de mogelijkheden om hemelwater te bergen in het toekomstig openbaar gebied van de geplande ontwikkeling Starrenburg III te Voorschoten.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 omvat de project beschrijving, bodemgesteldheid en een globale omschrijving van de waterhuishouding; Hoofdstuk 2 omvat per deelgebied de mogelijkheid tot het toepassen van alternatieve waterbergingen in de openbare ruimte; Hoofdstuk 3 omvat een toets aan de eisen uit de waterschapverordening 2024 van het Hoogheemraadschap van Rijnland; Hoofdstuk 4 omvat een globale verkenning van de mogelijkheden om te voldoen aan de hemelwaterverordening; Hoofdstuk 5 omvat een toets op het klimaat adaptieve beleid van de gemeente Voorschoten; Hoofdstuk 6 omvat de conclusies en aanbevelingen.

Uitgangspunten

Voor het opstellen van deze memo worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Stedenbouwkundig plan en bijbehorende stukken Starrenburg III, datum 25 oktober 2023;
- Waterbalans bij Stedenbouwkundige plan, datum 25 oktober 2023.
- Sonderingen en boorprofielen Geosonda, diverse datums;
- De gebruikte K-waardes zijn aannames, op basis van het grondwaterzakboekje, uitgave 2016;

Hoofdstuk 1 - Project beschrijving

In de gemeente Voorschoten is het voornemen om de wijk Starrenburg III te ontwikkelen, deze ontwikkeling wordt uitgevoerd door een samenwerking tussen De Raad Bouwontwikkeling en Niersman Projectontwikkeling. De wijk Starrenburg III is gelegen ten zuidwesten van de bestaande wijk Starrenburg II, ingesloten tussen de Veurseweg aan de Noordwest kant en de Vliet (Rijn Schiekanaal).



Figuur 1: luchtfoto locatie Starrenburg III

De nieuwe wijk Starrenburg III bestaat uit een geplande ontwikkeling van circa 350 wooneenheden (woningen en appartementen) verdeeld over 3 deelgebieden. Deze deelgebieden zijn:

- Deelgebied 1: Strandwal
- Deelgebied 2: Zuidereiland
- Deelgebied 3: Vlietoever



Figuur 2: Overzicht deelgebieden Starrenburg III

Op dit moment is het beeldkwaliteitsplan afgerond en zijn de beide ontwikkelaars, in samenwerking met Van Egmond Architecten, MXT landschappen, RHO adviseurs en MUG Ingenieursbureau bezig met het afronden van het Stedenbouwkundig plan. Onderdeel hiervan is om invulling te geven aan de eisen welke door de gemeente Voorschoten zijn opgelegd op het gebied van klimaat adaptief bouwen.

Huidige en toekomstige waterhuishouding

Het gebied waarin de ontwikkeling van Starrenburg III is gepland maakt deel uit van het watersysteem (polderpeil) dat zowel Starrenburg II, het landbouwgebied van de Starrenburgerpolder en een deel van de Knippolder omvat. Al deze gebieden worden door een bestaand gemaal (capaciteit 6,5 m³/min), gelegen in de Starrenburgerpolder, afgevoerd op de Vliet (boezempeil). De bestaande woonwijk Starrenburg II en de geplande ontwikkeling van Starrenburg III zijn via een sifonconstructie verbonden met het gemaal Starrenburg.

In de situatie voor ca. 2015 waren Starrenburg II en III gescheiden door een tussenboezem gelegen langs het Sterrenpad. Door het Hoogheemraadschap van Rijnland is, in overleg met De Raad Bouwontwikkeling, besloten om deze tussenboezem op te heffen en onderdeel te maken van het polderpeil. Hiermee is meer wateroppervlak in het polderpeil gecreëerd, waarmee het watersysteem robuuster is gemaakt. Ondanks deze verbeteringen is de waterbeheersing van Starrenburg II nog niet ideaal en dat komt mede door de ligging van Starrenburg II ten opzichte van het gemaal en de zettingsproblematiek in Starrenburg II.

In de nieuwe situatie wordt de sifon, welke Starrenburg II en III verbindt met de Starrenburgerpolder, buiten gebruik gesteld en vervangen voor een nieuw gemaal. Dit gemaal wordt gepositioneerd in Starrenburg III en bemaalt enkel de bestaande woonwijk Starrenburg II en een deel van de geplande ontwikkeling van Starrenburg III. Het gemaal wordt zodanig uitgevoerd dat in uitzonderlijke gevallen beide pompen kunnen worden ingeschakeld, waarmee een maximaal debiet van 7 m³/min (2 x 3,5 m³/min) kan worden afgevoerd. Door deze ingreep in het watersysteem wordt de afvoerlengte voor het water in Starrenburg II en III een stuk kleiner.

Wel moet gemeld worden dat de waterproblemen in Starrenburg II komen door flinke restzettingen, hierdoor is het gebied gevoeliger voor wateroverlast. Dit probleem kan niet enkel opgelost worden met maatregelen in Starrenburg III. In de nieuwe situatie wordt veel meer boezemwater gecreëerd, dit is positief voor de waterbeheersing van een veel groter gebied. Samengevat kan gesteld worden dat Starrenburg III een positief effect heeft op het watersysteem in de Starrenburger polder.

Bodemgesteldheid, grondwater en waterpeilen

De bodemgesteldheid van Starrenburg III bestaat uit grofweg 2 gebieden. De strandwal aan de zijde van de Veurseweg, bestaande uit een zandpakket van 6 á 7 meter dik met daaronder een samendrukbare laag tot een diepte van NAP -12/-15m en een veengebied aan de zijde van de Vliet, bestaande uit een ondiepe zandlaag (1 á 2 meter dik) met daaronder een diverse samendrukbare lagen tot een diepte van NAP -13/-15m. In beide gebieden bevindt zich onder de samendrukbare laag een pleistocene zandlaag.

De ondergrond ter plaatse van de strandwal is naar verwachting beperkt samendrukbaar, met name omdat de samendrukbare lagen zich relatief diep in de ondergrond bevinden. Het veengebied is daarentegen naar verwachting veel zettingsgevoeliger. In het veengebied zijn ca. 15 jaar geleden diverse zanddepots aangebracht. Deze zanddepots beperken naar verwachting lokaal de zettingen in het veengebied.

Vanwege de herinrichting van het gebied naar een woonwijk dient het gebied voorbelast te worden. Vanuit de gemeente Voorschoten zijn hier eisen aan gesteld aan de restzettingen. Deze uitgangspunten geven dat de bestaande toplaag van zand uitgebreid gaat worden door de aan te brengen voorbelasting. De bestaande veenlagen in het gebied worden naar verwachting flink samengedrukt en onder de grondwaterstand gebracht. Hierdoor ontstaat een dikkere toplaag van zand, welke bruikbaar is voor het infiltreren van het hemelwater. De grondpeilen van de wegen zijn gebaseerd op de nieuwe aangenomen grondwaterstanden, zie verder in dit hoofdstuk. Hierbij hebben wij een minimale drooglegging van 0,70 m aangehouden ten opzichte van de rijbanen.

De doorlatendheid van de bovenliggende laag zand is bepaald op basis van het in de boringen weergegeven zand profiel. Voor de eenduidigheid hebben we aangenomen dat het nieuw aan te voeren zand voor de ophogingen van gelijkwaardige kwaliteit en samenstelling is. De boorprofielen geven aan het zand in de toplaag zand, fijn 150-200, siltig is. Op basis van het grondwaterzakboekje is de K waarde bepaald op 3 meter/dag.

Gemiddelde doorlatendheid van zand (in meter/dag)

korrelgrootte	zandmediaan micrometer	zonder slibfractie	zwak slibhoudend	sterk slibhoudend
uiterst fijn	63 - 105	3	2	0.5
zeer fijn	105-150	6	4	1
matig fijn	150-210	15	10	3
matig grof	210-300	30	20	5
zeer grof	300-420	55	35	10
uiterst grof	420-2000	250	150	50

Figuur 3: Gemiddelde doorlatendheid zand, grondwaterzakboekje

De memo met de beschrijving van de bodemgesteldheid en het uitgevoerde bodemonderzoek, bestaande uit 21 sonderingen is beschikbaar. Hiernaast zijn ondertussen ook enkele grondboringen uitgevoerd. Deze gegevens zijn als bijlage bijgevoegd.

De toekomstige grondwaterpeilen zijn gebaseerd op de huidige waterstanden in het gebied, met hierbij een aanname voor de mogelijke opbolling.

- Grondwaterpeil deelgebied 1 Strandwal: -0,61 m NAP, opbolling maximaal ca. 0,30 m
- Grondwaterpeil deelgebied 2 Zuidereiland: -1,82 m NAP, opbolling maximaal ca. 0,30 m
- Grondwaterpeil deelgebied 3 Vlietoevers: -0,61 m NAP, opbolling maximaal ca. 0,30 m

In het gebied zijn de volgende waterpeilen aanwezig

- Boezempeil, -0,61 m NAP (rondom deelgebied 1 en 3)
- Polderpeil -1,82 m NAP (rondom deelgebied 2)

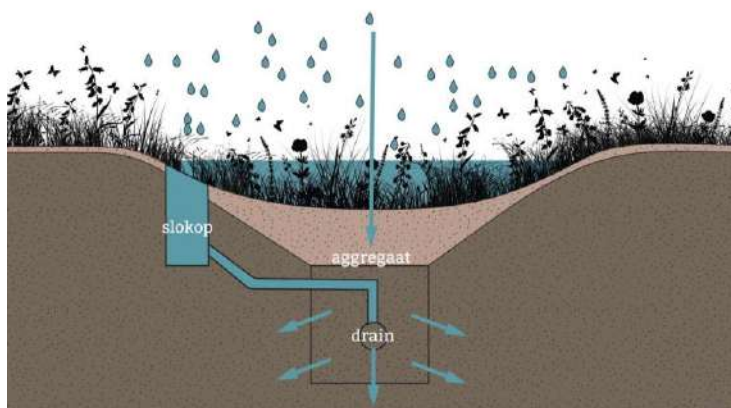
Het polderpeil wordt in de nieuwe situatie ter hoogte van de overgang van deelgebied 1 en 2 met een gemaal verpompt naar het boezempeil.

Hoofdstuk 2 - Mogelijkheden waterberging en infiltratie in openbaar gebied

Het stedenbouwkundige plan is al meerdere jaren in ontwikkeling. Het beschikbare oppervlak is maximaal gericht binnen de gestelde eisen. Woningen, wegen en parkeren, open water, speelvoorzieningen en groen zijn allemaal ingepast. Dit in samenhang met de bodemgesteldheid, zijn de mogelijkheden om hemelwater vast te houden en in de bodem te brengen beperkt. De meest kansrijke mogelijkheden zijn hieronder weergegeven.

Optie: Greppel / wadi

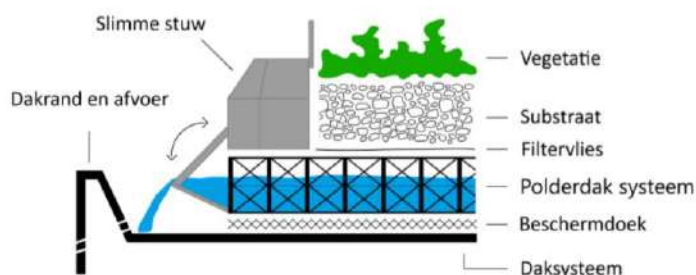
In deze optie wordt het hemelwater zichtbaar in het landschap opgevangen en geïnfiltreerd in de bodem. Dit kan op meerdere manieren worden vormgegeven, bijvoorbeeld door het toepassen van greppels, wadi's of overloopvoorzieningen. Alle voorzieningen kunnen worden voorzien van een overloopvoorziening, bijvoorbeeld een slokopkolk of een afstroomvoorziening naar het oppervlaktewater.



Figuur 4: schematische weergave wadi

Optie: Vasthouden en vertraagd afvoeren

Op locaties waar het niet mogelijk is om het water te infiltreren in de bodem, bijvoorbeeld door ondergrondse bebouwing of slecht doorlatende gronden, is de mogelijkheid aanwezig om het water vast te houden en vertraagd af te voeren naar het oppervlaktewater. Dit wordt mogelijk gemaakt door het aanbrengen van infiltratiekratten of soortgelijke systemen. Deze wijze van vasthouden van hemelwater biedt ook kansen om het hemelwater te gebruiken voor de bevoeiing van de omliggende groenvoorzieningen.



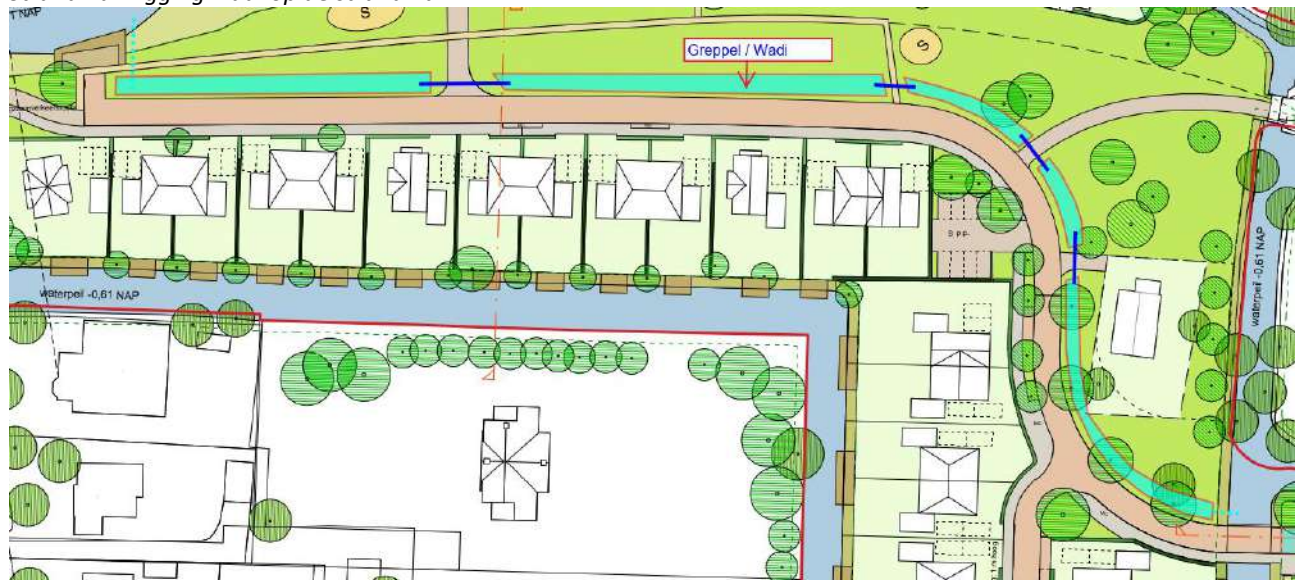
Figuur 5: schematische weergave vasthouden en afvoeren

Deelgebied 1: Strandwal

De hoger gelegen strandwal ligt evenwijdig aan de Veurseweg en strekt zich uit van de Veurseweg tot de bestaande boerderij Mariahoeve en de aansluiting met de Zuiderzichtlaan. De ondergrond bestaat uit een haakvormig perceel dat omzoomd is door een watergang. Aan de noordzijde, net boven de watergang, bevindt zich een bijbehorend rechthoekig perceel. Het hemelwater van het gebied water direct af op het omliggende boezemwater.

In dit deelgebied is ruimte om het water zichtbaar te infiltreren, hierom is gekozen om het water in een wadi te bufferen en te infiltreren.

Strandwal: ligging wadi op de strandwal.



Figuur 6: Ligging wadi

Wijze van bufferen en infiltreren:	Bufferen en infiltreren in greppel/wadi	
Verhard oppervlakte	5377	m2 (oppervlakte verhardingen)
Lengte infiltratievoorziening	190	m1 (bodembreedte 1,5 m, waterdiepte 0,30 m, talud 1:3)
Ledigingscapaciteit	7,7	mm/uur
Bergingscapaciteit	25	mm (136,8 m3)
Ledigingsduur	4	uur

Vanuit het Hoogheemraadschap van Rijnland is de wens aangegeven om de ledigingsduur te verlengen naar een periode tussen de 24 en 48 uur, hierbij dient rekening te worden gehouden met een afvoercapaciteit van 0,6 l/m2/uur. Dit geeft de volgende ontwerpogave:

Verhard oppervlakte	5377	m2 (oppervlakte verhardingen)
Gewenste ledigingsduur	48	uur
Ledigingscapaciteit	0,52	mm/uur
Ledigingsduur	48	uur
Benodigde k-waarde	0,20	m/dag

Door in de wadi een toplaag toe te passen met een k-waarde van 0,20 m/dag kunnen we voldoen aan de ledigingsrichtlijn. In de nadere ontwerpfase dient de wadi nader uitgewerkt te worden.

Deelgebied 2: Zuidereiland

Achter de strandwal zijn de lager gelegen veengronden te vinden van het deelgebied het Zuidereiland. Kenmerkend voor dit deelgebied zijn de brede omliggende watergangen en groene kades. In deze laag gelegen polder manifesteert dit deelgebied zich als een eiland. Onderdeel van de inrichting is een ondergrondse parkeergarage centraal gelegen op het Zuidereiland. Het hemelwater van dit gebied voert af op het polderpeil waarna het, door de oprichting van een nieuw gemaal, wordt afgevoerd op het boezempeil.

In dit deelgebied is, door de bovengrondse inrichting en aanwezigheid van de ondergrondse parkeergarage, geen mogelijkheid om water te bufferen en te infiltreren. Wel is het mogelijk om het water vast te houden en vertraagd af te voeren naar het oppervlaktewater. Momenteel wordt uitgegaan van een krattensysteem met een hoogte van 100 mm onder de rijbaan en de parkeervakken, maar gelegen op het dak van de parkeergarage. Hierbij dient wel de opmerking gemaakt te worden dat de het ontwerp van het parkeergarage en de opbouw van het bovenliggende constructie nog niet vastliggen.

Zuidereiland: berging op parkeergarage dek



Figuur 7: Deelgebied 2.3

Wijze van bufferen en infiltreren:	Vertraagd afvoeren naar oppervlaktewater
Verhard oppervlakte	19265 m ²
Oppervlakte-infiltratie voorziening	4200 m ²
Ledigingscapaciteit	0,20 mm/uur
Bergingscapaciteit	22 mm
Ledigingsduur	110 uur

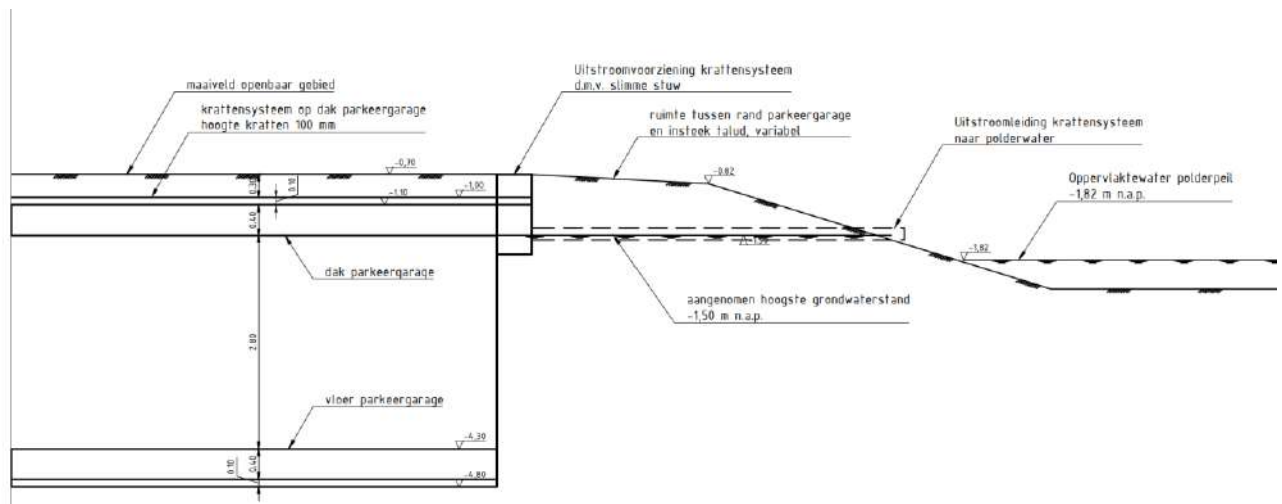
Om aan de wens om binnen 48 uur weer beschikbaar te zijn te voldoen dient een aanvullende maatregel getroffen te worden. Wij stellen voor om bij de uitwerking een extra afvoer (b.v. stuwconstructie) toe te passen, welke regelbaar is. Hieronder is de benodigde afvoercapaciteit weergegeven:

Totale capaciteit berging:	424	m3
Ledigingscapaciteit infiltratie	3,85	m3/uur
Lediging via infiltratie in 48 uur:	185	m3
Nog te lediging via afvoer:	239	m3
Benodigde afvoercapaciteit:	4,98	m3/uur
Totale afvoercapaciteit	8,83	m3/uur (0,46 l/m2/uur)

Het krattensysteem op het dak van de parkeergarage is in basis niet anders dan de berging van hemelwater op het vlakke dak van gebouwen. Grootste verschil hierin is dat het systeem geschikt moet zijn voor de optredende verkeersbelasting, gezien de inrichting van het boventerrein. Gezien de uitdagingen in de openbare ruimte in Nederland zijn diverse leveranciers reeds aanwezig voor deze systemen (b.v. Aquaflo met Dakwater of Wavin met PolderRoof).

Het systeem wordt in basis gevoed door de bovenliggende bestrating, door het toepassen van bij het systeem horende kolken, goten of waterdoorlatende bestrating. Ook is het mogelijk om een overloop van het hemelwaterrioleringsysteem van de omliggende bestrating op het krattensysteem aan te sluiten, zodat bij hevige neerslag het systeem hiermee ook gevoed kan worden.

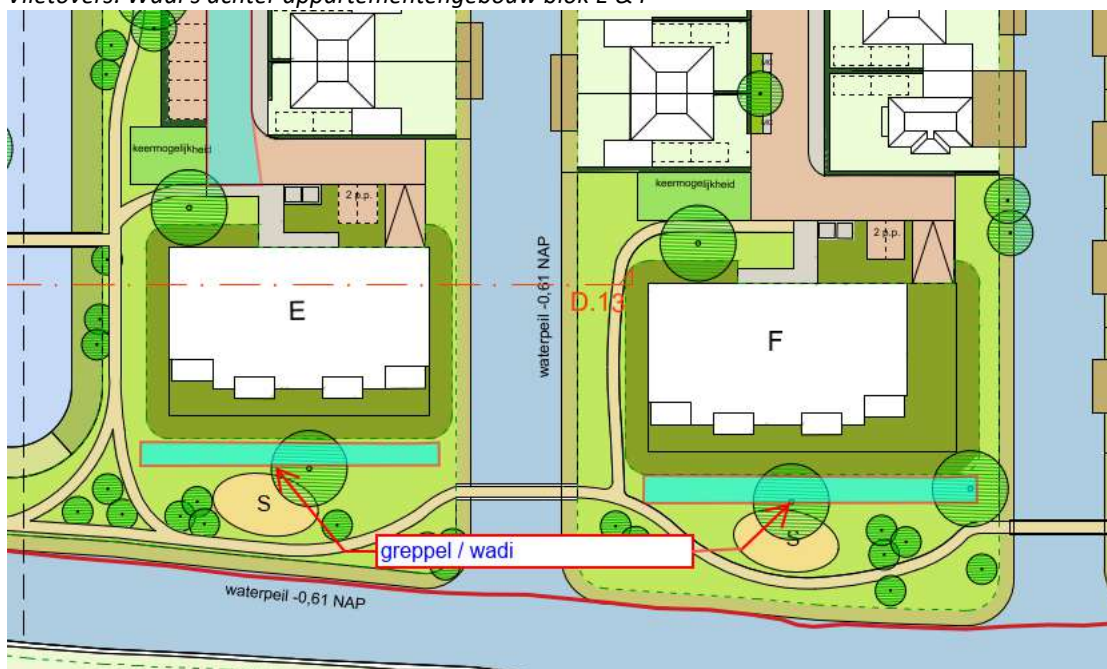
Het systeem loost via een stuwconstructie aan de randen van het systeem naar het oppervlakte water. Deze stuwen kunnen worden uitgevoerd als een geknepen afvoerpunt (het systeem loopt met een vaste lozingsnelheid leeg) of met een stuw welke gestuurd kan worden (het systeem kan water vasthouden voor een periode en hierna lozen richting het oppervlakte water). In samenspraak met het waterschap dienen we de gewenste oplossing hiervoor te bepalen. Hieronder is globaal weergegeven hoe het systeem aangesloten is op de stuwconstructie en het oppervlakte water.



Deelgebied 3: Vlietoevers

In contrast met het Zuidereiland staan de Vlietoevers in directe verbinding met de Vliet. Het boezemwater wordt de wijk ingetrokken evenwijdig aan de Vliet. Zo ontstaan er schiereilanden met woningen aan het water en op de kop appartementengebouwen. De Vlietoevers zijn uitgevoerd als verhulde kade om de impact van de regionale kering in het gebied te beperken. In de dit gebied is ruimte om achter de appartementengebouwen E & F hemelwater zichtbaar te bergen en infiltreren door het toepassen van wadi's. Door de voorgestelde ligging van de nieuwe waterkering in de groenstrook grenzend aan de watergang van het Zuidereiland zijn er geen andere mogelijkheden om wadi's te creëren.

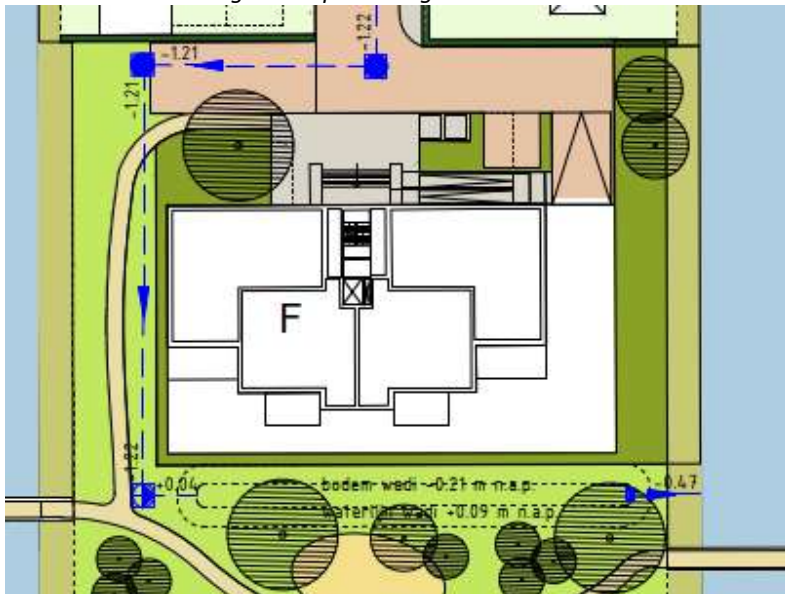
Vlietoevers: Wadi's achter appartementengebouw blok E & F



Figuur 9: Deelgebied 3.2

Hiervoor dient in de fase van het definitief ontwerp een hydraulisch rioolberekening te worden uitgevoerd. Ook kan onderzocht worden of bodem van de wadi's, op basis van de werkelijk optredende grondwaterstanden (in deze memo is een opbolling van ca. 0,30 m aangehouden) onder de wadi's, lager kunnen worden aangelegd. Indien blijkt, uit de hydraulische berekening, dat de wadi's geen positieve werking hebben op het rioolontwerp van de Vlietoevers kan het verlies van de berging opgevangen worden door het vergroten van de wadi's op de Strandwal. Hiermee blijft de bergingscapaciteit van het plangebied op het boezemwater gelijk en wordt voldaan aan de eisen van het waterschap.

Vlietoevers: aansluiting wadi op riolering



Figuur 11: overzicht aansluiting wadi

Hoofdstuk 3 - Toetsen aan (toekomstig) beleid van het Hoogheemraadschap van Rijnland

Het Hoogheemraadschap van Rijnland heeft nieuwe beleidsregels bij het toetsen van ontwikkelingen. In deze beleidsregels is de nadruk gelegd op het aspect waterhuishouding. De ontwikkeling Starrenburg III is getoetst aan de nieuwe eisen.

De eisen waaraan getoetst dient te worden zijn als volgt:

- Eis 1: Minimaal 20 mm over verhard gebied bergen in de bodem/ vertraagd laten afvoeren.
- Eis 2: Minimaal 90 mm berging in het plangebied. Het idee is dat een zware bui in het plangebied kan worden opgevangen zonder dat er schade optreedt of afwenteling ontstaat naar andere gebieden.

Eis 1: Minimaal 20 mm over verhard gebied bergen in de bodem/ vertraagd afvoeren

In deze eis dient het gehele verharde gebied te worden beschouwd van Starrenburg III, om te voldoen aan de eis mogen zowel de vasthoudmaatregelen uit de hemelwaterverordening (zie voor een verkenning hoofdstuk 4) en de vasthoudmaatregelen in het openbaar gebied (zie hoofdstuk 2) worden meegenomen in de berekening.

In Starrenburg III zijn de volgende verharde oppervlaktes aanwezig (zie de waterbalans):

Deelgebied 1 Strandwal	12231,5 m ²
Deelgebied 2 Zuidereiland	27041,7 m ²
Deelgebied 3 Vlietoevers	<u>14465,2 m²</u>
Totaal verhard gebied:	53738,4 m ²

Benodigde berging bij 20 mm	1074,77 m ³
-----------------------------	------------------------

In Starrenburg III zijn de volgende vasthoudmaatregelen in het openbaar gebied aanwezig (zie hoofdstuk 2 van deze memo):

Deelgebied 1 Strandwal	136,8	m ³
Deelgebied 2 Zuidereiland	420	m ³
Deelgebied 3 Vlietoevers	<u>66</u>	<u>m³</u>
Beschikbare berging:	622,8	m ³

Hiernaast is berging aanwezig op de private kavels, welke dienen te voldoen aan de hemelwaterverordening van de gemeente Voorschoten. De verordening voorziet in de realisatie van een waterberging van 60 mm per m² verhard oppervlak op de private kavels. Op basis van de hoeveelheden genoemd in de waterbalans geeft dit de volgende berekening voor de beschikbare berging:

Deelgebied 1 Strandwal bebouwing	4360,7	m ² (bebouwing woningen, bergingen en appartementen)
Deelgebied 1 Strandwal verharde kavels	2753,1	m ² (verhard oppervlak tuinen)
Deelgebied 2 Zuidereiland bebouwing	4843,3	m ² (bebouwing woningen, bergingen en appartementen)
Deelgebied 2 Zuidereiland verharde kavels	2776,3	m ² (verhard oppervlak tuinen)
Deelgebied 3 Vlietoevers bebouwing	5515,4	m ² (bebouwing woningen, bergingen en appartementen)
Deelgebied 3 Vlietoevers verharde kavels	<u>1654,1</u>	<u>m²</u> (verhard oppervlak tuinen)
Totaal oppervlakte	21902,8	m ²

Berging op private kavels	1314,1	m ³ (oppervlakte maal 60 mm)
---------------------------	--------	---

De berging in het openbaar gebied als op de private kavels geven de volgende beschikbare bergingscapaciteit:

Berging in openbaar gebied	622,8 m3
Berging op private kavels	<u>1314,1 m3</u>
Totale berging beschikbaar	1936,9 m3

Benodigde berging	<u>1074,8 m3</u>
Overschot berging	862,1 m3

In het plan Starrenburg is voor de eis van het Hoogheemraadschap voldoende capaciteit aanwezig, hiermee voldoet Starrenburg III aan de gestelde eis.

Eis 2: Minimaal 90 mm berging in het plangebied

Om deze eis te berekenen is het gebied in 2 delen opgeknipt, namelijk het deel welke afwatert op het boezempeil en het deel welke afwatert op het polderpeil. Beide delen zijn getoetst aan de eis. In deze berekeningen is geen rekening gehouden met de mogelijkheid van het optreden van water op straat.

Starrenburg III, plangebied welke afvoert op boezempeil

Het gebied dat afwatert op het boezempeil omvat grofweg het deelgebied Strandwal en het deelgebied Vlietoevers. In de verkenning voor de toets om te voldoen aan de eis, zijn door het Hoogheemraadschap de volgende uitgangspunten meegeven:

- 30 mm van de 90 mm berging van het oppervlakte welke afwatert op het boezemwater kan in het bestaande boezemwater worden opgevangen;
- Het nieuwe boezemwater kan een peilstijging opvangen van maximaal 240 mm;
- Onverharde gebieden, zoals het veld op de Strandwal, kunnen in de bodem 60 mm berging opvangen;
- Alle oppervlakken volgen uit de waterbalans.

Bovenstaande eisen zijn meegenomen in onderstaande berekening:

Plangebied totaal	64047	m2 (privaat, verhard, onverhard en water oppervlak)
Neerslag (90 mm)	5765	m3 (plangebied totaal, 90 mm neerslag)
Berging bestaand boezemwater (30 mm)	1922	m3 (30 mm berging in bestaand boezemwater)
Berging in nieuw boezemwater (240 mm)	1309	m3 (5456 m2 nieuw boezemwater, peilstijging van 240 mm)
Restant te bergen in plangebied	2534	m3 (Neerslag minus berging in bestaand en nieuw boezemwater)
Berging openbaar gebied	203	m3 (vasthoudmaatregelen uit hoofdstuk 2)
Berging op private kavels (60 mm)	857	m3 (dakoppervlak en verhard oppervlak tuinen)
Totaal berging verhard gebied	1060	m3 (berging openbaar en privaat gebied)
Restant te bergen in onverhard plangebied	1474	m3 (restant berging minus totale berging verhard gebied)
Berging bodem onverhard terrein (60 mm)	480	m3 (8000 m2 onverhard terrein, berging 60 mm)
Berging op maaiveld	994	m3

Om het aan de eis te voldoen voor het deel van het plangebied welke afwatert op het boezempeil dient het onverhard maaiveld zodanig te worden ingericht dat deze kan dienen als aanvullende berging bij extreme neerslag, dit kan worden gerealiseerd door de in het gebied aanwezige wadi's in te richten dat deze bij hevige neerslag overlopen. In deze berekening is geen rekening gehouden met water op straat en de mogelijkheden om bij de bebouwing meer berging te creëren. Dit dient in een latere fase van het project nader te worden uitgewerkt.

Starrenburg III, plangebied welke afvoert op polderpeil

Het gebied dat afwatert op het polderpeil omvat het Zuidereiland en een klein deel van de omliggende deelgebieden. In de verkenning voor de toets om te voldoen aan de eis, zijn door het Hoogheemraadschap de volgende uitgangspunten meegeven:

- Peilstijging in polderwater maximaal 600 mm, voor zowel bestaand als nieuw polderwater;
- Alle oppervlakken volgen uit de waterbalans.

Plangebied	47669	m2 (privaat, verhard, onverhard en water oppervlak)
Neerslag (90 mm)	4290	m3 (plangebied totaal, 90 mm neerslag)
Berging in polderpeil	<u>4120</u>	m3 (6867 m2 polderpeil, peilstijging 600 mm)
Restant te bergen in plangebied	170	m3 (neerslag minus berging in polderwater)
Berging openbaar gebied	420	m3 (alternatieve voorziening)
Berging bij private kavels (60 mm)	<u>457</u>	m3 (dakoppervlak en verhard oppervlak tuinen)
Totaal berging verhard gebied	877	m3 (berging openbaar en privaat gebied)
Overschot berging in plangebied (877-170)	707	m3 (overschot)

Omdat in het polderpeil een overschot aan berging in het systeem aanwezig is kunnen we in de berekening van de eis minder peilstijging toerekenen aan het polderpeil. Hieronder rekenen we de maximale benodigde peilstijging uit.

Overschot	877	m3
Berging in polderpeil	4290	m3 (6867 m2 polderpeil, peilstijging 600 mm)
Benodigde berging polderpeil	3413	m3 (berging polderpeil minus overschot)
Peilstijging in polderpeil	497	mm (6867 m2 polderpeil, berging 3413 m3)

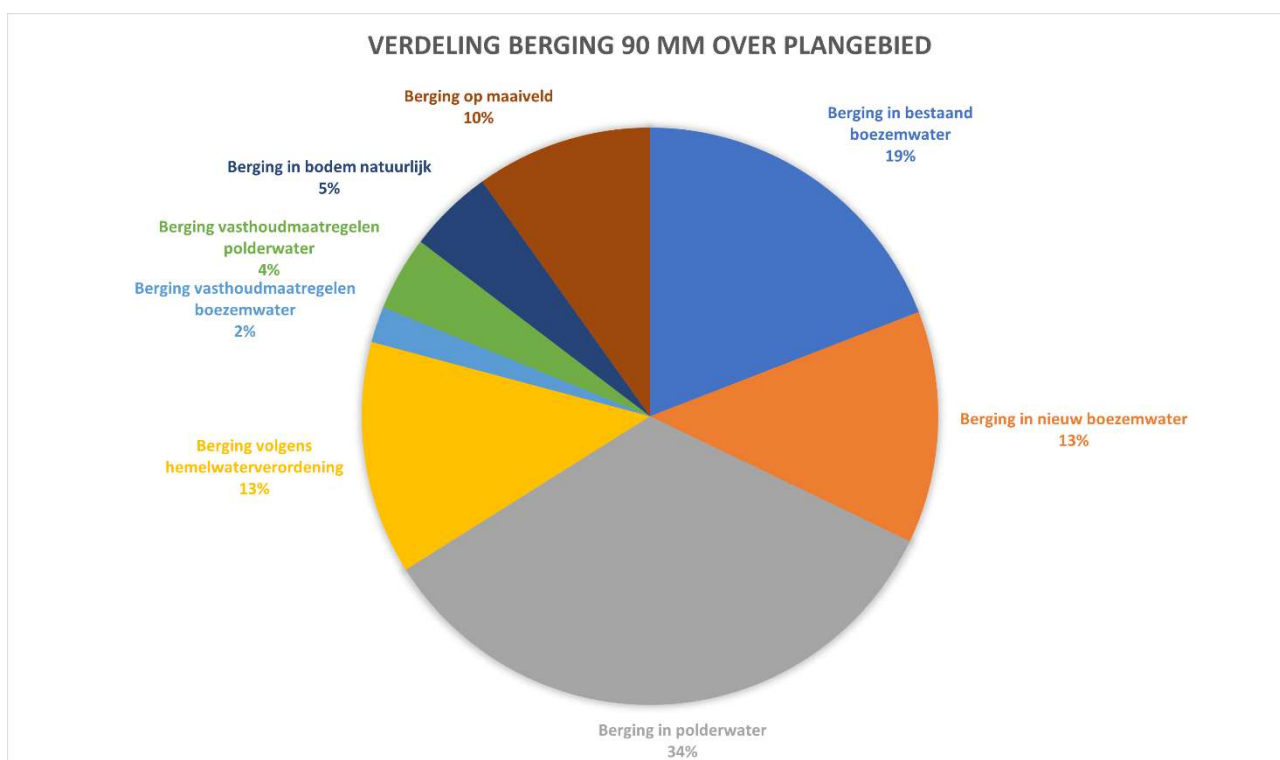
Het plangebied welke afwatert op het polderpeil voldoet aan de eis, wel wordt opgemerkt dat bij de voorziene peilstijging in het polderpeil, de hemelwaterafvoeren van Starrenburg II minder functioneren. Dit is een reeds bestaand probleem in Starrenburg II en wordt naar verwachting van het waterschap verbeterd door de aanleg van het nieuwe gemaal in Starrenburg III.

Starrenburg III totaal

Nu per deelgebied de berging is berekend kunnen we de som over het gehele gebied uitzetten. De berekende hoeveelheden uit de twee deelgebieden dienen hiervoor als input.

Plangebied totaal	111716 m2 (privaat, verhard, onverhard en water oppervlak)
Neerslag (90 mm)	10055 m3 (plangebied totaal, 90 mm neerslag)
Berging bestaand boezemwater (30 mm)	1922 m3 (30 mm berging in bestaand boezemwater)
Berging in nieuw boezemwater (240 mm)	1309 m3 (5456 m2 nieuw boezemwater, peilstijging van 240 mm)
Berging in polderwater	3413 m3 (6867 m2 polderpeil, peilstijging 497 mm)
Berging openbaar gebied	623 m3 (vasthoudmaatregelen uit hoofdstuk 2)
Berging op private bebouwing (60 mm)	1314 m3 (dakoppervlak en verhard oppervlak tuinen)
Berging bodem onverhard terrein (60 mm)	480 m3 (8000 m2 onverhard terrein, berging 60 mm)
Berging op maaiveld	<u>994 m3</u>
Totaal	10055 m3

Hieronder is de verdeling procentueel weergegeven over het gehele plangebied. De berekening hiervoor is als bijlage toegevoegd.



Figuur 12: Verdeling berging 90 mm over plangebied

Hoofdstuk 4 – Verkenning mogelijkheden hemelwaterverordening gemeente Voorschoten

In de gemeente Voorschoten is een hemelwaterverordening actief, welke betrekking heeft op de nieuwbouw binnen Starrenburg III. In deze verordening is verplicht gesteld dat voor nieuwbouw een voorziening dient te worden aangelegd welke minimaal 60 liter per m² verhard oppervlak kan vasthouden of bergen.

In de verordening worden de volgende uitgangspunten gegeven:

- Verhard oppervlak: oppervlak voorzien van verhardingen (o.a. daken, wegen, verharde terreinen, etc.), zodanig dat hemelwater van dit oppervlak niet in de bodem kan infiltreren;
- De hemelwatervoorziening dient zo ontworpen te zijn dat hemelwater hergebruikt kan worden of vertraagd kan worden afgevoerd.

Om het verhard oppervlak van de tuinen te bepalen houden we de uitgangspunten van het waterschap aan voor het berekenen van de verharding in tuinen, deze is als volgt:

- 75% verharding voor tuinen kleiner dan 50 m²
- 50% verharding voor tuinen vanaf 50 m² tot en met 150 m²
- 25% verharding voor tuinen groter dan 150 m²

In dit hoofdstuk onderzoeken we op hoofdlijnen, per referentie kavel, op welke wijze het mogelijk is om te voldoen aan de eisen uit de hemelwaterverordening. Dit betreft puur een verkenning en geen definitieve uitwerking van de opgave.

Voor de oplossingsrichtingen onderzoeken we de volgende mogelijkheden:

Alle grondgebonden woningen worden voorzien van een regenton van 400 liter en aanvullend voorzien van een infiltratieveld van infiltratiekratten. Voor de berekening van het oppervlakte van dit infiltratiekrat gaan we uit van een infiltratiekrat met de afmetingen van 1,80 x 1,20 x 0,50 m met een netto inhoud van 1000 liter (1 m³). Deze kratten zijn te koppelen in de lengte en breedte om meer inhoud te creëren.

Voor de appartementencomplexen kijken we specifiek naar de mogelijkheid om water te bergen op de vlakke daken van deze complexen. Hiervoor bepalen we het dakoppervlak en reserveren we 80% van dit oppervlak voor waterberging. Voor de maximale hoogte van de waterberging gaan we uit van 100 mm op het dak.

In totaal zijn de volgende referentie objecten aanwezig in het gebied:

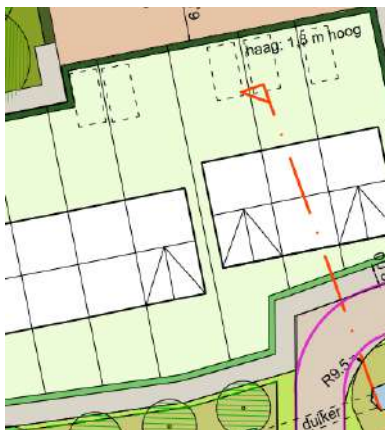
- Woningen
 - o Rijtjeswoning zonder berging;
 - o Rijtjeswoning met berging;
 - o (half) vrijstaande woning;
 - o Vrijstaande woning;
- Appartementen;
 - o Complex A;
 - o Complex B, E en F;
 - o Complex C en D;
 - o Complex G.

Referentie kavel: rijtjeswoning

Deze woningen zijn aanwezig op alle deelgebieden en zijn globaal in 2 uitvoeringen aanwezig, namelijk met een zonder berging, gezien beide een andere kavelindeling en oppervlakte hebben, zijn ze beide beschouwd.

Rijteswoning zonder berging

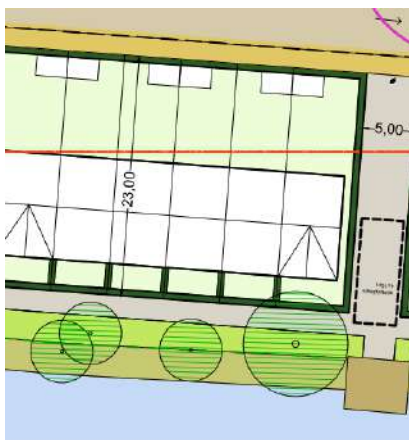
- Oppervlakte kavel 155 m²
- Oppervlakte woning 55 m²
- Oppervlakte tuin 100 m², waar van verhard oppervlak 50 m²
- Totaal verhard oppervlakte 105 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 6,3 m³
- Toepassen regenton 400 liter (0,4 m³)
- Toepassen infiltratiekragen 6 m³ (afmetingen 3,6 x 3,6 x 0,50 m, oppervlakte 13 m²)
- Ruimtebeslag infiltratiekragen in tuin: 13%



Figuur 13: voorbeeld rijteswoning zonder berging

Rijteswoning met berging

- Oppervlakte kavel 125 m²
- Oppervlakte woning 55 m²
- Oppervlakte berging 6 m²
- Oppervlakte tuin 64 m², waar van verhard oppervlak 32 m²
- Totaal verhard oppervlakte 93 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 5,6 m³
- Toepassen regenton 400 liter (0,4 m³)
- Toepassen infiltratiekragen 6 m³ (afmetingen 3,6 x 3,6 x 0,50 m, oppervlakte 13 m²)
- Ruimtebeslag infiltratiekragen in tuin: 20%



Figuur 14: voorbeeld rijteswoning met berging

Appartementencomplexen

Naast de hierboven genoemde referentiekavels zijn er binnen het plan Starrenburg III nog enkele appartementencomplexen voorzien. Bij de appartementencomplexen hebben we inzichtelijk gemaakt hoeveel mm water op het dak dient te worden opgevangen om te voldoen aan de hemelwaterverordening. Voor de locatie en de uitvoering van de complexen verwijzen wij naar het stedenbouwkundigplan.

Appartementencomplex A

Dit appartementencomplex is gelegen op de Strandwal.

- Oppervlakte kavel 950 m²
- Oppervlakte bebouwing 470 m²
- Oppervlakte tuin 480 m², waarvan verhard 120 m²
- Totaal verhard oppervlakte 590 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 35,4 m³
- Beschikbaar bruto dakoppervlak 380 m²
- Beschikbaar netto dakoppervlak voor berging (80% van bruto): 304 m²
- Benodigde berging in mm op netto dakoppervlak: 116 mm

Op basis van de verkenning is het mogelijk om op het dak van het complex waterberging te realiseren. Als we uitgaan van een maximale berging van 100 mm op het dak, dient in de ruimte rond het complex nog aanvullende berging te worden gevonden van 16 mm. Dit betreft een berging van ca. 5 m³. Uitgaan van infiltratiekratten (1,80 x 1,20 x 0,50 m) dient een oppervlakte van 9,00 x 1,20 m gereserveerd te worden. Dit past binnen de groenzones rond het complex

Appartementencomplex B, E en F

Deze appartementencomplexen zijn gelegen op de overgangszone tussen de Strandwal en het Zuidereiland (complex B) en op de Vlietoevers (complex E en F).

- Oppervlakte kavel 1200 m²
- Oppervlakte bebouwing 835 m²
- Oppervlakte tuin 365 m², waarvan verhard 92 m²
- Totaal verhard oppervlakte 927 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 55,6 m³
- Beschikbaar bruto dakoppervlak 575 m²
- Beschikbaar netto dakoppervlak voor berging (80% van bruto): 460 m²
- Benodigde berging in mm op netto dakoppervlak: 121 mm

Op basis van de verkenning is het mogelijk om op het dak van het complex waterberging te realiseren. Als we uitgaan van een maximale berging van 100 mm op het dak, dient in de ruimte rond het complex nog aanvullende berging te worden gevonden van 21 mm. Dit betreft een berging van ca. 10 m³. Uitgaan van infiltratiekratten (1,80 x 1,20 x 0,50 m) dient een oppervlakte van 6,00 x 3,60 m gereserveerd te worden. Dit past binnen de groenzones rond het complex.

Appartementencomplex C en D

Deze appartementencomplexen zijn gelegen op het Zuidereiland en aan elkaar gekoppeld. Hierom zijn deze als één object beschouwd.

- Oppervlakte kavel 2515 m²
- Oppervlakte bebouwing 1685 m²
- Oppervlakte tuin 830 m², waarvan verhard 207,5 m²
- Totaal verhard oppervlakte 1892,5 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 113,6 m³
- Beschikbaar bruto dakoppervlak 1685 m²
- Beschikbaar netto dakoppervlak voor berging (80% van bruto): 1348 m²
- Benodigde berging in mm op netto dakoppervlak: 85 mm

Op basis van de verkenning is het mogelijk om op het dak van het complex voldoende waterberging te realiseren.

Appartementencomplex G

Dit appartementencomplex is gelegen op het Zuidereiland en is gelegen tegenover appartementencomplex C & D.

- Oppervlakte kavel 1270 m²
- Oppervlakte bebouwing 800 m²
- Oppervlakte tuin 470 m², waarvan verhard 117,5 m²
- Totaal verhard oppervlakte 917,5 m²
- Te bergen hoeveelheid hemelwater bij 60 mm: 55,1 m³
- Beschikbaar bruto dakoppervlak 718 m²
- Beschikbaar netto dakoppervlak voor berging (80% van bruto): 575 m²
- Benodigde berging in mm op netto dakoppervlak: 96 mm

Op basis van de verkenning is het mogelijk om op het dak van het complex voldoende waterberging te realiseren.

Tussentijdse conclusie toets hemelwaterverordening

Op basis van de bovenstaande berekeningen is het mogelijk dat ontwikkeling Starrenburg III voldoet aan de hemelwaterverordening van de gemeente Voorschoten. Bij de grondgebonden woningen in het gebied is voldoende ruimte in de niet bebouwde kavel aanwezig om de benodigde berging aan te leggen en bij de appartementencomplexen is bijna voldoende capaciteit beschikbaar voor berging op het dak. Een klein gedeelte van de berging uit de hemelwaterverordening dient gezocht te worden in de niet bebouwde kavels van de appartementencomplexen.

Hoofdstuk 5 - Toetsen aan het klimaatadaptiebeleid Gemeente Voorschoten

De gemeente Voorschoten heeft in mei 2023 het klimaatadaptiebeleid vastgesteld. In dit document zijn doelen, uitgangspunten en/of eisen vastgelegd voor de inpassing van klimaatadaptie binnen de gemeente Voorschoten. In deze memo richten wij ons op het onderdeel hemelwater.

In het document zijn geen eisen opgenomen voor het onderdeel hemelwater waaraan in dit document kan worden getoetst. Wel zijn uitgangspunten opgenomen waaraan het plan kan worden gespiegeld. De uitgangspunten zijn als volgt:

- De ambitie is om op privaat terrein de neerslag van een hevige bui van 70 mm in een uur op te vangen (geïnfiltreerd, vastgehouden en/of geborgen) in een voorziening op privaat terrein of in de daarvoor bestemde extra voorzieningen in het plangebied.
- Indien in het plangebied ook openbare wegen worden gerealiseerd, wordt aangetoond dat bij extreem hevige neerslag schade (bij 70 mm in een uur) aan bebouwing, infrastructuur en aan vitale voorzieningen

zoveel mogelijk kan worden voorkomen. Het is belangrijk dat vitale voorzieningen kunnen blijven functioneren (bij 90 mm in een uur).

- Hemelwater wordt zoveel mogelijk vastgehouden, hergebruikt en in de bodem geïnfiltreerd in het plangebied.
- In het plangebied is natuurlijke en oppervlakkige afwatering zoveel mogelijk aanwezig.
- Bij een plangebied waarin ook openbare wegen worden gerealiseerd, wordt er rekening mee gehouden dat een waterdiepte van 15 cm op de rijbaan daar extreme regen (en/of overstromingen) zo min mogelijk risico op schade aan gebouwen en elektrische installaties in de nieuwe openbare ruimte oplevert en dat hoofwegen begaanbaar blijven.

Uitgangspunt: 70 mm berging op privaat terrein

In het plan is nu uitgegaan van de hemelwaterverordening van de gemeente Voorschoten (60 mm per m² verhard terrein), het uitgangspunt genoemd in het klimaatadaptiebeleid is een ambitie bovenop de verordeningen. Vanuit de ontwikkelaar wordt voorgesteld om bij de detailuitwerking van de private kavels te onderzoeken of het mogelijk is om aan deze ambitie te voldoen.

Uitgangspunt: voorkomen schade bij hevige neerslag

Dit uitgangspunt komt overeen met de nieuwe klimaat adaptieve eisen (eis 2) van het Hoogheemraadschap van Rijnland. Het plan voldoet aan de gestelde uitgangspunten.

Uitgangspunt: vasthouden hemelwater

Voor dit uitgangspunt grijpen we terug op de nieuwe klimaat adaptieve eisen (eis 1) van het Hoogheemraadschap. In deze eis wordt 20 mm neerslag op verhard gebied opgevangen, geïnfiltreerd en/of vertraagd afgevoerd. Deze eis staat los van de al geldende hemelwaterverordening van de gemeente Voorschoten voor het vasthouden, infiltreren en/of bergen van hemelwater op de private kavels. Door het toepassen van deze eisen voldoen we aan het uitgangspunt.

Uitgangspunt: oppervlakkige afwatering

Door het toepassen van wadi's op de Strandwal en de Vlietoevers passen we oppervlakkige afwatering toe binnen het plan. Waar mogelijk laten we het hemelwater over de bestrating richting de wadi's stromen. Ook dient binnen de deelgebieden Strandwal en Vlietoevers ruimte gezocht te worden om overtollig hemelwater bij hevige neerslag te bergen op het onverhard gebied.

Uitgangspunt: waterdiepte bij extreme neerslag

In het plangebied is rekening gehouden met een neerslag gebeurtenis van 90 mm, welke in het plangebied dient te worden opgevangen (eis 2 Hoogheemraadschap van Rijnland). In de toets van deze eis is geen rekening gehouden met water op straat. Ook is in het plangebied rekening gehouden met een hoogteverschil van 0,30 m tussen het peil van de wegen en het peil van de woningen. Het is aan te bevelen om de benodigde nutsvoorzieningen ook op het bouwpeil van de woningen aan te leggen.

Hoofdstuk 6 - Conclusie en aanbevelingen

De bovengrond van SIII bestaat na bouwrijp maken (grondwerk, watergangen, zettingen) grotendeels uit zand. De grondwaterstand staat voldoende laag. Het zandpakket biedt mogelijkheden om hemelwater op te nemen dat vanaf het oppervlak in de bodem vloeit. Door de beperkte ruimte van het openbaar groen op de deelgebieden, zijn de bovenstaande opties de mogelijkheden om hemelwater te bergen, infiltreren of vertraagd af te voeren.

Voor de wadi's gelegen achter de appartementencomplexen op de Vlietoevers is een verkenning gemaakt op welke wijze deze aangesloten dienen te worden op de hemelwaterriolering. Op basis van de nu beschikbare gegevens is het mogelijk om de wadi's te voeden vanuit de hemelwaterriolering. Bij het uitvoeren van de hydraulische rioolberekening in de definitieve ontwerpfase dient getoetst te worden welke aanvullende maatregelen nodig zijn voor de riolering op de Vlietoevers om de wadi's optimaal te laten werken. Indien blijkt, uit de hydraulische berekening, dat de wadi's geen positieve werking hebben op het rioolontwerp van de Vlietoevers kan het verlies van de berging opgevangen worden door het vergroten van de wadi's op de Strandwal. Hiermee blijft de bergingscapaciteit van het plangebied op het boezemwater gelijk en wordt voldaan aan de eisen van het waterschap.

Op basis van de in het stedenbouwkundige plan, de bijbehorende waterbalans en de in deze memo beschreven klimaat adaptieve oplossingen is het haalbaar om over het toekomstige verharde oppervlakte van het plan Starrenburg III 20 mm hemelwater vast te houden en te infiltreren in de bodem, her te gebruiken voor andere toepassingen of vertraagd af te voeren naar het oppervlaktewater. Deze opties dragen positief bij aan de grondwaterstand en de waterhuishouding in het gebied. (hoofdstuk 3).

Ook is het plan getoetst op de bestendigheid bij extreme neerslag (90 mm bergen in plangebied), op basis van het stedenbouwkundig plan, de hemelwater verordening van de gemeente Voorschoten en de oplossingen beschreven in deze memo voldoet Starrenburg III aan deze eis. (hoofdstuk 3).

Op basis van de in deze memo aanwezige verkenning (hoofdstuk 4) is het mogelijk dat ontwikkeling Starrenburg III voldoet aan de hemelwaterverordening van de gemeente Voorschoten. Bij de grondgebonden woningen in het gebied is voldoende ruimte in de niet bebouwde kavel aanwezig om de benodigde berging aan te leggen en bij de appartementencomplexen is bijna voldoende capaciteit beschikbaar voor berging op het dak. Een klein gedeelte van de berging uit de hemelwaterverordening dient gezocht te worden in de niet bebouwde kavels van de appartementencomplexen.

Daarnaast is het plan ook getoetst aan de uitgangspunten van kerndoelstelling 3 uit het klimaat adaptief beleid gemeente Voorschoten. Op basis van de in deze memo uitgevoerde toetsen voldoet het plan, waar mogelijk, aan de uitgangspunten. (hoofdstuk 5).

Aanbevelingen

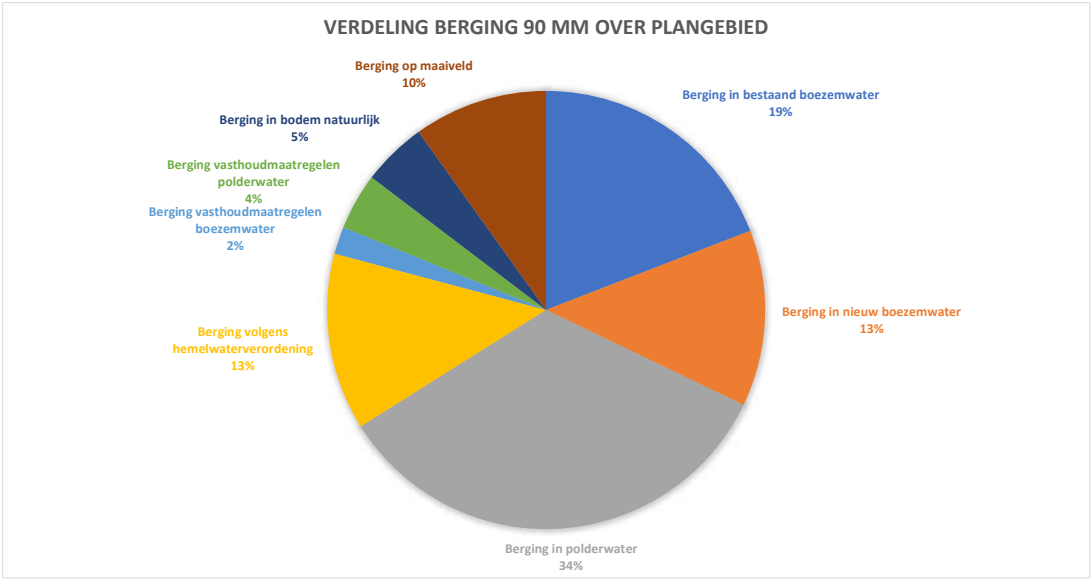
- Afstemmen oplossingsrichtingen en beschreven maatregelen met de vergunningverleners en de toekomstige beheerders van het openbaar gebied;
- De in deze memo genoemde maatregelen, welke dienen voor het opvangen, vasthouden en infiltreren van hemelwater in het openbaar gebied, dienen in de hydraulische rioolberekening getoetst te worden, deze berekening is onderdeel van het definitief ontwerpproces;
- Bij het opstellen van het definitief ontwerp de in deze memo genoemde ontwerputgangspunten hanteren en nader toetsen;
- Het onverhard gebied zodanig inrichten dat deze dienst kan doen als waterberging bij extreme neerslag;
- Opstellen definitief ontwerp in samenhang met rioleringsontwerp;
- In de uitwerking van de oplossingen hemelwaterverordening voor de private kavels, per kavel uitwerken of kan worden voldaan aan de verhoogde ambitie t.o.v. de hemelwaterverordening gemeente Voorschoten.

Bijlage

Berekening 90 mm visualisatie

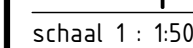
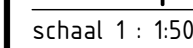
VERDELING BERGING 90 MM OVER PLANGEBIED

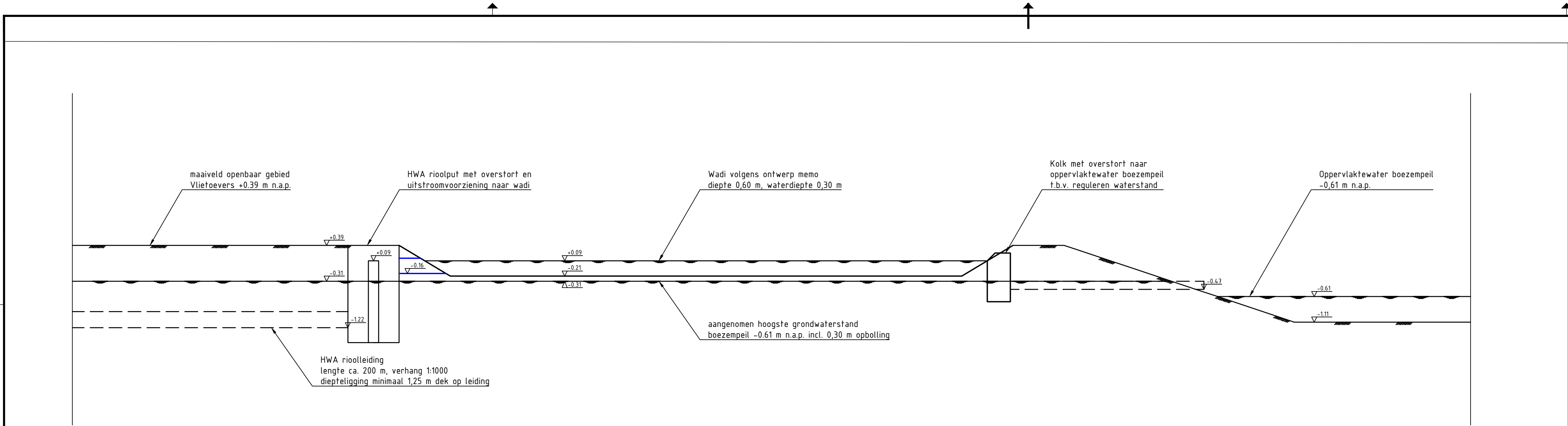
Onderdeel	Oppervlakte (m2)	Berging in kuubs (m3)	percentage berging	Berging in mm	Opmerking
Plangebied boezempeil	64047	5764,2	57,33%	51,6	
Plangebied polderpeil	47669	4290,2	42,67%	38,4	
Totale plangebied	111716	10054,4	100,00%	90,0	
Verdeling 90 mm over plangebied					
Berging in bestaand boezemwater	64047	1922,0	19,12%	17,2	Opgave door HHvR, 30 mm neerslag van het plangebied welke afwatert op het boezempeil kan worden opgevangen in het bestaande boezemwater buiten het plan
Berging in nieuw boezemwater	5456	1309,0	13,02%	11,7	Opgave door HHvR, in nieuw boezemwater kan een peilstijging optreden van maximaal 240 mm
Berging in polderwater	6867	3413,0	33,95%	30,6	Opgave door HHvR, in het polderwater binnen het plan kan een peilstijging optreden van maximaal 600 mm voor het maaiveld inundeert. In het plan gaan we nu uit van een maximale peilstijging van 507 mm.
Berging volgens hemelwaterverordening	21902,8	1314,0	13,07%	11,8	Hemelwaterverordening gemeente Voorschoten verplicht 60 mm berging bij verhard oppervlakte kavels, betreft woningen, appartementen, berging en 50% van het tuinoppervlak
Berging vasthoudmaatregelen boezemwater		203	2,02%	1,8	Betreft de vasthoudvoorzieningen (wadi's) op de Strandwal en de Vlietoevers
Berging vasthoudmaatregelen polderwater		420	4,18%	3,8	Betreft de vasthoudvoorzieningen (krattenveld op parkeergarage) op het Zuidereiland
Berging in bodem natuurlijk	8000	480	4,77%	4,3	Opgave door HHvR, gezien de opbouw van het toekomstig terrein (zand), kan een gedeelte van de neerslag opgevangen worden in de bodem door natuurlijke infiltratie
Berging op maaiveld		994,00	9,89%	8,9	Betreft berging op maaiveld en/of op straat in het hele plangebied
		10055,0	100,01%	90,0	



Bijlage

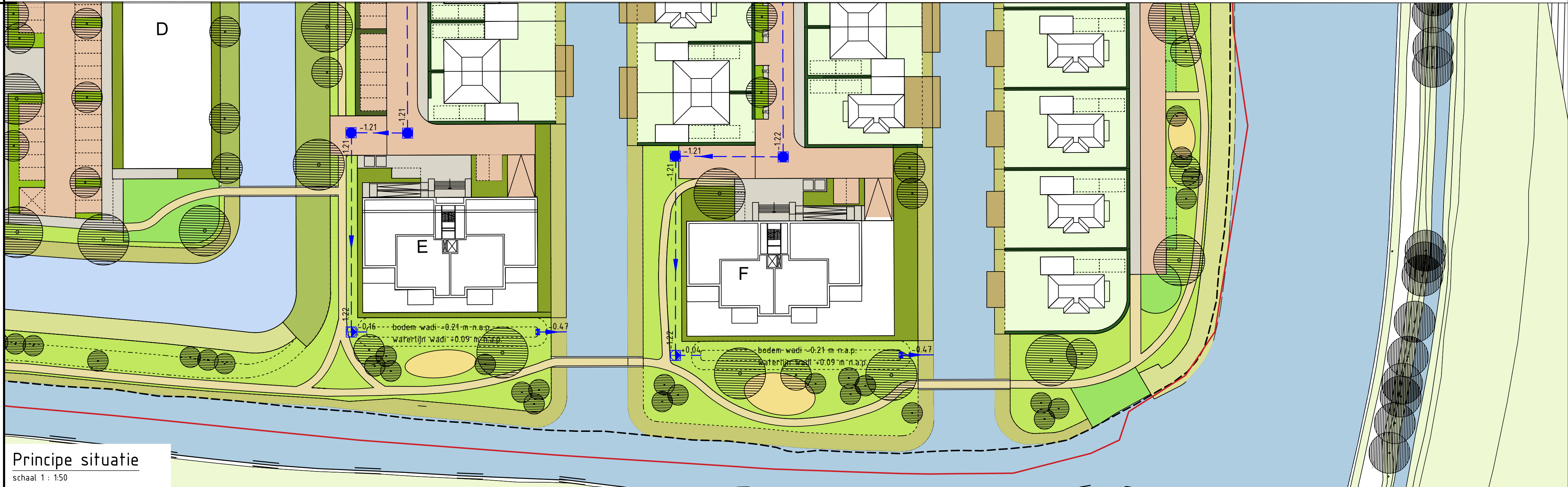
Principe tekeningen





Principe doorsnede

schaal 1 : 150



Principe situatie

schaal 1 : 150

0 2 4 6 8m
Schaal 1:200

Maten in meters en materiaalmaten in millimeters, tenzij anders vermeld.
Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P.

MUG

INGENIEURSBUREAU