



CIVIL
MANAGEMENT



Waterhuishoudkundig plan

Bikkeldam te Horssen

Projectcode: P07098

Versie: D 1.0

Datum: 06-11-2025

Colofon	
Titel:	Waterhuishoudkundig plan Bikkeldam te Horssen
Projectcode	P07098
Versie:	D 1.0
Datum:	06-11-2025
Auteur:	M. Lintvelt - M. Damminga
Gecontroleerd door:	M. Damminga
Opdrachtgever:	Van Wijnen Projectontwikkeling
Opdrachtnemer:	Civil Management B.V. Huismanstraat 6 6851 GT Huissen
Telefoon:	026 445 00 99
Email:	info@civilmanagement.nl
Website:	http://www.civilmanagement.nl/
Contactpersoon:	M. Damminga
Telefoon:	026 445 00 99

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Algemene gegevens	5
2.1	Gegevens plangebied	5
2.2	Regionale bodemopbouw en geohydrologie	6
2.3	Bodemopbouw en doorlatendheid	9
2.4	Grondwater	6
2.5	Oppervlaktewater	9
2.6	Overstromingsrisico	10
2.7	Stresstest	11
2.8	Bestaande riolering	12
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	13
3.1	Digitale watertoets	13
3.2	Ontwateringsdieptes	13
3.3	Beleid gemeente Druten	14
3.4	Beleid waterschap Rivierenland	14
3.5	Technische ontwerpisen hemel- en vuilwaterafvoer	15
3.6	Waterkwaliteit	15
4	Hemelwaterafvoer	16
4.1	Afstromend verhard oppervlak	16
4.2	Benodigde berging binnen het plangebied	16
4.3	Principe hemelwatersysteem	17
4.4	Uitgangspunten per voorziening	19
4.5	Bergingscapaciteit in het plangebied	19
4.6	Toetsing bergingscapaciteit hemelwatersysteem	20
4.7	Toetsing ledigingstijd hemelwatersysteem	21
4.8	Extreme neerslagsituatie	22
4.9	Klimaatbestendigheid	22
5	Ontwerp vuilwaterafvoer	23
6	Samenvatting, conclusie en aanbevelingen	24
7	Verwijzingen	26

Bijlagen

- Bijlage 1 Grafieken grondwaterstanden
- Bijlage 2 Hoogteplan en ontwerp hemelwatersysteem
- Bijlage 3 Digitale watertoets
- Bijlage 4 Stedenbouwkundig ontwerp
- Bijlage 5 Rekensheet van infiltratievoorzieningen
- Bijlage 6 Externe bergingsberekening
- Bijlage 7 Begrippenlijst

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Van Wijnen Projectontwikkeling is door Civil Management B.V. een waterhuishoudkundig plan opgesteld. De aanleiding voor het opstellen van dit waterhuishoudkundig plan is de geplande ontwikkeling Bikkeldam te Horssen waar een nieuwe wijk met 49 woningen gerealiseerd wordt. De geplande ontwikkeling mag geen negatieve gevolgen hebben op de waterhuishoudkundige situatie (zowel kwalitatief als kwantitatief) in en om het plangebied. In verband hiermee moet een waterhuishoudkundig plan worden opgesteld waarin de waterhuishoudkundige aspecten (veiligheid, wateroverlast, waterkwaliteit, verzilting en verdroging) en alle wateren (Rijkswateren, regionale wateren, gemeentelijke en particuliere wateren en grondwater) worden beschouwd. In het waterhuishoudkundig plan wordt onderbouwd wat het effect van de voorgenomen ontwikkeling op voornoemde aspecten en wateren is, voor zover relevant. Indien negatieve effecten worden verwacht, wordt aangegeven welke maatregelen kunnen worden getroffen om de negatieve effecten te beperken/voorkomen.

Op basis van het waterhuishoudkundig plan wordt een waterparagraaf worden opgesteld die in het omgevingsplan wordt opgenomen.

1.2 Leeswijzer

In dit waterhuishoudkundig plan wordt ingegaan op de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2 algemene gegevens;
- Hoofdstuk 3 randvoorwaarden en uitgangspunten;
- Hoofdstuk 4 hemelwaterafvoer;
- Hoofdstuk 5 ontwerp vuilwaterafvoer.

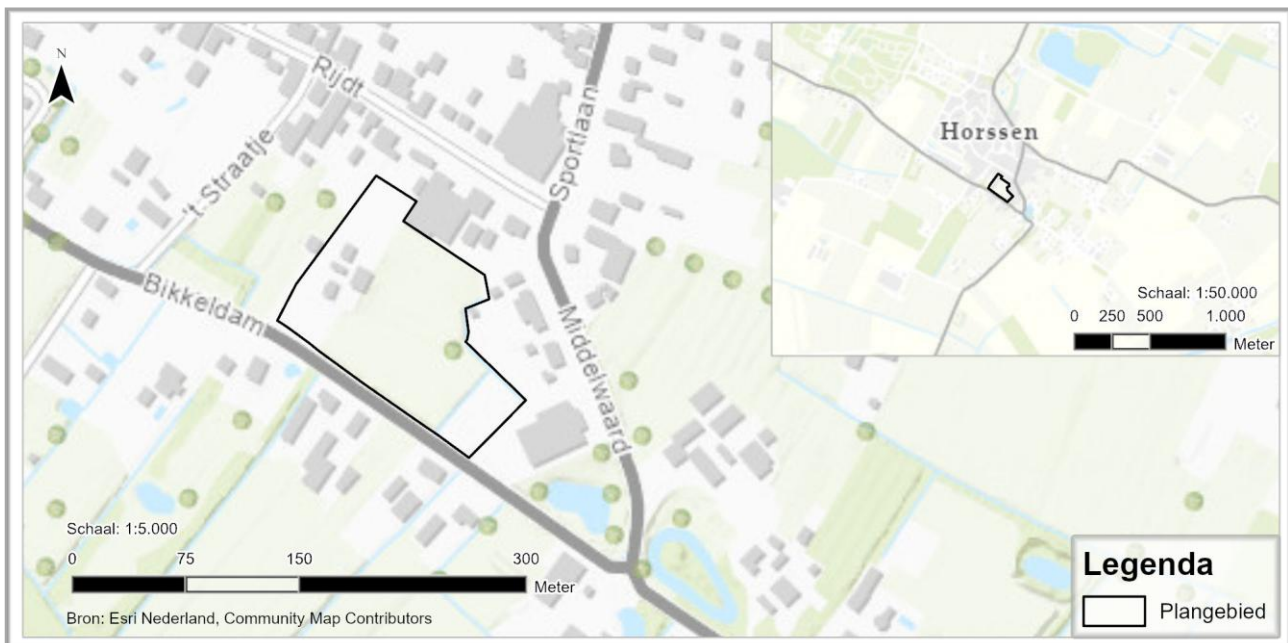
Op basis van de opmerkingen uit het omgevingsplan zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige versie in het groen weergegeven.

2 Algemene gegevens

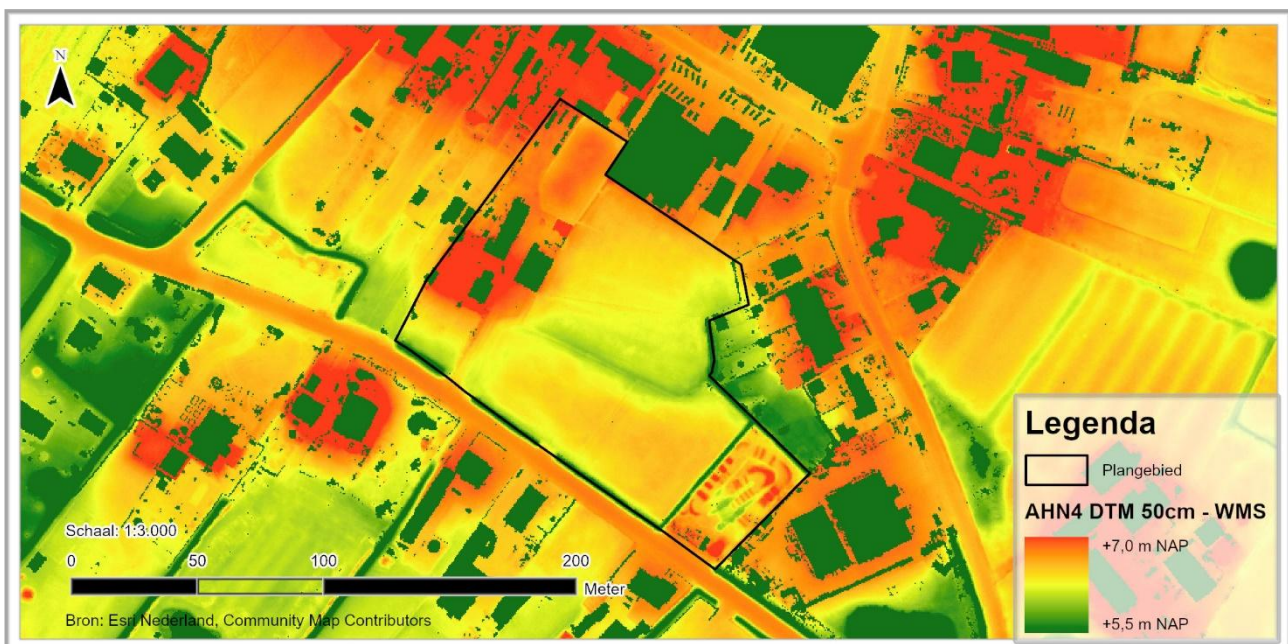
Dit waterhuishoudkundig plan is gebaseerd op het proces watertoets van de gemeente Druten en de ervaring van Civil Management B.V. met vergelijkbare projecten, op geraadpleegde bronnen aan het eind van het rapport (verwijzingen) en het proces watertoets van de gemeente Druten. In het rapport wordt verwezen naar de bronnen tussen de haakjes [...]. In bijlage 6 is een begrippenlijst toegevoegd met veel gebruikte begrippen en extra informatie die relevant zijn voor het waterhuishoudkundig plan.

2.1 Gegevens plangebied

Het plangebied ligt in Horssen zie afbeelding 2. Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 14.630 m². Binnen het plangebied variëren de maaiveldhoogtes tussen circa +5,90 m NAP in het lager gelegen centrale gedeelte van het plangebied tot circa +7,90 m NAP in het westen, zie afbeelding 1 [1] en [2].



Afbeelding 2 Regionale ligging plangebied



Afbeelding 1 Bestaande hoogtes in plangebied [1]

2.2 Regionale bodemopbouw en geohydrologie

In tabel 1 is een hydrogeologisch profiel weergegeven van de bovenste 65 m binnen het plangebied.

Tabel 1 Hydrogeologisch profiel van het plangebied [3]

Diepte (m-mv)	Hydrogeologische eenheid	Lithologie	K-waarde ¹⁾ (m/dag)	c-waarde ²⁾ (dagen)
0,00 – 0,80	Holocene afzettingen, complexe eenheid	Complexe eenheid, bestaande uit een afwisseling van zandige klei, midden en fijn zand, klei en veen en een weinig grof zand	g.w.	g.w.
0,80 – 23,1	Formatie van Kreftenheye, 2 ^e en 3 ^e zandige eenheid	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen	$50 \leq kh < 100$	g.w.
23,1 – 30,7	Formatie van Waalre, 1 ^e kleiige eenheid	Kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand, met weinig veen, fijn en grof zand en een spoor grind	g.w.	$500 \leq c < 1000$
30,7 – 38,9	Formatie van Peize en Formatie van Waalre, 2 ^e zandige eenheid	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen	$25 \leq kh < 50$	g.w.
38,9 – 43,0	Formatie van Waalre, 2 ^e kleiige eenheid	Kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, klei en midden zand, met weinig veen, fijn en grof zand en een spoor grind	g.w.	$100 \leq c < 500$
43,0 – 65,2	Formatie van Peize en Formatie van Waalre, 3 ^e en 4 ^e zandige eenheid	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en grof zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen	$25 \leq kh < 50$	g.w.

Watervoerend pakket
Scheidende laag

- 1) K-waarde = horizontale waterdoorlatendheid;
 2) c-waarde = hydrologische weerstand;
 3) g.w. = geen waarde vermeld.

2.3 Grondwater

Op het Dinoloket [7] zijn binnen een straal van circa 850 m van het plangebied 6 monitoringspeilbuizen aangegeven waarin de grondwaterstanden periodiek zijn gemeten. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in bijlage 1 en in tabel 2 zijn nadere gegevens van deze monitoringspeilbuizen weergegeven.

Tabel 2 Gegevens van monitoringspeilbuizen in omgeving van het plangebied [7]

Peilbuis	Filterstelling (m NAP)	Hoogte maaiveld (m NAP)	Gemeten periode	Aantal metingen	Afstand tot plangebied (m)
B39G0070	-13,42 tot -14,42	+5,88	13-01-1978 / 14-12-1988	243	830
B39H0012	-0,91 tot -17,41	+6,34	14-06-1950 / 28-12-2020	1300	530
B39H0050	+0,47 tot -15,53	+7,47	14-06-1950 / 29-06-1981	733	350
B39H0051	+0,26 tot -16,74	+7,26	14-06-1950 / 27-10-1998	1140	760
B39H0191	-1,42 tot -2,42	+5,89	31-05-1974 / 28-08-2000	104	670
B39H0514	+2,18 tot +1,18	+6,34	03-04-2004 / 28-09-2025	42.983	820

Op elke plaats fluctueert de freatische grondwaterstand in een jaar als gevolg van seizoensinvloeden (neerslag en verdamping). In het algemeen ligt de freatische grondwaterstand in het voorjaar (maart/april) op het hoogste niveau en in de nazomer (september) op het laagste niveau. Uit gemeten grondwaterstanden in een monitoringspeilbuis die niet binnen het plangebied staat, kan een indicatie over de gemiddeld laagste (GLG) en gemiddeld hoogste (GHG) grondwaterstand in het plangebied worden verkregen. De mate waarin de in de peilbuizen gemeten grondwaterstanden als representatief voor het plangebied kunnen worden beschouwd is afhankelijk van de volgende aspecten:

- de afstand van de peilbuis tot het plangebied (hoe groter de afstand des te minder representatief);
- de diepte van het filter van de peilbuis (hoe dieper, des te minder representatief) en de bodemopbouw ter plaatse van de peilbuis in het plangebied (hoe groter de verschillen, des te minder representatief);
- de ouderdom en lengte van de meetreeks waarover meetgegevens beschikbaar zijn (hoe ouder en hoe korter de meetreeks des te minder representatief) en het aantal metingen van de meetreeks (hoe minder metingen des te minder representatief);
- de maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis in vergelijking met de maaiveldhoogte van het plangebied (hoe groter het verschil in maaiveldhoogte des te minder representatief);
- de aanwezigheid, omvang en diepte van oppervlaktewater tussen de peilbuis en het plangebied (hoe groter en dieper het oppervlaktewater des te minder representatief);
- overige omstandigheden tussen de peilbuis en het plangebied die invloed hebben op de grondwaterstand.

Op basis van de hiervoor genoemde punten is beoordeeld in welke mate de, in de beschouwde peilbuizen, gemeten grondwaterstanden representatief zijn voor het plangebied. In tabel 3 is het resultaat van deze beoordeling weergegeven.

Tabel 3 Beoordeling representativiteit van de in monitoringspeilbuizen gemeten grondwaterstanden

criterium ¹⁾	B39G0070	B39H0012	B39H0050	B39H0051	B39H0191	B39H0514
a) Afstand tot plangebied	-	-	-	-	-	-
b) Diepte filter + bodemopbouw	+	+	+	+	+	+
c) Meetreeks : ouderdom (≤ 5 jaar)	-	0	-	-	-	0
: lengte (≥ 8 jaar)	+	+	+	+	+	+
: aantal metingen per jaar (≥ 24 per jaar)	-	-	+	-	-	+
d) Hoogte maaiveld	0	+	0	0	0	+
e) Oppervlaktewater	0	0	+	+	0	+
f) Overige factoren : peilgebied ³⁾	-	-	+	+	+	+
TOTAAL²⁾	--	0	+++	+	0	+++++

1) Zie tabel 16 voor kwantificering van de parameters

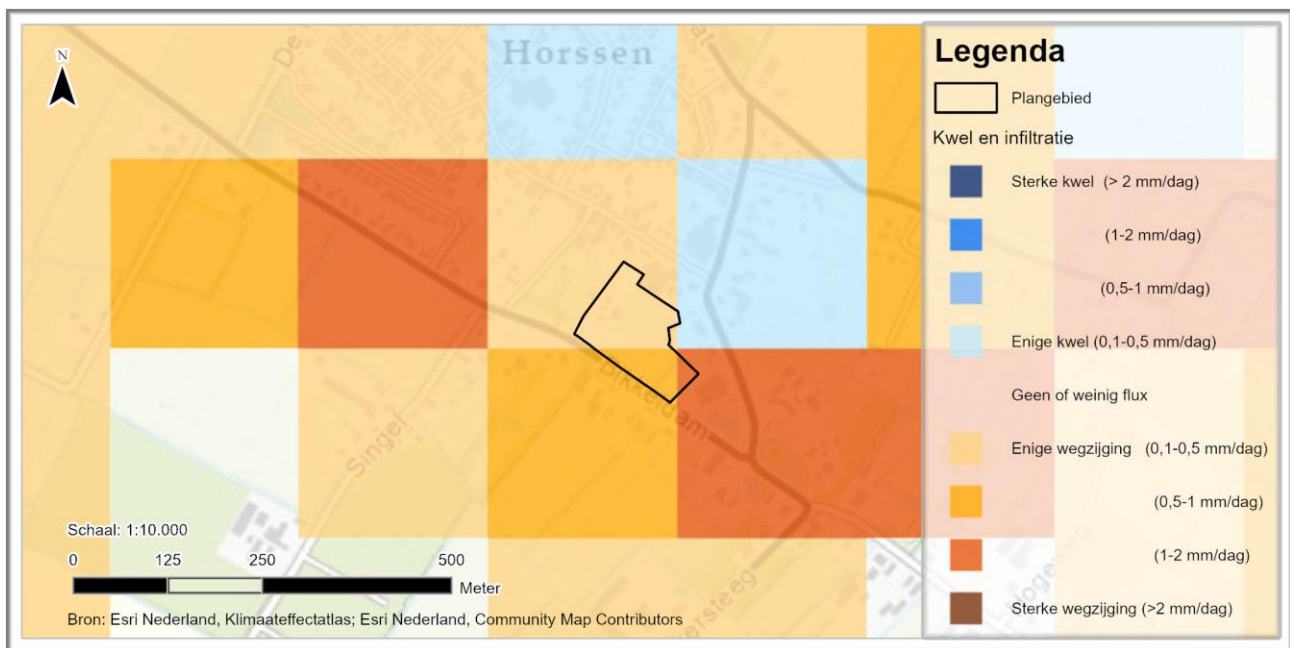
2) Som van alle + + en - -; bijvoorbeeld 3 keer +, 2 keer 0 en 1 keer - levert een totaal op van ++, waarbij + = gunstig/buikbaar
 o = neutraal - = ongunstig/niet buikbaar;

3) + = peilgebied komt overeen met plangebied, - = peilgebied verschilt van plangebied.

Op basis van tabel 3 worden de gemeten grondwaterstanden in peilbuis B39H0514 het meest representatief geacht om een indicatie van de GHG en GLG in het plangebied af te leiden. In bijlage 1 zijn de in deze peilbuis gemeten grondwaterstanden grafisch weergegeven. Daarnaast worden in het plangebied sinds januari 2025 de grondwaterstanden in een peilbuis gemonitord. In bijlage 1 (afbeelding 15) zijn de peilbuis B39H0514 en peilbuis in het plangebied in één grafiek geplot. Hierin is te zien dat de grondwaterstand in het plangebied circa 15 cm hoger ligt dan in peilbuis B39H0514.

Kwel

Op de kwelkaart van de klimaateffectatlas [8] in afbeelding 3 is aangegeven dat het plangebied grotendeels in een infiltratiegebied ligt. De noordwestelijke punt ligt op de grens van een kwelgebied. Gezien de ligging van het plangebied en de gebruikte rastergrote van de kwel en infiltratiekaart is de verwachting dat dit geen invloed heeft op het plangebied.



Afbeelding 3 Kwel en infiltratiekaart [8]

Grondwaterbeschermingsgebied

Het plangebied ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied.

Conclusie grondwater

Op basis van tabel 2, tabel 3, afbeelding 3 en bijlage 1 worden voor het plangebied de in tabel 4 vermelde GHG en GLG aangehouden. Omdat de relevante geachte peilbuis op iets grotere afstand van het plangebied ligt en ter plaatse van de peilbuis op basis van de isohypsenkaart een iets lagere grondwaterstand wordt waargenomen, is voor het afleiden van grondwaterstanden in het plangebied een onzekerheidsmarge van 0,25 m aangehouden (dit is opgebouwd door middel van: 10 cm onzekerheidsmarge en 15 cm grondwaterpeilverschil tussen de peilbuis in het plangebied en B39H0514 zie bijlage 1 afbeelding 15). Deze onzekerheidsmarge is in tabel 4 bij de GHG erop geteld en bij de GLG er af getrokken.

Tabel 4 Voor het plangebied aangenomen GLG en GHG

	B39H0514 (m NAP)	Plangebied (m NAP)
Hoogte bestaand maaiveld	+6,34	+5,90 á +7,90
GHG	+5,15	+5,40
GLG	+4,62	+4,37

Binnen het plangebied, aan de zuidwestzijde op de perceelgrens, is sinds december 2024 een monitoringspeilbuis geplaatst waarin de gemeten grondwaterstanden automatisch worden gemeten. Uit de meetreeks, zie

afbeelding 14 in bijlage 1 uit deze monitoringspeilbuis blijkt dat de gemeten grondwaterstanden fluctueren tussen de +4,57 m NAP à +5,25 m NAP. De meetreeks is te kort om een inschatting van de GLG/GHG te kunnen maken, maar past qua bandbreedte wel bij de te verwachten grondwaterstanden op basis van de eerder uitgevoerde grondwaterstandsanalyse.

2.4 Bodemopbouw en doorlatendheid

In juli 2020 [4] en oktober 2023 [5] is binnen het plangebied een verkennend- en nader bodemonderzoek uitgevoerd. Tijdens deze onderzoeken zijn 37 boringen uitgevoerd tot dieptes variërend van 0,5 tot 3,0 m-mv. De boorstaten geven weer dat de bodem binnen het plangebied tot in ieder geval 2,4 á 3,5 m-mv voornamelijk uit klei bestaat. Op basis van de boorstaten is voor het plangebied de in tabel 5 weergegeven bodemopbouw afgeleid.

Tabel 5 Globaal bodemprofiel binnen het plangebied

Diepte (m-mv)	Hoofdbestanddeel	Bijzonderheden
0,0 – 1,0 á 2,4	Klei	Zwak tot matig humeus, zwak tot sterk zandig
1,0 á 2,4 – 3,5	Klei	Matig tot sterk siltig

Daar het uitgevoerde bodemonderzoek de weergegeven kleilaag uit het REGIS-model [6] bevestigt, wordt voor het plangebied infiltratie als niet/zeer beperkt mogelijk geacht. Waterschap Rivierenland heeft aangegeven dat infiltratieonderzoek noodzakelijk is om vast te stellen of dit écht zo is. Geadviseerd wordt om in overleg te treden met het Waterschap over de noodzaak hiervan in relatie tot het huidige ontwerp van het hemelwatersysteem waarbij verfraagd wordt afgevoerd naar oppervlaktewater.

2.5 Oppervlaktewater

Het plangebied ligt in het beheergebied van waterschap Rivierenland. In afbeelding 4 zijn de op de legger van het waterschap geregistreerde watergangen weergegeven. Het plangebied ligt in een peilgebied (QVU154) waar het zomer- respectievelijk winterpeil +5,25 m NAP á +4,90 m NAP is [9]. Het streefpeil wordt gehanteerd bij peil regulerende kunstwerken, dit kan betekenen dat de waterstanden lokaal kunnen afwijken van het streefpeil.



Afbeelding 4 Legger van waterschap Rivierenland [9]

Binnen het plangebied zijn tertiaire watergangen aanwezig. Bij het (deels) dempen van deze watergangen, dienen deze één op één te worden gecompenseerd. Tevens ligt de meest zuidoostelijke punt van het plangebied in een beschermingszone. Deze zone dient vrij toegankelijk te blijven vanwege onderhoud aan watergangen.

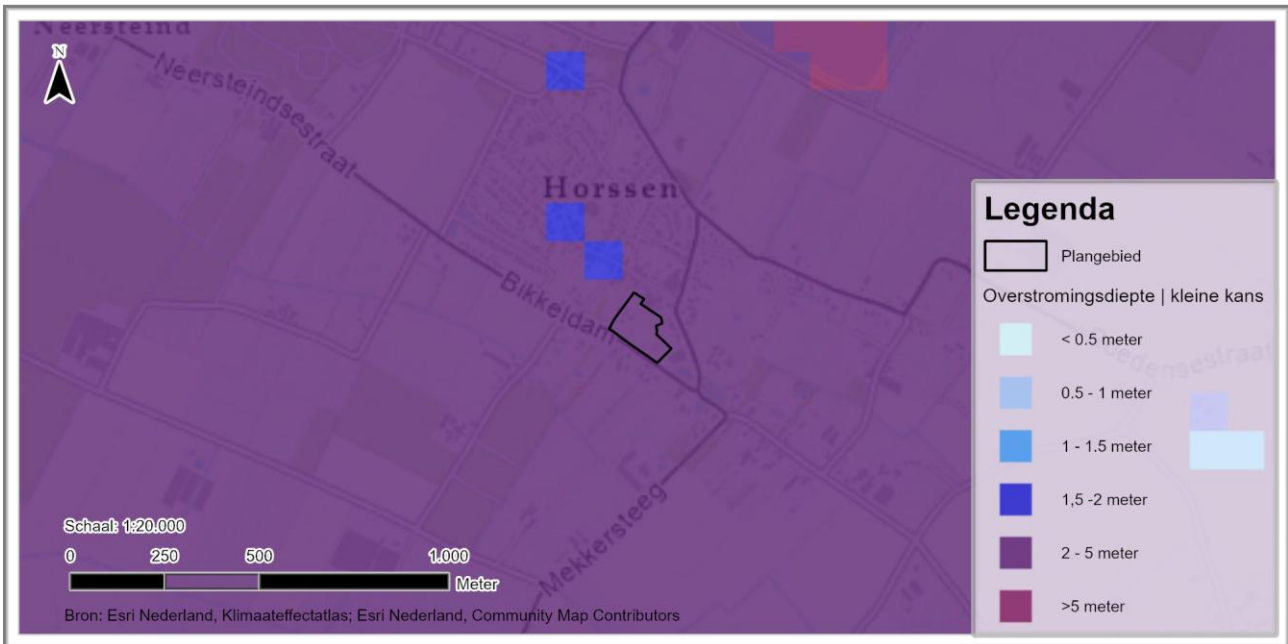
Het waterschap heeft getoetst of de primaire (A) watergang (093588) een toename aan hemelwater, dat vanuit het plangebied vertraagd wordt afgevoerd, kan verwerken. Uit deze toetsing is gebleken dat hierin geen belemmeringen te verwachten zijn.

2.6 Overstromingsrisico

Op de klimaateffectatlas [10] zijn kaarten weergegeven waarop de overstromingskansen van gebieden zijn aangeduid. Dit betreffen overstromingen die kunnen ontstaan vanuit een rivier of zee. Toch kunnen de maatregelen die overlast van extreme neerslag tegen gaan ook helpen tegen ondiepe overstromingen vanuit rivier, zee en ander oppervlaktewater. Hierbij zijn de overstromingskansen verdeeld in vier categorieën met verschillende herhalingsstijden:

- Grote kans : de kans dat een gebied 1 keer in de 10 jaar overstroomt;
- Middelmiddelgrote kans : de kans dat een gebied 1 keer per 100 jaar overstroomt;
- Kleine kans : de kans dat een gebied 1 keer per 1.000 jaar overstroomt;
- Bijzonder kleine kans : de kans dat een gebied 1 keer per 10.000 jaar overstroomt.

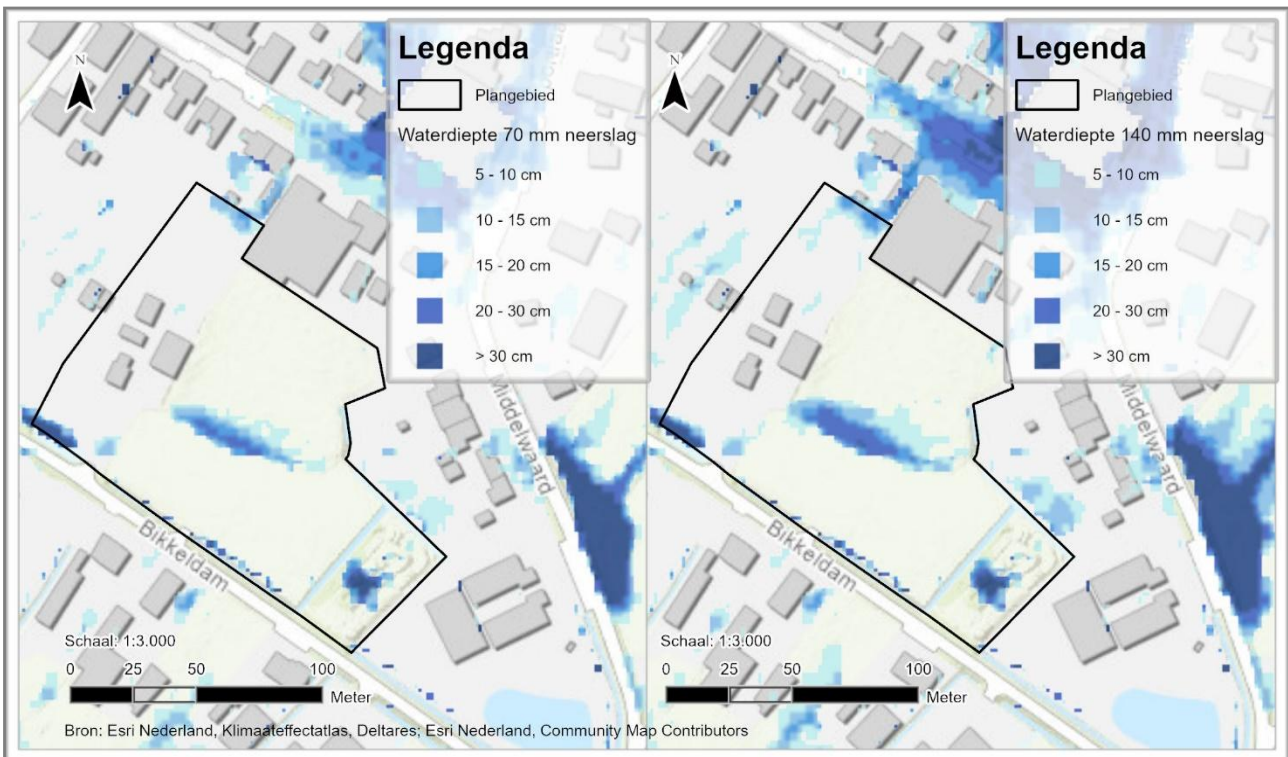
Op de klimaateffectatlas is aangegeven dat voor het plangebied sprake is van een kleine kans op overstroming (zie afbeelding 5), met een maximale waterdiepte van 2 tot 5 meter.



Afbeelding 5 Overstromingsrisico op basis van de gegevens van de klimaateffectatlas [10]

2.7 Stresstest

Op de klimaateffectatlas zijn naast kaarten met gegevens over overstromingskansen, ook kaarten beschikbaar met een indicatie van de kans op wateroverlast door hevige neerslagsituaties met daarbij aangegeven wat de verwachte optredende waterdiepte is. Hierbij is gekeken naar een bui van 70 mm in 2 uur en een bui van 140 mm in 2 uur. In afbeelding 6 zijn deze kaarten voor het plangebied weergegeven. Hierin is te zien dat tijdens hevige neerslagsituaties in het plangebied kans is op wateroverlast met name op het lagergelegen gedeelte aan in het centrale en oostelijke deel van het plangebied. Hierbij is een kans op wateroverlast bij 70 mm/2uur waarbij een waterdiepte van meer dan 30 cm kan worden verwacht.



Afbeelding 6 Kans op wateroverlast door hevige neerslag op basis van de gegevens van de klimaateffectatlas [18]

Waterschap Rivierenland heeft in 2018 een toetsing uitgevoerd ten aanzien van wateroverlast. Hierbij zijn ook de stroombanen, welke ontstaan tijdens het oppervlakkig afvoeren van hemelwater, berekend. Deze zijn samen met de berekende waterdiepte weergegeven in afbeelding 7. Ook op deze kaart is te zien dat op de lagere delen van het plangebied kans is op wateroverlast met een waterdiepte van 0 – 30 cm. Rondom de bestaande watergangen bestaat een kans op een waterdiepte van meer dan 80 cm, echter treedt dit voornamelijk op binnen het profiel van de watergangen.



Afbeelding 7 Waterdiepte bij bui 60 mm/1 uur stedelijk gebied (2D 2018) [22]

2.8 Bestaande riolering

In de Bikkeldam aan de zuidzijde van het plangebied ligt een drukriool. De gemeente Druten heeft onderzocht of het saneren van dit riool en het vervangen voor een vrijval riool een mogelijkheid is. Echter wordt vanuit kostenoverweging gesteld dat deze optie niet als doelmatig wordt gezien. Derhalve dient de ontwikkeling door middel van een rioolgemaal en persleiding aangesloten te worden op het bestaande stelsel.

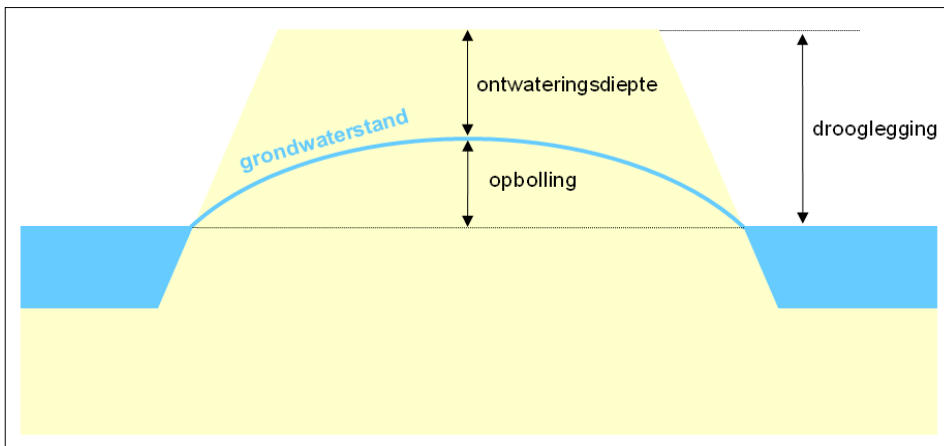
3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Digitale watertoets

Voor de geplande ontwikkeling is een check van de digitale watertoets op de website www.hetwateradvies.nl uitgevoerd. Deze is opgenomen in bijlage 3. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat belangen van het waterschap worden geraakt en dat daarom de gangbare procedure moet worden gevolgd.

3.2 Ontwateringsdieptes

De gemeente Druten heeft eisen gesteld aan de minimale ontwateringsdieptes voor bebouwing, wegen en openbaar groen / tuinen. Deze ontwateringsdieptes worden gehanteerd om te voorkomen dat in de toekomst nadelige gevolgen gaan optreden als gevolg van (te) hoge grondwaterstanden. In afbeelding 8 is schematisch weergegeven wat de ontwateringsdiepte inhoudt.



Afbeelding 8 Schematisch overzicht ontwateringsdiepte

Het maaiveld van het plangebied ligt in de huidige situatie op een hoogte van circa +5,90 tot +7,90 m NAP. Het waterschap adviseert (bijlage 3) een minimale drooglegging van het maaiveld van 0,70 m, 1,00 m voor het straatpeil en 1,30 m voor het vloerpeil. Op basis van een GHG van +5,40 m NAP kunnen ook ontwateringsdieptes worden bepaald. In tabel 6 is een overzicht weergegeven van de minimale hoogtes van de toekomstige inrichting zoals terreinverhardingen en vloerpeilen. **Hierbij geldt: de zwaarste eis is leidend.**

Tabel 6 Minimale ontwerphoogtes in plangebied op basis van de GHG +5,40 m NAP, zomerpeil +5,25 m NAP en maaiveld

gebruiksvorm	ontwateringsdiepte		drooglegging	
	eis gemeente Wijchen (m boven GHG)	plangebied (+ m NAP)	eis van waterschap (m boven ZP)	plangebied (+ m NAP)
bebouwing met kruipruimte ¹⁾	1,00	6,40	1,30	6,55
bebouwing zonder kruipruimten ¹⁾	0,50	5,90	1,30	6,55
tuinen en openbare groenvoorzieningen	0,50	5,90	0,70	5,95
primaire wegen	1,00	6,40	-	-
secundaire wegen	0,70	6,10	1,00	6,25

1) Vloerpeil van de woningen 0,20 tot 0,30 m boven het omringend maaiveld en minimaal 0,20 m boven de as van wegen.

Op basis van deze gegevens voldoet een groot deel van het plangebied in de huidige situatie aan de eisen en adviezen ten aanzien van ontwateringsdieptes en minimale drooglegging ten opzichte van zomerpeil. Bij de technische uitwerking van het plan is het van belang om rekening te houden met de aansluiting op aangrenzende percelen zodat toestromend hemelwater vanuit aangrenzende percelen niet wordt belemmerd maar ook geen wateroverlast veroorzaakt binnen het plangebied.

De in tabel 6 zijn de minimale ontwerphoogten welke voor het plangebied gelden. Op basis hiervan, dient het vloerpeil altijd 20 cm hoger te liggen dan de naastgelegen rijbaan (minimaal +6,55 m NAP of hoger), dit is meegenomen in het voorlopig hoogteplan zoals weergegeven in bijlage 2.

3.3 Beleid gemeente Druten

De gemeente Druten streeft naar het vasthouden van gebiedseigen water door benutting van natuurlijke bergingscapaciteit van bodem en oppervlaktewater. Natuurlijke grond- en oppervlaktewaterstanden worden beschermd of hersteld.

Hemelwater afkomstig van verharde oppervlakken zoveel mogelijk afkoppelen van de riolering met de voorkeursvolgorde:

- 1.) benutting;
- 2.) bodeminfiltratie binnen het gebied;
- 3.) berging binnen het gebied;
- 4.) vertraagde afvoer naar oppervlaktewater buiten het plangebied;
- 5.) afvoer naar het riool.

Infiltratie- en bergingsvoorzieningen, zoals bodempassages en open water, moeten voldoende capaciteit hebben om het hemelwater te kunnen verwerken en zodanig ruimtelijk ingepast (ruimtebeslag, ligging) dat adequaat functioneren is gewaarborgd. De gemeente Druten heeft aangegeven dat het infiltreren van gevallen hemelwater binnen het plangebied niet mogelijk is waardoor gevallen hemelwater centraal binnen het plangebied geborgen mag worden en dat niet voldaan hoeft te worden aan de bergingsopgave ($T=5+10\%$) op eigen terrein.

De gemeente Druten stelt als eis dat geen hemelwater van openbaar gebied op particulier afstroomt bij bui $T=10+10\%$. Daarnaast mag vanaf openbaar gebied geen hemelwater in de gebouwen komen bij bui $T=100+10\%$. Daarbij dient het hemelwaterriool gedimensioneerd te worden op bui08 van de Leidraad Riolering waarbij geen water op straat mag staan.

3.4 Beleid waterschap Rivierenland

Waterschap Rivierenland stelt als eis dat bij een $T=10+10\%$ (43,6 mm) neerslaggebeurtenis het waterpeil in een watergang tot 0,30 m mag stijgen. Daarnaast mag bij een $T=100+10\%$ (66,4 mm) neerslaggebeurtenis het waterpeil in de wijk niet hoger stijgen dan putdekselhoogte. Voor het bepalen van de benodigde berging is bij compensatie in oppervlaktewater is de bui $T=10+10\%$ in principe maatgevend. Bij waterberging in open water geldt hierbij als vuistregel dat 436 m³ berging per hectare verharding benodigd is, waarbij gerekend mag worden vanaf zomerpeil. In het plangebied is dit +5,25 m NAP. Voor watercompensatie in kunstmatige voorzieningen zoals bijvoorbeeld wadi's of bergingskratten, geldt als vuistregel dat 664 m³ berging per hectare verharding gerealiseerd moet worden [11].

Het dempen, verondiepen en/ of versmallen van tertiaire (C-watergangen) is toegestaan met een melding in het omgevingsloket mits;

- het water en tertiaire (C) status heeft;
- het water;
 - ligt niet in een waterkering of de beschermingszone van een waterkering;
 - heeft geen specifieke natuurdoelen;
- het water wordt niet afgesloten van het watersysteem;
- de doorstroming in het water niet verslechtert;
- het water dat wordt gedempt, wordt binnen hetzelfde peilgebied op een andere plek gecompenseerd;
- het water dat wordt gedempt wordt op een van de volgende manieren gecompenseerd:
 - bestaand tertiair water wordt met minimaal 0,50 meter verbreedt;
 - nieuw tertiair water wordt gegraven;
 - bestaand tertiair water wordt met minimaal 0,50 meter verbreed en u graaft een nieuw tertiair water.

Compensatie ten behoeve van het dempen van watergangen dient aangelegd te worden vóór het dempen van de watergang en dient één op één gerealiseerd te worden. Hierbij geldt dat het dempen van tertiaire (c) watergangen niet mag leiden tot problemen in de ont-/afwatering van omliggende percelen.

3.5 Technische ontwerpeisen hemel- en vuilwaterafvoer

Technische ontwerpeisen van de gemeente Druten [12] ten aanzien van HWA-/ VWA-stelsel:

- dekking minimaal 1,10 m boven vrijval riolering (HWA/VWA);
- geen 'water op straat' bij bui T=2 (bui08 Leidraad Riolering);
- voldoende capaciteit (afvoer en berging) rioolstelsel
 - berging in verbeterd gescheiden stelsel 4 mm;
 - pompovertcapaciteit verbeterd gescheiden stelsel 0,3 mm/uur;
- geen hemelwater vanaf openbaar gebied op particulier terrein bij T=10+10%;
- geen hemelwater vanaf openbaar gebied in gebouwen bij T=100+10%;
- hemelwater bij voorkeur bovengronds transporteren en afvoeren.

Technische eisen van de gemeente Druten [12] ten aanzien van bergings- en infiltratievoorzieningen welke relevant zijn voor het plangebied:

- bergen hemelwater indien doorlatendheid bodem $\leq 0,50$ m/dag;
 - peilstijging in oppervlaktewater conform eisen waterschap Rivierenland;
 - afvoer hemelwater naar oppervlakte water $\leq 1,50$ l/s/ha bruto plangebied;
- Bij wadi's: toepassen van 'zachte' oevers (géén constructie) met een talud $\leq 1:3$ en onderwaterbanket van 1,00 m breedte op 0,50 m diepte;
- maximale waterdiepte bij T=5+10% neerslaggebeurtenis is mv-10 cm;
- maximale waterdiepte bij T=100+10% neerslaggebeurtenis is gelijk aan maaiveld.

Ten aanzien van de laatste twee eisen hanteert waterschap Rivierenland strengere normen dan de gemeente Druten, en deze zijn vigerend.

Technische richtlijnen van waterschap Rivierenland [13] ten aanzien van wadi's in het plangebied:

- Maximale waterdiepte van 0,30 m bij een T=100 neerslaggebeurtenis (664 m³ berging/ha verharding);
- Minimale bodembreedte: 1,20 m (bij mechanisch maaien)
- Taludverhouding: 1:3 of flauwer (bij mechanisch maaien)
- Waakhoogte bovenop de slokop/overlaat: minimaal 0,10 m;
- Minimale afstand tot rijbaan: 0,50 m;
- Minimale afstand tot bebouwing: 1,00 m;
- Bodemopbouw:
 - 0,20 m vegetatielaag bestaande uit een mengsel van 2/3 drainzand en 1/3 tunnelcompost;
 - 0,20 m drainzand tot de drainkoffer met drainagebuis;
- Minimale afstand tot GHG: 0,50 m;
- Drainage:
 - Drain mag onder de GHG liggen, maar dan dient een drempel ter hoogte van de GHG te worden toegepast;
 - Bovenzijde van de drain dient minimaal 0,20 m onder het drainageniveau te liggen en de drainkoffer heeft een breedte van minstens 0,70 m.
- Ledigingstijd: 48 – 96 uur

3.6 Waterkwaliteit

Bij de ontwikkeling dient rekening gehouden te worden met de kwaliteit van het hemelwater dat wordt in de bodem en/ of overstort op openbaar terrein/ oppervlaktewater. Bij gebruik van gecertificeerde bouwmaterialen mag hemelwater in de bodem of op oppervlaktewater geloosd worden. Het toepassen van materialen zoals lood, koper, zink en zacht PVC is niet toegestaan [12].

4 Hemelwaterafvoer

4.1 Afstromend verhard oppervlak

In afbeelding 9 is de verdeling van verharde oppervlakken op basis van het schetsontwerp door Buro SRO [14] weergegeven. In tabel 7 zijn de toekomstige verharde oppervlakken binnen het plangebied verder uitgewerkt en gekwantificeerd. Bij het vaststellen van de verharde oppervlakken op basis van het oppervlak van de percelen zijn de in de tabel weergegeven percentages gebruikt conform gemaakte afspraken met bevoegd gezag.



Afbeelding 9 Verdeling van verharde oppervlaktes op basis van schetsontwerp door Buro SRO [14]

Tabel 7 Afvoerend verhard oppervlak

	Bruto afvoerend verhard oppervlak (m ²)	Percentage verhard	Netto afvoerend Verhard oppervlak (m ²)
<u>Uitgeefbaar terrein totaal</u>	<u>7.904</u>	=	<u>6.660</u>
Bebouwing rijwoningen	4.283	90%	3.855
Bebouwing 2 onder 1 kap	2.707	80%	2.156
Bebouwing vrijstaand	914	70%	640
<u>Openbaar terrein totaal</u>	<u>3.582</u>	=	<u>3.582</u>
Rijbaan gesloten verharding	1.610	100%	1.610
Parkeren en inritten	888	100%	888
Voetpaden	1.084	100%	1.084
Totaal afvoerend verhard oppervlak	15.073	-	10.242

4.2 Benodigde berging binnen het plangebied

Op basis van de in tabel 7 weergegeven verharde oppervlakken is in tabel 8 een overzicht van de te realiseren berging weergegeven. Binnen het plangebied wordt hemelwaterberging in alternatieve (kunstmatige) waterbergende voorzieningen gerealiseerd. Dit betekent dat conform de in §3.3 en §3.4 beschreven eisen, een T=100+10% neerslaggebeurtenis en de daarbij horende bergingsopgave van 66,4 mm/m² van toepassing is voor het plangebied.

Tabel 8 Overzicht te realiseren berging in deelgebieden

	Afvoerend verhard oppervlak (m ²)	Te realiseren berging (m ³) voor de verwerking van ...	
		T=100+10% (66,4 mm)	
Uitgeefbaar terrein	6.663	442	
Openbaar terrein	3.582	238	
Totaal	10.242	680	

4.3 Principe hemelwatersysteem

Afstromend hemelwater dat op uitgeefbaar terrein (percelen) valt wordt, met uitzondering van de percelen aan de zuidzijde van het plangebied, afgevoerd naar het hemelwaterriool dat binnen het plangebied is voorzien. Het hemelwaterriool wordt onder de hoofdrijbaan gerealiseerd en vormt de verbinding tussen de bergingsvoorzieningen binnen het plangebied. Waar noodzakelijk zal in de achterpaden achter de percelen een hemelwaterriool met kolken worden aangelegd om het water vanaf de percelen af te voeren. Dakwater vanaf de percelen wordt zoveel mogelijk aan de voorzijde van het perceel aangeboden. De percelen aan de zuidzijde van het plangebied krijgen een directe aansluiting op het hemelwaterriool / de bergingsvoorziening op het perceel. Hemelwater afkomstig van terreinverharding wordt oppervlakkig afgevoerd naar kolken en via het hemelwaterriool getransporteerd.

Binnen het plangebied wordt hemelwaterberging gerealiseerd in de vorm van alternatieve (kunstmatige) waterbergen voorzieningen, namelijk een combinatie van (infiltratie) greppels, wadi's en bergingskratten. In verband met beperkt beschikbare onder- en bovengrondse ruimte in openbaar terrein kan niet de volledige bergingsopgave in openbaar terrein worden gerealiseerd. In afstemming met de gemeente Druten is ervoor gekozen om een deel van de waterberging ook op de percelen aan de zuidzijde van het plangebied te realiseren middels bergingskratten op de percelen. De opdrachtgever zal in afstemming met de gemeente de realisatie, het onderhoud en de instandhouding van de bergingsvoorzieningen op particulier terrein vastleggen in de leveringsakten naar de kopers.

In afbeelding 10 is de ligging van de diverse voorzieningen binnen het plangebied weergegeven. In bijlage 2 is de ontwerpschets van het hemelwatersysteem in hogere resolutie opgenomen.



Afbeelding 10 Schets van de locaties van de bergingsvoorzieningen

Doordat de bodem binnen het plangebied in de bovenste bodemlaag (deels) uit klei bestaat, wordt infiltratie niet mogelijk geacht. Om te kunnen garanderen dat de bergingsvoorzieningen tijdig weer beschikbaar zijn voor

de verwerking van een nieuwe neerslaggebeurtenis, is het noodzakelijk om een drain onder de wadi's toe te passen. Het gedraineerde water zal middels een geknepen afvoer, waar ook de bergingskrachten via het hemelwaterriool op zijn aangesloten, worden afgevoerd naar de A-watergang aan de zuidoostzijde van het plangebied. Het is van belang dat de richtlijn voor wadi's van waterschap Rivierenland [13] worden gevolgd ten aanzien van de opbouw van de wadi en de onderliggende drain c.q. afvoerstructuur. Daarnaast wordt bij voorkeur geloofd op de primaire (A) watergang aan de zuidoostzijde van het plangebied omdat lozen op de tertiaire (C) watergang mogelijk gevolgen heeft voor de status van de watergang en het bijhorende beheer en onderhoud en/of ruimtebeslag hiervan.

Om een goede werking van het hemelwatersysteem te kunnen garanderen dient het hemelwatersysteem tijdens de civieltechnische uitwerking van het plan verder uitgewerkt en getoetst te worden op hydraulisch functioneren. Hierbij dient specifieke aandacht te zijn voor de verschillen in aanleghoogtes van de bergingsvoorzieningen, het afstemmen van de aangesloten verharde oppervlakken per voorziening i.r.t. de beschikbare bergingscapaciteit, overstort-/drempelhoogtes in het stelsel, afvoerdebieten, spiegel verhang in het rioolstelsel, diameters van het hemelwaterriool, etc.

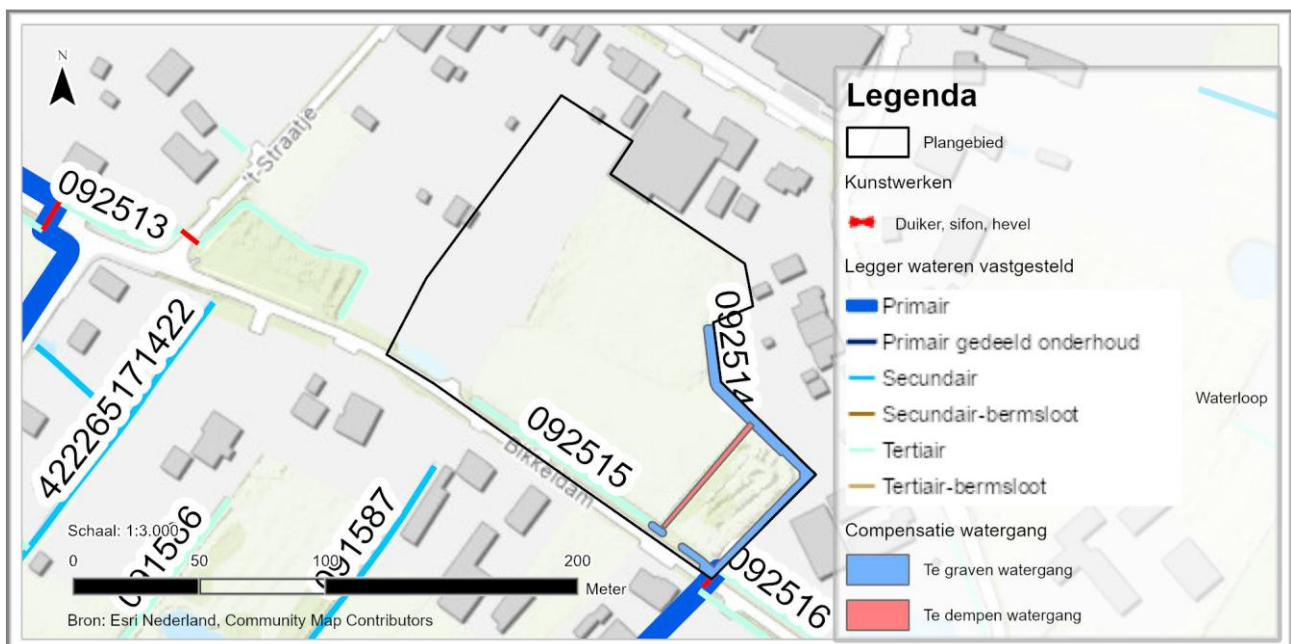
Vooralsnog zijn de volgende ontwerphoogtes opgenomen op tekening:

- Bodem- en insteekhoogte wadi's 1 t/m 2: +6,35 m NAP respectievelijk +6,75 m NAP;
- Bodem- en insteekhoogte wadi's 3 t/m 5: +6,10 m NAP respectievelijk + 6,40 à +6,50 m NAP;
- Overstorthoogte c.q. maximaal waterpeil in wadi's: +6,40 m NAP;
- Overstorthoogte richting oppervlaktewater: +6,40 m NAP;

Doordat er op dit moment onvoldoende gegevens beschikbaar zijn en in het schetsontwerp nog onderhevig is aan wijzigingen, kan op dit moment nog geen toetsing worden uitgevoerd. **Bij deze vervolgttoetsing dient aangetoond te worden dat de waterberging in iedere voorziening volledig benut kan worden bij de T=100 bui. Dit betekent dat voldoende verhard oppervlak op iedere voorziening aangesloten dient te worden om deze volledig te kunnen vullen alvorens een hoger gelegen voorziening overstort naar een lager gelegen voorziening.**

Dempen en compenseren watergang

Wanneer een Legger geregistreerde watergang gedempt wordt, dient deze volgens de eisen van het waterschap één op één gecompenseerd te worden. Bij het dempen van een watergang dient erop gelet te worden dat het functioneren van het watersysteem, ook tijdelijk, niet wordt verslechterd. De watergangen hebben water afvoerende functie. Dit betekent dat wanneer een watergang wordt gedempt, de afvoerende functie gehandhaafd dient te worden.



Afbeelding 11 Schets van de locaties van de infiltratievoorzieningen

In afbeelding 11 is de ligging van de te dempen en graven watergang grafisch weergegeven. De lengte van de te dempen watergang bedraagt circa 55 meter en deze heeft een gemiddelde breedte van circa 2,0 meter op zomerpeil (+5,25 m NAP). De bestaande watergang aan de noordoostzijde van plangebied zal worden

verbreed en worden aangesloten op de bestaande primaire (A) watergang (093588) in de uiterste zuidoostpunt van het plangebied. Om ook de afwatering vanaf de Bikkeldam te optimaliseren, zal de bestaande watergang parallel aan deze weg worden verbonden met de primaire (A) watergang. **De watergang die gedempt wordt is een tertiaire (C-) watergang, deze wordt ook gecompenseerd als C-watergang. Dit betekent dat het beheer en onderhoud bij de aangrenzende perceel eigenaar ligt.**

In de huidige situatie ontstaat, zoals weergegeven in §2.7, wateroverlast op het oostelijke deel van het plangebied. Naar verwachting zal door het ophogen van het maaiveld en het verleggen van de watergang de waterhuishoudkundige situatie ter plaatse verbeteren en het risico op wateroverlast worden verkleind door een betere afwatering vanuit het gebied en aangrenzende percelen.

Watergang parallel aan “Bikkeldam”

Tussen het plangebied en de “Bikkeldam” ligt in de huidige situatie een tertiaire watergang. Ten behoeve van de bereikbaarheid van aangrenzende percelen dienen inritten gerealiseerd te worden. Om de afwatering ter plaatse te waarborgen is het advies om onder de inritten duikers te realiseren zodat de afwatering ter plaatse niet verslechterd. Uitgangspunt hierin is de plaatsing van duikers met een minimale diameter van $\varnothing 400$ mm conform de duikers in de andere tertiaire (C-) watergangen. Door de huidige watergang aan de noordoostzijde met circa 0,5 meter te verbreden kan bergingsverlies in het watersysteem worden voorkomen.

4.4 Uitgangspunten per voorziening

Op basis van de technische eisen/uitgangspunten zijn door een externe partij de bergingsvoorzieningen ontworpen en berekend, zie bijlage 6 voor deze berekeningen [15]. Hiernaast zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd voor de voorzieningen.

Infiltratiegreppels

- Afmetingen en bergingscapaciteit conform door externe partij aangeleverde gegevens.

Wadi's

- Bodemhoogte: +6,10 à +6,35 m NAP;
- Insteekhoogte: +6,40 à +6,75 m NAP;
- Maximale waterdiepte: 0,30 m;
- Minimale waking: 0,10 m;
- Overstorthoogte: +6,30 à +6,65 m NAP;
- Minimale taludverhouding: 1:3 of flauwer.

Bergingskratten

- Type: Aquacell extra sterk;
- Afmetingen: 1,20 x 0,60 x 0,40 m;
- Holle ruimte: 96% waardoor netto inhoud 0,288 m³ per krat;
- indien dichter op de GHG geplaatst;
- Gronddek 1 ton wiellast: min. 0,30 – max. 8,00 (m-mv);
- Gronddek 10 ton wiellast: min 0,55 – max. 7,95 (m-mv).

4.5 Bergingscapaciteit in het plangebied

Bevoegd gezag stelt als eis dat 66,4 mm berging per m² verhard oppervlak gerealiseerd dient te worden in plangebied ter compensatie van de versnelde afvoer door de toename aan verhard oppervlak. In tabel 9 t/m tabel 11 is de beschikbare bergingscapaciteit weergegeven voor de voorzieningen in openbaar gebied. De voorzieningen zijn ontworpen op basis van de technische ontwerpisen (§3.5) en uitgangspunten (§4.4).

Tabel 9 Bergingscapaciteit in bergingskratten in openbaar gebied

Bergingskratten	Inhoud (m ³)	Aantal kratten (st)	Benodigd oppervlak (m ²)	Bergingscapaciteit (m ³)
Aquacell extra sterk	0,288	432	312	124
Totaal			312	124

Tabel 10 Bergingscapaciteit in wadi's in openbaar gebied

Wadi	Bodemoppervlak (m ²)	Wateroppervlak (m ²)	Waterdiepte (m ¹)	Bergingscapaciteit (m ³)
1	123	170	0,30	44
2	44	73	0,30	18
3	522	615	0,30	171
4	366	443	0,30	122
5	87	132	0,30	33
Totaal				388

Tabel 11 Bergingscapaciteit in infiltratiegreppels in openbaar gebied

Greppel	Berging per meter	Lengte	Bergingscapaciteit bij 10 cm waterdiepte (m ³)
A	0,10	28,0	3
B	0,10	19,0	2
C	0,12	20,0	3
Totaal			8

Een deel van de bergingsopgave wordt binnen het plangebied opgelost door de bergingskratten op de zuidelijke percelen aan te leggen. Hierbij is als uitgangspunt gehanteerd dat deze percelen voorzien in de eigen bergingsopgave op basis van het totale perceeloppervlak en het bijhorende verhardingspercentage op basis van het type woning dat ontwikkelt gaat worden. In tabel 12 is op perceelniveau het benodigde aantal bergingskratten, het hierbij horende ruimtebeslag en de beschikbare bergingscapaciteit weergegeven.

Tabel 12 Bergingscapaciteit in bergingskratten op zuidelijke percelen

Perceel	Aantal kratten (st)	Inhoud infiltratiekrat (m ³)	Benodigd oppervlak (m ²)	Bergingscapaciteit (m ³)
A01	70	0,288	50,4	20,2
A02	62		44,6	17,9
A03	56		40,3	16,1
A04	50		36,0	14,4
A05	50		36,0	14,4
A06	50		36,0	14,4
A07	50		36,0	14,4
A08	56		40,3	16,1
A09	40		28,8	11,5
A10	36		25,9	10,4
A11	44		31,7	12,7
Totaal				162,4

4.6 Toetsing bergingscapaciteit hemelwatersysteem

Op basis van de in de vorige paragraaf beschreven oplossingen voor de hemelwaterberging is in tabel 13 een toetsing van de bergingscapaciteit ten opzichte van de bergingsopgave, zoals weergegeven in tabel 8 in §4.2 uitgevoerd.

Tabel 13 Toetsing bergingscapaciteit hemelwatersysteem

Onderdeel	Bergingsopgave (m ³)	Bergingscapaciteit (m ³) in ...			Verschil
		Wadi's	Greppels	bergingskratten	
Openbaar terrein	238	388	8	124	+282
Uitgeefbaar terrein	442	-	-	162	-280
Totaal	680	388	8	287	+2
		682			

Conform de door bevoegd gezag gestelde eisen is de bergingsopgave voor het plangebied 66,4 mm per m² verhard oppervlak. Op basis van een toename aan verhard oppervlak van 10.242 m² geldt voor het plangebied een bergingsopgave van 680 m³. Door de realisatie van de beschreven combinatie van boven- en ondergrondse bergingsvoorzieningen wordt binnen het plangebied circa 682 m³ berging gerealiseerd. Hiermee wordt op deze wijze voldaan aan de door bevoegd gezag gestelde eisen ten aanzien van hemelwaterberging zoals beschreven in §3.3 en §3.4.

4.7 Toetsing ledigingstijd hemelwatersysteem

Doordat de infiltratie van hemelwater binnen het plangebied niet mogelijk wordt geacht, dient het hemelwater middels een geknepen afvoer (en nood overstort) afgevoerd te worden naar nabijgelegen oppervlaktewater. Hierbij geldt dat dit is toegestaan met een maximaal debiet van 1,5 l/s/ha. Daarnaast geldt volgens de richtlijnen van het waterschap de eis dat een bergingsvoorziening niet binnen 48 leeg mag zijn omdat anders geen/onvoldoende sprake is van vertraagde afvoer. In het huidige ontwerp is een put voorzien met een drempel op +6,40 m NAP en een doorlaat aan de onderzijde met een diameter van Ø50 mm. De berekeningen, zoals uitgevoerd door de civieltechnisch ontwerpen, zijn weergegeven in tabel 14 en tabel 16.

Tabel 14 Berekening ronde doorlaat Ø50 mm

Berekening ronde doorlaat	Waarde	Eenheid
Waterstand bovenstrooms (overstort hoogte)	6,40	[m NAP]
Waterstand benedenstrooms (zomerpeil)	5,25	[m NAP]
μ = afvoercoëfficiënt, contractiecoëfficiënt	0,63	[-]
ΔH = waterstandverschil over de doorlaat	1,15	[m]
A = oppervlak van de doorlaat (Ø41 mm)	0,00196	[m ²]
g = zwaartekracht	9,81	[m/s ²]
$Q = \mu \times A \times \sqrt{(2g \times \Delta H)}$	0,006	[m ³ /s]
Q = debiet per uur	21,15	[m ³ /u]

Tabel 15 Berekening leeglooptijd ronde doorlaat Ø50 mm

Leeglooptijd ronde doorlaat	Waarde	Eenheid
Ledigingsvolume	680	[m ³]
Q doorlaat bij doorlaat Ø50 mm	32,15	[m ³ /u]
Leeglooptijd	32,15	[uur]

Het is in de praktijk gebruikelijk om een minimale diameter van Ø50 mm te hanteren voor de geknepen afvoer middels een doorlaat, omdat een kleinere diameter te veel risico op verstoppingen met zich meebrengt. Dit betekent echter dat in plaats van de toegestane 2,1945 l/s (= 1,5 l/s/ha * 1,464 ha plangebied) 5,875 l/s wordt

afgevoerd vanuit het plangebied en dat de voorzieningen in circa 32 uur leeg zijn. Om te voldoen aan de gestelde eisen dient de doorlaat verkleind te worden naar circa $\varnothing 41$ mm of dient een andere wijze van geknepen afvoer, zoals bijvoorbeeld een wervelventiel ingezet te worden.

4.8 Extreme neerslagsituatie

In het geval dat meer neerslag valt dan berging in het plangebied aanwezig is, dient gekeken te worden naar wat er gebeurt. Globaal rekening houden met nieuwe hoogtes en een T=100+10% neerslaggebeurtenis wordt hieronder beschreven waar water naartoe stroomt.

In de huidige situatie laat de stresstest (zie §2.7) zien dat er een risico bestaat op wateroverlast op de lager gelegen delen aan de zuidwest en zuidoost zijde en het centrale gedeelte van het plangebied. Hierbij lopen er stroombanen vanaf de naastgelegen percelen over het plangebied heen. Doordat dit de hoogste delen van het plangebied zijn en hier voldoende ontwateringsdiepte aanwezig is, hoeft hier niet opgehoogd te worden. Mits er harde overgangen (zoals bijvoorbeeld banden, kerende constructies, e.d.) worden toegepast, wordt de afstroming van hemelwater niet gehinderd. In het overige deel van het plangebied dient opgehoogd te worden. Doordat een groot deel van het plangebied verhard wordt en de toename aan verhard oppervlak middels het beschreven hemelwatersysteem wordt gecompenseerd, zal het afstromende water niet tot een leiden tot een groter risico op wateroverlast bij maatgevend buien.

In het geval van extreme neerslag, meer dan de maatgevende bui T=100+10%, waarbij de bergingsvoorzieningen volledig gevuld zijn, moet het overtollige water worden afgevoerd richting aangrenzend oppervlaktewater, bij voorkeur de A-watergang aan de zuidoostzijde van het plangebied. Hiervoor dient in het hemelwaterriool een geknepen afvoer met overstort gerealiseerd te worden. De exacte wijze waarop dit gebeurt wordt tijdens de civieltechnische uitwerking van het plan verder uitgewerkt op basis van afstemming met bevoegd gezag.

Doordat de woningen binnen het plangebied tenminste 0,20 m boven het wegpeil worden gerealiseerd, wordt voorkomen dat hier water naar binnen treedt. Daarnaast ligt het maaiveld, de terreinverharding en het openbaar groen onder afschot richting de bergingsvoorzieningen waardoor water van de woningen af zal stromen. Doordat het hemelwater bij extreme neerslaggebeurtenissen mag overstorten naar de primaire (A) watergang, zal worden voorkomen dat dit tot problemen in het plangebied leidt.

4.9 Klimaatbestendigheid

Binnen het plangebied is het niet mogelijk om hemelwater te infiltreren vanwege de bodemopbouw ter plaatse. Om het effect van de toename aan verharding, waardoor versnelde afvoer van hemelwater plaatsvindt, zoveel mogelijk te voorkomen, wordt het gevallen hemelwater tijdelijk geborgen in kunstmatige voorzieningen alvorens het vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Hiermee wordt voorkomen dat het watersysteem overbelast raakt en de kans op wateroverlast verminderd.

Door het toepassen van bovengrondse voorzieningen wordt naast waterberging bijgedragen aan positieve effecten op de biodiversiteit en het tegengaan van hittestress. Hiermee wordt zoveel mogelijk water eerst gezuiverd door de bodem van de voorziening alvorens het in grond- en oppervlaktewater terecht komt. In het schetsontwerp wordt naast bovengrondse voorzieningen ook gebruik gemaakt van ondergrondse voorzieningen waarbij deze filtratie niet van toepassing is. Idealiter wordt in bergingskratten zoveel mogelijk schoon (dak)water geborgen. Mogelijk kan in een later stadium een optimalisatieslag in het ontwerp worden gemaakt zodat water afkomstig van terreinverharding (wegen) zoveel mogelijk wordt opgevangen in de wadi's en van daaruit wordt verdeelt over de overige bergingsvoorzieningen zoals dit gefilterd wordt door de bodem.

5 Ontwerp vuilwaterafvoer

Uitgangspunten

- Aantal woningen : 49;
- Gemiddeld aantal inwoners : 3 per woning;
- Inwonersequivalent : 147;
- VWA per inwoner : 120 liter per dag;
- Piekafvoer : 10 liter per uur per inwoner;
- Totaal afvoer : 18 m³ per dag;
- Totaal piekafvoer : 1.470 liter per uur.

Aansluiting op bestaand riool

Aan de zuidzijde van het plangebied ligt in de huidige situatie een drukriool. In de door de gemeente aangeleverde revisie tekening zijn geen verdere gegevens opgenomen met betrekking tot de diameter hiervan en de stroomrichting. De gemeente Druten heeft aangegeven dat nagedacht is om dit drukriool te vervangen voor een vrijverval riool, echter wordt dit vanuit kostenoverweging niet uitvoerbaar geacht. Voor de ontwikkeling geldt dus dat deze aangesloten dient te worden op het bestaande drukriool in de Bikkeldam.

De maximaal af te voeren hoeveelheid vuilwater bedraagt 147 inwoners x 10 l/u = 1470 liter per uur ofwel 0,41 l/s. Een kunststofleiding met een diameter van $\varnothing 250$ mm en een verhang van 1:250 heeft een afvoercapaciteit van circa 22,7 l/s bij een half gevulde buis. Voor het vuilwaterriool volstaat een leidingdiameter van $\varnothing 250$ mm ruimschoots.

In overleg met de gemeente moet worden vastgesteld of het huidige rioolstelsel voldoende capaciteit heeft voor de extra vuilwaterafvoer van het plangebied. Mogelijk dient elders binnen de gemaalkring hemelwater afgekoppeld te worden zodat voldoende afvoercapaciteit gegarandeerd kan worden. Omdat door middel van een pompgemaal geloosd moet worden, dient er 24 uur aan berging in het rioolstelsel aanwezig te zijn.

6 Samenvatting, conclusie en aanbevelingen

Samenvatting

- Het plangebied ligt aan de “Bikkeldam” te Horssen in de gemeente Druten;
- Het plangebied heeft een oppervlak van circa 14.630 m²;
- Binnen het plangebied variëren bestaande maaiveldhoogtes tussen circa +5,90 m NAP in het lager gelegen centrale gedeelte van het plangebied tot circa +7,90 m NAP in het westen;
- Op basis van het geohydrologische bodemprofiel en het uitgevoerde bodemonderzoek kan worden gesteld dat de bovenste 2,5 m van de bodem voornamelijk uit klei bestaat en hierdoor niet geschikt is voor infiltratie;
- In een straal van 850 m rondom het plangebied zijn 6 monitoringspeilbuizen weergegeven;
- Op basis van de weergegeven gegevens in §2.3 zijn de volgende grondwaterstanden voor het plangebied afgeleid;
 - Gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG): +4,37 m NAP;
 - Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG): +5,40 m NAP;
- Voor het plangebied geldt een kleine overstromingskans (1x per 1.000 jaar) met een maximale waterdiepte van 2 – 5 meter;
- De stresstest laat zien dat op de lager gelegen delen van het plangebied mogelijk wateroverlast ontstaat;
- Tijdens bodemonderzoeken is een lichte verontreiniging met zware metalen en een matige verontreiniging met PAK aangetroffen in het plangebied. Er is geen sterke verontreiniging van PAK waardoor bodemsanering niet nodig is;
- Op basis van een GHG van +5,40 m NAP en een streefpeil van +5,25 m NAP zijn de volgende minimale ontwerphoogtes bepaald ten aanzien van ontwateringsdieptes respectievelijk drooglegging:
 - **Bebouwing minimaal: +6,55 m NAP of 20 cm boven wegpeil;**
 - Tuinen en openbare groenvoorzieningen: +5,90 m NAP;
 - Primaire wegen: +6,40 m NAP;
 - Secundaire wegen: +6,25 m NAP;
- Voor het plangebied is een voorlopig hoogteplan gemaakt, zie bijlage 2.;
- Op basis van een toename aan verhard oppervlak van circa 10.242 m² bedraagt de bergingsopgave voor het plangebied 680 m³;
- Met de beschreven combinatie van bergingsvoorzieningen, gekoppelde via een hemelwaterriool, kan worden voldaan aan de bergingseis zoals gesteld door bevoegd gezag;
- Voor het plangebied zijn de volgende bergingsvoorzieningen ontworpen:
 - Wadi's: 388 m³ berging beschikbaar;
 - Infiltratie greppels: 8 m³ berging beschikbaar;
 - Bergingskratten: 124 m³ berging beschikbaar;
 - Bergingskratten op zuidelijke percelen: 162 m³ berging beschikbaar.
- De door de externe partij aangedragen wijze van geknepen afvoer voldoet niet aan de eisen van bevoegd gezag. Aanpassing (verkleining) van de doorlaat of het toepassen van een andere wijze van afvoer is noodzakelijk;
- Een bestaande tertiaire (C) watergang dient te worden gedempt en wordt binnen het plangebied gecompenseerd **voor een watergang met dezelfde status.**

Conclusie

Op basis van de uitwerking in dit waterhuishoudkundig plan kan worden geconcludeerd dat de voorgenomen ontwikkeling Bikkeldam te Horssen geen negatieve impact heeft op de waterhuishoudkundige situatie binnen het plangebied. Het in het schetsontwerp getoonde hemelwatersysteem vormt een integraal systeem met voldoende bergingscapaciteit om een T=100+10%-neerslaggebeurtenis te kunnen verwerken, waardoor ongewenste afstroming en afwenteling van hemelwater wordt voorkomen.

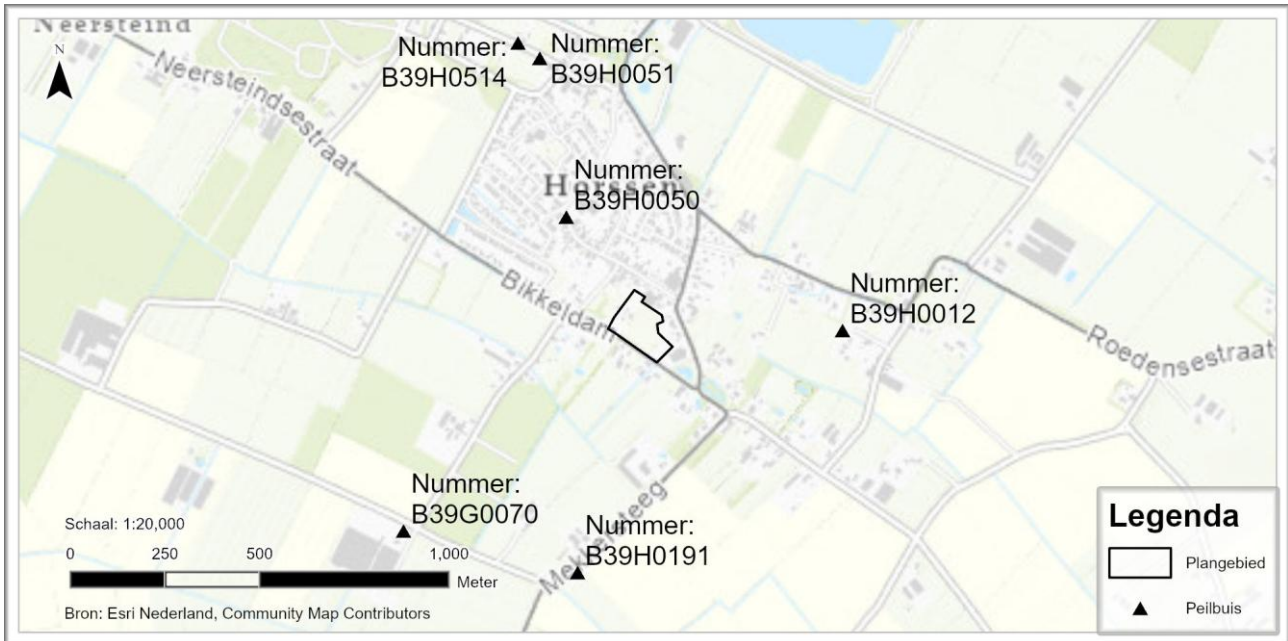
Uit de uitgevoerde stresstest blijkt dat in de huidige situatie, met name in het centrale deel en aan de randen van het plangebied, lokaal wateroverlast kan optreden. Deze overlast wordt deels veroorzaakt doordat de bestaande watergangen beperkt of niet kunnen afwateren op de primaire (A) watergang. Daarnaast is in een deel van de zuidoostelijke hoek puin gestort, wat de waterafvoer belemmert. Door verbreding, opschoning en koppeling van de tertiaire watergang aan de oostzijde zal de afwatering vanuit het plangebied verbeteren. Hiermee wordt tevens het risico op wateroverlast voor de aangrenzende percelen aan de Middelwaard verkleind.

Geadviseerd wordt om in de vervolgfase de in dit plan voorgestelde voorzieningen nader uit te werken, met aandacht voor aanlegpeilen en benodigde drempelhoogtes. Hierin kan eventueel een optimalisatieslag worden gemaakt ten aanzien van filtratie van hemelwater afkomstig van terreinverharding via de wadi's. Hierbij dient aangetoond te worden dat de waterberging in iedere voorziening volledig kan worden benut aangezien hoogte verschillen aanwezig zijn tussen de (bovengrondse) waterbergende voorzieningen. Daarnaast wordt aanbevolen om op basis van het definitieve ontwerp het hydraulisch functioneren van het hemelwatersysteem te toetsen op werking gezien de complexiteit hiervan.

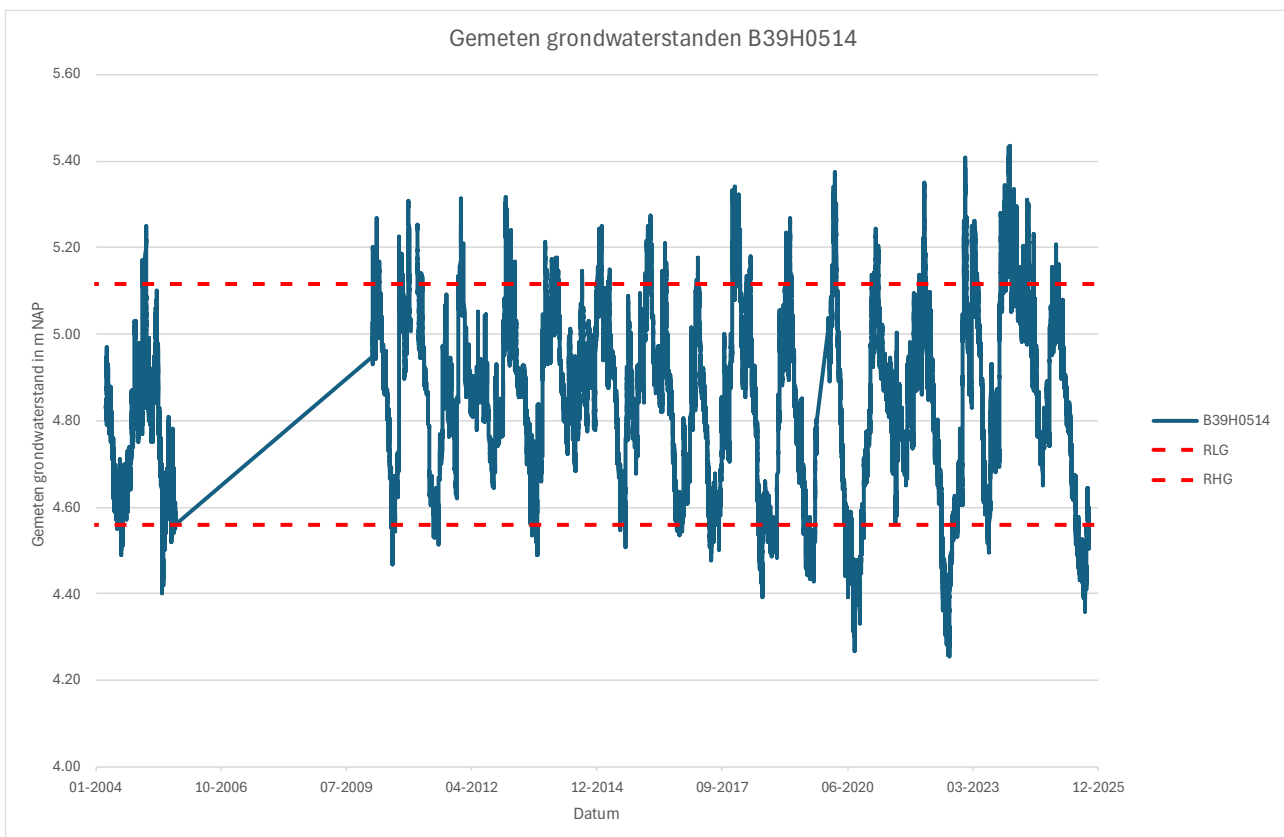
7 Verwijzingen

- [1] AHN4, „ahn4 viewer,” 23 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>.
- [2] VWB Geogroep, „3D Inmeting,” VWB Geogroep, Deventer, 2024.
- [3] TNO, „Dinoloket ondergrondmodellen,” 23 Juli 2024. [Online]. Available: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>.
- [4] Ortageo Zuidoost B.V., „Verkennd bodemonderzoek NEN 5740/NEN 5707 Bikkeldam 2 in Horssen,” Weurt, 2020.
- [5] Ortageo Zuidoost B.V., „Nader bodemonderzoek Bikkeldam 2 in Horssen,” Weurt, 2023.
- [6] Dinoloket, „REGIS II Het hydrogeologische model,” TNO, [Online]. Available: <https://www.dinoloket.nl/registrii-het-hydrogeologische-model>. [Geopend 6 Juni 2025].
- [7] TNO, „Ondergrondgegevens,” [Online]. Available: <https://www.dinoloket.nl/>.
- [8] Geodan, „Kwel en infiltratie,” 23 Juli 2024. [Online]. Available: www.klimaat-effectatlas.nl.
- [9] Waterschap Rivierenland, „Kaarten,” 24 mei 2024. [Online]. Available: <https://www.waterschaprivierenland.nl/kaarten>.
- [10] Geodan, „Overstromingsrisicokaart,” 23 Juli 2024. [Online]. Available: www.klimaat-effectatlas.nl.
]
- [11] Waterschap Rivierenland, „Waterberging,” 24 mei 2024. [Online]. Available: <https://www.waterschaprivierenland.nl/waterberging>.
]
- [12] Gemeente Druten, „Proces watertoets bij ruimtelijke ontwikkelingen,” Team Milieu & gebiedsinrichting, Druten, 2022.
]
- [13] waterschap Rivierenland, „Richtlijn wadi's,” waterschap Rivierenland, 2024.
]
- [14] Buro SRO, *Schetsontwerp Bikkeldam Horssen*, Buro SRO, 2024.
]
- [15] NTP, *Bergingsberekeningen Bikkeldam*, NTP, 2025.
]
- [16] RIONED, „Infiltratieoppervlak en ledigingscapaciteit,” 1 juli 2006. [Online]. Available: <https://www.riool.net/infiltratieoppervlak-en-ledigingscapaciteit>.
]
- [17] Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, Cultuurtechnisch vademecum, De Bilt: Cultuurtechnische vereniging, 1988.
]
- [18] Geodan, „Stresstest,” 23 Juli 2024. [Online]. Available: www.klimaat-effectatlas.nl.
]
- [19] Werkorganisatie Druten Wijchen, „proces watertoets bij ruimtelijke ontwikkelingen,” 2022.
]
- [20] Gemeente Druten, *Memo optimalisatie riolering Het Straatje en Bikkeldam i.r.t. Woningbouw*, Druten, 2024.
]
- [21] Gemeente Druten, waterschap Rivierenland en Van Wijnen Projectontwikkeling, *Gebiedsvisie Bikkeldam*, Gelderland, 2024.
]
- [22] Waterschap Rivierenland, „Klimaatatlas,” Waterschap Rivierenland, [Online]. Available: <https://wsrivierenland.maps.arcgis.com/apps/instant/minimalist/index.html?appid=701da33ff7cd476582f6ce726a93a814>. [Geopend 30 Juni 2025].
]
- [23] Vitens N.V., *Vitens Lizard* (<https://vitens.lizard.net/>).
]

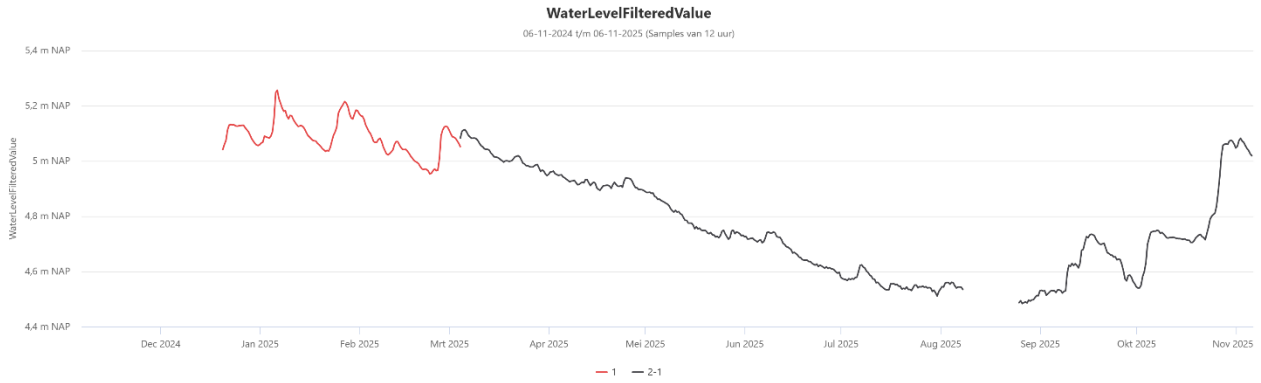
Bijlage 1 Grafieken grondwaterstanden



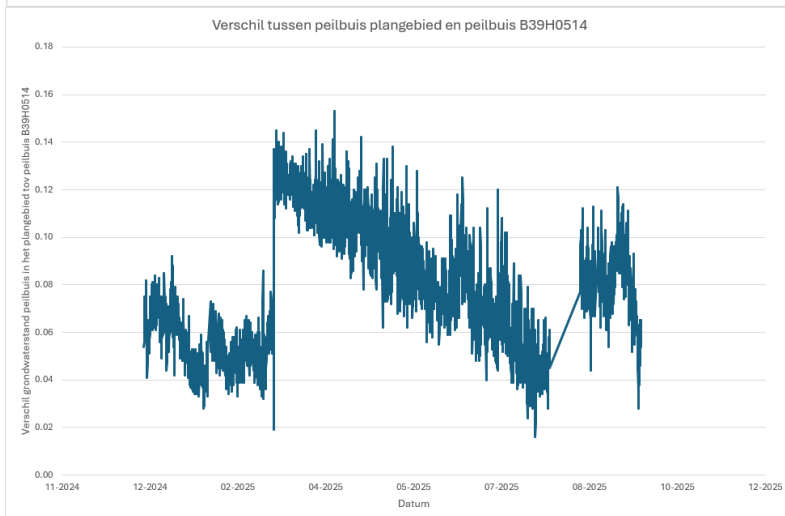
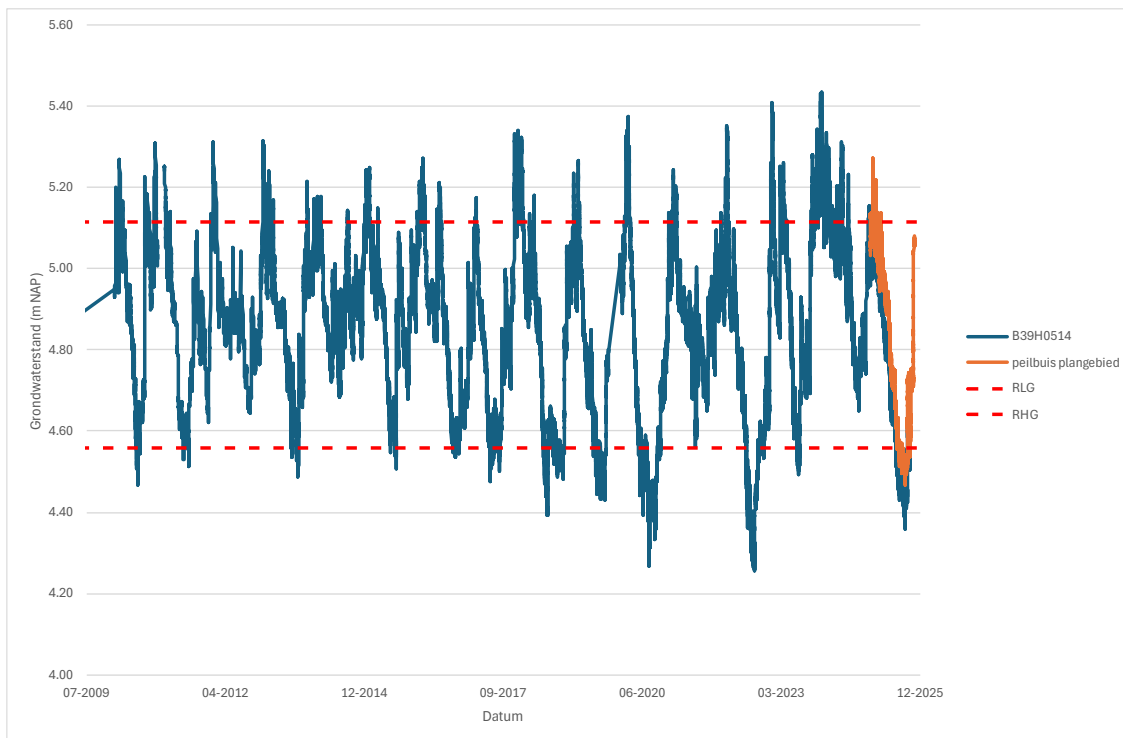
Afbeelding 12 Locaties van monitoringspeilbuizen [7]



Afbeelding 13 Grafische weergave gemeten grondwaterstand in peilbuis B39H0514 [23]

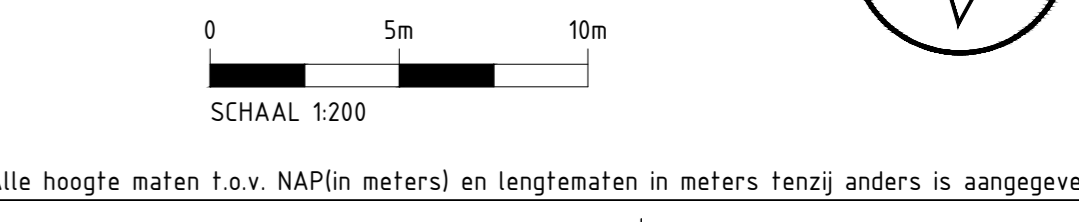
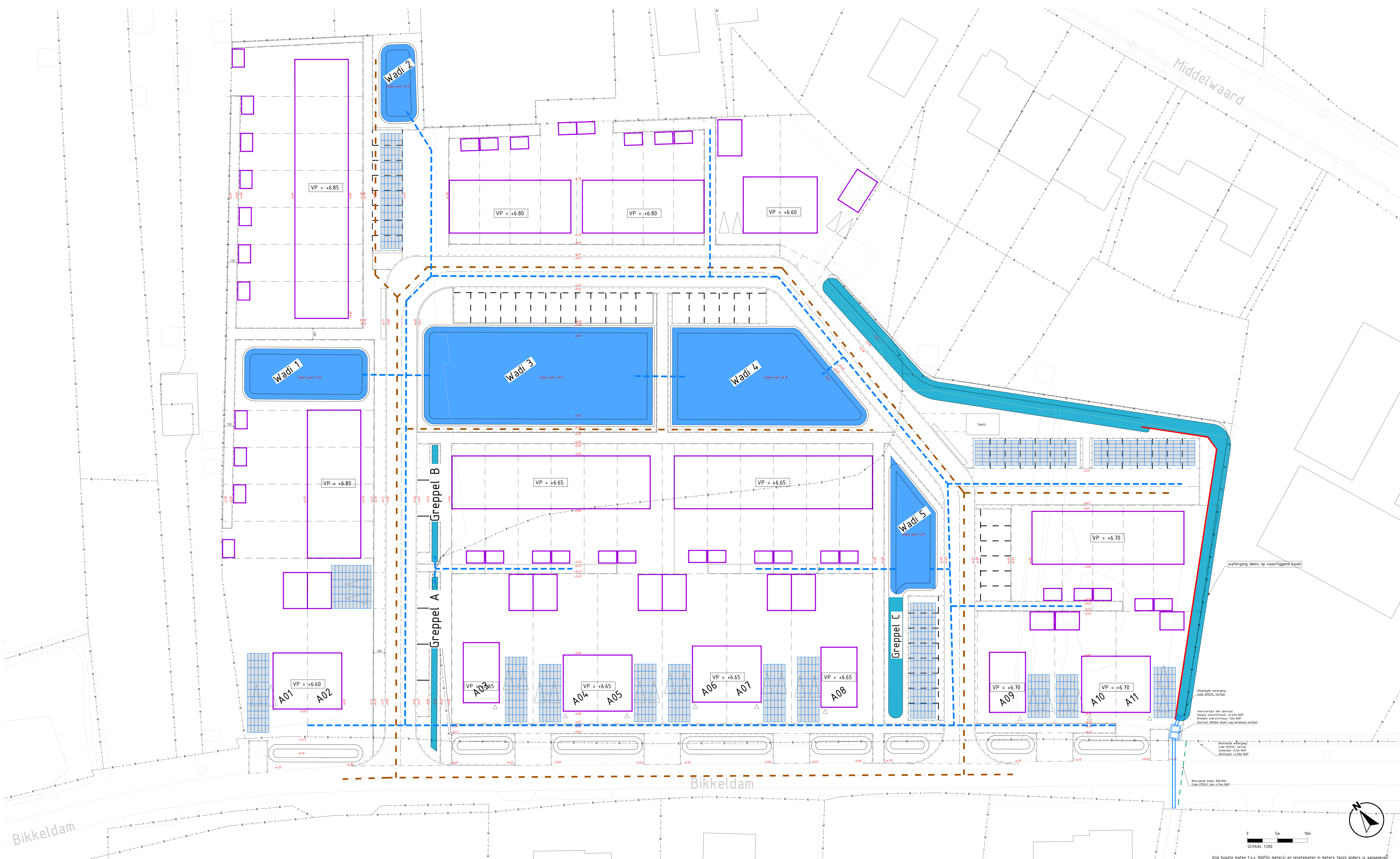


Afbeelding 14 Afbeelding grafiek grondwaterstand peilbuizen binnen plangebied



Afbeelding 15 Afbeelding grafiek grondwaterstand verschil peilbuis plangebied en BRO peilbuis

Bijlage 2 Hoogteplan en ontwerp hemelwatersysteem



Alle hoogte maten i.o.v. NAP(in meters) en lengtematen in meters tenzij anders is aangegeven

Legenda deelgebieden

■	Deelgebied 1
■	Deelgebied 2
---	DWA riol
---	HWA riol
▒	Bergingskrachten

CONCEPT

Projectnaam:	Herontwikkeling locatie aan de Bikkeldam		
Onderdeel:	WHP Deelgebieden		
Opdrachtgever:	Van Wijnen Projectontwikkeling		
Projectfase:	projectontwikkeling	bestemmingsplan	
SO:	3251011	3251011-13-100-011_v13.dwg	
Formaat:	A0	Tekeningnr:	3251011-TEK-SO-05-WHP
1:1	25-06-2025	AJT	PHD
Wijz	datum	gemaakt	gecontroleerd

INTERRA

NTP

Bijlage 3 Digitale watertoets

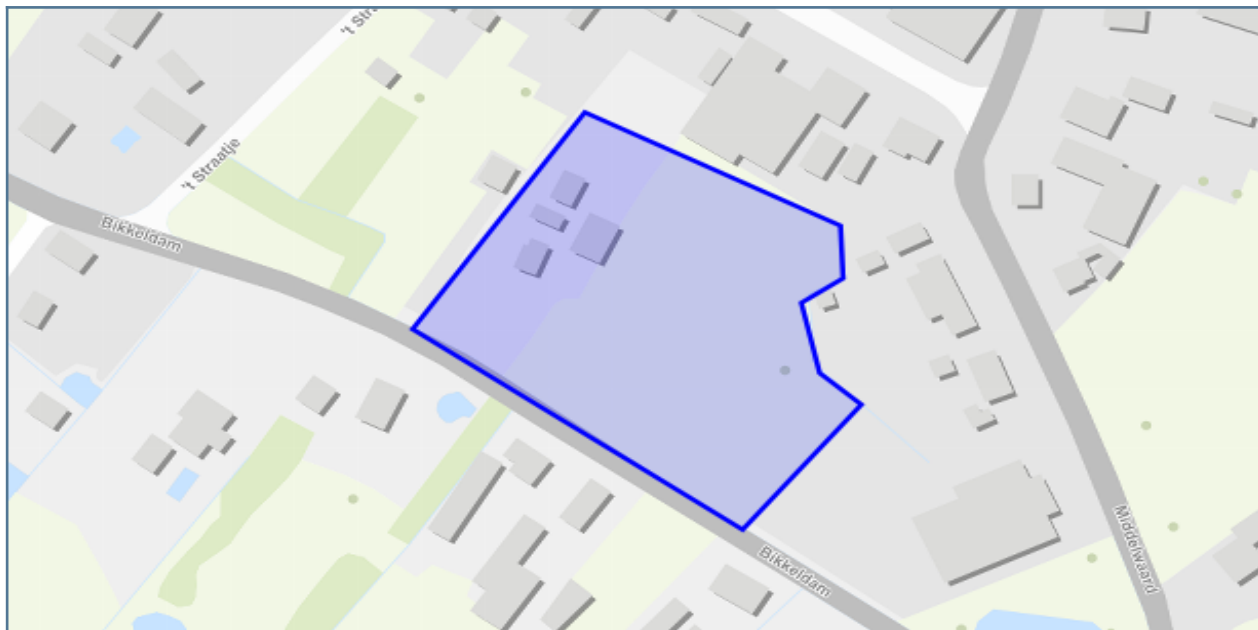
Digitale watertoets

De watertoets helpt u om aan de hand van de locatie van uw ruimtelijke plan en een aantal vragen te toetsen of u de belangen van het Waterschap raakt. Indien dit het geval is krijgt u tekst en uitleg over het vervolg proces.

Op basis van de check is onderstaande nodig

1. Normale procedure
2. Tertiare of C-watergang

Op basis van onderstaande locatie



Vragen en antwoorden uit de check

Gaat het plan uitsluitend over functiewijziging van bestaande bebouwing zonder fysieke aanpassing van bebouwing en ruimte?	nee
Is het totale plangebied groter dan 3500 m ² ?	ja
Gaat het plan over activiteiten die kunnen leiden tot verontreiniging van het oppervlaktewater? (Bij twijfel: vink 'ja' aan)	nee
Primaire of A-watergangen	nee
Beschermingszone primaire of A-watergang	nee
Secundaire of B-watergangen met beschermingszone	nee
Tertiaire of C-watergang	ja
Buitenbeschermingszone waterkering	nee
Waterstaatswerk en beschermingszone waterkering	nee
persleidingen	nee
rioolgemaal	nee
rioolwaterzuivering	nee
Boringsvrije zone van provincie Gelderland	nee
Grondwaterbeschermings zone van provincie Gelderland	nee
Koude - warmteopslagvrije zone van provincie Gelderland	nee
Waterwingebied van provincie Gelderland	nee
Wegen	nee

Details

1. Normale procedure

###Wateradvies Normale procedure Uit de watertoets blijkt dat u de gangbare watertoetsprocedure moet volgen. Dit betekent dat er nader overleg plaats moet vinden met Waterschap Rivierenland. Het waterschap wil vroegtijdig met u meedenken, u informeren en u adviseren over de waterhuishoudkundige aspecten van uw plan. Het waterschap beoordeelt of het waterbelang voldoende gewaarborgd is. Deze uitgangspuntennotitie is onderdeel van de watertoetsprocedure.

Wat moet ik doen?

Gebruik alstublieft de knop ""DIRECT AANVRAGEN"" om een advies aan te vragen bij het waterschap. Hiervoor is een eenmalige registratie benodigd. In een startoverleg kan gezamenlijk bepaald worden welke wateraspecten een rol spelen en tot welk detailniveau deze uitgewerkt dienen te worden. Dit kan ook betekenen dat er een waterhuishoudkundig plan, een geohydrologisch onderzoek of een uitgebreide analyse van het huidige watersysteem noodzakelijk is. De basis voor het overleg vormen de uitgangspuntennotitie en gegenereerde adviezen voor uw planlocatie zoals u die in de Digitale Watertoets hebt ingetekend. De uitgangspunten notitie hebben we voor u toegevoegd onder het kopje 'achtergrond'.

U kunt ook contact opnemen voor overleg met onze accountmanager voor uw gemeente. U vindt deze contactgegevens hier: www.waterschaprivierenland.nl/accountmanagers-waterschap-rivierenland-gemeente.

Achtergrondinformatie

Digitale Watertoets

Deze uitgangspuntennotitie naast de adviezen per onderwerp dat uw plangebied raakt, vormen de start voor uw overleg met het waterschap. Waterschap Rivierenland geeft in de uitgangspuntennotitie aan welke wateraspecten van belang zijn voor uw ruimtelijke plan. De adviezen per onderwerp zijn specifiek voor het plangebied dat u heeft ingetekend. De gemeente draagt ook zorg voor aspecten van de waterhuishouding. Daarom is het belangrijk om uw plan ook met hen af te stemmen. U kunt contact opnemen met uw accountmanager van Waterschap Rivierenland voor overleg. U vindt de contactgegevens hier: www.waterschaprivierenland.nl/accountmanagers-waterschap-rivierenland-gemeente

Beleid Waterschap Rivierenland

Het waterbeheerprogramma is bepalend voor het beleid van Waterschap Rivierenland en wordt iedere zes jaar geactualiseerd. Het plan omvat alle watertaken van het waterschap op gebied van waterveiligheid, afvalwaterzuivering, schoon en voldoende water. Daarnaast beschikt het waterschap over een verordening: de Keur. In de Keur staan regels voor de bescherming van onder andere waterkeringen, watergangen en bijhorende kunstwerken. In de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden beheert het waterschap ook wegen buiten de bebouwde kom (geen Rijks- of provinciale wegen). Hier is de Keur ook op van toepassing. De werkzaamheden in of nabij de watergangen, waterkeringen en wegen in beheer bij het waterschap worden getoetst aan de regels in de Keur. Voor het uitvoeren van werkzaamheden kan een watervergunning nodig zijn.

Klimaatadaptatie

Water en ruimtelijke ordening zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden, zeker in ons veranderende klimaat. Extreme buien worden steeds vaker afgewisseld met perioden van droogte. We blijven ernaar streven om voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar te hebben. Het waterschap heeft samen met de gemeenten de taak om te zorgen voor een klimaatbestendige inrichting van onze leefomgeving. Dit kunnen we niet alleen. U kunt een bijdrage leveren door uw plan zo klimaatbestendig mogelijk in te richten. Denk bijvoorbeeld aan groene daken of natuurvriendelijke oevers. De kwaliteit van de leefomgeving of de biodiversiteit kan zo worden vergroot. Op de website <https://bouwadaptief.nl/> kunt u zich laten inspireren door klimaatadaptatieve projecten en vindt u een overzicht van mogelijke maatregelen.

Grondwater

Waterschap Rivierenland is verantwoordelijk voor het waterpeil in sloten en vaarten. Dit peil heeft indirect effect op het grondwaterpeil. Gemeenten moeten overlast door te veel of te weinig grondwater beperken. Particulieren zijn verantwoordelijk voor het grondwater op hun perceel.

Drooglegging

Drooglegging is de maat waarop het maaiveld, het straatniveau of het bouwpeil boven het oppervlaktewaterpeil ligt. We adviseren voor het maaiveld een drooglegging van 0,70 meter, voor het straatpeil een drooglegging van 1,00 meter en voor het bouwpeil een drooglegging van 1,30 meter. Zo voorkomt u overlast door grondwater. We adviseren om onderzoek te doen in gebieden waar overlast door grondwater bekend is of waar hoge grondwaterstanden voorkomen. U kunt maatregelen nemen om overlast te voorkomen. Voorbeelden van maatregelen zijn het ophogen van het maaiveld of bouwen zonder kruipruimte.

Infiltreren

Het is wenselijk dat uw plan grondwaterneutraal is. Dit kan door hemelwater te infiltreren. U houdt zo water vast voor drogere perioden. Dit kan alleen in gebieden waar de grondwaterstanden en de bodemopbouw dat toelaten. Het

zijn de hogere gronden met een goede doorlatendheid. Onze accountmanager kan u hierover adviseren. Met een infiltratieonderzoek kunt u (laten) onderzoeken of en op welke wijze infiltratie kan plaatsvinden.

Watercompensatie

Aanleg van nieuw verhard oppervlak leidt tot versnelde afvoer van hemelwater naar watergangen. Om te voorkomen dat hierdoor wateroverlast ontstaat, kan aanleg van extra waterberging noodzakelijk zijn. Zo wordt het verlies van berging in de bodem gecompenseerd. Het is mogelijk dat u voor een eenmalige vrijstelling van de compensatieplicht in aanmerking komt. De eenmalige vrijstelling geldt bij een toename in verharding van minder dan 500 m² in stedelijk gebied en minder dan 1500 m² in landelijk gebied. Zo voorkomen we dat individuele bewoners moeten compenseren voor voorzieningen zoals serres, tuinschuurtjes, etc. Op sommige locaties is het onwenselijk om de vrijstelling in te zetten, omdat bijvoorbeeld de waterhuishoudkundige situatie dan zou verslechteren. Compenserende waterberging is dan wel nodig. Bespreek dit met de betreffende accountmanager van het waterschap.

Is de toename in verharding groter dan 500 m² in stedelijk gebied of groter dan 1500 m² in landelijk gebied dan is het mogelijk dat de vrijgestelde oppervlaktes in mindering worden gebracht. Neemt in uw plan de verharding bijvoorbeeld toe met 600 m² in stedelijk gebied, dan hoeft u met de vrijstelling maar voor 100 m² te compenseren. We gaan ervan uit dat gemeenten en organisaties deze vrijstelling op een eerder moment binnen ons beheergebied hebben ingezet. Zij hebben hier dan geen recht meer op hebben. U kunt contact opnemen met de afdeling vergunningen (vergunningen@wsrl.nl) van het waterschap om deze vrijstelling aan te vragen. U moet compenserende maatregelen nemen als u niet in aanmerking komt voor de vrijstelling of als u de vrijgestelde oppervlaktes overschrijdt. U zult daarover nadere afspraken moeten maken. Bespreek dit met uw accountmanager van het waterschap.

Berekenen benodigde watercompensatie

De benodigde ruimte voor waterberging wordt berekend op basis van de toename van verhard oppervlak, maatgevende regenbuien en de maximaal toelaatbare peilstijging in de watergangen. De vuistregel is dat er 436m³ waterberging nodig is per hectare nieuw verhard oppervlak. De maximaal toelaatbare peilstijging bedraagt 0,20 meter in het gebied Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. In de rest van het beheergebied van Waterschap Rivierenland geldt een maximaal toelaatbare peilstijging van 0,30 meter. Dit geldt voor plannen met een toename van verhard oppervlak tot 5.000 m². De vuistregel geldt alleen bij waterberging in open water en als er geen sprake is van complicerende zaken (bijvoorbeeld kwel).

In stedelijk gebied kan waterberging ook worden gerealiseerd via een waterbergingsbank (indien beschikbaar). Plannen met een toename van het verhard oppervlak in stedelijk gebied tot 1500 m² komen hiervoor in aanmerking.

Voor plannen met meer dan 50.000m² extra verharding wordt een aparte berekening gevraagd. Dit geldt ook voor plannen die waterhuishoudkundig complex zijn. Hierbij worden de volgende berekeningsuitgangspunten gehanteerd:

- De maatgevende afvoer door de watergangen is 1,5 l/s/u. Dit is ook de afvoer die de watergangen in het landelijk gebied nog net aankunnen.
- Bij een regenbui die eenmaal per 100 jaar kan voorkomen met 10% opslag vanwege de klimaatverandering (T=100+10%) mag er geen inundatie optreden.
- Bij een regenbui die eenmaal per 10 jaar optreedt met 10% opslag vanwege klimaatverandering (T=10+10%) moet er voor het straatpeil nog een drooglegging van 1,00 m zijn ten opzichte van zomerpeil.

Voorkeursvolgorde aanleg watercompensatie

Bij de keuze van het soort bergingsvoorziening hanteert het waterschap de voorkeursvolgorde vasthouden-bergen-afvoeren:

- Hergebruik en/of vasthouden

Hierbij wordt het hemelwater binnen het plangebied verzameld en komt niet (direct) in het oppervlaktewater terecht. Dit kan bijvoorbeeld met groene polderdaken en wadi's. Het ontwerp-, beheer- en onderhoudsaspect spelen een belangrijke rol bij deze voorzieningen. De initiatiefnemer dient aantoonbaar te maken dat de gerealiseerde berging kan blijven functioneren. Op hoge zandgronden met een lage grondwaterstand heeft infiltratie onze voorkeur. De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) komt niet hoger dan 50 cm onder het maaiveld. U kunt de attentiekaart infiltratie met daarop kansrijke gebieden voor infiltratie bij uw accountmanager opvragen. Buiten deze gebieden is infiltratie ook mogelijk, zolang de gemiddelde hoogste grondwaterstand niet hoger komt dan 50 cm onder maaiveld. In kwelgevoelige gebieden hanteren we de gemiddeld hoogste stijghoogte, omdat het grondwater in de winter (als de rivierstanden hoog zijn) hoger onder het maaiveld komt. De gemiddeld hoogste stijghoogte mag niet hoger komen dan 50 cm onder maaiveld. Infiltratie vindt bij voorkeur plaats in de openbare ruimte (openbaar groen, bermen, etc.). In overleg met de accountmanager kan hiervan worden afgeweken.

- Bergen

Onder bergen verstaan we de opvang van hemelwater in het oppervlaktewater. Het hemelwater van het plangebied wordt opgevangen in het oppervlaktewater. Hier heeft het graven van nieuw oppervlaktewater de voorkeur boven het vergroten van bestaand water. Bij gebruik van bestaand water gaat de voorkeur uit naar watergangen die niet door Waterschap Rivierenland worden onderhouden. In het algemeen geldt dat compensatie in B-watergangen de voorkeur heeft boven compensatie in A-watergangen. Als de aanvrager kan aantonen dat compensatie in een B- of A-water redelijkerwijs niet mogelijk is, kan het waterschap ook compensatie in bestaande of nieuwe C-wateren toelaten.

Bij aanleg of aanpassing van watergangen is het van belang rekening te houden met de bereikbaarheid voor onderhoud, in- en uitlaatplaatsen voor maaiboten en opslagmogelijkheden voor slootvuil en kroos. Om water van voldoende waterkwaliteit te houden (of krijgen), is ook het zelfreinigend vermogen van het watersysteem van belang. Dit wordt bevorderd door rekening te houden met voldoende waterdiepte (streven is 1 meter of juist droogvallend) en voldoende oevervegetatie (taludschuinte minimaal 1:2 of flauwer). Hierbij wordt hemelwater afgevoerd via de riolering.

- Afvoeren

Hierbij wordt hemelwater afgevoerd via de riolering.

Waterkwaliteit

Hieronder volgt een aantal algemene aandachtspunten die gelden voor verschillende ruimtelijke ontwikkelingen: • Gebruik geen uitlopende materialen zoals zink of koper. Zo komen deze materialen niet in de sloot terecht. Gebruikt u wel uitlopende materialen, dan mag het dakwater niet rechtstreeks op de sloten worden geloosd. • Bladeren van bladverliezende bomen langs het water komen vaak in het water terecht. Dit kan de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. U kunt de hoeveelheid bladafval in de watergang beperken door rekening te houden met de plaatsing van bomen. • Neem de ecologische waarde mee in het ontwerp van een watergang, wadi, etc. Door aandacht te hebben voor de ecologische waarde, vergroot u deze zonder al te veel moeite.

2. Tertiare of C-watgang

Dit zijn kleinere sloten met vooral een waterbergende functie. Deze watergangen zijn van beperkt belang voor het waterbeheer en er geldt geen onderhoudsplicht, behalve in de Alblasserwaard en de Vijfheerenlanden

Wat moet ik doen?

Waar moet ik op letten?

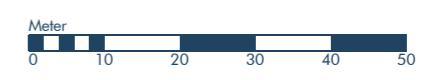
Achtergrondinformatie

Bijlage 4 Stedenbouwkundig ontwerp



Legenda

- 
49 nieuwe woningen
- 
2 ontsluitingen met parkeren en groenzone op Bikkeldam
- 
Doorgang voor langzaam verkeer richting 't Straatje t.b.v. toekomstige ontwikkelingen
- 
61 parkeerplaatsen in openbare ruimte
- 
Openbaar groen met ruimte voor waterberging en speelplek
- 
Bomen
- 
Haag op grens plangebied
- 
Parkeren op eigen terrein
- 
Struweel en greppel langs achtertuinen Middelwaard
- 
Bestaande watergang aan Bikkeldam
- 
Opstelplaats containers
- 
Indicatieve locatie transformatorhuisje



Bijlage 5 Rekensheet van infiltratievoorzieningen

De berekeningen voor de infiltratievoorzieningen zijn berekend aan de hand van de uitgangspunten uit de Kennisbank Stedelijk Water [16].

zie C2200, blz. 24 en 25
afvoerend oppervlak



Wadi 1

WADI - MAXIMALE WATERDIEPTE 30 cm

wateroppervlak	170 (m2)
omtrek op waterlijn	54 (m)
bodemoppervlak	123 (m2)
bodemomtrek	49 (m)
hoogte	0,3 (m)
talud	1 :

3

48,9 (m2)

wandoppervlak

123 (m2)

bodemoppervlak

k-waarde van de bodem 0 (m/dag)

Fwand 0,4 (-)

equivalente wandfactor

Fbodem 1,0 (-)

equivalente bodemfactor

wanneer bodem minder dan 0,5 m boven GHG of drain toepassen of rekenen met Fbodem 0,0

BERGING 30 cm

44,0 (m3)

zie C2200, blz. 24 en 25
afvoerend oppervlak



wadi 2

WADI - MAXIMALE WATERDIEPTE 30 cm

wateroppervlak	73 (m2)
omtrek op waterlijn	35 (m)
bodemoppervlak	44 (m2)
bodemomtrek	29 (m)
hoogte	0,3 (m)
talud	1 :

3

30,4 (m2)
44 (m2)

wandoppervlak
bodemoppervlak

k-waarde van de bodem 0,5 (m/dag)

Fwand 0,4 (-)
Fbodem 1,0 (-)

equivalente wandfactor
equivalente bodemfactor

wanneer bodem minder
dan 0,5 m boven GHG of
drain toepassen of rekenen
met Fbodem 0,0

BERGING 30 cm

18,0 (m3)

zie C2200, blz. 24 en 25
afvoerend oppervlak



Wadi 3

WADI - MAXIMALE WATERDIEPTE 30 cm

wateroppervlak	615 (m2)
omtrek op waterlijn	107 (m)
bodemoppervlak	522 (m2)
bodemomtrek	101 (m)
hoogte	0,3 (m)
talud	1 :

3

98,7 (m2)
522 (m2)

wandoppervlak
bodemoppervlak

k-waarde van de bodem 0,5 (m/dag)

Fwand 0,4 (-)
Fbodem 1,0 (-)

equivalente wandfactor
equivalente bodemfactor

wanneer bodem minder
dan 0,5 m boven GHG of
drain toepassen of rekenen
met Fbodem 0,0

BERGING 30 cm

171,0 (m3)

zie C2200, blz. 24 en 25
afvoerend oppervlak



Wadi 4

WADI - MAXIMALE WATERDIEPTE 30 cm

wateroppervlak	443 (m2)
omtrek op waterlijn	89 (m)
bodemoppervlak	366 (m2)
bodemomtrek	83 (m)
hoogte	0,3 (m)
talud	1 :

3

81,6 (m2)
366 (m2)

wandoppervlak
bodemoppervlak

k-waarde van de bodem 0,5 (m/dag)

Fwand 0,4 (-)
Fbodem 1,0 (-)

equivalente wandfactor
equivalente bodemfactor

wanneer bodem minder
dan 0,5 m boven GHG of
drain toepassen of rekenen
met Fbodem 0,0

BERGING 30 cm

122,0 (m3)

Wadi 5

WADI - MAXIMALE WATERDIEPTE 30 cm

wateroppervlak	132 (m ²)
omtrek op waterlijn	55 (m)
bodemoppervlak	87 (m ²)
bodemomtrek	48 (m)
hoogte	0,3 (m)
talud	1 :

3

48,9 (m²)
87 (m²)

wandoppervlak
bodemoppervlak

k-waarde van de bodem 0,5 (m/dag)

Fwand 0,4 (-)
Fbodem 1,0 (-)

equivalente wandfactor
equivalente bodemfactor

wanneer bodem minder
dan 0,5 m boven GHG of
drain toepassen of rekenen
met Fbodem 0,0

BERGING 30 cm

33,0 (m³)

Bijlage 6 Externe bergingsberekening

Toetsing waterberging

TABEL 1: Overzicht toekomstige oppervlakken afstromend op wadi's, greppels en kratten.

Type oppervlak	Afvloeiend oppervlakte (m ²)	Onverhard oppervlak (m ²)	Oppervlakte (%)
Bebouwing rijwoningen 90%	3855		37%
Bebouwing 2 onder 1 kap 80%	408		4%
Rijbaan nieuw gesloten verharding	1610		15%
Parkeren en inritten	888		8%
Voetpaden	1084		10%
Wadi's		1850	18%
Openbaar groen		768	7%
Subtotaal	7844	2618	75% / 25%
Totaal	10462		100%

TABEL 2: Afvloeiend oppervlak en benodigde berging

Totaal oppervlak (m ²)	Oppervlak (m ²)	Berging 66,4mm neerslag (m ³)
Afvoerend oppervlak	7844	520
Totale bergingsopgave		520

TABEL 3: Berging Wadi

Wadi	Oppervlakte berging Wadi (m ²)	Diepte Wadi t.o.v. bestaand MV (m)	Berging Wadi bij 10cm waking (m ³)
1	147	0,30	44
2	58	0,30	18
3	568	0,30	171
4	405	0,30	122
5	109	0,30	33
Totaal			388

TABEL 4: Berging infiltratiegreppel

Greppel	Berging per meter	Lengte	Berging greppel bij 10cm waking (m ³)
A	0,10	28,00	3
B	0,10	19,00	2
C	0,12	20,00	3
Totaal			8

TABEL 5: Berging bergingskratten tpv parkeervakken

Bergingskratten	Benodigde berging (m ³)	Inhoud krat (m ³)	Benodigd aantal kratten (st)	Benodigd oppervlak (m ²)
Aquacell Extra sterk	124,00	0,288	432	312

TABEL 6: Toetsing bergingscriterium

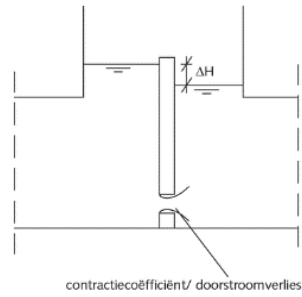
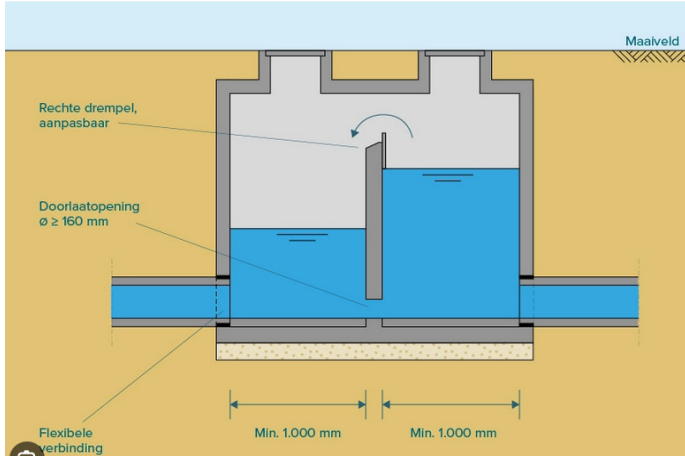
Berging in Wadi's	Berging in Greppels	Berging in Kratten	Aanwezige berging (m ³)	Benodigde berging (m ³)	Vershil (m ³)
388	8	124	520	520	0

TABEL 7: Overzicht bergingskratten tbv kavels langs Bikkeldam (A01 tm A11).

Omschrijving	Kavel oppervlak(m ²)	Percentage verharding	Bergingseis (mm)	Type krat	Inhoud krat (liter)	Benodigde berging (m ³)	Benodigd aantal kratten (st)	Totaal verhard-oppervlak (m ²)
A01 (2*1 kapper)	374	80%	66,4	Aquacell	288	19,85	70	299
A02 (2*1 kapper)	326	80%	66,4	Aquacell	288	17,34	62	261
A03 (vrijstaand)	337	70%	66,4	Aquacell	288	15,66	56	236
A04 (2*1 kapper)	268	80%	66,4	Aquacell	288	14,25	50	215
A05 (2*1 kapper)	268	80%	66,4	Aquacell	288	14,25	50	215
A06 (2*1 kapper)	268	80%	66,4	Aquacell	288	14,25	50	215
A07 (2*1 kapper)	268	80%	66,4	Aquacell	288	14,25	50	215
A08 (vrijstaand)	337	70%	66,4	Aquacell	288	15,65	56	236
A09 (vrijstaand)	240	70%	66,4	Aquacell	288	11,14	40	168
A10 (2*1 kapper)	190	80%	66,4	Aquacell	288	10,08	36	152
A11 (2*1 kapper)	235	80%	66,4	Aquacell	288	12,46	44	188
Totaal						159	564	2397

Principe Detail geknepen afvoer van plangebied naar watergang Waterschap. In de vorm van een put met doorlaat $\varnothing 50\text{mm}$.

R Stichting RIONED



TABEL 8: Leeglooptijd

Doorlaatberekening	Waarde
Waterstand bovenstrooms (overstort)	6,4 [m]
Waterstand benedenstrooms (zomerpeil)	5,25 [m]
μ = afvoercoëfficiënt, contractiecoëfficiënt	0,63 [-]
ΔH = waterstandverschil over de de doorlaat	1,15 [m]
A = oppervlak van de doorlaat $\varnothing 60\text{mm}$	0,00283 [m ²]
g = zwaartekracht	9,81 [m/s ²]
$Q = \mu \times A \times \sqrt{2g \times \Delta H}$	0,00846 [m ³ /s]
Q = debiet per uur	8,46 [l/s]

Leeglooptijd doorlaat	Waarde
Ledigingsvolume	679,17 [m ³]
Q doorlaat $\varnothing 60\text{mm}$	30,46 [m ³ /h]
Leeglooptijd	22,30 [uur]

Bijlage 7 Begrippenlijst

Uitleg veelgebruikte begrippen/ afkortingen															
Ontwateringsdiepte	Het hoogteverschil tussen het maaiveld en het grondwaterpeil in m.														
Drooglegging	Het hoogteverschil tussen het waterpeil in de watergang en het maaiveld in m.														
Infiltratievoorziening	Een voorziening waarin het opgevangen hemelwater tijdelijk wordt geborgen en van waaruit het vervolgens in de bodem infiltreert.														
Bergende voorziening	Een voorziening waarin hemelwater geborgen wordt en van waaruit het vervolgens vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater of een infiltratievoorziening.														
Hemelwaterriool	Riolering waarnaar het hemelwater wordt afgevoerd dat afkomstig is van daken en terreinverharding. Vanuit een hemelwaterriool wordt het hemelwater vaak geloosd op oppervlaktewater of in een infiltratievoorziening.														
Vuilwaterriool/ droogweerafvoer	Riolering waarmee het afvalwater (huishoudelijk- en industrieel) wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuivering.														
GLG/ GHG	Gemiddeld laagste grondwaterstand/ Gemiddeld hoogste grondwaterstand. De GLG en GHG worden als volgt bepaald. In een hydrologisch jaar (dat loopt van 1 april tot en met 31 maart van het daaropvolgende jaar) wordt de grondwaterstand in een peilbuis twee keer per maand (gewoonlijk op de 14 ^{de} en 28 ^{ste} dag van de maand) gemeten. Van elk hydrologisch jaar (waarvan 24 metingen beschikbaar zijn) worden de drie hoogst en drie laagst gemeten grondwaterstanden genomen. De GHG/GLG is het gemiddelde van de hoogst/laagst gemeten grondwaterstanden van minimaal acht hydrologische jaren. In een "hydrologisch" normaal jaar staat het grondwater in september rond de GLG en in maart rond de GHG.														
GG	Gemiddelde grondwaterstand → gemiddelde grondwaterstand gezien over een heel jaar														
Doorlatendheid	De capaciteit van de bodem om water door te laten. Het [17] heeft de doorlatendheid van de bodem als volgt geclassificeerd: <table border="1" data-bbox="486 1355 944 1724"> <thead> <tr> <th>k (m/dag)</th> <th>klasse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><0,01</td> <td>zeer slecht</td> </tr> <tr> <td>0,01 – 0,10</td> <td>slecht</td> </tr> <tr> <td>0,10 – 0,50</td> <td>matig</td> </tr> <tr> <td>0,50 – 1,0</td> <td>vrij goed</td> </tr> <tr> <td>1,0 - 10</td> <td>goed</td> </tr> <tr> <td>>10</td> <td>zeer goed</td> </tr> </tbody> </table>	k (m/dag)	klasse	<0,01	zeer slecht	0,01 – 0,10	slecht	0,10 – 0,50	matig	0,50 – 1,0	vrij goed	1,0 - 10	goed	>10	zeer goed
k (m/dag)	klasse														
<0,01	zeer slecht														
0,01 – 0,10	slecht														
0,10 – 0,50	matig														
0,50 – 1,0	vrij goed														
1,0 - 10	goed														
>10	zeer goed														
Hydromorfe kenmerken	Kenmerken in de grond veroorzaakt door bodemvocht en grondwaterbeweging. Zichtbaar in de grond door roestsporen of het ontbreken daarvan.														
Waking	Verskil tussen het maaiveldniveau en de berekende maximum waterstand in de riolering/ infiltratievoorzieningen.														

Tabel 16 Beoordeling grondwaterstanden uit de monitoringspeilbuizen

Kwantificeren representativiteit van monitoringspeilbuizen ¹⁾		
a) Afstand tot plangebied		- : > 250m. o : > 50m en < 250m; + : < 50m;
b) Diepte filter in relatie tot bodemopbouw		- : filter in bodemlaag onder een scheidende laag. o : filter in freatisch pakket, < 5 m onder grondwaterstand; + : filter in freatisch zandpakket, > 5 m onder grondwaterstand;
c) Meetreeks	ouderdom	- : > 5 jaar; o : > 2 jaar, < 5 jaar; + : < 2 jaar;
	lengte	- : < 8 jaar o : > 2 jaar, < 8 jaar; + : > 8 jaar;
	aantal metingen per jaar	- : < 24. + : ≥ 24;
d) Hoogte maaiveld		- : verschil > 1,0m; o : verschil > 0,5m, < 1,0m; + : verschil < 0,5m;
e) Oppervlaktewater tussen peilbuis en plangebied		+ : geen oppervlaktewater; o : kleinschalig en/of ondiep oppervlaktewater - : omvangrijk en/of diep oppervlaktewater.
f) Overige factoren ²⁾		

1) + = gunstig/buikbaar o = neutraal - = ongunstig/niet bruikbaar

2) Peilgebied: - = peilgebied wijkt af van plangebied + = peilgebied gelijk aan plangebied