

Projectnummer: PR001198
Project: Rietgrachtstraat, Arnhem
Documentnummer: 23829 – 1
Datum: 29 augustus 2023
Opdrachtgever: Buro Harro
Betreft: Hemelwaterberging
Status: Eind-concept
Door: Wavin
Auteur(s): 



Inhoudsopgave

1. INLEIDING	3
2. HEMELWATERBERGINGSEIS	3
2.1 HEMELWATER(BERGING)	3
2. UITGANGSPUNTEN	4
3.1 ALGEMEEN	4
3.2 BENODIGDE BERGINGSCAPACITEIT	4
4 PRINCIPE ONTWERP WATERRETENTIESYSTEEM	5
4.1 WATERBERGING HEMELWATERVERORDENING	6
4.2 LEEGLOOPTIJD/BODEMDOORLATENDHEID – WADI'S	7
4.3 LEEGLOOPTIJD/BODEMDOORLATENDHEID – GRINDKOFFER	7
5 TOELICHTING POLDERDAKSYSTEEM	9
6 AANDACHTSPUNTEN	10
7 CONCLUSIE	11
8 BIJLAGE	12
8.1 DOORSNEDE AFWATERINGSPRINCIPE	12
8.2 PRINCIPE INDELING VAN GEBOUWEN	13

1. Inleiding

Buro Harro heeft aan Wavin gevraagd om de hemelwaterbergingsopgave uit te werken voor project Rietgrachtstraat te Arnhem. Deze rapportage behandelt de uitgangspunten en bevat een voorstel voor hemelwateropvang en -gebruik dat past binnen de geldende hemelwateropgave.

In deze rapportage wordt één scenario aangedragen waarmee op effectieve wijze hemelwater wordt opvangen, deels wordt gebruikt en/of gestuurd/vertraagd afvoert naar de riolering waarmee aan de hemelwatereis wordt voldaan. Hierbij is ook zoveel mogelijk rekening gehouden met het plan van de landschapsarchitect.

2. Hemelwaterbergingseis

De gemeente Arnhem heeft de 'Verordening hemelwater' vastgesteld. In deze verordening staat beschreven welke waterbergende eisen er worden gesteld aan zowel nieuw- als bestaande bouw. Hierin staan de volgende eisen die van toepassing zijn voor dit project:

2.1 Hemelwater(berging)

1. Al het hemelwater wordt afgekoppeld en opgevangen in het plangebied. De publieke ruimte wordt zo ingericht dat deze bij zware buien zo weinig mogelijk overlast veroorzaken.
2. De gemeente gaat in haar beleid uit van een 40 mm bui ($T=10 + 10\%$). Dat is een piekbui die in 45 minuten kan vallen en (deels) op maaiveld geborgen moet kunnen worden. Hierbij wordt uitgegaan van een statische bergingsberekening zonder rekening te houden met waterinfiltratie.
3. De hemelwatervoorziening wordt zo ontworpen en in stand gehouden dat deze:
 - a. Het opgevangen hemelwater hergebruikt of vertraagd afvoert; en
 - b. Binnen 24 uur weer volledig beschikbaar is voor het verwerken van een volgende regenbui. Dit mag langer zijn indien het systeem is aangesloten op regenradar waarbij 24 uur vooraf aan een regenbui het systeem automatisch loost op het (gemengde) riool.

Vanuit de 'Verordening hemelwater' is de eis van het opvangen van een bui van 40 L/m^2 in 45 minuten opgelegd. Het totale oppervlak in dit project betreft 5.100 m^2 . Dit resulteert in een totaal benodigde bergingscapaciteit van 204 m^3 . In totaal moet er dus 204 m^3 effectieve wateropvang gerealiseerd worden. De voorkeurslozing is als volgt, zie ter illustratie 8.1:

1. Opvangen voor (her-)gebruik.
 - Hetzij gebruik voor toiletspoeling.
 - Hetzij gebruik voor irrigatie Polderdaken.
2. Bovengrondse opvang/infiltratie.
3. Ondergrondse opvang/infiltratie.
4. Overstort naar gemeentelijke riolering.

2. Uitgangspunten

3.1 Algemeen

• Hemelwaterbergingsseis:	40	mm
• Berging wordt statisch bepaald.		
• Bergingscapaciteit van regenwaterhergebruik tank tijdens een piekbui:	50	%
• Regenwatertank gebouw B:	30,0	m ³
• Regenwatertank gebouw D:	40,0	m ³
• Regenwatertank gebouw E:	45,0	m ³
• Effectieve bergingscapaciteit grindkoffer gebouw C:	8,0	m ³
• Holle ruimte grind:	30	%
• Totaal verhardoppervlak maaiveld:	805	m ²
• Doorlatendheid half verharding:	20	mm
• Doorlatendheid volle grond:	40	mm
• Totaal wadi volume* (minus 40 mm directe neerslag):	81,2	m ³
*onderling verbonden		

3.2 Benodigde bergingscapaciteit

In Tabel 2-1 zijn de verschillende verharde oppervlakken gedefinieerd waarover de gestelde hemelwaterbergingsseis opgevangen moet worden. Dit resulteert in een totaal bergingsvolume.

Tabel 2-1 Benodigde bergingscapaciteit per gesimuleerd (dak)vlak

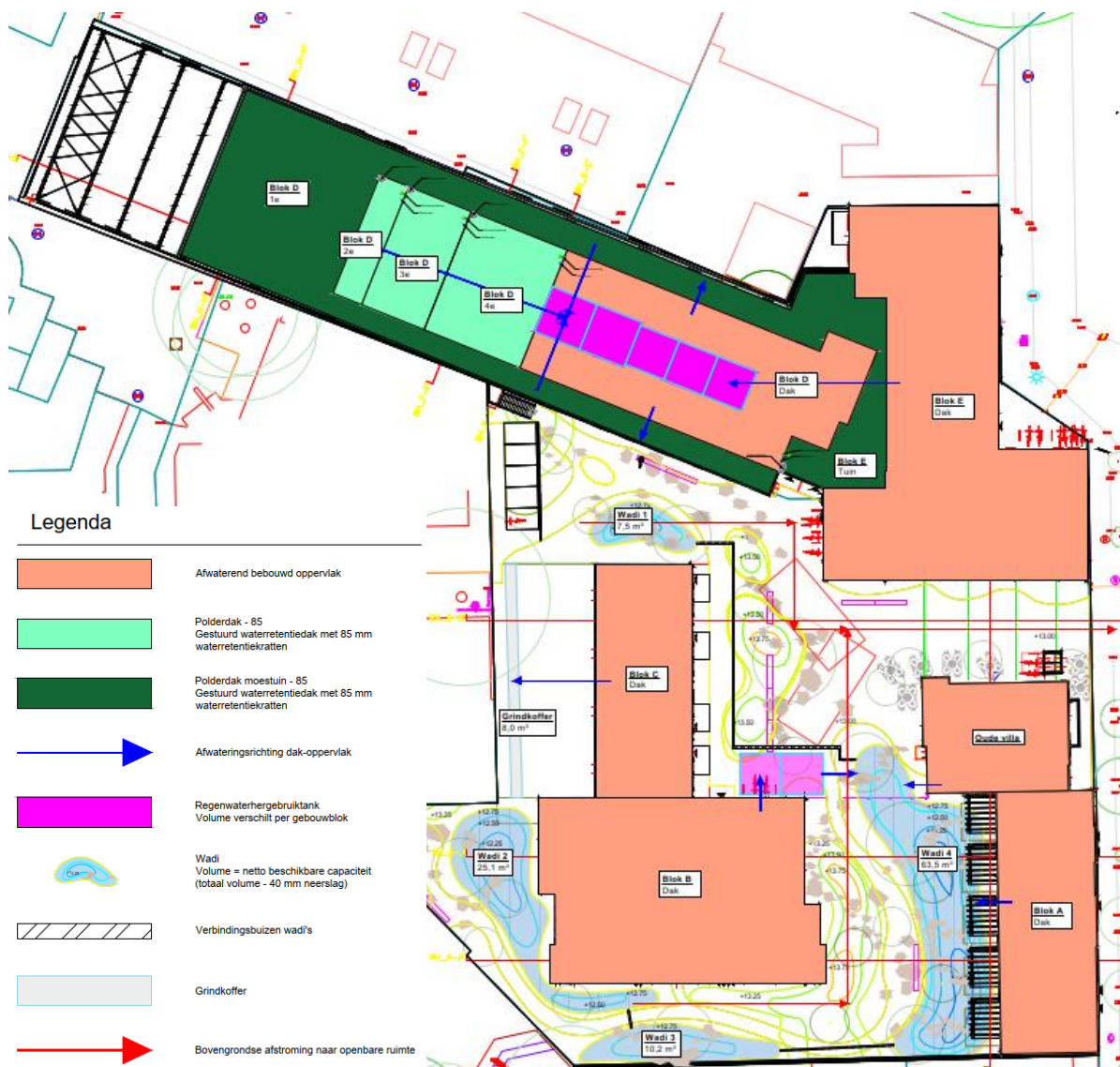
Projectie	Onderdeel	Oppervlak [m ²]	Benodigde opvang neerslagsom [mm]	Benodigde bergingscapaciteit [m ³]
A	Dak	225	60	9,0
B	Dak	415	60	16,6
C	Dak	200	60	8,0
D	Dak	425	60	17,0
Setback	4e	115	60	4,6
Setback	3e	75	60	3,0
Setback	2e	35	60	1,4
Setback	1e	510	60	20,4
E	Dak	545	60	21,8
Oude villa	Dak	140	60	5,6
Verharding	Maaiveld	805	60	32,2
Volle grond	Maaiveld	1610	60	64,4
Totaal	-	5.100	-	204,0

Het uitgangspunt is om een goed functionerend waterretentiesysteem te realiseren. De eis is om over het kaveloppervlak een bui van 40 mm op te kunnen vangen, te bergen en wanneer nodig vertraagd of centraal gestuurd af te voeren. Om te voldoen aan deze eis wordt het volgende concept ontwerp voorgesteld die hier invulling aan geeft.

4 Principe ontwerp waterretentiesysteem

In het afwateringsontwerp dient rekening gehouden te worden met de voorkeur waarop hemelwater wordt gebruikt/afgevoerd. (Zie hoofdstuk 2.1.)

In onderstaande plattegrond (Figuur 4-1) staan de blokken aangeduid waarnaar in onderstaande tekst en tabellen wordt verwezen.



Figuur 4-1 Inrichtingsplan met bouwblokken (zie bijlage 8.2 voor de grote versie)

In het huidige ontwerp is gebouw blok D grotendeels voorzien van een Polderdak dat zorgt dat het hemelwater wordt opgevangen, gebruikt voor irrigatie van de beplanting en wanneer nodig gestuurd wordt geloosd op de regenwatertank van blok D. De werking van dit zogenaamde Polderdak principe staat beschreven in hoofdstuk 5.

Daarnaast worden er bij gebouwblokken B, D en E een regenwater (her-)gebruik systeem voorzien om hemelwater in te zetten voor toiletspoeling. In dit ontwerp hanteren wij een beschikbaar volume van 50% van de maximale inhoud van de regenwatertanks per blok als bijdrage voor de effectieve hemelwaterberging bij het opvangen van een piekbui.

Verder zijn in het huidige (landschappelijke) ontwerp een aantal wadi's ingetekend welke bijdragen aan de hemelwaterberging en infiltratie bovengronds. De wadi's worden gezamenlijk beschouwd als één volume waarbij de wadi's onderling hun waterhoogte spreiden om het maximale volume van elke wadi te benutten. In de praktijk kunnen alle wadi's met leidingen verbonden worden opdat het functioneert als één geheel.

Gebouwblok C loost hemelwater enkel op een voorziene grindkoffer in de 'achtertuin' van het gebouwblok.

Voor een principe indeling van het plan, zie hoofdstuk 8.2.

4.1 Waterberging hemelwaterverordening

Volgens het hierboven beschreven afwateringsscenario wordt in twee tabellen de cascadering van het hemelwater weergegeven. Tabel 4-1 laat zien waar de hoeveelheid hemelwater, afkomstig van de verschillende projectie-onderdelen, naar afstroomt.

Tabel 4-1 Afwateringsrichting per projectie-onderdeel

Projectie	Onderdeel	Benodigde bergingscapaciteit [m³]	Waar opgevangen?
A	Dak	9,0	Wadi's
B	Dak	16,6	Regenwatertank blok B
C	Dak	8,0	Grindkoffer
D	Dak	17,0	Polderdak D 1 ^e
	4e	4,6	Regenwatertank blok D
	3e	3,0	Regenwatertank blok D
	2e	1,4	Regenwatertank blok D
	1e	20,4	Regenwatertank blok D
E	Dak	21,8	Regenwatertank blok E
Oude villa	Dak	5,6	Wadi's
Verharding	Maaiveld	32,2	Bodeminfiltratie Wadi's
Volle grond	Maaiveld	64,4	Bodeminfiltratie
Totaal	-	204,0	-

Tabel 4-2 laat zien welke waterbergende voorzieningen er bedacht zijn, over hoeveel bergingscapaciteit deze voorzieningen beschikken én hoeveel aanvoer en overstort er optreedt per voorziening.

Tabel 4-2 Bergingscapaciteit en overstort per waterbergingsvoorziening

Opslagvoorziening	Gerealiseerde bergingscapaciteit [m ³]	Aanvoerende oppervlakken	Benutten capaciteit bij 40 mm bui [m ³ (%)]	Overstort bij 40 mm bui [m ³] ¹	Overstort richting
Polderdak blok D 4e	9,2	Polderdak blok D 4e	4,6 (50)	0,0	-
Polderdak blok D 3e	6,0	Polderdak blok D 3e	3,0 (50)	0,0	-
Polderdak blok D 2e	2,8	Polderdak blok D 2e	1,4 (50)	0,0	-
Polderdak blok D 1e	40,8	Polderdak blok D 1e	37,4 (91,7)	0,0	-
Hergebruiktank blok B	15,0	Dak blok B	15,0 (100,0)	1,6	Wadi's
Hergebruiktank blok D	20,0	Dak blok D	0,0 (0,0)	0,0	-
Hergebruiktank blok E	22,5	Dak blok E	21,8 (96,9)	0,0	-
Grindkoffer	8,0	Dak blok C	8,0 (100,0)	0,0	-
Wadi's	106,3	Oude villa Overschot half verharding Dak blok A Overschot hergebruik tank blok B	32,3 (30,4)	0,0	-
Infiltratie half verharding	16,1	Infiltratie half verharding	16,1 (100,0)	16,1	Wadi's
Infiltratie volle grond	64,4	Infiltratie volle grond	64,4 (100,0)	0,0	-
Totaal	311,1	-	204,0 (-)	17,7	-

1. Het overstort volume is al opgeteld bij het totaal aanvoerende volume in kolom vier van desbetreffende overstort richting, wanneer van toepassing.

Zoals te zien is in de hierboven getoonde tabellen is het ontworpen volume aan wadi's meer dan voldoende om het overtollige afstromende hemelwater op te kunnen vangen en tijdelijk te bergen en te infiltreren. Het volume overschot bedraagt 74,0 m³.

4.2 Leeglooptijd/bodemdoorlatendheid – Wadi's

Aangezien het voorziene volume van de wadi's dusdanig groter is dan het afstromende volume, is het niet noodzakelijk om de leeglooptijd van de wadi's te bepalen. Het resterende volume van 74 m³ zorgt ervoor dat er voldoende overcapaciteit is om hemelwater te infiltreren en mogelijkerwijs weer een nieuwe piekbui te kunnen bergen.

4.3 Leeglooptijd/bodemdoorlatendheid – Grindkoffer

In Tabel 4-3 is te zien op basis van welke uitgangspunten de ledigingstijd van de grindkoffer is bepaald. Hierin is in groen gearceerd welke bodemdoorlatendheid er minimaal aanwezig moet zijn om ervoor te zorgen dat de voorziening binnen 24 uur weer volledig beschikbaar is.

Tabel 4-3 Benodigde bodemdoorlatendheid voor lediging van de grindkoffer

Variant		Eenheid
Afvoerend oppervlak	200	m ²
Bergingseis	40	mm
Benodigd volume	8,0	m ³
Ledigingseis	24	uur

Grondverbetering/voorziening		
Lengte	18	m
Breedte	1,5	m
Hoogte	1	m
Talud (b/h)	0,00	-
Wandoppervlak	39,0	m ²
Bodemoppervlak	27,0	m ²
Inhoud bruto	27,0	m ³
Porositeit vulmateriaal	0,3	-
Inhoud netto	8,1	m ³

Voorziening		
Inhoud netto	8,1	m ³
Wandoppervlak	39,0	m ²
Bodemoppervlak	27,0	m ²
K-waarde ondergrond	1,6	m/dag
Equivalent wandfactor	0,6	-
Equivalent bodemfactor	0	-
Berging	40,5	mm

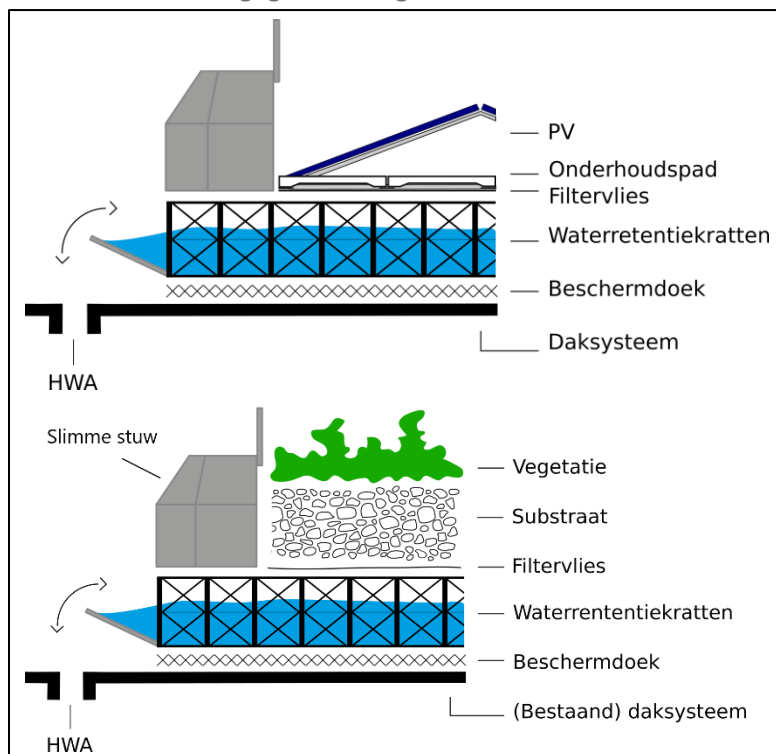
Uitkomsten		
Ledigingstijd	23,7	uur

Op basis van de hiervoor getoonde uitgangspunten is er een minimale bodemdoorlatendheid (k-waarde) van 1,6 m/dag nodig om te borgen dat het bergingsvolume van de grindkoffer na 24 uur weer beschikbaar is. De k-waarde op locatie wordt middels veldtesten achterhaald. Als de k-waarde kleiner is dan 1,6 zal het bergingsvolume van de grindkoffer vergroot moeten worden.

Geadviseerd wordt om bij infiltratievoorzieningen altijd een minimale bodemdoorlatendheid van 2 m/dag te hanteren omdat deze in de loop van de tijd zal afnemen.

5 Toelichting Polderdaksysteem

Een Polderdak bestaat uit waterberging in zogenaamde retentiekragen en een slimme stuw die het waterpeil in de berging automatisch en op afstand kan regelen op basis van weersvoorspellingen en waterbehoefte van het groen. Onder de kratten wordt een beschermdoek gelegd en boven op de kratten komt een filtervlies met daarboven het groendak. De opbouw van het Polderdak is schematisch weergegeven in Figuur 5-1.



Figuur 5-1 Schematische doorsnede van een Polderdak met vegetatie

Het water in het Polderdak wordt slim gestuurd om te zorgen dat het opgeslagen hemelwater gebruikt kan worden voor het aanwezige groen.

Als buiten het groeiseizoen geen water nodig is voor het groen, dan wordt het water vastgehouden in het buffersysteem of (in geval van voorspelde neerslag) vroegtijdig geloosd om het rioolsysteem te ontlasten en de te vallen neerslag te bergen.

Tijdens het groeiseizoen wordt het water zo veel mogelijk op de daken vastgehouden voor het groen. Als er wordt gemeten dat er een tekort aan water beschikbaar is in een van de Polderdaken, dan moet er bewaterd worden.

De bewatering vindt plaats middels een slimme kogelkraan die communiceert met de slimme dakstuw. Deze suppleert het Polderdak met leidingwater wanneer er voor langere tijd geen neerslag wordt voorspeld (in het groeiseizoen).

Het voorstel is om een Polderdak toe te passen onder de intensieve groendaken. Met de slimme sturing van het Polderdak zorg je voor inzicht en regeling van het waterniveau in de waterretentiekragen onder de daktuin.

Het Polderdak fungeert niet alleen als opvangvoorziening maar ook als irrigatievoorziening dankzij de capillaire werking. Onderzoek toont aan dat daktuinen met Polderdaken beter groeien en minder last hebben van uitval van planten. Ook voor meer extensieve daken is het Polderdak van toegevoegde waarde voor de beplanting: het bevordert de biodiversiteit

6 Aandachtspunten

- Bij de constructieve uitwerking van de draagcapaciteit van de daken die worden voorzien van een waterretentie-laag met bijbehorende opbouw (Polderdaken) moet rekening worden gehouden met extra gewichtsbelasting door het permanent moeten kunnen dragen van het Polderdaksysteem
 - Verzadigd filterdoek;
 - Retentiekragen gevuld met water;
 - Verzadigd beschermdoek;
 - Resterende opbouw (tegels, vlonders, verzadigd substraat, etc.).
- Het hemelwatersysteem wordt conform de geldende eisen van een regulier dak gedimensioneerd (NEN3215 en NTR3216). Het Polderdak sluit aan op de reguliere werking van het hemelwatersysteem.
 - De HWA's in het Polderdak moeten ten alle tijden bereikbaar zijn voor inspectie en/of onderhoud. Dit houdt in dat alle HWA's moeten worden voorzien van een inspectieschacht en overloopvoorziening.
 - De HWA's met de slimme dakstuw behoeven geen verhoogd ingeplakte afvoeren, de overige HWA's moeten verhoogd worden ingeplakt (op maximale waterniveau).
 - De HWA's met een vertraagde afvoer behoeven een verhoogd ingeplakte afvoer waarvan 1 (of meer) met een klein gat gedimensioneerd op de benodigde leeglooptijd.
 - Afhankelijk van het type hemelwatersysteem zijn er aanvullende eisen van toepassing.
- Er moet een bouwkundige check plaatsvinden of de opstandhoogtes, in relatie tot de waterretentielagen, wel voldoende zijn om hier waterberging te realiseren.
- De wadi's dienen onderling verbonden te worden met leidingen om ervoor te zorgen dat ze gezamenlijk fungeren als zijnde één grote wadi.
 - De wadi's dienen **niet** uitgevoerd te worden met een slokop. Bij overschrijding van de maximale waterhoogte zal het water overlopen op maaiveld en op natuurlijke wijze zijn weg moeten vinden naar de openbare ruimte (Rietgrachtstraat).
- Het regenwater hergebruikssysteem wordt gedimensioneerd door een derde partij. Welke aandachtspunten hierbij komen kijken is aan te geven door derden.

7 Conclusie

In de hemelwaterbergingsopgave staat beschreven dat er minimaal 40 mm over het totale kaveloppervlak moet worden geborgen op eigen kavel. In de voorgestelde oplossingen wordt 204 m³ waterberging gerealiseerd verdeeld over vier verschillende waterbergingsprincipes.

Het opgevangen hemelwater in de Polderdaken verdampt, koelt en wordt gebruikt als irrigatiewater voor de bovenliggende beplanting. Daarnaast wordt regenwater ook opgevangen en ingezet voor toiletspoeling. Het voorstel bevat als bergende componenten Polderdaken, regenwater hergebruiktanks, wadi's en grindkoffer met uiteindelijk een overloop op maaiveldniveau richting de Rietgrachtstraat.

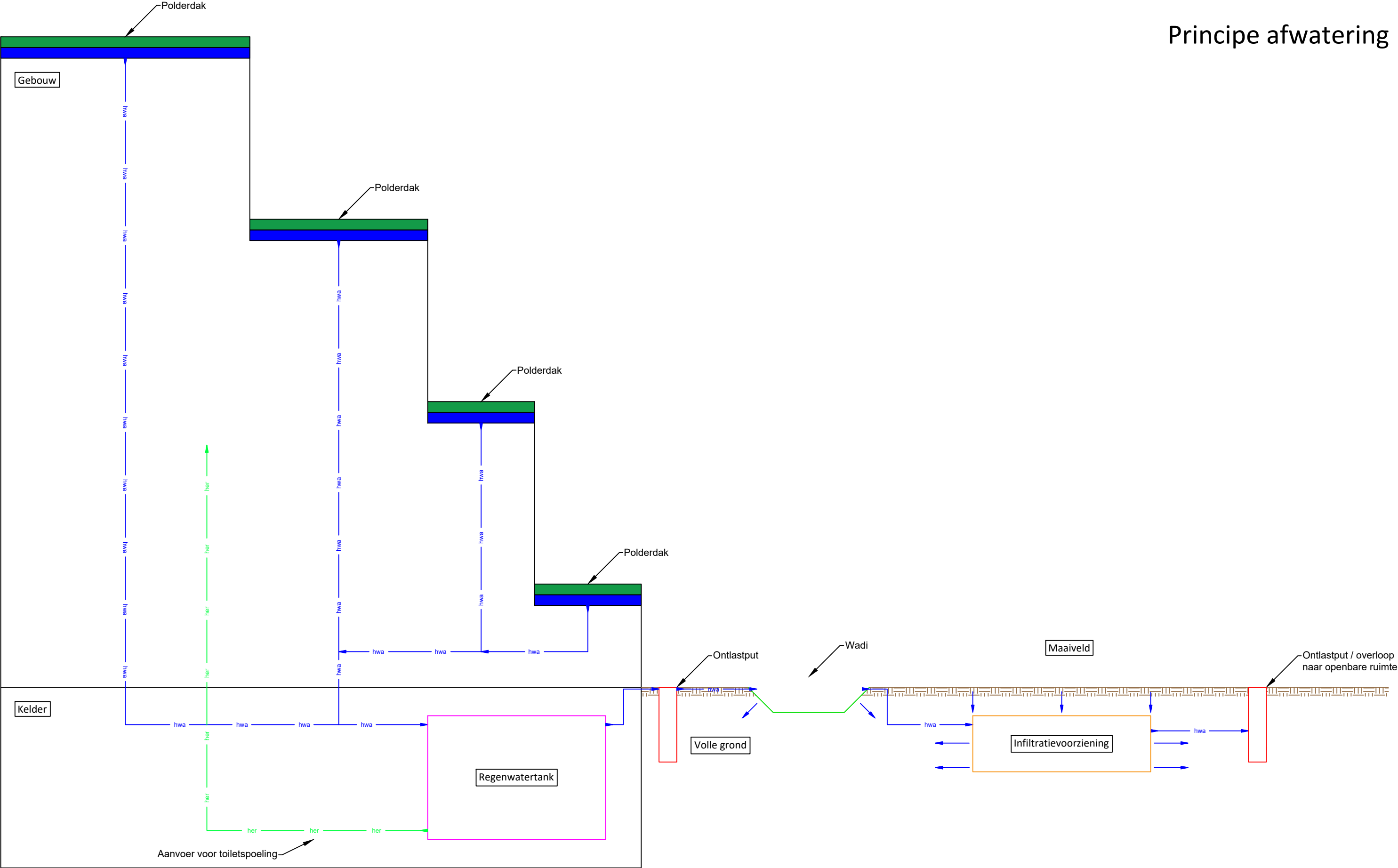
Effectieve berging polderdaken	46,4	m ³	
Effectieve berging hemelwaterhergebruiktank	36,8	m ³	
Effectieve berging grindkoffer	8,0	m ³	
Effectieve berging wadi's	32,3	m ³	
Effectieve berging half verharding	16,1	m ³	
Effectieve berging volle grond	64,4	m ³	+
Totaal		204,0	m³

Hiermee wordt voldaan aan de eis van 204 m³ voortkomende uit de hemelwaterbergingsopgave.

8 [Bijlage](#)

8.1 Doorsnede afwateringsprincipe

Principe afwatering



hwa Hemelwaterafvoer

her Hemelwater hergebruik

Project: Rietgrachtstraat, Arnhem	Projectnummer: PR001198 Documentnummer: A23-0803-1 Tekeningnummer: 1/1
Omschrijving: Principe doorsnede Hemelwater afwatering	Opdrachtgever: Buro Harro Status: Concept Controle door: JJ Formaat: A3
Get: BV Datum: 03-08-2023	Schaal: N.v.t.
World Trade Center (WTC) Wavin Tower 9F Schiphol Boulevard 425 1118 BK Schiphol, The Netherlands www.wavin.com	

8.2 Principe indeling van gebouwen

Legenda

- Afwaterend bebouwd oppervlak
- Polderdak - 85
Gestuurd waterretentiedak met 85 mm
waterretentiekraan
- Polderdak moestuin - 85
Gestuurd waterretentiedak met 85 mm
waterretentiekraan
- Afwateringsrichting dak-oppervlak
- Regenwaterhergebruiktank
Volume verschilt per gebouwblok
- Wadi
Volume = netto beschikbare capaciteit
(totaal volume - 40 mm neerslag)
- Verbindingsbuizen wadi's
- Grindkoffer
- Bovengrondse afstroming naar openbare ruimte

Opmerkingen

De laatste stap van het lozen van hemelwater geschied niet middels een overloop naar de riolering. De maximale capaciteit van de riolering is namelijk al bereikt bij een bui van 20 mm.

Bij een calamiteitenbui van 130 mm / 2 uur mag er geen (hemel)water de gebouwen in stromen/schade veroorzaken aan de omliggende gebouwen. Het (hemel)water dient afgegeven te worden aan de openbare ruimte.

Mocht bij extreme neerslag de capaciteit van het systeem zijn bereikt, dan dient het overtollige hemelwater bovengronds te worden aangeboden aan de openbare ruimte (Rietgrachtstraat).

Project:	Rietgrachtstraat, Arnhem	Projectnummer:	PR001198
Documentnummer:	A23-0802-1	Tekeningnummer:	1/1
Omschrijving:	Principe afwatering	Opdrachtgever:	Buro Harro
Status:	Concept	Controle door:	JJ
Formaat:	A2	Schaal:	-
Get:	BV	Datum:	02-08-2023
World Trade Center (WTC) Wavin Tower 9F Schiphol Boulevard 425 1118 BK Schiphol , The Netherlands www.wavin.com			