NOTITIE

RETENTIE KELDERDEK EN HOGE DAKEN MARKTKWARTIER AMSTERDAM

Colofon

Auteur:	[redacted]
Verificatie:	
Projectnummer:	9905
Kenmerk:	9905-NOT-VO-003
Datum:	24-11-2023
Status:	Definitief
Versiebeheer:	3.0

Inhoud

1. Inleiding 3
2. Berekening waterberging op kelderdek en hoge daken 4
2.1 Van toepassing zijnde documenten en uitgangspunten 4
2.2 Capaciteit waterretentielaag op hoge daken en kelderdek 5
2.3 Conclusie 6
3. Hemelwaterbeheersysteem op kelderdek en hoge daken 7
3.1 Keuze type hemelwaterbeheersysteem 7
3.2 Werking statisch hemelwaterbeheersysteem 8
3.3 Onderhoud statisch hemelwaterbeheersysteem 9

1. Inleiding

De voorliggende notitie geeft inzicht in de werking van het gekozen retentiesysteem, waarbij wordt voldaan aan de eisen van de Hemelwaterverordening 2021, op het project 'Marktkwartier Amsterdam'.

Kenmerkend voor een retentiesysteem is dat het een gesloten (badkuip) systeem is welke minimaal voldoet aan de opgegeven bergingseis. Op het project Marktkwartier wordt onderscheid gemaakt in twee gescheiden bergingssystemen:
1. Hoge daken
2. Kelderdek – openbaar & privaat

Op kelderdekken en retentiedaken dient rekening gehouden te worden met de volgende geldende richtlijnen voor het te ontwerpen retentiesysteem:
1. Hemelwaterafvoersysteem (conform NEN 3215)
2. Noodafvoer- of overstortsysteem (conform NEN EN 1991-1-3 of NTR 3216)
3. Hemelwaterbeheersysteem (conform wateropgave waterbeheerder)

Het reguliere hemelwaterafvoersysteem en het noodafvoer- of overstortsysteem van dekken en daken dient conform het Bouwbesluit en de daarbij geldende normen worden ontworpen en gerealiseerd. Dit is ook van toepassing op bouwwerken met een retentiedek of retentiedak, om op deze wijze zowel een deugdelijke afvoer van hemelwater als de constructieve veiligheid van bouwwerken te kunnen waarborgen.

Een hemelwaterbeheersysteem is een extra systeem naast, en dus niet ter vervanging van het hemelwaterafvoersysteem en het noodafvoer- of overstortsysteem. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen twee systemen:
- Hemelwaterbeheersystemen in de vorm van statische, watervertragende en -vasthoudende voorzieningen – Drossel.
- hemelwaterbeheersysteem in de vorm van een dynamische, watervertragende en-vasthoudende voorzieningen in combinatie met statische, watervasthoudende voorzieningen – Smart Flow Control.

Vanwege de beschikbare opbouwhoogte, lange afvoerlengtes en het ontbreken van afschot in het kelderdek is het in de situatie Marktkwartier niet mogelijk om zonder dakdoorvoeren een hemelwaterbeheersysteem te ontwerpen.

In hoofdstuk 2 wordt eerst gekeken naar de eisen welke gesteld zijn vanuit de Hemelwaterverordening van de gemeente Amsterdam en andere (ontwerp)uitgangspunten. Vervolgens wordt berekend op basis van het netto oppervlak van het kelderdek en de hoge daken of er voldoende capaciteit aanwezig is in de waterretentielaag om te voldoen aan de eis.

Tot slot wordt in hoofdstuk 3 de werking van het toekomstig hemelwaterbeheersysteem toegelicht.

2. Berekening waterberging op kelderdek en hoge daken

In de Hemelwaterverordening is verplicht gesteld dat bij nieuwbouw het regenwater op eigen perceel wordt opgevangen en verwerkt. Doel van deze verordening is om bij grote regenbuien waterschade aan gebouwen en vitale infrastructuur te voorkomen. Zodoende is dit ook van toepassing op het project 'Marktkwartier Amsterdam'. In dit hoofdstuk wordt op basis van de (ontwerp)uitgangspunten getoetst of het ontwerp (VO) voldoet aan de gestelde eisen.

2.1 Van toepassing zijnde documenten en uitgangspunten

Voor het bepalen van de benodigde capaciteit van het retentiesysteem is het van belang om eerst de eisen uit de van toepassing zijnde documenten inzichtelijk te maken.

Hemelwaterverordening gemeente Amsterdam

1. Ontwerpbui van 60 mm moet in 1 uur volledig verwerkt kunnen worden conform Amsterdam Rainproof.
2. In de Hemelwaterverordening van de gemeente Amsterdam is vereist dat:
    a. Een hemelwaterberging ten minste een capaciteit van 60 liter per m2 bebouwd oppervlak heeft,
    b. loost maximaal 1 liter per m2 bebouwd oppervlak per uur op bv. een openbaar riool,
    c. is na 60 uur leeg.
3. Een bui van 60 mm in één uur mag geen schade aan huizen en vitale infrastructuur veroorzaken.

Aanvullend gehanteerde uitgangspunten in VO

1. Waterretentiekrat, type WRB 95 en 170.
2. Een minimale overcapaciteit van 20 mm om afwijkingen in de vlakheid in het kelderdek en op de hoge daken op te kunnen vangen (ervaringscijfer).

Van toepassing zijnde documenten

1. Hemelwaterverordening Amsterdam d.d. 26-04-2021.
2. Rainproof Masterplan Amsterdam Food Center opgesteld door Aveco de Bondt d.d. 23 maart 2021.
3. Dakoverzicht oppervlakte retentiekratten opgesteld door Hfb d.d. 12-12-2022.
4. Begane grond oppervlakte retentiekratten opgesteld door Hfb d.d. 13-12-2022.
5. Voorlopig ontwerp Landschap Marktkwartier Amsterdam d.d. juni 2023.

De documenten genoemd onder 1, 3, 4 en 5 zijn als bijlage in de deze notitie opgenomen.

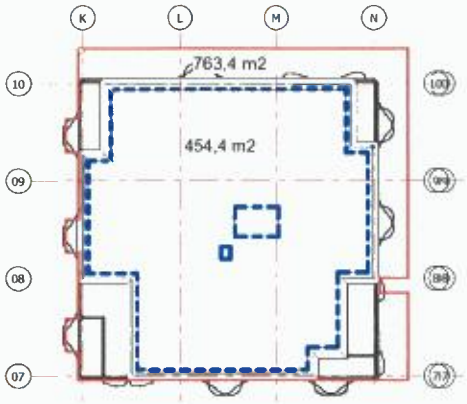
Op basis van het Voorlopig Ontwerp (VO) opgesteld door Inside Outside juni 2023 (document zonder kenmerk) en de eis van het Hemelwaterverordening is in *Tabel 1* inzichtelijk gemaakt hoeveel liter water in totaal op het kelderdek en de hoge daken dient te worden geborgen.

Tabel 1 (Berginscapaciteit conform eis)

Westelijk Marktkwartier	Oppervlakte (in m2)	Bergingseis (in mm)	Vereiste hemelwaterberging (in li)
Bebouwing (kelderdek en gebouwen)	25.780	60	1.546.800 li 1.547 m3

2.2 Capaciteit waterretentielaag op hoge daken en kelderdek

In *Tabel 2* zijn de gegevens opgenomen welke gebruikt zijn voor het opstellen van de waterbalans. Eis is dat er een minimale overcapaciteit van 20 mm aanwezig is per gebouw (hoge daken) of op het kelderdek. Per fase en per gebouw is het bruto – en netto oppervlakte berekend. Het bruto oppervlak (rode lijn) betreft het totale dakoppervlak waar regen op kan vallen en het netto oppervlak (blauw gestippelde lijn) is de oppervlakte waar effectief een waterretentielaag kan worden toegepast. In *figuur 1* is als voorbeeld weergegeven hoe dat er voor gebouw 4.1 uitziet, bruto oppervlakte (763,40 m2) en netto oppervlak (454,4 m2).



Figuur 1: Bruto en netto oppervlak

De bouwkundige ontwerpen van de hoge daken voor fase 2, 3 en 4 zijn voor het totale project nog niet beschikbaar. Om een berekening voor het totale plan op te kunnen stellen is op basis van de uitwerking van het netto te bergen oppervlakte van fase 1A en 1B een rekenfactor bepaald en vastgesteld op 0,67.

Naar aanleiding van de voorgaande versie van deze notitie is de waterretentielaag aangepast van 85 mm naar 95 mm op het kelderdek (bergingscapaciteit van 80,75 liter per m2) en op de hoge daken naar 170 mm (bergingscapaciteit van 152,00 liter per m2).

In de berekening is nog geen rekening gehouden met extra objecten, zoals scheidingen tussen eigendommen, installaties, kabels en leidingen en andere objecten op de hoge daken en kelderdek. Wijzigingen kunnen hierin een effect hebben op het netto oppervlak en bergingscapaciteit.

Tabel 2 (Waterbalans)

Gebouw	Bruto oppervlakte (in m2)	Netto oppervlakte (in m2)	Bergings-capaci-teit WRB 95 & 170 (in l/m2)	Capaciteit (in mm)	Totale waterber-ging (in liter)	Eis hemelwater-verordening 60 mm (in liter)	Voldoet wel of niet aan de eis
FASE 1							
S1	762,40	556,60	152,00	69,82	84.603,20	45.744,00	✓
W1.2	529,20	346,50	152,00	45,88	45.478,40	31.752,00	✓
W1.3	892,00	610,90	152,00	44,55	75.711,20	53.520,00	✓
W2.1	694,00	449,10	152,00	45,48	59.416,80	41.640,00	✓
P4.1	763,40	617,00	152,00	77,77	93.790,08	45.804,00	✓
W1.1	1.305,00	891,70	152,00	64,19	135.538,40	78.300,00	✓
W1.2	340,30	181,40	152,00	39,44	27.572,80	20.418,00	✓
P1.1	739,50	526,50	152,00	67,73	80.028,00	44.370,00	✓
P1.2	512,20	283,20	152,00	43,48	43.046,40	30.732,00	✓
Kelderdek	4.369,00	4.369,00	80,75	20,75	352.769,75	262.140,00	✓
FASE 2							
P2.1	695,00	465,70	152,00	62,45	70.778,80	41.700,00	✓
P2.2	628,00	420,80	152,00	62,45	63.955,52	37.680,00	✓
P4.2	575,00	385,30	152,00	62,45	58.558,00	34.500,00	✓
W2.2	853,00	571,50	152,00	62,45	86.869,52	51.180,00	✓
Kelderdek	3.372,00	3.372,00	80,75	20,75	272.289,00	202.320,00	✓
FASE 3							
P2.3	696,00	466,30	152,00	62,45	70.880,64	41.760,00	✓
P3.1	625,00	418,80	152,00	62,45	63.650,00	37.500,00	✓
P3.2	630,00	422,10	152,00	62,45	64.159,20	37.800,00	✓
P5.1	1.135,00	760,50	152,00	62,45	115.588,40	68.100,00	✓
W3	1.510,00	1.011,70	152,00	62,45	153.778,40	90.600,00	✓
Kelderdek	2.822,00	2.822,00	80,75	20,75	227.876,50	169.320,00	✓
FASE 4							
W2.3 & W2.4	1.909,40	1.279,30	152,00	62,45	194.453,30	114.564,00	✓

2.3 Conclusie

Op basis van de in *Tabel 2 (Waterbalans)* berekende bergingscapaciteit is in *Tabel 3* inzichtelijk gemaakt hoeveel liter hemelwater geborgen kan en moet worden op het kelderdek en de hoge daken. De waterretentielagen WRB 95 en 170 hebben respectievelijk een waterbergingscapaciteit van 80,75 en 152,00 liter per m2.

In *Tabel 3 zijn* het kelderdek en de hoge daken separaat opgenomen, omdat op de hoge daken, op basis van de WRB 95, er onvoldoende bergingscapaciteit gerealiseerd kan worden. Dit wordt veroorzaakt door de te grote verschillen tussen het bruto en netto oppervlak van de hoge daken. In het bruto oppervlak zijn namelijk de balkons meegenomen, waar uiteraard geen waterretentielaag gerealiseerd kan worden. Door de balkons mee te nemen in de berekening van de hoge daken ontstaat, in het bovenaanzicht, een overlap tussen de hoge daken en het kelderdek. Hierdoor wijkt het bruto oppervlakte in *Tabel 3* af van het bruto oppervlakte in *Tabel 1 (Bergingscapaciteit conform eis).*

Tabel 3 (Toe te passen retentiesysteem op kelderdek of hoge daken)

Westelijk Marktkwartier	**Bruto oppervlakte** (in m2)	**Netto oppervlakte** (in m2)	**WRB 85i** (in liter)	**WRB 95** (in liter)	**WRB 170** (in liter)	**Voldoet bij toepassing vanaf**
Kelderdek	10.563	10.563	752.613	852.962	×	WRB 95
Hoge daken	15.794	10.446	744.277	843.514	1.587.792	WRB 170

Geconcludeerd kan worden dat op het kelderdek in principe voldaan kan worden door toepassing van een waterretentielaag van 85 mm (WRB 85i), echter wordt er met deze waterretentielaag niet voldaan aan de minimale overcapaciteit van 20 mm. Door het toepassen van een waterretentielaag van 95 en 170 op het kelderdek en de hoge daken, wordt ruim voldaan (overcapaciteit van 893.954 liter) aan de gestelde bergingseis van 60 mm per bebouwd oppervlak.

3. Hemelwaterbeheersysteem op kelderdek en hoge daken

Op het kelderdek en de hoge daken in het project 'Marktkwartier Amsterdam' kan technisch gekozen worden tussen een statisch of dynamisch hemelwaterbeheerssysteem.

Bij een **statisch** hemelwaterbeheersysteem wordt in de hemelwaterafvoer een standpijp (drossel) in het hemelwaterafvoersysteem aangebracht. Als het hemelwater in de waterretentielaag boven een vooraf bepaald niveau komt voert deze het overtollig water af op een waterberging, het hemelwaterriool of open water.

Een **dynamisch** hemelwaterbeheersysteem is een intelligente hemelwaterafvoer (web-based) welke op basis van de neerslagvoorspelling het hemelwater in de waterretentielaag automatisch kan legen op een waterberging, het hemelwaterriool of open water.

Na diverse afwegingen is op basis van onderstaande criteria gekozen om binnen Marktkwartier een statisch hemelwaterbeheersysteem op het kelderdek en de hoge daken toe te passen.

In onderstaande paragrafen wordt op basis van bovenstaande elementen de keuze voor een statisch hemelwaterbeheersysteem onderbouwd en de werking van dit systeem verder toegelicht.

3.1 Keuze type hemelwaterbeheersysteem

Om tot een weloverwogen keuze te komen voor het type hemelwaterbeheersysteem, is gekeken naar de eisen voor het toepassen van een dynamisch hemelwaterbeheersysteem (bv. Smart Flow Control):

- Een dynamisch systeem is effectief toepasbaar vanaf aaneengesloten oppervlaktes van > 500 m2 en maximaal 1.500 m2 dakoppervlak voor één Smart Flow Control (SFC).
- Door het gefaseerd bouwen van de gebouwen en het kelderdek ontstaan risico's om een goed werkend systeem aan te kunnen leggen.
- De 'techniekkast' is door de afmetingen (600 x 600 x 500 mm) gerekend vanaf de waterretentielaag en hierdoor zichtbaar in het maaiveld.
- Doordat de techniekkast zichtbaar is in het maaiveld is deze gevoelig voor vandalisme.
- Bij plaatsing van een SFC dient rekening gehouden te worden met de standplaats:
    - Vak van 2x2 meter zonder obstakels en met grindstrook;
    - Minimaal 2 meter vanaf de dakrand en niet in bestrating.
- Een dynamisch systeem is hoger in kosten voor aanleg en onderhoud.
- Iedere SFC heeft een stroomvoorziening (230 volt) benodigd en een onderhoudsabonnement welke bestaat uit 24/7 service, updates en onderhoud.

In het project 'Marktkwartier Amsterdam' zijn de meeste hoge daken kleiner dan < 500 m2 en indien deze groter zijn betreffen dit geen aaneengesloten oppervlaktes. Het kelderdek daarentegen betreft wel een grotere aaneengesloten oppervlakte, maar het maaiveld wordt straks deels openbaar gebied. Om de werking te kunnen garanderen is het onverstandig om in de openbare ruimte een techniekkast boven maaiveld aan te brengen in verband met het risico op vandalisme met als gevolg storingen in het systeem en wateroverlast.

Op basis van de bovengenoemde afwegingen is vastgesteld dat er binnen het totale plan een statisch waterbeheersysteem wordt toegepast. Het statische waterbeheersysteem wordt in paragraaf 3.2 nader toegelicht.

3.2 Werking statisch hemelwaterbeheersysteem

Een statisch hemelwaterbeheersysteem (*Figuur 2*) is een extra systeem naast een (traditioneel) hemelwaterafvoersysteem welke op ieder conventioneel dak en/of dek kan worden toegepast, ongeacht of er aan de wateropgave in de waterparagraaf van het bestemmingsplan of vergunning voldaan moet worden.

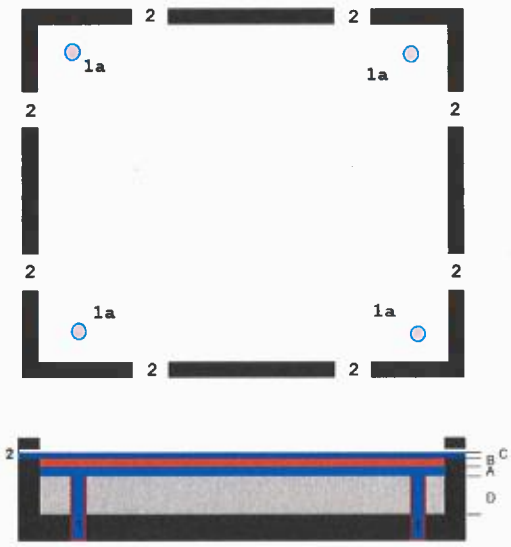
Het kelderdek en/of dak dient een hemelwaterafvoer(en) (1a in *Figuur 2*) en een noodafvoer- of overstortsysteem (2 in *Figuur 2*), waarbij de hemelwaterafvoer op 2 verschillende manieren kan worden uitgevoerd, namelijk een traditionele of een UV-afvoer (wordt verderop in de notitie toegelicht). Op het kelderdek en de hoge daken is gekozen om een UV-afvoer toe te gaan passen.

UV-afvoer

Een UV-afvoer (ook wel pluvia of vacudrain genoemd) is een afvoer waarbij de gehele leiding geleidelijk wordt gevuld met hemelwater bij regenval. De luchttoevoer in de buis wordt hierdoor afgesloten waardoor onderdruk ontstaat. De onderdruk, welke ontstaat door volledige vulling van de leiding en het hoogteverschil tussen trechter en uiteindelijk lozingspunt van het water, heeft een zuigende werking op het water op het dek. Door de onderdruk wordt het dak als het ware leeggezogen.

Voordeel van een UV-afvoer zijn:
- Minder hemelwaterafvoeren benodigd t.o.v. een traditioneel systeem;
- Geluidloos;
- Kleinere leidingdiameters benodigd;
- Geen afschot nodig in horizontale leidingen.

Nadeel van een UV-afvoer zijn:
- Degelijke constructie vereist door de snelheid van het water;
- Maximale standleidinghoogte van 50 meter;
- Gevoeliger voor vervuiling door kleinere diameter.



(1a) Hemelwaterafvoersysteem (1) met een statisch waterbeheersysteem (a)
(2) Noodafvoer- of overstortsysteem

(A) Stuwhoogte hemelwaterafvoersystemen (NEN 3315)
(B) Marge drempelhoogte noodafvoer- of overstortsysteem en stuwhoogte hemelwaterafvoersysteem (1)
(C) Stuwhoogte noodafvoer- of overstortsysteem (NEN EN 1991-1-3)
(D) Stuwhoogte hemelwaterbeheersysteem (bergingscapaciteit retentiedak)

Figuur 2: Retentiedak of -dek met statisch hemelwaterbeheersysteem

Drossel

Om water te kunnen bergen en te beheersen wordt in de hemelwaterafvoer(en) (1a in *Figuur 2*) een geperforeerde standpijp (drossel) geplaatst. Deze standpijp wordt op een specifieke hoogte, met de vereiste perforatie en diameter op de hemelwaterafvoer geïnstalleerd en zal het water in de waterretentielaag tot de gewenste hoogte bergen. Vervolgens zal het water met een berekend variabel debiet via de drossel deels of geheel vertraagd worden afgevoerd door het hemelwaterafvoersysteem (1a *in Figuur 2*).

Indien het hemelwaterbeheersysteem, om welke reden dan ook, het aanbod van water minder snel kan verwerken dan wordt aangeboden, zal nadat de waterretentielaag maximaal gevuld is, overlopen en alsnog door het hemelwaterafvoersysteem (1a *in Figuur 2*) worden afgevoerd naar een het hemelwaterriool en/of Westelijk Marktkanaal.

Afwatering kelderdek en hoge daken

De hemelwaterafvoeren van de hoge daken worden rechtstreeks aangesloten op het hemelwaterriool en/of Westelijk Marktkanaal. Om risico's te vermijden is gekozen om de hoge daken niet aan te sluiten op de waterretentielaag op het kelderdek. Het is dus geen optie om een zogenoemd "cascadesysteem" toe te passen. De werking van een cascadesysteem kan niet gegarandeerd worden en voldoet daarmee niet aan de gestelde eisen.

In het kelderdek wordt door de installateur berekend hoeveel UV-afvoeren (hemelwaterafvoeren) toegepast moeten worden. In de parkeergarage wordt een leidingsysteem aangebracht waarop de UV-afvoeren worden gekoppeld. Dit leidingsysteem zal vervolgens worden aangesloten op het hemelwaterriool en/of Westelijk Marktkanaal.

3.3 Onderhoud statisch hemelwaterbeheersysteem

Om onderhoud uit te kunnen voeren is het van belang dat de hemelwaterafvoeren ten alle tijden bereikbaar zijn op het kelderdek en de hoge daken. Dit wordt verzekerd door middel van een controleschacht op de afvoeren te plaatsen. Het type controleschacht is afhankelijk van de locatie (groenvak of verharding) en moet in die situaties voldoen aan de te verwachten belasting. Aangezien deze zowel in openbaar als privaat gebied komen te liggen worden deze afsluitbaar en "hufterproof" uitgevoerd.

Het onderhoud voor het statisch hemelwaterbeheersysteem bestaat uit het:

1.	Controle van de controleschachten en controleput	4x per jaar
2.	Reinigen controleschachten en controleput	4x per jaar
3.	Controle en reinigen drossel	4x per jaar
4.	Camera inspectie in het krat t.h.v. het afvoerpunt	2x per jaar

Geadviseerd wordt na één jaar het onderhoud aan het krattenveld te evalueren en het beheer hierop bij te stellen. Reden hiertoe is dat het een openbaar gebied betreft gelegen op een kelderdek en goed beoordeeld moet worden of de opgegeven frequenties op eventuele externe invloeden bijgesteld moet/kan worden. Dit zou zowel kunnen betekenen dat de frequentie omhoog of omlaag moet of kan worden bijgesteld.

Bijlagen

1. Hemelwaterverordening Amsterdam d.d. 26-04-2021
2. Dakoverzicht oppervlakte retentiekratten opgesteld door Hfb d.d. 12-12-2022
3. Begane grond oppervlakte retentiekratten opgesteld door Hfb d.d. 13-12-2022
4. Voorlopig ontwerp Landschap Marktkwartier Amsterdam d.d. juni 2023.