

## NOTITIE

PROJECT : Eindhoven, Hooidonksemolen - Bunkertoren  
PROJECTNUMMER : P18-0230

ONDERWERP : Waterhuishouding Bunkertoren

DATUM : 18 mei 2018  
OPGESTELD DOOR : C. Kalisvaart

---

### 1 Inleiding

#### 1.1 Aanleiding

In de gemeente Eindhoven bevindt zich momenteel het studentencentrum “De Bunker” welke een nieuwe bestemming krijgt in de vorm van de Bunkertoren. Het plan omvat de nieuwbouw van een woon- en werktoren waarbij het huidige gebouw grotendeels gehandhaafd blijft. Het omliggende terrein van de Bunker wordt omgevormd tot een stadspark met veel groen. Deze nieuwe ontwikkelingen bieden de kans om de waterhuishouding van het perceel in te passen in het duurzame en groene karakter van de nieuwbouw.

#### 1.2 Doel

In deze notitie wordt de wateropgave van het plan inzichtelijk gemaakt en invulling gegeven aan een duurzame waterhuishouding van het betreffende gebied.

#### 1.3 Leeswijzer

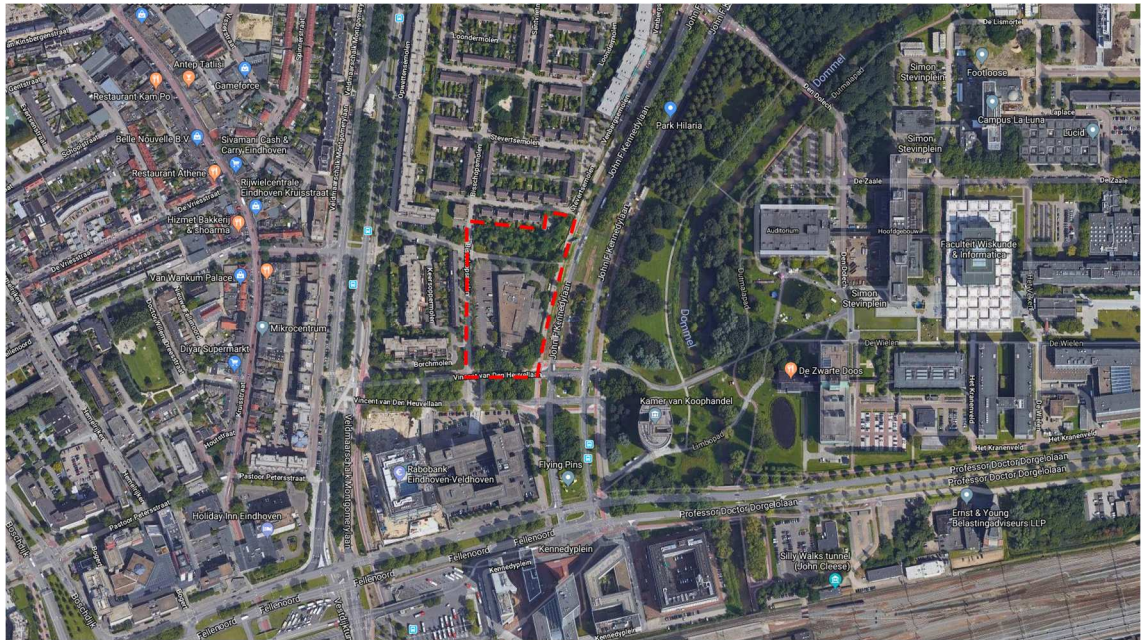
In hoofdstuk 2 worden de algemene gegevens van het plangebied nader toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt een korte omschrijving gegeven van de nieuwe ontwikkeling. In hoofdstuk wordt ingegaan op de waterhuishouding van het plangebied.

## 2 Beschrijving plangebied

### 2.1 Ligging

Het plangebied van “de Bunkertoren” is gelegen op het huidige terrein van “De Bunker” aan de John F. Kennedylaan te Eindhoven. Het gebied ligt ten westen van de TU Eindhoven en ten noorden van station Eindhoven en heeft een oppervlakte van ca. 1,6 ha. Het plangebied is weergegeven in Figuur 1.

**Figuur 1 Ligging plangebied (bron: Google maps)**

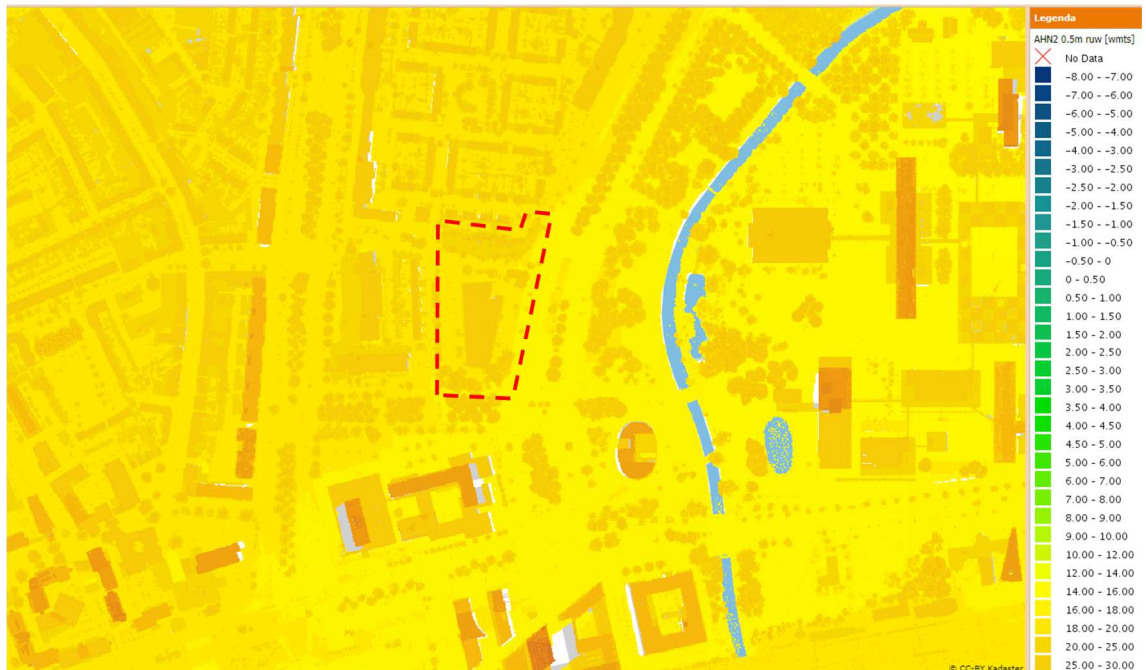


In het noorden van het plangebied bevindt zich momenteel een groene verhoging. De rest van het plangebied wordt gekenmerkt door verharding rondom het gebouw.

## 2.2 Hoogteligging

Het huidige maaiveldniveau van het plangebied verloopt van ongeveer 18,60 m + NAP rondom het gebouw naar 17,80 m + NAP van de omliggende infrastructuur. De kruin van de verhoging aan de noordzijde ligt op ca. 23,70 m + NAP. In Figuur 2 staat een uitsnede van de AHN2 weergegeven van het plangebied en de directe omgeving.

**Figuur 2 Hoogteligging plangebied (bron: AHN2 PDOK)**



## 2.3 Grondwater

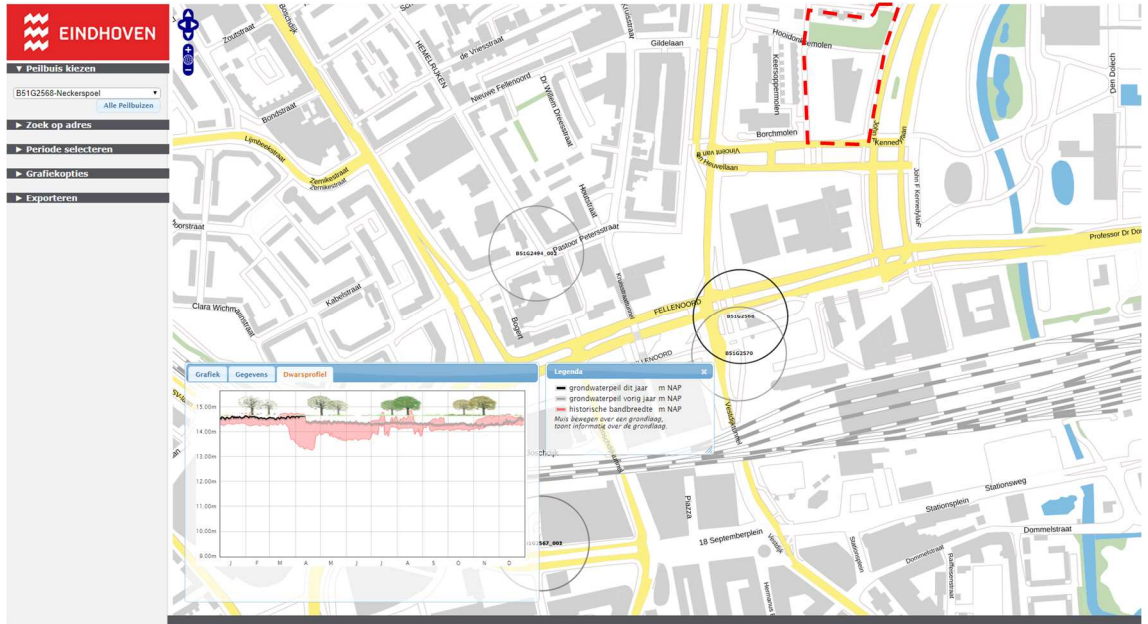
Gemeente Eindhoven beschikt over een eigen grondwatermeetnet. Binnen het plangebied zijn geen peilbuizen aanwezig van dit meetnet, de peilbuis op kortste afstand tot het projectgebied ligt aan het fietspad langs Neckerspoel en in het kruispunt van de Pastoor Petersstraat en Hemelrijken.

De peilbuis met nummer B51G2568 ligt langs het fietspad. Ten opzichte van het plangebied ligt het maaiveld hier beduidend lager, op ca. 14,63 m + NAP. De historische bandbreedte van de grondwaterstand ligt varieert tussen de 13,30 m + NAP en tot aan het maaiveld. De peilbuisgegevens staan weergegeven in Figuur 3.

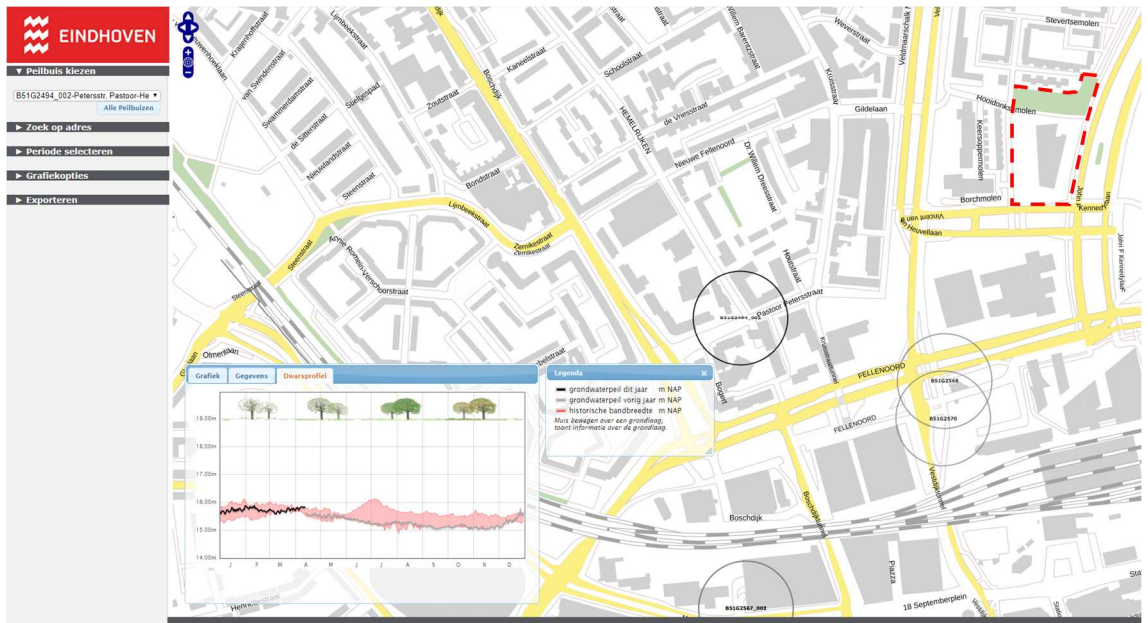
De peilbuis in de Pastoor Petersstraat ligt op ca. 18,94 m + NAP en komt daarmee beter overeen met het plangebied. De historische bandbreedte van de grondwaterstand ligt hier tussen de 15,00 m + NAP en 16,10 m + NAP. De peilbuisgegevens staan weergegeven in Figuur 4.

Binnen het plangebied zijn boringen uitgevoerd waarbij het grondwaterveldniveau is gemeten. Uit de gegevens van Tabel 1 blijkt dat bij boring IP01 een hoge grondwaterstand aanwezig is, hiervoor is met het huidige onderzoek geen duidelijke aanleiding aan te wijzen. Bij de overige boringen is de grondwaterstand beduidend lager (ca. 3 m - MV) en komt dit meer overeen met de grondwaterstand in de Pastoor Petersstraat.

Figuur 3 Peilbuisgegevens B51G2568-Neckerspoel



Figuur 4 Peilbuisgegevens B51G2494\_002-Petersstr.Pastoor-Hemelrijken



## 2.4 Bodemgegevens

Via DinoLoket zijn boormonsterprofielen opgevraagd van boorpunten in de buurt van het plangebied. Uit deze profielen blijkt dat de bovengrond uit fijn zand bestaat met daaronder een leemlaag op ca. 4,0 m - MV. Tevens zijn op locatie een drietal boringen uitgevoerd met infiltratieonderzoek. De resultaten van dit onderzoek staan in Tabel 1 weergegeven. Hierbij is boring IP01 in het noorden, IP02 in het westen en IP03 in het zuiden van het plangebied genomen.

**Tabel 1 Resultaten doorlatendheidsproeven (bron: rapport E183646.001/RKR, d.d. 06-04-2018)**

		Nummer proef/boring		
		IP01	IP02	IP03
Site		De Bunker		
Coördinaten	X	161459	161407	161417
	Y	384273	384228	384173
	Z (m+NAP)	18,23	18,67	18,41
Diepte boring (m-mv)		4	4	4
Grondwater (m-mv)		0,60	3,30	2,90
Testdiepte (m-mv)		0,50	2,00	1,00
Diameter boring (mm)		80	80	80
Grondsoort		Tot 2,50m –mv siltig zand, matig fijn, daaronder glas- en puinresten [stort]	Tot 4,00m –mv siltig zand, matig fijn	Tot 4,00m –mv siltig zand, matig fijn
Doorlaatfactor (m / d)		0,62	0,21	0,89
Hooghoudt				

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat bij boring IP01 een hoge grondwaterstand aanwezig is, hiervoor is met het huidige onderzoek geen duidelijke aanleiding aan te wijzen. Bij de overige boringen is de grondwaterstand beduidend lager en komt dit meer overeen met de grondwaterstand in de Pastoor Petersstraat.

Tevens blijkt uit boring IP01 glas- en puinresten aanwezig zijn in de bodem, als deze laag geroerd wordt dient er voorafgaand asbestonderzoek uitgevoerd te worden.

De doorlatendheid van de bodem ligt tussen de 0,21 m/dag en 0,89 m/dag. Dit is niet heel hoog, maar wel voldoende om infiltratie plaats te laten vinden mits er voldoende berging wordt gecreëerd.

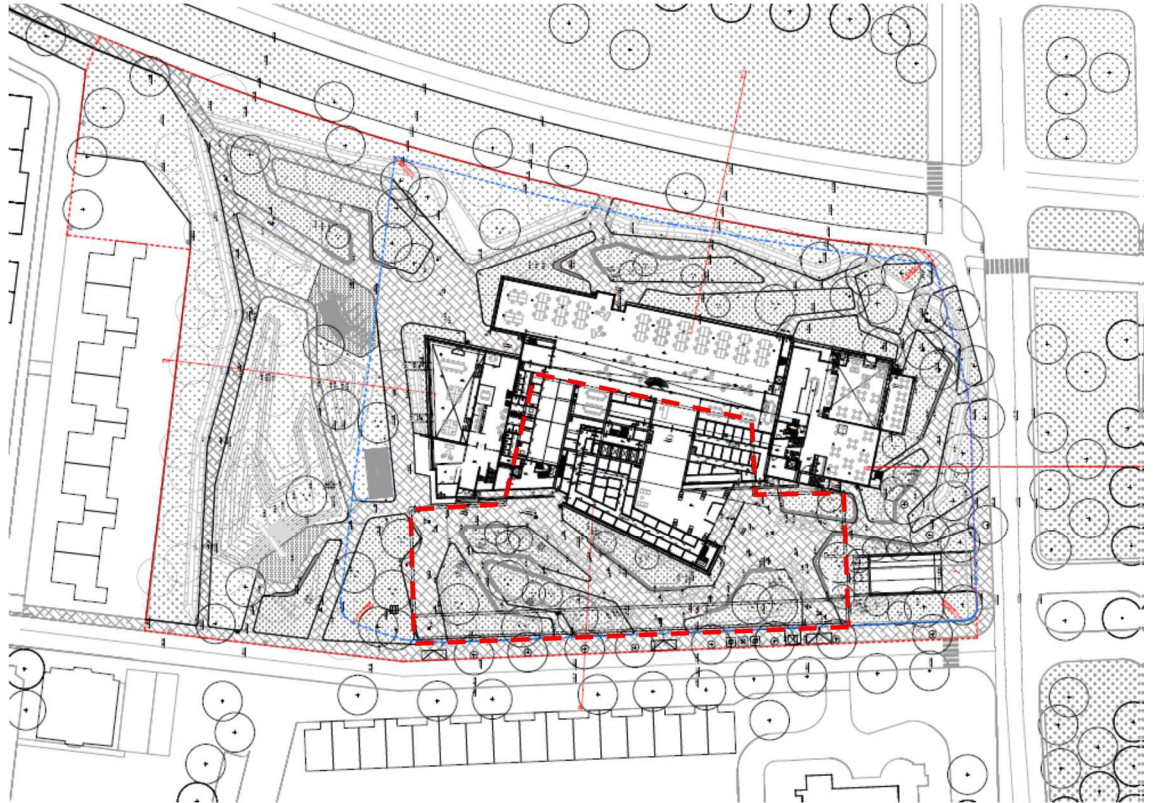
## 2.5 Oppervlaktewater

Binnen het plangebied is geen oppervlaktewater aanwezig. Ten oosten van het plangebied is de Dommel gelegen (de blauwe kleur in Figuur 2).

### 3 Beschrijving nieuwe situatie

In de nieuwe situatie wordt het terrein van de Bunker heringericht zodat het terrein meer groen wordt. Het parkeerterrein maakt plaats voor paden met veel groen en bomen waardoor het een stadspark achtig karakter krijgt. De verhoging aan de noordzijde wordt deels in stand gehouden, maar wel verlaagd. Daarnaast wordt er een ondergrondse parkeergarage aangebracht, deze is met een rode stippellijn aangegeven in Figuur 5.

**Figuur 5** Schematisch overzicht nieuwe situatie



## 4 Waterhuishouding Bunkertoren

### 4.1 Algemeen

De waterhuishouding van de nieuwe ontwikkeling is ruwweg in drie delen op te delen, te weten:

- Waterhuishouding op de daken;
- Inpandige waterbuffer voor hergebruik;
- Waterhuishouding op het terrein;

Het water dat op de daken valt wordt in eerste instantie, waar mogelijk, geborgen op de daken zelf. Vervolgens wordt het afvloeiende hemelwater in de waterreservoir gefilterd en opgeslagen voor later hergebruik, hiervoor zullen dakafvoeren aangesloten worden op de buffer. Zodra de buffer vol zit loopt deze vanzelf via een overstortleiding naar het maai-veld. Op het terrein wordt het water zoveel mogelijk geïnfiltreerd en geborgen in kratjes boven de parkeergarage en in wadi's. Wanneer er niet voldoende waterberging is, stort het water via slokops over op de drain onder de wadi. De drain wordt in het zuiden van het plangebied voorzien van een welput zodat hier het hemelwater op kan wellen richting de Vincent van den Heuvellaan.

Ambitie binnen dit project is 60 mm water te verwerken op eigen terrein. Dit houdt in dat er over het dakoppervlak en het terreinoppervlak 60 mm geborgen en geïnfiltreerd moet worden binnen het plangebied. De verdeling van het verhard oppervlak staat weergegeven in Tabel 2:

**Tabel 2 Onderverdeling verhard oppervlak plangebied**

ONDERDEEL	OPPERVLAK (M <sup>2</sup> )
Dakoppervlak	3.550
Verharding	4.310
Trafo	38
<b>Totaal:</b>	<b>7.898</b>

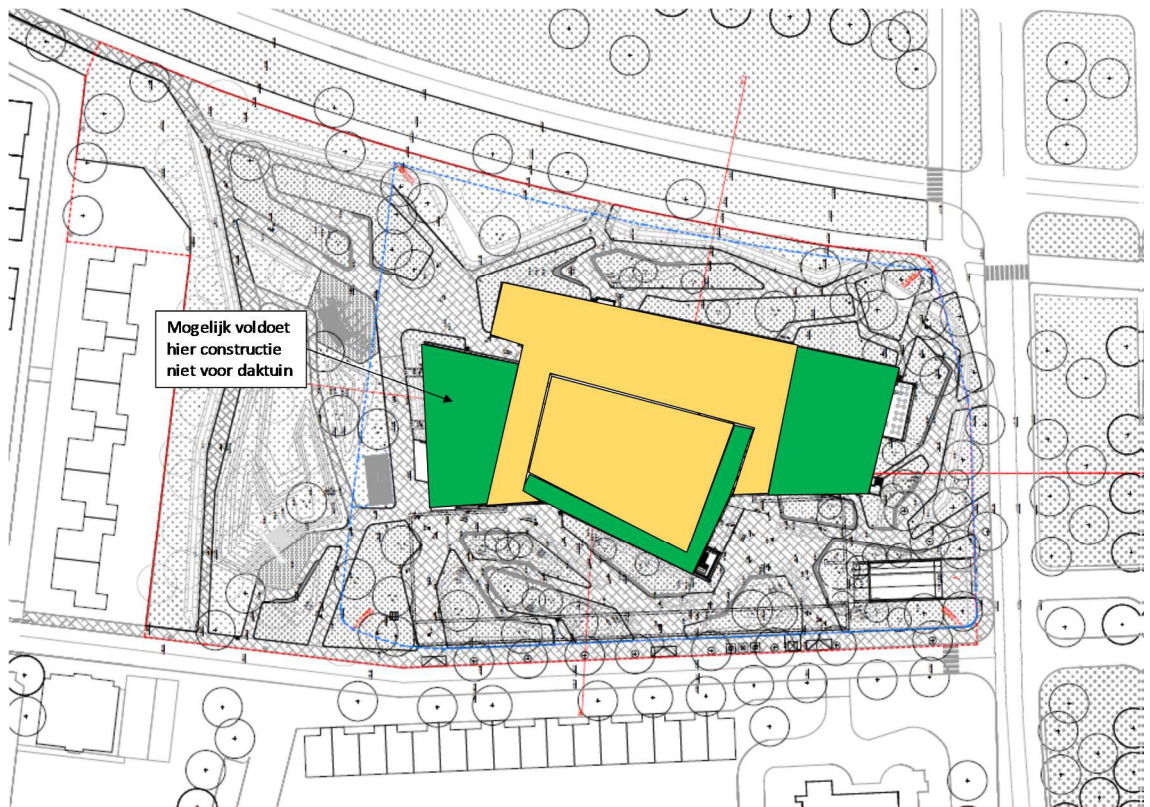
Over een verhard oppervlak van ca. 7.900 m<sup>2</sup> dient dan ca. 475 m<sup>3</sup> berging gecreëerd te worden om zo te voldoen aan de bergingsambitie. De gemeente is meegenomen in de afstemming van de hoeveelheid berging middels telefonisch overleg.

#### 4.2 Waterhuishouding op de daken

De platte daken van de Bunkertoren worden grotendeels ingedeeld als daktuin of zonnepaneelveld met daaronder lage vegetatie. De daktuinen worden ingericht met gras, struiken en bomen en hebben een groene en recreatieve functie, de zonnepanelen zijn enkel toegankelijk voor onderhoud en hebben lage vegetatie. De onderverdeling van daktuin en zonnepanelen staat geschetst weergegeven in Figuur 6.

Omdat bij zowel de daktuin als onder de zonnepanelen vegetatie wordt aangeplant is het van belang in de waterbehoefte te voorzien van deze beplanting. Dit kan eenvoudig gecombineerd worden met waterberging op daken middels een capillair irrigatiesysteem. Dit systeem bestaat uit kunststof kratten van 150 mm hoog die voorzien van kolommen met capillaire werking die het geborgen water afgeven aan het bovenliggende substraat. Een principe van dit systeem staat weergegeven in Figuur 7.

**Figuur 6** Onderverdeling daktuin - zonnepanelen



N.B.: Binnen bovenstaande vlakken zijn nog kleine vlakken aanwezig die niet tot afstroming komen naar het capillaire irrigatiesysteem, bijvoorbeeld terrassen en de schuine daken van de bunker. Deze oppervlakten worden meegerekend in de bergingsopgave van het terrein.



Figuur 7 Principe capillair irrigatiesysteem



Van de kratjes wordt 60 mm als berging met geknepen afvoer vormgegeven waardoor 90 mm van de kratjes ingericht wordt als waterreservoir voor beplanting. Dit wordt ingesteld middels een verticale PVC buis (opzetstuk) in een put die op deze 90 mm ingesteld wordt. De overige 60 mm wordt tijdelijk geborgen in de kratjes door een geknepen afvoer (1,5 l/s/ha) te realiseren achter de verticale PVC buis. Omdat tijdens zware regenval (300 l/s/ha) voldoende afvoer beschikbaar dient te zijn, dient een overloopmogelijkheid op het dak aanwezig te zijn.

Een samenvatting van de berging in het capillaire irrigatiesysteem op de daken staat in Tabel 3 weergegeven. Het uitgangspunt hierbij is dat het aangesloten oppervlak hetzelfde is als het oppervlak van het systeem. Uit de tabel blijkt dat er 163 m<sup>3</sup> berging aanwezig is. Het 90 mm reservoir mag hierin niet meegeteld worden omdat deze berging niet altijd beschikbaar is.

Tabel 3 Berging in capillair irrigatiesysteem

ONDERDEEL	OPPERVLAK (M <sup>2</sup> )	90 MM BERGING RESERVOIR (M <sup>3</sup> )	60 MM RETENTIE (M <sup>3</sup> )	AFVOER (L/S)
Daktuin:	916	83	55	0,14
Zonnepanelen:	1.789	161	108	0,27
Totaal:	2.705	244	163	0,41

Het totale dakoppervlak bedraagt ca. 3.550 m<sup>2</sup>, het aandeel schuin dak/terras is daarmee ca. 3.550 - 2.705 = 845 m<sup>2</sup> waarvoor de berging op het terrein gezocht moet worden.

Door de constructeur is aangegeven dat het dak van het noordelijk deel (links in Figuur 6) mogelijk niet voldoet om de waterberging te dragen. In dat geval wordt de berging van dit dak verplaatst naar het aanliggende zonnepanelen dak. Dit houdt in dat hier ca. 23 m<sup>3</sup> extra retentie gerealiseerd moet worden en 0,06 l/s extra afvoer. Vanwege de hogere ligging van het noordelijke dak kan het water naar het lager gelegen zonnepanelen dak afgevoerd worden om het daar te bergen.

#### 4.3 Waterreservoir

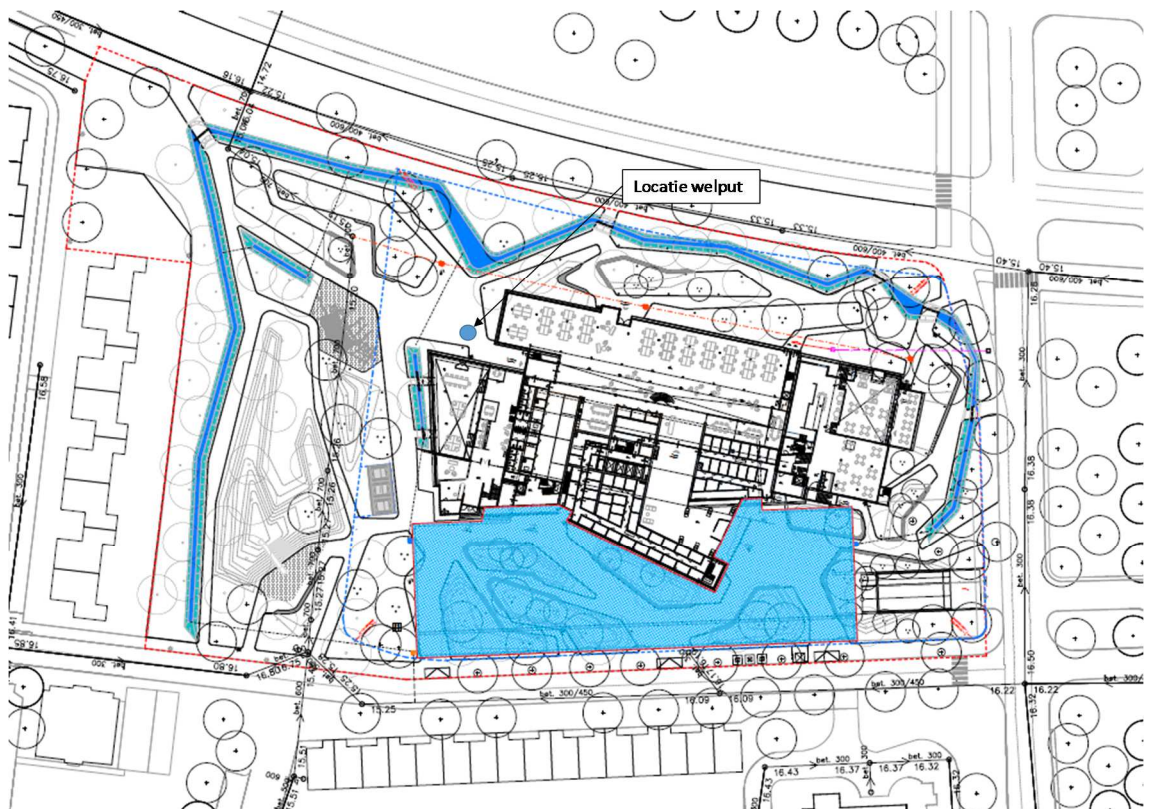
Binnen de Bunkertoren wordt een waterreservoir gerealiseerd onder vloerpeil waarop de afvoeren van de daken afwateren. Het water dat hierin opgeslagen wordt, wordt weer hergebruikt voor irrigatie en/of toiletspoeling. In eerste instantie zal het hemelwater dat op het dak valt grotendeels geborgen worden in het capillaire irrigatiesysteem. Wanneer de berging in de kratten gevuld is, komt er water vanuit de retentie van de kratten in het waterreservoir terecht. Tevens zijn er terrassen en schuine muren waarop water valt dat afgevoerd wordt via de afvoeren en niet wordt geborgen in het capillaire irrigatiesysteem.

Vanwege de beperkte aanvoer van hemelwater bevelen wij aan om ook het gebruik van leidingwater voor irrigatie en/of toiletspoeling mogelijk te maken wanneer er geen hemelwater voor handen is.

Het waterreservoir krijgt een inhoud van ca. 27 m<sup>3</sup>. Als het reservoir vol raakt, loopt deze via een in pandige leiding over via een welput op maaiveldniveau. Deze put staat weergegeven in Figuur 8. Vanaf het maaiveld loopt het water richting de wadi's waar het geborgen wordt. Omdat het water langere tijd opgeslagen kan worden in het reservoir, wordt dit reservoir niet meegeteld in de bergingsopgave.

Om te voorkomen dat water uit de aan- en afvoerleidingen of het reservoir zelf loopt wanneer het reservoir vol zit, dient het reservoir en het leidingwerk minimaal tot op maaiveldniveau volledig waterdicht gemaakt te worden en bestand gemaakt tegen de optredende waterdruk.

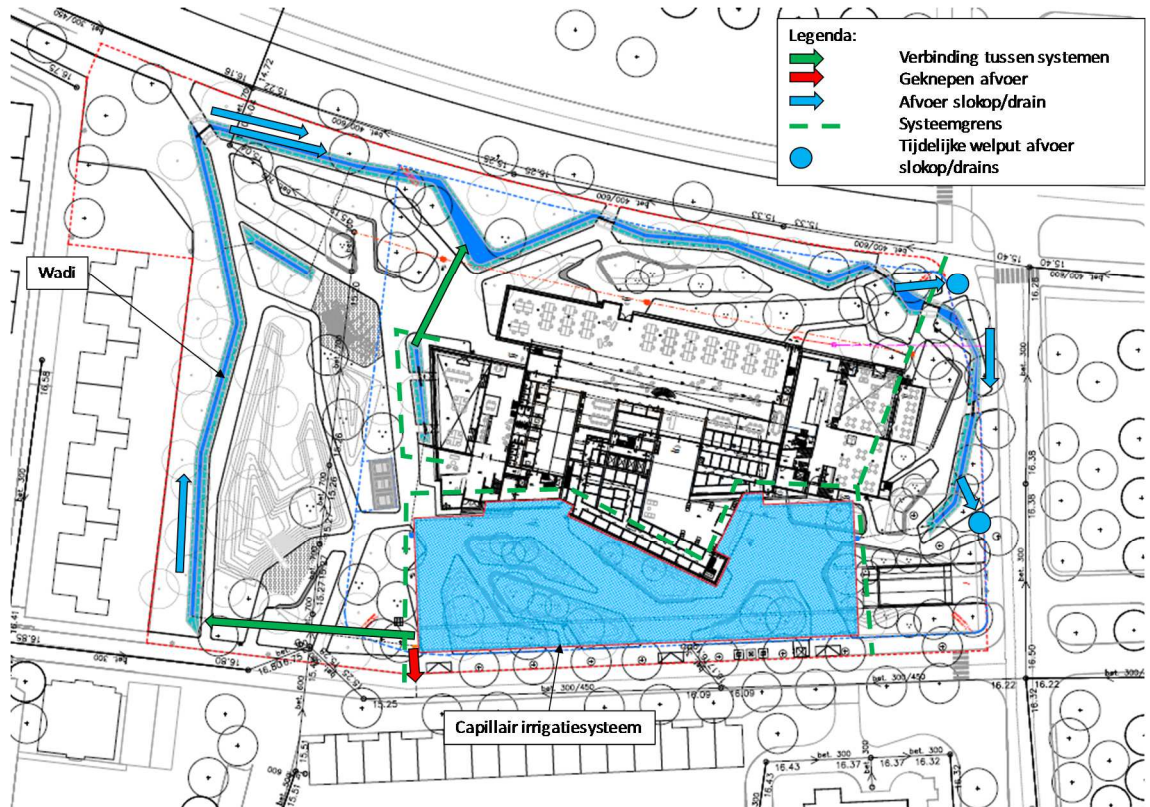
**Figuur 8** Locatie welput van waterreservoir



#### 4.4 Waterhuishouding op het terrein

Het hemelwater dat op de verharding van het terrein en de afgeschuinde daken/wanden valt wordt geborgen in wadi's langs de paden en een capillair irrigatiesysteem op het parkeerdek. Het systeem staat schematisch weergegeven in Figuur 9 en in Bijlage 1.

**Figuur 9 Indeling wadi's (blauw) en capillair irrigatiesysteem op parkeerdek (lichtblauw)**



Het hemelwater zal, waar mogelijk, oppervlakkig naar de wadi's of de kratjes stromen. Wanneer dit niet mogelijk is, bijvoorbeeld bij de ingang van het gebouw, dan wordt het water ingezameld middels een goot of kolk die afwatert op de voorzieningen.

De wadi's krijgen een diepte van 0,30 m, wat gelijk de maximale waterstand in de wadi wordt. Wanneer het waterpeil boven de 0,30 m stijgt, storten de wadi's via slokops over op de onderliggende drain die het water afvoert richting de Vincent van den Heuvellaan, dit is met blauwe pijlen aangegeven in Figuur 9. De gemeente heeft aangegeven dat in deze straat in de toekomst mogelijk een waterstructuur wordt aangelegd richting de Dommel, drains van de wadi kunnen hier in de toekomst op aangesloten worden. Om verkeershinder op de Vincent van den Heuvellaan te voorkomen, worden de drains tijdelijk voorzien van welputten binnen het plangebied zodat hier het hemelwater op kan wellen richting de Vincent van den Heuvellaan.

Uitgaande van een bodemhoogte van 17,50 m + NAP (worst-case scenario), dan ligt de wadibodem ca. 1,40 m boven de gemeten grondwaterstanden zoals beschreven in paragraaf 2.3, dit is ruim voldoende.

De wadi's worden onderling met elkaar verbonden om zo het water zo gelijkmatig mogelijk te verdelen. Deze verbinding geschiedt in principe middels een lijngoot, maar wanneer de afstand te groot is of esthetisch niet wenselijk wordt geacht, dan wordt de verbinding tot stand gebracht middels een pk-put met roosterdeksel en een ondergrondse leiding van PVC Ø160 mm.

Uitzondering hierop zijn de wadi's aan de zuidkant, deze zijn vanwege de lage ligging van het maaiveld daar losgekoppeld van de rest. Het is daarbij van belang dat de slokops van deze wadi's een aparte aansluiting krijgen naar de Vincent van den Heuvellaan. Daarnaast zijn de wadi's direct ten noorden van het gebouw ook niet verbonden vanwege de hoge ligging van het maaiveld, wel kunnen ze via het maaiveld of een slokop overtollig hemelwater bergen in de lager gelegen aangrenzende wadi's.

Om de beschikbare berging in het terrein optimaal te benutten wordt ook een verbinding tussen de wadi's en het capillaire infiltratiesysteem gemaakt. Deze wordt vormgegeven middels een put met een verticale PVC leiding met hetzelfde principe als beschreven in paragraaf 4.2, maar dan afgesteld op 45 mm berging en 40 mm retentie. De wadi's dienen daarbij als overloop bij hevige buien, tevens is een put voorzien met een geknepen afvoer om de 40 mm retentie van het capillaire irrigatiesysteem vertraagd af te voeren naar de openbare riolering van de Bisschopsmolen.

De verdeling van het verhard oppervlak dat afwatert op de wadi's en het capillair irrigatiesysteem staat weergegeven in Tabel 4. De bergingsopgave in de terreinvoorzieningen wordt daarmee 312 m<sup>3</sup>.

**Tabel 4 Verhard oppervlak op terreinvoorzieningen**

ONDERDEEL	OPPERVLAK (M <sup>2</sup> )
Dakoppervlak	845
Verharding	4.310
Trafo's	46
<b>Totaal:</b>	<b>5.201</b>

Bovenop het dek van de parkeergarage worden de kratjes geplaatst, zowel onder de verharding als het groen. Hierdoor staat meer berging dan de bovenliggende verharding nodig heeft waardoor minder wadi's gegraven hoeven te worden. De verdeling van de bergingsopgave over de voorzieningen staan Tabel 5 en Tabel 6. Inclusief het water dat infiltreert kan er in de voorzieningen ca. 314 m<sup>3</sup> verwerkt worden waarmee aan de bergingsopgave wordt voldaan.

**Tabel 5 Berging in capillair irrigatiesysteem**

ONDERDEEL	OPPERVLAK (M <sup>2</sup> )	45 MM BERGING RESERVOIR (M <sup>3</sup> )	40 MM RETENTIE (M <sup>3</sup> )	AFVOER (L/S)
Capillair irrigatiesysteem	2.150	97	86	0,33

**Tabel 6 Berging in wadi's**

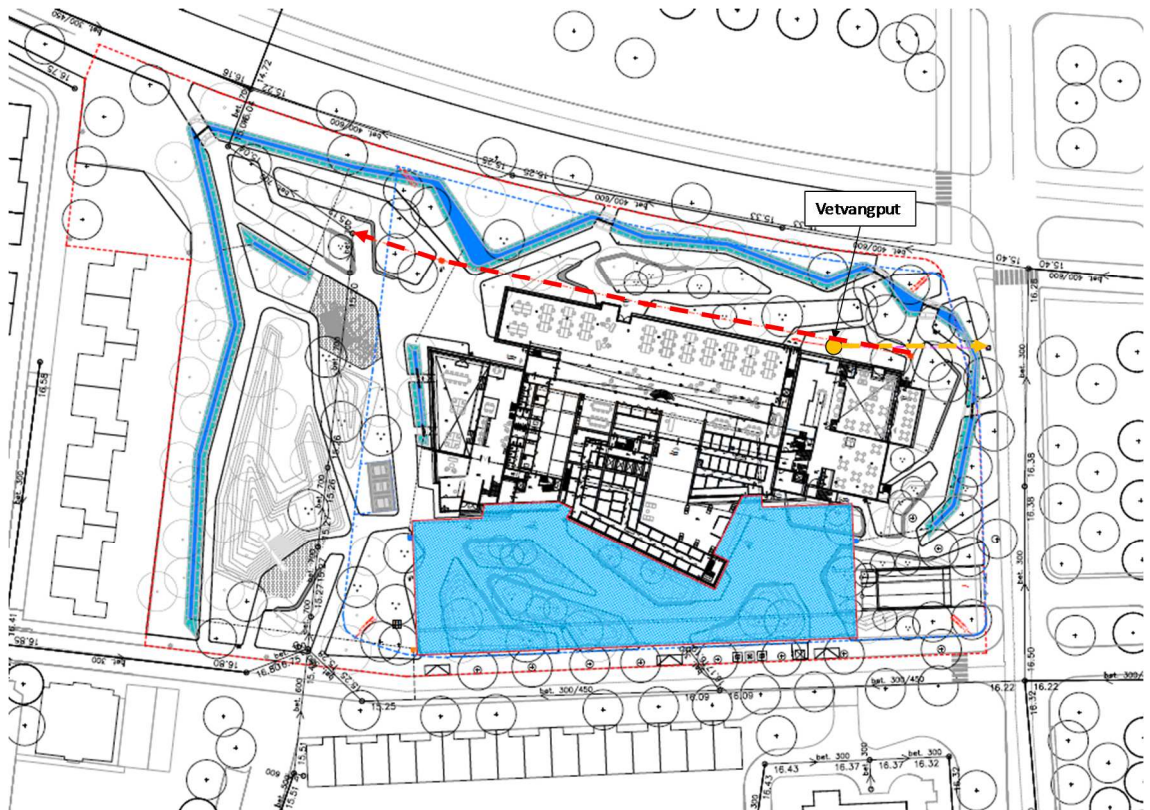
ONDERDEEL	BOVENOPPERVLAK (M <sup>2</sup> )	BODEMOPPERVLAK (M <sup>2</sup> )	BERGING (M <sup>3</sup> )	INFILTRATIE (M <sup>3</sup> /H)
Wadi's	960	455	212	15,8

#### 4.5 Droogweerafvoer

Het afvalwater binnen het plangebied wordt onder vrij verval afgevoerd middels een verzamelriool naar de bestaande riolering in de Hooidonksemolen. Het afvalwater vanuit de horecagelegenheid wordt eerst gezuiverd door een vetvangput, de capaciteit hiervan wordt door de installateur bepaald. De vetvangput kan middels een zuigleiding geledigd worden vanaf de Vincent van den Heuvellaan.

In Figuur 10 staat schematisch met rode lijnen de DWA riolering ingetekend. Het DWA verzamelriool heeft een totale lengte van 111 m en wordt uitgevoerd als een PVC Ø250 mm.

**Figuur 10 Schematische weergave DWA verzamelriool (rood) en zuigleiding vetvangput (oranje)**



Het systeem staat in open verbinding met de bestaande riolering, dat betekent dat de berging in het DWA systeem volledig ten goede komt van het bestaande gemeentelijke rioleringsstelsel. De berging in de leidingen bedraagt ca. 4,85 m<sup>3</sup>.

De DWA belasting op het systeem is berekend op basis van kengetallen afkomstig uit het Handboek Stedelijk Water. De belasting is als volgt:

**Tabel 7 Berekening DWA belasting**

BRON	BELASTINGS-GRONDSLAG	AANTAL	MAATGEVENDE BELASTING (L/H)	DWA BELASTING (M <sup>3</sup> /H)
Woningen	Bewoner	210 * 2.5 = 525	12	6,30
Restaurant	Werknemer	10	50	0,5
Kantoren	Werknemer	100	5	0,5

**Tabel 8** Uitgangspunten DWA riolering

ONDERDEEL		PARAMETERS
Hydraulische rekenwijze		Statisch
Indicatieve maatgevende belasting		7,3 m <sup>3</sup> /h
Materiaal	Buizen:	PVC
	Putten:	Kunststof
Minimale diameter		250 mm
Wandruwheid buizen		3 mm
Leidingverhang		4,0 ‰
Maximale vulling buizen		50%
Maaiveldniveau		18,20 m + NAP
Minimale dekking op buizen		1,20 m

Het maximale debiet dat een PVC leiding van Ø250 kan afvoeren bij het gegeven verhang en vulling bedraagt ca. 54 m<sup>3</sup>/h. Daarom kan gesteld worden dat de leiding ruimschoots voldoet. In verband met inspectie en onderhoud is gekozen de minimale diameter op 250 mm te houden.

#### 4.6 Resumé

Om aan de ambitie van 60 mm berging binnen het project te voldoen zijn binnen het plangebied een aantal voorzieningen ontworpen. Over een verhard oppervlak van ca. 7.900 m<sup>2</sup> dient dan ca. 475 m<sup>3</sup> berging gecreëerd te worden om zo te voldoen aan de ambitie. In Tabel 9 staat de berging samengevat per voorziening, in totaal is er ca. 477 m<sup>3</sup> berging aanwezig waardoor het plangebied 60 mm rainproof is.

**Tabel 9** Samenvatting berging in voorzieningen

VOORZIENING	BERGING (M3)
Capillair irrigatiesysteem op dak	163
Capillair irrigatiesysteem op parkeerdek	86
Wadi's (incl. infiltratie)	228
<b>Totaal</b>	<b>477</b>

De totale DWA productie binnen het plangebied bedraagt ca. 7,3 m<sup>3</sup>/h, de ontworpen riolering (PVC Ø250 mm) voldoet hiervoor ruimschoots.



## Bijlage 1: tekening DLA 17022 20180426 DO106