

Notitie

Contactpersoon	Francesca Sahit
Datum	7 oktober 2022
Kenmerk	N001-1285610FLN-V04-xab-NL

Watertoets ontwikkeling appartementen Singel, Odijk

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Aan de Singel te Odijk worden 12 appartementen met een parkeerterrein ontwikkeld. In de huidige situatie is het projectgebied een braakliggend terrein. Het oostelijk deel van het projectgebied is eigendom van de gemeente. De ontwikkelaar, Prominent Vastgoed, heeft in de voorfase van het project contact gehad met de gemeente Bunnik over het toepassen van een wadi in het oostelijk deel en langs de Singel, de voormalige loop van de Kromme Rijn. De gemeente heeft aangegeven dat het gebied ingericht mag worden als wadi, waarbij gevraagd is om een doordacht en robuust ontwerp te maken.

1.2 Doel

In deze watertoets zijn de waterbelangen van de gemeente en het waterschap geborgd. Hierbij is een hemelwaterschetsontwerp gemaakt, waarin de belangen zijn geborgd.

1.3 Projectgebied en ontwerp.

Het projectgebied (weergegeven in figuur 1.1) ligt aan de Singel aan de overzijde van huisnummer 51A in de kern Odijk. Het projectgebied is nu nog een braakliggend (onverhard) terrein. Ten zuiden van het projectgebied is oppervlaktewater aanwezig dat in het beheer is van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR).



Figuur 1.1. Overzicht projectgebied (bron: ESRI, 2022)

Het projectgebied is in totaal 1.568 m² (private grond). Met de gemeentelijke grond (oostzijde van het plan) van 367 m² komt de totale oppervlakte van het projectgebied uit op 1.935 m².

In figuur 1.2 staat ook de perceelgrens aangegeven met in het oosten van het projectgebied de gemeentelijke grond. De wadi wordt op de gemeentelijke grond gerealiseerd.



Figuur 1.2. Overzicht ontwerp toekomstige situatie (bron: Mies Architectuur, 9 september 2022)

2 Beleid en regelgeving

Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal en waterschapsbeleid, naar gemeentelijk beleid. In de Watertoets zijn de geldende beleidskaders van het projectgebied beschreven.

2.1 Europees beleid

Kaderrichtlijn Water

Internationaal wordt gestreefd naar duurzame en robuuste watersystemen. Op 22 december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn water (KRW) in werking getreden. Het doel van de KRW is verbetering van de (ecologische) kwaliteit van het oppervlaktewater. Bij ontwikkeling dient het streven naar duurzame en robuuste watersystemen centraal te staan, waarbij een goede ecologische en chemische waterkwaliteit wordt gerealiseerd.

Voor het bestemmingsplan gelden, in relatie met de KRW, diverse aandachtspunten: scheiden van schoon en vuil water, op diepte houden van wateren, een natuurvriendelijke inrichting en onderhoud van oevers en het voorkomen en aanpakken van verontreinigingsbronnen van hemelwater. Daarnaast geldt vanuit de KRW het algemene uitgangspunt dat er geen achteruitgang in de toestand van de (ecologische) waterkwaliteit mag optreden.

2.2 Nationaal beleid

WB21/NBW

Op basis van het rapport van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw en het kabinetsstandpunt 'Anders omgaan met water' hebben het Rijk, de provincies, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschappen het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) ondertekend. Het NBW is doorgevoerd in de provinciale en regionale beleidsplannen. Relevante aspecten uit het NBW zijn de drietrapsstrategieën: voor waterkwantiteit (vasthouden, bergen en afvoeren) en voor waterkwaliteit (schoonhouden, scheiden en zuiveren).

Voor het bestemmingsplan gelden specifiek de volgende aandachtspunten:

- In gebieden die op termijn nodig worden geacht voor waterberging, mag geen bebouwing komen
- In gebieden met dikke veenpakketten, mogen geen ruimtelijke besluiten worden genomen die leiden tot bodemdaling
- De ruimte dient zodanig te worden bestemd, dat door inrichting en gebruik geen vervuiling optreedt naar grond- en oppervlaktewater
- Ruimtelijke ingrepen zijn waterneutraal, of hebben zelfs een verbetering van het bestaande watersysteem tot gevolg

Waterwet

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. Met de Waterwet hebben het Rijk, waterschappen, provincies en gemeenten moderne wetgeving in handen om integraal waterbeheer te realiseren, om te zorgen voor waterveiligheid en om watervervuiling, wateroverlast en watertekorten tegen te gaan.

De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De Waterwet kent formeel slechts twee waterbeheerders: het rijk, als de beheerder van de Rijkswateren, en de waterschappen, als de beheerders van de overige wateren. Deze laatste zijn daarnaast ook verantwoordelijk voor het zuiveringsbeheer. Provincies en gemeenten zijn formeel geen waterbeheerder, maar hebben wel waterstaatkundige taken. Tot slot zijn de zorgplichten van de gemeenten opgenomen in de waterwet.

Nationaal Waterplan

In het Nationaal Waterplan zijn algemene beleidsuitgangspunten opgenomen, waaronder het streven naar:

- Duurzaam en klimaatbestendig waterbeheer
- Ruimte voor water en meebewegen met en gebruik maken van natuurlijk processen
- Het in samenhang aanpakken van opgaven voor wonen, werken, mobiliteit, recreatie, landschap en natuur, water en milieu

Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie

Het Deltaprogramma bevat sinds 2018 een Deltaplan Ruimtelijke adaptatie. De kern van de deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie is dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust is ingericht. In 2020 moet klimaatadaptatie zijn vertaald naar beleid. Overheden gaan ervoor zorgen dat schade door hittestress, wateroverlast, droogte en overstromingen zo min mogelijk toeneemt en letten daarop bij de aanleg van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen, het opknappen van bestaande bebouwing, vervanging van rioleringen en wegonderhoud.

2.3 **Beleid waterschap HDSR**

In het handboek 'Water in ruimtelijke plannen' beschrijft het waterschap de werkwijzen en het beleid omtrent water en klimaatadaptatie. Voor wateroverlast wordt geadviseerd het projectgebied te ontwikkelen zodat bij hevige neerslag geen schade optreedt. Hierbij wordt geadviseerd de volgende richtlijnen te hanteren:

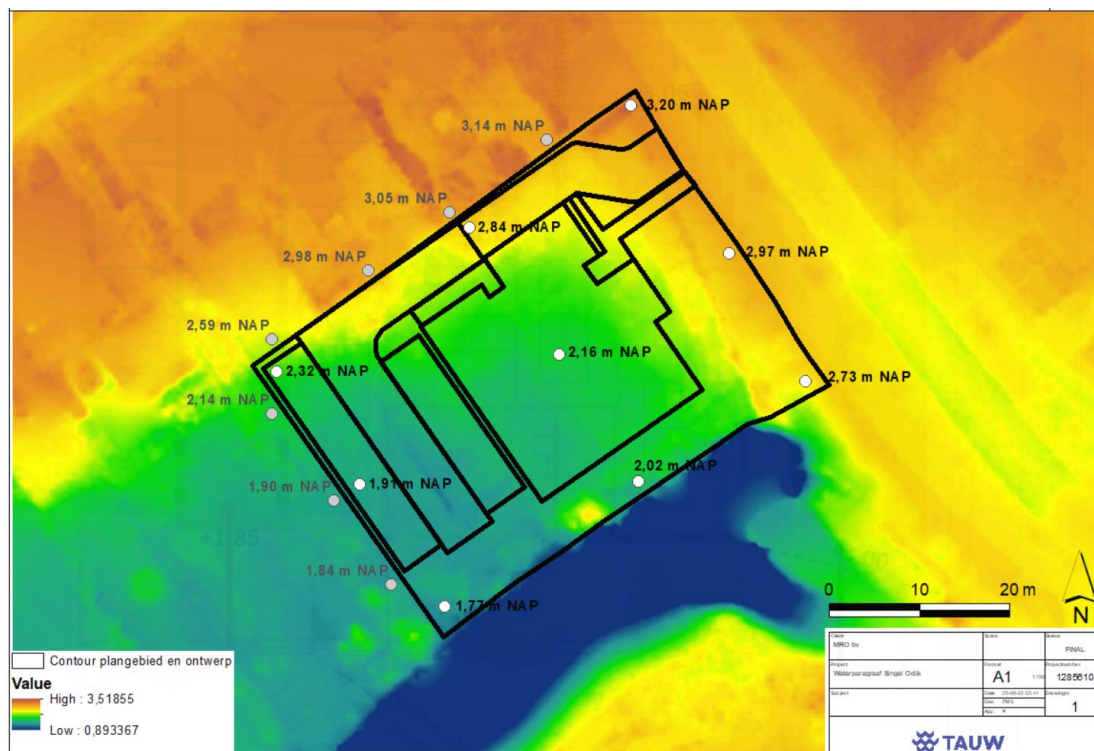
- In het projectgebied treedt bij extreem hevige neerslag geen schade op (bui 70 mm in één uur) aan bebouwing, infrastructuur en vitale voorzieningen
- Bij herstructurering en nieuwbouwoontwikkeling minimaal 45 mm en 70 mm waterberging realiseren. Dit kan in de vorm zijn van het realiseren van infiltratievoorzieningen, berging met vertraagde afvoer of het creëren van oppervlaktewater. Wat betreft de voorzieningen wordt de volgende voorkeursvolgorde gehanteerd:
 - Aanleggen bovengrondse voorzieningen
 - Aanleggen ondergrondse voorzieningen
 - Andere manieren van water vasthouden
- De ontwikkeling of inrichting gebeurt waterneutraal
- Het toevoegen van verharding leidt niet tot extra aanvoer/afvoer van water. Hemelwater wordt zoveel mogelijk vastgehouden en hergebruikt in het projectgebied

Bij de start van dit project was nog het oude beleid van kracht waarbij de compensatie-eis van 45 mm op basis van de toename van het verhard oppervlak wordt gehanteerd als compensatie-eis.

3 **Gebiedsbeschrijving**

3.1 **Hoogtekaart**

De gemiddelde hoogte van het projectgebied is +2,52 m NAP. Het laagste punt ligt in de zuidwesthoek op circa +1,74 m NAP en loopt op naar het noordwesten waar het hoogste punt in de noordoosthoek ligt op circa +3,30 m NAP.



Figuur 3.1. Hoogtekaart (AHN4) projectgebied. (Bron: AHN4, 2022)

3.2 Oppervlaktewater

Het projectgebied grenst in het zuidoosten aan de Singel, de voormalige loop van de Kromme Rijn. Het projectgebied ligt in een peilgebied waar een flexibel peil wordt gehanteerd van minimaal +0,51 m NAP en maximaal +1,32 m NAP. Bij een flexibel peilbeheer kan het waterpeil fluctueren tussen een vastgestelde onder- en bovengrens. Het peil fluctueert door de invloed van neerslag, verdamping, wegzijging en kwel. Het water wordt hierbij afgevoerd wanneer het maximale peil wordt overschreden. Er wordt water ingelaten als het waterpeil onder het minimale peil komt te staan.

Het projectgebied ligt niet in een beschermzone van de Singel, deze is wel aanwezig aan de zuidkant van de Singel. Hierdoor zijn ontwikkelingen in het projectgebied niet vergunningsplichtig voor het waterschap.

3.3 Bodembeschrijving

Vanuit het bodemonderzoekrapport van PJ Milieu BV is inzicht gegeven in de bodemopbouw. Op 8 juli 2020 zijn de onderzoeken uitgevoerd (kenmerk PJ Milieu BV: 20039301A). In bijlage 1 is de overzichtskaart met de boorprofielen uit het rapport bijgevoegd.

In de bodemprofielen is af te lezen dat de eerste 1,0-1,5 meter vanaf maaiveld uit klei bestaat. Hieronder is zandlaag aanwezig (matig fijn, zwak siltig) van 1 meter. Dit betekent dat de bodem binnen het projectgebied slecht doorlatend is en dus beperkt tot geen infiltratie mogelijk is.

3.4 Grondwater

Er zijn geen grondwatergegevens of -monitoring bekend in het projectgebied of in de buurt van het projectgebied. Op basis van hoge oppervlaktewater bij extreme en langdurige natte periode, wordt voor het gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) uitgegaan van de gemiddelde minimale en maximale waterstand van het oppervlaktewater plus een opbolling van 0,2 m. Dit betekent dat de GHG aangenomen wordt op een hoogte van +1,10 m NAP.

3.5 Riolering

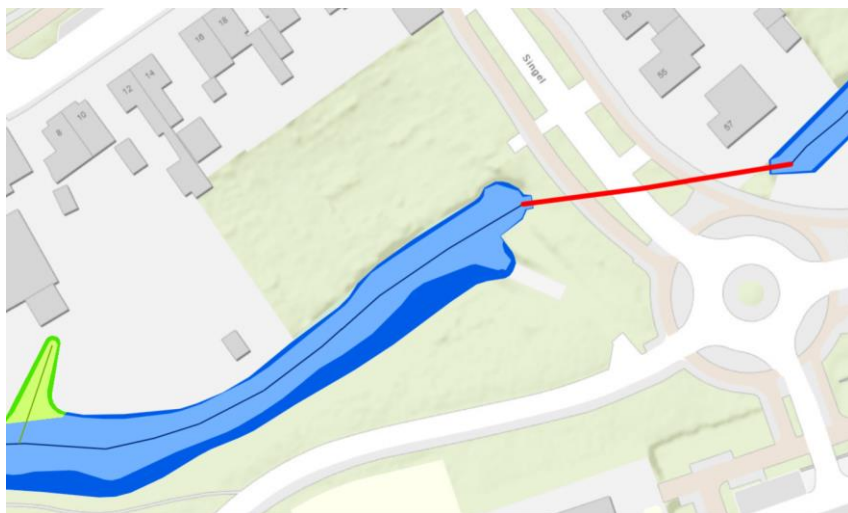
In het oosten van het projectgebied is een gemengde rioolleiding aanwezig met een overstort naar de Singel (zie Figuur 3.2). De leiding loopt van 0,30 naar 0,10 m NAP vanuit het noorden naar de overstort. De overstort ligt op 2,90 m NAP en heeft een overstortdrempel van 2,28 m NAP. In de noordoosthoek is een inspectieput aanwezig.



Figuur 3.2 Overzicht aanwezig rioolleiding en overstort met inmetinggegevens

3.6 Kunstwerken

In het projectgebied zelf zijn geen hydrologische kunstwerken aanwezig. Het oppervlaktewater aangrenzend aan het projectgebied is onderbroken door een rijbaan, ook Singel benoemd. Onder de Singel worden de oppervlaktewaterdelen met elkaar verbonden middels een duiker (DK0001, weergegeven in figuur 3.3). Binnen dit project zal de duiker geen hinder ondervinden van de ontwikkelingen.



Figuur 3.3. Duiker DK0001 onder de Singel

3.7 Beschermingszone oppervlaktewater

De beschermingszone van het oppervlaktewater ligt ten zuiden van De Kromme Rijn en niet binnen het projectgebied (weergegeven in figuur 3.4). Hierdoor zijn ontwikkelingen langs het oppervlaktewater niet vergunningsplichtig. Echter is de oever van de (voormalige) loop van de Kromme Rijn, nu de Singel, beschermd in het provinciaal beleid vanwege de aardkundige waarde. In de interim omgevingsverordening ([interim Omgevingsverordening](#)) is bepaald dat de huidige waarden, waaronder ook het huidige reliëf, niet aangetast mogen worden.



Figuur 3.4. Beschermingszone in het roze weergegeven ten zuiden van de Kromme Rijn

4 Waterhuishouding toekomstige situatie

In dit hoofdstuk wordt de waterhuishouding in de toekomstige situatie beschreven. Ten grondslag van het toekomstige watersysteem ligt de waterbalans, waarin de compensatie-eis is bepaald.

4.1 Waterbalans

In de huidige situatie is het projectgebied een volledig onverhard terrein. In de toekomstige situatie wordt een appartementencomplex gerealiseerd met parkeerplaatsen en een ecologische zone. De parkeerplaatsen worden met een halfverharding (grasbetonstenen) uitgevoerd. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de oppervlakteverdeling en de compensatie-eis. In totaal moet er **53 m³** worden gecompenseerd door de toename in verhard oppervlak.

Een gedeelte van de inrit en drempel valt buiten de kadastrale grens. Deze verharding is wel meegenomen in de bepaling, omdat dit wel een toename is van het verhard oppervlak.

Daarnaast wordt de halfverharding voor 75 % meegerekend als verhard oppervlak in de bepaling.

Dit omdat halfverharding in de praktijk na aanleg maar voor een beperkte periode fungeert als waterdoorlatende verharding, waarna het dichtslibt en als verhard oppervlak fungeert.

Tabel 4.1 Oppervlakteverdeling en waterbalans projectgebied

Situatie	Type oppervlak	Oppervlakte [m ²]	Compensatie-eis 45mm [m ³]
Huidig	Gras (onverhard)	1.926*	-
Toekomstig	Appartementen (verhard)	537	24
	Weg (verhard)	394	18
	Parkeerplaatsen (halfverhard)	245	8**
	Fietsparkeren (verhard)	25	1
	Voetpad (verhard)	43	2
	Haag en overig groen (onverhard)	347	-
	Ecologische zone (onverhard)	335	-
Totaal			53

* Inclusief gemeentegrond

** Halfverharding is voor 75 % meegenomen in de compensatie-eis

4.2 Hemelwaterontwerp

Voor het hemelwatersysteem is in overleg met de gemeente besloten dat er twee hemelwatervoorzieningen toegepast worden, waarvan een aangelegd wordt op gemeentelijke grond. Rekening houdend met het maaiveldverloop en de beschermde oeverzone is het niet mogelijk om de volledige bergingsopgave op gemeentegrond te realiseren. Daarnaast hebben de bewoners van de aangrenzende percelen aangegeven bezwaar te hebben met een te groot hoogteverschil tussen het plangebied en de aangrenzende percelen. Om deze reden wordt het projectgebied opgesplitst in twee deelgebieden met beide een eigen hemelwatervoorziening (zie Figuur 4.1). Deelgebied 1 bevat de appartementen en het voetpad en een deel van de toegangsweg. Deelgebied 2 bevat de fietsenstalling, de parkeerplaatsen en bijbehorende deel van

de toegangsweg. In Tabel 4.2 Overzicht bergingsopgave per deelgebied is een overzicht opgenomen van het totaal verhard oppervlak per deelgebied en bijbehorende bergingsopgave. De ecologische zone en overige groen langs het zuiden van het projectgebied zijn niet meegenomen in de deelgebieden. In deze paragraaf lichten we het ontwerp en inrichting van de voorzieningen toe. Ook de wateraanvoer van de verschillende oppervlakten en de waterafvoer worden besproken.



Figuur 4.1 Overzicht deelgebieden hemelwatervoorziening

Tabel 4.2 Overzicht bergingsopgave per deelgebied

Deelgebied 1	Verhard oppervlak [m ²]	Compensatie-eis 45mm [m ³]
1	713	32
2	469*	21

*75 % van het totaal oppervlak van de parkeerplaatsen (halfverharding) is in de berekening opgenomen

4.2.1 Hemelwatervoorzieningen

Binnen de plangrenzen is het niet mogelijk om 70 mm waterberging te realiseren. Daarom is een variant ontworpen waarbij de hemelwatervoorzieningen de bergingsopgave van een 45 mm bui borgen. Er is gekozen voor een wadi aan de oostkant (deelgebied 1) en waterbergende wegfundering onder een gedeelte van de parkeervakken (deelgebied 2). Dit zorgt ervoor dat de ecologische en aardkundige eigenschappen van de oeverzone behouden blijven. Daarnaast houdt het ontwerp rekening met het bestaande maaiveldverloop en voorkomt mogelijke wateroverlast en ongewenste situaties voor de aangrenzende burens. In figuur 4.2 is een overzicht weergegeven van de locaties van de hemelwatervoorziening.



Figuur 4.2 Overzicht hemelwatervoorzieningen

Deelgebied 1: Wadi

De bergingsopgave van deelgebied 1 is 32 m³. In het oostelijke deel van het projectgebied (gemeentelijk grond) wordt een wadi gerealiseerd dat ter compensatie van deelgebied 1 dient. Ter plaatse van de wadi loopt het maaiveld van circa +2,96 m NAP bij het noordelijk talud af naar circa +2,68 m NAP bij het zuidelijk talud. Voor een optimaal gebruik van de wadi is gekozen om de bodem van de wadi vlak te leggen. Hierdoor ontstaat een gelijke verdeling van het water binnen de wadi. Het vlak leggen van de wadi houdt in dat het lagergelegen gedeelte (onder de bodemhoogte) moet worden opgehoogd. Het verhogen van de hemelwatervoorziening houdt ook direct in dat de gekoppelde oppervlaktes opgehoogd moeten worden, omdat anders de wateraanvoer naar de wadi niet mogelijk is. Om zo goed mogelijk aan te sluiten op het bestaand omliggend maaiveld is gekozen om het maaiveld binnen deelgebied 1 op +3,00 m NAP aan te leggen. Langs de oostgrens ligt het gemengd rioolstelsel op 0,30 m NAP. Het aanleggen van de wadi zal hier geen invloed op hebben. Echter zijn twee inspectieputten aanwezig net buiten de zuidoosthoek van de wadi op 2,90 en 2,85 m NAP (Figuur 3.2). Hier moet rekening mee gehouden worden bij het ophogen van de omgeving ten behoeve van de wadi.

Tabel 4.3 Overzicht ontwerpparameters wadi

Ontwerpparameter	Waarde
Diepte	0,6 m
Maximale peilstijging in de wadi	0,5 m
Overstorthoogte	0,5 m vanaf de bodem
Talud oost	1:1
Talud west	1:3
Bodemhoogte	+2,40 m NAP
Hoogte bovenkant talud	+3,00 m NAP
Bergingscapaciteit	36 m³

Deelgebied 2: Waterbergende wegfundering (AquaBASE)

In het westelijk deel van het projectgebied wordt waterberging gerealiseerd door onder de meest zuidelijke parkeervakken een waterbergende fundering aan te leggen. Enkel onder het zuidelijk deel (circa drie parkeerplaatsen breed) wordt er berging gerealiseerd, waarbij een wand (bijvoorbeeld een keerwand) wordt aangelegd langs de zuidgrens van het parkeerterrein om het water vast te houden. Dit omdat de parkeerplaats en weg in dit gebied op een helling ligt (circa 1:45). De parkeerplaatsen worden uitgevoerd met grasbetonstenen. Om het gras goed te ontwikkelen is een substraatlaag van circa 10 cm onder de halfverharding noodzakelijk. Aangenomen dat de substraatlaag circa 10 mm (2,5 m³) bergt is de resterende benodigde berging voor dit deelgebied 18,5 m³. Een voorbeeld van een waterbergend funderingssysteem is AquaBASE.

Het AquaBASE pakket bestaat uit diverse producten die samen het systeem maken. Ze vormen samen één, op elkaar afgestemd, geheel. De basis bestaat uit drie verschillende opties voor systeemvulling die holle ruimte creëren voor het bergen van water, wapening dat voor stijfheid en stabiliteit zorgt in de fundering en geotextiel dat om het pakket gewikkeld wordt om vervuiling en uitzakken te voorkomen.

Tabel 4.4 Overzicht ontwerpparameters waterbergende wegfundering (AquaBASE)

Ontwerpparameter	Waarde
Wegdek/grasbetonsteen hoogte	10 cm
Substraatlaag	10 cm
Oppervlakte waterbergende fundering	138 m ²
Hoogte waterbergende fundering	0,4 m
Holle ruimte systeemvulling	34-37%
Bodemhoogte	+ 1,45 m NAP noordkant tot +1,25 m NAP zuidkant
Hoogte bovenkant weg	+ 2,05 m NAP noordkant tot +1,85 m NAP zuidkant
Bergingscapaciteit substraat	2,5 m³
Bergingscapaciteit waterbergende fundering	19-20 m³*

*Afhankelijk van keuze AquaBASE systeemvulling

In tabel 4.5 is een overzicht weergegeven van de berging van de hemelwatervoorzieningen. Met een totale berging van minstens 58 m³ wordt ruim voldaan aan de bergingsopgave van 53 m³ bij een 45 mm bui.

Tabel 4.5. Overzicht berging hemelwatervoorzieningen

Deelgebied 1	Type	Compensatie-eis 45mm [m ³]	Berging [m ³]
1	Wadi	32	36
2	Waterbergende fundering	21	19-20
	Substraat onder graskeien		2,5
TOTAAL		53	58*

*Op basis van minimale berging (19 m³) waterbergende wegfundering

4.2.2 Wateraanvoer naar hemelwatervoorzieningen

De waterafvoer van de appartementen is nog niet gespecificeerd in het ontwerp. Voor het toepassen van de hemelwatervoorzieningen is het van belang dat de appartementen afwateren richting de wadi. Voor deelgebied 1 wordt geadviseerd om het water ondergronds af te voeren door middel van kolken en hemelwaterleiding of lijn-/roostergoten en niet via oppervlakkige afstromingen in verband met het maaiveldverloop en om mogelijk wateroverlast te voorkomen. Voor deelgebied 2 is het mogelijk om het hemelwater bovengronds af te voeren middels molgoten richting de waterbergende wegfundering. Benedenstrooms van de molgoten worden 2x3 kolken aangelegd die het hemelwater in de waterbergende fundering (AquaBASE) laten stromen.

In figuur 4.3 is een overzicht gegeven van het wateraanvoersysteem met roostergoten naar de wadi en molgoten naar de waterbergende fundering. Ook zijn de maaiveldhoogtes weergegeven, waarbij de b.o.b.¹ 0,1 m onder de maaiveldhoogte ligt. Voor de afvoer van het maaiveld naar de goten is een afschot van 2 % geadviseerd.

¹ B.O.B. = Binnenkant Onderkant Buis



Figuur 4.3. Overzicht wateraanvoer en afvoer. Donkerblauwe lijn: rooster- of lijngoot, licht blauwe pijlen: stroomrichting, rood: noodoverlaten van beide systemen, zwarte getallen: maaiveld in mNAP.

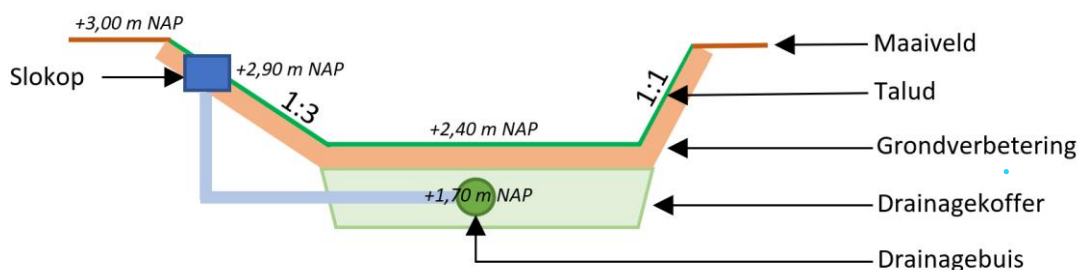
4.2.3 Lediging

De lediging van beide hemelwatervoorzieningen vindt plaats door een drainagebuis aan te leggen. Voor de wadi leg je een drain in grondverbetering onder de wadi, voor AquaBase ligt er een afvoerleiding in de AquaBASE met een debietregulerend kunstwerk. Door de diepteligging van de drainagebuis is het noodzakelijk om deze onder het maaiveld door te trekken naar de oever van de Singel. De drainagebuizen worden vlak aangelegd. Hierdoor komt de drainagebuis uit boven de maximale waterstand van de Singel en kan deze altijd ledigen. Wij adviseren om bij het uitstroompunt van de drainagebuis een uitstroomvoorziening aan te leggen en deze op natuurlijke wijze te plaatsen om het reliëf van de oever te behouden. In figuren 4.4, 4.5 en Figuur 4.6 is een schetsmatige dwarsdoorsnede weergegeven van beide hemelwatervoorzieningen.

Onder de wadi wordt grondverbetering toegepast van circa 0,4 m ten behoeve van begroeiing, met een k-waarde van 0,5 m/dag. Hierbij wordt een verdeling geadviseerd van: één deel drainagezand en twee delen teelaarde. Onder de laag grondverbetering is een drainagekoffer noodzakelijk met een diepte van 0,5 m. Voor de drainagebuis wordt circa een rond 125 mm PE buis met kokosomhulsel toegepast. De drainagebuis wordt in een drainagekoffer onder de grondverbetering aangelegd. De drainagebuis wordt over de volledige lengte van de wadi aangelegd.

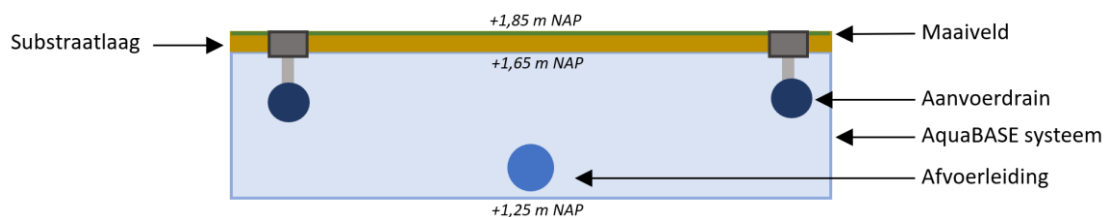
Indien de bergingshoogte wordt overschreven stort het water in de wadi over in de slokop². De slokop kan worden uitgevoerd door een kolk toe te passen en deze direct aan te sluiten op de drainagebuis. Een andere mogelijkheid is een verlaging toe te passen in het talud van de wadi aan de Singel dat het hemelwater direct over kan storten.

De lediging van de wadi wordt bepaald door de doorlatendheid van de toplaag. Uitgaande van een k-waarde van 0,5 m/dag en een bodemoppervlak van 37 m² voert deze wadi circa 0,77 m³/h. Dit komt neer op 0,27 l/s/ha uitgaande van circa 0,8 ha toestromend oppervlak. Deze berekende afvoer is veel lager dan de landelijke afvoernorm van het waterschap. Bij een k-waarde van 1 m/dag is de berekende landelijke afvoer 0,53 l/s/ha.

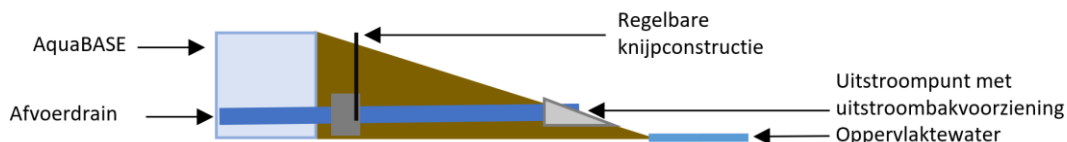


Figuur 4.4. Schetsmatige dwarsdoorsnede wadi

Voor de AquaBASE wordt in de volledige lengte van de berging een afvoerleiding aangelegd met aan het einde een regelbare knijpconstructie om het water vertraagd af te voeren bij een gemiddelde vulling. Voor de afvoerleiding wordt een rond 110 mm PE drainbuis toegepast.



Figuur 4.5 Schematische dwarsdoorsnede (west-oost) waterbergende wegfundering (AquaBASE)



Figuur 4.6 Schematische dwarsdoorsnede (noord-zuid) waterbergende wegfundering (AquaBASE) waarin de knijpconstructie en uitstroompunt zijn weergegeven

² Slokop: overstort van de wadi

De AquaBASE constructie heeft een doorlaatvermogen van 1800 m/dag. De ledigingsdrain zorgt voor het leeglopen van deze voorziening. Een drain met een 110 mm dient geknepen te worden om aan de landelijke afvoernorm te voldoen. Berekend is dat de ledigingsdrain 87 % geknepen moet worden bij een gemiddelde vulling van de voorziening. Concreet betekent dit dat de drain geknepen moet worden tot een diameter rond 30 mm. Geadviseerd wordt om de ledigingsdrain te voorzien van een regelbare schuifafsluiter die ingesteld kan worden op een beheersbare maat (Figuur 4.6). Om hiermee te voldoen aan de landelijk afvoernorm is een doorlaat van 14 mm (13 % van 110 mm diameter) benodigd. Dit om eventueel vanuit beheer en onderhoud het doorlaatoppervlak te kunnen wijzigen mocht dat nodig zijn.

5 Conclusie en advies

5.1 Conclusie

De ontwikkeling van het appartementencomplex geeft een compensatie-eis van 53 m³ bij de eis van 45 mm berging. In verband met het maaiveldverloop is het projectgebied in twee delen opgesplitst met een eigen hemelwatervoorziening om te voldoen aan de compensatie-eis. In het oostelijk deel wordt een wadi toegepast op gemeentelijk grond. In het westelijk deel wordt een waterbergende wegfundering aangelegd onder de zes meest zuidelijke parkeervakken en aangrenzend wegdeel. Deze hemelwatervoorzieningen geven een bergingscapaciteit van minimaal 58 m³ waarmee de eis van het waterschap en gemeente wordt geborgd.

Het toepassen van de wadi aan de oostkant houdt in dat het oostelijk deelgebied van het projectgebied opgehoogd moet worden. Dit is nodig om de wadi bodem vlak te leggen en het deelgebied hierop aan te sluiten. De wateraanvoer naar de wadi wordt uitgevoerd middels een rooster-/lijngoot die het water naar de wadi voeren. Het is hierbij van belang dat de appartementen afwateren richting de wadi.

In het westelijk deelgebied wordt het maaiveldverloop zo veel mogelijk behouden.

De wateraanvoer naar de waterbergende wegfundering (AquaBASE) wordt uitgevoerd middels molgoten. In totaal worden er twee molgoten gerealiseerd die het water van de rijbaan en parkeerplaatsen oppervlakkig naar de hemelwatervoorziening voeren ter hoogte van de voorziening worden 2x3 kolken aangelegd die het hemelwater in de waterbergende wegfundering (AquaBASE) laten stromen.

De wadi wordt ingericht met een substraatlaag, grondverbetering en een drainagebuis. Bij de waterbergende wegfundering wordt boven een substraatlaag aangelegd en in het systeem een afvoerleiding. Het water wordt naar beide hemelwatervoorzieningen afgevoerd voor (mogelijk infiltratie), berging en mogelijk overstort naar de Singel. Door de aanwezige klei in de bodem is een drainagekoffer onder de wadi nodig. De drainagebuis komt op +1,70 m NAP te liggen en komt daardoor boven de maximale waterstand uit van +1,32 m NAP van de Singel.

5.2 Advies

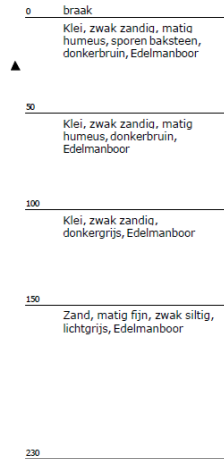
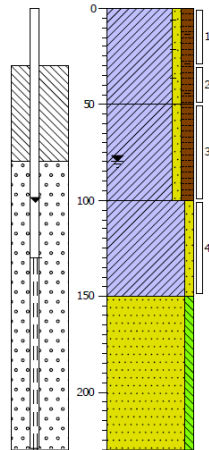
Voor de inrichting van de hemelwatervoorziening worden onderstaande punten meegegeven als advies om een robuuste en toekomstbestendige wadi te ontwikkelen:

- **Beheer en onderhoud:** een wadi blijft alleen goed functioneren bij beheer en onderhoud van alle onderdelen. Dit geldt zowel voor het ecologisch onderhoud als het onderhoud van de hydrologische componenten: slokop, drainage en roostergoot en vegetatie. Onvoldoende beheer en onderhoud kan leiden tot dichtslibbing van de bodem en/of de drainagebuis. In bijlage 2 is een voorstel opgenomen voor een beheer en onderhoudsplan inclusief de faalmechanismen van een wadi
- **Inrichting:** een goede ecologische inrichting van een wadi is noodzakelijk. De wortels van de vegetatie bevorderen de infiltratiecapaciteit van een wadi. De vegetatiekeuze hierbij is essentieel omdat niet alle vegetatietypen langdurig onder water kunnen staan. De ecologische zone is nog steeds mogelijk, maar er wordt geadviseerd de inrichting af te stemmen met een ecoloog
- **Voor beheer en onderhoud van de AquaBASE constructie** is het zaak om de rijbaan en parkeervakken schoon te houden. Kolken dienen indien nodig leeggezogen te worden. Een keer per 2 tot 5 jaar zal de aanvoerdrain en knijpconstructie gereinigd moeten worden. Echter dit is sterk afhankelijk van de vervuiling op het parkeerterrein

Bijlage 1**Overzicht bodemprofielen**

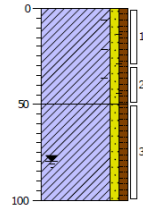
Boring: 1

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



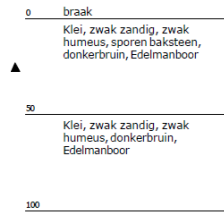
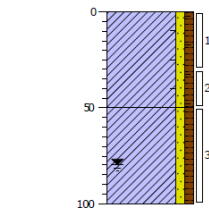
Boring: 2

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



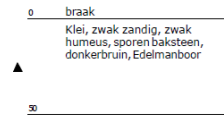
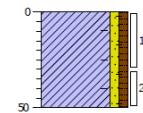
Boring: 3

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



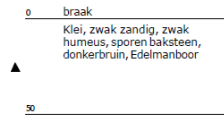
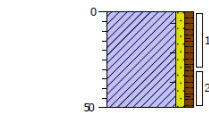
Boring: 4

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



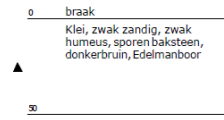
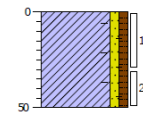
Boring: 5

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



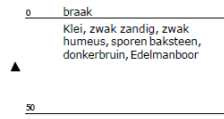
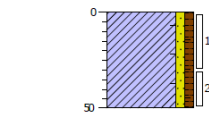
Boring: 6

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



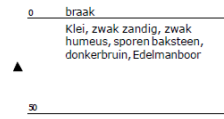
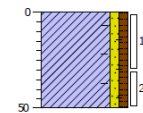
Boring: 7

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



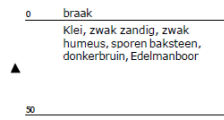
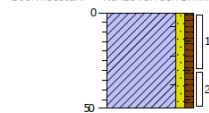
Boring: 8

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



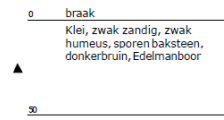
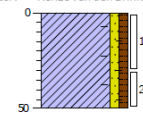
Boring: 9

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



Boring: 10

Datum: 11-6-2020
Boormeester: Renze van den Brink



Bijlage 2 Faalmechanismen & beheer en onderhoud wadi's

Het beheer en onderhoud van de berging en aangesloten componenten op de wadi is afhankelijk van de situatie, ligging en gebruik. De frequentie en toepassing van het beheer en onderhoud zijn vaak afhankelijk van de locatie en het gebruik van de wadi. Er wordt geadviseerd om tijdens het onderhoud goed te monitoren wat de vervuilingsgraad of andere bijzonderheden zijn, hierop kan de beheerfrequentie worden aangepast. In deze paragraaf worden de onderdelen voor het geadviseerde beheer en onderhoud verder toegelicht voor het hydrologisch als ecologisch onderdeel.

Het ecologisch onderhoud is ook essentieel voor het hydrologisch functioneren van de wadi. Er zijn veel mogelijkheden voor het toepassen van vegetatie in de wadi. Daardoor wordt geadviseerd met een ecooloog het beheer en onderhoud goed af te stemmen bij het ontwerp van de wadi. In deze paragraaf wordt ingegaan op het beheer en onderhoud van de wadi bij een gazon of kruidenrijke inrichting.

5.2.1 Hydrologisch beheer en onderhoud

1. *Doorspuiten molgoot/schoonhouden afvoerend oppervlak*

Het schoonhouden van de molgoot of afvoerend oppervlak is belangrijk om sediment en vuil in spoeling tegen te gaan naar de wadi. Daarnaast wordt het hemelwater hierdoor niet geremd tijdens buien om de wadi te bereiken. Er wordt geadviseerd in algemene zin om dit 1-2 keer per jaar te reinigen

2. *Aangesloten putten en leidingen doorspuiten*

Vaak wordt alleen de drainage of molgoot onderhouden, maar worden de slokken, inspectieputten en drainage vergeten. Ook voor deze componenten wordt dezelfde frequentie aangehouden als voor de molgoot en afvoerend oppervlak: 1 tot 2 keer per jaar

3. *Visuele inspectie aanwezigheid vuil*

Om inzicht te krijgen in de aanwezigheid van (straat)vuil in de berging wordt geadviseerd dit wekelijks of om de week te inspecteren voor een jaar lang. Op deze manier kan inzichtelijk worden gemaakt wat de benodigde frequentie is voor het verwijderen van het afval. In eerdere onderzoeken loopt het sterk uit elkaar wat de benodigde frequentie moet zijn. In de wadi's die veel worden gebruikt of die langs drukke loopgebieden liggen kan een wekelijkse frequentie benodigd zijn. Binnen het projectgebied zal deze frequentie een stuk lager zijn. Geadviseerd wordt dit in het eerste jaar goed bij te houden om een frequentie op af te stemmen

4. *Verwijderen zwerfvuil uit berging*

Afhankelijk van punt 3. Wordt in ieder geval geadviseerd dit elke maand te doen in verband met de bodemkwaliteit

5. *Monitoren infiltratiecapaciteit*

De werking, dichtslibben of vervuiling van een berging is vaak onzichtbaar. Hierdoor wordt geadviseerd om 1 keer in de 5 jaar de infiltratiecapaciteit te testen. Bij kritische locaties wordt geadviseerd dit 1 keer in de 2 jaar uit te voeren. Door het testen kan ook worden getoetst of het beheer- en onderhoud naar behoren werkt

6. *Monitoren bodemkwaliteit*

De vele bodemkwaliteitsonderzoeken die TAUW bij wadi's heeft verricht blijkt dat de bodemkwaliteit sterk kan verslechteren zeker als wegen of bedrijventerreinen afwateren op de wadi. Indien de waarden worden overschreden moet een deel van de toplaag en/of bodem worden vervangen. Hierdoor wordt geadviseerd de bodemkwaliteit elke 5-10 jaar te monitoren, afhankelijk van de omgeving en het gebruik van de berging

5.2.2 Ecologisch beheer en onderhoud

1. *Gazon*

- a. Maaisel afvoeren na elke maaibeurt
- b. Controle: 1-2 maal per jaar mos en strooisellaag controleren. Indien nodig verticuteren of het gazon vernieuwen
- c. Indien aanwezig zwerfvuil verwijderen

2. *Bloemrijk-/kruidenrijk grasland*

- a. Ontwikkelingsbeheer – Tweemaal per jaar maaien en afvoeren (half mei – tweede helft september). Laat bij elke maaibeurt (en in ieder geval in het najaar) 25 % staan. Rouleer het gedeelte dat blijft staan met elke maaibeurt. Laat na het maaien in het najaar het maaisel enkele dagen liggen en schud het daarna zodat (meer) zaad achterblijft. Voor daarna het maaisel af
- b. Periode van ontwikkelingsbeheer: ± 5 jaar; vast te stellen door een ecooloog
- c. Eindbeheer – Eén (september) tot tweemaal (dit hangt van de mate van verschraving af: juni – tweede helft september) per jaar maaien en afvoeren. Laat bij elke maaibeurt (en in ieder geval in het najaar) 25 % staan. Rouleer het gedeelte dat blijft staan met elke maaibeurt. Laat na het maaien het maaisel enkele dagen liggen en schud het daarna, zodat (meer) zaad achterblijft. Voer het maaisel af
- d. Maai met een maai-harkcombinatie en zo licht mogelijk materieel. In groene bergingen met een zeer grote kans op dichtrijden kan toepassing van maai-zuigcombinatie worden overwogen omdat dit maar één werkgang betreft
- e. Indien aanwezig zwerfvuil verwijderen