



De Beljaart

Toetsing waterhuishouding

projectnummer 0416128.00
definitief revisie 03
21 maart 2018

De Beljaart

Toetsing waterhuishouding

projectnummer 0416128.00

definitief revisie 03
21 maart 2018

Auteurs

G.G. te Velthuis MSc
Ir. R.N.J. Jonker

Opdrachtgever

Gemeente Dongen
Postbus 10153
5100 GE Dongen

Colofon

Projectgroep bestaande uit

Peter-Paul Philipsen - gemeente Dongen
Iwan Groenen - gemeente Dongen
Gijs te Velthuis - Antea Group
Remco Jonker - Antea Group
Randy Walraven - Antea Group

datum vrijgave	beschrijving revisie 03	goedkeuring	vrijgave
	definitief	R. Walraven	W.A. Matla

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Aanpak	2
1.4	Leeswijzer	2
2	Huidige situatie	3
2.1	Locatie en beschrijving plangebied	3
2.2	Verharding	4
2.3	Watersysteem	4
2.4	Belasting vanuit De Biezen	9
3	Uitgangspunten	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Toetsing afvoercapaciteit HWA-stelsel	11
3.3	Toetsing berging watersysteem	12
3.4	Toetsing afvoer richting Onkelsloot	12
4	Toetsing bestaande HWA-stelsel	14
5	Ontwerp en toetsing toekomstige situatie	15
5.1	Waterberging	15
5.2	HWA-stelsel	15
5.3	Wadi's	17
5.4	Stuwputten	17
5.5	Afvoer naar Onkelsloot	18
5.6	Watersysteem De Biezen	18
6	Conclusies en aanbevelingen	20
6.1	Conclusies	20
6.2	Aanbevelingen	20

Bijlage 1 Waterbergingsberekening De Beljaart

Bijlage 2 Ontwerp HWA De Beljaart

Bijlage 3 Resultaten afvoercapaciteitsberekeningen

Bijlage 4 Waterbergingsberekening De Biezen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De afgelopen tien jaren is de gemeente Dongen bezig geweest met de ontwikkeling van de woonwijk Beljaart. Antea Group (destijds nog Oranjewoud) heeft in de planvoorbereiding in 2005/2006 een waterhuishoudingsplan en in 2011 een oplegnotitie opgesteld. In de oplegnotitie is de waterhuishouding naar aanleiding van een aantal wijzigingen in de stedenbouwkundige inrichting en het watersysteem opnieuw getoetst. De ontwikkeling van de woonwijk is minder snel tot uitvoering gekomen dan destijds was voorgenomen.

Het hemelwaterafvoerstelsel van de fases 1 t/m 3 (inclusief 2a) is inmiddels aangelegd en op dit moment is de gemeente bezig met de voorbereidingen voor de aanleg van de fases 4 en 5. De bebouwing van de fases 1 en 2 is reeds gerealiseerd, net als een (klein) deel van de bebouwing binnen fase 2a.

Ten opzichte van 2011 is het plan wederom gewijzigd, waardoor de huidige stedenbouwkundige inrichting en het watersysteem afwijken van het plan wat de gemeente in 2011 voor ogen had en destijds door Antea Group is getoetst. Daarnaast heeft de gemeente op 29 juli 2016 te maken gehad met uitzonderlijk hevige neerslag (90 mm in 6 uur). Deze bui heeft in de Beljaart geleid tot een overlastsituatie. De gemeente wil met een actualisatie van het waterhuishoudingsplan inzicht verkrijgen in het functioneren van het huidige (werkelijk aangelegde) watersysteem en een ontwerp voor afvoer en verwerking van hemelwater voor de nog te ontwikkelen fases 4 en 5. Indien mogelijk en aan de orde moeten bestaande knelpunten in de afvoer en berging van hemelwater in het reeds aangelegde gebied worden verholpen met de aanleg van voorzieningen voor berging en afvoer van hemelwater in fase 4 en 5.

Daarnaast is de naastgelegen wijk De Biezen aangesloten op het watersysteem van De Beljaart. Waar de afvoer van het hemelwater vanuit de wijk De Biezen eerst direct werd geloosd op de aangrenzende Onkelsloot is de verbinding ten behoeve van de aanleg van een ecologische verbindingzone opgeheven en is er een nieuwe verbinding met het watersysteem van De Beljaart gerealiseerd. Hierdoor moet al het hemelwater vanuit De Biezen via het watersysteem van De Beljaart worden afgevoerd naar de Onkelsloot. De gemeente vreest dat de capaciteit voor berging en afvoer (naar de Onkelsloot) van het watersysteem Biezen - Beljaart ontoereikend is en heeft Antea Group gevraagd dit gelijktijdig met de actualisatie van het waterhuishoudingsplan De Beljaart te toetsen.

1.2 Doel

Het doel van de rapportage is:

- het verschaffen van inzicht in de mate waarin de hemelwaterafvoer van De Beljaart in de huidige situatie toereikend is;
- het verschaffen van inzicht in de mate waarin berging in het watersysteem van De Beljaart in de eindsituatie van de ontwikkeling van De Beljaart toereikend is;
- het voorschrijven van een ontwerp op hoofdlijnen voor de hemelwaterafvoer van de nog te ontwikkelen delen van De Beljaart;

- het verschaffen van inzicht in de mate waarin de capaciteit van de afvoer van de Beljaart naar de Onkelsloot toereikend is in de eindsituatie van de ontwikkeling van De Beljaart.
- het beschrijven in hoeverre het watersysteem Biezen - Beljaart toereikend is om wateroverlast in De Biezen te voorkomen.

1.3 Aanpak

In opdracht van de gemeente Dongen heeft Antea Group voorafgaand aan deze rapportage drie rapporten met betrekking tot de waterhuishouding in De Beljaart opgesteld: de toetsing waterhuishouding (kenmerk 416218, revisie 02, 4 oktober 2017), een stresstest hemelwaterafvoer (kenmerk: 416218, 20 december 2017) en een toetsing van de waterberging en afvoer richting de Onkelsloot van De Biezen en De Beljaart (kenmerk: 416218, 28 november 2017). In het waterhuishoudkundige plan van 4 oktober 2017 is een voorstel gemaakt voor drie scenario's. Nadat de gemeente voor een scenario heeft gekozen (scenario 1), is scenario 1 in de memo stresstest hemelwaterafvoer van 20 december 2017 verder onderzocht en uitgewerkt in scenario 1a en 1b.

In deze rapportage, revisie 03, zijn de drie eerder geleverde rapporten samengevoegd. Dit rapport beschrijft ook alleen de scenario's die de gemeente ten tijde van dit schrijven kansrijk acht, namelijk scenario 1a en 1b.

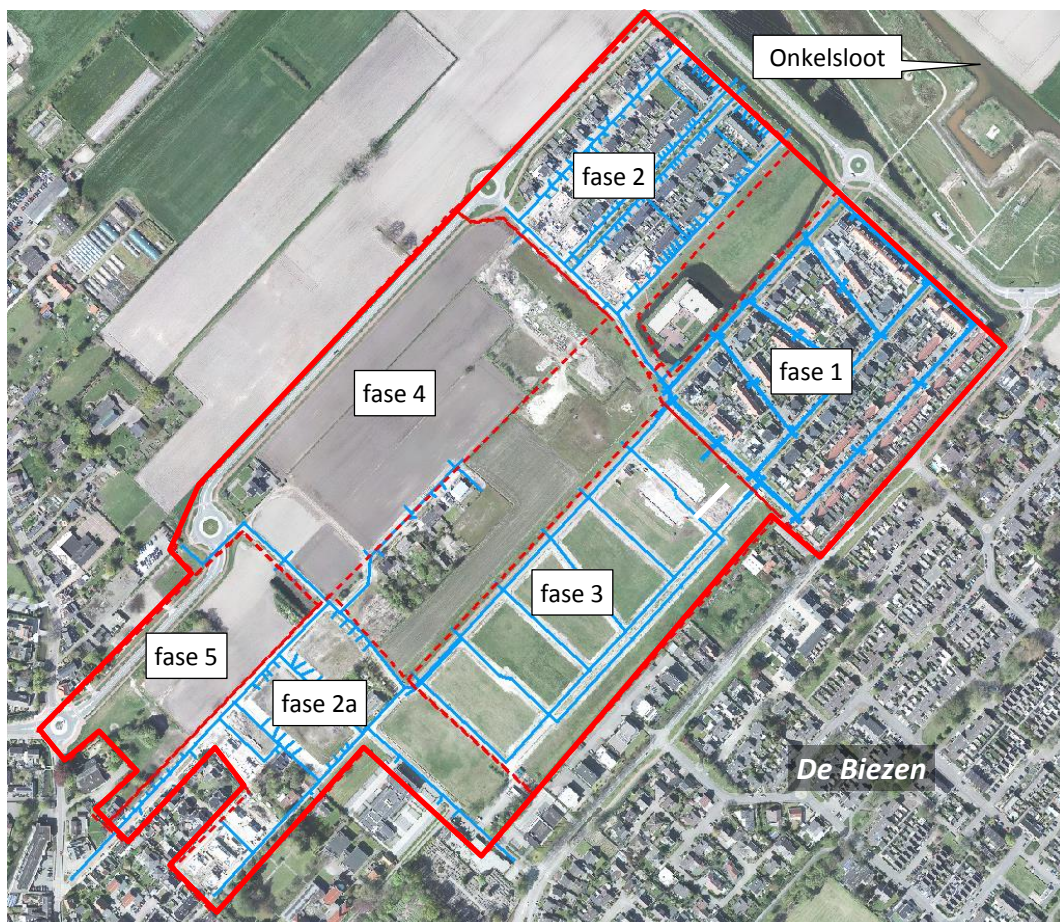
1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de huidige situatie en hoofdstuk 3 de uitgangspunten. In hoofdstuk 4 is de toetsing van de huidige situatie beschreven. Hoofdstuk 5 beschrijft het ontwerp voor de toekomstige situatie. Conclusies en aanbevelingen zijn tenslotte in hoofdstuk 6 benoemd.

2 Huidige situatie

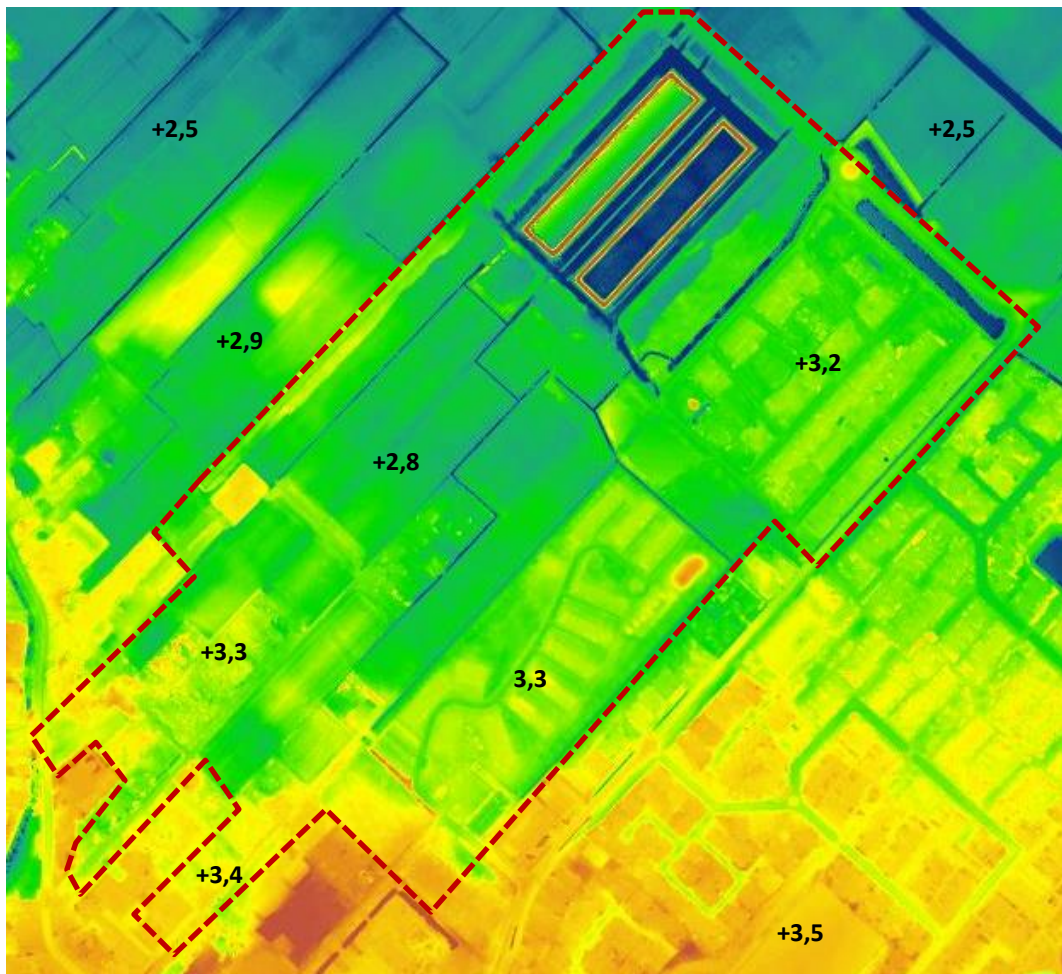
2.1 Locatie en beschrijving plangebied

Het plangebied De Beljaart is gelegen aan de noordzijde van de kern Dongen en ligt parallel aan de wijk De Biezen en ten zuidwesten van de Onkelsloot. De nieuwbouwwijk is opgedeeld in 6 fases, welke zijn weergegeven in figuur 2-1. In de huidige situatie zijn de fases 1 en 2 volledig ontwikkeld, waarnaast in fase 2a een gedeelte van de bebouwing is gerealiseerd. Het hemelwaterafvoerstelsel (HWA-stelsel) is verkregen vanuit CAD-tekeningen aangeleverd door de gemeente Dongen. Daarbij heeft de gemeente een aantal afwijkingen van de tekeningen t.o.v. de werkelijke situatie vermeld die zijn meegenomen in het onderzoek.



Figuur 2-1: Huidige situatie van het plangebied met het hemelwaterafvoerstelsel in het blauw en de grenzen van de fasering in het rood (bron achtergrond: LuchtfotoNL 2016 © CycloMedia Technology B.V.).

Het maaiveld in het gebied ligt tussen de NAP +2,8 m en NAP +3,7 m (zie figuur 2-2).



Figuur 2-2: Maaiveldhoogte in NAP in en rondom het plangebied (rood, bron: AHN2). De hoogtekaart dateert van tijdens de realisatie van fase 2, waardoor daar verhogingen te zien zijn ten behoeve van de ophoging van het gebied. Daarnaast is de waterberging ten noordoosten van het plangebied hier nog niet gerealiseerd.

2.2 Verharding

De fases 1, 2 en voor een gedeelte 2a, zijn gerealiseerd. De verharding voor deze fases bedraagt respectievelijk circa 45.000, 42.000 en 40.000 m². Een gedetailleerder overzicht van de verharding in deze fases en de te realiseren verharding in de overige fases staat uitgewerkt in paragraaf 3.1.

2.3 Watersysteem

In het waterhuishoudingsplan van 2006 was de waterhuishouding in de Beljaart opgedeeld in drie verschillende delen waarbij de trits vasthouden, bergen en afvoeren werd nageleefd. In dit plan

zou hemelwater in het hoger gelegen zuidelijke gedeelte van het plangebied direct worden geïnfiltreerd in de bodem. Hemelwater zou in het middengedeelte afstromen naar wadi's waar water kon infiltreren, voordat het zou overlopen naar het laaggelegen noordelijke gebied. Hemelwater in het noordelijke gebied zou direct naar het oppervlaktewater worden afgevoerd, waarbij het water in een grote bergingsvijver zou worden geborgen.

Het principe van het watersysteem is in grote lijnen gehandhaafd. De belangrijkste wijziging is dat in de huidige (aangelegde) situatie de bebouwing in het zuiden (fase 2a en 5) is en in de toekomstige situatie zal worden aangesloten op het HWA-stelsel. Deze staat in directe verbinding met het middeldeel (fase 3), waarbij dus is afgestapt van het decentraal infiltreren. Dit betekent voor het watersysteem dat de belasting op de hemelwaterstelsels van het middendeel en het noordelijke deel en de bergingsvoorzieningen is toegenomen.

Voor de fases 1, 2, 3 en 2a is in de huidige situatie al een HWA-stelsel aangelegd. Vanuit de fases 2a en 3 wordt het hemelwater opgestuwd door twee stuwputten tussen de fases 3 en 1 richting de wadi. Vanuit deze wadi infiltreert het water, of gaat het via de overstort richting het HWA-stelsel dat fase 1 en 2 verbindt. Het HWA-stelsel van de fases 1 en 2 loost uiteindelijk op de bergingsvijvers tussen fase 1 en 2 en de sloten aan de noordoostzijde van fase 1 en 2. Vanuit deze sloten stroomt het water via duikers onder de Beljaartlaan door naar de aan de noordkant gelegen bergingsvijver. Vanuit hier wordt het water via twee stuwen met begrensde doorlaten afgevoerd richting de Onkelsloot. In de volgende paragrafen wordt het HWA-stelsel, de wadi en het oppervlaktewater gedetailleerd beschreven.

HWA-stelsel

Voor de fases 1, 2, 2a en 3 is een gescheiden rioolstelsel aangelegd, waarvan de hemelwaterafvoer is weergegeven in figuur 2-1. De leidingdiameters van het hemelwaterriool zijn tussen de 300 en 500 mm.

Om het hemelwater in fase 2a en 3 te stuwen en de wadi te benutten zijn tussen de hemelwaterafvoerstelsels van fase 3 en fase 1 zijn twee stuwputten aangelegd. Deze stuwputten bevatten een overstortmuur op een hoogte van NAP +2,8 m, met een ruimte tussen de dekplaat en de kruin van 8 cm. De overstorten in de stuwen hebben beiden een drempelbreedte van 1,33 m. Door de overstortmuren zijn op een hoogte van NAP +2,10 m doorvoeren aangelegd met een diameter van 125 mm die zorgen voor de vertraagde afvoer en leegloop van het stelsel.

Vanaf de overstort van de wadi loopt een rioolbuis met een leidingdiameter van 800 mm, welke aansluit op het HWA-stelsel tussen fase 1 en 2 onder de Veenbies, waarna de leiding doorloopt naar het oppervlaktewater.

Wadi

In de huidige situatie is één wadi parallel aan fase 3 aangelegd. De hemelwaterafvoer vanuit fase 3 watert hierop af door middel van 6 rioolverbindingen met een leidingdiameter van 315 mm (PVC). De afmetingen van de wadi zijn als volgt:

- Bodemhoogte: NAP +2,65 m;
- Lengte: 350 m;
- Breedte: 8,0 m;
- Talud: 4:1;
- Bodembreedte: 3,2 m.



Figuur 2-3: Overstortconstructie wadi

Water in de wadi kan aan de noordkant overlopen naar het hemelwaterafvoersysteem van de fases 1 en 2. De wadi loopt tussen het laatste (meest zuidwestelijk gelegen) uitstroompunt vanuit fase 3 geleidelijk af richting de overloop tot een hoogte van NAP +2,4 m.

Deze overloop bestaat uit een stuw (zie figuur 2-3) en daaropvolgend een leiding met de volgende afmetingen:

- overstorthoogte stuw: NAP +2,70 m;
- drempelbreedte stuw: 1,3 m;
- leidingdiameter rioolbuis: 800 mm.

Het water dat in de wadi terecht komt, zal beperkt worden geborgen (5cm) in de wadi en infiltreren in de bodem. De infiltratiecapaciteit is in het waterhuishoudingsplan 2006 ingecalculeerd met een k-waarde van 0,4 m/d. Dit vertaalt zich in een infiltratiecapaciteit van circa 5 l/s vanuit de wadi naar de ondergrond.

Oppervlaktewater De Beljaart

Het oppervlaktewatersysteem van de Beljaart bestaat uit twee watergangen aan de noordoostzijde van fase 1 en 2, een groter wateroppervlak met twee bebouwde eilanden tussen fase 1 en 2, en in het noordoosten van het plangebied de bergingsvijver. De watergangen hebben een oppervlakte (bij een waterhoogte van NAP +1,8 m) van circa 1.410 m², het water tussen fase 1 en 2 beschikt over een oppervlak van circa 6.800 m² en de bergingsvijver aan de noordrand van de Beljaart heeft een oppervlak van circa 8.230 m². Het totale bergingsoppervlak van het oppervlaktewater bedraagt hiermee 16.440 m².

De watergangen hebben een bodempeil van gemiddeld NAP +0,9 m en de vijvers van gemiddeld NAP +0,7 m. Dit resulteert bij een gemiddeld waterpeil van NAP +1,8 m in een waterdiepte van circa 1 m.

De watergangen in fase 1 en 2 zijn via drie duikers onder de Beljaartlaan door verbonden met de bergingsvijver aan de noordkant. De duikers hebben een leidingdiameter van 800 mm.

Verbinding retentievijvers-Onkelsloot

Via de bergingsvijver watert het gebied af op de naastgelegen Onkelsloot, die in het beheer is van het waterschap. Tussen de bergingsvijvers en de Onkelsloot liggen twee afvoertracés. Deze tracés bevatten beiden een stuw en een duiker, waarbij één tracé (de noordelijke) deels verder loopt via een greppel die in verbinding staat met de Onkelsloot en één tracé (de zuidelijke) direct uitkomt in de Onkelsloot. De greppel heeft een bodemhoogte van NAP +1,54 m en een bodembreedte van circa 0,5 m. De Onkelsloot heeft een zomerpeil van NAP +1,50 m en een winterpeil van NAP +1,25 m.

De stuwen hebben beide een overstorthoogte van NAP +2,29 m en een doorlaat met een diameter van 200 mm op een hoogte van NAP +1,8 m. Deze knijpvoorzieningen dienen te zorgen voor een afvoer gelijk aan die van landbouwkundige afvoer richting de Onkelsloot in de normsituatie.

De zuidelijke aansluiting bestaat uit een stuwconstructie en een leiding, waarbij de achterliggende leiding een leidingdiameter van 500 mm en een lengte van 60 m heeft.

De noordelijke aansluiting bestaat uit een stuwconstructie met een achterliggend tracé van leidingen (duikers) en greppels. Dit tracé bestaat achtereenvolgens vanaf de stuw uit een:

- leiding met een leidingdiameter van 500 mm en een lengte van 10 m;
- greppel met een lengte van 30 m;
- leiding met een leidingdiameter van 300 mm en een lengte van 10 m;
- greppel met een lengte van 30 m;
- leiding met een leidingdiameter van 500 mm en een lengte van 20 m.

In Figuur 2-4 is het afvoersysteem vanaf de retentievijvers richting de Onkelsloot weergegeven.



Figuur 2-4: Afvoersysteem vanaf de retentievijvers in De Beljaart naar de Onkelsloot (bron: Cyclomedia 2016)

Koppeling met De Biezen

Het watersysteem van de naastgelegen wijk De Biezen is gekoppeld aan dat van De Beljaart middels een duiker. Omdat de eerdere koppeling van het watersysteem van De Biezen met de naastgelegen Onkelsloot is verwijderd, stroomt in de huidige situatie het water vanuit De Biezen via De Beljaart richting de Onkelsloot. De verbinding bestaat uit een leiding met een diameter van 800 mm en heeft een lengte van 20 m.

2.4 Belasting vanuit De Biezen

In tabel 2-1 is de hoeveelheid berging in De Biezen weergegeven. De Biezen heeft, rekening houdend met de voorgenomen uitbreiding, een totale bergingscapaciteit van 13.557 m³.

Tabel 2-1: Volume waterberging in De Biezen bij een waterpeil van NAP +1,8 en +2,8 m, waarbij het verschil daartussen de beschikbare berging weergeeft (volume totaal).

	Volume bij waterpeil +1.80	Volume bij waterpeil +2.80	Volume verschil
	m ³	m ³	m ³
LKI-2_Schuttersveld	5.498	11.488	5.990
LKI-3_Bessengaarde	607	1.922	1.315
LKI-4_Eendenhof	1.048	3.000	1.952
berging in bestaande watergang boven De Biezen			700
uitbreiding berging in bestaande watergang			3.600
totaal			13.557

Het oppervlak aan oppervlaktewater is geschat op 14.000 m².

Riolering De Biezen

In De Biezen is een verbeterd gescheiden rioolstelsel aanwezig. Op het stelsel is 31,15 ha verhard oppervlak aangesloten. De berging in het stelsel bedraagt 2,7 mm en de afvoer via het gemaal 0,36 mm/h.

3 Uitgangspunten

3.1 Algemeen

Verharding

Hemelwater stroomt via daken en straten af naar het HWA-rioolstelsel. Op basis van het huidige stedenbouwkundig plan is ingeschat wat de hoeveelheid aangesloten verharding in de eindsituatie zal zijn. Met uitzondering van de koppeling met De Biezen, wordt verder niet aangenomen dat buiten het plangebied gelegen terrein het watersysteem van De Beljaart belast.

In tabel 3-1 staan de oppervlaktes per fase weergegeven. De uiteindelijke verharding per fase is bepaald door 70% van het "uitgeefbaar" terrein bij het "verhard" op te tellen, waarmee de totale hoeveelheid verharding binnen het gebied uitkomt op 224.850 m². Het grootste gedeelte van de rondweg (Beljaartlaan) watert af richting de berm en de greppels/sloten buiten de Beljaart, voor zover deze afwatert op het HWA-stelsel staat de verharding onder 'Openbare wegverharding'.

In de huidige situatie zijn de fases 2a, 3, 4 en 5 voor het overgrote deel nog niet verhard. Deze zijn dan ook als onverhard meegenomen in de toetsing van de huidige situatie. Binnen de fases 2a en 4 is in de huidige situatie al wel enige verharding aanwezig. Deze verharding is wel meegenomen in de toetsing van de huidige situatie.

Tabel 3-1: Oppervlaktes in m² per fase voor de verschillende gebruiken, waarbij bij "Uitgeefbaar bebouwd" uit is gegaan van een verhardingspercentage van 70 %.

	fase 1 (m ²)	fase 2 (m ²)	fase 2a (m ²)	fase 3 (m ²)	fase 4 (m ²)	fase 5 (m ²)	buiten (m ²)	Totaal (m ²)
Uitgeefbaar	35.500	24.200	28.200	35.600	41.000	16.000	0	180.500
- verhard	24.900	16.900	19.700	24.900	28.700	11.200	0	126.300
- onverhard	10.600	7.300	8.500	10.700	12.300	4.800	0	54.200
Openbare wegverharding	20.000	25.000	13.000	16.000	13.000	9.000	0	96.000
Wadi	0	0	0	1.750	0	0	0	1.750
Water	1.400	6.600	0	0	0	0	8.800	16.800
Groen	6.600	7.000	1.300	2.000	18.000	4.600	54.000	93.500
Totaal verhard	44.850	41.940	40.440	40.920	59.500	20.200	0	224.850
Totaal	63.500	62.800	50.200	55.350	79.800	29.600	62.800	404.050

Aanleghoogten

De maaiveldhoogten van het plangebied worden en zijn per fase opgehoogd, waarbij voor elke fase een aanleghoogte is bepaald. Dit is voor:

- Fase 1: NAP +3,10 m;
- Fase 2: NAP +3,10 m;
- Fase 2a: NAP +3,50 m;
- Fase 3: NAP +3,40 m;
- Fase 4: NAP +3,40 m;
- Fase 5: NAP +3,50 m.

Een uitgangspunt en aandachtspunt vormt het gebied tussen fase 3 en 4 waar op dit moment al bebouwing aanwezig is (Achterhuizensticht 71 t/m 81). Een aantal van deze gebouwen ligt lager ten opzichte van het geprojecteerde maaiveld in het omliggende gebied. Het laagste gebouw heeft een vloerpeil van NAP +3,13 m. De aanliggende straat heeft als maaiveldhoogte NAP +3,15 m, waarmee het straatpeil hoger ligt dan het gebouw. De maaiveldhoogte rondom het gebouw (tuin) ligt eveneens lager. De maaiveldhoogtes van fase 3 en 4 bedragen NAP +3,4 m. Rondom deze percelen ligt in de huidige situatie een greppel. Deze wordt gehandhaafd en aangesloten op het nieuwe rioleringsstelsel waardoor wateroverlast wordt voorkomen.

3.2 Toetsing afvoercapaciteit HWA-stelsel

De toetsing van de afvoercapaciteit van de hemelwaterafvoer is uitgevoerd met behulp van een dynamisch neerslag-afvoermodel (SOBEK). Om in het gebied enige robuustheid tegen klimaatverandering te creëren, heeft de gemeente gekozen voor extra strenge uitgangspunten. Bij de verharding is uitgegaan van een verharding van uitgeefbaar terrein van 80%. Hiernaast is de toets uitgevoerd met bui 09 zoals voorgeschreven door de Stichting RIONED (in de rapportage revisie 02 van 4 oktober 2017, is nog uitgegaan van bui 08). Bui 09 heeft een intensiteit van 29,4 mm in 60 minuten (met een piek in het begin) en komt in theorie niet vaker voor dan eens in de vijf jaar. Gesteld wordt dat de hemelwaterafvoer (en -verwerking) moet voorkomen dat bij bui 09 water-op-straat ontstaat.

Voor de eindsituatie is een ontwerp gemaakt van de nog aan te leggen hemelwaterafvoer in fase 4 en fase 5. Het ontwerp moet voorkomen dat in de nog te ontwikkelen delen van De Beljaart water-op-straat ontstaat bij het optreden van bui 09. Hiernaast moet het ontwerp ook voorkomen dat in deze situatie water-op-straat ontstaat in al ontwikkelde delen van De Beljaart en, indien aan de orde en voor zover redelijkerwijs haalbaar, bestaande knelpunten in de al ontwikkelde delen moet verhelpen.

De bui waarbij wateroverlast heeft plaatsgevonden in juli 2016 had volgens de gemeente een intensiteit van 90 mm in 6 uur. Deze intensiteit is dermate hoog dat deze buiten de normen valt voor de toetsing van de afvoercapaciteit. Wateroverlast is in een dergelijke situatie niet uit te sluiten.

3.3 Toetsing berging watersysteem

Berging in De Beljaart voor De Beljaart

De uitgangspunten gehanteerd bij de toetsing van de waterberging, naast de hoeveelheid verhard oppervlak (zie paragraaf 3.1), zijn weergegeven in tabel 3-2.

Tabel 3-2: Uitgangspunten voor waterberging

Afvoercoëfficiënt verhard	1	-
Berging op verharding	1	mm
Berging op openbare verharding	1	mm
Infiltratiecapaciteit wadi's	0,4	m/d
Maximale waterlaag infiltratievoorziening	0,3	m
Maximale peilstijging op oppervlaktewater	+2,8	m NAP
Landbouwkundige afvoer	1,67	l/s/ha

Voor de waterberging is de toetsing uitgevoerd met een statisch model. Gegeven de hoeveelheid verharding is berekend wat bij een T=100 situatie de hoeveelheid water is die moet worden geborgen binnen het plangebied waarna deze is vergeleken met de berekende beschikbare berging. Deze toetsing is alleen voor de toekomstige situatie (de eindsituatie) uitgevoerd. Wanneer deze voldoet, zal ook de huidige situatie voldoen.

Berging in De Beljaart voor De Beljaart én De Biezen

Afstromend hemelwater in De Biezen dat niet in De Biezen kan worden geborgen, moet via De Beljaart naar de Onkelsloot worden afgevoerd. Indien De Beljaart over een bergingsoverschot beschikt, kan dit worden benut om toestromend water vanuit De Biezen (tijdelijk) te bergen, voordat dit naar de Onkelsloot wordt afgevoerd. Omdat ook moet worden bepaald in hoeverre de afvoervoorzieningen van De Beljaart naar de Onkelsloot toereikend zijn om het extra water uit De Biezen af te voeren (zie verder paragraaf 3.4), moet eerst worden bepaald in hoeverre deze voorzieningen worden ontzien, doordat (en indien) het watersysteem van De Beljaart extra berging biedt.

Of in De Biezen een bergingstekort is en hoe groot dit tekort is, wordt bepaald met een 'bakjesmodel' van het watersysteem. Hierbij worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bij de toetsing van de waterberging van De Beljaart en omdat de watersystemen van De Beljaart en De Biezen aan elkaar zijn gekoppeld, is ook voor De Biezen gesteld dat de maximale peilstijging in het oppervlaktewater in De Biezen niet hoger mag zijn dan +2,80 m NAP.

3.4 Toetsing afvoer richting Onkelsloot

Knijpvoorziening

De afvoer richting de Onkelsloot vanuit het plangebied mag niet meer bedragen dan de landbouwkundige afvoer. Deze afvoer bedraagt 1,67 l/s/ha. In een vroeg stadium van de ontwikkeling van de Beljaart is vanuit De Biezen een duiker onder de Bolkensteeg door aangelegd naar het oppervlaktewater in De Beljaart en is de directe afvoer van De Biezen naar de Onkelsloot verwijderd. De uitlaten naar de Onkelsloot vanuit de Beljaart dienen dan ook als afvoer voor het de naastgelegen woonwijk de Biezen. De beide gebieden hebben een gezamenlijk verhard oppervlak van circa 60 ha (600.000 m²). In de stuwen tussen De Beljaart en de leidingen

richting de Onkelsloot zitten twee doorlaten welke dermate gedimensioneerd moeten zijn dat deze de landbouwkundige afvoer van zowel De Beljaart als De Biezen afvoeren bij een waterpeil van +2,30 m NAP (de bestaande stuwhoogte en de ontwerpstuwhoogte zoals bepaald in het eerste waterhuishoudkundige plan uit 2005/2006).

Gegeven deze uitgangspunten mag het totaal aan vertraagde afvoer richting de Onkelsloot maximaal 0,098 m³/s zijn.

Met deze gegevens moet worden getoetst of de aanwezige knijpdoorlaten toereikend zijn om deze afvoer te realiseren. Hiervoor is bepaald wat de diameter moet zijn van de twee doorlaten in de twee stuwen tussen de waterlichamen en de Onkelsloot. De berekening is uitgevoerd met de Formule doorlaat (buisje van Borda) volgens Bernoulli:

$$q_v = \mu_B \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \chi}$$

waarin:

- q_v = debiet (variabel);
- μ_B = contractiecoëfficiënt;
- A = natte oppervlakte buis (te berekenen);
- g = gravitatieversnelling; en
- χ = drukverschil (variabel).

Afvoercapaciteit leidingen

De duikers en greppels moeten voldoende capaciteit hebben om belemmering van de uitstroom uit de waterberging van de Beljaart te voorkomen. Het verval (opstuwing) binnen een leiding is met de volgende formule berekend:

$$Q = 18 \cdot \log\left(\frac{12 \cdot R}{k}\right) \cdot \sqrt{R \cdot I} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

waarin:

- Q = debiet;
- R = straal buis;
- K = ruwheidsfactor;
- I = verhang (te berekenen); en
- D = buisdoorsnede.

De maximale peilstijging achter de knijpvoorziening is gesteld op 0,5 m bij een debiet van de landbouwkundige afvoer. Deze eis is getoetst door het verval in de maatgevende onderdelen van beide afvoertracés te bepalen. Dit zijn de leiding van het zuidelijke tracé en de twee voorste (stroomopwaarts gelegen) leidingen van het noordelijke tracé.

Extra afvoer vanuit de Biezen

Wanneer de berging van De Beljaart en niet volstaat om een eventueel bergingstekort vanuit De Biezen op te vangen, moeten de twee afvoertracés naar de Onkelsloot het overschot aan water af kunnen voeren. Ook hierbij wordt gesteld dat het verval over beide tracés in de normsituatie niet groter mag zijn dan 0,5 m.

4 Toetsing bestaande HWA-stelsel

Het huidig aangelegde HWA-stelsel is in de huidige situatie (met actuele verharding) toereikend om het hemelwater af te voeren richting het oppervlaktewater, waardoor geen water op straat voorkomt in de normsituatie. Binnen het plangebied zijn met de huidige hoeveelheid verharding geen knelpunten aanwezig.

Stuwgebied en wadi

Wat opvalt is dat de doorlaten in de drempels, die het water in het HWA-stelsel in fase 3 moeten stuwten, er voor zorgen dat water vanuit de wadi terug zal stromen naar het HWA-stelsel en via de doorlaten naar het HWA-stelsel van fase 1 en vervolgens naar het oppervlaktewater. De infiltratiecapaciteit van de wadi wordt hiermee nauwelijks benut.

Hiernaast is de stuwhoogte, zoals voorgesteld in het waterhuishoudingsplan van 2006, van 0,3 m niet toegepast. Met een bodempeil van NAP +2,4 tot +2,65 m (en een stuwpeil van NAP +2,7 m is deze diepte maar beperkt beschikbaar. De beoogde berging in de wadi wordt hiermee niet behaald.

Geadviseerd wordt de doorlaten van fase 3 naar fase 1 te sluiten en het bodempeil in de wadi over de gehele lengte te verlagen tot een hoogte van NAP +2,4 m.

5 Ontwerp en toetsing toekomstige situatie

In dit hoofdstuk zijn het ontwerp en de toetsing van de toekomstige situatie beschreven.

5.1 Waterberging

Voor de toekomstige situatie is op basis van het stedenbouwkundig plan bepaald hoeveel waterberging binnen het plangebied benodigd is bij een T=100 situatie en of de toekomstige waterberging toereikend is om het water bij deze situatie te bergen. In bijlage 1 is de (statische) bergingsberekening voor de Beljaart weergegeven. Uit de berekening blijkt dat bij een T=100 situatie voldoende bergingscapaciteit binnen het plangebied aanwezig is. Hierbij is, als vermeld bij de uitgangspunten, uitgegaan van een maximale theoretische peilstijging van 1,0 m tot NAP +2,8 m in de bergingsvijver en de watergangen en een maximale peilstijging in de wadi van 0,5 m. Het bergingsoverschot bedraagt hierbij 4.185 m³.

Met een stuwpeil van +2,29 m NAP bij de bestaande twee stuwen in de retentievijver voor de afvoer richting de Onkelsloot, wordt de berging (en afvoer) niet fysiek begrensd en zal bij een waterpeil hoger dan +2,29 m NAP in De Beljaart de afvoer naar de Onkelsloot hoger zijn dan de landbouwkundige afvoer. Om de berging en afvoerbegrenzing ook fysiek te bieden wordt geadviseerd de stuwen te verhogen tot minimaal +2,80 m NAP. De door Antea Group uitgevoerde analyses en bestudeerde informatie geven geen aanleiding om te vrezen dat het verhogen van de stuwen leidt tot een onacceptabel risico op wateroverlast in De Biezen of De Beljaart.

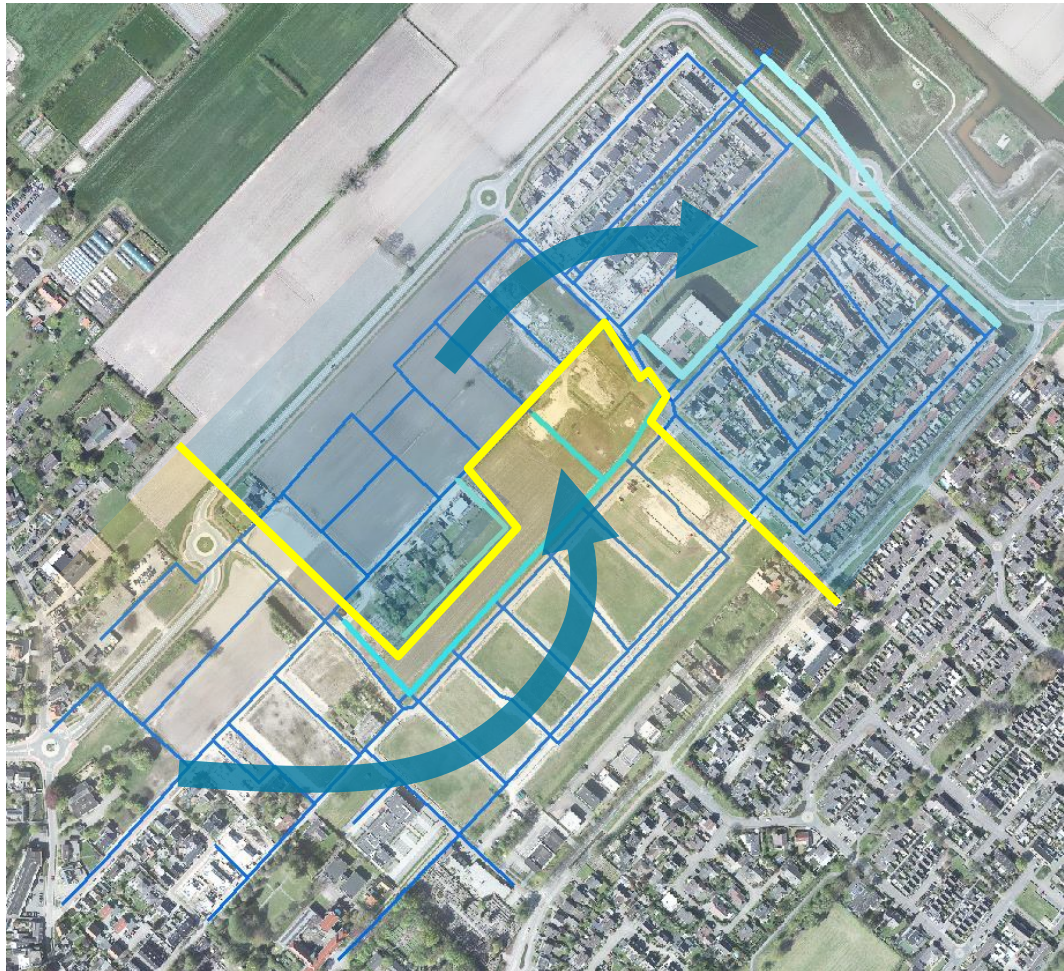
5.2 HWA-stelsel

Ontwerp

Voor fase 4 en het resterende deel van fase 5 is een ontwerp gecreëerd voor afvoer van hemelwater met gesloten leidingen en berging in en afvoer via wadi's. Uit onderzoek en in overleg met de gemeente is een structuurontwerp vastgesteld. Hierbij is uitgegaan van het watersysteem zoals is weergegeven in figuur 5-1. Hierbij wordt de nog aan te leggen HWA-riolering in fase 4 direct gekoppeld aan het systeem van fase 2. Fase 2a, 3 en 5 vormen zo samen het stuwgebied, waarbij het hemelwater uit deze fases wordt afgevoerd richting de wadi's.

Het ontwerp is met een dynamisch rekenmodel geoptimaliseerd, waarbij is gestuurd op het voorkomen van water op straat, het beperken van ingrijpen in bestaand gebied en het benutten van de wadi's. Dit heeft geresulteerd in een tweetal ontwerpscenario's (scenario 1a en 1b), welke zijn weergegeven in bijlage 2. De resultaten van de afvoercapaciteitsberekeningen zijn weergegeven in bijlage 3.

Bij het opstellen van scenario 1a en 1b is geoordeeld dat water-op-straat in het al aangelegde zuidwestelijke gebied niet redelijkerwijs kan worden verholpen door aanleg van bergings- en afvoervoorzieningen in het nog te ontwikkelen deel van de Beljaart. Scenario 1a en 1b zijn op wens en met medewerking van de gemeente ontwikkeld om met enige ingrepen in bestaand gebied nog enige verbetering te bieden ten opzichte van de huidige situatie.



Figuur 5-1: Schematische weergave van het toegepaste watersysteem in De Beljaart (bron achtergrond: LuchtfotoNL 2016 © CycloMedia Technology B.V.). Ten zuiden van de gele lijn ligt het infiltratiesysteem (hemelwater stroomt vanuit het HWA-stelsel naar de wadi), ten noorden ervan het oppervlaktewatersysteem (hemelwater stroomt vanuit het HWA-stelsel naar het oppervlaktewater).

Achterhuizensticht

Het al aangelegde HWA-riool binnen fase 4 (Achterhuizensticht) moet worden vervangen (vergroot) om zo de doorstroming van het zuidelijke systeem bij een extreme situatie te kunnen garanderen. In Achterhuizensticht is een hoofdtransportleiding geprojecteerd die het rioolwater vanaf de fasegrens bij Veenmos naar het oppervlaktewater tussen fase 1 en fase 2 afvoert. Deze transportleiding zal over leidingdoorsneden moeten beschikken van 800 mm tot 1.250 mm.

Stuwen

Tussen het bestaande HWA-stelsel in fase 2a en 5 (Veenmos) en het nieuw aan te leggen HWA-stelsel in fase 4 zijn twee stuwen geprojecteerd. Deze stuwen borgen dat hemelwater dat in fase 2a, 3 en 5 afstroomt, eerst naar de wadi stroomt (en infiltreert) en pas bij een hoger peil overloopt naar het oppervlaktewater via het HWA-stelsel van fase 4.

5.3 Wadi's

In het ontwerp voor de toekomstige situatie is uitbreiding van de wadi voorzien, waarbij twee extra verbinding worden gemaakt met het nieuw aan te leggen HWA-riool in Achterhuizensticht.

Omdat fase 4 niet tot het stuwgebied behoort, is bij de noordoostelijke verbinding een stuw in de wadi voorgesteld, die berging in de wadi borgt, maar overloop mogelijk maakt. De stuw heeft een overstorthoogte van NAP +2,7 m en een kruinbreedte van 2,0 m. De extra stuw zorgt bij een waterpeil hoger dan NAP +2,7 m voor een versnelde afvoer richting het oppervlaktewater en voor waterberging bij een waterpeil lager dan NAP +2,7 m.

De bodemhoogte van de bestaande wadi moet worden verlaagd naar NAP +2,4 m. De twee voorgestelde uitbreidingen zijn op hetzelfde niveau geprojecteerd.

Op de uitbreiding van de wadi langs Veenmos zijn twee nieuwe uitstroompunten geprojecteerd, om zo de afvoercapaciteit vanuit fase 2a en fase 5 te vergroten.

Parkzone

Waterhuishoudkundig is bepaald dat de wadi's een bodemhoogte hebben van NAP +2,4 m en een overloophoogte van NAP +2,7 m. De insteekhoogte van de wadi's kan worden afgestemd op het maaiveld in de parkzone en, indien gewenst, vloeiend overlopen in de parkzone tussen fase 3 en fase 4.

Vanwege de ophoging in fase 3 en de voorgenomen ophoging van fase 4 komt de bestaande bebouwing aan de Achterhuizensticht in de toekomstige parkzone lager te liggen dan de omgeving. Dit maakt het gebied van de huidige bebouwing een risicolocatie voor wateroverlast. Voorkomen moet worden dat afstroming over maaiveld (al dan niet door een tekort aan capaciteit van het riool) voor problemen zorgt in Achterhuizensticht. Door delen van de parkzone, die tegen de percelen van Achterhuizensticht aan grenzen, lager aan te leggen dan de percelen aan Achterhuizensticht, wordt een locatie gecreëerd, die een buffer kan vormen tegen potentiële wateroverlast.

De bestaande bebouwing aan Achterhuizensticht in de parkzone wordt omringt door een droogvallende sloot. Via sloten/greppels kan water uit deze sloot in de huidige situatie nog wegstromen naar het oppervlaktewater in Beljaart in het noordoosten van het plangebied. Met de ontwikkeling van fase 4 vervalt de afvoerroute. Omwille van de bescherming van de bestaande percelen moet de sloot worden behouden en om te voorkomen dat een kom in het maaiveld ontstaat, waaruit het water niet weg kan, moet de sloot met de omgeving worden ontsloten. Dit kan worden gerealiseerd met de aanleg van een overlaat naar het HWA-stelsel in het noordelijke deel van de Beljaart (fase 4). De overlaathoogte kan worden afgestemd op de huidige peilen van bodem en insteek van de sloot. Zolang de sloot niet aan de wadi ('s) of de zuidelijke riolering wordt gekoppeld, hoeft niet aan het stuwpeil van '+2,70 m NAP' te worden vastgehouden.

5.4 Stuwputten

Bij de aanleg van HWA-riool in fase 4 vindt uitbreiding en vermasing van de stelsels in de Beljaart plaats. Hierdoor ontstaan nieuwe tracés voor de afvoer van rioolwater naar het

oppervlaktewater, al dan niet via de wadi. Omdat het nut van de wadi's moet worden geborgd, zijn nieuwe stuwputten nodig zijn in de tracés richting het oppervlaktewater.

De locaties van de nieuwe stuwputten zijn aangegeven op de ontwerptekening in bijlage 2. De nieuw te plaatsen stuwputten hebben een overstorthoogte van NAP +2,7 m. Om voldoende afvoercapaciteit te garanderen moeten de te plaatsen stuwen over een doorlaathoogte van minimaal 20 cm beschikken. De breedte van de stuwputten is afgestemd op de nodige capaciteit.

5.5 Afvoer naar Onkelsloot

De uitgevoerde berekeningen tonen aan dat de doorlaten in de stuwen in de twee afvoertracés richting de Onkelsloot over voldoende capaciteit beschikken om de landbouwkundige afvoer van De Beljaart en De Biezen af te voeren.

Voor beide afvoertracés is in de normsituatie de opstuwing berekend die in de maatgevende onderdelen (duikersegmenten) wordt bereikt. Uit de berekening blijkt dat in beide gevallen de opstuwing bij een landbouwkundige afvoer verwaarloosbaar is, waardoor het water vrij kan afstromen richting de Onkelsloot.

5.6 Watersysteem De Biezen

Duiker tussen De Biezen en De Beljaart

Om te bepalen hoeveel water vanuit De Biezen richting De Beljaart stroomt, is de afvoercapaciteit en opstuwing berekend van de verbinding tussen De Biezen en De Beljaart. Met de regenduurlijn is berekend dat, uitgaande van de gegevens aangeleverd door de gemeente (zie paragraaf 2.4), een bergingstekort van maximaal 3.120 m³ is in De Biezen. Hierbij is ook de maximale afvoer vanaf het gebied berekend, welke is vastgesteld op 0,18 m³/s (landbouwkundige afvoer + extra afvoer door bergingstekort). De waterbergingsberekening is weergegeven in bijlage 4.

Met behulp van de formule van Chézy is bepaald dat de diameter van 800 mm voldoende is om deze hoeveelheid water af te voeren. Rekening houdend met enige stromingsweerstand in de duiker (door aanwezigheid van bodemmateriaal) bedraagt het verhang tussen de wijken maximaal 1,4 cm, wat klein is. Dit betekent dat de duiker tussen De Biezen en de Onkelsloot over voldoende afvoercapaciteit beschikt om het extra water uit de Biezen af te voeren naar de bergingsvijver van De Beljaart.

Waterberging

In paragraaf 5.1 is geconcludeerd dat De Beljaart over een bergingsoverschot beschikt van 4.185 m³. In tabel 5-1 is deze berging gesommeerd met het bergingstekort van De Biezen. Dit tekort bedraagt 3.120 m³. Dat betekent dat de twee wijken samen over een bergingsoverschot van 1.064 m³ beschikken. Dit betekent dat De Beljaart berging kan bieden aan al het extra water dat vanuit De Biezen via De Beljaart richting de Onkelsloot komt.

Tabel 5-1: Waterberging De Beljaart inclusief opvang voor De Biezen

t=100	Regenduur	u	24
	Regenduur	min	1.440
	Regenhoeveelheid	mm	71
Biezen	Bergingstekort (+) / bergingsoverschot (-)	m ³	3.120
	Afvoerdebiet naar De Beljaart totaal	m ³ /s	0,18
Beljaart	Bergingstekort (+) / bergingsoverschot (-)	m ³	-4.185
Som	Bergingstekort (+) / bergingsoverschot (-)	m ³	-1.064

Omdat het mogelijk is het extra water vanuit De Biezen te bergen in de bergingsvijvers van De Beljaart, is het ook niet nodig de afvoertracés van De Beljaart naar de Onkelsloot van extra afvoercapaciteit te voorzien. In paragraaf 5.5 is al aangetoond dat de afvoertracés over voldoende afvoercapaciteit beschikken om de landbouwkundige afvoer af te voeren.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Hemelwaterafvoerstelsel

In de huidige (reeds aangelegde) situatie is voldaan aan de eisen gesteld in het (geactualiseerde) waterhuishoudingsplan ten aanzien van de afvoer van hemelwater. De leidingen, voorzieningen en structuur van de hemelwaterafvoer zijn toereikend om het water af te voeren richting de wadi en het oppervlaktewater zonder dat, in de normsituatie, water op straat ontstaat.

Waterberging

Het watersysteem van De Beljaart heeft ruim voldoende bergingscapaciteit om in de toekomstige situatie bij een T=100 situatie water te bergen. Het watersysteem heeft voldoende extra berging om naast het eigen water ook het extra water uit de Biezen te bergen uitgaande van een stuwpeil van NAP +2,8 m. De wijken samen hebben een bergingsoverschot van ruim 1.000 m³.

Afvoer van De Biezen naar De Beljaart

De duiker van De Biezen naar De Beljaart beschikt over voldoende capaciteit voor de afvoer van het bergingstekort in De Biezen richting De Beljaart.

Afvoer van De Beljaart naar de Onkelsloot

De afvoer capaciteit van de afvoertracés richting de Onkelsloot zijn toereikend om de landbouwkundige afvoer van De Beljaart en De Biezen af te kunnen voeren.

6.2 Aanbevelingen

Geadviseerd wordt de bestaande doorlaten in de stuwen in het HWA-stelsel van fase 3 naar fase 1 te sluiten.

Geadviseerd wordt het bodempeil in de bestaande wadi over de gehele lengte te verlagen tot een hoogte van NAP +2,4 m.

In de verdere uitwerking moet aandacht zijn voor de maaiveldhoogte rondom de bestaande bebouwing in de parkzone tussen de fases 3 en 4, zodat wateroverlast wordt voorkomen.

Om de waterberging in De Beljaart en afvoerbegrenzing vanuit De Beljaart ook fysiek te bieden, wordt geadviseerd de stuwen te verhogen tot minimaal +2,80 m NAP.

Bijlage 1 Waterbergingsberekening De Beljaart

Bijlage 1 Waterbergingsberekening De Beljaart

Project	Beljaart, Dongen	revisie	00
Onderdeel	Waterbalans T=100		
Projectnummer	416128		
Datum	21 november 2017		

Oppervlakteverdeling	[m ²]	ha
Totaal plangebied	404.050	40,4
Uitgeefbaar wonen	180.500	18,1
Verhard	111.500	11,2
Water	16.800	1,7
Wadi	1.750	0,2
Groen	93.500	9,4

Uitgangspunten	
Afvoercoëfficiënt verhard	1 -
Berging op verharding	1,0 mm
Berging op openbare verharding	1,0 mm
Infiltratiecapaciteit wadi's	0,4 m/d
Maximale waterlaag infiltratievoorziening	0,5 m
Maximale peilstijging op oppervlaktewater	1,0 m
Percentage verhard uitgeefbaar wonen	70 %
Landbouwkundige afvoer	1,67 l/s/ha

Netto oppervlaktes per deelgebied								
	fase 1	fase 2	fase 2A	fase 3	fase 4	fase 5	buiten	Totaal
Uitgeefbaar	35500	24200	28200	35600	41000	16000	0	180500
Bestaand	0	0	7700	0	7800	0	0	15500
Wadi	0	0	0	1750	0	0	0	1750
Water	1400	6600	0	0	0	0	8800	16800
Groen	6600	7000	1300	2000	18000	4600	54000	93500
Verhard	20000	25000	13000	16000	13000	9000	0	96000
Totaal verhard	44850	41940	40440	40920	49500	20200	0	237850
Totaal	63500	62800	50200	55350	79800	29600	62800	404050

		Regenduurlijn T=100													
Regenduur [uur]		0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24	48	96	168
Regenduur [min]		30	60	120	180	240	300	360	480	600	720	1440	2880	5760	10080
Regenhoeveelheid [mm]		35	41	45	50	52	54	55	58	60	62	71	84	107	133
Aanvoer van uitgeefbaar wonen [m ³]	+	4245	4991	5597	6128	6494	6709	6848	7227	7493	7695	8807	10538	13330	16703
Aanvoer van openbare verharding [m ³]	+	3746	4404	4939	5408	5731	5921	6043	6378	6612	6790	7772	9299	11763	14740
Regen op wadi [m ³]	+	61	71	79	87	92	95	97	102	106	108	124	148	186	233
Regen op oppervlaktewater [m ³]	+	581	680	761	832	880	909	927	978	1013	1040	1188	1418	1789	2238
Aanvoer van Biezen	+														
Toevoer [m ³]		8634	10146	11377	12454	13198	13633	13915	14685	15223	15633	17890	21402	27069	33915
Berging op oppervlaktewater [m ³]	-	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800	16800
Berging in wadi [m ³]	-	875	875	875	875	875	875	875	875	875	875	875	875	875	875
Infiltratie in wadi [m ³]	-	15	29	58	88	117	146	175	233	292	350	700	1400	2800	4900
Landbouwkundige Afvoer [m ³]	-	77	154	308	462	617	771	925	1233	1541	1850	3700	7399	14798	25897
Bergingstekort (+) / bergingoverschot (-) [m ³]		-9133	-7712	-6665	-5771	-5211	-4958	-4859	-4457	-4285	-4241	-4185	-5072	-8204	-14557
Maximale afvoer over stuwen na berging [m ³ /s]		-5,07	-2,14	-0,93	-0,53	-0,36	-0,28	-0,22	-0,15	-0,12	-0,10	-0,05	-0,03	-0,02	-0,02

Bijlage 2 Ontwerp HWA De Beljaart

Bijlage 2 Ontwerp HWA De Beljaart

Legenda

- Oppervlaktewater
- Greppel
- Wadi aanleggen
- Wadi verlagen
- Bestaand vervangen
- Bestaand vervangen (1b)
- HWA rioolleiding - nieuw
- HWA rioolleiding - bestaand

Stuw:
- drempelbreedte: 2 m;
- drempelhoogte: NAP +2,7 m.

Stuwput:
- drempelbreedte: 2 m;
- drempelhoogte: NAP +2,7 m.

Stuwput:
- drempelbreedte: 4 m;
- drempelhoogte: NAP +2,7 m.

Verbreiden stuw naar 4 m

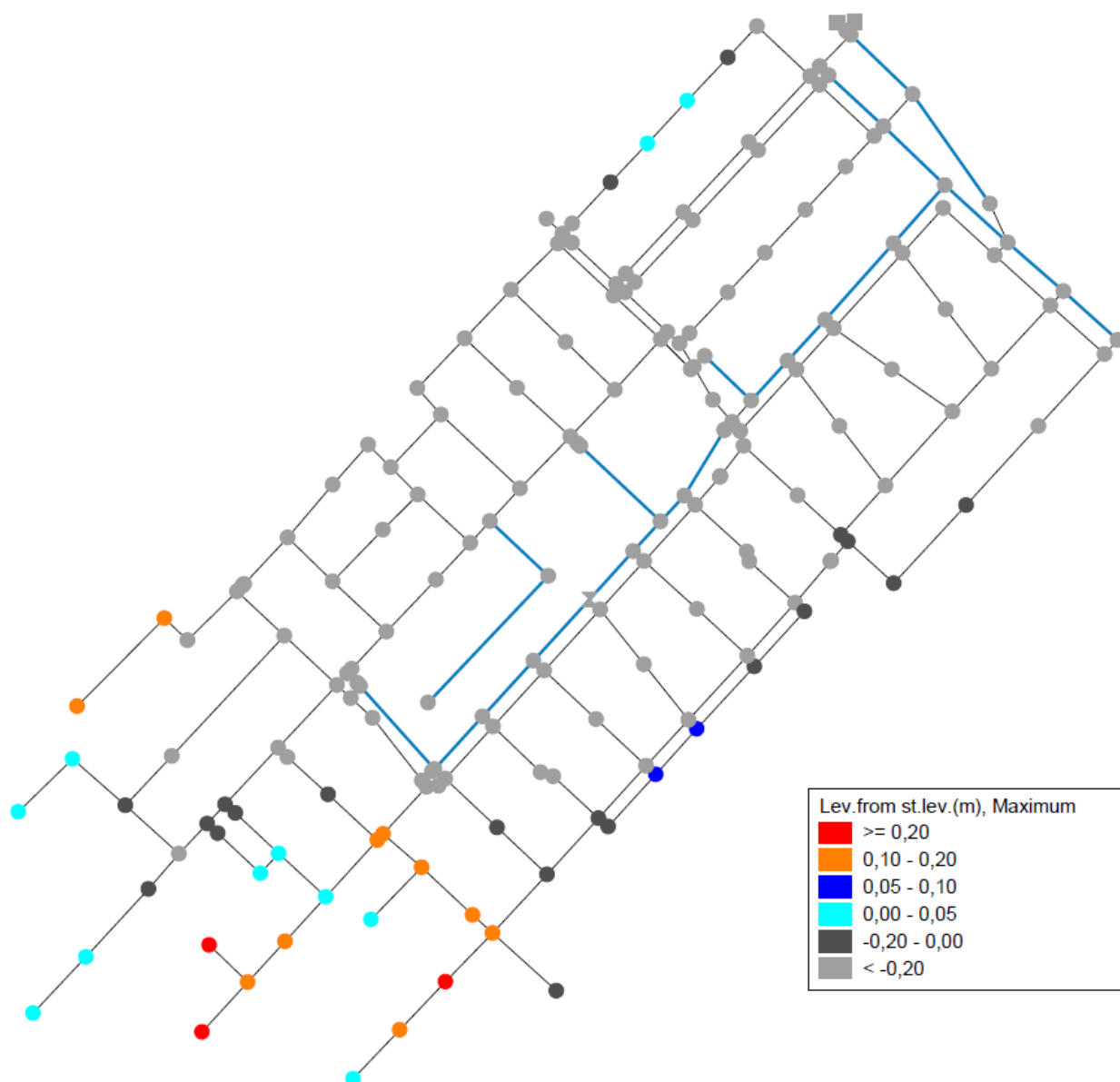
Bestaande wadi:
- verlagen bodem naar NAP +2,4 m.

Uitstroom naar wadi:
- type: 'brievenbusoverstort';
- drempelbreedte: 2 m;
- drempelhoogte: NAP +2,7 m.

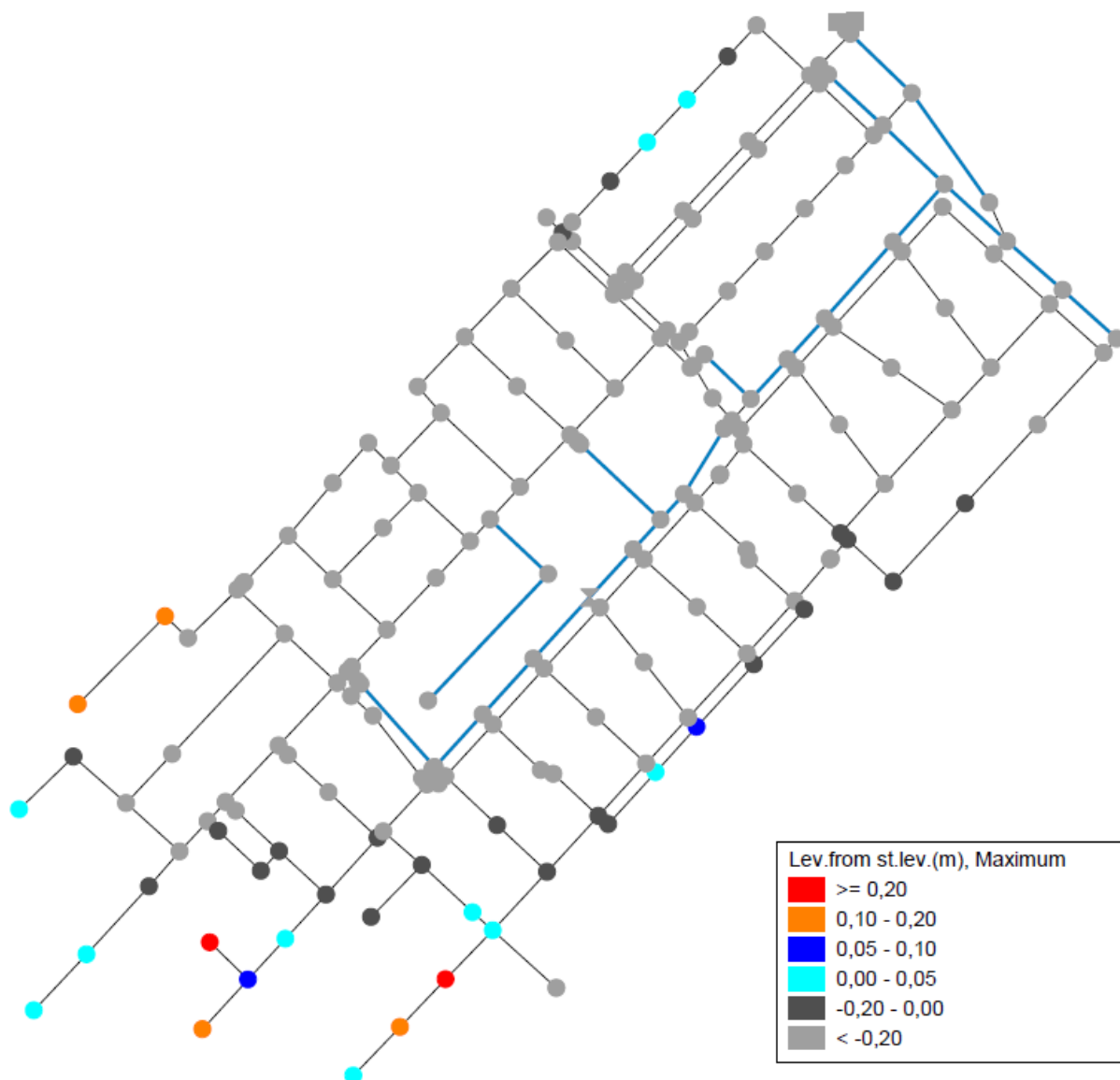


Bijlage 3 Resultaten afvoercapaciteitsberekeningen

Bijlage 3 Resultaten afvoercapaciteitsberekeningen



Figuur: Waterniveau ten opzichte van het maaiveldniveau bij bui 09 situatie voor scenario 1a



Figuur: Waterniveau ten opzichte van het maaiveldniveau bij bui 09 situatie voor scenario 1b

Bijlage 4 Waterbergingsberekening De Biezen

Bijlage 4 Waterbergingsberekening De Biezen

Project Beljaart, Dongen
Onderdeel Waterbalans T=100, De Biezen
Projectnummer 416128
Datum 28 november 2017

Oppervlakteverdeling	[m ²]	ha
Oppervlaktewater	14.000	1,4
Verhard	311.500	31,2

Bergingscapaciteit 13.557

Uitgangspunten	
Berging op verharding	0,0 mm
Berging in riolering	2,7 mm
Maximale peilstijging op oppervlaktewater	1,0 m
Afvoer via waterketen (HWA-rioolgemaal)	0,36 mm/h
= ...	112 m ³ /h
Landbouwkundige afvoer	1,67 l/s/ha
= ...	0,05 [m ³ /s]

	Regenduurlijn T=100														
Regenduur [uur]	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	24	48	96	168	
Regenduur [min]	30	60	120	180	240	300	360	480	600	720	1.440	2.880	5.760	10.080	
Regenhoeveelheid [mm]	35	41	45	50	52	54	55	58	60	62	71	84	107	133	
Aanvoer van riolering [m³]	+	9.890	11.672	13.055	14.251	15.042	15.460	15.690	16.400	16.830	17.104	18.500	20.076	21.578	21.821
Regen op bergingsgebied [m³]	+	484	567	634	693	734	757	773	815	844	867	990	1.182	1.491	1.865
Toevoer [m³]		10.375	12.239	13.689	14.944	15.776	16.217	16.463	17.215	17.675	17.971	19.490	21.258	23.069	23.685
Bergingscapaciteit [m³]	-	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557	13.557
Landbouwkundige Afvoer [m³]	-	59	117	234	352	469	586	703	937	1.172	1.406	2.812	5.625	11.249	19.686
Bergingstekort (+) / bergingsoverschot (-) [m³]		-3.241	-1.435	-102	1.036	1.750	2.074	2.203	2.721	2.946	3.008	3.120	2.076	-1.738	-9.558
Afvoerdebit naar Beljaart landbouwkundig [m³/s]		0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
Afvoerdebit naar Beljaart extra [m³/s]		0,000	0,000	0,000	0,096	0,122	0,115	0,102	0,094	0,082	0,070	0,036	0,012	0,000	0,000
Afvoerdebit naar Beljaart totaal [m³/s]		0,054	0,054	0,054	0,150	0,176	0,170	0,156	0,149	0,136	0,124	0,090	0,066	0,054	0,054

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

E. remco.jonker@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2018

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.