

Waterhuishoudkundig plan Detmerskazerne Eefde

Ter attentie van	Gemeente Lochem
Datum	31 maart 2017
Distributie	Gemeente Lochem, Waterschap Rijn en IJssel
Projectnummer	111776
Onderwerp	Waterhuishoudkundig plan Detmerskazerne Eefde
Opgesteld door	H. (Huub) Kuipers
Gecontroleerd door	E. (Elbert) Schrama

Voor de voorgenomen ontwikkeling op de locatie van de voormalige Detmerskazerne te Eefde is door Aveco de Bondt een waterhuishoudkundig plan opgesteld. De ruimtelijke ontwikkeling betreft de bouw van 80 woningen. Voor deze ontwikkeling is een watertoets opgesteld die als leidraad is gebruikt voor dit rapport. Het doel van dit plan is om inzichtelijk te maken in hoeverre de waterhuishoudkundige situatie gaat veranderen en of in het ontwerp voldoende rekening is gehouden met het verwerken van het hemelwater. In het ontwerp wordt het hemelwater opgevangen middels een wadi. In dit waterhuiskundig plan is de wadi nader uitgewerkt en getoetst aan het beleid en eisen van de gemeente en het waterschap. Tevens zijn aanbevelingen voor de inrichting van de wadi gedaan o.b.v. het beleid en de normen van de gemeente en het waterschap, de uitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp en de uitgewerkte gebiedseigenschappen.



Figuur 1 Overzichtskaart plangebied (rode arcering) in de huidige situatie.

1 BELEID EN UITGANGSPUNTEN

Het plangebied (figuur 1) bevindt zich in de Gemeente Lochem en in het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel. Het oppervlaktewaterbeheer in de omgeving wordt door het waterschap uitgevoerd. Het grondwaterbeheer en de riolering zijn taken van de gemeente. In dit hoofdstuk is het beleid van deze organisaties uitgewerkt dat voor deze ontwikkeling relevant is.

1.1 Gemeente Lochem

Het beleid ten aanzien van inzameling en transport van stedelijk afvalwater, het verzamelen en verwerken van hemelwater en het voorkomen of beperken van de nadelige gevolgen van de grondwaterstand is vastgelegd in het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP). De gemeente streeft er naar om het hemelwater niet op het gemengde rioolstelsel aan te sluiten, maar te verwerken volgens het principe “vasthouden, bergen en afvoeren”. Het doel van dit uitgangspunt is om een zo laag mogelijke piekbelasting op het riool en het oppervlaktewater te veroorzaken. De gemeente geeft aan dat het beleid daarom uitgaat van afkoppelen van het hemelwater. Specifiek gevraagd naar de ontwikkeling, is voor de percelen vasthouden en voor de openbare ruimte afvoeren het uitgangspunt. Het water dat versneld tot afstroming komt (wegwater) wordt gezuiverd door middel van een grondpassage voordat het hemelwater het bestaande oppervlaktewater in stroomt.

1.2 Waterschap Rijn en IJssel

Het waterschap zorgt voor de bestendigheid van het watersysteem tegen extreme neerslagsituaties, de kwaliteit van het oppervlaktewater en het functioneren van regionale waterkeringen. Het beleid van Waterschap Rijn en IJssel is vastgelegd in de Keur. Hierin is onder andere vastgelegd dat er te allen tijde voldoende buffer aanwezig moet zijn om de steeds heviger wordende extreme neerslag te kunnen verwerken. Het doel van dit uitgangspunt is om te voorkomen dat hemelwater versneld op het watersysteem wordt geloosd. Het waterschap maakt onderscheid tussen ontwikkelingen in stedelijk gebied en het buitengebied, waarbij de normen betreft compensatie van verharding in het stedelijk gebied strenger zijn. Bij inbreidingsplannen/herontwikkeling met een verhard oppervlak groter dan 2500 m², moet voldaan worden aan de volgende eisen.

- Het hemelwater van een T=10 bui dient vastgehouden te worden in het plangebied en vertraagd te worden afgevoerd volgens de stedelijke afvoernorm van 1,65 l/s/ha. Hierdoor wordt de piekafvoer op het oppervlaktewatersysteem verminderd.
- Om een robuust watersysteem te ontwikkelen wordt aanbevolen om 20 mm statische berging in de voorzieningen te creëren.
- Tevens wordt geëist dat er minimaal 10 mm infiltratie in de voorziening plaats moet vinden.
- Er mag geen wateroverlast ontstaan bij een T=100 bui. Hierbij mag worden uitgegaan van berging tot aan maaiveld.
- Tot slot hanteert het waterschap bij de toetsing een verhoogde neerslagintensiteit van 10% door klimaatverandering.

2 HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SITUATIE PLANLOCATIE

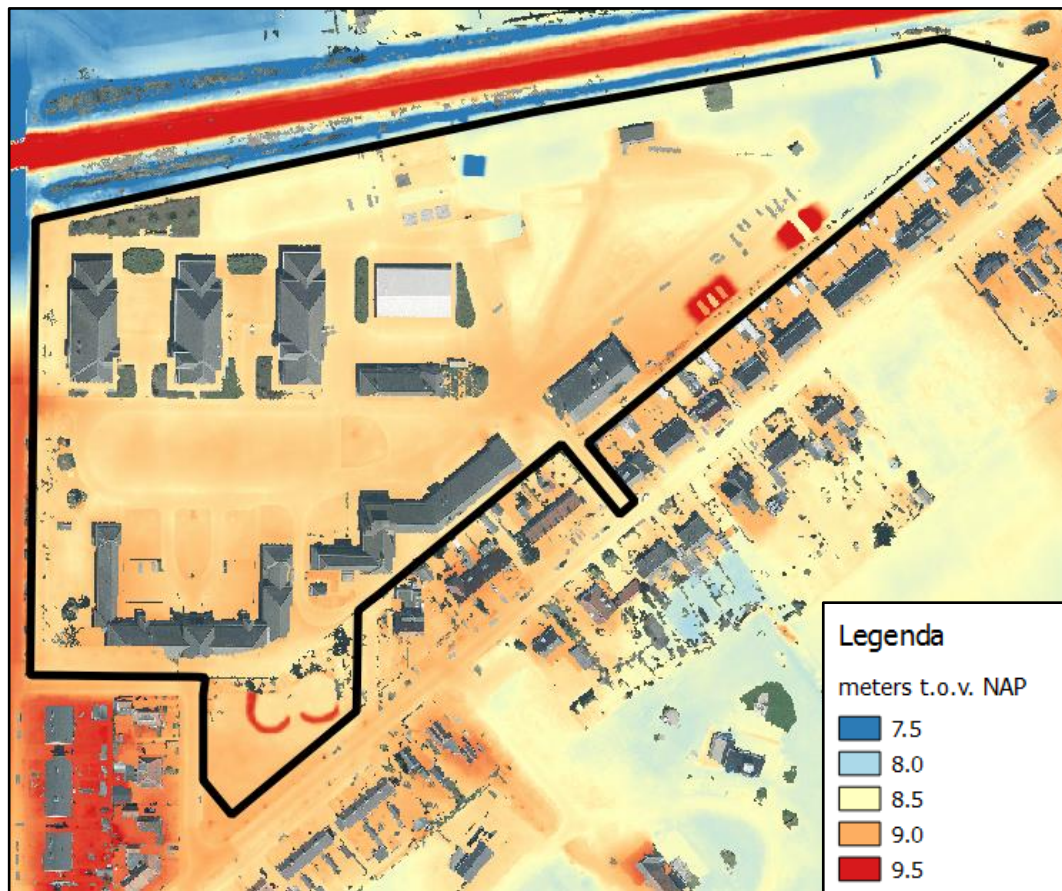
Het plangebied bevindt zich in Eefde en is begrensd door de spoorlijn Zuthpen - Hengelo (noord), De Blaak (west), de Kazernestraat (zuid), en de percelen aan de Boedelhofweg (zuid-oost). In het gebied worden 80 woningen gerealiseerd op de locatie van de voormalige kazerne. Het gebied bestond uit een relatief groot verhard oppervlak door de kazernegebouwen en de omliggende bestratingen. In de toekomstige situatie worden 80 woningen gerealiseerd, zoals weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Schetsontwerp van de toekomstige situatie.

2.1 Maaiveldhoogte

Het maaiveld in het plangebied ligt gemiddeld op 8,75 m +NAP. In figuur 3 is te zien dat het maaiveld van het zuidwestelijk deel licht afloopt van circa 8,9 m +NAP naar gemiddeld 8,4 m +NAP in het noordoostelijke deel. In deze lager gelegen groenstrook langs het spoor is de wadi gesitueerd.



Figuur 3 Het huidige hoogteverschil van het maaiveld in het plangebied (zwarte omlijn).

2.2 Riolering

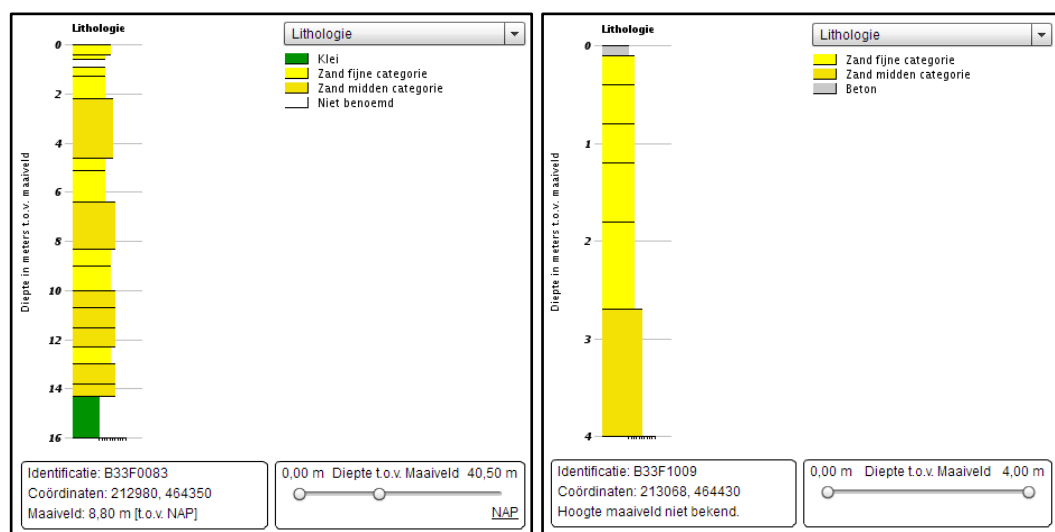
In de huidige situatie ligt er alleen een vuilwaterriolering onder het poortgebouw. Het hemelwater van de bebouwing en de toegangswegen wordt via een hemelwaterafvoer naar de spoorloot geleid. In de toekomstige situatie wordt het water van deze verhardingen naar de wadi geleid. De wadi krijgt een overstort op de spoorloot.

3 (GEO)HYDROLOGISCHE SITUATIE

De gegevens van de geohydrologische situatie zijn gebaseerd op gegevens uit het Dinoloket en leggergegevens van het waterschap.

3.1 Bodemopbouw

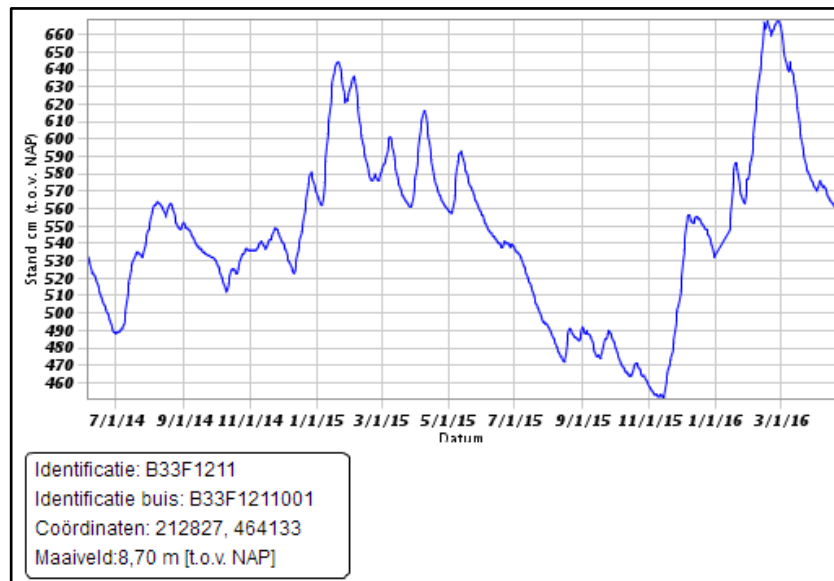
Om de bodemopbouw te bepalen is gebruik gemaakt van de gegevens van het Dinoloket. Er zijn verschillende booronderzoeken beschikbaar. B33F0083 en B33F1009 zijn boringen uit het kazerneterrein (figuur 4). Uit deze gegevens blijkt dat de grond voornamelijk uit zand midden-fijn bestaat. De eerste ondoorlatende laag wordt op ca. 14 meter onder maaiveld aangetroffen. De infiltratiecapaciteit van de bodem is groot.



Figuur 4 Booronderzoeken met bodemopbouw planlocatie

3.2 Grondwater

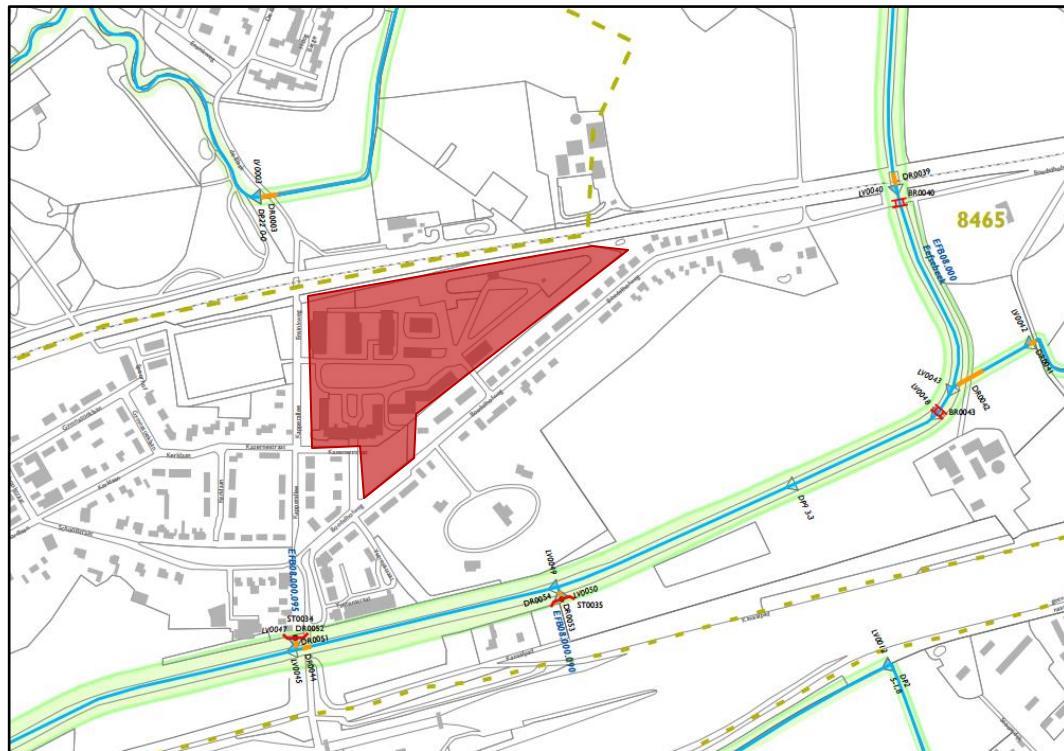
Om de grondwatergegevens te bepalen is gebruik gemaakt van de gegevens van het Dinoloket. Grondwatermeetpunt B33F1211, welke vanaf 2014 meet, is hiervoor gebruikt. Het grondwater bevindt zich ca. 2-4 meter onder maaiveld. De grote variaties tussen natte en droge periodes duiden op een hoge k-waarde en daardoor een grote infiltratiecapaciteit.



Figuur 5 Grondwatergegevens omgeving Eefde

3.3 Inventarisatie oppervlaktewater

Een paar honderd meter ten zuiden van de planlocatie loopt de Eefsebeek. Deze sluit aan op het Twentekanaal. Ten noorden van het terrein loopt een spoorloot. Deze sloot wordt gebruikt als afwatering van het hemelwater van het terrein.



Figuur 6 Uitsnede legger waterschap Rijn en IJssel

4 ONTWERPUITGANGSPUNTEN

De gemeente hanteert zoveel mogelijk de trits vasthouden-bergen-afvoeren. Het beleid schrijft voor dat hemelwater op de percelen zoveel mogelijk moet infiltreren. Dit is gezien de bodemopbouw goed mogelijk. De verharding in de openbare ruimte wordt aangesloten op de HWA. De HWA voert via een bodempassage in de vorm van een wadi af op de spoorloot. De wadi wordt getoetst op een T=10+10% en een T=100+10%. Bij hevigere neerslagintensiteit kan het overschot middels een overloopvoorziening op een HWA lozen.

4.1 Infiltratiemogelijkheden

Voor het bepalen of water geïnfiltreerd kan worden in de bodem is vooral gekeken naar de grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem. Voor het bepalen van het grondwatercriterium is de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) van belang. Voor optimale infiltratie dient de onderkant van de voorziening circa 0,7 m boven de GHG te liggen. Indien de GHG op de locatie hoger is dan 0,7 m onder maaiveld kan infiltratie alleen in combinatie met drainage of wordt het regenwater rechtstreeks afgevoerd. De GHG t.p.v. de wadi ligt circa 1,70 m onder maaiveld, op circa 6,60 +NAP. De onderkant van de wadi ligt daarmee ruim een meter boven de GHG, waardoor er optimale infiltratie mogelijk is.

Een andere vereiste voor infiltratie is de doorlatendheid van de bodem. Indien deze groter is dan 9 m/dag, kunnen in principe alle typen infiltratievoorzieningen worden toegepast. Wanneer de verzadigde doorlatendheid van de onverzadigde zone kleiner is dan 9 m/dag, maar groter dan 2m/dag, kunnen de infiltratietechnieken als een infiltratieveld, -koffer, -riool en -greppel goed worden toegepast. Indien de doorlatendheid van de bodem tussen de 2 en 4 m/dag ligt, kan het hemelwater, mits voldoende ruimte beschikbaar is, met behulp van een wadi (infiltratiegreppel met infiltratiekoffer en drainage naar open water) in de bodem worden geïnfiltreerd. Bij een doorlatendheid van minder dan 0,4 m/dag is het infiltreren van hemelwater niet mogelijk. De horizontale doorlatendheid van de bodem wordt geschat op circa 4 m/d. Hiermee kan er goed geïnfiltreerd worden middels een wadi.

4.2 Verdeling verhard oppervlak

De planlocatie is op dit moment grotendeels verhard. In de toekomstige situatie zal ca. 26.950 m² van het plangebied verhard zijn, wat minder is dan de huidige situatie. De indicatieve verdeling van het plangebied is getoond in tabel 1. Het plangebied beslaat een totale oppervlakte van circa 42.600 m². Het nieuwe verharde oppervlak is onder te verdelen in woningen (5.700 m²), parkeervoorziening (1.850 m²), openbare weg (5.250 m²), het voetpad (4.400 m²) en verharde tuinen (9.750 m²). In de nieuwe situatie bedraagt het totale verhard oppervlak 26.950 m². Het hemelwater dat afkomstig is van het voetpad zal afvloeien naar de aanliggende groenstrook en vanwege de hoge infiltratiesnelheid ter plekke infiltreren. Hierdoor blijft er 22.550 m² verhard oppervlak over dat aangesloten wordt op de wadi.



Tabel 1 Onderverdeling van de ruimte

<i>Totaal plangebied</i>	<i>42.600 m²</i>
Bebouwing (woningen en bijbouw)	5.700 m ²
Tuin (50% verhard)	19.500 m ²
Parkeervoorziening	1.850 m ²
Openbare weg	5.250 m ²
Voetpad	4.400 m ²
Groen (0% verhard)	5.900 m ²
<i>Totaal verhard oppervlak</i>	<i>26.950 m²</i>

4.3 Neerslagsituatie

De infiltratievoorziening wordt getoetst op twee verschillende neerslagsituaties. De infiltratievoorziening wordt getoetst op een neerslagsituatie die 1x per 10 jaar voorkomt (T=10). Dit komt overeen met een bui van ruim 35 mm (bron: meteoconsult). Het andere uitgangspunt is dat er geen wateroverlast op mag treden bij een neerslagsituatie die 1x per 100 jaar voorkomt (T=100). Het water mag tot aan maaiveld geborgen worden. Dit is een bui van 71,5 mm in 100 minuten. Volgens het beleid van gemeente en waterschap dient rekening gehouden te worden met toenemende neerslagintensiteit door klimaatverandering. Dit is in de berekening verwerkt door het verhogen van de intensiteit met 10%, waardoor rekening gehouden wordt met 40 mm neerslag bij een T=10 en 79 mm bij een T=100.

5 BERGINGSVOORZIENINGEN

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de toetsing van de infiltratievoorziening die in het ontwerp is voorgesteld. Het ontwerp (figuur 7) laat zien dat de wadi gesitueerd is in het noordelijke deel van het plangebied, aanliggend aan de spoorloot en de spoorlijn. Het hemelwater uit het plangebied wordt hierin geborgen en deels geïnfiltreerd in de bodem. De wadi wordt beschouwd als een goede oplossing die voldoet aan de gestelde voorwaarden voor infiltratie op deze locatie. Vanwege de lagere ligging kan het water uit het plangebied onder vrij-verval afstromen naar de wadi. De wadi zal gescheiden zijn van de spoorloot en wordt alleen verbonden middels een overstort en een geknepen afvoer van maximaal 1,65 l/s/ha. De wadi kan het water infiltreren, doordat zowel de diepte van de grondwaterstand als de doorlatendheid van de bodem ruimvoldoende zijn. In de hydrologische toetsing is met een bodemdoorlatendheid gerekend van 3 m/d. Met de aanleg van de wadi is het water zichtbaar. Dit komt, naast lage aanleg en beheerskosten, ten goede aan de belevingswaarde van de omgeving. Niet al het oppervlak hoeft te worden aangesloten op de infiltratievoorziening. Het hemelwater dat afkomstig is van het voetpad zal afstromen naar de groenstroken en vanwege de hoge doorlatendheid ter plekke infiltreren. Daardoor zal het verharde oppervlak dat gebruikt wordt in de toetsing van de wadi uitkomen op 22.550 m². In de volgende paragrafen wordt het ontwerp van de wadi verder uitgewerkt.



Figuur 7 Het ontwerp van het plangebied met de locatie van de wadi in het noordelijke deel

5.1 Hydrologische toetsing wadi T=10

De waterdiepte van een wadi bedraagt meestal 0,30 meter, waarboven het water via een slok-op overstort naar het oppervlaktewater of het rioolstelsel. De totale diepte van de wadi is dan 0,50 meter, omdat deze ontworpen wordt met 0,20 meter waking. In het ontwerp is de wadi trapvormig geschematiseerd met een oppervlak van circa 2.720 m². Er is gerekend met een talud van 1:3 en een bodembreedte van gemiddeld 7 meter. De wadi zoals aangegeven in het ontwerp is ca. 2.720 m² groot. Bij het hanteren van deze dimensies is de wadi onvoldoende groot om te voldoen aan de beleidsuitgangspunten. Dit is te herleiden uit de berekeningen en de bijbehorende grafiek in tabel 1 van bijlage 1.

5.2 Hydrologische toetsing wadi T=100

Bij een T=100 bui mag het water in de wadi tot aan het maaiveld staan en zal er dus gebruik gemaakt kunnen worden van de 0,20 m waking in de wadi. Ondanks deze extra bergingscapaciteit zal de wadi in het huidige ontwerp een T=100 bui + 10% niet voldoende kunnen verwerken. In tabel 2 van bijlage 1 staat de berekening en de bijbehorende grafiek weergegeven.

5.3 Aanbevelingen

Uit de hydrologische toetsing is naar voren gekomen dat de wadi in het huidige ontwerp niet voldoet aan de bergingsuitgangspunten. Om hier toch aan te voldoen zijn een aantal opties mogelijk.

Het oppervlak van de wadi is relatief groot en daarmee is het verdiepen van de wadi een effectieve aanpassing. Tevens is er dan geen extra ruimte benodigd. Wanneer de wadi verdiept wordt met 7 centimeter tot 57 centimeter, zal er voldoende bergingscapaciteit aanwezig zijn voor zowel de T=10 bui als de T=100 bui. De bergingscapaciteit van de volledige wadi neemt hiermee toe met 255 m³. De tabellen in de bijlagen zijn berekeningen op basis van de benodigde berging. In de grafiek is tevens te zien dat de wadi binnen 24 uur weer volledig beschikbaar voor de T=10 en T=100 bui. Het water is dan deels afgevoerd en deels geïnfiltreerd in de bodem. Uit de berekening van de T=100 bui is af te leiden dat meer dan de helft van het hemelwater infiltreert (>60 mm) in de bodem en dit is ruim boven de vereiste 20 mm. Voor de T=10 bui is dit circa 25 mm.

Een alternatief zou zijn om het oppervlak te vergroten met 540 m², waardoor de berging toeneemt met 270 m³. Aan de noordoostkant van het plangebied zou de wadi wellicht een stuk uitgebreid kunnen worden.

6 CONCLUSIE

De wadi zoals aangegeven in het ontwerp is getoetst volgens de uitgangspunten van de gemeente en het waterschap. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de wadi volgens de gangbare dimensies van een wadi (0,30 m waterdiepte) onvoldoende capaciteit heeft om het hemelwater van een T=10 +10% bui te verwerken. Ook in de situatie met een T=100+10% die tot aan maaiveld geborgen mag worden is de capaciteit niet voldoende.

Doordat de wadi een relatief groot oppervlak heeft en de omstandigheden gunstig zijn om te infiltreren, is het verdiepen van de wadi een effectieve aanpassing. Door de totale diepte van de wadi met 10 cm te vergroten, wordt ruim voldaan aan de bergingseisen. De wadi wordt hiermee 0,60 m diep, waarbij de waterdiepte tijdens een T=10 maximaal 0,40 meter is. Hierdoor wordt een waking van 0,20 meter behouden, waarboven het water via een overstort afgevoerd wordt naar de aanliggende spoorloot.

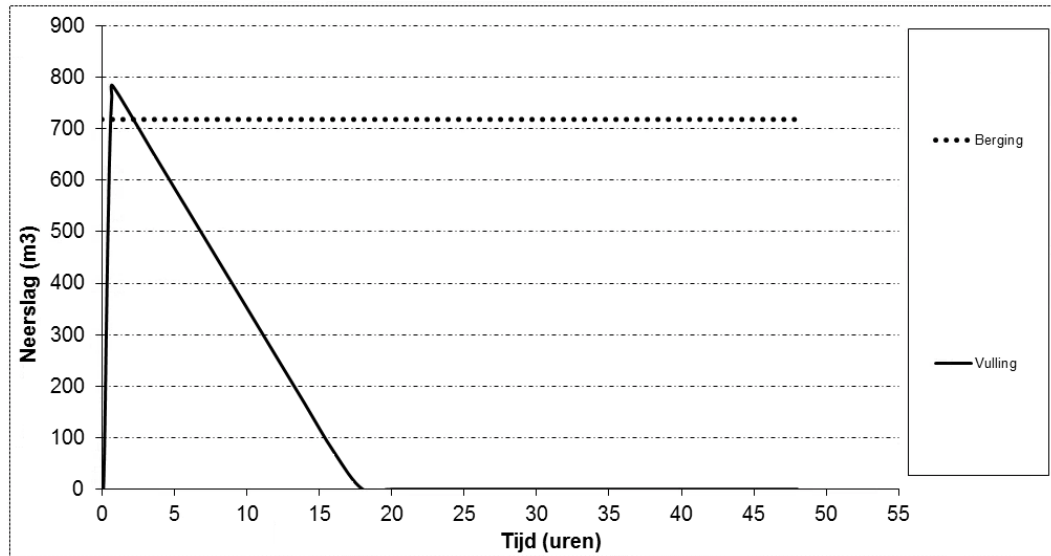
Met de verhoogde bergingscapaciteit wordt ook voldaan aan de overige ontwerputgangspunten. Zo vindt er voldoende statische berging plaats (20 mm), wordt er ruim voldaan aan de minimale infiltratiehoeveelheden (10 mm), zijn de voorzieningen binnen 24 uur weer volledig beschikbaar en wordt het water vertraagd afgevoerd naar het oppervlaktewater (< 1,65 l/s/ha).

Een alternatief zou zijn om het oppervlak van de wadi te vergroten met 540 m², maar deze aanpassing neemt relatief veel extra ruimte in beslag.

BIJLAGE 1: HYDROLOGISCHE BERGINGSBEREKENINGEN HUIDIG ONTWERP

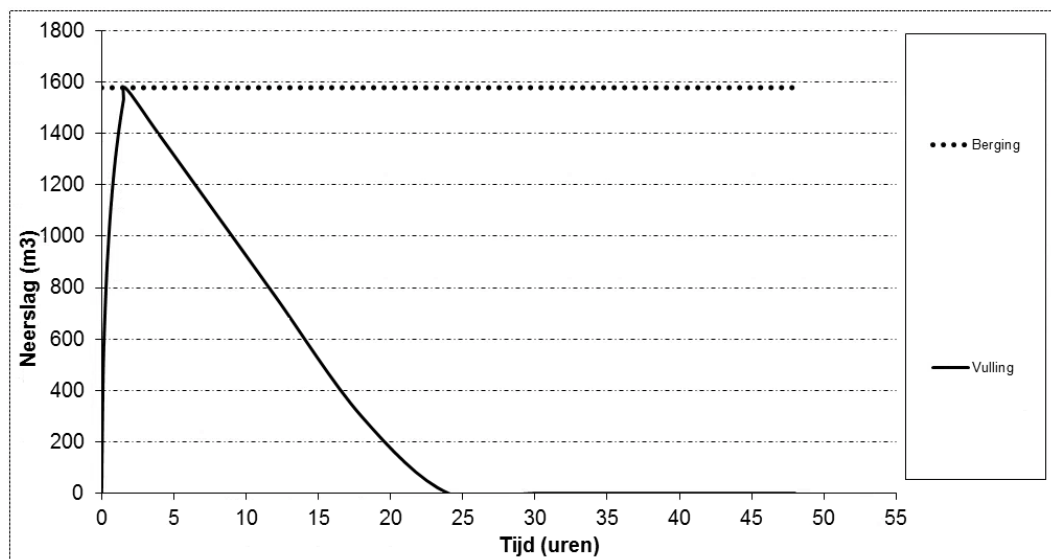
Tabel 1: Berekeningen van de werking van de wadi tijdens een T=10 bui (waterdiepte = 0,30m).

Aantal uren	uur	0	0,02	0,10	0,18	0,27	0,35	0,43	0,52	0,60	0,68	0,75	3,66	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	48
Neerslag (=10 Meteocconsult	mm	0,0	0,4	2,5	6,7	13,0	19,1	24,7	29,2	32,6	34,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7
Neerslag (= klimaactor)	mm	0	0,4	2,5	7,3	14,3	21,1	27,1	32,1	35,8	38,2	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
Neerslag	m³	0	8,9	62,5	165,2	321,5	475	612	725	808	862	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886
UIT (Avoer)	m³	0,0	0,22	1,34	2,46	3,57	4,7	5,8	6,9	8,0	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
UIT (Infiltratie)	m³	0,0	0,6	3,3	6,1	8,8	11,6	14,4	17,1	19,9	22,7	24,9	121,4	132,7	199,0	265,4	331,7	398,0	464,4	530,7	597,1	663,4	796,1	995,1	1194,1	1592,1
In - Uit	m³	0,0	8	58	157	309	458	592	701	780	830	851	715	699	606	513	420	327	234	141	47	0	0	0	0	0
Initiele berging	m³	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7
Geplande berging	m³	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1
Totaal berging	m³	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7	785,7
Berging + Uit	m³	785,7	785,5	790,4	794,3	798,1	802,0	805,9	809,8	813,7	817,5	820,7	956,2	972,0	1065,1	1158,2	1251,4	1344,5	1437,6	1530,8	1623,9	1717,0	1903,3	2182,7	2462,0	3020,8
Vulling voorziening	%	0	0,0	0,0	12,4	33,6	54,4	73,0	88,2	99,2	100,0	100,0	90,2	88,0	75,0	62,0	49,1	36,1	23,1	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vulling voorziening	m³	0	0,0	0,0	89,0	241,4	390,8	523,9	633,1	712,6	762,3	783,0	647,5	631,6	538,5	445,4	352,2	259,1	166,0	72,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overstort	m³	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Tabel 2: Berekeningen van de werking van de wadi tijdens een T=100 bui (waterdiepte = 0,50m).

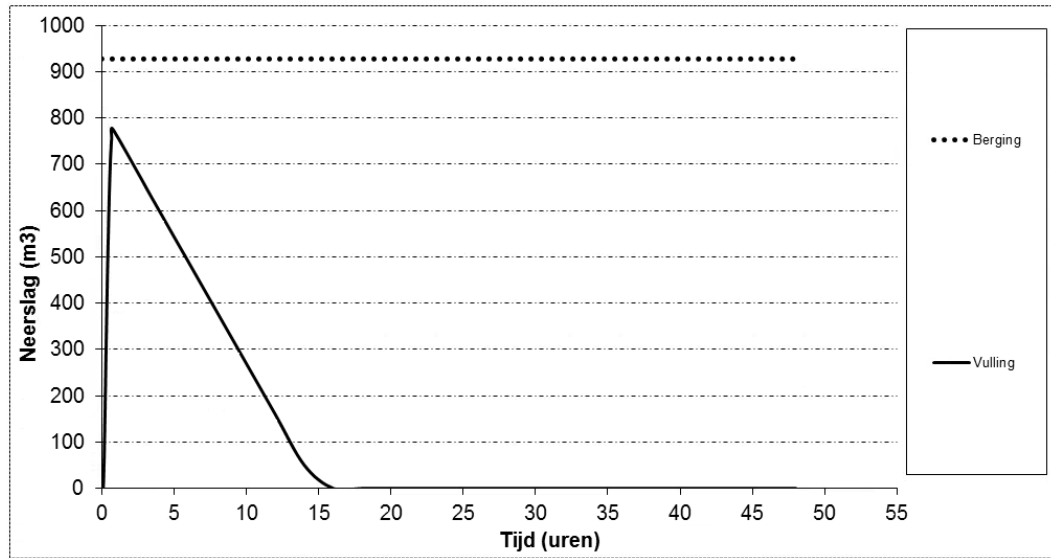
Aantal uren	uur	0	0,10	0,18	0,27	0,35	0,43	0,52	0,60	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,18	1,35	1,52	1,67	1,81	2,00	2,25	2,50	3,00	3,60	4,80		
Neerslag (=100 Meteocconsult	mm	0	21,2	28,4	33,8	38,2	42,0	45,3	48,3	51,0	53,4	55,7	57,8	59,4	63,26	66,4	69,22	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	
Neerslag (= klimaactor)	mm	0	23,3	31,2	37,1	42,0	46,2	49,9	53,1	56,1	58,8	61,3	63,6	65,3	69,6	73,0	76,1	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	
Neerslag	m³	0	524,6	703,2	837,7	947,8	1042	1124	1198	1265	1325	1381	1433	1472	1569	1647	1717	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774	
UIT (Avoer)	m³	0	1,34	2,46	3,57	4,69	5,8	6,9	8,0	9,2	10,3	11,4	12,5	13,4	15,9	18,1	20,3	22,3	23,6	107,2	160,7	211,1	321,5	401,9	482,2	642,5	
UIT (Infiltratie)	m³	0,0	5,7	10,5	15,3	20,0	24,8	29,6	34,4	39,1	43,9	48,7	53,5	57,3	67,8	77,3	86,9	95,5	229,1	458,3	687,4	1031,1	1374,8	1718,4	2062,1	2749,5	
In - Uit	m³	0,0	518	690	819	923	1011	1088	1156	1216	1271	1321	1367	1402	1486	1552	1610	1657	1492	1209	926	502	78	0	0	0	
Initiele berging	m³	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	
Geplande berging	m³	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	1360,0	
Totaal berging	m³	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	1427,7	
Berging + Uit	m³	1427,7	1434,7	1440,6	1446,5	1452,4	1458,3	1464,2	1470,1	1475,9	1481,8	1487,7	1493,6	1499,5	1511,3	1523,1	1534,8	1545,6	1545,6	1710,4	1993,1	2275,8	2699,8	3123,9	3547,9	3972,0	4620,1
Vulling voorziening	%	0	33,1	45,8	55,2	62,9	69,4	75,0	80,0	84,5	88,5	92,2	95,6	98,1	104,3	109,1	113,4	116,8	104,7	83,9	63,1	31,9	0,8	0,0	0,0	0,0	
Vulling voorziening	m³	0	449,9	622,6	751,2	855,4	943,5	1020,2	1088,0	1148,6	1203,5	1253,7	1299,6	1333,9	1417,9	1484,0	1542,2	1588,9	1423,9	1141,2	858,5	434,5	10,4	0,0	0,0	0,0	
Overstort	m³	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	



BIJLAGE 2: HYDROLOGISCHE BERGINGSBEREKENINGEN AANGEPASTE WADI

Tabel 3: Berekeningen van de werking van de aangepaste wadi tijdens een T=10 bui (waterdiepte = 0,37m).

Aantal uren	uur	0	0,02	0,10	0,18	0,27	0,35	0,43	0,52	0,60	0,68	0,75	3,66	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	48
Neerslag T=10 Meteocconsult	mm	0,0	0,4	2,5	6,7	13,0	19,1	24,7	29,2	32,6	34,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7
Neerslag (* klimaactor)	mm	0	0,4	2,8	7,3	14,3	21,1	27,1	32,1	35,8	38,2	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
Neerslag	m³	0	8,9	62,5	165,2	321,5	475	612	725	808	862	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886	886
UIT (Afvor)	m³	0	0,22	1,34	2,46	3,57	4,7	5,8	6,9	8,0	9,2	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
UIT (Infiltratie)	m³	0,0	0,7	4,1	7,6	11,0	14,5	18,0	21,4	24,9	28,3	31,1	151,6	165,7	248,6	331,4	414,3	497,1	580,0	662,8	745,7	828,5	911,3	994,2	1077,1	1160,0
In - Uit	m³	0,0	8	57	155	307	456	588	696	775	824	844	685	666	557	447	337	228	118	8	0	0	0	0	0	0
Initiele berging	m³	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7
Geplande berging	m³	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9	927,9
Totaal berging	m³	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6	995,6
Berging + Uit	m³	995,6	995,5	1001,0	1005,6	1010,2	1014,7	1019,3	1023,9	1028,4	1033,0	1037,7	1195,2	1214,3	1324,5	1434,1	1543,8	1653,4	1763,0	1872,7	1982,3	2092,0	2201,7	2311,2	2420,7	2530,2
Vulling voorziening	%	0	0,0	0,0	9,4	25,8	41,8	56,1	67,8	76,3	81,5	83,7	66,5	64,5	52,7	40,9	29,1	17,2	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vulling voorziening	m³	0	0,0	0,0	87,5	239,2	387,9	520,3	628,8	707,6	756,6	776,8	617,2	598,6	489,0	379,3	269,7	160,0	50,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overstort	m³	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	



Tabel 4: Berekeningen van de werking van de aangepaste wadi tijdens een T=100 bui (waterdiepte = 0,57 m).

Aantal uren	uur	0	0,10	0,18	0,27	0,35	0,43	0,52	0,60	0,68	0,77	0,85	0,93	1,00	1,18	1,35	1,52	1,67	4	8	12	18	24	30	36	48
Neerslag T=100 Meteocconsult	mm	0	21,2	28,4	33,8	38,2	42,0	45,3	48,3	51,0	53,4	55,7	57,8	59,4	63,26	66,4	69,22	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53	71,53
Neerslag (* klimaactor)	mm	0	23,3	31,2	37,1	42,0	46,2	49,9	53,3	56,1	58,8	61,3	63,6	65,3	69,6	73,0	76,1	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7	78,7
Neerslag	m³	0	524,6	703,2	837,7	947,8	1042	1124	1198	1265	1325	1381	1433	1472	1569	1647	1717	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774	1774
UIT (Afvor)	m³	0	1,34	2,46	3,57	4,69	5,8	6,9	8,0	9,2	10,3	11,4	12,5	13,4	15,9	18,1	20,3	22,3	53,6	107,2	160,7	214,1	267,5	320,9	374,3	427,7
UIT (Infiltratie)	m³	0,0	6,5	11,9	17,3	22,7	28,1	33,5	38,9	44,3	49,7	55,1	60,5	64,8	76,7	87,5	98,3	108,0	259,3	518,6	778,0	1166,9	1555,9	1944,9	2333,9	3111,8
In - Uit	m³	0,0	517	689	817	920	1009	1084	1151	1211	1265	1315	1360	1394	1477	1541	1598	1644	1461	1149	836	366	0	0	0	0
Initiele berging	m³	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7	67,7
Geplande berging	m³	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0	1578,0
Totaal berging	m³	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7	1645,7
Berging + Uit	m³	1645,7	1653,5	1660,0	1666,5	1673,1	1679,6	1686,1	1692,6	1699,1	1705,7	1712,2	1718,7	1723,3	1738,3	1751,3	1764,3	1776,1	1958,6	2271,5	2584,4	3053,3	3523,1	3992,4	4461,8	5400,5
Vulling voorziening	%	0	28,5	39,4	47,5	54,0	59,6	64,4	68,7	72,5	75,9	79,0	81,9	84,0	89,3	93,4	97,0	99,5	88,3	68,5	48,7	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Vulling voorziening	m³	0	449,2	621,2	749,2	852,8	940,3	1016,3	1083,5	1143,5	1197,7	1247,2	1292,6	1326,3	1408,9	1473,8	1530,7	1578,3	1393,8	1080,9	769,0	298,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Overstort	m³	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

