

Waterhuishoudingsplan Leesten Schouwbroek

Gemeente Zutphen

25 september 2024 - Internal

Contactpersoon

[Redacted]
**Specialist Stedelijk Water &
Klimaatadaptatie**

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel	5
1.3	Leeswijzer	5
2	Inventarisatie huidige functie	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Hoogteligging	6
2.3	Oppervlaktewater	7
2.4	Bodemopbouw	7
2.5	Grondwater	9
2.6	Ondergrondse infrastructuur	11
2.7	Huidige waterhuishoudkundige functie	12
3	Ontwerputgangspunten	14
3.1	Algemene randvoorwaarden	14
3.2	Randvoorwaarden o.b.v. gebiedskenmerken	16
4	Ontwerp	18
4.1	Ontwatering (grondwater)	18
4.2	Afwatering (hemelwater)	19
4.3	Inundatie (oppervlaktewater)	24
4.4	Vuilwater	25
5	Aandachtspunten en aanbevelingen	27
5.1	Status stedenbouwkundig ontwerp	27
5.2	Beplanting	27
5.3	Belangen waterschap	27
5.4	Beheer en onderhoud	27

5.5	Borging waterhuishoudkundige belangen	27
-----	---------------------------------------	----

Bijlagen

Bijlage A Boorstaten	29
-----------------------------	-----------

Bijlage B Bergingsberekeningen	31
---------------------------------------	-----------

Bijlage C Verharding, waterberging en afvoerrichtingen	33
---	-----------

Bijlage D Weg-, en vloerpeilen, HWA, duikers, stuwen en stuwpeilen	34
---	-----------

Bijlage E Vloer- en wegpeilen met bestaande hoogtes	35
--	-----------

Bijlage F Vuilwaterriool met hoogteligging	36
---	-----------

Colofon	37
----------------	-----------

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Gemeente Zutphen is voornemens om in het oosten van de wijk Leesten het deelgebied "Schouwbroek" te (laten) ontwikkelen. In 2017 is een quickscan naar de waterhuishouding voor dit deelgebied uitgevoerd. Recent is een (concept) stedenbouwkundig plan opgesteld. Om de ontwikkeling in het Omgevingsplan te kunnen opnemen is een verdere uitwerking van de waterhuishouding gewenst. Gemeente Zutphen heeft Arcadis gevraagd om hiervoor een aanpak op te stellen.

De uitwerking van de waterhuishouding vraagt een samenspel tussen opdrachtgever (gemeente Zutphen), de betrokken stedenbouwkundigen (BoschSlabbers) en de opsteller van het waterhuishoudingsplan (Arcadis). Om dit samenspel goed tot zijn recht te laten komen, is in overleg besloten de uitwerking van het waterhuishoudkundig plan in twee delen op te knippen.

Dit rapport beschrijft, vooralsnog, alleen het eerste deel. In een later stadium kan dit worden aangevuld met deel twee.

1.2 Doel

Ten opzichte van de eerder uitgevoerde quickscan zijn de eisen en basisgegevens geactualiseerd. Hierbij is speciale aandacht gegeven aan de waterhuishoudkundige functie die het gebied in de huidige situatie voor de omgeving vervult.

In een aantal fases is vervolgens, in overleg met het stedenbouwkundigbureau, invulling gegeven aan de waterbergingsopgave en is uitgewerkt hoe kan worden omgegaan met de afvoer van water en de heersende grondwaterstanden in het gebied.

Voor de afvoer van vuil (huishoudelijk) afvalwater uit het plangebied is onderzocht hoe kan worden aangesloten op het bestaande vuilwaterstelsel van Leesten. Er is een afvoerstructuur voorgesteld voor het plangebied en beoordeeld of het haalbaar is om onder vrij verval aan te sluiten op het bestaande stelsel.

Dit waterhuishoudingsplan biedt met het beschreven ontwerp de uitgangspunten die nodig zijn om de woningbouwplannen verder uit te werken naar het volgende detailniveau.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de huidige (geo-)hydrologische situatie en functie van het plangebied beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden voor het ontwerp. Hoofdstuk 4 beschrijft het ontwerp van waterbergingen en afwaterende voorzieningen. Hoofdstuk 5 bevat aandachtspunten en aanbevelingen voor de verdere uitwerking van de plannen.

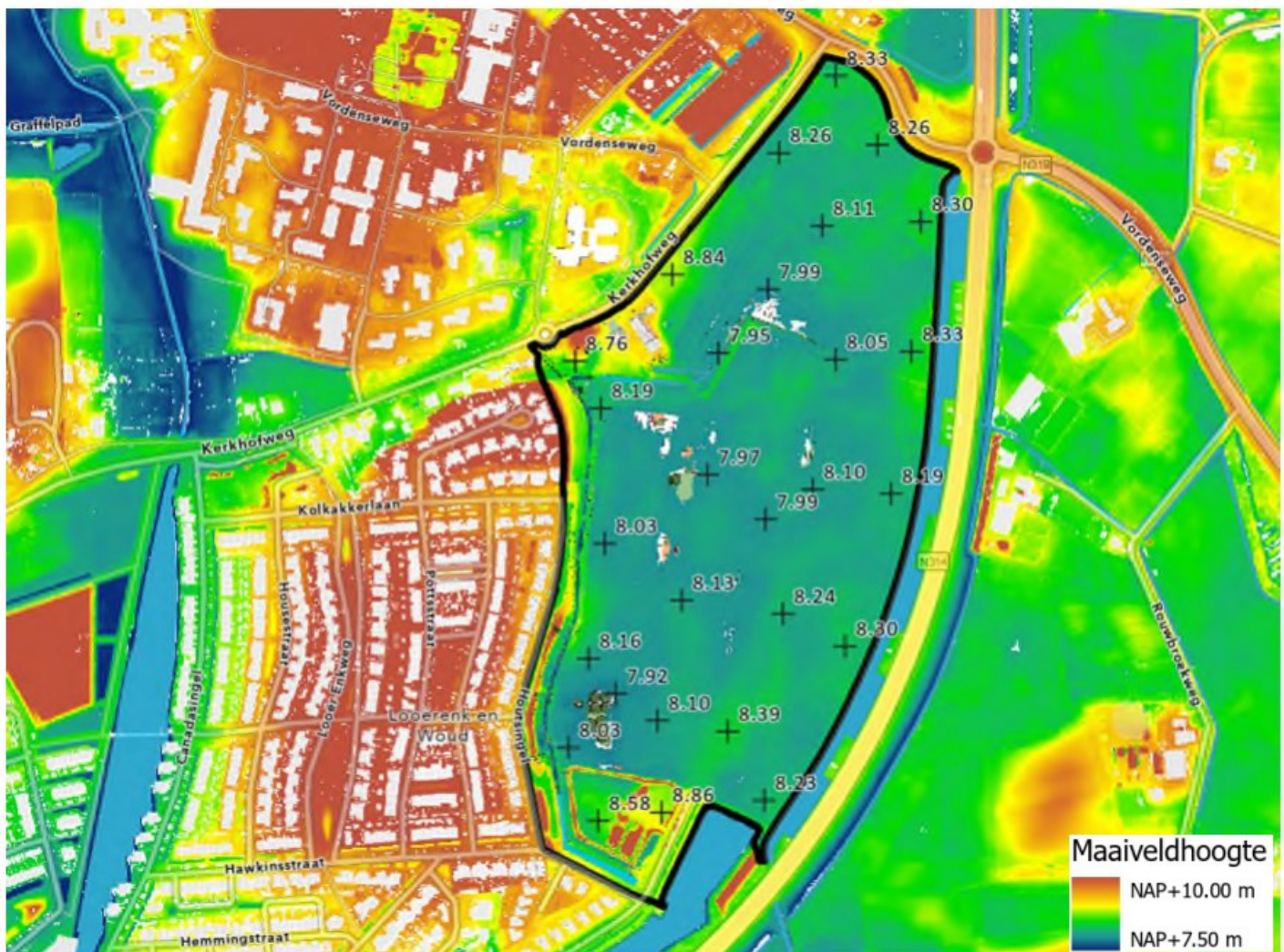
2 Inventarisatie huidige functie

2.1 Inleiding

In 2018 is een quickscan uitgevoerd naar mogelijkheden voor de waterhuishouding in het plangebied Schouwbroek¹. In dit rapport zijn de relevante gegevens hieruit overgenomen en waar nodig geactualiseerd met nieuwe data.

2.2 Hoogteligging

In Figuur 1 is de hoogteligging van het plangebied afgebeeld uit de Algemene Hoogtekaart van Nederland (AHN). Aanvullend zijn ter verduidelijking een aantal hoogtes t.o.v. NAP aangegeven. Er is weinig hoogteverschil zichtbaar in het plangebied. Het plangebied ligt gemiddeld op 7,85 á 8,15 m + NAP en ligt duidelijk lager dan de omliggende (bebouwde) omgeving. De rijbanen van de Looer Enk en het Looer Woud liggen aan de rand op circa 9,85m NAP, de N314 en Vordenseweg op 9,15 m NAP. In het zuiden ligt een afgezet terrein wat als zanddepot dient omringd met bosschage. De ligging van het oppervlaktewatersysteem (afvoersloten en vijverpartijen) zijn eveneens te herleiden.



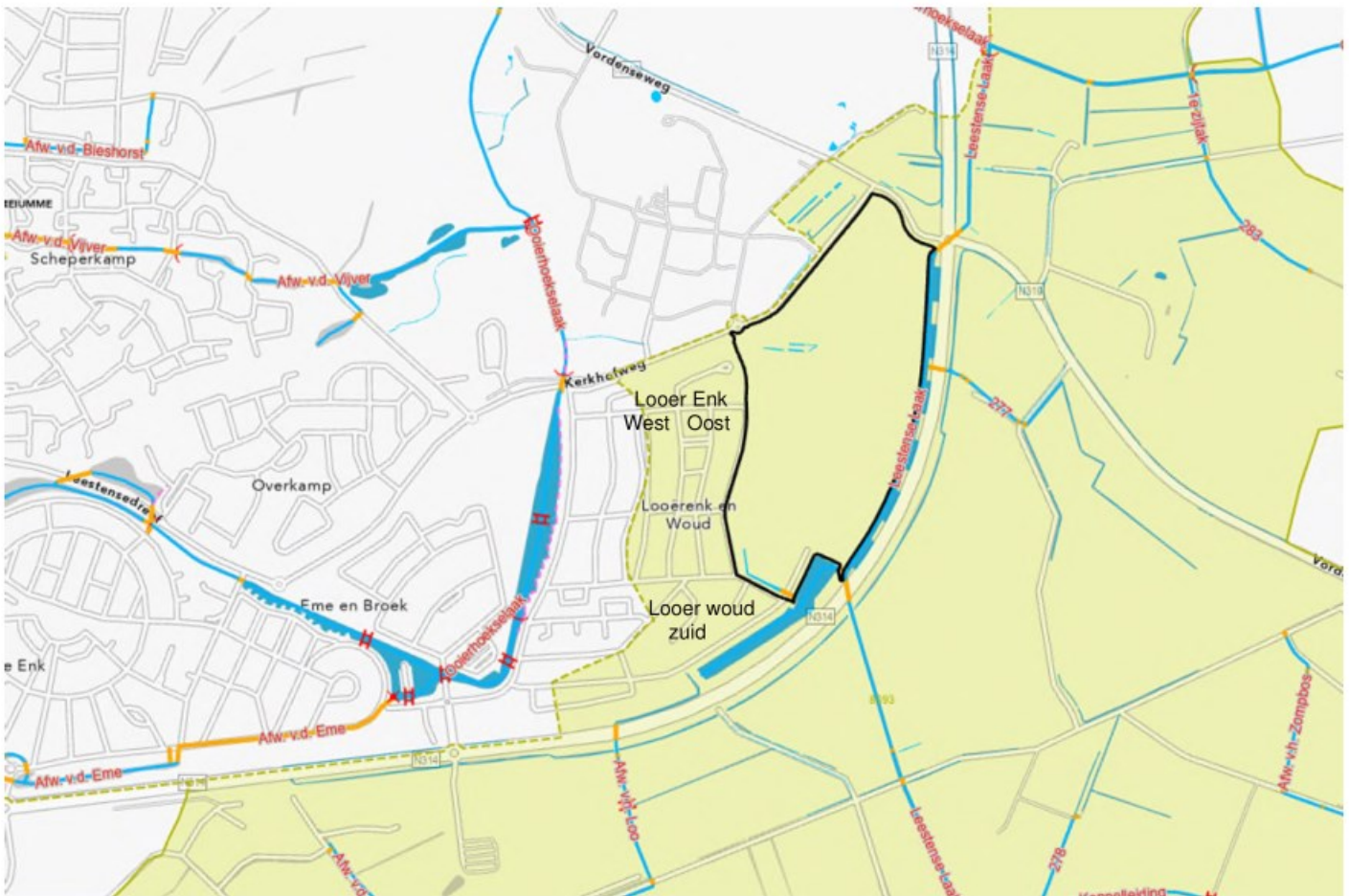
Figuur 1: Hoogteligging van het (met zwart omlinjnde) plangebied (bron hoogtekaart: AHN4)

¹ Quickscan waterhuishouding Woonontwikkeling Schouwbroek Leesten, Arcadis, 13 oktober 2022, projectnummer 30136449, referentie FRSHH23U4TY7-1432810174-54:2

2.3 Oppervlaktewater

Aan de oostelijke rand van de Schouwbroek ligt de Leestense Laak. Deze watergang is in het beheer van Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ). De watergang voert water af naar het zuiden. Het waterpeil wordt volgens het waterschap door een stuw (ST80930034) op een peil gehouden van circa NAP+ 7,60 m. Het waterschap heeft aangegeven dat rekening gehouden moet worden met een T=10 waterpeil van NAP+8,11 m en een T=100 waterpeil van NAP+8,30 m.

Ten zuidwesten van het plangebied voert hemelwater van het woongebied Looer Enk Oost en Looer Woud Zuid af op de Leestense bergingsvijver die via een duiker 300 mm (vertraagd) afvoert op de Leestense laak. Ten westen het woongebied Looer Enk West is de Ooierhoekse laak met bergingsvijver gelegen. Deze voert met een vaste stuw op 6,80 m + NAP naar het westen.



Figuur 2: Oppervlaktewatersituatie volgens de legger van waterschap Rijn en IJssel, met het projectgebied zwart omlijnd en het stroomgebied van de Leestense Laak geel gearceerd.

Aan de noordkant van het plangebied liggen sloten/greppels langs de Kerkhofweg, deze sluiten bij de Vordenseweg aan op de Leestense Laak. Langs de grens met de Looer Enk en het Looerwoud liggen greppels welke naar het zuiden afvoeren en verbonden zijn met de bergingsvijver van de Leestense Laak, net ten zuiden van het plangebied.

2.4 Bodemopbouw

2.4.1 Regionale opbouw

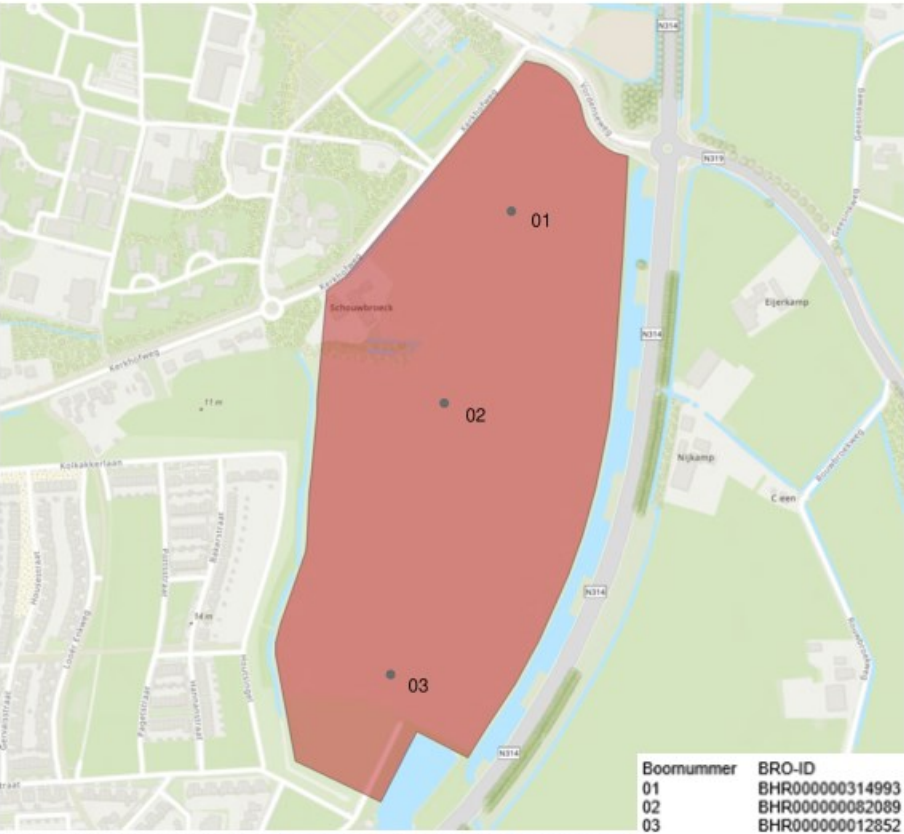
Uit het Dinoloket is de regionale bodemopbouw gemodelleerd met het BRO DGM v2.2 model. De bodemopbouw voor het plangebied is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Regionale bodemopbouw (bron: Dinoloket BRO DGM v2.2)

Diepte (m NAP)	Samenstelling	Geologische formaties
+8 tot +6,5	Fijn en grof zand en een spoor klei, veen en grind	Formatie van Bostel
+6,5 tot -49	Matig tot grof zand, lokaal fijn tot zeer grof grind, sporen van siltige kleilagen en kleiige veenlaagjes	Formatie van Kreftenheye
-49 tot -55,5	Zand, lokaal kleiig tot grindig, leem	Formatie van Drenthe
-55,5 tot -60	Matig tot grof zand, lokaal grindig en schelphoudend	Formatie van Maassluis

2.4.2 Lokale bodemopbouw

Op basis van Dinoloket zijn er 24 grondboringen tot circa 1,5m-mv aangetroffen. Van de 24 grondboringen zijn er drie opgenomen in dit document om een beeld te geven van de lokale bodemopbouw. De locatie van deze drie grondboringen zijn aangeduid in Figuur 3. Binnen het plangebied is een uniforme bodemopbouw aanwezig, zonder verstorende lagen. De bodem bestaat tot circa 0,60m-mv uit humeus matig lichte zavel. Vanaf 0,60m-mv is de bodem zwak humeus en bestaat het uit klei arm zand. De boorstaten zijn terug te vinden in bijlage A. De doorlatendheid van de bovengrond is op basis van de gebiedskenmerken aangenomen als matig tot slecht (<0,5 m/dag). Een zeer recent bodemonderzoek² laat echter doorlatendheden van (ruim) meer dan >1,0 m/dag zien.



Figuur 3: Locatieaanduiding 3 grondboringen in plangebied

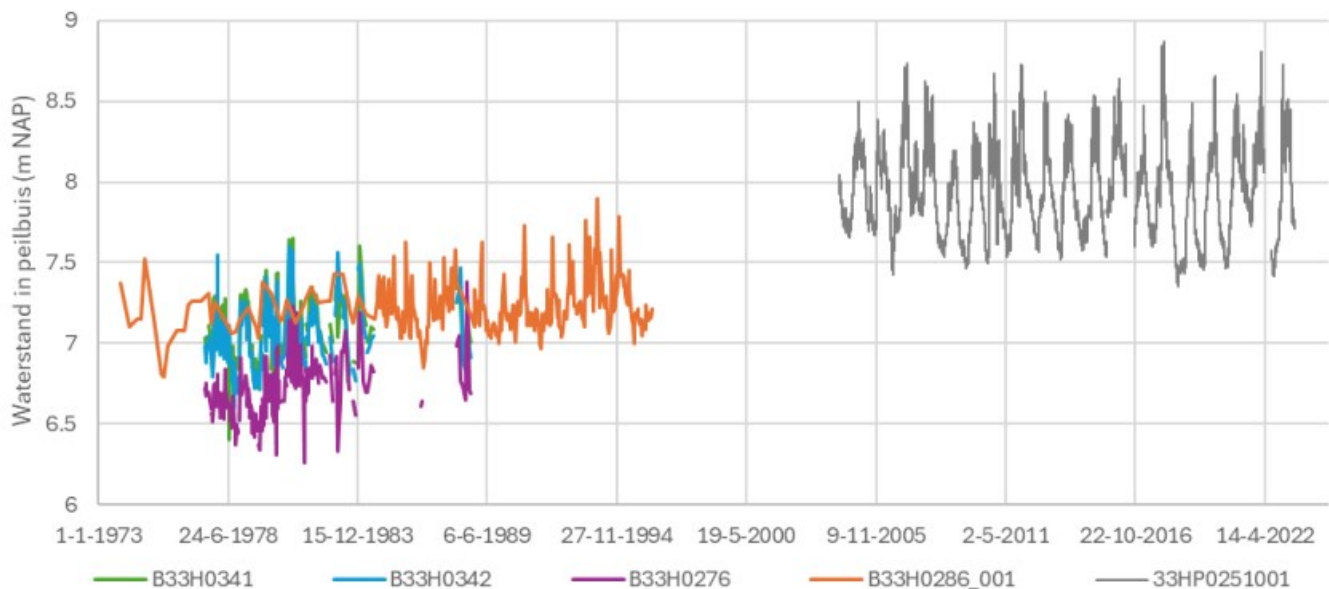
² Verkennend bodemonderzoek volgens NEN 5740 incl. doorlatendheidsonderzoek plangebied Schouwbroek Zutphen, De Klinker BV, 17 September 2024, rapportnummer K2420132

2.5 Grondwater

2.5.1 Grondwaterpeil

Er zijn nauwelijks recente gegevens over grondwaterstanden beschikbaar. Tijdens het veldwerk voor het bodemonderzoek door De Klinker in juli 2024 zijn grondwaterstanden tussen ongeveer 0,65 m en 1,40 m onder maaiveld aangetroffen. De standen zijn niet in NAP uitgedrukt. Lagere delen van het huidige maaiveld liggen rond NAP+8,00 m. hogere delen tot 1,5 m hoger. De meting in de zomer lijkt een grondwaterstand rond NAP+7,30 m tot NAP+ 7,50 m te suggereren.

In het Dinoloket zijn een beperkt aantal, oude, peilbuizen opgenomen, de metingen dateren globaal uit 1978-1988. Recent heeft Vitens de meetdata uit haar meetnet openbaar beschikbaar gemaakt. In het grondwatermeetnet van Vitens zijn in de omgeving van het plangebied een tweetal peilbuizen vastgelegd met een langdurigere reeks, een uit 1973-1996 en in uit 2004-2023



Figuur 4 Grondwaterstanden in peilbuizen rondom het plangebied

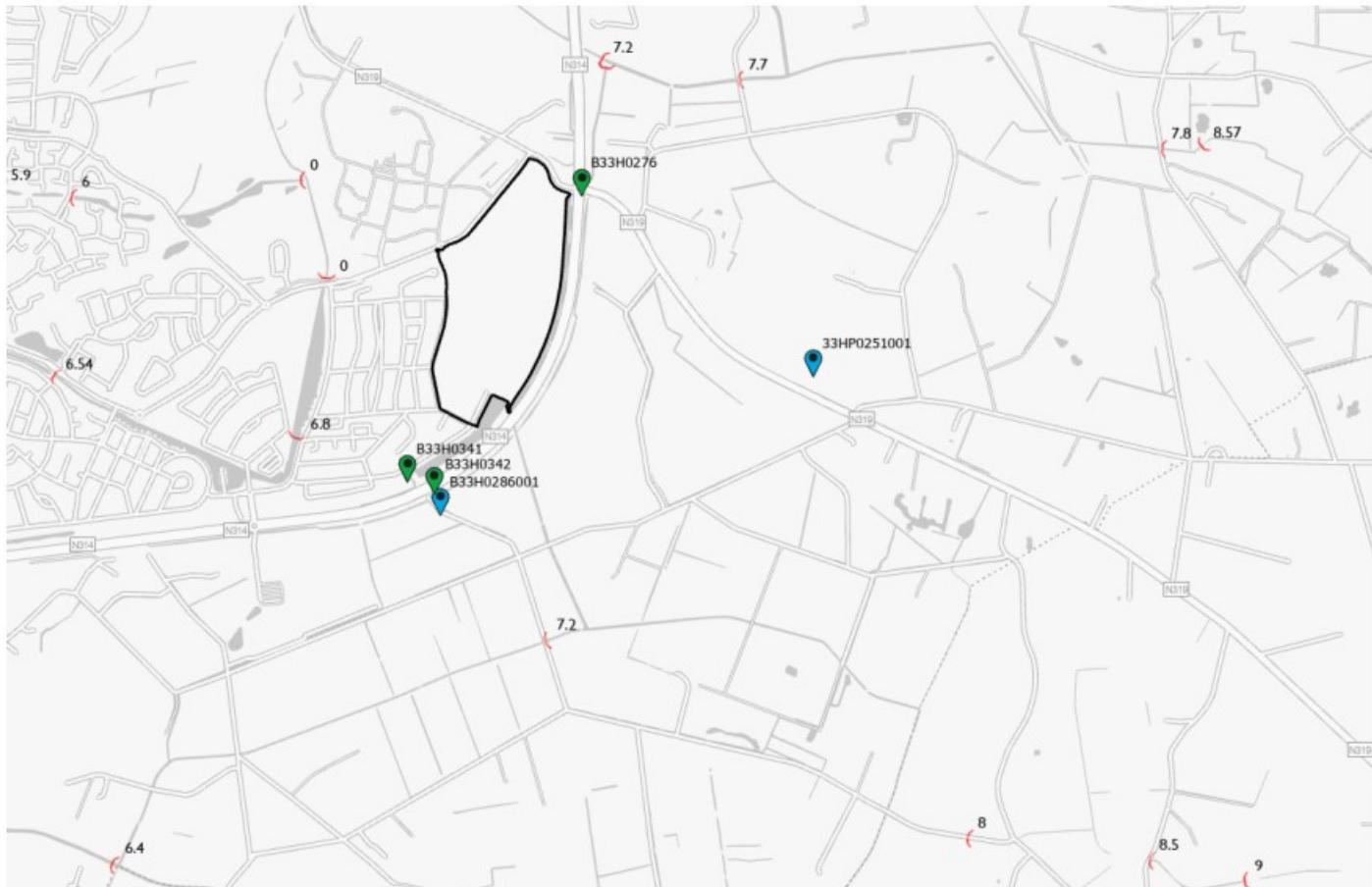
De locaties van de peilbuizen zijn in de afbeelding op de volgende pagina weergegeven. De meest recente peilbuis ligt relatief ver ten oosten van het plangebied. Gezien de stuwpeilen in de watergangen lijkt deze peilbuis niet representatief voor het plangebied. De oudere peilbuis van Vitens (B33H0286_001) ligt dicht bij het plangebied en geeft in de jaren dat er data in het Dinoloket beschikbaar is vergelijkbare grondwaterstanden. Opvallend is dat in periodes met een hogere meetdichtheid hogere grondwaterstanden voorkomen. Het lijkt erop dat in periodes met weinig metingen veel (piek)hoogtes zijn gemist.

In de quickscan zijn enkele series grondwaterstandmetingen van gemeente Zutphen voor de jaren 2002 en 2009 opgenomen, net als de metingen uit Dinoloket geven deze een hoogste grondwaterstand rond NAP+7.50 m aan, maar ook hier gaat het om laagfrequente metingen, veelal net buiten het projectgebied.

Op basis van de metingen uit het meetnet van Vitens lijkt de in de quickscan gehanteerde grondwaterstand van NAP+7.50 m mogelijk aan de lage kant. Op basis van deze metingen lijkt het logisch om uit te gaan van een GHG rond NAP+7.70 m. de GLG ligt ongeveer 75 cm lager.

De bovenstaande meetreeksen zijn bijna 30 jaar geleden gestopt, voor de start van de ontwikkeling van de woonwijk in Leesten. Tijdens het schrijven van dit WHP zijn inmiddels peilbuizen geplaatst, meetdata is echter nog niet beschikbaar. Duidelijk grondwaterdata over de huidige situatie is niet beschikbaar. De ontwatering van het gebied vindt in de huidige situatie plaats door de Leestense Laak en de greppels aan noord- en westzijde van het plangebied die op deze Laak uitkomen (zie paragraaf 2.3). De grondwaterstand wordt dus beheerst door het waterpeil, een opbolling van het peil van circa 20 cm lijkt niet onlogisch. Op basis van een dergelijke opbolling wordt ingeschat dat de GHG rond NAP+7,80 m ligt, nog iets hoger dan de (oude) peilbuisdata aangeven. Bij de uitwerking in dit WHP wordt

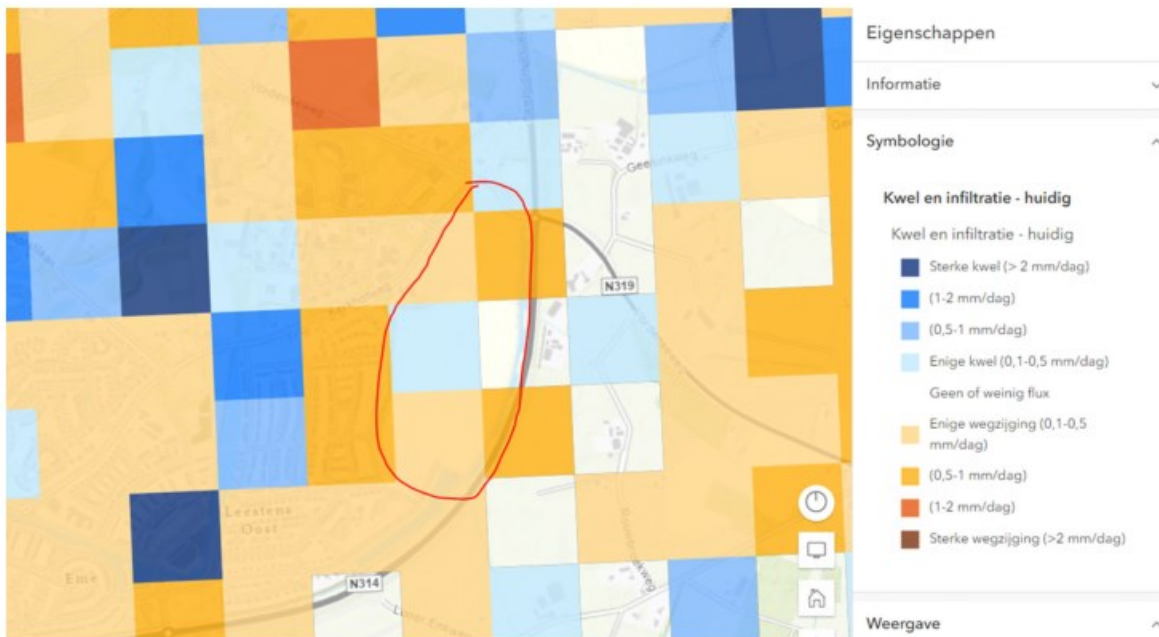
ook van dit laatste peil uitgegaan. Met een 0,75 m lagere GLG liggen de in de zomer van juli 2024 gemeten waterstanden rond het gemiddelde van GHG en GLG.



Figuur 5 Locaties peilbuizen en stuwen oppervlaktewatersysteem (met stuwpeil volgens legger WRIJ) rondom plangebied

2.5.2 Kwel/wegzijging

Op basis van de gemeten stijghoogtes in diepe filters van peilbuizen rond het plangebied is er geen sprake van kwel maar wegzijging. Dit wordt bevestigd door de Klimateffectatlas waarin het plangebied overwegend als wegzijgingsgebied (Figuur 6) is aangemerkt.



Figuur 6: Kwel en Infiltratie Bron Klimaat-effectatlas Gelderland

Het plangebied is verder niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied.

2.6 Ondergrondse infrastructuur

Voor dit waterhuishoudingsplan is geen oriëntatiemelding gedaan bij het Kadaster om de huidige ondergrondse infrastructuur in beeld te brengen. Bekend is dat in een deel van het gebied een belangrijke grote gasleiding ligt. Volgens het gemeentelijk beheersysteem ligt in het gebied geen riolering.

In de Looer Enk ligt een vuilwaterriool, deels parallel aan het plangebied van de Schouwbroek. Het DWA-stelsel in de Houtsingel loopt af van NAP+7.58 m in het noorden naar NAP+6.74 m bij de kruising met Het Oude Loo. Vanaf deze kruising loopt het DWA verder naar een dieper gelegen leiding in de Berghegelaan. Het DWA-stelsel aan de rand van de Berghegelaan begint op NAP+5.04 m en loopt onder vrijval af naar het rioolgemaal op de kruising van de Canadasingel met de Goethesingel.

Het vuilwater van de Schouwbroek kan aangesloten worden op het genoemde riool in de Berghegelaan, aansluiting van (een deel van) het systeem op de Houtsingel lijkt niet logisch.



Figuur 7: Vuilwaterriolering nabij plangebied

2.7 Huidige waterhuishoudkundige functie

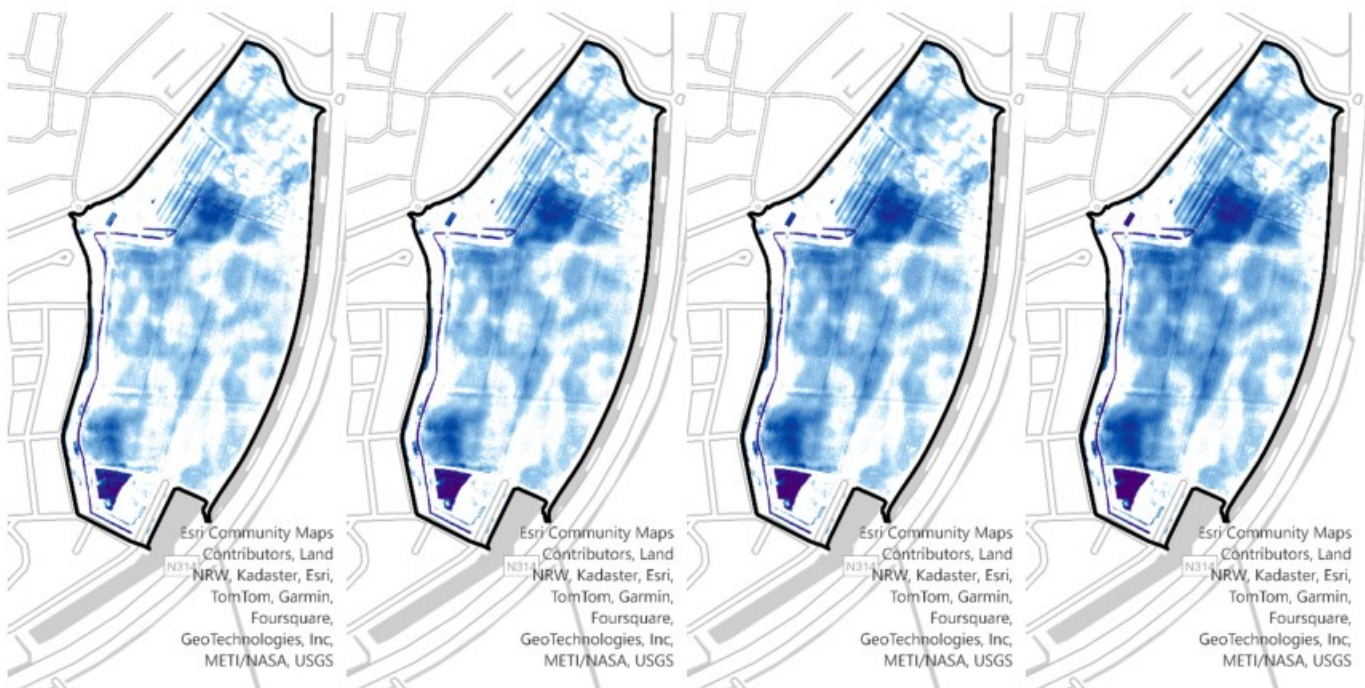
Gemeente Zutphen heeft in 2022 haar Integraal Basis Klimaatplan (IBKP) geactualiseerd. In dit plan is onder andere, aan de hand van de AHN4, berekend hoeveel water op het maaiveld kan blijven staan.

Door te analyseren hoeveel water in het project gebied op maaiveld staat, kan ingeschat worden of in dit gebied alleen neerslag uit het projectgebied wordt opgevangen, of dat er ook water uit de omgeving geborgen wordt. Uit de analyse blijkt dat bij een T=10 situatie 20% meer water op maaiveld staat dan er neerslag in het projectgebied is gevallen, dit loopt op tot een verschil van 25% bij een T=100 situatie.

Uit de analyse wordt dus duidelijk dat er een significante hoeveelheid water uit de omgeving naar het projectgebied afstroomt. Om te voorkomen dat de ontwikkeling van het plangebied er voor zorgt dat er een groter risico op wateroverlast ontstaat in de omgeving, is het nodig om rekening te houden met het uit de omgeving toestromende water.

Tabel 2 Volume water op maaiveld conform IBKP i.r.t. volume neerslag in projectgebied

Situatie	Neerslag	Maximaal volume op maaiveld	Neerslag in projectgebied	Verschil	
				Volume	Percentage
T=10 jaar	31.0 mm/u	9457.1 m ³	7872.9 m ³	1584.1 m ³	6.2 mm
T=25 jaar	39.5 mm/u	12267.2 m ³	10031.6 m ³	2235.6 m ³	8.8 mm
T=50 jaar	47.7 mm/u	15052.0 m ³	12114.1 m ³	2937.8 m ³	11.6 mm
T=100 jaar	57.7 mm/u	18357.6 m ³	14653.8 m ³	3703.8 m ³	14.6 mm



Figuur 8: Water op maaiveld in projectgebied bij T=10, T=25, T=50 en T=100 conform IBKP 2022

3 Ontwerpuitgangspunten

3.1 Algemene randvoorwaarden

In onderstaande tabel zijn de uitgangspunten en doelstellingen beschreven die horen bij het realiseren van een klimaatrobuust, waterbewust onderhoudsvriendelijk waterhuishoudkundig en rioleringssysteem.

De doelen en uitgangspunten zijn vervolgens vertaald naar een maatstaf waar in het (ruimtelijk) ontwerpproces rekening mee moet worden gehouden.

Tabel 3: Uitgangspunten/doelstellingen en maatstaf waterhuishouding Zutphen

Aspect	Uitgangspunt/Doelstelling	Maatstaf
Riolering	Zoveel mogelijk regenwater bovenstrooms afvoeren Geen wateroverlast bij hevige neerslag Huishoudelijk afvalwater onder vrij verval aansluiten op bestaande riolering (indien mogelijk)	Particulier terrein dient het regenwater bovenstrooms op de perceelgrens (voorzijde) aan te bieden, percelen naast wadi's of greppels mogen hier rechtstreeks (bovengronds) op lozen. Bovengrondse afvoer van hemelwater: - Bij toepassing van goten een minimaal goot verhang van 4‰ toepassen - minimale afvoercapaciteit goten 30 l/sec/ha - gootbreedte minimaal 0,40 meter; - Wegdimensionering (gehele wegprofiel) moet voldoen aan calamiteitentoets (110 l/sec/ha) - Bij bui 10 (210 l/sec/ha) geen schade Vuilwaterriool: - Minimale diameter 315 mm uitgevoerd in PVC, grotere diameters in beton - Afschot beginstrengen dwa-stelsel 1:250 (minimaal eerste 150 m), vervolgens 1:500 - Max 50% vulling DWA - Berging DWA 10 uur uitgaande van 12 l/u per inwoner (2,5 inw/won) - Minimale dekking 1,10 m op buis - Maximale putafstand 90 m - Afmetingen inspectieputten 1,0 m x 1,0 m
Grondwater	Bouwwijze, functies en bouwrijp maken relatoren aan optredende grondwaterstanden Grondwaterneutraal bouwen Geen verlaging of verhoging van de grondwaterstanden toestaan	Geen ontwateringsmiddelen toepassen maar ophogen, eventueel in combinatie met kruipruimtelooz bouwen Ontwateringseisen: - Woonstraten: 0,80 m - wegpeil - Primaire wegen 1,0m - wegpeil - Woning met kruipruimte: 1,1 m - vloerpeil - Tuinen en openbaar groen: 0,5 m- maaiveld Drooglegging: 1,00 à 1,20 m t.o.v. streefpeil Ondergrondse voorzieningen waterdicht uitvoeren, geen bemaling Geen kweltoename door onnodig afgraven van kleilagen (Nader onderzoek uitvoeren bij permanent diepe ontgravingen)
Waterkwantiteit	Toepassen trits vasthouden -bergen - afvoeren Voorkom toename afvoer hemelwater uit het plangebied ten opzichte van huidige situatie.	Inundatie van het maaiveld in bebouwd gebied voorkomen bij een T=100 + 10% neerslagsituatie en een toegestane vertraagde afvoer Eisen waterberging: - Net zo veel water in gebied vasthouden als in het IBKP bij T=100 op maaiveld staat. - Minimaal 40 mm bergen + 20 mm op particuliere kavels (Eis gemeente Zutphen) - Minimaal 80 mm waterberging in het plangebied (Eis waterschap Rijn en IJssel)

Aspect	Uitgangspunt/Doelstelling	Maatstaf
Afvoerend oppervlak	Hoeveelheid verharding waarover waterberging gerekend wordt	De waterbergingseisen zijn relatief ten opzichte van de hoeveelheid verharding in het plangebied. Met de volgende hoeveelheid verharding wordt rekening gehouden: - Alle daken opgenomen in het stedenbouwkundig plan - Alle openbare verharding opgenomen in het stedenbouwkundig plan - 40% van de kavels (buiten de bebouwing) Bij toepassing van halfverharding wordt het oppervlak beschouwd als voor 70% afstromend (eis WRIJ), hiervan mag worden afgeweken wanneer de halverharding boven een waterbergende fundatie wordt aangelegd.
(Grond)water-kwaliteit	Toepassen trits schoonhouden – scheiden – schoonmaken Geen activiteiten toestaan die de grondwaterkwaliteit kunnen aantasten.	Het wegwater is in principe net als het dakwater van voldoende kwaliteit om rechtstreeks af te voeren naar oppervlaktewater of om te infiltreren. Het waterschap heeft de wens om afvoer van water van wegen via bodempassage te laten stromen Geen uitloogbare materialen toepassen Zo min mogelijk gebruik chemische onkruidbestrijding en strooizout, beperk hondenpoep
Beheer & onderhoud	Beheer- en onderhoudsvriendelijk ontwerp	Zaksloten/greppel: • Minimale bodembreedte 0,5 m • Talud 1:1,5 Wadi: • Talud 1:3 of flauwer • Bodemhoogte op of net boven GHG Duikers: • Diameter duikers minimaal 400 mm • Lozing van leidingen op zaksloten voorzien van een taludbeschermer/ uitstroomconstructie Onderhoudspad waterschap • Het onderhoud van de Leestense Laak vindt plaats vanaf de westzijde van de watergang (rechteroever) • Het onderhoud wordt uitgevoerd met breed materiaal • Minimale breedte van de onderhoudsstrook is 4 m, indien mogelijk 5 m • Het maaisel wordt afgevoerd, • Nevenfunctie is toegestaan, mits dit geen obstakels voor onderhoud meebrengt • Bochtstralen zijn ≥ 7 m • Helling op- en afritten onderhoudsstrook $\geq 1:8$ • Onderhoudsstrook afschot: horizontaal 1:50 hellend naar de watergang • Drooglegging onderhoudsstrook $\geq 0,70$ m t.o.v. (zomer)streefpeil. Voor het projectgebied leidt dit tot een maaiveldpeil van NAP+8.30 m voor de onderhoudsstrook. • Onderhoudsstrook doorgaand van openbare weg tot openbare weg • Inzaaien met graszaadmengsel BG3 (of gelijkwaardig) • Toepassing van een voorde is toegestaan - Helling $\geq 1:8$, - Waterdiepte maximaal 20 cm, - Verhard met grasbetonstenen, - Rijvlak minimaal 4m breed. - Voorzien van markeringspalen.
Ecologie	Ontwikkeling/bescherming van een gevarieerde en karakteristieke aquatische natuur	Streven naar een natuurvriendelijke oeverinrichting in de vorm van plas-dras of flauwe taluds 1:5.

Aspect	Uitgangspunt/Doelstelling	Maatstaf
Vormgeving	Creëren van rustig straatbeeld	Vormgeving, materialisatie en beplanting in afstemming met gemeente Zutphen. Inrichting mag de waterhuishouding niet negatief beïnvloeden.
	Inrichting afstemmen op waterhuishouding	Bij toepassing halfverharding zorgen dat het infiltrerende water verwerkt kan worden.
Veiligheid	Geen wateroverlast	Maximale waterschijf van 30 cm bij het toepassen van bovengrondse infiltratiezones. Waking ten opzichte van kantverharding van 10 cm
	Minimaliseer verdrinkingsgevaar	Voetpaden en wegen liggen op 2% afschot Vloerpeil: • Minimaal: 2% afschot t.o.v. erfgrans • Gemiddeld: 5% afschot t.o.v. erfgrans
Uitstroombouwwerken voorzien van een RVS-rooster ten behoeve van inkruipbeveiliging		

3.2 Randvoorwaarden o.b.v. gebiedskenmerken

3.2.1 Ontwatering

De bodemopbouw leent zich niet goed voor infiltratie van hemelwater naar de ondergrond. De bovengrond bestaat uit zandige klei en de doorlatendheid is matig tot slecht. Regenwater op onverhard kan dan ook leiden tot een langdurig verzadigde bovengrond dat langzaam uitzakt naar het grondwater. Bij het bouw- en woonrijp maken van het gebied is aandacht nodig voor de kwaliteit van de opgebrachte grond en de mogelijkheden voor ontwatering van het plangebied. Als uitgangspunt wordt gesteld dat de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) minimaal 0,25 m/dag bedraagt.

Gezien het veranderende klimaat met nattere winters is aandacht nodig om te voorkomen dat een langdurig verzadigde bovengrond, ook in onverhard gebied, voor schade en/of overlast kan zorgen. Dat betekent ook dat voorkomen moet worden dat bijvoorbeeld te handhaven bomen last krijgen van een (veel) hogere grondwaterstand in natte periodes.

De freatische grondwaterstanden in het plangebied zijn zo goed als mogelijk vastgesteld. De beschikbare meetdata rondom het plangebied is relatief oud maar geeft wel een uniform beeld. De verwachting is dat de hoogste grondwaterstanden rond 7,80 m +NAP liggen. Op basis van het huidige maaiveldniveau levert dat een ontwateringsdiepte van plaatselijk niet meer dan 20 cm. In de hogere delen aan de randen van het gebied komen ontwateringsdieptes van bijna 1,0 m voor. Dit betekent dat grote delen van het gebied opgehoogd moeten worden om te voldoen aan de ontwateringsnormen. Hierbij geldt een minimale weghoogte van NAP+8.60 m voor de woonstraten en een minimaal vloerpeil van NAP+8.90 m voor de woningen.

Uit de gebiedskenmerken blijkt dat dit plangebied niet geschikt is voor het toepassen van (diepere) ondergrondse infiltratievoorzieningen. Wanneer ondiepe ondergrondse infiltratievoorzieningen worden toegepast (bijvoorbeeld ondiepe krattenvelden of waterbufferende verharding) dient bij het ontwerp extra aandacht geschonken te worden aan de lediging van deze voorzieningen en de afstroomrichting van het infiltrerende water. Voorkomen dient te worden dat dergelijke voorzieningen zorgen voor langdurige verzadiging van de ondergrond. Uitgangspunt is dat dergelijke voorzieningen in openbaar gebied worden voorzien van een afvoerende drain.

3.2.2 Waterberging

In de omgeving van het plangebied is het lastig om in langdurig droge perioden het oppervlaktewater op peil te houden. In het plangebied wordt daarom geen nieuw oppervlaktewater gecreëerd om als waterberging te dienen. Water wordt geborgen in wadi's, (droogvallende) greppels en waterbufferende wegfundaties.

In de huidige situatie wordt in het gebied meer water geborgen dan in het gebied zelf valt. Het plangebied fungeert dus ook als berging voor de omgeving. Om te voorkomen dat in de omgeving overlast ontstaat moet in het plangebied evenveel water worden geborgen als in de huidige situatie het geval is (zie ook paragraaf 2.7).

Omdat het te bebouwen gebied wordt opgehoogd, zal de berging voor het water uit de omgeving gerealiseerd moeten worden in het onbebouwde gebied. Een deel van het gebied moet hiervoor verlaagd worden.

Neerslag die in op te hogen gebied dient zoveel mogelijk in het hoge gebied te worden vastgehouden en vertraagd naar de lagere delen af te stromen. Hierdoor wordt voorkomen dat berging in lage gelegen gebieden te snel gevuld wordt en niet beschikbaar is voor berging van water uit de omgeving.

Overtollige neerslag kan, na berging, vertraagd worden afgevoerd richting de Leestense Laak langs de N314.

Gemeente Zutphen heeft aangegeven dat bij toepassing van wadi's de wadi bodem op of net boven de GHG aangebracht mag worden, zodat hier een relatief natte begroeiing plaats kan vinden. Wadi's mogen worden voorzien van begroeiing. De inrichting en begroeiing moeten bijdragen aan het functioneren van de waterberging. Dit betekent dat in wadi's ook bomen mogen worden aangebracht, mits deze de bergende, afvoerende en infiltrerende werking van de wadi niet belemmeren. Het type begroeiing wat wordt toegepast zal bij verdere uitwerking van de plannen moeten worden afgestemd met gemeente Zutphen, dit wordt niet uitgewerkt in het WHP.

3.2.3 Afwatering

In het plangebied worden zo min mogelijk leidingen voor een HWA-stelsel aangelegd. Water wordt zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd naar bergende voorzieningen en via de bergingsvoorzieningen verder verwerkt en afgevoerd. Dat betekent dat weghoogtes moeten aflopen naar voorzieningen als wadi's. Omdat er weinig hoogteverschil in het plangebied aanwezig is en het huidige maaiveld al moet worden opgehoogd leidt dit tot een lokaal hogere benodigde ophoging dan NAP+8.50 m.

3.2.4 Vuilwater

Het toekomstige vuilwaterriool van het plangebied Schouwbroek moet naar het zuidoosten gaan afvoeren. Hier is een uitlegger 300 mm aangelegd op 5,04 m NAP. De geplande wegenstructuur zorgt, in combinatie met het gasleidingtracé, ervoor dat de route tussen de noordelijkste woningen en het aansluitpunt relatief lang is.

Afhankelijk van de exacte afvoerroute en de toe te passen leidingdiameters, leidingverhang en dekking op de leiding, lijkt een maaiveldhoogte van NAP+8.60 m tot NAP+8.80 m in het uiterste noorden nodig om het DWA onder vrij verval te kunnen afvoeren.

In het noordelijke deel van het gebied is het wellicht nodig om een beperkt hogere maaiveldhoogte te realiseren dan voor de ontwatering en afwatering van het gebied nodig is.

3.2.5 Omgevingsplan

Het plangebied heeft een bergende functie voor neerslag uit de omgeving. Dit stelt andere eisen aan de inrichting en waterberging dan in een "regulier" gebied. Deze extra waterbergingsopgave wordt in de parkzone, buiten het te bebouwen gebied, gerealiseerd. Om te deze functie zeker te stellen voor de toekomst wordt in het omgevingsplan vast gelegd hoe omgegaan wordt met water in het deze zone en welke ruimte beschikbaar/gereserveerd is voor berging van water uit de omgeving.

4 Ontwerp

4.1 Ontwatering (grondwater)

Uit de inventarisatie van de huidige situatie blijkt dat rekening gehouden moet worden met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) rond NAP+7.80 m. Dat betekent dat in (nagenoeg) het hele te bebouwen gebied ophoging van het maaiveld nodig is.

Om aan de reguliere ontwateringseisen te voldoen is voor de woonstraten in het gebied een minimale maaiveldhoogte van NAP+8.60 m vereist en worden vloerpeilen van woningen op minimaal NAP+8.90 m gerealiseerd. Omdat het projectgebied door een bosrand en waterbergingen gescheiden is van de Looer Enk en het Looerwoud vergt het hoogteverschil met de iets hoger naastgelegen wijken geen probleem.

Om aan te sluiten bij de principes van "bodem- watersturend" worden groenzones in het gebied zo min mogelijk opgehoogd, waar mogelijk wordt het bestaande maaiveldpeil gehandhaafd. Waar wadi's worden aangelegd wordt de bestaande grondslag verbeterd door grondverbetering toe te passen tot minimaal 0,5 m onder het bestaande maaiveld. De wadi's worden voorzien van een drain die helpt om een teveel aan geborgen water (vertraagd) af te voeren richting oppervlaktewater. De drains worden uitgevoerd met een afvoer op NAP+7.80 m, om zo de bestaande GHG niet te verlagen.

Grondwaterdata

Er zijn geen actuele, langdurige, reeksen met grondwatermetingen in of direct rondom het projectgebied beschikbaar. Aanbevolen wordt om op zo kort mogelijke termijn een aantal grondwatermeetpunten in te richten. Deze meetpunten dienen minimaal 1 jaar lang dagelijks een grondwaterpeil te registreren. Bij voorkeur wordt het meetnet zodanig ingericht dat de peilbuizen meerdere jaren, ook na realisatie van de nieuwe woonwijk, de waterstanden blijven monitoren.

4.1.1 Laaggelegen erf

Tijdens een overleg op 4 juli 2024 met gemeente Zutphen en de stedenbouwkundigen van BoschSlabbers is de wens geuit om een deel van het te bebouwen gebied zo minimaal mogelijk op te hogen. Het gaat hierbij om het "erf" als weergegeven in onderstaande afbeelding. De woningen in dit gebied worden kruipruimteloos aangelegd, in het gebied worden geen wegen voor autoverkeer aangelegd, de woningen zijn bereikbaar via fiets- en voetpaden. Voor dit gebied wordt een minimaal vloerpeil van NAP+8.70 m (0,90 m ontwatering) en een minimaal peil voor fiets- en voetpaden van NAP+8.40 m. Groenzones tussen kavels en paden liggen zoveel mogelijk hol, zodat de woningen altijd een vloerpeil van minimaal 30 cm boven het omringende gebied hebben.



Figuur 9: Laaggelegen erf (geelgroene arcering) en omgeving

Om te voorkomen dat de minimale ontwatering in dit lagere deel tot grotere risico's leidt, worden de laagtes/wadi's die hemelwater afvoeren naar de bestaande greppels voorzien van een drain. De bestaande greppelstructuur wordt gebruikt om het grondwater in het gebied op het bestaande peil te handhaven.

Het laaggelegen deel is qua waterhuishouding zo solitair mogelijk uitgevoerd, alleen vanuit het noorden kunnen hogere delen naar het lage gebied afstromen

4.2 Afwatering (hemelwater)

4.2.1 Voorzieningen

4.2.1.1 Afvoer via wegen

Het hemelwater in het plangebied wordt zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd. Het globale hoogteplan is zodanig uitgewerkt dat dit (nagenoeg) overal mogelijk is. Bij de verdere uitwerking van de (weg)profielen zal er rekening gehouden moeten worden met de afwaterende functie van de rijbaan: afhankelijk van de locatie zal de rijbaan op één oor liggen en afvoeren naar een naastgelegen waterberging of juist hol dan wel bol (met goten in het midden of aan de zijkant) worden aangelegd om water in de lengte richting van de weg af te kunnen voeren.

Bij afvoer naar een berm kan het water bij voorkeur over grote lengtes van de weg naar de berm stromen, het toepassen van (hoge) trottoirbanden is daarbij onwenselijk. Worden (delen van) wegen wel voorzien van opsluitbanden en wordt er gewerkt met verlaagde banden voor afvoer van het water, dan dient de band over minimaal 1,0 m lengte verlaagd te zijn (bij voorkeur meer) en moet de berm achter de verlaagde band beschermd worden tegen uitspoeling. Ook moet het maaiveld achter de verlaagde band net wat lager aangelegd worden dan de hoogte van de band, zodat water ongehinderd kan doorstromen en de kans op ophoping van blad/straatvuil in begroeiing van de berm wordt geminimaliseerd.

4.2.1.2 Waterbufferende verharding

De parkeerhoven in het gebied bieden niet alleen ruimte voor auto's, maar ook voor (tijdelijke) opvang van hemelwater. Door de hoven te voorzien van een waterbufferende fundatie van 0,35 m hoog met een holle ruimte van 40% kan per vierkante meter 140 mm neerslag worden geborgen. Dat betekent dat de parkeerhoven ook water van (een deel van) de omgeving kan verwerken.

Bij de verdere uitwerking zal een keus gemaakt moeten worden hoe het water de waterbufferende fundatie kan bereiken. In het stedenbouwkundig ontwerp zijn de parkeervakken voorzien van halfverharding. Dit type verharding kan ingezet worden voor de infiltratie van het hemelwater, mogelijk zijn aanvullende voorzieningen als (infiltratie)kolken wenselijk/nodig.

Om het waterbufferende pakket voldoende snel leeg te laten stromen worden de parkeerhoven voorzien van een drainageleiding onder in het pakket. Deze drains liggen boven de GHG en voeren af naar (drains van) wadi's en greppels.

4.2.1.3 Wadi's en greppels

De wadi's en greppels dienen in eerste instantie als waterberging, maar hebben deels ook een afvoerende functie. Door de wadi's met duikers te koppelen kan water vanuit relatief kleine wadi's afstromen naar locaties waar meer waterberging beschikbaar is.

In het stedenbouwkundig ontwerp zijn zowel smalle wadi's als brede greppels opgenomen. In de praktijk zullen deze respectievelijk als ondiepe greppel respectievelijk diepere wadi worden ervaren. Waterhuishoudkundig is het verschil vooral dat wadi's boven de GHG worden aangelegd en dat de bodem van de greppels net onder de GHG ligt. In natte periodes van het jaar kunnen greppels dus watervoerend zijn, wadi's vallen altijd droog.

Om de wadi's voldoende snel te kunnen laten infiltreren wordt bij wadi's bodemverbetering toegepast en wordt onder de wadi een grindkoffer met drain aangebracht. De drains zorgen ervoor dat de wadi vertraagd leeg kan stromen. De drains krijgen op NAP+7.80 m (GHG) een overloop naar greppels of oppervlaktewater. De wadibodem wordt aangelegd op NAP+7.90 m. In principe vallen ze dus altijd droog, bij hoge grondwaterstanden is de bodem wel

zacht/vochtig. Vanuit ecologie/stedenbouw ligt er een wens om ook nattere delen in de wadi's te realiseren dit kan door delen van de wadi's een iets lagere bodemhoogte te geven.

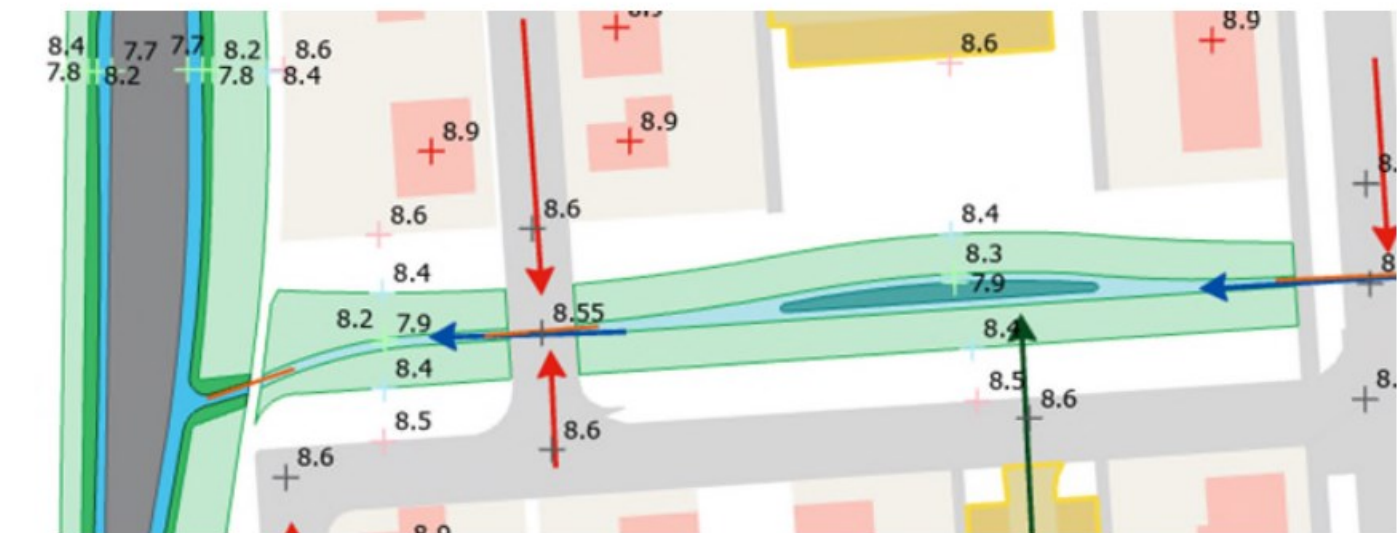
De greppels zijn iets dieper dan de wadi's en mogen langer dan de wadi's water vasthouden, ook mogen ze in periodes met hoge grondwaterstanden (beperkt) watervoerend zijn. De bodem van de greppels is ontworpen op NAP+7.75 m. De greppels worden in principe niet voorzien van drainage. De greppels zijn onderling gekoppeld via duikers, op een aantal locaties wordt nabij de duiker een stuwvoorziening gerealiseerd. Deze stuw krijgt een doorlaat op bodemniveau van de greppel. Via deze doorlaat kan de greppel vertraagd afvoeren richting volgende greppels en/of oppervlaktewater. De afmetingen van de doorlaten en de uitvoering van de stuwen zullen bij de verdere uitwerking bepaald moeten worden. Als een doorlaat vanuit beheer niet wenselijk is, kan er gekozen kunnen worden om onder een deel van de greppels (net als bij de wadi's) een drain aan te leggen die op NAP+7.80 m overloopt naar het volgende compartiment.

Stuwen die op oppervlaktewater lozen krijgen in principe een stuwhoogte van NAP+8.40 m. Enkele stuwen in het oosten van het gebied liggen enkele centimeters hoger, om het water zoveel mogelijk via de greppelstructuur parallel aan de Houtsingel af te laten stromen, bij extreme neerslag dienen deze hoger gelegen stuwen als (extra) afvoermogelijkheid richting de Leestense Laak.

Rondom het lagergelegen erf liggen de stuwen iets lager: op NAP+8.20 m en NAP+8.15 m. De greppels in dit gebied worden, in tegenstelling tot andere greppels, wél voorzien van een drain. Lagere delen van de greppels worden hiermee met elkaar verbonden. De drain loost op NAP+7.80 m direct ten oosten van de laagste stuw van het erf.

Tabel 4: Hoogteligging wadi's en greppels

	Wadi	Greppel	Greppels op en rondom erf
Insteek overloopzone T=100	8.30 m +NAP	8.30 m +NAP	8.30 m +NAP
Insteek voorziening	8.20 m +NAP	8.20 m +NAP	8.10 m +NAP
Bodemhoogte	7.90 m +NAP	7.75 m +NAP	7.70 m +NAP
Bodemhoogte verdiepte delen	7.80 m +NAP	7.65 m +NAP	n.v.t



Figuur 10: Hoogteligging enkele wadi's en greppels geprojecteerd op uitsnede van kaart met vloer- en wegpeilen

4.2.1.4 Hofjes

In het stedenbouwkundig ontwerp zijn op twee locaties woningen langs “hofjes” geprojecteerd. Deze hofjes zijn in de tekeningen niet aangemerkt als verharding. Wanneer in deze hofjes verharding wordt aangebracht, zal dit binnen dezelfde hofjes moeten worden gecompenseerd in waterberging. De woningen aan deze hofjes voeren hun water af via deze hofjes. In dit waterhuishoudingsplan is geen afvoer in/via deze hofjes uitgewerkt. Het water van de daken zal via de hofjes moeten worden afgevoerd naar omliggende greppels en wadi's. De afvoerwijze is afhankelijk van de nog uit te werken inrichting van de hofjes.

4.2.2 Waterberging

De waterberging wordt grotendeels gerealiseerd in de eerder beschreven wadi's, greppels en waterbufferende verharding. Bij kleinere buien bieden deze voorzieningen voldoende ruimte om al het water vast te houden. Bij hevigere neerslag kan het zijn dat er meer ruimte nodig is. Om te voldoen aan alle gestelde eisen is rondom de wadi's en greppels een overloopzone voorzien waar bij extreme neerslag tijdelijk water kan staan.

4.2.2.1 Overloopzones

De overloopzones rondom de wadi's en greppels liggen net iets lager dan de omgeving, het maaiveld van deze zones loopt af richting de greppels. De zones kunnen naar wens ingericht worden, zolang deze maar niet bebouwd worden of de inrichting een afvoer richting de wadi's en greppels verhindert.

4.2.2.2 Rabattenbos

In het parkgedeelte aan de oostzijde van het plangebied is, naast berging in enkele greppels, ook berging voorzien in een rabattenbos. Om hier water in te kunnen bergen is het van belang dat de lage delen van het bos ook echt voldoende laag liggen. Wenselijk is om de geulen een bodemhoogte van ongeveer NAP+7.65 m mee te geven, de ruggen kunnen dan rond NAP+8.10 m worden aangelegd. Door de geulen uit te laten lopen op de naast gelegen greppels kan, bij hevige of extreme neerslag, water zowel vanuit het bebouwde gebied als vanuit de Leestense Laak in het Rabattenbos geborgen worden.

4.2.2.3 Natuurvriendelijke oever-/waterbergingszone

Langs de oever van de Leestense Laak was in eerste instantie een natuurvriendelijke oever voorzien, in het noordelijke deel van het park loopt deze oever over een groot gebied vrij ver het park in. Omdat dit conflicteert met het voor beheer van de watergang benodigde onderhoudspad langs de Leestense Laak kan dit niet als "traditionele" natuurvriendelijke oever worden uitgevoerd.

In de plannen is daarom een zone voorzien die, bij stijgende waterstanden in de Laak, het overtollige water uit de omgeving kan bergen. Hiervoor moet in het aangegeven zoekgebied ruimte gecreëerd worden om minimaal 5800 m³ water te kunnen bergen. De berging moet worden gerealiseerd boven het normale waterpeil (NAP+7.60 m), maar onder het verhoogde (T=10) waterpeil van NAP+8.11 m. De zone kan via duikers (en eventueel een verharde voorde) verbonden worden met de Laak. Omdat het water eenvoudig moet kunnen uitwisselen met de Laak wordt voor de duikers een diameter van minimaal 600 mm aangehouden.

Aanbevolen wordt om de bergingszones zodanig in te richten dat de lage delen, nabij de duiker uitmondingen, rond NAP+7.60 m liggen. In het overige deel van het gebied kan met de hoogte worden gevarieerd. Waar watergangen vanuit het bebouwde gebied overlopen via de bergingszone dient de hoogteligging zodanig te worden gerealiseerd dat het overlopende water ongehinderd richting de duikers kan afstromen.

4.2.2.4 Berging op particulier terrein

In het gemeentelijk beleid wordt er op particulier terrein (minimaal) 20 mm water geborgen. Omdat infiltratie van water in het plangebied slechts zeer beperkt mogelijk is, is in de bergingsberekeningen niet gerekend met berging op particulier terrein. Voor de bergingsbalans is het dan ook niet nodig om voorzieningen als bijvoorbeeld infiltratiekragen aan te brengen.

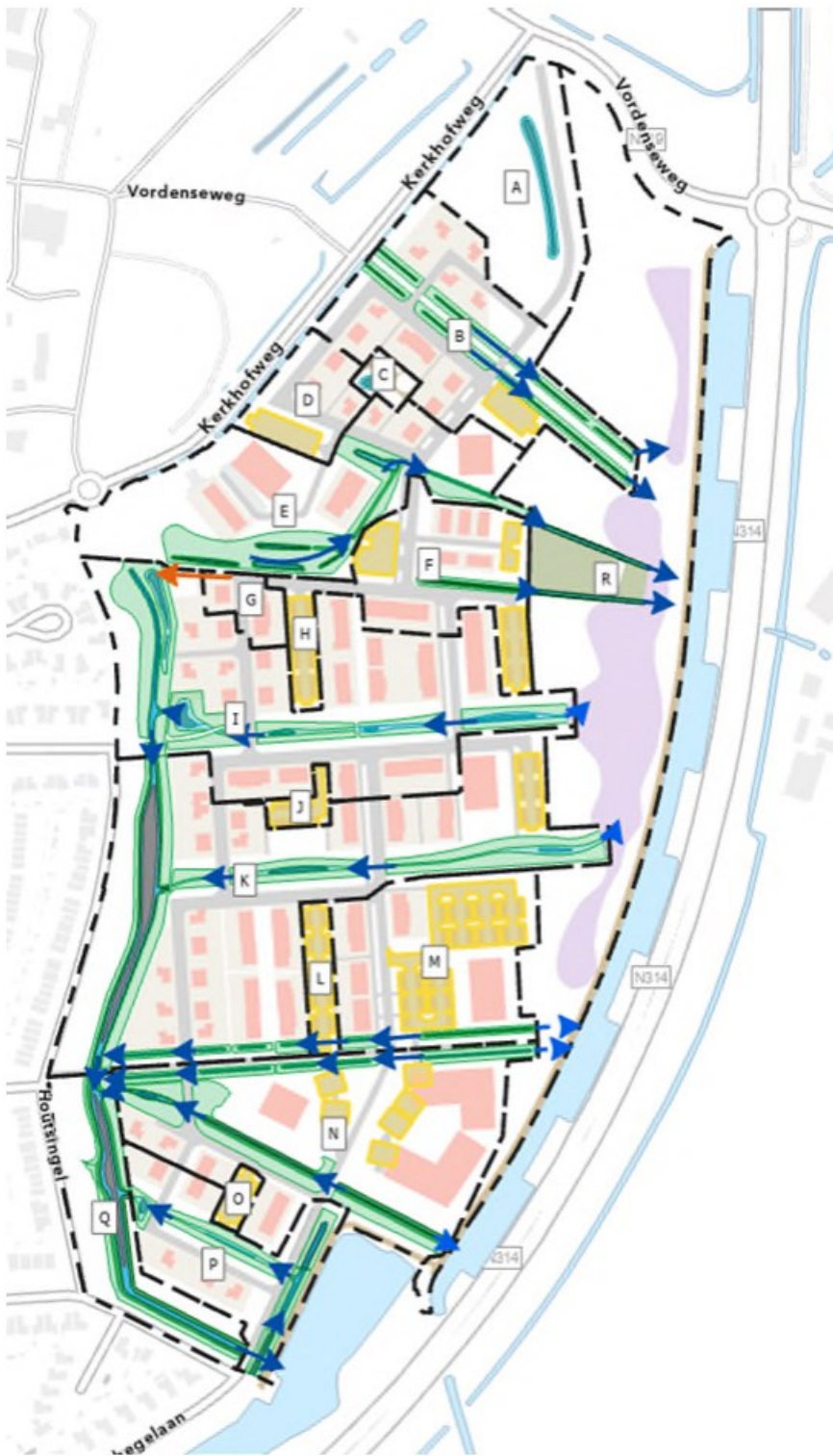
Naast de bergingsfunctie heeft het vereisen van berging op particulier terrein nog een doel, namelijk bewustwording van de omgang met het, soms schaarse en soms overvloedige, water. Berging van water op particulier terrein is daarom wel vereist. Hierbij kan gedacht worden aan het toepassen van groene daken, maar ook aan het opvangen van neerslag in bijvoorbeeld regenwaterschuttingen of andere opslagvoorzieningen om het water op het terrein zelf te gebruiken. Omdat er voldoende berging wordt gerealiseerd op openbaar terrein is het niet nodig om aan de particuliere voorzieningen een leegloop-/beschikbaarheidseis mee te geven.

4.2.3 Bergingsbalans

In Bijlage B is een uitgebreid overzicht van de bergingsbalans opgenomen. Voor het opstellen van de balans is het plangebied opgedeeld in verschillende bergingsgebieden, deze zijn afgebeeld in Figuur 11. De gebieden zijn zodanig ingedeeld dat het water wat in het gebied valt ook daadwerkelijk af kan stromen naar de bergingsvoorzieningen in het gebied.

Per bergingsgebied is berekend of er voldoende berging in het gebied beschikbaar is, of dat een deel van het water afgevoerd moet worden naar een naastgelegen gebied. Voor zowel de gemeentelijke (60 mm) als de waterschapseis (80 mm) geldt dat het merendeel van de gebieden voldoende ruimte heeft om het water in het eigen gebied vast te houden. Bij de gemeentelijke eis blijft al het water binnen het bebouwd gebied, bij de waterschapseis wordt een deel van de neerslag ook in het park geborgen.

In het park is, ook na invulling van de bergingseisen voor de planontwikkeling, voldoende ruimte over om water uit het omliggende gebied op te kunnen vangen (zie paragraaf 2.7).



Figuur 11: Bergingsgebieden en afvoerrichting

4.2.4 Aandachtspunten bij bouw- en woonrijp maken

Het gebied is momenteel in gebruik als weiland. Dat betekent dat de bovenlaag van het gebied bestaat uit graszoden en een humeuze toplaag. Voor het bouwrijp maken van het gebied is van groot belang dat er niet zonder meer ophoging plaats vindt op deze laag. Ophoging zonder het doorbreken en (gedeeltelijk) verwijderen van de bestaande toplaag leidt ertoe dat deze laag door de druk van de ophoging inklinkt en een nagenoeg waterdichte laag kan

vormen. In een verkennend bodemonderzoek³ is beschreven dat plaatselijk storende lagen in de vorm van klei en leem zijn aangetroffen, waar deze lagen aan maaiveld liggen dient minimaal de bovenste 0,3 verwijderd te worden. Diepere lagen worden zoveel mogelijk doorbroken.

Bij bouwkavels dient de laag met graszoden volledig te worden verwijderd en in het overige op te hogen gebied wordt deze minimaal opengebroken en vermengd met een goed doorlatende grondslag.

In het verkennend bodemonderzoek is beschreven dat in het gebied een gedempte watergang aanwezig is. Ook bij deze watergang is aandacht nodig voor een goede opschoning van de ondergrond, zodat infiltratie van hemelwater niet wordt belemmerd.

Om infiltratie van neerslag in de op te hogen gebieden mogelijk te maken is het noodzakelijk om de ophoging uit te voeren met een goed doorlatende grondsoort (k-waarde van verdichtte grond aantoonbaar >0,5 m/dag).

4.3 Inundatie (oppervlaktewater)

De Leestense Laak heeft een waterpeil van NAP+7.60 m. De waterstand in de Laak stijgt alleen door (hevige) neerslag, in een T=100 situatie kan het waterpeil oplopen tot NAP+8.30 m. In de huidige situatie wordt in de Laak bij extreme neerslag water uit de omgeving opgevangen, een deel van het water blijft ook op het huidige maaiveld staan. In het ontwerp is rekening gehouden met deze opvang van water. Wanneer het peil in de Laak stijgt zullen de natuurvriendelijke oever, het rabattenbos en de met de Laak verbonden greppels vol kunnen stromen met water uit de Laak.

In extreem natte omstandigheden kan het daarbij voorkomen dat alle bergingsvoorzieningen volledig gevuld zijn. Mocht er dan alsnog meer water door de Laak verwerkt moeten worden, dan zal allereerst een groter deel van het park inunderen, ook weilanden rondom de Laak (boven en benedenstrooms) zullen eerder inunderen dan dat de waterstand het maaiveld van wegen bereikt. Er is ook in een T=100 situatie geen inundatie van het bebouwde gebied te verwachten. Bij het laaggelegen erf is de drooglegging van de paden rondom de woningen dan wel beperkt.

³ Verkennend bodemonderzoek volgens NEN 5740 incl. doorlatendheidsonderzoek plangebied Schouwbroek Zutphen, De Klinker BV, 17 September 2024, rapportnummer K2420132

4.4 Vuilwater

4.4.1 Afvoerstructuur

Het vuil (huishoudelijk) afvalwater uit het plangebied wordt afgevoerd naar een bestaande uitlegger van het vuilwaterstelsel in het zuiden van de Schouwbroek. Van noord naar zuid is dit een vrij grote afstand. Qua hoogteligging is het niet mogelijk om (een deel van) het afvalwater via de Looer Enk (straatnaam) te laten stromen en zo de ontgraving te beperken. Het kan wel zinvol zijn om een (iets hoger) gelegen leiding tussen beide stelsels aan te leggen om zo de kwetsbaarheid voor overlast bij verstoppingen te verminderen. Omdat hier geen directe aanleiding voor is, is dit de hiernaast afgebeelde structuur niet meegenomen.

Bij het opstellen van de DWA-structuur is gezocht naar de meest economische afvoermogelijkheden (zo min mogelijk ontgraving) en is als uitgangspunt gehanteerd om zo min mogelijk parallel aan de gasleiding in het zuidoosten van het gebied te liggen. Nabij de aansluiting op het bestaande stelsel en nabij het appartementencomplex in het zuidoosten is een parallelle ligging over een korte lengte niet te voorkomen, daarnaast wordt de gasleiding eenmaal gekruist ten behoeve van de afvoer van panden ten oosten van de gasleiding.

4.4.2 Diameter en hoogteligging

In het Stedenbouwkundigplan is sprake van 407 woningen, waarvan 128 als beneden- of bovenwoning of appartement.

Wanneer aangenomen wordt dat in de beneden- en bovenwoningen en appartementen gemiddeld 2 inwoners per woning wonen en in de overige woningen gemiddeld 3,5, is sprake van een inwoneraantal van $(128 \cdot 2 + 279 \cdot 3,5)$ ongeveer 1233 inwoners. Gemiddeld is dan sprake van 3 inwoners per woning.

Voor inwoners wordt rekening gehouden met een piek afvoer aan vuilwater van 12 liter per inwoner per uur. Het genoemde inwoneraantal kan in theorie dus ongeveer 14,8 m³/u aan afvalwater produceren.

Een kunststofleiding Ø315 mm heeft bij een afschot van 1:500 bij volledige vulling een capaciteit van 134,1 m³/u. Het afvalwaterdebiet uit de Schouwbroek is hier nog geen 15% van. In de Schouwbroek wordt dus ruimschoots voldaan aan een vullingseis van maximaal 50%.

4.4.3 Capaciteit rioolgemaal Leesten Oost

De Schouwbroek vormt, samen met de bestaande deelgebieden "Looërenk en Woud" en "Eme en Broek" het rioleringsgebied Leesten Oost. Het afvalwater van dit gebied wordt via een bestaand gemaal (code G45) afgevoerd naar het westelijker gelegen gedeelte van Leesten.



Figuur 12: DWA-structuur Schouwbroek



Figuur 13: Rioolstelsel nabij projectgebied, gearceerde gebieden voeren af op gemaal Leesten Oost

In Tabel 5 is het aantal adressen per deelgebied in Leesten Oost weergegeven (gebaseerd op BAG en stedenbouwkundig plan Schouwbroek). Wanneer voor het hele gebied wordt uitgegaan van hetzelfde inwoneraantal per woning als aangenomen voor de Schouwbroek zou het gemaal Leesten Oost een piekaanvoer van 55,5 m³ uur moeten kunnen verwerken.

Tabel 5: Adressen en DWA-productie per deelgebied Leesten Oost

Deelgebied	Aantal adressen	Aantal inwoners	DWA-piekafvoer
Eme en Broek	409	1239	14.9 m ³ /u
Looërenk en Woud	712	2156	25.9 m ³ /u
Schouwbroek	407	1233	14.8 m ³ /u
Totaal	1528	4628	55.5 m ³ /u

Volgens het IBKP heeft het gemaal een geïnstalleerde capaciteit van 103,0 m³/uur. Dat is ruim voldoende om het totale DWA-piekdebit af te kunnen voeren. Bij de aanleg van het gemaal lijkt al rekening gehouden te zijn met de realisatie van de Schouwbroek.

5 Aandachtspunten en aanbevelingen

5.1 Status stedenbouwkundig ontwerp

Dit waterhuishoudkundig plan (WHP) is opgesteld op basis van een voorlopig stedenbouwkundig ontwerp. Bij de verder uitwerking van het stedenbouwkundig ontwerp is het noodzakelijk om wijzigingen te toetsen aan (de principes uit) dit waterhuishoudkundig plan. Bij grootschalige wijzigingen kan het noodzakelijk zijn om dit WHP (gedeeltelijk) te actualiseren.

In het gebruikte stedenbouwkundig ontwerp zijn enkele "hofjes" tussen woonblokken nog niet ingevuld. In dit WHP is dan ook niet beschreven hoe in deze hofjes omgegaan kan worden met neerslag. Bij de verdere uitwerking van de hofjes moet uitgewerkt worden hoe het water omliggende bergende voorzieningen bereikt. Wanneer in de hofjes water (tijdelijk) vastgehouden kan worden, is dit een "plus" ten opzichte van het voorliggende WHP. Het bergen van water in de hofjes is niet noodzakelijk om aan de gestelde eisen te voldoen.

In het gebruikte stedenbouwkundig ontwerp is uitgegaan van realisatie van een natuurvriendelijke oever langs de Leestense Laak. Uit overleg met het waterschap blijkt dat dit, in verband met het onderhoud van de Laak vanaf de oever, niet zomaar realiseerbaar is. In overleg is besloten om de natuurvriendelijke oever te vervangen door waterberging in natte laagtes in het park. In de tekeningen is hiervoor een "zoekgebied" gekleurd. Bij de verdere uitwerking van het park is het noodzakelijk om in of rond dit zoekgebied voldoende ruimte voor water te creëren.

5.2 Beplanting

De beplanting in en rond de wadi's en andere bergingszones is nog niet uitgewerkt. Bij de keuze voor type planten, struiken en bomen dient rekening gehouden te worden met de waterhuishoudkundige functie van wadi's, greppels en berging zones: de afvoer door en via de voorzieningen mag niet door beplanting belemmerd worden. In de praktijk betekent dit dat er geen bomen en struiken in de diepste delen van de wadi's en greppels geplant worden, in de taluds is dit vaak wel mogelijk.

Wanneer bomen/struiken bij wadi's worden aangebracht, zal er op gelet moeten worden dat de kans op wortelgroei tot in de drainage onder de wadi's geminimaliseerd wordt. Waar nodig kan drainage mogelijk een iets andere route krijgen of kan de drain tegen ingroei beschermd worden. Indien nodig kan de drain over korte afstand worden uitgevoerd met een dichte wand.

De wadi's worden bij voorkeur niet uitgevoerd als gazon. Recente studies wijzen op grote voordelen van begroeiing door verschillende soorten grassen en planten die op verschillende dieptes wortelen. De bodem houdt daarbij een betere open structuur.

5.3 Belangen waterschap

Tijdens het opstellen van dit WHP is verschillende malen overleg gevoerd met het waterschap. De principes in het WHP voldoen aan de eisen van het waterschap. Bij verdere uitwerking zal aanvullende afstemming met het waterschap nodig zijn voor de elementen die raken aan het (beheer van het) oppervlaktewater.

5.4 Beheer en onderhoud

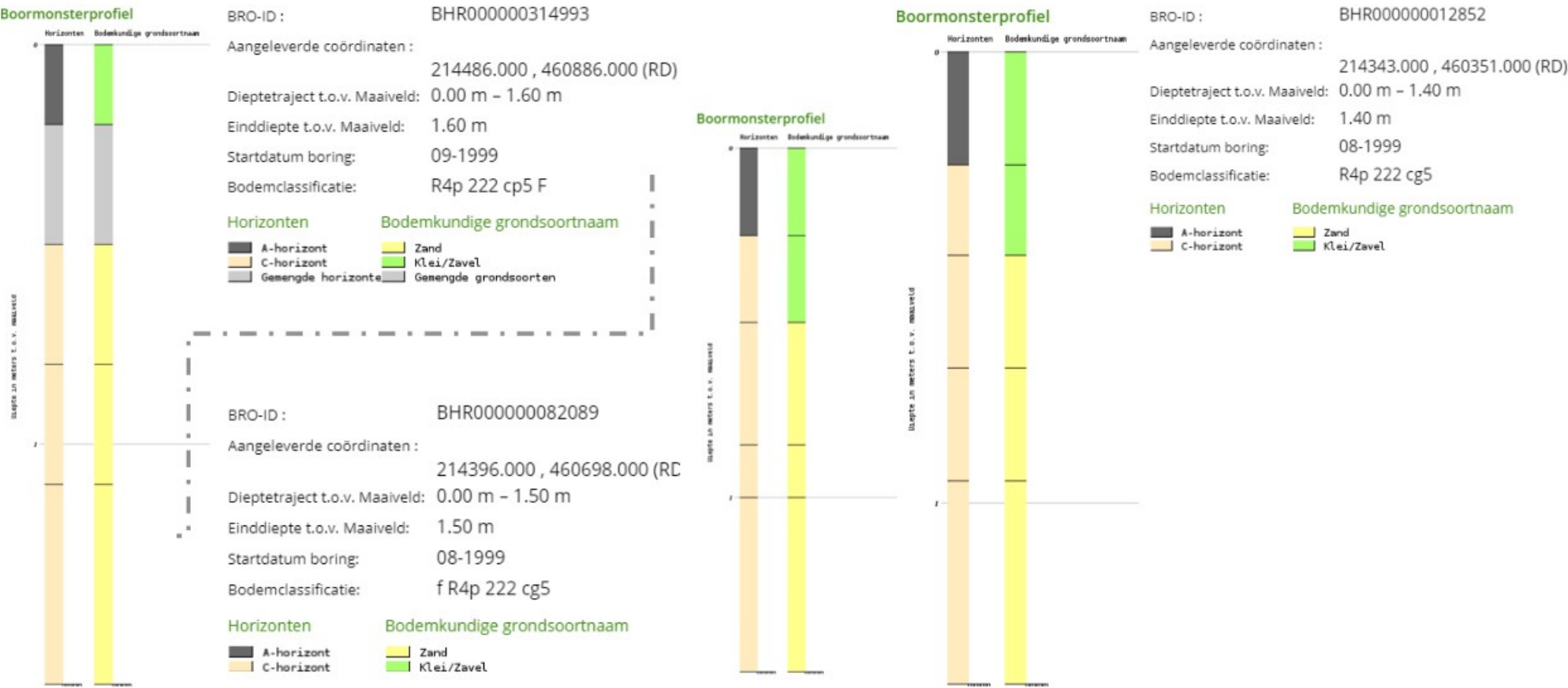
Zowel de type beplanting als de uitvoering van stuwen, duikers en doorlaten zal bij de verdere uitwerking moeten worden afgestemd met de beheerders van gemeente Zutphen

5.5 Borging waterhuishoudkundige belangen

In de huidige situatie is het plangebied te omschrijven als een laag gelegen vrij nat gebied. Bij hevige neerslag heeft het gebied een duidelijk waterbergingsfunctie voor de omgeving. Deze waterbergingsfunctie blijft in de toekomst belangrijk, door de huidige gebiedsontwikkeling wordt de berging geconcentreerd op een kleinere locatie (de lage zones in het park in plaats van alle lage gebieden in het plangebied), de goede werking van deze bergingszones is daardoor van groot belang voor de omgeving. Afgesproken is om bij het uitwerken van de plannen in het omgevingsplan de waterbergingsfunctie in de parkzone vast te leggen in de kaarten en toelichting.

Bij de uitwerking van de plannen tot DO en bestek niveau is doorlopend aandacht nodig voor de waterhuishoudkundige belangen in het gebied. Bij kleinschalige aanpassingen is het voldoende om de aanpassing en het effect hiervan op de waterhuishouding in een aanvullende memo te beschrijven. Bij grootschalige aanpassingen aan plannen kan het nodig zijn om het WHP aan te passen op de nieuwe situatie. Om problemen in het functioneren in de toekomst te voorkomen is afgesproken om het DO te toetsen aan het WHP voordat het DO definitief wordt vastgesteld. Ook bij het definitief vaststellen van de bestekstekeningen is een dergelijke toets nodig.

Bijlage A Boorstaten



Figuur 14: Boormonsterprofielen 01 t/m 03

Bijlage B Bergingsberekeningen

Tabel 6: Oppervlakte van en volume in bergingsvoorzieningen per deelgebied

Gebied	Greppel diep		Greppel diepst		Greppel ondiep		T=100zone		Wadi diep		Wadi ondiep		Waterbufferende verharding		Rabattenbos		Natuurvriendelijke oever		Totaal	
	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume	Oppervlak	Volume
A	-	-	-	-	-	-	-	-	228 m ²	91 m ³	396 m ²	99 m ³	-	-	-	-	-	-	624 m ²	190 m ³
B	190 m ²	95 m ³	-	-	603 m ²	241 m ³	2.345 m ²	117 m ³	-	-	-	-	618 m ²	216 m ³	-	-	-	-	3.756 m ²	670 m ³
C	-	-	-	-	-	-	-	-	63 m ²	25 m ³	78 m ²	19 m ³	-	-	-	-	-	-	141 m ²	45 m ³
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	807 m ²	282 m ³	-	-	-	-	807 m ²	282 m ³
E	339 m ²	169 m ³	-	-	552 m ²	221 m ³	3.853 m ²	193 m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.744 m ²	583 m ³
F	67 m ²	34 m ³	-	-	139 m ²	56 m ³	254 m ²	13 m ³	-	-	-	-	1.887 m ²	660 m ³	-	-	-	-	2.347 m ²	762 m ³
G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.139 m ²	399 m ³	-	-	-	-	1.139 m ²	399 m ³
I	214 m ²	107 m ³	-	-	279 m ²	112 m ³	5.021 m ²	251 m ³	357 m ²	143 m ³	988 m ²	247 m ³	6 m ²	2 m ³	-	-	-	-	6.864 m ²	861 m ³
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	696 m ²	244 m ³	-	-	-	-	696 m ²	244 m ³
K	852 m ²	426 m ³	921 m ²	645 m ³	694 m ²	278 m ³	5.554 m ²	278 m ³	120 m ²	48 m ³	608 m ²	152 m ³	804 m ²	281 m ³	-	-	-	-	9.553 m ²	2.107 m ³
L	-	-	-	-	-	-	0 m ²	0 m ³	-	-	-	-	1.284 m ²	449 m ³	-	-	-	-	1.284 m ²	449 m ³
M	44 m ²	22 m ³	-	-	141 m ²	56 m ³	397 m ²	20 m ³	-	-	-	-	3.736 m ²	1.308 m ³	-	-	-	-	4.318 m ²	1.406 m ³
N	399 m ²	200 m ³	18 m ²	13 m ³	1.216 m ²	486 m ³	3.776 m ²	189 m ³	-	-	-	-	1.422 m ²	498 m ³	-	-	-	-	6.832 m ²	1.385 m ³
O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	561 m ²	196 m ³	-	-	-	-	561 m ²	196 m ³
P	173 m ²	87 m ³	-	-	240 m ²	96 m ³	1.901 m ²	95 m ³	68 m ²	27 m ³	259 m ²	65 m ³	-	-	-	-	-	-	2.642 m ²	370 m ³
Q	957 m ²	478 m ³	351 m ²	245 m ³	1.262 m ²	505 m ³	1.208 m ²	60 m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.778 m ²	1.289 m ³
R	653 m ²	327 m ³	-	-	339 m ²	136 m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	2.245 m ²	225 m ³	19.313 m ²	5.794 m ³	22.551 m ²	6.481 m ³
Totaal	3.889 m ²	1.945 m ³	1.290 m ²	903 m ³	5.465 m ²	2.186 m ³	24.311 m ²	1.216 m ³	836 m ²	334 m ³	2.329 m ²	582 m ³	12.959 m ²	4.536 m ³	2.245 m ²	225 m ³	19.313 m ²	5.794 m ³	72.638 m ²	17.720 m ³

Tabel 7 Bergingshoogte (gemiddeld) per onderdeel bergingsvoorziening

	Diepte van	Diepte naar	Insteek T=100 zone	Bergingshoogte
Greppel diep	7,80 m +NAP	7,80 m +NAP	8,30 m +NAP	0,50 m ¹
Greppel diepst	7,60 m +NAP	7,60 m +NAP	8,30 m +NAP	0,70 m ¹
Greppel ondiep	8,20 m +NAP	7,60 m +NAP	8,30 m +NAP	0,40 m ¹
T=100zone	8,30 m +NAP	8,20 m +NAP	8,30 m +NAP	0,05 m ¹
Wadi diep	7,90 m +NAP	7,90 m +NAP	8,30 m +NAP	0,40 m ¹
Wadi ondiep	8,20 m +NAP	7,90 m +NAP	8,30 m +NAP	0,25 m ¹
Waterbufferende verharding				0,35 m ¹
Rabattenbos				0,10 m ¹
Natuurvriendelijke oever				0,30 m ¹

Tabel 8: Bergingseis, -balans en -overschot per deelgebied

Gebied	Volume	Oppervlak	Oppervlak	Benodigde berging bij eis			Bergingsbalans eigen gebied bij eis			Overloop naar	Bergingsoverschot bij na overloop		
	Berging	berging	Verharding	60.00 mm	70.00 mm	80.00 mm	60.00 mm	70.00 mm	80.00 mm		60.00 mm	70.00 mm	80.00 mm
A	190 m ³	624 m ²	1079 m ²	102 m ³	119 m ³	136 m ³	88 m ³	71 m ³	54 m ³	R	88 m ³	71 m ³	54 m ³
B	670 m ³	3756 m ²	6213 m ²	598 m ³	698 m ³	798 m ³	72 m ³	-28 m ³	-128 m ³	R	72 m ³	0 m ³	0 m ³
C	45 m ³	141 m ²	161 m ²	18 m ³	21 m ³	24 m ³	27 m ³	24 m ³	21 m ³	D	27 m ³	24 m ³	21 m ³
D	282 m ³	807 m ²	2639 m ²	207 m ³	241 m ³	276 m ³	76 m ³	41 m ³	7 m ³	E	76 m ³	41 m ³	7 m ³
E	583 m ³	4744 m ²	4622 m ²	562 m ³	656 m ³	749 m ³	21 m ³	-73 m ³	-166 m ³	R	21 m ³	0 m ³	0 m ³
F	762 m ³	2347 m ²	5372 m ²	463 m ³	540 m ³	617 m ³	299 m ³	222 m ³	145 m ³	R	299 m ³	222 m ³	145 m ³
G	0 m ³	0 m ²	1311 m ²	79 m ³	92 m ³	105 m ³	-79 m ³	-92 m ³	-105 m ³	I	0 m ³	0 m ³	0 m ³
H	399 m ³	1139 m ²	1288 m ²	146 m ³	170 m ³	194 m ³	253 m ³	229 m ³	204 m ³	I	253 m ³	229 m ³	204 m ³
I	861 m ³	6864 m ²	10870 m ²	1064 m ³	1241 m ³	1419 m ³	-203 m ³	-380 m ³	-557 m ³	K	0 m ³	0 m ³	0 m ³
J	244 m ³	696 m ²	740 m ²	86 m ³	101 m ³	115 m ³	157 m ³	143 m ³	129 m ³	I	157 m ³	143 m ³	129 m ³
K	2107 m ³	9553 m ²	13385 m ²	1376 m ³	1606 m ³	1835 m ³	731 m ³	502 m ³	272 m ³	Q	450 m ³	30 m ³	0 m ³
L	449 m ³	1284 m ²	1328 m ²	157 m ³	183 m ³	209 m ³	293 m ³	266 m ³	240 m ³	K	293 m ³	266 m ³	240 m ³
M	1406 m ³	4318 m ²	11489 m ²	948 m ³	1107 m ³	1265 m ³	457 m ³	299 m ³	141 m ³	K	457 m ³	299 m ³	141 m ³
N	1385 m ³	6832 m ²	8999 m ²	950 m ³	1108 m ³	1266 m ³	435 m ³	277 m ³	119 m ³	Q	435 m ³	277 m ³	75 m ³
O	196 m ³	561 m ²	560 m ²	67 m ³	78 m ³	90 m ³	129 m ³	118 m ³	107 m ³	N	129 m ³	118 m ³	107 m ³
P	370 m ³	2642 m ²	2531 m ²	310 m ³	362 m ³	414 m ³	59 m ³	8 m ³	-44 m ³	N	59 m ³	8 m ³	0 m ³
Q	1289 m ³	3778 m ²	0 m ²	227 m ³	265 m ³	302 m ³	1062 m ³	1025 m ³	987 m ³	R	781 m ³	350 m ³	0 m ³
R	6481 m ³	22551 m ²	0 m ²	1353 m ³	1579 m ³	1804 m ³	5128 m ³	4902 m ³	4677 m ³		4847 m ³	4756 m ³	3756 m ³
Totaal	17944 m ³	72638 m ²	72590 m ²	8714 m ³	10166 m ³	11618 m ³							

Bijlage C Verharding, waterberging en afvoerrichtingen

WHP Leestense Schouw

Verharding, waterberging en afvoerrichtingen

Afvoerrichting en -type

- Drain
- Maaiveld
- Ondergronds
- Waterberging
- Overloop waterberging

Deelgebied Waterberging (met label)

- Deelgebied A t/m R

Verharding in plangebied

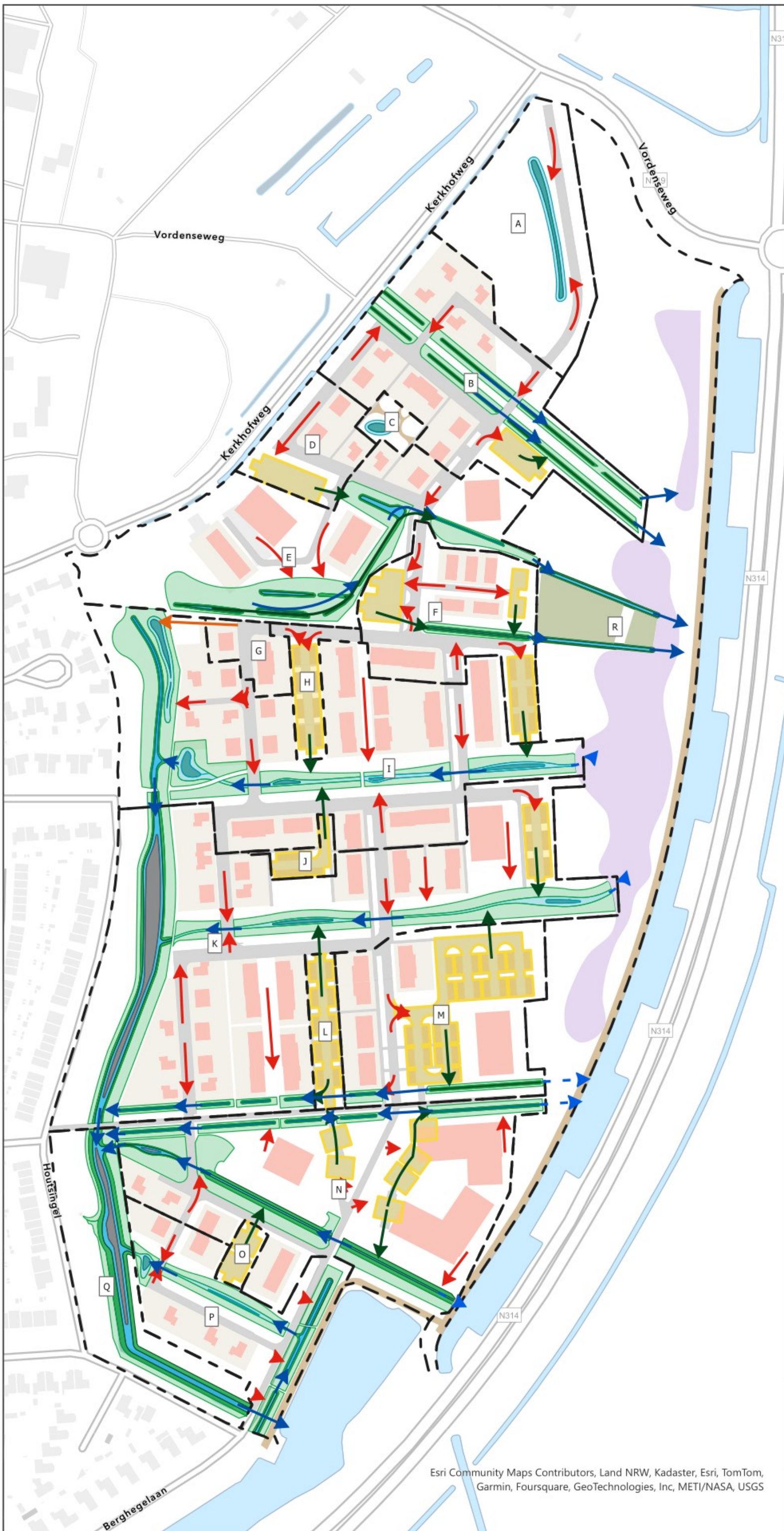
- Bebouwing (100% verhard)
- Kavel (40% verhard)
- Halfverharding (70% verhard)
- Verharding (100% verhard)

Watergangen BGT

- Greppel, droge sloot
- Watergang

Waterberging in plangebied

- Onderhoudspad WRIJ
- Greppel diep
- Greppel diepst
- Greppel ondiep
- Rabattenbos
- T=100zone
- Wadi diep
- Wadi ondiep
- Waterbufferende verharding
- Natuurvriendelijke oever / zoekgebied waterberging



opdrachtgever: Gemeente Zutphen

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 18-9-2024 projectnr.: 30228941

schaal (A3): 1:2,500

0 10 20 30 40 50 m

Esri Community Maps Contributors, Land NRW, Kadaster, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

HJV

Bijlage D Weg-, en vloerpeilen, HWA, duikers, stuwen en stuwpeilen

WHP Leestense Schouw

Weg- en vloerpeilen, HWA, duikers, stuwen en stuwpeilen

Hemelwaterleidingen, duikers en stuwen

HWA (indicatief)

Duiker

Stuw met (duiker en) stuwpeil

Verharding in plangebied

Bebouwing (100% verhard)

Kavel (40% verhard)

Halfverharding (70% verhard)

Verharding (100% verhard)

Grens

Projectgrens

Watergangen BGT

Greppel, droge sloot

Watergang

Weg- en vloerpeilen

Vloerpeil

Wegpeil

Waterberging in plangebied

Onderhoudspad WRIJ

Greppel diep

Greppel diepst

Greppel ondiep

Rabattenbos

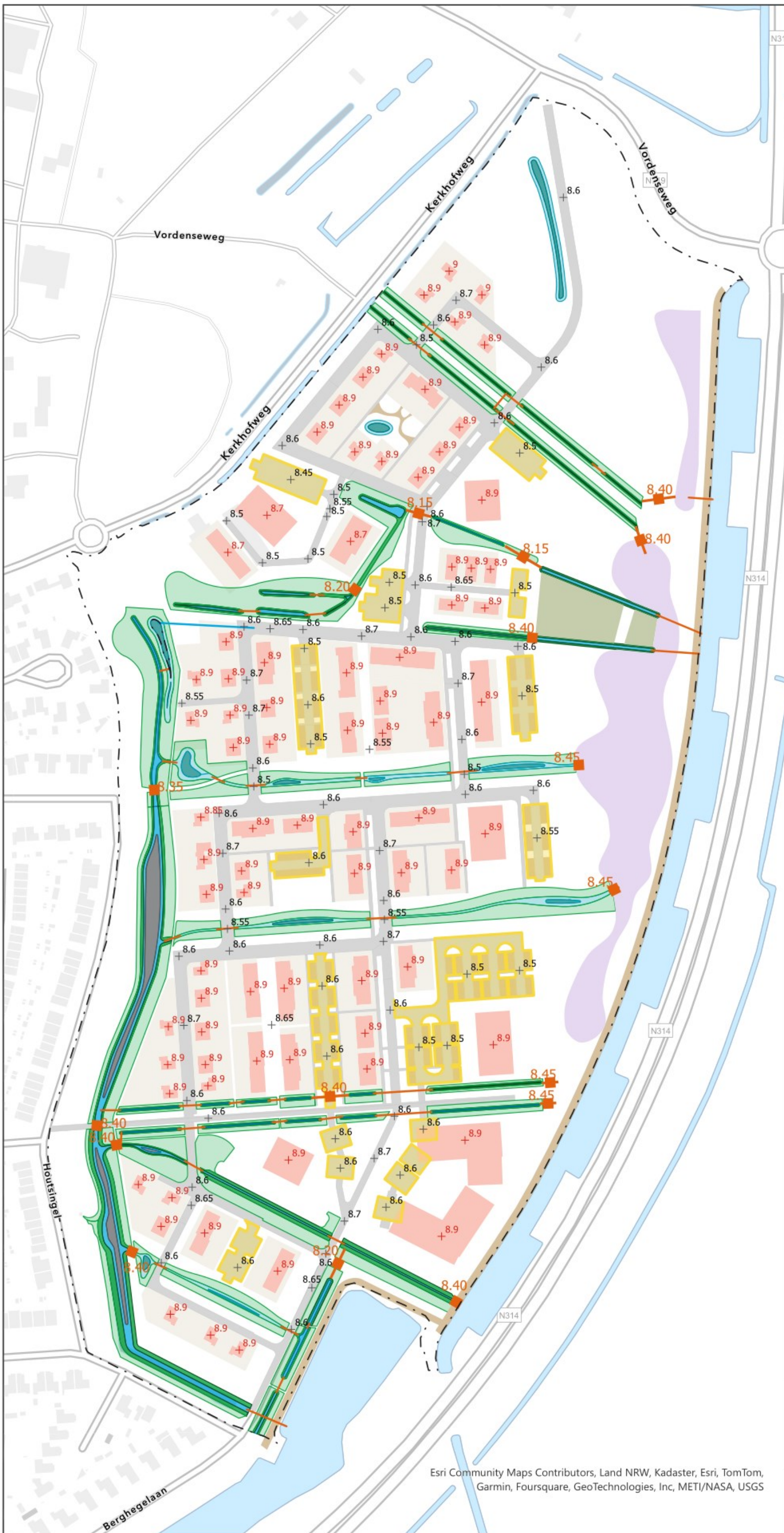
T=100zone

Wadi diep

Wadi ondiep

Waterbufferende verharding

Natuurvriendelijke oever / zoekgebied waterberging



opdrachtgever: Gemeente Zutphen

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

datum: 18-9-2024 projectnr.: 30228941

schaal (A3): 1:2,500

0 10 20 30 40 50 m

Esri Community Maps Contributors, Land NRW, Kadaster, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

HJV

Bijlage E Vloer- en wegpeilen met bestaande hoogtes

WHP Leestense Schouw

Vloer- en wegpeilen met bestaande hoogtes AHN4

Hemelwaterleidingen, duikers en stuwen

— HWA (indicatief)

— Duiker

■ Stuw met (duiker en) stuwpeil

Verharding in plangebied

■ Bebouwing (100% verhard)

■ Kavel (40% verhard)

■ Halfverharding (70% verhard)

■ Verharding (100% verhard)

Grens

— Projectgrens

Watergangen BGT

■ Greppel, droge sloot

■ Watergang

Algemene Hoogtekaart NL (AHN4)

+ Maaiveldhoogte

Weg- en vloerpeilen

+ Vloerpeil

+ Wegpeil

Waterberging in plangebied

■ Onderhoudspad WRIJ

■ Greppel diep

■ Greppel diepst

■ Greppel ondiep

■ Rabattenbos

■ T=100zone

■ Wadi diep

■ Wadi ondiep

■ Waterbufferende verharding

■ Natuurvriendelijke oever / zoekgebied waterberging

opdrachtgever: Gemeente Zutphen

ARCADIS Design & Consultancy
for natural and
built assets

datum: 18-9-2024

schaal (A3): 1:2,500

0 10 20 30 40 50 m

projectnr.: 30228941

HJV

Esri Community Maps Contributors, Land NRW, Kadaster, Esri, TomTom,
Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

Bijlage F Vuilwaterriool met hoogteligging

WHP Leestense Schouw

Vuilwaterriool met hoogteligging

Verharding in plangebied

- Bebouwing (100% verhard)
- Kavel (40% verhard)
- Halfverharding (70% verhard)
- Verharding (100% verhard)

Grens

- Projectgrens

Watergangen BGT

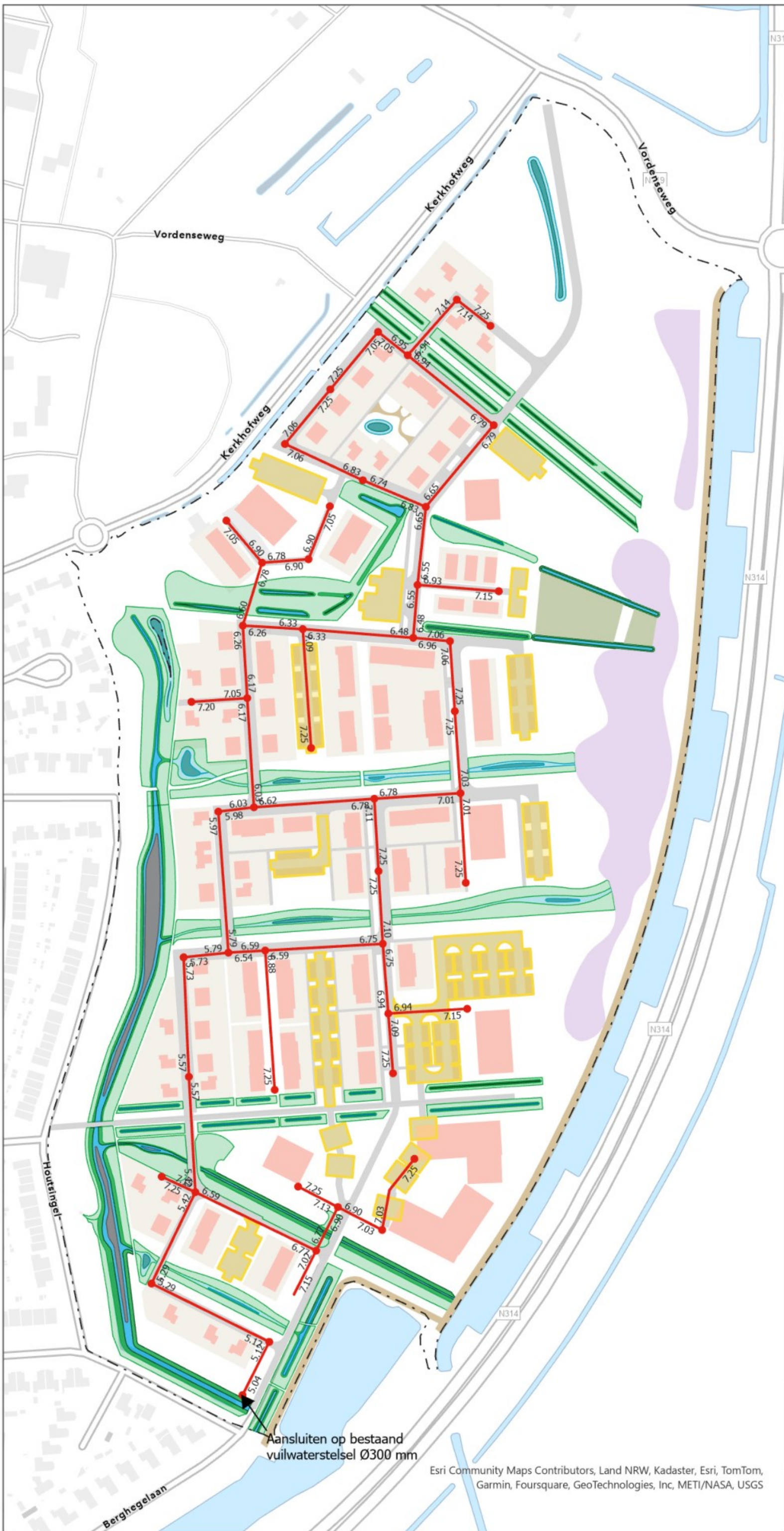
- Greppel, droge sloot
- Watergang

Riolering

- Vuilwaterstelsel Ø315 mm (putten indicatief)

Waterberging in plangebied

- Onderhoudspad WRD
- Greppel diep
- Greppel diepst
- Greppel ondiep
- Rabattenbos
- T=100zone
- Wadi diep
- Wadi ondiep
- Waterbufferende verharding
- Natuurvriendelijke oever / zoekgebied waterberging



Aansluiten op bestaand
vuilwaterstelsel Ø300 mm

Esri Community Maps Contributors, Land NRW, Kadaster, Esri, TomTom,
Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

opdrachtgever: Gemeente Zutphen

ARCADIS Design & Consultancy
for natural and
built assets

datum: 18-9-2024 projectnr.: 30228941

schaal (A3): 1:2,500

0 10 20 30 40 50 m

HJV

Colofon

WATERHUISHOUDINGSPLAN LEESTEN SCHOUWBROEK

KLANT

Gemeente Zutphen

AUTEUR

[Redacted]

PROJECTNUMMER

30228941

ONZE REFERENTIE

YZPUJS2RM7DZ-806585092-240:1.0

DATUM

25 september 2024

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

[Redacted]

Projectleider Stedelijk Water & Klimaatadaptatie

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

T 