Watertoets

Betreft De Ploen – Noord, Duiven

Ons kenmerk WAN012

Datum 04-12-2023

Behandeld door R. Rijneveld / C. Maas

Inleiding

Het voornemen bestaat om in de gemeente Duiven maximaal 130 woningen te ontwikkelen. Op basis van het vigerende bestemmingsplan 'Duiven-Noord' geldt ter plaatse de bestemming 'agrarisch'. Het toevoegen van woningen en het gebruik als woonbestemming is niet rechtstreeks toegestaan binnen deze bestemming. Dit betekent dat in het kader van de beoogde ontwikkeling een nieuw bestemmingsplan opgesteld moet worden. Bij het opstellen van dit nieuwe bestemmingsplan dient ook gekeken te worden hoe met water wordt omgegaan.

In deze notitie wordt beschreven op welke wijze rekening gehouden wordt met de waterhuishoudkundige aspecten en met de wensen en voorwaarden van de waterbeheerder. Hiervoor zijn de relevante uitgangspunten zoals het beleid, de omgeving, de bodemopbouw en de grondwaterstanden beschreven. Vervolgens worden de beoogde waterhuishoudkundige voorzieningen getoetst aan het beleid van Waterschap Rijn en IJssel en Gemeente Duiven ten aanzien van het afkoppelen van hemelwater. Met deze watertoets kan vervolgens de watertoets procedure doorlopen worden.

Beleid Waterschap Rijn en IJssel

Het beleid van het Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) staat in het waterbeheerplan 2022-2027. Het waterbeheerplan is een uitwerking van de 'Watervisie 2030' waarin het waterschap de lange termijn visie heeft verwoord. In het waterbeheerplan is het beleid voor de primaire taak het bieden van waterveiligheid, voldoende water, schoonwater, afvalwaterketen en vaarwegbeheer beschreven. Het waterschap heeft als norm dat 80 mm per m^2 aan toename van verhard oppervlak aan hemelwater geborgen dient te worden binnen het plangebied. Verder is het belangrijkste uitgangspunt voor het waterbeheer bij nieuwe stedelijke ontwikkelingen 'waterneutraal ontwikkelen', dus dat een ontwikkeling zijn omgeving niet belast met meer of minder water. Zo wordt voorkomen dat verdroging of wateroverlast optreedt in het plangebied van de ontwikkeling en in zijn omgeving. Sinds de nieuw Keur Waterschap Rijn en IJssel 2023 zijn afstromingen van verhardingen > 500 m^2 vergunning plichtig. Vertraagde afvoer vanuit bergingen, wadi's, etc. kunnen vergund worden tot 2 x de afvoernorm (1,6 liter/seconde/hectare).

Beleid gemeente Duiven

Gemeente Duiven benoemt in het Watertakenplan De Liemer (2022 – 2026) dat afstromend schoon regenwater van verhardingen zoveel mogelijk direct of anders via voorzieningen naar de bodem wordt geleid, zodat het vertraagd kan afstromen en in perioden van droogte een buffer vormt. In z'n algemeenheid wordt nagestreefd om het hemelwater zoveel mogelijk vast te houden, daar waar het valt. Burgers, ondernemers en overige belanghebbenden worden gestimuleerd om waterbewust te handelen en hemelwater zoveel mogelijk op het eigen terrein vast te houden. Ruimtelijke plannen worden hydrologisch neutraal aangelegd. Dit betekent dat het omliggende watersysteem niet zwaarder belast zal worden ten gevolge van de ontwikkeling.

Verder benoemt de gemeente de volgende beleidsdoelen:

1. In navolging op het landelijke beleid vastgesteld in de Wet Milieubeheer (art.10. 29a), het Nationaal Bestuursakkoord Water en Waterbeheer 21e eeuw hanteert de gemeente de trits vasthouden-bergen-infiltreren-afvoeren.
2. In lijn met de trits voor waterkwaliteit streeft de gemeente naar het zoveel mogelijk gescheiden houden van hemelwater en vuilwater;
3. Hemelwater voert bij voorkeur bovengronds en zichtbaar af naar oppervlaktewater en indien mogelijk via infiltratie naar de bodem (afhankelijk van lokale situatie);
4. Wateroverlast wordt beperkt. Wateroverlast in gebouwen door hevige neerslag wordt niet geaccepteerd. Daarnaast is er aandacht voor de doorgaanbaarheid van belangrijke verkeersaders en de bereikbaarheid van woonstraten voor calamiteitenverkeer;
5. De gemeente anticipeert op klimaatverandering door in het ontwerp en inrichting van zowel (afval)waterketen, watersysteem als openbare ruimte rekening te houden met de verwachte klimaateffecten op (middel)lange termijn (2050). Hierbij wordt nadrukkelijk gezocht naar een integrale benadering bij groot onderhoud, reconstructie en nieuwbouw;
6. Actief scheiden van waterstromen (hemelwater en afvalwater) - geïnitieerd en bekostigd door gemeente en/of waterschap - bij particulieren is dit alleen wenselijk als dit doelmatig is. Dit is maatwerk;
7. Het is niet toegestaan om hemelwater af te voeren via de mechanische riolering. In het buitengebied zal het hemelwater daarom strikt gescheiden van afvalwater moeten blijven en lokaal worden geïnfiltreerd, geborgen of afgevoerd naar oppervlaktewater. Ook hier worden perceeleigenaren actief in gestimuleerd;
8. De particulier neemt zo veel mogelijk zijn verantwoordelijkheid voor het verwerken van hemelwater binnen de perceelgrenzen (infiltreren, hergebruik, ontharden etc.). Waar mogelijk ondersteunt de gemeente de particulier daarbij;
9. Voor gebieden (wijken, bedrijventerreinen e.d.) waar afkoppelen nodig is zal de gemeente in de planperiode, conform de mogelijkheid van artikel 10.32a van de Wet milieubeheer, een verordening vaststellen op grond waarvan het mogelijk is afkoppelen binnen een redelijke termijn te verplichten. Hierbij wordt aangegeven voor welke gebieden een aanwijzingsbesluit zal worden vastgesteld. Voorafgaand aan de inzet van deze verordening verzorgt de gemeente voorlichting over nut en noodzaak van afkoppelen.

Nieuwbouw

10. Hemelwater dient bij nieuwbouw op eigen terrein te worden verwerkt of wanneer dit niet mogelijk is, in het plangebied;
11. De terreinen rond bedrijven worden afhankelijk van de vervuilingsgraad aangesloten op een verbeterd of een duurzaam gescheiden systeem. Voor de daken van bedrijven geldt dat afstromend hemelwater zoveel mogelijk dient te worden geïnfiltreerd in de bodem op eigen terrein of als laatste stap rechtstreeks afgevoerd naar het oppervlaktewater.

Ontwateringsbeleid

Gemeente Duiven hanteert de volgende ontwateringseisen:

- Als maatstaf voor de grondwaterstand in de openbare ruimte hanteert De Liemers een minimale ontwateringsdiepte voor wegen van 70 cm –mv, welke maximaal 2 weken aaneengesloten per jaar mag worden overschreden;
- Voor nieuwbouw hanteert De Liemers een ontwateringsdiepte voor woningen van ten minste 90 cm –mv, welke maximaal 2 weken aaneengesloten per jaar mag worden overschreden;

Uitgangspunten geohydrologisch systeem

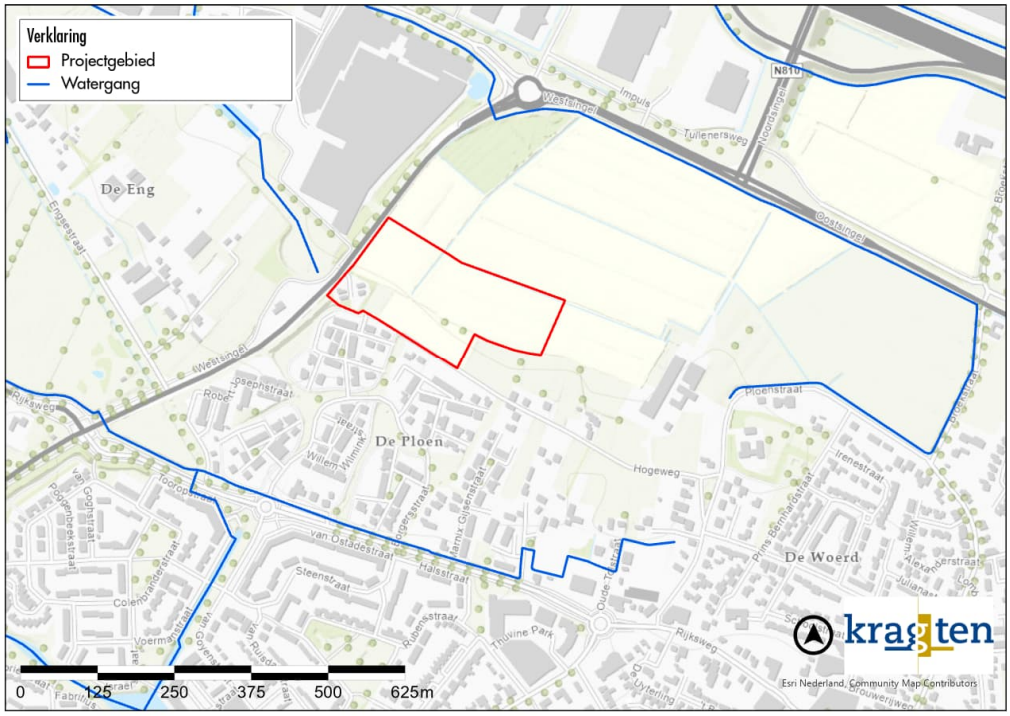
Beschikbare gegevens

Voor het opstellen van deze watertoets zijn de volgende gegevensbronnen beschikbaar (allen geraadpleegd in augustus 2023):

- Bestemmingsplannen, https://www.ruimtelijkeplannen.nl/landing
- Watertakenplan De Liemers, 2022-2026, Royal Haskoning DHV, 16 juni 2022
- Peilbuis- en boorgegevens, www.dinoloket.nl, TNO
- REGIS II database, www.dinoloket.nl, TNO
- Bodemkaart van Nederland, www.bodemdata.nl
- Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO
- Peilbuizen, https://www.dinoloket.nl/
- Legger Waterschap Rijn en IJssel, https://www.wrij.nl/
- Keur Waterschap Rijn en IJssel, https://www.wrij.nl/
- Infiltratieonderzoek august 2023, Hopveld Advies
- Klimaatatlas Duiven, https://storymaps.arcgis.com/collections/6715794b5d1f4122aa0858c8943b04ea?item=7, geraadpleegd augustus 2023

Locatie en oppervlaktewater

De ligging van het plangebied is weergegeven in Figuur 1. Het projectgebied ligt aan de noordrand van Duiven, tegen de wijk De Ploen aan.



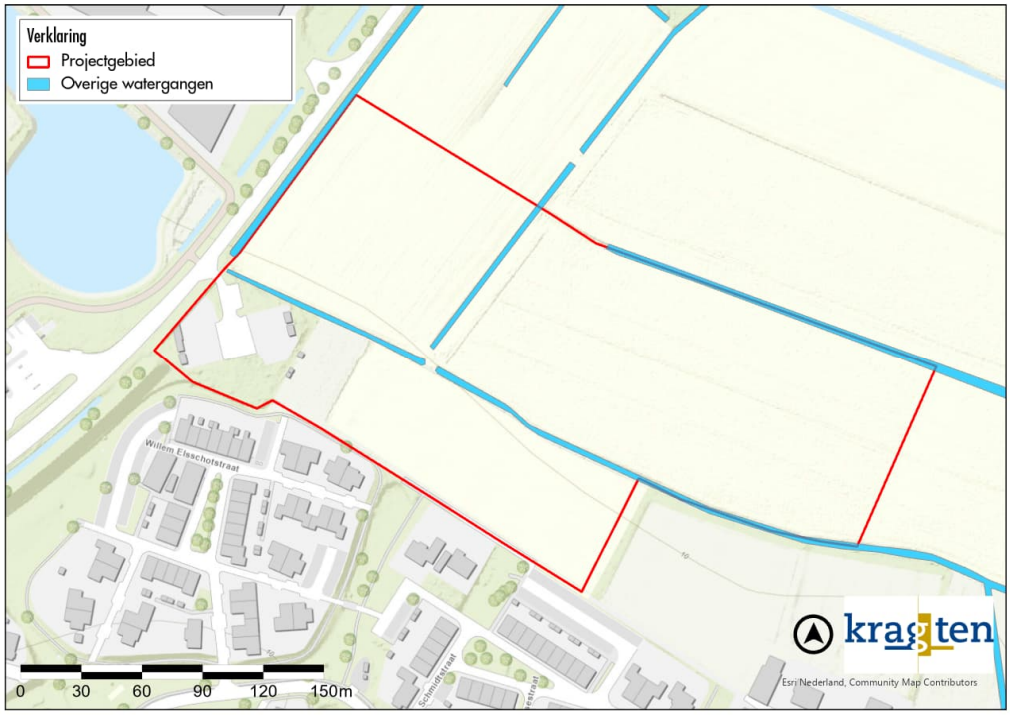
Figuur 1 Begrenzing planlocatie en leggerkaart

Oppervlaktewater in beheer bij waterschap

Met behulp van de leggerkaart van Waterschap Rijn en IJssel is nagegaan of er zich in de omgeving van de projectgebied oppervlaktewateren bevinden. Deze zijn ook weergegeven in Figuur 1. Op de afbeelding is te zien dat aan de westrand van het gebied, aan de andere kant van de Westsingel, een watergang van het waterschap ligt. Verder ligt circa 300 m ten noorden, 300 m ten oosten, en 200 m ten zuiden watergangen. Deze watergangen liggen op zo'n afstand van het projectgebied dat deze niet gebruikt kunnen worden bij de uitwerking van de afvoer van hemelwater.

Oppervlaktewater in beheer bij gemeente en particulieren

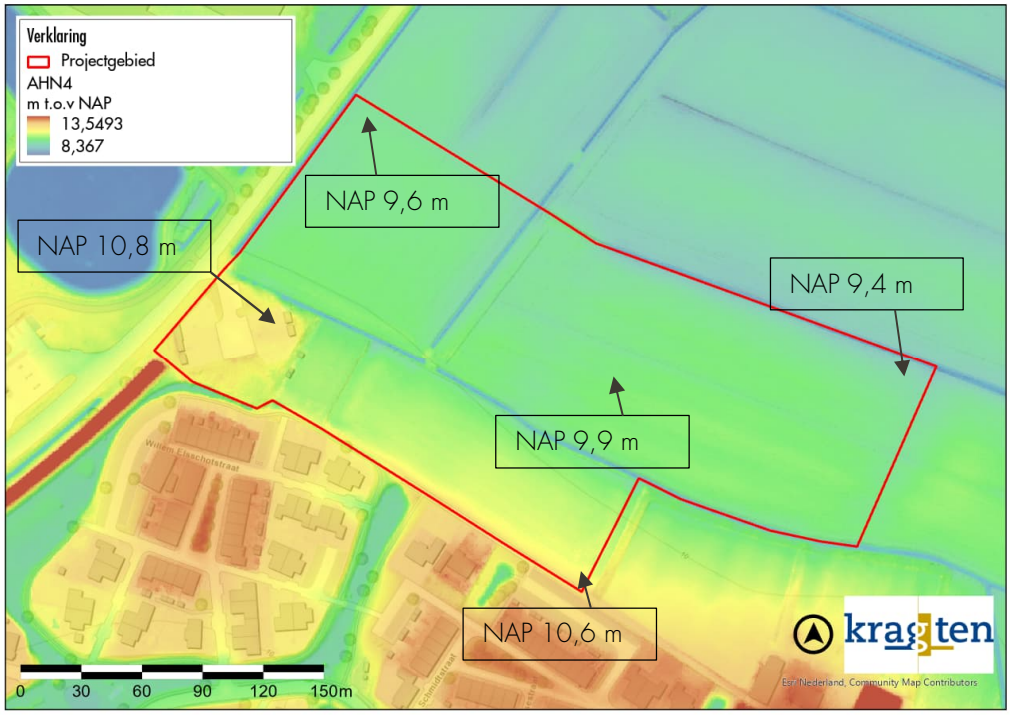
Op een deel van de westgrens, noordgrens, en zuidgrens van het projectgebied liggen watergangen die niet in beheer zijn bij het waterschap (Figuur 2). Ook door het projectgebied heen liggen deze watergangen.



Figuur 2 Overzicht overige watergangen

<u>Maaiveldniveau</u>

Met behulp van het AHN4 is het maaiveldniveau van het terrein in beeld gebracht, zie Figuur 3. Het maaiveldniveau ligt in het zuiden van het projectgebied hoger dan in het noorden. In het zuiden ligt het maaiveld ter plaatste van de bebouwing op een hoogte van circa NAP +10,8 m en ter plaatse van het grasland op circa NAP + 10,6 m. Dit loopt af naar het noorden naar circa NAP + 9,4 m.



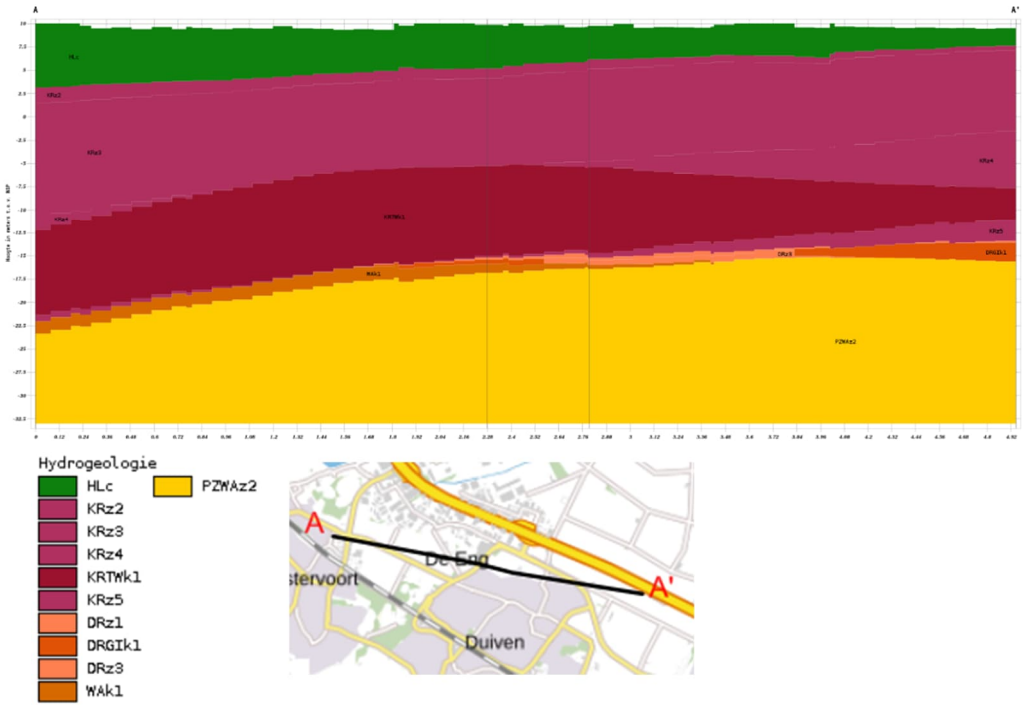
Figuur 3 Maaiveldniveau

<u>Bodemopbouw</u>
Met behulp van de Bodematlas is het bodemtype van de ondiepe bodem in beeld gebracht. Het noorden van het projectgebied heeft de bodemcode "Rn47C" en het oosten van het projectgebied heeft de bodemcode "Rn44C". Dit zijn beide kalkloze poldervaaggronden die bestaan uit zware klei. Dit bodemtype staat bekend om zijn slechte waterdoorlatendheid. Het zuiden van het projectgebied heeft de bodemcode "bEZ23". Dit zijn hoge bruine enkeerdgronden die bestaan uit lemig fijn zand. Dit bodemtype staat bekend om zijn matige waterdoorlatendheid.

Uit het infiltratieonderzoek, dat is uitgevoerd voor dit project, is naar voren gekomen dat de bovenlaag van de bodem voornamelijk bestaat uit zwak zandige klei dat zwak humeus is. Deze deklaag heeft een dikte variërend van circa 0,5 m tot 0,9 m dik. Hierna zijn er tot 2,5 m onder maaiveld verschillende lagen aangetroffen van zwak tot sterk zandige klei, zwak kleiig veen, en matig fijn zand dat kleiig of zwak tot sterk siltig is. Vanaf 2,5 m onder maaiveld is matig grof zand aangetroffen dat zwak siltig en zwak grindig is. Het infiltratieonderzoek staat verderop in deze notitie beschreven.

Figuur 4 Bodemkaart

Met behulp van Dinoloket is de bodemopbouw van de projectomgeving in beeld gebracht. Het geohydrologische model REGIS II v.2.2 biedt inzicht in de verschillende lagen in de ondergrond. Een doorsnede is opgenomen in Figuur 5.



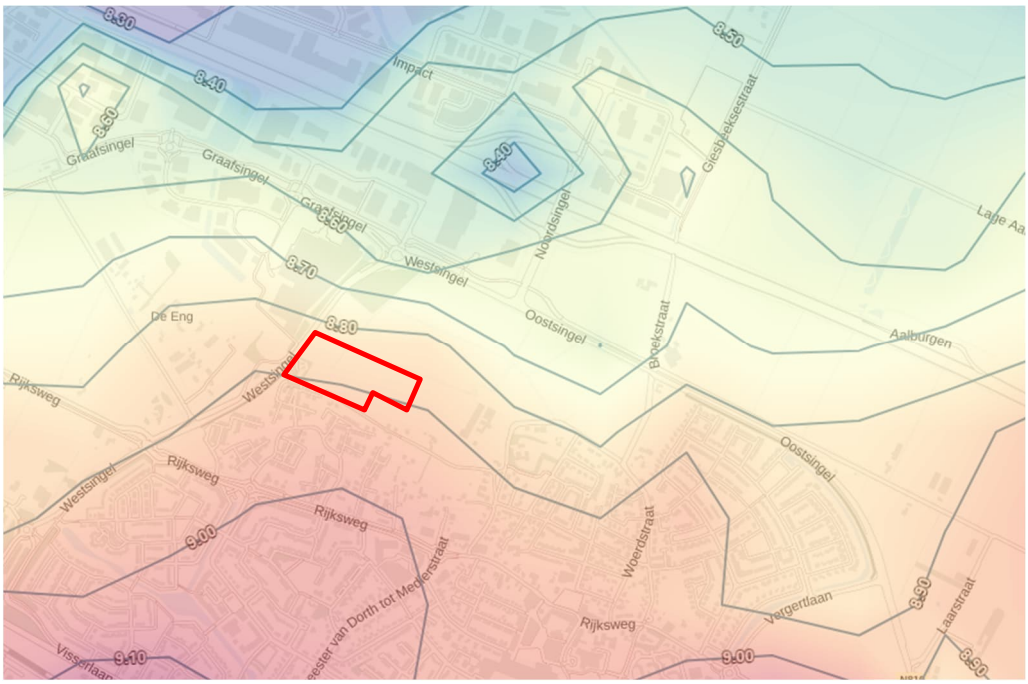
Figuur 5 Geohydrologische doorsnede met de globale locatie van het projectgebied bij de verticale grijze lijnen.

De bovenste circa 4 m bestaat uit Holocene afzettingen. Deze laag bestaat uit een afwisseling van weinig tot matig grof zand, zandige klei, klei en veen. Hieronder bevindt zich een zandlaag van de Formatie van Kreftenheye van circa 10 m dik en vervolgens een kleilaag van de Formatie van Kreftenheye van circa 10 m dik. Hieronder liggen een aantal dunne klei en zandlagen uit verschillende formaties over een dikte van 2 m. Hieronder begint een zandlaag uit de Formatie van Peize en de Formatie van Waalre die meer dan 20 m doorloopt.

Grondwaterstanden

Met behulp van het Landelijk Hydrologisch Model is de gemiddelde stijghoogte van het grondwater over de periode 1 april 2011 t/m 31 maart 2018 bepaald (zie Figuur 6). De grondwaterisohypsen laten zien dat het grondwater over het algemeen in noordelijke richting stroomt richting de IJssel en dat de gemiddelde grondwaterstand bij het projectgebied rond de NAP +8,9 m ligt.

In de TNO/BRO-database Dinoloket zijn ook meetgegevens van grondwaterstanden opgenomen. Hierbij kwam naar voren dat er vier peilbuizen in de omgeving van het projectgebied aanwezig zijn, welke in het freatische deel van de ondergrond gemeten zijn. Hiervan is 1 peilbuis over langere tijd gemeten (B40B0452) maar deze meetreeks loopt tot 2012. De overige drie peilbuizen hebben recentere meetreeksen (tot 2020) maar hebben kortere meetreeksen. Deze peilbuizen liggen op circa 850 m ten noordwesten, 470 m ten noorden, 650 m ten zuidoosten, en 1 km ten zuidoosten van het projectgebied. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 7. De gemeten grondwaterstanden zijn opgenomen in Figuur 8.



Figuur 6 Gemiddelde stijghoogte over de periode 1 april 2011 t/m 31 maart 2018 (Landelijk Hydrologisch Model)

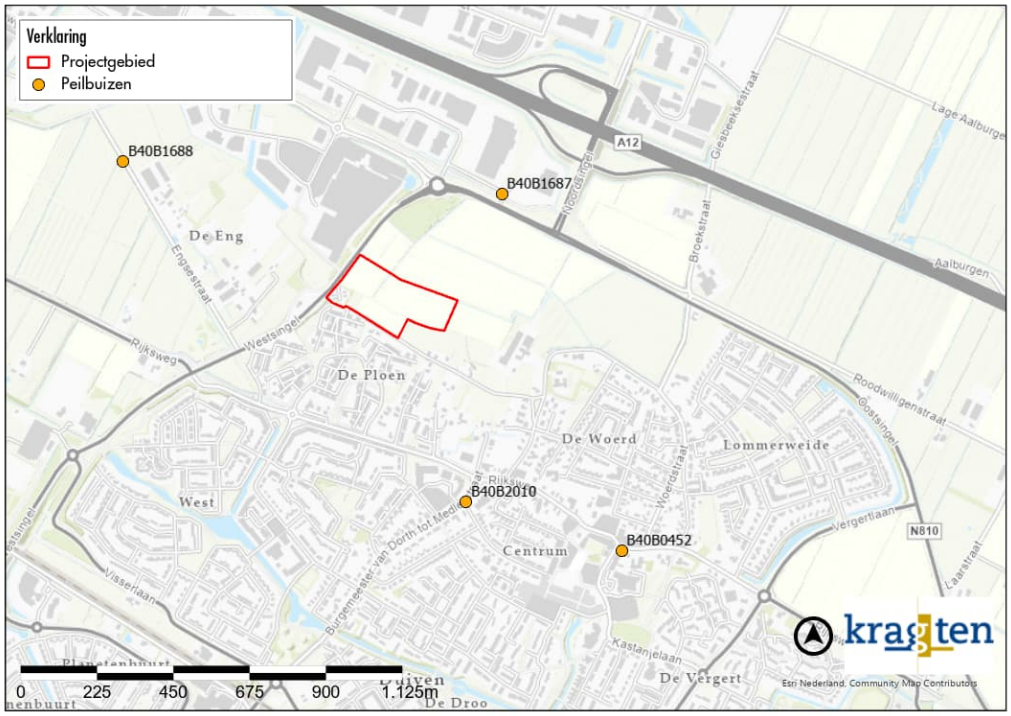
Uit de grafiek in Figuur 8 komt naar voren dat de grondwaterstand ongeveer tussen de NAP +8,0 m en NAP +9,5 m ligt. De range van deze gemeten waarden komt overeen met de gemiddelde grondwaterstand uit het Landelijk Hydrologisch Model (Figuur 6). De GHG en GLG van de peilbuizen is als volgt:

- B40B0452 GHG: NAP +8,8 m GLG: NAP +8,2 m
- Overige peilbuizen GHG en GLG: Onbekend, meetreeks niet lang genoeg

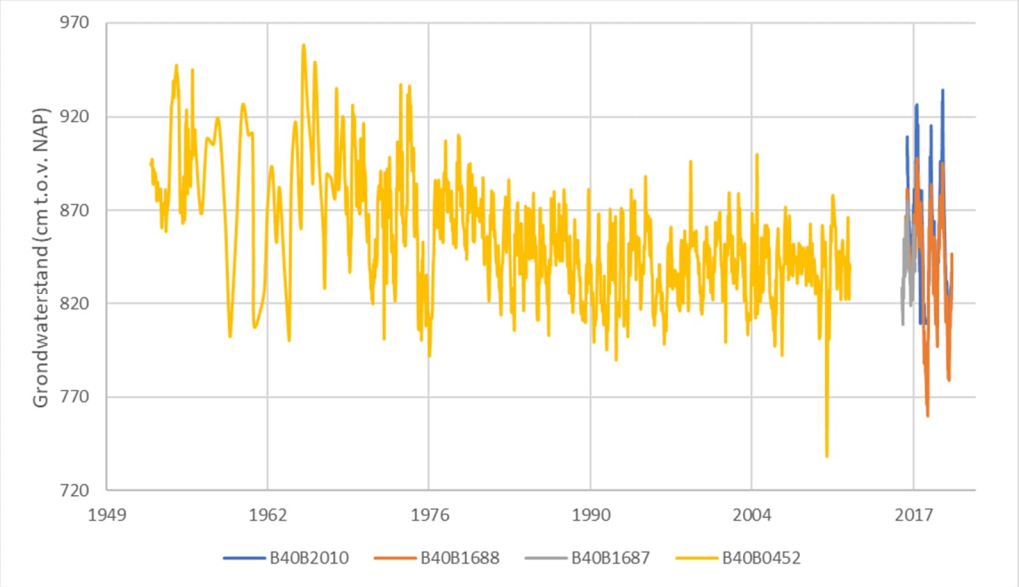
De recentere meetreeksen liggen in dezelfde ordegrootte als de meetreeks die tot 2012 loopt. Verder ligt peilbuis B40B0452 op ongeveer dezelfde grondwaterisohypselijn als het projectgebied (Figuur 6). Hierom wordt deze GHG als representatief geacht voor het projectgebied.

De GHG bevindt zich hierdoor op circa NAP + 8,8 m, dus 0,6 m – 2,0 m onder maaiveld binnen het projectgebied. De GLG bevindt zich hierdoor op circa NAP + 8,2 m, dus 1,2 m – 2,6 m onder maaiveld binnen het projectgebied.

Op 15 augustus 2023 is tijdens het infiltratieonderzoek de grondwaterstand variërend van 0,8 m onder maaiveld tot 1,4 m onder maaiveld aangetroffen. De grondwaterstand ligt in augustus vaak dicht bij de GLG. Gezien er in de periode voor het uitvoeren van het veldwerk veel neerslag gevallen is, is het te verklaren dat het grondwater iets hoger dan de GLG staat. Het aangetroffen grondwater ligt wel in de range van de grondwaterstanden van peilbuis B40B0452.



Figuur 7 Peilbuizen in de omgeving



Figuur 8 Grondwaterstanden

<u>Infiltratieonderzoek</u>

Hopveld Advies heeft 15 augustus 2023 een infiltratieonderzoek uitgevoerd op deze projectlocatie. Op de locatie zijn 12 boringen tot circa 2,0 m tot 3,0 m onder maaiveld geplaatst, de boorprofielen zijn weergegeven in bijlage 1. Vervolgens zijn 12 infiltratiemetingen uitgevoerd. De locaties zijn weergegeven in Figuur 9.

Figuur 9 Locaties boringen en infiltratiemetingen

Aan de hand van de boringen is de bodemopbouw inzichtelijk gemaakt en de textuur uit de te onderscheiden horizonten geclassificeerd. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 2. Uit de boringen is gebleken dat de bovenlaag van de bodem voornamelijk bestaat uit zwak zandige klei dat zwak humeus is. Deze deklaag heeft een dikte variërend van circa 0,5 m tot 0,9 m dik. Hierna zijn er tot 2,5 m onder maaiveld verschillende lagen aangetroffen van zwak tot sterk zandige klei, zwak kleiig veen, en matig fijn zand dat kleiig of zwak tot sterk siltig is. Vanaf 2,5 m onder maaiveld is matig grof zand aangetroffen dat zwak siltig en zwak grindig is.

De infiltratiemetingen zijn uitgevoerd volgens de falling-head methode, ook wel een omgekeerde putproef genoemd. Op basis van de meetgegevens van de veldproeven is de doorlaatfactor (k-waarde) van de bodem bepaald. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 2. Een samenvatting is weergegeven in Tabel 1. Opgemerkt wordt dat gezien de relatief lage k-waarden bij verschillende boorpunten maar 1 veldmeting is uitgevoerd in plaats van 2. Dit betreffen de metingen 1 t/m 3, 7 en 8. Metingen 4, 6, en 9 t/m 12 zijn uitgevoerd op basis van twee afzonderlijke veldmetingen.

Tabel 1 Overzicht gemeten doorlatendheden

meting	boring	omschrijving bodemlaag	traject (m-mv)	doorlaatfactor, (k-waarde)		
				gemiddeld (m/dag)	spreiding minimum (m/dag)	spreiding maximum (m/dag)
onverzadigde zone						
1	01	zwak zandige klei, zwak humeus	0,4 – 0,9	**0,2**	-	-
2	02	matig fijn zand, kleiig	0,8 – 1,3	**0,1**	-	-
3	03	zwak zandige klei, zwak humeus	0,4 – 0,8	**0,3**	-	-
4	04	zwak tot matig zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 1,0	**1,0**	1,0	1,0
5	05	zwak zandige klei, zwak humeus	0,5 – 1,0	**0,2**	-	-
6	06	zwak zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 0,85	**0,4**	0,3	0,5
7	07	zwak zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 0,85	**0,5**	-	-
8	08	zwak zandige klei, grotendeels zwak humeus	0,4 – 0,9	**0,5**	-	-
9	09	zwak zandige klei	0,6 – 1,1	**0,6**	0,4	0,7
10	10	matig fijn zand, zwak siltig	0,6 – 1,0	**3,5**	3,5	3,5
11	11	zwak tot sterk zandige klei	0,5 – 0,9	**0,7**	0,7	0,7
12	12	matig fijn zand, deels zwak humeus en deels kleiig	0,5 – 1,0	**1,0**	0,9	1,0

Tot 2,5 m onder maaiveld zijn er verschillende lagen aangetroffen van zwak tot sterk zandige klei, zwak kleiig veen, en matig fijn zand dat kleiig of zwak tot sterk siltig is. Ervan uitgaande dat locaties 1,2, 3, 5, 6, 7 en 8 representatief zijn voor de ondergrens van de kleiige ondergrond, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 0,3 m/d zijn. Dit komt overeen met literatuurwaarden en wordt gekwalificeerd als matig doorlatend (Tabel 2). Ervan uitgaande dat locaties 4, 9,11 en 12 representatief zijn voor de bovengrens van de kleiige ondergrond, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 0,8 m/d zijn. Dit komt overeen met literatuurwaarden en wordt gekwalificeerd als vrij goed doorlatend (Tabel 2). Op locatie 10 is matig fijn zand dat zwak siltig is aangetroffen en dit heeft een gemiddelde doorlatendheid van 3,5 m/d. Dit komt overeen met literatuurwaarden en wordt gekwalificeerd als goed doorlatend (Tabel 2).

Tabel 2: Kwalificatie doorlatendheid bodem (bron: Cultuurtechnisch vademecum, pagina 504)

Doorlatendheid [m/d]	Kwalificatie
< 0,001	Zeer slecht doorlatend
0,01 – 0,1	Slecht doorlatend
0,1 – 0,5	Matig doorlatend
0,5 – 1,0	vrij goed doorlatend
1,0 – 10	goed doorlatend
10 <	zeer goed doorlatend

Om de rekenwaarde van de k-waarde voor een infiltratievoorziening te bepalen wordt conform het voorschrift van Stichting RIONED een factor 0,5 op de gemiddelde k-waarde toegepast. De k-waardes waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in de verschillende kleiige lagen rekening gehouden dient te worden is (0,3 m/d * 0,5 =) 0,15 m/d en kan oplopen tot (0,8 m/d *0,5 =) 0,4 m/d. De k-waarde

waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in het matig fijne zand dat zwak siltig is rekening gehouden dient te worden is (3,5 m/d * 0,5 =) 1,8 m/d.

Conclusie

Tot circa 2,5 m onder maaiveld zijn er kleiige lagen aanwezig met een matige doorlatendheid. Bij het bepalen van de leegloop van een bergingsvoorziening zal de ondergrens meegenomen worden en deze is laag (0,15 m/d) waardoor het wandoppervlak van de voorziening erg groot moet zijn om eisen voor de leegloop te realiseren. Het matig fijne zand dat zwak siltig is heeft wel een goede doorlatendheid en de leegloop kan daar dus wel via infiltratie verlopen. Deze bodemlaag is in het zuiden van het projectgebied al snel aanwezig (locatie 9,10,11,12) beginnend vanaf 0,5 m tot 1,1 m onder maaiveld. In het noorden van het projectgebied is ook matig fijn zand dat zwak siltig is aanwezig, maar dit zijn dunnere lagen die afgewisseld worden met kleilagen. Concluderend is vooral het noorden van het projectgebied door de grote aanwezigheid van kleilagen matig doorlatend.

Klimaatstresstest

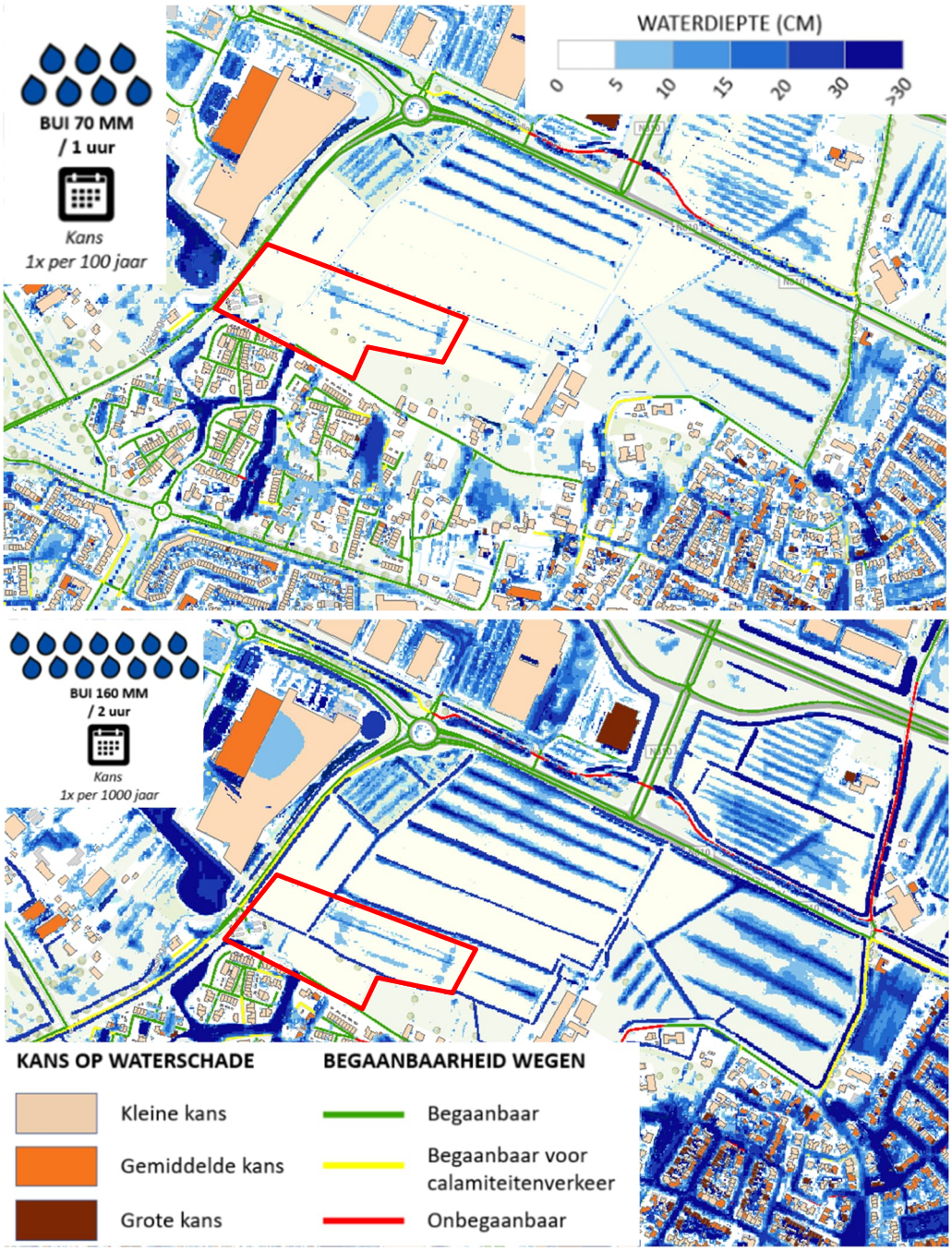
Het klimaat in Nederland verandert. Het KNMI verwacht hogere temperaturen, nattere winters, hevigere regenbuien en kans op drogere zomers. Dit verhoogt het risico op wateroverlast, grondwaterproblemen en hittestress in dorpen, steden en in het landelijk gebied. Dat levert risico's op voor onze economie, gezondheid en veiligheid. Het is belangrijk dat we ons aanpassen aan deze veranderingen. Waterschap Rijn en IJssel en haar gemeenten werken samen aan water en klimaatadaptatie. In de regionale klimaatatlas bieden zij een uitgebreide set aan informatie over mogelijke klimaateffecten in de regio in 2050. Dit heet ook wel een "klimaatstresstest"

Wateroverlast

De wateroverlast bij overstromingen kaart van de regionale klimaatatlas toont de waterhoogte als ergens een dijk van de IJssel of de Rijn bezwijkt. Volgens deze kaart is er sprake van meer dan 5 m wateroverlast door overstromingen in het projectgebied (Figuur 10). Dit betekent dat bij nieuwbouw collectieve voorzieningen opgenomen dienen te worden.

Figuur 10 Wateroverlast bij overstromingen (regionale klimaatatlas)

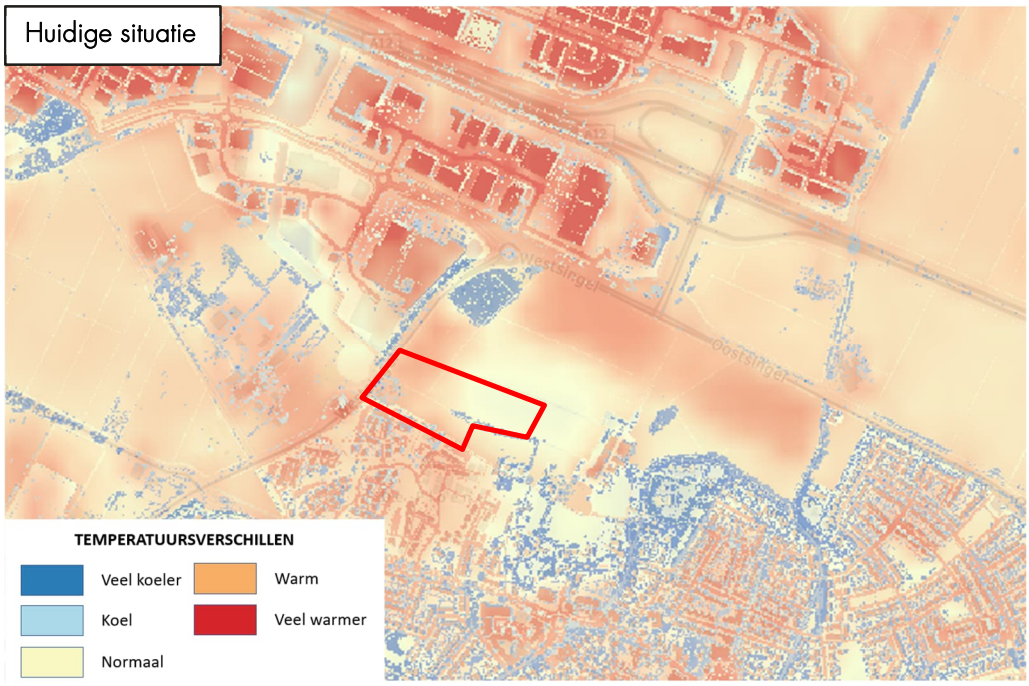
De wateroverlast bij hevige neerslag kaart van de regionale klimaatatlas toont waar een bepaalde bui leidt tot grote plassen water op straat, in tuinen en op het land (Figuur 11). Hoe donkerder de blauwe kleur, hoe dieper de plas. Het kan gebeuren dat wegen niet of moeilijk begaanbaar zijn na een extreme bui. Ook kan het gebeuren dat water bij woningen binnenloopt en waterschade veroorzaakt. Een kleine kans geldt bij 0-10 cm waterdiepte tegen de gevel. Een gemiddelde kans bij 10-25 cm waterdiepte tegen de gevel en een grote kans bij meer dan 25 cm waterdiepte tegen de gevel. De bovenste kaart toont een bui van 70 mm in 1 uur tijd, en de onderste kaart een bui van 160 mm in 48 uur tijd in de huidige situatie (Figuur 11). Bij de bui van 70 mm in 1 uur is er in de omgeving een kleine tot gemiddelde kans op waterschade en vormen zich in de huidige situatie plassen rondom de waterlopen en in het noordoosten van het projectgebied (10 tot 15 cm). Bij de bui van 160 mm in 2 uur is er in de huidige situatie in de omgeving ook een kleine tot gemiddelde kans op waterschade, komen de watergangen erg vol te staan en vormen zich plassen rondom de waterlopen en in het noordoosten van het projectgebied (20 tot 30 cm). Bij het bepalen van de bouwpeilen dient hier rekening mee gehouden te worden.



Figuur 11 Wateroverlast bij hevige neerslag in de huidige situatie (regionale klimaatatlas)

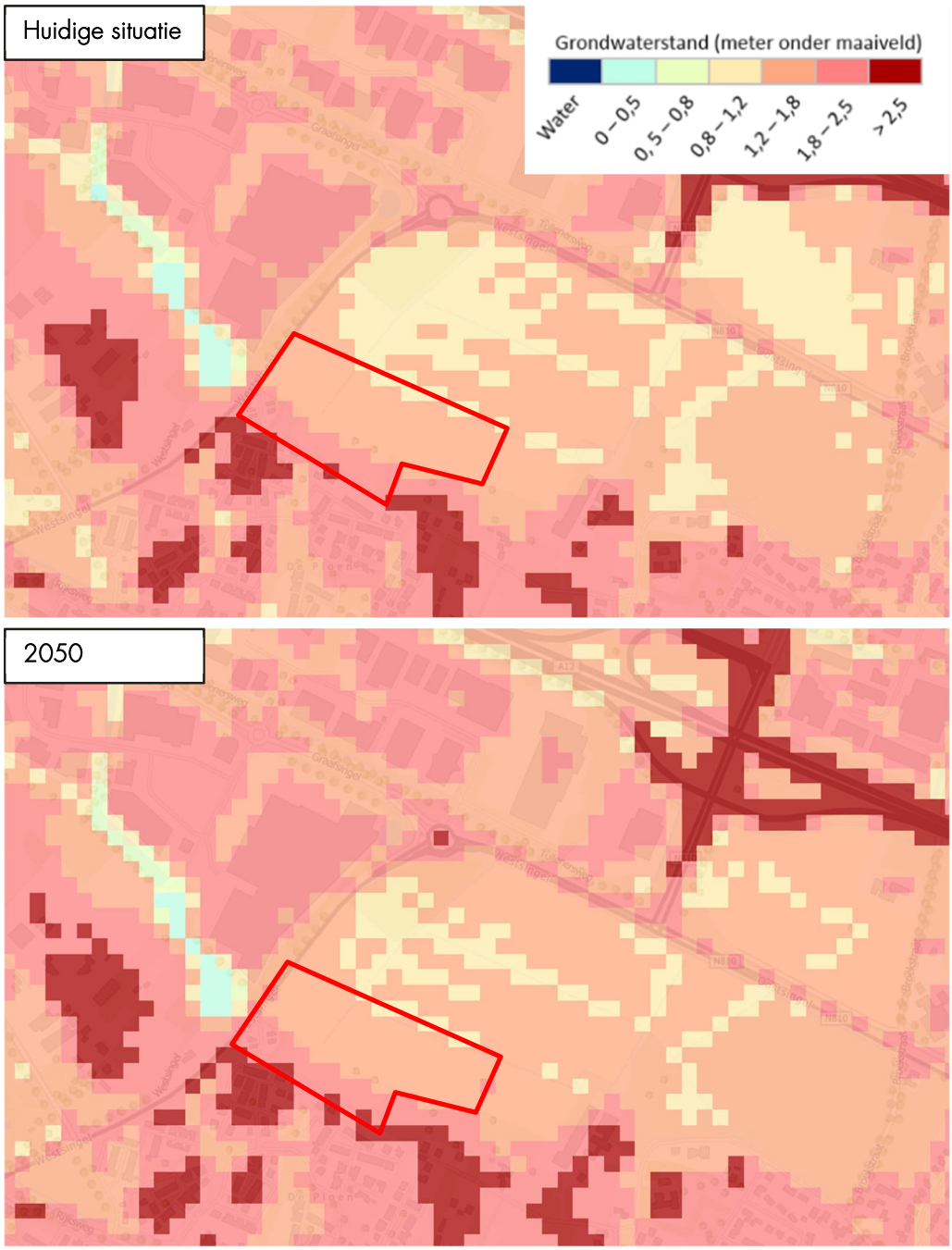
<u>Hittestress</u>

De hitte kaart van de regionale klimaatatlas geeft aan in welke gebieden het op warme dagen extra heet aanvoelt, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van veel bebouwing en verharding. Ook zijn de koelere plekken in de omgeving zichtbaar, zoals wegen met laanbeplanting, parken en bosgebieden. Volgens de hittekaart van de regionale klimaatatlas is de huidige gevoelstemperatuur in het plangebied normaal tot warm (Figuur 12).



Figuur 12 Hittestress - temperatuurverschillen (regionale klimaatatlas)

<u>Droogte</u>
De droogte kaart van de regionale klimaatatlas laat zien hoe diep het grondwater in een gemiddelde zomer weg kan zakken. De bovenste kaart toont de huidige situatie en de onderste kaart toont de gemiddelde situatie in 2050 door klimaatverandering. Volgens de droogtekaart van de regionale klimaatatlas zal het grondwater in een toekomstige zomer ongeveer op dezelfde diepte liggen (Figuur 13).



Figuur 13 Droogtekaart - grondwaterstand in de zomer (regionale klimaatatlas)

Wateropgave hemelwaterafvoer

Onderstaand zijn uitgangspunten opgesteld, met punten waarmee rekening gehouden dient te worden tijdens het verder uitwerken van het stedenbouwkundig plan. Indien nodig, dienen de waterhuishoudkundige aspecten (zoals invulling waterberging, bouwpeilen, afstroomrichting over maaiveld, aansluiting op rioleringsstelsel, etc.) verder uitgewerkt te worden in een waterhuishoudkundig plan, dat in een latere fase opgesteld wordt.

Toekomstig afvoerend oppervlak

Aan de hand van luchtfoto's en obliekfoto's is het huidige verhard oppervlak in beeld gebracht. Het gehele terrein bestaat momenteel uit onverhard oppervlak. Aan de hand van het schetsontwerp (d.d. 30-08-2023, bijlage 3) is het toekomstig verhard oppervlak van de ontwikkeling vastgesteld (Figuur 14). Het betreft hier een ontwikkeling van maximaal 130 woningen in een gebied van ca. 4,6 ha. De uitbreiding van het woonwagenkamp is bij de bepaling van de wateropgave niet meegenomen.

Figuur 14 Toekomstig verhard oppervlak

Voor de uitgeefbare kavels en voor de openbare ruimte is het verhard oppervlak bepaald. In verband met uitbouwen, schuurtjes, veranda's en terrassen is het uitgangspunten gehanteerd dat 80% van de uitgeefbare kavels meetelt als verhard. Voor de bergingsberekening is rekening gehouden met 70% afstroming van regenwater afkomstig van parkeervakken omdat deze in open bestrating/grasbeton uitgevoerd worden. Het oppervlakte van het water is het oppervlakte wat ook in de huidige situatie aanwezig is. Dit leidt tot 19.540 m^2 netto nieuw verhard oppervlak (zie Tabel 3).

Tabel 3 Beoogde verharde oppervlakte

Type oppervlak	Bruto oppervlak [m²]	Afvoerend deel [%]	Netto oppervlak [m²]
Kavels	13.801	70%	9.661
Rijbaan	5.774	100%	5.774
Parkeren	1.817	70%	1.272
Voetpad/fietspad	2.833	100%	2.833
Openbaar groen	14.780	0%	0
Water	2.708	0%	0
Totale oppervlak	41.713		19.540

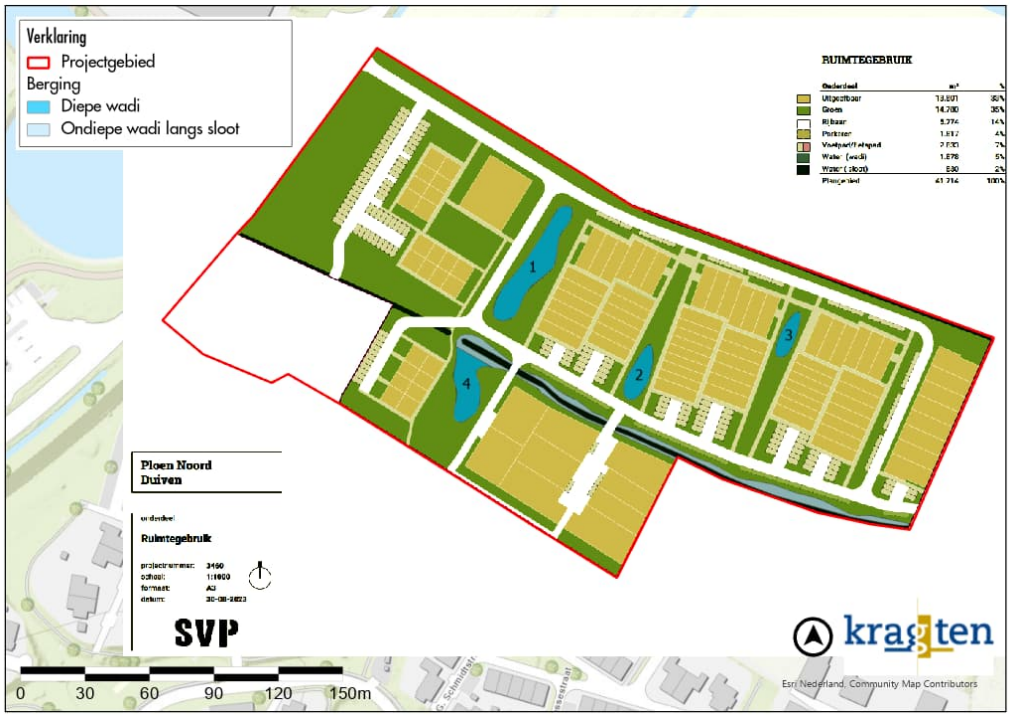
Waterbergingsopgave

Door de ontwikkeling is er een toename van verhard oppervlak van circa 19.540 m². Hierom dient er volgens het beleid van Waterschap Rijn en IJssel circa (19.540 * 0,08=) 1.563 m³ water geborgen te worden binnen het plangebied.

Invulling waterberging

Voorlopig wordt er vanuit gegaan dat alle waterberging op openbaar terrein gerealiseerd wordt (boven de GHG). Later kan bepaald worden dat een deel van de waterberging op particulier terrein gerealiseerd dient te worden, waardoor de berging op openbaar terrein kleiner kan zijn.

Waterberging kan op verschillende manieren worden ingericht. Er kan hierbij gekeken worden naar ondergrondse en bovengrondse oplossingen. Ondergrondse oplossingen zijn in de regel financieel minder aantrekkelijk dan bovengrondse oplossingen. Bovengrondse maatregelen kosten echter meer ruimte aan het maaiveld. In het ontwerp is een aanzet gedaan voor de invulling van waterberging (zie Figuur 15).



Figuur 15 Opzet voor omgang met water in het projectgebied

In het ontwerp is te zien dat het water in wadi's op de lager gelegen delen van het maaiveld geborgen wordt (de blauwe vlekken) en dat de zuidelijke waterloop verbreed wordt.

Wanneer de waterberging op deze manier ingevuld wordt, kan dat circa 926 m^3 water bergen (zie Tabel 4 voor de aannames voor de dimensies). Rekening houdend met bovenstaande uitgangspunten, dient in het ontwerp dus meer vormen van berging toegevoegd te worden aangezien er nog een waterbergingsopgave van (1.563 – 926 =) 637 m^3 over blijft.

Tabel 4 Waterberging op openbaar terrein in het huidige ontwerp

Waterberging	Afmetingen	Volume [m^3]
4 wadi's in het projectgebied	Totaal oppervlak van circa 1.270 m^2, taluds van 1:3, diepte van 0,6 m (net boven de GHG)	590
Sloot aan zuidzijde verbreden	De sloot heeft een lengte van circa 225 m, een huidige diepte van circa 0,6 m en taluds van 1:2. De gemiddelde breedte is nu gemiddeld 2,5 m en dit wordt straks gemiddeld 5 m breed. Enkel de toegevoegde capaciteit wordt meegerekend.	336
Totale berging		926

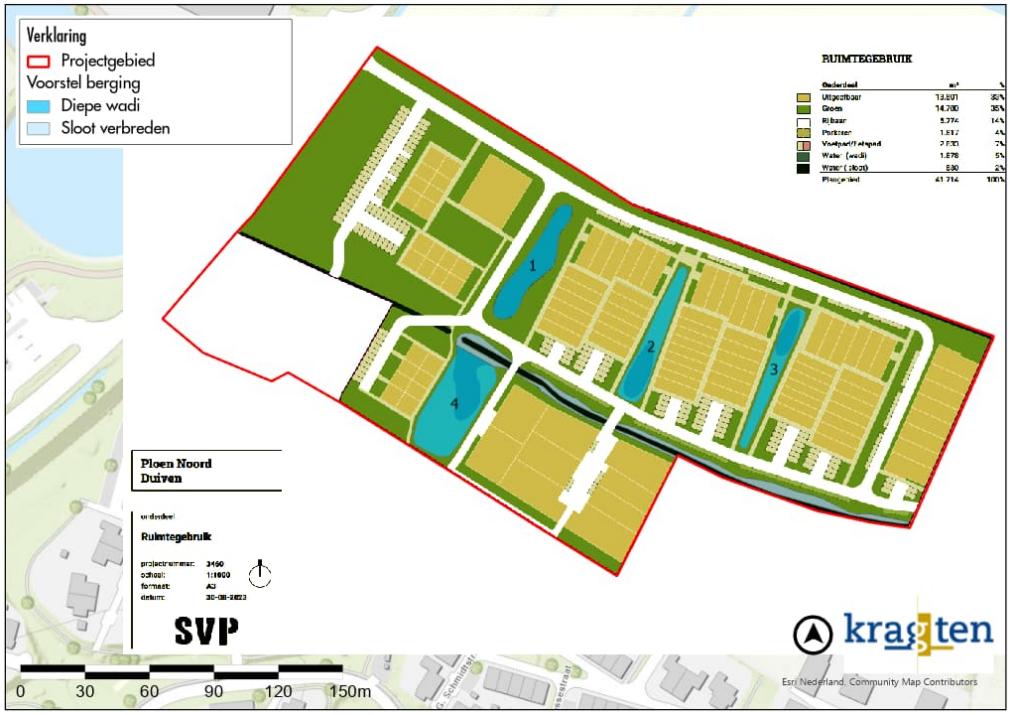
Momenteel is er in het ontwerp, met de huidige uitgangspunten voor de bergingsvoorzieningen, te weinig ruimte opgenomen voor water. Het voorstel is om wadi's 2, 3 en 4 groter te maken (zie Tabel 5 en Figuur 16).

Tabel 5 Voorstel waterberging op openbaar terrein in het huidige ontwerp

Waterberging	Afmetingen	Volume [m^3]
4 wadi's in het projectgebied	Totaal oppervlak van circa 2.700 m^2, taluds van 1:3, diepte van 0,6 m (net boven de GHG)	1311
Sloot aan zuidzijde verbreden	De sloot heeft een lengte van circa 225 m, een huidige diepte van circa 0,6 m en taluds van 1:2. De gemiddelde breedte is nu gemiddeld 2,5 m en dit wordt straks gemiddeld 5 m breed. Enkel de toegevoegde capaciteit wordt meegerekend.	336
Totale berging		1.647

Een andere optie om meer berging toe te voegen is om andere sloten die aan de projectgrens liggen te verbreden of om een deel van de berging op particulier terrein te realiseren in plaats van alles op openbaar terrein. Verder kan op de particuliere kavels op verschillende manieren worden omgegaan met het hergebruik van regenwater. Gedacht kan worden aan (een combinatie van):

- vasthouden van regenwater op een groen dak met retentievermogen. Dit draagt bij aan de biodiversiteit en werkt verkoelend voor de woning;
- het hergebruik van regenwater voor toiletspoeling en de wasmachine;
- hergebruik van regenwater door het plaatsen van een regenton, regenzuil of schutting die water kan bergen zodat het regenwater benut kan worden voor het water geven van planten;



Figuur 16 Voorstel voor omgang met water in het projectgebied

<u>Leegloop</u>
Het is belangrijk dat de waterbergende voorzieningen na afloop van een regenbui weer voldoende snel beschikbaar zijn voor een volgende regenbui.

Tot circa 2,5 m onder maaiveld zijn er kleiige lagen aanwezig met een matige doorlatendheid. Bij het bepalen van de leegloop van een bergingsvoorziening zal de ondergrens meegenomen worden en deze is laag (0,15 m/d) waardoor het wandoppervlak van de voorziening erg groot moet zijn om eisen voor de leegloop te realiseren. Het matig fijne zand dat zwak siltig is heeft wel een goede doorlatendheid en de leegloop kan daar dus wel via infiltratie verlopen. Deze bodemlaag is in het zuiden van het projectgebied al snel aanwezig (locatie 9,10,11,12) beginnend vanaf 0,5 m tot 1,1 m onder maaiveld. In het noorden van het projectgebied is ook matig fijn zand dat zwak siltig is aanwezig, maar dit zijn dunnere lagen die afgewisseld worden met kleilagen. Concluderend is vooral het noorden van het projectgebied door de grote aanwezigheid van kleilagen matig doorlatend.

Bij een k-waarde (rekenwaarde) van 0,15 m/d zijn de wadi's tussen de 4,5 (wadi 3) en 14 (wadi 4) dagen weer leeg. Bij een k-waarde (rekenwaarde) van 0,4 m/d zijn de wadi's tussen de 1,7 (wadi 3) en 5 (wadi 4) dagen weer leeg. Wadi 1 en wadi 2 hebben een leeglooptijd die hiertussen in ligt. In een volgende fase dient met de gemeente afgestemd te worden wanneer de infiltratievoorzieningen weer leeg dienen te zijn en welke leeglooptijden acceptabel zijn. Om de leeglooptijd te verbeteren kan grondverbetering toegepast worden en de kleiige deklaag verwijderd worden. Daar waar infiltratie onvoldoende snel gaat, kan een vertraagde leegloop naar de watergangen voorzien worden. Vertraagde afvoer vanuit bergingen, wadi's, etc. kunnen vergund worden tot 2 x de afvoernorm (1,6 liter / seconde /hectare).

Overstort-/escapemogelijkheid
Voor het geval de bergingsinhoud ter plaatse van de voorzieningen overbelast raakt (om welke reden dan ook) dient een overstortmogelijkheid (escape) te worden voorzien. De overstortmogelijkheden van de wadi's worden voorzien op de omliggende watergangen.

Droogweerafvoer
Binnen het plangebied zijn maximaal 130 woningen voorzien. Uitgangspunt voor de bepaling van het afvalwater aanbod is het volgende:
- Gemiddeld 2,5 personen per woning.
- 120 liter afvalwater per inwoner per dag (12 l/inw/h gedurende 10 uur).

Door uitbreiding van deze woonwijk komt er een extra afvalwaterhoeveelheid van circa 39 m^3/dag op het vuilwatersysteem van Duiven. De aanvoer naar het bestaande gemengde stelsel bedraagt maximaal de droogweerafvoer. In een rioleringsplan wordt dit verder uitgewerkt. De aanleghoogte van de riolering heeft mogelijk nog invloed op de bouwpeilen.

Opzet bouwpeilen
Het huidige maaiveldniveau binnen het projectgebied varieert van NAP +9,4 m tot NAP +10,8 m (zie Figuur 3). Het maaiveld ligt voornamelijk lager in het noorden van het gebied en langs de watergangen. De bouwpeilen zijn afhankelijk van zowel de ontwateringsdiepte als de klimaatscenario's van wateroverlast bij buien. Zie Tabel 6 voor een overzicht van deze toetsing.

Ontwateringsdiepte
De GHG is vastgesteld op NAP + 8,8 m. Dit houdt in dat de GHG van het projectgebied circa 0,6 m tot 2,0 m beneden maaiveld ligt. Bij deze ontwikkeling is ontwatering in het noorden van het projectgebied en rondom de waterlopen een aandachtspunt. Bij onvoldoende ontwatering zijn technische maatregelen mogelijk waaronder terreinophoging, drainage, het toepassen van specifieke funderingsmaterialen en bij de woningen bouwtechnische maatregelen.

Gemeente Duiven heeft in haar beleid een geadviseerde ontwateringsdiepte opgenomen voor wegen (70 cm onder maaiveld) en woningen (90 cm onder maaiveld). Dit betekent dat het bouwpeil voor woningen minstens NAP +9,7 m is en het peil voor wegen NAP +9,5 m.

Klimaatscenario's
De wateroverlastkaart van de regionale klimaatatlas geeft aan dat bij een bui van 160 mm in 2 uur tijd in de huidige situatie het projectgebied vooral rondom de waterlopen (laagste delen) gevoelig is voor wateroverlast (gemiddeld 20 tot 30 cm, zie Figuur 11). Wanneer we uitgaan van een gemiddeld huidig maaiveldhoogte van circa NAP +9,3 m in deze lage delen rondom de waterlopen, dient het straatpeil minimaal op circa NAP +9,6 m te liggen om wateroverlast te voorkomen. Het bouwpeil dient dan circa 0,3 m hoger te liggen op circa NAP +9,9 m. Zie Tabel 6 voor een overzicht van deze toetsing. Wanneer het plangebied wordt opgehoogd om aan te sluiten bij de peilen van de omgeving, is dit onderdeel daarin opgelost.

Omgeving

De bouwpeilen van de woningen in de omgeving van het projectgebied variëren tussen de NAP +10,6 m (ten oosten van het projectgebied) en NAP +11,4 m (ten zuiden van het projectgebied). Dit geeft aan dat de bouwpeilen in de omgeving een stuk hoger liggen dan de bouwpeilen zoals hierboven beschreven. Vooral ten zuiden van dit projectgebied is dit het geval. De woningen zijn daar op vrije hoge terpen gebouwd, met daartussen laag gelegen groen gebieden die functioneren als infiltratie zones.

Mogelijk dienen de bouwpeilen dus nog verder opgehoogd te worden om aan te sluiten bij de omgeving. Ook de aanpalende Westsingel ligt ca. 1,00 meter hoger. Dit dient in een volgende fase verder uitgewerkt te worden.

Tabel 6 Toetsing bouwpeilen

Onderdeel	Norm	Terreinhoogte bij norm	Toetsing
Ontwatering	Woningen 0,9 m en wegen 0,7 m; ten opzichte van een GHG van NAP + 8,8 m (0,6 m tot 2,0 m beneden maaiveld)	Minimale straatpeil van NAP +9,5 m, en een bouwpeil van NAP +9,7 m	Huidige situatie voldoet grotendeels aan de norm; deels ophoging noodzakelijk in het noorden/bij bebouwing dicht langs waterlopen
Klimaatscenario's wateroverlast	Bij een bui van 160 mm in 2 uur; wateroverlast 20 tot 30 cm rondom waterlopen (in lage delen)	Met een gemiddeld huidig maaiveldhoogte van circa NAP +9,3 m in de lage delen, dient het straatpeil minimaal op circa NAP +9,6 m te liggen en het bouwpeil op NAP +9,9 m	Ophoging noodzakelijk
Omliggende bouwpeilen	Het huidig plangebied is laaggelegen vergeleken met de omgeving (dat circa 1,0 -2,0 m hoger ligt)		Ophoging noodzakelijk

Conclusie en aandachtspunten

In deze ontwikkeling van circa 4,6 ha waarin maximaal 130 woningen zijn voorzien, is het netto verharde oppervlak 19.540 m^2. Voor het beoogde nieuwe verharde oppervlak is bij een bergingseis van 80 mm in totaal 1.563 m^3 waterberging benodigd (boven de GHG). Voorlopig gaan we ervanuit dat alle waterberging op openbaar terrein gerealiseerd wordt. In het ontwerp zijn 4 wadi's voorzien en een verbreding van de zuidelijke watergang. Er is momenteel in het ontwerp nog niet voldoende ruimte om deze waterberging binnen het projectgebied te realiseren, maar bij een vergroting van een aantal wadi's is er wel voldoende ruimte voor waterberging.

Verder zijn er nog een aantal aandachtspunten:

- De gemeente heeft aangegeven dat de slootstructuur wel gebruikt mag worden voor het bergen van water en ook verbreedt mogen worden. Echter mag het peil hier niet kunstmatig hoog worden gehouden.
- Vooral het noorden van het projectgebied bestaat uit een kleiige bodem. Hierdoor zijn er veel kleilagen aanwezig en is de waterdoorlatendheid hiervan matig. Alleen het zuidelijk deel heeft een bodem bestaand uit enkeerdgronden, die beter doorlatend zijn. Ten aanzien van het infiltreren van hemelwater heeft dit het meeste kans in het zuidelijke deel. Bij het realiseren van de bergingsvoorzieningen dient hier rekening mee gehouden te worden. De leegloop van de wadi's wordt voorzien op de omliggende watergangen. Dit dient vooraf met de gemeente en het waterschap besproken te worden.
- Bij het bepalen van de bouwpeilen dient gekeken te worden naar de ontwateringsdiepte (vooral een probleem bij de gebieden dicht bij de watergangen), de klimaatscenario's, en de bouwpeilen in de omgeving van dit projectgebied.
- De wateroverlast bij overstromingen kaart van de regionale klimaatatlas toont de waterhoogte als ergens een dijk van de IJssel of de Rijn bezwijkt. Volgens deze kaart is er in de huidige situatie sprake van meer dan 5 m wateroverlast door overstromingen in het projectgebied (Figuur 10). Dit betekent dat bij nieuwbouw collectieve voorzieningen opgenomen dienen te worden.

Bijlagen

1. Infiltratieonderzoek
2. Ontwerp

Bijlage 1: Infiltratieonderzoek

Hopveld Advies
Hopveld 3
5737 JT Lieshout
0499 - 84 61 05
info@hopveld-advies.nl

Kragten
T.a.v. mevrouw R. Rijneveld
Hintham 152E
5246 AK Rosmalen

per e-mail	**:**	**rri@kragten.nl**
datum	:	19 augustus 2023
kenmerk	:	230714-R1 versie 0
uw kenmerk	:	-
behandeld door	:	Celeste Bartsen
nagekeken door	:	Dirk Hermans
betreft	:	**briefrapport infiltratieonderzoek Westsingel ong. te Duiven**

Geachte mevrouw Rijneveld,

Hierbij ontvangt u onze briefrapportage van het uitgevoerde infiltratieonderzoek aan de Westsingel te Duiven. Het doel van het infiltratieonderzoek is het vaststellen van de doorlatendheid (k-waarde) van de bodem.

1 Locatiegegevens

De locatie is gelegen aan de Westingel in Duiven, ten noorden van de buurt ‘De Ploen’. Het onderzoek is uitgevoerd ter plaatse van de percelen kadastraal bekend als gemeente Duiven, sectie A, nummers 2092, 1057 & 2717 (ged.). Op dit moment is de locatie grotendeels in agrarisch gebruik. Het zuidelijke deel van de locatie betreft een begroeid terreindeel en een kleine paardenweide. Een situatietekening van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage 2. Foto’s van de locatie zijn weergegeven in bijlage 5.

Op de locatie zijn 12 boringen geplaatst, de boorprofielen zijn weergegeven in bijlage 3. In de boorprofielen zijn tevens de gemeten grondwaterstanden weergegeven. Er zijn 12 infiltratiemetingen uitgevoerd. De infiltratiemetingen zijn uitgevoerd volgens de falling-headmethode, ook wel een omgekeerde putproef genoemd. De resultaten van de metingen zijn in de volgende paragraaf weergegeven.

2 Resultaten

Op basis van de meetgegevens van de veldproeven is de doorlaatfactor (k-waarde) van de bodem bepaald. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4. Een samenvatting is weergegeven in tabel 2.1. Opgemerkt wordt dat gezien de relatief lage k-waarden bij verschillende boorpunten maar 1 veldmeting is uitgevoerd in plaats van 2. Dit betreffen de metingen 1 t/m 3, 7 en 8. Metingen 4, 6, en 9 t/m 12 zijn uitgevoerd op basis van twee afzonderlijke veldmetingen.

Tabel 2.1: overzicht gemeten doorlatendheden (k-waarden)

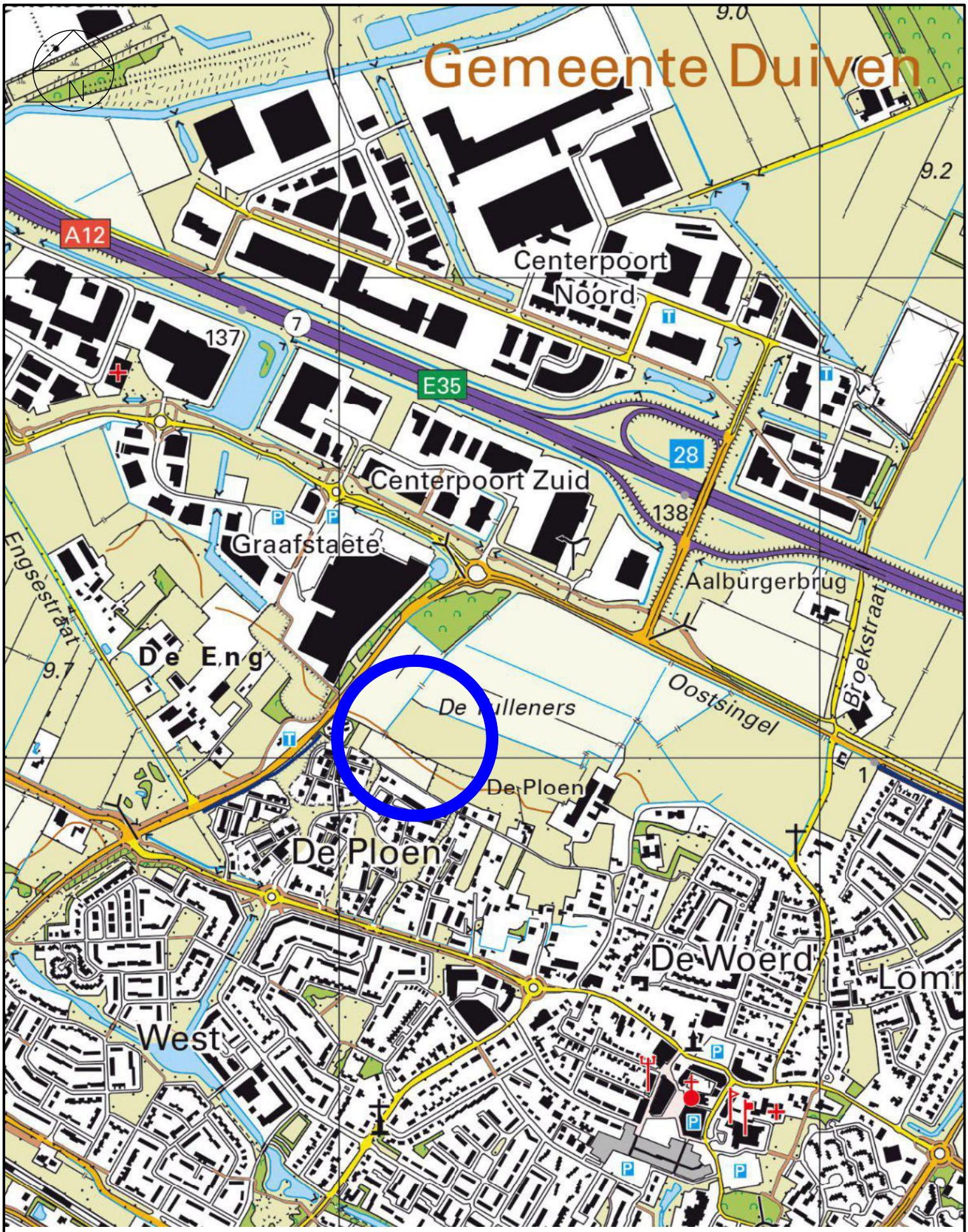
meting	boring	omschrijving bodemlaag	traject (m-mv)	doorlaatfactor, (k-waarde)		
				gemiddeld (m/dag)	spreiding	
					minimum (m/dag)	maximum (m/dag)
onverzadigde zone						
1	01	zwak zandige klei, zwak humeus	0,4 – 0,9	**0,2**	-	-
2	02	matig fijn zand, kleiig	0,8 – 1,3	**0,1**	-	-
3	03	zwak zandige klei, zwak humeus	0,4 – 0,8	**0,3**	-	-
4	04	zwak tot matig zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 1,0	**1,0**	1,0	1,0
5	05	zwak zandige klei, zwak humeus	0,5 – 1,0	**0,2**	-	-
6	06	zwak zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 0,85	**0,4**	0,3	0,5
7	07	zwak zandige klei, deels zwak humeus	0,4 – 0,85	**0,5**	-	-
8	08	zwak zandige klei, grotendeels zwak humeus	0,4 – 0,9	**0,5**	-	-
9	09	zwak zandige klei	0,6 – 1,1	**0,6**	0,4	0,7
10	10	matig fijn zand, zwak siltig	0,6 – 1,0	**3,5**	3,5	3,5
11	11	zwak tot sterk zandige klei	0,5 – 0,9	**0,7**	0,7	0,7
12	12	matig fijn zand, deels zwak humeus en deels kleiig	0,5 – 1,0	**1,0**	0,9	1,0

Met vriendelijke groet,

Hopveld Advies

Celeste Bartsen
Adviseur bodem

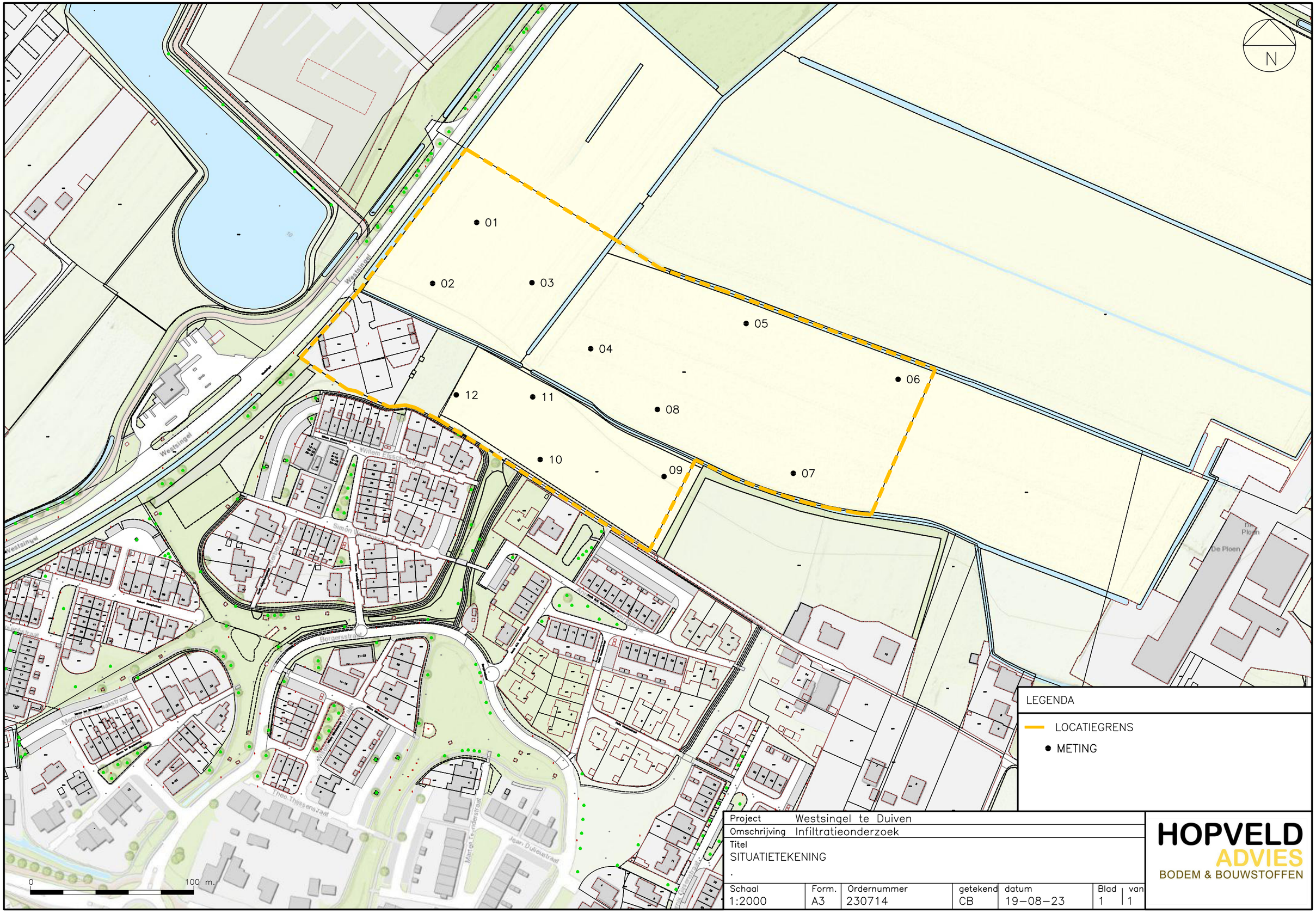
Bijlage 1: Topografische kaart



LEGENDA

REGIONALE LIGGING

Bijlage 2: Situatietekening



Project	Westsingel te Duiven
Omschrijving	Infiltratieonderzoek
Titel	SITUATIETEKENING

Schaal	Form.	Ordernummer	getekend	datum	Blad	van
1:2000	A3	230714	CB	19-08-23	1	1

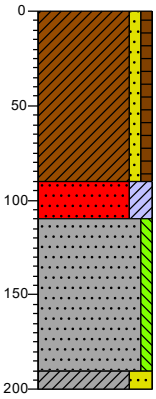
HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Bijlage 3: Profielbeschrijvingen

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Boring: 01

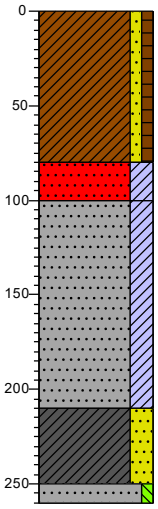
Boormeester: Dirk Hermans
Datum: 16-8-2023
GWS: 105



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
90	
110	Zand matig fijn, kleiïg, sterk roesthoudend, neutraal bruinrood, Edelmanboor
	Zand matig fijn, zwak siltig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
190	
200	Klei, sterk zandig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor

Boring: 02

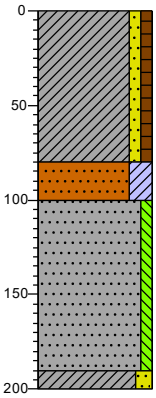
Boormeester: Dirk Hermans
Datum: 16-8-2023
GWS: 130



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, matig roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
80	
100	Zand matig fijn, kleiïg, sterk roesthoudend, neutraal bruinrood, Edelmanboor
	Zand matig fijn, kleiïg, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
210	
	Klei, sterk zandig, donkergrijs
250	
260	Zand matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs

Boring: 03

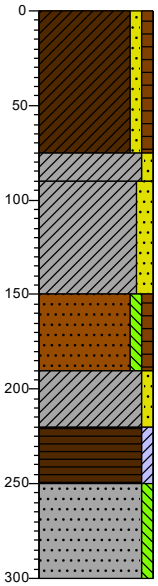
Boormeester: Dirk Hermans
Datum: 16-8-2023
GWS: 110



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
80	
100	Zand matig fijn, kleiïg, sterk roesthoudend, neutraal grijsroest, Edelmanboor
	Zand matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
190	
200	Klei, matig zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor

Boring: 04

Boormeester: Dirk Hermans
Datum: 16-8-2023
GWS: 83



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
75	
90	Klei, zwak zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor
	Klei, matig zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor
150	
	Zand matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
190	
	Klei, zwak zandig, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
220	
	Veen, zwak kleiïg, donker zwartbruin, Edelmanboor
250	
	Zand matig grof, zwak siltig, neutraal beigegrijs
300	

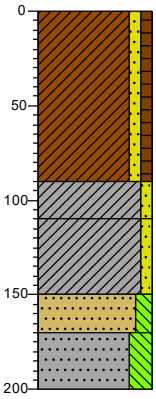
Projectnaam: Westsingel ong. Duiven
Projectcode: 230714
Veldwerk door: Hopveld Advies (niet gecertificeerd)

getekend volgens NEN 5104

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Boring: 05

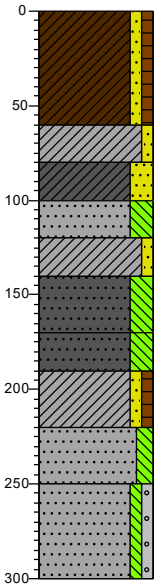
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *100*



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
90	
	Klei, zwak zandig, zwak roesthoudend, neutraalgrijs, Edelmanboor
110	
	Klei, zwak zandig, sporen roest, neutraalgrijs, Edelmanboor
150	
	Zand matig fijn, matig siltig, neutraalbeige, Edelmanboor
170	
	Zand matig fijn, sterk siltig, neutraal bruingrijs
200	

Boring: 06

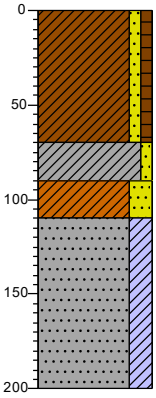
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *108*



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donkerbruin, Edelmanboor
60	
	Klei, zwak zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor
80	
	Klei, sterk zandig, matig roesthoudend, donker roodgrijs, Edelmanboor
100	
	Zand matig fijn, sterk siltig, zwak roesthoudend, neutraal roodgrijs, Edelmanboor
120	
	Klei, zwak zandig, sporen roest, neutraalgrijs, Edelmanboor
140	
	Zand matig fijn, sterk siltig, donkergrijs, Edelmanboor
170	
	Zand matig fijn, sterk siltig, donkergrijs, Edelmanboor
190	
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
220	
	Zand matig fijn, matig siltig, resten hout, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
250	
	Zand matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
300	

Boring: 07

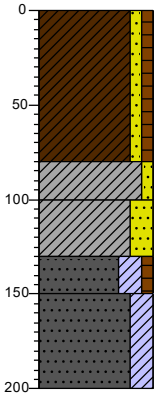
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *112*



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
70	
	Klei, zwak zandig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
90	
	Klei, sterk zandig, sterk roesthoudend, neutraal bruinroest, Edelmanboor
110	
	Zand matig fijn, kleiïg, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
200	

Boring: 08

Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *105*



0	akker
	Klei, zwak zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
80	
	Klei, zwak zandig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
100	
	Klei, sterk zandig, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
130	
	Zand matig fijn, kleiïg, zwak humeus, donker bruingrijs, Edelmanboor
150	
	Zand matig fijn, kleiïg, donker bruingrijs, Edelmanboor
200	

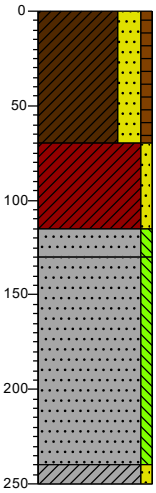
Projectnaam: Westsingel ong. Duiven
Projectcode: 230714
Veldwerk door: Hopveld Advies (niet gecertificeerd)

getekend volgens NEN 5104

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Boring: 09

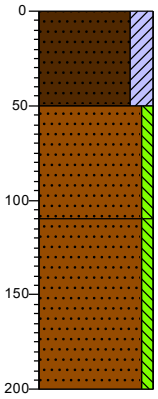
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *137*



0 akker
Klei, sterk zandig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
70
Klei, zwak zandig, matig roesthoudend, donker bruinrood, Edelmanboor
115
130 Zand matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
Zand matig fijn, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
240
250 Klei, zwak zandig, neutraalgrijs

Boring: 10

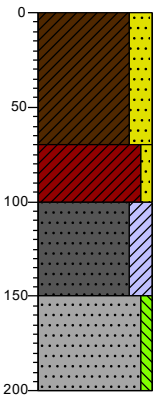
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *137*



0 akker
Zand matig fijn, kleïig, sporen puin, donker beigebruin, Edelmanboor
50
Zand matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraalbruin, Edelmanboor
110
Zand matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, neutraal beigebruin
200

Boring: 11

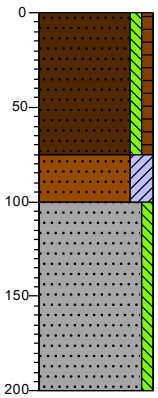
Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *120*



0 akker
Klei, sterk zandig, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
70
Klei, zwak zandig, matig roesthoudend, donker bruinrood, Edelmanboor
100
Zand matig fijn, kleïig, donker bruingrijs, Edelmanboor
150
Zand matig fijn, zwak siltig, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
200

Boring: 12

Boormeester: *Dirk Hermans*
Datum: *16-8-2023*
GWS: *128*



0 akker
Zand matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, donker grijsbruin, Edelmanboor
75
Zand matig fijn, kleïig, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
100
Zand matig fijn, zwak siltig, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
200

Projectnaam: Westsingel ong. Duiven
Projectcode: 230714
Veldwerk door: Hopveld Advies (niet gecertificeerd)

getekend volgens NEN 5104

Legenda (conform NEN 5104)

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

zand

- Zand, kleïig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleïig
- Veen, sterk kleïig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

- zwak humeus
- matig humeus
- sterk humeus
- zwak grindig
- matig grindig
- sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

Projectnaam: Westsingel ong. Duiven
Projectcode: 230714
Veldwerk door: Hopveld Advies (niet gecertificeerd)

getekend volgens NEN 5104

Bijlage 4: Berekening K-waarde

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		1	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	0,90	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,6		
120	0,5		
180	0,4		
240	0,3		
300	0,3		
360	0,3		
420	0,2		
480	0,2		
K (m/d)	**0,2**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,2**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		2	
laag	van	0,80	m-mv
	tot	1,30	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,0		
120	0,0		
180	0,0		
240	0,0		
300	0,0		
360	0,1		
420	0,1		
480	0,1		
K (m/d)	**0,1**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,1**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		3	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	0,80	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,0		
120	0,2		
180	0,3		
240	0,3		
300	0,3		
360	0,3		
420	0,3		
480	0,4		
K (m/d)	**0,3**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,3**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		4	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	1,00	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,6	1,1	
120	0,6	1,0	
180	0,9	1,0	
240	0,9	1,0	
300	1,1	1,0	
360	1,1	1,0	
420	1,0	1,0	
480	1,1	1,0	
K (m/d)	**1,0**	**1,0**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **1,0**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		5	
laag	van	0,50	m-mv
	tot	1,00	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,0		
120	0,0		
180	0,1		
240	0,1		
300	0,1		
360	0,2		
420	0,2		
480	0,2		
K (m/d)	**0,2**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,2**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		6	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	0,85	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,6	0,4	
120	0,3	0,2	
180	0,4	0,2	
240	0,5	0,3	
300	0,5	0,3	
360	0,5	0,3	
420	0,5	0,3	
480	0,5	0,3	
K (m/d)	**0,5**	**0,3**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,4**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		7	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	0,85	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,4		
120	0,4		
180	0,5		
240	0,6		
300	0,5		
360	0,5		
420	0,5		
480	0,5		
K (m/d)	**0,5**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,5**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		8	
laag	van	0,40	m-mv
	tot	0,90	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,4		
120	0,4		
180	0,5		
240	0,5		
300	0,4		
360	0,5		
420	0,5		
480	0,5		
K (m/d)	**0,5**		

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,5**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714	
Locatie	Westsingel ong. te Duiven	

Boornummer		9	
laag	van	0,60	m-mv
	tot	1,10	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,0	0,6	
120	0,4	0,6	
180	0,3	0,8	
240	0,4	0,7	
300	0,5	0,7	
360	0,4	0,8	
420	0,4	0,7	
480	0,4	0,7	
K (m/d)	**0,4**	**0,7**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,6**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714	
Locatie	Westsingel ong. te Duiven	

Boornummer		10	
laag	van	0,60	m-mv
	tot	1,00	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	2,0	4,9	
120	1,5	4,1	
180	3,3	4,2	
240	3,6	4,0	
300	3,7	3,9	
360	3,6	3,7	
420	3,6	3,5	
480	3,4	3,4	
K (m/d)	**3,5**	**3,5**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **3,5**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer	230714
Locatie	Westsingel ong. te Duiven

Boornummer		11	
laag	van	0,50	m-mv
	tot	0,90	m-mv
Diamater boorgat		0,1	m
Lengte buis		2,00	m
Buitendiameter filterbuis		0,09	m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,4	0,4	
120	0,4	0,4	
180	0,6	0,5	
240	0,6	0,6	
300	0,7	0,6	
360	0,7	0,7	
420	0,7	0,7	
480	0,7	0,7	
K (m/d)	**0,7**	**0,7**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **0,7**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Falling head proef
in onverzadigde zone

HOPVELD
ADVIES
BODEM & BOUWSTOFFEN

Projectnummer		230714
Locatie		Westsingel ong. te Duiven
Boornummer		12
laag	van	0,50 m-mv
	tot	1,00 m-mv
Diamater boorgat		0,1 m
Lengte buis		2,00 m
Buitendiameter filterbuis		0,09 m

tijd (s)	k-waarde (m/dag)		
	meting 1	meting 2	
60	0,6	0,6	
120	0,8	0,6	
180	1,1	0,8	
240	1,0	0,9	
300	1,0	0,9	
360	1,0	0,9	
420	1,1	1,0	
480	1,0	0,9	
K (m/d)	**1,0**	**0,9**	

gemiddelde k-waarde (m/dag) **1,0**

De gemiddelde k-waarde is berekend met de formule van de falling-headmethode weergegeven in bijlage 8 van de module C2510 van de Leidraad riolering

Bijlage 5: Foto’s onderzoekslocatie

foto's 1 en 2: overzicht locatie (landbouwgrond)

foto's 3 en 4: overzicht locatie (landbouwgrond)

foto's 5 en 6: overzicht locatie (zuidelijk deel – begroeid terrein)

foto's 7 en 8: overzicht locatie (zuidelijk deel – paardenweide)

foto 9: boring 01

foto 10: boring 03

foto 11: boring 04

foto 12: boring 06

foto 13: boring 08

foto 14: boring 10

Bijlage 2: Ontwerp

RUIMTEGEBRUIK

Onderdeel	m²	%
Uitgeefbaar	13.801	33%
Groen	14.780	35%
Rijbaan	5.774	14%
Parkeren	1.817	4%
Voetpad/fietspad	2.833	7%
Water (wadi)	1.878	5%
Water (sloot)	830	2%
Plangebied	41.714	100%

Ploen Noord Duiven

onderdeel:

Ruimtegebruik

projectnummer: **3460**
schaal: **1:1000**
formaat: **A3**
datum: **30-08-2023**

N

SVP