

Notitie Weging van het waterbelang

Betref	Uitbreidingslocaties woningbouw, locatie Stokkum
Ons kenmerk	MON050
Datum	15-07-2024
Behandeld door	CMA / GBR

Inleiding

Het voornemen bestaat om in de gemeente Montferland in Stokkum woningen te ontwikkelen. Bij een zogenaamde buitenplanse omgevingsplanactiviteit dient het waterbelang meegewogen te worden zodat de waterhuishoudkundige consequenties van het plan in beeld worden gebracht. Bij de weging van het waterbelang vormen de gemeentelijke regels over de fysieke leefomgeving uit het omgevingsplan en de waterschapsverordening de basis.

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 Montferland ten aanzien van het afkoppelen van hemelwater.

Beleid

Het beleid van het waterschap (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 m² 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.

Gemeente Montferland benoemt in hun Water & Rioleringsplan (2022 – 2026) dat het hemelwater bijna overal in de gemeente op eigen terrein kan worden verwerkt. Nieuw stedelijk gebied moet waterneutraal worden ontworpen. Dat betekent dat er niet meer water wordt afgevoerd dan in de natuurlijke situatie (voor de ontwikkeling). De richtlijn voor de maximum afvoer is 0,8 l/s/ha. Hemelwater dat niet op eigen percelen wordt geïnfiltreerd, moet worden opgevangen in voorzieningen met voldoende bergings- en of infiltratiecapaciteit. De benodigde omvang van de berging wordt bepaald door de hoeveelheid verhard oppervlak (daken en verhardingen) die naar de voorzieningen afvoeren. Uitgangspunten voor het ontwerp van infiltratie- en waterbergingsvoorzieningen bij uitbreidingen zijn:

- Voorkeur 1: niet inzamelen in gemeentelijk stelsel, maar regenwater verwerken op eigen terrein;
- Minimaal: 40 mm in bovengrondse infiltratievoorziening (wadi).

Het ontwerp moet daarnaast voldoen aan de eisen van het waterschap.

Uitgangspunten

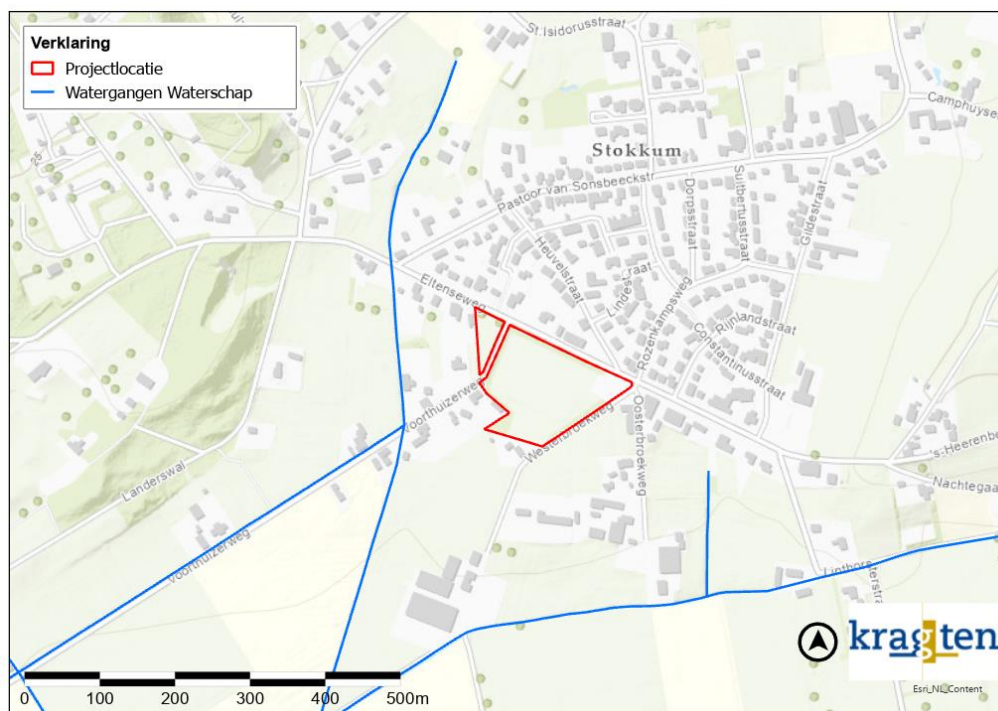
Beschikbare gegevens

Voor het opstellen van deze watertoets zijn de volgende gegevensbronnen beschikbaar:

- Dinoloket, www.dinoloket.nl, TNO
- Bodemkaart van Nederland, www.bodemdata.nl
- Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO
- Legger Waterschap Rijn en IJssel, <https://www.wrij.nl/>
- Keur Waterschap Rijn en IJssel, <https://www.wrij.nl/>
- Infiltratieonderzoek oktober 2022, Kragten
- Klimaatatlas Montferland, <https://storymaps.arcgis.com/collections/6715794b5d1f4122aa0858c8943b04ea?item=9>

Locatie en oppervlaktewater

De ligging van het plangebied is weergegeven in Figuur 1. Het projectgebied ligt ten zuiden van de kern Stokkum op de overgang tussen de bebouwde kern en het buitengebied.



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 circa 120 m ten westen een watergang van noord naar zuid loopt. Verder ligt circa 250 m ten oosten en 250 m ten zuiden ook een watergang. Deze watergangen liggen zo dichtbij het projectgebied dat deze mogelijk gebruikt kunnen worden bij de uitwerking van de afvoer van hemelwater.

Oppervlaktewater in beheer bij gemeente en particulieren

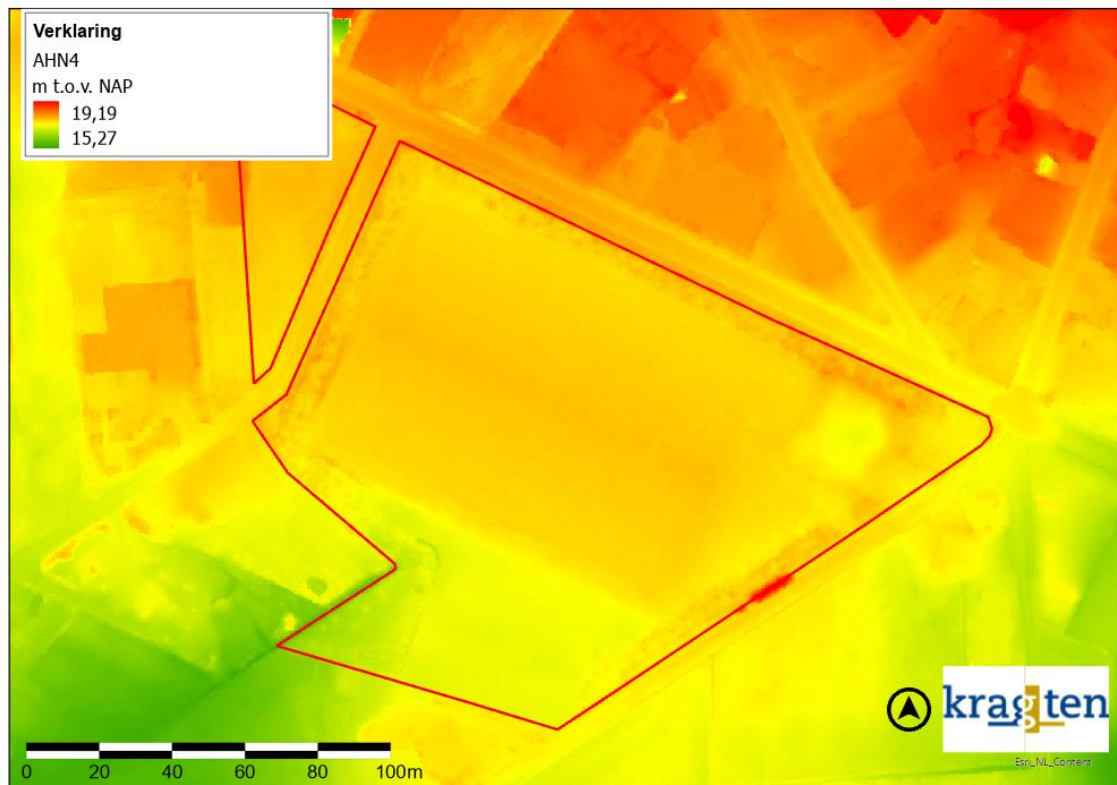
Op een deel van de zuidwestgrens van het projectgebied ligt een watergang (Figuur 2).



Figuur 2 Overzicht overige watergangen

Maaiveldniveau

Met behulp van het AHN4 is het maaiveldniveau van het terrein in beeld gebracht, zie Figuur 3.



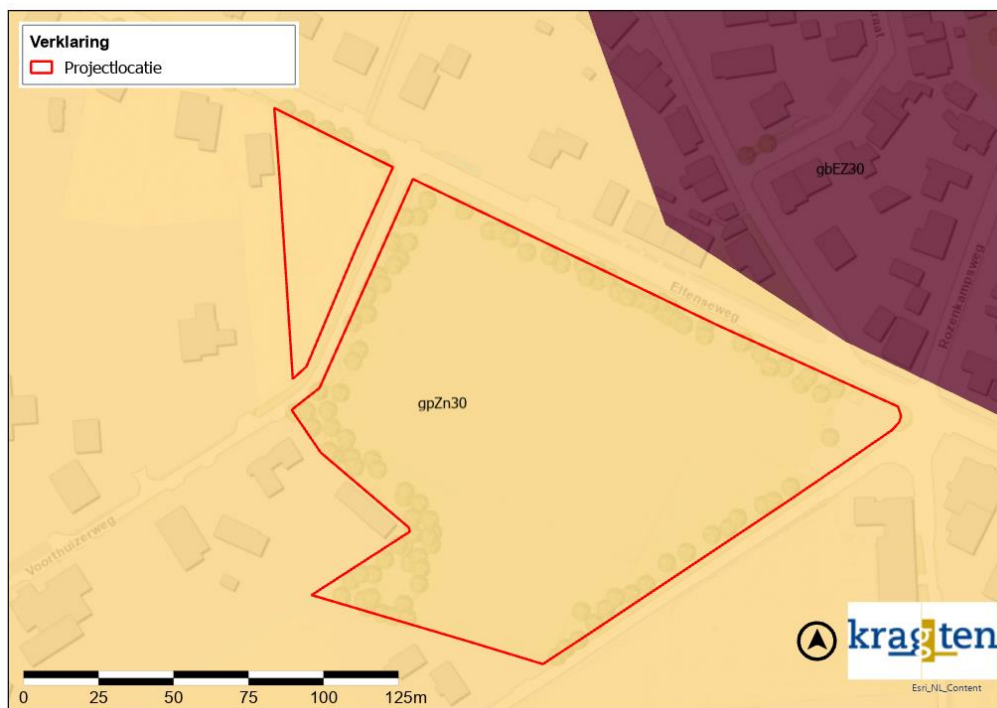
Figuur 3 Maaiveldniveau

Het maaiveldniveau ligt in het zuiden van het projectgebied lager dan in het noorden. In het zuiden ligt het maaiveld op een hoogte van circa NAP +16,5 m en dit loopt op naar NAP +17,6 m in het noorden.

Bodemopbouw

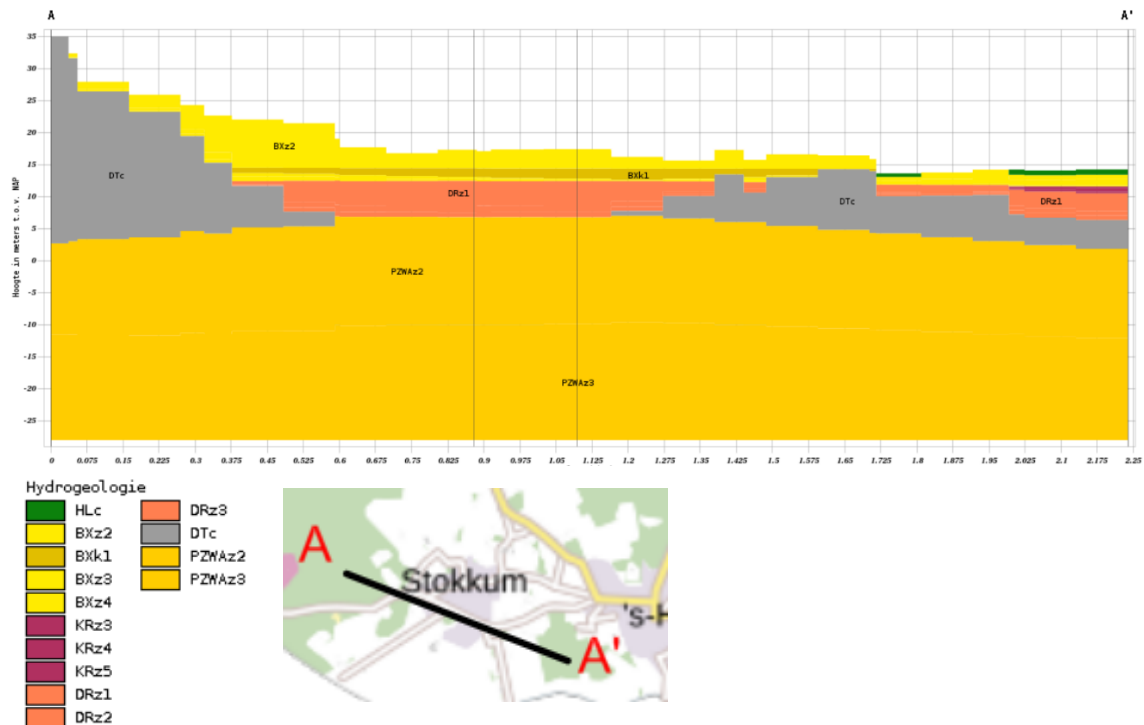
Met behulp van de Bodematlas is het bodemtype van de ondiepe bodem in beeld gebracht. Het gehele projectgebied heeft de bodemcode "gpZn30". Dit zijn gooreerdgronden die bestaan uit grof zand met grind in de bovengrond. Dit bodemtype staat bekend om zijn goede waterdoorlatendheid.

Kragten heeft binnen de planlocatie het infiltratieonderzoek uit laten voeren. Uit de boringen van het infiltratieonderzoek komt naar voren dat de bovenlaag van de bodem voornamelijk bestaat uit matig fijn zand dat matig siltig en zwak grindig is (bijlage 1). Op een wisselende diepte van 1,3 – 1,8 m onder maaiveld zit een matig zandige kleilaag van circa 2,0 – 2,4 m dik. Daaronder zit een sterk kleiige veenlaag. In het zuiden van het gebied zit op 0,6 m onder maaiveld een grindlaag waardoor niet verder geboord is dan 1,1 m onder maaiveld. Het infiltratieonderzoek staat verderop in deze notitie beschreven.



Figuur 4 Bodemkaart

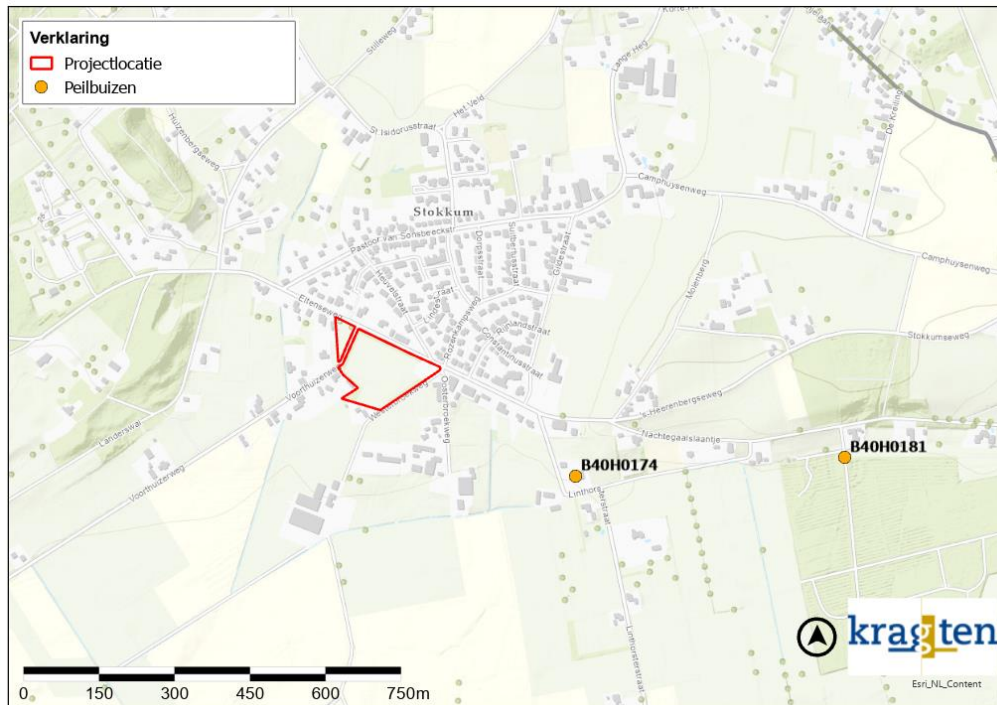
Met behulp van Dinoloket is de bodemopbouw van de projectomgeving in beeld gebracht. Het geohydrologische model REGIS II v.2.2 biedt inzicht in de verschillende lagen in de ondergrond. Een doorsnede is opgenomen in Figuur 5. De bovenste circa 4 m bestaat uit de zandige Formatie van Bostel. Hieronder bevindt zich een kleilaag van circa 1,5 m dik uit de Formatie van Bostel, met hieronder nog een zandlaag uit deze formatie van circa 0,5 m dik. Hieronder ligt een zandlaag van circa 6 m dik uit de Formatie van Drente en vervolgens nog een zandlaag uit de Formatie van Peize en de Formatie van Waalre die meer dan 30 m doorloopt.



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

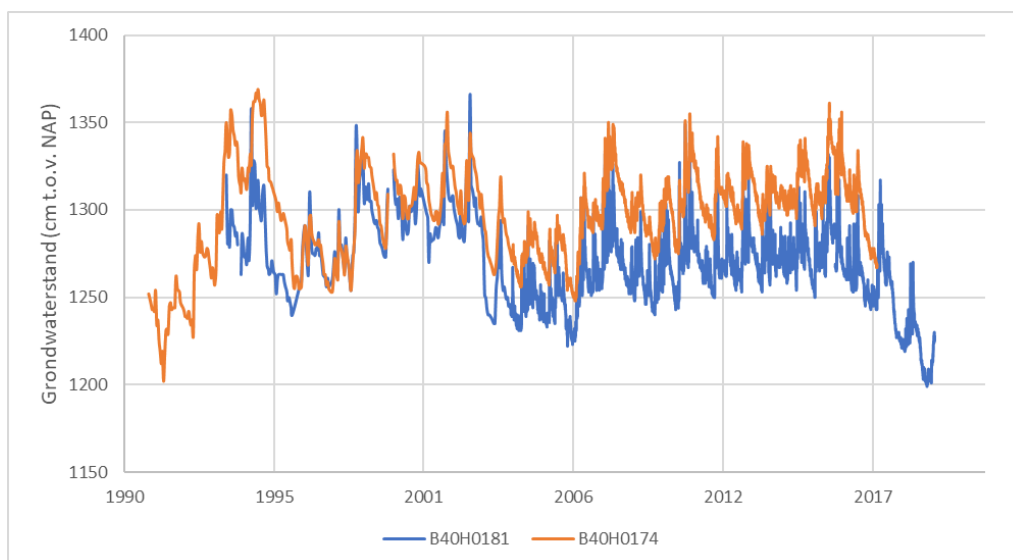
Grondwaterstanden

Met behulp van Dinoloket is nagegaan waar zich in de omgeving peilbuizen bevinden. Hierbij kwam naar voren dat er twee peilbuizen in de omgeving van het projectgebied aanwezig zijn, welke over een langere tijd in het bovenste deel van de ondergrond gemeten zijn, boven de kleilaag. Deze liggen op circa 380 m en 900 m ten oosten van het projectgebied. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 6. De gemeten grondwaterstanden van de peilbuizen is opgenomen in Figuur 7.



Figuur 6 Peilbuizen in de omgeving

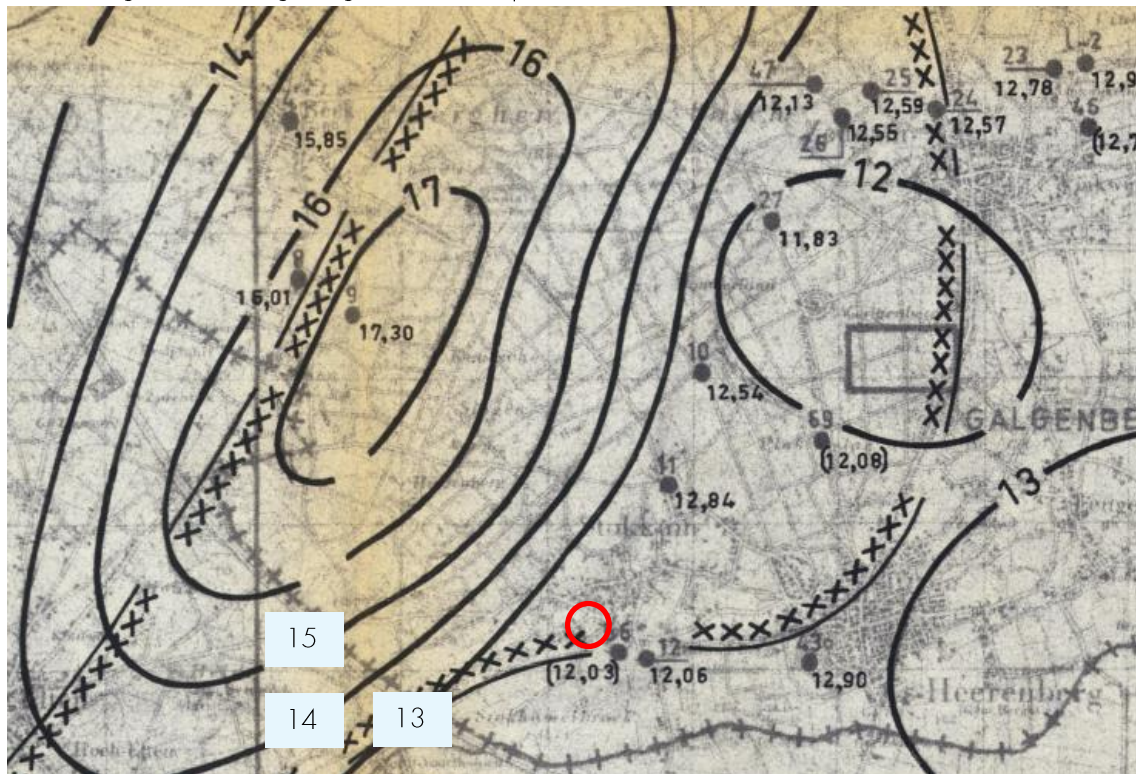
Uit de grafiek in Figuur 7 komt naar voren dat de grondwaterstanden tussen de NAP +12,0 m en +13,7 m ligt. Dit is ongeveer hetzelfde als wat terug te zien is op de historische Grondwaterkaart van Nederland (zie Figuur 8). Uit de grondwaterisohypsen ten tijden van het opstellen van de kaart valt op te maken dat de grondwaterstroming ter plekke van het projectgebied zuidoostelijk is gericht.



Figuur 7 Grondwaterstanden

De GHG van peilbuis B40H0174 is NAP +13,2 m en de GHG van peilbuis B40H0181 is NAP +13,0 m. De afstand tussen peilbuis B40H0174 naar B40H0181 is ongeveer even groot als de afstand tussen het projectgebied naar B40H0174. Tussen de 2 peilbuizen is het verschil in GHG 0,2. Hierom wordt bij het projectgebied ook nog eens 0,2 bij de GHG opgeteld. Hierdoor ligt de GHG bij het projectgebied op

circa NAP +13,4 m. De GHG bevindt zich dan tussen circa 3,1 – 4,2 m onder het maaiveld. Bij deze ontwikkeling is ontwatering dus geen aandachtspunt.



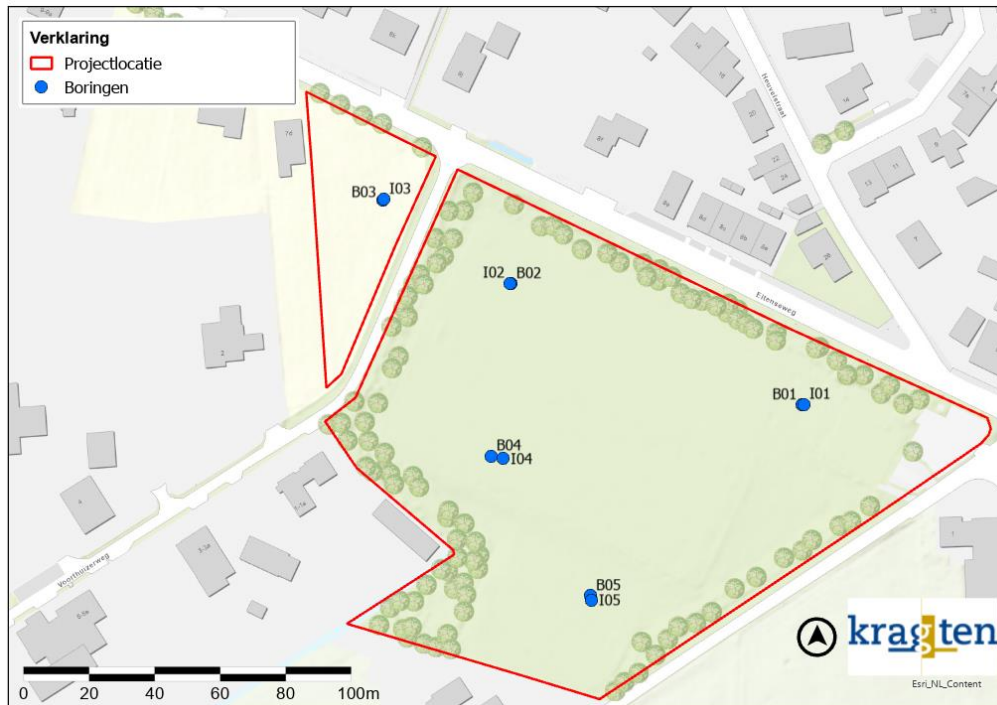
Figuur 8 Grondwaterkaart van Nederland (gemiddelde winterstand) met in de rode cirkel de globale locatie van het projectgebied. De dunne zwarte lijn representeert het freatisch grondwater. De lijn met kruisjes laat de grens van het gestuwde gebied zien.

Infiltratieonderzoek

Om de mogelijkheden voor de omgang met hemelwater te onderzoeken is op het terrein een infiltratieonderzoek uitgevoerd. Tijdens het onderzoek zijn op het terrein handmatig vijf boringen geplaatst (B01 t/m B05) en zijn op vijf locaties infiltratiemetingen uitgevoerd (I01 t/m I05). De locaties zijn weergegeven in Figuur 9.

Aan de hand van de boringen is de bodemopbouw inzichtelijk gemaakt en de textuur uit de te onderscheiden horizonten geïdentificeerd. De boorprofielen zijn opgenomen als bijlage bij deze notitie. Uit de boringen is gebleken dat de bovenlaag van de bodem voornamelijk bestaat uit matig fijn zand dat matig siltig en zwak grindig is (bijlage 1). Op 1,3 – 1,8 m onder maaiveld zit een matig zandige kleilaag van circa 2,0 – 2,4 m. Daaronder zit een sterk kleiige veenlaag. In het zuiden van het gebied (I05) zit op 0,6 m onder maaiveld een grindlaag waardoor niet verder geboord is dan 1,1 m onder maaiveld.

De horizontale waterdoorlatendheid van de ondergrond is gemeten ter plaatse van I01 t/m I05. Dit is gedaan met behulp van de omgekeerde boorgatmethode (bijlage 2). Bij deze methode worden de boorgaten (tijdelijk) afgewerkt met een meetbuis. Vervolgens is de meetbuis gevuld met water waarna de zaksnelheid is geregistreerd met behulp van een digitale drukopnemer (Diver-meetsysteem). Aan de hand van zaksnelheid van het water in de boringen is de horizontale waterdoorlatendheid herleid van de bodem boven de grondwaterstand. De metingen zijn uitgevoerd op verschillende diepten. De resultaten van het infiltratieonderzoek zijn weergegeven in Tabel 1.



Figuur 9 locaties boringen en infiltratiemetingen

Tabel 1 Resultaten infiltratieonderzoek (berekeningen in bijlage)

Locatie	Meting	K-waarde (m/dag)	Meettraject (m beneden maaiveld)	Bodemlaag
I01	1	17,9	0,50 – 1,00	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig
	2	10,2		
	3	8,9		
	4	10,0		
	5	7,9		
I02	1	0,2	1,50 – 2,00	Klei, uiterst siltig
I03	1	52,8	1,00 – 1,50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig
	2	35,2		
	3	30,0		
	4	35,1		
	5	29,4		
	6	47,0		
I04	1	160,3	0,70 – 1,20	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig
	2	142,9		
	3	0,9		
	4	0,3		
I05	1	13,8	0,60 – 1,10	Grind, matig grof, siltig
	2	9,1		
	3	8,9		
	4	7,4		
	5	8,6		

Uit de resultaten van het infiltratieonderzoek valt op te maken dat op locatie I01, I03, I04 en I05 de infiltratiewaarden van de verschillende metingen onderling grote verschillen tonen. Dit kan verklaard worden doordat de grond bij de eerste paar metingen nog verder verzadigd moest raken. Dit kan echter een

vertekend beeld geven bij het bepalen van de gemiddelde doorlatendheid. Hierom wordt voor het bepalen van de gemiddelde doorlatendheid bij locatie I01, I03 en I05 de eerste meting en bij locatie I04 de eerste 2 metingen niet meegenomen.

De berekende k-waarden van de verschillende locaties liggen redelijk ver uit elkaar. Ervan uitgaande dat locatie I02 representatief is voor uiterst siltig klei, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 0,2 m/d zijn. Dit komt ongeveer overeen met literatuurwaarden en kan gekwalificeerd worden als matig doorlatend (Tabel 2). Ervan uitgaande dat locatie I05 representatief is voor matig grof grind, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 8,5 m/d zijn. Dit is redelijk laag vergeleken met literatuurwaarden, maar dit kan verklaard worden doordat de ondergrond ook siltig is. Dit kan gekwalificeerd worden als goed doorlatend (Tabel 2). Locaties I01, I03 en I04 zijn gemeten in het matig fijne zand dat zwak tot matig siltig is. Hierin lijkt I04 een uitschieter te zijn die niet goed te verklaren valt; de eerste 2 metingen zijn veel hoger en de laatste 2 metingen zijn veel lager dan de verwachting voor het matig fijne zand. Aangezien er geen verklaring voor deze uitschieters is en de infiltratiewaarden onderling extreem veel verschillen wordt de meting niet betrouwbaar geacht. Hierom is deze verder niet meegenomen in het onderzoek. Ervan uitgaande dat locatie I01 representatief is voor matig fijn zand dat matig siltig is, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 9,3 m/d zijn. Dit komt overeen met literatuurwaarden en kan gekwalificeerd worden als goed doorlatend (Tabel 2). Ervan uitgaande dat locatie I03 representatief is voor matig fijn zand dat zwak siltig is, zal de gemiddelde doorlatendheid circa 35,3 m/d zijn. Dit is hoger dan verwacht voor matig fijn zand, maar dit kan verklaard worden door de aanwezigheid van grind in de bodemlaag. Het matig fijn zand dat zwak siltig is kan gekwalificeerd worden als zeer 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-waarde waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in de kleilaag rekening gehouden dient te worden is $(0,2 \text{ m/d} * 0,5 =) 0,1 \text{ m/d}$. De k-waarde waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in een grindlaag rekening gehouden dient te worden is $(8,5 \text{ m/d} * 0,5 =) 4,3 \text{ m/d}$. De k-waarde waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in het matig fijne zand rekening gehouden dient te worden is $(9,3 \text{ m/d} * 0,5 =) 4,7 \text{ m/d}$ en kan oplopen tot $(35,3 \text{ m/d} * 0,5 =) 17,7 \text{ m/d}$.

Conclusie

Het voornemen bestaat om in de gemeente Montferland in Stokkum woningen te ontwikkelen. Het waterschap heeft als norm dat 80 mm per m² aan toename van verhard oppervlak aan hemelwater geborgen dient te worden binnen het plangebied. De gemeente heeft als norm dat bij uitbreidingen minimaal 40 mm in bovengrondse infiltratievoorzieningen (zoals een wadi) geborgen dient te worden, maar dat het ontwerp ook dient te voldoen aan de eisen van het waterschap.

De GHG bevindt zich tussen circa 3,1 – 4,2 m onder het maaiveld, waardoor er genoeg ruimte is voor bovengrondse infiltratievoorzieningen die boven de GHG liggen. Uit de boringen van het infiltratieonderzoek komt naar voren dat de bovenlaag van de bodem voornamelijk bestaat uit matig fijn zand dat matig siltig en zwak grindig is. Op een wisselende diepte van 1,3 – 1,8 m onder maaiveld zit een matig zandige kleilaag van circa 2,0 – 2,4 m dik. Daaronder zit een sterk kleiige veenlaag. In het zuiden van het gebied zit op 0,6 m onder maaiveld een grindlaag waardoor niet verder geboord is dan 1,1 m onder maaiveld. Bij het bepalen van de locaties van de infiltratievoorzieningen dient hiermee rekening gehouden te worden.

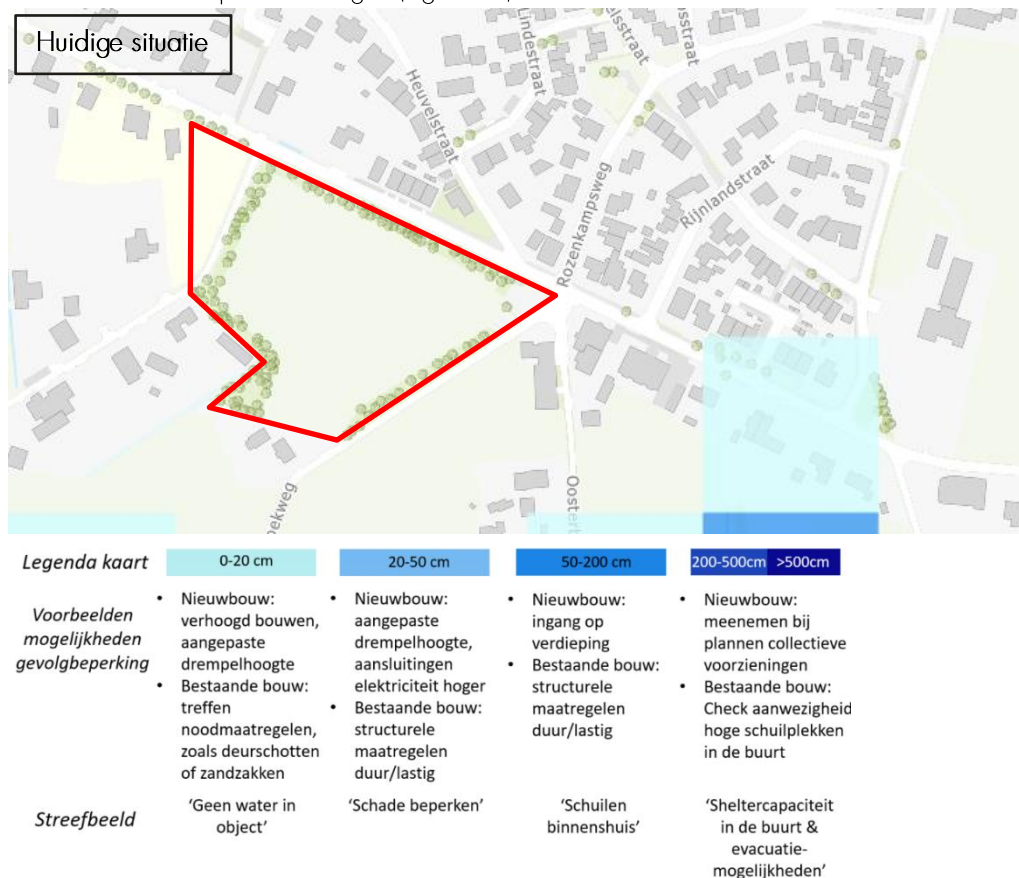
De doorlatendheid waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in het matig fijne zand rekening gehouden dient te worden is 4,7 m/d en kan oplopen tot 17,7 m/d. Dit is een goede doorlatendheid en de leegloop kan via infiltratie verlopen.

Klimaatstresstest

Het klimaat in Nederland verandert. Het KNMI verwacht hogere temperaturen, nattere winters, heviger 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 gemeentelijke klimaatatlas bieden zij een uitgebreide set aan informatie over mogelijke klimaateffecten in de regio in 2050. Dit heet ook wel een "klimaatstresstest".

Wateroverlast

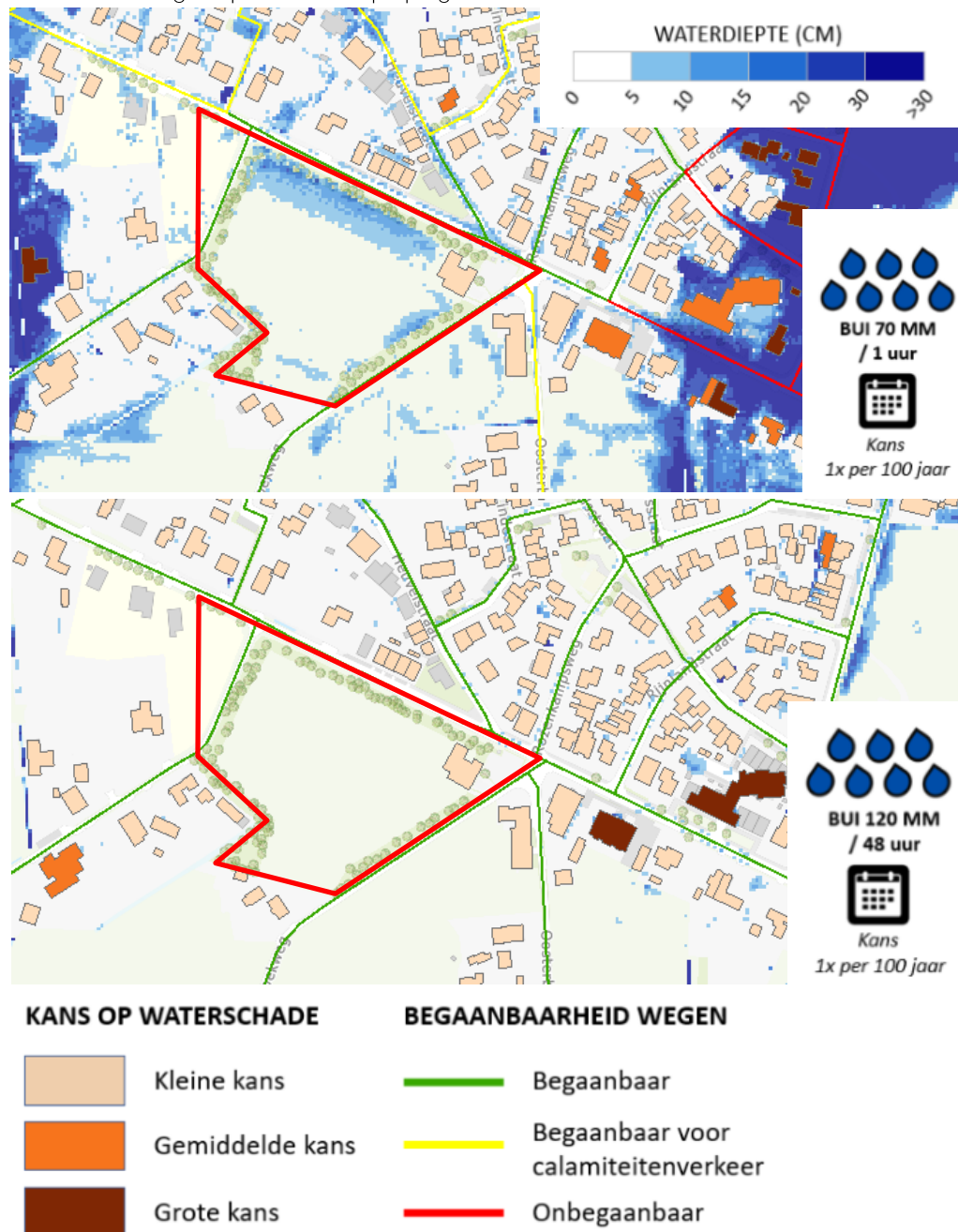
De wateroverlast bij overstromingen kaart van de gemeentelijke klimaatatlas toont de waterhoogte als ergens een dijk van de IJssel of de Rijn bezwijkt. Volgens deze kaart is er in het projectgebied geen sprake van wateroverlast bij overstromingen (Figuur 10).



Figuur 10 Wateroverlast bij overstromingen (gemeentelijke klimaatatlas)

De wateroverlast bij hevige neerslag kaart van de gemeentelijke klimaatatlas toont waar een bepaalde bui leidt tot grote plassen water op straat, in tuinen en op het land. 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 120 mm in 48 uur tijd (Figuur 11). Bij beide buien is er in de omgeving over het algemeen een kleine kans op waterschade. Bij de korte extreem hevige bui vormen zich

plassen (5 cm tot 20 cm), met name in het noorden en oosten van het gebied. Bij de lange extreem hevige bui vormen zich geen plassen in het projectgebied.

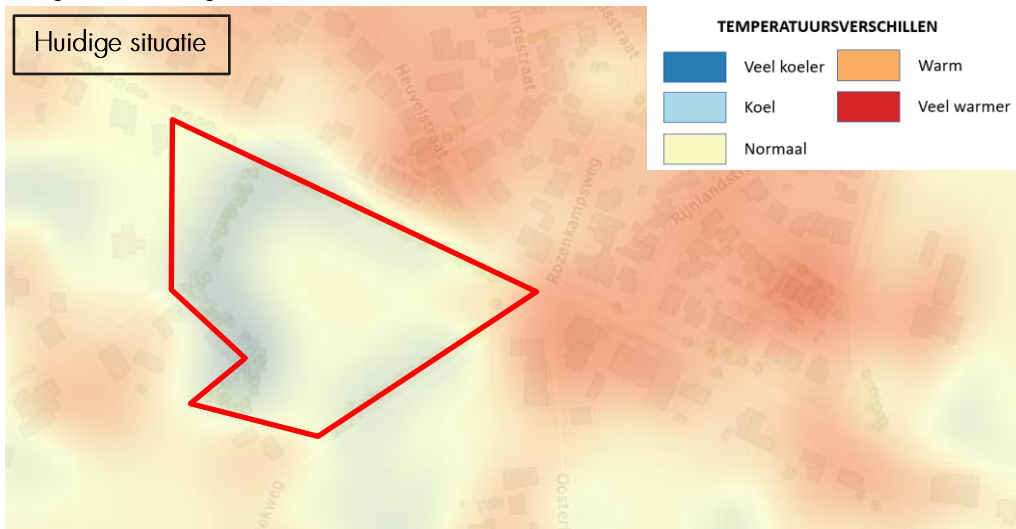


Figuur 11 Wateroverlast bij hevige neerslag (gemeentelijke klimaatatlas)

Hittestress

De hitte kaart van de gemeentelijke 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 gevoelstemperatuur in het plangebied koel tot normaal (Figuur 12). Door de nieuwe ontwikkeling zal de de temperatuur ter hoogte van het plangebied toenemen. Echter wordt ingezet op het bovengronds infiltreren van hemelwater, dit zorgt voor een

verkoelende werking binnen de nieuwe ontwikkeling. Daarnaast krijgt het plangebied in de nieuwe situatie een groene invulling.



Figuur 12 Hittestress - temperatuurverschillen (regionale klimaatatlas)

Droogte

De droogte kaart van de gemeentelijke 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 zit het grondwater in de zomer meer dan 2,5 m onder maaiveld en is de situatie in 2050 ongeveer hetzelfde als de huidige situatie (Figuur 13).



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

Wateropgave

Onderstaand zijn uitgangspunten opgesteld, met punten waarmee rekening gehouden dient te worden tijdens het verder uitwerken van het stedenbouwkundig plan.

Toekomstig afvoerend oppervlak

Aan de hand van luchtfoto's en obliekfoto's is het huidige verhard oppervlak in beeld gebracht. Bijna het gehele terrein bestaat momenteel uit onverhard oppervlak.

Aan de hand van het schetsontwerp (d.d. 14-02-2024, bijlage 3) is het toekomstig verhard oppervlak van de ontwikkeling vastgesteld (Figuur 14). In het ontwerp is verharding in de vorm van uitgeefbare percelen (bebouwing), en openbare verharding zoals wegen en parkeervakken aangegeven (Tabel 3). De uitgeefbare percelen hebben een oppervlak van circa 9.255 m². Hier zit het oppervlak van de tuinen die deels ook onverhard zijn bij in. We gaan ervanuit dat circa 20% van de elk perceel onverhard zal zijn. De openbare verharding heeft een verhard oppervlak van circa 3.540 m². In totaal bedraagt het verharde oppervlak in de toekomstige situatie circa $(9.255 * 0,8 + 3.137 =) 10.541$ m². Voor de parkeervakken wordt uitgegaan van een uitvoering in grasbeton (50% afwaterend), hierover dient de wegebeheerder in een later stadium te worden geïnformeerd.



Figuur 14 Toekomstig verhard oppervlak plangebied

Tabel 3 Beoogde verharde oppervlaktes

Type oppervlak	Bruto oppervlak [m ²]	Afvoerend deel [%]	Netto oppervlak [m ²]
Uitgeefbare percelen	9.255	80%	7.404
Openbare wegverharding	1.936	100%	1936
Parkeervakken	807	50%	404
Trottoir	797	100%	797
Openbaar groen	5.575	0%	0
Water	1.154	0%	0
Totale oppervlak	19.524		10.541

Waterbergingsopgave

Door de ontwikkeling is er een toename van verhard oppervlak van circa 10.541 m². Hierom dient er volgens het beleid van Waterschap Rijn en IJssel circa (10.541 * 0,08=) 843 m³ water geborgen te worden binnen het plangebied.

Invulling waterberging

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). Aandachtspunt hierbij is dat de wadi in het midden op het hoogste punt van het projectgebied wordt gerealiseerd (circa NAP +17,5 m ten opzicht van een omgeving van circa NAP +17,0 m tot NAP 17,4 m). Hierdoor is het noodzakelijk om ofwel dit gehele gebied zodanig te verlagen dat het water uit de omgeving hierheen stroomt, ofwel het omliggende gebied zodanig te verhogen dat het water uit de omgeving naar de wadi stroomt. Met de blauwe pijlen is de afwateringsrichting van het hemelwater weergegeven.



Figuur 15 Opzet voor omgang met water in het projectgebied

Wanneer de waterberging op deze manier ingevuld wordt kan er circa 440 m³ (talud 1:3) worden geborgen in de middelste berging. De greppels aan de achterzijde van de woningen hebben een capaciteit van circa 124 m³ (talud 1:2). In totaal is er in de opzet voor de omgang met hemelwater een berging opgenomen van circa (440 + 124 =) 564 m³. De verdeling over de verschillende voorzieningen is

weergegeven in Tabel 4. Dit is een tekort van $(843 - 564 =) 279 \text{ m}^3$, in het onderstaande hoofdstuk wordt de nieuwe invulling van de berging toegelicht.

Tabel 4 Waterberging op openbaar terrein huidig ontwerp

Waterberging	Afmetingen	Volume [m ³]
Buffer	Oppervlak van circa 567 m ² , taluds van 1:3, diepte van 1 m (boven de GHG)	440
Greppel noordzijde	Oppervlak van 400 m ² , taluds 1:2, diepte van 0,3 m (boven de GHG)	84
Greppel oostzijde	Oppervlak van 190 m ² , taluds 1:2, diepte van 0,3 m (boven de GHG)	40
Totale berging		564

Invulling benodigde berging

In het middengebied is voldoende ruimte beschikbaar om de berging te vergroten. Wanneer deze berging met 308 m² wordt vergroot dan ontstaat er een extra capaciteit van $(721-440=) 281 \text{ m}^3$. Er is hiermee voldoende berging binnen het plangebied om te voldoen aan de eis van 80 mm. De totale bergingscapaciteit per voorziening na de nieuwe invulling is weergegeven in Tabel 5. In Figuur 16 is een overzicht opgenomen van de verruiming van de buffer.

Tabel 5 Nieuwe invulling waterberging

Waterberging	Afmetingen	Volume [m ³]
Buffer	Oppervlak van 875 m ² , taluds 1:3, diepte van 1 m (boven GHG)	721
Greppel noordzijde	Oppervlak van 400 m ² , taluds 1:2, diepte van 0,3 m (boven de GHG)	84
Greppel oostzijde	Oppervlak van 190 m ² , taluds 1:2, diepte van 0,3 m (boven de GHG)	40
Totale berging		845



Figuur 16 Verruiming waterberging

Indien deze verruiming niet gewenst is, kan ingezet worden op groene daken of ondergrondse berging zoals infiltratiekragen bij de openbare parkeerplaatsen.

Leegloop

Er wordt vanuit gegaan dat het water in de infiltratievoorzieningen voornamelijk via de wanden infiltreert. In de loop van de tijd gaat de bodem namelijk dicht zitten door bezinksel en afzettingen in de bodem van de voorziening. Uit het infiltratieonderzoek komt naar voren dat de horizontale doorlatendheid van de bodem ter plekke van het projectgebied matig tot zeer goed is. De doorlatendheid waarmee voor een eventuele infiltratievoorziening in het matig fijne zand rekening gehouden dient te worden is 4,7 m/d en dit kan oplopen tot 17,7 m/d. Dit is een goede doorlatendheid en de leegloop kan dus via infiltratie verlopen. Echter, op 1,3 – 1,8 m onder maaiveld zit een matig zandige kleilaag van circa 2,0 – 2,4 m. Daaronder zit een sterk kleiige veenlaag. Hierdoor kunnen er schijngrondwaterstanden boven de kleilaag ontstaan. In de bouwrijfphase kunnen deze kleilagen ter plekke van de infiltratievoorzieningen doorboort worden zodat het water alsnog in de bodem kan infiltreren.

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. Op de perceelsgrens moet het water vrijelijk kunnen overstorten naar het openbare gebied zonder daarbij overlast te veroorzaken. De overstort van de grote wadi in het midden kan eventueel naar de bestaande watergang gaan (zie Figuur 2).

Aandachtspunten

Er wordt vanuit gegaan dat de watergang op een deel van de zuidwestgrens behouden blijft in de toekomstige situatie (zie Figuur 2).

Aandachtspunt is dat de wadi in het midden op het hoogste punt van het projectgebied wordt gerealiseerd (circa NAP +17,5 m ten opzicht van een omgeving van circa NAP +17,0 m tot NAP 17,4 m). Hierdoor is het noodzakelijk om ofwel dit gehele gebied zodanig te verlagen dat het water uit de omgeving hierheen stroomt, ofwel het omliggende gebied zodanig te verhogen dat het water uit de omgeving naar de wadi stroomt.

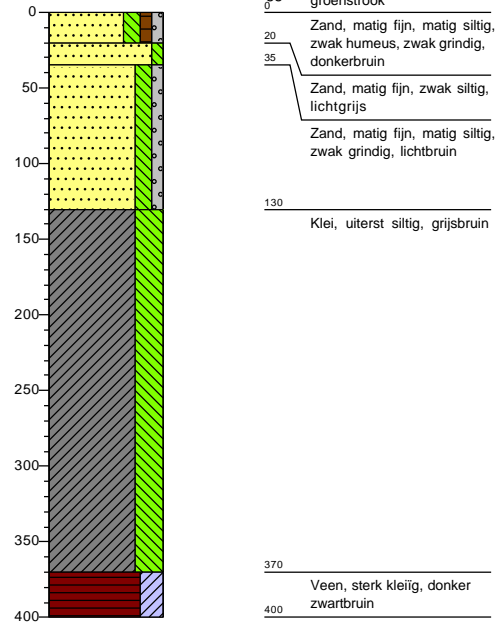
Bijlagen

1. Boorprofielen
2. Berekeningen doorlatendheid
3. Ontwerp

Bijlage 1: Boorprofielen

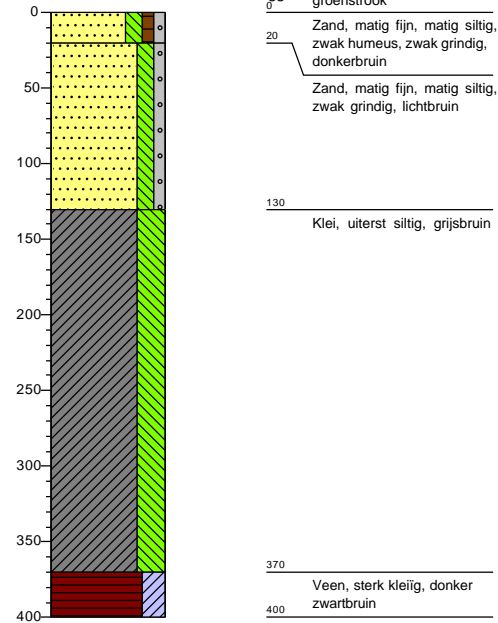
Boring: B01

X: 212353.97
Y: 432330.39
Boormeester: Joris Scharnigg



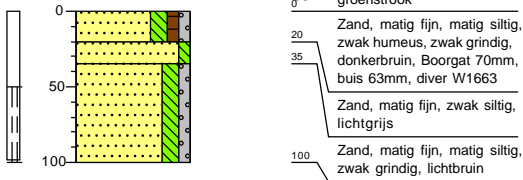
Boring: B02

X: 212265.14
Y: 432367.38
Boormeester: Joris Scharnigg



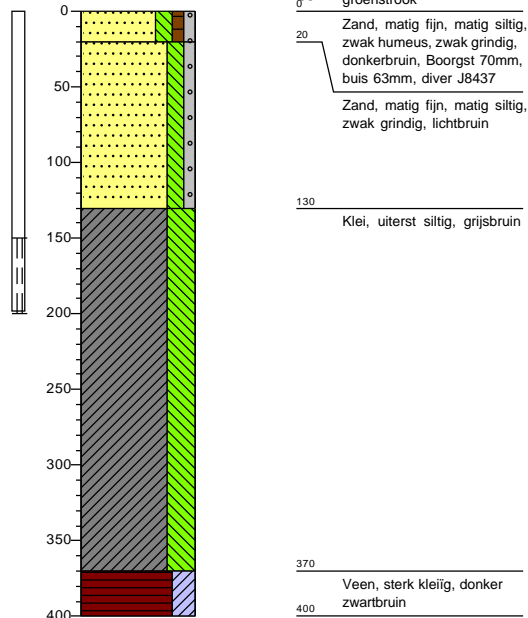
Boring: I01


X: 212354.43
Y: 432330.49
Boormeester: Joris Scharnigg



Boring: I02

X: 212264.68
Y: 432367.44
Boormeester: Joris Scharnigg

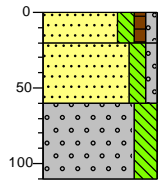


 ADVISEURS ONTWERPERS INGENIEURS	Locatie	Stokkum	Projectcode:	MON050
			Schaal:	1: 50
	Boormeester:		Getekend volgens: NEN 5104	

Boring: B05

X: 212289.43
Y: 432272.16

Boormeester: Joris Scharnigg

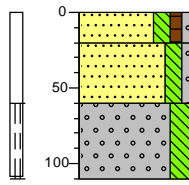


- 0 groenstrook
- 20 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin
- 60 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, lichtbruin
- 110 Grind, matig grof, siltig, grijsbruin, Gestaakt op 110vm-mv vanwege grindpakket

Boring: I05

X: 212289.63
Y: 432270.69

Boormeester: Joris Scharnigg

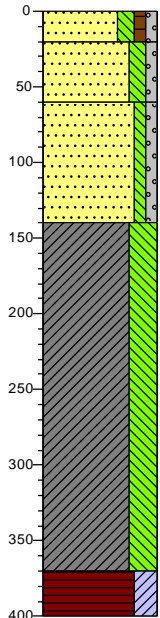


- 0 groenstrook
- 20 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Boorgat 70mm, buis63mm, diver S0693
- 60 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, lichtbruin
- 110 Grind, matig grof, siltig, grijsbruin, Gestaakt op 110vm-mv vanwege grindpakket

Boring: B04

X: 212259.02
Y: 432314.75

Boormeester: Joris Scharnigg

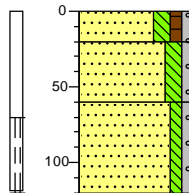


- 0 groenstrook
- 20 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin
- 60 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, lichtbruin
- Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, licht beigebruin
- 140 Klei, uiterst siltig, neutraal grijsbruin
- 370 Veen, sterk kleiig, donker zwartbruin
- 400


Boring: I04

X: 212262.72
Y: 432314.05

Boormeester: Joris Scharnigg

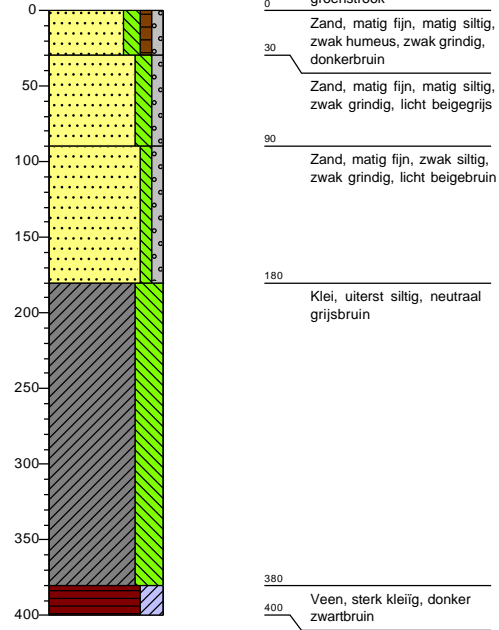


- 0 groenstrook
- 20 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Boorgat 70mm, buis 63mm, diver AM150
- 60 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, lichtbruin
- 120 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, licht beigebruin

 ADVISEURS ONTWERPERS INGENIEURS	Locatie	Stokkum	Projectcode:	MON050
			Schaal:	1: 50
	Boormeester:		Getekend volgens: NEN 5104	

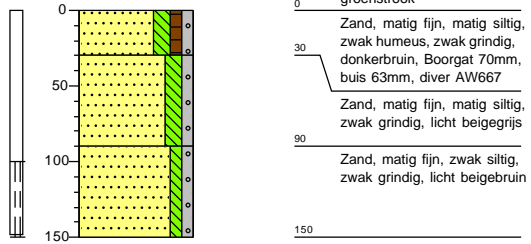
Boring: B03


X: 212226.06
 Y: 432392.74
 Boormeester: Joris Scharnigg



Boring: I03

X: 212226.30
 Y: 432393.17
 Boormeester: Joris Scharnigg



 ADVISEURS ONTWERPERS INGENIEURS	Locatie	Stokkum	Projectcode:	MON050
			Schaal:	1: 50
	Boormeester:		Getekend volgens: NEN 5104	

Bijlage 2: Berekeningen doorlatendheid

Boring: I01
 Divernummer: W1663
 Luchtdruk: 1033,675
 r[cm]: 3,15

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	160,00	
LOG h0 [cm]	22,517	
LOG ht [cm]	1,342	
r [cm]	3,15	
k m/dag	17,94	
Luchtdruk: 1033,675		
woensdag 12 oktober 2022 07:58:59 .0	1056,192	22,517
woensdag 12 oktober 2022 08:01:39 .0	1035,017	1,342
7:58:59		
8:01:39		
0:02:40		
160,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	266,00	
LOG h0 [cm]	24,442	
LOG ht [cm]	1,983	
r [cm]	3,15	
k m/dag	10,17	
Luchtdruk: 1033,675		
woensdag 12 oktober 2022 08:07:47 .0	1058,117	24,442
woensdag 12 oktober 2022 08:12:13 .0	1035,658	1,983
8:07:47		
8:12:13		
0:04:26		
266,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	316,00	
LOG h0 [cm]	23,508	
LOG ht [cm]	0,875	
r [cm]	3,15	
k m/dag	10,01	
Luchtdruk: 1033,675		
woensdag 12 oktober 2022 08:48:35 .0	1057,183	23,508
woensdag 12 oktober 2022 08:53:51 .0	1034,55	0,875
8:48:35		
8:53:51		
0:05:16		
316,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	284,00	
LOG h0 [cm]	25,258	
LOG ht [cm]	2,625	
r [cm]	3,15	
k m/dag	8,88	
Luchtdruk: 1033,675		
woensdag 12 oktober 2022 08:18:21 .0	1058,933	25,258
woensdag 12 oktober 2022 08:23:05 .0	1036,3	2,625
8:18:21		
8:23:05		
0:04:44		
284,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	398,00	
LOG h0 [cm]	26,542	
LOG ht [cm]	1,225	
r [cm]	3,15	
k m/dag	7,88	
Luchtdruk: 1033,675		
woensdag 12 oktober 2022 08:59:59 .0	1060,217	26,542
woensdag 12 oktober 2022 09:06:37 .0	1034,9	1,225
8:59:59		
9:06:37		
0:06:38		
398,00		

Boring: I02
 Divernummer: j8437
 Luchtdruk: 1038,52
 r[cm]: 3,15

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	9198,00	
LOG h0 [cm]	46,958	
LOG ht [cm]	12,6	
r [cm]	3,15	
k m/dag	0,18	
Luchtdruk:	1038,52	
woensdag 12 oktober 2022 08:07:46 .0	1085,48	46,958
woensdag 12 oktober 2022 10:41:04 .0	1051,12	12,6
8:07:46		
10:41:04		
2:33:18		
9198,00		

Boring: I03
 Divernummer: aw667
 Luchtdruk: 1044,058
 r[cm]: 3,15

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	42,00	
LOG h0 [cm]	20,767	
LOG ht [cm]	2,8	
r [cm]	3,15	
k m/dag	52,77	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 09:12:31 .0	1064,825	20,767
woensdag 12 oktober 2022 09:13:13 .0	1046,858	2,8
9:12:31		
9:13:13		
0:00:42		
42,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	98,00	
LOG h0 [cm]	32,084	
LOG ht [cm]	1,109	
r [cm]	3,15	
k m/dag	35,08	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 09:31:13 .0	1076,142	32,084
woensdag 12 oktober 2022 09:32:51 .0	1045,167	1,109
9:31:13		
9:32:51		
0:01:38		
98,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	88,00	
LOG h0 [cm]	33,775	
LOG ht [cm]	2,042	
r [cm]	3,15	
k m/dag	35,21	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 09:15:21 .0	1077,833	33,775
woensdag 12 oktober 2022 09:16:49 .0	1046,1	2,042
9:15:21		
9:16:49		
0:01:28		
88,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	84,00	
LOG h0 [cm]	30,042	
LOG ht [cm]	3,559	
r [cm]	3,15	
k m/dag	29,42	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 09:44:17 .0	1074,1	30,042
woensdag 12 oktober 2022 09:45:41 .0	1047,617	3,559
9:44:17		
9:45:41		
0:01:24		
84,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	88,00	
LOG h0 [cm]	27,709	
LOG ht [cm]	2,625	
r [cm]	3,15	
k m/dag	30,00	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 09:19:31 .0	1071,767	27,709
woensdag 12 oktober 2022 09:20:59 .0	1046,683	2,625
9:19:31		
9:20:59		
0:01:28		
88,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	60,00	
LOG h0 [cm]	17,034	
LOG ht [cm]	0,759	
r [cm]	3,15	
k m/dag	47,03	
Luchtdruk: 1044,058		
woensdag 12 oktober 2022 10:16:13 .0	1061,092	17,034
woensdag 12 oktober 2022 10:17:13 .0	1044,817	0,759
10:16:13		
10:17:13		
0:01:00		
60,00		

Boring: I04
 Divernummer: AM150
 Luchtdruk: 1043,71
 r[cm]: 3,15

Omgekeerde boorgatenmethode			Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	16,00		Tijd [sec]	2488,00	
LOG h0 [cm]	8,05		LOG h0 [cm]	42,642	
LOG ht [cm]	-0,116		LOG ht [cm]	7,117	
r [cm]	3,15		r [cm]	3,15	
k m/dag	160,28		k m/dag	0,89	
Luchtdruk:	1043,71		Luchtdruk:	1043,71	
woensdag 12 oktober 2022 08:43:13 .0	1051,76	8,05	woensdag 12 oktober 2022 08:54:41 .0	1086,35	42,642
woensdag 12 oktober 2022 08:43:29 .0	1043,59	-0,116	woensdag 12 oktober 2022 09:36:09 .0	1050,83	7,117
8:43:13			8:54:41		
8:43:29			9:36:09		
0:00:16			0:41:28		
16,00			2488,00		
Omgekeerde boorgatenmethode			Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	22,00		Tijd [sec]	3364,00	
LOG h0 [cm]	16,1		LOG h0 [cm]	40,717	
LOG ht [cm]	0,175		LOG ht [cm]	16,917	
r [cm]	3,15		r [cm]	3,15	
k m/dag	142,88		k m/dag	0,33	
Luchtdruk:	1043,71		Luchtdruk:	1043,71	
woensdag 12 oktober 2022 08:45:13 .0	1059,81	16,1	woensdag 12 oktober 2022 09:38:43 .0	1084,43	40,717
woensdag 12 oktober 2022 08:45:35 .0	1043,88	0,175	woensdag 12 oktober 2022 10:34:47 .0	1060,63	16,917
8:45:13			9:38:43		
8:45:35			10:34:47		
0:00:22			0:56:04		
22,00			3364,00		

Boring: I05
 Divernummer: s0693
 Luchtdruk: 1050,83
 r[cm]: 3,15

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	104,00	
LOG h0 [cm]	26,658	
LOG ht [cm]	8,225	
r [cm]	3,15	
k m/dag	13,83	
Luchtdruk: 1050,83		
woensdag 12 oktober 2022 08:27:41 .0	1077,48	26,658
woensdag 12 oktober 2022 08:29:25 .0	1059,05	8,225
8:27:41		
8:29:25		
0:01:44		
104,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	368,00	
LOG h0 [cm]	40,658	
LOG ht [cm]	2,042	
r [cm]	3,15	
k m/dag	9,08	
Luchtdruk: 1050,83		
woensdag 12 oktober 2022 08:31:33 .0	1091,48	40,658
woensdag 12 oktober 2022 08:37:41 .0	1052,87	2,042
8:31:33		
8:37:41		
0:06:08		
368,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	366,00	
LOG h0 [cm]	34,65	
LOG ht [cm]	1,692	
r [cm]	3,15	
k m/dag	8,94	
Luchtdruk: 1050,83		
woensdag 12 oktober 2022 08:50:25 .0	1085,48	34,65
woensdag 12 oktober 2022 08:56:31 .0	1052,52	1,692
8:50:25		
8:56:31		
0:06:06		
366,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	426,00	
LOG h0 [cm]	33,483	
LOG ht [cm]	1,867	
r [cm]	3,15	
k m/dag	7,41	
Luchtdruk: 1050,83		
woensdag 12 oktober 2022 09:04:55 .0	1084,31	33,483
woensdag 12 oktober 2022 09:12:01 .0	1052,69	1,867
9:04:55		
9:12:01		
0:07:06		
426,00		

Omgekeerde boorgatenmethode		
Tijd [sec]	342,00	
LOG h0 [cm]	26,483	
LOG ht [cm]	1,692	
r [cm]	3,15	
k m/dag	8,55	
Luchtdruk: 1050,83		
woensdag 12 oktober 2022 09:41:11 .0	1077,31	26,483
woensdag 12 oktober 2022 09:46:53 .0	1052,52	1,692
9:41:11		
9:46:53		
0:05:42		
342,00		

Bijlage 3: Ontwerp

