



## Enschede, Molenstraat Zuid

28 januari 2022

**Kenmerk** R001-1284886LFK-V01

## Verantwoording

<b>Titel</b>	Enschede, Molenstraat Zuid
<b>Opdrachtgever</b>	Gemeente Enschede
<b>Projectleider</b>	Jeroen Grondman
<b>Auteur(s)</b>	Laura Korte
<b>Tweede lezer</b>	Erwin Stamsnijder
<b>Projectnummer</b>	1284886
<b>Aantal pagina's</b>	20
<b>Datum</b>	28 januari 2022
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

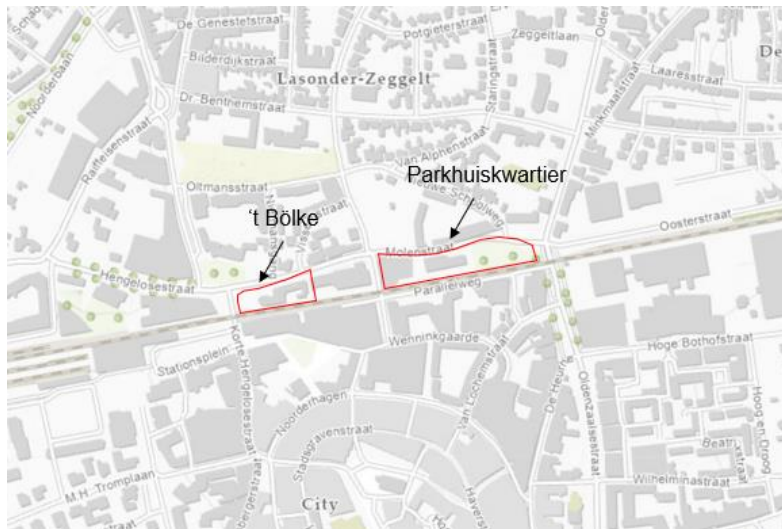
TAUW bv  
Handelskade 37  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
T +31 57 06 99 91 1  
E info.deventer@tauw.com

## Inhoud

1	Inleiding .....	4
2	Geohydrologisch onderzoek.....	6
2.1	Maaiveldhoogte.....	6
2.2	Regionale bodemopbouw .....	6
2.3	Lokale bodemopbouw .....	7
2.4	Doorlatendheid.....	8
2.5	Grondwaterstanden.....	8
2.6	Ontwatering.....	12
2.7	Resumé geohydrologie en infiltratiemogelijkheden.....	13
3	Klimaatscenario's .....	14
3.1	Huidige en toekomstige klimaatknelpunten.....	14
4	Conclusies en advies.....	17
Bijlage 1	Ligging onderzoekslocatie	
Bijlage 2	Relevante boorgegevens	

## 1 Inleiding

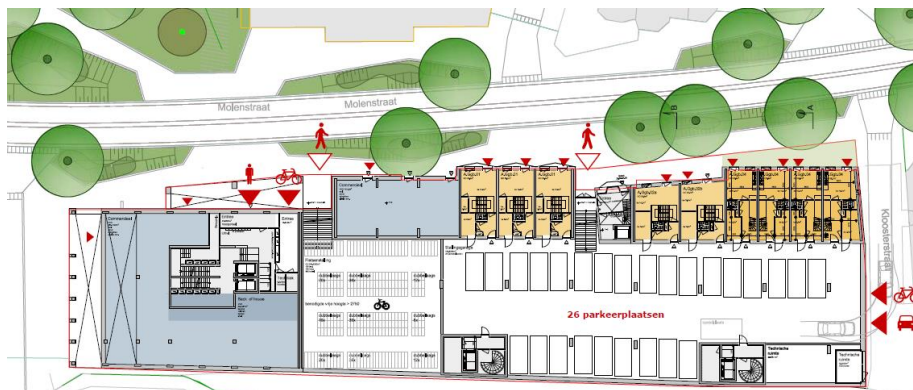
De gemeente Enschede is voornemens de ‘Molenstraat zuid’ te ontwikkelen. De ontwikkeling betreft een tweetal locaties, namelijk de locatie ‘t Bólke en de locatie Pakhuiskwartier. In figuur 1.1 is een overzicht van de twee locaties opgenomen.



Figuur 1.1 Overzicht ligging onderzoekslocaties ‘t Bólke en Pakhuiskwartier

### ‘t Bólke

Deze ontwikkeling (3.000 m<sup>2</sup>) bestaat uit het behoud van de woning aan de Molenstraat 12, de nieuwbouw van appartementen en GGB woningen, een overdekte parkeergarage op de begane grond met daarboven een groen binnenhof op de 1<sup>ste</sup> verdieping. De locatie zal volledig verhard worden.



Figuur 1.2 Stedenbouwkundig ontwerp begane grond ‘t Bólke

### Pakhuiskwartier

Deze ontwikkellocatie (7.500 m<sup>2</sup>) bestaat uit de realisatie van bouwkavels in een parkachtige groene structuur (> 25 % onverhard) met duidelijke zichtlijnen.



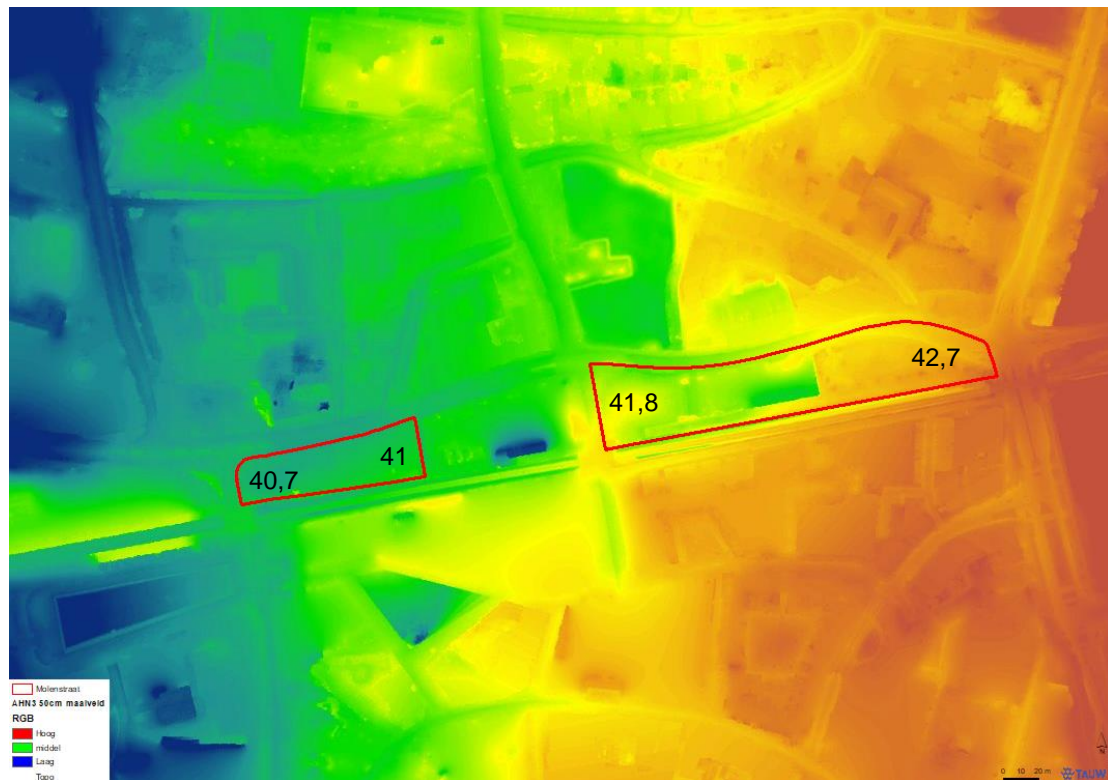
*Figuur 1.3 Stedenbouwkundige visie Pakhuiskwartier*

Als input op de waterparagraaf, het ontwerp van de riolering en waterhuishouding en als basis voor op te stellen bemalingsadviezen is een nauwkeurige beschrijving van de geohydrologische situatie (randvoorwaarden) en de infiltratie(on)mogelijkheden gewenst. Daarnaast is het zinvol de knelpunten en kansen ten aanzien van klimaat inzichtelijk te krijgen, zodat daar in het stedenbouwkundig ontwerp rekening mee gehouden kan worden. Voor dit onderdeel is een wateronderzoek aangeboden waarbij in eerste instantie alleen een bureauonderzoek wordt uitgevoerd.

## 2 Geohydrologisch onderzoek

### 2.1 Maaiveldhoogte

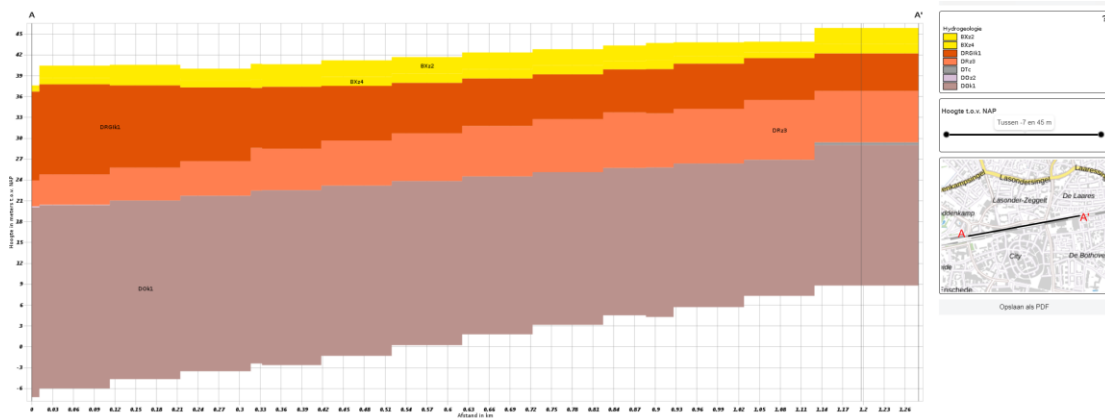
Uit het actueel hoogtebestand (AHN3) blijkt dat de maaiveldhoogte van de twee locaties oploopt richting het Pakhuiskwartier. Ter plaatse van de locatie 't Bólke heeft het maaiveld een gemiddelde hoogte van +40,7 m NAP tot +41 m NAP. Ter plaatse van de locatie aan het Pakhuiskwartier heeft het maaiveld een hoogte van +41,8 m NAP tot NAP +42,7 m. In figuur 2.1 is de ligging van de twee locatie ten opzichte van de maaiveldhoogte weergegeven. De globale ligging van de locatie is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 2.1 Maaiveld­hoogte­verloop op basis van Actueel Hoogtebestand Nederland 3. Ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven met rode vakken.

### 2.2 Regionale bodemopbouw

In figuur 2.2 is een dwars­profiel van de bodemopbouw weergegeven op basis van het REGISII model. Het dwars­profiel geeft de bodemopbouw van de Molenstraat in west (A)- oost (A') richting aan. Op het westelijk gedeelte (A) bevindt zich de locatie aan 't Bólke, op het oostelijk gedeelte (A') bevindt zich de locatie aan het Pakhuiskwartier.



Figuur 2.1 Uitsnede REGISII model Kuipersdijk

In tabel 2.1 is de bodemopbouw opgenomen welke is gebaseerd op nabijgelegen TNO boringen uit het DINOloket Omdat de twee locaties dicht bij elkaar liggen, kan de bodemopbouw voor beide locaties als één geheel worden beschouwd. Voor een overzicht van de regionale bodemopbouw zijn enkele boringen opgenomen in bijlage 2.

Tabel 2.1 Regionale bodemopbouw

Traject (m-mv)	Samenstelling (m NAP)	Oorsprong	Geohydrologische eenheid
0 tot 3 à 5	41,5 tot 38,0	Fijn zand	Formatie van Boxtel
3 à 5 tot 12,5	38,0 tot 30,5	Leem (klei)	Formatie van Drente
12,5 tot 19	30,5 tot 24,0	Zand	Formatie van Drente
>19	>24,0	Klei	Formatie van Dongen

Uit de boringen uit Dinoloket blijkt dat het freatisch pakket uit zand bestaat met een dikte van circa 3 tot 5,0 meter. In de bovenste meters is het zand ingedeeld in categorie fijn- tot middenkorrelig. Onder het freatisch pakket bevindt zich tot circa 12,5 meter een deklaag uit leem (klei) en vervolgens tot circa 19 meter een watervoerende laag uit zand. Daaronder beginnen de Tertiaire afzettingen welke voor dit advies als ondoorlatende laag is beschouwd.

### 2.3 Lokale bodemopbouw

De lokale bodemopbouw is afgeleid van eerder uitgevoerd bodemonderzoek ter plaatse de twee locaties<sup>1</sup> en <sup>2</sup>. Uit de boorprofielen (zie bijlage 2) blijkt dat de bodemopbouw redelijk overeen komt met de regionale gegevens. Tot een diepte van 4,0 m -mv is het freatisch zandpakket aanwezig. De bovengrond is plaatselijk sterk humeus, naar de ondergrond toe wordt de grond leemachtig. In boring 21 (pakhuiskwartier) is ondiep op 3,0 m -mv een leemlaag waargenomen.

<sup>1</sup> Actualiserend bodemonderzoek plangebied 'Centrumkwadraat' te Enschede, Bilfinger, 16015001, d.d. 27 februari 2020

<sup>2</sup> Geohydrologisch onderzoek plangebied Spoorzone Enschede, Tebodin,3415001, november 2009

## 2.4 Doorlatendheid

In het geohydrologisch onderzoek is zeer beperkt onderzoek gedaan naar de doorlatendheid. In plangebied 't Bólke is één meting van de verzadigde doorlatendheid bekend (T7, traject 3,0-4,0 k-waarde 1,5 m/d). Op basis van expert judgement wordt voor de bovenste meters van fijn tot matig fijn zand een doorlatendheid van 1 tot 5 m/dag ingeschat. De doorlatendheid van de leem/kleilaag is verwaarloosbaar (0,05 m/d).

## 2.5 Grondwaterstanden

Om inzicht te krijgen in de (fluctuatie van de) grondwaterstanden is een inventarisatie uitgevoerd naar beschikbare en relevante grondwaterstandsmeetreeksen. Uit het databestand van het grondwatermeetnet van de gemeente Enschede zijn peilbuizen geselecteerd (nabij de locatie) met meetreeksen van enkele jaren.

Op basis van de meetreeksen zijn de volgende representatieve grondwaterstanden afgeleid:

- De representatieve hoge grondwaterstand (RHG)
- De gemiddelde grondwaterstand (GG)
- De representatieve lage grondwaterstand (RLG)

De geselecteerde peilbuizen met afgeleide grondwaterstanden en eenmalig gemeten peilbuizen van het bodemonderzoek uit 2020 zijn opgenomen in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Grondwaterstandgegevens meetnet Enschede (m +NAP)

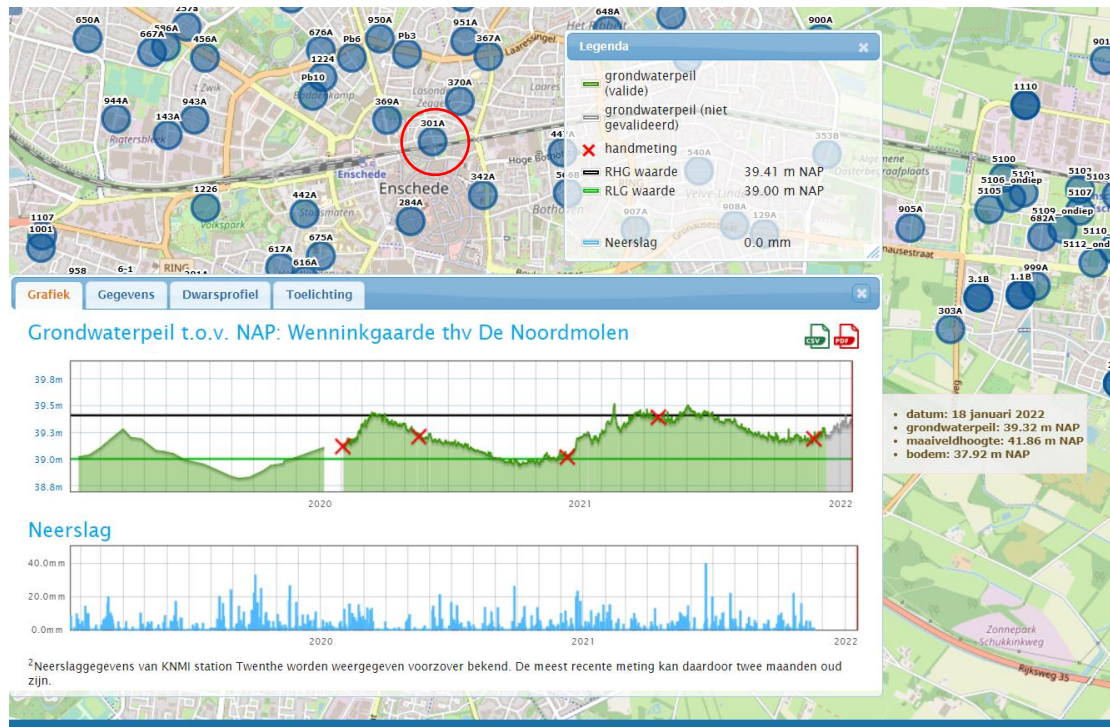
Meetpunt	Maaiveld hoogte	Filterstelling (m -mv)	Meetperiode	RHG	GG	RLG	gws (m -mv)
<i>Geselecteerde peilbuizen grondwatermeetnet gemeente Enschede</i>							
301A	41,79	2,11	3,61	1980-2021	39,4	38,9	38,41
342A	43,53	3,9	4,4	1981-2021	41,53	41,02	40,54
365A	39,75	2,9	3,9	2015-2017	38,37	38,03	37,69
369A	40,16	3,8	4,3	1983-2021	38,9	37,92	37,56
370A	42,29	2,05	3,55	1983-2021	40,99	40,08	39,37
<i>Eenmalig gemeten peilbuizen (bodemonderzoek februari 2020)</i>							
A21	42,37*	3,00	4,00	Februari 2020	39,8 <sup>#</sup>		2,55
A53	42,03*	2,70	3,70	Februari 2020	39,8 <sup>#</sup>		2,20
A54	41,70*	2,70	3,70	Februari 2020	39,3 <sup>#</sup>		2,40
A75	40,70*	3,00	4,00	Februari 2020	38,7 <sup>#</sup>		2,00
A92	41,08*	3,00	4,00	Februari 2020	38,5 <sup>#</sup>		2,55

\*schatting op basis van AHN

<sup>#</sup>RHG op basis van meting in februari (winter) maaiveldhoogte – gemeten grondwaterstand

Peilbuis 301A bevindt zich in het midden van de twee locaties. In figuur 2.2 is de fluctuatie van de afgelopen drie jaren van het grondwater in peilbuis 301A opgenomen. De laatste verwachte grondwaterstand van 18 januari 2022 ligt op 2,54 m -mv. De grondwaterstand komt goed overeen met de eenmalige metingen uit de winterperiode in februari 2020 (2,0-2,55 m -mv).

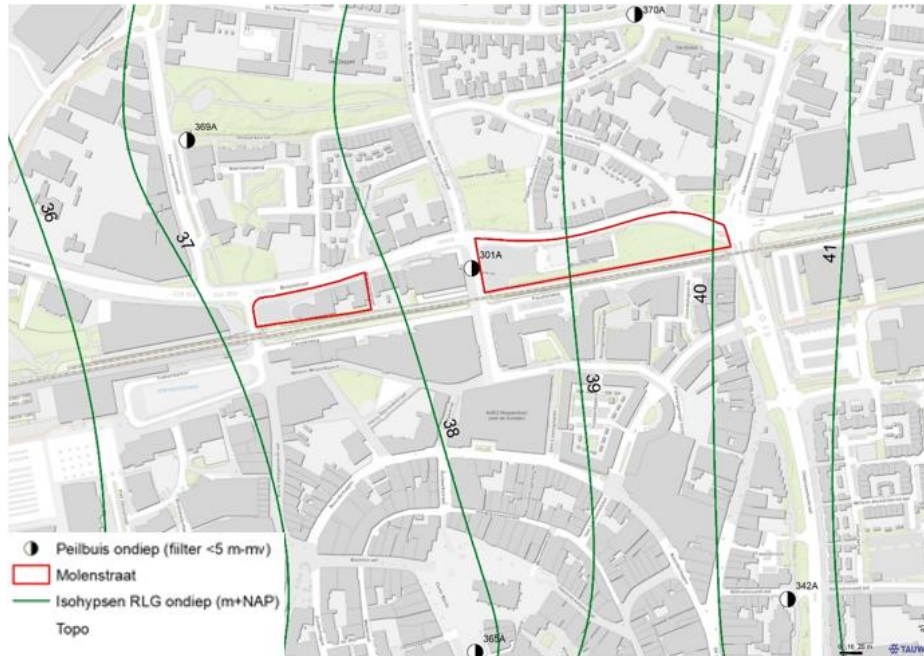




Figuur 2.2 Grondwaterfluctuatie aan de Molenstraat ter plaatse van peilbuis 301A

Op basis van de beschikbare grondwaterstanden van de omgeving van de onderzoekslocatie (TNO peilbuizen en grondwatermeetnet Enschede) zijn door middel van interpolatie (methode 'Kriging') twee isohypsenkaarten vervaardigd van de RHG en de RLG. De isohypsenkaarten zijn opgenomen in figuur 2.3.



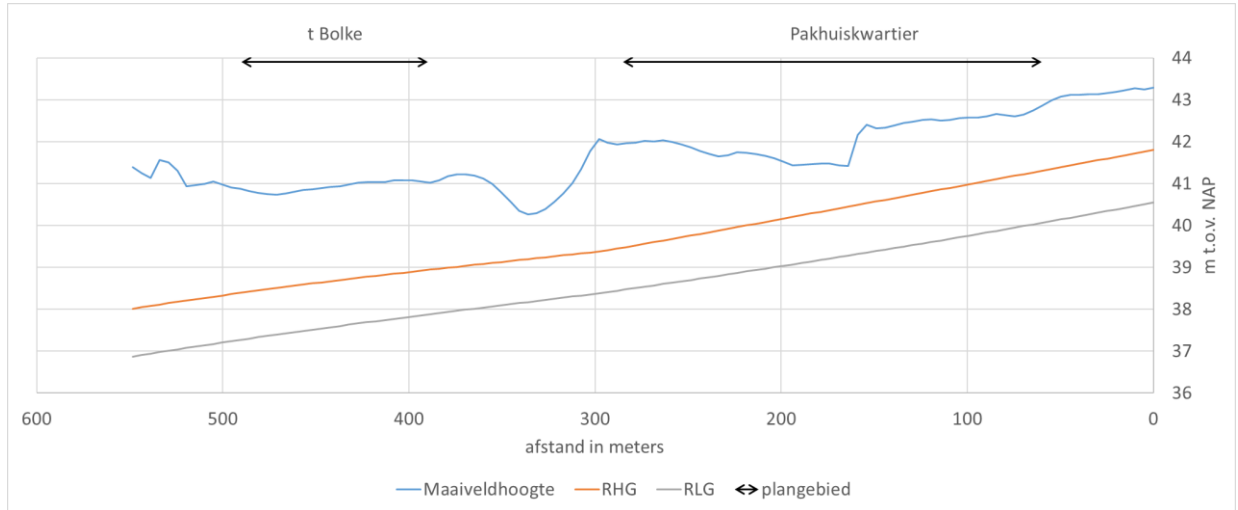


Figuur 2.3 boven: 'Kriging' Isohypsenaart RHG (m +NAP), onder: 'Kriging' Isohypsenaart RLG (m +NAP)

Uit de gegevens wordt afgeleid dat sprake is van een westelijke grondwaterstromingsrichting). De eenmalig gemeten grondwaterstanden in de winterperiode van 2020 komen redelijk goed overeen met de RHG van het model (vgl. tabel 2.2.). Alleen in peilbuis A21 is een behoorlijke afwijking gemeten van circa 1,0 meter (de grondwaterstand staat in de praktijk lager dan conform het model).

De RHG, RLG en de maaiveldhoogte zijn opgenomen in figuur 2.4. Uit het overzicht wordt zichtbaar dat ter plaatse van de locatie 't Bólke sprake is van een onverzadigde zone (in de winter) van circa 2,5 tot 3,0 meter . Deze dikte komt goed overeen met de eenmalig gemeten grondwaterstanden (peilbuis A75 en A92) in de winterperiode 2020. Aan de locatie van het Pakhuiskwartier blijkt plaatselijk sprake van een onverzadigde zone in de winter á 1,5 meter. Plaatselijk is dit ondieper als gevolg van een "gat" in het maaiveld in het midden van de planlocatie.

**Kenmerk** R001-1284886LFK-V01



*Figuur 2.4 Dwarsprofiel RHG en RLG ten opzichte van het maaiveld*

## 2.6 Ontwatering

Door verschil in maaiveldhoogte kunnen op relatief korte afstand (400 meter) verschillen aanwezig zijn in de lokale grondwaterstand ten opzichte van maaiveld (verschil in grondwaterstand van de locatie aan het Pakhuiskwartier en de locatie 't Bólke bedraagt bijna 1,5 meter). Om daarin meer inzicht te krijgen, heeft op basis van de isohypsenkaarten een analyse plaatsgevonden van de huidige ontwateringsdiepte (in meters) op basis van de grondwaterstand in een winterperiode (RHG) minus de maaiveldhoogte (m NAP). De berekende ontwateringsdiepten zijn weergegeven in figuur 2.5.

Uit de ontwateringskaart blijkt dat in de huidige situatie voldoende ontwatering ( $>0,7$  m -mv) aanwezig is.

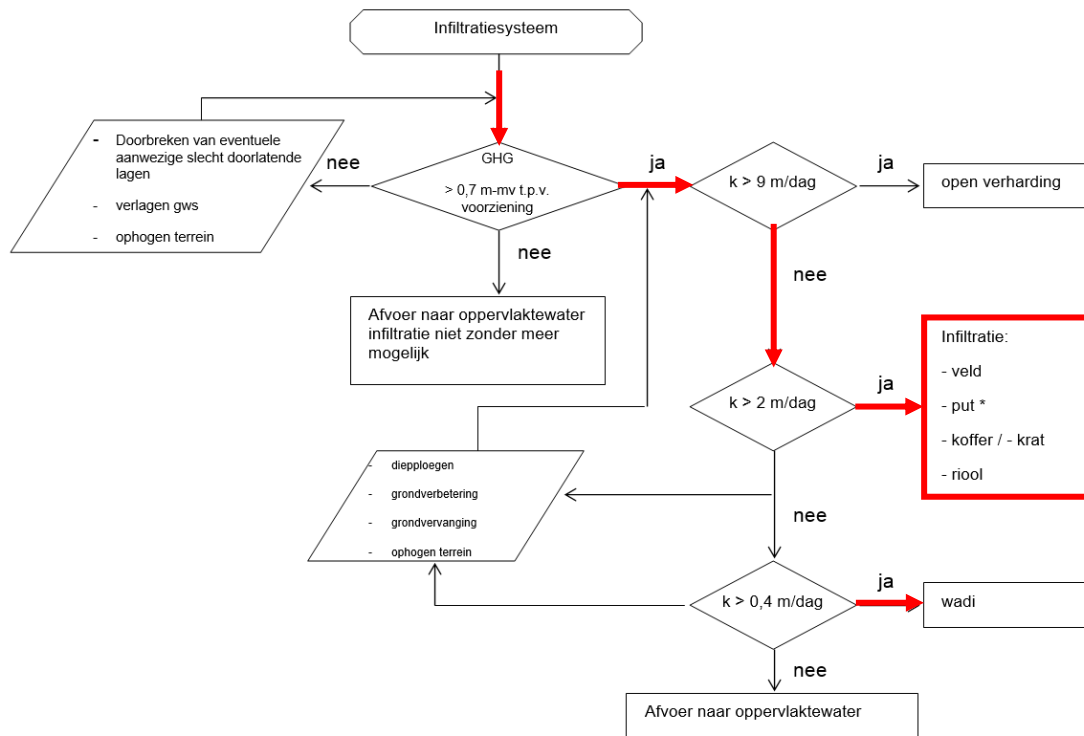


Figuur 2.5 Ontwateringsdiepte tijdens RHG (m)

## 2.7 Resumé geohydrologie en infiltratiemogelijkheden

Uit het geohydrologisch onderzoek volgt dat freatisch pakket uit een 2,5 tot 5,0 meter dikke zandlaag bestaat. Het zand heeft een geschatte doorlatendheid van circa 1 tot 5 m/dag. Onder het zand bevindt zich leem met een verwaarloosbare doorlatendheid (ingeschat op circa 0,01 m/d). Het grondwater bevindt zich in een winterperiode (RHG) op circa 1,5 m -mv voor de locatie aan het Pakhuiskwartier en op circa 2,5 m -mv voor de locatie aan 't Bólke.

Op basis van de geohydrologische situatie is de haalbaarheid van het toepassen van een infiltratie via het maaiveld getoetst. In figuur 2.6 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de heersende grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslismethodiek.



gws: grondwaterstand  
 GHG: gemiddeld hoogste grondwaterstand  
 m-mv: meter beneden het maaiveld  
 k: doorlatendheid van de bodem  
 \* voor een infiltratieput moet de grondwaterstand lager zijn dan 1,5 m-mv

Figuur 2.6 Mogelijkheden voor infiltratie hemelwater (bron: Hemelwater binnen perceelgrens, SBR/ISSO, publicatie 70\_1, mei 2002)

Uitgaande van de geohydrologische situatie is infiltratie via het veld, put, koffer/- krat en riool aanbevolen. Ook de toepassing van wadi's behoort tot de mogelijkheden.

### 3 Klimaatscenario's

#### 3.1 Huidige en toekomstige klimaatknelpunten

Om inzicht te krijgen in mogelijke klimaatknelpunten voor de thema's overstromingen, wateroverlast, hitte, droogte is de klimaateffectatlas ([www.klimaateffectatlas.nl](http://www.klimaateffectatlas.nl)) geraadpleegd. Daarnaast is uit de 'water op straat kaart' van gemeente Enschede afgeleid of in het plangebied wateroverlast op straat voor kan komen.

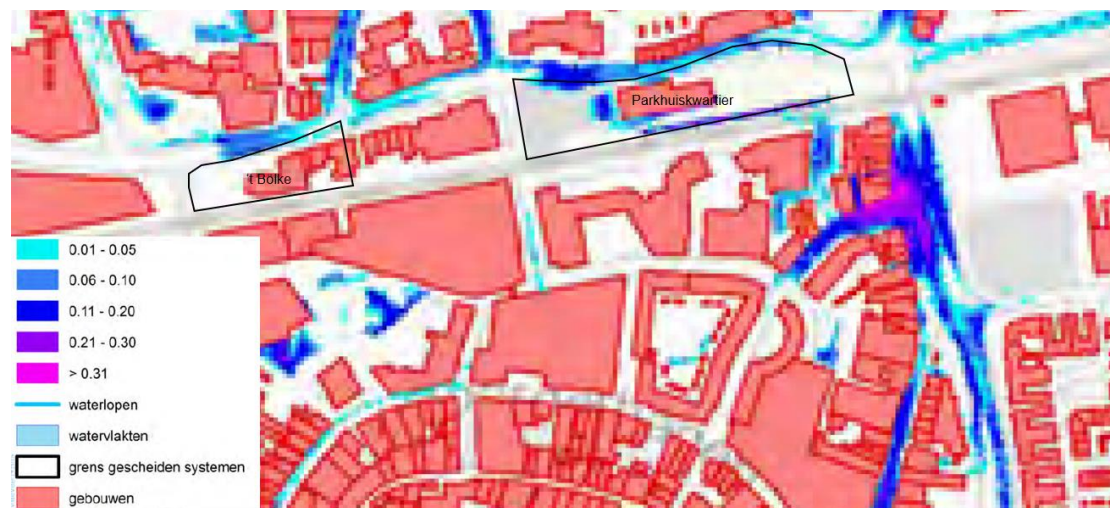
Onderstaand zijn de resultaten per thema opgenomen met de daarop baserende aandachtspunten voor de toekomst.

##### Overstromingsrisico's

Uit de risicokaarten van het klimaateffectatlas is gebleken dat het plangebied niet is gesitueerd in een overstromingsgevoelig gebied (huidig en situatie 2050). Op basis hiervan vormt dit onderdeel geen aandachtspunt voor de herinrichting van het gebied.

##### Wateroverlast op straat

Uit de water op straat van gemeente Enschede (zie figuur 3.1) is gebleken dat in de Molenstraat aan de noordzijde van de locaties, en met name in het "gat in maaiveld op het Pakhuiskwartier wateroverlast op straat en het maaiveld plaatsvindt. De overlast bedraagt een waterhoogte van circa 10 à 20 cm na extreme buien, die gedurende ieder 100 jaar (T=100) optreden.

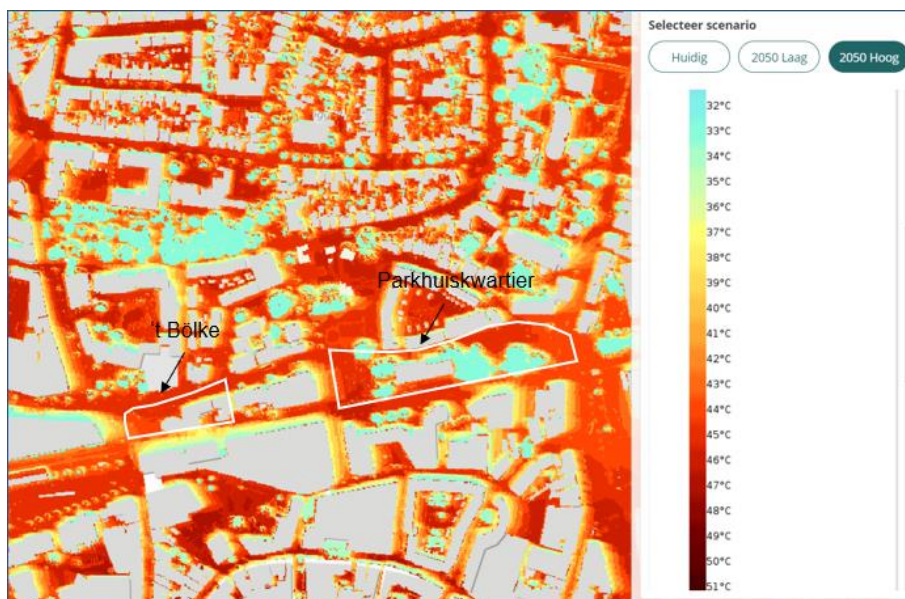
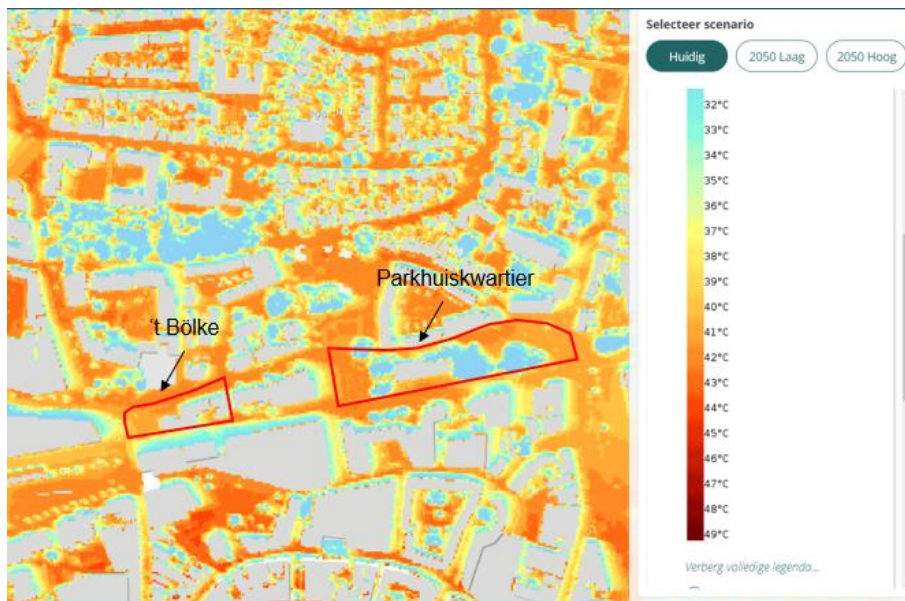


Figuur 3.1 Water op straat na een extreme bui (m). Bron: Overzicht water-op-sstraat, Witteveen+Bos, ES337-5-1, d.d. 13 december 2016

De herontwikkeling biedt kansen voor verbetering van dit knelpunt

Hittestress

Voor hittestress blijkt voor de huidige situatie sprake te zijn van gedurende 1 week van warme nachten (> 20 graden). In het toekomstscenario zal dit mogelijk verschuiven richting 3 weken. De gevoelstemperatuur zal van de huidige temperatuur van maximaal rond de 40 graden toenemen naar maximaal 46-47 graden (zie figuur 3.2). De huidige vegetatie op de locatie, met name aan het Pakhuiskwartier verlaagd de gevoelstemperatuur enorm (huidig circa 32 graad, in 2050 circa 34-35 graad).



Figuur 3.2 Overzicht gevoelstemperatuur huidig (boven) en in 2050 (onder). Bron: [www.klimaat-effectatlas.nl](http://www.klimaat-effectatlas.nl)

**Kenmerk** R001-1284886LFK-V01

De meerwaarde van de groene herinrichting in het Pakhuiskwartier biedt kansen om mee te nemen in de herontwikkeling

Droogtestress

Uit de droogtestress kaart is gebleken dat het plangebied niet is gesitueerd in een gebied met een kans op droogtestress (huidige en toekomstige situatie). Wel kan met de herontwikkeling een verbetering plaatsvinden van droogtestress.

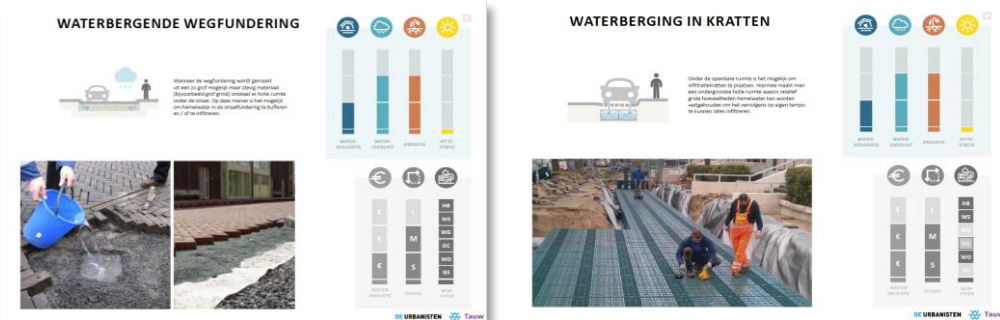


## 4 Conclusies en advies

Uit het geohydrologisch onderzoek is gebleken dat voor het plangebied voldoende infiltratiemogelijkheden bestaan en nagenoeg geen geohydrologische beperkingen aanwezig zijn. Wel wordt geadviseerd bij toepassing van infiltratievoorzieningen nog aanvullend doorlatendheidsmetingen uit te voeren teneinde de dimensionering van infiltratievoorzieningen met realistische doorlatendheden uit te kunnen voeren. Specifiek voor de planlocaties zijn nog een aantal aandachtspunten en kansen opgenomen om te komen tot een klimaatbestendige inrichting.

### 't Bólke

Uit de schetsontwerpen blijkt dat locatie 't Bólke nagenoeg geheel verhard zal gaan worden, waardoor deze locatie gevoelig zal zijn voor hittestress. In het ontwerp is echter wel rekening gehouden met een groene binnentuin alsmede groene gevels, waarmee zowel voor de belevingswaarde als hittestress een verbetering optreedt. Aan de voorzijde richting de Molenstraat zou de aanplant of het behoud van bomen meerwaarde hebben. Voor de waterbergingsopgave wordt geadviseerd om onder de parkeerplaats op de begane grond een infiltratievoorziening toe te passen. De volgende waterberging- en infiltratievoorzieningen worden zeer goed mogelijk geacht:



Naast voorgaande (meer traditionele) oplossingen biedt de herontwikkeling ook mooie kansen om invulling te geven aan het besparen op grond- en drinkwater.

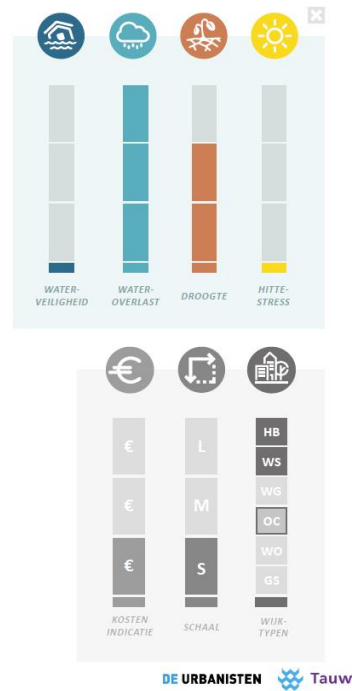


Het is goed mogelijk om onder de parkeerplaats een waterberging (via een kelder, kratten of een ander opslagmedium) te realiseren waarmee het openbaar groen en de binnentuin op warme dagen besproeid kan worden.

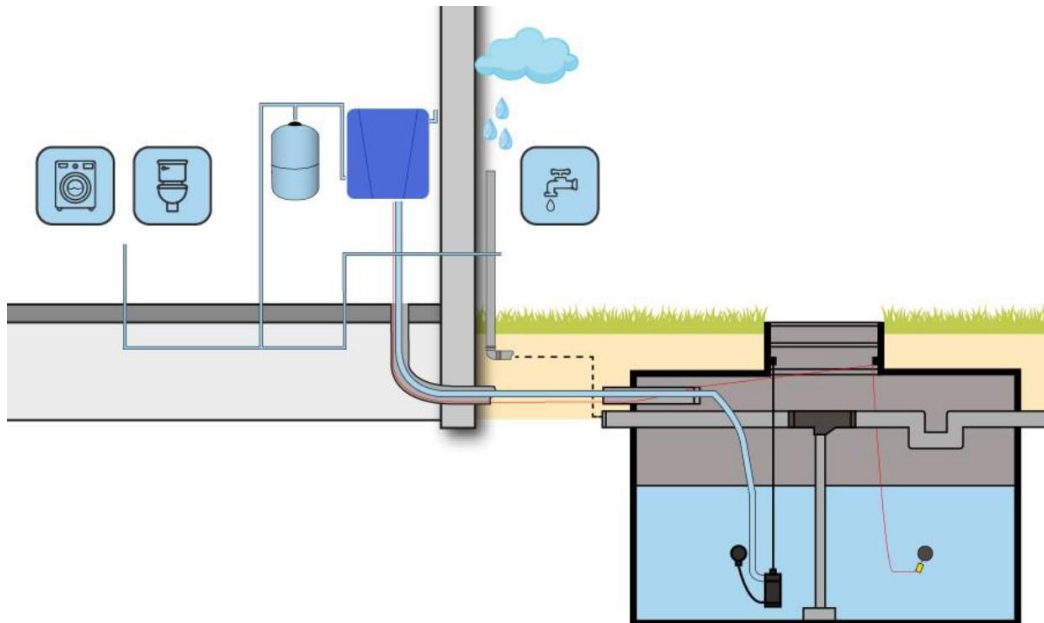
### WATERBERGING ONDER GEBOUW



Neerslag is een waterbron waar men gratis gebruik van kan maken. Er zijn diverse mogelijkheden om water in of onder gebouwen te kunnen vasthouden. Een flexibel voorbeeld is een waterzak die makkelijk in kruipruimtes of kelders kan worden geplaatst. Water kan zo worden opgeslagen en voor verschillende doeleinden worden hergebruikt.



Ook kan gedacht worden aan nuttig hergebruik via een regenwaterhergebruikssysteem.



Bij deze voorzieningen zal een overloop van de waterberging richting een infiltratievoorziening danwel hemelwaterriool moeten worden gerealiseerd. Ook kan gebruik gemaakt worden van een slimme waterberging (stormharvester) die de berging voorafgaand aan een hevige bui laat overlopen op een infiltratievoorziening. Voorgaande oplossingen hebben allen een significante bijdrage in reductie van droogte en geven invulling aan duurzaamheidsambities.

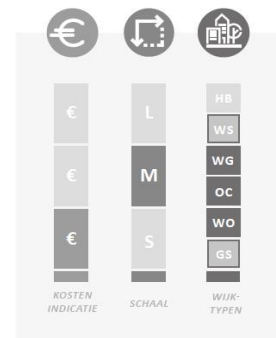
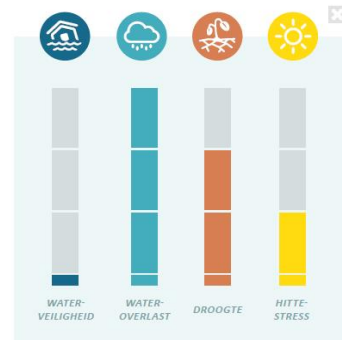
Pakhuiskwartier

Uit de schetsontwerpen blijkt dat binnen locatie het Pakhuiskwartier voldoende ruimte voor openbaar groen is voorzien. Daarmee worden de huidige gunstige omstandigheden ten aanzien van hittestress deels geborgd. Geadviseerd wordt om de groene inrichting te combineren met waterberging- en infiltratie via groen-blaauwe bloemrijke wadi's. De verbetering voor het klimaat (hittestress, droogtestress en wateroverlast) van deze voorzieningen bieden ook meerwaarde voor biodiversiteit en belevingswaarde. Bij het ontwerp wordt geadviseerd om het knelpunt voor wateroverlast in de Molenstraat mee te nemen, aangezien eenvoudig een afvoer richting de wadi plaats kan vinden.

**INFILTRATIEVELD / WADI**



Een infiltratieveld of wadi is een verdiepte groene ruimte waar hemelwater naartoe kan worden geleid. In droge weersomstandigheden is deze ruimte droog en kan de plek een andere functie hebben zoals bijvoorbeeld een speelplek of parkroute.

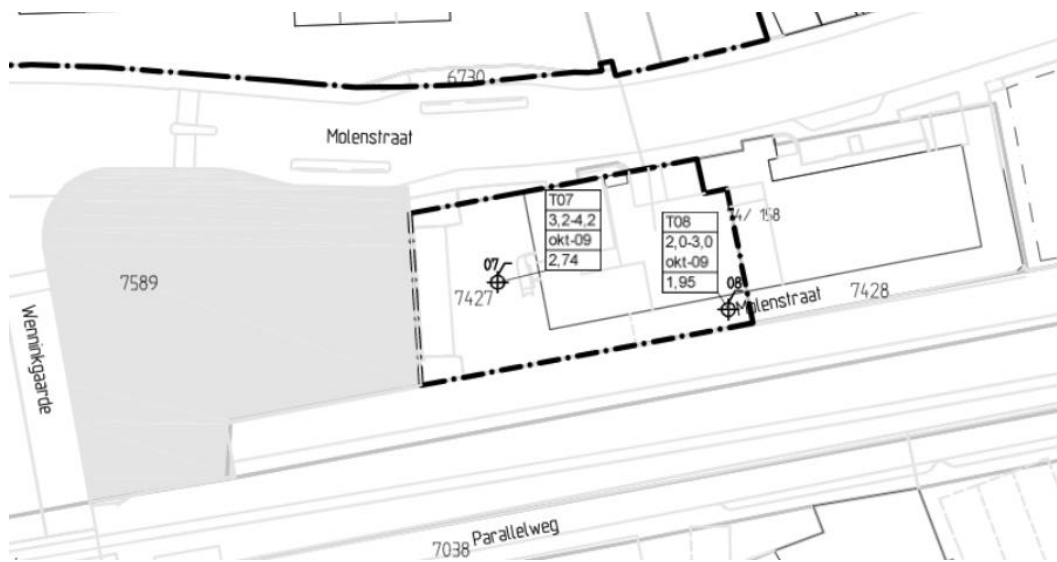
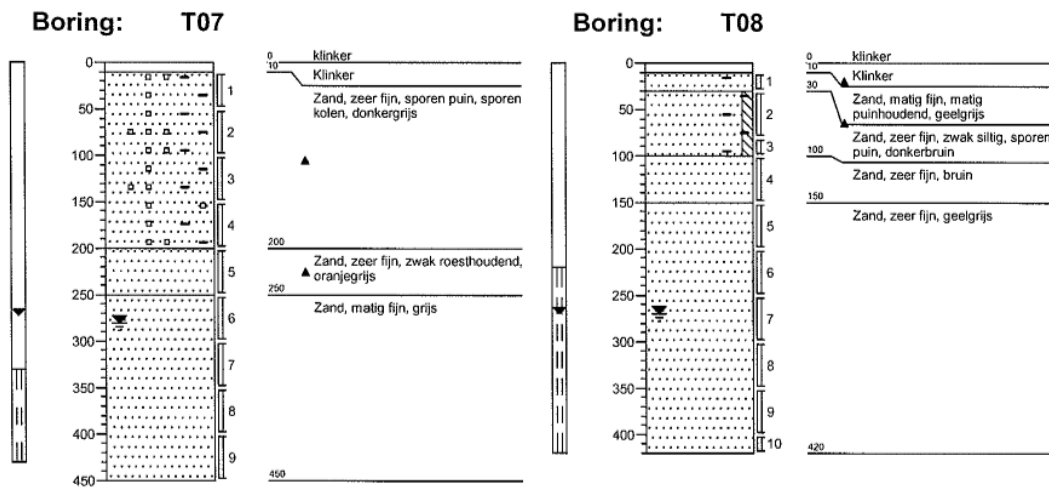


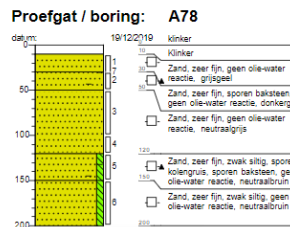
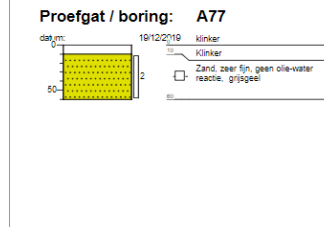
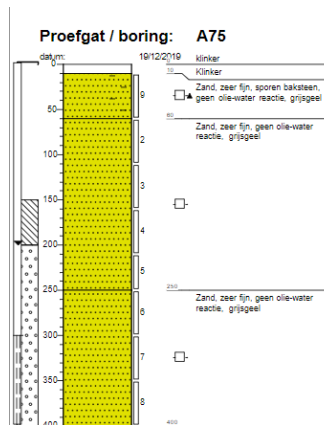
Naast de toepassing van wadi's wordt ook geadviseerd om de schaduwstructuur zoveel mogelijk te behouden door behoud of aanplant van bomen binnen het gebied.

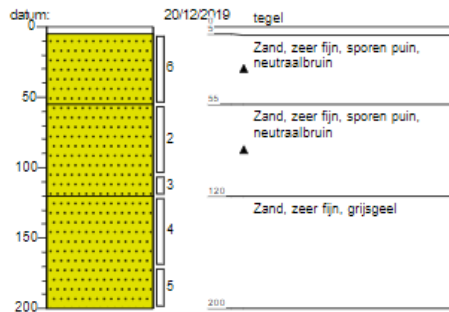
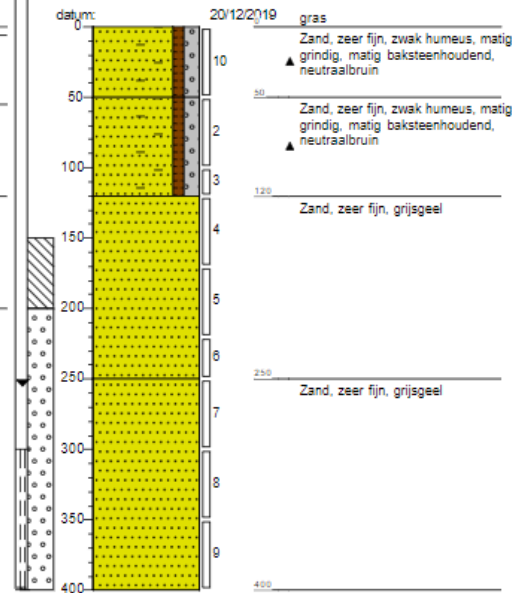
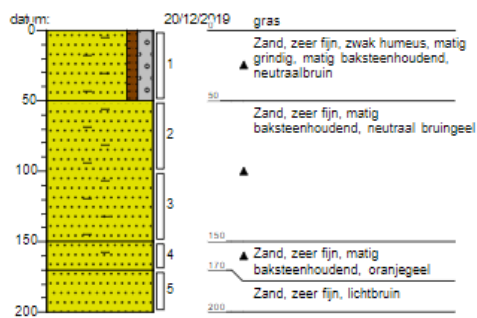
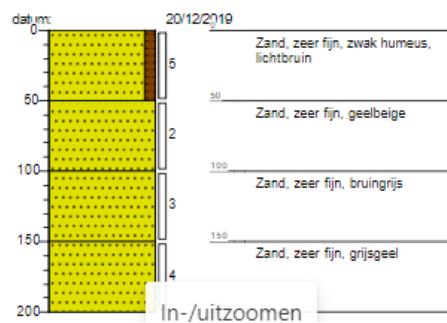
**Bijlage 1****Ligging onderzoekslocatie**

## Bijlage 2 Relevante boorgegevens

't Bolke





**Proefgat / boring: A91**

**Proefgat / boring: A92**

**Proefgat / boring: A93**

**Proefgat / boring: A94**


Pakhuiskwartier

