



WATERTOETS AFHANG FASE D

GRAD ROOSENSTRAAT

TE HORST



**Water**



## Rapportage watertoets Afhang fase D

### Grad Roosenstraat te Horst

<b>Opdrachtgever</b>	BRO Industriestraat 94 5931 PK Tegelen
<b>Rapportnummer</b>	17889.004
<b>Versienummer</b>	D1
<b>Status</b>	Eindrapportage
<b>Datum</b>	18 juli 2022
<b>Vestiging</b>	Brabant Heinz Moormannstraat 1b 5831 AS Boxmeer 0485 - 581818 boxmeer@econsultancy.nl
<b>Opsteller</b>	Mevrouw [REDACTED]
<b>Paraaf</b>	[REDACTED]
<b>Kwaliteitscontrole</b>	De heer [REDACTED]
<b>Paraaf</b>	[REDACTED]

#### *Kwaliteitszorg*

Econsultancy werkt volgens een dynamisch kwaliteits- en milieusysteem, zoals beschreven in het kwaliteits- en milieuhandboek. Ons kwaliteits- en milieusysteem is gecertificeerd volgens de eisen in de NEN-EN-ISO 14001:2015.

## INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING .....	1
2	LOCATIEGEGEVENS .....	2
3	WATERBELEID .....	3
	3.1 Rijksoverheid .....	3
	3.2 Waterschap Limburg .....	3
	3.3 Gemeente Horst aan de Maas .....	5
4	OMGEVINGSASPECTEN .....	6
	4.1 Hoogteligging .....	6
	4.2 Bodemopbouw .....	6
	4.3 Hydrogeologie .....	7
	4.4 Geologie .....	7
	4.5 Grondwater .....	8
	4.6 Oppervlaktewater .....	10
	4.7 Waterveiligheid .....	10
	4.8 Ontwatering .....	13
	4.9 Riolering .....	13
5	GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK .....	14
	5.1 Uitvoering .....	14
	5.2 Lokale bodemopbouw .....	14
	5.3 Grondwaterniveau .....	14
	5.4 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven .....	14
	5.5 Resultaten .....	15
	5.6 Beoordeling .....	16
6	TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING .....	17
	6.1 Planvoornemen .....	17
	6.2 Verhard oppervlak .....	17
	6.3 Waterbergingsopgave .....	19
7	PLANUITWERKING .....	19
	7.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten .....	19
	7.2 Hemelwater .....	19
	7.2.1 Hemelwatervoorziening .....	19
	7.2.2 Lediging en calamiteit .....	20
	7.2.3 Kwaliteit .....	20
	7.3 Keur .....	20
	7.4 Riolering .....	21
8	CONCLUSIE .....	21

**BIJLAGEN:**

1. - Topografische ligging
2. - Gegevens geohydrologisch onderzoek
3. - Berekende k-waarden
4. - Situatietekening
5. - Verdeling verhard oppervlak

## 1 INLEIDING

Econsultancy heeft van BRO opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor een ontwikkeling aan de Grad Roosenstraat te Horst .

De initiatiefnemer is voornemens om meerdere woningen te realiseren. Voor de planlocatie vigeert het bestemmingsplan 'De Afhang' (vastgesteld 19-10-2011). De gronden zijn bestemd als 'Verkeer' en 'Woongebied'. De ontwikkeling is niet mogelijk binnen de bestaande bestemmingsstructuur. Om het plan te realiseren is een bestemmingsplanwijziging nodig.

Bij nieuwe ontwikkelingen dient onderzocht te worden hoe in het toekomstige plan op een duurzame wijze kan worden omgegaan met hemelwater. Hierbij speelt vasthouden, bergen en afvoeren van water in eigen gebied een belangrijke rol. Wanneer voor bouwplannen een bestemmingsplanwijziging nodig is, zal als een verplicht onderdeel van een ruimtelijk plan of besluit, een waterparagraaf opgenomen moeten worden.

De waterparagraaf beschrijft de invloed van het plan op het watersysteem en geeft aan welke eisen het watersysteem aan het besluit of plan oplegt. Daarnaast worden de waterhuishoudkundige consequenties van het plan of besluit hierin meegenomen en omvat het op basis van de gemaakte afwegingen een wateradvies.

Om invulling te kunnen geven aan de waterparagraaf en de waterbelangen te waarborgen dient in deze situatie de watertoets-procedure te worden doorlopen. De watertoets bevat een onderbouwing voor de waterparagraaf die een onderdeel vormt van de ruimtelijke onderbouwing. De watertoets is géén aparte procedure, maar is een traject dat geïntegreerd is in de procedure van het ruimtelijk plan of besluit. Uitgangspunt hierbij is dat een ruimtelijk besluit of plan geen slechtere waterhuishoudkundige situatie oplevert dan in het bestaande beleid is vastgelegd.

In deze rapportage is beschreven op welke wijze rekening is gehouden met de waterhuishoudkundige aspecten en het beleid van de waterbeheerders (waterschap Limburg en de gemeente Horst aan de Maas).

De informatie over de planlocatie is onder andere gebaseerd op informatie verkregen van de opdrachtgever.

## 2 LOCATIEGEGEVENS

De planlocatie ( $\pm 33.760 \text{ m}^2$ ) ligt aan de Grad Roosenstraat te Horst en is kadastraal bekend gemeente Horst aan de Maas, sectie N, nummers 397, 1668 en 2755. De coördinaten van een centraal punt zijn  $X = 200.564$ ,  $Y = 385.322$ .

De planlocatie is in gebruik als grasland en is voor zover bekend altijd onbebouwd en onverhard geweest. De initiatiefnemer is voornemens binnen het woongebied van bestemmingsplan 'De Afgang', 80 woningen te realiseren. In figuur 1 is de begrenzing van de planlocatie weergegeven. De topografische ligging is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 1. Ligging en begrenzing planlocatie

### 3 WATERBELEID

#### 3.1 Rijksoverheid

##### **Nationaal Water Programma 2022 - 2027**

De minister van Infrastructuur en Milieu en de staatssecretaris van Economische Zaken hebben op 12 oktober 2022 het Nationaal Water programma (NWP) 2022 – 2027 vastgesteld. Het Nationaal Waterprogramma 2022-2027 is de opvolger van het Nationaal Waterplan 2016-2021 en vervangt dit plan én de partiële herzieningen hiervan.

Het NWP beschrijft de hoofdlijnen en ambities van het nationale waterbeleid en het beheer van de rijkswateren en rijkswaarseggen. Voor het waterbeleid is het NWP een uitwerking van de Nationale Omgevingsvisie (NOVI).

Klimaatverandering, milieuverontreiniging en ruimtedruk vormen de komende jaren grote uitdagingen. Ook moet infrastructuur zoals bruggen en sluizen in stand worden gehouden en waar nodig vervangen of gerenoveerd. De wateropgaven staan niet op zichzelf; een integrale aanpak met andere opgaven in de fysieke leefomgeving zoals de energietransitie, woningbouw en de landbouw is noodzakelijk. Het NWP beschrijft hoe we hiermee omgaan en hoe we zorgen dat water een leidend principe is in de ruimtelijke inrichting van Nederland.

##### **Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptie**

De relevante beleidsontwikkelingen op het gebied van water worden bij het Rijk opgenomen in het Deltaprogramma. Hierin is voor verschillende thema's beschreven wat het beleid is en hoe het Rijk dat in overleg met overige partners wil gaan bereiken. Het Deltaprogramma bestaat uit verschillende onderwerpen op het gebied van water. Voor ruimtelijke ontwikkelingen is het Deltaprogramma Ruimtelijke adaptie het meest relevant, omdat hierin de consequenties van de klimaatontwikkelingen voor Nederland zijn opgenomen, evenals de maatregelen die we moeten nemen om 'klimaat adaptief' te worden. Een deel van deze maatregelen zal ruimtelijke impact hebben.

Met klimaat adaptief wordt bedoeld: het klimaat veerkrachtig en robuust inrichten van Nederland, gegeven de klimaatontwikkelingen die op ons afkomen. Op basis van de internationale en nationale klimaatmodellen is de verwachting dat het weer in Nederland extremer gaat worden. Dat betekent: meer hevige regenbuien (veel neerslag in korte tijd) en langere periodes met droogte en hitte. Dit heeft consequenties voor de leefbaarheid in steden en dorpen en voor bijna alle (economische) sectoren in Nederland. Met het nemen van klimaat robuuste maatregelen wordt ingespeeld op deze veranderingen waarmee we steden en dorpen leefbaar houden en (economische) schade door wateroverlast, droogte en hitte beperken.

#### 3.2 Waterschap Limburg

##### **Waterbeheerprogramma 2022-2027**

Het waterschap is binnen de provincie naast de waterkwantiteit- en waterkwaliteitsbeheerder van het watersysteem tevens de beheerder van de waterkeringen. In het waterbeheerprogramma 2022-2027 zet het waterschap de koers uit voor het toekomstig waterbeheer in Limburg en geeft zij aan hoe zij invulling wil geven aan de taak om te zorgen voor veilige dijken, droge voeten en voldoende schoon water. In het plan is onder meer vastgelegd hoe men het watersysteem en de waterkeringen op orde wil brengen en behouden.

## Keur

Om haar taak uit te kunnen voeren kent het waterschap naast haar beleid de keur als regelgeving. De keur is een verordening waar gedoogplichten, geboden en verboden in staan. De regels gelden voor handelingen, werkzaamheden en veranderingen die worden uitgevoerd of aangebracht in, op of in de nabijheid van waterkeringen, watergangen en kunstwerken. De keur bevat de ligging en maatvoering van waterstaatkundige werken en waterpartijen, alsmede de onderhoud- en beschermingszones. Dit is omsloten via de bij de keur behorende legger als kaart.

Ten gevolge van de verwachte klimaatverandering zal de neerslagintensiteit toenemen. Hierdoor neemt het risico op wateroverlast toe. Bij afvoer en lozing van hemelwater afkomstig van nieuw aangelegd verhard oppervlak wordt daarom het stand-still beginsel (waterneutraal bouwen) gehanteerd. Dit wil zeggen dat er ten gevolge van de aanleg geen extra hemelwater mag worden geloosd ten opzichte van een lozing die vanaf onverhard terrein plaatsvindt (2 l/s/ha).

Het lozen van hemelwater afkomstig van nieuwe verhard oppervlak is op grond van de uitvoeringsregel 'lozen van hemelwater afkomstig van verhard oppervlak' dan ook alleen toegestaan als deze niet leiden tot een versnelde afvoer van hemelwater. Bij een lozing als gevolg van de aanleg van nieuw verhard oppervlak dient de initiatiefnemer zodanige infiltratie- en bergingsvoorzieningen te treffen dat een toename van de afvoer op het watersysteem wordt vermeden. Daarnaast moet ook altijd aan de zorgplicht worden voldaan als bepaald in artikel 3.1 van de Keur.

## Uitgangspunt verwerking hemelwater

Een initiatiefnemer (particulier of bedrijf) is in de eerste plaats zelf verantwoordelijk voor de verwerking van hemelwater dat op zijn perceel (en daarop staande gebouwen en verharding) valt. In het geval niet alles kan worden verwerkt, heeft de gemeente in het kader van haar hemelwaterzorgplicht (Waterwet) de taak het overtollige hemelwater te verwerken. De gemeente kan hieraan specifieke normen stellen m.b.t. de opvangplicht op particulier terrein of verwerkt eventueel zelf het (overtollige) hemelwater. Uiteindelijk mag het (overtollige) hemelwater dat niet is geïnfilteerd conform de normen van het waterschap m.b.t. het lozen op het watersysteem (gedoseerd) aangeboden worden op het watersysteem dat door het waterschap wordt beheerd. Iedereen (particulieren, bedrijven en gemeenten) die op het watersysteem loost moet aan deze normen voldoen.

Ten aanzien van het stand-still beginsel (waterneutraal bouwen) worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bij uitbreiding van verhard oppervlak wordt regenwater middels dynamische bergings-/infiltratievoorzieningen door de initiatiefnemer terug in de bodem gebracht (waterneutraal bouwen).
- Ook bij kleine ontwikkelingen vangt de initiatiefnemer zijn eigen water op, geen ondergrens.
- Onder dynamische berging wordt verstaan de berging die te allen tijde beschikbaar is voor het bergen van neerslagwater. Bij bergingen die in open verbinding staan met het grondwater hanteren we hiervoor de ruimte boven de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG). Onder statische berging verstaan we de extra berging die mogelijk beschikbaar is maar die niet gegarandeerd beschikbaar is.
- Dynamisch bergings-/infiltratievoorzieningen dienen minimaal gedimensioneerd te worden op een neerslaggebeurtenis met herhalingsstijd 1:100, gemiddeld klimaatscenario 2050. Voor Noord- en Midden-Limburg dient daarbij een buiduur van 24 uur te worden gehanteerd, zijnde 100 mm.
- Bij de omvang van de benodigde berging/infiltratie mag rekening worden gehouden met de leegloop en de infiltratie gedurende 24 uur.



- Als infiltreren aantoonbaar niet of nauwelijks mogelijk is kan een dynamische bergings-/infiltratievoorziening aangelegd worden met leegloopvoorziening. Om afwenteling naar benedenstreams te voorkomen mag hiermee in Noord- en Midden-Limburg maximaal 2l/s/ha geloosd worden. Bij grote ontwikkelingen (>50 ha) dient de initiatiefnemer altijd modelmatig aan te tonen dat dit benedenstreams niet tot problemen leidt.
- Er dient boven de inhoud van de dynamische berging een waking gehanteerd te worden van minimaal 25 centimeter. Geadviseerd wordt om een waking van 50 centimeter te hanteren. Aan de bovenkant van de voorgeschreven dynamische berging dient een calamiteitenleegloop aangelegd te worden met een maximale leegloop van 10l/s/ha. Aan de bovenkant van de voorziening mag een noodoverlaat worden aangebracht.
- Als het neerslagwater verpompt wordt (zoals vaak bij pot- en containerteelt het geval is) dient ook in beeld gebracht te worden wat de gevolgen zijn bij een 1:100 bui van 10 minuten, zijnde 30 mm. E.e.a. kan leiden tot aanvullende eisen aan de noodzakelijke pompinstallatie.
- Bij wijziging van de lozingsituatie van bestaande verharde oppervlakken is realisering van voldoende waterberging niet in alle situaties redelijkerwijs mogelijk. In die situaties streeft het waterschap naar een redelijkerwijs zo maximaal mogelijke omvang van waterberging.

### 3.3 Gemeente Horst aan de Maas

In het Gemeentelijk Rioleringsplan heeft de gemeente Horst aan de Maas het beleid ten aanzien van riolering en stedelijk water vastgelegd. Ten aanzien van infiltratiesystemen streeft de gemeente naar systemen die, bij voorkeur zichtbaar zijn, eenvoudig zijn aan te leggen en te monitoren, makkelijk zijn te reinigen en die goed functioneren. Wegens toegankelijkheid en onderhoud gaat hierbij de voorkeur uit naar:

1. Wadi's
2. Infiltratievelden
3. Greppels met overstort
4. Infiltratiebuizen

Bij nieuwbouw wordt in eerste instantie gekozen voor het niet aansluiten van hemelwater. Het afvalwater en hemelwater worden hierbij gescheiden aangeboden. Per locatie wordt bekeken op welke wijze het hemelwater kan worden verwerkt, waarbij infiltratie de voorkeur heeft. Wanneer dit niet mogelijk is, wordt het hemelwater vastgehouden en vertraagd afgevoerd.

De gemeente Horst aan de Maas hanteert voor nieuwbouwlocaties de volgende uitgangspunten:

1. Minimale berging infiltratievoorzieningen bij inbreidingsplannen en nieuwbouwlocaties: 53 mm en leegloop binnen 24 uur.
2. Bij afstroming naar probleemlocaties (lager gelegen woningen met risico op wateroverlast en bereikbaarheid doorgaande wegen): berging 100 mm en leegloop binnen 48 uur.
3. Max. waterdiepte in wadi's: 35 cm bij een bui van 40 mm.
4. Bij meer dan 53 mm is waterberging op woonstraten en groenvoorziening acceptabel, mits goede leegloop. Berging op straat d.m.v. goede planning straatpeilen en situering drempels (geen oppervlakkige afstroming).
5. Peilen bebouwing voldoende hoog leggen.
6. Bij onvoldoende leegloopmogelijkheden infiltratievoorzieningen: mogelijkheden voor vertraagde afvoer onderzoeken.

De gemeente heeft een zorgplicht voor de afvoer van het overtollige regen- en grondwater wanneer de perceelegeenaar dit niet op een doelmatige wijze kan opvangen en afvoeren. Wanneer bebouwing volgens bestemmingsplannen of vastgesteld beleid is toegestaan, is bij onvoldoende leegloopmogelijkheden de gemeente verantwoordelijk voor het regenwater.

## 4 OMGEVINGSASPECTEN

In dit hoofdstuk wordt de regionale geohydrologische situatie van de planlocatie beschreven. Hierbij wordt ingegaan op aspecten als bodemopbouw, grondwater, waterbeheer, waterveiligheid en riole-ring.

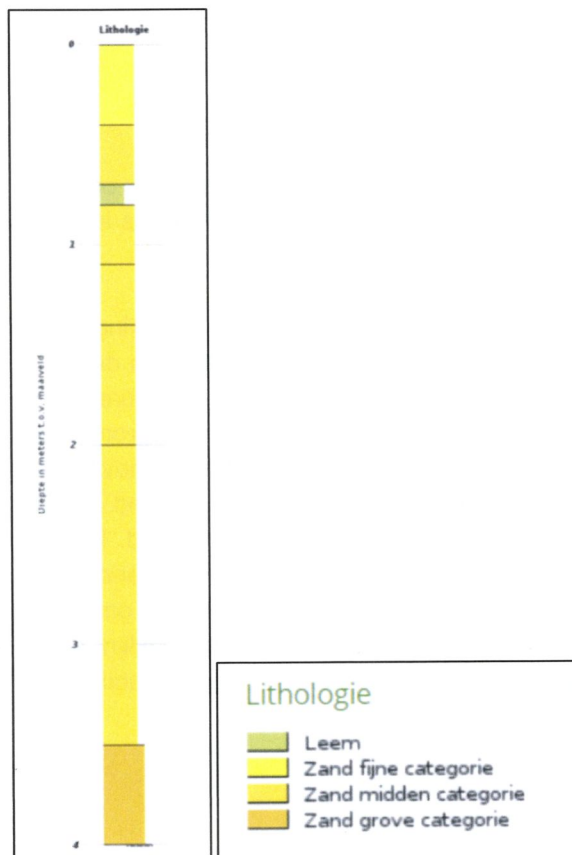
### 4.1 Hoogteligging

Volgens het Actueel Hoogtebestand van Nederland<sup>1</sup>, bevindt het maaiveld zich op een hoogte van gemiddeld ca. 23,6 m +NAP.

### 4.2 Bodemopbouw

De originele bodem bestaat, volgens de bodemkaart van Nederland, uit een hoge zwarte enkeerdgrond (zEZ23), die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand.

Nabij de planlocatie is uit het archief van TNO<sup>2</sup> een boormonsterprofiel beschikbaar. Op basis van boring B52G2367 blijkt de bodem nabij de planlocatie voornamelijk te zijn opgebouwd uit zand. Op een diepte van ca. 0,70 - 0,80 m -mv is een leemlaagje waargenomen. In figuur 2 is boorprofiel B52G2367 weergegeven.



Figuur 2. Boorprofiel B52G2617 (bron: TNO)

<sup>1</sup> [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)

<sup>2</sup> [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)

### 4.3 Hydrogeologie

Om inzicht te krijgen in de gelaagdheid van goed doorlatende en slecht doorlatende lagen (hydrogeologische eenheden) van de (diepe) bodem is gebruik gemaakt van het REGIS II v2.2 en GeoTOP v1.4 model van TNO. Beide modellen geven op een schematische wijze inzicht in de hydrogeologische opbouw en doorlatendheid van de ondergrond op een regionale schaal.

Op basis van de gegevens uit de modellen van TNO blijkt het eerste watervoerend pakket te worden gevormd door respectievelijk de formaties van Boxtel en Beegden. Het eerste watervoerende pakket wordt op wisselende diepten doorsneden door klei- en leemlagen behorende tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Singraven. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door afzettingen van de Formatie Waalre. Het bovenste deel van deze eenheid bestaat uit klei. In tabel 1 is de hydrogeologische opbouw van de ondergrond op schematische wijze weergegeven.

**Tabel 1. Hydrogeologie**

Diepte m -mv	Formatie	Typering	Bodem
0-5	Boxtel, Laagpakket van Singraven (bovenste deel)	WVL	Zand en klei/leem (bovenste deel)
5-15	Beegden	WVL	Zand
15-19	Waalre	SDL	Klei
DKL = deklaag    WVL = watervoerende laag    SDL = slecht doorlatende laag			

### 4.4 Geologie

De ondergrond van Nederland wordt doorsneden door een groot aantal breuken, die zijn ontstaan door de platentektoniek. Ten zuiden van de planlocatie ligt de Tegelenbreuk, zoals te zien is in figuur 3.

De Tegelenbreuk is een afschuivingsbreuk wat betekent dat de aardkorst hier door oprekking uit elkaar beweegt. Hierdoor ontstaan horsten (hoger gelegen delen) en slenken (lager gelegen delen) in het landschap. De breuken kunnen de grondwaterstroming beïnvloeden. Bij de Tegelenbreuk zijn twee obstakels voor het grondwater te noemen. Ten eerste zijn bij de verschuiving van de grondlagen op de horst, die lagen met een goede waterdoorlatendheid hebben, terecht gekomen tegenover minder waterdoorlatende lagen van de slenk. Ten tweede is door de verschuiving de in de grond aanwezige kleilaag langs de breuklijn uitgesmeerd. Hierdoor wordt de grondwaterstand beïnvloed. De verschuiving en de uitsmering langs de breuklijn zorgt ervoor dat de grondwaterstand bovenstrooms hoog is en benedenstrooms laag is. Dit is in tegenspraak met wat verwacht zou worden omdat op hoger gelegen gronden een lagere grondwaterstand wordt verwacht, maar door de breuklijn is hier dus juist het omgekeerde het geval en is de waterstand juist lager dan de lager gelegen gebieden in de omgeving.



Figuur 3. Tegelenbreuk (bron: TNO)

#### 4.5 Grondwater

Veranderingen in de grondwaterstand (stijghoogte) worden voornamelijk veroorzaakt door neerslag en verdamping, maar ook door ingrepen in de waterhuishouding. De stijghoogte kan daardoor van dag tot dag verschillen. Voor beleid, vergunningen en ontwateringsdieptes is het belangrijk om te weten wat de actuele karakteristieken zijn, zoals de GHG en de GLG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand).

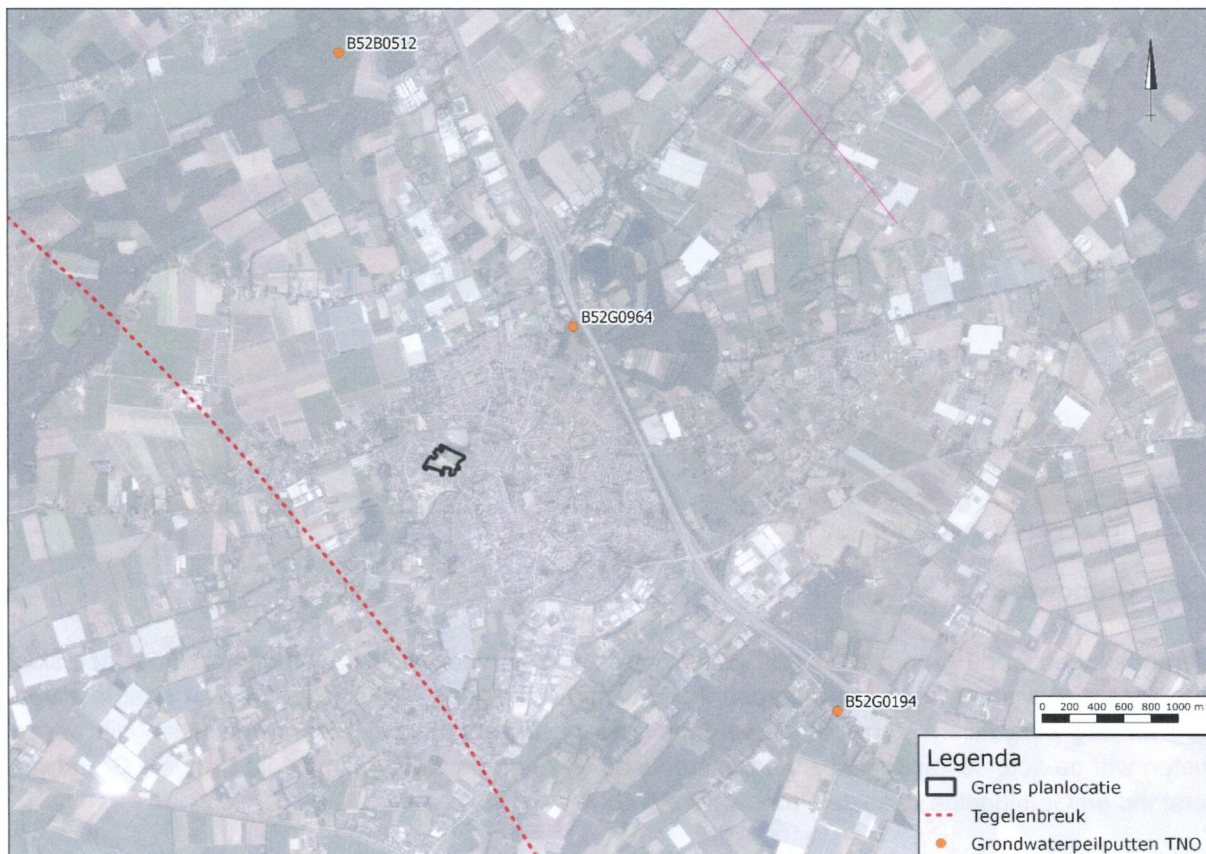
TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. Middels de interactieve grondwatertools 'Isohypsens' en 'Grondwaterdynamiek' van de Geologische Dienst Nederland worden de historische grondwatermeetreeksen uit het archief van TNO gesimuleerd met behulp van dagelijkse metingen van neerslag en verdamping uit gegevens van het KNMI.

In het archief van TNO zijn in de directe nabijheid van de planlocatie geen bruikbare grondwaterdata beschikbaar. Voor de bepaling van de locatie specifieke grondwaterkarakteristieken is gebruik gemaakt van historische grondwaterdata van grondwatermeetpunten uit de omgeving. De historische meetreeksen van de gebruikte grondwatermeetpunten zijn geïnterpoleerd naar de planlocatie. In tabel 2 zijn de gegevens van de grondwaterpeilputten opgenomen. In figuur 4 is de situering van de grondwaterpeilputten weergegeven.

Het grondwater van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de geraadpleegde bronnen in noordoostelijke richting.

Tabel 2. Overzicht grondwaterpeilputten

grondwaterpeilput	windrichting t.o.v. locatie	afstand t.o.v. locatie (m)	meetperiode	GLG (m +NAP)	GHG (m +NAP)
B52G0194	ZO	3.350	02-12-2012 / 02-12-2020	21,8	22,8
B52B0512	N	3.060	24-11-2010 / 27-11-2018	21,4	21,9
B52G0964	NO	1.275	27-11-2012 / 27-11-2020	20,2	20,5



Figuur 4. Situering grondwaterpeilputten

Op basis van de beschikbare gegevens wordt ingeschat dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) op  $\pm 22,8$  m +NAP is gelegen. Hiermee zou de GHG zich op  $\pm 0,8$  m -mv bevinden.

Op basis van gegevens uit de Klimateffectatlas<sup>3</sup> is de GHG gelegen op ca. 0,8 - 1,0 m -mv.

De planlocatie ligt in een grondwaterbeschermingsgebied en de boringsvrije zone van de Venloschol. In de boringsvrije zone gelden verboden voor het doorboren van de kleilagen voor specifieke toepassingen ter bescherming van de grondwatervoorraden. In de Venloschol zijn de regels van toepassing voor boringen die tot in de kleilaag (Kiezeloolliet Klei) of dieper gaan<sup>4</sup>. In de praktijk geldt dat boringen tot 5 m +NAP zijn toegestaan zonder meldingsplicht, voor diepere boringen is een ontheffing benodigd.

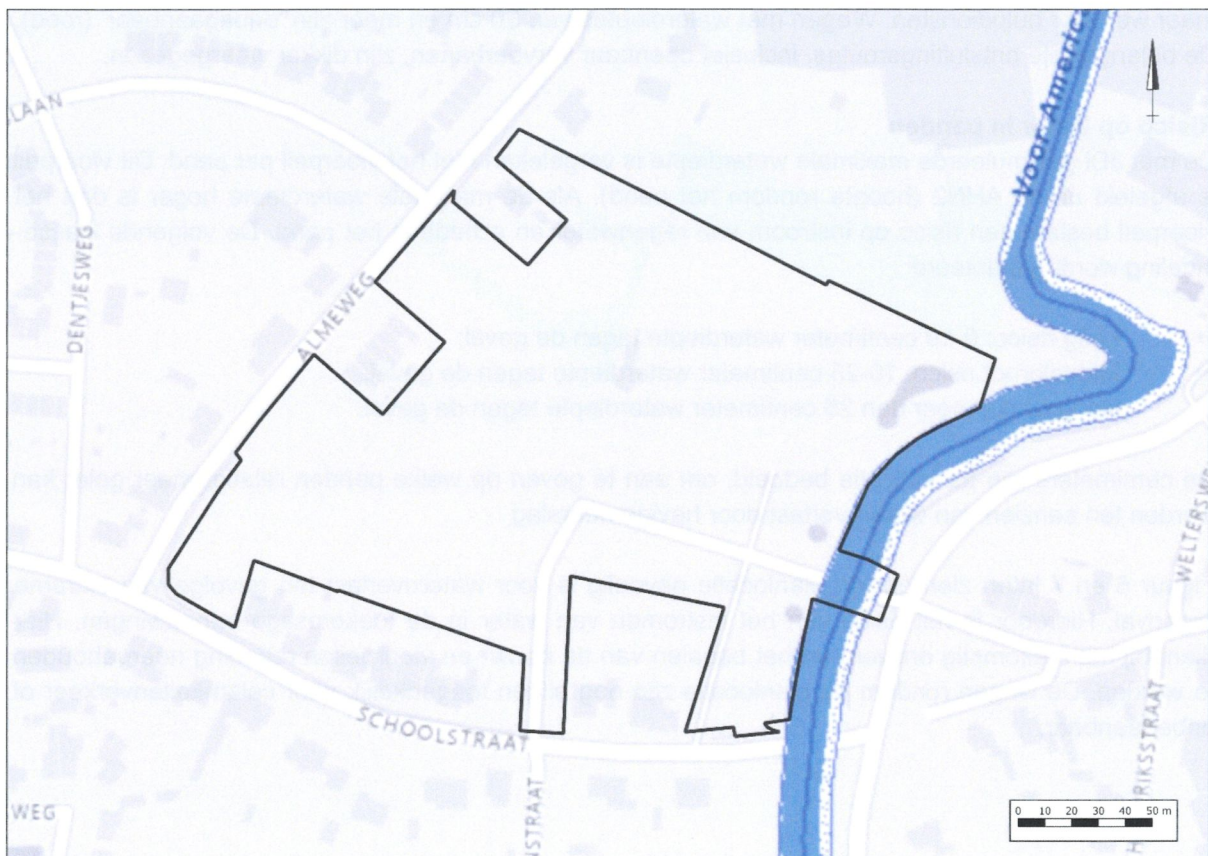
<sup>3</sup> [www.klimateffectatlas.nl](http://www.klimateffectatlas.nl)

<sup>4</sup> Grondwaterbeschermings-, waterwingebieden en boringsvrije zones Limburg, Nationaal Georegister

#### 4.6 Oppervlaktewater

Voor het waterschap is de legger, samen met de keur, het instrument om te zorgen voor veilige dijken, droge voeten, voldoende en schoon water. De legger bestaat uit een set van kaarten. Daarop staat welke rivieren, beken, vennen en regenwaterbuffers, lijnvormige elementen, waterkeringen en kunstwerken (stuwen, sluisdeuren en kademuren) het waterschap in beheer heeft en waar ze liggen. De legger bevat ook een register waarin staat wie waar en waarvoor het onderhoud moet doen. Tot slot bevat de legger zones (zonerings) voor toekomstige ontwikkelingen en bescherming van het watersysteem.

Op de leggerkaart van waterschap Limburg zijn de in de directe omgeving van de planlocatie gelegen oppervlaktewateren weergegeven. Aan de oostzijde grenst de planlocatie aan de primaire watergang Voor America. Aan weerszijde van deze primaire watergang geldt een profiel van vrije ruimte. In figuur 5 is een uitsnede van de leggerkaart weergegeven.



Figuur 5. Uitsnede legger oppervlaktewater waterschap Limburg

#### 4.7 Waterveiligheid

Korte, hevige buien zullen naar verwachting steeds vaker voorkomen. Dit klimaateffect kan een grote impact hebben. In dat kader heeft het waterschap in samenwerking met meerdere gemeenten waaronder ook de gemeente Horst aan de Maas een gestandaardiseerde stresstest voor wateroverlast uitgevoerd<sup>5</sup>. Door deze stresstest kan inzicht worden verkregen in de kwetsbaarheid van de omgeving ten gevolge van extreme regenval.

<sup>5</sup> <https://wpm.klimaatatlas.net/>

### **Stedelijke wateroverlast**

De kaarten 'water op straat' laten de gevolgen zien van extreme neerslag in de bebouwde kom, gesimuleerd in 3Di<sup>6</sup>, een modelinstrumentarium voor waterberekeningen. De kaarten maken inzichtelijk waar wateroverlastlocatie kan ontstaan na extreme buien die eens in de 1.000 jaar (93 mm/70 min) voorkomen.

In de stresstest is alleen de afstroming over het maaiveld gesimuleerd. Daarbij is aangenomen dat er in het rioolstelsel geen berging meer mogelijk is. Het is mogelijk dat de gepresenteerde wateroverlast niet altijd in de praktijk (in die mate) herkend wordt. De resultaten geven echter een goede indicatie van de te verwachten overlastlocaties bij hevige neerslag.

### **Begaanbaarheid wegen**

Wegen zijn geclassificeerd als 'begaanbaar' als er een maximale waterdiepte is van 10 cm (groen). Bij waterdieptes tussen de 10 en 30 cm waterdieptes zijn de wegen geclassificeerd als 'begaanbaar voor calamiteitenverkeer' (geel). Dit houdt in dat ze niet meer begaanbaar zijn voor gewoon verkeer, maar wel voor hulpdiensten. Wegen met waterdieptes van 30 cm en meer zijn 'onbegaanbaar' (rood). De belangrijkste ontsluitingsroutes, inclusief openbaar vervoerbanen, zijn dikker weergegeven.

### **Risico op water in panden**

De met 3Di gesimuleerde maximale waterdiepte is vergeleken met het vloerpeil per pand. Dit vloerpeil is afgeleid uit de AHN2 (hoogte rondom het pand). Als de maximale waterdiepte hoger is dan het vloerpeil bestaat een risico op instroom van regenwater en schade in het pand. De volgende klasse-indeling wordt gehanteerd:

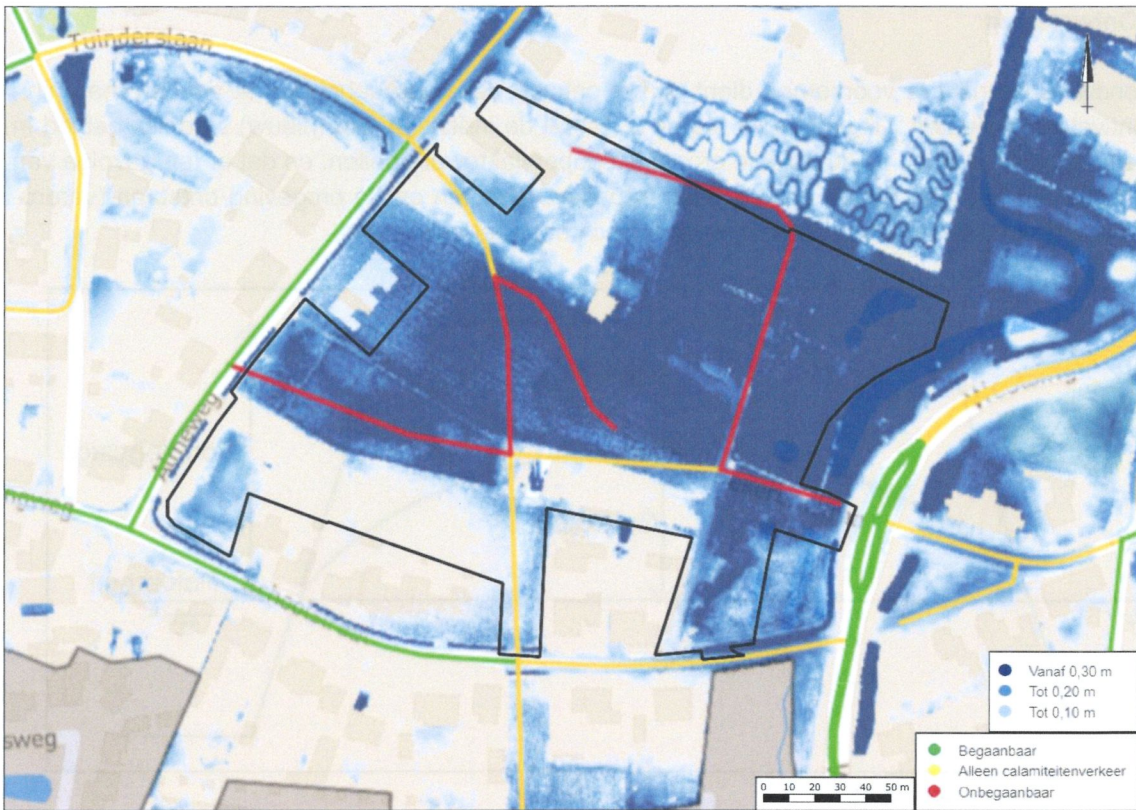
- Laag risico: 0-10 centimeter waterdiepte tegen de gevel;
- Middelgroot risico: 10-25 centimeter waterdiepte tegen de gevel;
- Hoog risico: meer dan 25 centimeter waterdiepte tegen de gevel.

De centimeters zijn ter indicatie bedoeld, om aan te geven op welke panden relatief meer gelet kan worden ten aanzien van wateroverlast door hevige neerslag

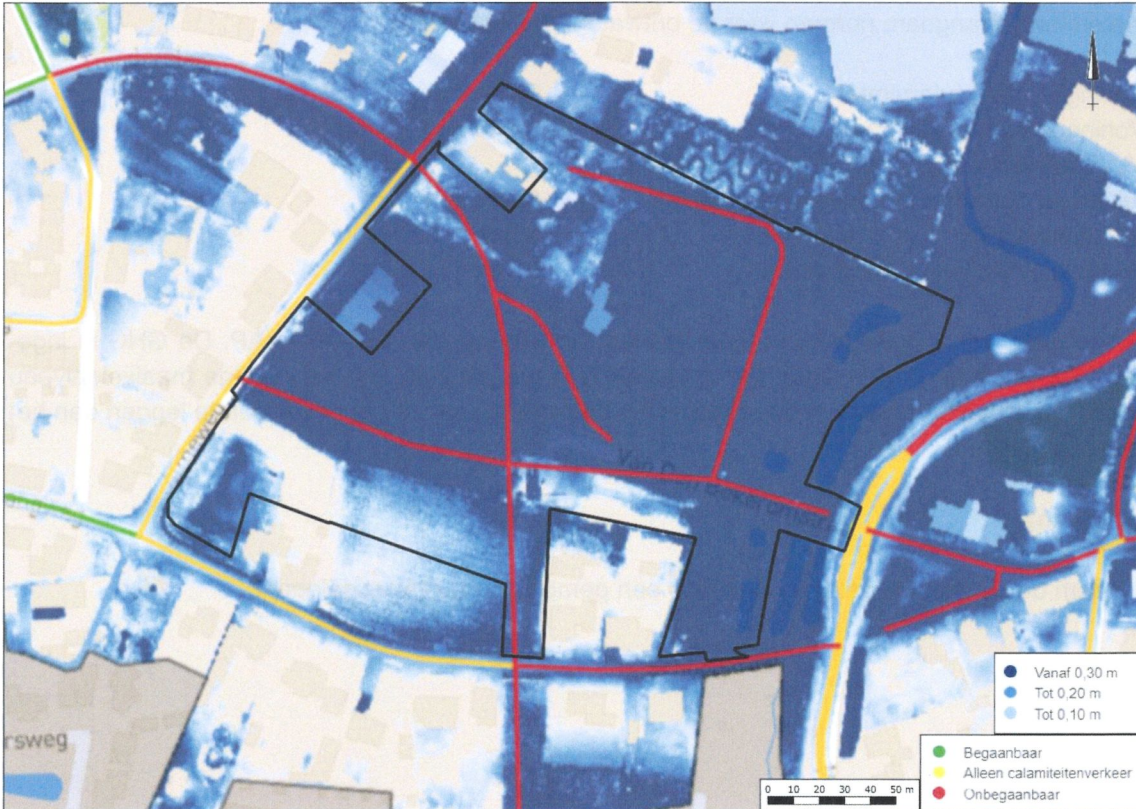
Figuur 6 en 7 laten zien dat de planlocatie gevoelig is voor wateroverlast ten gevolge van extreme regenval. Hierdoor is het risico van het instromen van water in de toekomstige bebouwingen. Hier dient bij het toekomstig ontwerp en het bepalen van de bouw- en vloerpeilen rekening neergehouden te worden. De wegen rondom de planlocatie zijn nog alleen toegankelijk voor calamiteitenverkeer of onbegaanbaar.

---

<sup>6</sup> <https://3diwatermanagement.com/>



Figuur 6. Stresstest T=100 (bron: WPN Klimaatatlas)

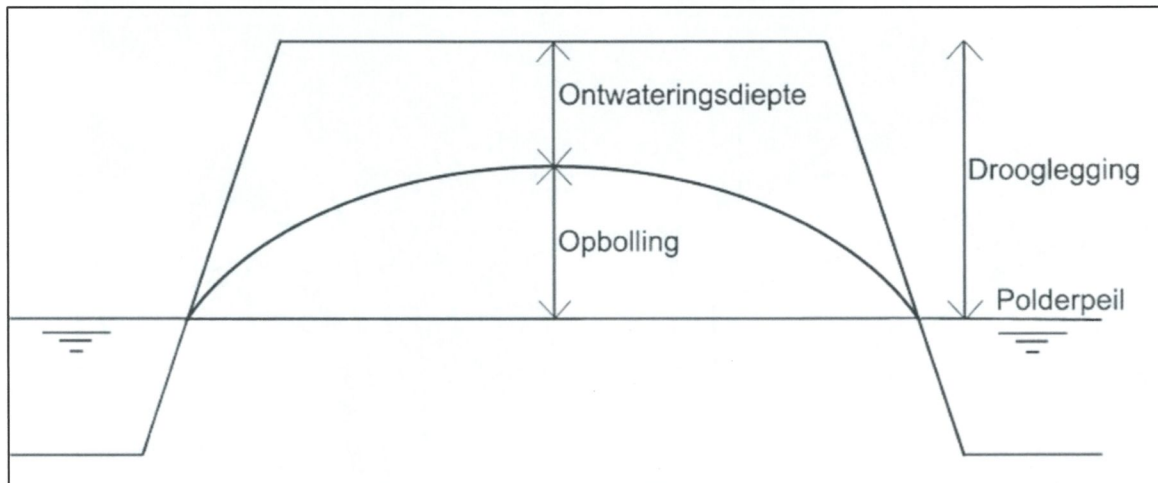


Figuur 7. Stresstest T=1000 (bron: WPN Klimaatatlas)



## 4.8 Ontwatering

Om grondwateroverlast te voorkomen dient bij het ontwerp rekening gehouden te worden met minimale ontwateringsdiepten. Uitgangspunt hierbij is dat bij de inrichting van (nieuw) stedelijk gebied in principe wordt aangesloten bij de huidige grond- en oppervlaktewaterpeilen, en dat er ten gevolge van de inrichting van het betreffende gebied geen negatieve effecten op de omgeving ontstaan (verdroging of vernatting). Met andere woorden, hydrologisch neutraal ontwerpen.



Figuur 8. Ontwatering en drooglegging

De ontwateringsdiepte is het verschil in hoogte tussen het maaiveld en de maximaal optredende grondwaterstand. Gangbare normen voor de ontwateringsdiepte zijn:

- Woningen met kruipruimte: 0,7 m -mv
- Woningen zonder kruipruimte: 0,3 m -mv  
(Vloerpeil van woningen 0,30 m + maaiveld)
- Tuinen en openbare groenvoorzieningen: 0,5 m -mv
- Primaire wegen: 1,0 m
- Secundaire wegen en woonstraten: 0,7 m

Het huidige maaiveld is gemiddeld gelegen op een hoogte van ca. 23,6 m +NAP. De GHG is ingeschat op 22,8 m +NAP (0,8 m -mv). De ontwatering is ten aanzien van het huidige maaiveldniveau voldoende. Geadviseerd wordt om de toekomstige bouwpeilen ca. 20 cm hoger aan te leggen dan het naastgelegen wegpeil.

## 4.9 Riolering

In de rondom de planlocatie gelegen wegen is een gemengd rioolstelsel gelegen.

## 5 GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK

### 5.1 Uitvoering

Voor het uitvoeren van een doorlatendheidsonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de uitvoering is aangesloten op het SIKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

Het veldwerk is uitgevoerd op 22 en 28 februari 2022 en omvatte het zintuiglijk beoordelen van aanwezige bodemlagen door middel van het handmatig opboren van bodemmateriaal. De aanwezige bodemlagen zijn hierbij nauwkeurig beschreven en de posities van de betreffende boorpunten zijn op kaart vastgelegd. In totaal zijn met behulp van een edelmangrondboor (diameter 10 cm) 6 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 2,5 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd.

De gegevens van het locatie specifiek onderzoek zijn opgenomen in bijlage 2.

### 5.2 Lokale bodemopbouw

De bovengrond bestaat voornamelijk uit matig humeus, matig siltig, zeer fijn zand. De ondergrond bestaat uit sterk siltig, zeer fijn zand. Vanaf een diepte van ca. 0,7 - 1,2 m -mv is de ondergrond bovendien matig gleyhoudend.

### 5.3 Grondwaterniveau

In de boorgaten is een grondwaterstand\* aangetroffen van 0,7 m -mv tot 1,0 m -mv.

### 5.4 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Op basis van de profielbeschrijvingen en de actuele grondwaterstand zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentieboring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem is bepaald met behulp van de Falling head-methode (omgekeerde Hooghoudt-methode). Bij de Falling head-methode wordt na eenmalig opbrengen van een waterkolom de zaksnelheid van het water gemeten.

#### \* Opmerking:

Gemeten grondwaterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:

- Waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- De grondwaterstand onder invloed van seizoen afhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuaties variëren per regio/gebied.

Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

Om instorting van het boorgat te voorkomen, is in het boorgat een filterbuis aangebracht die aan de onderzijde is geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstands daling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald teneinde verzadigde doorlatendheid te verkrijgen en een gemiddelde te kunnen berekenen. Aan de hand van de zaksnelheid is vervolgens met behulp van de formule van Hooghoudt de gemiddelde doorlatendheid (k-waarde) berekend.

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

waarbij:

$t$  = tijd sinds het begin van de meting [dag]

$h_t$  = hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijdstip  $t$  [m]

$h_0$  = ht op tijdstip  $t = 0$

Figuur 9: Formule van Hooghoudt

## 5.5 Resultaten

Tabel 3 geeft een overzicht van het uitgevoerde veldwerk en de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. Tevens zijn in de tabel de resultaten van de berekende k-waarden weergegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel 4. Bijlage 3 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

**Tabel 3. Overzicht k-waarde per meting**

Boring	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	30 - 80	Matig tot sterk siltig, zeer fijn zand	0,1	Matig
02	0 - 50	Matig siltig, zeer fijn zand	<0,1	Slecht
03	0 - 50	Matig siltig, zeer fijn zand	0,1	Matig
04	0 - 50	Matig siltig, zeer fijn zand	0,1	Matig
05	0 - 50	Matig siltig, zeer fijn zand	0,1	Matig
06	30 - 80	Matig tot sterk siltig, zeer fijn zand	0,2	Matig

**Tabel 4. Classificatie doorlatendheid**

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 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
(*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000)	

## 5.6 Beoordeling

De doorlatendheid is sterk afhankelijk van de bodemsamenstelling (aantal, grootte en vorm van de poriën en de onderlinge verbindingen tussen de poriën). Aangezien een bodem altijd een bepaalde mate van heterogeniteit vertoont en er slechts op enkele punten is gemeten, dienen de afgeleide k-waarden zoals bepaald op de locaties te worden beschouwd als een gemiddelde.

Volgens de leidraad riolering module C2510 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage' is voor infiltratie van hemelwater minimaal een doorlatendheid van 0,2 m per dag nodig.

De doorlatendheid van de bodem wordt over het algemeen geclassificeerd als slecht tot matig doorlatend, waarbij k-waarden van <0,1 tot 0,2 m/dag zijn aangetoond.

Op basis van de resultaten uit het waterdoorlatendheidsonderzoek wordt de bodem, mede op basis van de textuur, beperkt geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 0,1 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5.

De grondwaterstand stond hoog ten tijde van het veldonderzoek. De infiltratiesnelheid in het grondwater is niet gemeten.

## 6 TOEKOMSTIGE ONTWIKKELING

### 6.1 Planvoornemen

De initiatiefnemer is voornemens woningen te realiseren. In figuur 10 is een verbeelding van het planvoornemen weergegeven.



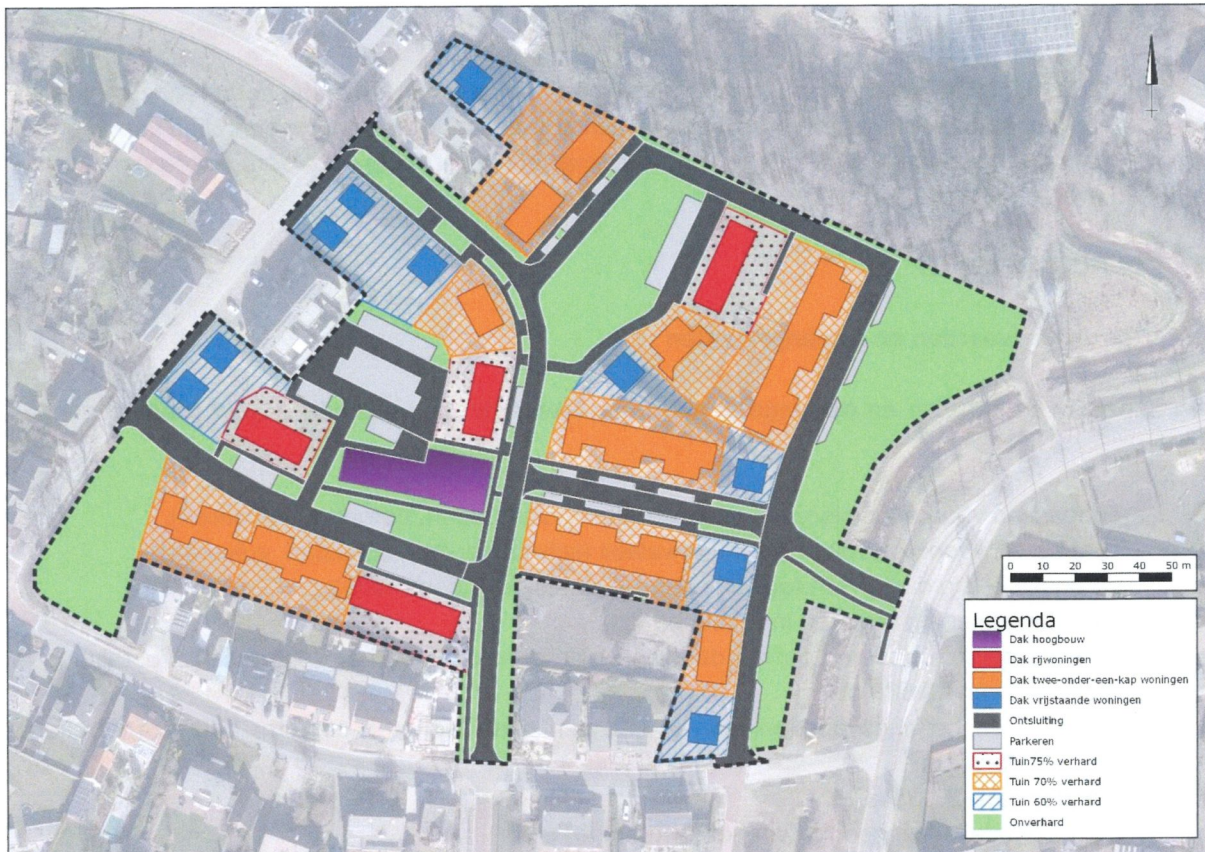
Figuur 10. Planvoornemen (bron: Kragten)

### 6.2 Verhard oppervlak

Om een indicatie te geven van het toekomstig verhard oppervlak is uitgegaan van de (concept) situatietekening zoals opgenomen in bijlage 4.

In het kader van de watertoets wordt voor de aanname van het toekomstig verhard oppervlak onderscheid gemaakt tussen de rij-, twee-onder-een-kap- en vrijstaande woningen. Hierbij wordt 75% (rij), 70% (twee-onder-een-kap) en 60% (vrijstaand) van het netto kaveloppervlak beschouwd als aanname voor het toekomstig verhard oppervlak van bijbouwen en tuin-/erfverharding. Het verhard oppervlak in de toekomstige situatie bedraagt ca. 20.855 m<sup>2</sup>.

In figuur 11 is de verdeling van het verhard oppervlak weergegeven. Een vergrootte versie is opgenomen in bijlage 5.



Figuur 11. Verdeling toekomstig verhard oppervlak

In tabel 5 staan de oppervlakten van de toekomstige bebouwing(en) en verhardingen weergegeven.

**Tabel 5. Gegevens toekomstig verhard oppervlak**

Type verharding		Toekomstig (m <sup>2</sup> )
Bebouwing	Rijwoningen	± 945
	Twee-onder-een-kap	± 2.865
	Vrijstaand	± 745
Erfverharding	Rijwoningen*	± 1.205
	Twee-onder-een-kap**	± 3.935
	Vrijstaand***	± 2.070
Infrastructuur		± 7.840
Parkeren		± 1.250
<b>Totaal</b>		<b>± 20.855</b>
* 75% verhard		
** 70% verhard		
*** 60% verhard		

### 6.3 Waterbergingsopgave

Conform het beleid van waterschap Limburg en gemeente Horst aan de Maas is ten aanzien van de ontwikkeling en het toekomstig verhard oppervlak een compenserende berging benodigd van 100 mm per m<sup>2</sup> verhard oppervlak. Voor deze ontwikkeling komt dit neer op een wateropgave van ca. 2.085 m<sup>3</sup> (20.588 m<sup>2</sup> x 0,1 m).

## 7 PLANUITWERKING

### 7.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Ten aanzien van het plan en de omgang met hemelwater zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Toepassen voorkeursvolgorde waterkwantiteit (vasthouden, bergen en afvoeren).
- Toepassen voorkeursvolgorde waterkwaliteit (schoonhouden, scheiden, zuiveren).
- De ontwikkeling dient hydrologisch neutraal plaats te vinden (HNO).
- Niet afwentelen op anderen in ruimte en tijd.
- De wateropgave baseren op het daadwerkelijk toekomstig verhard oppervlak. Vooral nog is uitgegaan van 20.588 m<sup>2</sup>.
- Infiltratie- en bergingsvoorzieningen in het plan dimensioneren conform 100 mm gerekend over het aantal m<sup>2</sup>.
- Wateropgave 2.085 m<sup>3</sup>.
- De maximale ledigingsduur van het systeem 48 uur.
- Rekenwaarde infiltratiecapaciteit 0,1 m/dag;
- Aanlegdiepte bergingsvoorzieningen boven de GHG.
- GHG ingeschat op 22,8 m +NAP (0,8 m -mv).
- Calamiteit in beschouwing nemen (mag niet tot overlast leiden).
- Bouwen volgens Duurzaam Bouwen (DuBo) principe

### 7.2 Hemelwater

In de toekomstige situatie zal het schone hemelwater (zogenaamde hemelwaterafvoer; HWA) gescheiden van het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) worden ingezameld en binnen de planlocatie worden verwerkt. Water wordt daardoor bij de verdere planuitwerking expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing genomen en op een duurzame wijze verwerkt.

Het hemelwater afkomstig van de noordwestelijke kavels zal vanwege de huidige verkaveling en situering richting de Almeweg zeer waarschijnlijk niet kunnen worden afgevoerd op een centrale voorziening. Bij de verdere planuitvoering is het aan te raden om te overwegen in hoeverre het mogelijk is het hemelwater (deels) op eigen terrein te laten verwerken.

#### 7.2.1 Hemelwatervoorziening

Binnen het plan kan een bovengrondse voorziening worden gerealiseerd, zoals een wadi. Een wadi is een bovengrondse afkoppelvoorziening waarbij het hemelwater bij voorkeur oppervlakkig wordt getransporteerd naar een laagte waar het vervolgens kan infiltreren in de bodem. Een dergelijke voorziening is controleerbaar en beheersbaar en kan tevens een zuiverende werking hebben. In sommige situaties kan een gemeente specifieke eisen stellen aan het ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud.

Om inzicht te krijgen in het ruimtebeslag die bij een (potentiële) voorziening hoort, is een dergelijk alternatief indicatief uitgewerkt.

Wanneer het maaiveld binnen de planlocatie wordt verlaagd tot een diepte van 0,5 meter en een talud van 1 op 3 is, uitgaande van een volledige vulling, ca 4.505 m<sup>2</sup> benodigd om de volledige wateropgave te kunnen bergen. Binnen het plan wordt voldoende groen gerealiseerd om hemelwater bovengronds te kunnen bergen.

Hemelwater wordt, indien mogelijk, zoveel mogelijk zichtbaar afgevoerd. Daar waar dit niet mogelijk blijkt zal afvoer verbuisd plaatsvinden.

### **7.2.2 Lediging en calamiteit**

Op basis van de bodemopbouw en textuur wordt infiltratie beperkt mogelijk geacht.

Het beschreven systeem is dusdanig robuust dat een situatie waarbij in een korte tijd 100 mm neerslag valt geborgen kan worden. In een situatie waarbij in een korte tijd meer regen valt kan overtollig water overstorten richting het oppervlaktewater. Afstroming van hemelwater richting gebouwen en/of aangrenzende percelen dient te worden voorkomen.

### **7.2.3 Kwaliteit**

#### **Algemeen**

Uitgangspunt bij elke ruimtelijke ontwikkeling is, dat de kwaliteit van oppervlaktewater en grondwater ten opzichte van de huidige situatie niet mag verslechteren. Waar mogelijk wordt een verbetering nagestreefd. De waterkwaliteit wordt beïnvloed door het (veranderende) ruimtegebruik en het gebruik van bouwmaterialen.

#### **Bouwmaterialen**

Om de water- en bodemkwaliteit niet negatief te beïnvloeden wordt gebruik gemaakt van niet uitlozende bouwmaterialen (koper, zink, lood). De emissies vanuit bouwmaterialen worden beperkt door gebruik te maken van producten die voorzien zijn van een keurmerk.

#### **Onkruidwerende middelen**

Voor het gebruik van onkruidwerende middelen in groen en op verharding wordt het landelijke beleid gevolgd. Voor bestrijding op verhardingen zal gebruik, voor zover toegestaan, plaats vinden via de DOB-systematiek en zal gezocht te worden naar alternatieven zoals branden, heet water en/of borstelen.

## **7.3 Keur**

Voor alle handelingen aan of in de nabijheid van een watergang zoals: dempen, graven, bouwen, onttrekken, lozen etc. is in het kader van de keur een vergunning van het waterschap benodigd en zal in overleg aangevraagd moeten worden. Binnen het profiel van vrije ruimte van de primaire watergang Voor America wordt niet gebouwd. Ten aanzien van het beoogde planvoornemen zullen zeer waarschijnlijk voor de onderstaande onderdelen een watervergunning moeten worden aangevraagd of geldt tenminste een meldingsplicht:

- Toename verhard oppervlak;
- Lozen van hemelwater op het oppervlaktewater.



#### 7.4 Riolering

Bij nieuwbouw dient hemelwater en afvalwater gescheiden aangeleverd te worden. Als gevolg van de ontwikkeling zal het aanbod van vuilwater mogelijk anders wijzigen.

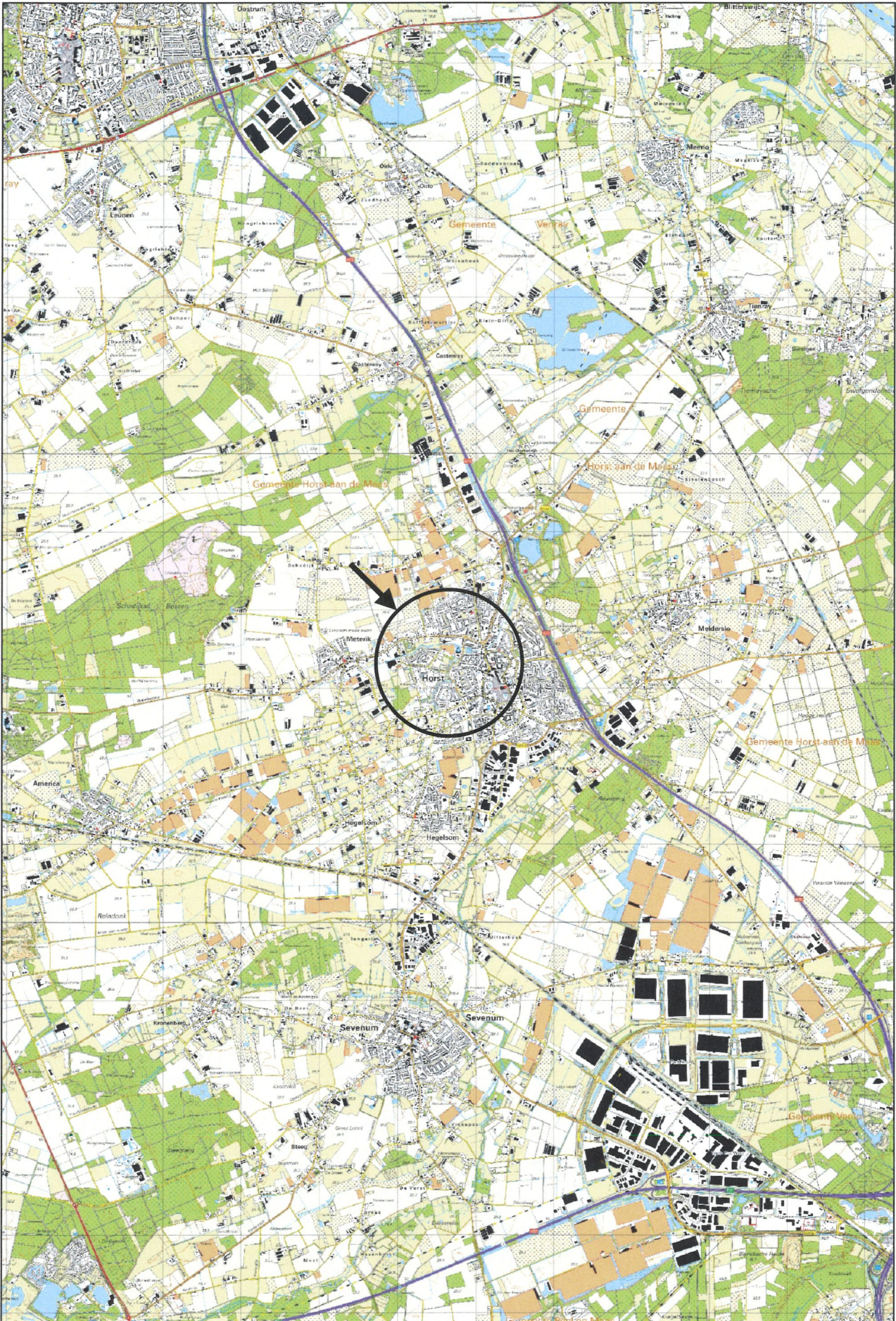
Het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) zal in de toekomstige situatie worden aangesloten op het bestaande rioleringsstelsel in de omgeving. De mogelijkheden en wijze van aansluiting zal in overleg met de gemeente besproken moeten worden.

### 8 CONCLUSIE

In onderhavige rapportage zijn de waterhuishoudkundige randvoorwaarden, uitgangspunten en ontwerpgrondslagen voor het plan gegeven. Deze rapportage vormt de basis voor invulling van de waterparagraaf in de ruimtelijke onderbouwing van het bestemmingsplan. Hiermee is invulling gegeven aan de verplichte watertoets en is gegarandeerd dat specifieke eisen van de waterbeheerders op een goede wijze in het ontwerp worden verwerkt. Aan de hand van de beschreven randvoorwaarden, uitgangspunten en ontwerpgrondslagen, kan op eenduidige wijze, later het waterhuishoudkundig(inrichtings)plan worden opgesteld.

Op basis van de randvoorwaarden en uitgangspunten is de ontwikkeling in zowel ruimte als tijd hydrologisch positief uit te voeren. Er worden dan ook vanuit het oogpunt van de waterhuishouding geen belemmering verwacht ten aanzien van de ruimtelijke procedure en uitvoering van het plan.

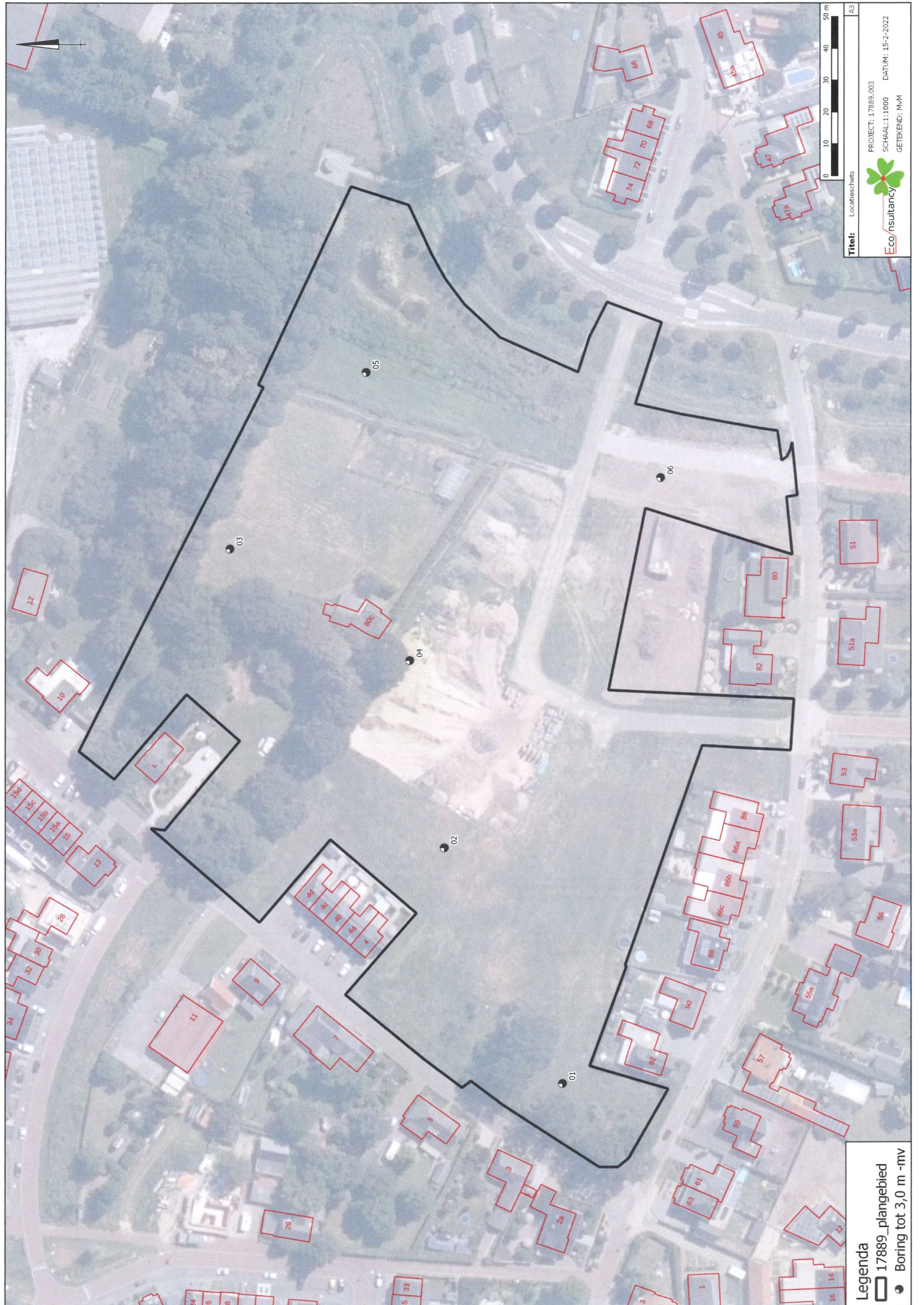
# Bijlage 1 Topografische ligging



Schaal 1:25.000  
Deze kaart is noordgericht



## **Bijlage 2**

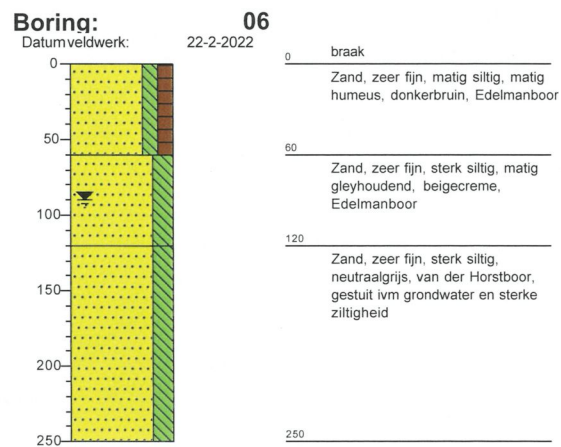
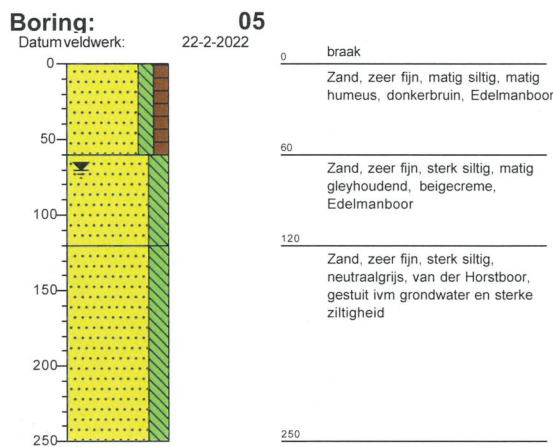
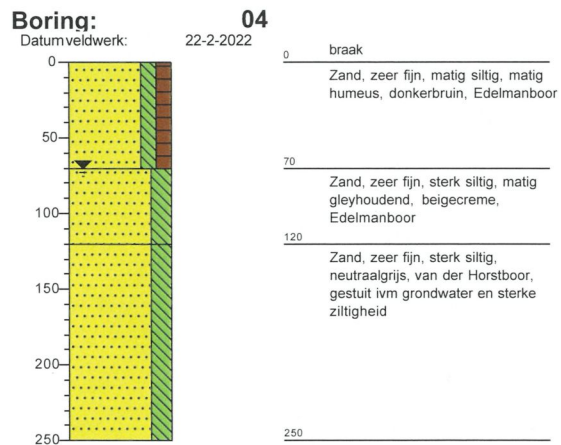
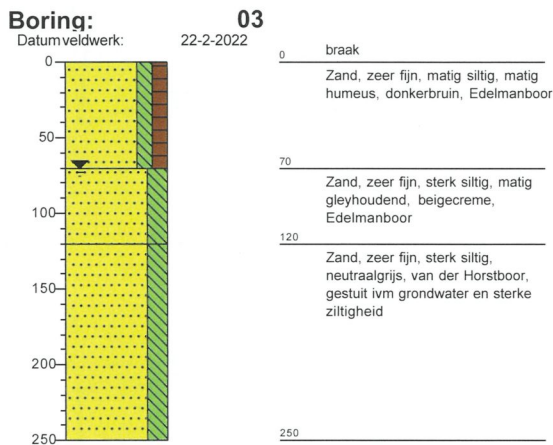
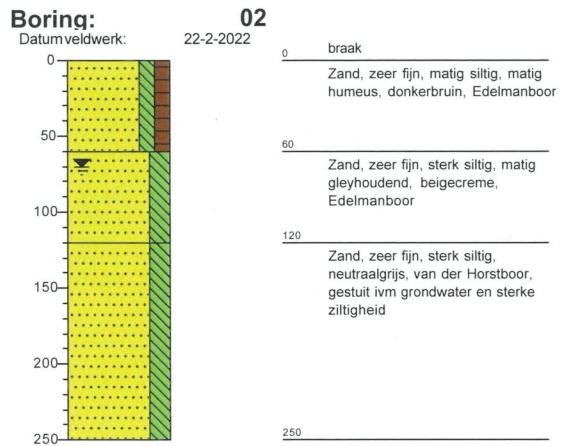
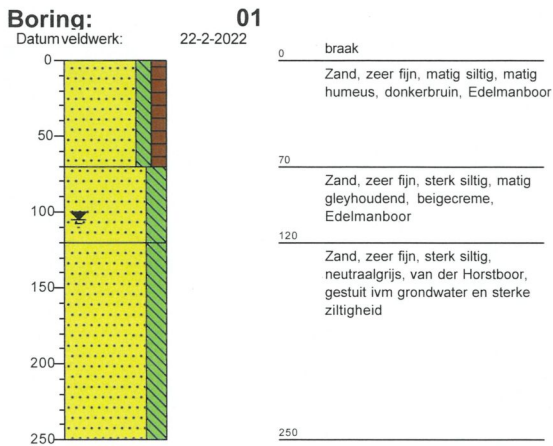
## **Gegevens geohydrologisch onderzoek**



**Titel:** Locatieschets  
 PROJECT: 17889.003  
 SCHAAAL: 1:1000  
 DATUM: 15-2-2022  
 GETEKEND: MWM

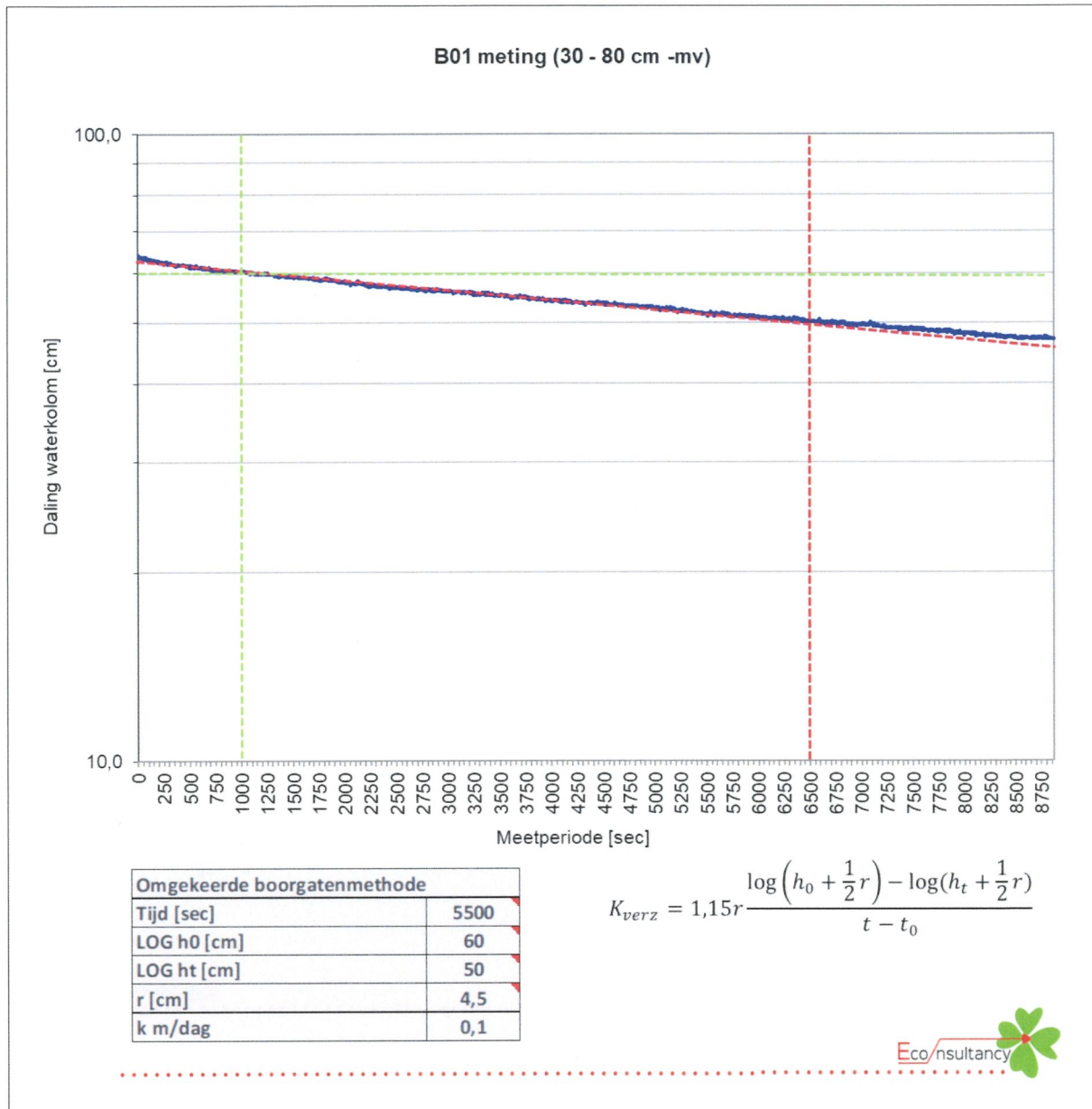


**Legenda**  
 17889\_plangebied  
 Boring tot 3,0 m -mv

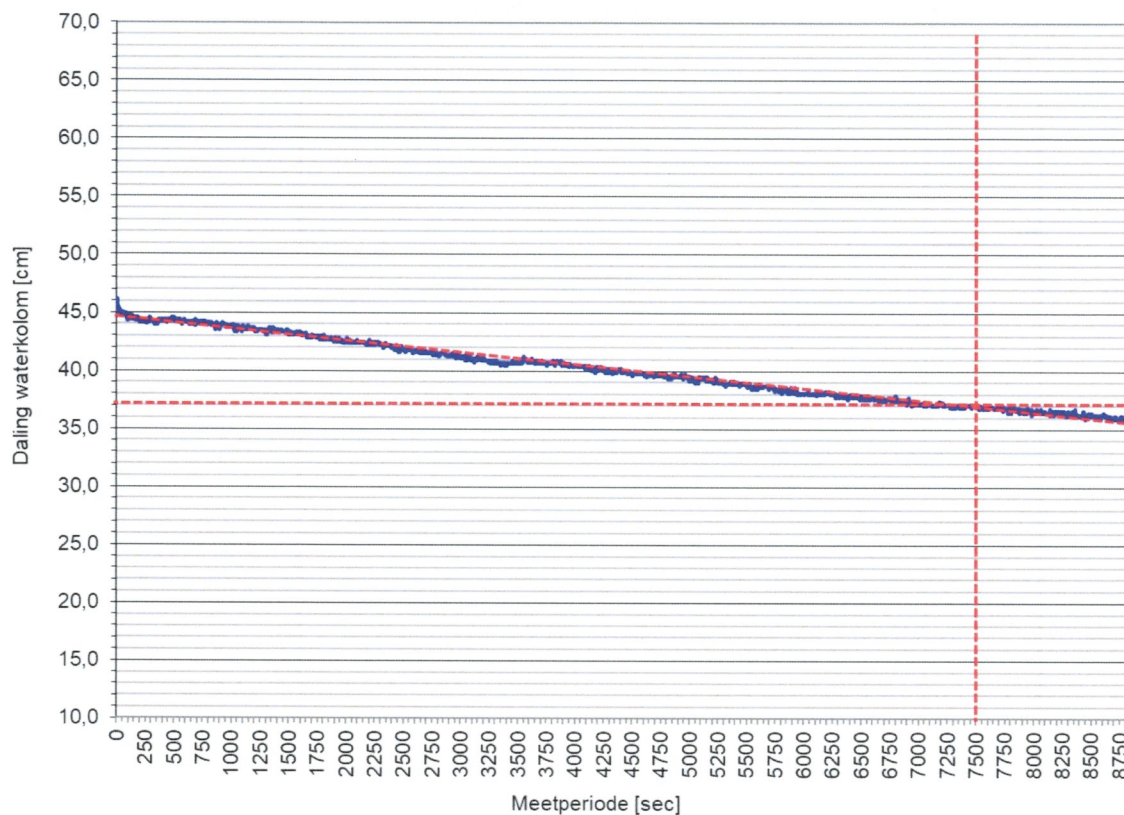


# Bijlage 3

# Berekende k-waarden



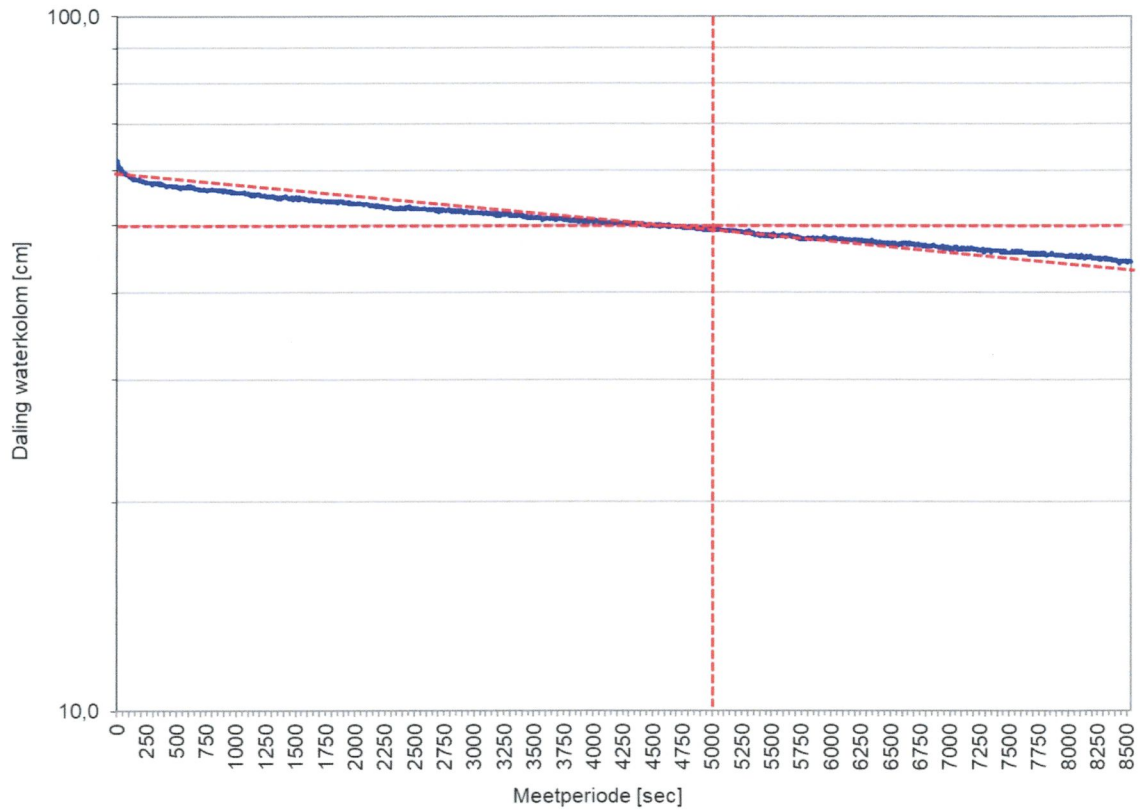
### B02 meting (0 - 50 cm -mv)



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	7500
LOG h0 [cm]	45
LOG ht [cm]	37
r [cm]	4,5
k m/dag	0,05

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log\left(h_t + \frac{1}{2}r\right)}{t - t_0}$$

B03 meting (0 - 50 cm -mv)

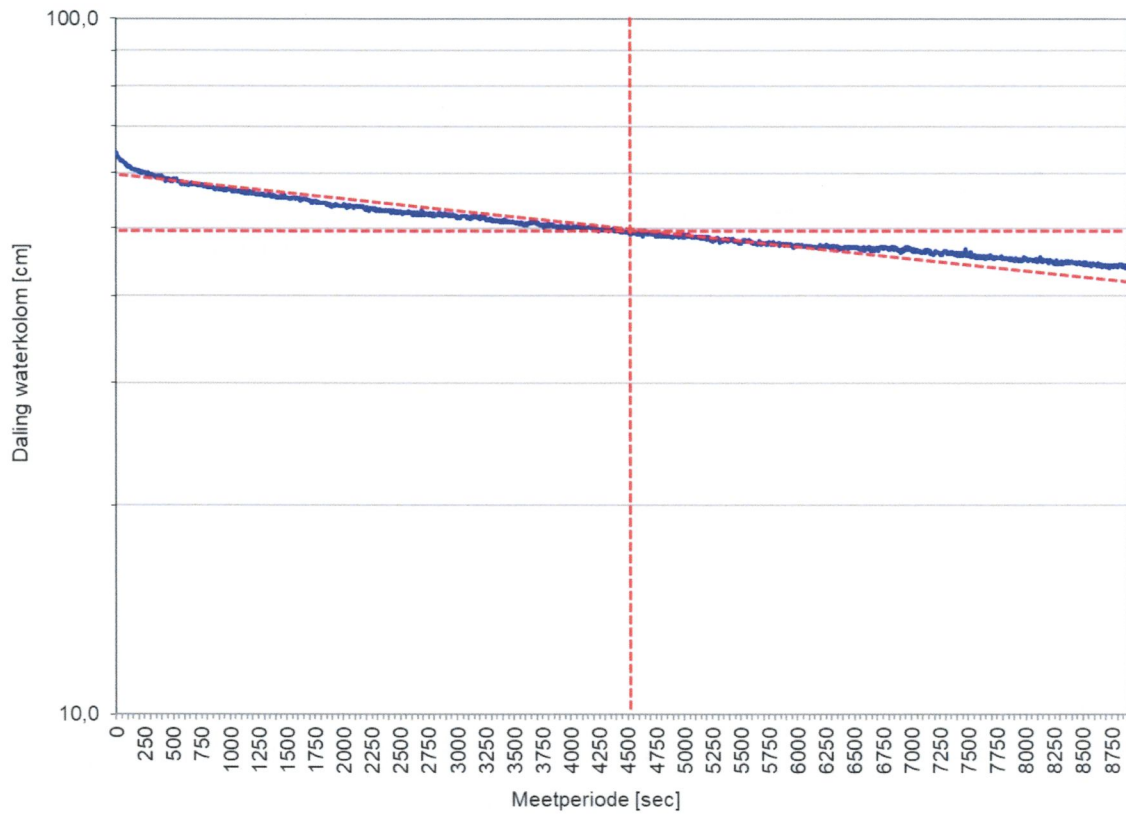


Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	5000
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	50
r [cm]	4,5
k m/dag	0,1

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log\left(h_t + \frac{1}{2}r\right)}{t - t_0}$$



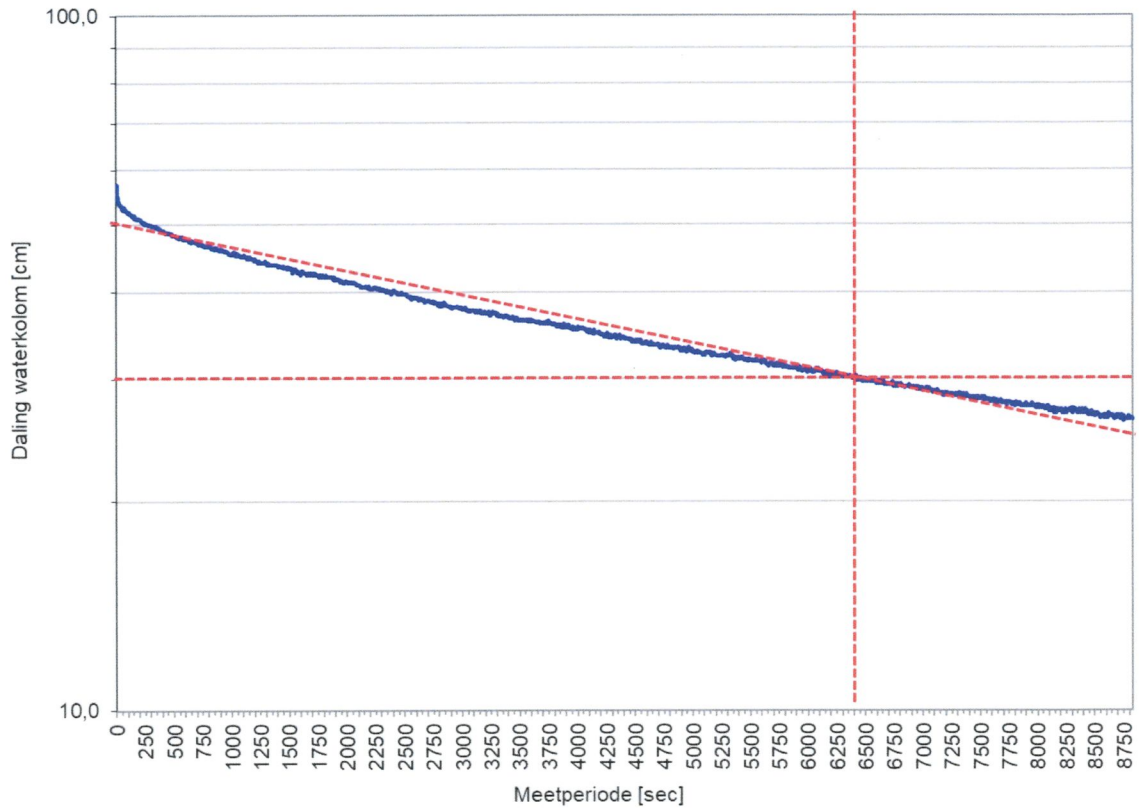
B04 meting (0 - 50 cm -mv)



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	4500
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	50
r [cm]	4,5
k m/dag	0,1

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log\left(h_t + \frac{1}{2}r\right)}{t - t_0}$$

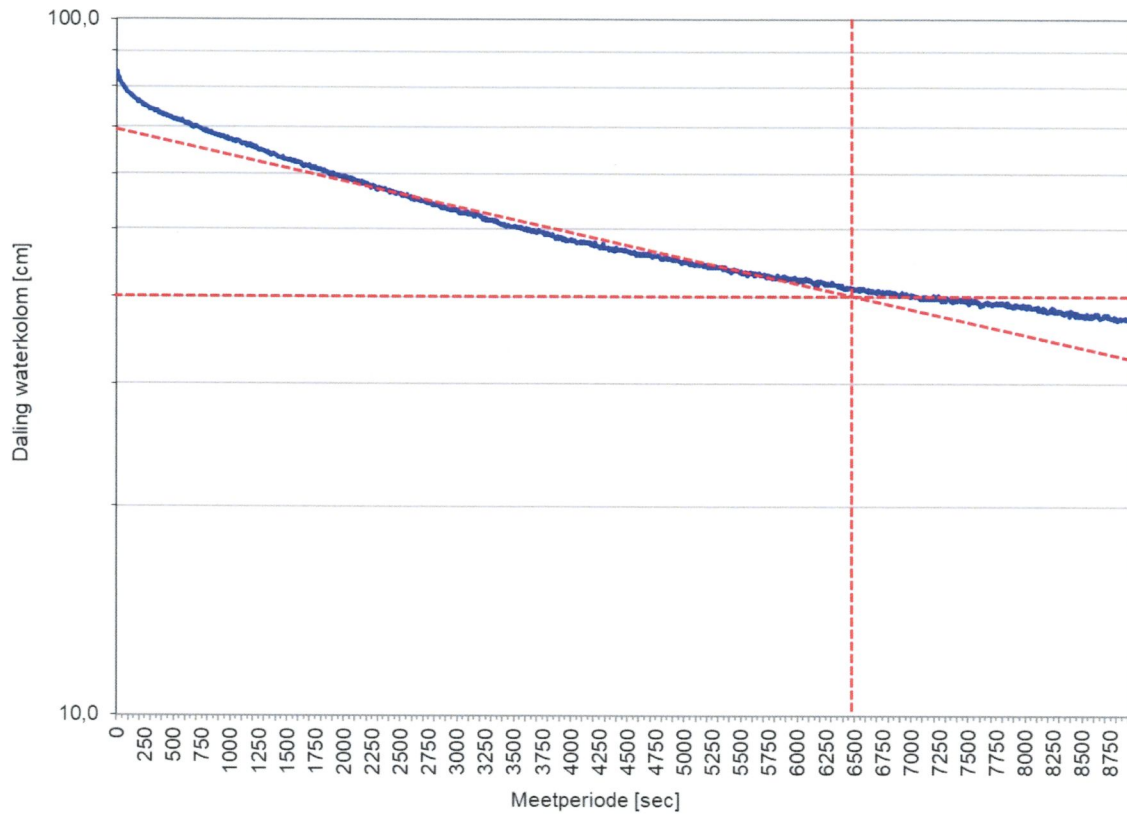
B05 meting (0 - 50 cm -mv)



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	6350
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	30
r [cm]	4,5
k m/dag	0,1

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log\left(h_t + \frac{1}{2}r\right)}{t - t_0}$$

B06 meting (30 - 80 cm -mv)



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	6500
LOG h0 [cm]	70
LOG ht [cm]	40
r [cm]	4,5
k m/dag	0,2

$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log\left(h_0 + \frac{1}{2}r\right) - \log\left(h_t + \frac{1}{2}r\right)}{t - t_0}$$



**Bijlage 4**

**Situatietekening**



**Afhang fase D**  
Onderdeel  
Voortlopg ontwerp

2	107-05-2022	Diverse aanpassingen	RBO	TME	JHE
1	27-05-2021	Diverse aanpassingen t.b.v. groen	PNBE	TME	JHE
0	06-05-2021		PNBE	TME	JHE
W		Wissel	PNBE	TME	JHE
D		Datums	PNBE	TME	JHE

Geplande wijzigingen:  
1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

**Gemeente Horst aan de Maas**

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

**IMBWERKING**

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

**krachten**

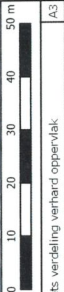
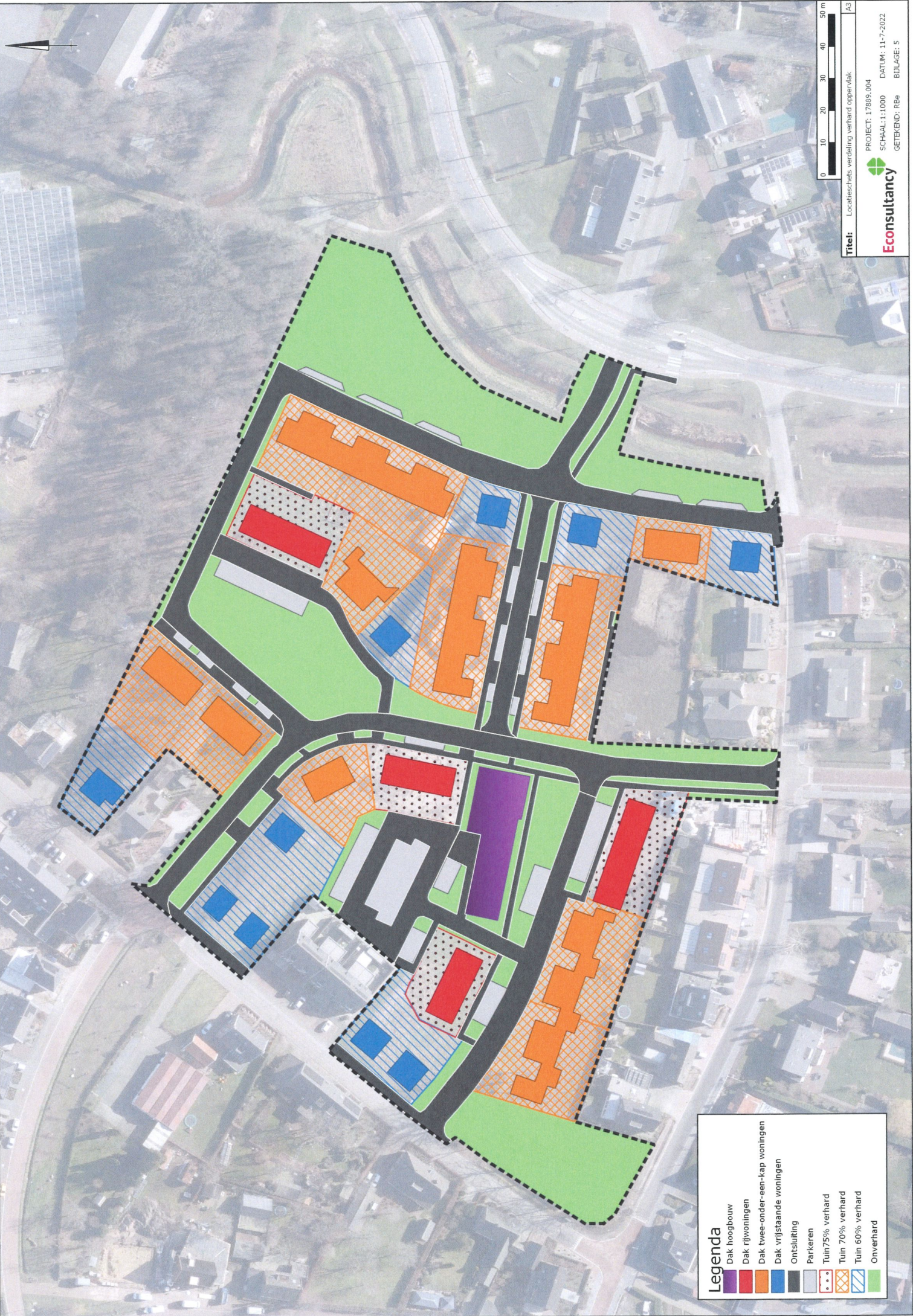
1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken

1. Houtrijptakken  
2. Houtrijptakken  
3. Houtrijptakken  
4. Houtrijptakken  
5. Houtrijptakken  
6. Houtrijptakken  
7. Houtrijptakken  
8. Houtrijptakken  
9. Houtrijptakken  
10. Houtrijptakken





**Titel:** Locatieschets verdeling verhard oppervlak  
 PROJECT: 17889\_004  
 SCHAAAL: 1:1000  
 DATUM: 11-7-2022  
 GETEKEND: PBe  
**Econsultancy**

**Legenda**

	Dak hoogbouw
	Dak rijwoningen
	Dak twee-onder-een-kap woningen
	Dak vrijstaande woningen
	Ontsluiting
	Parkeren
	Tuin 75% verhard
	Tuin 70% verhard
	Tuin 60% verhard
	Onverhard

