

Infiltratie onderzoek Kerkhovenbaan te Oisterwijk

Opdrachtgever

Ruimte voor Ruimte
Postbus 79
5201 AB 's-Hertogenbosch

Projectnummer

Aeres Milieu projectnummer AM17056

Status rapport

Concept

Contactgegevens

Aeres Milieu B.V.
Noordhoven 4
6042 NW ROERMOND
(t) 0475 – 320 000
e-mail: info@aeres-milieu.nl
www.aeres-milieu.nl

Autorisatie

Opsteller rapport:	paraaf	datum
Dhr. M. Vrolix, bc.		10 april 2019
Kwaliteitscontrole:	paraaf	datum
Ing. J.M.G. Reuver		10 april 2019

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. BUREAUSTUDIE	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Watersystemen	6
Grondwater	6
Oppervlakte-, hemel- en afvalwater	8
2.3 Infiltratie onderzoek	9
Inleiding en opzet	9
Uitvoering en interpretatie	12
Samenvatting infiltratie onderzoek	13
3. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN	15

Bijlagen:

- 1 Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie
- 2 Foto's van de onderzoekslocatie
- 3 Situatietekening met meetpunten en fotostandplaatsen
- 4 Boorprofielbeschrijvingen

1. INLEIDING

In opdracht van Ruimte voor Ruimte heeft Aeres Milieu B.V. een infiltratie onderzoek uitgevoerd ten behoeve de gewenste woningbouw op enkele percelen aan de Kerkhovenbaan te Oisterwijk. Momenteel is de locatie in gebruik als akker, bossage, een paardenrijbak en grasland met een vijver.

Algemeen

Kadastrale registratie	: Oisterwijk, sectie H, nr 408 (ged.), 409 (ged.), 795 (ged.) en 948
Coördinaten (RD stelsel)	: X = 140.172 / Y = 399.758
Oppervlakte uitbreidingsgebied	: circa 2 ha
Peil maaiveld	: circa 9,6-10,8 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 0,4-2,5 meter beneden maaiveld
Waterschap	: De Dommel

Op onderstaande afbeelding is de onderzoekslocatie weergegeven. Zie bijlage 1 voor het topografisch overzicht en de kadastrale situatie. In bijlage 2 zijn enkele foto's van het plangebied opgenomen.



Afbeelding 1: Luchtfoto met globale begrenzing onderzoekslocatie [Bron: PDOK-viewer]

Aanleiding

De aanleiding voor het uitvoeren van het infiltratie onderzoek is de voorgenomen herontwikkeling van het plangebied en de verplichting hierbij het hemelwater te verwerken op eigen terrein. In een voorgaande onderbouwing uit 2008 voor het zuidelijke deel van de onderzoekslocatie zou het hemelwater middels een wadi en een infiltratieriool verwerkt worden. Bij de uitgevoerde bodemonderzoeken op de onderzoekslocatie zijn leemlagen waargenomen op variërende dieptes. Westelijk is het grondwater hoger te verwachten.

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstanden en de infiltratiemogelijkheid binnen het plangebied is een veldonderzoek met infiltratiemetingen uitgevoerd.

Infiltratie

Binnen een plangebied gaat de voorkeur uit naar infiltratie van hemelwater in de bodem. Het doel van het infiltratieonderzoek is het ter plaatse vaststellen van de doorlatendheid van de bodem in de (on)verzadigde zone voor de eventuele aanleg van een infiltratievoorziening toelaat.

Infiltratie van hemelwater biedt voordelen tegenover de gebruikelijke afvoermethoden via het oppervlaktewater of via rioleringssystemen. De voordelen zijn onder andere:

- verdroging van de grond wordt tegengegaan en de natuurlijke waterkringloop wordt verbeterd;
- minder of geen belasting van het rioolstelsel, waardoor minder of geen overstorten plaatsvinden;
- vermindering van de wateroverlast.

Onderzoek

Het onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden. Aeres Milieu B.V. heeft geen binding met de opdrachtgever en/of de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau. De adviezen in dit rapport voldoen aan vigerende wet- en regelgeving van lokaal tot en met Europees niveau.

Bij een infiltratieonderzoek is sprake van steekproefsgewijze metingen, (willekeurig) verspreid over de onderzoekslocatie. Het mogelijk dat lokale afwijkingen in de samenstelling van de bodem voorkomen. Het gevolg kan zijn dat resultaten van het infiltratieonderzoek binnen het plangebied onderling (sterk) verschillen.

In de bureaustudie is aandacht besteed aan de huidige bodemkundige- en (geo)hydrologische situatie, de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden. In combinatie met de meetresultaten worden de (on)mogelijkheden om neerslag in de toekomstige situatie te verwerken toegelicht.

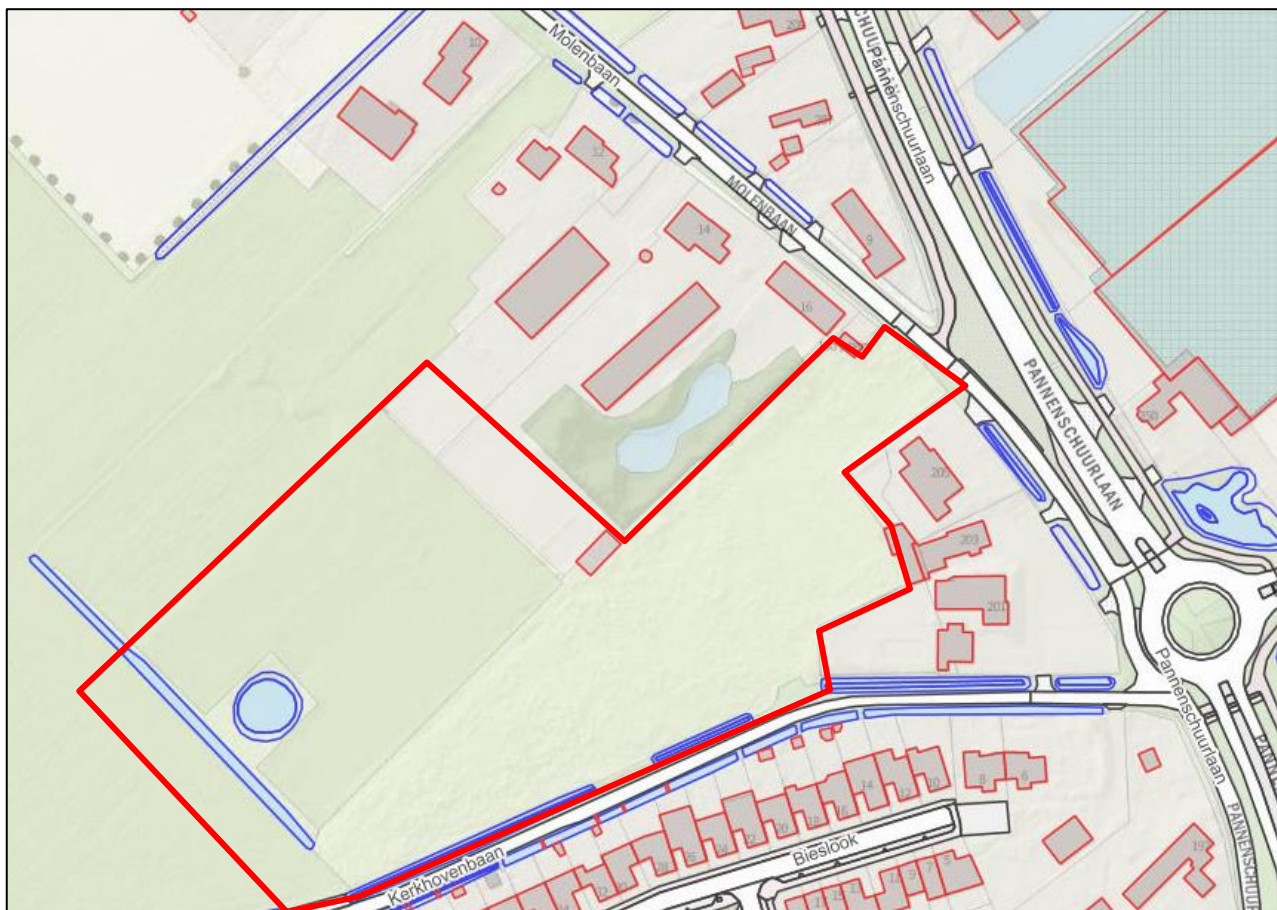
Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het bureau onderzoek en het veldonderzoek beschreven. In hoofdstuk 3 is een conclusie voor het plangebied met nog enige aandachtspunten opgesomd.

2. BUREAUSTUDIE EN ONDERZOEK

2.1 Inleiding

De onderzoekslocatie wordt aan de noordwestzijde begrensd door een weiland en woningen met tuin, aan de noordoostzijde door de Molenbaan, aan de zuid(oost)zijde door de Kerkhovenbaan en aan de zuidwestzijde door akkerland. Binnen het plangebied is westelijk een poel en nabijgelegen watergang aanwezig. Parallel aan de Kerkhovenbaan stroomt een watergang in oostelijke richting.



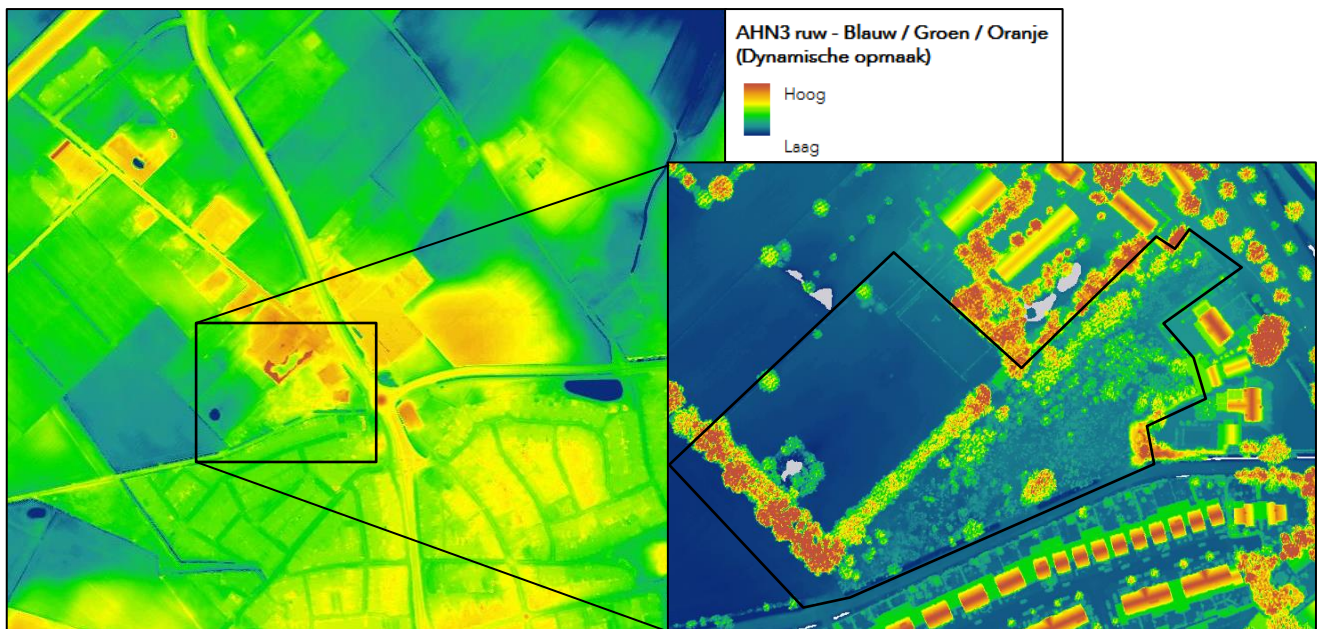
Afbeelding 2: Ondergrond met globale begrenzing onderzoekslocatie [Bron: PDOK-viewer]

Gezien de omvang van de herontwikkeling dient ter plaatse hemelwater verwerkt te worden. Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden ter plaatse, is de verwachte bodemopbouw beknopt in beeld gebracht.

Het plangebied ligt noordelijk van de bebouwde kom van Heukelom (gemeente Oisterwijk). In het verleden was zuid(oost)elijk bebouwing aanwezig. Deze is gesloopt waarna het terrein geëgaliseerd is. Van belang bij voorkoming van grondwateroverlast is de hoogteligging van het plangebied in relatie tot de optredende grondwaterstanden.

Het plangebied is in westelijke richting aflopend vanaf de Molenbaan (ca. 10,8 meter +NAP) naar de Kerkhovensebaan (ca. 10,6 meter +NAP). Het noordwestelijke weiland is vanaf de kavelgrenzen aflopend naar de centraal westelijk gelegen poel (maaiveldhoogtes van 10,6 meter +NAP naar ca. 9,6 rondom de poel. De westelijke watergang heeft een slootbodem op ca. 9,1-9,2 meter +NAP.

Het wei- en akkerland westelijk ligt op ca. 9,6 meter +NAP. De Kerkhovenbaan ligt op ca. 10,1-10,7 meter +NAP en de Molenbaan op ca. 11-11,1 meter +NAP. Afbeelding 2 geeft een overzicht van de genoemde hoogteverschillen visueel weer.



Afbeelding 3: Uitsneden hoogtekkaart met globale begrenzing onderzoekslocatie [Bron: hoogtekkaart Nederland]

2.2 Watersystemen

De (water)systemen zoals die in het plangebied en omgeving voorkomen, worden onderverdeeld in grond-, oppervlakte-, hemel- en afvalwater.

Grondwater

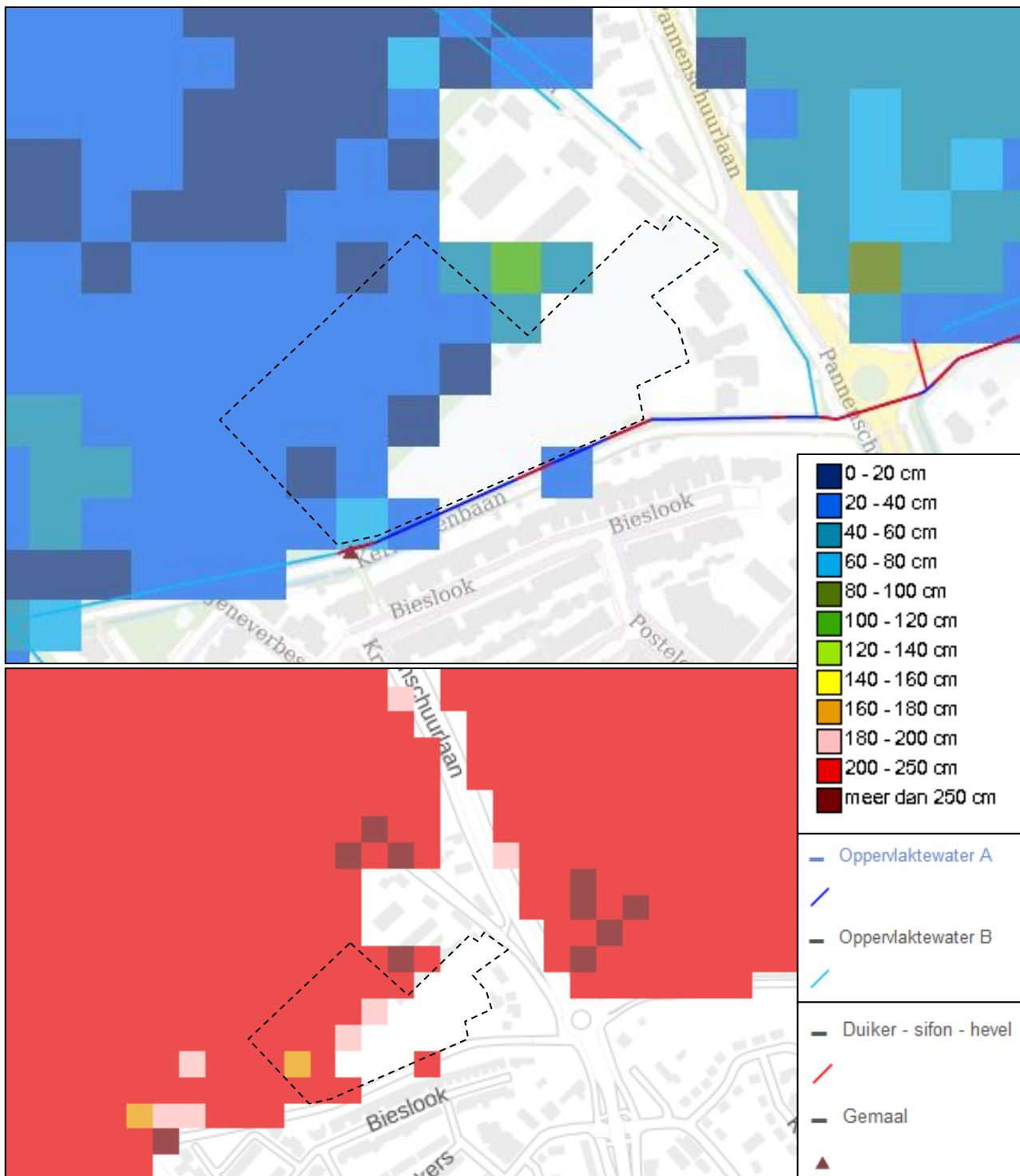
De optredende grondwaterstanden zijn afhankelijk van de lokale bodemopbouw en ontwatering van het gebied. Hiervoor is gebruik gemaakt van gekende bodemdata (verkennende bodemonderzoeken Aeres Milieu tussen 2007-2009 en omstreeks 2018-2019, archeologisch veldonderzoek Synthegra (rapnr. P0502294) en de verzamelde informatie bij het uitgevoerde veldwerk binnen de onderzoekslocatie (zie hoofdstuk 2.3 voor het infiltratie onderzoek).

Het plangebied ligt in het zuidelijk zandgebied binnen de Centrale Slenk. Volgens het Dinoloket en Bodemdata Nederland is ter plaatse een fijn, zwak tot sterk lemig dekzand (Laagpakket van Wierden) te verwachten met binnen 1,2 m-mv een zandige leemlaag (beiden Formatie van Boxtel). Hieronder is de goed doorlatende ondergrond behorende tot de Formatie van Sterksel aanwezig (grindhoudende, fijn tot grof zand, afgezet door de Maas).

Door verstuingen en insnijdingen in het landschap zijn in de toplaag dekzandruggen en beekdalen ontstaan. Het plangebied ligt in een relatief laaggelegen, vlak dekzandgebied waarbij een gooreerdgrond te verwachten is. Gooreerdgronden zijn onder andere ontwikkeld in vlak gelegen gebieden met sterk lemige dekzanden tot ca. 70 cm diep. Nabij dorpen is hierop een sterk humeuze toplaag aanwezig door bemesting met plaggen.

Het grondwater stroomt in oostelijke richting en is op ca. 7-9,2 meter +NAP te verwachten. Door de bodemopbouw is een sterk fluctuerende grondwaterstand te verwachten. Dit blijkt ook uit de gekende grondwatergegevens bij de provincie Noord-Brabant en waterschap De Dommel.

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is westelijk binnen het plangebied op ca. 20-60 cm-mv te verwachten (ca. 9,2 m +NAP). Voor de rest van het perceel zal dat naar verwachting ca. 80 cm-mv zijn door de hogere ligging dan het westelijke weiland (zie afbeelding 3). De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de zomer is op ca. 2-2,5 m-mv te verwachten. Dit grote verschil heeft naar verwachting te maken met de aanwezigheid van zandige leemlagen in de ondiepe ondergrond en de hierdoor sterk vertraagde doorlatendheid naar de diepere ondergrond bij een langdurige natte periode.



Afbeelding 4: Uitsneden GHG en GLG met globale begrenzing onderzoekslocatie [bron: Webviewer De Dommel]

Nabij de zuidwestelijke hoek van het plangebied is een gemaal aanwezig (zie afbeeldingen 4 en 5). Het gemaal aan de Pannenschuur is omstreeks 1989-1991 aangelegd ten behoeve van de ontwatering van het agrarisch gebied. Het gemaal pompt water uit het lager gelegen agrarisch gebied naar de zuidelijk van het plangebied gelegen A-watgang (zie afbeelding 5).

In oktober 2018 en januari 2019 zijn door veldwerkers van Aeres Milieu verspreid over de onderzoekslocatie boringen geplaatst. De boorlocaties zijn weergegeven in bijlage 3 en de boorprofielbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 4.

Het noordwestelijk deel van de onderzoekslocatie betreft een lager gelegen weiland met westelijk een akkerland. Het zuid(oost)elijk terrein is in het verleden licht opgehoogd en geëgaliseerd. Bij de uitgevoerde boringen is gemiddeld een humeuze toplaag van ca. 0,5 meter dik aanwezig. Centraal in het weiland (boring 2 en A) is de toplaag dunner (ca. 25 cm dik). Op de randen van het weiland en op het zuidoostelijk braakliggend perceel is plaatselijk een dikkere humeuze toplaag van ca. 0,8 meter dik aanwezig.

Hieronder is een zeer tot matig fijn, zwak siltig zand aanwezig. Deze wordt siltiger naar de ondergrond toe. Zuidelijk binnen de onderzoekslocatie (boringen 3, 13, 02 en 24) is de leemlaag op ca. 1-1,5 m-mv. aangetroffen. Noordwestelijk nabij boorpunt 6 is de leemlaag op 1,5 m-mv. aangetroffen. Centraal en noordoostelijk binnen de onderzoekslocatie is de leemlaag rond 2 m-mv. waargenomen. De aangetroffen leemlaag is ca. 60-120 cm dik. Hieronder is een matig fijn, zwak siltig zand aangetroffen.

Het grondwater is ten tijde van het veldwerk in januari 2019 op ca. 2,4-3 m-mv. aangetroffen. Bij de bodemonderzoeken in 2007-2009 is het grondwater op 1,1-2,4 m-mv. aangetroffen. Voorts is bij enkele uitgevoerde veldinspecties ter plaatse van het weiland water op het maaiveld waargenomen. Dit is mogelijk te wijten aan de slempvorming door de siltigheid van de bodem en de lagere ligging van het maaiveld nabij de poel. Bij de planontwikkeling dient rekening gehouden te worden met deze optredende grondwaterstanden.

Voor de woningbouw dient een voldoende hoog bouwpeil aangehouden te worden om toekomstige grondwateroverlast te vermijden. Geadviseerd wordt om een drooglegging van 0,7 tot 1 meter aan te houden. Derhalve is afhankelijk van de eventuele aanleg van een kruipruimte een bouwpeil van minimaal 10 meter +NAP geadviseerd. Hiervoor is plaatselijk een ophoging benodigd. Vooral ter plaatse van het weiland is in de huidige situatie de toepassing van een kruipruimte afgeraden.

Geadviseerd wordt om middels enkele infiltratiemetingen verspreid binnen het plangebied vast te stellen of de aanwezige bodem voldoende doorlatend is om over te gaan tot de aanleg van een infiltratievoorziening.

De onderzoekslocatie bevindt zich zover bekend niet binnen een attentie- of beschermingsgebied behorend tot een waterwingebied.

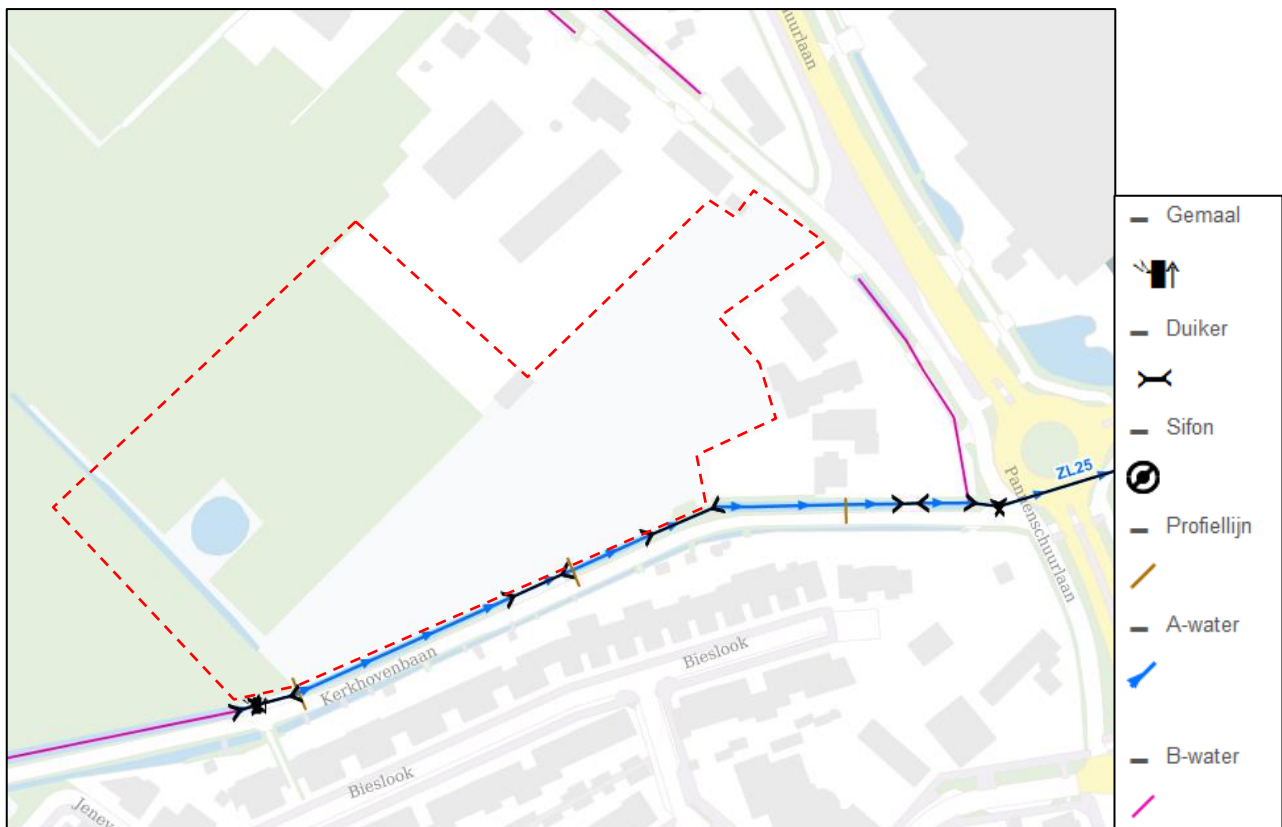
Oppervlakte-, hemel- en afvalwater

Westelijk binnen het plangebied is een poel aanwezig (zie afbeeldingen 2, 3 en 5). De poel in de paardenwei is tussen 1996 en 2000 aangelegd. Nabij de poel is een brede droogvallende sloot aanwezig. Zuidwestelijk van het plangebied stroomt een B-watgang met nabij de inrit tot de akker een gemaal (zie afbeelding 5). Deze pompt water in de zuidelijk van het plangebied gelegen A-watgang ZL25_HO01 vanwaar het in noordoostelijke richting afstroomt naar de Raamse Loop.

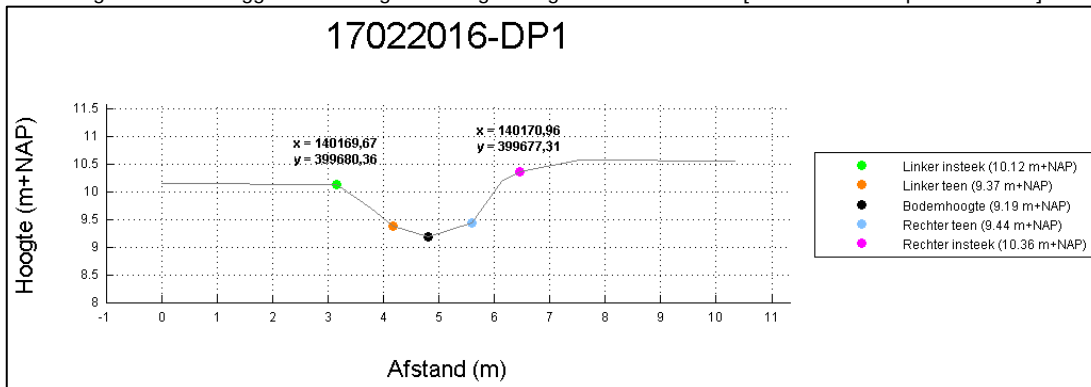
In de A-watgang zijn ten behoeve de toegang tot de onderzoekslocatie 2 duikers aanwezig. De A-watgang is ca. 3,5 meter breed (insteek tot insteek). Het profiel van de watgang net na het gemaal is weergegeven op afbeelding 6.

Ter plaatse vindt momenteel geen afvoer van afvalwater plaats. Voor de nieuwbouwwoningen zal een separaat DWA-stelsel aangelegd dienen te worden. Uitgangspunt is de aanleg van een gescheiden stelsel waarbij het hemelwater ter plaatse verwerkt dient te worden (infiltreren of bergen en vertraagd afvoeren).

Om vast te stellen of binnen het plangebied hemelwater kan infiltreren, zijn diverse metingen uitgevoerd in de verzadigde en onverzadigde bodem.



Afbeelding 5: Uitsnede leggerkaart met globale begrenzing onderzoekslocatie [bron: Waterschap De Dommel]



Afbeelding 6: Uitsnede leggerkaart profiellijn A-watergang net na het gemaal [bron: Waterschap De Dommel]

2.3 Infiltratie onderzoek

Inleiding en opzet

Het infiltreren van hemelwater in de bodem heeft bij (her)ontwikkelingen altijd de voorkeur. Door praktijkervaringen en gegevens uit andere landen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid (k_d) van ca. 0,43 m/d vereist is voor het succesvol toepassen van een infiltratievoorziening. Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze dan langer (dagen achtereen) waterhoudend zijn, wat onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, -aantal, -vorm, de continuïteit van de poriën, de geometrie van de poriënkanaal en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats van de bodemsoort en de bodemstructuur af.

Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad, en kan ze beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke verschillen kunnen optreden.

In hoofdstuk 2.2 is een bureaustudie opgenomen om inzicht te krijgen in een aantal bodemaspecten zoals:

- bodemgesteldheid op de onderzoekslocatie;
- eventueel aanwezig zijn van minder goed doorlatende bodemlagen;
- verwachte doorlatendheid van bodemlagen en optredende grondwaterstanden;
- terreininrichting en -gebruik.

Deze bureaustudie wordt aangevuld met enkele veldgegevens en -metingen. Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests) worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze zich beperken tot de bemonsterde bodemlaag.

In de literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van zand en vergelijkbare sedimenten. Deze waarden zijn afkomstig uit de landbouw en uit de hydrogeologie. In de tabellen 1 en 2 worden de gevonden waarden samengevat [*Arbeitsblatt DVW-A-138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*].

Bodem	Snelheid van wateropname [m/d]	
	Goed	Slecht
Zeer grove zanden	0,6	0,3
Grove zanden, fijne zanden en lemige zanden	0,38	0,24
Zandig leem en fijnzandige leem	0,29	0,19
Zeer fijnzandige leem, siltige leem	0,24	0,17
Klei leem, matig fijne textuur	0,19	0,14
Klei, siltige klei, zandige klei met fijne textuur	0,12	0,05

Tabel 1: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse sedimenten in de landbouwliteratuur

Materiaal	k-waarde [m/d]
Klei	$0,01 - 10^{-8}$
Klei, zand en grind mengsels	$0,01 - 0,001$
Silt, löss	$1 - 10^{-4}$
Silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	$0,1 - 10^{-4}$
Fijn zand	$2 - 0,02$
Middelfijn tot middelgrof zand	$43 - 0,09$
Grof zand	$400 - 0,09$

Tabel 2: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen in de hydrogeologische literatuur

Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij wat in Nederland gebruikelijk is en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen. Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is.

Het grondwater is bij de uitvoering van de infiltratiemetingen in januari 2019 op ca. 2,4 tot 3,1 meter beneden maaiveld aangetroffen.

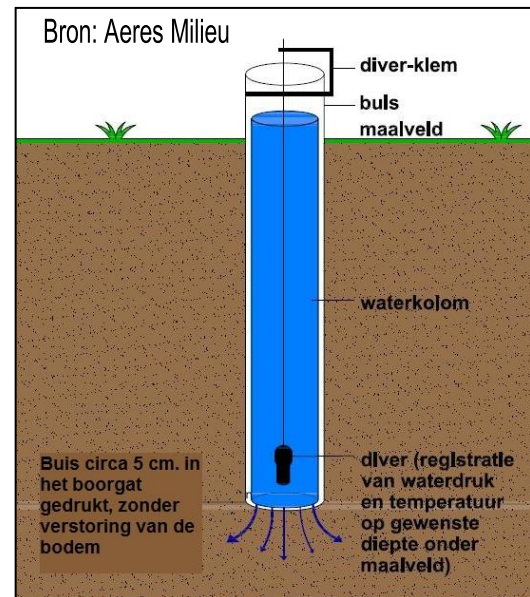
Gebaseerd op de eerdere veldwaarnemingen is de doorlatendheid in de *onverzadigde* zone (boven de grondwaterstand) bepaald door middel van de "Open-end-test" en de "Porchetest". Beide tests zijn uitgevoerd in verband met de zeer tot matig fijne, zwak tot sterk siltige zandbodem en de verwachte betere horizontale doorlatendheid op basis van de gekende data. De meetpunten zijn uitgevoerd ter plaatse van A, B en C.

Voor de metingen in de verzadigde zone (onder de grondwaterstand) is gebruik gemaakt van de "hooghoudtmethode". Deze metingen zijn uitgevoerd in de binnen de onderzoekslocatie aanwezige peilbuizen. Deze zijn geplaatst ten behoeve het uitgevoerde verkennend bodemonderzoek. De boorlocaties zijn weergegeven in bijlage 3 en de boorprofielbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 4.

De zogenaamde "Open-end" test is zeer geschikt voor het meten van de onverzadigde verticale doorlatendheid van een bodemlaag.

Deze test wordt als volgt uitgevoerd: Met een grindboor wordt een gat geboord tot op de laag waarvan de doorlatendheid bepaald moet worden. In het boorgat wordt vervolgens een blinde verbuizing geplaatst, die aan de onder- en bovenzijde is geopend, en die ca. 1 m boven maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt ca. 5 cm in de bodem gedrukt, en geheel gevuld met water, dat in de ondergrond infiltreert (de "voornatting"). Nadat de ondergrond aldus voldoende verzadigd is geraakt met water, wordt vervolgens met behulp van een druksensor (diver) gemeten met welke snelheid het waterpeil in de buis daalt.

Hieruit wordt berekend hoe groot de infiltratiesnelheid van het water in de bodem is. Deze is afhankelijk van de inwendige doorsnede van de buis, de drukhoogte (=de lengte van de waterkolom in de buis), het bodemtype en de snelheid waarmee het peil daalt. Met deze meetmethode wordt voornamelijk de verticale infiltratiesnelheid gemeten.

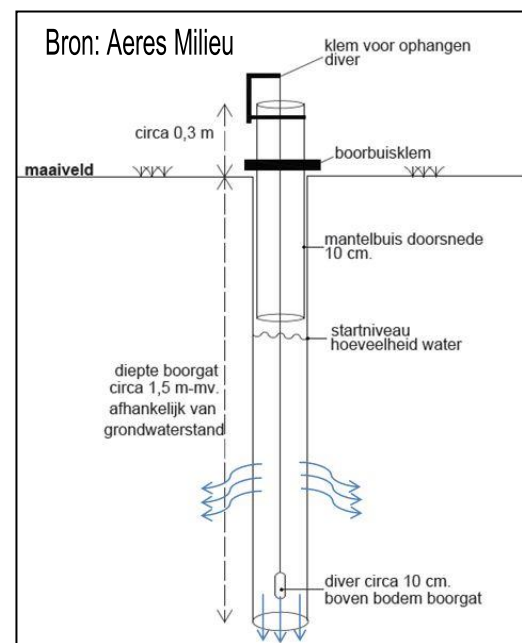


Afbeelding 7: Principetekening Open-end-test

Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde "Porchetttest", ook wel omgekeerde boorgatmethode of reversed augerhole test genoemd. Bij deze methode wordt in een, niet verbuisd, boorgat constant water gepompt en gemeten tot het waterpeil in het boorgat stabiel is. Vervolgens wordt het debiet bepaald waarmee het water in het boorgat gepompt wordt. Bij een te laag pompdebiet wordt met behulp van een druksensor (diver) gemeten met welke snelheid het waterpeil in de buis daalt. Hieruit kan de doorlatendheid worden berekend.

De keuze voor het type test is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de visueel zichtbare snelheid waarmee het water in de bodem infiltreert. Beide tests zijn voor het infiltratieonderzoek van belang voor de onverzadigde zone.

Opgemerkt wordt dat de Porchetttest vooral de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone meet en in mindere mate de verticale doorlatendheid. De berekende verticale doorlatendheid is meestal een factor 5 tot 25 lager is dan de horizontale.



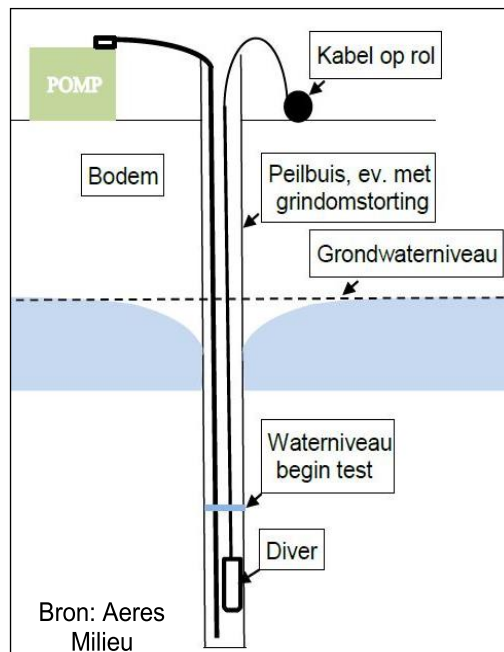
Afbeelding 8: Principetekening Porchetttest

Voor de meting in de verzadigde zone is gebruik gemaakt van de Hooghoudtmethode. De methode wordt reeds decennia lang toegepast en is uitvoerig gedocumenteerd.

De werkwijze is als volgt: In de te onderzoeken bodemlaag wordt een peilbuisfilter geplaatst en met filtergrind omstort.

Voor deze test wordt allereerst de grondwaterstand in rust (beginniveau) gemeten in een peilbuis. Vervolgens wordt constant een hoeveelheid water aan het filter onttrokken of toegevoegd. Bij een constant waterniveau wordt het pompdebiet bepaald. Indien de peilbuis bij de onttrekking wordt leeggezogen, wordt gemeten in hoeveel tijd de grondwaterstand zich herstelt tot het beginniveau. Door middel van een zogenaamde 'diver' en handmatig wordt de tijd en de waterhoogte op geregelde tijdstippen gemeten. Door deze metingen kan de doorlatendheid van de verzadigde ondergrond worden berekend. Voor de berekening van de doorlatendheid van de bodem wordt het software pakket Superslug gebruikt.

Afhankelijk van breedte van de peilbuis, omstorting en meetgegevens wordt de infiltratiesnelheid in de verzadigde zone berekend.



Afbeelding 9: Principetekening Hooghoudt-methode

Uitvoering en interpretatie

Op 18 januari 2019 zijn op 6 plaatsen verspreidt binnen de onderzoekslocatie metingen uitgevoerd.

Er wordt vanuit gegaan dat op de gemeten dieptes geen bodemvormende processen meer plaatsvinden of andere verschijnselen aanwezig zijn die de metingen kunnen beïnvloeden. De gemiddelde meettijd per meetpunt bedraagt ca. 20 minuten.

De metingen in de verzadigde zone zijn uitgevoerd in de nog op perceel aanwezige peilbuizen ter plaatse van meetpunten 1, 13 en 14. De metingen in de onverzadigde bodem zijn uitgevoerd ter plaatse van de meetpunten A, B en C. Hierbij is een Open-end-test uitgevoerd met hierop volgend Porchetttests.

Open-end-test

In het boorgat is een verbuizing geplaatst met een diameter van 0,1 meter. Deze is geheel gevuld met water waarna, na "voornatting" van de bodem, met de metingen is gestart. De metingen zijn uitgevoerd met een zogenaamde "Diver", een in het boorgat opgehangen instrument dat de waterdruk opneemt. Als meetfrequentie is het instrument ingesteld op één meting per 5 seconden. In tabel 3 worden de berekende meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid [meter/dag]	Diepte (m-mv.)
A	<0,09	0,8
B	0,30 / 0,31	0,8
C	0,63 / 0,65	0,8

Tabel 3: Meetresultaten Open-end-tests

De open-end-tests zijn wisselende waardes gemeten. De metingen ter plaatse van A en B zijn als onvoldoende te beschouwen om over te gaan tot infiltratie. Ter plaatse van meetpunt C is infiltratie toepasbaar. De lagere verticale doorlatendheid is naar verwachting te relateren aan de toenemende siltigheid van de bodem richting de waargenomen leemlaag bij de uitgevoerde profielboringen (westelijk op ca. 1,5, oostelijk op ca. 2,0 m-mv).

Porchettest

Door de visueel lage verticale infiltratiesnelheid bij de Open-end-tests zijn ter plaatse van de meetpunten Porchetttests uitgevoerd. Hierbij is in het boorgat een gedeeltelijke verbuizing met een diameter van 0,1 meter geplaatst. Deze is verder gevuld met water waarna, na enige tijd van voornatting van de bodem, met de metingen is gestart. De metingen zijn uitgevoerd met een zogenaamde 'Diver', een in het boorgat opgehangen instrument dat de waterdruk opneemt. Als meetfrequentie is het instrument ingesteld op één meting per 5 seconden. In onderstaande tabel zijn de berekende meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Gemeten infiltratiesnelheid [meter/dag]	Diepte (m-mv.)
A	0,79 / 0,65	0,8
B	3,2 / 3,0	0,8
C	8,7 / 11,8	0,8

Tabel 4: Meetresultaten porchetttests

Ter plaatse van meetpunt A is een lage waarde voor een Porchetttest aanwezig. Voor de andere meetpunten zijn voor een porchetttest matig tot goede infiltratiesnelheden gemeten. De gemeten horizontale verspreiding is niet 1 op 1 te vergelijken met verticale infiltratiesnelheid. Geconcludeerd kan worden dat de fijn, matig siltige onverzadigde bodem centraal binnen het weiland niet geschikt is voor de aanleg van een infiltratievoorziening.

De overige gemeten waardes geven wel weer dat een goede horizontale verspreiding mogelijk is in de fijne, zwak tot matig siltige zandlagen.

Hooghoudtmethode

Op basis van de toe/afstroming tijdens het veldwerk is gekozen voor een slugtests. Hierbij wordt de betreffende peilbuis snel afgepompt waarna gemeten wordt hoe snel het waterniveau zich herstelt. Door middel van een zogenaamde 'diver' (en handmatige controlepeilingen) wordt de tijd en de stijging van de waterhoogte op regelde tijdstippen gecontroleerd. De diver is ingesteld op een meetfrequentie van één meting per 5 seconden. Dit is enkele malen herhaald om te komen tot een constante waarde. Na beëindiging van de meetwerkzaamheden zijn de geregistreerde meetgegevens van de 'Diver' uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt met een rekenprogramma. In tabel 5 is het meetresultaat weergegeven.

Meetpunt	Berekende infiltratiesnelheid [meter/dag]	Diepte (m-mv.)
1	0,65 / 0,62	4,64
13	0,58 / 0,64	3,35
14	0,53 / 0,48	4,6

Tabel 5: Berekende infiltratiesnelheden hooghoudtmethode

Uit het meetresultaat blijkt dat de verzadigde fijn zandige ondergrond onder de leemlaag een goede doorlatendheid heeft. De gemeten waardes komen overeen met de verwachte infiltratiesnelheid van deze bodemlaag.

2.4 Samenvatting infiltratie onderzoek

Het noordwestelijk deel van de onderzoekslocatie betreft een lager gelegen weiland met westelijk een akkerland. Tussen het wei- en akkerland is een brede droogvallende sloot en poel aanwezig. Het zuid(oost)elijk terrein is in het verleden licht opgehoogd en geëgaliseerd na de sloop van de panden.

Uit het uitgevoerde infiltratie onderzoek blijkt dat de humeuze toplaag gemiddeld ca. 0,5 meter dik is. Centraal in het weiland (boring 2 en A) is de toplaag dunner (ca. 25 cm dik). Hieronder is een zeer tot matig fijn zand aanwezig. Deze wordt siltiger richting de ca. 0,6-1,2 meter dikke leemlaag die zuid- en oostelijk binnen het plangebied aangetroffen is. Westelijk binnen het plangebied is geen echte leemlaag aangetroffen. De leemlaag is op ca. 1,5-2,0 m-mv aangetroffen. Hieronder is een zeer tot matig fijn, zwak siltig zand aangetroffen.

Het grondwater is ten tijde van het veldwerk in januari 2019 op ca. 2,4-3 m-mv aangetroffen. In 2007-2009 is het grondwater op 1,1-2,4 m-mv aangetroffen. Dit betreffen slechts momentopnames.

Op basis van de gekende data en informatie van enkele in het verleden uitgevoerde veldinspecties blijkt dat voornamelijk binnen het weiland water op het maaiveld aangetroffen wordt. Dit is mogelijk te wijten aan de slempvorming door de siltigheid van de bodem en de lagere ligging van het maaiveld nabij de poel. Door het zuidwestelijk van het plangebied gelegen gemaal wordt het waterpeil binnen het lager gelegen akkerland beheerd. Bij de planontwikkeling dient rekening gehouden te worden met deze optredende grondwaterstanden.

Voor de toekomstige woningbouw dient een voldoende hoog bouwpeil aangehouden te worden om toekomstige grondwateroverlast te vermijden. Geadviseerd wordt om een drooglegging van 0,7 tot 1 meter aan te houden. Derhalve is afhankelijk van de eventuele aanleg van een kruipruimte een bouwpeil van minimaal 10 meter +NAP geadviseerd. Hiervoor is plaatselijk een ophoging benodigd. Vooral ter plaatse van het weiland wordt in de huidige situatie een ophoging en geen toepassing van een kruipruimte geadviseerd.

Uit de uitgevoerde infiltratiemetingen in de onverzadigde zone westelijk tot centraal van het plangebied blijkt dat de fijne, siltige bodem goede infiltratie in de bodem belemmerd. Zuid- en oostelijk op het terrein is een goede infiltratiesnelheid aangetoond. Dit is mogelijk te relateren aan de hogere ligging (egalisatie en menging van bodemlagen in het verleden).

De onder de leemlaag gelegen zwak tot matig siltige zandlaag laat een goede infiltratie van water in de bodem toe. Concluderend uit de metingen blijkt dat binnen het plangebied infiltratie in de bodem stagneert in de siltige zandlagen van de Formatie van Boxtel. Ter plaatse is wel sprake van horizontale verspreiding.

De gemeten waardes komen overeen met de literatuurwaardes voor zeer tot matig fijn, zwak tot sterk siltig zand. Door de diepere grondwaterstanden kan gedurende 3/4^e van het jaar weliswaar vertraagde infiltratie in de bodem plaatsvinden. In langdurig natte periodes zijn hogere grondwaterstanden te verwachten waardoor een hemelwatervoorziening bij voorkeur boven de verwachte GHG van 40-80 cm-mv (ca. 9,3 meter +NAP) aangelegd wordt.

Gezien de aanwezige siltige bodemlagen en de sterk wisselende infiltratiewaardes in de onverzadigde bovengrond wordt de aanleg van een absolute infiltratievoorziening op de onderzoekslocatie niet geadviseerd tenzij ter plaatse grindpalen door de leemlaag, een plaatselijke grondverbetering of een ondergelegen grindkoffer gerealiseerd wordt om zo de lediging te bespoedigen (rechtstreeks onder de leemlaag infiltreren).

Gezien de ligging in het buitengebied gaat de voorkeur uit naar bovengrondse afvoer middels molgoten of infiltratiegreppels langs de weg (ca. 20 mm bergen) die overlopen naar een centrale retentie (ca. 40 mm bergen) en die voorzien wordt van een leegloop op het primair oppervlaktewater. Voor de aanleg van een infiltratievoorziening met grondverbetering kan een k-waarde van 0,6 meter per dag aangehouden worden.

Bij de nadere uitwerking van de plannen dient nader onderbouwd te worden hoe de toekomstige (afval)waterstromen verwerkt gaan worden. Voor de nadere planontwikkeling wordt tevens een vooroverleg met Waterschap De Dommel geadviseerd.

3. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN

Afkoppeling/niet aansluiten van hemelwater is eenvoudig realiseerbaar en verplicht bij nieuwbouw. Aan de (milieuhygiënische) randvoorwaarden kan worden voldaan. De afstromende neerslag van de nieuwbouw en overige verharding zal niet tot nauwelijks vervuild zijn. Deze neerslag kan rechtstreeks afstromen naar een aan te leggen RWA-stelsel. Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering, kan wateroverlast ontstaan. De nadere uitwerking van het HWA- en DWA-stelsel dient overlegd te worden met het bevoegd gezag en opgenomen te worden in de definitieve bouwplannen.

Bij de nieuwbouw dient eenzelfde peil als bij de omgeving (minimaal 10 cm boven de kruin van de weg) aangehouden te worden. Hiermee wordt tevens instroom van afstromend water vermeden.

Het gebruik van uitlogende materialen wordt ontmoedigt. Ook in de Kaderrichtlijn Water en de bouwverordening zijn aanvullende richtlijnen opgenomen om het gebruik van uitlogende bouwmaterialen terug te dringen. Toe te passen duurzame materialen:

- Hellende daken: dakpannen van natuurlijk, beton of keramisch materiaal.
- Platte daken: beton of bekleed met EPDM rubber; APP en/of SBS gemodificeerd bitumen.
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/ staal, aluminium of zink alle gecoat.
- Ontsluitingspaden / wegen / terrassen; voorzien van natuurlijke of niet-uitloogbare materialen zoals keramische of (gebakken) betonproducten.

In het afwateringssysteem van de afgekoppelde daken en overige verhardingen moeten voorzieningen worden aangebracht om vaste bestanddelen als bladeren, zand, andere sedimenten en dergelijke achter te houden, zodat het systeem niet verstopt raakt of dichtslibt in de tijd. Deze voorzieningen moeten goed bereikbaar blijven om ze regelmatig te reinigen en te onderhouden (ca. 2x per jaar). Voorts dienen voldoende ont- en beluchtingspunten aanwezig te zijn zodat bij vulling van een stelsel de lucht weg kan. Om eventuele verontreiniging tegen te houden, kan een bodemfilter of andere bodempassage gebruikt om afstromende zware metalen en/of minerale olie vast te houden.

Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering, kan wateroverlast ontstaan. Het moet ten alle tijden worden voorkomen dat wateroverlast bij de woningen en bij derden ontstaat. Het gebruik en het overlopen van een hemelwatervoorziening mag niet leiden tot schade aan in de nabijheid liggende percelen, gewassen en/of opstallen. In geen geval mag de afvalwaterriolering op een hemelwatervoorziening worden aangesloten. Voor werkzaamheden in of nabij het oppervlaktewater kunnen een melding of watervergunning benodigd zijn. Derhalve wordt voor de planontwikkeling een vooroverleg met het waterschap geadviseerd.

Op de afgekoppelde "buitenverhardingen" mogen geen handelingen worden uitgevoerd die vervuiling van het oppervlak veroorzaken. Wil men toch buitenactiviteiten verrichten waarbij vervuiling van verhard oppervlak ontstaat b.v. het reinigen van voertuigen of het schoonmaken van onderdelen, dan moet het gedeelte waar deze activiteit(en) plaatsvindt voorzien worden van de juiste bodembeschermende maatregelen (Nederlandse Richtlijn voor Bodembescherming). Dit betekent dat het vrijkomende afvalwater al dan niet via een olie/benzine-afscheider of andere noodzakelijke (reiniging)voorziening naar het afvalwaterriool moet worden getransporteerd en niet ter plaatse worden verwerkt of geloosd.

Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Verder dienen bestrijdingen tegen gladheid of sneeuwval door middel van zout en dergelijke gladheidbestrijdingsmiddelen op de bestrating(en) e.d. beperkt of zo effectief mogelijk gebruikt te worden.

BIJLAGE 1

Topografische en kadastrale kaart



12345

25

Deze kaart is noordgericht

Perceelnummer

Huisnummer

Vastgestelde kadastrale grens

Voorlopige kadastrale grens

Administratieve kadastrale grens

Bebouwing

Overige topografie

Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 16 januari 2017

De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Schaal 1:2000

Kadastrale gemeente

Sectie

Perceel

OISTERWIJK

H

948

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.

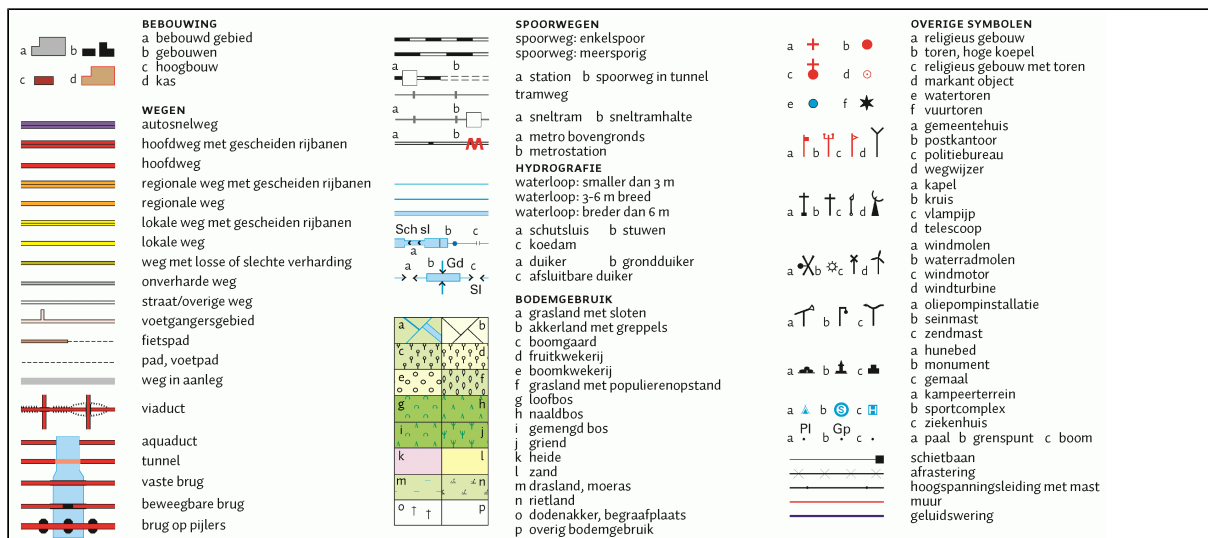
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.



Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

 Hier bevindt zich Kadastraal object OISTERWIJK H 948
Molenbaan 18, 5063 PA OISTERWIJK
CC-BY Kadaster.



BIJLAGE 2

Foto's onderzoekslocatie



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



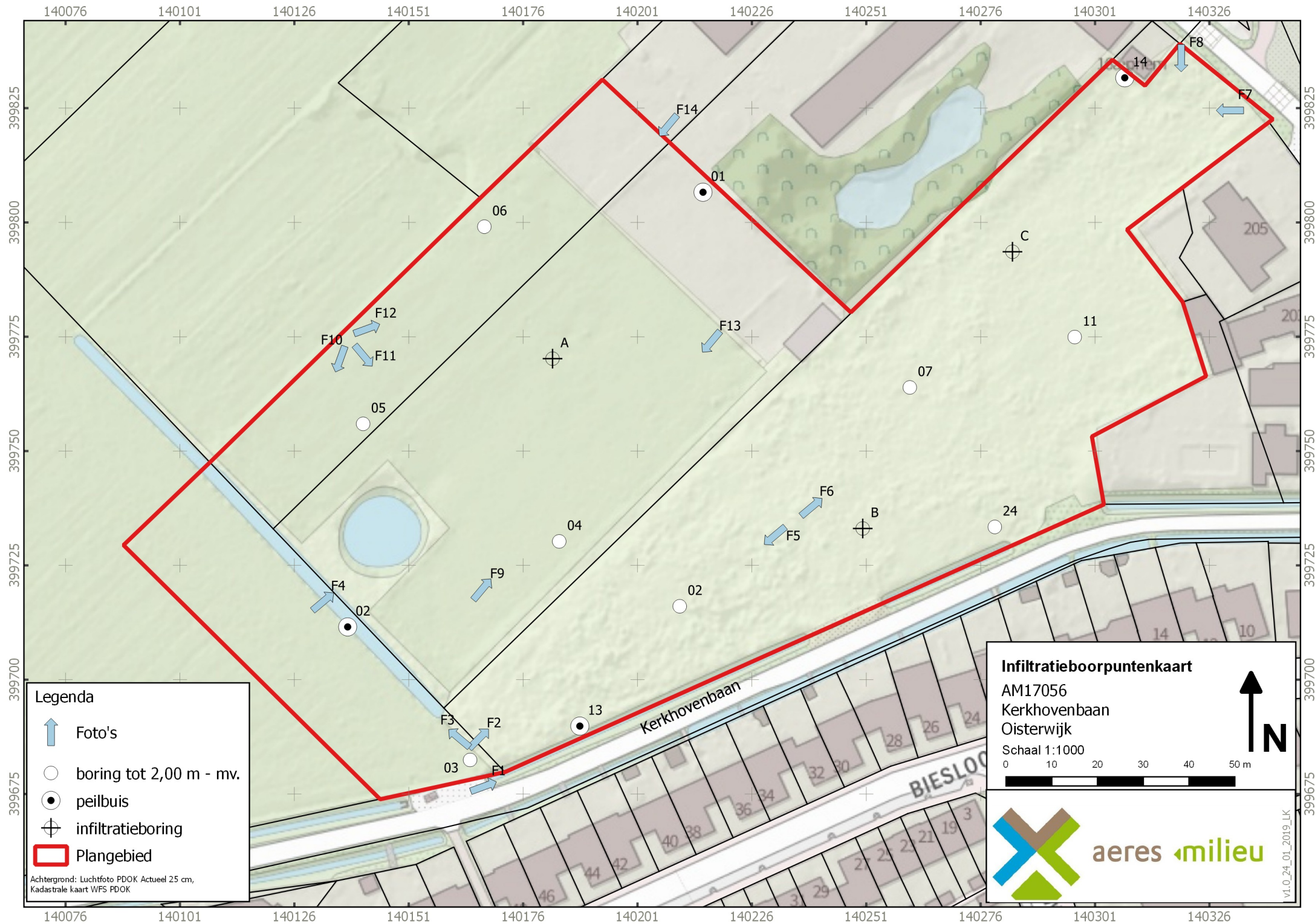
Foto 13



Foto 14

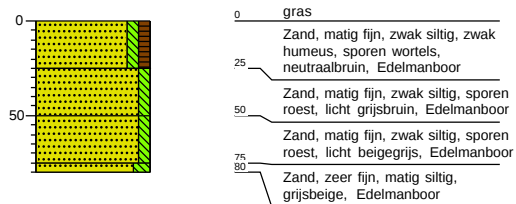
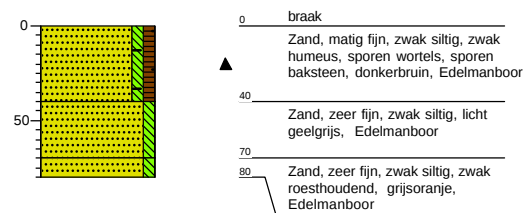
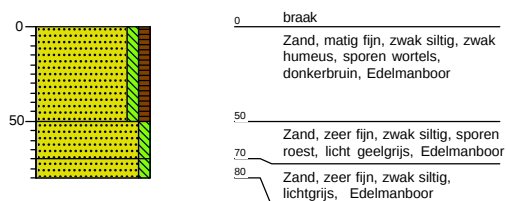
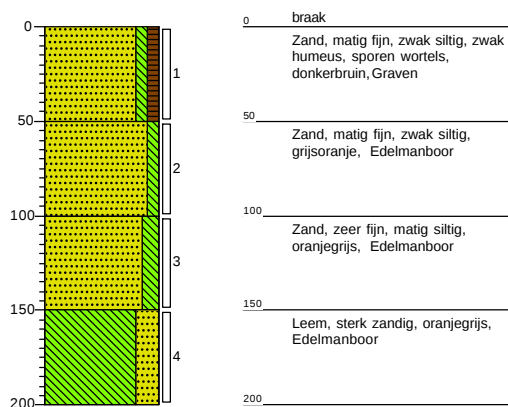
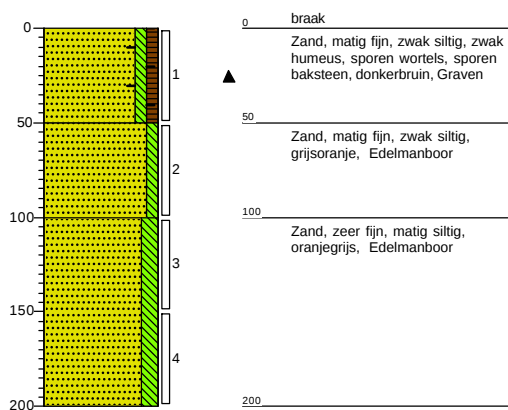
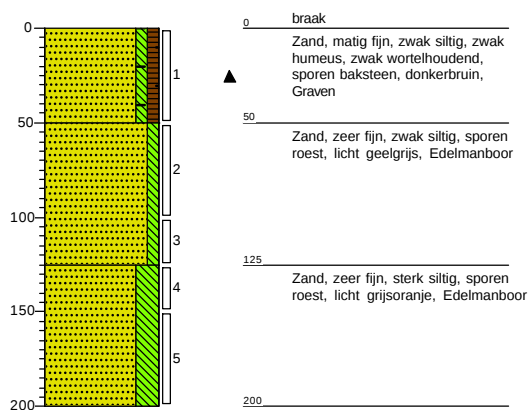
BIJLAGE 3

Situatietekening meetpunten met fotostandplaatsen

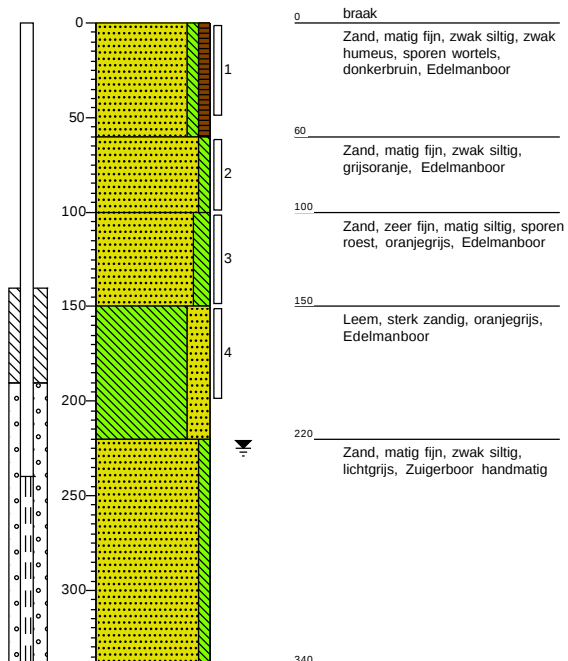


BIJLAGE 4

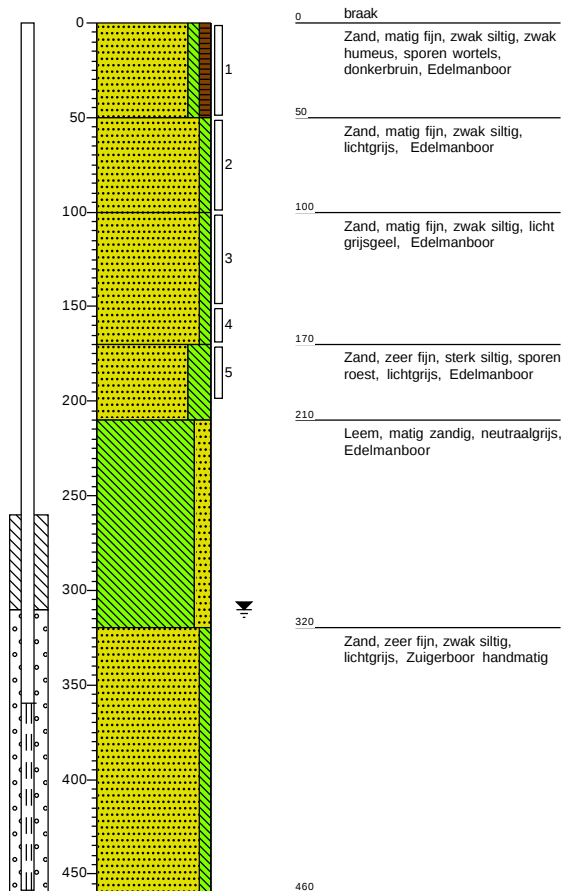
Boorprofielbeschrijvingen

Boring: A**Boring: B****Boring: C****Boring: 02****Boring: 07****Boring: 11**

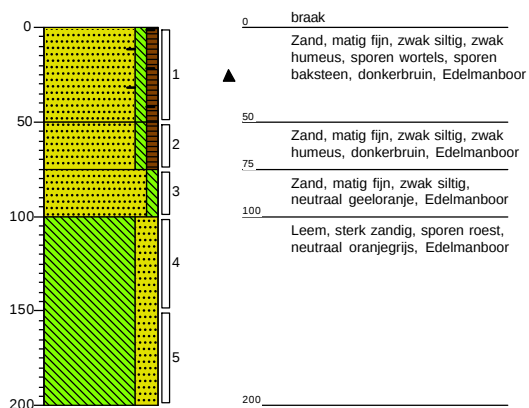
Boring: 13

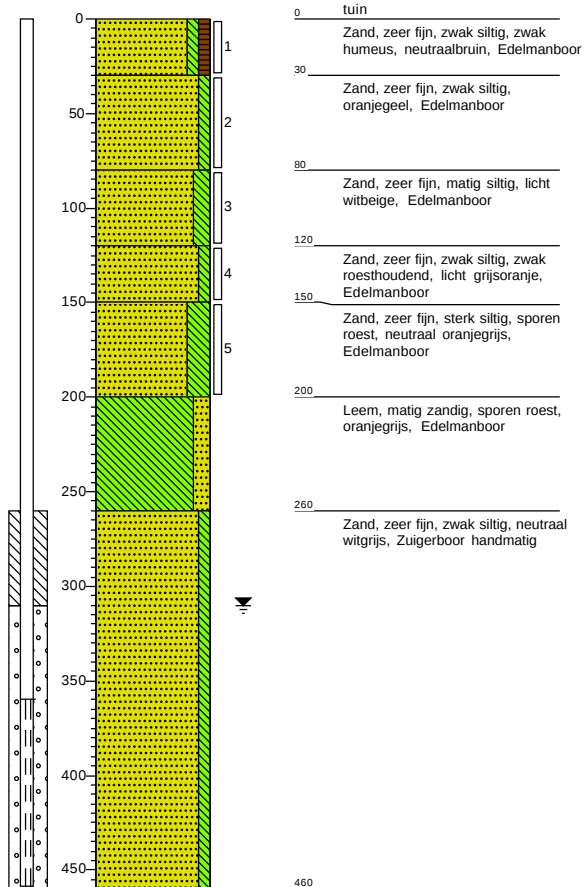
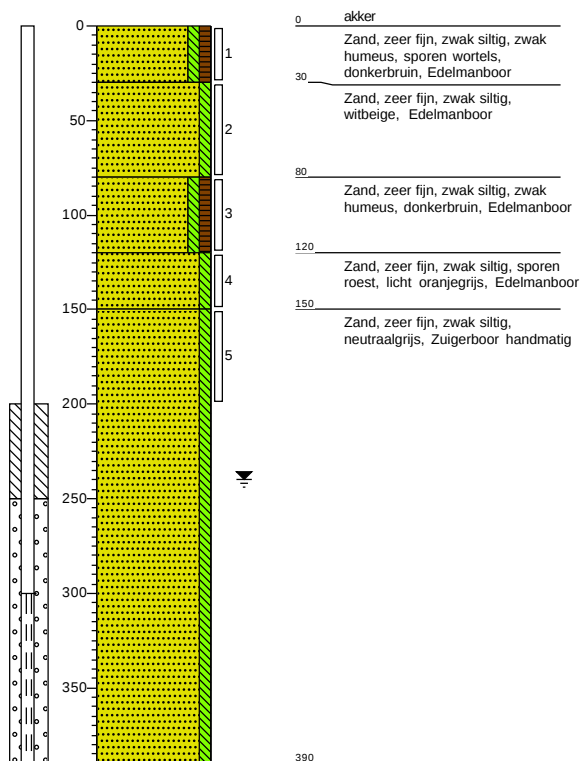
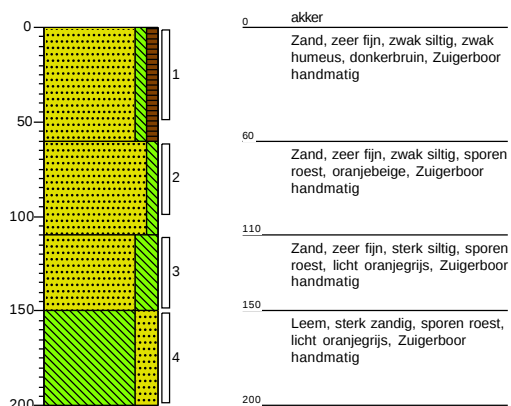
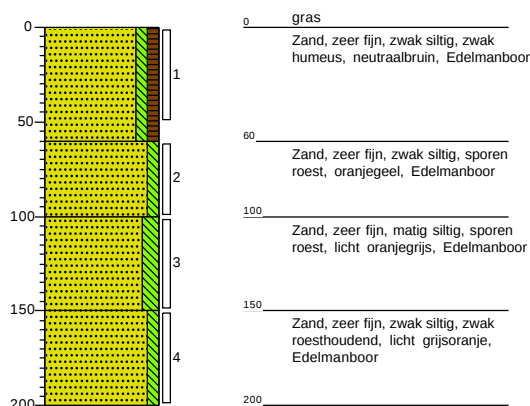


Boring: 14

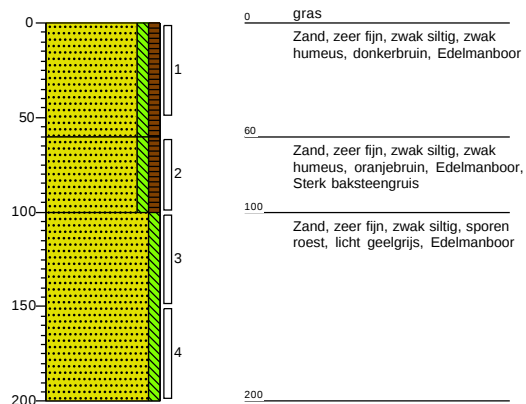


Boring: 24

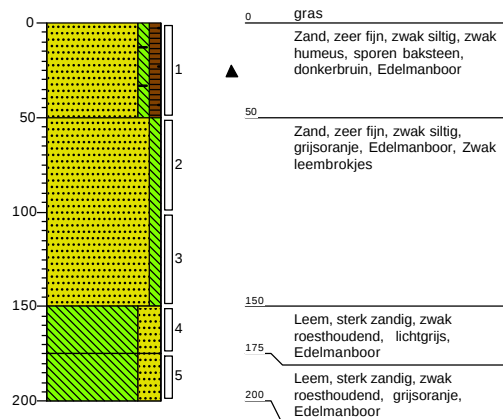


Boring: 1**Boring: 2****Boring: 3****Boring: 4**

Boring: 5

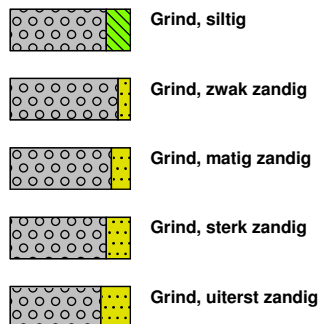


Boring: 6

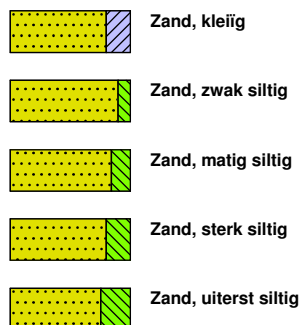


Legenda (conform NEN 5104)

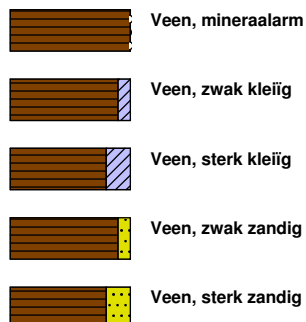
grind



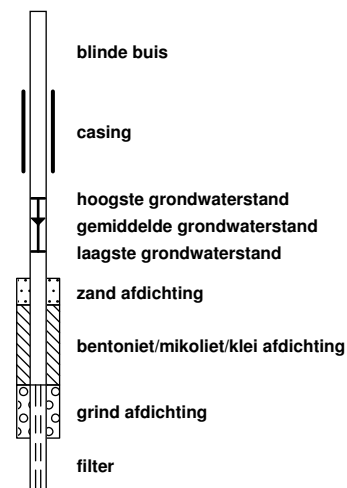
zand



veen



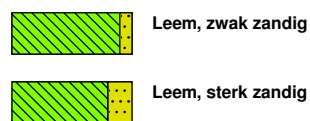
peilbuis



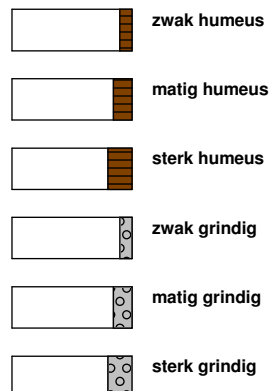
klei



leem



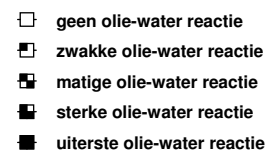
overige toevoegingen



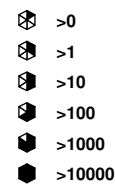
geur



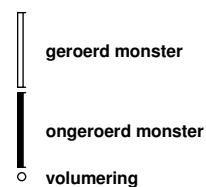
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig

