

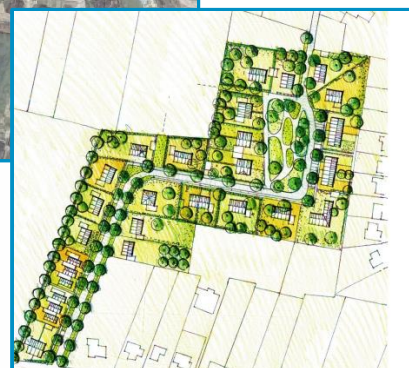


aeres milieu

ingenieursbureau voor bodem, archeologie, geohydrologie, ecologie

Infiltratie onderzoek & waterparagraaf Vilgert te Velden

Infiltratie onderzoek & waterparagraaf Vilgert te Velden



Aeres Milieu Projectnummer : AM20380
Status rapport : Definitief (versie 1)
Datum : 9 september 2021

Opdrachtgever : BRO
Industriestraat 94
5931 PK Tegelen

Opgesteld door : L. De Graaff, MSc.

Paraaf : 

Gecontroleerd door : dhr. M. Vrolix bc.

Paraaf : 

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

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING.....	4
2.	WATERHUISHOUDKUNDIG SYSTEEM	8
2.1.	Inleiding.....	8
2.2.	Watersystemen.....	8
	Grondwater	8
	Oppervlaktewater	10
	Afval- en hemelwater	11
3.	INFILTRATIEONDERZOEK.....	12
4.	PLANVOORNEMEN EN AFWEGING	16
4.	OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	18
	Bijlage 1: Topografische overzichtskaart	19
	Bijlage 2: Concepttekening planvoornemen	21
	Bijlage 3: Foto's plangebied.....	22
	Bijlage 4: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen.....	23
	Bijlage 5: Boorprofielen	24
	Bijlage 6: Geraadpleegde literatuur en Watertoets	25

1. INLEIDING

In opdracht van BRO heeft Aeres Milieu een infiltratieonderzoek uitgevoerd en een waterparagraaf opgesteld voor de voorgenomen planontwikkeling nabij de Vilgert te Velden. Het plangebied heeft op dit moment hoofdzakelijk een agrarische bestemming met een oude tuinbouwkas op een deel van het perceel. Men wil het gebied herontwikkelen tot woongebied met een gevarieerd woningaanbod. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven op afbeelding 1.

Adres onderzoekslocatie	: Vilgert te Velden
Gemeente	: Venlo
Waterschap	: Limburg
Kadastrale registratie	: Arcen en Velden, Sectie C, Nummers 5892, 12082 en 12083
Oppervlakte	: circa 28.585 m ²
Peil maaiveld	: 19,8 tot 20,2 m +NAP
Peil grondwater	: 18,0 m +NAP



Afbeelding 1.: Globale begrenzing onderzoekslocatie (rood omlijnd) (Bron luchtfoto: PDOK-viewer)

Aanleiding

De aanleiding voor het infiltratieonderzoek en het opstellen van de waterparagraaf is de voorgenomen planontwikkeling aan de Vilgert te Velden. In het planvoornemen zijn 39 woningen opgenomen, variërend van levelsloopwoningen tot vrij grote vrijstaande woningen. Om wateroverlast in de toekomst te vermijden en hydrologisch neutraal te ontwikkelen is het noodzakelijk om het huidige waterhuishoudkundige systeem in kaart te brengen.

Hierbij dienen de gevolgen door het planvoornemen geanalyseerd te worden en dient aangegeven te worden hoe er wordt omgegaan met de toekomstige (afval)waterstromen. Afbeelding 2 geeft het planvoornemen weer. Een grote tekening is opgenomen in bijlage 2.



Afbeelding 2: Voorgenomen planontwikkeling (bron: opdrachtgever)

Doel

Het doel van deze rapportage is een beschrijving te geven van de manier waarop rekening wordt gehouden met de gevolgen van de voorgenomen nieuwbouw op het perceel voor de waterhuishouding. Hiervoor zijn de bestaande waterhuishouding, gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden tot het bekomen van een duurzame herontwikkeling kort beschreven.

Onderzoek

Aeres Milieu B.V. werkt voor de opdrachtgever als onafhankelijk onderzoek- en adviesbureau, en heeft geen binding met de onderzoekslocatie.

Sinds 1 november 2003 is het wettelijk verplicht, in het kader van het Besluit Ruimtelijke Ordening, een watertoets te verrichten. In de toelichting bij ruimtelijke besluiten en plannen, waarop bovengenoemd besluit van toepassing is, is het noodzakelijk een beschrijving te geven van de manier waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding.

Het onderzoek is op zorgvuldige wijze uitgevoerd volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden zoals onder andere opgenomen in de Leidraad riolering, module C2510. Totdat hiervoor vastgestelde protocollen en richtlijnen worden opgesteld, is daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen en geldende normen zoals deze voor o.a. bodemonderzoek gelden.

Voorts is een infiltratieonderzoek een momentopname van enkele willekeurig verspreide meetlocaties, waardoor een zo goed mogelijk beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Het is 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. Derhalve is Aeres Milieu niet verantwoordelijk voor eventuele (vervolg)schade door onvoldoende gedimensioneerde voorzieningen.

De adviezen in dit rapport voldoen aan vigerende wet- en regelgeving van lokaal tot en met Europees niveau. Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal en waterschaps- naar gemeentelijk beleid om samen de waterproblematiek in Nederland aan te pakken. Dit resulteert in de verplichting een watertoets uit (te) laten voeren. De voorschriften zijn vastgelegd in onder andere de Europese Kaderrichtlijn Water (22 december 2004) en zijn verder geïmplementeerd in het Rijksbeleid om te komen door samenwerking met de verschillende bevoegdheden te komen tot een duurzaam watersysteem, zie ook bijlage 3.

In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap Limburg en de gemeente Venlo het beleid dat bij nieuwe plannen altijd onderzocht behoort te worden hoe omgegaan kan worden met het schone hemelwater. Bij (her)ontwikkelingen dient de kans op toekomstige wateroverlast binnen het plangebied en bij derden zoveel mogelijk beperkt te worden. Hiervoor dient binnen een plangebied voldoende ruimte te worden gereserveerd. Per locatie wordt bekeken op welke wijze het hemelwater kan worden verwerkt. De volgende voorkeursvolgorde dient te worden gevolgd voor het omgaan met (afgekoppeld) hemelwater: hergebruik, vasthouden (infiltratie), bergen, afvoeren naar oppervlaktewater en tot slot afvoeren naar het riool (zie o.a. brochure "Regenwater schoon naar beek en bodem"). Bij nieuwbouwprojecten geldt dat 100% van het oppervlak separaat gehouden wordt en ter plaatse verwerkt wordt.

Waterschap Limburg hanteert als uitgangspunt dat toekomstige hemelwatervoorzieningen gedimensioneerd dienen te worden op een bui van 100 mm met een leegloop/beschikbaarheid binnen 24 uur. Open bergingsvoorzieningen dienen een waakhogte te hebben van 25 cm (bij voorkeur 50 cm) en voorzien te zijn van een duurzame (en bij voorkeur van een vaste regelbare) leegloopvoorziening van maximaal 2 l/sec/ha. Voorts dient een hemelwatervoorziening boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) aangelegd te worden. Aan de bovenkant van de voorgeschreven dynamische berging dient een calamiteitenleegloop aangelegd te worden (maximale leegloop 10 l/s/ha).

Binnen de gemeentelijke voorzieningen speelt de riolering een prominente rol. Niet alleen draagt het systeem bij aan de bescherming van de volksgezondheid, maar ook aan het voorkomen van wateroverlast en het aantrekkelijk maken van woon-, bedrijfs- en recreatieomgeving. Voldoende redenen om op dit punt goede afspraken vast te leggen en te zorgen voor een goede financiële dekking. Deze afspraken zijn vastgelegd in het Gemeentelijk Rioleringsplan Venlo 2014-2023. Voor het hemelwater is tevens een afkoppel beslisboom opgesteld door de gemeente Venlo als hulpmiddel om te bepalen welke eisen er gelden voor de omgang met hemelwater bij de aanvraag van een omgevingsvergunning en/of een aanvraag voor een rioolaansluiting.

Ten aanzien van infiltratiesystemen streeft de gemeente Venlo 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 en 4) infiltratiebuizen. De gemeente is verantwoordelijk voor de verwerking van het hemelwater van het openbare terrein.

De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen op een evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten. In onderhavige waterparagraaf zijn de mogelijkheden en aandachtspunten voor het plangebied besproken waarop door het bevoegd gezag een wateradvies afgeven wordt. Hiermee dient rekening gehouden te worden zodat geen wateroverlast ontstaat door het planvoornemen.

Leeswijzer

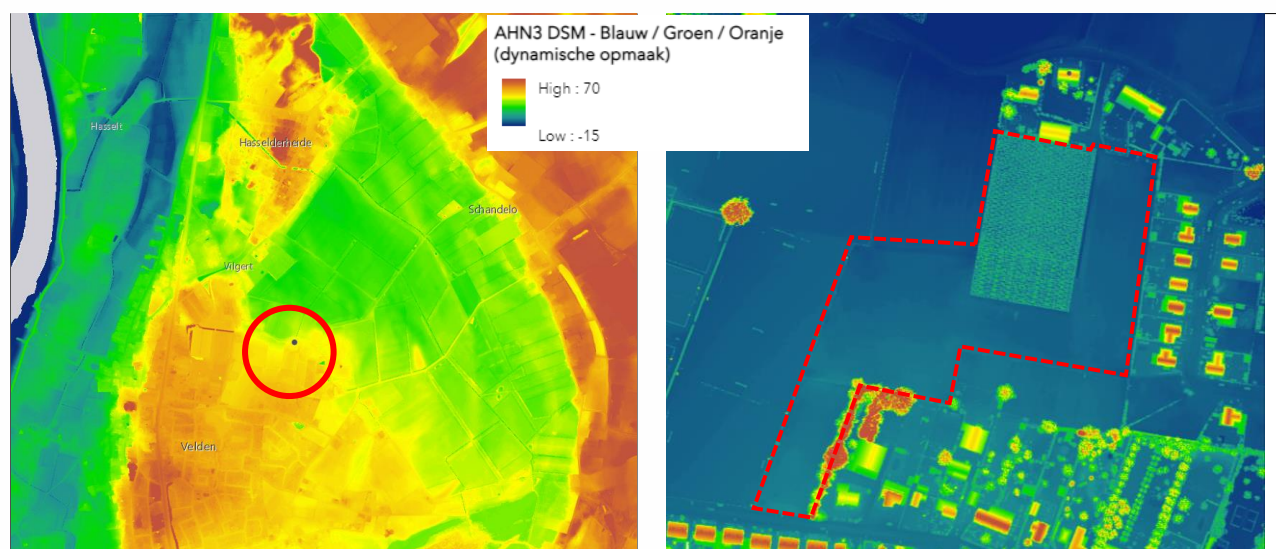
In hoofdstuk 2 wordt het waterhuishoudkundige systeem beschreven en in hoofdstuk 3 het uitgevoerde infiltratieonderzoek. Vervolgens worden de gevolgen door het planvoornemen en de compenserende maatregelen tot voorkoming van wateroverlast met eventuele aandachtspunten benoemd in hoofdstuk 4. Tot slot worden er in hoofdstuk 5 nog enkele algemene aandachtspunten en randvoorwaarden beschreven.

2. WATERHUISHOUDKUNDIG SYSTEEM

2.1. Inleiding

Het plangebied ligt ten noordoosten van het centrum van Velden en is momenteel in gebruik als landbouwgrond met een tuinbouwkas noordelijk. Ten noorden van het plangebied liggen woningen (nummer 9, 11 en 13) langs de Vilgert en aan de oostzijde de woningen van Aan Vreezen. Het zuidelijke puntje van het plangebied grenst aan de Schandelseweg en zuidoostelijk liggen de woningen van de Schandelseweg. Het westelijk deel grenst aan sportvelden en is onbebouwd. Afbeelding 1 geeft de huidige situatie weer en in bijlage 1 is een topografisch overzicht opgenomen.

Voor de nieuwbouw van een woning is voldoende ontwateringsdiepte benodigd om wateroverlast in de toekomst te vermijden. Hierbij is o.a. de bestaande hoogteligging van belang. Het noordelijke deel van het plangebied ligt lager dan het zuidelijke deel. Ten oosten van de kas ligt het plangebied op circa 19,8 m +NAP en het zuidelijke puntje langs de Schandelseweg ligt op circa 20,2 m +NAP. De Vilgert (noord) ligt op circa 19,1 m +NAP, de Aan Vreezen (oost) op circa 20,0 m +NAP en de Schandelseweg (zuid) op circa 20,2 m +NAP. Afbeelding 3 geeft de genoemde hoogteverschillen weer.



Afbeelding 3: Hoogtekaart plangebied en omgeving met aanduiding ligging (bron: AHN Nederland)

2.2. Watersystemen

De (water)systemen zoals die in het plangebied en omgeving voorkomen, worden onderverdeeld in grond-, oppervlakte-, afval- en hemelwater. Hieronder zijn deze aspecten kort beschreven.

Grondwater

Het geldende beleid is gericht op een duurzaam functionerend grondwatersysteem waarbij maatregelen en doelstelling van toepassing zijn om nieuwe hinder te voorkomen. Bij de (her)inrichting van het gebied en het (opnieuw) bouwrijp maken, moet de natuurlijke afwatering via de bodem of het oppervlaktewater zodanig zijn dat geen aanvullende randvoorzieningen voor grondwater nodig zijn en zodanig dat er geen problemen gaan ontstaan, ook niet voor de omgeving.

Om grondwateroverlast te voorkomen, wordt gestreefd naar een minimale ontwateringsdiepte van 0,7 m-mv. voor bebouwing en 0,5 meter ter plaatse van de tuinen. Van de onderzoekslocatie is diverse informatie beschikbaar bij het Dinoloket, Provincie Limburg, Waterschap Limburg, bodemdata Nederland en ons eigen archief.

De geomorfologie langs de Maas is voornamelijk gevormd door het meanderen en verleggen van het stroomgebied van de Maas. Hierdoor zijn terrasvlaktes en restgeulen ontstaan in het landschap, waardoor hoogteverschillen zichtbaar zijn. Het plangebied ligt volgens de geomorfologische kaart van Nederland (2019) op een dekzandwieling, langs een restgeul. Naar verwachting heeft zich binnen het plangebied een hoge bruine enkeerdgrond gevormd met grof zand, dit bodemtype heeft over het algemeen een goede doorlatendheid.

Volgende de bodem(model) gegevens uit het DINO-loket bestaat de bovenste 3 meter van de bodem uit eolische afzetting met fijn tot midden fijn zand. Deze laag wordt opgevolgd door een grove fluviatile afzetting van de maas, behorend tot de Formatie van Beegden. Tabel 1 geeft de verwachte bodemopbouw schematische weer. De bodemdoorlatendheidskaart van het Waterschap Limburg laat een zeer goede doorlatendheid zien ter plaatse van het plangebied en de omgeving (>1,5 m/d). De kaart is weergegeven in afbeelding 4.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie
0-2,5	Formatie van Bortel, Laagpakket van Delwijn en Laagpakket van Kootwijk	Zand, zeer fijn tot zeer grof
2,5-3,0	Formatie van Bortel	Zand, zeer fijn tot zeer grof, lokaal kleiig, grindig of humeus; leem, lokaal zandig; klei, siltig tot zandig, humeus; veen, kleiig
3,0-9,5	Formatie van Beegden	Zand, matig grof tot uiterst grof, lokaal grindig; grind, fijn tot grof, lokaal zandig; stenen; keien; blokken; klei, lokaal siltig tot zandig
9,5-22,5	Formatie van Peize en Formatie van Waalre	Zand, matig fijn tot uiterst grof, lokaal kleiig tot grindig; klei, lokaal siltig tot zandig, lokaal humeus; veen, lokaal kleiig

Tabel 1: Geo(hydro)logische indeling (bron: Dinoloket)



Afbeelding 4: Uitsnede van de bodemdoorlatendheidskaart van het Waterschap Limburg.

Op basis van bekende grondwatermeetreeksen in de omgeving van het plangebied is de gemiddelde grondwaterstand ingeschat op circa 17,5 m +NAP en de gemiddelde hoogste grondwaterstand op circa 18-18,5 m +NAP. De grondwaterstand binnen het plangebied kan afwijken, doordat de meetgegevens zijn verzameld buiten het plangebied. Echter op basis van deze gegevens en de ligging van het plangebied is er voldoende drooglegging aanwezig om grondwateroverlast te vermijden.

Bij het veldwerk ten behoeve van het infiltratie onderzoek zijn tevens profielboringen verricht. Globaal bestaat de bodem uit een matig humeuze toplaag van matig fijn, zwak siltig zand van 80-100 cm. Hieronder bevindt zich een oranjegrijs zwak tot matig siltig zandpakket. Plaatselijk (boringen 5, 9, 10 en 11) is een dunne leemlaag in dit traject van 1-2 m-mv aangetroffen. Vanaf 2 m-mv is een grindbijmenging in de bodem aangetroffen. Ten tijde van het veldwerk in juli 2021 is het grondwater op 2,6-3 m-mv aangetroffen. Ter illustratie is hieronder het boorprofiel van meetpunt 5 opgenomen. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 5 en de boorpuntlocaties in bijlage 4.



Afbeelding 5: Foto boorprofiel boring 5; leesrichting van linksboven naar rechtsonder

Uit het booronderzoek blijkt dat de top van de natuurlijke ondergrond veelal bestaat uit dekzandafzettingen van het Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel) afgezet op sedimenten van de Formatie van Beegden. De afzettingen van de Formatie van Beegden bestaan uit grindrijk matig fijn zand, leem en grind. Dit pakket is geïnterpreteerd als oever- en bedding van de rivier de Zwartwater Maas. De matig fijne zanden aangetroffen op het diepgelegen grindrijk zandpakket zijn in een laag-energetisch milieu afzet. Deze plaatselijk voorkomende sterk zandige leem is afgezet tijdens perioden van hoogwater. Onder deze laag-energetische omstandigheden kunnen namelijk fijne deeltjes bezinken.

Nabij de tuinbouwkas is een landbouwkundige onttrekking bekend (VLO230). De onderzoekslocatie ligt niet in een (grond)waterbeschermingsgebied, maar wel in de boringsvrije zone van de Venloschol. Deze boringsvrije zone houdt in dat er geen boringen dieper dan 5 m +NAP geplaatst mogen worden om de natuurlijke beschermlaag van het kwalitatief goede grondwater (drinkwater) te beschermen. Zo diep zal bij de toekomstige woningbouw niet geboord worden.

Oppervlaktewater

Behoudens een kleine greppel langs de recent gesloopte kas is binnen en in de directe omgeving van het plangebied geen oppervlaktewater aanwezig. Het plangebied kan derhalve niet rechtstreeks worden aangesloten op het oppervlaktewater. Hierdoor is er door het planvoornemen ook geen direct effect te verwachten op het bestaande oppervlaktewaterstelsel.

Afval- en hemelwater

De bestaande bebouwing is aangesloten op het gemengd gemeentelijk rioolstelsel. Binnen het plangebied zelf is geen rioolstelsel aanwezig. Noordelijk is een buis van rond 300mm aanwezig. Zuidelijk is een buis van rond 500 mm aanwezig met centraal ter hoogte van het plangebied een aansluit/controleput. Dit vrijverval stelsel dateert van 1972.

Door de recente sloop van de kas is het plangebied momenteel grotendeels onverhard. Het gebied bestaat verder hoofdzakelijk uit grasland, waardoor hemelwater gemakkelijk ter plaatse kan infiltreren in de bodem. Nabij de voormalige kas was een kleine greppel aanwezig. Zover bekend is ter plaatse geen wateroverlast aanwezig.

Bij nieuwbouwprojecten dient over het algemeen zo min mogelijk verhard oppervlak gerealiseerd te worden, want deze verharding leidt tot versnelde afvoer van het hemelwater. Bij hevige neerslag kan dit leiden tot wateroverlast en er dienen vaak compenserende maatregelen toegepast te worden binnen een projectplan.

De gemeente Venlo heeft een Beslisboom Afkoppelen ontwikkeld, waarin de gemeentelijke eisen voor ontwikkelingen verwerkt zijn. Bij herontwikkelingen dient men af te koppelen en waar mogelijk lokaal infiltreren van neerslag. Bij nieuwe ontwikkelingen dient hemelwater, afkomstig van 'schoon' afvoerend oppervlak, waar mogelijk, ter plaatse geïnfiltreerd te worden. Mits de juiste milieuhygiënische maatregelen worden getroffen (zie ook hoofdstuk 5), levert dit een positieve hydrologische bijdrage. Gezien de afwezigheid van oppervlaktewater om op aan te sluiten zijn om de lokale infiltratiesnelheid vast te stellen ter plaatse veldmetingen uitgevoerd, zie hoofdstuk 3.

3. INFILTRATIEONDERZOEK

Het infiltreren van hemelwater heeft bij ontwikkelingen altijd de voorkeur. Door praktijkervaringen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid van ca. 0,5 meter per dag 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 hebben op het verwerkingsvermogen van een voorziening. Om de doorlatendheid ter plaatse vast te stellen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm en -hoeveelheid 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 de hydrogeologische literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van diverse afzettingen en sedimenten, zie tabel 2 [*Arbeitsblatt DVW-A-138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser en C2510 stichting Rioned*].

Materiaal	k [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: Waarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen, uit de hydrogeologische literatuur.

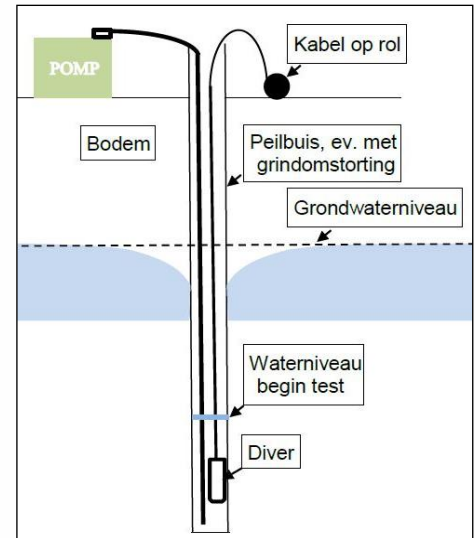
Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij wat in Nederland gebruikelijk is en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen. Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 5 – 15 groter dan de verticale.

Door de verzamelde gegevens uit de bureaustudie te combineren met een serie meetgegevens kan een uitspraak worden gedaan over de k-waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

Binnen het onderzoeksgebied zijn op 7 juli 2021 veldmetingen uitgevoerd in de onverzadigde en verzadigde zone. De gebruikte meetmethoden worden reeds decennia lang toegepast en zijn uitvoerig gedocumenteerd. De doorlatendheid onder de grondwaterstand is bepaald door de 'hooghoudtmethode' en boven de grondwaterstand door middel van de "Open-end-test" en de "Porchettest". Een tekening van het onderzoeksgebied en de meetpuntlocaties is opgenomen in bijlage 4.

Voor de metingen in de verzadigde zone wordt gebruik gemaakt van de hooghoudmethode. De methode wordt reeds decennia lang toegepast en is uitvoerig gedocumenteerd. Afhankelijk van de toe/afstroming tijdens het veldwerk wordt gekozen voor een pompproef of Slugtest.

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. Het resultaat geeft een aanduiding van de horizontale infiltratiesnelheid in de verzadigde zone en in mindere mate van de verticale infiltratiesnelheid. Uit de meetgegevens kan de doorlatendheid van de bodemlaag worden berekend.

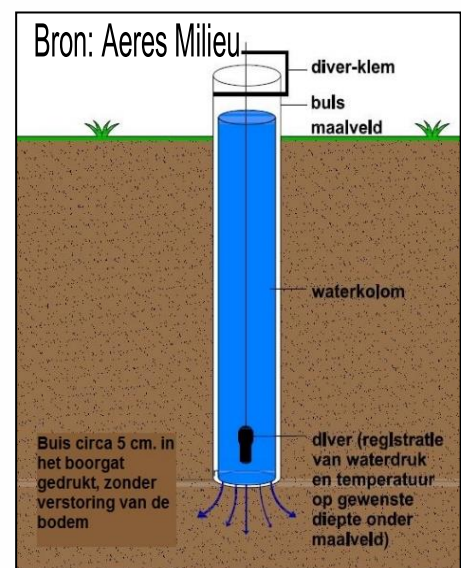


Afbeelding 6: Principetekening Slugtest

Voor de berekening van de doorlatendheid van de bodem wordt in deze studie het software pakket Superslug Versie 3.2 gebruikt.

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 (Afb. 5): Met een handboor 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 boven het maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt 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.

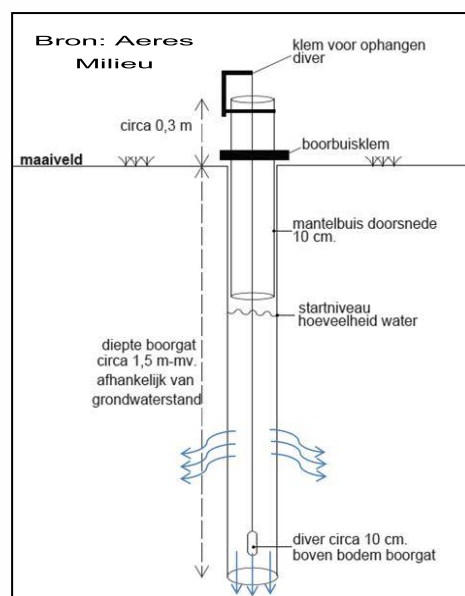


Afbeelding 7: Principetekening Open-end-test

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.

Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde “Porchetttest”, ook wel omgekeerde boorgatmethode genoemd (Afb. 6). 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.



Afbeelding 8: Principetekening Porchetttest

Uitvoering veldwerk

Binnen het onderzoeksgebied zijn op 7 juli 2021 op zeven verschillende locaties infiltratiemetingen uitgevoerd. De open-end-test en porchetttest zijn uitgevoerd op vijf locaties en op twee locaties is een slugtest uitgevoerd in een tijdelijke peilbuis. Daarnaast zijn er binnen de locatie nog vier profielboringen geplaatst tot circa 3,6 m-mv. De boor- en meetlocaties staan weergegeven in bijlage 4. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 5.

Open-end-test

In het boorgat is een verbuizing geplaatst met een diameter van 0,9 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. Door de hoge grondwaterstand tijdens het veldwerk zijn deze metingen in de toplaag 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 boorgat bedraagt 15 minuten. In tabel 3 worden de meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid meter/dag	Diepte (m-mv.)
1	0,13	0,90
3	0,54	1,60
4	0,05	0,75
6	0,05	1,80
8	0,86	0,90

Tabel 3: Meetresultaat Open-end-tests

Uit de meetresultaten is af te leiden dat de infiltratiesnelheid in de verticale richting behoudens de matige metingen ter plaatse van boorpunten 3 en 8 over het algemeen slecht is. Dit komt naar verwachting door de aanwezigheid van de lemige bodem in dit meettraject welke gemiddeld op 1-2 meter onder maaiveld aanwezig is.

Porchettest

In het betreffende boorgat is een gedeeltelijke verbuizing met een diameter van 10 cm 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 tabel 4 worden de meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende horizontale infiltratiesnelheid meter/dag	Diepte (m-mv.)
1	0,82	0,90
3	9,09	1,60
4	1,70	0,75
6	0,82	1,80
8	4,08	0,90

Tabel 4: Meetresultaten porchettest

De horizontale infiltratiesnelheid op boorpunten 1 en 6 kan net als de verticale infiltratiesnelheid worden geclassificeerd als slecht. Meetpunt 4 geeft een matige infiltratiesnelheid aan en meetpunten 3 en 8 geven een goede horizontale doorlatendheid. Er is geen duidelijke aanwijsbare reden voor de lokale verschillen aanwezig. De matig siltige bodem kan derhalve lokaal de infiltratiesnelheid in horizontale richting belemmeren.

Hooghoudtmethode

Voor deze meetmethode is gebruik gemaakt van tijdelijk geplaatste peilbuizen. De peilbuisfilters (lengte 1 meter; Ø 32 mm) zijn met filtergrind (deeltjesgrootte 1-1,6 mm) omstort. De globale doorsnede van een meetpunt is circa 0,1 meter. Op basis van de toe/afstroming tijdens het veldwerk is gekozen voor een slugtests. Hierbij wordt de peilbuis snel afgepompt waarna het herstel tot het oorspronkelijk grondwatervniveau vastgelegd wordt. Door middel van een zogenaamde 'diver' (en handmatige controlepeilingen) wordt de tijd en de waterhoogte op geregelde tijdstippen gecontroleerd. Na beëindiging van de meetwerkzaamheden zijn de geregistreerde meetgegevens van de 'Diver' uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt met een rekenprogramma. In tabel 5 zijn de meetresultaten weergegeven.

Meetpunt	Berekende horizontale infiltratiesnelheid meter/dag	Diepte filtertraject (m-mv.)
2	2,51	2,40-3,40
5	6,89	2,60-3,60

Tabel 5: Meetresultaat Slugtests

De infiltratiesnelheid van de verzadigde ondergrond is als goed te beschouwen. De metingen zijn uitgevoerd in de grindhoudende bodemlaag waarvan de gemeten infiltratiesnelheden overeenkomen met de te verwachten doorlatendheid voor deze grondsoort/samenstelling.

Conclusie

Het is mogelijk om een goed functionerende infiltratievoorziening aan te leggen binnen het plangebied. In de onverzadigde bodem vindt voornamelijk horizontale infiltratie plaats. Deze is over het algemeen redelijk. Om mogelijke overlast te vermijden, wordt geadviseerd, rekening houdend met de afwezigheid van oppervlaktewater, om afdoende bergingsruimte te voorzien of dient infiltratie tot onder de leemlaag aangelegd te worden om de leegloop te bespoedigen. Dit is mogelijk bij de aanleg van een ondergrondse voorziening of door middel van grondverbetering/grindpalen.

4. PLANVOORNEMEN EN AFWEGING

Ter plaatse wil men 39 nieuwe woningen realiseren. Het type woningen varieert van levensloopwoningen tot vrijstaande grote woning waardoor er een levendige wijk moet ontstaan. Daarnaast wil men een groen plein realiseren in het noordelijke deel van het plangebied. Momenteel heeft het plangebied een agrarische bestemming waarop tot recent een tuinbouwkas aanwezig was. Momenteel is het perceel grotendeels braakliggend.

Het maaiveld binnen het plangebied ligt noordelijk op circa 19,8 m +NAP en zuidelijk op circa 20,2 m +NAP. Ter plaatse is geen grondwateroverlast te verwachten. De onderzoekslocatie ligt in de boringsvrije zone van de Venloschol, waardoor het niet toegestaan is om dieper dan 5 m +NAP te boren. Dit zal zover bekend bij het planvoornemen met woningen niet plaatsvinden. Door het aanhouden van een vloerpeil 20-30 cm hoger als het bestaand maaiveld of het toekomstig wegpeil binnen het plangebied is geen inundatie te verwachten bij de panden.

Bij het planvoornemen zal op het perceel een gescheiden rioolstelsel worden aangelegd, waarbij het hemelwaterwater 100 % gescheiden blijft van het vuilwater. Momenteel wordt er nauwelijks afvalwater uit het plangebied op het gemeentelijk stelsel afgevoerd vanwege de agrarische bestemming. Door het planvoornemen met bijkomende woningen zal de afvalwaterstroom toenemen. Naar verwachting zal de afvalwaterstroom toenemen naar circa 1,17 m³/ u. Zover bekend zal dit onder vrijverval op het bestaand stelsel zuidelijk van het plangebied aangesloten kunnen worden. Mocht de gemeente alsnog aangeven dat er capaciteitsproblemen zijn in het bestaande stelsel of vrijverval blijkt toch niet mogelijk, dan dient het afvoeren van rioolwater door middel van een persgemaal in de verdere uitwerking van het plan meegenomen te worden. Voor de nieuwe aansluiting dient te zijner tijd bij de gemeente Venlo een aanvraag ingediend te worden.

Behoudens een kleine greppel op het perceel nabij de voormalige tuinbouwkas is er geen oppervlaktewater aanwezig waarop het plangebied aangesloten kan worden. Door het planvoornemen is derhalve geen direct effect op het oppervlaktewatersysteem te verwachten. Desalniettemin dient en zal gebouwd te worden met niet-uitloogbare materialen om de milieuhygiënische condities te waarborgen van de ontvangende bodem en het grondwater, zie ook hoofdstuk 5.

Gezien de verhardingstoename is de hemelwatercompensatie berekend conform het waterschapsbeleid (100 mm) welke meer bedraagt dan de gemeente Venlo vereist. Bij de berekening van de watercompensatie is geen rekening gehouden met de bestaande toestand. De toekomstige verharding is vastgesteld op basis van bovenstaande tekening van het planvoornemen (zie ook afbeelding 2 en bijlage 2). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen openbare verharding en de verharding van de kavels. Tabel 6 geeft een overzicht van de verhardingstoename en de bijhorende hemelwatercompensatie.

	Verharding [m ²]	Compensatie [m ³]
Openbaren verharding	Wegen: 3.488	349
Verharding binnen de kavels	Dakoppervlak: 3.266	327
	Overige: 3.000	300

Tabel 6: Overzicht toename verharding en compensatie-eis

Uit de tabel is af te leiden dat het verhard oppervlak zal toenemen met circa 9.754 m². De totale compensatie-eis komt uit op circa 976 m³, waarbij een bui van 100 mm binnen 25 uur verwerkt kan worden.

Aansluiten op oppervlaktewater is ter plaatse ook niet mogelijk. Infiltratie is in de bovengrond beperkt toepasbaar (met veiligheidsfactor 0,5-1 m/dag) en in de ondergrond goed toepasbaar (met veiligheidsfactor 2 m/dag). De voorkeur gaat uit naar een bovengrondse infiltratievoorziening. Echter door de storende lemige bodemlaag wordt geadviseerd om een voorziening tot onder de leemlaag aan te leggen of door middel van bodemverbetering of grindpalen een doorstroom naar de goed doorlatende ondergrond te realiseren. De gemeente Venlo heeft aangegeven dat er vanuit het plangebied geen afvoer of overstort naar het gemeentelijk rioolstelsel mag worden gerealiseerd.

Uitgangspunt is dat het hemelwater van de uitgeefbare kavels per kavel wordt verwerkt. De hiervoor benodigde compensatie hangt af van de uiteindelijke verharding per kavel. De eigenaar van de kavel wordt door middel van het koopcontract verantwoordelijk gesteld voor de verwerking van het eigen hemelwater. Gemiddeld zal dit uitkomen op ca. $(627 \text{ m}^3 / 39 \text{ woningen}) = 16 \text{ m}^3$ per kavel. De verwerking kan plaatsvinden door middel van een wadi, verlaagde tuin, IT-krachten eventueel aangevuld met een grindpaal tot onder de leemlaag ter verbetering van de leeglooptijd.

Voor het openbaar gebied wordt een HWA-stelsel aangelegd. Om de verharding van de openbare weg te compenseren (totaal 349 m^3) kan onder de weg een IT-riool aangelegd worden. De totale lengte van de weg is circa 420 meter. Om het gehele oppervlak hierop aan te sluiten en te kunnen verwerken, wordt een IT-riool met een diameter van 0,8 meter geadviseerd met omliggend verbeterd grondpakket. Door de aanleg van deze grote diameter zal de voorziening deels onder de leemlaag liggen, waardoor het hemelwater voldoende snel kan infiltreren. Andere mogelijkheid is inpassing van een bovengrondse sloot. Bij minder ondergrondse waterverwerking of als een kleinere diameter IT-leiding wenselijker is, kan dit aangevuld worden met een wadi noordoostelijk in het groen. Gezien het ontbreken van een noodoverloop is deze groenstrook ook een mogelijkheid om het stelsel nog robuuster te maken voor boven normatieve neerslaghoeveelheden door hier een noodoverlaat van het HWA-stelsel te voorzien.

Aanvullende maatregelen die toepasbaar zijn ter verdere afname van de hemelwaterafvoer zijn het voorzien van waterdoorlatende bestrating ter plaatse van de parkeervakken en/of het algemene groen verlaagd aan te leggen, zodat hier tijdelijk water in kan worden opgeslagen. Ook is het mogelijk om woningen of bergingen met platte daken te voorzien van groene/sedumdak.

Door rekening te houden met de genoemde aandachtspunten uit deze rapportage en het inpassen van de hemelwatervoorziening(en) passend voor de uiteindelijke verhardingstoename, wordt er binnen het planvoornemen hydrologisch gezien neutraal ontwikkeld en is er geen wateroverlast verwacht binnen of in de omgeving van het plangebied. Bij het definitieve bouwplan dient de uiteindelijke hemelwatervoorziening opgenomen te zijn. Het omliggend terrein dient zo aangelegd te worden dat excessief water geen overlast veroorzaakt.

Eventueel benodigde vergunningen worden niet middels deze waterparagraaf geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden. Wanneer een bronnering nodig is voor de bouwwerkzaamheden of bij ingrepen op de plaatselijke waterhuishouding (lozing/infiltratie of werkzaamheden in (de buurt van) een watergang), moeten vergunningen/meldingen aangevraagd worden middels het Omgevingsloket.

5. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Afkoppelen/niet aankoppelen staat voor het scheiden van hemelwater- en afvalwaterafvoer, op een afgewogen manier zodat een duurzaam watersysteem ontstaat. Daarbij moet men rekening houden met de waterhuishouding, de inrichting van de openbare ruimte, de milieuhygiënische gevolgen en de zorg voor de volksgezondheid en welzijn.

Bij het voldoen aan de milieuhygiënische randvoorwaarden (dubo-materialen etc.) kan de afgekoppelde afstromende neerslag rechtstreeks via (mol)goten, lijnafwatering of ander traditioneel afvoermateriaal naar een aan te leggen voorziening stromen om in de bodem te infiltreren. Wel moeten in de afvoersystemen voorzieningen worden gerealiseerd die blad, zand e.d., die verstoppingen kunnen veroorzaken, achterhouden. Deze voorzieningen moeten goed bereikbaar blijven ten behoeve het reinigen en het onderhoud. Regelmatig onderhoud van de aanvoerzijde van de voorzieningen zal noodzakelijk zijn om te garanderen dat de systemen blijven functioneren. Ook moet de (nood)overloop regelmatig worden onderhouden. Ondergrondse voorzieningen dienen altijd voorzien te zijn van een goed bereikbare blad- en zandvanger en/of ontluchtingspunt/overloop.

Toe te passen duurzame materialen:

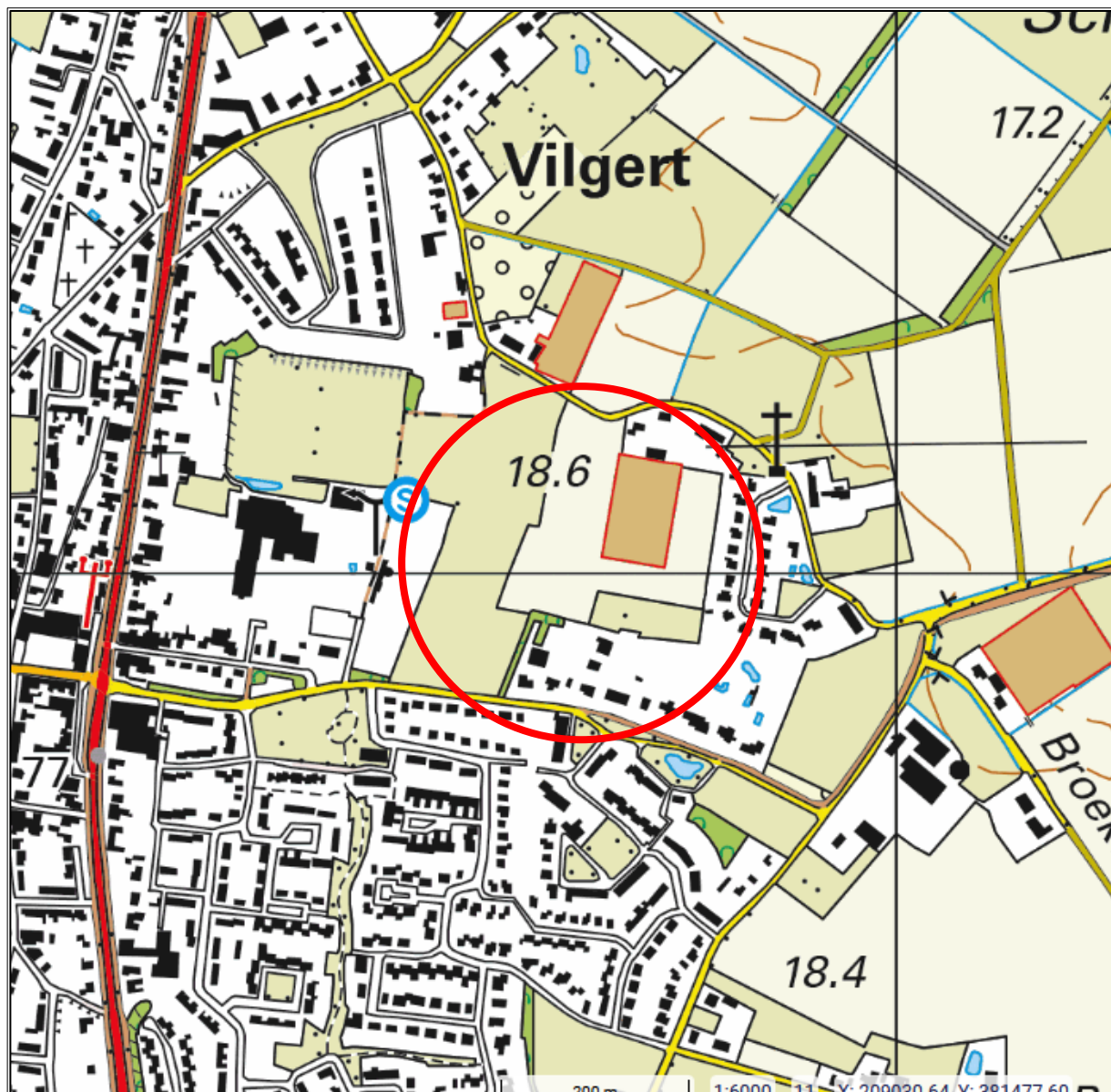
- Daken: dakpannen van natuurlijk, beton of keramisch materiaal of bekleed met EPDM rubber of vergelijkbaar;
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/ staal, aluminium, bij voorkeur tevens geen gecoate bouwmaterialen.
- Ontsluitingspaden / wegen / terrassen; voorzien van natuurlijk of niet-uitloogbare materialen zoals keramische of betonproducten.

Indien onvoldoende aandacht wordt gegeven aan het ontwerp en dimensionering, kan wateroverlast ontstaan. Het moet ten alle tijden worden voorkomen dat wateroverlast bij bebouwing en bij derden ontstaat. Het gebruik en het overlopen van de hemelwatervoorziening mag niet leiden tot schade aan in de nabijheid liggende percelen, gewassen en opstallen. Schade, direct en/ of indirect, die eventueel ontstaat is en blijft voor rekening van de ontwikkelaar/eigenaar van het plangebied. In geen geval mag de afvalwaterriolering op een hemelwatervoorziening worden aangesloten.

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 of geloosd, en niet in de bodem mag worden geïnfilteerd of op oppervlaktewater worden geloosd.

Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Daarnaast is toepassing van gladheidsbestrijding middels zout minder wenselijk geacht. Bij toepassing kunnen deze stoffen met het hemelwater afstromen naar de bodem of het oppervlaktewater en deze nadelig beïnvloeden. Indien toepassing noodzakelijk blijkt, wordt geadviseerd dit zo effectief mogelijk te doen.

Bijlage 1: Topografische overzichtskaart



BEBOUWING a bebouwd gebied b gebouwen c hoogbouw d kas WEGEN autosnelweg hoofdweg met gescheiden rijbanen hoofdweg regionale weg met gescheiden rijbanen regionale weg lokale weg met gescheiden rijbanen lokale weg weg met losse of slechte verharding onverharde weg straat/overige weg voetgangersgebied fietspad pad, voetpad weg in aanleg viaduct aquaduct tunnel vaste brug beweegbare brug brug op pijlers	SPOORWEGEN spoorweg: enkelspoor spoorweg: meersporig a station b spoorweg in tunnel tramweg a sneltram b sneltramhalte a metro bovengronds b metrostation HYDROGRAFIE waterloop: smaller dan 3 m waterloop: 3-6 m breed waterloop: breder dan 6 m a schutsluis b stuwen c koedam a duiker b grondduiker c afsluitbare duiker BODEMGEBRUIK a grasland met sloten b akkerland met greppels c boomgaard d fruitwekerij e boomwekerij f grasland met populierenopstand g loofbos h naaldbos i gemengd bos j griend k heide l zand m drasland, moeras n rietland o dodenakker, begraafplaats p overig bodemgebruik	OVERIGE SYMBOLEN a religieus gebouw b toren, hoge koepel c religieus gebouw met toren d markant object e watertoren f vuurtoren a gemeentehuis b postkantoor c politiebureau d wegwijzer a kapel b kruis c vlampijp d telescoop a windmolen b waterradmolen c windmotor d windturbine a oliepominstallatie b seinmast c zendmast a hunebed b monument c gemaal a kampeerterrein b sportcomplex c ziekenhuis a paal b grenspunt c boom schietbaan afrostering hoogspanningsleiding met mast muur geluidswering
--	---	--

Bijlage 2: Concepttekening planvoornemen



Bijlage 3: Foto's plangebied



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10

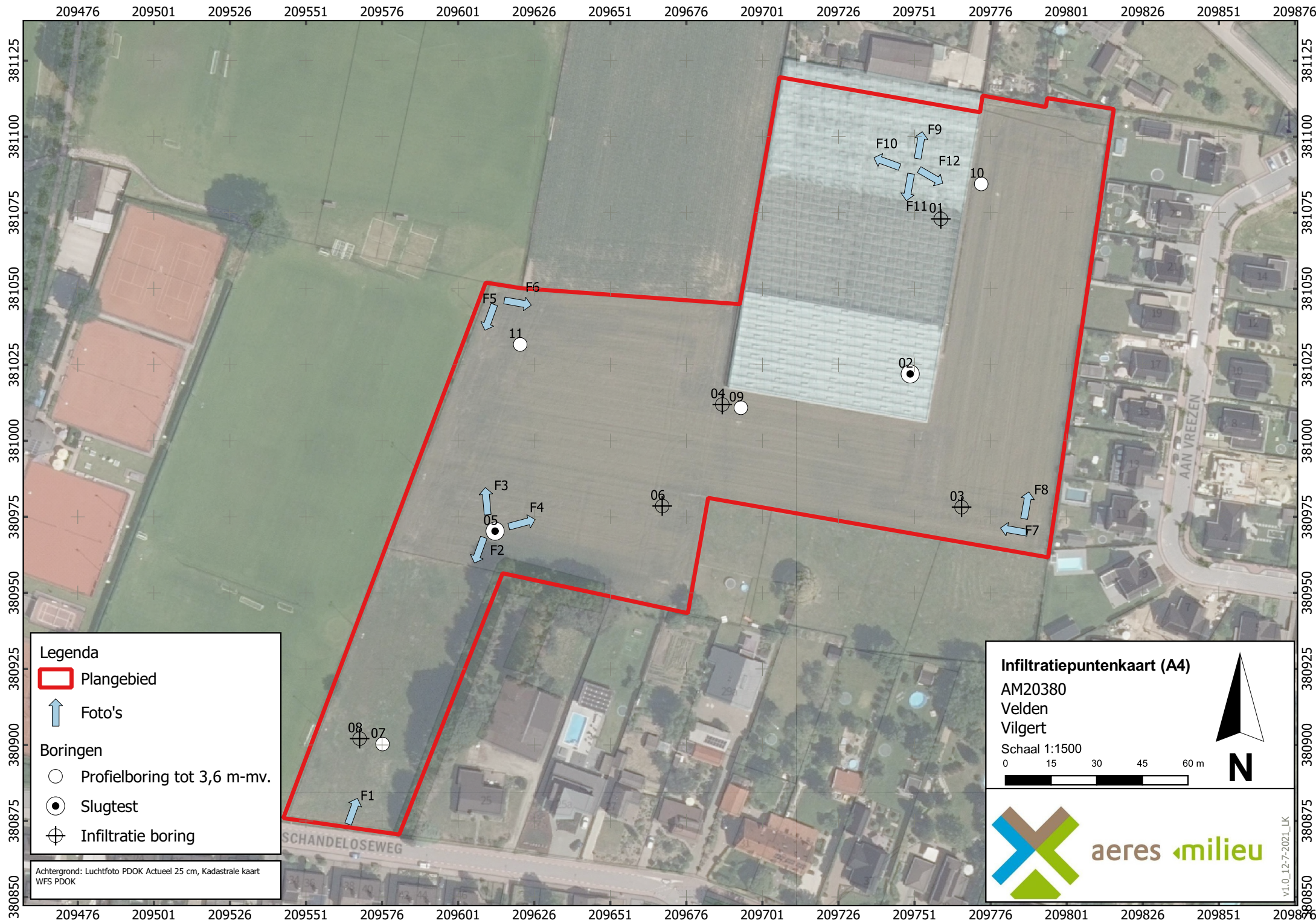


Foto 11



Foto 12

Bijlage 4: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen



Infiltratiepuntenkaart (A4)
AM20380
Velden
Vilgert
Schaal 1:1500
0 15 30 45 60 m

N

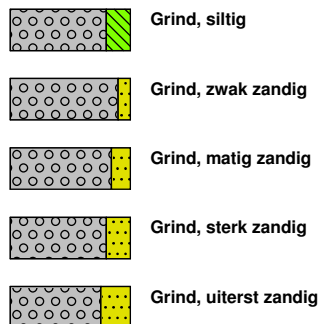


v1.0_12-7-2021_LK

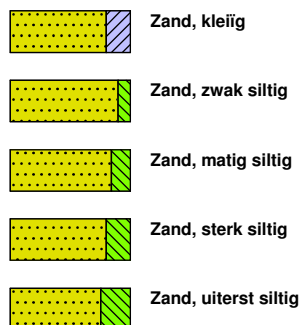
Bijlage 5: Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

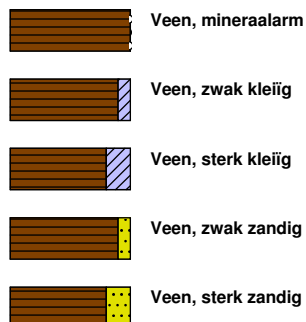
grind



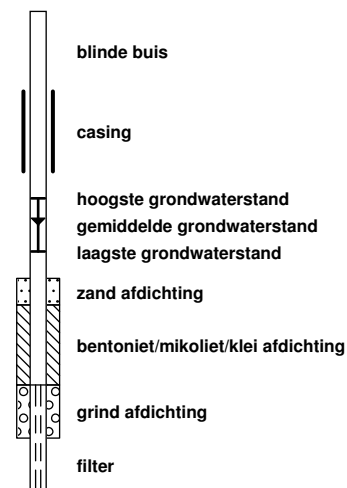
zand



veen



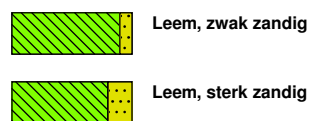
peilbuis



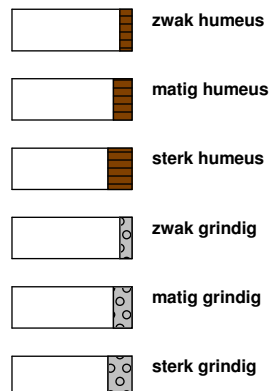
klei



leem



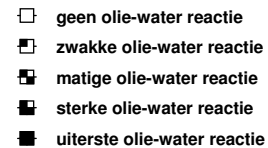
overige toevoegingen



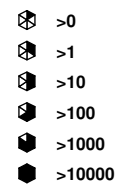
geur



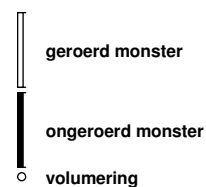
olie



p.i.d.-waarde

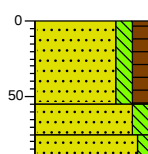


monsters

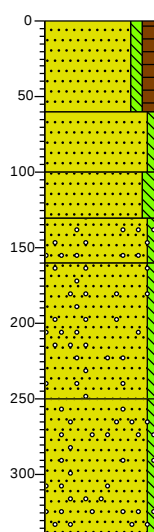


overig

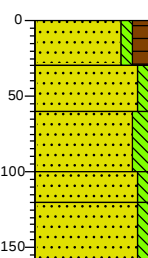


Boring:**01**

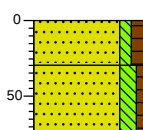
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
55	
75	Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, grijsoranje, Edelmanboor
90	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, beigegrijs, Edelmanboor

Boring:**02**

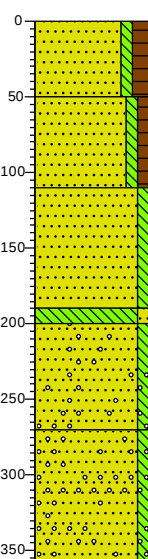
0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
60	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, grijsbeige, Edelmanboor
100	
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, grijsoranje, Edelmanboor
130	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, lichtgrijs, Edelmanboor
160	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, zwak grindhoudend, beigegrijs, Edelmanboor
250	
	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindhoudend, lichtgrijs, Zuigerboor handmatig
340	

Boring:**03**

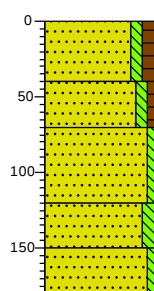
0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
30	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbeige, Edelmanboor
60	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, grijsoranje, Edelmanboor
100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
120	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, brokken leem, oranjegrijs, Edelmanboor
160	

Boring:**04**

0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
30	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, oranjebruin, Edelmanboor
75	

Boring:**05**

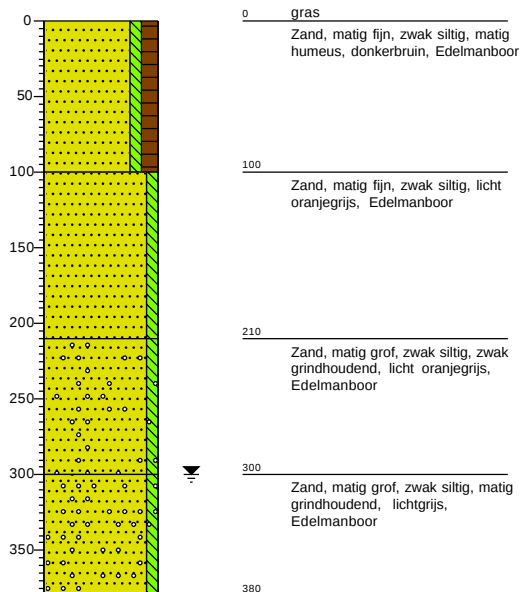
0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker oranjebruin, Edelmanboor
110	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
190	
200	Leem, zwak zandig, sporen roest, lichtgrijs, Edelmanboor
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
270	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak roesthoudend, sterk grindhoudend, beigegrijs, Zuigerboor handmatig
360	

Boring:**06**

0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
40	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker oranjebruin, Edelmanboor
70	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsoranje, Edelmanboor
120	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, grijsoranje, Edelmanboor
150	
	Zand, matig grof, zwak siltig, licht grijsoranje, Edelmanboor
180	

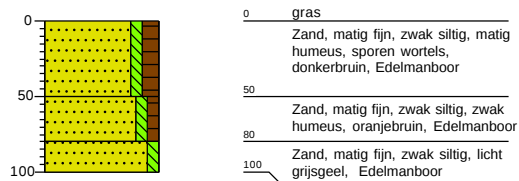
Boring:

07



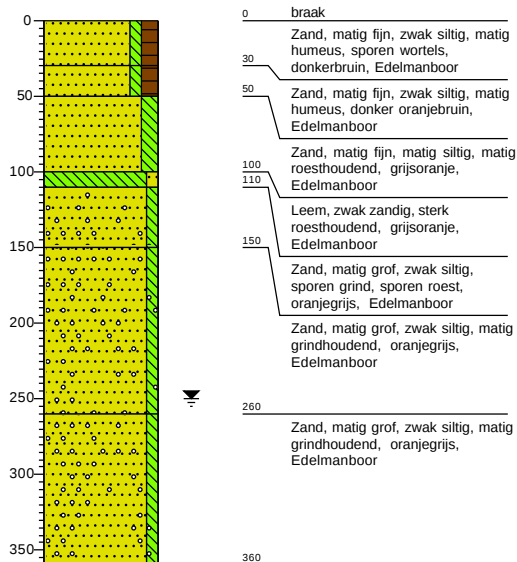
Boring:

08



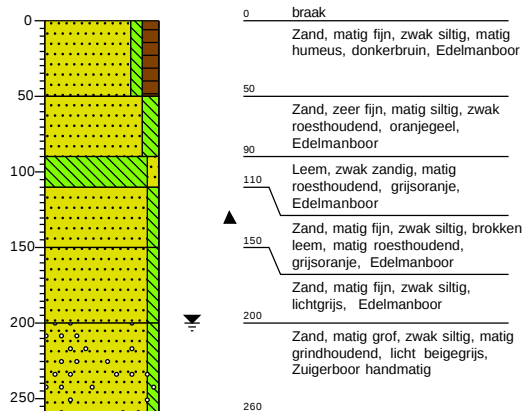
Boring:

09



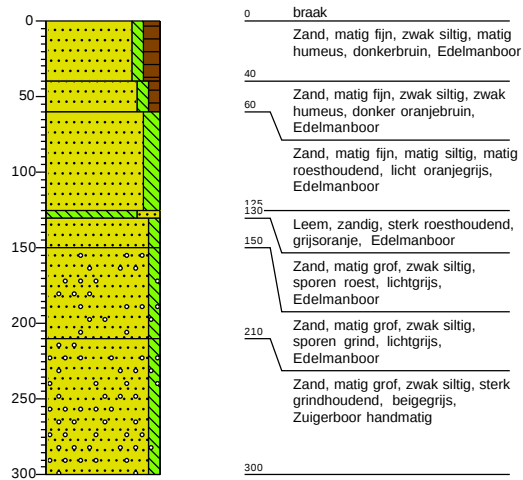
Boring:

10



Boring:

11



Bijlage 6: Geraadpleegde literatuur en Watertoets

Wet- en regelgeving

- Gemeentelijk Rioleringsplan Venlo 2014-2023, Gemeente Venlo;
- Waterbeheer-programma 2016-2021, Waterschap Limburg;
- Keur, Waterschap Limburg;
- Watervisie, provincie Limburg, 2016-2021;
- Landelijke Handreiking Watertoets;
- Waterbeleid voor de 21e eeuw, Commissie Waterbeheer 21e eeuw;
- Nationaal Bestuurakkoord Water, 2003 en actueel 2008;
- Waterwet;
- Het Nationaal Waterplan, 2016-2021;
- Kader Richtlijn Water;
- Wet en Besluit op de ruimtelijke ordening

Overige literatuur

- Handleiding alternatieve materialen voor bouwmetalen, DuBo Consulenten, 2006;
- Ruimtelijke plannen Nederland;
- (Kaarten) waterschap Limburg en Provincie Limburg

Internet

- www.venlo.nl
- www.waterschaplimburg.nl
- www.limburg.nl
- www.dinoloket.nl
- www.ahn.nl
- www.pdok.nl