



aeres milieu

ingenieursbureau voor bodem, archeologie, geohydrologie, ecologie

Infiltratieonderzoek De Welder 2, Haghorst

Infiltratieonderzoek De Welder 2, Haghorst



Aeres Milieu Projectnummer : AM21379
Status rapport : Definitief (versie 1)
Datum : 7 oktober 2021

Opdrachtgever : Ordito
Nieuwstraat 87
5126 CC Gilze

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	7
2.1.	Inleiding.....	7
2.2.	Watersystemen	8
3.	Samenvatting	14
4.	OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	16
	Bijlage 1: Topografische overzichtskaart	17
	Bijlage 2: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen.....	19
	Bijlage 3: Foto's plangebied	20
	Bijlage 4: Boorprofielen	21

1. INLEIDING

In opdracht van Ordito heeft Aeres Milieu een infiltratieonderzoek uitgevoerd ten behoeve van nieuwbouw woningen zuidwestelijk nabij Haghorst. De locatie is momenteel onbebouwd en heeft een agrarische bestemming. Om tot een duurzame ontwikkeling te komen, gaat de voorkeur uit naar hemelwaterverwerking door middel van infiltratie. Middels deze rapportage worden de mogelijkheden tot infiltratie onderzocht en beschreven. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven op afbeelding 1.

Adres onderzoekslocatie	: De Welder 2, Haghorst
Gemeente	: Hilvarenbeek
Waterschap	: De Dommel
Kadastrale registratie	: Hilvarenbeek, sectie N, nr. 1439 en 2170 (ged.) / Diessen, sectie D, nr. 646 en 1422
Oppervlakte	: circa 23.600 m ²
Peil maaiveld	: 14,6 tot 15,1 m +NAP
Peil grondwater	: 1-1,6 m-mv.



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

Aanleiding

De aanleiding voor het uitvoeren van dit infiltratieonderzoek is de voorgenomen planontwikkeling op het perceel. Het niet aankoppelen en lokaal infiltreren van neerslag levert een positieve hydrologische bijdrage, mits de juiste milieuhygiënische maatregelen worden getroffen. Bij nieuwe ontwikkelingen dient hemelwater, afkomstig van 'schoon' afvoerend oppervlak, waar mogelijk, ter plaatse geïnfiltreerd te worden.

Doel

Het doel van deze rapportage is een beschrijving te geven aan de huidige bodemkundige en (geo)hydrologische situatie (bureaustudie), de gehanteerde uitgangspunten en de randvoorwaarden, en de mogelijkheden om (afgekoppelde) neerslag in de toekomstige situatie te verwerken om tot een duurzame herontwikkeling te komen. Om na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse geschikt is, worden veldmetingen verricht. Hierna wordt de K-waarde bepaald en de resultaten beschreven met aanbevelingen voor de gewenste herontwikkeling om te komen tot een hemelwater neutrale herontwikkeling.

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. 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-beleid, 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.

Naast dit beleidskader is in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant ook het toetsingskader voor de taakuitoefening van lagere overheden op het gebied van water opgenomen. Deze is recent vervangen door de Interim Omgevingsverordening in verband met de Omgevingswet die in werking gaat treden. De definitieve verordening wordt tegelijk met de Omgevingswet van kracht. In de omgevingsvisie staat wat de provincie wil bereiken en wat ze wil doen om dat te bereiken.

Voor het grotere oppervlaktewater zijn er in Nederland diverse waterschappen actief die zich richten op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde, duurzame watersystemen. De waterbeheerders werken daarom integraal samen met gemeenten, die het beheer over de ruimtelijke ordening en openbare ruimte hebben, om deze doelstellingen te halen.

Het plangebied valt onder het beheer van Waterschap De Dommel. De doelen van het waterschap voor de periode van 2016 tot 2021 staan beschreven in het waterbeheer-plan “Waardevol Water” en zijn gericht op een veilig en bewoonbaar beheergebied, voldoende, schoon, natuurlijk en recreatief water. Bij ruimtelijke ontwikkelingen, waaronder ver- en nieuwbouwplannen, hanteert het waterschap een aantal uitgangspunten ten aanzien van het duurzaam omgaan met water, die van belang zijn als vertrekpunt bij het overleg tussen initiatiefnemer en waterbeheerder. Bij planontwikkelingen wordt tevens de gemeente betrokken omdat deze meestal het beheer over het lokale (opper)vlaktewater hebben.

De drie Brabantse waterschappen De Dommel, Aa en Maas en Brabantse Delta hebben hiervoor een gezamenlijke Keur opgesteld. De regels in de Keur hebben betrekking op het lozen, afvoeren, onttrekken of aanvoeren van grondwater en water uit sloten en andere watergangen. Iedereen die werkzaamheden uitvoert of activiteiten plant in en om waterlopen of dijken, heeft met de Keur te maken en moet een vergunning aanvragen. In sommige gevallen volstaat een melding. De uitzonderingen staan beschreven in de Algemene regels. Afhankelijk van de werkzaamheden in het oppervlaktewater kan een vergunning benodigd zijn.

De gemeente Hilvarenbeek heeft een verbreed gemeentelijk rioleringsplan 2017-2021, waarin het beleid ten aanzien van vuil- en regenwater is vastgelegd en is overeenkomstig met het beleid van het waterschap. De gemeente Hilvarenbeek streeft naar een zo duurzaam mogelijke en doelmatige inzameling en afvoer van hemelwater waarbij hemelwater op een zo natuurlijk mogelijke manier wordt verwerkt. Gestreefd wordt dit te doen tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten waarbij het hemelwater vanuit hygiënisch oogpunt (volksgezondheid) adequaat wordt ingezameld en afgevoerd.

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.

Leeswijzer

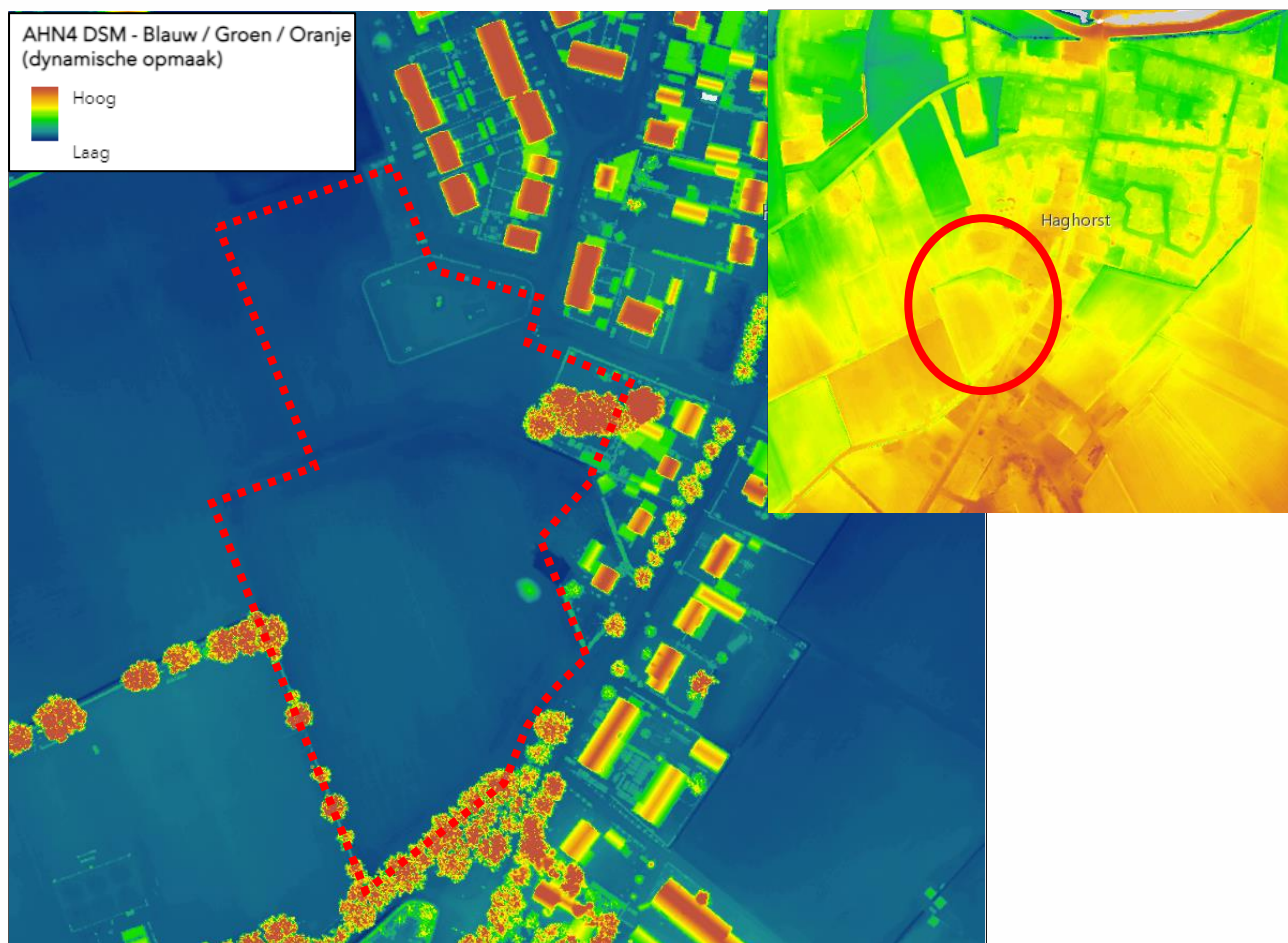
In hoofdstuk 2 is aandacht besteed aan de huidige bodemkundige- en (geo)hydrologische situatie, de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden, en de (on)mogelijkheden om neerslag in de toekomstige situatie te bergen en te infiltreren. In hoofdstuk 3 is een samenvatting van de resultaten en eventuele water gerelateerde aandachtspunten voor de onderzoekslocatie opgenomen met in hoofdstuk 4 nog enkele algemene aandachtspunten.

2. WATERHUISHOUDKUNDIG SYSTEEM

2.1. Inleiding

Het plangebied ligt ten zuidwesten van de bebouwing van Haghorst in de gemeente Hilvarenbeek. Momenteel is de locatie geheel onbebouwd en nagenoeg geheel onverhard. Het speelterrein in het noordelijk deel van het plangebied is reeds ingericht als infiltratieveld. Noordoostelijk ligt de eerste fase van het ontwikkelingsplan De Welder en grenst het plangebied aan de Pastoor Jurriënsstraat. Aan de oostzijde liggen enkele bestaande woningen met tuin aan de Sint Josephstraat en de zuidzijde grenst het plangebied aan de Sint Josephstraat en de De Haan. Afbeelding 1 geeft de huidige situatie weer en in bijlage 1 is een topografisch overzicht opgenomen.

Van belang tot het voorkomen van grondwateroverlast is de afstand van het maaiveld tot het optredende grondwaterniveau. Het zuidelijke deel van het plangebied heeft een maaiveldniveau van circa 15,1 m +NAP en loopt af naar de randen tot circa 14,7 m +NAP. Centraal door het plangebied loopt een kleine watergang, vanaf de achterzijde van de tuinen in westelijke richting en vervolgens zuidelijk langs de perceelsgrens (diepte gemiddeld op circa 14,7-14,4 m +NAP). De omliggende woonpercelen liggen gemiddeld op 15,2 m +NAP, net als het speelveldje. Het perceel rondom het speelveld is aflopend in noordelijke richting (14,8-14,5 m +NAP). De Pastoor Jurriënsstraat en de Sint Josephstraat liggen op circa 15,0 m +NAP. Afbeelding 2 geeft de genoemde hoogteverschillen weer.



Afbeelding 2: 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- en hemelwater. Hieronder zijn deze aspecten kort beschreven.

Grondwater

Het plangebied ligt volgens de geomorfologische kaart van Nederland (2019) op een dekzandvlakte en wordt in het zuiden begrenst door een dekzandrug. Naar verwachting heeft er zich op de onderzoekslocatie een hoge zwarte enkeerdgrond gevormd met leemarm en zwak lemig fijn zand. Daarnaast kan er op deze locatie beginnend tussen 0,4 en 1,2 m een gerijpte oude klei voorkomen van tenminste 20 cm dikte.

Op basis van (model)gegevens uit het Dinoloket is een verwachte bodemopbouw vastgesteld van de onderzoekslocatie. Hieruit blijkt dat er een antropogene ophoog laag aanwezig is, die deels het resultaat is van plaggenbemesting. Onder de toplaag wisselen midden fijne zandlagen en zandige klei/leem lagen elkaar af tot circa 6,5 m-mv. Vervolgens zal de bodem hoofdzakelijk uit zandlagen bestaan en vanaf circa 9,5 m-mv gaat de bodem over in de goed doorlatende Formatie van Sterksel. Tabel 1 geeft een schematisch overzicht van de bodemopbouw.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie
0-1,0	Antropogene afzettingen (esdekken)	Zand, zeer fijn tot matig grof, lokaal siltig, lokaal humeus
1,0-9,5	Formatie van Bostel	Zand, zeer fijn tot zeer grof, lokaal kleiig, grindig of humeus; leem, lokaal zandig; klei, siltig tot zandig, humeus; veen, kleiig
9,5-41,5	Formatie van Sterksel	Zand, matig fijn tot uiterst grof, lokaal grindig; grind, lokaal zandig; klei, lokaal siltig tot zandig

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

Voorafgaand aan het veldwerk d.d. 16 september 2021 zijn binnen het plangebied handboringen geplaatst om de lokale bodemopbouw vast te stellen. De toplaag bestaat uit een matig humeuse, zwak siltig, matig fijne zandlaag. Gemiddeld heeft deze laag een dikte van circa 0,6 meter, waarna de bodem overgaat in een zwak siltige, zeer fijne zandlaag tot de verkende diepte van 3 m-mv. Plaatselijk is op ca. 1,5 m-mv een dunne sterk siltige bodemlaag aangetroffen. Afbeelding 3 geeft profiel van boring 03 weer. De locatie van de boorpunten is opgenomen in bijlage 2.



Afbeelding 3: Profielboring 3 vanaf maaiveld (linksboven) tot 2,6 meter onder maaiveld (rechtsonder).

Bij het dino-loket is ter plaatse en in de omgeving van het plangebied beperkte grondwaterdata beschikbaar. Op basis van deze beperkte data en de waarnemingen in het boorprofiel van de uitkomende bodem wordt de grondwaterstand ingeschat op circa 14,0 m +NAP. Tijdens het veldwerk (d.d. 16 september 2021) is de grondwaterstand aangetroffen op circa 13,3 m +NAP. Bij de profielboringen zijn sporen van roest aangetroffen tot circa 14,2 m +NAP, wat duidt op hoge grondwaterstanden binnen het plangebied. De gemiddelde hoogste grondwaterstand wordt ingeschat rond de 14,2 m +NAP. De lokale grondwaterstromingsrichting is noordwestelijk. Het plangebied ligt niet binnen de grenzen van een waterwingebied of een grondwaterbeschermingszone.

Oppervlaktewater

Binnen het plangebied is centraal een droogvallende greppel aanwezig die centraal door de locatie op de akkergrens loopt. Verder is zuidelijk een kleine droogvallende greppel nabij de weg aanwezig. Deze greppels dienen ter afwatering van de agrarische velden en staan voornamelijk droog. Verder westelijk van het plangebied is een B-watergang aanwezig welke afwatert naar de A-watergang westelijk van Haghorst, zie afbeelding 4. Circa 400 meter ten noorden van de onderzoekslocatie stroomt het Wilhelminakanaal.



Afbeelding 4: Aanduiding plangebied op leggerkaart (waterschap De Dommel)

Hemelwater

Zoals verwacht op basis van de bodemopbouw en volgens de bodematlas van Provincie Noord-Brabant ligt het plangebied in een infiltratiegebied. Dit betekent dat op basis van algemene gegevens infiltratie ter plaatse mogelijk is. Het niet aankoppelen en infiltreren van neerslag bij planontwikkelingen levert een positieve hydrologische bijdrage, mits de juiste milieuhygiënische maatregelen worden getroffen (zie ook hoofdstuk 4). Bij nieuwe ontwikkelingen dient hemelwater, afkomstig van 'schoon' afvoerend oppervlak, waar mogelijk, ter plaatse geïnfiltrerd te worden.

Momenteel is het plangebied geheel onverhard en wordt het hemelwater op natuurlijke wijze verwerkt. Noordelijk is ter plaatse van het speelterrein reeds een infiltratievoorziening aanwezig voor de oostelijk gerealiseerde woningen. Door het planvoornemen zal de verharding binnen het plangebied toenemen. Ter compensatie van de nieuwe verharding dienen hemelwatervoorzieningen aangelegd te worden met een verwerking bij voorkeur middels oppervlakkige infiltratie.

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.

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 stichting C2510 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.

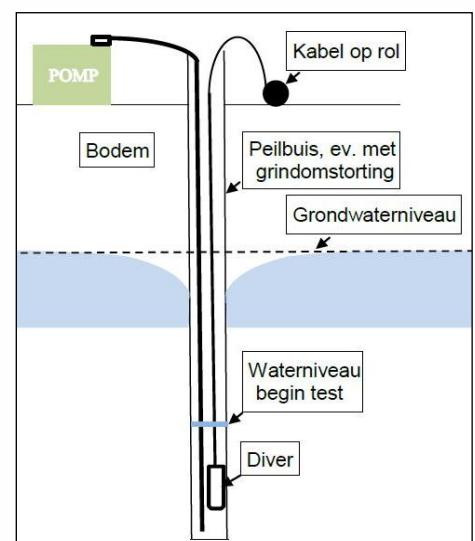
Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 5 – 15 groter dan de verticale.

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 16 september 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 'hooghoudmethode' 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 2.

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 4: 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: 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.

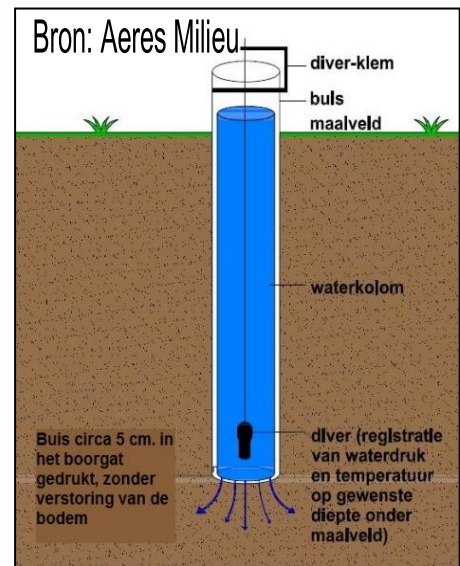
Hieruit wordt berekend hoe groot de infiltratiesnelheid van het water in de bodem is. Deze is afhankelijk van de inwendige doorsnede van de buis, de drukhoogte (=de lengte van de waterkolom in de buis), het bodemtype en de snelheid waarmee het peil daalt. Met deze meetmethode wordt voornamelijk de verticale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

Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde “Porchetttest”, ook wel omgekeerde boorgatmethode genoemd. Bij deze methode wordt in een, niet verbuist, 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.

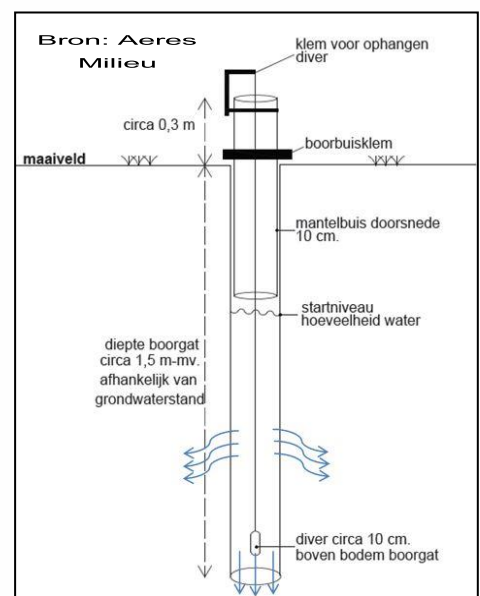
De keuze voor het type test is afhankelijk van de bodemsamenstelling en de visueel zichtbare snelheid waarmee het water in de bodem infiltreert. Beide tests zijn voor het infiltratieonderzoek van belang voor de onverzadigde zone.

Uitvoering veldwerk

Op 16 september 2021 zijn binnen het plangebied infiltratiemetingen uitgevoerd en profielboringen geplaatst. Op basis van de aangetroffen bodemsamenstelling en grondwaterstand is gekozen om zowel in de onverzadigde als verzadigde bodem infiltratiemetingen uit te voeren. Op drie locaties is eerst een open-end-test uitgevoerd, gevolgd door een porchetttest. Daarnaast zijn op drie locaties slugtesten in duplo uitgevoerd. Hiervoor zijn twee peilbuizen gebruikt die eerder zijn geplaatst bij het verkennend bodemonderzoek en een tijdelijk geplaatste peilbuis. De boor- en meetlocaties staan weergegeven in bijlage 2. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 4.



Afbeelding 5: Principetekening Open-end-test



Afbeelding 6: Principetekening Porchetttest

Open-end-test en Porchetttest

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. Na de open-end-test is in het betreffende boorgat een gedeeltelijke verbuizing van 10 cm diameter 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. 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 weergegeven.

Meetpunt	Open-end-test (verticale infiltratie) [m/d]	Porchetttest (horizontale infiltratie) [m/d]	Diepte (m-mv.)
4	0,02	3,15	0,9
5	0,06	2,28	1,2
6	0,14	2,36	0,8

Tabel 3: Meetresultaat infiltratiesnelheid in de onverzadigde zone

Uit deze resultaten kan worden geconcludeerd dat er een slechte verticale infiltratiesnelheid ($<0,5$ m/d) aanwezig is binnen het plangebied. Dit komt overeen met de verwachting bij zeer fijn zand, met mogelijk een sterk zandige leemlaag in de ondergrond. De horizontale infiltratiesnelheid is matig tot goed waardoor dus toch afdoende horizontale verspreiding in de bodem mogelijk blijkt.

Hooghoudtmethode

De peilbuisfilters (lengte 1 meter; $\varnothing$ 32 mm) zijn allen omstort met filtergrind (deeltjesgrootte 1-1,6 mm). 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 grondwaterniveau vastgelegd wordt. Door middel van een zogenaamde 'diver' (en handmatige controlepeilingen) wordt de tijd en de waterhoogte op geregelde tijdstippen gecontroleerd. De diver is ingesteld op een meetfrequentie van één meting per 5 seconden.

Na beëindiging van de meetwerkzaamheden zijn de geregistreerde meetgegevens van de 'Diver' uitgelezen, geïnterpreteerd en verwerkt met een rekenprogramma. In tabel 4 zijn de meetresultaten weergegeven.

Meetpunt	Slugtest (horizontale infiltratie) [m/d]	Diepte filtertraject (m-mv.)
1	0,44 / 0,60	2,0-3,0
2	0,97 / 0,78	2,15-3,15
3	6,40 / 5,26	1,6-2,6

Tabel 4: Meetresultaat infiltratiesnelheid in de verzadigde bodem

De infiltratiesnelheid in de verzadigde ondergrond is matig tot zeer goed ter plaatse van meetpunt 3. Voor de snellere leegloop ter plaatse van meetpunt 3 is geen direct aanwijsbare reden aanwezig. Mogelijk is deze bodemlaag lokaal minder siltiger dan bij de andere 2 meetpunten.

3. Samenvatting

In opdracht van Ordito heeft Aeres Milieu een infiltratieonderzoek uitgevoerd ten behoeve van de bouw van nieuwbouwwoningen. Het plangebied ligt zuidwestelijk nabij het bestaand stedelijk van Haghorst en heeft een oppervlak van circa 2,36 hectare. De woningen zijn onderdeel van het bestemmingsplan De Welder 2. Momenteel heeft het plangebied een agrarische bestemming en is in gebruik als maïsveld, speeltuin met ondergelegen infiltratievoorziening, grasland en tuin.

Het maaiveld ligt gemiddeld circa 14,8-15,1 m +NAP. Het maaiveld loopt af naar de perceelsranden tot circa 14,6 m +NAP (greppeltjes). De omliggende woonpercelen liggen gemiddeld op 15,2 m +NAP.

De lokale bodemopbouw bestaat hoofdzakelijk uit een humeuze toplaag met zwak siltig, matig fijn zand en een dikte van circa 0,6 meter. Deze laag wordt opgevolgd door een zwak siltige, zeer fijne zandlaag. Plaatselijk is op ca. 1,5 m-mv een dunne sterk siltige bodemlaag aangetroffen. Deze sporen duiden op hogere grondwaterstanden. Op basis van de gekende informatie wordt de gemiddelde hoogste grondwaterstand ingeschat op circa 14,2 m +NAP.

Uit de uitgevoerde infiltratiemetingen blijkt dat de verticale infiltratie in de bodem beperkt is. De aanleg van een infiltratievoorziening dient te gebeuren op basis van de horizontale infiltratiesnelheid. Er zijn geen grote verschillen in infiltratiesnelheid binnen het plangebied, waardoor de functionaliteiten van een infiltratievoorziening overal ongeveer gelijk zijn. De voorziening dient dusdanig ontworpen te worden dat er tijdelijk voldoende hemelwater kan worden geborgen, waarna het water horizontaal kan infiltreren. Een noodoverloop voor bovennormatieve buien kan in westelijke richting naar het bestaand waterstelsel voorzien worden.

De infiltratievoorziening dient boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand aangelegd te worden. Er is momenteel een drooglegging van circa 0,6 tot 0,9 meter aanwezig en naar verwachting zal voor de woningen een lichte ophoging plaatsvinden tot minimaal 15,1 m +NAP.

Binnen het plangebied is reeds een infiltratievoorziening aanwezig. Deze is gelegen onder het speelveldje en heeft een capaciteit van circa 221 m³ (conform BP De Welder, kern Haghorst). Deze voorziening verwerkt een deel van het hemelwater van de woonwijk die noordoostelijk van het plangebied is gebouwd en dient zijn functionaliteit te behouden. Indien deze voorziening wordt verwijderd of verplaatst, is het noodzakelijk om de woningen (opnieuw) aan te sluiten op een nieuwe voorziening zodat geen versnelde afvoer op het watersysteem ontstaat.

Ter plaatse van het plangebied is dus infiltratie in de bodem toepasbaar, lediging zal voornamelijk in horizontale richting plaatsvinden (k-waarde 2 meter per dag). Door de siltige ondergrond is de verticale infiltratie naar de diepere/verzadigde ondergrond grotendeels lager (0,5-0,8 meter per dag). Een infiltratievoorziening kan zowel boven- als ondergronds. Dit kan alleen een enkellaagse voorziening zijn in verband met de benodigde gronddekking en de verwachte GHG.

Bij de invulling van het plangebied dient in eerste instantie zoveel mogelijk dichte verharding vermeden te worden met zoveel mogelijk lokale infiltratie in de bodem. Binnen de ontwikkeling dient ruimte voorzien te worden voor de hemelwaterverwerking, bij voorkeur in langgerekte voorzieningen voor een zo groot mogelijk infiltratieoppervlak.

De aanleg van een infiltratievoorziening mag geen negatieve gevolgen hebben op de kwaliteit van het grondwater. Bij de bouw van de woningen worden derhalve geen uitlogbare materialen geadviseerd en dient het afstromende hemelwater van potentieel verontreinigde oppervlaktes voorgezuiverd of aangesloten op het afvalwaterstelsel te worden, zie ook hoofdstuk 4.

De uiteindelijke hoeveelheid en het type voorziening is afhankelijk van de planontwikkeling. Op basis van het huidig inpassingsplan is ter plaatse afdoende ruimte aanwezig om het hemelwater ter plaatse in het groen te verwerken.

4. 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:

- Hellende daken: dakpannen van natuurlijk, beton, keramisch materiaal of bekleed met EPDM rubber of vergelijkbaar;
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/ staal, aluminium, bij voorkeur tevens geen gecoate materialen.
- 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 infiltratie- en/of bergingsvoorziening 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 oliepompijnstallatie 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: Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen



Legenda

Plangebied

fotos

Boringen

peilbuis

infiltratieboring

Achtergrond: Luchtfoto PDOK 2020 25 cm, OpenTopo (Map5)

Infiltratiepuntenkaart (A4)

AM21379

Haghorst

De Welder

Schaal 1:1500

0 15 30 45 60 m

N

v1.0 8-10-2021_LK

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



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17

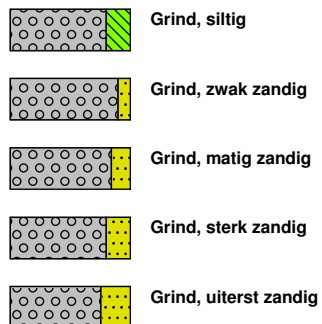


Foto 18

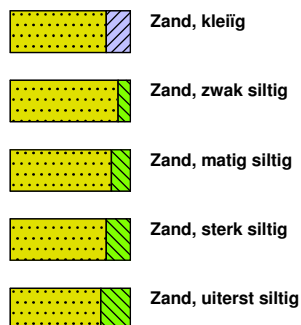
Bijlage 4: Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

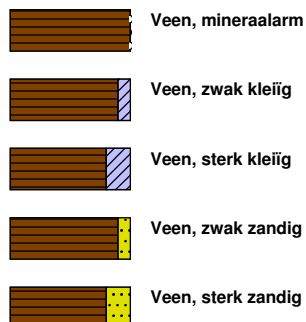
grind



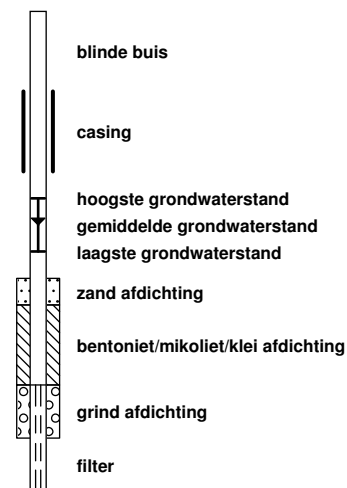
zand



veen



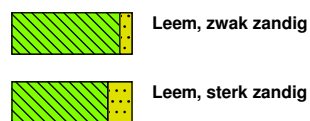
peilbuis



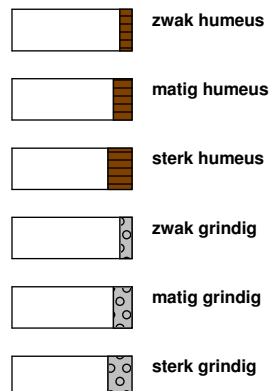
klei



leem



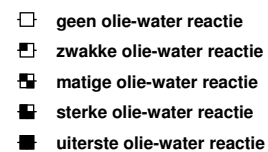
overige toevoegingen



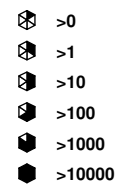
geur



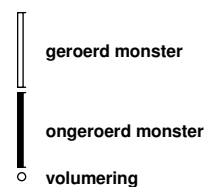
olie



p.i.d.-waarde

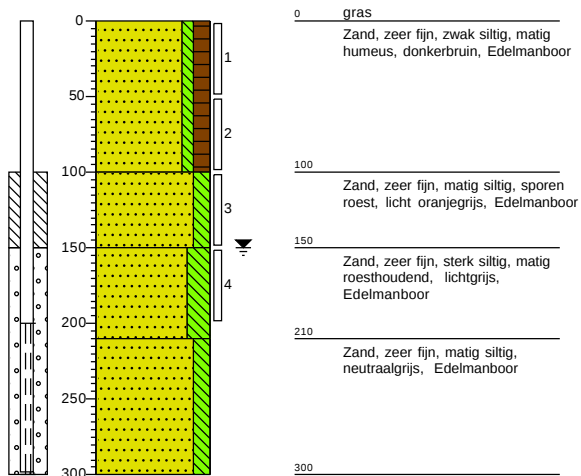
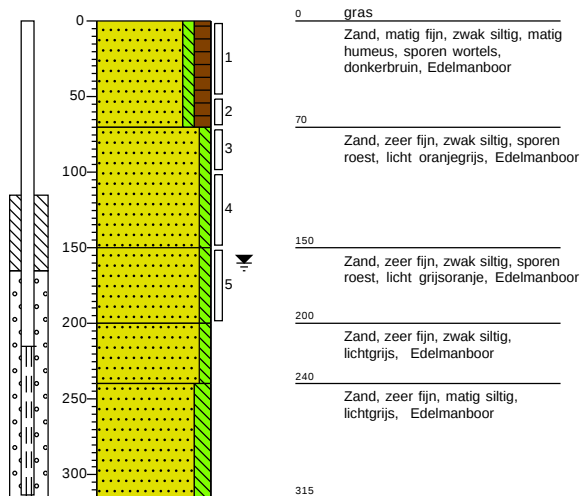
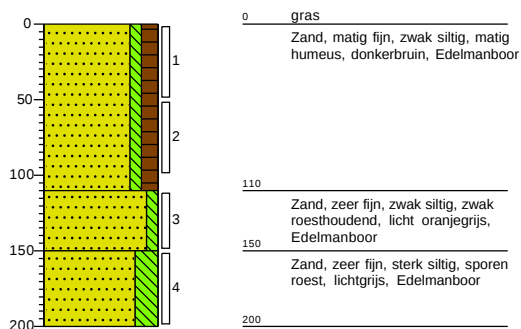
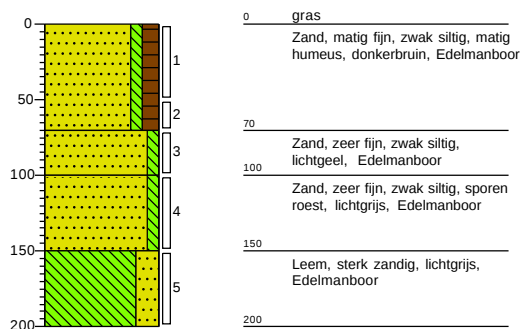


monsters



overig



Boring: 01**Boring: 02****Boring: 03****Boring: 04****Boring: 06**