

Rapport
Infiltratieonderzoek
Startebos fase III te Meijel,
gemeente Peel en Maas
AM13212-1

Opdrachtgever

BRO
Industriestraat 94
5931 PK TEGELEN

Projectnummer

Aeres Milieu projectnummer AM13212-1

Status rapport

Concept

Contactgegevens

Aeres Milieu B.V.
Postbus 1015
6040 KA ROERMOND
(t) 0475 – 320 000
(f) 0475 – 321 967
e-mail: info@aeres-milieu.nl
www.aeres-milieu.nl

Autorisatie

Opsteller rapport:	paraaf	datum
bc. M. Vrolix		11 september 2013
Kwaliteitscontrole:	paraaf	1 datum
Ing. J.M.G. Reuver		11 september 2013

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. INFILTRATIEONDERZOEK	7
3. VELDMETINGEN	9
3.1 <i>Opzet</i>	9
3.2 <i>Uitvoering, resultaten en interpretatie</i>	11
3.2.1 <i>Inleiding veldwerk</i>	11
3.2.2 <i>Open-end-test</i>	11
3.2.3 <i>Porchetest</i>	11
3.2.4 <i>Hooghoudttest</i>	12
4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	13

Bijlagen:

1	Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie
2	Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en fotostandplaatsen
3	Boorprofielen
4	Foto's onderzoekslocatie
5	Schetsontwerp Startebos fase III

1. INLEIDING

In opdracht van BRO Tegelen heeft Aeres Milieu B.V. een infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie:

Adres onderzoekslocatie	: Startebos Fase III te Meijel
Gemeente	: Peel en Maas
Oppervlakte onderzoekslocatie	: circa 37.000 m ²
Kadastrale registratie	: sectie F, nrs. 121 en 2108
Coördinaten R.D.stelsel	: X = 189.700 / Y = 373.519
Peil maaiveld	: circa 35 meter + NAP
Peil grondwater	: circa 32 meter + NAP
Waterschap	: Peel en Maasvallei
Huidig perceelsgebruik	: deels campingterrein en deels braakliggend
Toekomstig perceelsgebruik	: wonen met tuin

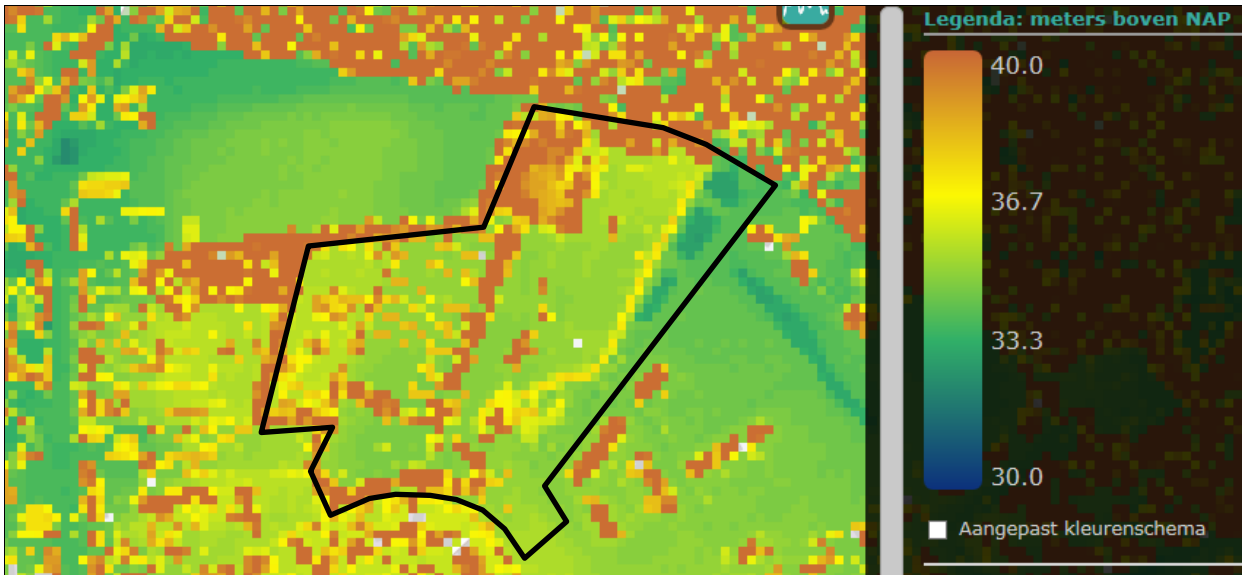
Het plangebied is gelegen ten noorden van de kern van Meijel. Het plangebied wordt aan de zuidzijde begrensd door de Starteweg en ten oosten door de Venakker, de overige zijden worden gevormd door de erfafscheidingen van belendende percelen. In de toekomstige situatie zullen ter plaatse nieuwe woningen worden gerealiseerd.

Een fotoreportage van de onderzoekslocatie is opgenomen in bijlage 4. Zie bijlage 1 voor een topografisch en kadastraal overzicht. Op onderstaande luchtfoto is de globale begrenzing van het plangebied aangegeven. In bijlage 4 zijn foto's van de onderzoekslocatie opgenomen.



Figuur 1: globale begrenzing onderzoekslocatie op luchtfoto (bron: Waterschap Peel en Maasvallei)

Op 21 augustus 2013 is een veldinspectie uitgevoerd. Binnen de grenzen van de onderzoekslocatie zijn enkele depots/wallen en drie wadi's aanwezig. Deze zijn ten westen van de Venakker gelegen en staan in verbinding met de oostelijk aangelegde woonwijk. Het voormalig campingterrein wordt grotendeels omzoomd door een grondwal met een geschatte hoogte van 3 meter. Verder valt op dat het gebied direct ten noorden van het plangebied een sterk glooiend voorkomen heeft. Dit terwijl het plangebied vrijwel vlak is. Hierdoor bestaat het vermoeden dat het terrein in het verleden mogelijk geëgaliseerd is. Het maaiveld bevindt zich op gemiddeld 35 m +NAP.



Figuur 2: Knipsel hoogtekaart met globale begrenzing onderzoekslocatie (bron: AHN)

Doel

Het doel van het infiltratieonderzoek is het ter plaatse vaststellen van de doorlatendheid van de bodem in de (on)verzadigde zone. Aan de hand van dit onderzoek blijkt of infiltratie mogelijk is en bij aanlevering van een concepttekening wordt een mogelijke infiltratie- en/of bergingsvoorziening uitgewerkt voor het plangebied.

Watertoets

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

Binnen het plangebied is de afkoppeling, berging en /of infiltratie van hemelwater in de bodem gewenst. Het Waterschap Peel en Maasvallei is voorstander van 100% afkoppelen. Voorts dient te worden voldaan aan de voorkeursvolgorde voor de waterkwaliteit, (schoonhouden, scheiden, zuiveren) en dient verantwoord afgekoppeld te worden (dubo-maatregelen en toepassen voorkeurstabel brochure "Regenwater schoon naar beek en bodem"). Toekomstige infiltratie- en bergingsvoorzieningen dienen gedimensioneerd te worden op een bui van T=10 jaar (50 mm in 27 uur), met een leegloop/beschikbaarheid binnen 24 uur. Voorts dient een doorkijk gegeven te worden naar een bui van T=100 jaar (84 mm in 48 uur). Een infiltratie met een overloop op het eigen terrein dient gedimensioneerd te worden op een bui van T=100 (84 mm). Voorts dient een toekomstige infiltratievoorziening boven de Hoogste Grondwaterstand aangelegd te worden.

Infiltratie

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

- verdroging van de grond wordt tegengegaan en de natuurlijke waterkringloop wordt verbeterd;
- minder of geen belasting van het rioolstelsel. Daardoor zullen minder of geen overstorten plaatsvinden zodat minder vuillast in het oppervlaktewater terecht komt;
- lagere piekafvoer op de Afval Water Zuivering Installatie (AWZI);
- mogelijkheid tot hergebruik van afgekoppelde neerslag.

De gemeente Peel en Maas en het Waterschap Peel en Maasvallei wensen de mogelijkheid te onderzoeken om hemelwater te infiltreren in de bodem. Om na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse hiervoor geschikt is, zijn veldmetingen verricht. Hierna worden de metingen en de resultaten ervan beschreven, waarna conclusies worden getrokken.

Onderzoek

Aeres Milieu B.V. heeft geen binding met de opdrachtgever en/of de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau.

Het veldonderzoek vond plaats op 21 augustus 2013. 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.

Opgemerkt dient te worden dat voor het uitvoeren van een geohydrologische onderzoeken (waartoe een infiltratie onderzoek behoort) nog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld zijn. 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 meetlocaties, waardoor een zo goed mogelijk beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Derhalve is Aeres Milieu niet verantwoordelijk voor eventuele (vervolg)schade door onvoldoende gedimensioneerde voorzieningen.

2. INFILTRATIEONDERZOEK

Het infiltreren van hemelwater heeft bij ontwikkelingen altijd de voorkeur. Dit wordt in Nederland steeds vaker (verplicht) toegepast. Door praktijkervaringen en gegevens uit andere landen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid ca. 0,09 - 0,43 m/d vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie.

Bij een lagere doorlatendheid kunnen reducerende omstandigheden optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Daarnaast is er bij een lagere doorlatendheid veel ruimte nodig voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, wat onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De doorlatendheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer de gelaagdheid, de korrelsamenstelling, de poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, het poriënaantal, 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 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 2.1 en 2.2 worden de gevonden waarden samengevat.

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 2.1: literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse sedimenten in de landbouwliteratuur

Uit de landbouwliteratuur volgt verder nog dat de maximale waterdosering (watergift) voor diep uniform zeer fijn zand 0,62 m/d is.

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 2.2: 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. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 10 – 25 groter dan de verticale.

De literatuurwaarden tonen een grote spreiding in de opgegeven waarden voor fijn zand (maximum ca. 2 m/d, minimum minder dan 0,001 m/d). In veel gevallen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van fijn zand en vergelijkbare afzettingen rond de gehanteerde norm van 0,09 - 0,43 m/d. De globale bodemopbouw wordt schematisch weergegeven in tabel 2.3 voor het gebied in de omgeving van de onderzoekslocatie.

Diepte [m -mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie	Hydrogeologie
0 – 12	Formatie van Boxtel	Fijne tot matige grove silthoudende zanden	matig doorlatend
12 – 18	Formatie van Beegden	Grove zanden met grindinschakelingen	goed doorlatend
18 – ...	Formatie van Breda	Fijn, Zwak tot sterk siltig zand met klei- inschakelingen	matig doorlatend

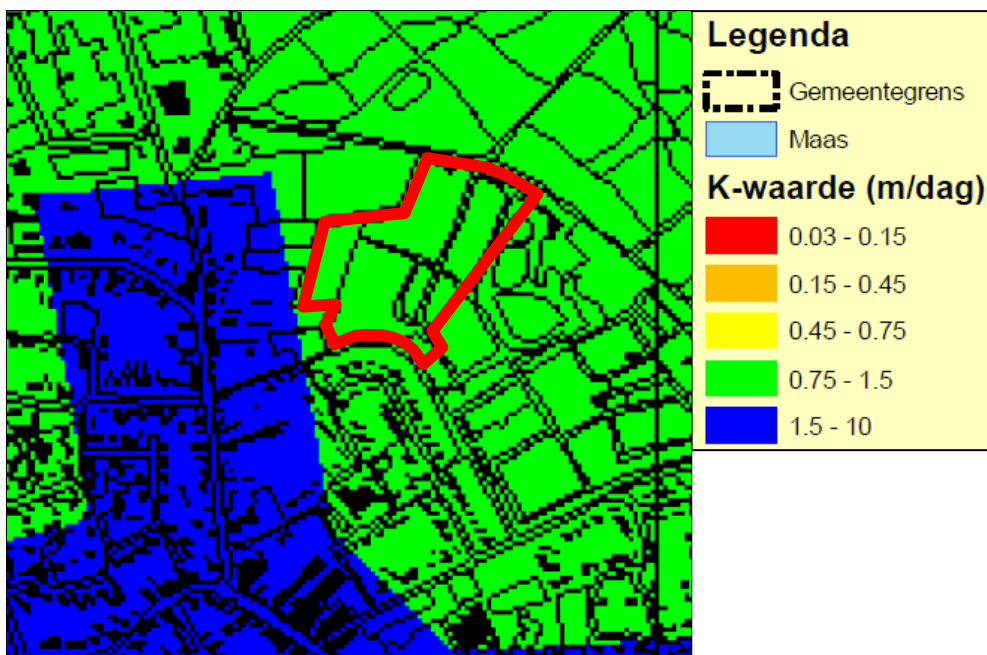
Tabel 2.3: Geo(hydro)logische indeling (bron: Dinoloket)

Uit de beschikbare boorgegevens, verzameld tijdens deze studie en het gelijktijdig op de locatie uitgevoerde verkennende bodemonderzoek (AM13212 d.d. 29-8-2013) blijkt dat de bodem (<2 m-mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zand, zeer tot matig fijn, zwak siltig. Bij de diepere boringen is vanaf ca. 2,5 meter beneden maaiveld grind waargenomen (van sporen tot uiterst grindig).

De stroming van het grondwater is zuid zuidwestelijk gericht. Het grondwater is volgens het Dinoloket te verwachten op een hoogte van circa 32 m +NAP (ca. 3m-mv.). De geldende grondwatertrap voor het plangebied is VII. Hierbij is de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand groter dan 80 cm beneden maaiveld te verwachten. [bodemdata.nl]

De onderzoekslocatie bevindt zich niet binnen een attentie of beschermingsgebied behorend tot een waterwingebied. Voor zover bekend vinden op en in de directe omgeving van het studiegebied geen grootschalige grondwateronttrekkingen plaats. Het plangebied is op circa 125 meter ten oosten van de bufferzone van de Groote Peel en de Roerdalslenk (zone III; 80 meter diepte) gelegen. [wpm.nl]

Op basis van de bodemdoorlatendheidskaart van Waterschap Peel en Maasvallei kent het plangebied een goede doorlatendheid (0,75 – 1,5 m/dag).



Afbeelding 3: knipsel uit bodemdoorlatendheidskaart voor Meijel (bron: Waterschap Peel en Maasvallei)

3. VELDMETINGEN

3.1 Opzet

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van het onderzoeksterrein te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd.

Dit is een onderzoek waarbij inzicht wordt verkregen in een aantal bodemaspecten zoals:

- bodemgesteldheid op de onderzoekslocatie;
- eventueel aanwezig zijn van minder goed doorlatende bodemlagen;
- doorlatendheid van bodemlagen;
- actuele grondwaterstanden;
- terrein-inrichting en gebruik.

Door deze verzamelde gegevens te combineren met een serie meetgegevens waarbij kan worden bepaald met welke snelheid het water in de bodem wegzijgt, kan een uitspraak worden gedaan over de k_d - waarde van de bodem op de onderzoekslocatie.

Het resultaat wordt o.a. beïnvloed door eventuele onderliggende bodemlagen, de meting op een beperkt oppervlak en bodemprocessen als vorming van wortelkanaaltjes, wormgangen etc. die een grotere spreiding in het meetresultaat tot gevolg heeft. Bij het dimensioneren van een eventuele infiltratievoorziening moet hier rekening mee worden gehouden.

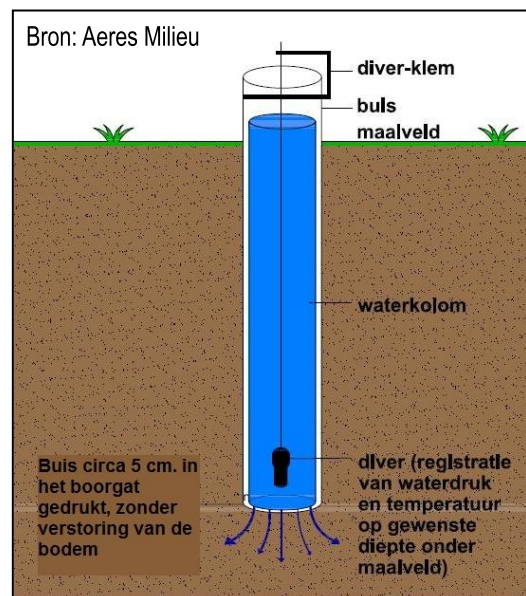
Laboratoriummetingen aan grondmonsters (zeefkromme-analyses, Darcy-tests), worden in het algemeen als minder geschikt beschouwd, omdat deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. In dit grote studiegebied, gekenmerkt door een mogelijk variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen minder betrouwbare resultaten opleveren.

Gebaseerd op het waargenomen grondwaterpeil binnen het onderzoeksgebied op 21 augustus 2013 (circa 2,5 – 3,5 meter beneden maaiveld), is de doorlatendheid in de *onverzadigde* zone (boven de grondwaterstand) bepaald door middel van de "Open-end-test"(A) en de "Porchetest"(B). Beide test zijn uitgevoerd in verband met de fijne zandfractie en de verwachte goede verticale doorlatendheid op basis van de gekende data. De doorlatendheid in de *verzadigde* zone (onder de grondwaterstand) is bepaald door middel van de "Hooghoudtmethode"(C).

Ten eerste de zogenaamde "Open-end" test. Deze 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.

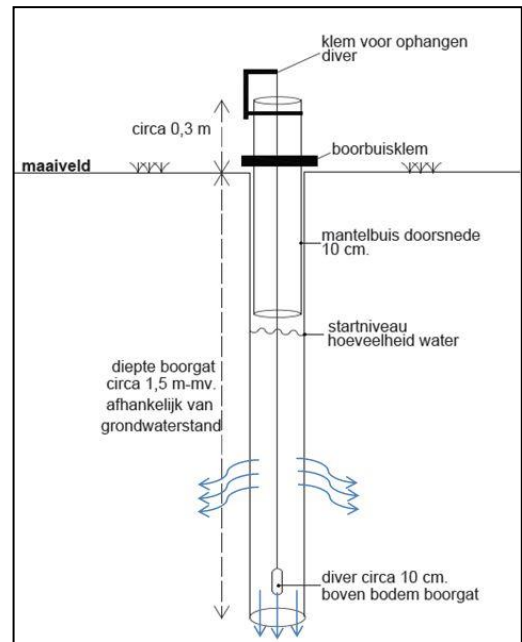


Afbeelding 4: Principetekening Open-end-test

Een aanvullende meetmethode is de zogenaamde "Porchettest", 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.

Opgemerkt wordt dat de Porchettest vooral de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone meet en in mindere mate de verticale doorlatendheid. De berekende verticale doorlatendheid is meestal een factor 10 tot 25 lager is dan de horizontale.

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

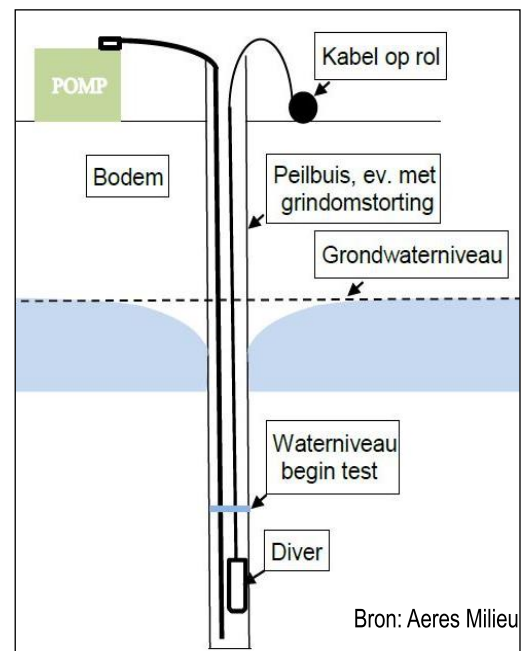


Afbeelding 5: Porchettest (Bron: Aeres Milieu)

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



Afbeelding 6: Principetekening Slugtest

3.2 *Uitvoering, resultaten en interpretatie*

3.2.1 *Inleiding veldwerk*

Op 21 augustus 2013 zijn binnen het plangebied 10 infiltratiemetingen uitgevoerd.

In de boorgaten 8, 9 en 14 zijn open-end-tests uitgevoerd circa 1-1,8 meter beneden maaiveld. Na het uitvoeren van de open-end-tests zijn in dezelfde boorgaten de porchet-tests uitgevoerd

Ter plaatse van boorgaten INF, 1, 10, 11 en 13 zijn duplo open-end-tests uitgevoerd op diverse dieptes van 1-2 meter beneden maaiveld. Ter plaatse van peilbuis 5 zijn slugmetingen uitgevoerd in een voor het verkennend bodemonderzoek geplaatste peilbuis.

De boorlocaties staan weergegeven in bijlage 2. 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 maximale meettijd per boorgat bedraagt 20 minuten.

3.2.2 *Open-end-test*

In de boring is een verbuizing met een diameter van 0,1 meter geplaatst, met een lengte van 2-3 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 3.1 worden de meetresultaten samengevat.

Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid [meter/dag]	Bijzonderheden	Meetpunt	Berekende verticale infiltratiesnelheid [meter/dag]	Bijzonderheden
INF	0,9 / 0,8	1,6 m-mv.	10	0,5 / 0,5	0,9 m-mv.
1	0,9 / 0,9	1,8 m-mv.	11	1,0 / 1,0	1,6 m-mv.
8	1,8	0,9 m-mv.	13	1,2 / 1,1	1,8 m-mv.
9	0,8	1,2 m-mv.	14	0,5	0,9 m-mv.

Tabel 3.1: Meetresultaten Open-end-tests

De tabel laat zien dat de gemiddelde verticale infiltratiesnelheid binnen het plangebied redelijk gelijk is. Gemiddeld bedraagt de infiltratiesnelheid circa 0,9 meter per dag. Nabij de meetpunten 10 en 14 (ten noordwesten binnen het plangebied) blijken iets minder doorlatend.

3.2.3 *Porchettest*

In het boorgat is na de open-end-test 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 tabel 3.2 worden de meetresultaten samengevat.

boring	Berekende infiltratiesnelheid [meter/dag]	Bijzonderheden
8	2,5	0,9 m-mv.
9	3,5	1,2 m-mv.
12	13 / 12	1,4 m-mv.
14	8	0,9 m-mv.

Tabel 3.2: Meetresultaten porchettests

De tabel laat zien dat de gemiddelde horizontale infiltratiesnelheid in de ondergrond (onder de humeuze laag) goed tot zeer goed is van west naar oost binnen het plangebied. De gemeten waarden zijn goede waarden voor een porchettest.

3.2.4 Hooghoudttest

Voor de test is gebruik gemaakt van bestaande peilbuis 5. Het peilbuisfilter (lengte 1 meter; \varnothing 32 mm) is met filtergrind (deeltjesgrootte 1-1,6 mm) omstort. De globale doorsnede van een meetpunt is circa 0,1 meter. De peilbuizen zijn minimaal 1 meter in het zand/grindpakket op een diepte van circa 3,5 m-mv. geplaatst.

Afhankelijk van de toe/afstroming tijdens het veldwerk is gekozen voor een pompproef of slugtest. In de peilbuis is constant een hoeveelheid water aan het filter onttrokken of toegevoegd. Bij een constant waterniveau is 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 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 het rekenprogramma Superslug. Als rekenmethode voor de slugtests is de vergelijking van Bouwer & Rice toegepast.

In tabel 3.3 is het de meetresultaat weergegeven.

Meetpunt- / peilbuisnummer	Berekende infiltratiesnelheid (m/dag)
5	6,8 / 6,3 / 6,5 / 6,1

Tabel 3.3: Berekende infiltratiesnelheden

Uit de tabel kan het volgende worden afgeleid:

- De berekende doorlatendheid in de metingen overschrijdt de 0,43 m/d, wat betekent dat de ondergrond zeer goed geschikt is voor de infiltratie van regenwater.
- De gemeten waarden in de meetpunten komen overeen met de literatuurwaarden voor zand, matig fijn, zwak siltig, grindhoudend.

De tabel laat een zeer goede infiltratiesnelheid zien. De gemeten waarden komen overeen met de literatuurwaarden voor zand, matig fijn tot matig grof, zwak siltig. De diverse metingen zijn nagenoeg identiek. Het gemiddelde van de berekende k-waarden uit de duplomeetpunten bedraagt circa 6,4 meter per dag.

Het resultaat is groter dan de algemene limietwaarde van 1 meter per dag voor goede infiltratie. De infiltratiesnelheden geven een zeer goede waarde weer voor de verzadigde ondergrond waardoor infiltratie van hemelwater goed mogelijk is binnen het plangebied. Tot aan het grondwater zijn geen belemmerende lagen waargenomen ter plaatse van de geplaatste boringen binnen het plangebied.

4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek:

Het grondwaterpeil binnen de locatie ligt volgens het Dinoloket en de uitgevoerde metingen op 21 augustus 2013 binnen het plangebied op ongeveer 2,5 – 3,5 meter onder maaiveld.

Uit de beschikbare boorgegevens, verzameld tijdens deze studie en het gelijktijdig op de locatie uitgevoerde verkennende bodemonderzoek (AM13212 d.d. 29-8-2013) blijkt dat de bodem (<2 m–mv.) hoofdzakelijk bestaat uit zand, zeer tot matig fijn, zwak siltig. Bij de diepere boringen is vanaf ca. 2,5 meter beneden maaiveld grind waargenomen (van sporen tot uiterst grindig).

Op grond van de gecombineerde testresultaten wordt geconcludeerd dat de bodemdoorlatendheid op de onderzoekslocatie **goed** geschikt is voor de infiltratie van neerslag. De onverzadigde ondergrond heeft een gemiddelde k-waarde van de circa 1 meter per dag.

Voor zover bekend zal het terrein ter plaatse niet worden opgehoogd of verlaagd behoudens de aanleg van de woningen en de (nuts)voorzieningen. Dit is gezien reeds gekende gegevens en de vastgestelde grondwaterstand tijdens het onderzoek ook niet noodzakelijk. De GHG van het gebied is lager als 80 cm–mv. gelegen. De grondwaterstand ligt daarmee redelijk diep om direct een invloed te geven op een toekomstig aan te leggen infiltratie- en/of bergingsvoorziening.

De aanleg van een infiltratievoorziening in combinatie met (beperkte) berging voor excessievere buien is goed mogelijk binnen het plangebied. Door afkoppeling en ter plaatse infiltreren van het hemelwater wordt hydrologisch gezien positief ontwikkeld. Afkoppeling van de neerslag en het plaatsen van een bergings- en infiltratievoorziening is mogelijk. De integratie van een centrale bovengrondse voorziening geniet de voorkeur gezien de ligging in het nieuwe woonwijk, de infiltratieresultaten, de bodemsamenstelling en de overige huidige gekende gegevens.

Op basis van de aangeleverde schetsverkaveling van Startebos fase III (10-6-2013, zie bijlage 5) is reeds indicatief de benodigde capaciteit bepaald van een eventuele toekomstige voorziening voor het gehele plangebied. De uiteindelijke dimensionering is afhankelijk andere factoren zoals bijvoorbeeld (gedeeltelijke) infiltratie op eigen terrein.

Het totale verhard oppervlak binnen het plangebied bedraagt ca. 8800 m² (ca.24% plangebied). Het overig verhard oppervlak (wegen en opritten) is aangenomen op ca. 10% van het plangebied, dus ca. 3700 m². Toekomstige infiltratie- en bergingsvoorzieningen dienen gedimensioneerd te worden op een bui van T=10 jaar (50 mm in 27 uur), met een leegloop/beschikbaarheid binnen 24 uur. Voorts dient een doorkijk gegeven te worden naar een bui van T=100 jaar (84 mm in 48 uur). Een infiltratie met een overloop op het eigen terrein dient gedimensioneerd te worden op een bui van T=100 (84 mm).

Voor het totaal verhard oppervlak is bij een bui van T=10 (44mm) een minimale berging van ca. 625 m³ noodzakelijk voor het plangebied. Bij een bui T=100 (84 mm) zal een totale berging van ca. 1050 m³ nodig zijn om wateroverlast in de bebouwde omgeving te voorkomen. Door het stedenbouwkundig ontwerp zo in te richten dat hemelwater van de woningen wegstroomt, is geen wateroverlast bij de nieuwbouwwoningen te verwachten. Opgemerkt wordt dat bovenstaand gebaseerd is op een schetsontwerp.

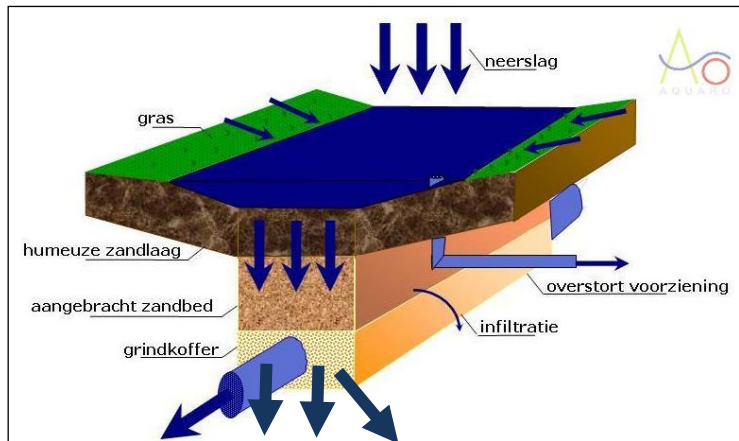
Bij de berekening van de inhoud van de infiltratievoorziening mag geen rekening worden gehouden met de infiltratiecapaciteit van de bodem en de afvoercapaciteit van 1 l/sec/ha. Voor de precieze grootte van een infiltratiesysteem dienen nadere berekeningen uitgevoerd te worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden naar o.a. de eigen voorkeur, de eisen van het bevoegd gezag, de bodemtextuur t.p.v. de infiltratiehorizont, de ligging en de bouwkundige aspecten bij de planvorming.

Voor een infiltratievoorziening kan best geopteerd worden voor een centrale voorziening of (gedeeltelijk) infiltreren op het eigen terrein. Een centrale infiltratie- en of bergingsvoorziening heeft de voorkeur bij een wijkontwikkeling.

Een bovengrondse voorziening kan een verlaagd gedeelte in de tuin of wadi zijn (zie afbeelding 7). Afhankelijk van de grootte van de voorziening is slechts tijdelijk een beperkte hoeveelheid water zichtbaar. Daarnaast kan een open infiltratievoorziening eenvoudig worden voorzien van een bodempassage. Deze bodempassage bestaat uit een 0,5 m dik zandpakket met hieraan toegevoegd 3-5 % lutum en 2-4 % organische stof. Deze bodempassage zorgt ervoor dat eventuele vervuilingen worden vastgehouden.

Een WADI is een boven- en eventueel ondergrondse infiltratievoorziening (extra berging door bijplaatsen van infiltratiekratten).

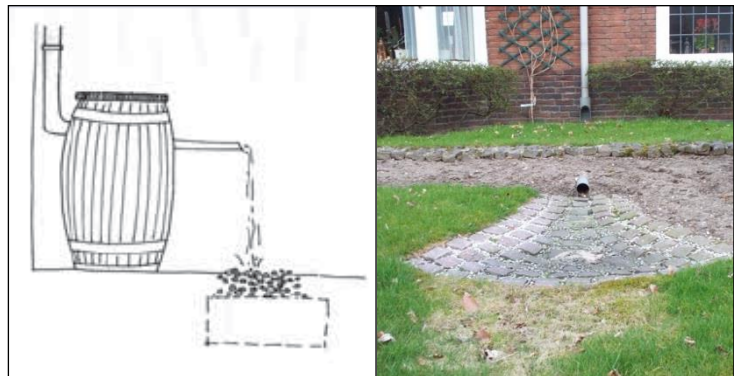
De bodem van deze voorziening ligt ruim boven de GHG ter plaatse. Om het hydraulisch contact met de ondergrond te bevorderen kan b.v. grind, lavakies of schelpen worden aangebracht. De afmetingen en de vorm zijn arbitrair gekozen. De voorziening mag ook andere vormen hebben bijvoorbeeld een andere landschappelijke inpassing.



Afbeelding 7: schematische weergave van een WADI. [Bron: Aquario]

Een ander type van bovengrondse voorziening of ondergrondse infiltratie is ook mogelijk. Voor een ondergrondse infiltratievoorziening dient een blad- en zandvanger geplaatst te worden om vervuiling en dichtslibben van de voorziening te voorkomen.

Het is het overwegen waard om de afstromende neerslag te reduceren door een open bestrating of half-verharding van bv. grind of dolomiet aan te brengen in plaats van een gesloten verharding. Hergebruik van het afgekoppelde regenwater is een haalbaar voorbeeld door middel van het plaatsen van een regenton. Hierdoor wordt een extra berging gerealiseerd en dit opgevangen hemelwater kan gebruikt worden voor het besproeien van de tuin. Een praktijkvoorbeeld van de afkoppeling in de tuin is weergegeven.



Schematische weergave gebruik regenton en praktijkvoorbeeld van afkoppeling naar een laagte in de tuin

Als aanvullende maatregel kan worden overwogen om een zgn. "groendak" of vegetatiedak op de (platte) daken van de woningen/garages te realiseren. Dit bergt het water tijdelijk en zorgt voor een verminderde en vertraagde afvoer van neerslag. Dit is echter duurder en niet aangeraden gezien de infiltratiesnelheid van de bodem.

Bij de definitieve stedenbouwkundige uitwerking dient definitieve combinatie/uitwerking van de infiltratie- en/of bergingsvoorziening berekend te worden voor de uiteindelijk aanwezige verharde oppervlakken. Aan de hand van de aan te leggen afvoerstelsels, lokale voorkeuren, een kostenberekening etc. kan een definitieve beslissing hierover worden genomen. Ook de landschappelijke invulling, het in stand houden, het onderhoud van de voorzieningen en de veiligheid vervullen een belangrijke rol, zolang de minimale berging maar aangelegd wordt en de voorziening binnen 24 uur weer beschikbaar is voor de volgende bui.

Geadviseerd wordt het toekomstige watersysteem gedetailleerder uit te werken samen met het basisrioleringsplan (in overleg met het bevoegd gezag). Dit betekent de ruimteclaim maar ook de maatvoering van de waterhuishoudkundige aspecten wordt uitgewerkt (dwarsprofielen met water-, bouw- en wegpeilen, ligging riolering,...). Hiermee kan dan een eventuele watervergunning worden aangevraagd.

Overige aandachtspunten

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.

Toe te passen duurzame materialen:

- Hellende daken: dakpannen van 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 niet uitlogbare materialen zoals grind of beton.

Voor het infiltreren van de afgekoppelde neerslag dient mogelijk een vergunning bij de gemeente Peel en Maas en/of het Waterschap Peel en Maasvallei aangevraagd te worden. Vooroverleg met het watertoetsloket van Waterschap Peel en Maasvallei is noodzakelijk bij projecten met een afvoerend verhard oppervlak van meer dan 2000 m².

Een infiltratievoorziening dient boven de GHG geplaatst te worden. Op een infiltratievoorziening mogen geen bomen aangeplant worden.

Het is noodzakelijk de afvoer van afgekoppeld hemelwater naar de bergings- en infiltratievoorziening goed te dimensioneren. 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 de infiltratievoorziening 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.

Het is het overwegen waard om de afstromende neerslag te reduceren door een open bestrating of half-verharding van bv. grind of dolomiet aan te brengen in plaats van een gesloten verharding. Als aanvullende maatregel kan worden overwogen om een zgn. "groendak" of vegetatiedak op de daken van de woningen te realiseren. Gezien de kostprijs is de toepassing voor dit plangebied niet wenselijk geacht.

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 geïnfiltreerd of op oppervlaktewater worden geloosd. Het is onwenselijk chemische bestrijdingsmiddelen toe te passen of agressieve reinigingsmiddelen te gebruiken op de verharde oppervlakken. Verder dienen zout en dergelijke gladheidsbestrijdingsmiddelen op de bestrating(en) e.d. beperkt of zo effectief mogelijk gebruikt te worden.

Een overloopconstructie (bij voorkeur bovengronds) dient aangelegd te worden zodat overtollig water op gecontroleerde wijze kan wegstromen bij extreme omstandigheden (naar bijvoorbeeld een laagte op eigen perceel). Een noodoverloop kan achterwege blijven als de voorziening is gedimensioneerd op een bui van T=100. 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. Het is aan te bevelen de kwaliteit van het te bergen water, en eventueel de bodem van de (infiltratie)voorzieningen, (in de loop van de tijd) te monitoren.

De (aanstaande) gebruiker(s)/eigena(a)r(en) dienen van bovenstaande informatie (en beperkingen) op hoogte te worden gesteld.

BIJLAGE 1

Topografische overzichtskaart en kadastrale situatie



Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object MEIJEL F 2108


© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.



<p>bebouwd gebied</p> <p>a huizenblok, groot gebouw b huizen c hoogbouw d kas</p> <p>wegen</p> <p>autosnelweg hoofdweg met gescheiden rijbanen hoofdweg regionale weg met gescheiden rijbanen regionale weg lokale weg met gescheiden rijbanen lokale weg weg met loose of slechte verharding onverharde weg straat/overige weg wandelgebied fietspad pad, voetpad weg in aanleg weg in ontwerp</p> <p>viaduct tunnel vaste brug bewegbare brug brug op pijlers</p>	<p>spoorwegen</p> <p>spoorweg: enkelspoor spoorweg: dubbelspoor spoorweg: driesporig spoorweg: viersporig a station b laadperron tram a metro bovengronds b metrostation</p> <p>hydrografie</p> <p>waterloop: smaller dan 3 m waterloop: 3-6 m breed waterloop: breder dan 6 m</p> <p>a schutsluis b brug c vonder d koedam a grondduiker b stuw c duiker d sluis</p> <p>bodemgebruik</p> <p>a weide met sloten b bouwland met greppels c boomgaard d fruitkwekerij e boomkwekerij f weide met populieren g loofbos h naaldbos i gemengd bos j griend k heide l zand m dras en riet n heg en houtwal</p>	<p>overige symbolen</p> <p>a kerk, moskee b toren, hoge koepel c kerk, moskee met toren d markant object e watertoren f vuurtoren</p> <p>a gemeentehuis b postkantoor c politiebureau d wegwijzer a kapel b kruis c vlampijp d telescoop a windmolen b watermolen c windmolentje d windturbine a olijepompinstallatie b seinmast c zendmast a hunebed b monument c poldergemaal a begraafplaats b boom c paal d opslagtank a kampeerterrain b sportcomplex c ziekenhuis schietbaan afrastrering hoogspanningsleiding met mast muur geluidswering</p>
---	---	---



0 m 25 m 125 m

<p>12345 Deze kaart is noordgericht</p> <p>25 Perceelnummer</p> <p>Huisnummer</p> <p>— Vastgestelde kadastrale grens</p> <p>— Voorlopige kadastrale grens</p> <p>— Administratieve kadastrale grens</p> <p>— Bebouwing</p> <p>— Overige topografie</p> <p>Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 28 augustus 2013 De bewaarder van het kadaster en de openbare registers</p>	<p>Schaal 1:2500</p> <p>Kadastrale gemeente MEIJEL</p> <p>Sectie F</p> <p>Perceel 2108</p> <p>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.</p>	
---	---	---

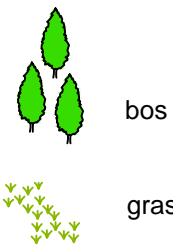
BIJLAGE 2

Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten en
fotostandplaatsen

Legenda:



- Infiltratiemeetpunt
- peilbuis (g.w.s. : west- zuidwestelijk)
- onderzoekslocatie

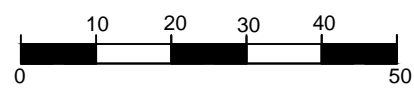
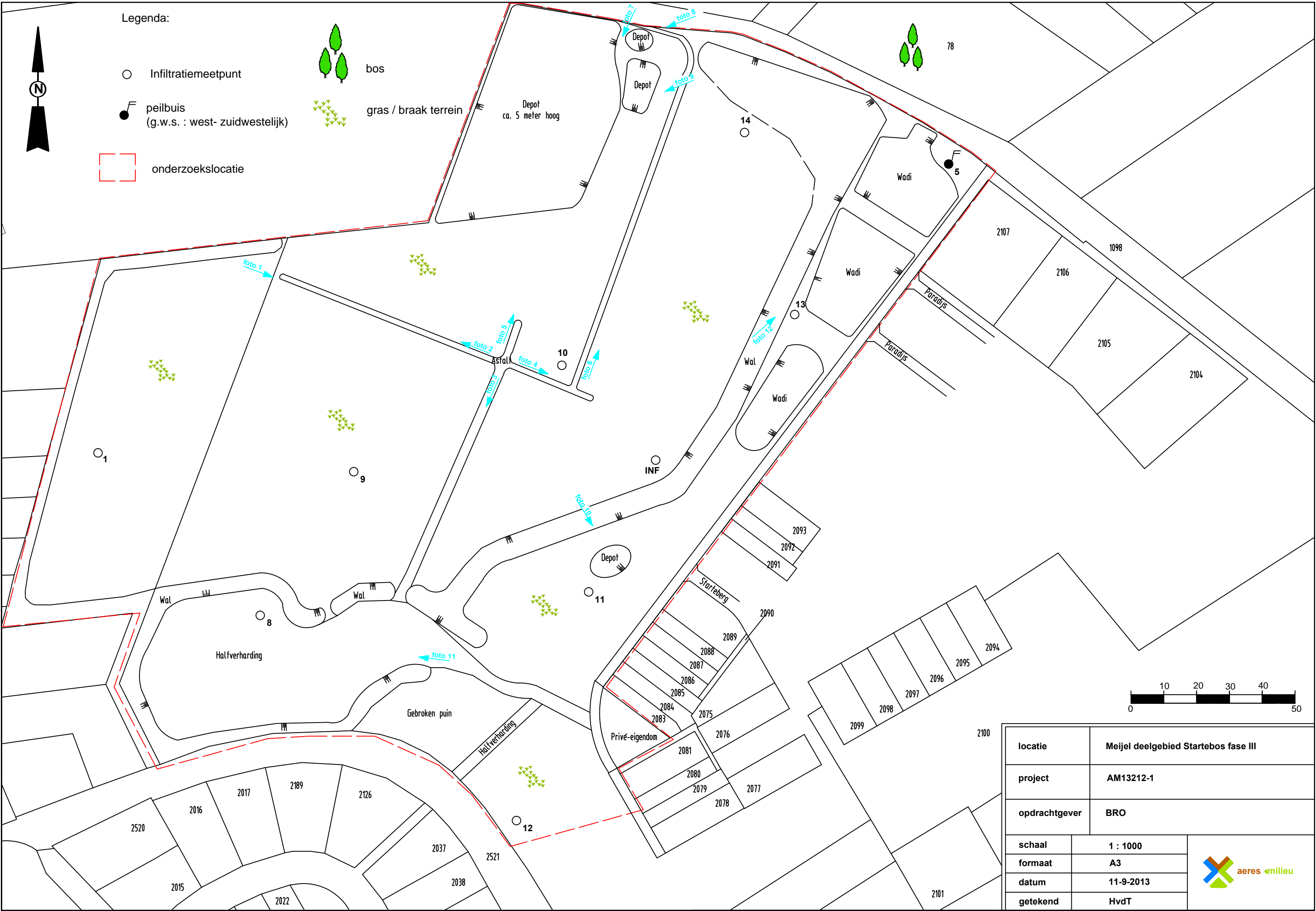


bos



gras / braak terrein

Depot
ca. 5 meter hoog

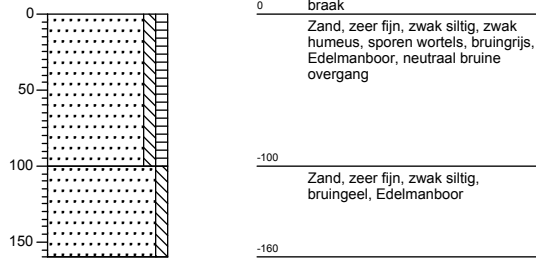


locatie	Meijel deelgebied Startebos fase III	
project	AM13212-1	
opdrachtgever	BRO	
schaal	1 : 1000	
formaat	A3	
datum	11-9-2013	
getekend	HvdT	

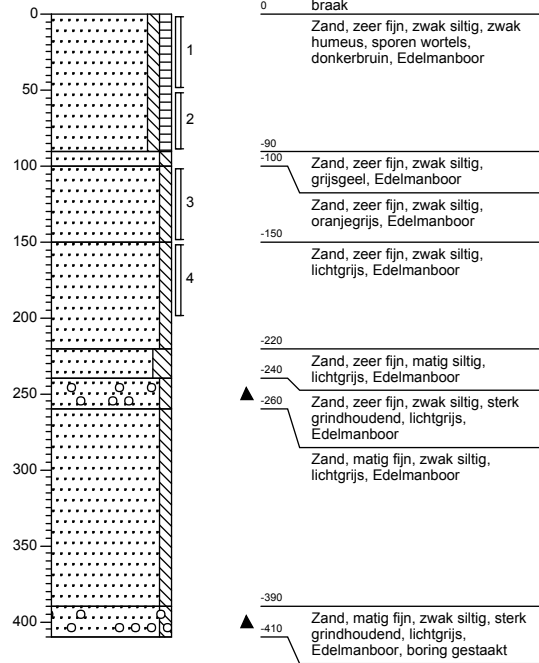
BIJLAGE 3

Boorprofielen

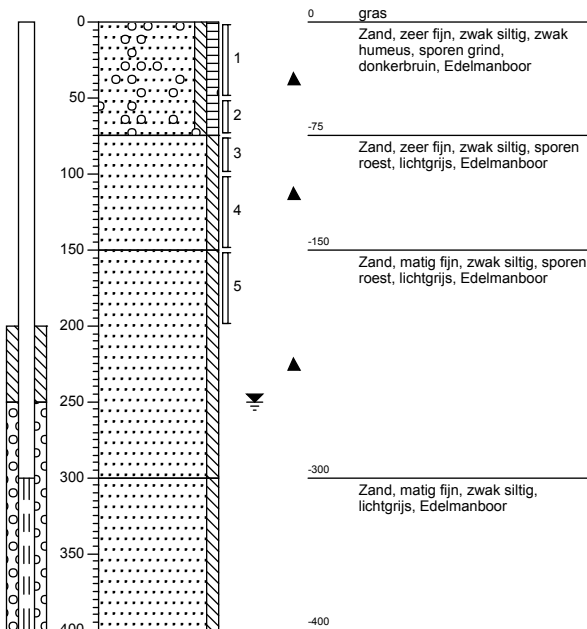
Boring: INF



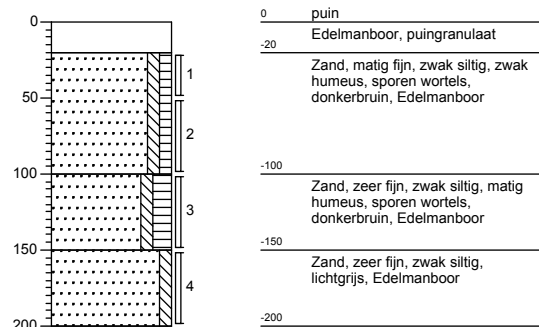
Boring: 1



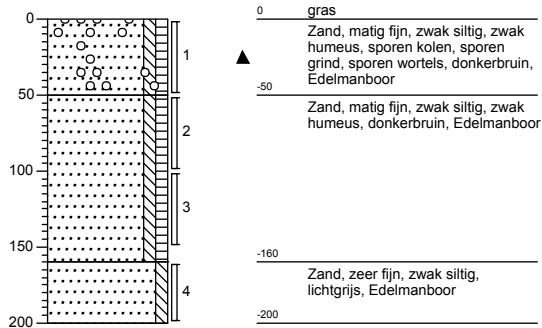
Boring: 5



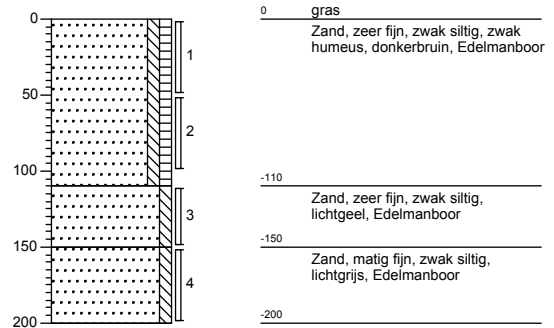
Boring: 8



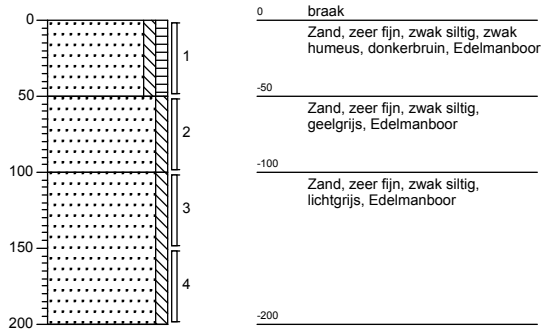
Boring: 9



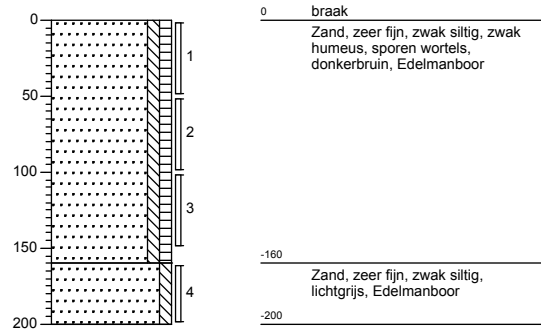
Boring: 10



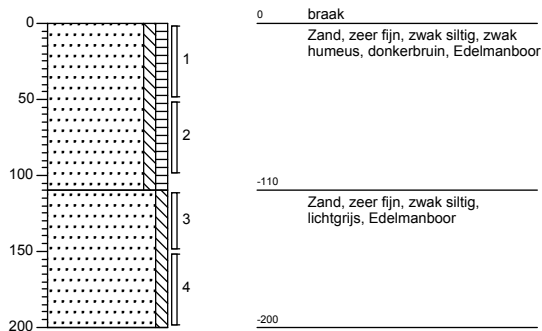
Boring: 11



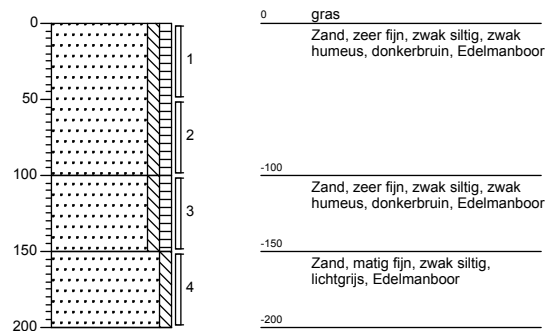
Boring: 12



Boring: 13

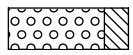
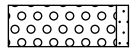
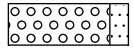
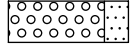



Boring: 14

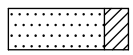
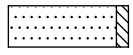
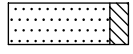
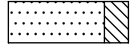



Legenda (conform NEN 5104)






grind

-  Grind, siltig
-  Grind, zwak zandig
-  Grind, matig zandig
-  Grind, sterk zandig
-  Grind, uiterst zandig

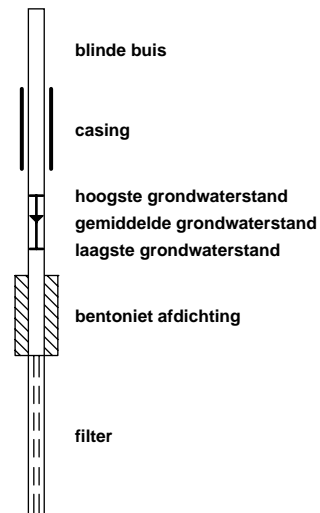
zand

-  Zand, kleiig
-  Zand, zwak siltig
-  Zand, matig siltig
-  Zand, sterk siltig
-  Zand, uiterst siltig

veen

-  Veen, mineraalarm
-  Veen, zwak kleiig
-  Veen, sterk kleiig
-  Veen, zwak zandig
-  Veen, sterk zandig

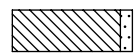
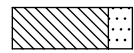
peilbuis



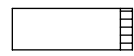

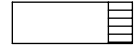

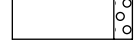

klei

-  Klei, zwak siltig
-  Klei, matig siltig
-  Klei, sterk siltig
-  Klei, uiterst siltig
-  Klei, zwak zandig
-  Klei, matig zandig
-  Klei, sterk zandig

leem

-  Leem, zwak zandig
-  Leem, sterk zandig






overige toevoegingen

-  zwak humeus
-  matig humeus
-  sterk humeus
-  zwak grindig
-  matig grindig
-  sterk grindig







geur

-  geen geur
-  zwakke geur
-  matige geur
-  sterke geur
-  uiterste geur

olie

-  geen olie-water reactie
-  zwakke olie-water reactie
-  matige olie-water reactie
-  sterke olie-water reactie
-  uiterste olie-water reactie





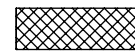
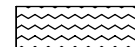
p.i.d.-waarde

-  >0
-  >1
-  >10
-  >100
-  >1000
-  >10000

monsters

-  geroerd monster
-  ongeroid monster

overig

-  bijzonder bestanddeel
-  Gemiddeld hoogste grondwaterstand
-  grondwaterstand
-  Gemiddeld laagste grondwaterstand
-  slib
-  water

BIJLAGE 4

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 5

Schetsontwerp toekomstige situatie



Legenda

- Eigendomsgrens
- Phase III / Fase IV
- 4. Ontsluitingsmogelijkheid
- - bestaand
- - - - - nieuw
- Bosrand
- Groen