



aeres milieu

ingenieursbureau voor bodem, archeologie, geohydrologie, ecologie

Weging van het waterbelang & Infiltratieonderzoek Berkelaarsweg te Echt (gemeente Echt-Susteren)



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.	WATERBELEID.....	6
3.	BUREAUSTUDIE BESTAAND WATERSYSTEEM.....	8
3.1.	Inleiding.....	8
3.2.	Hoogteligging.....	8
3.3.	Bodemopbouw.....	9
3.4.	Grondwater.....	9
3.5.	Oppervlaktewater.....	9
3.6.	Hemel- en afvalwater.....	9
3.7.	Klimaatadaptatie.....	10
4.	INFILTRATIEONDERZOEK.....	12
4.1.	Opzet onderzoek.....	12
4.2.	Resultaten veldwerk.....	13
4.3.	Lokale bodemopbouw.....	14
4.4.	Resultaten onverzadigde zone.....	15
4.5.	Conclusie.....	16
5.	PLANVOORNEMEN EN AFWEGING.....	17
5.1.	Verhard oppervlak.....	17
5.2.	Verwerking hemelwater.....	17
5.3.	Conclusie.....	18
6.	OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN.....	19

Bijlagen:

- Bijlage 1: Topografische overzichtskaart
- Bijlage 2: Concepttekening planvoornemen
- Bijlage 3: Situatietekening met boor- en fotostandpunten
- Bijlage 4: Foto's plangebied
- Bijlage 5: Boorprofielbeschrijvingen
- Bijlage 6: Meetgrafieken en resultaten
- Bijlage 7: Geraadpleegde literatuur

1. INLEIDING

In opdracht van HVG Real Estate B.V. heeft Aeres Milieu infiltratieonderzoek uitgevoerd en een weging van het waterbelang opgesteld voor een voorgenomen planontwikkeling aan de Berkelaarsweg te Echt. Momenteel is het plangebied in gebruik als weiland en deels als tuin. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven op afbeelding 1.

Adres onderzoekslocatie	: Berkelaarsweg te Echt
Gemeente	: Echt-Susteren
Waterschap	: Limburg
Kadastrale registratie	: gemeente Echt, sectie K, nrs. 6702, 6705 en 1417 (ged.)
Oppervlakte	: ca. 1 ha
Peil maaiveld	: 25,9 tot 28,1 m +NAP
Peil GHG	: 24,2 m +NAP



Afbeelding 1: Begrenzing van de onderzoekslocatie (rood omlijnd). Bron luchtfoto en kadastrale situatie: PDOK-viewer

Aanleiding

De aanleiding voor het opstellen van deze weging van het waterbelang is de voorgenomen ontwikkeling ter plaatse. Men is voornemens diverse woonkavels te realiseren. Hiervoor wordt de procedure van een BOPA gevolgd. Deze ontwikkeling heeft mogelijk invloed op de bestaande waterhuishouding. Tevens dient rekening gehouden te worden met het geldend beleid.

Het is noodzakelijk om vroegtijdig de toekomstige waterstromen in beeld te brengen, zodat deze op een duurzame manier verwerkt kunnen worden en het planvoornemen geen verhoogd risico op wateroverlast als gevolg heeft. Een plantekening is opgenomen in bijlage 2.



Afbeelding 2: Voorgenomen planontwikkeling d.d. 06-05-2025 (bron: opdrachtgever)

Doel

Het doel van deze rapportage is een beschrijving te geven aan de huidige bodemkundige en (geo)hydrologische situatie (bureaustudie), de gehanteerde uitgangspunten, de randvoorwaarden, en de mogelijkheden om neerslag in de toekomstige situatie te verwerken om tot een duurzame neutrale herontwikkeling te komen. Naast het vaststellen van de verwachte bodemopbouw en grondwaterstanden wordt nagegaan wat de doorlatendheid van de bodem ter plaatse is.

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

2. WATERBELEID

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. Het waterbeleid in Nederland wordt van Europees niveau vertaald via rijks-, provinciaal, waterschaps- naar gemeentelijk beleid om samen de waterproblematiek in Nederland aan te pakken. Dit resulteert in de verplichting een watertoets uit te voeren en door samenwerking te komen tot een duurzaam watersysteem.

Op grond van het Besluit kwaliteit leefomgeving (artikel 5.37 lid 1 en 2 van het bkl) dient in een omgevingsplan rekening gehouden te worden met de gevolgen voor het beheer van watersystemen. Door dit te doen, wordt bijgedragen aan de duurzaamheid en veiligheid van onze leefomgeving. Door het waterbelang vroegtijdig in de planvorming mee te wegen, kan rekening gehouden worden met de klimaatbestendigheid van het watersysteem en een waterrobuuste inrichting.

Deze afweging wordt gemaakt middels het opstellen van een weging van het waterbelang. Bovendien wordt in de weging van het waterbelang verantwoording afgelegd over hoe bij het planvoornemen is/wordt omgegaan met de inbreng van de waterbeheerders en in relatie met het geldend beleid.

Kaderrichtlijn Water

De Europese Kaderrichtlijn Water stelt waterkwaliteitseisen die door EU-lidstaten moeten worden geïmplementeerd in nationale wet- en regelgeving. De Kaderrichtlijn water verplicht tot het garanderen, het beschermen en, waar noodzakelijk, verbeteren van waterkwaliteit van zowel oppervlaktewater als grondwater.

Rijks/ provinciaal beleid

Sinds 1 januari 2024 geldt de Omgevingswet. In de Omgevingswet staan alle regels voor de ruimte waarin we wonen, werken en ontspannen: onze leefomgeving.

Nederland is een waterland. De opgaven op het terrein van water zijn omvangrijk en worden in de toekomst alleen maar groter. Om ons land ook voor de komende generaties veilig, aantrekkelijk en leefbaar te houden, is het Nationaal Water Programma 2022-2027 (NWP) ontwikkeld. Dit NWP beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en het beheer van de rijkswateren en rijksvaarwegen. Er wordt gewerkt aan schoon, veilig en voldoende water, dat klimaat adaptief en toekomstbestendig is. Ook is er aandacht voor de raakvlakken van water met andere sectoren.

Vanuit de Omgevingswet heeft de provincie naast een omgevingsvisie een omgevingsverordening vastgesteld voor haar grondgebied. In de omgevingsvisie staat wat de provincie wil bereiken en wat ze wil doen om dat te bereiken. Soms vraagt dat om een nadere uitwerking van beleid en maatregelen in een (omgevings)programma, soms zijn er regels nodig om de ambities te realiseren. Verder is een Provinciaal Waterprogramma (2022-2027) door de provincie Limburg vastgesteld. Doel van dit nieuwe RWP is een klimaat adaptief Limburg met veilig, schoon en voldoende water en een vitale bodem. Deze opgaven zijn ook van belang voor vrijwel alle andere provinciale opgaven: wonen en werken, infrastructuur en mobiliteit, landbouw en voedsel, natuur en biodiversiteit, erfgoed, een concurrerende en duurzame economie, en de energietransitie.

Om een toekomstbestendige leefomgeving te waarborgen, dienen er bij ruimtelijke planning en gebiedsontwikkeling continu keuzes gemaakt te worden. Hiervoor is in een omgevingsplan een evenwichtige toedeling van functies aan locaties (ETFAL) opgenomen. Met deze regels moet bij toedelen of wijzigen van functies rekening gehouden worden. Denk bij een functie bijvoorbeeld aan een netwerkfunctie (kabels en leidingen), natuurfunctie, waterbergende functie etc.

Beleid waterschap

Het plangebied valt onder het beheer van Waterschap Limburg. De doelen van het waterschap voor de periode van 2022 tot 2027 staan beschreven in het waterbeheerprogramma “Limburgs water in een veranderend klimaat” en zijn gericht op een veilig en bewoonbaar beheergebied, voldoende, schoon, natuurlijk en recreatief water. Met dit beleid is er meer aandacht voor klimaatadaptatie en een duurzame ontwikkeling van het werkgebied en daarbuiten. Voor het beheer van de diverse wateraspecten en het watersysteem is een waterschapsverordening opgesteld. In de waterschapsverordening staan alle regels die bepalen welke activiteiten, waar in het werkgebied mogen plaatsvinden en onder welke voorwaarden. De regels zijn specifiek gekoppeld aan bepaalde gebieden waar ze gelden en toegespitst op activiteiten die iemand kan doen. Verder zijn er regels voor het beschermen van bepaalde deelgebieden met elk een eigen beschermingsbeleid. Middels het omgevingsloket kunnen de voorwaarden behorend bij een activiteit gecontroleerd worden.

In de waterschapsverordening is opgenomen dat het verboden is om zonder vergunning neerslag door toename van het verhard oppervlak of door afkoppelen van de bestaande oppervlakte, tot afvoer naar een oppervlaktewaterlichaam te laten komen. Eventuele compensatie dient plaats te vinden volgens de voorkeursvolgorde: infiltreren, retentie binnen plangebied, retentie buiten plangebied of berging in bestaand watersysteem. Daarbij dient een infiltratie- en bergingsvoorziening in het plan gedimensioneerd te worden op 100 mm per etmaal voor Noord Limburg (ten noorden van Sittard) en 80 mm per twee uur ten zuiden van Sittard met een beschikbaarheid van de gehele berging binnen 24 uur.

Gemeente Echt-Susteren

De gemeente Echt-Susteren heeft een Hemelwaterverordening vastgesteld geldend van 2023 t/m heden. Hierin is het beleid ten aanzien hemelwater vastgelegd. Voor eigenaren van percelen waarop nieuwe bouwwerken worden opgericht, is de minimale capaciteit van de hemelwaterberging 45 mm per m² verhard oppervlak. De waterberging dient zo ontworpen en in stand gehouden te worden dat deze binnen 72 uur weer volledig beschikbaar is.

Bij (her)ontwikkelingen en reconstructies dient zo goed mogelijk de boven- en ondergrondse ruimte benut te worden. Een planontwikkeling mag niet leiden tot verhoging of verlaging van de grondwaterstand en de afvoer naar het oppervlaktewater, ook niet bij extremere omstandigheden. Op particulier terrein is primair de eigenaar verantwoordelijk voor de verwerking van het afgekoppelde water, bij voorkeur door infiltratie in de bodem.

Inrichtingen van waterhuishoudingen voor nieuw(her/ver)bouwplannen worden door het bevoegd gezag getoetst en gekeurd.

Leeswijzer

Door middel van deze rapportage wordt het planvoornemen hydrologisch beschreven in hoofdstuk 3 met in hoofdstuk 4 de uitvoering van het infiltratieonderzoek. In hoofdstuk 5 wordt een samenvatting met aandachtspunten voor het planvoornemen beschreven. Tot slot wordt er in hoofdstuk 6 nog enkele algemene aandachtspunten en randvoorwaarden beschreven.

3. BUREAUSTUDIE BESTAAND WATERSYSTEEM

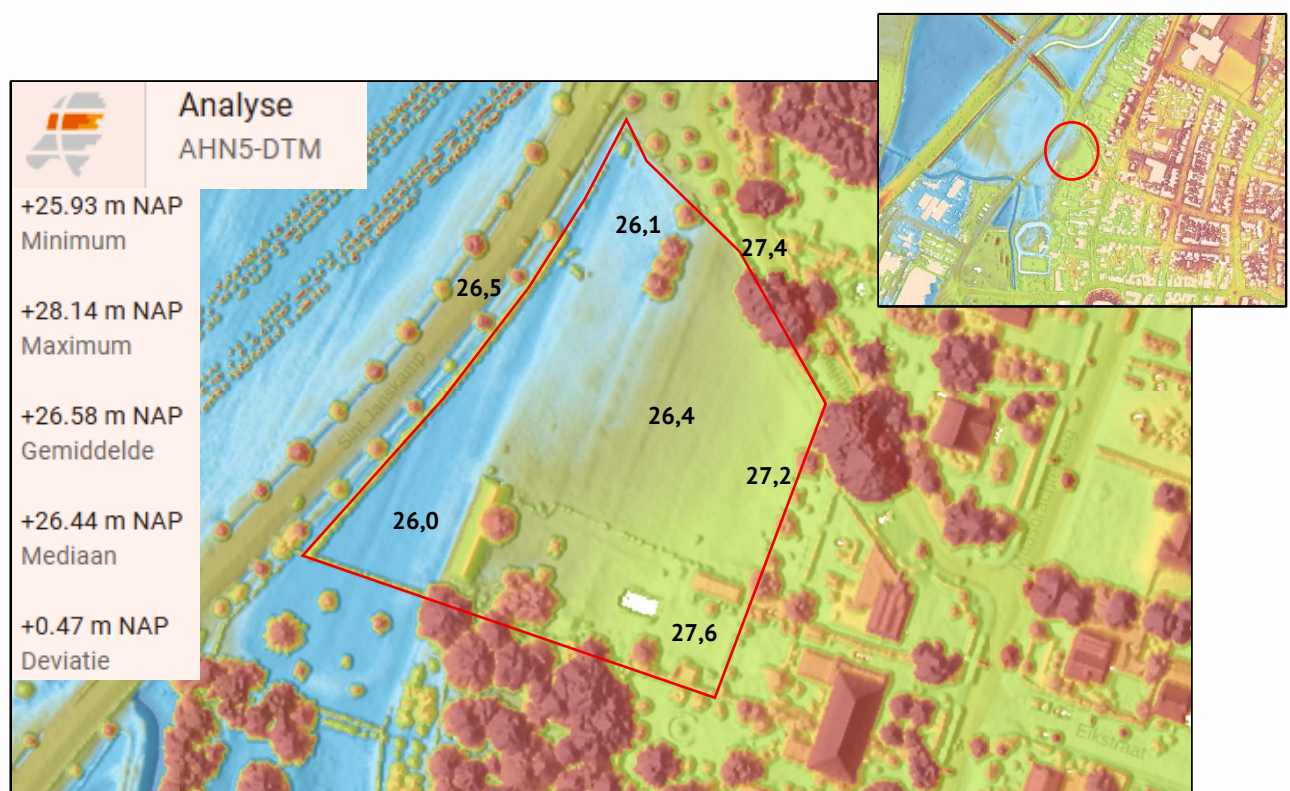
3.1. Inleiding

Het plangebied ligt noordwestelijk aan de rand van het stedelijk gebied van Echt-Susteren. De onderzoekslocatie is in de huidige situatie behoudens enkele opstallen onverhard en is in gebruik als weiland en deels als tuin. Aanliggend noordoostelijk ligt de straat “Slagmolen” en westelijk de “Sint Janskamp”. Zuid- en oostelijk van het plangebied zijn woningen met tuinen en/of weiland aanwezig. Afbeelding 1 geeft de huidige situatie weer en in bijlage 1 is een topografische overzichtskaart opgenomen.

De relevante aspecten zoals die in het plangebied en omgeving voorkomen, zijn onderverdeeld in volgende thema's: hoogteligging, bodemopbouw, grond-, oppervlakte-, afval- en hemelwater. Bijkomend wordt de visie van de gemeente omtrent klimaat adaptief ontwikkelen kort samengevat. Hieronder zijn de relevante aspecten kort beschreven.

3.2. Hoogteligging

Bij nieuwbouw is voldoende ontwateringsdiepte benodigd om het risico op grondwateroverlast in de toekomst te vermijden. Hierbij is o.a. de bestaande hoogteligging van belang. Het plangebied kent enig hoogteverschil en is oplopend van ca. 26,0 west tot ca. 27,2-27,6 m +NAP oostelijk. De noordoostelijk gelegen straat “Slagmolen” kent ter hoogte van het plangebied een maaiveldhoogte van ca. 27,4 m +NAP. De westelijk gelegen “Sint-Janskamp” ligt op ca. 26,5 m +NAP. Parallel aan deze wegen is een kleine bermsloot aanwezig. Afbeelding 3 geeft de genoemde hoogteverschillen visueel weer.



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

3.3. Bodemopbouw

Van de onderzoekslocatie is diverse informatie geraadpleegd bij o.a. het Dino-loket, bodemdata Nederland en ons eigen archief. Volgens de geomorfologische kaart van Nederland (2024) ligt het plangebied op een dalvlakteterras (met zuidelijk een ondiep dal/restgeul). Volgens de Bodemkaart komt binnen het plangebied een ooivaaggrond voor. Deze is opgebouwd uit zware zavel en klei. De verwachte bodemopbouw bepaald middels het BRO-loket wordt schematisch weergegeven in tabel 1.

Diepte [m-mv.]	Lithostratigrafie	Lithologie
0,0 – 15,7	Formatie van Beegden	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit grof zand, grind en midden zand, met weinig zandige klei en fijn zand (1 ^e -3 ^e zandige eenheid)
15,7 – 36,4	Formatie van Stramproy	Zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden, fijn en grof zand, met weinig klei en zandige klei

Tabel 1: Verwachte bodemopbouw (bron: BRO-loket)

Op basis van de verwachte bodemopbouw zal er een matige met beperkte verticale doorlatendheid aanwezig zijn in het plangebied. Volgens de kwel en infiltratiekaart van de klimaateffectatlas ligt het plangebied in een infiltratiegebied.

3.4. Grondwater

Het plangebied ligt niet binnen een grondwaterwingebied of -beschermingsgebied. Op basis van recente grondwatermeetgegevens in de buurt van het plangebied kan een inschatting gemaakt worden van de aanwezige grondwaterstanden. Binnen het dino-loket ligt op ca. 460 meter zuidelijk van het plangebied grondwatermonitorspunt GLD000000097892. Hierin is een lange en recente meetreeks opgenomen. In deze meetreeks is een gemiddelde grondwaterstand gemeten van ca. 23,4 m +NAP en een GHG van ca. 24,2 m +NAP. Binnen het plangebied worden er gelijkende grondwaterstanden verwacht. Dit komt overeen met een ontwateringsdiepte van ca. 1,8 (westelijk) tot 3,4 (oostelijk) meter beneden maaiveld.

Uitgangspunt is hydrologisch neutraal bouwen, waarbij de huidige grondwaterstanden en het oppervlaktewatersysteem in het gebied worden gehandhaafd. Om grondwateroverlast te voorkomen, wordt gestreefd naar een minimale ontwateringsdiepte van 0,7 m-mv. voor bebouwing of 0,5 m-mv. bij bebouwing zonder kelder. Om instroom van de straat te vermijden, wordt geadviseerd om het bouwpeil 0,2-0,3 meter boven de kruin van de nabijgelegen/toekomstige weg aan te leggen.

3.5. Oppervlaktewater

Binnen of nabij het plangebied zijn er geen oppervlaktewateren gelegen. Langs de wegen zijn wel enkele ondiepe verlagingen aanwezig. Verder ligt ca. 70 meter zuidelijk van het plangebied de Molenbeek. Het plangebied heeft hier geen rechtstreekse invloed op.

3.6. Hemel- en afvalwater

In de huidige situatie is het plangebied, behoudens enkele opstallen, onverhard. Hemelwater infiltreert naar verwachting lokaal in de bodem. Ter plaatse van het plangebied zijn geen aangelegde hemelwatervoorzieningen aanwezig.

Bij nieuwbouw dient op eigen terrein minimaal een gescheiden rioolstelsel aangelegd te worden. Door de voorgenomen woningbouwontwikkeling met 16 kavels zal de toekomstige vuilwaterhoeveelheid ca. 0,4-0,5 m³/u bedragen gedurende 10u. Voor de nieuwe rioolaansluiting dient te zijner tijd een aanvraag ingediend te worden bij de gemeente Echt-Susteren.

Bij nieuwbouw dient in eerste instantie de toepassing van gesloten verhard oppervlak zoveel mogelijk beperkt te worden en bij voorkeur wordt hemelwater lokaal verwerkt. Gezien de grootte van de ontwikkelingslocatie en de verwachte toename aan verharding is er vanuit de gemeente en waterschap Limburg een verplichting om bij de planontwikkeling watercompensatie aan te leggen. Conform de gemeentelijke eis dient er 45 mm hemelwater geborgen te worden per m² verhard oppervlak. Conform de eis van het waterschap dient een hemelwatervoorziening van 100 mm aangelegd te worden. Hierbij is de strengste eis leidend (waterschap).

Het separaat houden en waar mogelijk lokaal verwerken van neerslag levert een positieve hydrologische bijdrage, mits de juiste milieuhygiënische maatregelen worden getroffen (zie ook hoofdstuk 6).

3.7. Klimaatadaptatie

Water en ruimtelijke ordening zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden, zeker in ons veranderende klimaat. Extreme buien worden steeds vaker afgewisseld met perioden van droogte. De gemeente werkt samen met waterpanel Noord aan water en klimaatadaptatie. Hierbij is het streefdoel om voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar te hebben. Samen hebben ze de taak om te zorgen voor een klimaatbestendige inrichting van onze leefomgeving. Hieraan kan een plan een bijdrage leveren door dit zo klimaatbestendig mogelijk in te richten.

In afbeelding 4 is een uitsnede van een uitgevoerde klimaatstresstest weergegeven. Hieruit blijkt westelijk in het lager gelegen terreindeel tot ca. 20 cm water te verwachten is bij een neerslagbui van 70 mm in 2 uur. Hiermee dient rekening gehouden te worden bij de planontwikkeling.



Afbeelding 4: Uitsnede klimateffectatlas met in rood aanduiding plangebied (bron: water in Limburg waterpanel Noord)

Naast het zoveel mogelijk beperken van de hoeveelheid verhard oppervlak en een voldoende hoge ligging dient water zoveel mogelijk groen en lokaal verwerkt te worden. De kwaliteit van de leefomgeving of de biodiversiteit kan zo worden vergroot. Verder kan water zoveel mogelijk hergebruikt of vastgehouden worden voor droge periodes. Dit kan door de inpassing van opvangputten, hemelwaterinfiltratie, grondgebonden groenstructuren of groene daken. Middels een groene terreinvulling wordt het risico op hittestress zoveel mogelijk beperkt. Op de website <https://bouwadaptief.nl/> zijn voorbeelden van mogelijke maatregelen en klimaatadaptatieve projecten opgenomen.

4. INFILTRATIEONDERZOEK

4.1. Opzet onderzoek

Het infiltreren van hemelwater heeft bij ontwikkelingen altijd de voorkeur. Door praktijkervaringen is vastgesteld dat een infiltratiesnelheid van ca. 0,4 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 Hydro geologische literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van diverse afzettingen en sedimenten, zie tabel 2 [stichting Rioned leidraad C2510].

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

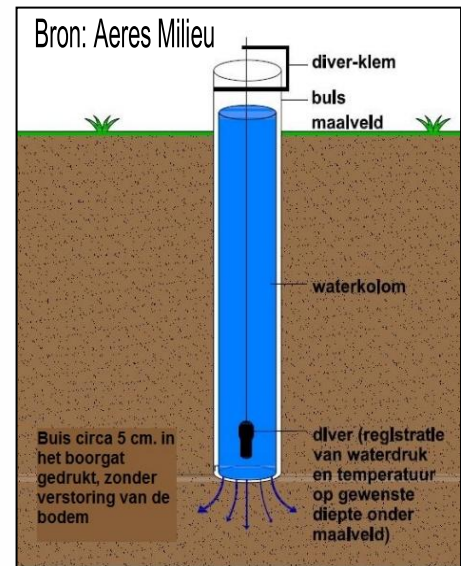
Tabel 2: Waarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen, uit de hydrogeologische literatuur.

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 in Nederland 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.

De doorlatendheid boven de grondwaterstand is bepaald door middel van de "Open-end-test" en de omgekeerde boorgatmethode. 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.

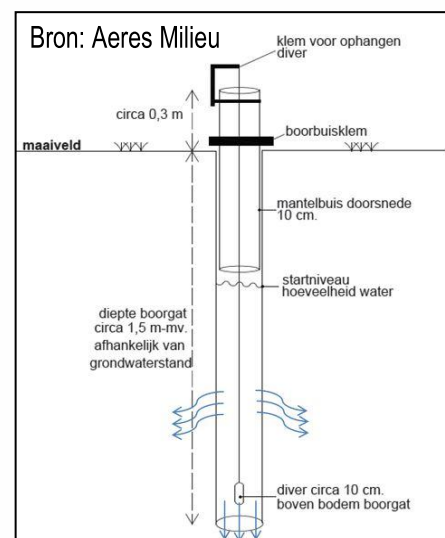


Afbeelding 5: Principetekening Open-end-test

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

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



Afbeelding 6: Principetekening meetproef

4.2. Resultaten veldwerk

Binnen het onderzoeksgebied zijn op 30 juni 2025 op vijf locaties veldmetingen uitgevoerd in de onverzadigde zone gezien de diepte tot het grondwater. Voor het vaststellen van de lokale bodemopbouw zijn er tevens profielboringen geplaatst tot ca. 3,5 meter onder maaiveld in verband met de aangetroffen grindlaag vanaf 3/3,4 m-mv. Bij de plaatsing is rekening gehouden met de conceptplaninvulling (ligging parkeerplaatsen en open ruimte voor infiltratievoorziening). De boor- en meetlocaties staan op de situatietekening weergegeven in bijlage 3. De boorprofielbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 5.

Op de meetlocaties is een open-end-test uitgevoerd met een verbuizing van 10 centimeter. Na de voornatting is de meting gestart met een gemiddelde meetduur van circa 15 minuten per meetronde. Hieropvolgend zijn in hetzelfde boorgat hooghoudt meetproeven uitgevoerd voor het vaststellen van de horizontale doorlatendheid.

Alle metingen zijn vastgelegd door middel van een diver, waarbij elke 5 seconde het drukverschil tussen het boorgat en de luchtdruk worden gemeten.

4.3. Lokale bodemopbouw

Uit de profielboringen blijkt dat de bovengrond uit matig humeus, sterk zandige leemlaag bestaat. Deze humeuze toplaag komt voor tot ca. 80-1,0 meter onder maaiveld. Hieronder gaat de bodem over in een zwak zandige leemlaag. Ter plaatse van boringen 01, 02, 03 en 06 komt deze leemlaag voor tot ca. 2,5-3 meter onder maaiveld. Hieronder gaat in deze boringen de bodem over in een matig fijn, matig siltig zandpakket. Vanwege de aanwezigheid van grind vanaf ca. 3 tot 3,4 m-mv waren de boringen handmatig niet dieper uitvoerbaar. Tijdens het veldwerk in juni 2025 is er geen grondwater waargenomen binnen 3,5 meter beneden maaiveld.



Afbeelding 11: Foto van profielboring 02 uitgelegd per halve meter van links boven (maaiveld) naar rechts onder (3,5 m-mv)



Afbeelding 12: Foto van profielboring 06 uitgelegd per halve meter van links boven (maaiveld) naar rechts onder (3,45 m-mv)

4.4. Resultaten onverzadigde zone

De resultaten van de uitgevoerde metingen in de onverzadigde zone zijn berekend uit de veldmetingen van de open-end-tests (verticale doorlatendheid) en de omgekeerde boorgatmethode (horizontale doorlatendheid). De resultaten zijn in tabel 3 weergegeven. De meetgrafieken zijn opgenomen in bijlage 6.

Meetpunt	Verticale infiltratiesnelheid [m/d]	Horizontale infiltratiesnelheid [m/d]	Diepte [m-mv.]
A	1,62	0,83 / 0,79	0,85
B	0,12	1,84 / 1,18	2,0
C	0,03	0,21 / 0,25	3,0
D	0,05	1,10 / 0,70	0,6
E	0,01	0,61 / 0,43	0,75

Tabel 3: Berekende k-waarden in de onverzadigde zone

4.5. Conclusie

Uit de metingen in de toplaag (A, D en E) blijkt dat de sterk zandige, matig humeuze leemlaag een matige (horizontale) infiltratie toelaat. Bij meetpunt A is tevens een goede verticale doorlatendheid gemeten. Rekening houdend met een veiligheidsfactor kan ter plaatse van meetpunten A en D gerekend worden met een k_h -waarde van ca. 0,4 meter per dag. Ter plaatse van meetpunt E (noordelijk) is er een slechtere infiltratiesnelheid waargenomen. Rekening houdend met een veiligheidsfactor kan ter plaatse van meetpunt E gerekend worden met een k_h -waarde van ca. 0,25 meter per dag.

Uit de metingen in de diepere ondergrond in de zwak zandige leemlaag (B en C) blijkt voornamelijk enige horizontale infiltratie optreedt. Rekening houdend met een veiligheidsfactor kan ter plaatse van meetpunt B in de oranjebruine zwak zandige leemlaag gerekend worden met een k_h -waarde van ca. 0,7 meter per dag. In de dieper gelegen grijze leemlaag (meetpunt C) is een slechte doorlatendheid gemeten.

Er is geen duidelijk aanwijsbare reden voor de variatie in deze verkregen meetresultaten. Wel is duidelijk dat de sterk zandige toplaag beter doorlatend is dan de lemige ondergrond tot ca. 2,5-3 m-mv. Voorts is de verticale doorlatendheid overwegend slecht. Hieronder is een matig grof zand- en grindpakket aanwezig waarin ook het grondwater aanwezig is (verwacht rond de 23-23,4 m +NAP). Hierin zijn geen meetproeven uitgevoerd maar op basis van deze bodemsamenstelling is onder het leempakket een zeer goede doorlatendheid te verwachten.

Mede door deze slechte verticale infiltratiesnelheid en de mogelijkheid tot dichtslempen mag het bodemoppervlak van de infiltratievoorziening niet worden meegenomen als infiltratieoppervlak.

Infiltratie binnen de ontwikkeling kan derhalve mits aandacht voor de leeglooptijd of een noodoverloop plaatsvinden. In het plangebied zijn de gemeten waardes redelijk laag waardoor ter plaatse geen absolute infiltratievoorziening geadviseerd wordt of aanvullende maatregelen zoals grondverbetering / grindpalen naar de ondergelegen goed doorlatende grindlaag geadviseerd.

5. PLANVOORNEMEN EN AFWEGING

Men is voornemens binnen het plangebied 16 kavels met woningen te realiseren.

Het plangebied heeft een maaiveldhoogte van ca. 26,0 tot 27,6 m +NAP. Binnen het plangebied wordt de gemiddelde hoogste grondwaterstand verwacht op ca. 24,2 m +NAP. De noordoostelijk gelegen straat “Slagmolen” kent ter hoogte van het plangebied een maaiveldhoogte van ca. 27,4 m +NAP. De westelijk gelegen “Sint-Janskamp” ligt op ca. 26,4-26,7 m +NAP. Door het aanhouden van een geadviseerd bouwpeil van 20-30 cm boven de kruin van de toekomstige ontsluitingsweg (geadviseerd op 26,4 m +NAP) worden er geen problemen verwacht in verband met grondwater en/of afstromend hemelwater.

Bij de nieuwbouw wordt een geheel gescheiden stelsel aangelegd. Door de woningbouw zal de vuilwaterhoeveelheid toenemen naar in totaal ca. 0,5 m³/u gedurende 10u. Voor de nieuwe rioolaansluiting op het gemeentelijk vuilwaterstelsel dient te zijner tijd een aanvraag ingediend te worden bij de gemeente Echt-Susteren. Indien de ontsluitingsweg overgedragen wordt aan de gemeente, dient het openbaar gebied in overleg conform de eisen van de gemeente aangelegd te worden.

5.1. Verhard oppervlak

In onderstaande tabel 3 is een overzicht van het huidig en toekomstig verhard oppervlak door het planvoornemen opgenomen op basis van topografische kaarten en de plantekening (zie bijlage 2). Het uitgeefbaar gebied zal naar verwachting voor 50% verhard worden. Hierbij is er nog geen rekening gehouden met aanvullende compenserende maatregelen.

Type oppervlak	Huidige Situatie (m ²)	Toekomstige situatie (m ²)
Dak ca.	230	Uitgeefbaar: 7.886 (3.943 als 50% verhard)
Overig verhard ca.	74	Rijbaan: 760 Overig Verhard: 329
Totaal	304	5.032

Tabel 3: Overzicht huidig en toekomstig verhard oppervlak

Door het planvoornemen zal de totale verharding binnen het plangebied ca. 5.032 m² bedragen. Conform het beleid van het waterschap dient bij nieuwbouw 100 mm hemelwater geborgen te worden per m² toename aan verharding (strenger dan de gemeentelijk eis van 45 mm). Dit komt overeen met een totale hemelwateropgave van ca. 503 m³.

Opgemerkt wordt dat een inschatting gemaakt is van de verharding op basis van kengetallen en ontwerptekeningen. Afhankelijk van de werkelijke toekomstige verharding dient een herberekening van de benodigde retentie en voorziening plaats te vinden zodat de benodigde waterberging voor de uiteindelijke verharding aangelegd wordt.

5.2. Verwerking hemelwater

De keuze voor een hemelwatervoorziening is afhankelijk van de eigen voorkeur, optredende GHG, infiltratiemogelijkheden, het toekomstige planvoornemen (gewenste terreinvulling en type verharding) en hiermee samenhangend de benodigde bergingscapaciteit. Hemelwater dient waar mogelijk ter plaatse verwerkt te worden.

Uit het infiltratieonderzoek blijkt dat infiltratie ter plaatse beperkt toepasbaar is. Oppervlakkig en in de ondergrond vanaf 3m-mv is infiltratie toepasbaar. Het tussengelegen zwak zandige leempakket laat geen/te weinig infiltratie toe. Insteek zal derhalve zijn om ofwel voldoende berging bovengronds aan te leggen, maatregelen te nemen voor een bevordering van de leegloop doorheen het leempakket middels putten of grindpalen of het aanleggen van een vertraagde leegloop op het gemeentelijk rioolstelsel (bij gebrek aan alternatieven). Hiervoor dient aandacht te zijn bij de verdere planuitwerking.

Bij voorkeur vindt hemelwaterberging bovengronds plaats. Dit kan eenvoudig gerealiseerd worden door de aanleg van een wadi/slootje of een verlaging in het groen/tuin. Gezien de diepe grondwaterstand zijn er ter plaatse diverse ondergrondse types mogelijk. Denk hierbij aan infiltratiekratten, rockwool, IT-riool, IT-putten, etc. Meerdere types van voorzieningen kunnen ook gecombineerd worden. Bij diepere infiltratie zijn ter onderbouwing van de leegloopsnelheid van een toekomstige voorziening aanvullende meetproeven in de grindhoudende ondergrond geadviseerd.

Gezien het planvoornemen wordt geadviseerd om voor het openbaar gebied en het eigen terrein separaat te verwerken. De openbare parkeerplaatsen kunnen groen aangelegd worden (50% reductie). Aanvullend zal gezien de gewenste invulling met bomen in het groen ondergronds berging en infiltratie ingepast dienen te worden. De leegloop hiervan zal gezien de beperkte doorlatendheid van de zwak zandige leem ofwel vertraagd naar het bestaand vrijervalstelsel ofwel middels IT-putten / grindpalen naar de dieper gelegen, goed doorlatende ondergrond op ca. 2,5-3 m-mv plaats dienen te vinden.

Ter plaatse van het eigen terrein dient de benodigde hemelwaterberging voor de eigen verharding ingepast te worden. Dit kan bijvoorbeeld middels een infiltratieveld (ca. 60m² x 20 cm verlaagd), slootje van 10x2x0,7 meter of een gestapelde IT-put (met verbinding in het goed doorlatende grindpakket) ingepast worden. De omvang van deze voorziening is ook afhankelijk van de uiteindelijke verharding op een perceel. Op een plat dak kan bijvoorbeeld ook groendak aangelegd worden. Groene daken worden niet als reductie op de compensatievoorziening gerekend, omdat het slechts neerslag van het eigen oppervlak vasthoudt. Dit oppervlak wordt wel als onverhard beschouwd. Het oppervlak aan groendak en de bijhorende m³ waterberging dient bij de vergunningsaanvraag op de tekening opgenomen te worden.

Noodoverloop kan naar het openbaar gebied plaatsvinden. Door de hogere ligging van de panden is bij een bovennormatieve bui is inpandig geen wateroverlast te verwachten.

5.3. Conclusie

Vanuit het oogpunt klimaatbestendig ontwikkelen dient een ontwikkeling minimaal waterneutraal plaats te vinden. Door de verhardingstoename in stedelijk gebied te compenseren door een voorziening van 100 mm op eigen terrein, eventuele noodoverloopmogelijkheid via het openbaar gebied en het voldoen aan de overige aandachtspunten en randvoorwaarden, zie ook hoofdstuk 6, vindt de ontwikkeling hydrologisch neutraal plaats en is geen verhoogd risico op wateroverlast te verwachten.

Op het definitieve bouwplan dienen de uiteindelijke DWA- en HWA-stelsels nader opgenomen te zijn met een uitwerking van het toekomstig maaiveldprofiel. Het omliggend terrein dient zo aangelegd te worden dat excessief water kan afstromen naar de eigen tuin of openbaar gebied zodat wateroverlast bij panden vermeden wordt. Eventueel benodigde vergunningen worden niet middels deze weging van het waterbelang geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden. Bij het omgevingsloket kan tevens gecontroleerd worden of voor andere activiteiten een melding of vergunning benodigd is.

6. OVERIGE AANDACHTSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

Afkoppelen/niet aankoppelen staat voor het (ge)scheiden (houden) 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 van 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:

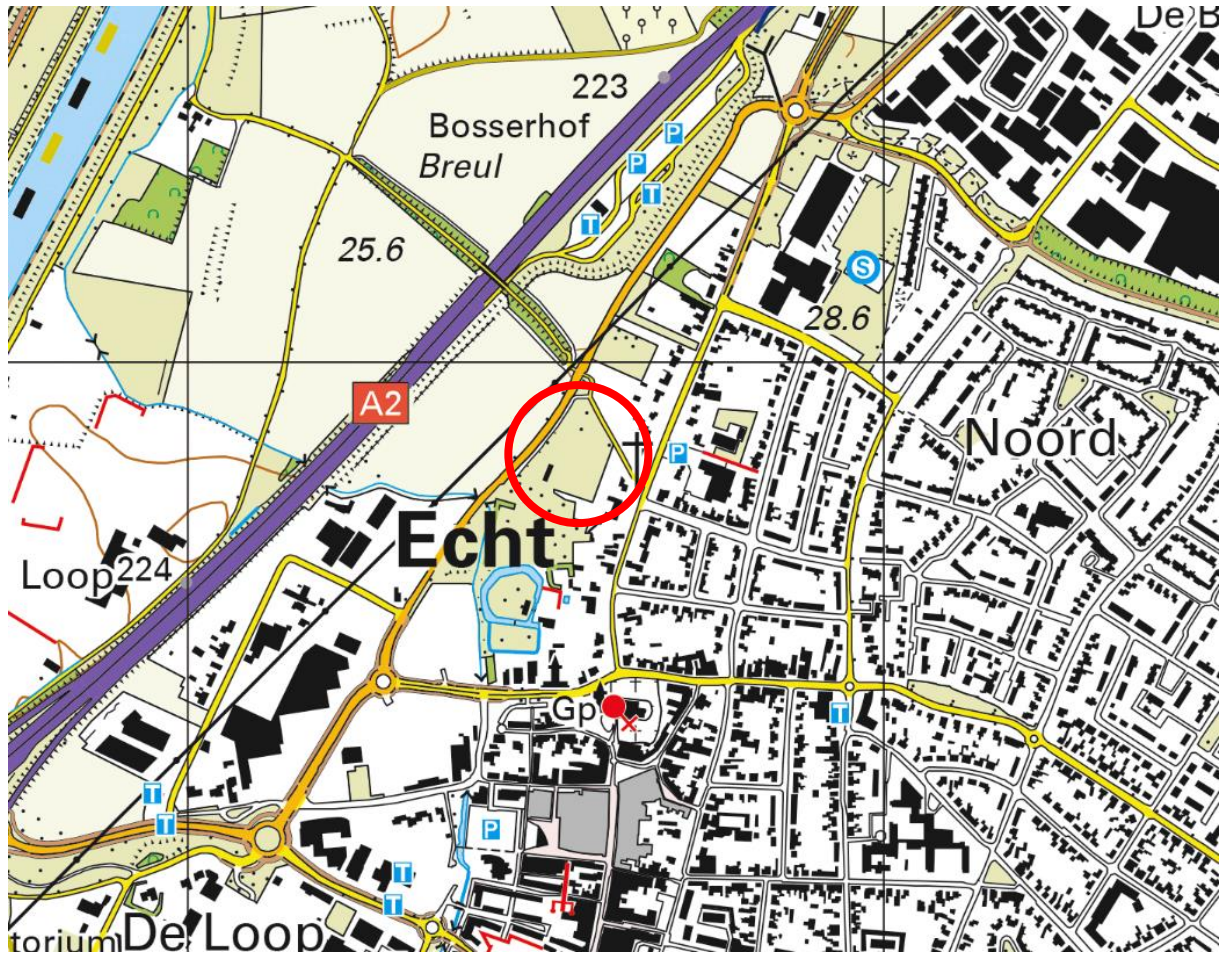
- Daken: dakpannen van natuurlijk, beton of keramisch materiaal of bekleed met (EPDM) rubber.
- Dakgoten en afvoerpijpen; PVC/PP/PE/staal (niet verzinkt)/aluminium, bij voorkeur geen gecoate materialen i.v.m. verwerking.
- Ontsluitingspaden / wegen / terrassen; voorzien van natuurlijk of niet-uitloogbare 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. Vrijkomend afval- of vervuild water dient al dan niet via een olie/benzine-afscheider of andere noodzakelijke (reiniging)voorziening naar het afvalwaterriool worden getransporteerd of geloosd, en mag niet in de bodem worden geïnfilteerd of op oppervlaktewater worden geloosd.

Het is verboden om 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

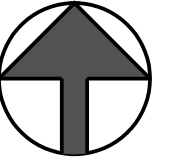
Topografische overzichtskaart



WEGEN a autosnelweg b hoofdweg met gescheiden rijbanen c hoofdweg d regionale weg met gescheiden rijbanen e regionale weg f lokale weg met gescheiden rijbanen g lokale weg h weg met losse of slechte verharding i onverharde weg j straat/overige weg k voetgangersgebied l fietspad m pad, voetpad n weg in aanleg viaduct aquaduct tunnel vaste brug beweegbare brug brug op pijlers	BEBOUWING a bebouwd gebied b gebouwen c hoogbouw d kas HYDROGRAFIE a waterloop: smaller dan 3 m b waterloop: 3-6 m breed c waterloop: breder dan 6 m d a schutsluis e b stuwen f c koedam g a duiker h b grondduiker i c afsluitbare duiker BODEMGEBRUIK a grasland met sloten b akkerland met greppels c boomgaard d fruitkwekerij e boomkwekerij 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	SPOORWEGEN a spoorweg: enkelspoor b spoorweg: meersporig c tramweg d a sneltram e b sneltramhalte f a metro bovengronds g b metrostation OVERIGE SYMBOLEN a religieus gebouw b toren, hoge koepel c religieus gebouw met toren d markant object e watertoren f vuurtoren g gemeentehuis h postkantoor i politiebureau j wegwijzer k kapel l kruis m vlampijp n telescoop o windmolen p waterradmolen q windmotor r windturbine s oliepominstallatie t seinmast u zendmast v hunebed w monument x gemaal y kampeerterrin z sportcomplex aa ziekenhuis ab paal ac grenspunt ad boom OVERIGE SYMBOLEN a schietbaan b afrastering c hoogspanningsleiding met mast d muur e geluidswering
--	---	---

Bijlage 2

Concepttekening planvoornemen



schaal: 1:750

datum: 06.05.25

formaat: A3

werken: 24000

bladnr: S.2

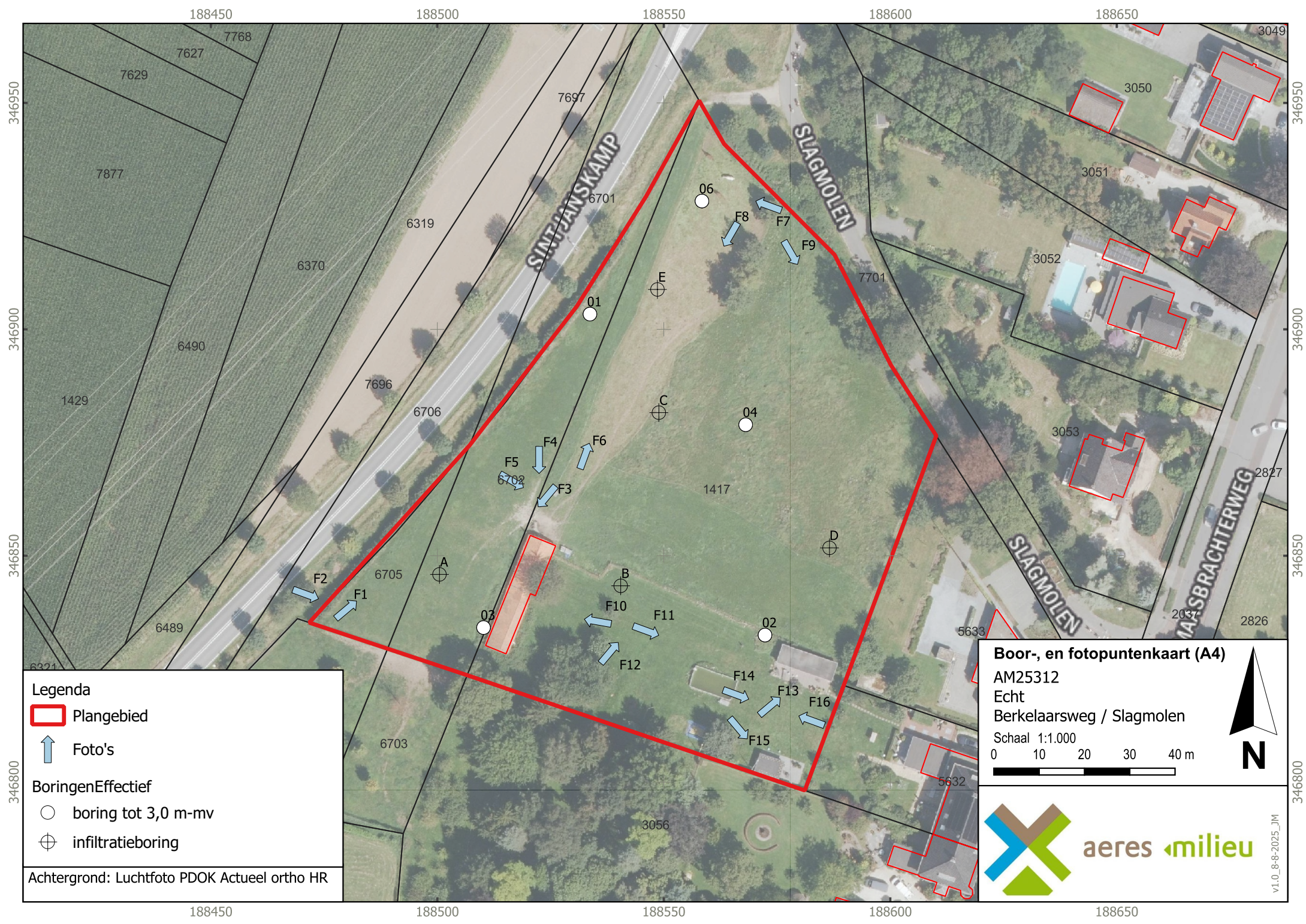
ECHT BERKELAARSWEG

SITUATIE TEKENING



Bijlage 3

Situatietekening met boor- en fotostandplaatsen



Legenda

Plangebied

Foto's

BoringenEffectief

boring tot 3,0 m-mv

infiltratieboring

Achtergrond: Luchtfoto PDOK Actueel ortho HR

Boor-, en fotopuntenkaart (A4)

AM25312

Echt

Berkelaarsweg / Slagmolen

Schaal 1:1.000

0 10 20 30 40 m



ares milieu



v1.0_8-8-2025_JM

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



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16

Bijlage 5

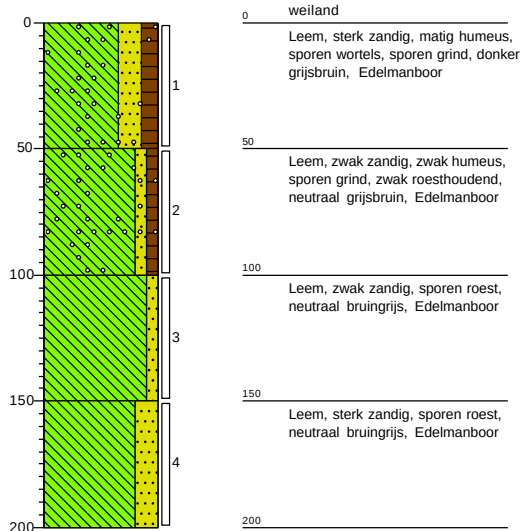
Boorprofielbeschrijvingen

Boring:

Datum:
X: 188533,68

01

30-6-2025
Y: 346903,35

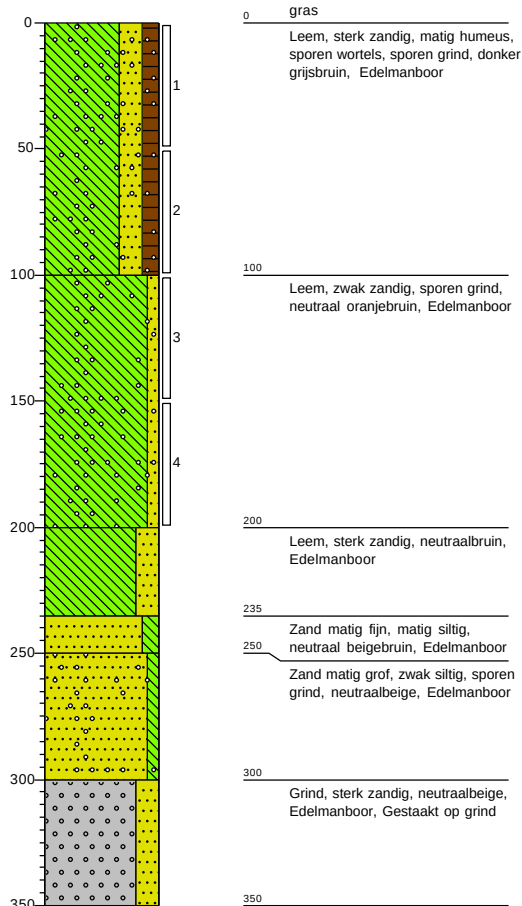


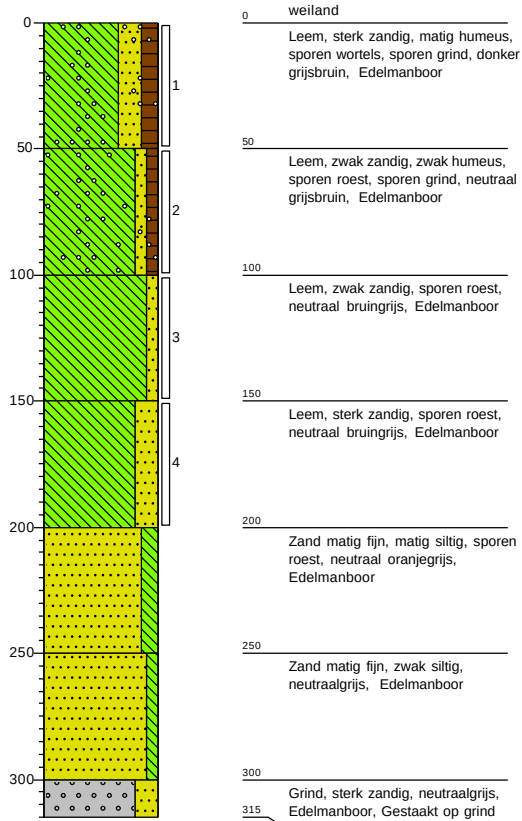
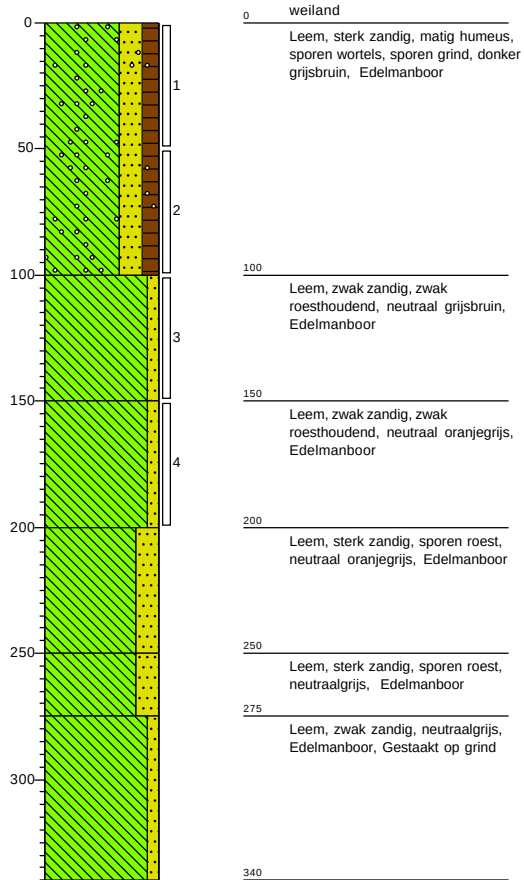
Boring:

Datum:
X: 188572,33

02

30-6-2025
Y: 346832,46



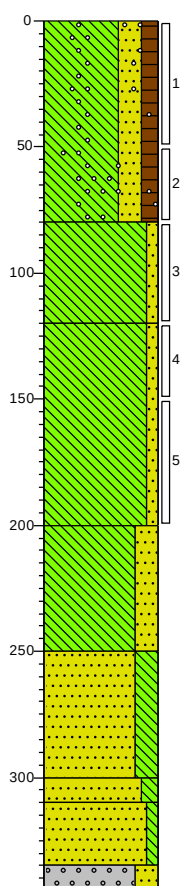
Boring:Datum:
X: 188510,18**03**30-6-2025
Y: 346834,12**Boring:**Datum:
X: 188568,06**04**1-7-2025
Y: 346878,92

Boring:

Datum:
X: 188558,41

06

1-7-2025
Y: 346928,32



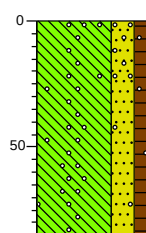
0	weiland
10	Leem, sterk zandig, matig humeus, sporen wortels, sporen grind, donker grijsbruin, Edelmanboor
80	Leem, zwak zandig, zwak roesthoudend, neutraal grijsbruin, Edelmanboor
120	Leem, zwak zandig, sporen roest, neutraal bruingrijs, Edelmanboor
200	Leem, sterk zandig, sporen roest, neutraal beigegrijs, Edelmanboor
250	Zand matig fijn, sterk siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
300	Zand matig fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
310	Zand matig grof, zwak siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
335	Grind, sterk zandig, neutraalgrijs, Edelmanboor, Gestaakt op grind
345	

Boring:

Datum:
X: 188500,45

A

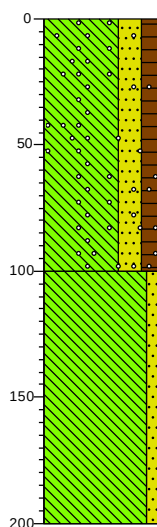
30-6-2025
Y: 346845,86



0	gras
85	Leem, sterk zandig, matig humeus, sporen wortels, sporen grind, donkerbruin, Edelmanboor

Boring:

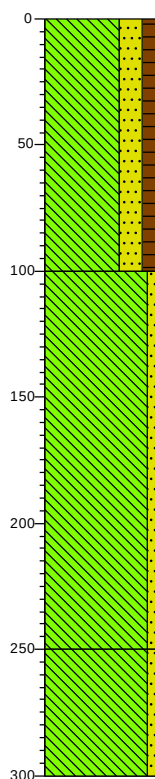
Datum:
X: 188540,47

**B**

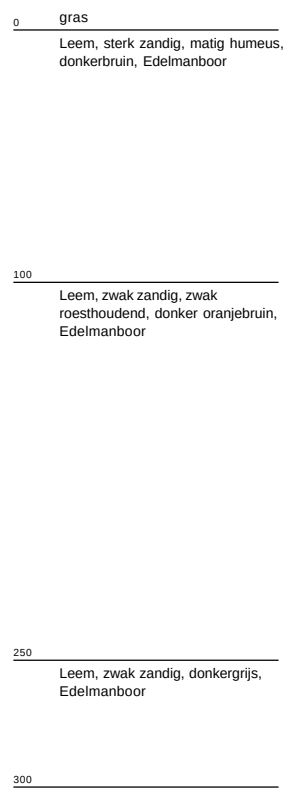
30-6-2025
Y: 346843,34

**Boring:**

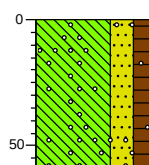
Datum:
X: 188548,89

**C**

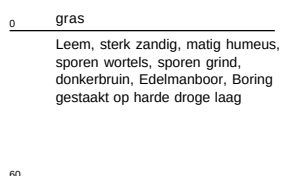
30-6-2025
Y: 346881,59

**Boring:**

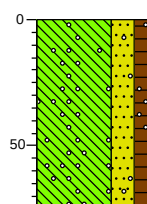
Datum:
X: 188586,57

**D**

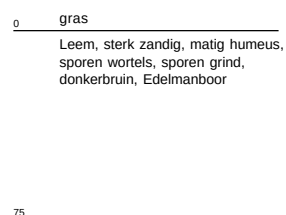
30-6-2025
Y: 346851,72

**Boring:**

Datum:
X: 188548,58

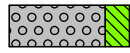
**E**

30-6-2025
Y: 346908,80

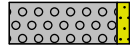


Legenda (conform NEN 5104)

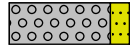
grind



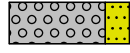
Grind, siltig



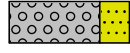
Grind, zwak zandig



Grind, matig zandig

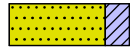


Grind, sterk zandig

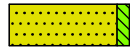


Grind, uiterst zandig

zand



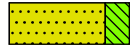
Zand, kleiïg



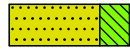
Zand, zwak siltig



Zand, matig siltig



Zand, sterk siltig



Zand, uiterst siltig

veen



Veen, mineraalarm



Veen, zwak kleiïg



Veen, sterk kleiïg

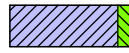


Veen, zwak zandig

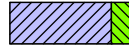


Veen, sterk zandig

klei



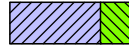
Klei, zwak siltig



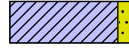
Klei, matig siltig



Klei, sterk siltig



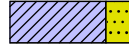
Klei, uiterst siltig



Klei, zwak zandig



Klei, matig zandig



Klei, sterk zandig

leem

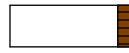


Leem, zwak zandig



Leem, sterk zandig

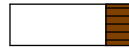
overige toevoegingen



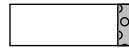
zwak humeus



matig humeus



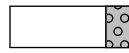
sterk humeus



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

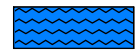
- ▬ geroerd monster
- ▬ ongeroerd monster
- volumering

overig

- ▲ bijzonder bestanddeel
- ◀ Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- ≡ grondwaterstand
- ◆ Gemiddeld laagste grondwaterstand



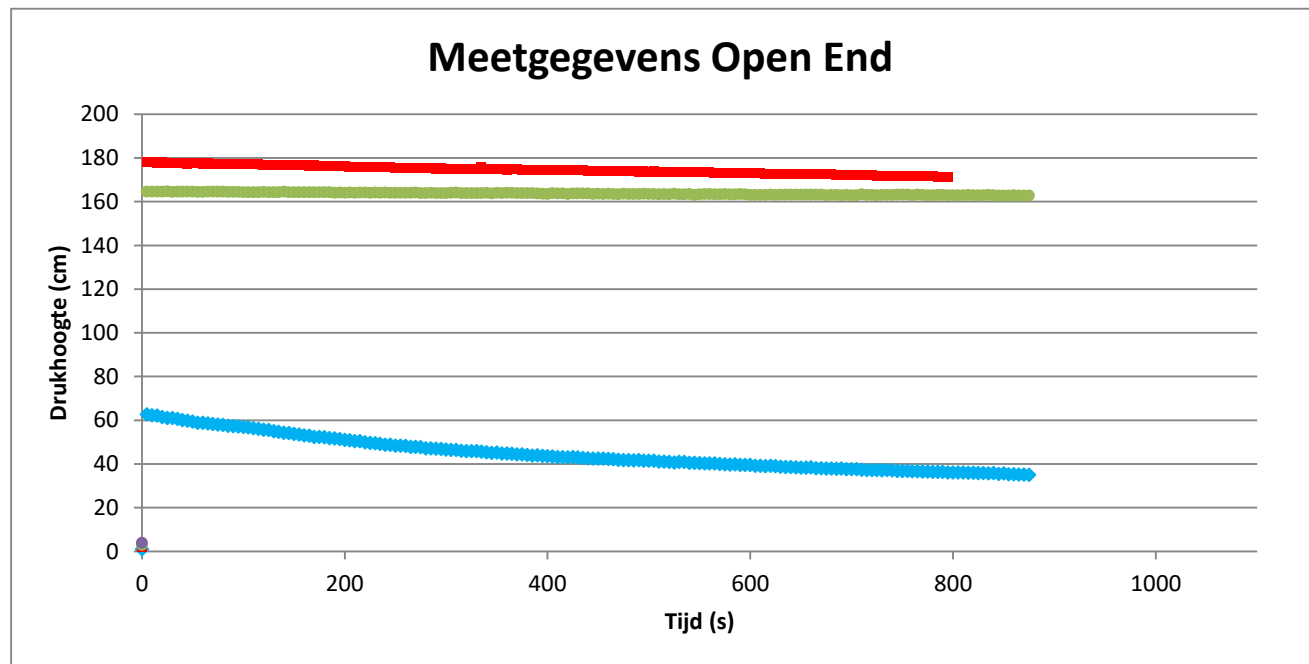
slib



water

Bijlage 6

Meetresultaten en grafieken



Meetpunt

A

B

C

Daalsnelheid (grafiek):

0,0293

0,0081

0,0021

cm/s

straal r:

0,05

0,05

0,05

m

oppervlakte buis

0,0079

0,00785

0,00785

m²

drukhoogte H:

44,5

173,5

162,8

cm

k-waarde:

1,9E-05

1,3E-06

3,7E-07

m/s

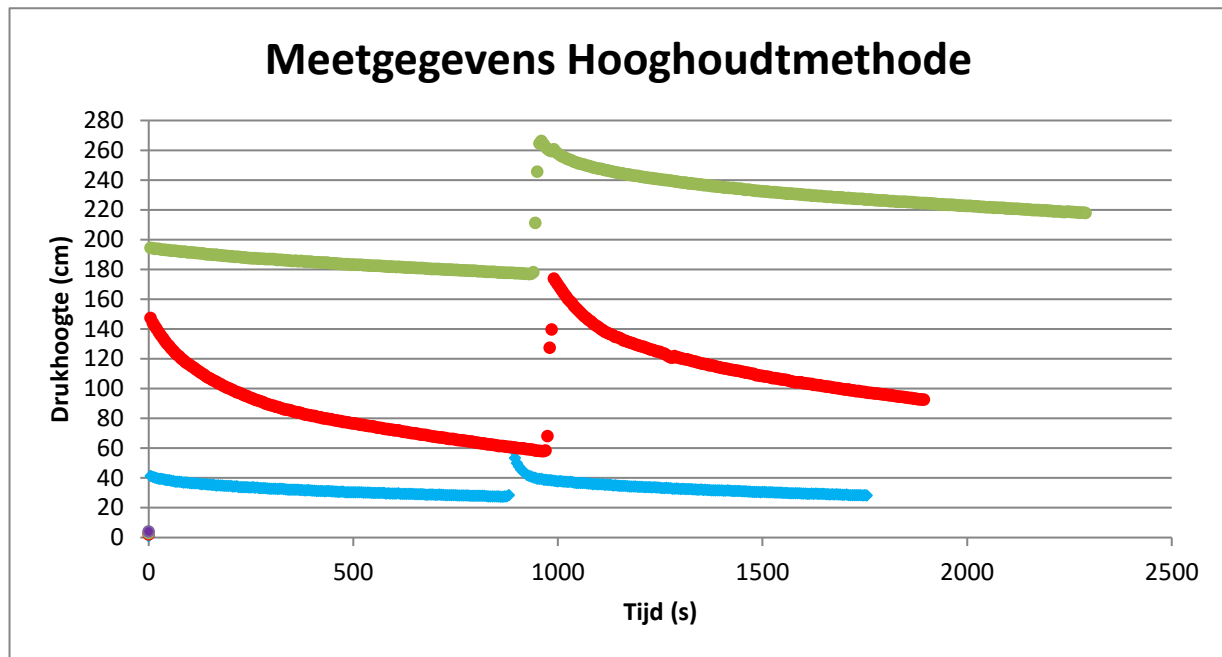
k-waarde:

1,62

0,12

0,03

m/dag



Meetpunt

A	B	C

straal r:

5

5

5

cm

k-waarde eerste meetronde:

9,6E-04

2,1E-03

2,4E-04

m/s

0,83

1,84

0,21

m/dag

k-waarde tweede meetronde:

9,1E-04

1,4E-03

2,9E-04

m/s

0,79

1,18

0,25

m/dag

4.2 Doorlatendheid bodem

4.2.1 Algemeen

Omgekeerde boorgatmethode

De doorlatendheid van de bodem wordt berekend met de volgende formule:

$$k = 1,15 \times R \times (\log(h_0 + R/2) - \log(h_t + R/2)) / t \quad [4.1]$$

waarin:

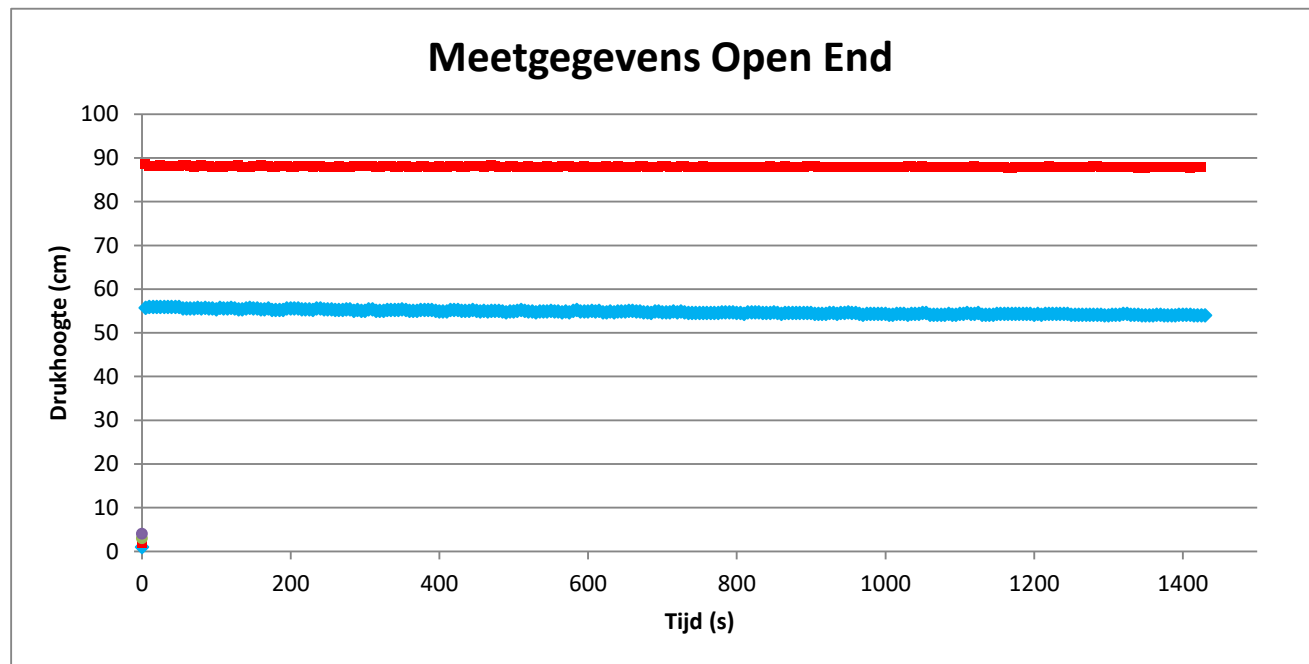
k	: doorlatendheid	(cm/s);
R	: straal van het boorgat	(cm);
h_0	: afstand tussen de onderzijde van het boorgat en de waterstand in het boorgat bij de start van de meting	(cm);
h_t	: afstand tussen de onderzijde van het boorgat en de waterstand in het boorgat bij het einde van de meting	(cm);
t	: tijdsduur meting	(s).

De berekende doorlatendheid moet vermenigvuldigd worden met 864 om de doorlatendheid in meter / dag te verkrijgen.

Projectnummer:

AM25312

Berkelaarsweg te Echt



Meetpunt

D

E

Daalsnelheid (grafiek):

0,0012

0,0002

cm/s

straal r:

0,05

0,05

m

oppervlakte buis

0,0079

0,00785

m²

drukhoogte H:

54,6

87,7

cm

k-waarde:

6,3E-07

7,3E-08

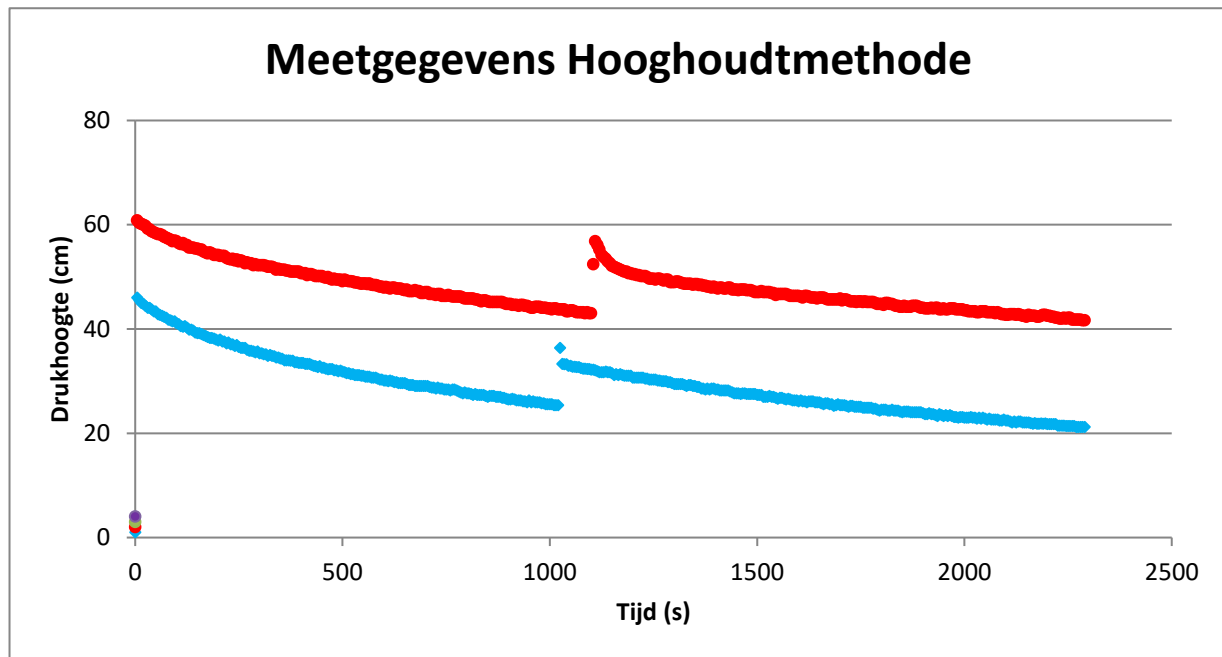
m/s

k-waarde:

0,05

0,01

m/dag



Meetpunt	D	E	
straal r:	5	5	cm
k-waarde eerste meetronde:	1,3E-03	7,0E-04	m/s
	1,10	0,61	m/dag
k-waarde tweede meetronde:	8,1E-04	4,9E-04	m/s
	0,70	0,43	m/dag

4.2 Doorlatendheid bodem

4.2.1 Algemeen

Omgekeerde boorgatmethode

De doorlatendheid van de bodem wordt berekend met de volgende formule:

$$k = 1,15 \times R \times (\log (h_o + R/2) - \log (h_t + R/2)) / t \quad [4.1]$$

waarin:

k	: doorlatendheid	(cm/s);
R	: straal van het boorgat	(cm);
h_o	: afstand tussen de onderzijde van het boorgat en de waterstand in het boorgat bij de start van de meting	(cm);
h_t	: afstand tussen de onderzijde van het boorgat en de waterstand in het boorgat bij het einde van de meting	(cm);
t	: tijdsduur meting	(s).

De berekende doorlatendheid moet vermenigvuldigd worden met 864 om de doorlatendheid in meter / dag te verkrijgen.

Bijlage 7

Geraadpleegde literatuur

Bijlage 7: Geraadpleegde literatuur

Wet- en regelgeving

- Hemelwaterverordening 2023 t/m heden, Gemeente Echt-Susteren;
- Waterbeheerprogramma 2022-2027, Waterschap Limburg;
- Waterschapsverordening Waterschap Limburg;
- Omgevingsvisie en omgevingsverordening provincie Limburg;
- Landelijke Handreiking Watertoets;
- Waterbeleid voor de 21e eeuw, Commissie Waterbeheer 21e eeuw;
- Nationaal Bestuurakkoord Water, 2003 en actueel 2008;
- Waterwet;
- Het Nationaal Waterplan;
- Kader Richtlijn Water;
- Wet en Besluit op de ruimtelijke ordening;

Overige literatuur

- Handleiding alternatieve materialen voor bouwmetalen, DuBo Consulenten, 2006;
- Omgevingsloket Nederland;
- Bodematlas provincie Limburg;

Internet

- www.echt-susteren.nl
- www.waterschaplimburg.nl
- www.limburg.nl
- www.BROloket.nl
- www.ahn.nl
- www.pdok.nl