

Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V.
Postbus 55
7130 AB Lichtenvoorde
Tel. 0544 – 488488

K.v.K. Arnhem 08030065

Riolering en waterhuishouding (VO)

Eilandje Urk te Arnhem

Opdrachtgever: Vivare Projecten b.v.

Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V.
Postbus 55
7130 AB Lichtenvoorde

Datum:	06 april 2018
Documentnaam:	28350.VO.Riolering.en.waterhuishouding
Versie:	3.0
Status:	Voorlopig Ontwerp

Inhoudopgave

1	Inleiding	3
2	Situring plangebied en speerpunten waterhuishouding	3
3	Waterhuishouding	4
3.1	Huidige situatie.....	4
3.2	Rioleringsplan	5
3.2.1	Vuilwater	5
3.2.2	Hemelwater.....	6
3.3	Grondwater.....	7

Bijlagen

- 1)** Notitie zettingsberekeningen - 12-02-2018
- 2)** Basisprincipe HWA
- 3)** Overzichtstekening Riolering en waterhuishouding
- 4)** Notitie geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem - 05-02-2018
- 5)** Vergelijk oppervlaktes verhard-groen
 - i. Overzichtstekening verhard oppervlak oud
 - ii. Overzichtstekening verhard oppervlak nieuw

1 Inleiding

De onderliggende toelichting op het riolerings- en waterhuishoudkundig plan is opgesteld in het kader van de herontwikkeling Eilandje Urk te Arnhem. Middels onderhavige toelichting willen we onze visie ten aanzien van de afwatering van het hemelwater alsmede vuilwater toelichten. Gezien de wens vanuit Vivare alsmede de gemeente Arnhem om tot een integraal ontwerp en uitvoering te komen is de opgave in breder verband bekeken.

2 Situring plangebied en speerpunten waterhuishouding

Huidige en toekomstige verharding

In de huidige situatie is het plangebied voor een groot gedeelte verhard. Ten behoeve van de ontwikkeling worden de 99 bestaande woningen gesloopt. Binnen het plangebied worden in totaal 87 grondgebonden woningen teruggebouwd. De bestaande infrastructuur blijft gehandhaafd. Hierdoor is er sprake van een **afname** van het bebouwd oppervlak en zullen als gevolg van de planontwikkeling geen negatieve effecten ontstaan op de waterhuishoudkundige situatie ter plaatse. Het vergelijk van het verhard oppervlak bestaand ten opzichte van de nieuwe situatie is bijgevoegd in bijlage 5. Hier is te zien dat het verhard oppervlak met 1262m² afneemt.

Oppervlaktewater

In de huidige situatie is geen sprake van oppervlaktewater. In de toekomstige situatie is eveneens geen sprake van oppervlaktewater.

Afvalwater

Als gevolg van de afname van het aantal woningen zal geen sprake zijn van een toename aan afvalwater. Op voorhand zijn er geen problemen ten aanzien van de afvoercapaciteit te verwachten. Het DWA wordt in de ontwerpfase van de openbare ruimte verder uitgewerkt en bij de aanvraag van de omgevingsvergunning Bouw toegevoegd.

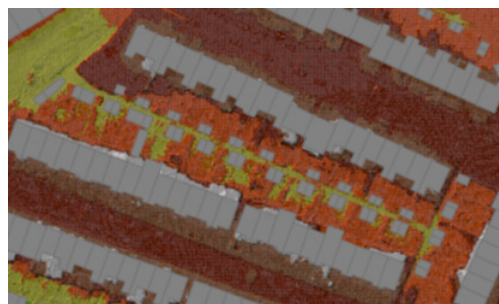
Hemelwater

Het hemelwater wordt afgekoppeld van het gemengd stelsel. Dit levert een significante verduurzaming van de waterhuishouding in het gebied op. Het hemelwater in de openbare ruimte wordt zoveel mogelijk bovengronds afgevoerd naar de watergangen aan de noord- en westzijde van het plangebied. De watergangen zijn in beheer van het waterschap Rijn en IJssel. In de ontwerpfase wordt rekening gehouden met de het beheer en onderhoud van de watergang.

Wateroverlast in de achterpaden en tuinen wordt geminimaliseerd door de hier aan te leggen HWA leiding. De HWA leiding voert af naar de watergangen. In de ontwerpfase wordt dit knelpunt verder uitgewerkt. Indien noodzakelijk kan er gekozen worden om dit deel op het gemengd stelsel aan te sluiten. Gezien het geringe oppervlak kan nog steeds over een significante verduurzaming van de waterhuishouding gesproken worden.

Hoogteverschil terrein

Door het draaien van de woningen in het middengebied ontstaan er enkele hoogteverschillen tussen de oude en nieuwe situatie. Bij de op te hogen gebieden is er kans op zetting vanwege de aanwezige veenlagen in de ondergrond (zie bijlage 1 Notitie zettingsberekeningen - 12-02-2018).



Met een aanvullend hoogteonderzoek in combinatie met het nemen van een aantal sonderingen, voeren wij zettingsanalyses uit op deze locaties en nemen waar nodig maatregelen in de vorm van voorbelasting. Dit doen wij in de ontwerpfase. Voor eventuele restzettingen worden, afhankelijk van de noodzaak, extra maatregelen genomen, eventueel in de beheer en onderhoudsfase.

De te verlagen delen in de achtertuinen zijn te verwaarlozen. Het betreft hier enkel uitvlakken. Dit resulteert altijd tot achtertuinen die hoger liggen dan de omliggende terreinen (wegen, achterpaden). Met het verhogen van grote delen van de achtertuinen is de grondwaterproblematiek in de nieuwe situatie verbeterd ten opzichte van de huidige situatie. De profielen worden in de ontwerpfase verder uitgewerkt.

Ook wordt er in het hoogteplan en de zettingsanalyse extra aandacht geschonken aan de achtertuinen bij het achterpad parallel langs de Johan de Wittlaan.

Grondwater

Voor de nieuw te realiseren woningen wordt een peil van circa 10,50 m +NAP aangehouden waarbij de woningen aan de Bosch Kemperstraat een peil krijgen van circa 10,60 m +NAP. De hoogte van de bouwpeilen zijn geverifieerd aan de grondwaterstanden ter plaatse, GHG +9,60mNAP (zie Bijlage 4 Notitie geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem - 05-02-2018). Dit resulteert tot een ontwateringsdiepte van 90cm. en 100cm. ten opzichte van de GHG. Dit is 40cm. en 50cm. meer dan de minimaal benodigde ontwateringsdiepte van 50cm.

Er wordt kruipruimteloos gebouwd. Met een ventilatieruimte van 10 cm onder de geïsoleerde vloer, in combinatie met het luchtdicht afsluiten van de vloer is het risico van vochtotrek onder de vloer beheerst.

Conclusie

Gezien het vorenstaande wordt geconcludeerd dat er sprake zal zijn van een goede waterhuishoudkundige situatie in het plangebied. Het basisprincipe van de hemelwaterafvoer is weergegeven in bijlage 2. De overzichtstekening Riolering en waterhuishouding is bijgevoegd in bijlage 3.

3 Waterhuishouding

3.1 Huidige situatie

Het plangebied is geografisch gezien omsloten door een tweetal ontsluitingswegen, te weten de Voetiuslaan en Johan de Wittlaan. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door de spoorlijn. Daarnaast is aan de noord en westzijde een watergang gelegen.

Het plangebied kenmerkt zich door een sterk wisselend maaiveldniveau (9,60 m +NAP tot ca 10,90 m +NAP, waarbij met name de huidige tuinen en achterpaden aan de zijde van de Johan de Wittlaan aanzienlijk lager zijn gelegen dan het omliggende straatniveau. Het peil van de huidige woningen is daarentegen aanzienlijk hoger gelegen dan het straatniveau (circa 40 a 50 cm hoger).

De gemeten grondwaterstanden in het plangebied laten een niveau zien van circa 9,05 m +NAP tot 9,33 m +NAP. De stromingsrichting is hierbij globaal zuidoostelijk. Binnen het plangebied bevindt zich een grondwaterverontreiniging met VOCl. Deze is globaal gezien in de noordwestelijke hoek van de Adriaan Kluytstraat gelegen. Het geohydrologisch onderzoek is bijgevoegd in bijlage 4: "Notitie geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem - 05-02-2018".

De bodemopbouw is globaal als volgt: vanaf maaiveld is op de hoger gelegen delen een circa 1,0 m dikke topzandlaag aanwezig gevolgd door een slecht doorlatende deklaag bestaande uit klei en veen tot circa 5,5 m +NAP. Onder de slecht doorlatende laag wordt voornamelijk zand aangetroffen. Binnen dit zandpakket bevindt zich een stoorlaag gelegen tussen het niveau van 0,3 m +NAP tot 2,5 M +NAP. De dikte van de stoorlaag is hierbij variabel.

Op basis van de boorprofielen en eigen ervaring met de omgeving wordt de doorlatendheid van de bodem op de locatie als nihil ingeschat. Door de uitvoering van meerdere projecten in de directe nabijheid van de planlocatie is binnen het consortium veel van dergelijke locatiespecifieke ervaring en gebiedskennis aanwezig.

Ten noorden en westen van het plangebied is een bestaande watergang gesitueerd, het streefpeil in deze watergang bedraagt 9,1 m+NAP. Dit peil wordt kunstmatig op hoogte gehouden maar kan bij piekbuien fluctueren.

Binnen en rondom het plangebied is een bestaand gemengd stelsel aanwezig. Door de gemeente Arnhem is aangegeven dat het riool in de Buysstraat niet vervangen gaat worden aangezien deze circa 10 jaar geleden is vervangen. Hierbij is het hoofdriool op palen aangelegd. Voor de overige straten binnen het plangebied wordt het bestaande rioolstelsel in de Adriaan Kluytstraat en Bosch van Kemperstraat vervangen. Het nieuwe deel van het gemengd stelsel wordt in de ontwerpfase van de openbare ruimte verder uitgewerkt.

3.2 Rioleringsplan

3.2.1 Vuilwater

De woningen ten noorden van de Adriaan Kluytstraat en aan de Bosch Kemperstraat worden voorzien van een nieuwe DWA uitlegger per woning. De uitleggers worden gerealiseerd ten tijde van het vervangen van het hoofdriool om extra overlast en handelingen te voorkomen. Door deze integrale aanpak worden dubbele handelingen en aanlegkosten voorkomen alsmede kan het rioolsysteem aaneengesloten en logisch worden aangelegd wat de kwaliteit en functionaliteit ten goede komt. Daarbij komt dat een dergelijke systeem beheertechnisch beter te onderhouden is voor de gemeente Arnhem.

De overige woningen binnen het plangebied krijgen een verzamelriool welke aan de fundatie van de woningen wordt bevestigd. Hierdoor is het riool minder gevoelig voor zettingen in de ondergrond alsmede staan de aanlegkosten niet in verhouding tot de aanleg van een separaat DWA hoofdriool met afzonderlijke uitleggers. Op de grens naar het openbare gebied wordt een overgangspuut geplaatst zodat een duidelijke scheiding is aan te wijzen in de beheersverantwoordelijkheid. Het deel dat vanaf de overgangspuut richting het hoofdriool loopt wordt uitgevoerd in PVC Ø 250 mm, welke ruimschoots voldoende is om het vuilwater van de woningen af te voeren. De uitlegger wordt aangesloten op een nieuw te plaatsen inspectieput. Door de integrale planvorming en aanleg worden deze putten meegenomen tijdens de aanleg van nieuwe hoofdriool in de betreffende straten. Het verzamelriool binnen de eigendomsgrenzen van Vivare wordt aan de voorzijde van de woningen aangelegd zodat deze te allen tijde relatief eenvoudig te bereiken is in geval van een calamiteit. Hierbij wordt de vuilwaterleiding per woning voorzien van een ontstoppingsstuk zodat te allen tijde achterhaald kan worden wie of wat de veroorzaker is van de verstopping. De beheersverantwoordelijkheid voor dit riool ligt bij Vivare. Aandachtspunt is een periodieke reiniging van het riool zodat de kans op verstoppingen geminimaliseerd wordt. Bij aanleg wordt aan het begin en einde van de leiding een bereikbare doorspuitvoorziening opgenomen.

3.2.2 Hemelwater

Het hemelwater binnen het plangebied gelegen aan de noordelijke zijde van de Adriaan Kluytstraat wordt **geheel oppervlakkig** afgevoerd naar de watergang ten noorden van het plangebied. Binnen dit deel van het plangebied wordt een deel van de groenstrook opnieuw geprofileerd zodat een juiste afwatering naar de watergang ontstaat. Alleen het water afkomstig van het dakoppervlak aan de tuinzijde wordt ondergronds afgevoerd naar de rand van het openbaar gebied waar het vervolgens weer bovengronds wordt gebracht. Eventuele alternatieven, zoals een betonnen molgoot naar het achterpad, worden in de ontwerpfase onderzocht. Met bovengrondse afvoer is het systeem eenvoudiger te beheren.

Voor het overige deel van het plangebied is er oppervlakkige afstroming gecombineerd met ondergrondse afvoer. Door de eerder omschreven hoogteverschillen zal het HWA **op delen ondergronds** moeten worden gebracht. Het HWA wordt afgevoerd naar de watergangen aan de west- en noordzijde van het gebied. In de ontwerpfase wordt er in het hoogte- en rioleringsplan gekeken naar een zo groot mogelijke bovengrondse afvoer en een doorkijk naar een **toekomstige aansluiting** van het hemelwater vanuit de panden van Volkshuisvesting.

De nieuwe aan te leggen haakspaarkeervakken worden voorzien van straatkolken en worden aangesloten het HWA. De molgoot waarin de straatkolken worden aangelegd wordt gesitueerd op de overgang tussen rijbaan en parkeervak. Hierbij worden de kolken zo gepositioneerd dat deze op de scheiding van twee parkeervakken komen zodat ze in de toekomstige situatie goed te bereiken zijn voor onderhoud.

Een deel van het HWA wordt aangelegd vanaf de westelijke parkeercoffer tot de uitstroom aan de Voetiuslaan. Voordeel hiervan is dat het lager gelegen deel tussen de Buysstraat en Johan de Wittlaan een rechtstreekse lozingsvoorziening op het oppervlaktewater krijgt. Deze hoek blijft echter kritisch gezien het beperkte verschil tussen waterpeil en het huidige maaiveld. Deze kan ter plaatse niet opgehoogd worden in verband met de omliggende bebouwing. Het geringe hoogteverschil van de watergang t.o.v. het laagstgelegen achterpad langs de Johan de Wittlaan vormt een risico tot terugstromen van open water naar het achterpad. Dit risico wordt bij de uitwerking van het HWA stelsel en afvoer naar open water meegenomen. In de ontwerpfase wordt dit verder uitgewerkt.

De afwatering van het hemelwater aan de Bosch Kemperstraat voorziet in de afwatering op de straat waarbij het hemelwater via de bestaande kolken op de nieuw aan te leggen HWA leiding wordt aangesloten.

Het principe van bovengrondse afvoer is weergegeven in bijlage 3.

Bodempassage

Een bodempassage is in dit gebied niet noodzakelijk. In de basis kan het HWA ongezuiverd op de watergangen geloosd worden. Maatregelen tegen terugstroming vanuit de watergangen naar het stelsel worden in het ontwerp uitgewerkt.

Daken (achterzijde), achtertuinen en achterpaden

In verband met zeer slechte doorlatende bodem is het niet mogelijk het hemelwater op eigen terrein te verwerken, derhalve dient dit te worden afgevoerd naar openbaar terrein. Dit vindt plaats door de dakhellingen gericht naar de achterzijde, (verharde) achtertuinen en achterpaden middels ondergrondse verzamelleidingen onder de achterpaden af te laten wateren richting het nieuw aan te leggen HWA. Aangezien dit hemelwater als schoon kan worden beschouwd is afvoer via een bodempassage niet noodzakelijk en ook niet wenselijk aangezien er dan sprake is van een overbodige overgang in het systeem. Er worden in de achterpaden geen molgoten aangelegd, aangezien dit als hinderlijk wordt ervaren in een smal pad. Wel kan dit

overwogen worden in de achtertuinen om het water van de regenpijpen aan de achtergevel naar het achterpad te krijgen.

Daken (voorzijde) en voortuinen

De dakhellingen richting de voorzijde en de voortuinen voeren bovengronds af richting het openbare terrein. Van daaruit vindt de afvoer plaats zoals reeds hierboven beschreven.

Groenzones

De grasvelden worden onder zeer flauwe hellingen aangelegd richting straten, zodat bij grotere neerslag het water dat niet in het maaiveld infiltreert afstroomt richting het HWA en daar verder wordt afgevoerd. Deze vormgeving zorgt er tevens ook voor dat bij erg hevige neerslag het water zich concentreert op die plek waar het minste overlast wordt veroorzaakt.

De hoeveelheid groen neemt in de wijk toe. Ook dit draagt bij aan een verduurzaming van de waterhuishouding. Het vergelijken van de hoeveelheden oud t.o.v. nieuw is bijgevoegd in bijlage 5.

Robuust systeem passend bij het beleid van gemeente Arnhem

Het uitgewerkt plan met betrekking tot het hemelwater onderscheidt zich door de onderstaande punten:

- Ondanks de slechte waterhuishoudkundige omstandigheden sluit dit plan goed aan op het beleid van gemeente Arnhem ten aanzien van hemelwater in bebouwd gebied. Het kenmerkt zich namelijk door:
 - o zichtbaar maken van de afvoer van hemelwater (meer beleving bij de bewoners)
 - o vasthouden van hemelwater
 - o onderhoudsvriendelijk door maaibare taluds in de bodempassages (max. 1 : 3) en minimaliseren van leidingwerk door zoveel mogelijk (verantwoord) bovengronds afvoeren.
- Systeem biedt maximale mogelijkheden tot het scheiden van hemel- en rioolwater. Ook een toekomstige aansluiten vanuit de panden van Volkshuisvesting behoort tot de mogelijkheden.
- Het onder afschot aanleggen van de grasvelden voorkomt het ontstaan van natte plekken als gevolg van de slechte doorlatendheid.
- Wateroverlast in de achterpaden en tuinen wordt voorkomen door de aan te leggen afvoerleiding. Met name bij tuinen die grotendeels verhard worden is een goede afwatering van de achterpaden een vereiste. Deze oplossing minimaliseert wateroverlast bij de bestaande woningen.

Materiaaltoepassing

De nieuw aan te leggen rioleringen worden uitgevoerd in PVC SN8, met conform de specifieke eisen van gemeente Arnhem, voor vuilwater de kleur grijs en voor hemelwater de kleur roodbruin. De inspectieputten in het hoofdriool worden uitgevoerd in beton met een minimale inwendige afmeting van 1000 x 1000 mm. De inspectieputten in de verzamelleidingen worden uitgevoerd in PVC met een diameter van 315 en 400 mm. De aansluitingen op de bestaande riolering worden zoveel mogelijk gemaakt door aanboren op bestaande inspectieputten of nieuw te realiseren voorzieningen (gatbuizen of inspectieputten) welke tijdens de reconstructie van het hoofdriool worden meegenomen. Een noodzaak tot fundatie van putten en leidingen wordt bekeken n.a.v. uit te voeren sonderingen en berekeningen.

3.3 Grondwater

Kruipruimtelooos bouwen

Voor de nieuw te realiseren woningen wordt een peil van circa 10,50 m +NAP aangehouden waarbij de woningen aan de Bosch Kemperstraat een peil krijgen van circa 10,60 m +NAP. De woningen worden zonder kruipruimte gebouwd. Door deze maatregel wordt de benodigde drooglegging 90cm. en 100cm. ten opzichte van de GHG.

Als beheersmaatregel tegen mogelijke vochtonttrek wordt onder de geïsoleerde vloer wel een ventilatieruimte van 10 cm toegepast. In combinatie met het luchtdicht afsluiten van de vloer is het risico van vochtonttrek onder de vloer beheerst.

Hoger aanleggen van de nieuwe bouwpeilen wordt niet aanbevolen, aangezien rondom op een juiste wijze moet kunnen worden aangesloten op de bestaande verhardingen en de perceelsgrenzen van de bestaande woningen. De hoogte van de bouwpeilen zijn geverifieerd aan de grondwaterstanden ter plaatse, GHG +9,60 mNAP (zie Bijlage 4 Notitie geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem - 05-02-2018). Dit resulteert tot een ontwateringsdiepte van minimaal 90cm. en 100cm. ten opzichte van de GHG. Dit is 40cm. en 50cm. meer dan de minimaal benodigde ontwateringsdiepte van 50cm.

Grondwaterverontreiniging.

Binnen het plangebied bevindt zich een VOCl verontreiniging. Deze verontreiniging gelegen onder de Adriaan Kluytstraat kan op de lange termijn problemen veroorzaken ten aanzien van de rioolaansluitleidingen, aangezien VOCl het PVC leidingwerk aantast. Derhalve is in de planvorming rekening gehouden met het toepassen van PE leidingwerk ter plaatse van de VOCl verontreiniging. Voor het aanleggen van de huisaansluitleidingen kan worden volstaan met geen of een open bemaling gezien de beperkte diepte waarop de huisaansluitleidingen worden aangebracht. Gezien de beperkte hoeveelheid debiet zal het vrijkomende water worden geloosd op het vuilwaterriool. Ten behoeve van het vervangen van het gemeentelijk riool dient wel bemalen te worden. De uitvoeringsmethode wordt in de ontwerpfase verder uitgewerkt.

Bijlage 1 Notitie zettingsberekeningen - 12-02-2018

NOTITIE

Aan	:	Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V.
Contactpersoon	:	De heer M. Huiskamp
Van	:	De heer R.J.A. Haenen
Betreft	:	Zettingsberekeningen in verband met plaatselijke ophoging terrein
Volgnummer	:	207625-11/N03
Datum	:	12 februari 2018

1. Aanleiding en doel

Het plangebied "Eilandje Urk" gaat worden herontwikkeld. Hiervoor gaan 99 woningen worden gesloopt en worden 87 nieuwe woningen gebouwd. Daarnaast gaat het riool in de Adriaan Kluitstraat worden vervangen. Om in de toekomst het hemelwater binnen het plangebied onder vrij verval, oppervlakkig te kunnen laten afstromen naar het omliggende oppervlaktewater, zou het terrein plaatselijk moeten worden opgehoogd. Aangezien in de ondergrond klei- en veenlagen voorkomen, moet worden nagegaan in welke mate er als gevolg van een ophoging, zetting van het maaiveld kan optreden. In verband hiermee zijn in opdracht van Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V. (verder aangeduid met Dusseldorp) door Ortageo Zuidoost B.V. (verder aangeduid met Ortageo) zettingsberekeningen uitgevoerd. In deze notitie worden de resultaten hiervan beschreven.

2. Bronnen

Deze notitie is gebaseerd op de onderstaande bronnen.

- [1] Het overleg met de projectgroep in Arnhem op 08-02-2018.
- [2] Het rapport "Verkennd bodemonderzoek inclusief asbest (NEN 5740, NEN 5707 en NEN 5897) Eilandje Urk in Arnhem" rapportnummer 207625-10/R01, 22 december 2017, Envita.
- [3] De notitie "Geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem" volgnummer 207625-11/N02, 5 februari 2018, Ortageo.

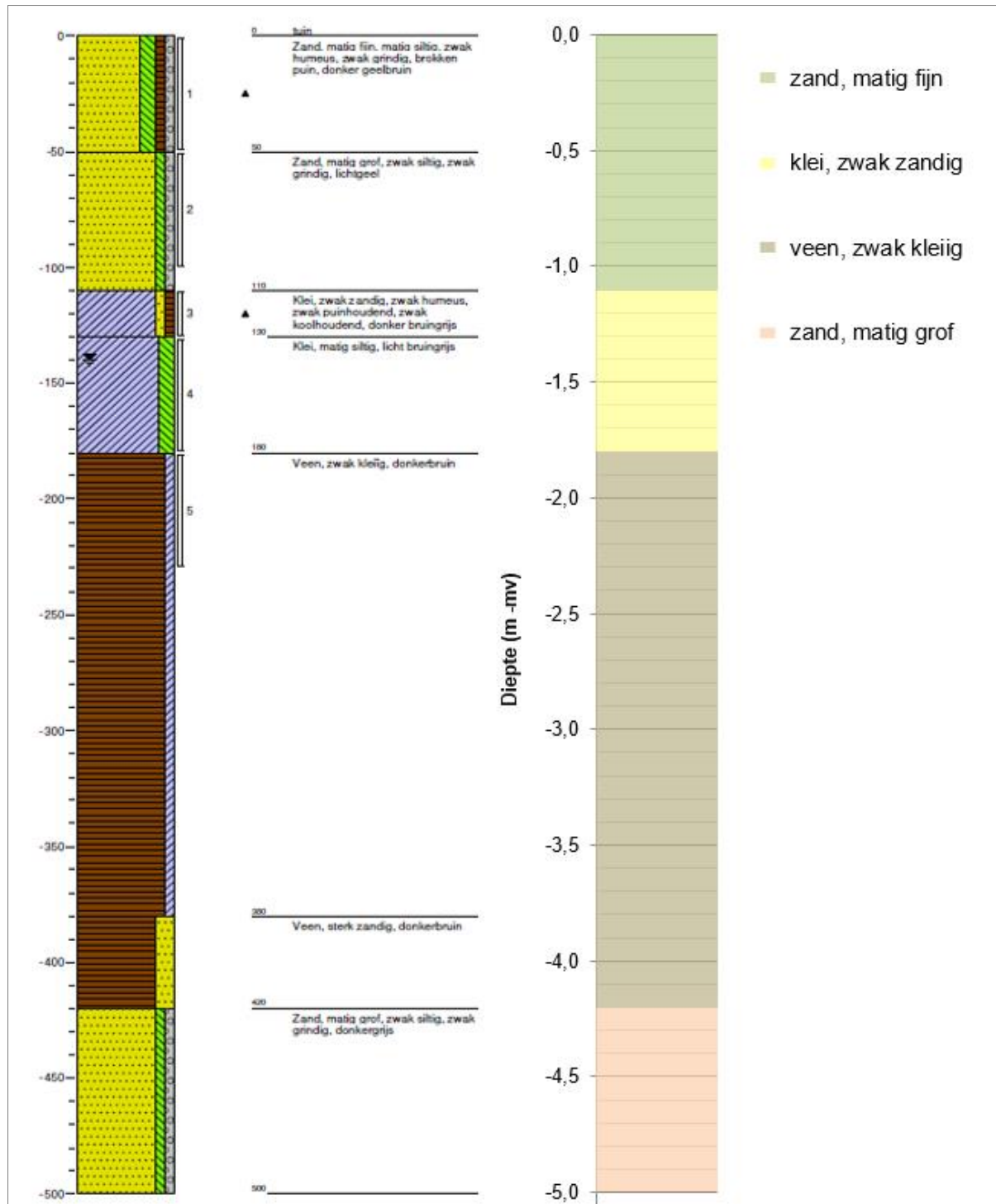
3. Zettingsberekeningen

Door de binnen het plangebied aanwezige samendrukbare grondlagen (klei en veen) kunnen zettingen optreden na het aanbrengen van een grondophoging (zie bijlage 1). Om een indicatie te krijgen van zettingen die kunnen ontstaan als gevolg van een aan te brengen grondophoging zijn zettingsberekeningen uitgevoerd. De zettingsberekeningen zijn gebaseerd op het ten aanzien van zettingen meest ongunstige bodemprofiel, dat is afgeleid bij het uitgevoerde milieukundig bodemonderzoek (bron [2]). In figuur 1 op de volgende pagina is dit bodemprofiel weergegeven.

De primaire en secundaire samendrukkingsconstante (C_p en C_s) hebben grote invloed op het ontstaan van zettingen (zie bijlage 1, formule 3). Om een zo betrouwbaar mogelijke inschatting van de te verwachte zettingen te maken is het dus van belang om bij de zettingsberekeningen zo reëel mogelijke waarden van C_p en C_s te gebruiken, om een zo klein mogelijke onzekerheid in de resultaten te krijgen. Een indicatie over de onzekerheid van de te berekenen zetting kan worden verkregen door het uitvoeren van zettingsberekeningen bij verschillende bodemprofielen (met verschillende waarden van C_p en C_s voor de verschillende bodemlagen). Hiermee ontstaat een indicatie over de bandbreedte, waarbinnen de werkelijke zetting met een zekere waarschijnlijkheid zal liggen. Gelet hierop zijn zettingsberekeningen uitgevoerd voor een gunstig en een ongunstig bodemprofiel (zie tabel 1).

Tabel 1: Beschouwde bodemprofielen bij de zettingsberekeningen

Bodemprofiel	Volumiek gewicht	Samendrukkingsconstante	Consolidatiecoëfficiënt
gunstig	hoog	hoog	hoog
ongunstig	laag	laag	laag



Figuur 1: Beschouwd bodemprofiel (boring B03) ten behoeve van zettingsberekeningen (bron [2])

Ten behoeve van de zettingsberekeningen zijn verder de volgende uitgangspunten aangehouden:

- de bodem is geschematiseerd tot een pakket op elkaar liggende, horizontale, homogene lagen met verschillende eigenschappen zoals in tabel 2 op de volgende pagina is aangegeven;
- natuurlijke grondwaterstand: 1,0 m -mv;
- hoogte aan te brengen grondpakket: 0,6 m
- soortelijke massa aan te brengen grondpakket: 1.700 kg/m³;
- beschouwde periode: 10.000 dagen.

Tabel 2: Bodemschematisatie t.b.v. zettingsberekeningen (afgeleid van het in figuur 1 aangegeven bodemprofiel)

Laagindeling model			γ_{dr} (kN/m ³)		γ_{nat} (kN/m ³)		C_p (-)		C_s (-)		C_v (m ² /s)
Laag	Dikte (m)	Hoofd- bestanddeel									
1	1,10	Zand	19	18	21	20	650	450	1.000.000	1.000.000	$1,0 * 10^{-2}$
2	0,70	Klei	18	17	18	17	20	20	250	200	$1,5 * 10^{-7}$
3	2,40	Veen	12	10	12	10	7,5	5	30	20	$3,5 * 10^{-7}$
4	6,80	Zand	19	18	21	20	650	450	1.000.000	1.000.000	$1,0 * 10^{-2}$

 Gunstig bodemprofiel

 Ongunstig bodemprofiel

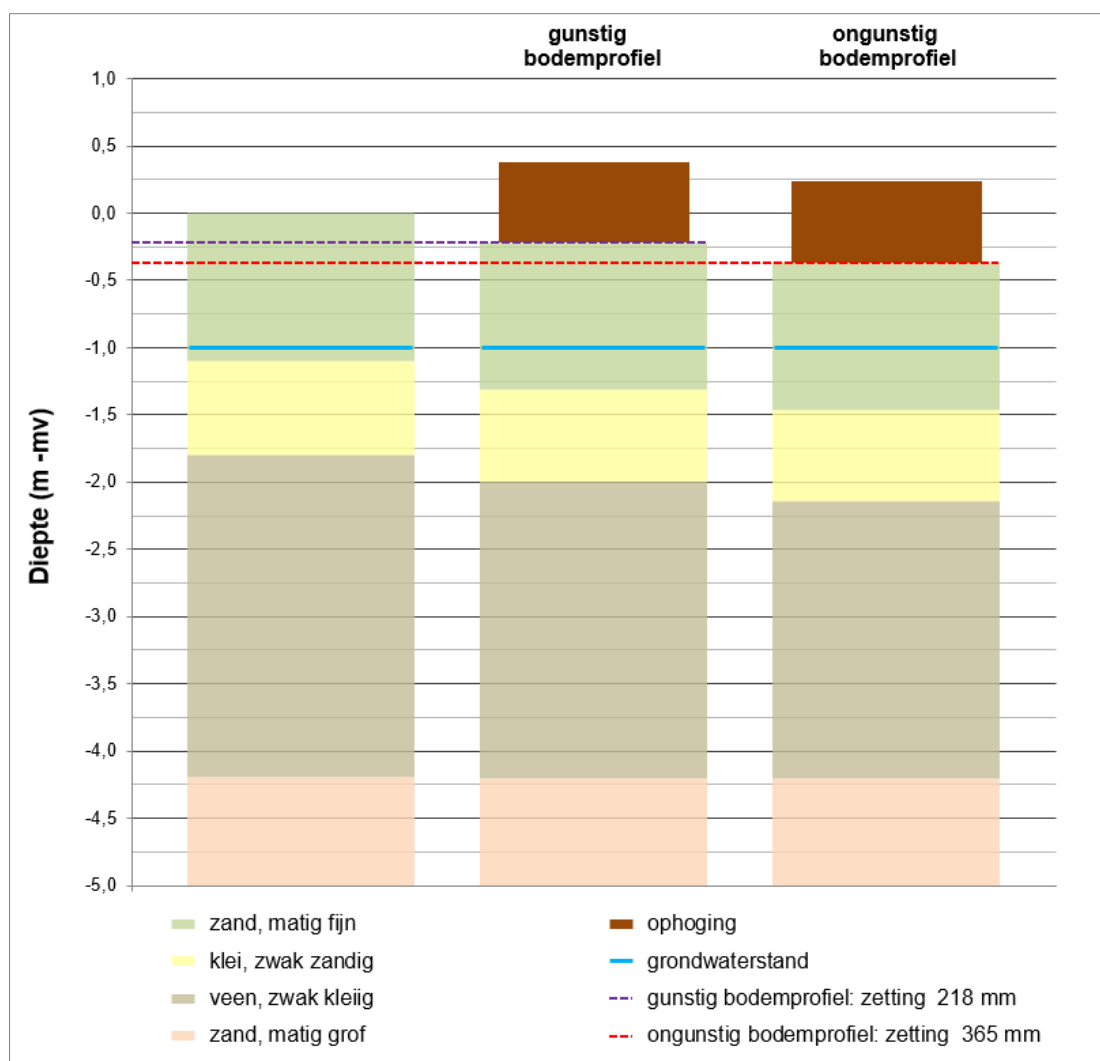
Hierbij zijn:

- γ_{dr} = volumiek gewicht van velddroge grond;
- γ_{nat} = volumiek gewicht van verzadigde grond;
- C_p = primaire samendrukkingsconstante;
- C_s = secundaire samendrukkingsconstante;
- C_v = consolidatiecoëfficiënt.

De in de tabel vermelde waarden van bovengenoemde grondparameters zijn op basis van ervaring en Eurocode 7 geschat uit de sondeergrafieken.

Resultaten

Voor het beschouwde bodemprofiel zijn zettingen berekend van 218 tot 365 mm. In figuur 2 zijn de resultaten van de zettingsberekeningen weergegeven.



Figuur 2: Berekende zetting na 10.000 dagen: **gunstig bodemprofiel 218 mm;**
ongunstig bodemprofiel 365 mm.

Aanvullende opmerkingen

- De voor de zettingsberekeningen gebruikte grondparameters uit tabel 2 zijn geschat. Reële waarden voor de grondparameters kunnen alleen via laboratoriumproeven worden bepaald met grondmonsters afkomstig van de projectlocatie. Dit betekent dat er een niet nader te kwantificeren onzekerheid in de resultaten zit.
- Bij de zettingsberekeningen is de bodem geschematiseerd tot een pakket op elkaar liggende homogene lagen met verschillende eigenschappen. In praktijk zijn de lagen nooit geheel homogeen en komen in elke laag laterale verschillen in de samenstelling voor. Hierdoor zal er in elke laag sprake zijn van een laterale variatie in grondmechanische eigenschappen. Ook al is er nog zo veel informatie over de bodemsamenstelling bekend, in de praktijk is altijd sprake van enige ruimtelijke variatie hierin (heterogeniteit op zowel macro- als microschaal). Het is onmogelijk om hiermee bij zettingsberekeningen tot in detail rekening te houden, wat betekent dat de resultaten van zettingsberekeningen altijd een bepaalde onzekerheid met zich meebrengen.

Bijlage

- 1) Toelichting zettingen

BIJLAGE 1

Toelichting zettingen

Zettingen

Primaire en secundaire zetting

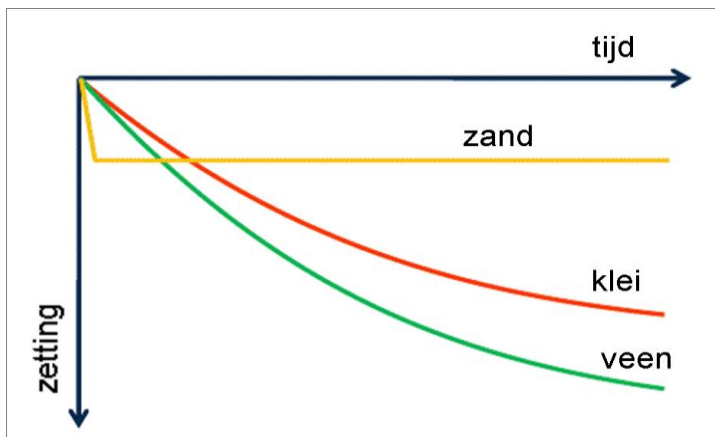
Indien samendrukbare grondlagen (zoals veen, klei en leem) in de ondergrond voorkomen en de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de in het verleden laagst voorgekomen grondwaterstand, of er wordt een belasting aan maaiveld aangebracht (zoals een bouwwerk of een grondpakket), kunnen deze lagen worden samengedrukt met zetting van het maaiveld tot gevolg.

De extra belasting die op de ondergrond wordt uitgeoefend als gevolg van een verlaagde grondwaterstand of aangebrachte belasting aan maaiveld, moet worden gedragen door het korrelskelet: door de normaalspanningen en schuifspanningen die zich ontwikkelen in de raakpunten tussen de korrels. Bij een daling van de grondwaterstand neemt de korrelspanning onder grondwaterniveau, bij een gelijkblijvende totale grondspanning, in eerste instantie evenveel toe als de waterspanning afneemt. Bij het aanbrengen van een bovenbelasting neemt de korrelspanning in alle bodemlagen toe, dus ook in de bodemlagen boven de grondwaterspiegel.

Door een toenemende korrelspanning kunnen de korrels ten opzichte van elkaar gaan schuiven en/of rollen, waardoor de rangschikking (stapeling) van de korrels in de contactpunten verandert (het aantal contactpunten tussen de korrels neemt toe) en de grond vervormt totdat een evenwichtstoestand is bereikt. Hierdoor neemt het poriënvolume af hetgeen tot zetting van de grond leidt: *primaire zetting*.

Primaire zettingen zullen direct ontstaan wanneer een belasting in één keer wordt aangebracht en/of de grondwaterstand in een relatief korte tijd wordt verlaagd. Primaire zetting is alleen mogelijk indien vervorming van het korrelskelet, of de afname van het poriegehalte, niet wordt belemmerd. Indien de poriën gevuld zijn met water kan het porievolume alleen afnemen wanneer het water uit de poriën wordt geperst. Het gemak waarmee dat kan gebeuren, hangt direct af van de doorlatendheid van de grond. Wanneer de grond niet doorlatend is, kan het water niet uit de poriën stromen en zal er geen zetting optreden aangezien water niet samendrukbaar is. In dat geval wordt de extra veroorzaakte/aangebrachte belasting geheel gedragen door het water hetgeen betekent dat er sprake is van “overspannen” water. Op zichzelf is dat geen probleem wanneer de evenwichtssituatie wordt beschouwd voor locaties onder het midden van een brede ophoging. Aan de randen van de ophoging, bij de taluds, zullen zich echter behoorlijk grote schuifspanningen in de ondergrond ontwikkelen en aangezien de schuifweerstand van met water verzadigde grond, en met name van grond met overspannen water, zeer laag is, kunnen in zulke gevallen bij de taluds gemakkelijk afschuivingen ontstaan. Het ontstaan van overspannen water moet dus worden tegengegaan. De belasting ten gevolge van een grondwaterstandsverlaging of ophoging moet worden gedragen door het korrelskelet en niet door het poriewater.

Grond heeft echter altijd een zekere mate van doorlatendheid hetgeen betekent dat het grondwater geleidelijk uit de poriën wordt gedrukt als gevolg van de extra belasting door een grondwaterstandsverlaging of ophoging. Gedurende een zekere tijd zal de extra belasting, die in eerste instantie werd gedragen door het grondwater in de poriën, worden overgedragen op het korrelskelet. Door de trage wateruitdrijving neemt de korrelspanning toe hetgeen tot een geleidelijke zetting van deze lagen leidt. Dit proces van wateruitdrijving en geleidelijke zetting wordt *consolidatie* genoemd. De periode waarin wateruitdrijving plaatsvindt (de hydrodynamische periode of de consolidatietijd), is langer naarmate de doorlatendheid van de grond kleiner is en/of de betreffende laag dikker is: wanneer grond meer samendrukbaar is moet er meer water worden uitgedreven en wanneer de laag dikker is, moet al het uit te drijven water een langere weg afleggen. De hydrodynamische periode is (heel) kort voor grind, dat een hoge doorlatendheid heeft maar kan zeer aanzienlijk zijn (jaren) voor klei dat een (zeer) geringe doorlatendheid heeft (zie figuur 1 op de volgende pagina).



Figuur 1: Relatieve tijd-zettingscurven

Het optreden van zetting is dus een tijdsafhankelijk proces, waarbij de zettingssnelheid afhangt van de textuur, structuur en het watergehalte van de grond en van de omvang van de huidige (en eventueel in het verleden voorgekomen) belastingen en grondwaterstands dalingen.

Wanneer een daling van de grondwaterstand en/of een bovenbelasting continu in stand wordt gehouden, treedt naast primaire zetting ook een doorgaande vervorming op, die steeds kleiner wordt, maar nooit op lijkt te houden. Dit verschijnsel wordt *secundaire zetting* (ook wel kruip) genoemd. Kruip is de blijvende “vervorming” van de bodem ten gevolge van volumeveranderingen, die veroorzaakt worden door plastische aanpassingen in de bodemstructuur (kruip van de korrels).

Door zetting kan esthetische schade, of erger, constructieve schade aan bestaande bebouwing (vooral op staal gefundeerde bebouwing is hiervoor gevoelig) en boven- en ondergrondse infrastructuur (wegen en riool) ontstaan. Met name het optreden van differentiële zetting (op één plaats meer zetting dan op een andere plaats) kan tot (aanzienlijke) schade leiden. De mate waarin ten gevolge van een grondwaterstandsverlaging of bovenbelasting zetting en eventueel daaraan gerelateerde schade optreedt, is afhankelijk van:

- de aard, diepte en dikte van aanwezige samendrukbare (zettingsgevoelige) lagen;
- de extra verlaging van de grondwaterstand onder de in het verleden voorgekomen laagste grondwaterstand;
- het gewicht van de aangebrachte bovenbelasting;
- de tijdsperiode, waarin de grondwaterstands daling/bovenbelasting in stand wordt gehouden;
- de funderingswijze van binnen het risicogebied aanwezige bebouwing en infrastructuur;
- de staat van de fundering, bebouwing en infrastructuur;
- de mate waarin in het verleden al “voorzetting” heeft plaatsgevonden ten gevolge van in het verleden aangebrachte bovenbelastingen (bebouwing, grondophogingen) en/of natuurlijke/kunstmatige fluctuaties van de grondwaterstand.

Door in het verleden opgetreden zetting is de korrelspanning in de grond reeds toegenomen en deze toegenomen korrelspanning bepaalt de maximale zetting, die bij een daling van de grondwaterstand (b.v. ten gevolge van een grondwateronttrekking) of bij het aanbrengen van een bovenbelasting nog mag optreden.

Grondspanning

De totale grondspanning op een horizontaal vlak in de ondergrond is gelijk aan het totale gewicht van de bovenliggende kolom grond (korrels + water) plus het gewicht van een eventuele bovenbelasting. De totale grondspanning wordt gedragen door het korrelskelet en het poriewater volgens:

$$(1) \quad \sigma_t = \sigma_e + u \quad \rightarrow \quad \sigma_e = \sigma_t - u$$

waarin: σ_t = totale grondspanning (kN/m²);
 σ_e = effectieve spanning of korrelspanning (kN/m²);
 u = waterspanning (kN/m²).

Zettingsberekeningen

Zettingen zijn dus het resultaat van een afname van het porievolume (primaire zettingen) en van kruip van de korrels die het skelet vormen (secundaire zettingen). In formulevorm is dit te schrijven als:

$$(2) \quad \Delta z_t = \Delta z_p + \Delta z_s$$

waarin: Δz_t = totale zetting;
 Δz_p = primaire zetting;
 Δz_s = secundaire zetting.

In Nederland wordt de formule van Koppejan (samenvoeging van de formules van Terzaghi en Keveling Buisman) veel gebruikt voor de berekening van zettingen. Deze formule luidt:

$$(3) \quad z = D \cdot \left[\frac{1}{C_p} + \frac{\log t}{C_s} \right] \cdot \ln \left[\frac{\sigma_i + \Delta\sigma}{\sigma_i} \right]$$

waarin: z = totale zetting van de samendrukbare laag (m);
 D = dikte van de samendrukbare laag (m);
 C_p = primaire samendrukingscoëfficiënt van de samendrukbare laag (-);
 t = tijd na verlaging grondwaterstand of na aanbrengen bovenbelasting (dagen);
 C_s = secundaire samendrukingscoëfficiënt van de samendrukbare laag (-);
 σ_i = initiële verticale korrelspanning in het midden van de samendrukbare laag (kPa);
 $\Delta\sigma$ = toename van de verticale korrelspanning in het midden van de samendrukbare laag (kPa).

Om de totale zetting te berekenen moet voor alle bodemlagen met een verschillende samenstelling (en dus verschillende grondmechanische eigenschappen) de afzonderlijke zetting bepaald worden met formule (3). De totale zetting is de som van alle berekende "laagzettingen". In formule:

$$(4) \quad z = \sum_{i=1}^{i=n} z_i$$

waarin: z = totale zetting (m);
 z_i = zetting van laag i (m);
 n = totaal aantal lagen (-).

Met zettingsberekeningen moet inzicht worden verkregen in zettingen die kunnen ontstaan als gevolg van een grondwaterstands daling en/of een aan te brengen bovenbelasting. Hierbij wordt uitgegaan van een bepaalde bodemopbouw en een grondwaterstands verlaging en/of bovenbelasting, die voor een bepaalde tijd in stand wordt gehouden. Aangezien de bodemopbouw hierbij wordt vereenvoudigd, ontstaat op hoofdlijnen inzicht in zettingen die kunnen optreden. Ook al is er nog zo veel informatie over de bodemsamenstelling bekend, in de praktijk is altijd sprake van enige ruimtelijke variatie hierin (heterogeniteit op zowel macro- als microschaal). Het is onmogelijk om hiermee bij zettingsberekeningen tot in detail rekening te houden, wat betekent dat de resultaten van zettingsberekeningen altijd een bepaalde onzekerheid met zich meebrengen.

De primaire en secundaire samendrukingsconstante (C_p en C_s) hebben grote invloed op het ontstaan van zettingen. Om een zo betrouwbaar mogelijke inschatting van de te verwachte zettingen te maken is het dus van belang om bij de zettingsberekeningen zo reëel mogelijke waarden van C_p en C_s te gebruiken, om een zo klein mogelijke onzekerheid in de resultaten te krijgen. Een indicatie over de onzekerheid in de berekende zetting kan worden verkregen door het uitvoeren van zettingsberekeningen bij verschillende bodemprofielen (met verschillende waarden van C_p en C_s voor de verschillende bodemlagen). Hiermee ontstaat een indicatie over de bandbreedte, waarbinnen de werkelijke zetting met een zekere waarschijnlijkheid zal liggen. Dit is van belang om een eventuele noodzaak aan te geven voor het treffen van maatregelen ter voorkoming van aan zetting gerelateerde schade.

Hydrodynamische periode.

In theorie duurt het consolidatieproces in slecht doorlatende gronden oneindig lang en is de eindzetting pas na lange tijd (de consolidatieperiode) ontwikkeld (zie figuur 1).

Voor zettingsberekeningen is het voldoende om te berekenen wanneer 99% van de uiteindelijke zetting is bereikt. Dit is de *hydrodynamische periode*. De theoretische eindzetting wordt met formule (3) berekend voor $t = 10.000$ dagen. Aangezien de samendrukking van niet-cohesieve grondlagen (zand en grind) vrijwel direct optreedt, mag het tijdseffect voor deze lagen worden verwaarloosd.

De tijd waarin primaire zetting van de grond optreedt, moet voor één laag worden berekend met de formule:

$$(5) \quad t_e = 2 \cdot \frac{(a \cdot h)^2}{C_v}$$

waarin: t_e = hydrodynamische periode (s); de tijd waarna 99% van de eindzetting is bereikt (dit wordt beschouwd als het praktisch einde van de consolidatie);

a = geometrieconstante: $a = 0,5$ bij tweezijdige afstroming, $a = 1,0$ bij éézijdige afstroming;

h = dikte van de samendrukbare laag (m);

c_v = consolidatiecoëfficiënt (m^2/s).

Het berekenen van de tijd waarin primaire zetting optreedt van een lagenpakket bestaande uit meer aangrenzende cohesieve grondlagen, gebeurt met formule (5), waarbij in plaats van h een *equivalente laagdikte* (h_{eq}) moet worden gebruikt, waarvoor geldt:

$$(6) \quad h_{eq} = h_1 + \sum_{i=2}^{i=n} h_{j,eq}$$

waarbij

$$(7) \quad h_{j,eq} = h_j \cdot \sqrt{\left(\frac{C_{v,1}}{C_{v,j}} \right)}$$

waarin: h_{eq} = equivalente laagdikte (m);

h_1 = dikte van laag 1 (m);

$h_{j,eq}$ = equivalente laagdikte van laag j (m);

h_j = dikte van laag j (m);

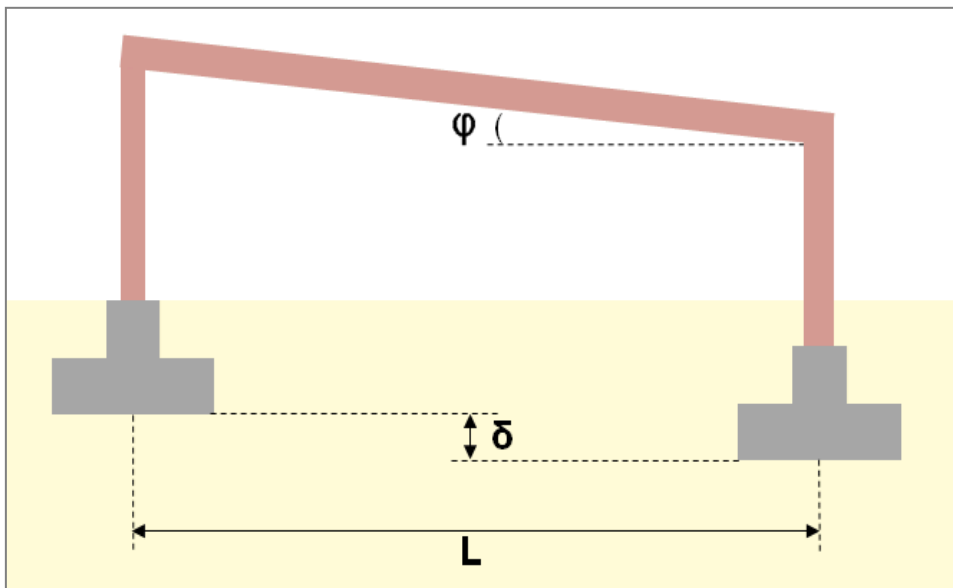
n = aantal aangrenzende lagen (-);

$C_{v,1}$ = consolidatiecoëfficiënt van laag 1 (m^2/s);

$C_{v,j}$ = consolidatiecoëfficiënt van laag j (m^2/s).

Verschilzetting

Zolang zettingen niet te groot zijn en gelijkmatig optreden is er geen gevaar. Maar ongelijkmatige zettingen (op één plaats meer zetting (δ) dan op een andere plaats als gevolg van bijvoorbeeld een heterogeniteit in de bodem) kunnen tot een hoekverdraaiing (ϕ) tussen twee afzonderlijke funderingselementen van een gebouw leiden (zie figuur 2 op de volgende pagina), waardoor esthetische schade (scheurvorming) of erger, constructieve schade (verlies van stabiliteit) aan bestaande constructies (bebouwing, wegen, kunstwerken) en/of ondergrondse leidingen (riolering, gas- en waterleidingen) kan ontstaan. Vooral op staal gefundeerde bebouwing is hiervoor gevoelig.



Figuur 2: Verschilzetting

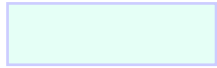
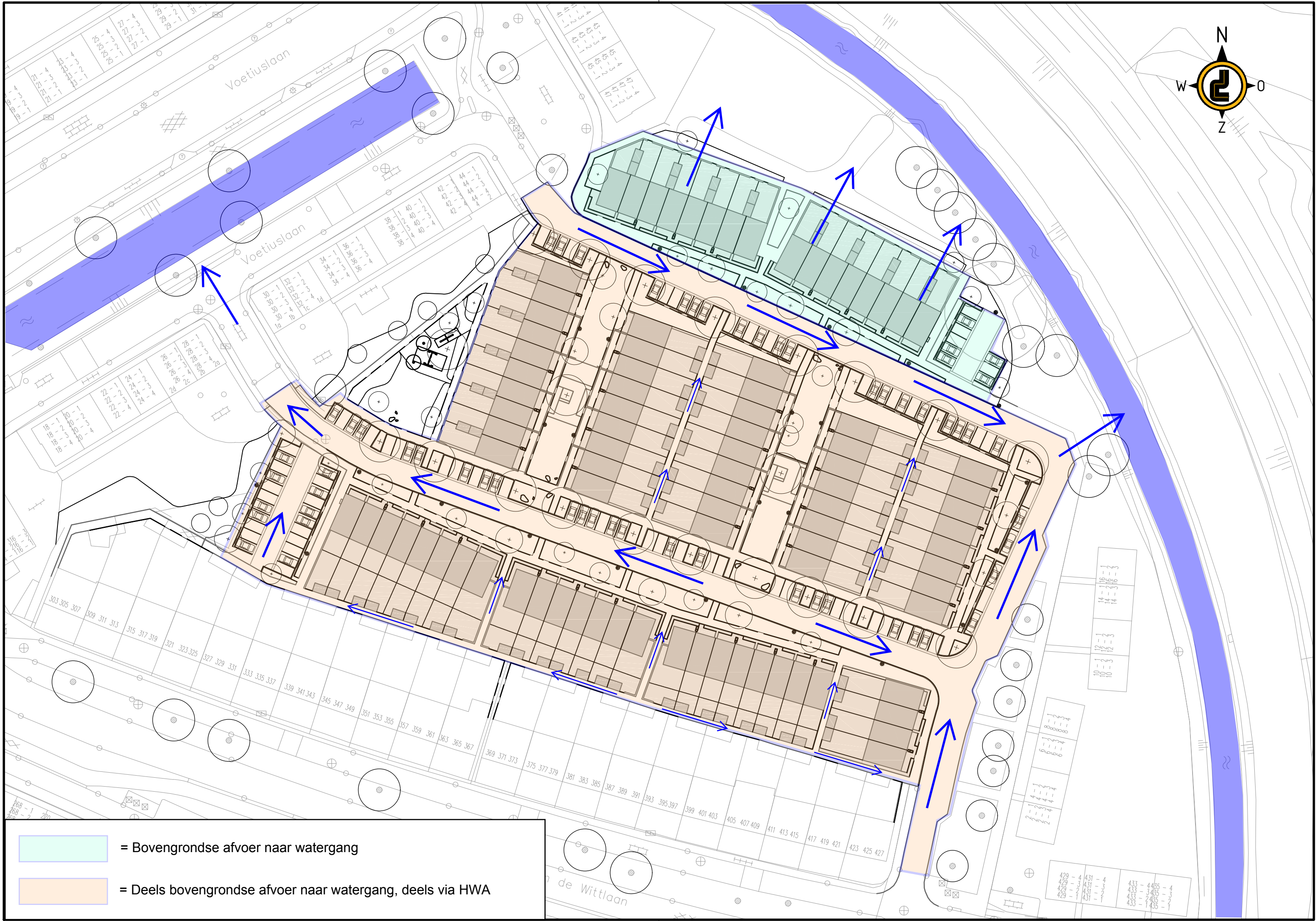
Volgens Eurocode 7 zijn voor bouwwerken maximale zettingen toegestaan van 50 mm en is er structurele schade mogelijk wanneer de verschilzetting δ groter wordt dan $1/150$ van de overspanning L en zijn er scheuren mogelijk vanaf $1/500$ van de overspanning ($\delta = 2$ mm per meter overspanning).

Bij het ontwerp van wegen wordt als zettingseis een toegestaan zettingsverschil over een bepaalde afstand gehanteerd ^[1]. Voor hogere orde wegen worden onderstaande eisen aangehouden:

- maximaal restzettingsverschil over een afstand van 25 meter: 50 mm (deze eis wordt als zeer conservatief beschouwd).
- maximaal restzettingsverschil over een afstand van 50 meter: 100 mm.

[1] Rapport "Langsonvlakheid van wegen - relatie van comfort tot restzettingseisen"; Master thesis sectie Weg- en Railbouwkunde Faculteit Civiele Techniek en geowetenschappen, Technische Universiteit Delft.; J.J.S.A. Coremans; november 2007.

Bijlage 2 Basisprincipe HWA

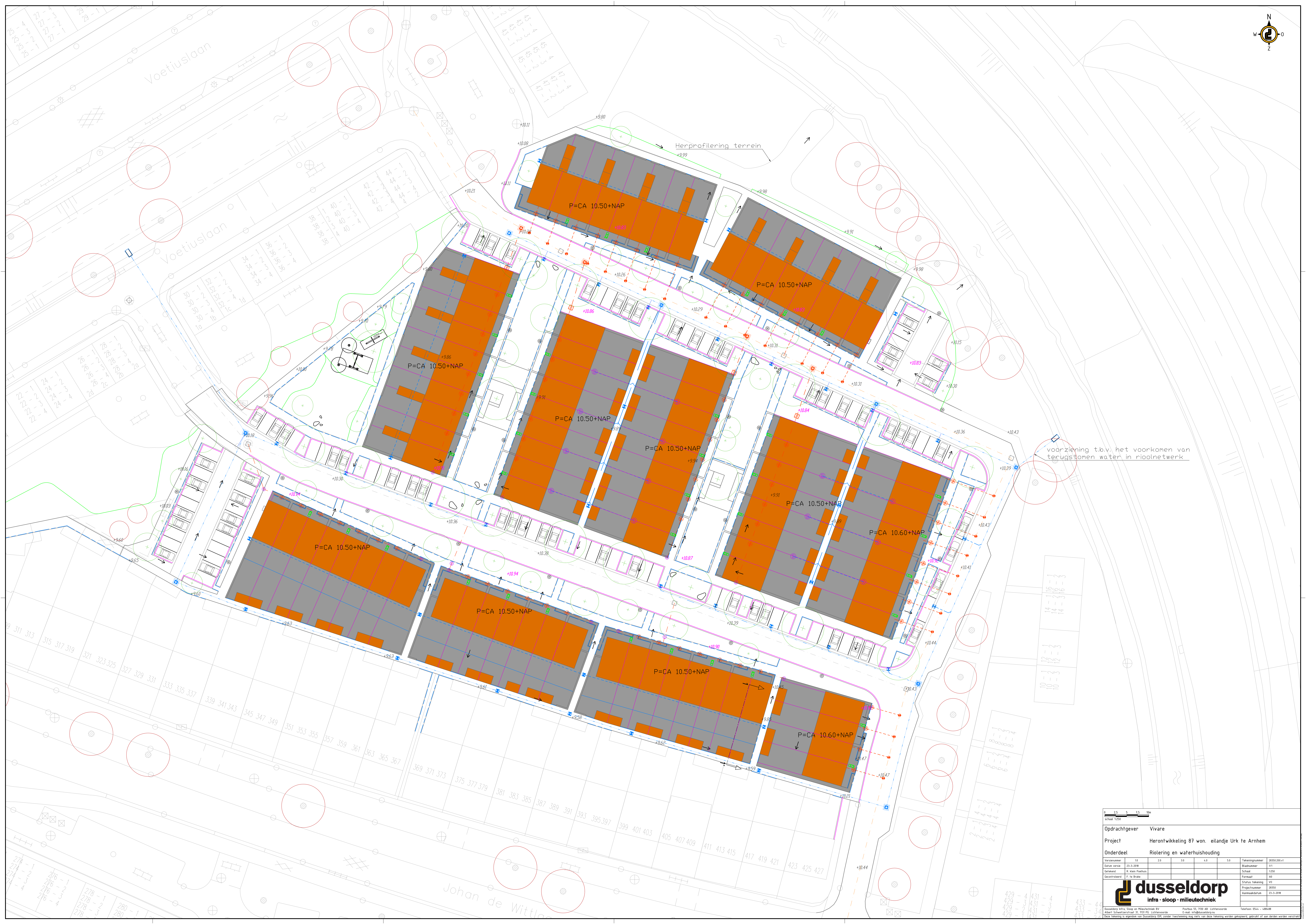
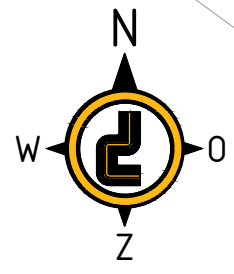


= Bovengrondse afvoer naar watergang



= Deels bovengrondse afvoer naar watergang, deels via HWA

Bijlage 3 Overzichtstekening Riolering en waterhuishouding



0 2.5 5 7.5 m

Schaal 1:250

Opdrachtgever

Vivare

Project

Herontwikkeling 87 won. eilandje Urk te Arnhem

Onderdeel

Riolering en waterhuishouding

Versionenr	10	20	30	40	50	Tekeningnummer	2650300-1
Datum versie	25-3-2018					Bladnummer	5/1
Getekend	R. Klein Proffius					Schaal	1:250
Gecontroleerd	P. de Bruijn					Formaat	A0
						Status Tekening	V0
						Projectnummer	26503
						Ausvoerdatum	25-3-2018

**dusseldorp**
infra · sloop · milieutechniek

Dusseldorp Infra - Sloop en Milieutechniek BV

Albert Schweitzerstraat 31, 3115 PS Lichtevoorde

Ditte Tekening is eigendom van Dusseldorp 1991, zonder toestemming mag niets van deze Tekening worden gepubliceerd, gebruikt of aan derden worden verstrekt.

Postbus 55, 751 AB Lichtevoorde

E-mail: info@dusseldorp.nl

Tel: 0581 - 486448

Tel: 0581 - 486448

Tel: 0581 - 486448

Tel: 0581 - 486448

Bijlage 4 Notitie geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem - 05-02-2018

NOTITIE

Aan : **Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V.**
Contactpersoon : **De heer M. Huiskamp**
Van : **De heer S.A.J. Verdijk**
Betreft : **Geohydrologisch onderzoek Eilandje Urk in Arnhem**
Volgnummer : **207625-11/N02**
Datum : **5 februari 2018**

1. Inleiding

In opdracht van Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek B.V. (verder aangeduid met Dusseldorp) is door Ortageo Zuidoost B.V. (verder aangeduid met Ortageo) een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd voor het plangebied Eilandje Urk in Arnhem.

De aanleiding voor het geohydrologisch onderzoek is de voorgenomen sloop van 99 woningen en de nieuwbouw van circa 87 woningen. Voor deze herontwikkeling is een wijziging van het bestemmingsplan noodzakelijk en dient een waterhuishoudkundig plan opgesteld te worden. Het geohydrologisch onderzoek is onderdeel van het waterhuishoudkundig plan.

Het doel van het geohydrologisch onderzoek is het verkrijgen van inzicht in:

- de bodemopbouw (samenstelling, diepte en dikte verschillende bodemlagen) binnen het plangebied tot circa 4 m diepte;
- de mate van heterogeniteit van de bodemopbouw binnen het plangebied;
- de grondwaterstand en fluctuaties daarvan (GLG/GHG).

2. Bronnen

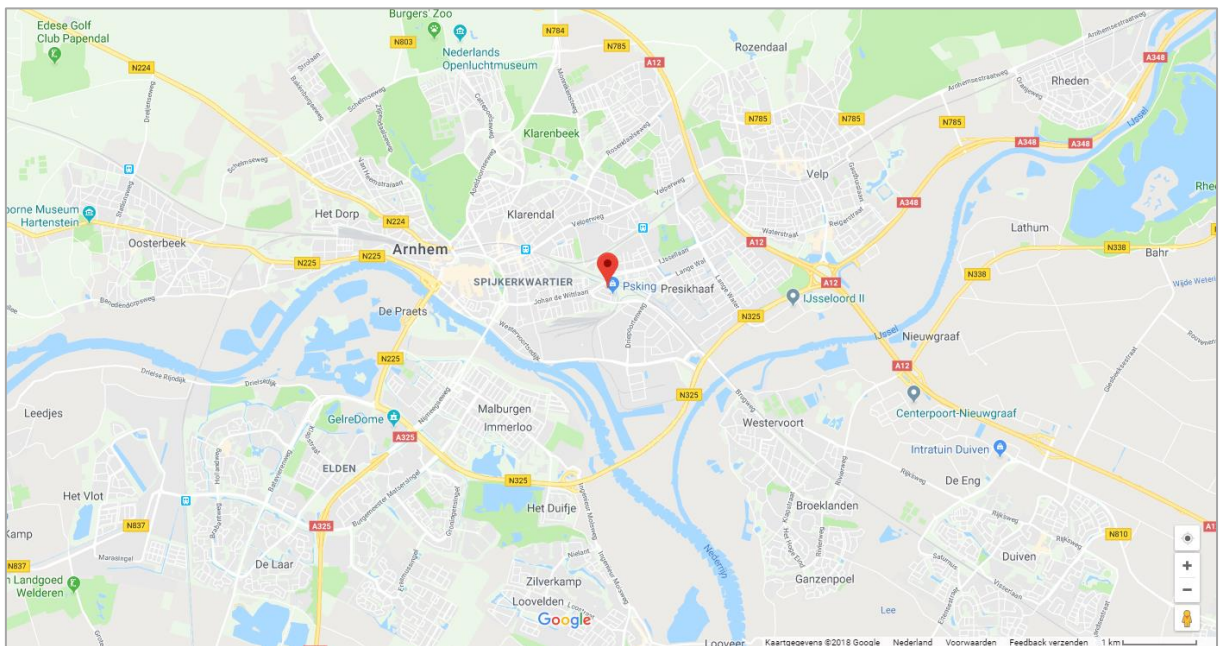
Dit rapport is gebaseerd op de onderstaande bronnen.

- [1] Mondelinge en schriftelijke informatie van Dusseldorp (de heer M. Huiskamp).
- [2] Tekening "Riolering en waterhuishouding Eilandje Urk in Arnhem", tekeningnummer: 28350.01.v1.0, d.d. 17 oktober 2017, Dusseldorp.
- [3] Tekening "Hoogtemeting plangebied Vivare, Arnhem situatie- en hoogte (t.o.v. NAP), projectnummer 6292.100, d.d. 11 september 2017, Factogeo.
- [4] Rapport: "Riolering en waterhuishoudkundig (VO) Eilandje Urk te Arnhem", documentnaam 28350_whp_v01, d.d. 24 oktober 2017, Dusseldorp.
- [5] Schets dwarsprofiel situatie verkregen van Dusseldorp.
- [6] Notitie "Waterplan Eilandje Urk-informatie en uitgangspunten", d.d. 20 juni 2017, Gemeente Arnhem.
- [7] Rapport "milieukundig bodemonderzoek Buysstraat te Arnhem ten behoeve van aanleg riolering, referentie AH390-1/posm/001, d.d. 9 juli 2004, Witteveen + Bos.
- [8] Rapport "rapportage verkennend milieukundig bodemonderzoek Buysstraat te Arnhem ten behoeve van aanleg kabels en leidingen in trottoir, referentie AH390-5/@@, d.d. 18 november 2005, Witteveen + Bos.
- [9] Rapport "Milieutechnisch verkennend en aanvullend bodemonderzoek en funderingsonderzoek in het kader van BGB Het Arnhemsche Broek te Arnhem", kenmerk R1303534-RH_2, d.d. 7 april 2014, MOS.
- [10] Rapport "Milieutechnisch bodemonderzoek, verhardings- en funderingsonderzoek in het kader van BGB Het broek en Statenkwartier", kenmerk, R1501574-AL_2, d.d. 22 oktober 2015, MOS
- [11] Rapport "Nader grondwateronderzoek, Adriaan Kluitstraat te Arnhem", kenmerk R1503114-AL_5, d.d. 28 januari 2016, MOS.
- [12] Rapport "Verkennen bodemonderzoek inclusief asbest (NEN 5740, NEN 5707 en NEN 5897) Eilandje Urk in Arnhem" rapportkenmerk 207625-10/R01, d.d. 22 december 2017, Envita.
- [13] Rapport "Grondwatermonitoring GGB Presikhaaf in Arnhem", rapportnummer 204778-10/R02, d.d. 16 november 2015, Envita.
- [14] www.dinoloket.nl: geo(hydro)logische informatie.
- [15] www.google.nl/maps: luchtfoto's en straatoverzichten.
- [16] <https://www.gelderland.nl/Kaartenencijfers>: digitale kaarten provincie Gelderland.
- [17] <https://www.wrij.nl/thema/actueel/actualisatie-legger/>: legger waterschap Rijn en IJssel.
- [18] www.ahn.nl: Actueel hoogtebestand Nederland.
- [19] www.topotijdreis.nl: Historische kaartmateriaal.

- [20] www.pdok.nl: Openbaar kaartmateriaal.
- [21] Informatie over grondwaterstanden van de gemeente Arnhem (de heer E. Laurentzen).
- [22] Hoogtekaart van het maaiveld ter plaatse van Eilandje Urk, verkregen van Dusseldorp.
- [23] Rapport "Monitoring grondwater september 2014 Presikhaaf te Arnhem", projectnummer 20140295/MVOP, d.d. 24 september 2014, Geofox-Lexmond bv.
- [24] Rapport "Grondwatermonitoring GGB Presikhaaf in Arnhem", rapportnummer 204778-12/R01, d.d. 19 januari 2017, Envita.
- [25] Rapport "Grondwatermonitoring 2017 GGB Presikhaaf in Arnhem", rapportnummer 204778-13/R01, d.d. 30 juni 2017, Envita.
- [26] Schriftelijke informatie van waterschap Rijn en IJssel (de heer J. Bosch).

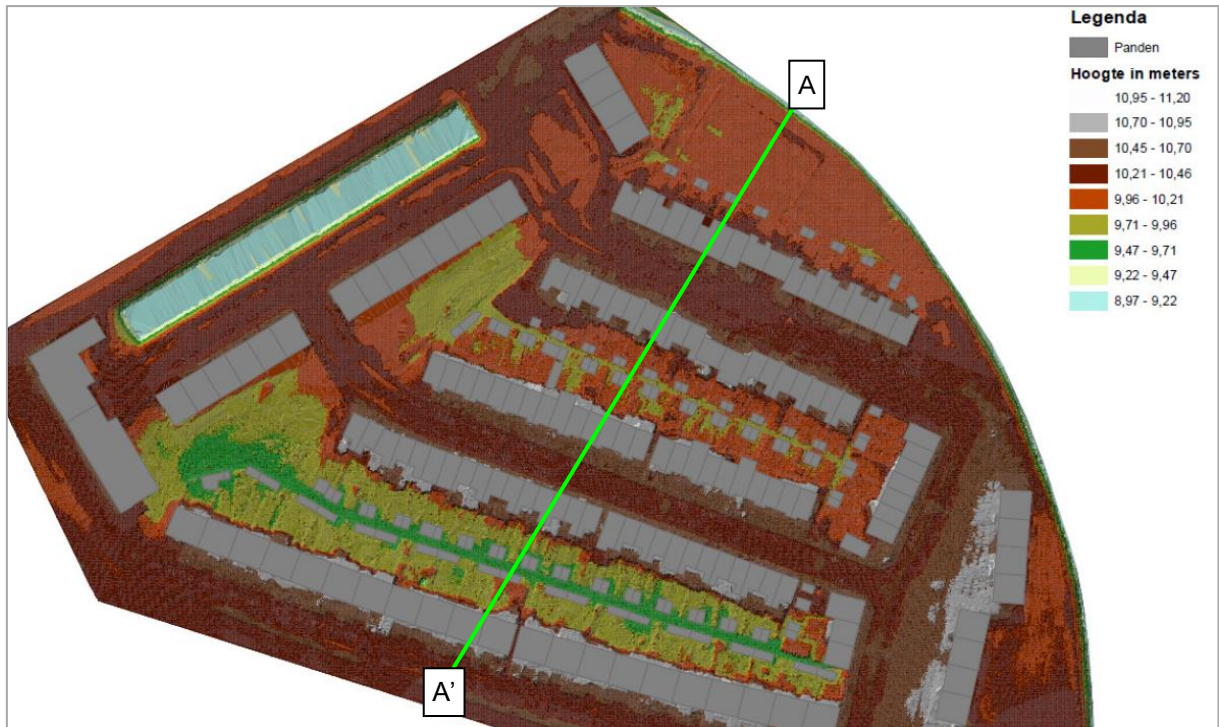
3. Algemene gegevens

Het plangebied ligt aan de oostkant van de binnenstad van Arnhem. In figuur 1 is de regionale ligging van het plangebied aangegeven en in figuur 2 is de globale ligging van het plangebied aangegeven. Voor de herontwikkeling van de locatie wordt de bestaande bebouwing gesloopt en in de Adriaan Kluitstraat wordt het riool vervangen.

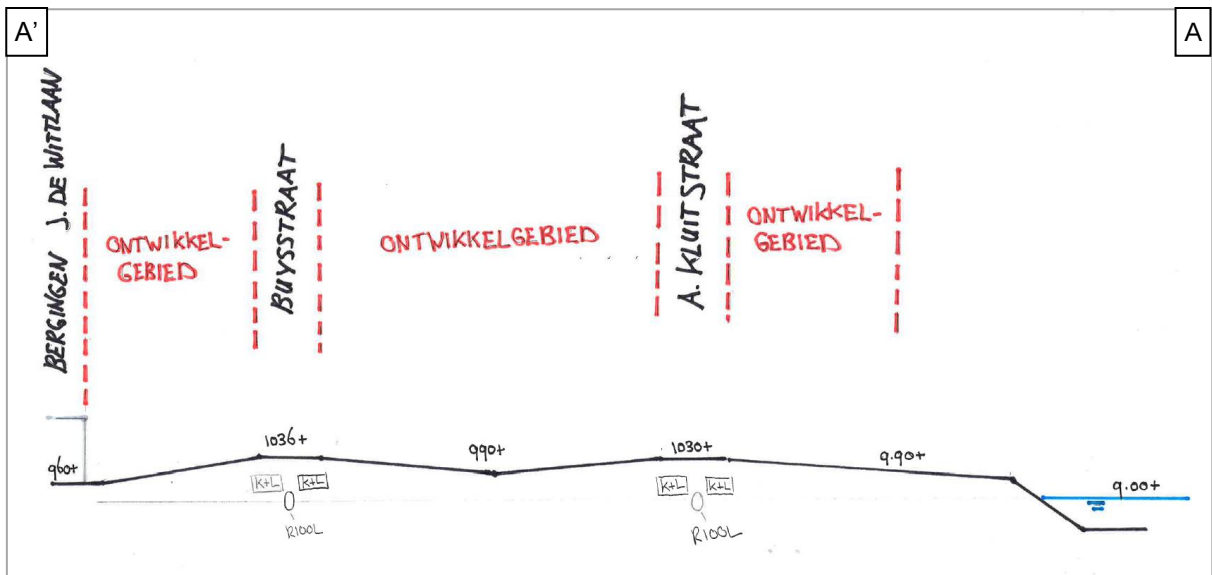


4. Maaiveldhoogte

Binnen het plangebied is sprake van een grote variatie in de maaiveldhoogte. Met name de maaiveldhoogte van de huidige tuinen is (aanzienlijk) kleiner dan de maaiveldhoogte van de straten. De maaiveldhoogte binnen het plangebied varieert van circa +9,6 mNAP tot +10,9 mNAP. In figuur 3 is een hoogtekarte van het plangebied weergegeven. En in figuur 4 is een schematische dwarsdoorsnede langs de in figuur 3 aangegeven profiellijn A-A' weergegeven.



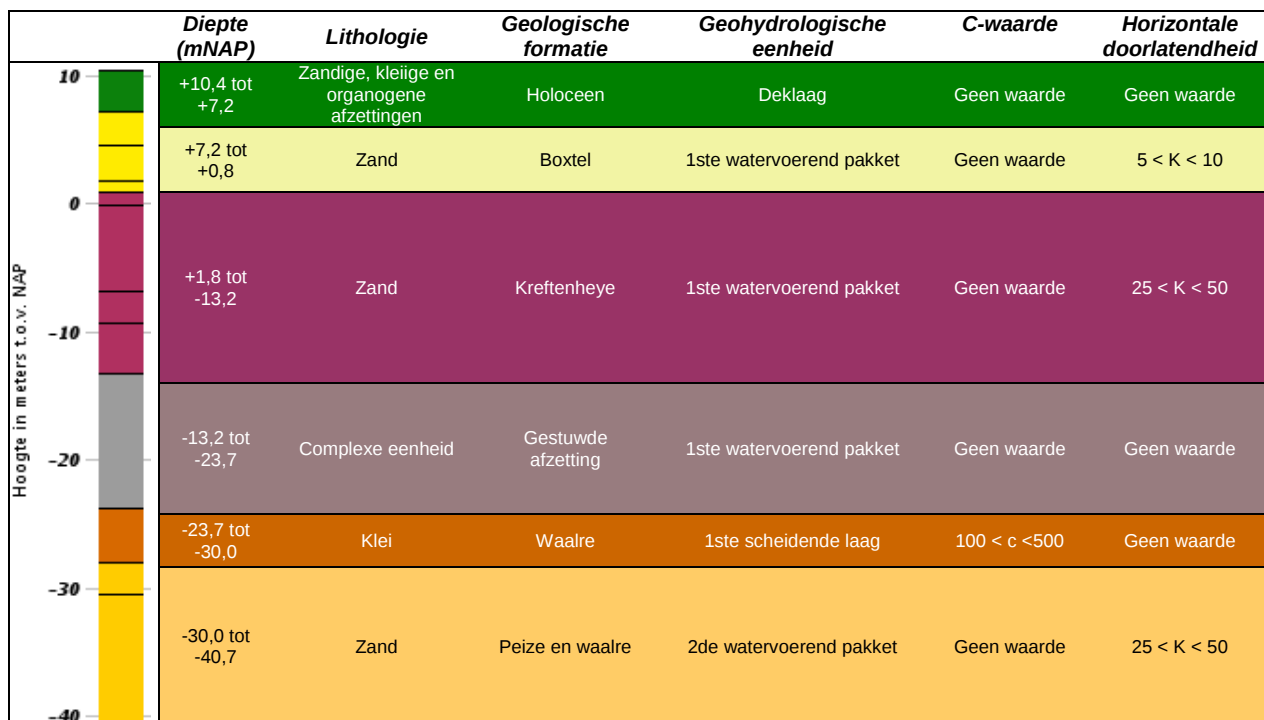
Figuur 3: Hoogtekarte plangebied (bron [22])



Figuur 4: Schematisch dwarsprofiel A-A' (bron [1])

5. Bodemopbouw en geohydrologie

De regionale geo(hydro)logische bodemopbouw binnen het plangebied is weergegeven in figuur 4.



Figuur 5: Regionale geohydrologische bodemopbouw op plangebied (bron [14])

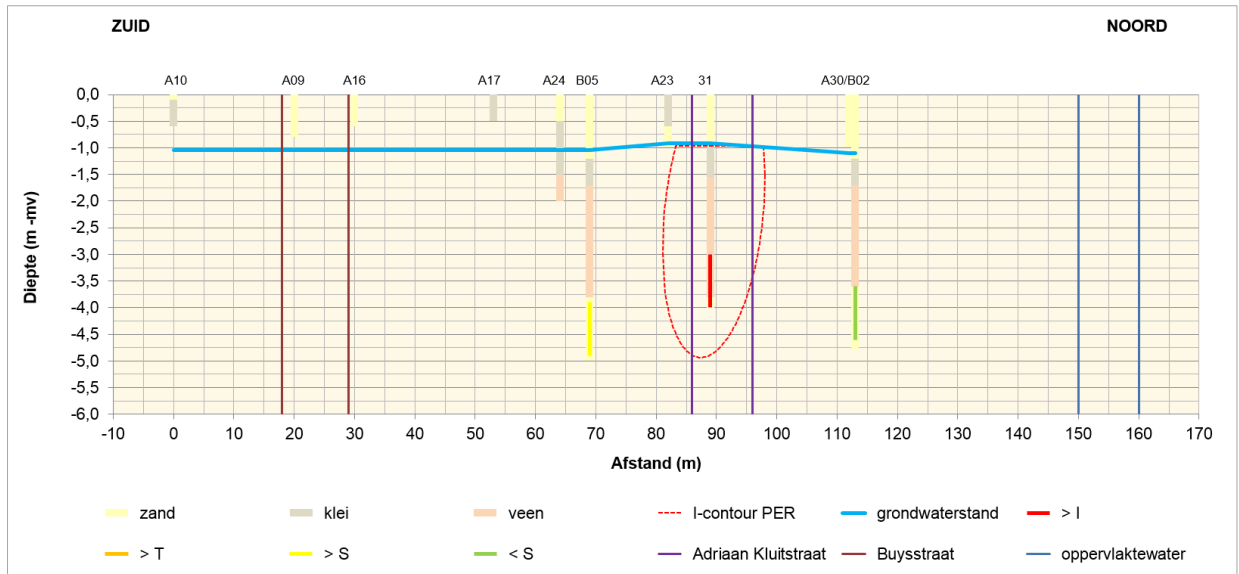
Binnen het plangebied is in november 2017 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Op basis van de hierbij uitgevoerde boringen is de lokale bodemopbouw afgeleid. In onderstaande tabel is weergegeven hoe de bodem binnen het plangebied tot de maximaal onderzochte diepte (5 m –mv) globaal is opgebouwd. Vanwege de aanwezige slecht doorlatende veen- en kleilagen in de bovengrond (waarvan kan worden aangenomen dat de doorlatendheid kleiner is dan 0,5 m/dag), die een belemmering vormen voor het infiltreren van hemelwater, is geen doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd.

Tabel 1: Globale bodemopbouw (bron [12])

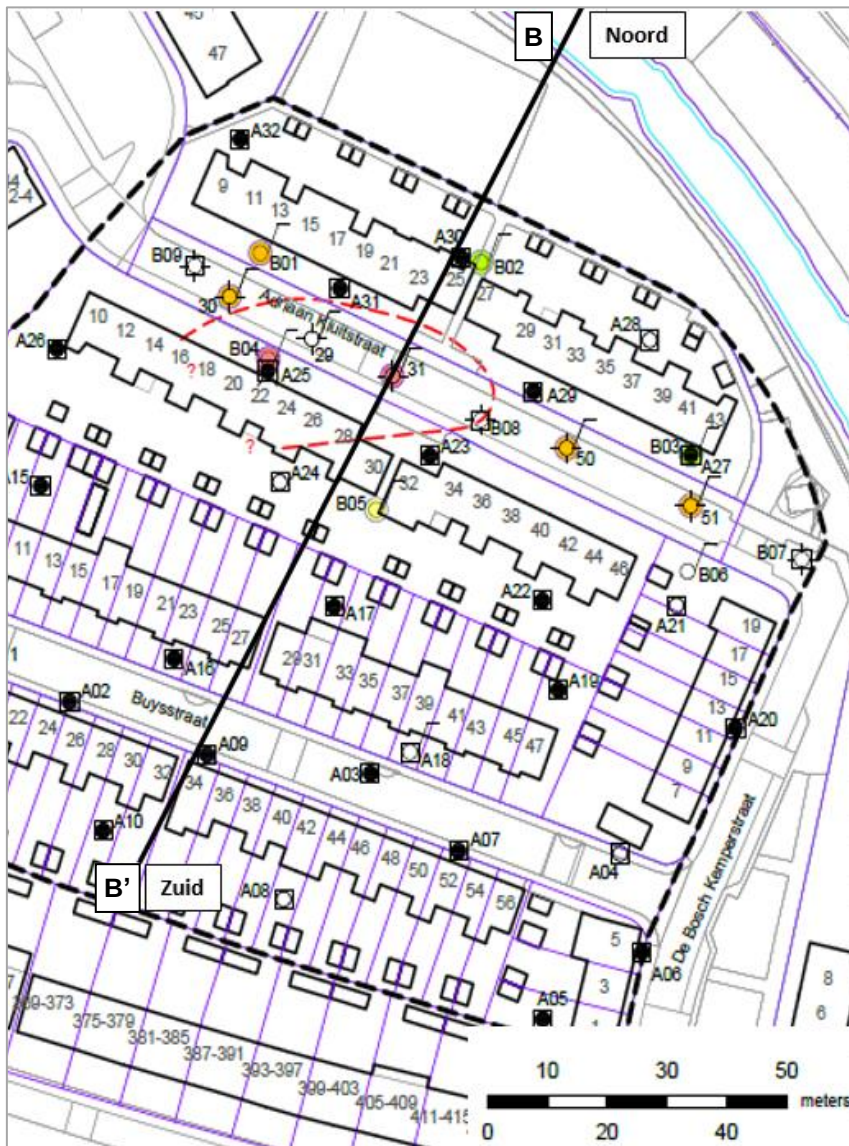
Diepte (m- mv)	Hoofdbestanddeel	Nadere omschrijving
0 – 0,3 à 1,3	Zand	Matig fijn tot grof, zwak tot sterk siltig, zwak tot matig humeus
0,3 à 1,3 – 2,3	Klei	Matig siltig
2,3 – 3,6 à 4,2	Veen	Zwak kleilig
3,6 à 4,2 – 5,0	Zand	Matig grof, zwak siltig, zwak tot matig grindig

In de Adriaan Kluitstraat is in het grondwater een sterke verontreiniging met vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen (VOC) aangetoond (bron [12]).

In figuur 6 op de volgende pagina is een schematische dwarsdoorsnede van de bodemopbouw en grondwaterverontreiniging langs de in figuur 7 aangegeven profiellijn B-B' weergegeven.



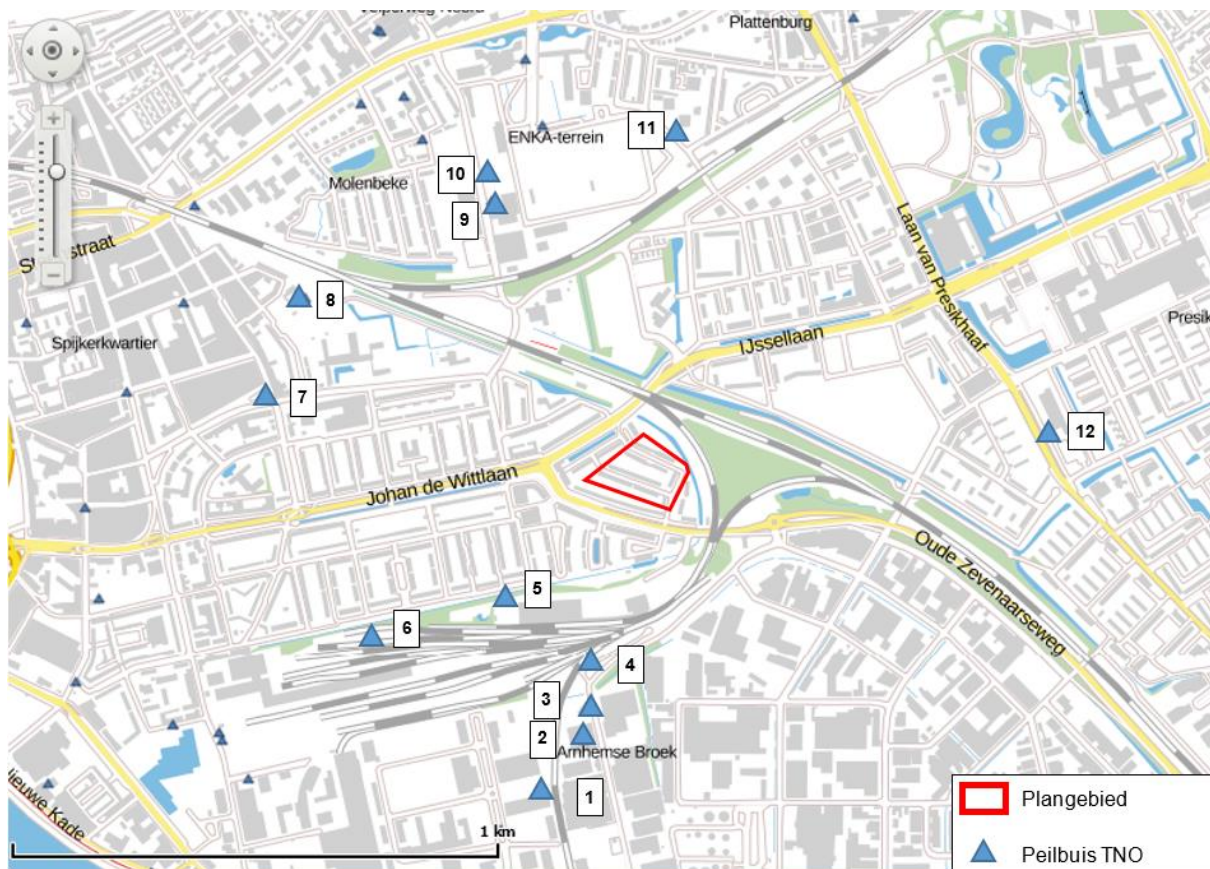
Figuur 6: Dwarsdoorsnede bodemopbouw en VC-verontreiniging in grondwater langs profiellijn B-B'



Figuur 7: Profiellijn B-B'

6. Grondwater

Op het DINO-loket zijn in de omgeving van het plangebied twaalf monitoringspeilbuizen van TNO (bron [14]) aangegeven. In figuur 8 zijn de locaties van deze peilbuizen weergegeven en in tabel 2 zijn nadere gegevens hiervan weergegeven.



Figuur 8: Locaties monitoringspeilbuizen in omgeving plangebied (bron [14])

Tabel 2: Gegevens monitoringspeilbuizen TNO (bron [14])

Nummer	Peilbuis TNO	Filterstelling (m-mv)	Meetperiode	Opmerking
1	B40B0174	Tot 60	25-08-1931	Geen grondwaterstand gemeten
2	B40B0079	46,2 – 47,2	27-10-1972 tot 14-02-1975	Filterstelling te diep
3	B40B0072	36,5 – 37,5	28-02-1975 tot 28-02-1977	Filterstelling te diep
4	B40B0466	43,5 – 44,5	14-03-1977 tot 18-05-2011	Filterstelling te diep
5	B40B0169	Tot 50	10-11-1923 en 22-12-1923	Geen grondwaterstand gemeten
6	B40B0200	Tot 30	09-03-1943	Geen grondwaterstand gemeten
7	B40B0158	9,0 – 23,0	26-04-1940 en 16-02-1943	Geen grondwaterstand gemeten
8	B40B0161	65,0 – 83,5	12-05-1958	Geen grondwaterstand gemeten
9	B40B0208	60,0 – 62,0	20-06-1911	Geen grondwaterstand gemeten
10	B40B0039	16,8 – 32,4	23-05-1919	Geen grondwaterstand gemeten
11	B40B0457	Onbekend	28-04-1966 tot 29-12-1999	Geen filterstelling bekend dus meting niet betrouwbaar
12	B40B0424	7,88 – 9,88	15-03-1994 tot 12-02-2009	Onbetrouwbare meetreeks, grafiek meetreeks springt in 2002 opeens met circa 2 meter

Zoals in bovenstaande tabel is aangegeven, zijn geen van de peilbuizen in de omgeving van het plangebied bruikbaar voor het bepalen van de gemiddeld laagste (GLG) en hoogste (GHG) grondwaterstand binnen het plangebied. In de directe omgeving van het plangebied heeft de gemeente Arnhem geen grondwatermeetnet (bron [21]). Op en in de directe omgeving van het plangebied zijn diverse bodemonderzoeken uitgevoerd, waarbij de grondwaterstand

is gemeten. In tabel 3 zijn de gemeten grondwaterstanden tijdens deze onderzoeken weergegeven. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in figuren 9 en 10.

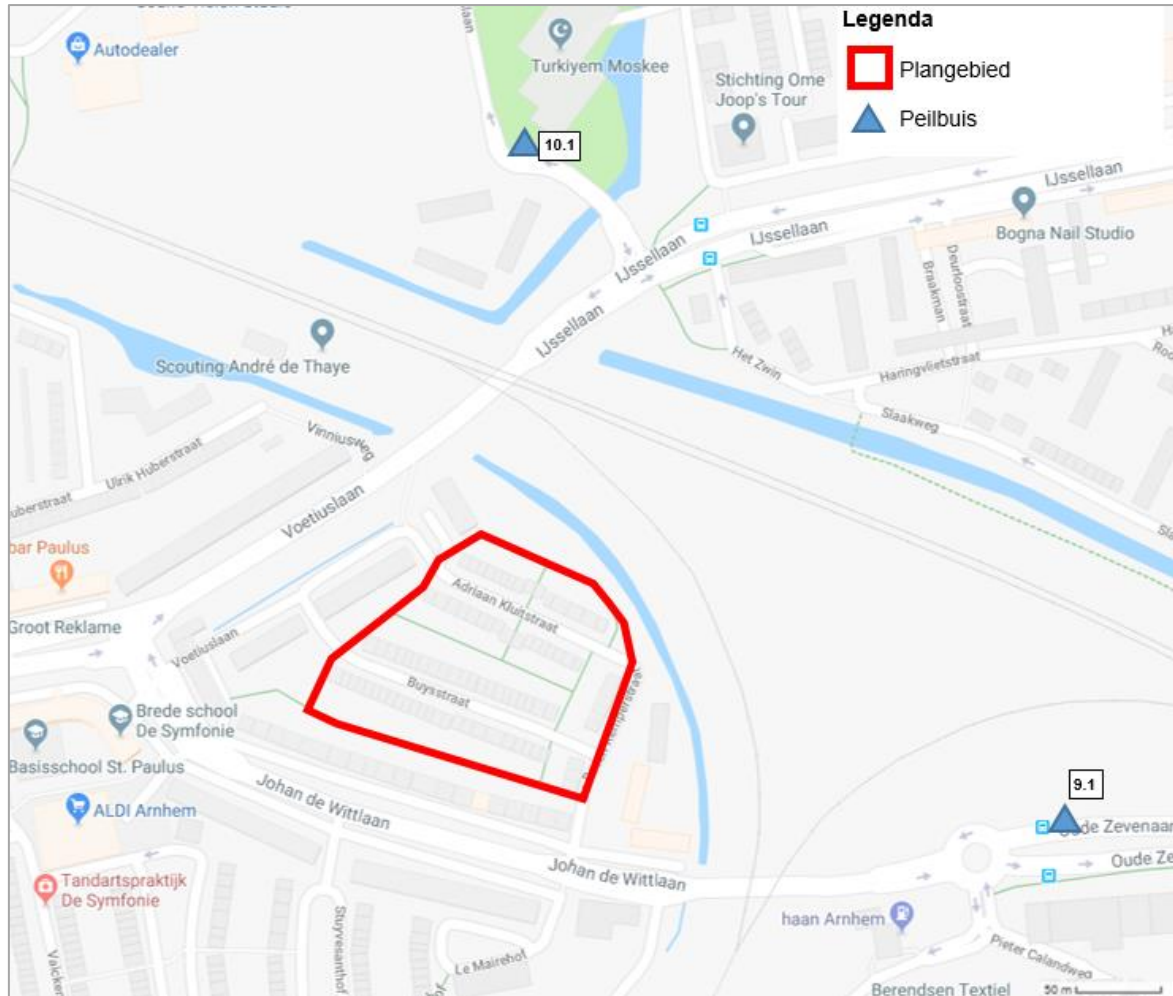
Tabel 3: Gemeten grondwaterstanden in bodemonderzoeken

Peilbuis	Datum meting	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (mNAP)	Grondwaterstand (m-mv)	Bron
9.1	5 april 2012	8,0 – 10,0	9,0	-	[23]
	26 juni 2012		9,1	-	
	3 september 2012		8,7	-	
	5 december 2012		9,1	-	
	17 september 2013		9,0	-	
	11 september 2014		8,8	-	
	21 mei 2015		9,0	-	[13]
	6 juli 2016		9,4	-	[24]
	13 juni 2017		9,1	-	[25]
10.1	5 april 2012	8,0 – 10,0	9,4	-	[23]
	26 juni 2012		9,4	-	
	3 september 2012		9,3	-	
	5 december 2012		9,5	-	
	17 september 2013		9,5	-	
	11 september 2014		9,3	-	
	20 mei 2015		9,4	-	[13]
	6 juli 2016		9,5	-	[24]
	13 juni 2017		9,4	-	[25]
1	13 mei 2004	2,55 – 3,55	9,24	1,28	[8]
5	13 mei 2004	2,45 – 3,45	9,24	1,14	[8]
02	13 januari 2014	3,0 – 4,0		1,25	[9]
	12 oktober 2015			1,28	[11]
05	13 januari 2014	3,0 – 4,0		0,94	[9]
	29 januari 2014			1,19	[9]
	12 oktober 2015			1,23	[11]
29	20 februari 2014	6,5 – 7,5		1,00	[9]
	12 oktober 2015			1,21	[11]
	24 november 2017			1,04	[12]
30	20 februari 2014	3,0 – 4,0		1,05	[9]
	12 oktober 2015			1,20	[11]
	24 november 2017			1,04	[12]
31	20 februari 2014	3,0 – 4,0		1,07	[9]
	12 oktober 2015			1,20	[11]
	24 november 2017			0,92	[12]
32	20 februari 2014	3,15 – 4,15		1,10	[9]
	12 oktober 2015			1,27	[11]
33	20 februari 2014	3,15 – 4,15		1,13	[9]
	12 oktober 2015			1,29	[11]
34	20 februari 2014	3,0 – 4,0		0,72	[9]
	12 oktober 2015			1,23	[11]
11.01	10 juni 2015	2,4 – 3,4		1,65	[10]
50	28 oktober 2015	4,5 – 5,5		1,34	[11]
	24 november 2017			1,08	[12]

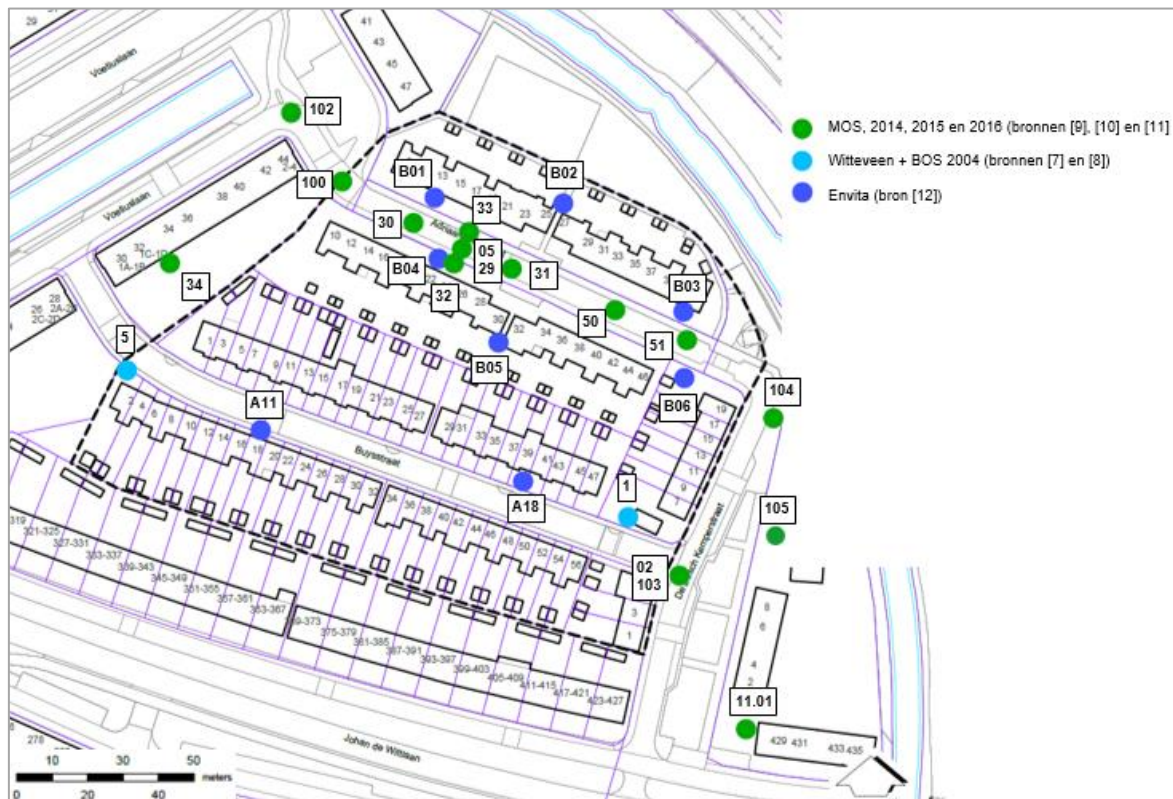
Tabel 3: Gemeten grondwaterstanden in bodemonderzoeken

Peilbuis	Datum meting	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (mNAP)	Grondwaterstand (m-mv)	Bron
51	28 oktober 2015	4,9 – 5,9		1,37	[11]
	24 november 2017			1,18	[12]
100	28 oktober 2015	2,5 – 3,5		1,18	[11]
101	28 oktober 2015	4,5 – 5,5		1,20	[11]
102	28 oktober 2015	4,5 – 5,5		1,31	[11]
103	28 oktober 2015	5,0 – 6,0		1,60	[11]
104	3 december 2015	5,0 – 6,0		1,26	[11]
105	3 december 2015	4,75 – 5,75		1,62	[11]
A11	24 november 2017	2,2 – 3,2		0,72	[12]
	27 november 2017			0,73	[12]
	5 februari 2018			0,78	1)
A18	24 november 2017	2,0 – 3,0		1,00	[12]
	27 november 2017			0,90	[12]
	5 februari 2018			0,84	1)
B01	24 november 2017	3,85 – 4,85		1,19	[12]
	5 februari 2018			0,85	1)
B02	24 november 2017	3,6 – 4,6		1,09	[12]
B03	24 november 2017	4,0 – 5,0		1,32	[12]
B04	24 november 2017	3,65 – 4,65		1,23	[12]
B05	24 november 2017	3,9 – 4,9		1,05	[12]
B06	24 november 2017	3,7 – 4,7		1,16	[12]
	5 februari 2018			1,01	1)

1) Aanvullende meting



Figuur 9: Locaties monitoringspeilbuizen GGB Presikhaaf (bron [25])



Figuur 10: Locaties peilbuizen meting grondwaterstand tijdens bodemonderzoeken

Om een betrouwbare indicatie van de GHG en GLG te kunnen maken zijn meetreeksen van de grondwaterstand nodig, waarbij de grondwaterstand in een peilbuis gedurende een periode van minimaal 8 jaar tweewekelijks is gemeten. Als gevolg van seizoensinvloeden fluctueert de freatische grondwaterstand: in het algemeen ligt de natuurlijke grondwaterstand in het voorjaar (februari/maart/april) op het hoogste niveau en in de nazomer (augustus/september/oktober) op het laagste niveau.

Om een betrouwbare indicatie van de GHG en GLG te kunnen maken (beiden komen over het algemeen in een periode van 3 maanden = ¼ jaar voor) zijn van een peilbuis dus minimaal $\frac{1}{4} \times 8 \times 26 = 52$ metingen nodig.

Uit tabel 3 blijkt dat voor het bepalen van indicatie van de GHG en GLG slecht een zeer beperkt aantal gegevens beschikbaar is zoals in de tabellen 4 en 5 is aangegeven.

Tabel 4: Gebruikte grondwaterstanden voor bepaling GHG

Peilbuis	Datum meting	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (mNAP)
9.1	5-apr-12	8,0 – 10,0	9,00
10.1	5-apr-12	8,0 – 10,0	9,40
29	20-feb-14	6,5 – 7,5	9,29 ¹⁾
30	20-feb-14	3,0 – 4,0	9,25 ¹⁾
31	20-feb-14	3,0 – 4,0	9,22 ¹⁾
32	20-feb-14	3,15 – 4,15	9,20 ¹⁾
33	20-feb-14	3,15 – 4,15	9,17 ¹⁾
Aantal			7
Maximum			9,40
Minimum			9,00
Gemiddeld			9,22

Tabel 5: Gebruikte grondwaterstanden voor bepaling GLG

Peilbuis	Datum meting	Filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (mNAP)
9.1	3-sep-12	8,0 - 10,0	8,70
9.1	17-sep-13	8,0 - 10,0	9,00
9.1	11-sep-14	8,0 - 10,0	8,80
10.1	3-sep-12	8,0 - 10,0	9,30
10.1	17-sep-13	8,0 - 10,0	9,50
10.1	11-sep-14	8,0 - 10,0	9,30
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,15 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,20 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,22 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,23 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,23 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,16 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,14 ¹⁾
2	12-okt-15	3,0 - 4,0	9,20 ¹⁾
50	28-okt-15	4,5 – 5,5	8,97 ¹⁾
51	28-okt-15	4,9 – 5,9	8,95 ¹⁾
100	28-okt-15	2,5 – 3,5	9,03 ¹⁾
Aantal			17
Maximum			9,50
Minimum			8,70
Gemiddeld			9,12

1) Grondwaterstand ten opzichte van NAP afgeleid uit hoogtemetingen van bron [3]

Uit de tabellen 4 en 5 blijkt het volgende:

- In plaats van het minimaal aantal benodigde metingen van 52 voor het bepalen van de GHG en GLG zijn hiervoor slechts 7 respectievelijk 17 metingen beschikbaar;
- De voor het plangebied afgeleide hoogste GHG is +9,4 mNAP;
- De voor het plangebied afgeleide laagste GLG is +8,7 mNAP;
- De binnen het plangebied gemeten hoogste grondwaterstand is +9,5 mNAP en de binnen het plangebied gemeten laagste grondwaterstand is +8,7 mNAP.

Om de volgende redenen zit er een relatief grote, niet nader te kwantificeren, onzekerheid in de hierboven vermelde afgeleide GHG en GLG:

- De gebruikte grondwaterstanden zijn momentopnames en maken geen onderdeel uit van een langere meetreeks, zelfs niet van enkele maanden in het voor- of najaar. Hierdoor is niet bekend of de betreffende meting een voor die periode hoge, lage of gemiddelde meting betreft.
- De filterstellingen van de gebruikte peilbuizen variëren van 2,5-3,5 tot 8,0-10,0 m –mv. Binnen het plangebied zijn in de bovengrond veel waterremmende lagen aanwezig, waardoor de kans groot is dat in natte perioden een zogenaamde schijngrondwaterspiegel voorkomt, die (aanzienlijk) hoger kan liggen dan de in tabel 4 vermelde waarden voor de GHG.
- De voor het plangebied afgeleide hoogste GLG (+9,5 mNAP) ligt 0,1 m boven de afgeleide hoogste GHG.

Gelet op de in deze notitie beschreven analyse van de grondwaterstanden binnen het plangebied, is het te rechtvaardigen om voor het ontwerp uit te gaan van een GHG en GLG, die minimaal 0,1 m boven respectievelijk onder de hoogst respectievelijk laagst gemeten grondwaterstanden liggen. Dat betekent:

- GHG : +9,60 mNAP;
- GLG : +8,60 mNAP.

7. Oppervlaktewater

In figuur 11 is de locatie van oppervlaktewater weergegeven dat aanwezig is in de omgeving van het plangebied.



Figuur 11: Oppervlaktewater in de omgeving van de projectlocatie (rood vak) (bron [17])

Uit figuur 11 blijkt dat zich op circa 10 m ten oosten en 30 m ten westen van de projectlocatie watergangen bevinden. Het streefpeil van deze watergangen is +9,10 mNAP (bron [21]).

8. Riolering

In de straten binnen het plangebied ligt een gemengd rioolstelsel. Het riool in de Buysstraat is circa 10 jaar geleden vervangen (het hoofdriool is op palen aangelegd). In de huidige situatie wordt het hemelwater dat op de daken valt waarschijnlijk afgevoerd naar de riolering. Uit Streetview (bron [15]) is af te leiden dat de huidige voortuinen voor een belangrijk deel zijn verhard (elementenverharding). Op basis van figuur 3 kan hieruit worden afgeleid dat het hemelwater dat hierop terecht komt, afstroomt naar de openbare weg en in de riolering terecht komt. De achtertuinen van de woningen zijn ook grotendeels verhard (bron [4]), maar die liggen lager dan de wegen.

9. Aanbevelingen

Op basis van de verzamelde informatie wordt het volgende aanbevolen met betrekking tot het waterhuishoudkundig ontwerp:

- Door Dusseldorp is aangegeven dat bij kruipruimteloos bouwen een minimale ontwateringsdiepte van 0,5 m aangehouden moet worden. Op basis van de aangenomen GHG zou dit betekenen dat het minimale bouwpeil +10,1 mNAP moet zijn. Gezien de onzekerheid in de aangenomen GHG, het feit dat zich in de toekomst vaker extreme neerslaggebeurtenissen (en daarmee gepaard gaande hogere grondwaterstanden) zullen voordoen als gevolg van de klimaatverandering en gezien de hoogte van de bestaande rijbanen van +10,3 à +10,4 mNAP, wordt geadviseerd om een zo hoog mogelijk, in ieder geval minimaal +10,6 mNAP, bouwpeil aan te houden, om de kans op het ontstaan van (grond)wateroverlast in de toekomst zo klein mogelijk te houden
- Aangezien het niet mogelijk is om het hemelwater in de bovengrond van het plangebied te infiltreren, wordt voor van de verwerking van hemelwater het volgende aanbevolen:
 - Afvoeren hemelwater naar oppervlaktewater, waarbij de rijbanen en parkeervakken afwateren via een bodempassage (met een berging van 4 mm) om de "first flush" af te vangen (om eventuele verontreinigingen op te vangen zodat deze niet in het oppervlaktewater terecht komen). Het hemelwater van daken, voet- en achterpaden kan voor zover dat niet via de rijbanen afstroomt, rechtstreeks naar het oppervlaktewater worden afgevoerd.
 - Aanbevolen wordt om het hemelwater zoveel mogelijk bovengronds, onder vrij verval af te voeren. Afhankelijk van het verloop van de maaiveldhoogte tussen het begin- en lozingspunt, zullen hiervoor meer of minder diepe, open afvoergoten moeten worden aangelegd. Op plaatsen waar de maaiveldhoogte zo hoog is dat een te diepe open afvoergoot zou moeten worden aangelegd die niet in het terrein is in te passen, moet de afvoer ondergronds plaatsvinden.
- Aanbevolen wordt om de maatregelen op de percelen van Vivare te integreren en af te stemmen met de maatregelen door de gemeente Arnhem in de omliggende openbare ruimte.
- Aanbevolen wordt om in overleg te treden met waterschap Rijn en IJssel over de eisen en voorwaarden voor het afkoppelen van hemelwater naar het oppervlaktewater, dit mede afhankelijk van de maatregelen die de gemeente Arnhem in dit kader gaat treffen in het openbare gebied.

BIJLAGE 1

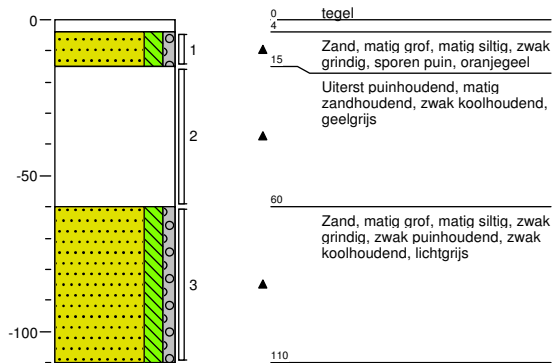
Boorprofielen voorgaande bodemonderzoeken

Meetpunt: A02

Datum meting: 13-11-2017

Veldwerker: Niels Peters

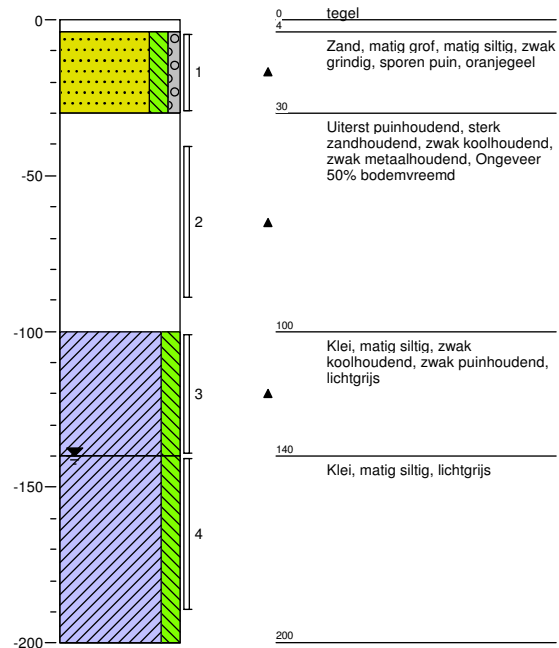
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A04**

Datum meting: 13-11-2017

Veldwerker: Niels Peters

Peilen in cm t.o.v. referentievlak

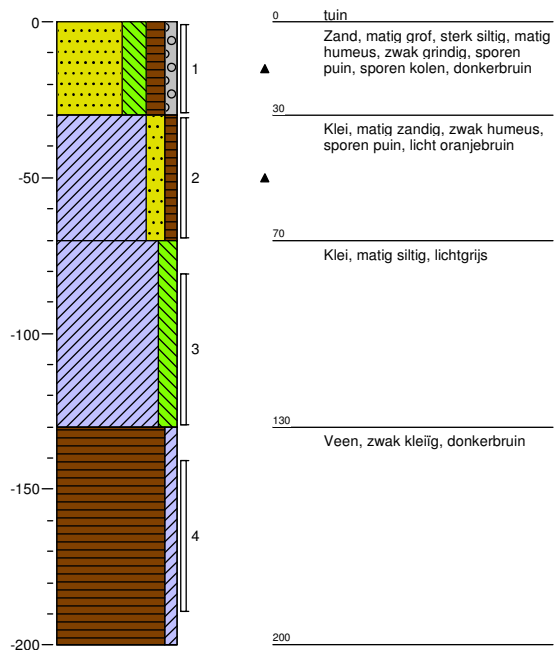


Meetpunt: A08

Datum meting: 13-11-2017

Veldwerker: Niels Peters

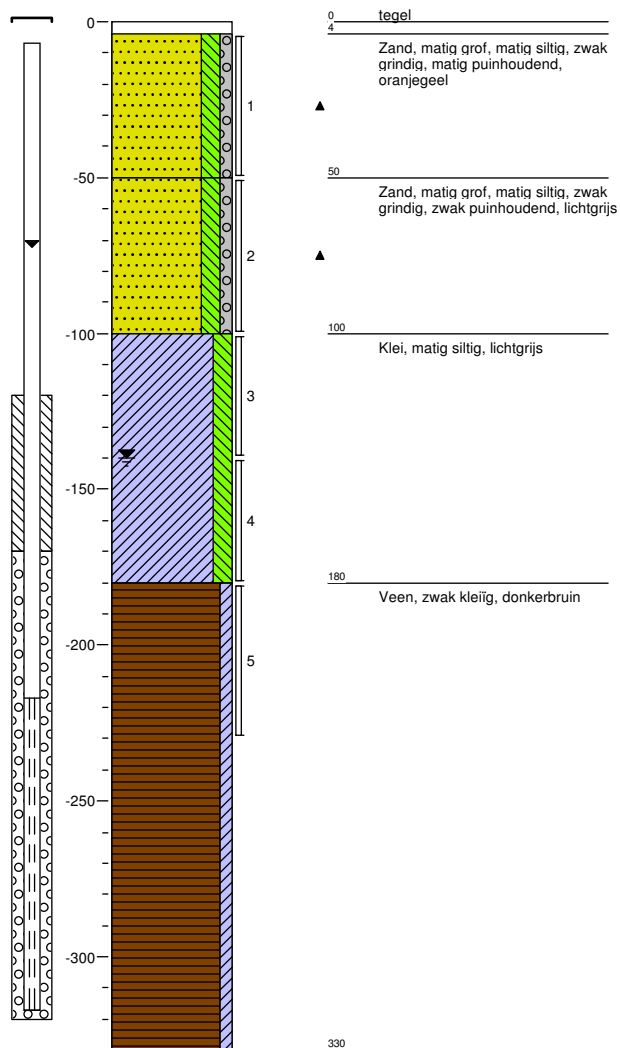
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A11**

Datum meting: 13-11-2017

Veldwerker: Niels Peters

Peilen in cm t.o.v. referentievlak

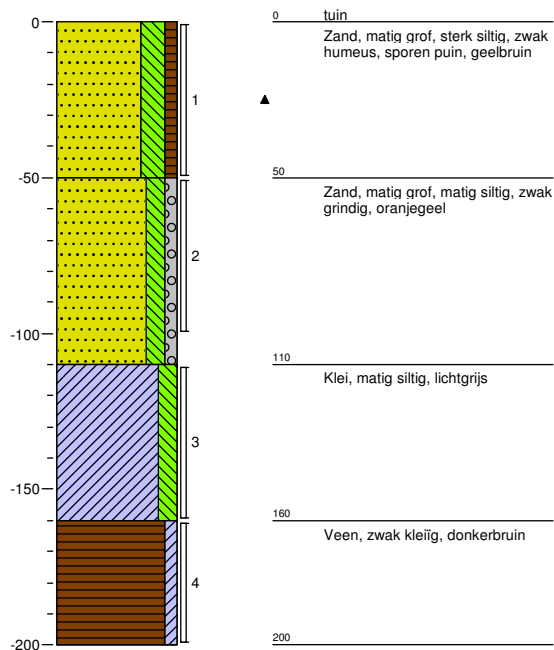


Meetpunt: A13

Datum meting: 13-11-2017

Veldwerker: Niels Peters

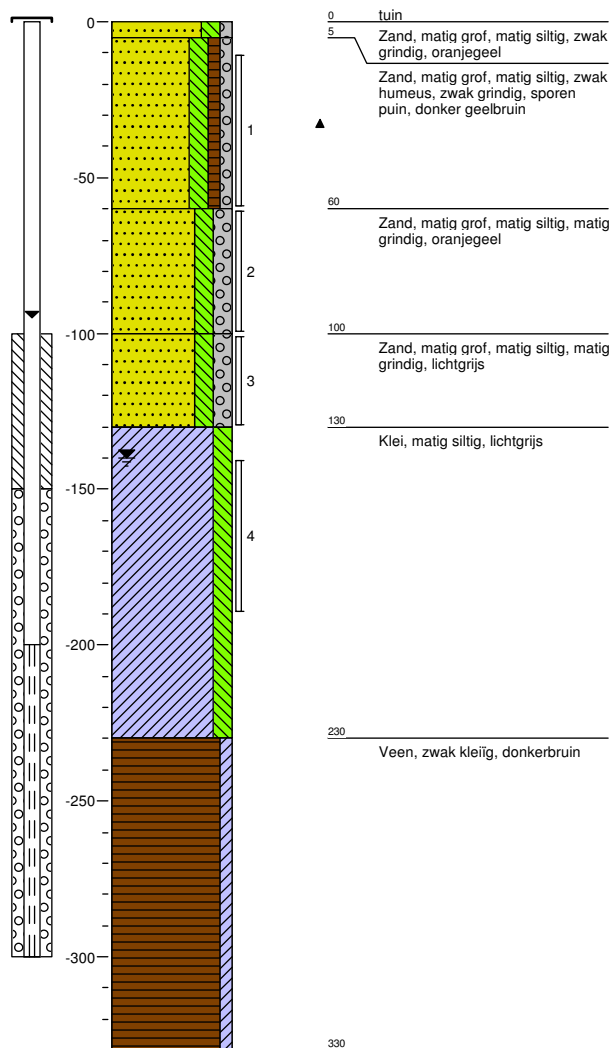
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A18**

Datum meting: 13-11-2017

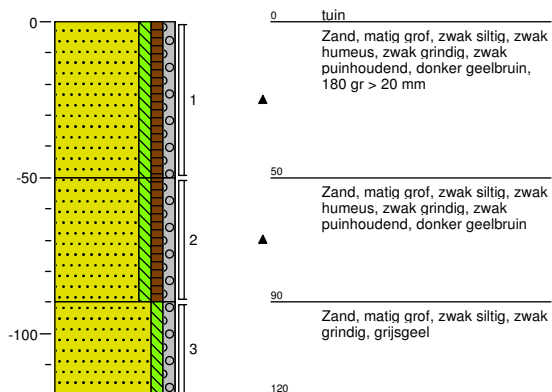
Veldwerker: Niels Peters

Peilen in cm t.o.v. referentievlak

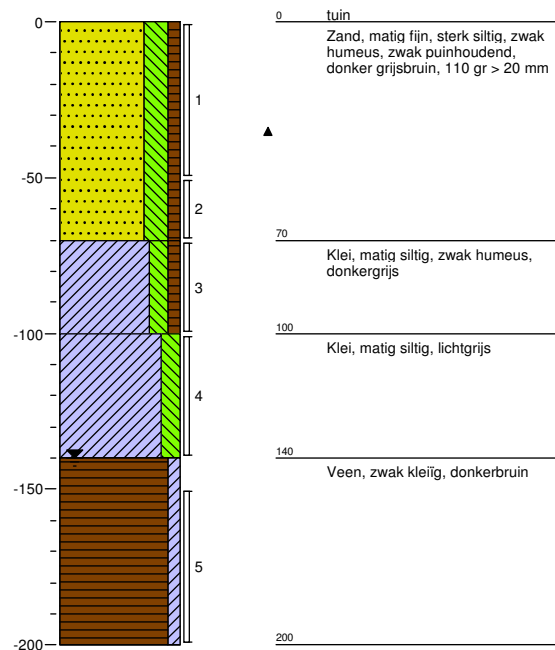


Meetpunt: A20

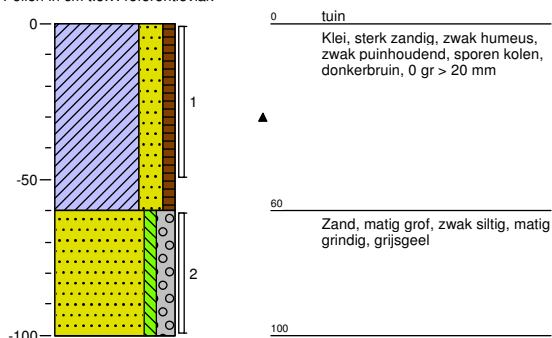
Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A21**

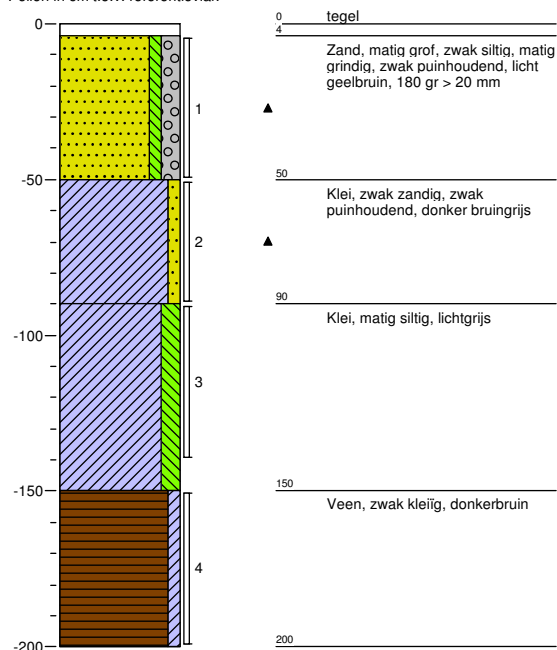
Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A23**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

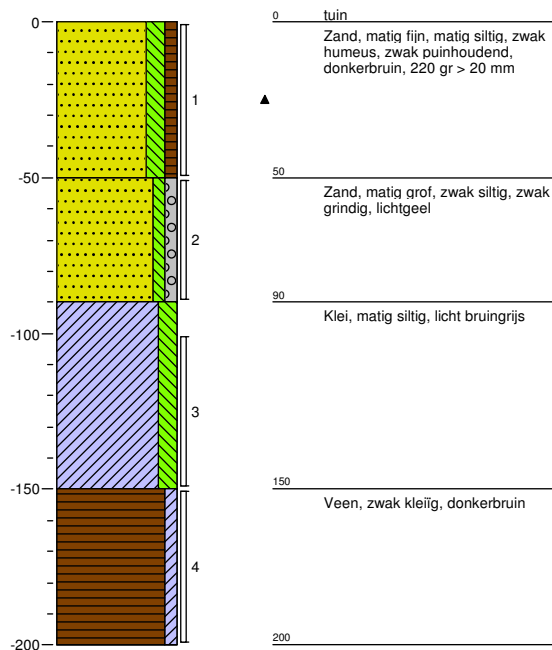
**Meetpunt: A24**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

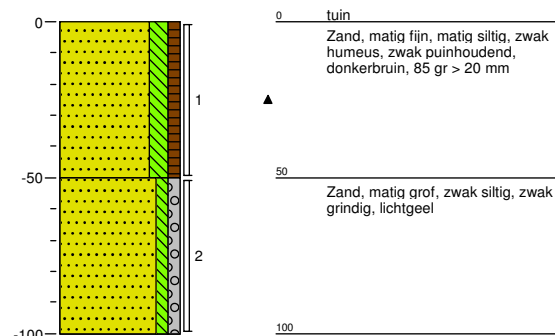


Meetpunt: A28

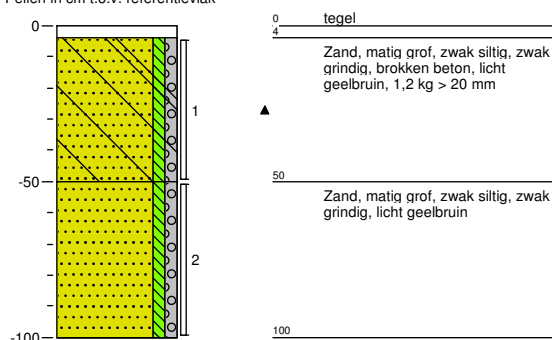
Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A29**

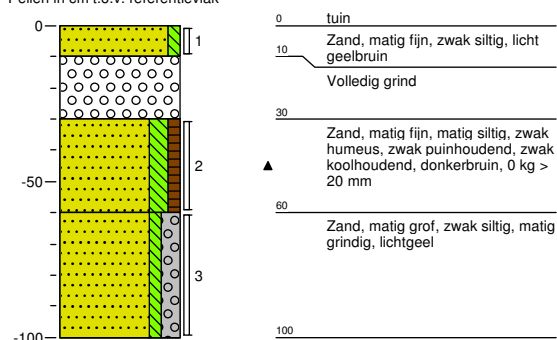
Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

**Meetpunt: A30**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

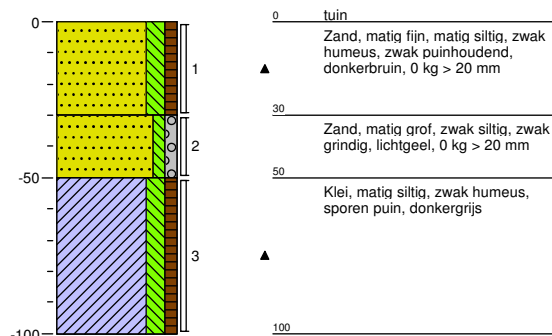
**Meetpunt: A31**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

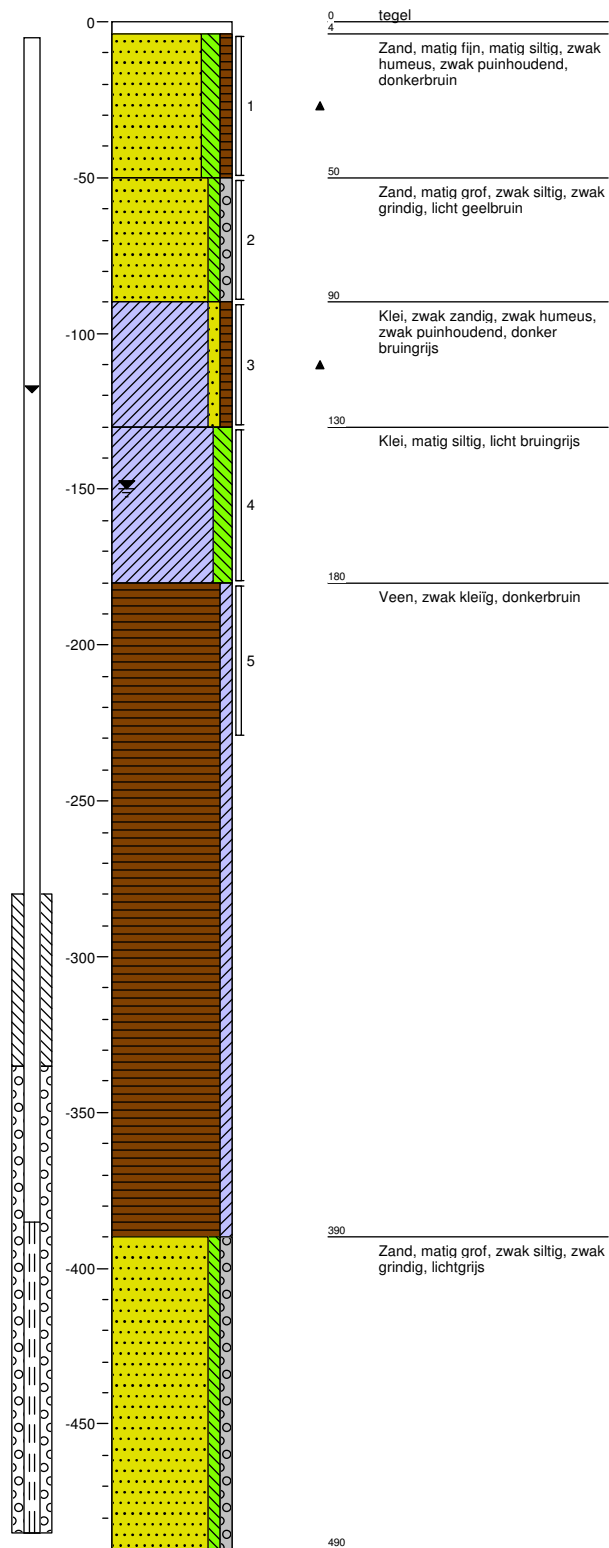


Meetpunt: A32

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

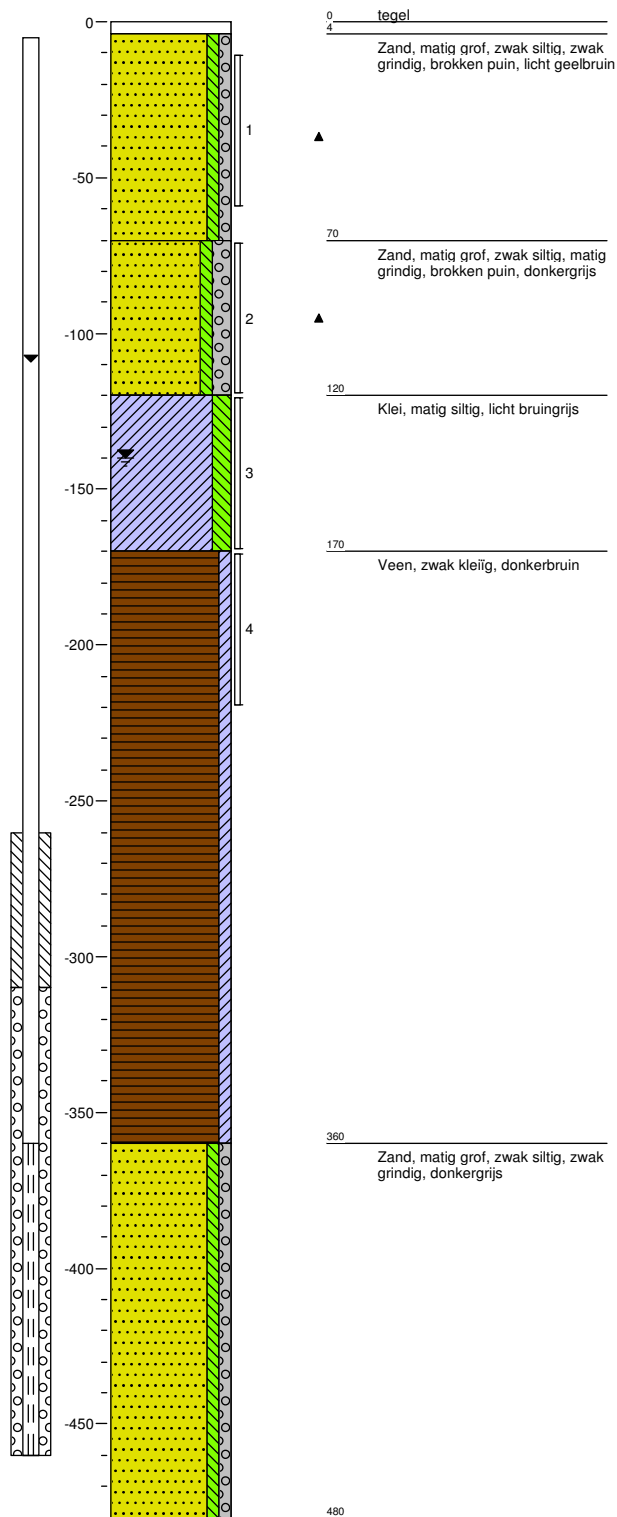
**Meetpunt: B01**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

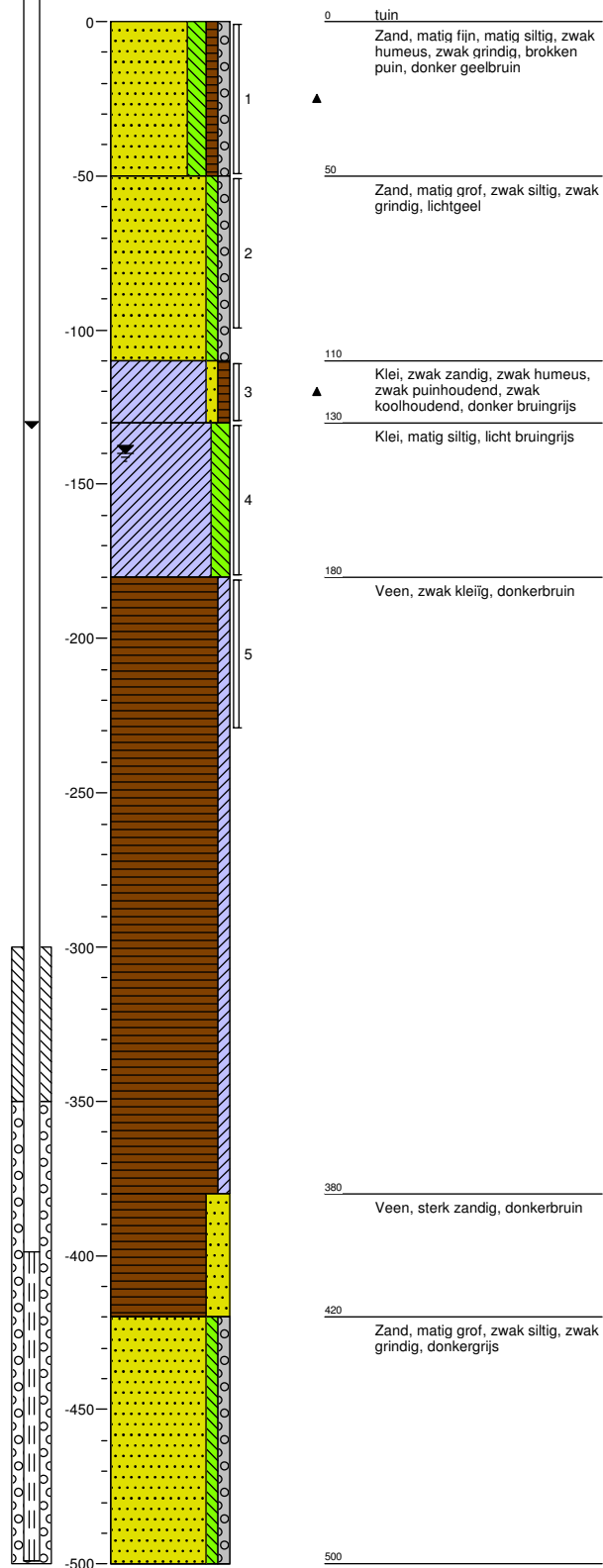


Meetpunt: B02

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

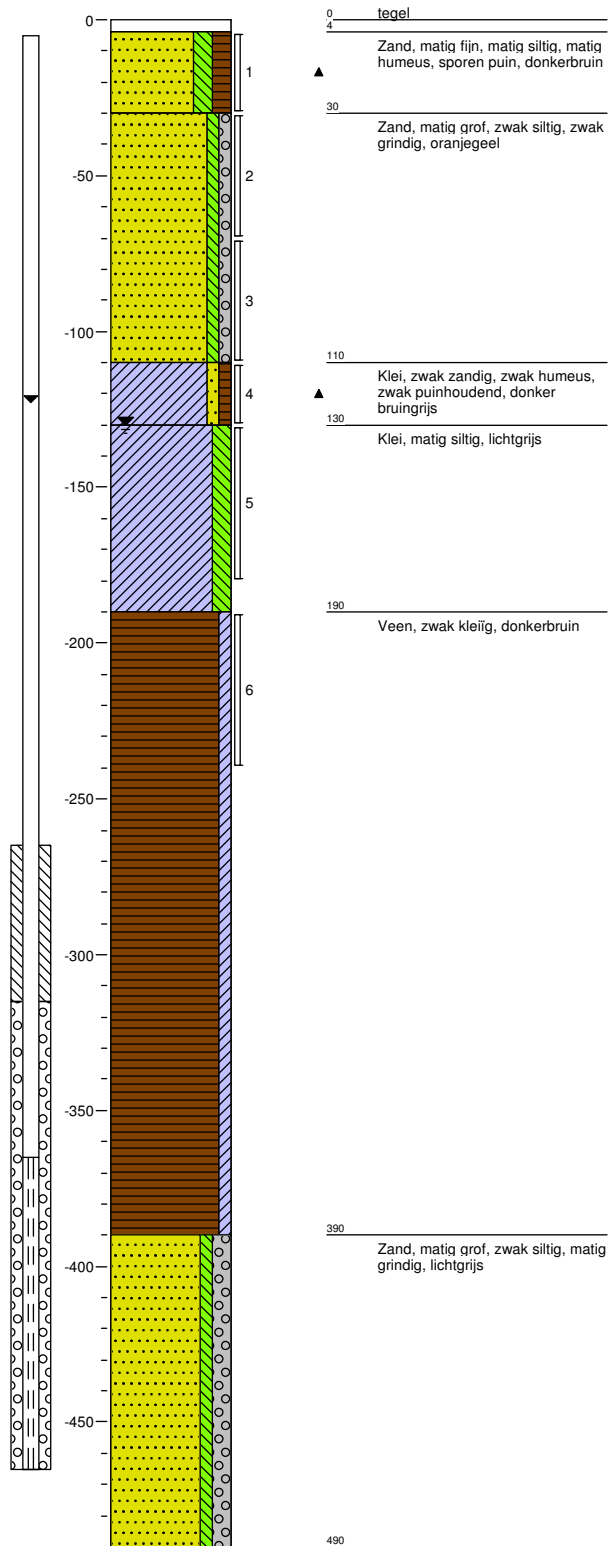
**Meetpunt: B03**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

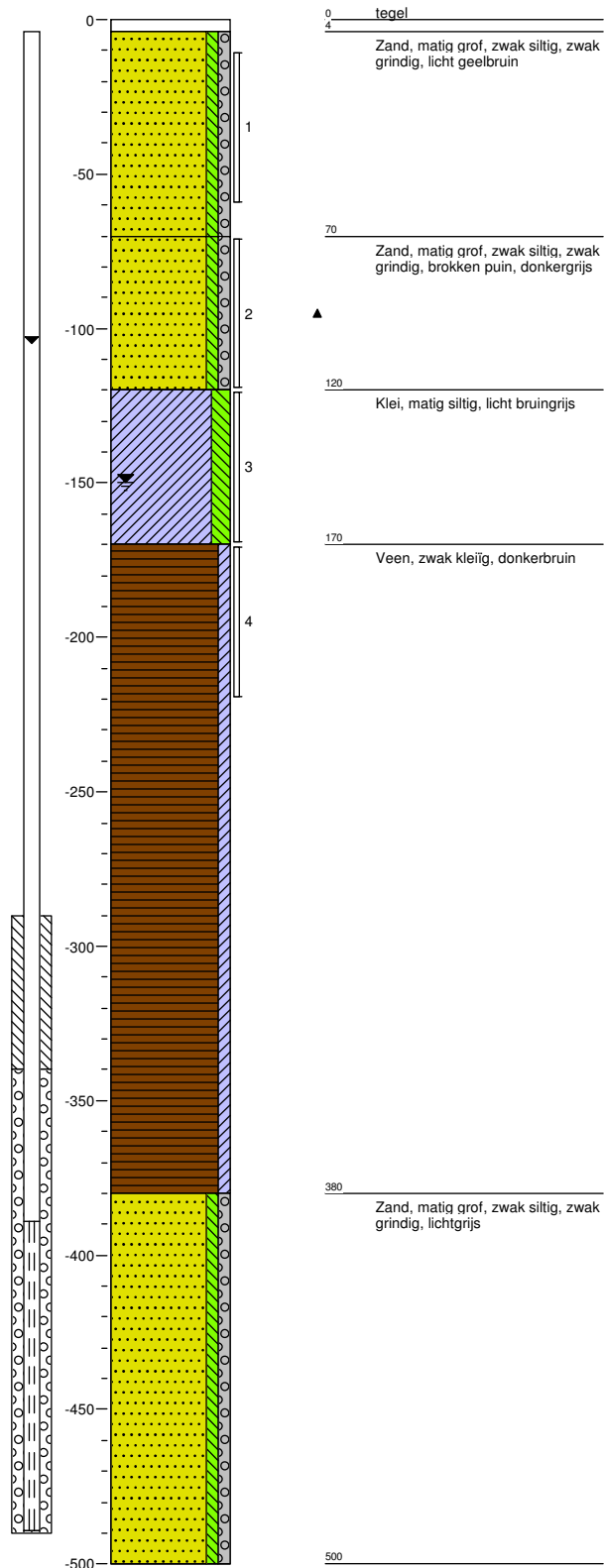


Meetpunt: B04

Datum meting: 15-11-2017
Veldwerker: Niels Peters
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

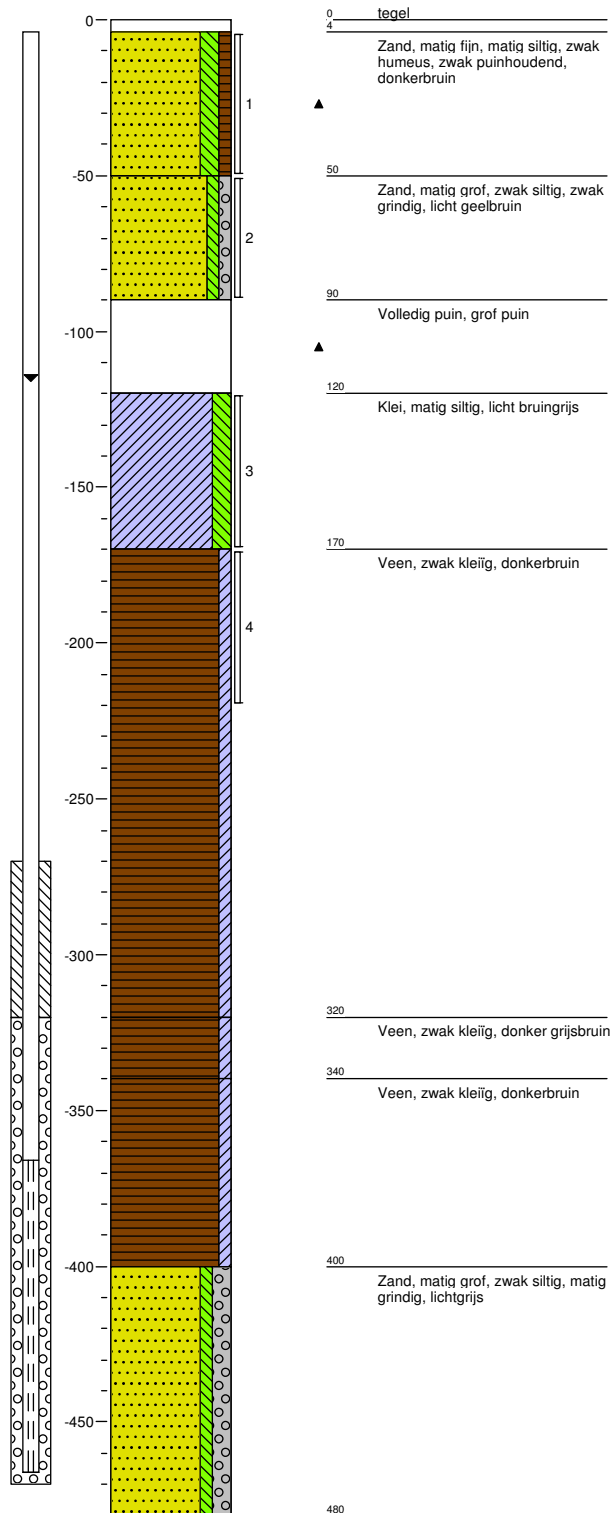
**Meetpunt: B05**

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

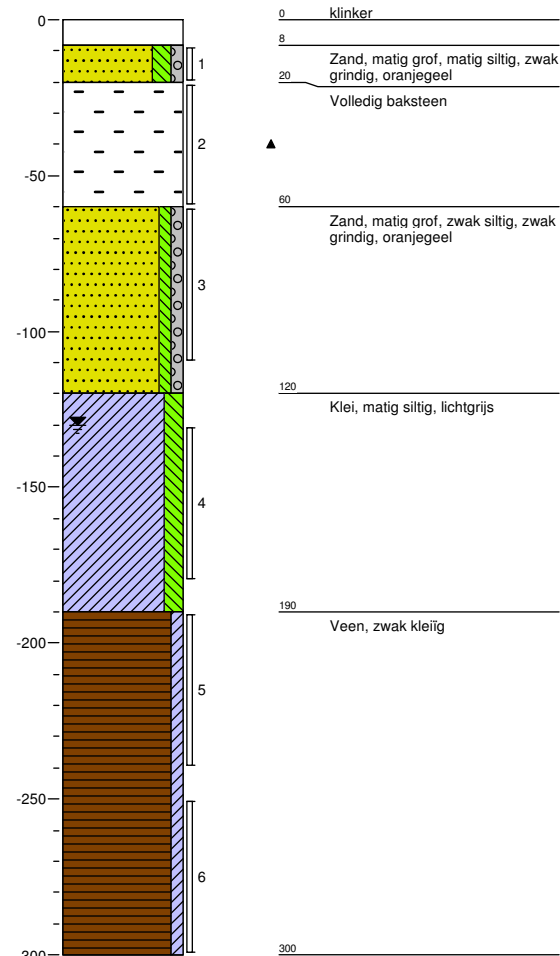


Meetpunt: B06

Datum meting: 14-11-2017
Veldwerker: Frank Regeling
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

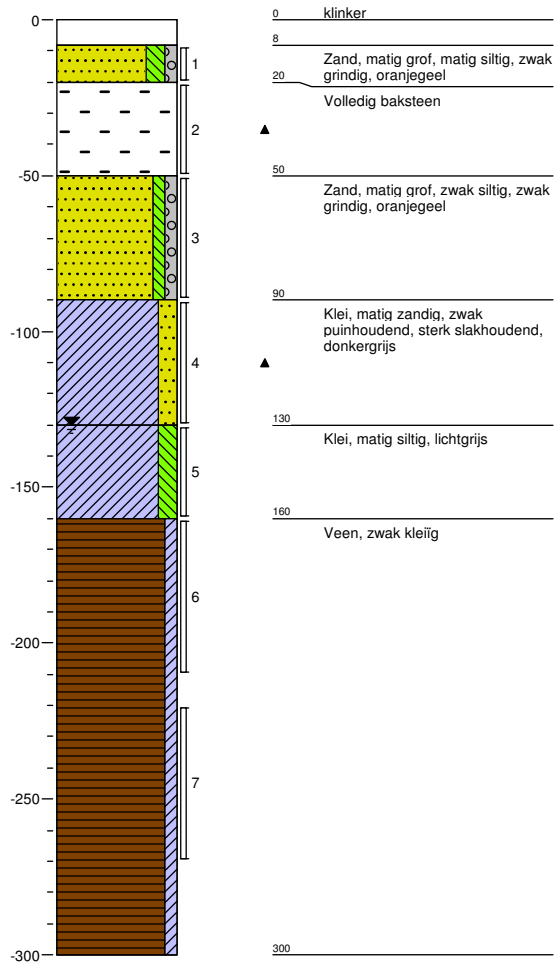
**Meetpunt: B07**

Datum meting: 15-11-2017
Veldwerker: Niels Peters
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

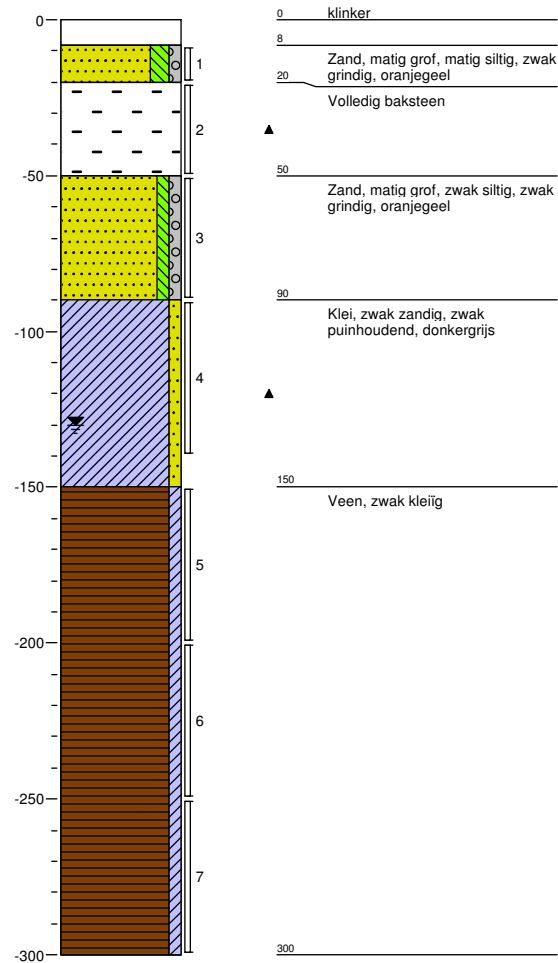


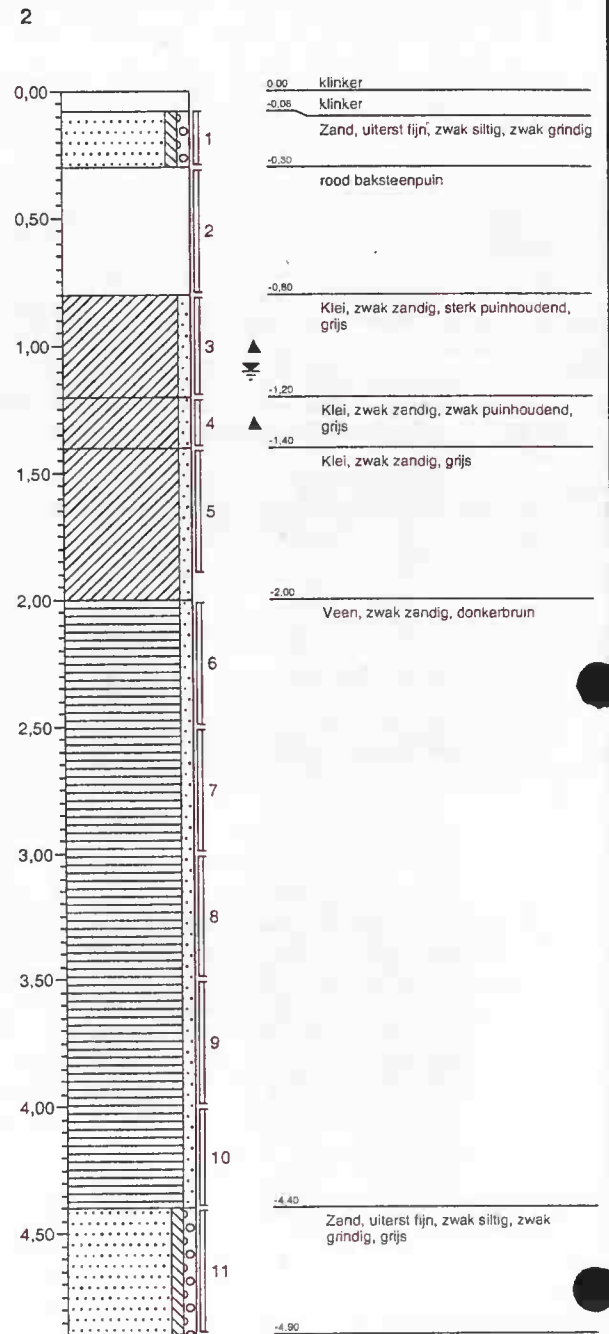
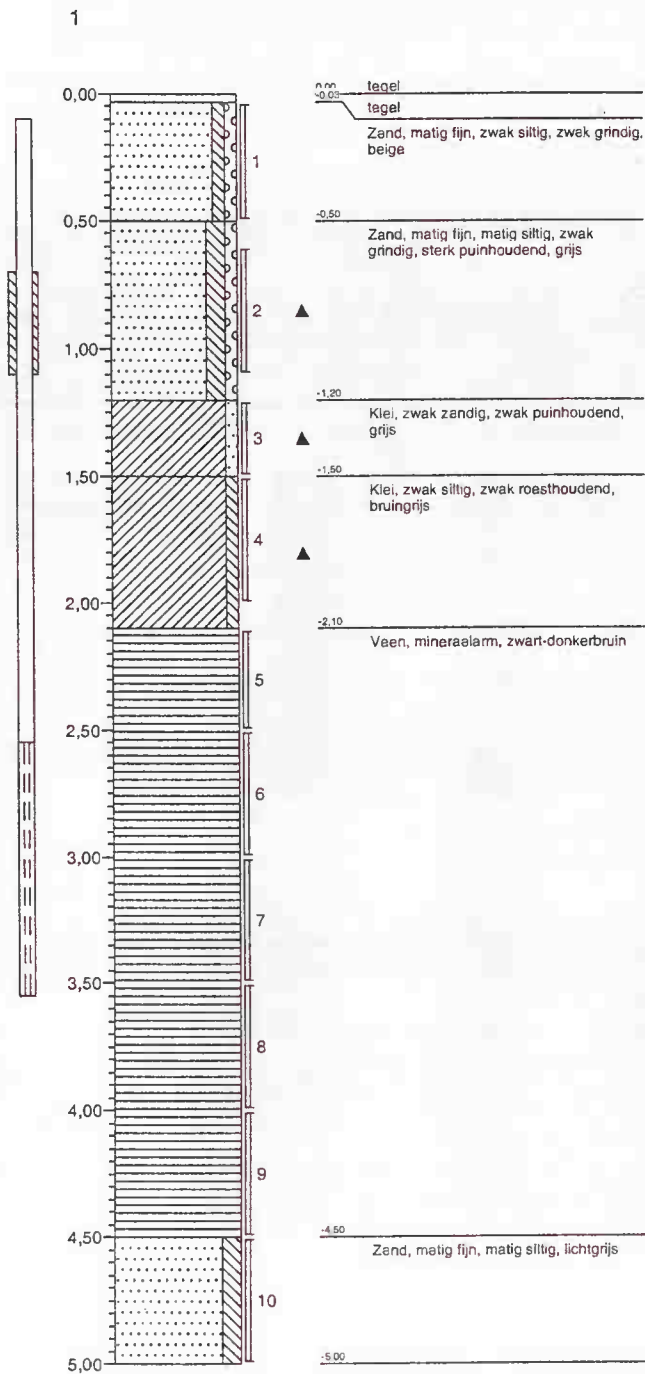
Meetpunt: B08

Datum meting: 15-11-2017
Veldwerker: Niels Peters
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

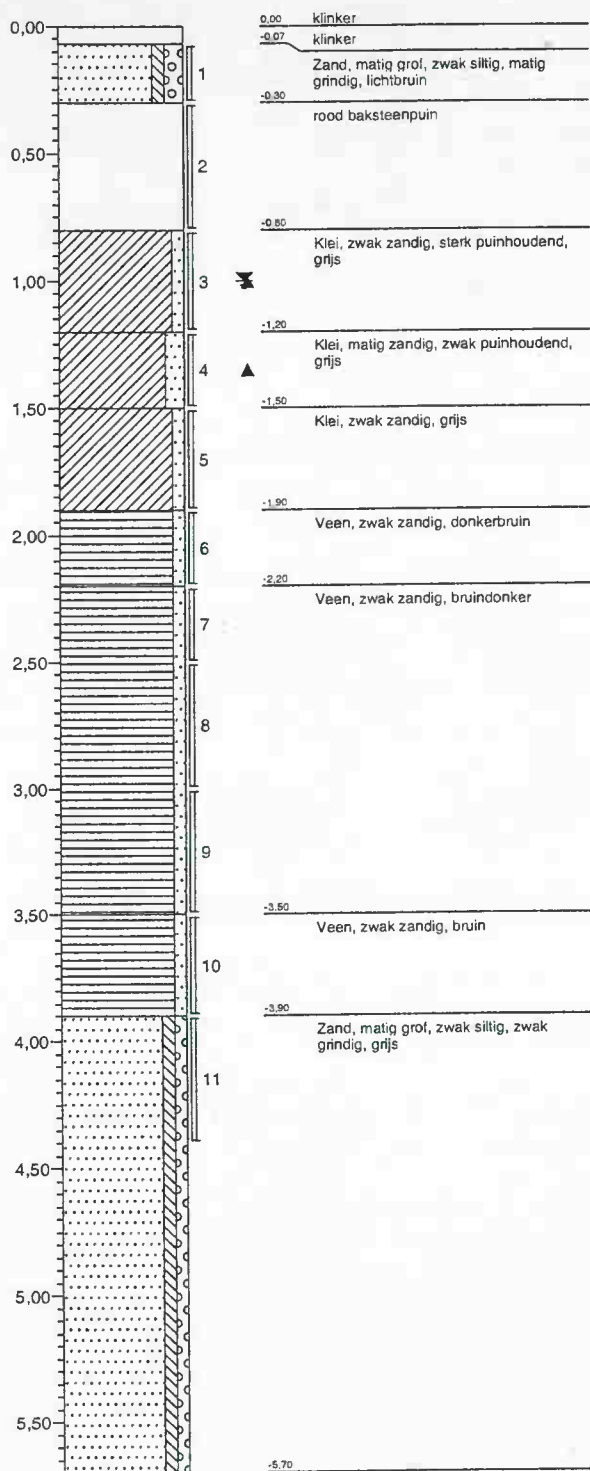
**Meetpunt: B09**

Datum meting: 15-11-2017
Veldwerker: Niels Peters
Peilen in cm t.o.v. referentievlak

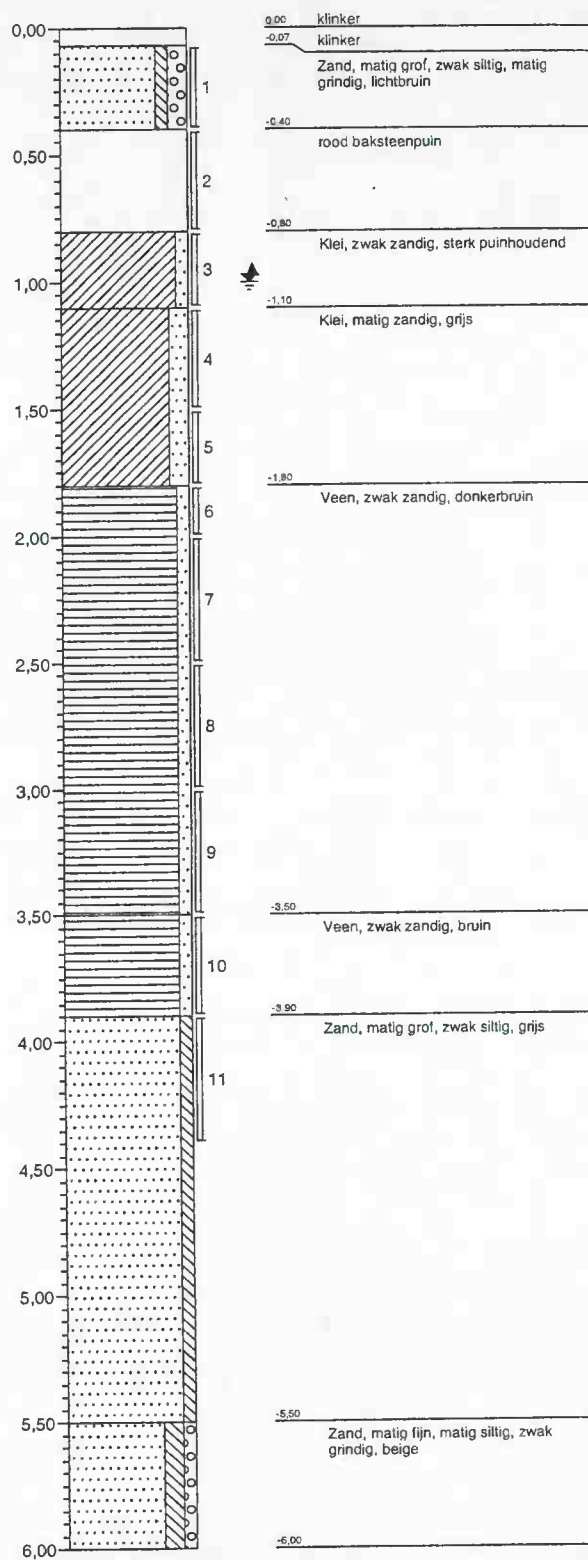




3



4



Boorprofielen

Witteveen **Bos**

Opdrachtgever:

Projectnaam:

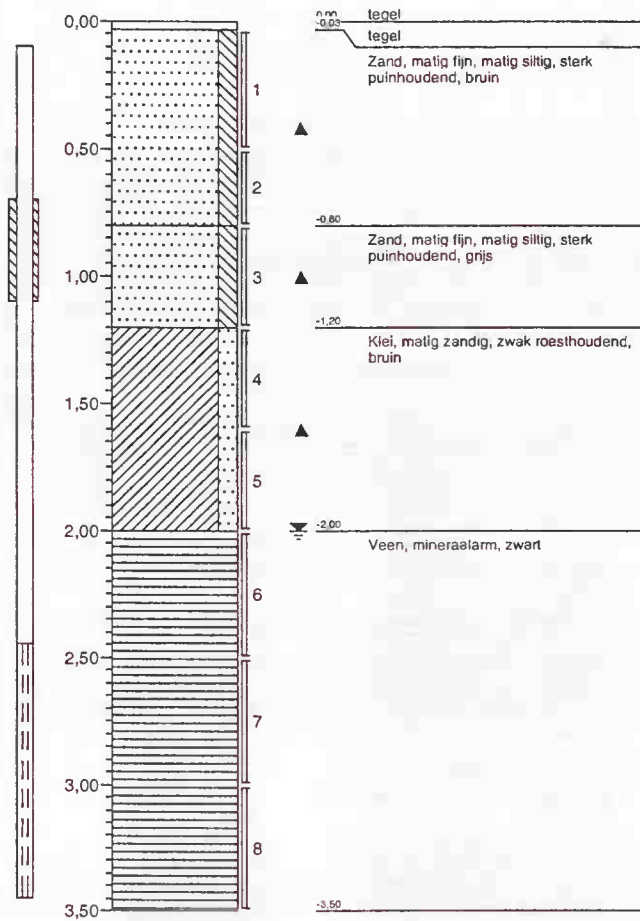
Projectcode:

Gemeente Arnhem

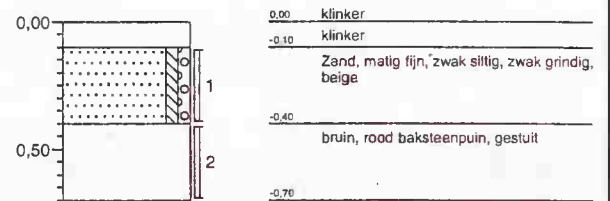
Buysstraat te Arnhem

AH390-1

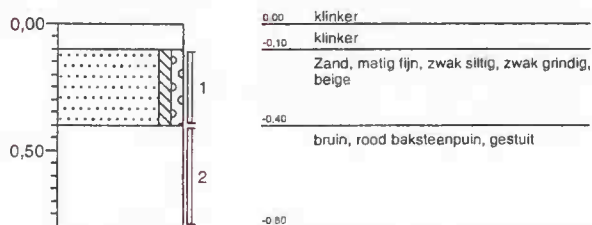
5



6



7



Boorprofielen

Witteveen + Bos

Opdrachtgever:

Projectnaam:

Projectcode:

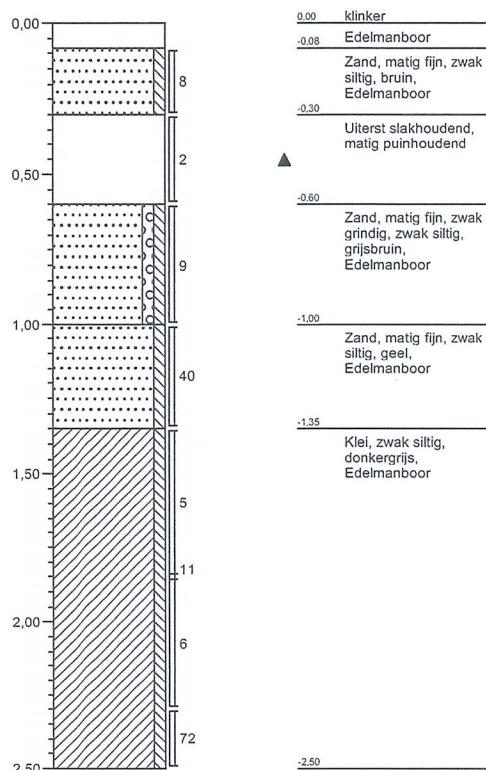
Gemeente Arnhem

Buysstraat te Arnhem

AH390-1

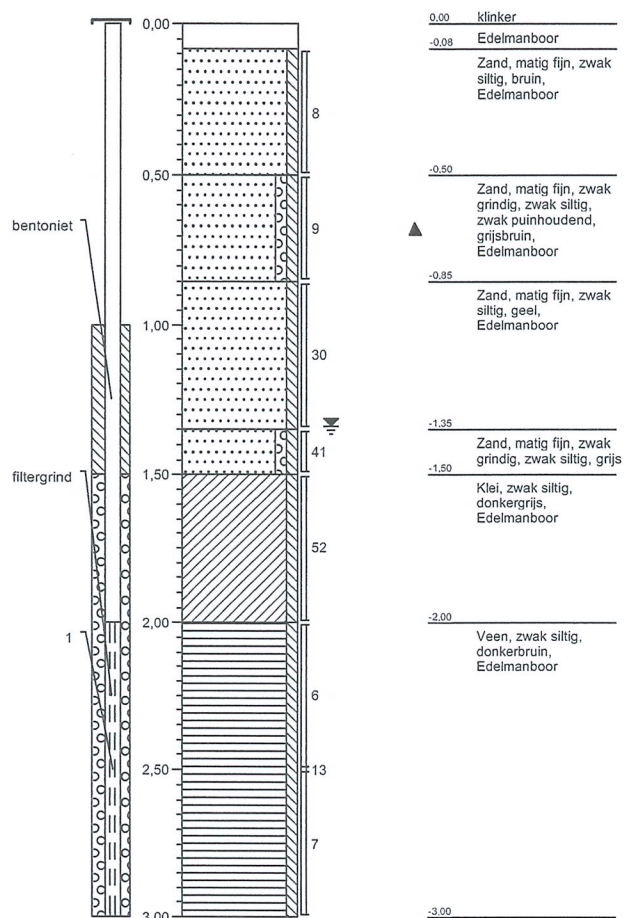
Boring: 01

Boormeester: E. Wouwenberg X: 192739,7
 Datum: 6-1-2014 Y: 443519
 GWS



Boring: 02

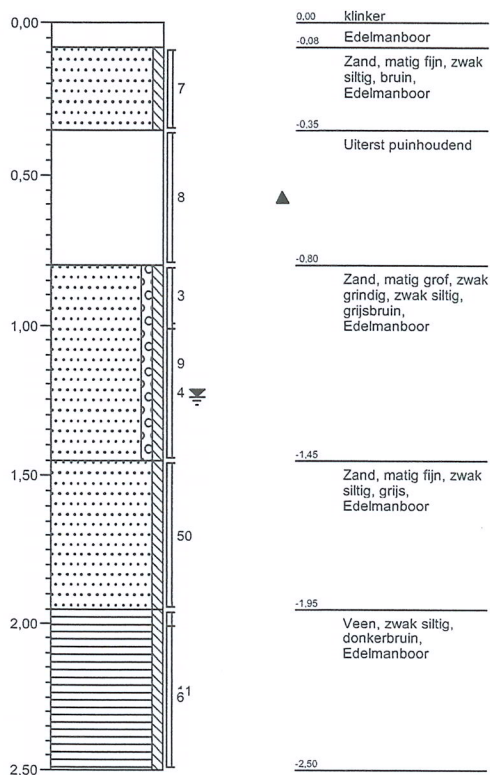
Boormeester: E. Wouwenberg X: 192748,2
 Datum: 6-1-2014 Y: 443564,7
 GWS



Opdracht : 1303534
 Plaats : Arnhem
 Project : VBO Het Arnhemsche Broek te Arnhem

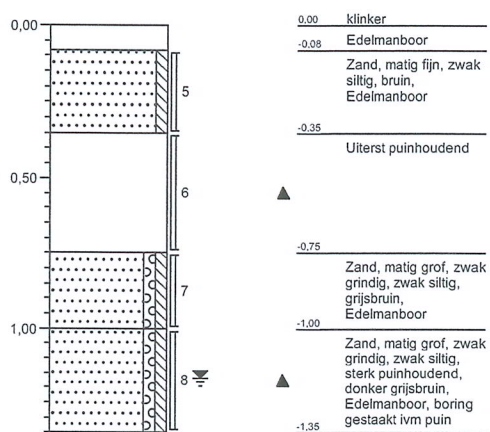
Boring: 03

Boormeester: E. Wouwenberg X: 192774,8
 Datum: 6-1-2014 Y: 443616,2
 GWS 124



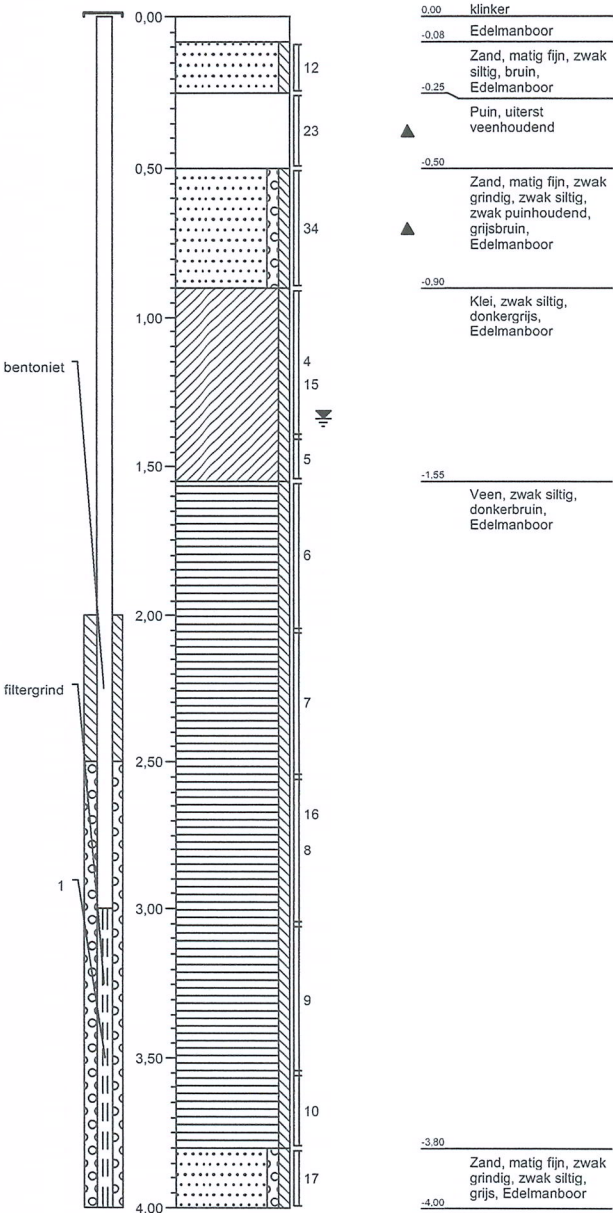
Boring: 04

Boormeester: E. Wouwenberg X: 192731,5
 Datum: 6-1-2014 Y: 443636,2
 GWS 117



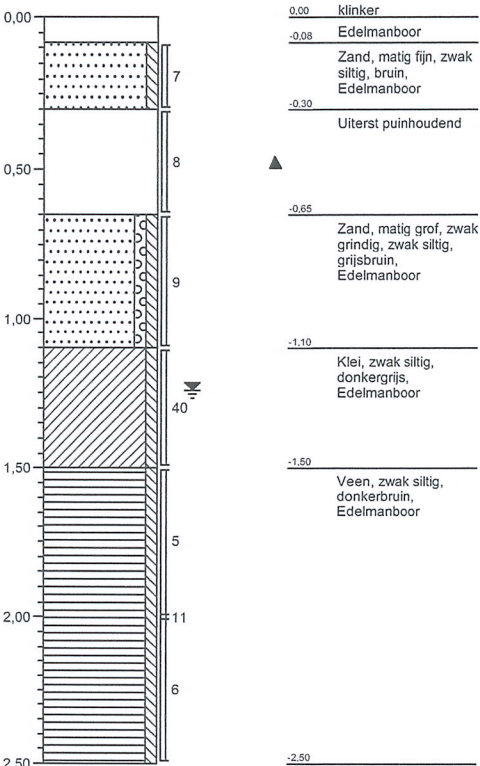
Boring: 05

Boormeester: E. Wouwenberg X: 192679,9
Datum: 6-1-2014 Y: 443660,2
GWS 134



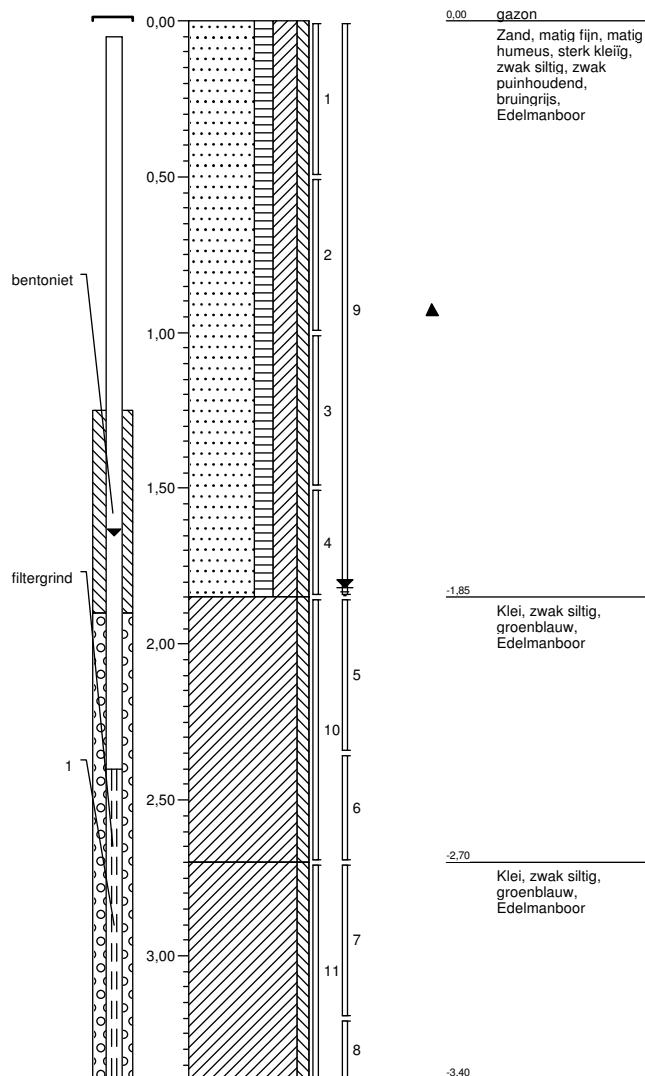
Boring: 06

Boormeester: E. Wouwenberg X: 192647
Datum: 7-1-2014 Y: 443681,7
GWS 124



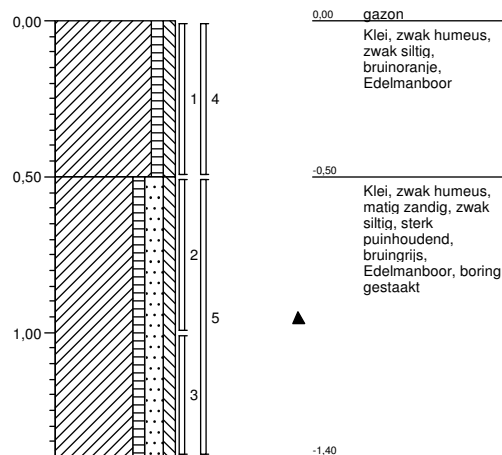
Boring: 11.01

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 03-06-2015
 GWS: 182



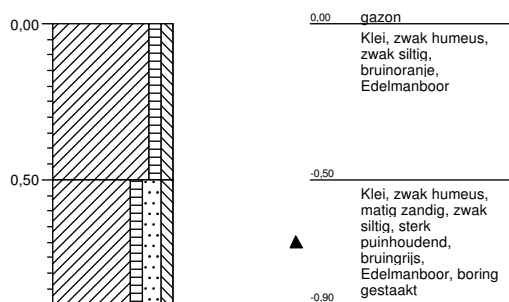
Boring: 11.02

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 03-06-2015



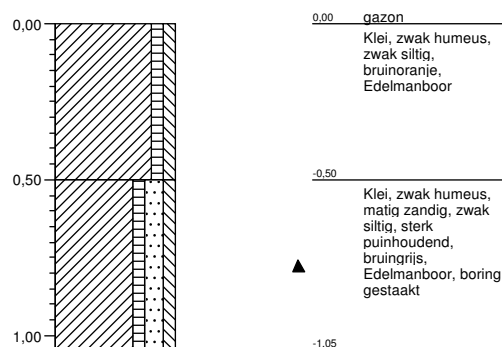
Boring: 11.02a

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 03-06-2015



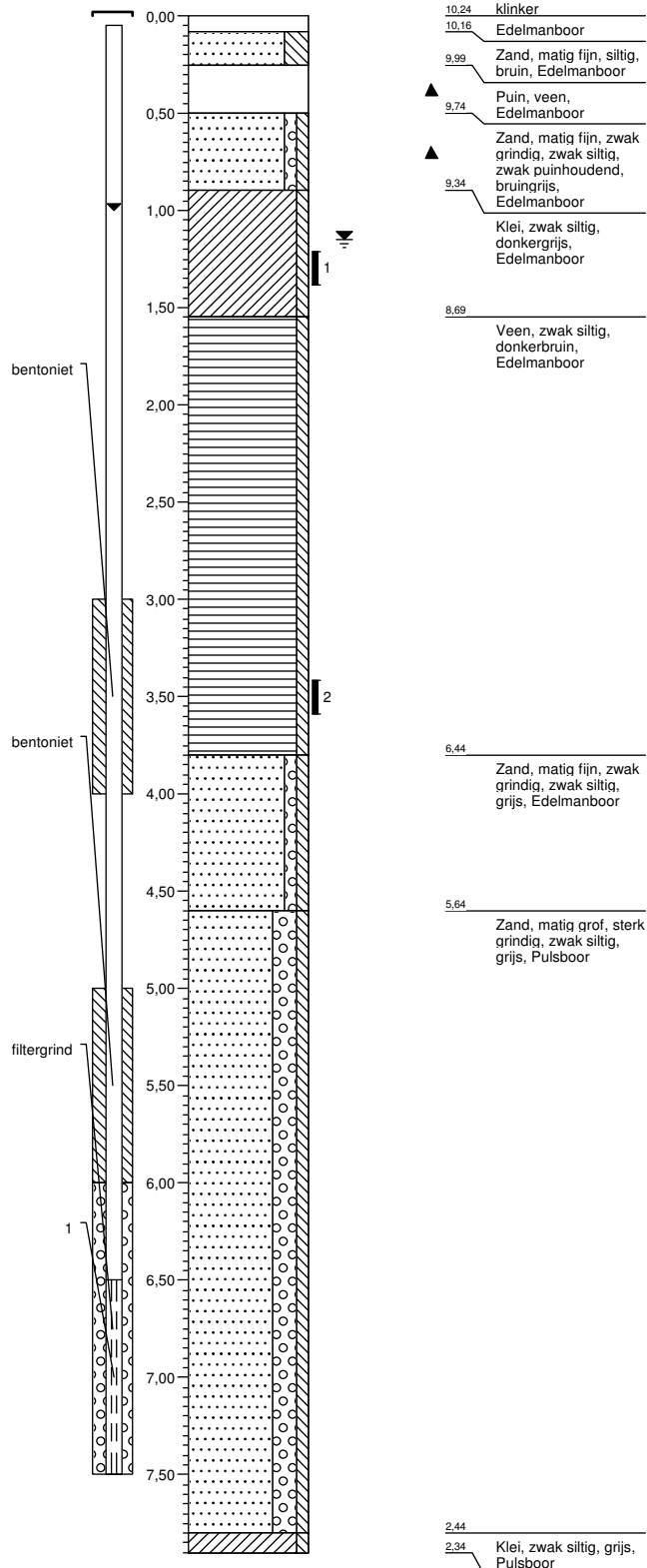
Boring: 11.02b

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 03-06-2015



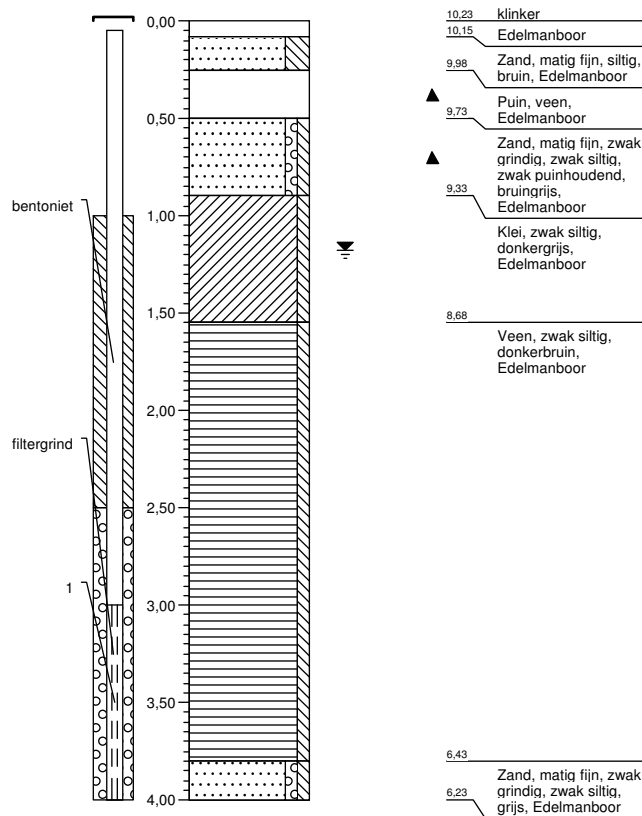
Peilbuis: 29

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 10-02-2014
 GWS 115



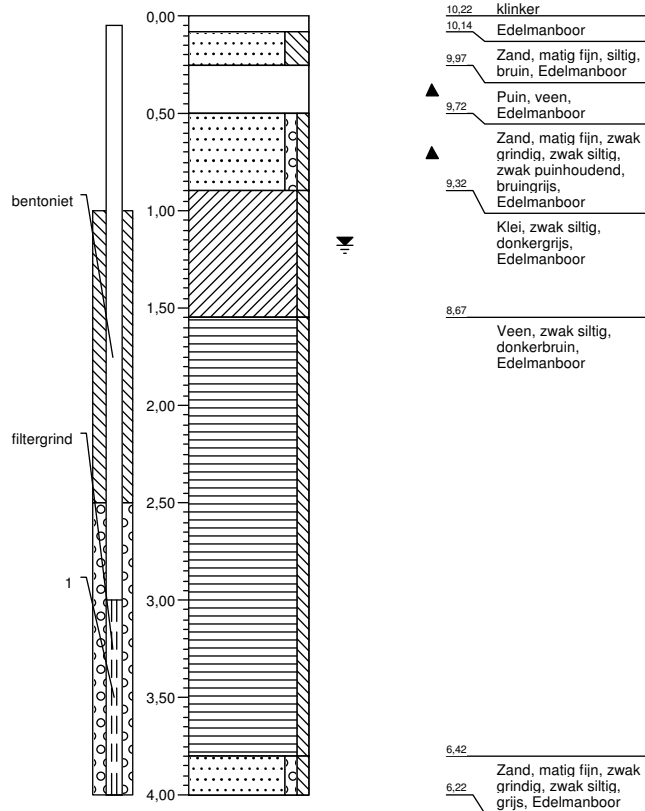
Peilbuis: 30

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 10-02-2014
 GWS 118



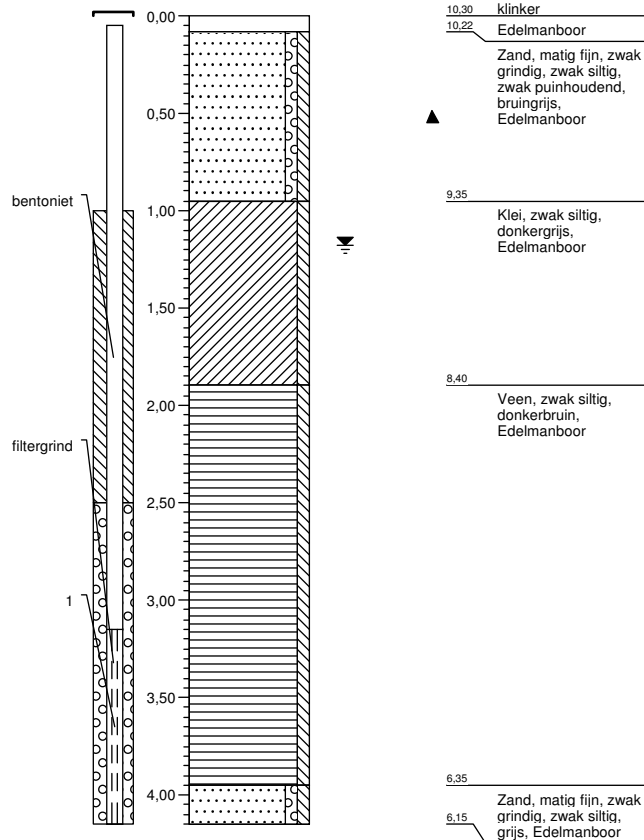
Peilbuis: 31

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 10-02-2014
 GWS 118



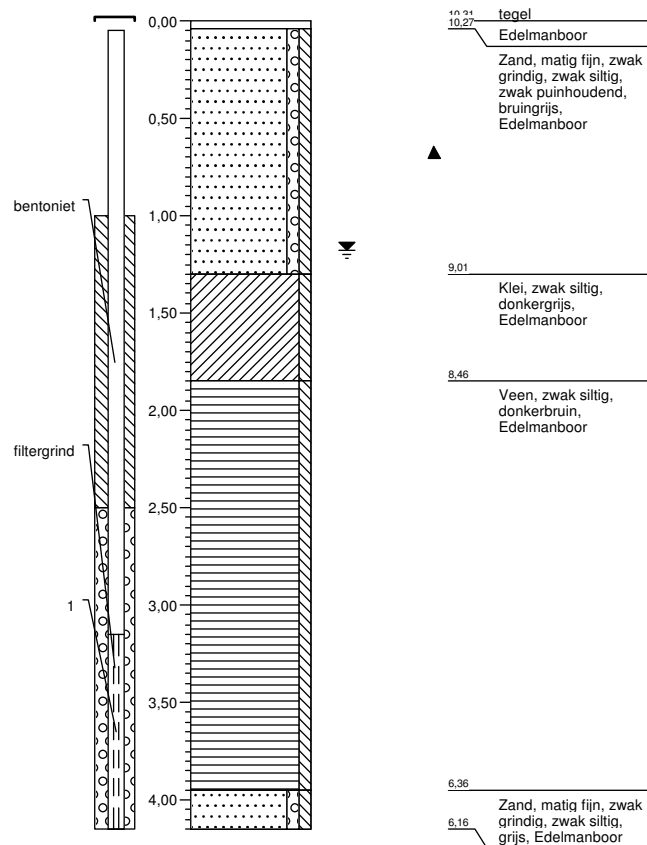
Peilbuis: 32

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 11-02-2014
 GWS 118



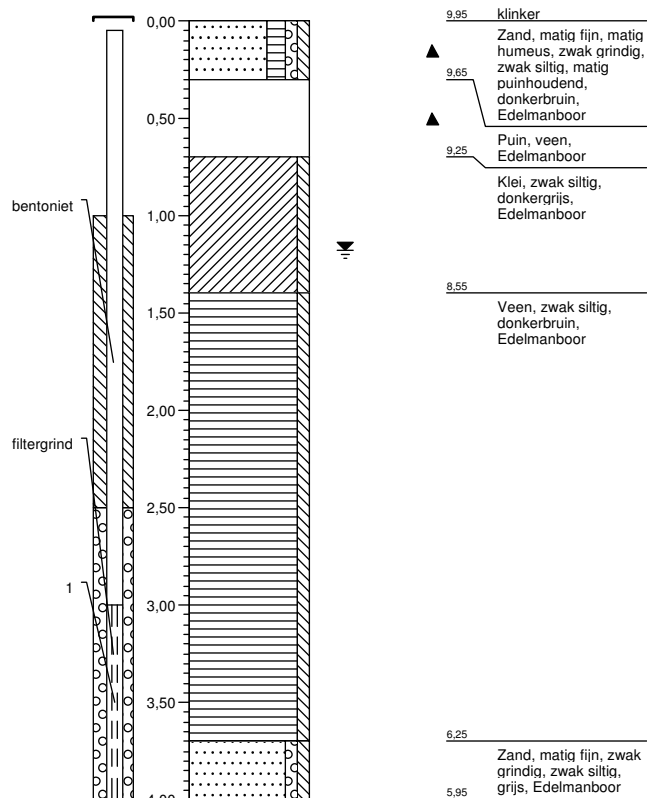
Peilbuis: 33

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 11-02-2014
 GWS 118



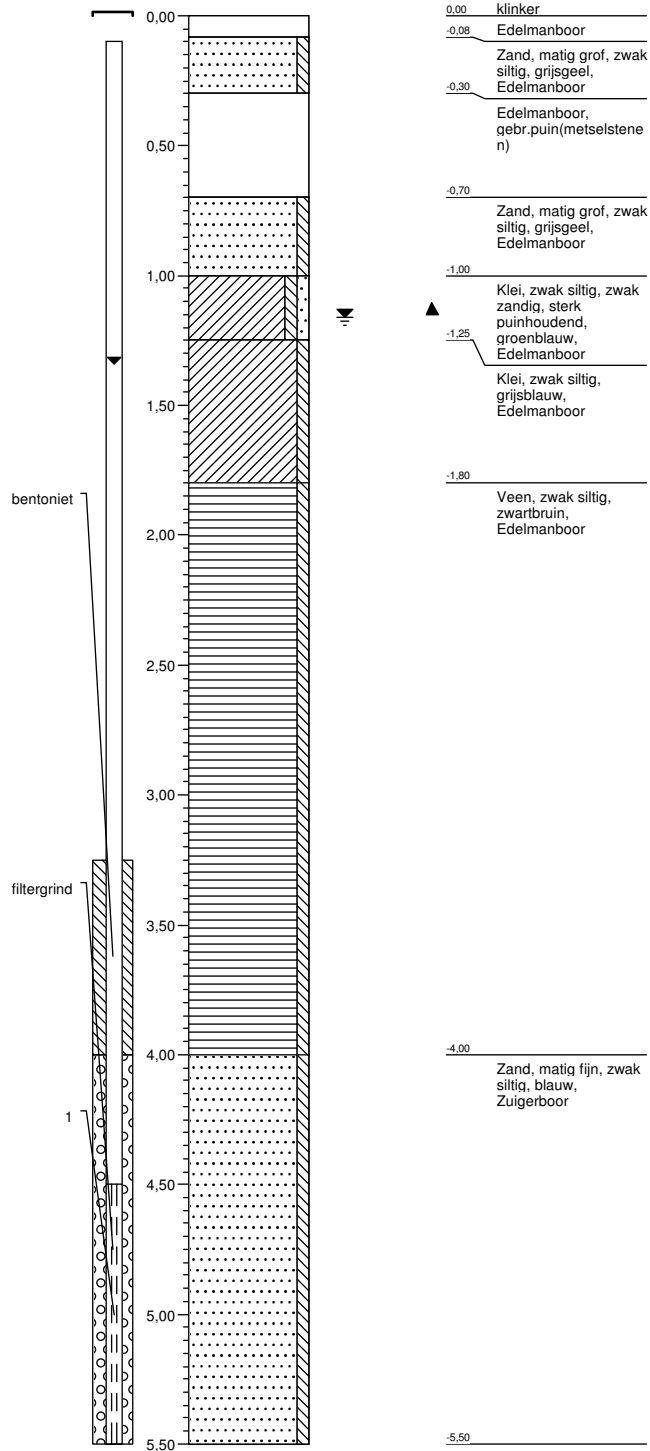
Peilbuis: 34

Boormeester: E. Wouwenberg
 Datum: 11-02-2014
 GWS 118



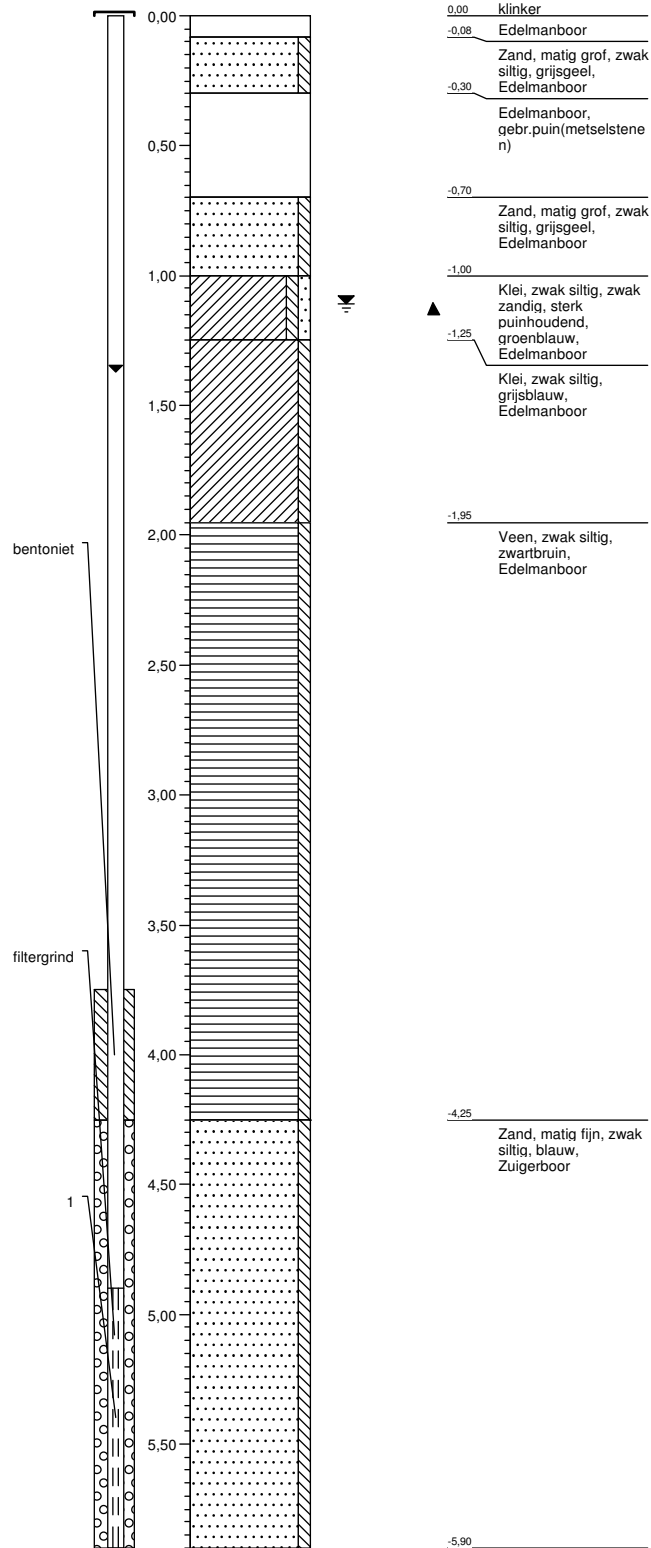
Peilbuis: 50

Boormeester: E.Wouwenberg
Datum: 19-10-2015
GWS 116



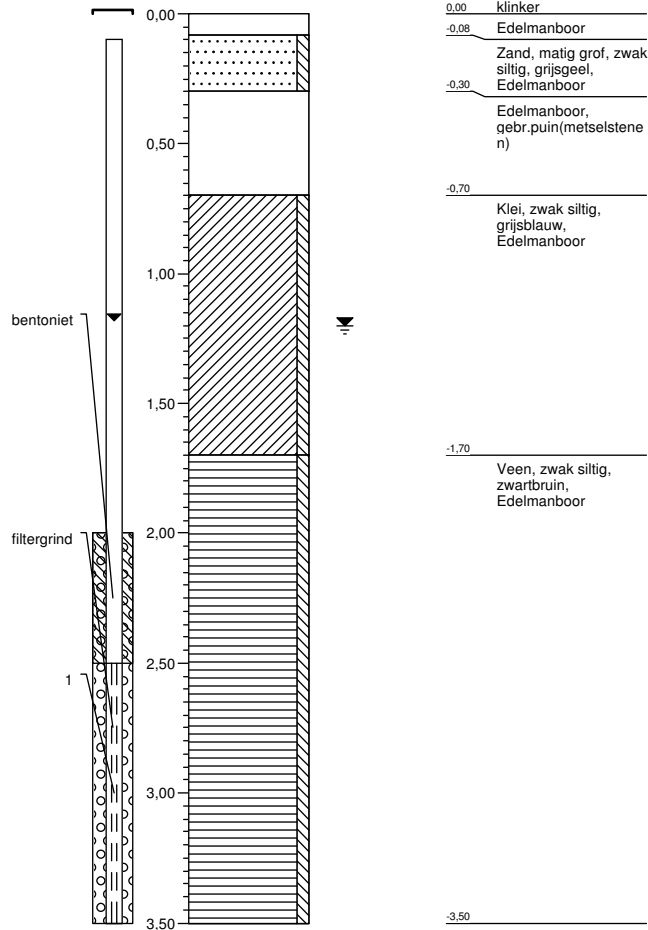
Peilbuis: 51

Boormeester: E.Wouwenberg
Datum: 19-10-2015
GWS 111



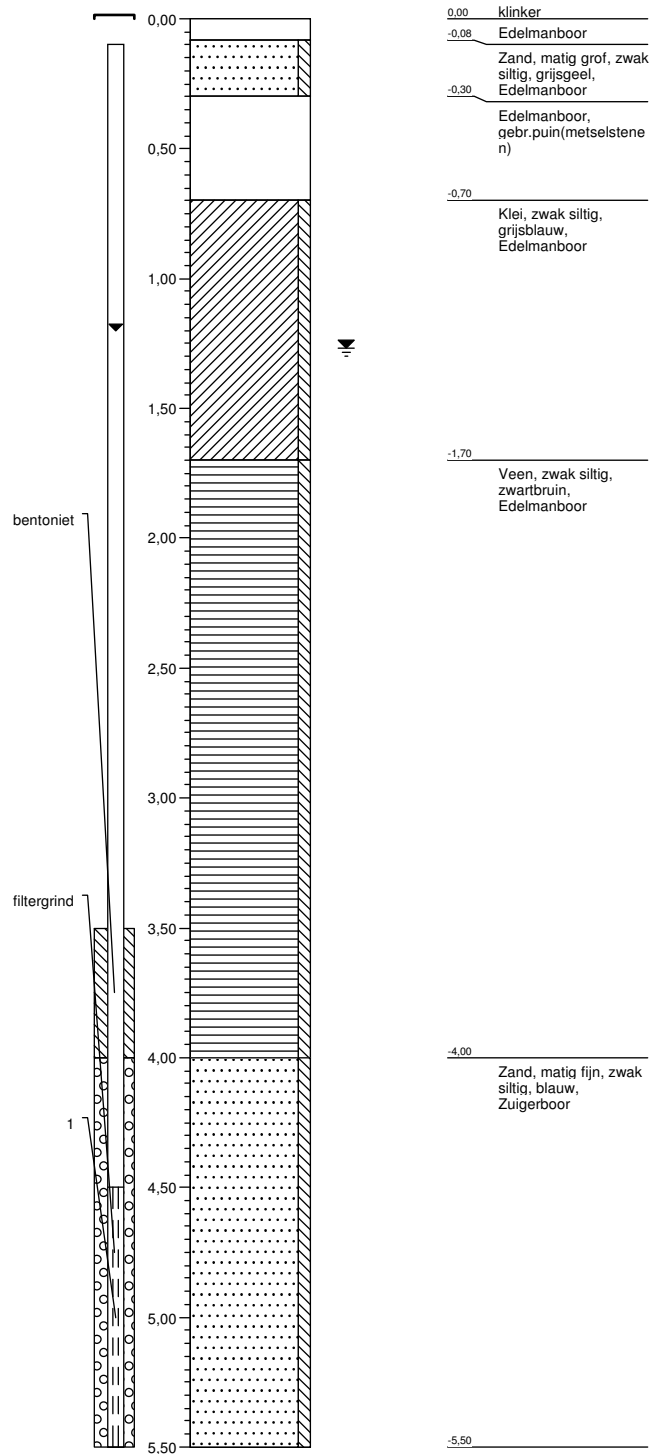
Peilbuis: 100

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 19-10-2015
 GWS 120



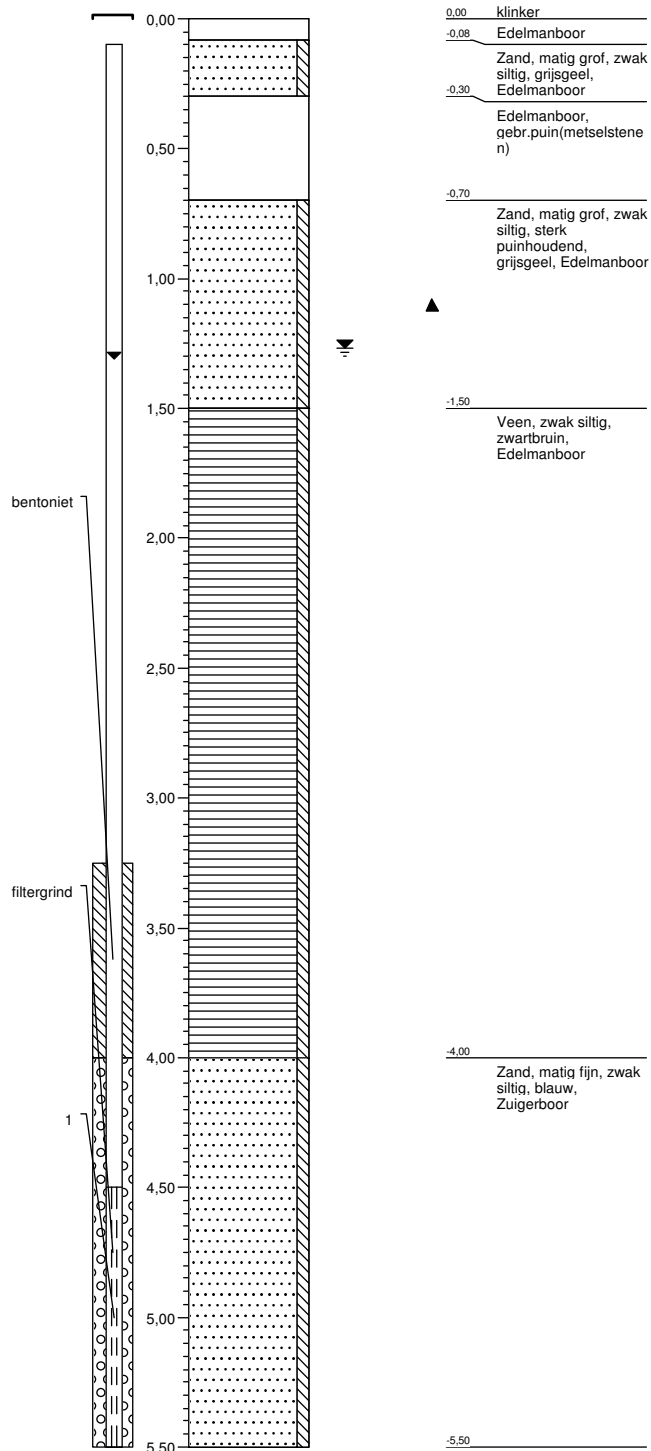
Peilbuis: 101

Boormeester: E.Wouwenberg
 Datum: 19-10-2015
 GWS 127



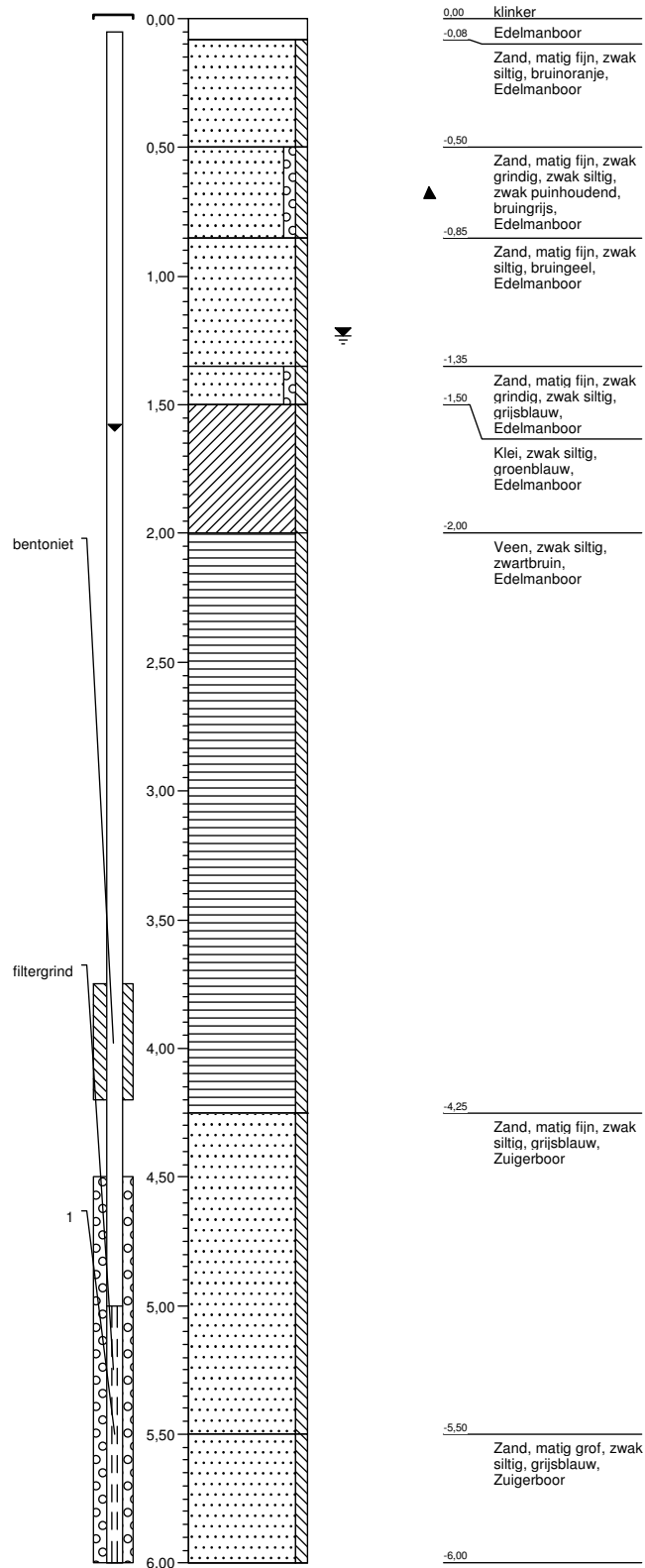
Peilbuis: 102

Boormeester: E. Wouwenberg
Datum: 19-10-2015
GWS 127



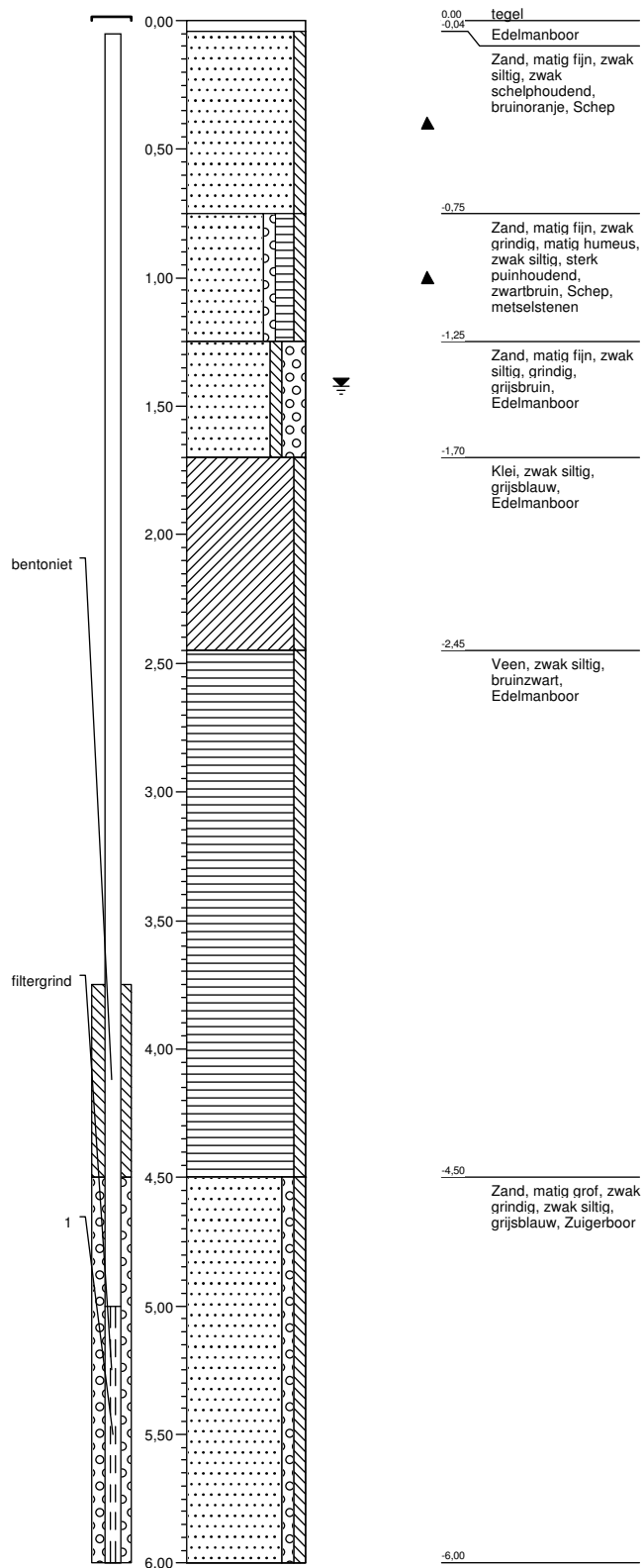
Peilbuis: 103

Boormeester: E. Wouwenberg
Datum: 19-10-2015
GWS 123



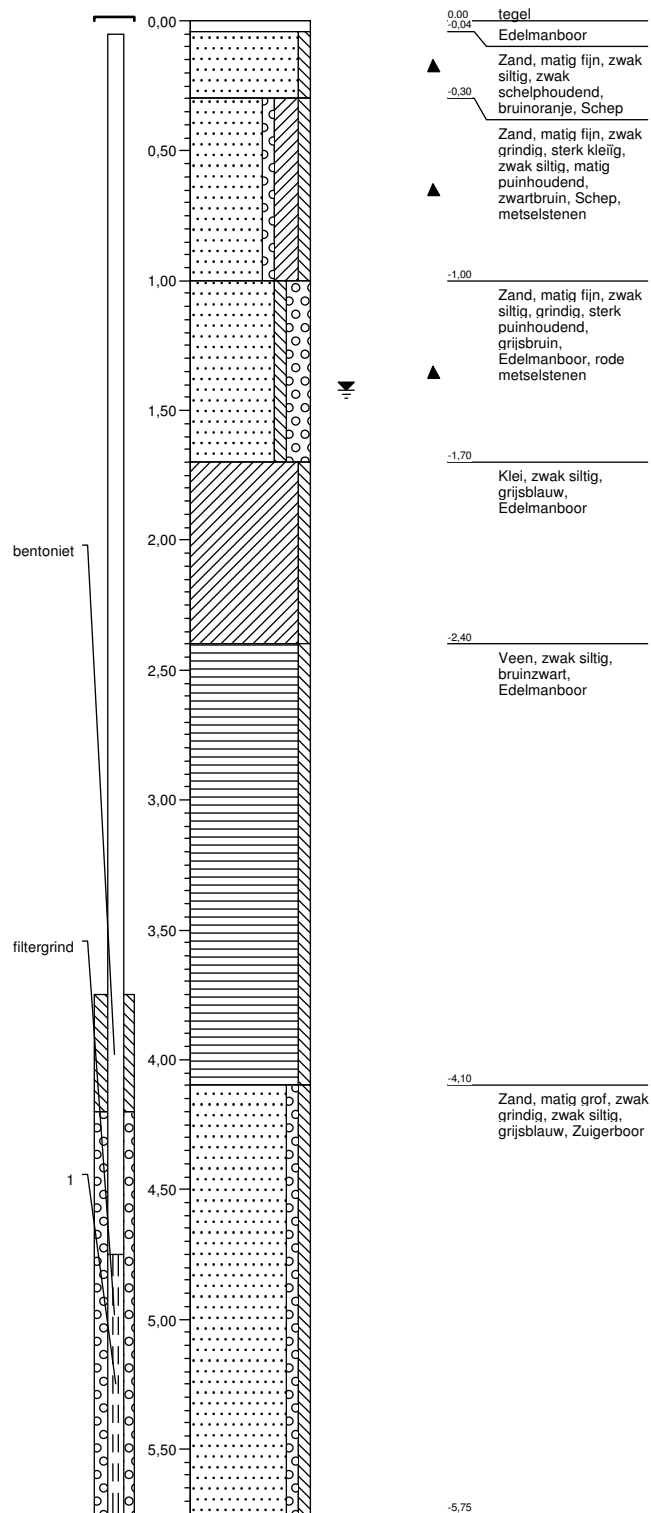
Boring: 104

Boormeester: E.Wouwenberg
Datum: 24-11-2015
GWS 142



Boring: 105

Boormeester: E.Wouwenberg
Datum: 24-11-2015
GWS 142

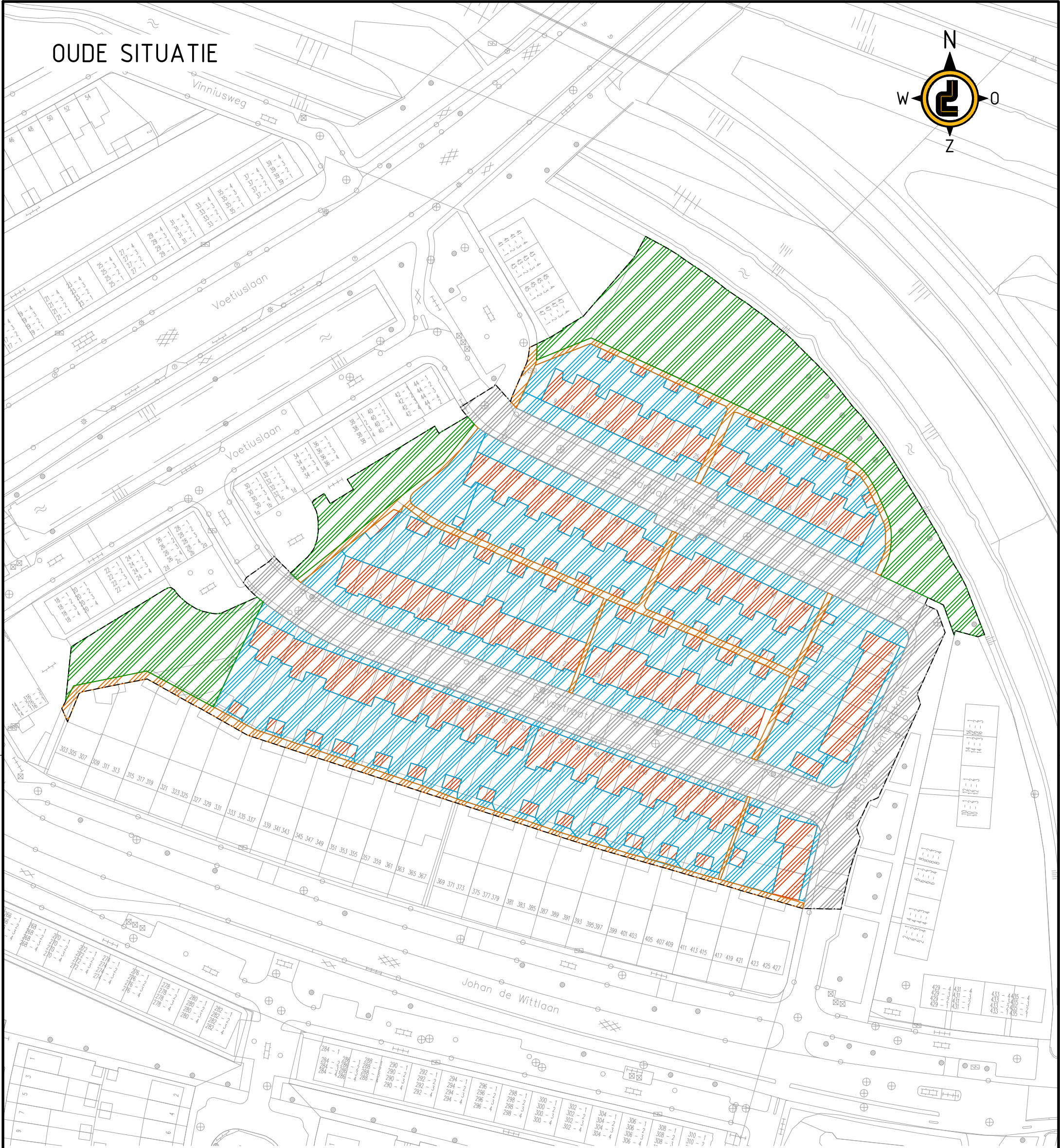
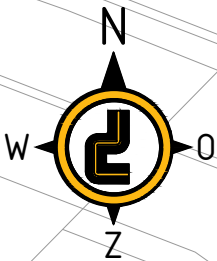


Bijlage 5 Vergelijk oppervlaktes verhard-groen

- i. Overzichtstekening verhard oppervlak oud
- ii. Overzichtstekening verhard oppervlak nieuw

Bijlage 5: Vergelijk oppervlaktes verhard/groen bestaand en nieuwe situatie						
	oude situatie	nieuw ontwerp	grijs oud	grijs nieuw	groen oud	groen nieuw
	(in m²)	(in m²)				
bebouwing	5257,42	4532,51	5257,42	4532,51		
voortuin (40% groen)	2114,45	838,91	1268,67	503,346	845,78	335,564
achtertuin (40% groen)	6595,97	3735,83	3957,582	2241,498	2638,388	1494,332
rijbaan	4002,61	2527,6	4002,61	2527,6		
voetpad	1077,45	2763,44	1077,45	2763,44		
parkeerplaats		1730,53		1730,53		
Groenstrook langs watergang oud	4080,61				4080,61	
Groenstrook langs watergang nieuw		3488,15				3488,15
Groenstroken		3508,66				3508,66
totaal	23128,51	23125,63	15563,732	14298,924	7564,778	8826,706
Balans groen	1261,928	m2 meer groen dan in de huidige situatie				

OUDE SITUATIE



0 10 20 30 40m
schaal 1:1.000

-  bebouwing
-  voor- en achtertuin
-  rijbaan
-  voetpad
-  groen in oude situatie

Opdrachtgever Vivare

Project Eilandje Urk te Arnhem

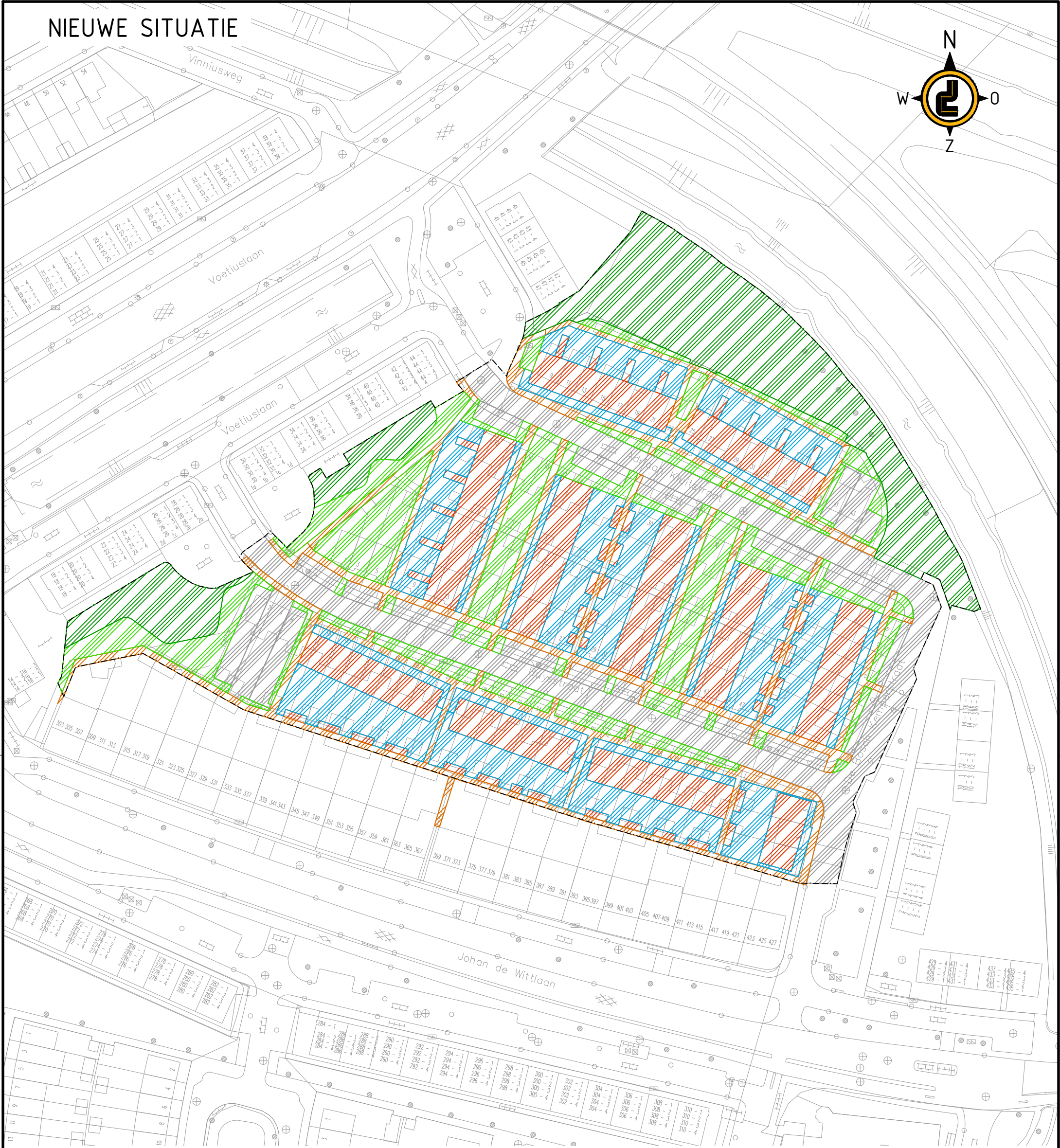
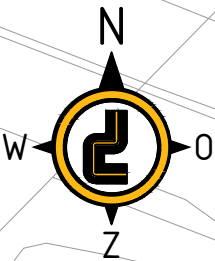
Onderdeel Verhard oppervlak oud

Versienummer	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	Tekeningnummer	28350
Datum versie	9-3-2018					Bladnummer	1/1
Gefekend	R. klein Poelhuis					Schaal	1:1000
Gecontroleerd	F. te Brake					Formaat	A3
 dusseldorp infra · sloop · milieutechniek						Status tekening	V.O.
						Projectnummer	28350
						Aanmaakdatum	20-2-2018

Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek BV Postbus 55, 7130 AB Lichtenvoorde Telefoon: 0544 - 488488
Albert Schweitzerstraat 31, 7131 PG Lichtenvoorde E-mail: info@dusseldorp.nu

Deze tekening is eigendom van Dusseldorp ISM, zonder toestemming mag niets van deze tekening worden gekopieerd, gebruikt of aan derden worden verstrekt.

NIEUWE SITUATIE



- bebouwing
- voor- en achtertuin
- rijbaan
- voetpad
- parkeerplaats
- groen (blijvend)
- nieuw groen

Opdrachtgever Vivare

Project Eilandje Urk te Arnhem

Onderdeel Verhard oppervlak nieuw

Versienummer	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	Tekeningnummer	28350
Datum versie	9-3-2018					Bladnummer	1/1
Getekend	R. klein Poelhuis					Schaal	1:1000
Gecontroleerd	F. te Brake					Formaat	A3



Status tekening	V.O.
Projectnummer	28350
Aanmaakdatum	20-2-2018

Dusseldorp Infra, Sloop en Milieutechniek BV Postbus 55, 7130 AB Lichtenvoorde Telefoon: 0544 - 488488
Albert Schweitzerstraat 31, 7131 PG Lichtenvoorde E-mail: info@dusseldorp.nu

Deze tekening is eigendom van Dusseldorp ISM, zonder toestemming mag niets van deze tekening worden gekopieerd, gebruikt of aan derden worden verstrekt