



**Waterstructuurplan  
Limmer Linten  
deelgebied B-Zuid.**

Definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN



Wareco is een gespecialiseerd ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is onze kennis van de ondergrond te integreren met de bovengrondse opgaven. We verbinden onderzoeken en adviezen aan concrete ontwerpen en uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al 40 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit meerdere vestigingen verspreid over Nederland bedienen we met circa 80 professionals overheden, bedrijfsleven en particulieren.

We hechten grote waarde aan kwaliteit en duurzaamheid. Het managementsysteem is ISO 9001 (kwaliteitsmanagement) en ISO 14001 (milieumanagement) gecertificeerd. Voor u als opdrachtgever komt dit tot uiting in de vorm van duidelijke afspraken, het afhandelen van klachten volgens vaststaande procedures en het, waar mogelijk en wenselijk, aandragen van duurzame oplossingen.

Daarnaast staat duurzaamheid ook bij onze bedrijfsvoering hoog op de agenda. Dit komt tot uiting in aandacht voor besparing op en hergebruik van grondstoffen en het beperken van milieubelasting.

# **Waterstructuurplan Limmer Linten deelgebied B-Zuid.**

Definitief

Uitgebracht aan:

Ontwikkelingsbedrijf De Limmer Strandwal

---

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Auteur   | M. Boerma, BSc  |
| Vrijgave | ir. A. Linckens |

|         |                    |
|---------|--------------------|
| Kenmerk | 183729 RAP20210115 |
| Datum   | 15-1-2021          |
| Status  | Definitief         |

## Inhoudsopgave

|                                                                              | pagina |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1. Inleiding.....                                                            | 3      |
| 1.1. Algemeen.....                                                           | 3      |
| 1.2. Doel .....                                                              | 3      |
| 1.3. Gebruikte gegevens.....                                                 | 3      |
| 2. Projectgebied.....                                                        | 4      |
| 2.1. Algemeen.....                                                           | 4      |
| 2.2. Inrichting .....                                                        | 5      |
| 2.3. Huidig maaiveld .....                                                   | 5      |
| 2.4. Bodemopbouw .....                                                       | 5      |
| 2.5. Grondwaterstanden .....                                                 | 6      |
| 3. Ontwerp uitgangspunten vloerpeilen, straatpeilen en drainageniveaus ..... | 8      |
| 3.1. Gewenste ontwateringsdiepte .....                                       | 8      |
| 3.2. Voorstel vloer- en straatpeilen en drainageniveaus.....                 | 8      |
| 4. Waterstructuurplan Deelgebied B.....                                      | 9      |
| 4.1. Greppelstructuur .....                                                  | 9      |
| 4.2. Overloopgebied.....                                                     | 10     |
| 4.3. Stuwen .....                                                            | 10     |
| 4.4. Duikers en leidingen .....                                              | 11     |
| 4.5. Voldoende ontwaterende voorzieningen .....                              | 12     |
| 4.6. Maatregel voor opvangen maaiveldsprong percelen .....                   | 13     |
| 4.7. Afwatering bestaande percelen .....                                     | 14     |
| 5. Hydraulische toetsing.....                                                | 14     |
| 5.1. Model .....                                                             | 14     |
| 5.2. Te toetsen neerslagsituaties .....                                      | 14     |
| 5.3. Aangesloten oppervlak.....                                              | 15     |
| 5.4. Resultaten hydraulische toetsing .....                                  | 17     |
| 6. Conclusie en aanbevelingen .....                                          | 22     |

## **Bijlagen**

- 1 Verkavelingsplannen
- 2 Maaiveldhoogte
- 3 Bodemopbouw deelgebied B
- 4 Grafieken grondwaterstanden
- 5 Vloerpeilen
- 6 Waterstructuurplan

# 1. Inleiding

## 1.1. Algemeen

Op 14 februari 2019 is door Ontwikkelingsbedrijf De Limmerstrandwal aan Wareco schriftelijk opdracht verstrekt voor het opstellen en hydraulisch toetsen van de waterstructuur Limmer Linten in Limmen. Ter plaatse van de ontwikkelingslocatie Zandzoom worden gefaseerd bouwplannen ontwikkeld. De opdrachtgever heeft behoefte aan een waterstructuurplan voor de te ontwikkelen deelgebieden B, E, G, I, K en M. Dit rapport behandelt voornamelijk deelgebied B-Zuiden geeft een korte doorkijk naar de wateropgave in combinatie met deelgebied B-Noord.

## 1.2. Doel

Het doel van het project is het ontwerpen en toetsen van de waterstructuur van de deelgebieden. Deze rapportage behandelt zowel grondwater als hemelwater en worden hiervoor uitgangspunten opgesteld voor de ontwikkeling van de bouwvelden.

## 1.3. Gebruikte gegevens

Ten behoeve van het onderzoek zijn archiefgegevens verzameld en bestudeerd met betrekking tot de waterstructuur in het plangebied.

Er is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

1. Stedenbouwkundige plannen ontvangen op 29 januari 2020
2. AHN3 kaartblad 19cn2, geraadpleegd op 2 augustus 2019 via [www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)
3. Maaiveldhoogte en dorpelhoogte inmetingen ontvangen op 22 oktober 2019
4. Grondwatermodel Castricum, Uitgeest en Heiloo, Wareco, geraadpleegd via <https://warecogrondwater.nl/buch/> op 14 augustus 2019
5. Legger wateren, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, ontvangen op 20 juni 2017
6. Veldwerkresultaten, uitgevoerd door HB Advies, uitgevoerd tussen 9 en 21 mei 2019
8. Masterplan Water Zandzoom
9. Dinoloket, TNO, geraadpleegd op 14-08-2019
10. Ontwerptekening stuwen fase 1C, kenmerk 13HB0983-BR-102 details d.d. 26-1-15
11. Ontwerptekening inrichting fase 1C, kenmerk 13HB0983R\$S- Fase1C ontvangen op 23 oktober 2017
12. Notitie bergings- en afvoercapaciteit Limmer Linten fase 1 Zandzoom, opgesteld door Witteveen + Bos d.d. 23 februari 2015
13. Te hanteren neerslaghoeveelheden bij T=25 en T=100, e-mail HHNK d.d. 31-1-2020
14. Overleg met Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier op 27 mei 2020 & 2 juli 2020

De in de tekst vermelde cijfers tussen [ ] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

## 2. Projectgebied

In dit hoofdstuk worden de gebiedskenmerken van de deelgebieden beschreven. Deze gegevens zijn gebruikt voor bepalen van de straatpeilen en maaiveldhoogtes (hoofdstuk 3).

### 2.1. Algemeen

Het onderzoeksgebied betreft deelgebied B en heeft een totaal oppervlak van circa 4,2 ha. Dit deelgebied wordt in twee fases (Zuid en Noord) gerealiseerd. In het onderstaande figuur is de fasering weergegeven. Dit rapport behandelt voornamelijk deelgebied B-Zuid. Dit deelgebied wordt als eerste gerealiseerd. Hiernaast is er een korte doorkijk gemaakt naar de wateropgave en vloerpeilen in combinatie met deelgebied B-Noord.

Naast de wateropgave voor de nieuwbouw is er ook gekeken naar de afwatering van de bestaande kavels rondom het plangebied.



**Figuur 1** Overzicht te ontwikkelen deelgebieden

## 2.2. Inrichting

Binnen deelgebied-zuid worden verschillende typen oppervlakken gerealiseerd. Een overzicht van de verkaveling staat in [bijlage 1](#) [1].

Voor deelgebied B-Noord geldt dat de nog in concept zijn en er dus nog aanpassingen worden doorgevoerd.

## 2.3. Huidig maaiveld

In [bijlage 3](#) staan de huidige maaiveldhoogten [2]. Het huidige maaiveld loopt af van oost naar west en varieert tussen NAP +1,60 m en NAP +0,65 m. De maaiveldhoogten bij de omliggende percelen variëren van NAP +1,50 en NAP +0,55 m, zie [bijlage 3](#).

## 2.4. Bodemopbouw

De bodem is beschreven op basis van de boorbeschrijvingen van het uitgevoerde veldwerk, zie [bijlage 3](#) [6]. De indicatieve waardes voor de onverzadigde doorlatendheid staan in tabel 1.

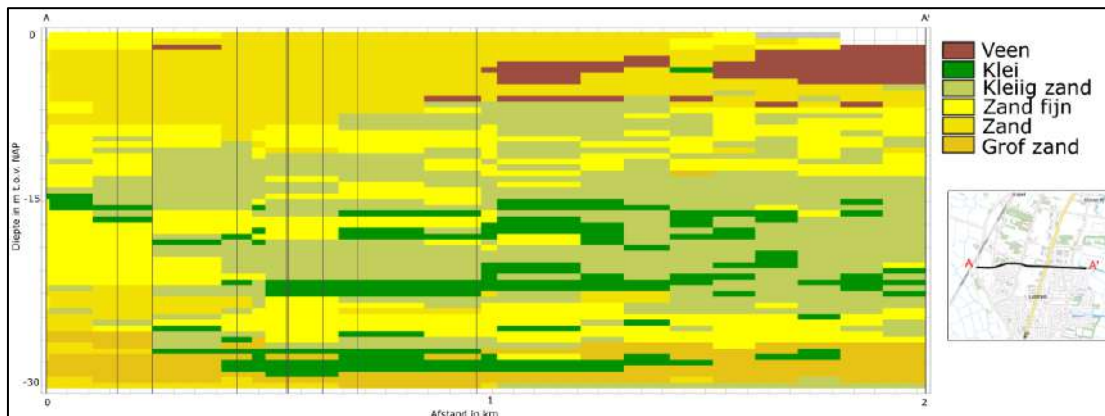
**Tabel 1:** Indicatie doorlatendheid onverzadigde bodem (bron: Cultuurtechnisch Vademecum)

| Grondsoort        | Doorlatendheid(m/dag) |
|-------------------|-----------------------|
| Grof zand         | 11                    |
| Matig grof zand   | 3                     |
| Matig fijn zand   | 1                     |
| Fijn zand         | 0,5                   |
| Lichte klei       | 0,03                  |
| Matige zware klei | 0,01                  |
| Veen              | 0,05                  |

### Limmen algemeen

De bodem in Limmen bestaat voornamelijk uit zand met aan de randen van de strandwal ondiepe veen/klei lenzen. Deze slecht doorlatende lagen worden met name in het oostelijke gedeelte van Limmen aangetroffen, zie figuur 1.





**Figuur 1** Doorsnede bodemopbouw Limmer (west-oost tracé pagenlaan/visweg) o.b.v Geotop (www.dinolet.nl)

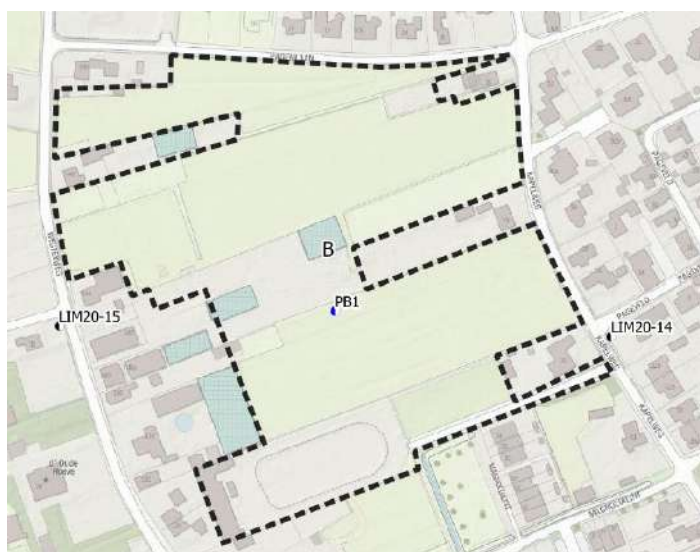
Deze veen- en kleilagen belemmeren de infiltratie naar dieper gelegen watervoerende lagen waardoor geïnfiltreerd regenwater horizontaal afstroomt. Indien deze veen/kleilagen minder dan 2 à 3 m beneden maaiveld zitten, kunnen tijdelijk hogere grondwaterstanden ontstaan, zogenaamde schijngrondwaterstanden.

### Deelgebied B

Uit de boorbeschrijvingen blijkt dat de gehele bodem voornamelijk uit matig fijn en matig grof zand bestaat, zie [bijlage 3](#). Er zijn geen scheidende lagen in de boringen aangetroffen. Op basis van deze bodemopbouw wordt verwacht dat er voldoende infiltratiecapaciteit naar een diepere bodem binnen het gebied is.

## 2.5. Grondwaterstanden

In het deelgebied zijn de grondwaterstanden van 22 juli 2019 t/m 2 maart 2020 gemeten met telemetrische meetapparatuur. Hiernaast zijn de historische meetgegevens van omliggende peilbuizen gebruikt om inzicht te krijgen in de fluctuaties over langere periode. In figuur 2 staan de peilbuislocaties in deelgebied B.



**Figuur 2** Locaties peilbuizen deelgebied B

De grafieken met de grondwaterstanden staan in bijlage 4 en de grondwaterstatistieken in d tabel 2. Wegens de korte meetperiode, zijn de grondwaterstandsmetingen vergeleken met die van de omliggende peilbuizen uit het gemeentelijk grondwatermeetnet. Hieruit blijkt dat de gemeten fluctuaties overeenkomen met de omliggende historische metingen.

**Tabel 2:** Grondwaterstatistieken

| Deelgebied                                                                                                                                                      | Peilbuis | RHG<br>(m NAP) | GG<br>(m NAP) | RLG<br>(m NAP) | Ontwatering<br>bij RHG (m) | Fluctuatie tussen<br>RHG en RLG (m) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|---------------|----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| B                                                                                                                                                               | PB1      | 0,69           | 0,30          | -0,24          | 0,38                       | 0,93                                |
|                                                                                                                                                                 | LIM20-14 | 1,00           | 0,45          | 0,10           | 0,80                       | 0,90                                |
|                                                                                                                                                                 | LIM20-15 | -0,10          | -0,50         | -0,90          | 1,00                       | 0,80                                |
| 1. RHG= Representatief hoge waterstand (90-percentielwaarde)<br>2. GG= gemiddelde grondwaterstand<br>3. RLG= representatief laagste grondwaterstand (10-percent |          |                |               |                |                            |                                     |

De bovenstaande statistieken zijn gebruikt voor het bepalen van de vloerpeilen, straatpeilen en eventuele drainage-instelniveaus.

In de metingen zitten zowel een droge als natte periode. In de zomer van 2019 is zeer weinig neerslag gevallen en zijn de grondwaterstanden ver uitgezakt. In de maanden september en oktober is juist extreem veel neerslag gevallen en stegen de grondwaterstanden. Gedurende deze periode zijn de hoogste grondwaterstanden gemeten.



**Figuur 3** Dagsommen neerslag (mm) in 2019 (meetstation Heiloo)

### 3. Ontwerp uitgangspunten vloerpeilen, straatpeilen en drainageniveaus

Op basis van de beschikbare verkavelingstekeningen [1], gewenste en huidige grondwatersituatie en maaiveldhoogtes van bestaande omliggende percelen is een advies voor vloerpeilen, straatpeilen en drainage-instelniveaus opgesteld. In dit hoofdstuk worden de te hanteren vloerpeilen toegelicht.

#### 3.1. Gewenste ontwateringsdiepte

Om te voorkomen dat tijdens de woonfase in de kruipruimte een vrije grondwaterspiegel optreedt wordt als een ontwateringseis onder woningen 0,90 m beneden vloerpeil gehanteerd. Dit is opgebouwd uit:

- Dikte vloer: 0,20 m
- Dikte isolatie: 0,20 m
- Hoogte kruipruimte: 0,50 m

Een gangbaar streefbeeld voor wijkwegen is een ontwateringsdiepte van minimaal 0,7 m beneden maaiveld.

#### 3.2. Voorstel vloer- en straatpeilen en drainageniveaus

In [bijlage 5](#) is het voorstel voor de vloer en straatpeilen voor deelgebieden B-Zuid en Noord opgenomen. In deze bijlage staan ook de inmetingen van de directe omgeving. Op basis van deze peilen is het drainage-instelniveau bepaald. In de onderstaande tabel is een overzicht van de te hanteren vloer- en straatpeilen en de drainage-instelniveau weergegeven.

**Tabel 3:** Bepaling drainage-instelniveau greppels

|              | Maatgevend<br>straatpeil<br>(m NAP) | Gewenste ontwa-<br>tering wijkwegen<br>(m NAP) | Intree-weerstand<br>(m) | Opbolling<br>(m) | Gewenste drai-<br>nage instelni-<br>veau<br>(m NAP) |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| Deelgebied B | 1,80 / 1,20                         | 0,7                                            | 0,1                     | 0,1              | 0,90 / 0,30                                         |

Door het hanteren van een drainage-instelniveau worden alleen de hoge grondwaterstanden afgetopt. Hiermee wordt voorkomen dat er onnodig veel grondwater wordt afgevoerd naar de omliggende polders.

In het voorstel is rekening gehouden dat de vloerpeilen over circa 20 cm boven straatpeil worden aangelegd. Hiermee wordt de kans geminimaliseerd dat bij extreme neerslaggebeurtenissen water richting de woningen stroomt en schade veroorzaakt.

De geadviseerde vloer- en straatpeilen voor deelgebied B-Noord zijn bepaald op basis van de huidige inrichtingstekeningen (januari 2020). Indien hier in de toekomst aanpassingen in worden gedaan dienen deze vloer en straatpeilen opnieuw beoordeeld te worden.

#### 4. Waterstructuurplan Deelgebied B

Binnen het deelgebied wordt voor de afvoer van hemel- en grondwater greppels en IT-leidingen gerealiseerd. In dit hoofdstuk wordt de beoogde waterstructuur beschreven

### 4.1. Greppelstructuur

In bijlage 6 is het voorstel voor de waterstructuur opgenomen. Hierop is te zien dat twee verschillende type greppels worden voorgesteld. Wij stellen voor om voor oost-west georiënteerde greppels een breedte op de insteek te hanteren van 3,4 m. Voor de greppel centraal in het plangebied (noord-zuid) stellen wij voor om een breedte van 4,0 meter op insteek te hanteren. Beide type greppels zijn 1 m diep en hebben een talud van 1:1,5 m.



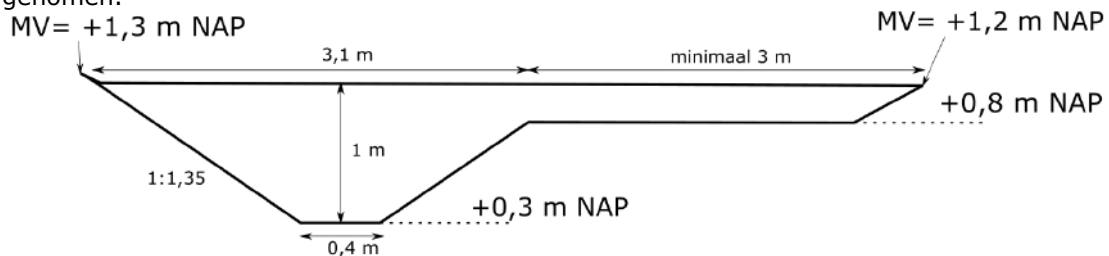
**Figuur 4 Afstroming deelgebied B-zuid en fase 1C**

Het greppelsysteem wordt aangesloten op de reeds gerealiseerde nieuwbouw (fase 1C) aan de zuidkant van deelgebied B-zuid. De fasen worden gescheiden met een stuw zodat de maximale bergingscapaciteit van de greppels binnen de fasen kan worden gebruikt. De stuwen worden gedimensioneerd op het maximale afvoerdebiet van 8 m<sup>3</sup>/min/100 ha bij T=100 bui (69 mm neerslag in 12 uur). Het overtollige hemelwater uit deelgebied B-zuid bij neerslaggebeurtenissen zwaarder dan een T=100 bui, wordt via fase 1C afgevoerd naar de polder ten westen van het onderzoeksgebied, zie figuur 4.

In de toekomst na realisatie van deelgebied B-noord is het mogelijk om via het nog te realiseren IT-riool in de Pagenlaan regenwater vanuit het plangebied af te voeren. De aansluiting moet tijdens de uitwerking van deelgebied B-noord verder worden gedetailleerd. Dit houdt in dat er twee afvoerroutes naar het oppervlaktewater komen waarmee het systeem robuuster wordt.

## 4.2. Overloopgebied

In deelgebied B-zuid wordt langs een greppel een overloopgebied gerealiseerd, zie bijlage 6. Dit overloopgebied functioneert wanneer het waterpeil in de greppels stijgt boven NAP +0,80 m. In het onderstaande figuur is een schematische doorsnede van deze situatie opgenomen.



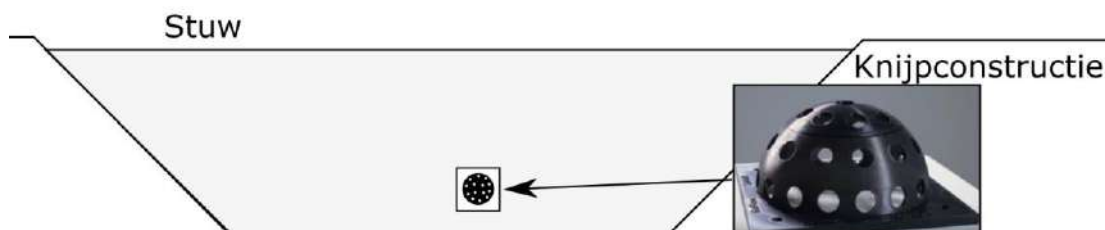
**Figuur 5** Schematische doorsnede overloopgebied

## 4.3. Stuwen

### Stuwhoogtes

Om het waterbergend vermogen van de greppels zoveel mogelijk te benutten zijn stuwen in de greppels nodig. In [bijlage 6](#) is een voorstel voor de locaties van de stuwen en stuwhoogtes voor zowel deelgebied B-zuid als de al gerealiseerde nieuwbouw opgenomen. De opgenomen stuwhoogtes zijn overal minimaal circa 10 cm onder de insteek van de greppels. De locaties van de stuwen in fase 1C zijn opgenomen op basis van de oorspronkelijke uitwerkingstekeningen [10&11]. Op twee locaties adviseren wij de stuwhoogtes in fase 1C te optimaliseren ten opzichte van de originele plannen. Bij deze aanpassing moet de watervergunning van de reeds gerealiseerde nieuwbouw (fase 1C) worden geactualiseerd. In [bijlage 6](#) is aangegeven om welke stuwen dit gaat.

Om de gewenste ontwatering bij hoge grondwaterstanden te halen is het wenselijk om een geknepen afvoerconstructie in de stuwen te realiseren. Op deze manier functioneren de greppels tijdelijk als ontwateringsvoorziening en worden hoge grondwaterstanden gedurende natte periode afgetopt. Het drainage-instelniveau in deelgebied B bedraagt NAP +0,30 m, zie [bijlage 6](#). In het onderstaande figuur is een principe tekening van de stuw met knijpconstructie weergegeven.



**Figuur 6** Principe tekening stuw (GoFlow knijpconstructie)

De GoFlow constructie zorgt ervoor dat de opening in de stuw niet verstopt raakt en de gewenste afvoerdebieten gehaald worden. Door de bolling aan de bovenstroomse kant van de stuw te plaatsen kan vuil er tegenaan stroom maar komt minder snel vast te zitten en stijgt het vuil mee met de waterlijn in de greppel. Hiermee wordt de afvoercapaciteit beter gewaarborgd. Het schoonmaken en onderhouden van de stuwen moet gelijktijdig plaatsvinden met het onderhoud aan de aanliggende greppels.

#### **4.4. Duikers en leidingen**

Binnen het deelgebied worden de greppels met elkaar verbonden met duikers. Voor een robuust watersysteem adviseren wij om duikers rond 315 mm te realiseren en deze 10 cm boven de bodem van de greppels aan te leggen (b.o.b.). Hiermee wordt zoveel mogelijk voorkomen dat de duikers door inspoeling verstopt raken.

Hiernaast grenzen sommige wegen en percelen niet aan een greppel. Voor deze locaties geldt dat deze worden aangesloten via een HWA- of DT-leiding of op het bestaande gemengde stelsel zodat afvoer van regenwater mogelijk is. In [bijlage 6](#) is aangegeven voor welke locaties dit geldt.



#### 4.5. Voldoende ontwaterende voorzieningen

Om voldoende ontwatering te realiseren stelt het Masterplan Zandzoom dat om de 80 m een ontwaterende voorziening gerealiseerd moet worden. Deze ontwaterende voorzieningen kunnen in de vorm van een greppel, drainage en/of DT/IT-riolen worden gerealiseerd. Op basis van de inrichtingstekeningen en het waterstructuurplan is op het onderstaande figuur aangegeven dat binnen het projectgebied voldoende ontwaterende voorzieningen worden gerealiseerd. Hiermee voldoet het plan conform de richtlijnen vanuit het Masterplan Zandzoom.



**Figuur 7** Afstand tussen ontwaterende voorziening (max. 80 m)

#### 4.6. Maatregel voor opvangen maaiveldsprong percelen

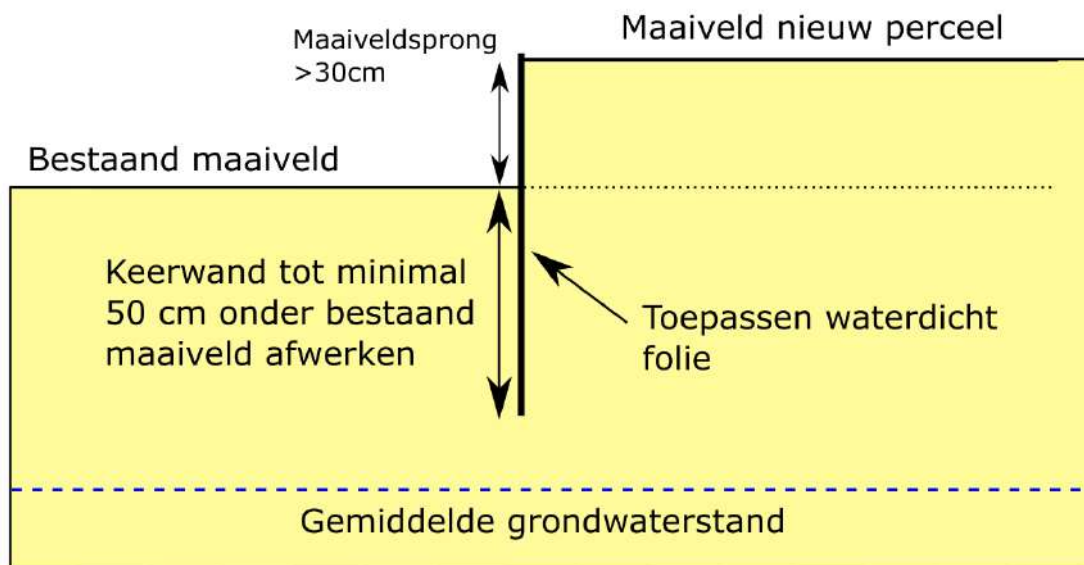
Op twee locaties binnen deelgebied B-Zuid zijn de maaiveldsprongen tussen bestaande en nieuwbouwperven groter dan 30 cm, zie bijlage 5. Bij maaiveldsprongen groter dan 30 cm bestaat het risico dat bestaande lager gelegen percelen gedurende natte periode drassig worden. Om de negatieve effecten van de maaiveldsprong tegen te gaan worden keerwanden op de grens op de nieuwe percelen toegepast. Deze keerwanden moten ten minste 50 cm diep ten opzichte van het bestaand maaiveld te worden afgewerkt en waterdicht te worden gemaakt met folie. Hierdoor wordt een eventuele kwelstroom onder de keerwand door tegen gegaan. . Hiernaast staan de keerwanden boven de gemiddelde grondwatersituatie waardoor deze geen belemmering vormen voor de huidige grondwaterstromen. Het toepassen van de keerwand geldt voor de bestaande percelen:

- Westerweg 128 t/m 132
- Kapelweg 23 & 29

In [bijlage 6](#) zijn de locaties van de keerwanden opgenomen.

De keerwand is alleen op hydrologisch functioneren getoetst en niet op stabiliteit. In de civiele uitwerking van het plan moet de keerwand ontworpen en getoetst worden op stabiliteit.

In het onderstaande figuur is een principetekening van de keerwand weergegeven.



**Figuur 8** Principe keerwand voor opvangen maaiveldsprong

Om ongewenste grondwaterstromen naar de lager gelegen percelen te voorkomen is er voor gekozen om geen drainage bij de keerwand toe te passen. Door de stuwen in deelgebied B-zuid kan het waterpeil in het systeem stijgen tot circa NAP +0,95 m. Dit is hoger ten opzichte van het maaiveld bij de bestaande percelen (circa NAP +0,60 m) en dus niet wenselijk om een aansluiting via een drain te maken.

De keerwand zelf heeft voldoende waterkerend vermogen om doorsijpelend regenwater vanuit deelgebied B-zuid te voorkomen.



## 4.7. Afwatering bestaande percelen

In en rondom het plangebied zijn bestaande percelen waarmee rekening wordt gehouden in verband met de afwatering. Dit betreffen mogelijk de volgende percelen:

- Kapelweg 23 & 29
- Westerweg 128 & 130

De bebouwing van deze percelen zit aangesloten op de riolering. Het omliggend oppervlak stroomt vrij af of infiltreert. Door de nieuwbouw is afstroming naar de omgeving niet meer mogelijk. Op basis van de maaiveldhoogtes (ahn3) blijkt dat alleen bij Kapelweg 23 verandering optreedt in de afvoermogelijkheid. Voor dit perceel geldt dat er een nieuwe afvoermogelijkheid op een toekomstig IT-riool gerealiseerd wordt, zie [bijlage 6](#).

Bij de overige percelen is het maaiveld nagenoeg vlak waardoor overtollig hemelwater binnen de percelen blijft staan of zijn er in de huidige situatie al obstructies zoals kassen en/of schuren.

# 5. Hydraulische toetsing

## 5.1. Model

Er is gebruik gemaakt van de Channel Flow module van Sobek, versie 2.12. De dimensies van bestaande watergangen en duikers zijn overgenomen uit de legger van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en metingen in het veld.

Benedenstrooms van de nieuw te ontwikkelen gebieden zijn stuwen met doorlaat opgenomen om te voorkomen dat de afvoer omgerekend groter wordt dan 6 m<sup>3</sup>/min/100ha bij T=25 en 8 m<sup>3</sup>/min/100ha bij T=100 (69 mm in 12 uur).

Als uitgangspunt in het model hanteren wij de volgende punten:

- 2 mm berging op maaiveld
- Runoff coëfficiënt 0,1 1/min
- Infiltratiecapaciteit greppels 0,50 m/d (conform toetsing witteveen + bos fase 1, worst-case benadering)
- Greppel profielen fase 1 conform tekeningen HB advies kenmerk: 13HB0983-BR-102 d.d. 26-01-15

## 5.2. Te toetsen neerslagsituaties

Het watersysteem is getoetst aan de volgende neerslagsituaties en voorwaarden:

- T=2, bui8 uit de leidraad riolering voor het toetsen van water-op-straat; (19,8 mm/uur)
- T=25, om te toetsen of er niet te veel water wordt afgevoerd naar het omliggend gebied (6m<sup>3</sup>/min/100ha); (54mm/12uur)
- T=100, om te toetsen of water niet inundeert vanuit de greppels. (69mm/12uur) bij maximale toegestane afvoer 8m<sup>3</sup>/min/100ha.

### 5.3. Aangesloten oppervlak

Voor het opstellen van de hydraulische toetsing is bepaald hoeveel en welk type oppervlak (verhard en onverhard) afvoert op het watersysteem. De aangesloten oppervlakken zijn bepaald op basis van de aangeleverde matenplan tekeningen. De inrichtingstekeningen van deelgebied B-zuid zijn inmiddels definitief. Hiernaast zijn de gehanteerde oppervlakken voor reeds gerealiseerde nieuwbouw (fase 1C) meegenomen.

In de toekomst is het echter wenselijk om ook deelgebied B-noord op het watersysteem van deelgebied B-zuid en fase 1 af te laten voeren. Om deze reden is alvast een globaal overzicht van de oppervlakken van B-noord opgenomen. Deze oppervlakken zijn niet meegenomen in de hydraulische toetsing van deelgebied B-zuid en fase 1.

In de onderstaande tabel zijn de gehanteerde oppervlakten weergegeven.

**Tabel 4** Oppervlakken deelgebieden

| Type oppervlak                                                                                                                                       | Fase 1C*     | Deelgebied B-zuid | Deelgebied B-noord (voorlopig) niet meegenomen in hydraulisch model |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Uitgeefbaar</b>                                                                                                                                   |              |                   |                                                                     |    |
| Onverhard (60%)                                                                                                                                      | 1,059        | 0,473             | 0,750                                                               | ha |
| Verhard (40%)                                                                                                                                        | 0,511        | 0,315             | 1,500                                                               | ha |
| Daken                                                                                                                                                | 0,605        | 0,219             | 0,375                                                               | ha |
|                                                                                                                                                      |              |                   |                                                                     |    |
| <b>Openbaar terrein</b>                                                                                                                              |              |                   |                                                                     |    |
| Onverhard                                                                                                                                            | 0,899        | 0,448             | 0,478                                                               | ha |
| Verhard                                                                                                                                              | 0,451        | 0,257             | 0,382                                                               | ha |
| <b>Totaal</b>                                                                                                                                        | <b>3,525</b> | <b>1,712</b>      | <b>2,485</b>                                                        | ha |
| *Oppervlakken op basis van notitie bergings- en afvoercapaciteit Limmer Linten fase 1 Zandzoom, opgesteld door Witteveen + Bos d.d. 23 februari 2015 |              |                   |                                                                     |    |

In de onderstaande tabel is weergegeven hoeveel mm waterberging over het verhard oppervlak wordt gerealiseerd in deelgebied B-zuid. Om alvast inzicht te krijgen in het totale watersysteem is op basis van de huidige plannen ook een berekening voor B-noord uitgevoerd en is naar gekeken naar de wateropgaven bij combinatie van de deelgebieden.

**Tabel 5** Compensatie toename verhard oppervlak

| Deelgebied                                                                   | Waterberging o.b.v. profielen bijlage 6 (m3) | Aangesloten verhardoppervlak (m2) | Waterberging over verhard oppervlak (mm) | Waterberging door infiltratie in bodem over 12 uur over verhard oppervlak (mm) <sup>1</sup> | Totale waterberging over verhard oppervlak (mm) |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>B-zuid</b>                                                                | <b>670</b>                                   | <b>7.927</b>                      | <b>88,24</b>                             | <b>40,90</b>                                                                                | <b>129,14</b>                                   |
| <i>B-noord (nog niet definitief)</i>                                         | 730                                          | 22.570                            | 32,34                                    | 15,06                                                                                       | 47,40                                           |
| <i>Totaal (B-zuid en noord)</i>                                              | 1430                                         | 30.497                            | 46,89                                    | 11,13                                                                                       | 58,02                                           |
| <sup>1</sup> Infiltratiecapaciteit gerekend over gehele breedte van greppels |                                              |                                   |                                          |                                                                                             |                                                 |

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat in deelgebied B-zuid voldoende waterberging wordt gerealiseerd (>69mm). Hiermee wordt voldaan aan het Masterplan Zandzoom.

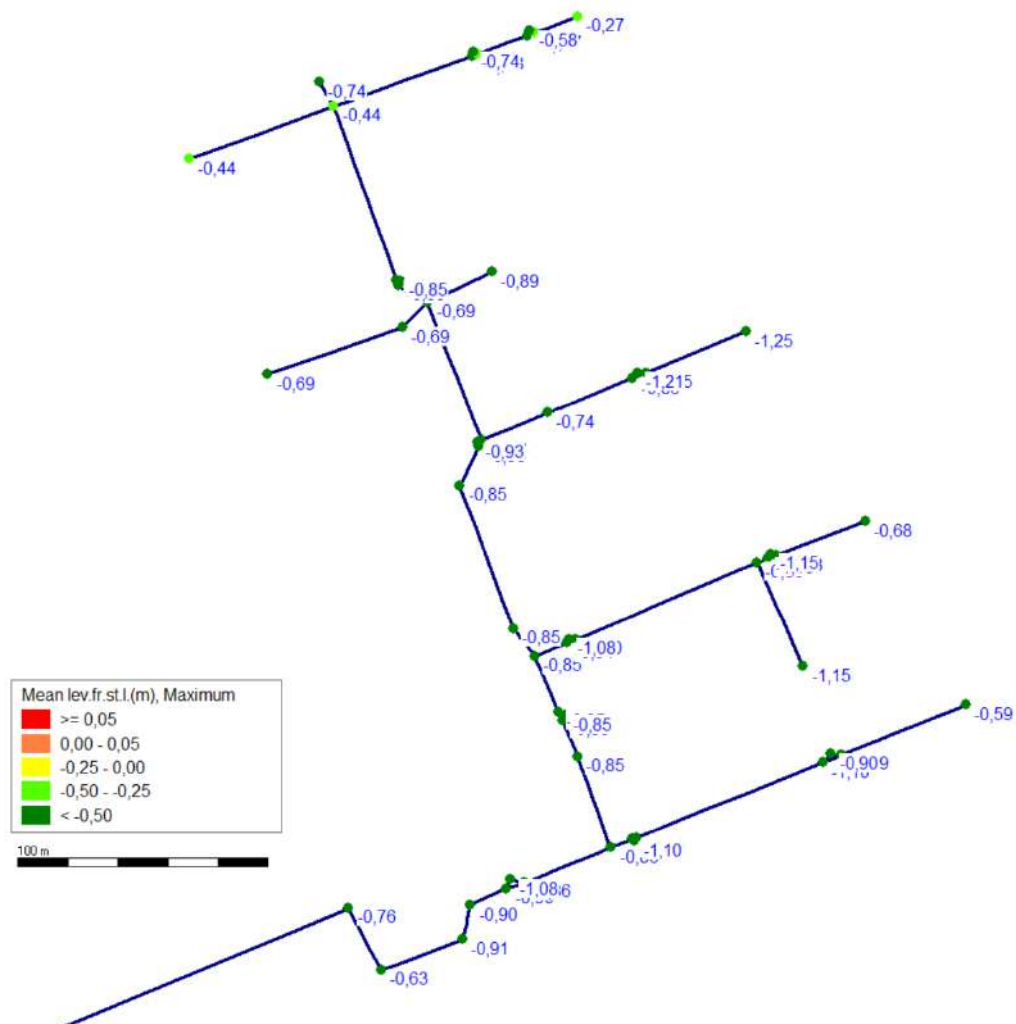
Met de beoogde inrichting van deelgebied B-noord is echter onvoldoende waterberging. Dit staat momenteel nog los van de huidige vergunning aanvraag. Echter adviseren wij bij de verdere uitwerking en eventuele koppeling van deelgebied B-zuid en noord aanvullende waterberging te realiseren zodat in totaal ten minste 69 mm waterberging over aangesloten verhard oppervlak (incl. infiltratie) gerealiseerd wordt.

## 5.4. Resultaten hydraulische toetsing

Voor de hydraulische toetsing van deelgebied B-zuid zijn de berekende waterdieptes op verschillende locaties en verschillende neerslaggebeurtenissen bestudeerd. Hiernaast is er gekeken naar de afvoer vanuit fase 1C naar het oppervlaktewater.

$T=2$

Het systeem is getoetst op bui8 uit de Leidraad Riolering om te kijken of er geen waterop straat optreedt. In het onderstaande figuur zijn de maximaal berekende waterstanden in de greppels weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat bij maximaal berekende waterstanden de waterstand minimaal 27 cm onder insteek van greppel blijven. Hiermee voldoet het systeem aan de gestelde normen vanuit de gemeente.



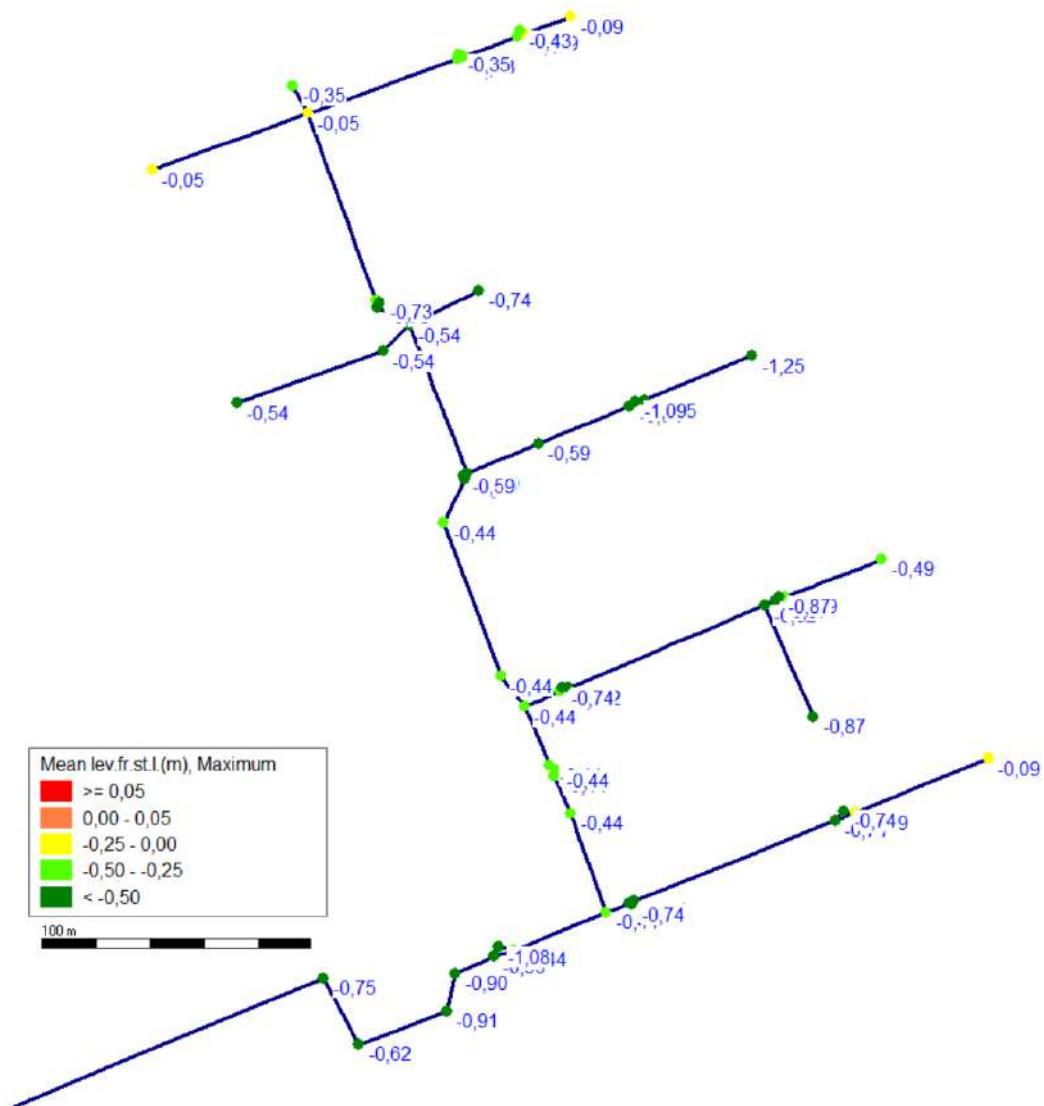
**Figuur 9** Waterstand t.o.v. insteek greppel bij maximaal berekende waterstand (m)

T=25

Om te kijken of het systeem voldoende berging heeft bij een geknepen afvoer (6 m<sup>3</sup>/min/100ha) is het systeem doorgerekend met een T=25 bui. Voor het deelgebied is de volgende maximale afvoeren op basis van het bruto oppervlak bepaald:

- Deelgebied B-Zuid en fase 1C, 5,2 l/s;

In het onderstaande figuur zijn de maximaal berekende waterstanden in de greppels weer-gegeven. Uit de resultaten blijkt dat bij maximaal berekende waterstanden de waterstand minimaal 5 cm onder insteek van greppel blijven. Er treedt dus geen inundatie op.



**Figuur 10** Waterstand t.o.v. insteek greppel bij maximaal berekende waterstand (m)  
T=25

In de onderstaande grafiek zijn de debieten bij de meest benedenstroomse stuw in fase 1 weergegeven. De groene lijn weergeeft de toegestane overstort vanuit het gebied ( $6 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{ha}$ ). De rode lijn weergeeft de aanvullende overstort bovenop de toegestane overstort.

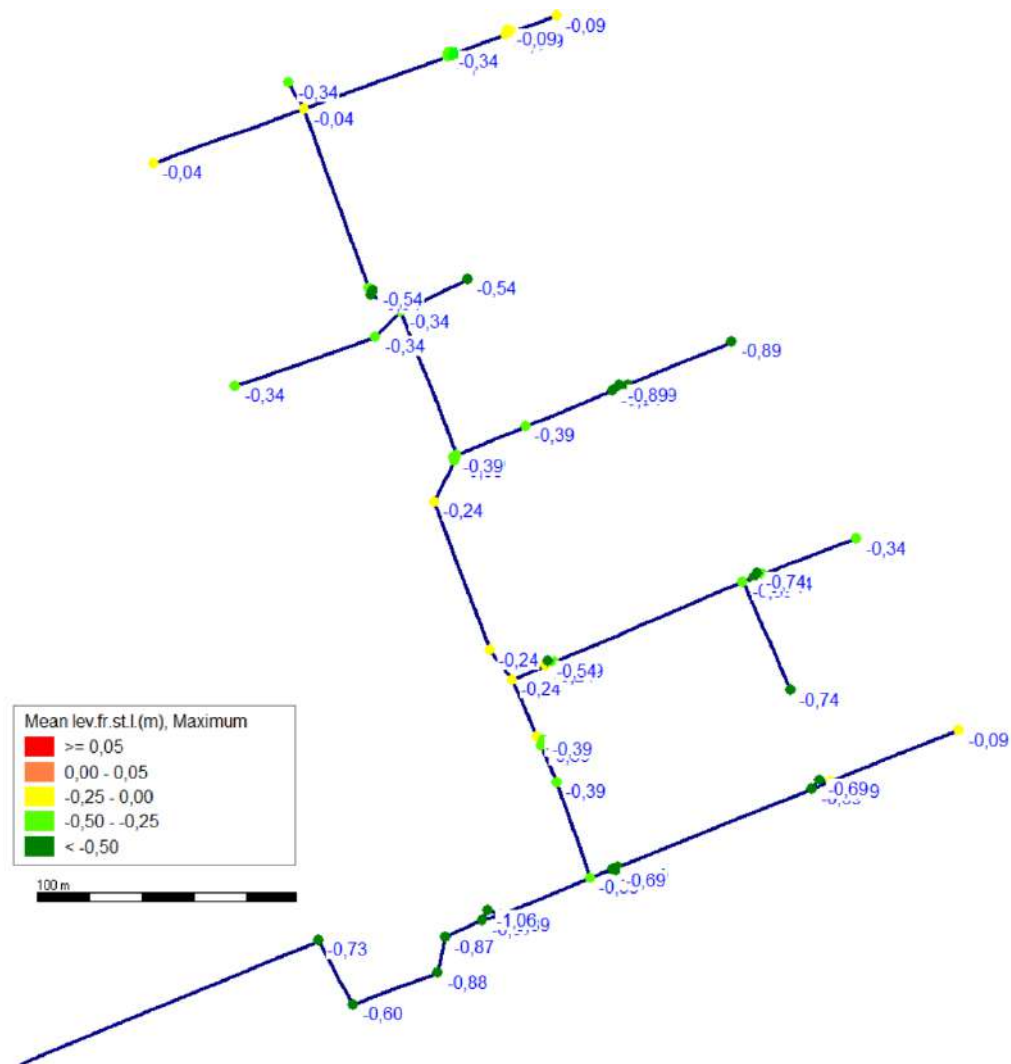


**Figuur 11** Afvoer naar polder

Uit de berekeningen bij de stuw (figuur hierboven) blijkt dat er geen aanvullende overstort bovenop de toegestane afvoer vanuit het plangebied plaatsvindt. De afvoer uit het deelgebied blijft onder de toegestane afvoer van  $6 \text{ m}^3/\text{min}/100\text{ha}$ . Hiermee voldoet het watersysteem aan de gestelde eisen vanuit het Masterplan De Zandzoom (d.d. 9-8-2010) voor een T=25 situatie.

T=100

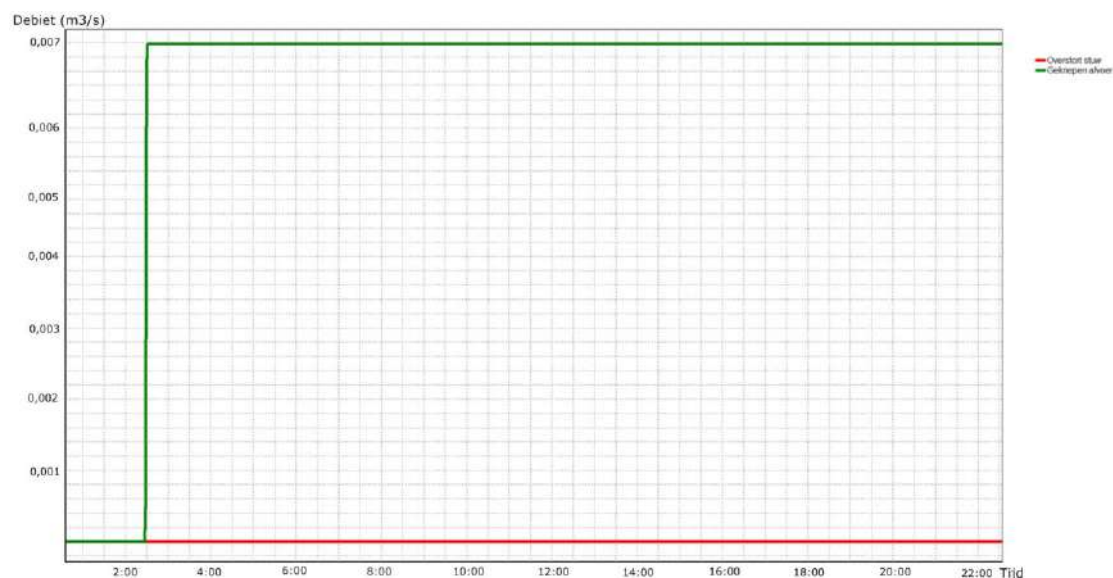
Het systeem is getoetst op een T=100 bui om te kijken of er geen water vanuit de greppels inundeert. In het onderstaande figuur zijn de maximaal berekende waterstanden in de greppels weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat bij maximaal berekende waterstanden de waterstand minimaal 4 cm onder insteek van greppel blijven. Er treedt dus geen inundatie op.



**Figuur 12** Waterstand t.o.v. insteek greppel (m) bij maximaal berekende waterdiepte T=100



In de onderstaande grafiek zijn de debieten bij de meest benedenstroomse stuw in fase 1C weergegeven. De groene lijn weergeeft de toegestane overstort vanuit het gebied ( $8\text{m}^3/\text{min}/100\text{ha}$ ). De rode lijn weergeeft de aanvullende overstort bovenop de toegestane overstort. De stuwhoogte op deze locatie betreft NAP +0,60 m waarbij de knijpconstructie wordt gerealiseerd op NAP +0,10 m.



**Figuur 13** Afvoer naar polder

Uit de berekeningen bij de stuw (figuur hierboven) blijkt dat er gedurende 24 uur geen aanvullende overstort bovenop de toegestane afvoer vanuit het plangebied plaatsvindt (waterpeil blijft onder NAP +0,60 m, stuwhoogte). De afvoer uit het deelgebied blijft onder de toegestane afvoer van  $8\text{m}^3/\text{min}/100\text{ha}$  gedurende de eerste 12 uur van de neerslaggebeurtenis T=100. Hiermee voldoet het watersysteem aan de gestelde eisen vanuit het waterschap voor een T=100 situatie.

## 6. Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de resultaten beschreven in dit rapport concluderen wij het volgende:

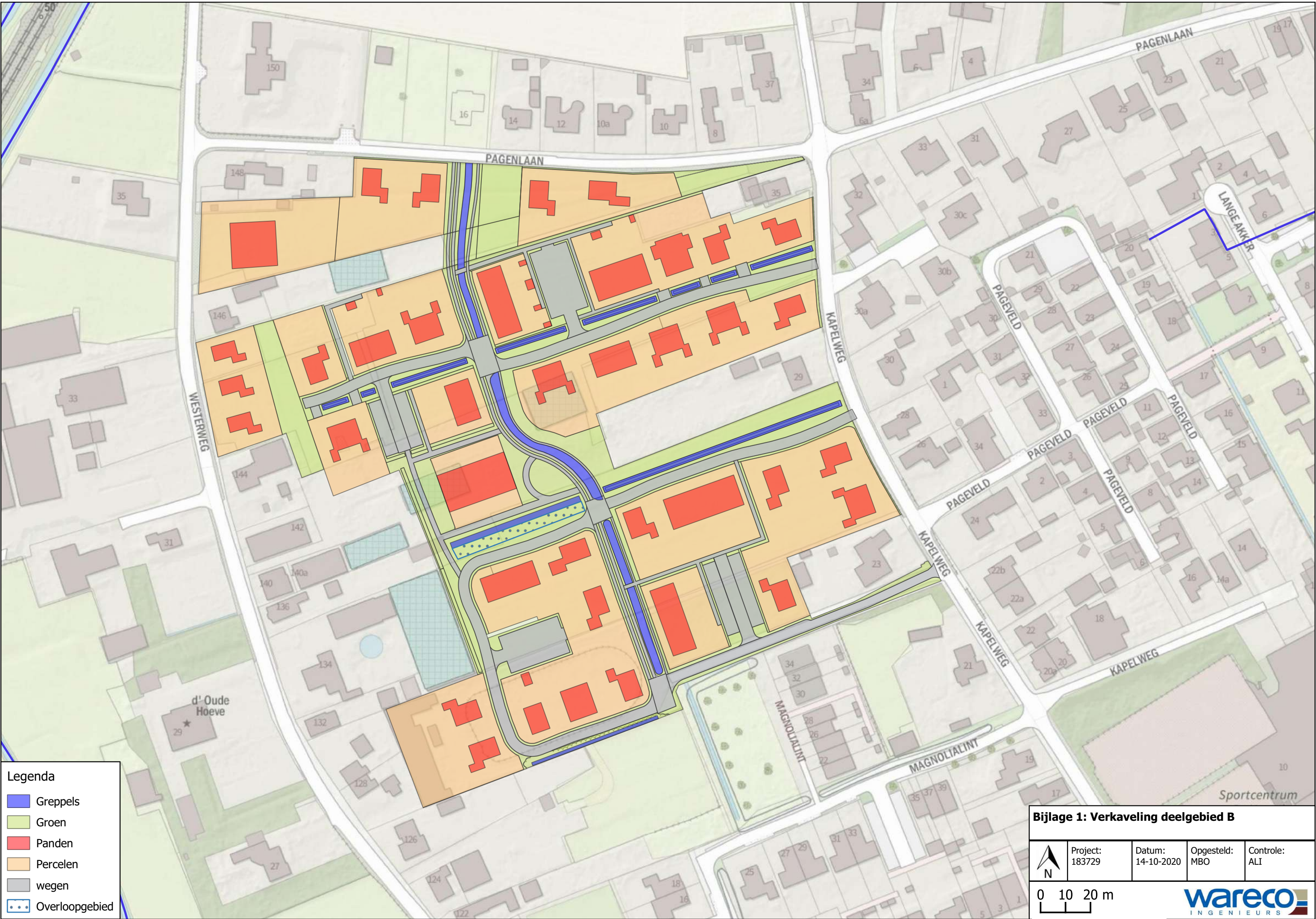
- Deelgebied B-Zuid heeft voldoende waterberging in de vorm van greppels en overloopgebied om extreme neerslaggebeurtenissen op te vangen en vertraagd af te voeren. De afvoernormen voor zowel  $T=25$  en  $T=100$  worden niet overschreden en er vindt geen inundatie plaats.
- De greppels in fase 1C hebben voldoende capaciteit om eventuele overstort uit deelgebied B-zuid te bergen en af te voeren.
- Het nog uit te werken deelgebied B-Noord heeft op basis van de huidige inrichting onvoldoende waterberging. Ook als dit gebied gecombineerd wordt met deelgebied B-zuid.
- Eventuele maaiveldsprongen tussen bij deelgebied B-zuid met omliggende percelen worden opgevangen middels het toepassen van keerwanden. Op basis van de grondwaterstandsmetingen vormen deze keerwanden geen obstructies voor de grondwaterstroming binnen het gebied.

### **Aanbevelingen**

Op basis van de resultaten van het onderzoek en toetsing adviseren wij het volgende:

- Voor deelgebied B-Noord adviseren wij aanvullende waterberging in het ontwerp op te nemen zodat 69 mm waterberging over het totaal verhard oppervlak wordt gerealiseerd. Denk hierbij aan het verlagen van groenstroken zodat deze als overloopgebied kunnen functioneren. Een andere optie is om het totaal verhard oppervlak te reduceren.
- Bij verdere uitwerking van deelgebied B-Noord en eventuele koppeling met B-zuid moet het systeem opnieuw getoetst worden. Bij aanpassing van kunstwerken en uitgangspunten moet een eventuele watervergunning van deelgebied B-zuid en fase 1C geactualiseerd worden.
- Bij de verdere uitwerking van het maaiveld adviseren wij voor drempels en stoepen rekening te houden met oppervlakkig waterstromen. Bij toepassen van drempels en stoepen kan afstroming van water beïnvloed worden waarna mogelijk wateroverlast ontstaat. Andersom kan je ook juist water sturen zodat wateroverlast op een lager gelegen punt wordt voorkomen.





**Legenda**

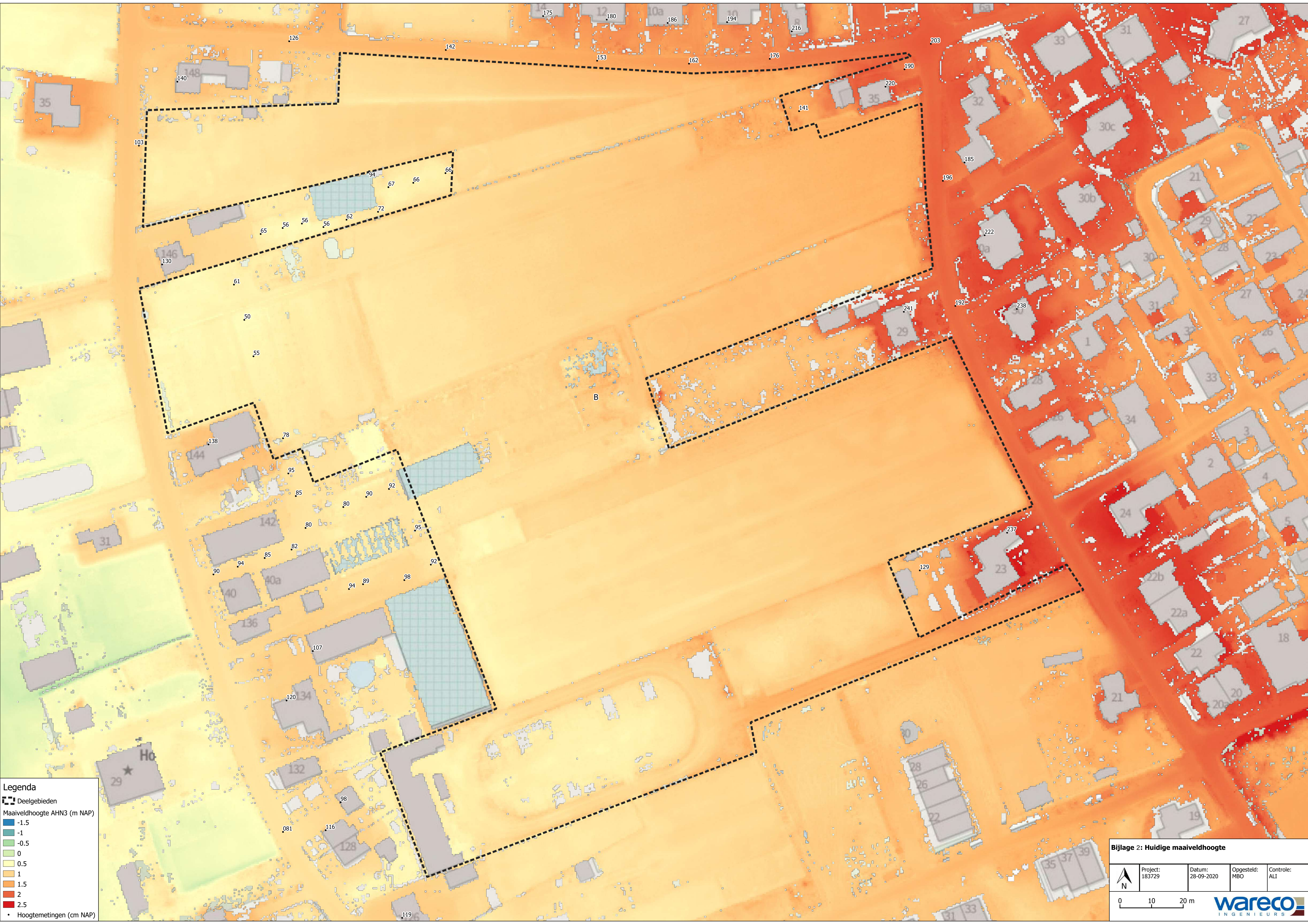
- Greppels
- Groen
- Panden
- Percelen
- wegen
- ... Overloopgebied

**Bijlage 1: Verkaveling deelgebied B**

|  |                    |                      |                   |                  |
|--|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|
|  | Project:<br>183729 | Datum:<br>14-10-2020 | Opgesteld:<br>MBO | Controle:<br>ALI |
|  | 0 10 20 m          |                      |                   |                  |

**wareco**  
INGENIEURS





**Legenda**

Deelgebieden

Maaiveldhoogte AHN3 (m NAP)

- 1.5
- 1
- 0.5
- 0
- 0.5
- 1
- 1.5
- 2
- 2.5

• Hoogtemetingen (cm NAP)

**Bijlage 2: Huidige maaiveldhoogte**

|       |                    |                      |                   |                  |
|-------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|
| <br>N | Project:<br>183729 | Datum:<br>28-09-2020 | Opgesteld:<br>MBO | Controle:<br>ALI |
|-------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|

0 10 20 m

**wareco**  
INGENIEURS







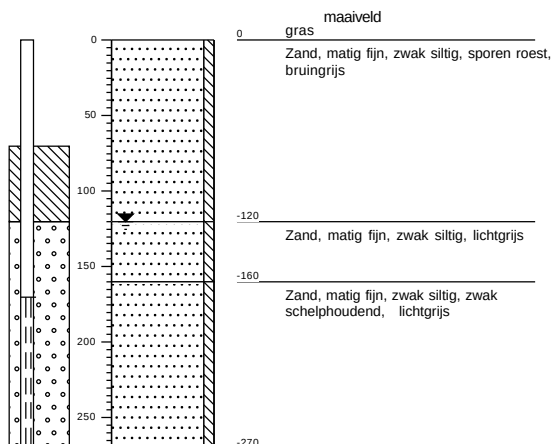
# Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

## Boring: A01

Datum: 10-5-2019

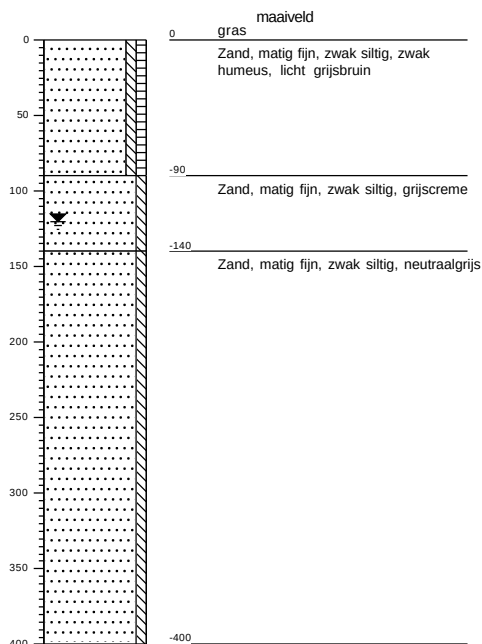
X/Y-coördinaat: 107200,80 / 510014,38



## Boring: A02

Datum: 10-5-2019

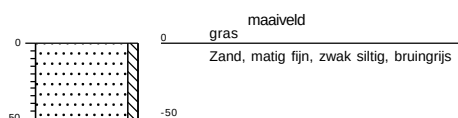
X/Y-coördinaat: 107228,50 / 510022,33



## Boring: A03

Datum: 9-5-2019

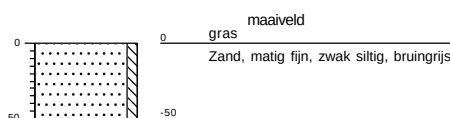
X/Y-coördinaat: 107298,67 / 510047,54



## Boring: A04

Datum: 9-5-2019

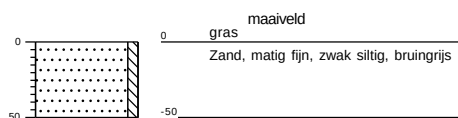
X/Y-coördinaat: 107146,50 / 509989,88



## Boring: A05

Datum: 10-5-2019

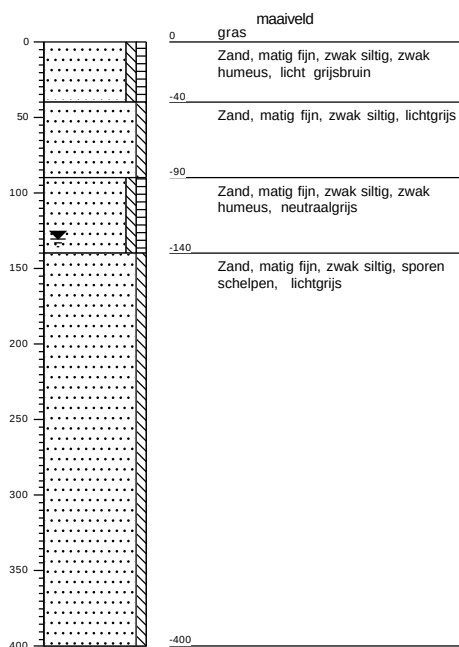
X/Y-coördinaat: 107200,35 / 510005,10



## Boring: A06

Datum: 10-5-2019

X/Y-coördinaat: 107283,33 / 510031,36



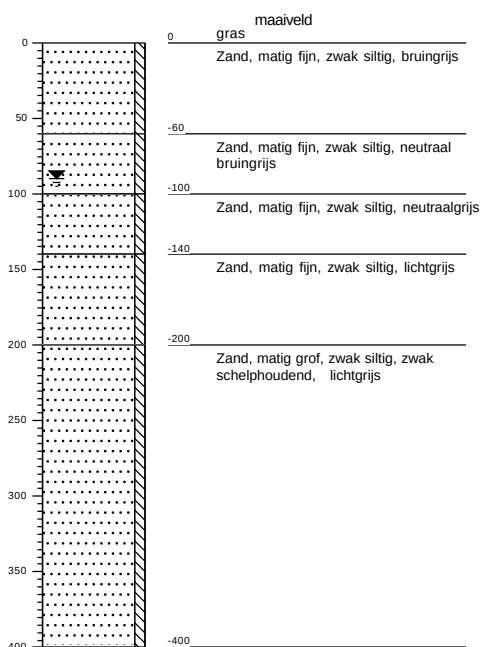
## Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

### Boring: A07

Datum: 10-5-2019

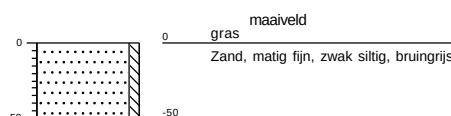
X/Y-coördinaat: 107134,74 / 509978,74



### Boring: A08

Datum: 9-5-2019

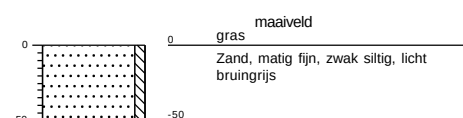
X/Y-coördinaat: 107145,87 / 509940,51



### Boring: A09

Datum: 9-5-2019

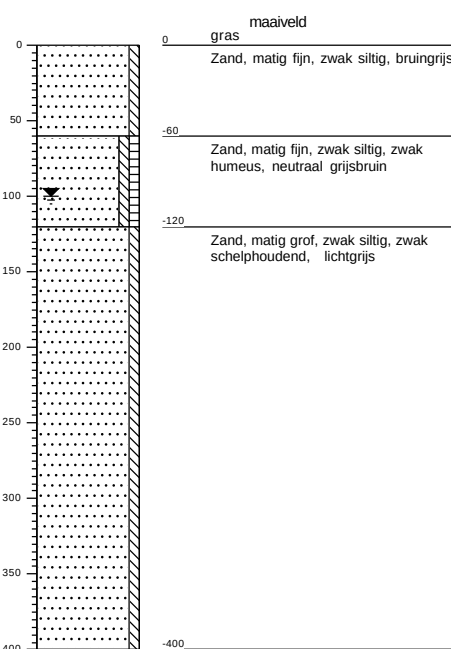
X/Y-coördinaat: 107159,53 / 509964,46



### Boring: A10

Datum: 10-5-2019

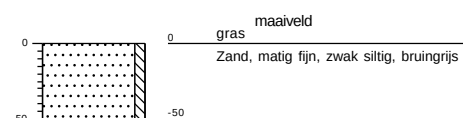
X/Y-coördinaat: 107181,24 / 509979,41



### Boring: A11

Datum: 9-5-2019

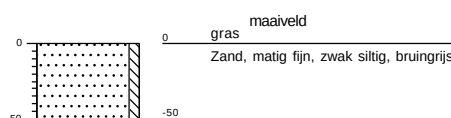
X/Y-coördinaat: 107227,87 / 509973,74



### Boring: A12

Datum: 9-5-2019

X/Y-coördinaat: 107265,27 / 510008,41



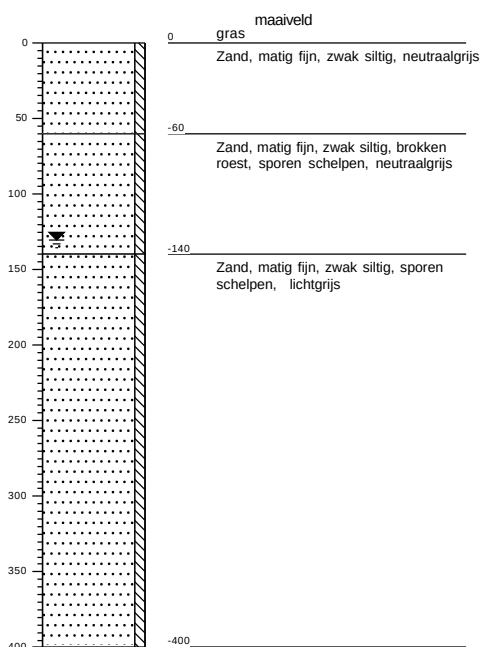
# Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

## Boring: A13

Datum: 9-5-2019

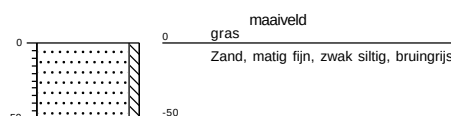
X/Y-coördinaat: 107311,07 / 509996,64



## Boring: A14

Datum: 9-5-2019

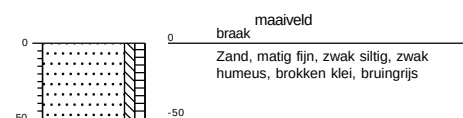
X/Y-coördinaat: 107321,15 / 510025,21



## Boring: A15

Datum: 9-5-2019

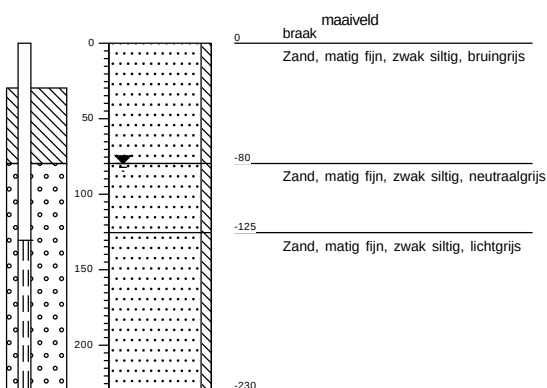
X/Y-coördinaat: 107173,67 / 509934,88



## Boring: A16

Datum: 9-5-2019

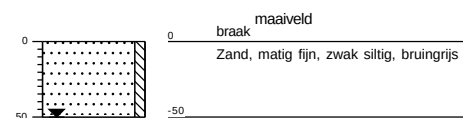
X/Y-coördinaat: 107196,15 / 509925,63



## Boring: A17

Datum: 9-5-2019

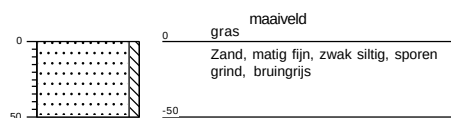
X/Y-coördinaat: 107234,60 / 509956,31



## Boring: A18

Datum: 9-5-2019

X/Y-coördinaat: 107274,09 / 509971,01





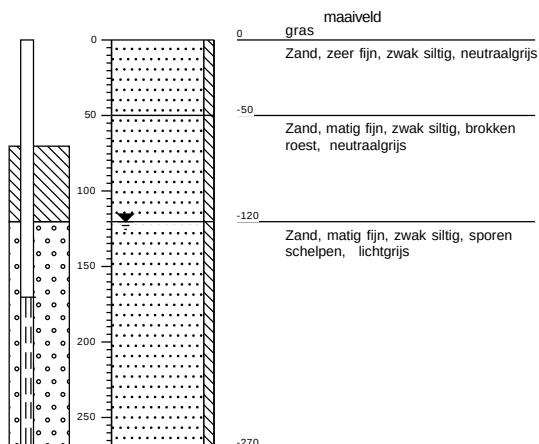
# Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

## Boring: A19

Datum: 9-5-2019

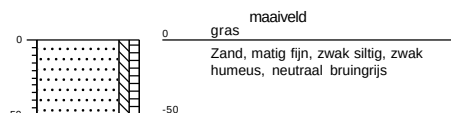
X/Y-coördinaat: 107334,38 / 509994,12



## Boring: A20

Datum: 9-5-2019

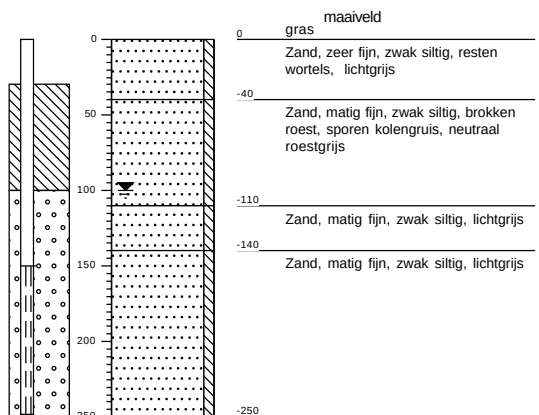
X/Y-coördinaat: 107188,74 / 509894,93



## Boring: A21

Datum: 9-5-2019

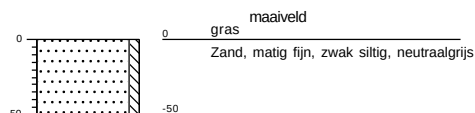
X/Y-coördinaat: 107242,78 / 509918,14



## Boring: A22

Datum: 9-5-2019

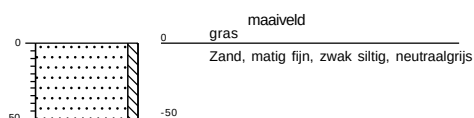
X/Y-coördinaat: 107313,99 / 509946,72



## Boring: A23

Datum: 9-5-2019

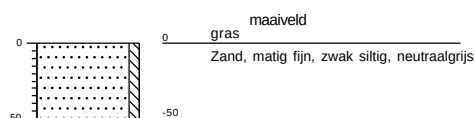
X/Y-coördinaat: 107204,54 / 509886,85



## Boring: A24

Datum: 9-5-2019

X/Y-coördinaat: 107250,34 / 509877,74



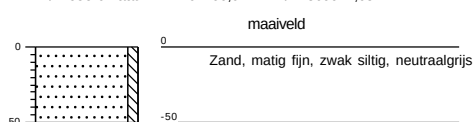
## Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

### Boring: A25

Datum: 9-5-2019

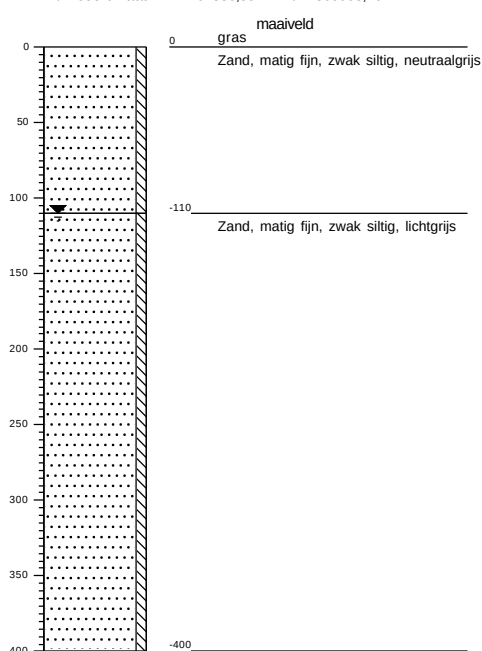
X/Y-coördinaat: 107290,04 / 509917,65



### Boring: A26

Datum: 9-5-2019

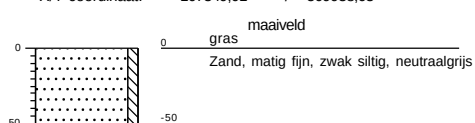
X/Y-coördinaat: 107330,59 / 509905,26



### Boring: A27

Datum: 9-5-2019

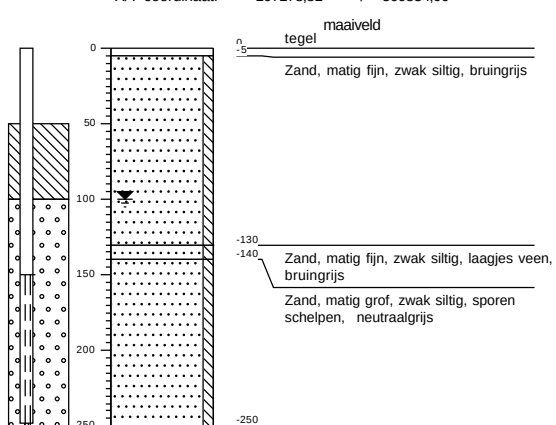
X/Y-coördinaat: 107349,01 / 509938,63



### Boring: A28

Datum: 9-5-2019

X/Y-coördinaat: 107178,81 / 509834,00



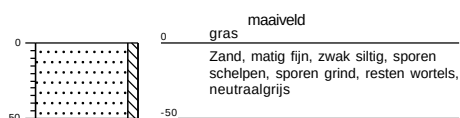
# Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

## Boring: A29

Datum: 9-5-2019

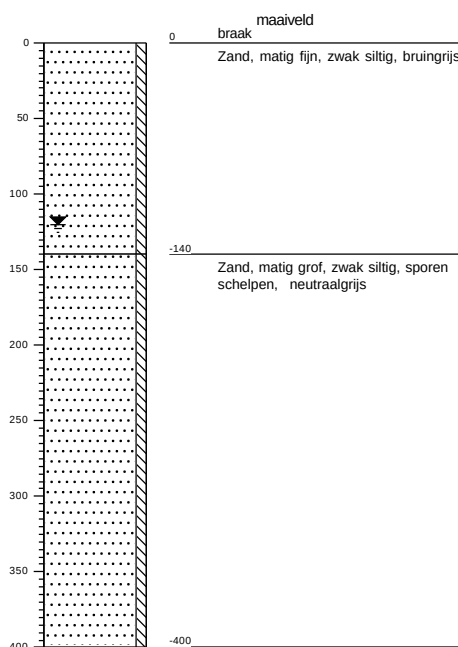
X/Y-coördinaat: 107212,08 / 509816,73



## Boring: A30

Datum: 9-5-2019

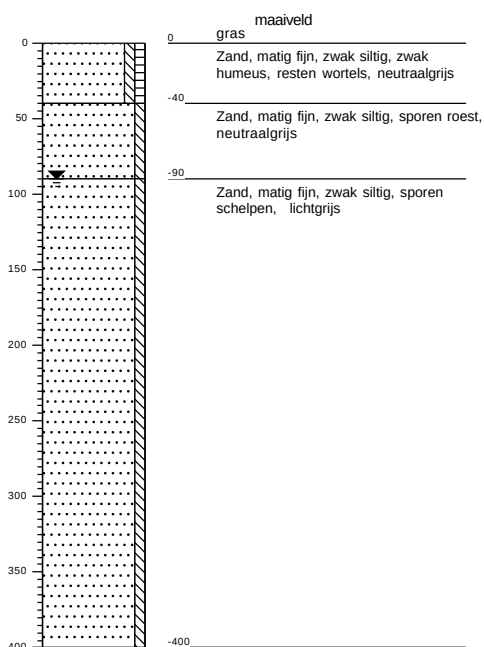
X/Y-coördinaat: 107233,81 / 509853,58



## Boring: A31

Datum: 9-5-2019

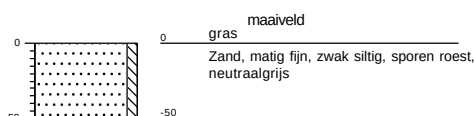
X/Y-coördinaat: 107278,63 / 509860,44



## Boring: A32

Datum: 9-5-2019

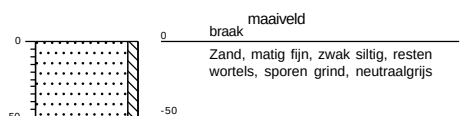
X/Y-coördinaat: 107292,12 / 509872,38



## Boring: A33

Datum: 9-5-2019

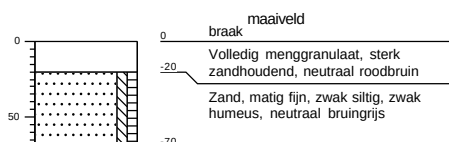
X/Y-coördinaat: 107320,29 / 509871,74



## Boring: B01

Datum: 9-5-2019

X/Y-coördinaat: 107177,80 / 509912,57





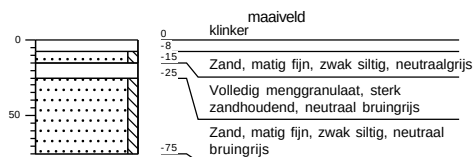
## Boorbeschrijving

getekend volgens NEN 5104

### Boring: B02

Datum: 9-5-2019

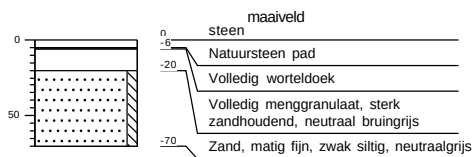
X/Y-coördinaat: 107200,79 / 509921,55



### Boring: B03

Datum: 9-5-2019

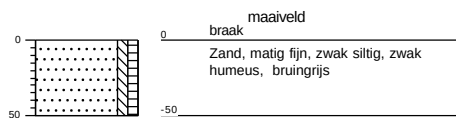
X/Y-coördinaat: 107225,58 / 509931,62



### Boring: B04

Datum: 9-5-2019

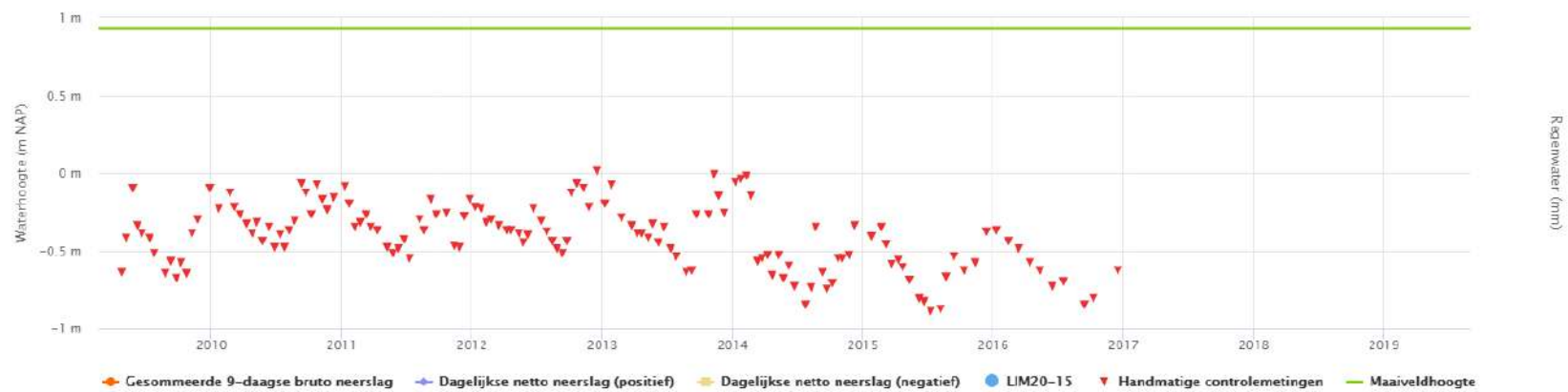
X/Y-coördinaat: 107247,85 / 509939,81



#### Bijlage 4: grafieken grondwaterstanden



Figuur 1 PB LIM20-14

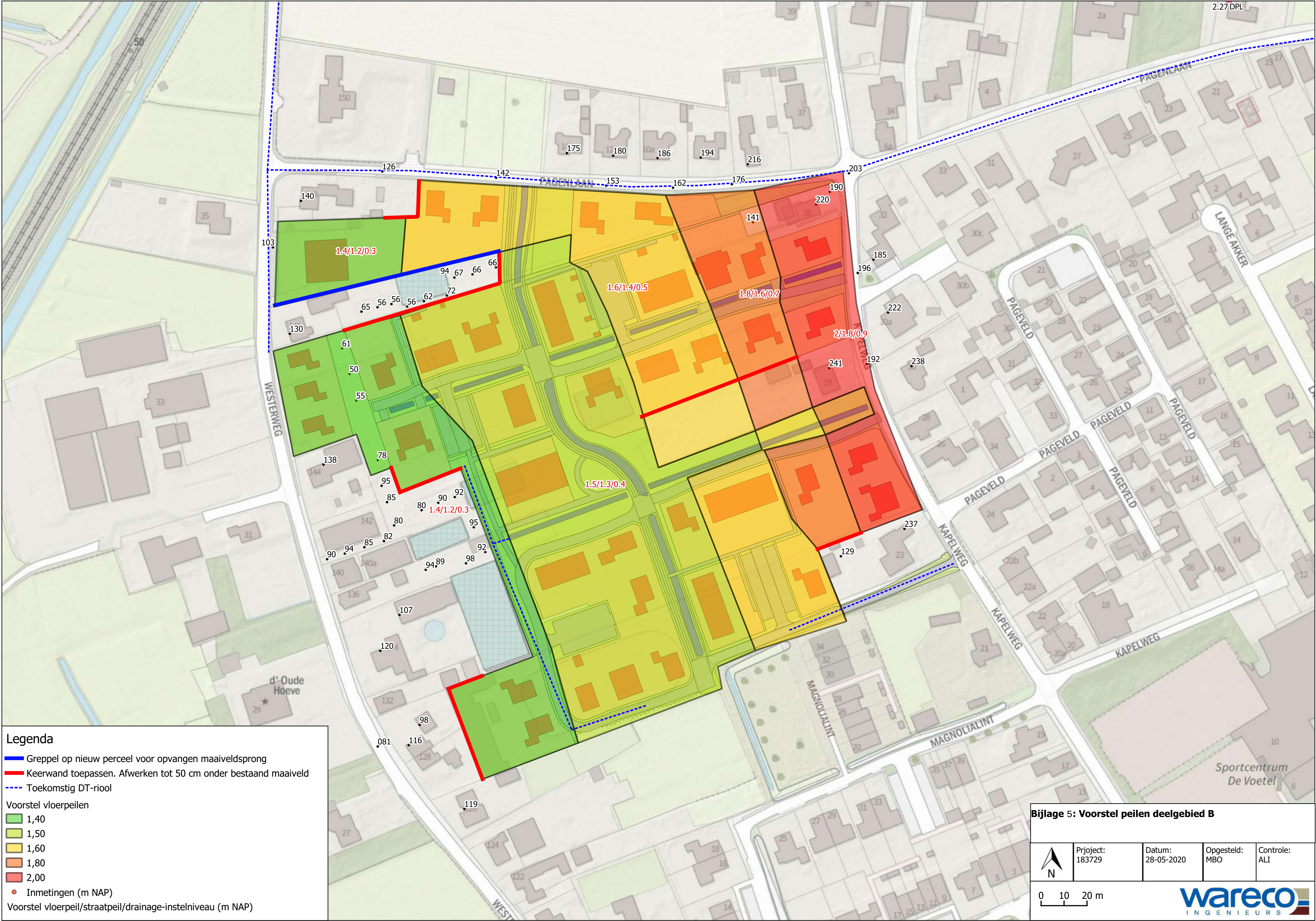


Figuur 2 PB LIM20-15



Figuur 3 PB1





Legenda

Greppel op nieuw perceel voor opvangen maaiveldsprong

Keerwand toepassen. Afwerken tot 50 cm onder bestaand maaiveld

Toekomstig DT-riool

Voorstel vloerpeilen

1,40

1,50

1,60

1,80

2,00

Inmetingen (m NAP)

Voorstel vloerpeil/straatpeil/drainage-instelniveau (m NAP)

Bijlage 5: Voorstel peilen deelgebied B

N

0

10

20 m

Prjoejt:  
183729

Datum:  
28-05-2020

Opgesteld:  
MBO

Controle:  
ALI

wareco

INGENIEURS



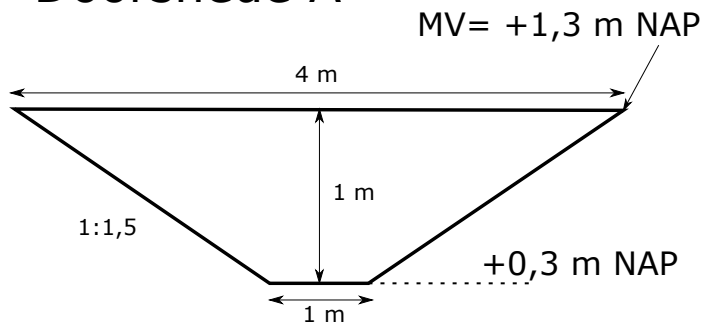




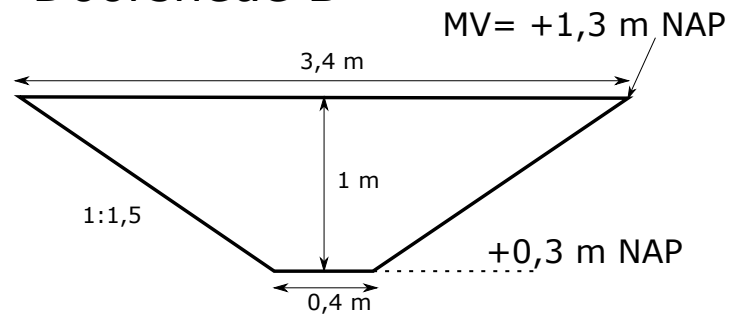
# Greppelprofielen

Let op niet op schaal getekend

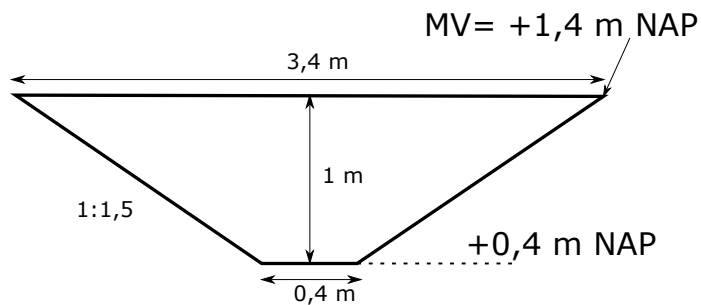
## Doorsnede A



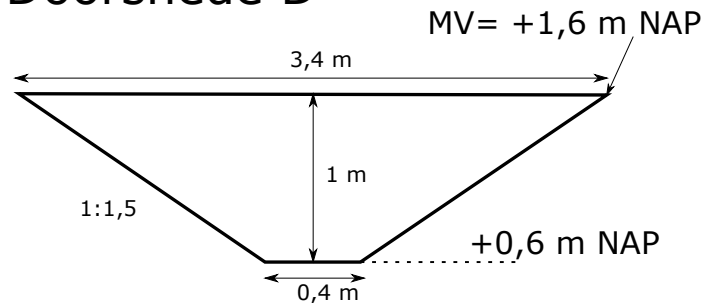
## Doorsnede B



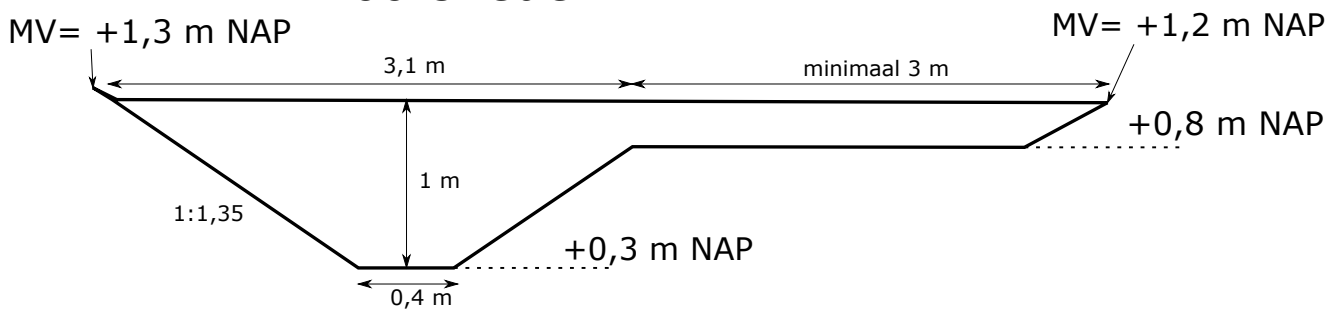
## Doorsnede C



## Doorsnede D



## Doorsnede E



## Doorsnede F

