



Waterstructuur Limmer Linten

Definitief

BODEM WATER FUNDERINGEN



Wareco is een gespecialiseerd ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is de integratie en combinatie van onze specialisaties. We doen onderzoek en geven advies. We maken plannen en begeleiden de uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al meer dan 35 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit onze vestigingen in Deventer en Amstelveen bedienen we met circa 60 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, aanpakken 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.

Vestiging Amstelveen
Postbus 6
1180 AA Amstelveen
t 020 750 46 00
f 020 750 46 99

Vestiging Deventer
Zutphenseweg 51
7418 AH Deventer
t 0570 66 09 10
f 0570 66 09 19

info@wareco.nl
www.wareco.nl

Waterstructuur Limmer Linten

Definitief

Uitgebracht aan:

HB adviesbureau bv
Postbus 9230
1800 GE ALKMAAR

Auteur M. Boerma, BSc
Vrijgave ir. A.W. Boer

Kenmerk CA08 RAP20171208
Datum 24-01-2018
Status Definitief

Inhoudsopgave

Tekst	pagina
1. Inleiding.....	1
1.1. Algemeen.....	1
1.2. Doel	1
1.3. Gebruikte gegevens.....	1
2. Projectgebied	2
2.1. Algemeen.....	2
2.2. Inrichting	2
2.3. Maaiveld en vloerpeil toekomstige situatie.....	2
2.4. Bodemopbouw	3
3. Grondwater	4
3.1. Gewenste grondwatersituatie.....	4
3.2. Huidige grondwatersituatie	4
4. Drainage advies	5
5. Maatregelen op bestaande percelen	7
6. Waterstructuur.....	9
7. Hydraulische toetsing.....	11
7.1. Gebruikt Model	11
7.2. Te toetsen neerslagsituaties	11
7.3. Aangesloten oppervlak.....	11
7.4. Resultaten hydraulische toetsing	12

Bijlagen

1. Overzicht onderzoeksgebied
2. Vloerpeilen
3. Boorbeschrijvingen
4. Grafieken grondwaterstanden
5. Maatregelen percelen fase 2A
6. Matenplannen
7. Overzichtskaart afvoertrajecten en te toetsen gebieden
8. Overzicht uitgelichte trajecten hydraulische toetsing
9. Resultaten hydraulische toetsing T=2
10. Berekende benedenstroomse debieten bij T=25
11. Resultaten hydraulische toetsing T=25
12. Resultaten hydraulische toetsing T=100
13. Beantwoording zienswijze

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Op 19 april 2017 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 gebieden fase 2A, 2B en 2C.

1.2. Doel

Het doel van het project is het ontwerpen en toetsen van de waterstructuur van deze ontwikkelgebieden. In deze rapportage wordt zowel naar grondwater als hemelwater gekeken 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 fase 2A, 2B en 2C, ontvangen op 26 april 2017, HB Advies
2. AHN kaartblad 19cn2, geraadpleegd op 2 mei 2017 via www.ahn.nl
3. Maatgevende vloerpeilen fase 2A, 2B en 2C, ontvangen op 23 mei 2017, HB Advies
4. Concept grondwatermodel Castricum, Uitgeest en Heiloo, Wareco, geraadpleegd op 22 mei 2017
5. Legger wateren, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, ontvangen op 20 juni 2017
6. Veldwerkresultaten, uitgevoerd door HB advies op 29 juni 2017
7. VO Limmer Linten 2C, ontvangen op 5 juli 2017, Debuch
8. Masterplan Water Zandzoom
9. Dinoloket, TNO, geraadpleegd op 12-12-2017.

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

2. Projectgebied

In dit hoofdstuk wordt het onderzoekgebied beschreven. Deze gegevens zijn gebruikt voor de beoordeling van de grondwatersituatie (hoofdstuk 3 en 4) en het uitwerken van de hydraulische toetsing (hoofdstuk 7).

2.1. Algemeen

Het onderzoeksgebied bestaat uit meerdere deelgebieden (Fase 2A, 2B en 2C). Deze deelgebieden zijn gelegen in Limmen. Op deze locaties worden nieuwe woningen en appartementen ontwikkeld. Het totaal oppervlak van het te ontwikkelen gebied bedraagt circa 9,2 hectare (ha). In [bijlage 1](#) zijn de locaties van de fases weergegeven. Bij fase 2C wordt ook de ontwikkellocatie bij de supermarkt meegenomen in de toetsing.

2.2. Inrichting

Binnen de verschillende fases worden verschillende type oppervlakken gerealiseerd. Een overzicht per fase van de locaties van de type oppervlakken en voorzieningen is weergegeven in [bijlage 1](#) [1].

2.3. Maaiveld en vloerpeil toekomstige situatie

Fase 2A

De toekomstige maaiveldhoogte in fase 2A in het openbare terrein varieert van circa NAP 1,20 meter (m) tot maximaal circa NAP 1,70 m. De vloerpeilen in fase 2A variëren tussen NAP 1,40 m en 1,90 m, zie [bijlage 2](#). In deze bijlage zijn ook de vloerpeilen van Pagenlaan 8 t/m 14 weergegeven. Het deelgebied loopt af van oost naar west. Aan de zuidzijde van het plangebied vindt een sprong in het maaiveld plaats ter hoogte van de achtertuinen van Pagenlaan 10 t/m 14. Het maaiveldniveau in deze achtertuinen varieert van circa NAP 0,95 m tot 1,15 m. Op basis van de vloerpeilen in het nieuwe aanliggende plangebied betekent dit dat het maaiveld een sprong van 0,25 tot 0,45 m maakt [2,3].

Fase 2B

De toekomstige maaiveldhoogte in fase 2B in het openbare terrein varieert van circa NAP 1,60 m tot maximaal circa NAP 2,00 m. De vloerpeilen in fase 2B variëren tussen NAP 1,80 m en 2,20 m, zie [bijlage 2](#) [3]. Het deelgebied loopt af van west naar oost.

Fase 2C

De toekomstige maaiveldhoogte in fase 2C in het openbare terrein is circa NAP 1,60 m. De maatgevende vloerpeilen in fase 2C zijn NAP 1,80, zie [bijlage 2](#) [3].

Voor de straatpeilen in elke fase is als uitgangspunt aangenomen dat deze minimaal 0,20 m onder de laagst aanliggende vloerpeil wordt aangelegd. Op deze manier is oppervlakkige afstroming van percelen naar greppel mogelijk en wordt de kans op wateroverlast op percelen verkleind.

2.4. Bodemopbouw

De bodem is beschreven op basis van de boorbeschrijvingen van het uitgevoerde veldwerk. Per fase zijn vier grondboringen en twee peilbuizen geplaatst. In [bijlage 3](#) zijn de boorbeschrijvingen uit het veldwerk weergegeven [6]. De indicatieve waarden voor de onverzadigde doorlatendheid staan weergegeven 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

Fase 2A

Uit de boorbeschrijvingen (B1.01 t/m B1.04 en PB1.01, PB1.02) blijkt dat de bodem voornamelijk uit matig fijn en matig grof zand bestaat. 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.

Fase 2B

Op basis van de boorbeschrijvingen (B1.09 t/m B1.12 en PB1.05, PB1.06) is de bodemopbouw van boven naar beneden omschreven:

Bovenste watervoerende pakket:

Het bovenste watervoerend pakket bestaat voornamelijk uit matig grof zand met een dikte van circa 1,80 m tot 2,20 m. De onderkant van deze zandlaag bevindt zich tussen circa NAP -0,30 m en NAP -0,90 m.

De bovenste waterscheidende laag:

Onder de bovenste zandlaag bevindt zich een laag bestaande uit veen met een laagdikte variërend tussen 0,40 m en 0,90 m. De onderkant van de scheidende laag varieert tussen circa NAP -1,10 en NAP -1,80 m. Door deze veenlaag is infiltratie naar een diepere bodemlaag nihil. Grondwater wordt op deze locaties met veen in de ondergrond grotendeels horizontaal over deze veenlaag afgevoerd.

Het eerste watervoerend pakket:

Onder de scheidende veenlaag bevindt zich het eerste watervoerend pakket. Deze laag bestaat voornamelijk uit matig grof zand.

Fase 2C

Op basis van de boorbeschrijvingen (B1.05 t/m B1.08 en PB1.03 en PB1.04) is de bodemopbouw van boven naar beneden omschreven:

Bovenste watervoerende pakket:

Het bovenste watervoerend pakket bestaat voornamelijk uit matig grof en matig fijn zand en heeft een dikte van circa 2,00 m tot 2,50 m. De onderkant van deze zandlaag bevindt zich tussen circa NAP -0,65 m en NAP -1,40 m.

De bovenste waterscheidende laag:

Onder de bovenste zandlaag bevindt zich een laag bestaande uit veen met een laagdikte variërend tussen 0,30 m en 1,00 m. De onderkant van de scheidende laag varieert tussen circa NAP -0,95 en NAP -2,30 m. Door deze veenlaag is infiltratie naar een diepere bodemlaag nihil. Grondwater wordt op deze locaties met veen in de ondergrond grotendeels horizontaal over deze veenlaag afgevoerd.

Het eerste watervoerend pakket:

Onder de scheidende veenlaag bevindt zich het eerste watervoerend pakket. Deze laag bestaat voornamelijk uit matig grof zand.

3. Grondwater

Op basis van de hoofdstuk 2 beschreven gebiedskenmerken is een beoordeling opgesteld voor de grondwatersituatie. Dit wordt opgevolgd door een drainage advies.

3.1. Gewenste grondwatersituatie

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. Huidige grondwatersituatie

Er zijn binnen het projectgebied zes nieuwe peilbuizen geplaatst. De grondwaterstanden zijn middels telemetrische meetapparatuur één keer per uur bemeten vanaf 14 juli 2017. In [bijlage 4](#) zijn gemeten grondwaterstanden in grafieken weergegeven. In tabel 2 zijn de grondwaterstatistieken weergegeven.

Tabel 2: Grondwaterstatistieken (14 juli 2017 t/m 19 januari 2018)

Peilbuis	Fase	RHG ¹ (m NAP)	GG ² (m NAP)	RLG ³ (m NAP)	Ontwatering bij RHG (m)	Ontwatering bij GG (m)
PB1.01	2A	0,97	0,49	-0,19	0,56	1,04
PB1.02	2A	0,92	0,49	-0,17	0,44	0,87
PB1.03	2C	0,95	0,73	0,34	0,48	0,69
PB1.04	2C	1,26	0,85	0,29	0,19	0,85
PB1.05	2B	1,44	1,04	0,71	0,32	0,72
PB1.06	2B	1,11	0,87	0,52	0,30	0,54

1. RHG= Representatief hoge waterstand: 90^e percentielwaarde van een reeks gemeten grondwaterstanden: 10% van de metingen in de reeks is hoger dan de RHG
2. GG= gemiddelde grondwaterstand
3. RLG= representatief laagste grondwaterstand: 10^e percentielwaarde

Gedurende de meetperiode heeft er een maatgevende natte situatie plaatsgevonden. Gedurende deze situatie is een bruto negendaagse neerslagsom van circa 210 mm bereikt. Tijdens deze periode zijn de hoogste grondwaterstanden gemeten.

Stijghoogte

Binnen het plangebied zijn geen diepe peilbuizen aanwezig. De dichtstbijzijnde diepe peilbuis met een filterstelling op 6 m –mv is peilbuis B19C0771[9]. Deze peilbuis heeft meetgegevens over de periode 1988 t/m 2017. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket varieert tussen NAP -0,20 m en NAP -1,00 m. Hiermee ligt de stijghoogte lager dan de freatische grondwaterstand. Er vindt wegzijging plaats.

Verwachte ontwatering nieuwbouw

Op basis van de aangegeven vloerpeil voor de nieuwbouwlocaties en de gemeten grondwaterstanden gedurende natte periodes is de ontwateringsdiepte bepaald. De resultaten zijn:

- Fase 2A: 0,70-1,00 m
- Fase 2B: <0,70 m
- Fase 2C: <0,70 m

Op basis van deze ontwateringsdiepte komt naar voren dat voor alle fases voorzieningen nodig zijn om te voldoen aan de ontwateringseis.

4. Drainage advies

In bijlage 1 zijn de greppelstructuren en infiltratieleidingen binnen de fases weergegeven. Geadviseerd wordt om deze voorzieningen te gebruiken om de gewenste ontwateringsdiepte gedurende natte periode te realiseren. Naar verwachting werken de greppels slechts een deel van de tijd als drainerende voorziening.

Drainage-instelniveau greppels

Op basis van de hoogst toelaatbare grondwaterstand voor wijkwegen en bebouwing, de verwachte opbolling en intreeweerstand in de greppels, is het gewenste drainage-instelniveau in tabel 3 bepaald.

Tabel 3: Bepaling drainage-instelniveau greppels

	Maatgevend straatpeil (m NAP)	Gewenste gws wijkwegen (m NAP)	Intree-weerstand (m)	Opbolling (m)	Gewenste drainage instelniveau (m NAP)
Fase 2A	1,3/1,80	0,7	0,1	0,2	0,3/0,8
Fase 2B	1,6/2,0	0,7	0,1	0,2	0,6/1,0
Fase 2C	1,6	0,7	0,1	0,2	0,6

Op basis van de gewenste grondwaterstanden wordt voor fase 2A t/m C verschillende drainage-instelniveaus geadviseerd. Door het verhang in maaiveldhoogte worden aparte drainage-instelniveaus gehanteerd. In [bijlage 6](#) is aangegeven voor welke stuwen welk drainage-instelniveau wordt geadviseerd. Het drainage-instelniveau kan gerealiseerd worden door een kleine opening in de stuwen te realiseren.

Geadviseerd wordt om de bodem van de greppels circa 0,10 m tot 0,20 m onder het drainage-instelniveau aan te leggen.

IT-leidingen

Binnen het projectgebied worden IT-leidingen aangelegd en aangesloten op de greppelstructuur, zie [bijlage 1](#). Deze IT-leidingen dienen minimaal hetzelfde drainage-instelniveau te hebben als de greppels waarop deze aansluiten. Op deze manier functioneren de IT-leidingen als drainage gedurende natte periode met hoge grondwaterstanden.

Parkeergarage appartementen

In fase 2C wordt een parkeergarage onder het appartementencomplex gerealiseerd. De parkeergarage reikt tot circa 3,60 m onder vloerpeil [9]. De onderkant van de parkeergarage bij een vloerpeil van NAP +1,80 m komt hiermee op NAP -1,80 m. Op deze locatie is een scheidende veenlaag aanwezig van circa NAP -1,10 tot NAP -2,30 m. Dit betekent dat een deel van de veenlaag wordt afgegraven en dat de veenlaag hiermee niet volledig wordt onderbroken. Doordat de parkeergarage in een slechtdoorlatende veenlaag staat kan er opstuwning in de horizontale grondwaterstroming ontstaan. In het plan is echter opgenomen dat aan de west en oostzijde van het gebouw drainerende voorzieningen in de vorm van een greppel en IT-leidingen worden aangebracht. Deze voorzieningen vangen de mogelijke opstuwning in horizontale grondwaterstromen op en voeren deze af. Er dienen geen aanvullende maatregelen in het huidige greppel/infiltratieleiding structuur te worden aangebracht.

Aanvullende maatregelen voor bevorderen infiltratie fase 2B en 2C

Wegens de aanwezigheid van een lokale veenlaag in fase 2B en 2C is infiltratie naar een diepere zandlaag klein waardoor grondwater horizontaal wegstroomt. Uit de resultaten van het grondwatermodel blijkt dat in het plangebied wegzijging plaatsvindt naar een diepere bodem [6]. Het is hierdoor mogelijk om door de veenlaag af te graven zonder dat er een kwelstroom ontstaat. De infiltratiecapaciteit naar een diepere bodem wordt hiermee vergroot.

5. Maatregelen op bestaande percelen

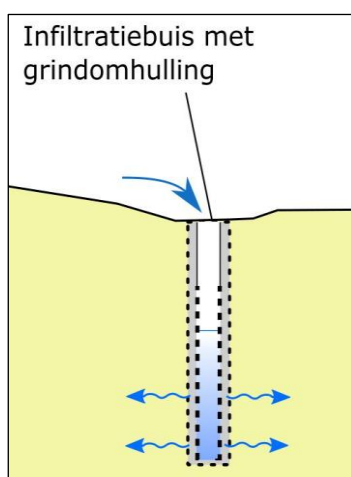
Fase 2A

Door de realisatie van nieuwbouw (fase 2A) hebben de bestaande percelen geen vrije afwatering naar de achterzijde. Het regenwater dat op het bestaande perceel valt moet hierdoor in de tuin infiltreren. Dit kan leiden tot hinder of schade aan bijvoorbeeld een schuur of beplanting, omdat regenwater langer dan normaal op maaiveld staat.

Een voorbeeld van wat dit kan betekenen is hieronder uitgewerkt. Stel er valt een bui van 20 mm op een perceel met verhard oppervlak, bijvoorbeeld een terras en het dak van een schuurtje, van 100 m². Dit betekent dat er 2 m³ water op het terras en dak is gevallen en naar het laagst gelegen deel in de tuin stroomt en zich hier verzamelt. Bij een oppervlak van de plas van 5 m² bedraagt de diepte van de plas 0,4 m. Als dan ook nog sprake is van een dichtgeslagen toplaag met een infiltratiecapaciteit nog slechts 10 mm/uur, duurt bijna twee dagen voordat al het regenwater in de bodem is weggezakt.

Geadviseerd wordt om aanvullende maatregelen te treffen om wateroverlast te voorkomen.

Door de tuinen van bestaande en nieuwe percelen op hetzelfde niveau aan te leggen wordt voorkomen dat water richting de bestaande percelen stroomt. Om te voorkomen dat gedurende hevige buien de lager gelegen achtertuinen langdurige wateroverlast ondervinden wordt geadviseerd om zowel op het bestaande perceel als het nieuwe perceel grindpalen met infiltratiebuizen te realiseren. Middels deze infiltratiebuizen kan regenwater infiltreren naar een dieper pakket in de bodem. In figuur 1 is principe doorsnede van een grindpaal met infiltratiebuis weergegeven. In [bijlage 5](#) is voor meerdere locaties een voorbeeld van deze situatie per perceel weergegeven. Omdat de infiltratiebuizen gelegen zijn op particulier terrein en voor afwatering van particulier terrein zorgen, zijn de eigenaren van de betreffende percelen verantwoordelijk voor beheer en onderhoud van de voorziening.



Figuur 1: Principe doorsnede grindpaal met infiltratiebuis

Voor het bepalen van het aantal infiltratiebuizen per aangesloten oppervlak is in tabel 4 een overzicht van de verwerkingstijd van één infiltratiebuis voor verschillende neerslaggebeurtenissen weergegeven. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Diameter infiltratiebuis Ø90 mm
- Diepte infiltratiebuis 4 m
- Hoogte filter infiltratiebuis 3 m
- Doorlatendheid bodem 7 m/dag

Tabel 4: Duur infiltratie in uren

Neerslaghoeveelheid	Aangesloten oppervlak		
	100 m ²	150 m ²	200 m ²
in 1 uur (mm)			
10	0:35	0:50	1:10
20	1:10	1:45	2:15
40	2:15	3:25	4:30

Bij de berekende infiltratietijden in tabel 4 is alleen rekening gehouden met infiltratie via de infiltratiebuis. In werkelijkheid zal er ook water via het tuin oppervlak infiltreren. Op basis van de in tabel 4 genoemde gegevens wordt geadviseerd om per tuin een beoordeling te maken om hoeveel grindpalen er nodig zijn. Dit is tevens afhankelijk van de gebruiksfuncties van de lager gelegen gedeeltes van de achtertuinen. Indien deze niet of nauwelijks gebruikt worden kan er gekozen worden voor een langere leeglooptijd.

De locaties van de infiltratiebuizen en de manier van toestromen dienen per perceel nader uitgewerkt te worden.

Fase 2B

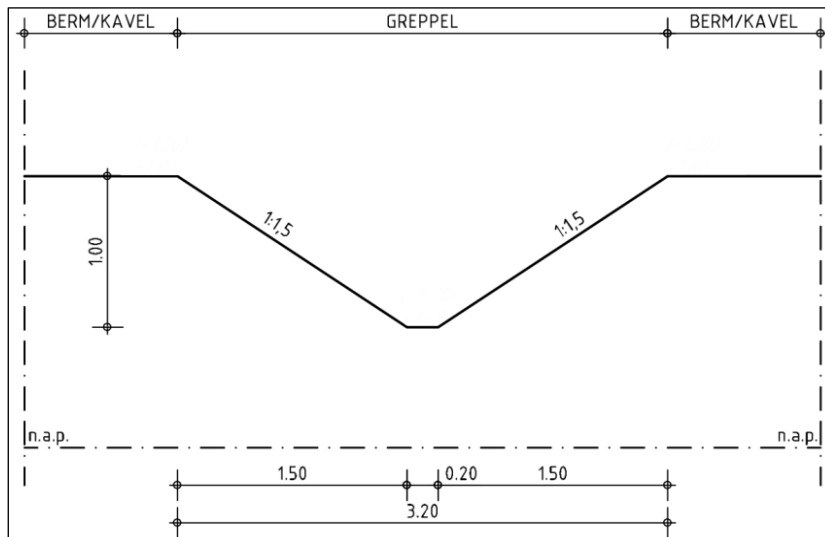
Door de toekomstige aanleg van fase 2B is het niet meer mogelijk om hemelwater van de gebouwen aan de achterkant van perceel Hogeweg 152 en 154 af te voeren naar het huidige grasland. Geadviseerd wordt om naar de mogelijkheden voor een infiltratieleiding tussen de nieuwe perceelsgrenzen aan de achterzijde van Hogeweg 152 en 154 te kijken, zie [bijlage 1](#). Middels deze eventuele infiltratieleiding kan hemelwater van het bestaande dakoppervlak en tuin afgevoerd worden naar de nieuwe greppelstructuur. Regenwateroverlast bij de percelen Hogeweg 152 en 154 kan hierdoor worden voorkomen. Geadviseerd wordt om in overleg met bewoners tot een gewenste maatregel te komen.

6. Waterstructuur

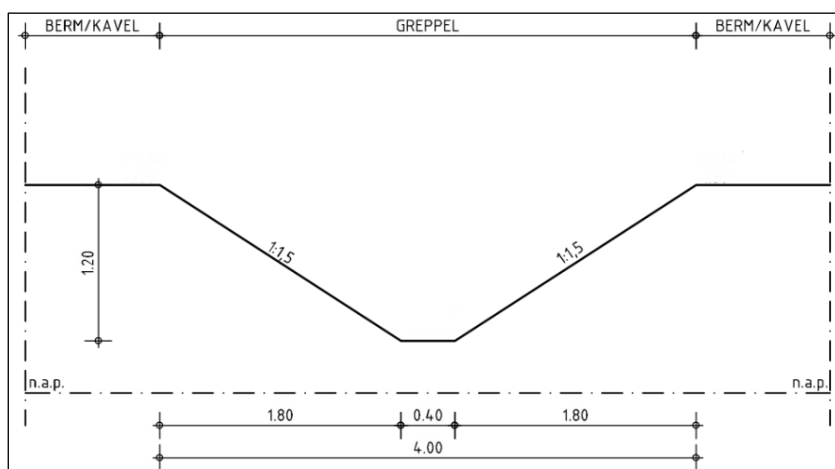
Binnen de fases worden voor de afvoer van hemel- en grondwater greppels en IT-leidingen gerealiseerd. De structuur van deze voorzieningen is weergegeven in [bijlage 1](#).

Afmetingen greppels

Binnen de plangebied worden twee type greppels toegepast. Deze greppels dienen zowel voor afvoer als waterberging. In figuren 2 en 3 zijn de standaard profielen van de toe te passen greppels weergegeven. In [bijlage 6](#) is per fase aangegeven op welke locaties welke greppelprofielen gerealiseerd dienen te worden en met welke NAP hoogtes. Bij fase 2C is een afwijkend greppelprofiel toegepast.



Figuur 2: Profiel greppel type 3,2m bij insteek Fase 2A



Figuur 3: profiel greppel type 4 m bij insteek Fase 2B en C

Aansluiting op bestaande waterstructuur

De waterstructuur van de nieuwe plangebieden worden aangesloten op de huidige greppelstructuur en beekriolen van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Fase 2A voert water af naar de westzijde van Limmen en watert af op de spoorssloot. Fase 2B en 2C voeren het water in af in oostelijke richting. In bijlage 7 is aangegeven via welke afvoertrajecten gebruikt worden om het overtollig water af te voeren.

Geknepen afvoer

Doormiddel van een kleine opening in een stuw kan de afvoer naar de buitengelegen gebieden worden geknepen. Geadviseerd wordt om de opening in de stuw zoals de GoFlow techniek, zie figuur 4, toe te passen. Door gebruik te maken van deze techniek wordt de kans op verstoppingen bij de knijpconstructie verkleind. In bijlage 6 zijn de locaties van de stuwen weergegeven.



Figuur 4: GoFlow systeem

Diameters duikers

Voor het verbinden van greppels binnen de verschillende fases dienen duikers te worden gerealiseerd. Om opstuwning binnen het systeem te minimaliseren wordt aanbevolen duikers met een minimale diameter Ø315mm toe te passen. De b.o.b's van de duikers dienen minimaal 10 cm boven de bodem van de aangesloten greppels te worden aangelegd om dichtslibben te minimaliseren.

Infiltratie leidingen

Binnen fase 2B en C zijn infiltratieleidingen ontworpen. Deze vangen hemelwater af en zijn de verbinding tussen greppels. Om opstuwning binnen het watersysteem te verkleinen wordt geadviseerd een minimale diameter van Ø315mm toe te passen.

Overloopgebied

In fase 2A is een grasveld aangewezen als overloopgebied. Dit overloopgebied wordt 10 cm lager aangelegd ten opzichte van straatpeil. Bij extreme neerslagomstandigheden kan water vanuit de nabijgelegen greppel naar het overloopgebied stromen.

Berging systeem per fase

Op basis van de eerder genoemde gegevens is de totale berging binnen de fases bepaald. In tabel 5 is een overzicht van de berging per fase weergegeven.

Tabel 5: Berging per fase

Fase	Totale berging voorzieningen (m3)	Totaal oppervlakte fase (ha)	Verhouding berging totaal oppervlak (mm)	Verhouding berging verhard oppervlak (mm)
2A	775	4,06	20	45
2B	800	2,67	30	50
2C	400	2,47	15	30

7. Hydraulische toetsing

7.1. Gebruikt 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 6m³/min/100ha.

De nieuw te ontwikkelen gebieden wateren af op bestaande voorzieningen buiten het plangebied. Dit betreffen voor fase 2B en C onder andere de betonnen duiker in de visweg en de greppel langs de Nieuwe laan met tussenliggende duikers. Fase 2A watert af op de spoorloot bij de Westeweg. In [bijlage 7](#) zijn de gebieden welke meegenomen zijn in de hydraulische toetsing weergegeven. In de hydraulische toetsing is alleen gerekend met de oppervlaktes van de te ontwikkelen gebieden. De oppervlaktes van bestaand gebied zijn niet meegenomen in de hydraulische toetsing.

7.2. Te toetsen neerslagsituaties

Het watersysteem is getoetst aan de volgende neerslagsituaties en voorwaarden:

- T=2, bui uit de leidraad riolering voor het toetsen van water-op-sstraat
- T=25, om te toetsen of er niet te veel water wordt afgevoerd naar het omliggend gebied (6m³/min/100ha)
- T=100, om te toetsen of water niet inundeert vanuit de greppels

7.3. Aangesloten oppervlak

Voor het opstellen van de hydraulische toetsing is vooraf bepaald welke hoeveelheid en welk type oppervlak (verhard en onverhard) afvoert op het watersysteem. De aangesloten oppervlakken zijn bepaald op basis van de aangeleverde matenplan tekeningen van de verschillende fases. Voor het uitgeefbaar terrein is als uitgangspunt aangenomen dat 65% van het oppervlak verhard wordt. In tabel 6 is een overzicht van het aangesloten oppervlak per fase weergegeven. Voor de nog te ontwikkelen gebieden (fase 3) worden de volgende percentages voor type oppervlakken gehanteerd:

- 55% verhard
- 45% onverhard

Deze percentages zijn gebaseerd op de gemiddelde verhouding van fase 2A, B en C. In [bijlage 7](#) is een overzicht van de fases en oppervlaktes weergegeven. Voor de berging van de nog te ontwikkelen gebieden (fase 3) is op basis van de berging in de huidige plangebieden 35 mm over verhard oppervlak aangenomen. Deze berging dient vastgelegd te worden.

Tabel 6: Overzicht oppervlakken

Huidige plangebieden	2A	2B	2C	
Verhard	1,70	1,62	1,34	ha
Onverhard	2,36	1,05	1,13	ha
Totaal	4,06	2,67	2,47	ha
Nog te ontwikkelen gebieden (fase 3)	-	3B1&3B2	3C1,2,3	
Verhard	-	1,67	3,94	ha
Onverhard	-	1,36	3,22	ha
Totaal	-	3,03	7,16	ha

7.4. Resultaten hydraulische toetsing

Voor de hydraulische toetsing zijn per fase de berekende waarden op verschillende locaties geanalyseerd. De trajecten per fase die verder zijn uitgelicht zijn weergegeven in [bijlage 8](#).

$T=2$

Het systeem is getoetst op bui8 uit de leidraad riolering om te kijken of er geen water-opstraat optreedt. In [bijlage 9](#) zijn de doorsneden met de maximaal berekende waterstand in de drie afvoer tracés weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat de het systemen voldoende capaciteit hebben om water te bergen en af te voeren.

$T=25$

Om te kijken of het systeem voldoende berging heeft bij een geknepen afvoer (6m³/min/100ha) is het systeem doorgerekend met een $T=25$ bui. Voor de fases zijn de volgende maximale afvoeren op basis van oppervlakte bepaald:

- Fase 2A, 0,0046 m³/s
- Fase 2B, 0,0057 m³/s
- Fase 2C, 0,0097 m³/s

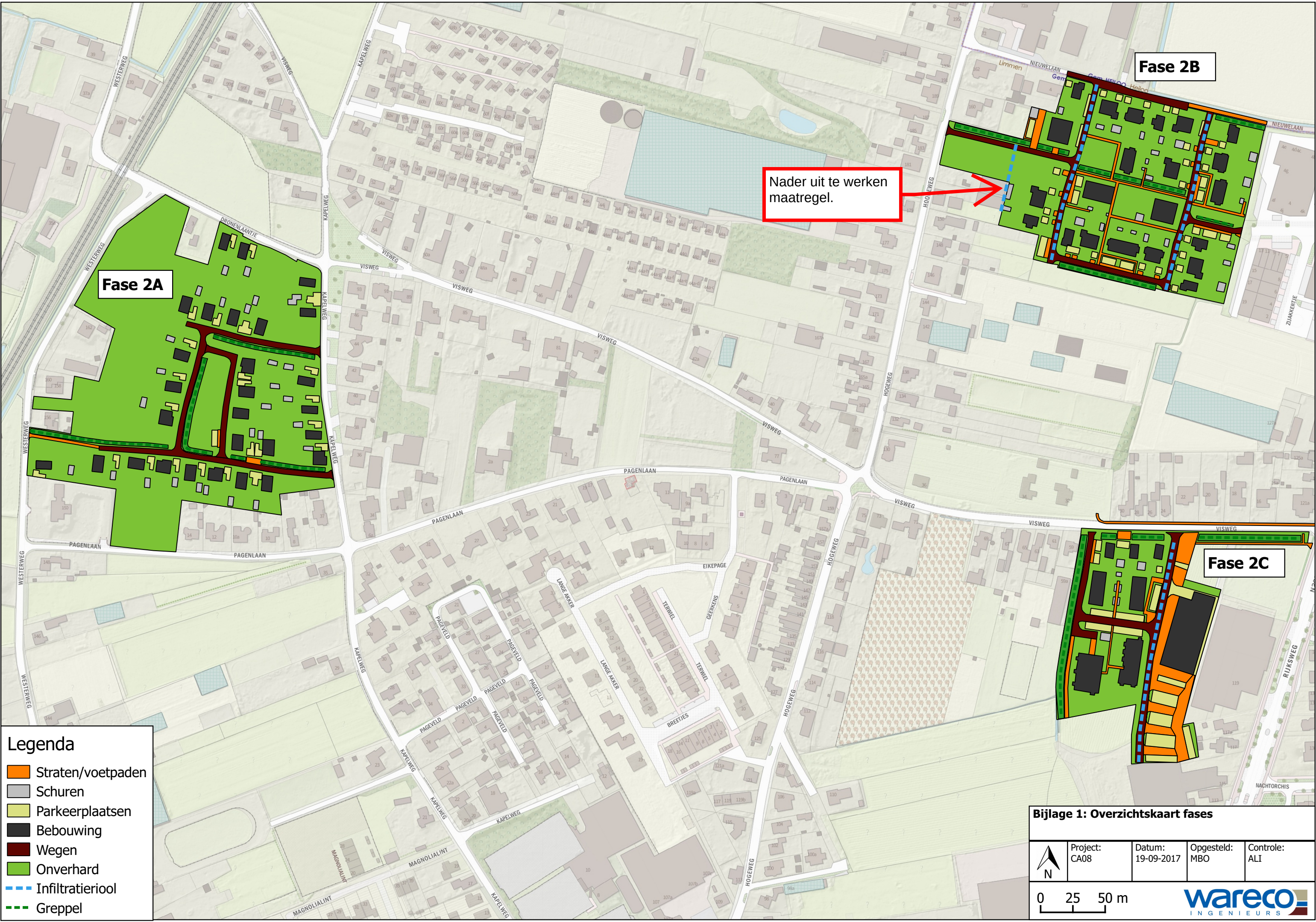
In [bijlage 10](#) zijn de grafieken van de optredende debieten aan het eind van de afvoertrajecten weergegeven. In [bijlage 11](#) zijn de doorsneden met de maximaal berekende waterstand in de drie afvoer tracés weergegeven. Uit de berekende maximale debieten en maximale waterstanden blijkt dat de systemen voldoen en dat bij een maximale toegelaten debiet het systeem voldoende berging heeft om het water tijdelijk te bergen.

$T=100$

Het systeem is getoetst op een $T=100$ bui om te kijken of er geen water vanuit de greppels inundeert. In [bijlage 12](#) zijn de doorsneden met de maximaal berekende waterstand in de drie afvoer tracés weergegeven. Voor alle fases geldt dat er voldoende waterberging binnen het plangebied aanwezig is. Er vindt geen inundatie vanuit de greppels plaats in alle plan-

BIJLAGE 1

Overzicht onderzoeksgebied



Fase 2B

Nader uit te werken maatregel.

Fase 2A

Fase 2C

Legenda

- Straten/voetpaden
- Schuren
- Parkeerplaatsen
- Bebouwing
- Wegen
- Onverhard
- Infiltratierool
- Greppel

Bijlage 1: Overzichtskaart fases

	Project: CA08	Datum: 19-09-2017	Opgesteld: MBO	Controle: ALI

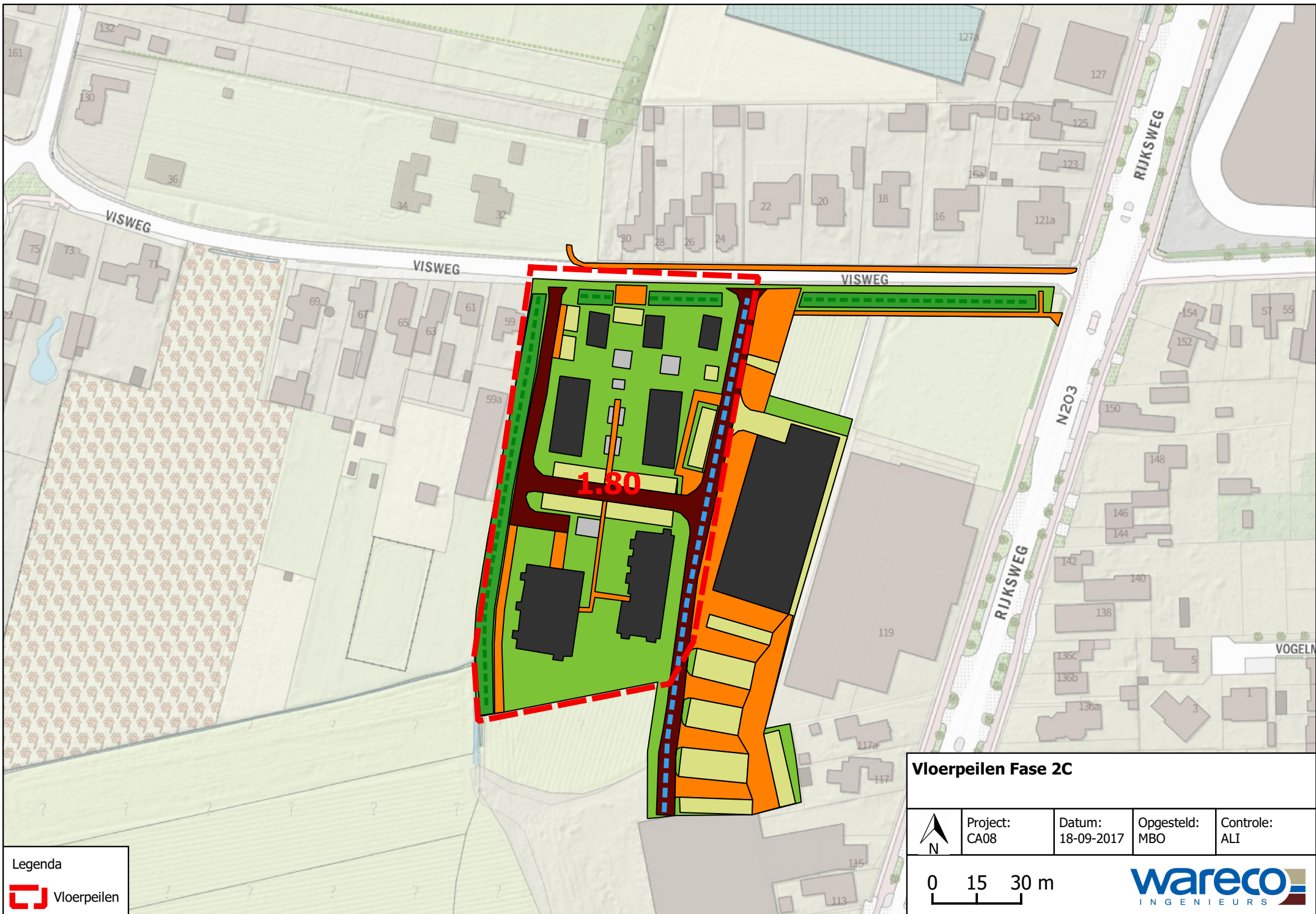
wareco
INGENIEURS

BIJLAGE 2

Vloerpeilen







Legenda

 Vloerpeilen

Vloerpeilen Fase 2C

 N	Project: CA08	Datum: 18-09-2017	Opgesteld: MBO	Controle: ALI
--	------------------	----------------------	-------------------	------------------

0 15 30 m

 **wareco**
INGENIEURS

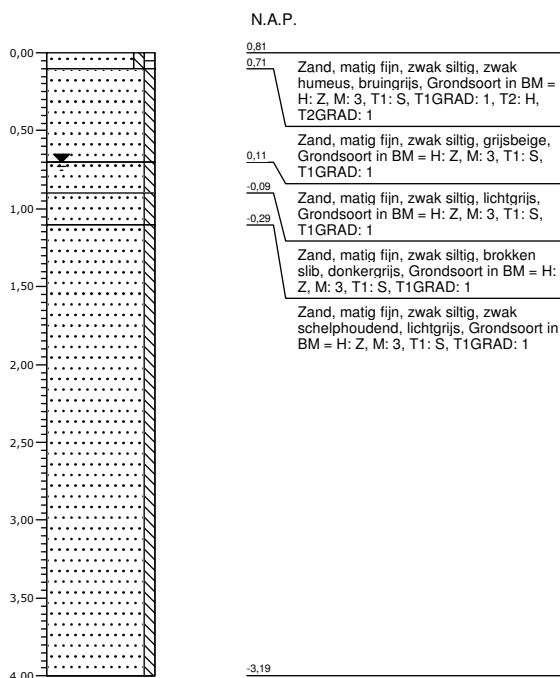
BIJLAGE 3

Boorbeschrijvingen

Boring: B1.01

datum: 30-06-2017

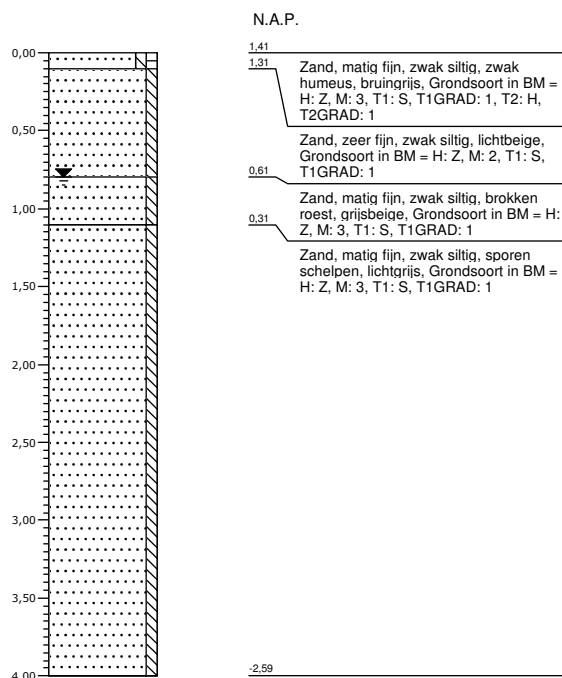
X/Y-coördinaat: 107204,43 / 510180,01



Boring: B1.02

datum: 30-06-2017

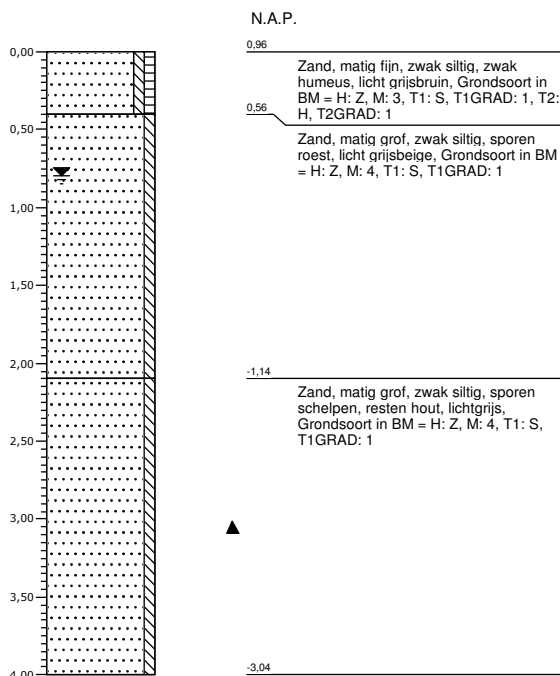
X/Y-coördinaat: 107298,01 / 510161,01



Boring: B1.03

datum: 30-06-2017

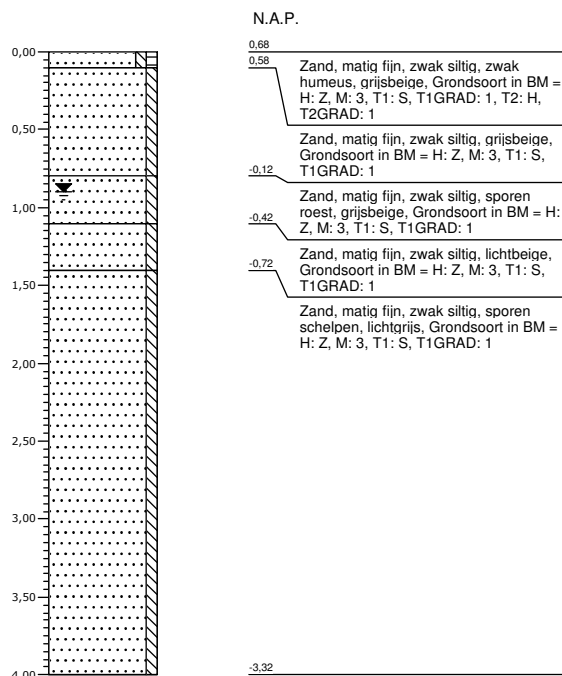
X/Y-coördinaat: 107261,43 / 510215,21



Boring: B1.04

datum: 30-06-2017

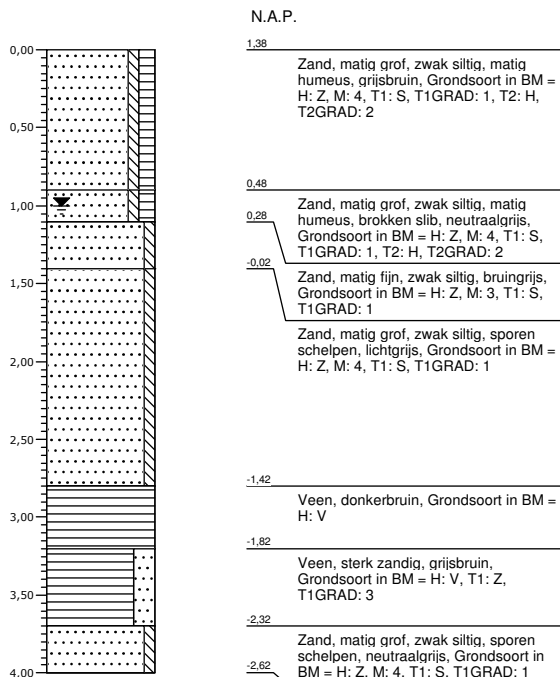
X/Y-coördinaat: 107114,99 / 510136,03



Boring: B1.05

datum: 29-06-2017

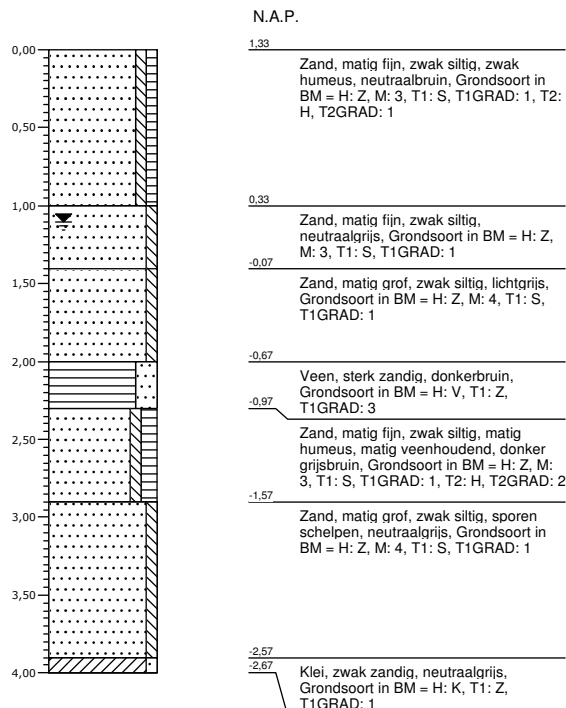
X/Y-coördinaat: 107930,01 / 509983,99



Boring: B1.06

datum: 29-06-2017

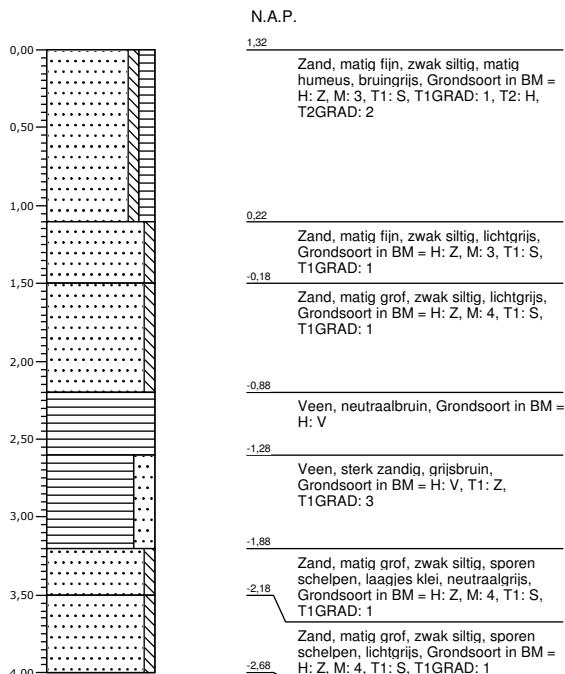
X/Y-coördinaat: 107973,40 / 510058,43



Boring: B1.07

datum: 29-06-2017

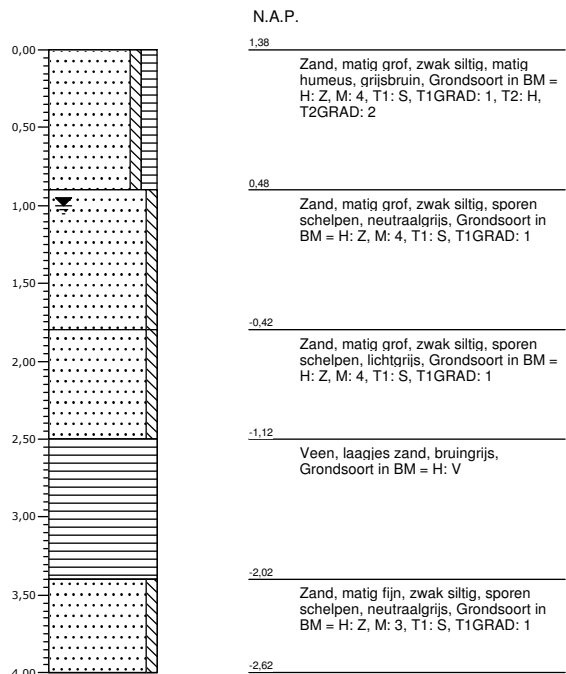
X/Y-coördinaat: 107935,07 / 510026,11



Boring: B1.08

datum: 29-06-2017

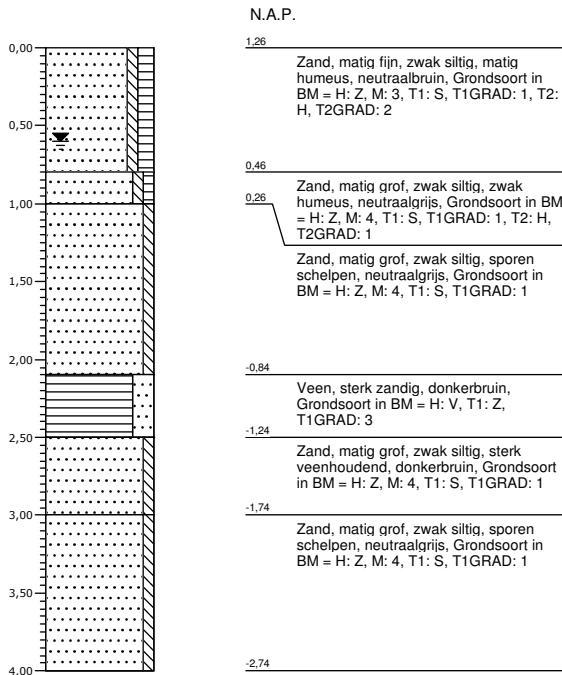
X/Y-coördinaat: 107902,01 / 509938,49



Boring: B1.09

datum: 29-06-2017

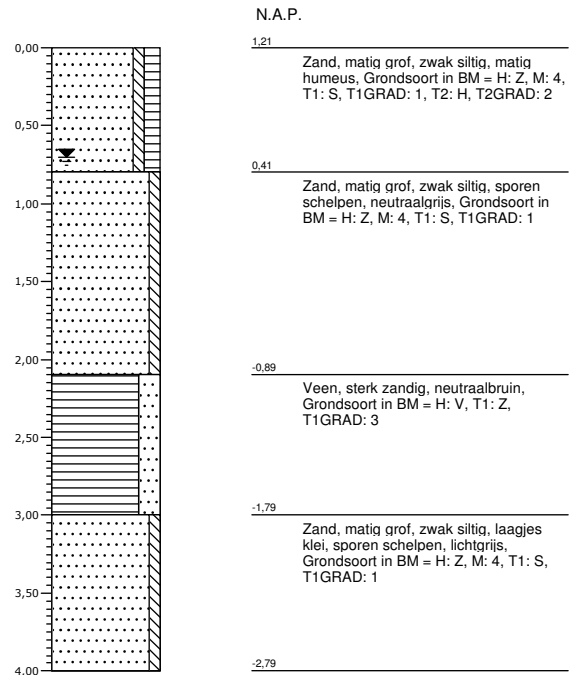
X/Y-coördinaat: 107998,21 / 510278,27



Boring: B1.10

datum: 29-06-2017

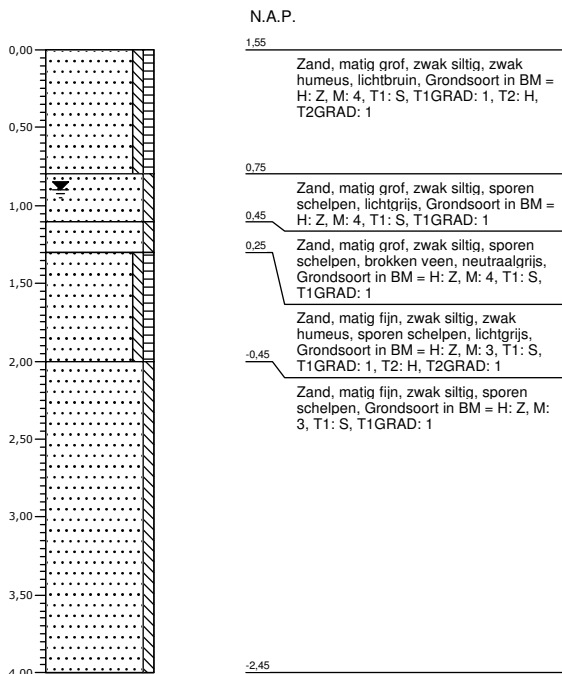
X/Y-coördinaat: 108029,84 / 510376,84



Boring: B1.11

datum: 29-06-2017

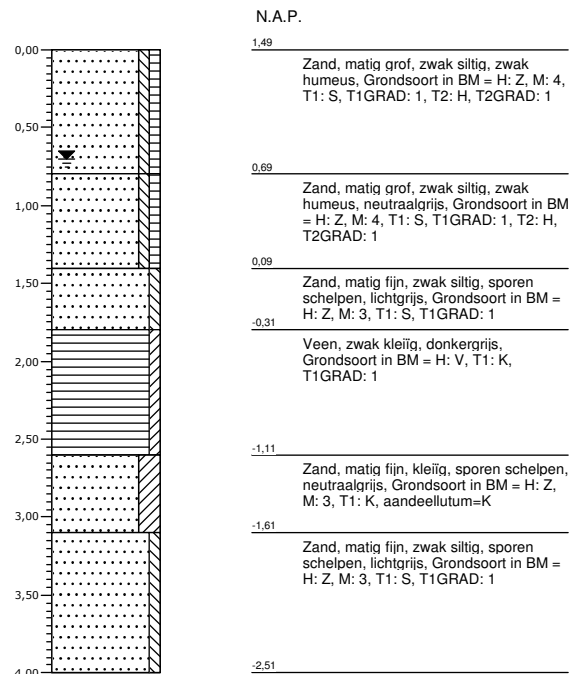
X/Y-coördinaat: 107895,62 / 510302,27



Boring: B1.12

datum: 29-06-2017

X/Y-coördinaat: 107944,17 / 510325,79

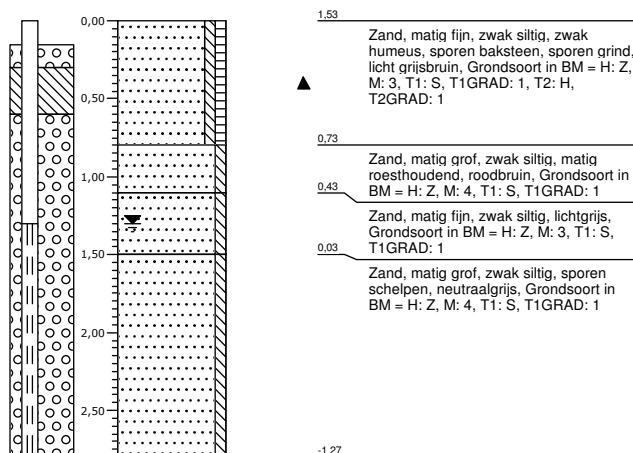


Boring: Pb1.01

datum: 30-06-2017

X/Y-coördinaat: 107262,11 / 510260,05

N.A.P.

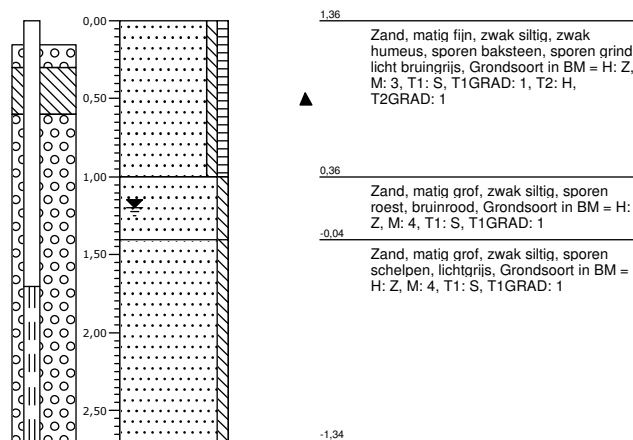


Boring: Pb1.02

datum: 30-06-2017

X/Y-coördinaat: 107289,98 / 510105,04

N.A.P.

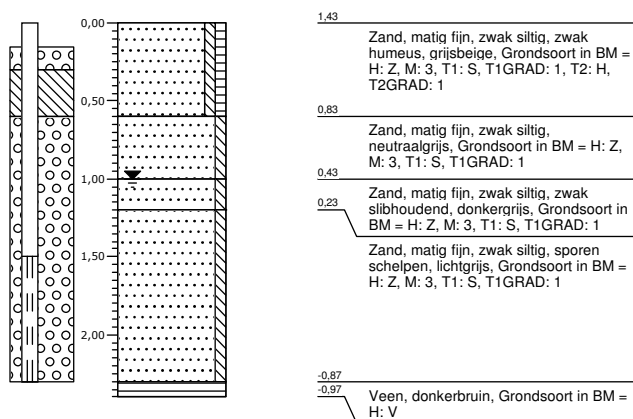


Boring: Pb1.03

datum: 29-06-2017

X/Y-coördinaat: 107913,78 / 510064,89

N.A.P.

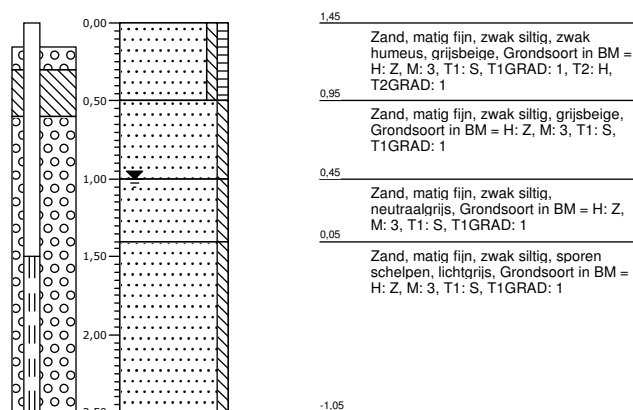


Boring: Pb1.04

datum: 29-06-2017

X/Y-coördinaat: 107952,98 / 509952,77

N.A.P.

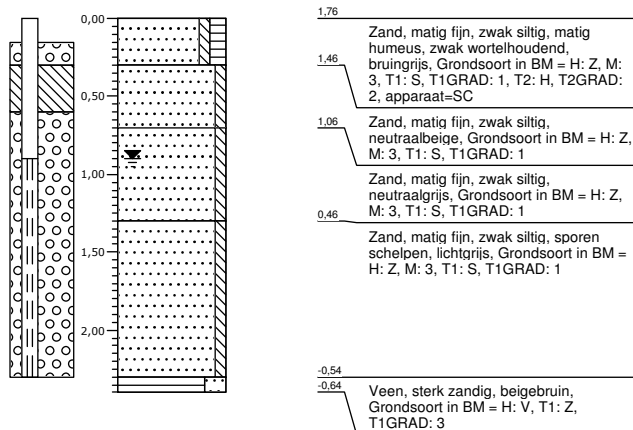


Boring: Pb1.05

datum: 29-06-2017

X/Y-coördinaat: 107913,26 / 510377,93

N.A.P.

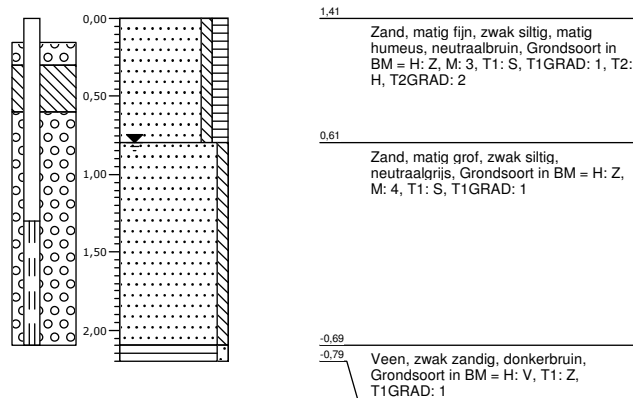


Boring: Pb1.06

datum: 30-06-2017

X/Y-coördinaat: 107995,19 / 510317,91

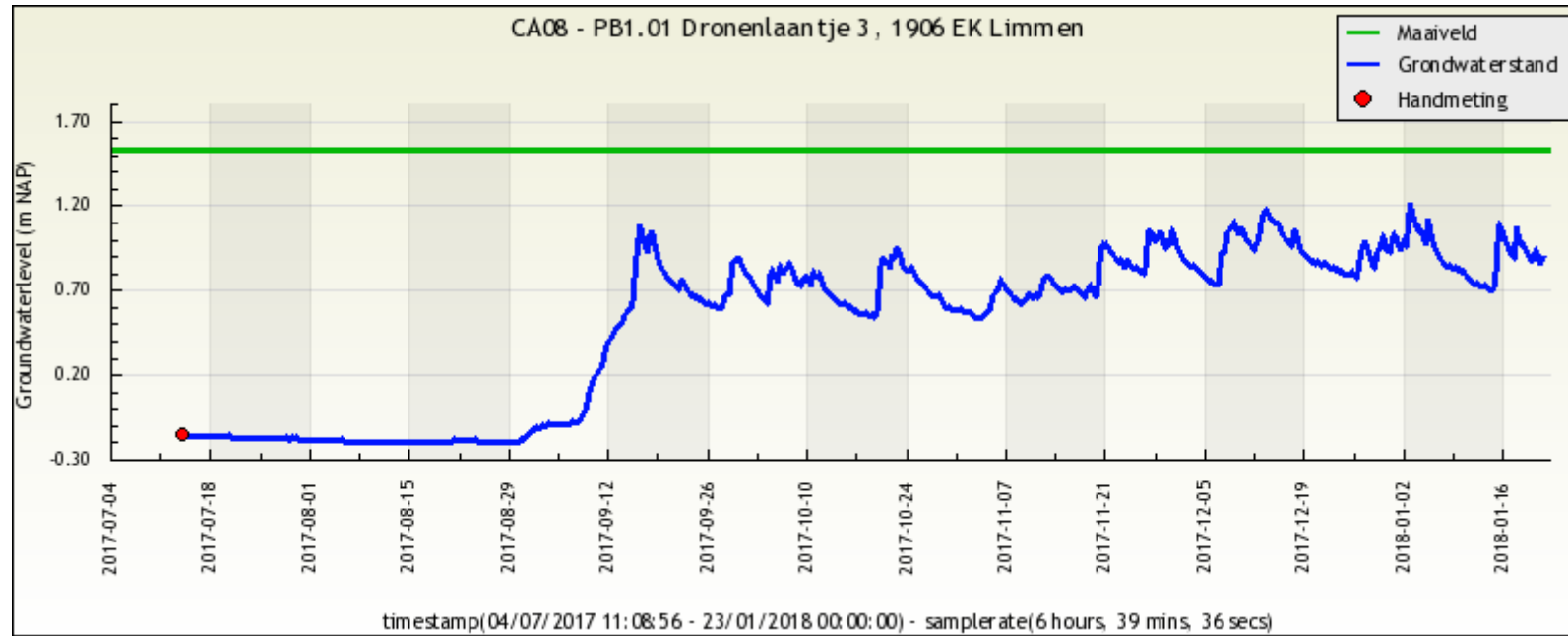
N.A.P.

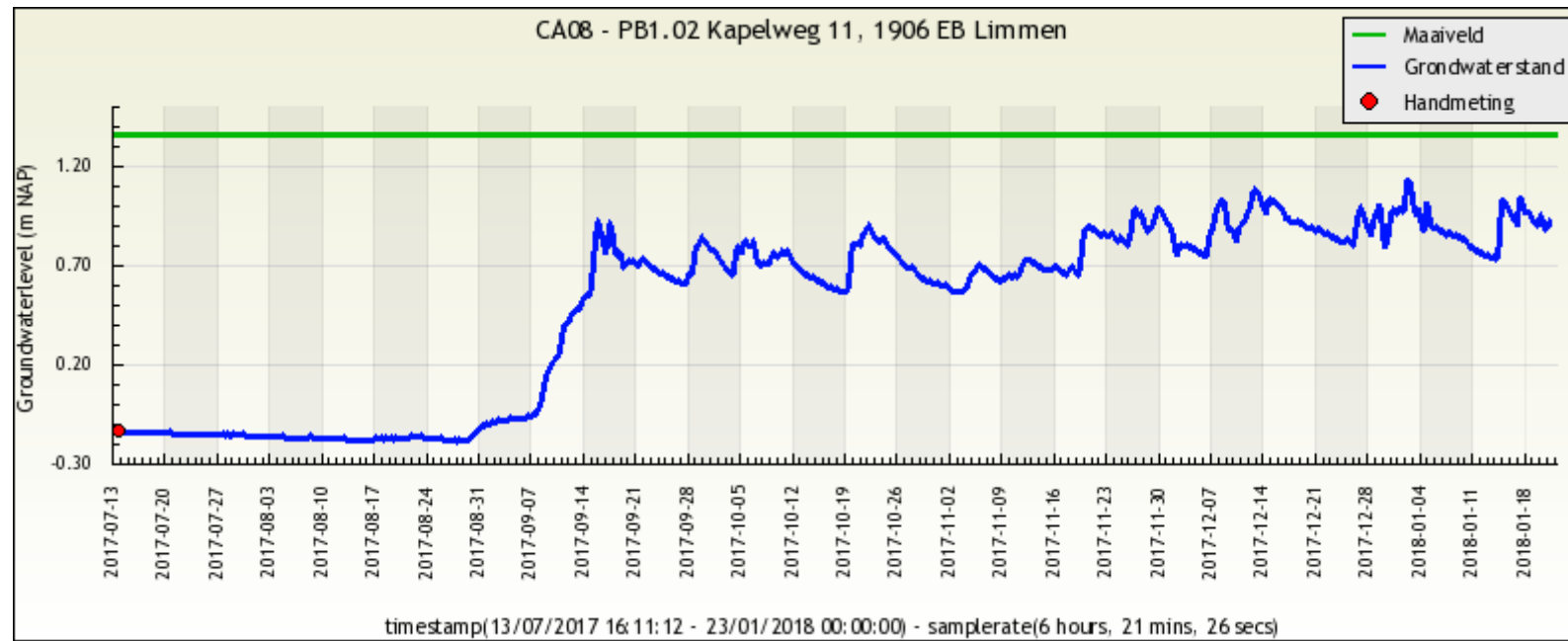


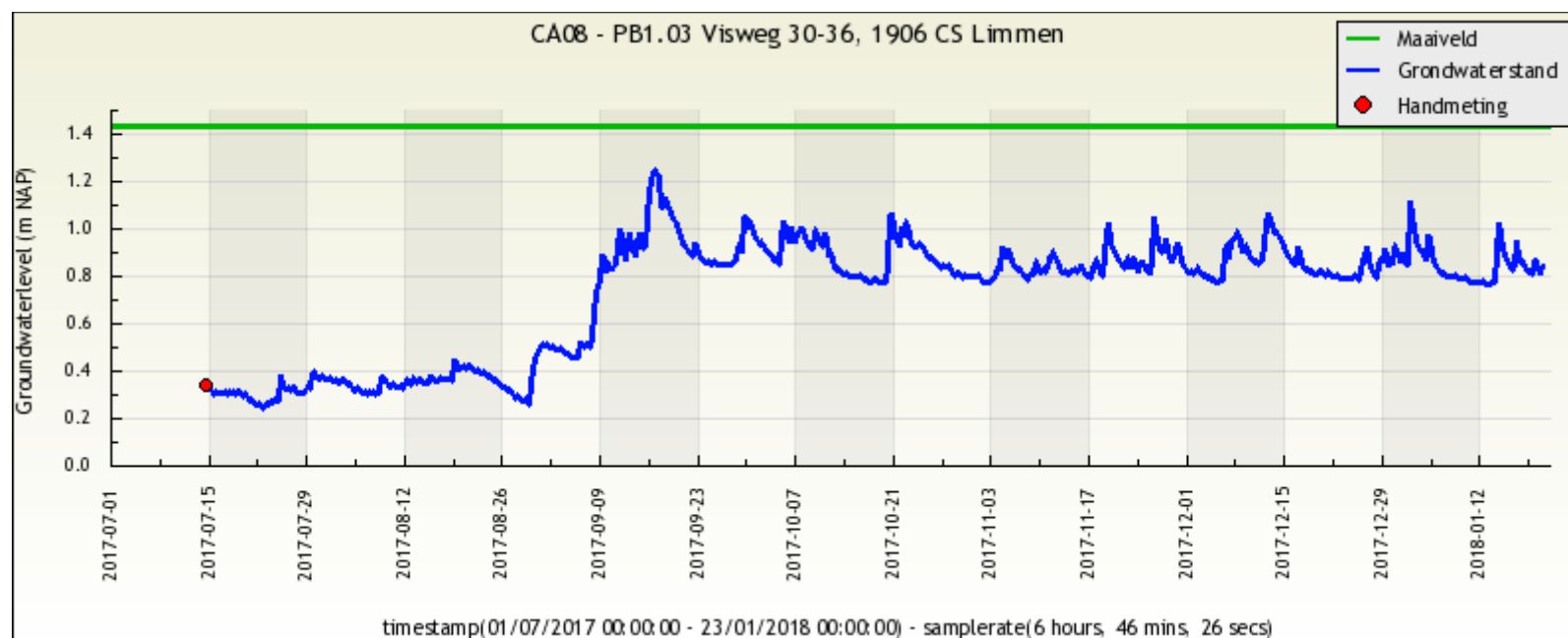
BIJLAGE 4

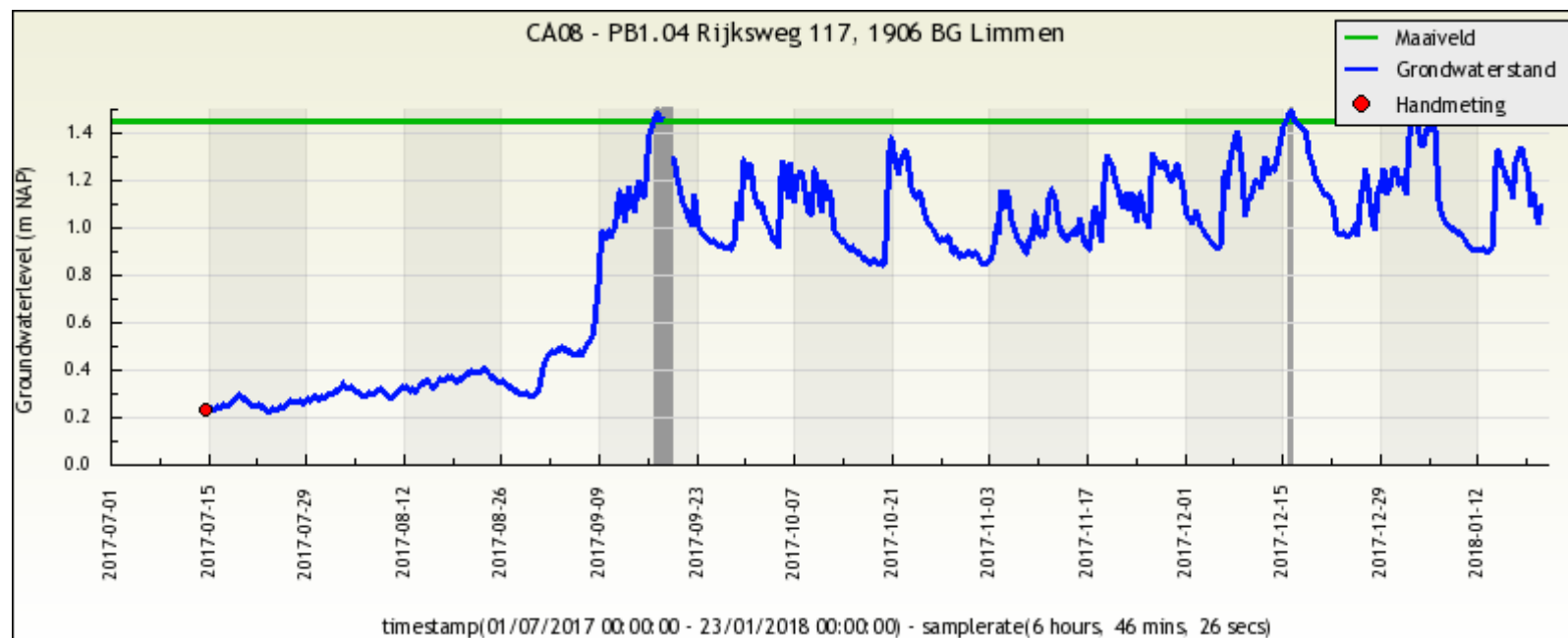
Grafieken grondwaterstanden

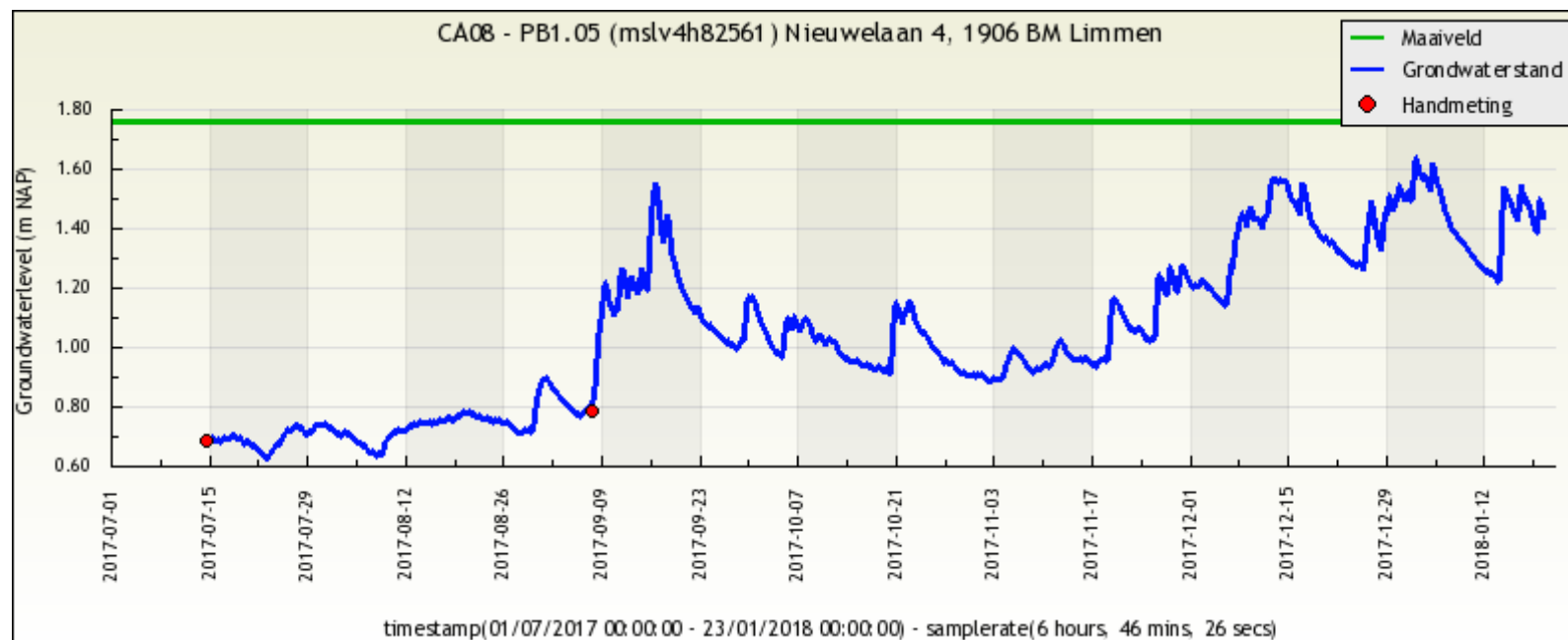
Bijlage 4 Grafieken grondwaterstanden

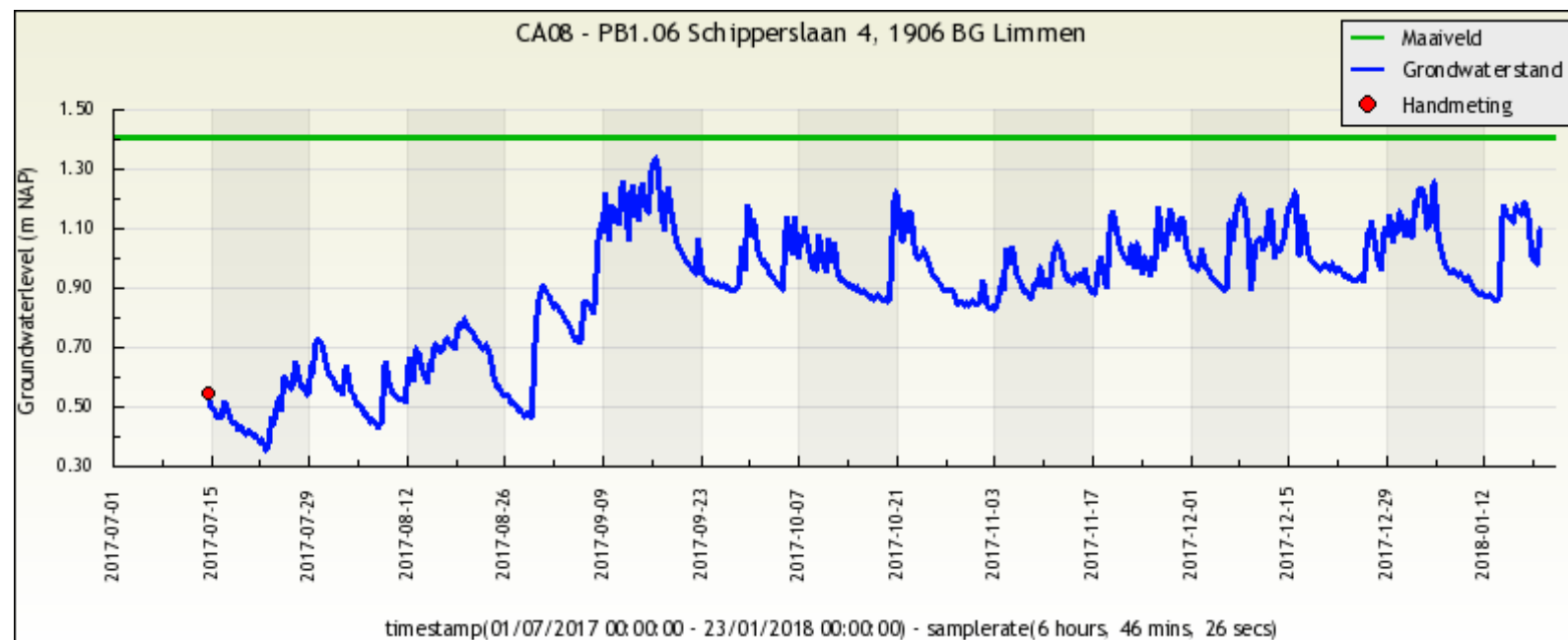








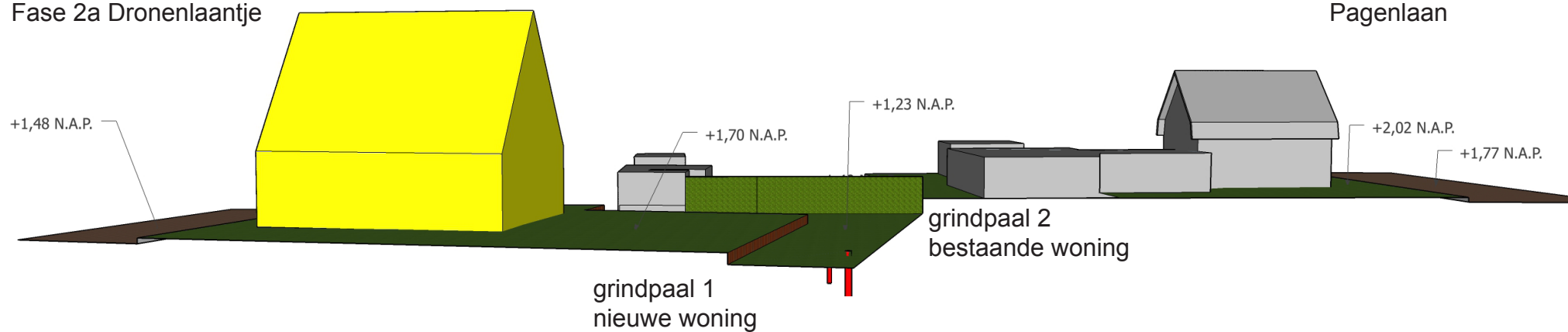




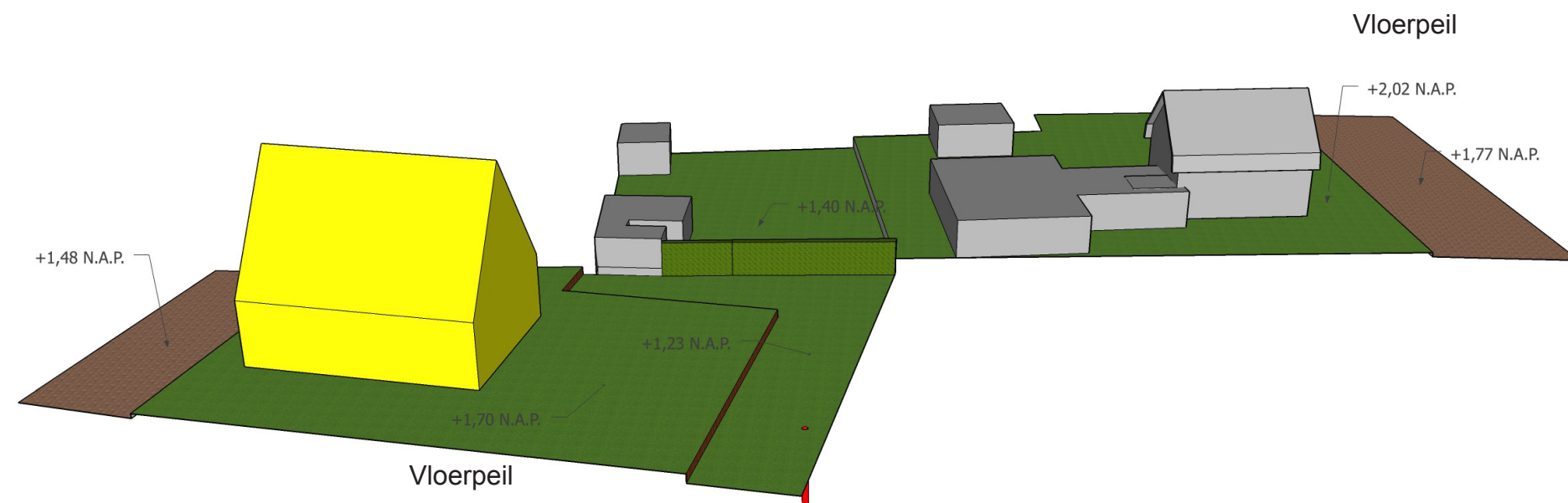
BIJLAGE 5

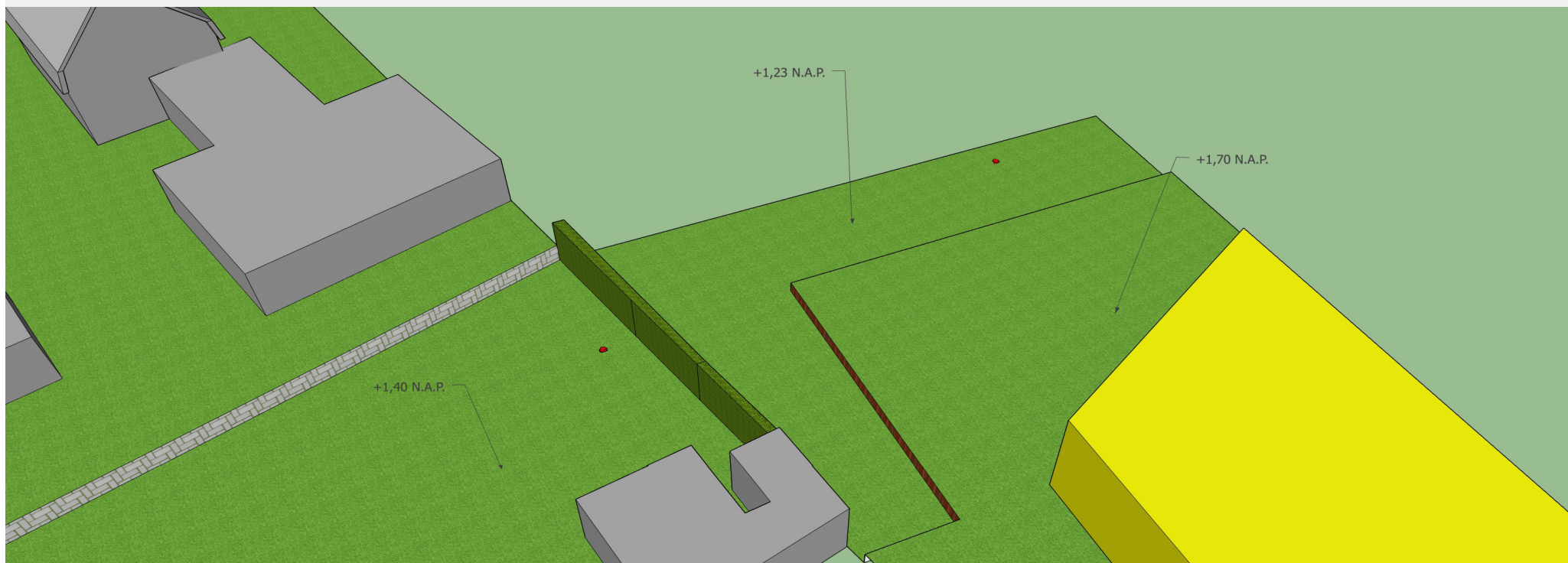
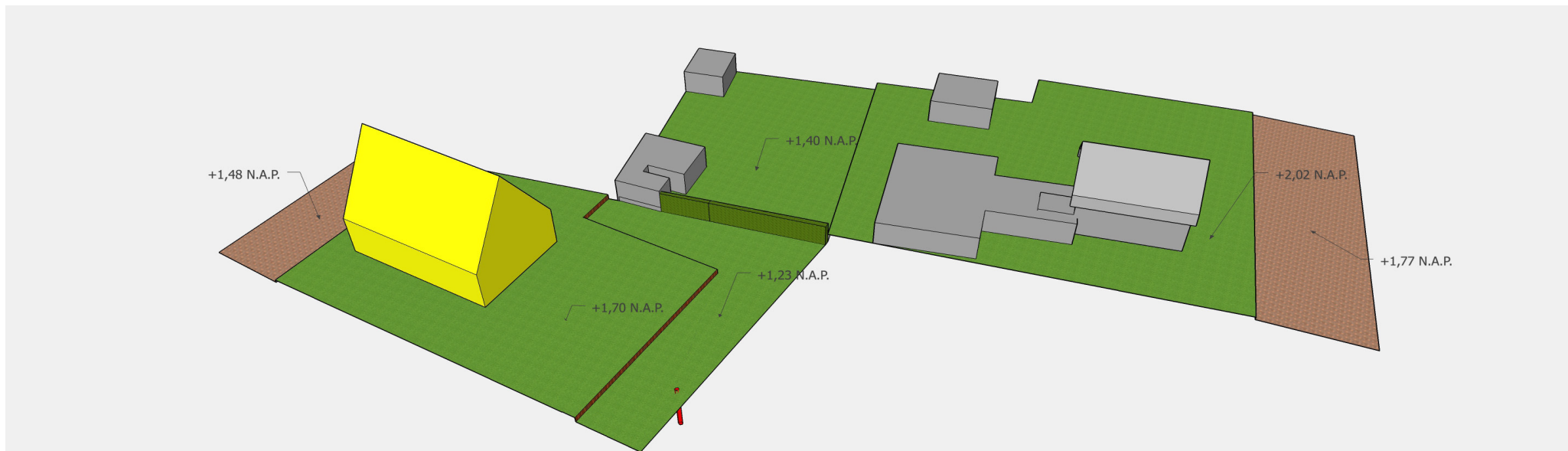
Maatregelen percelen fase 2A

Fase 2a Dronenlaantje



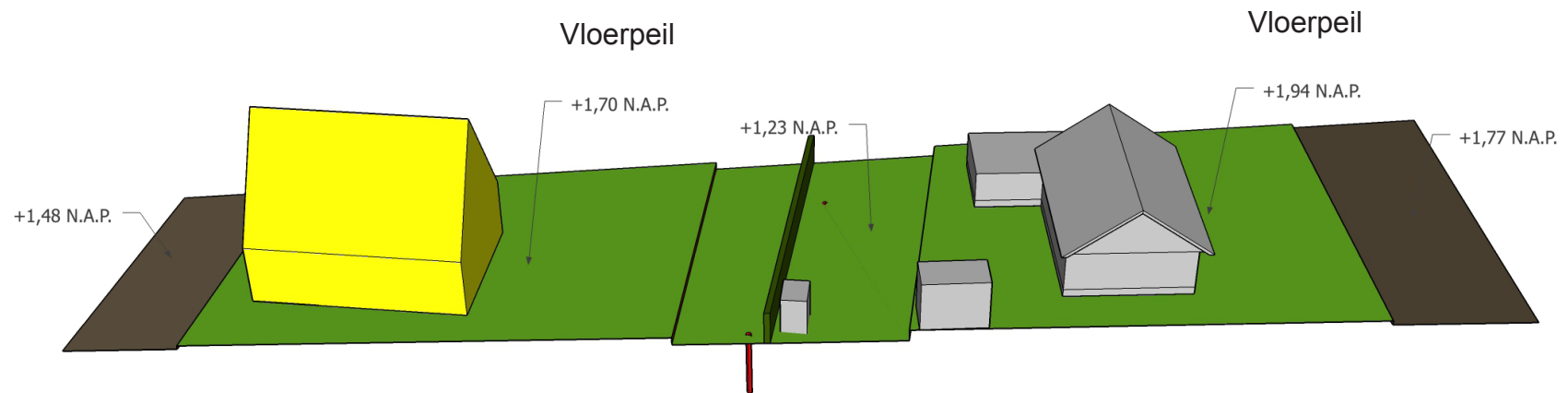
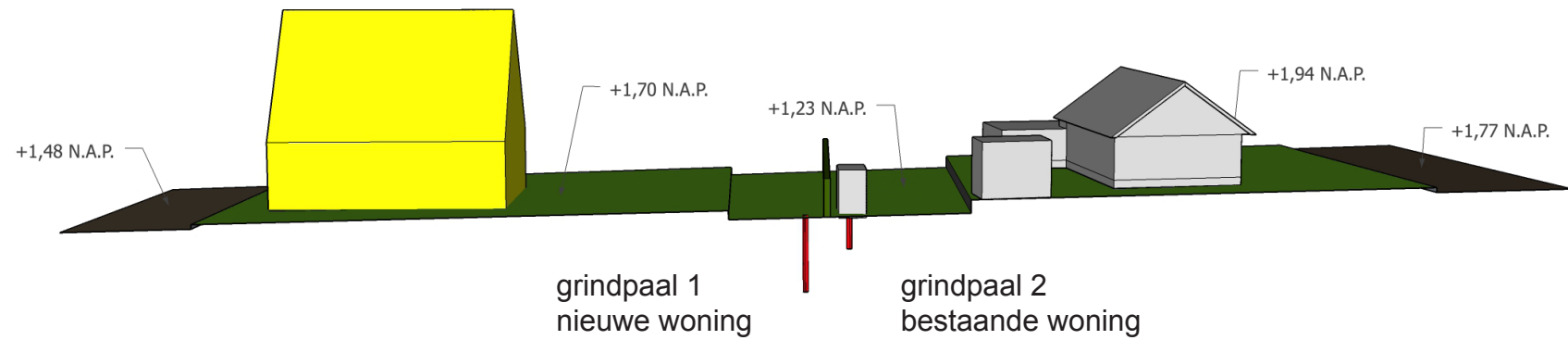
Pagenlaan

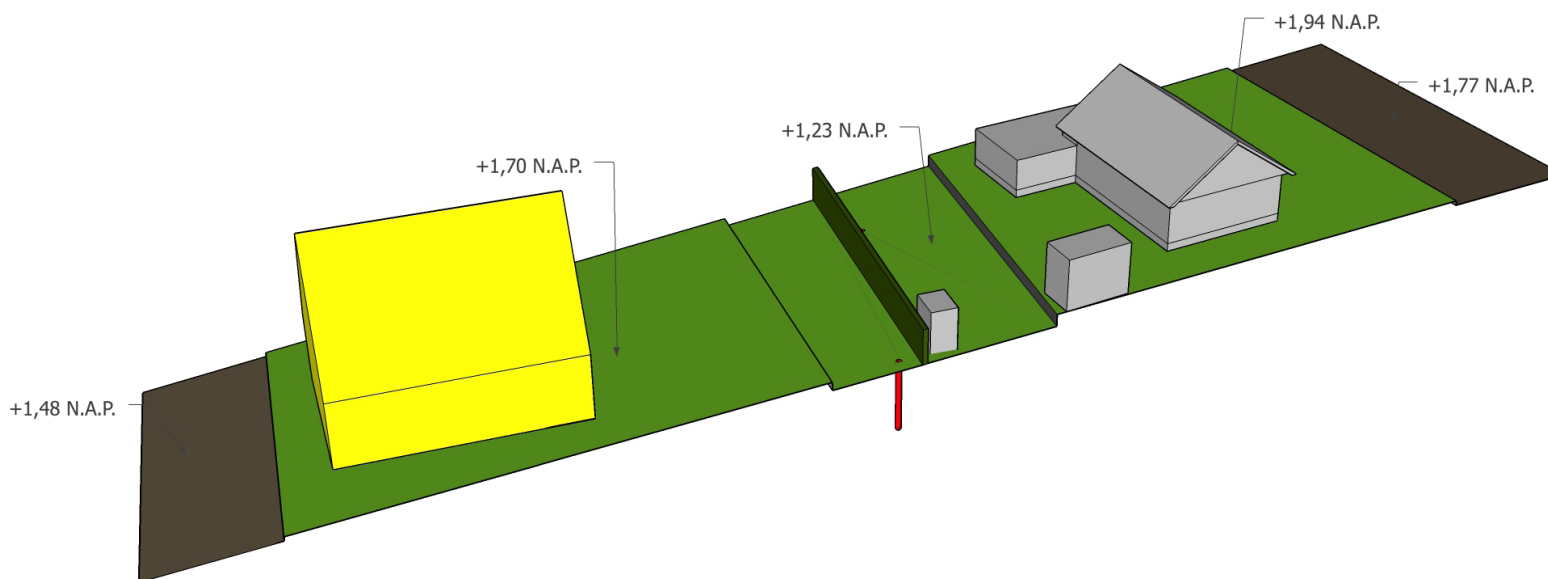
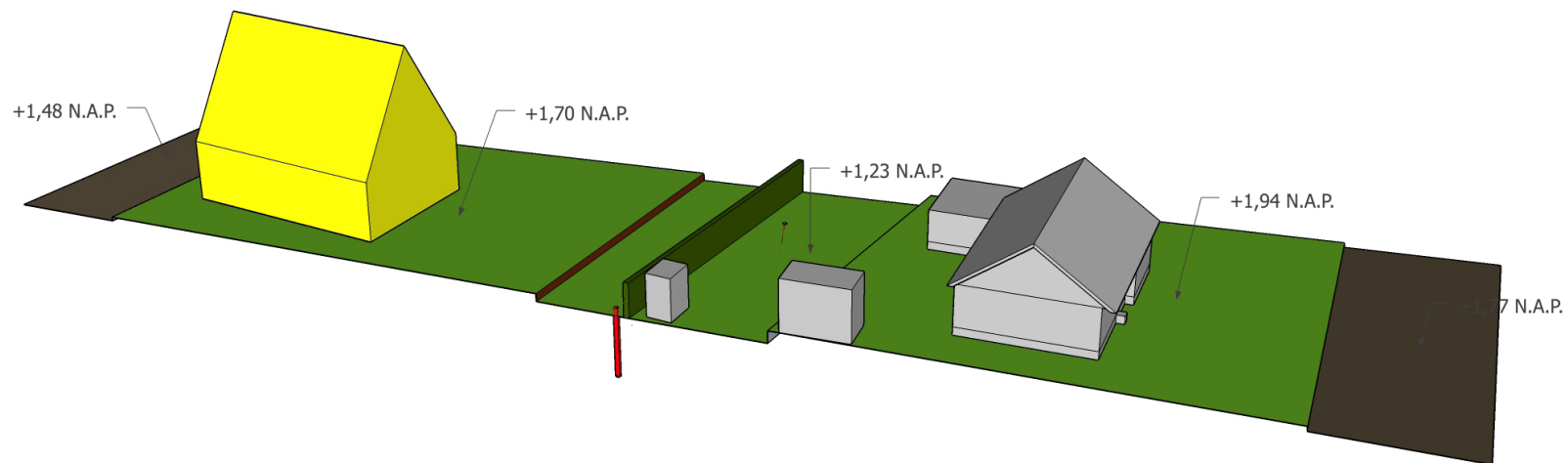


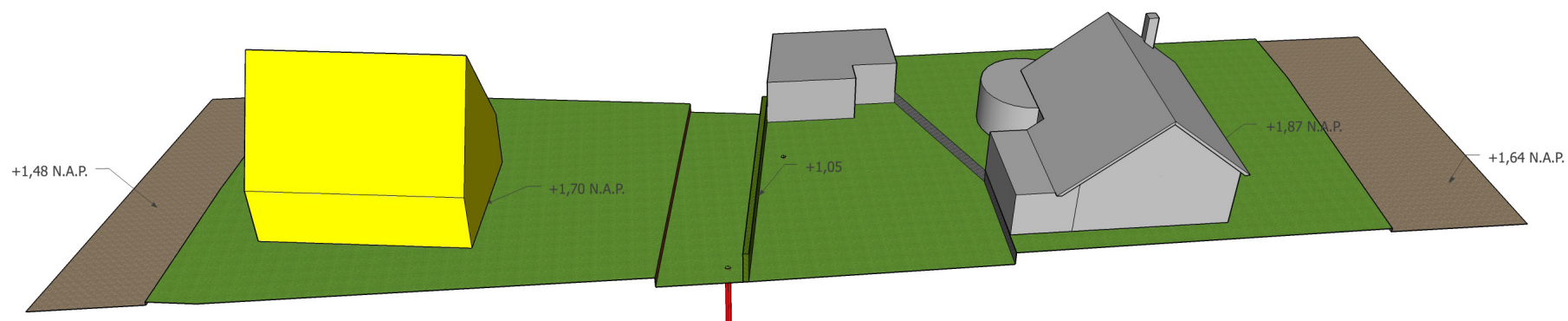
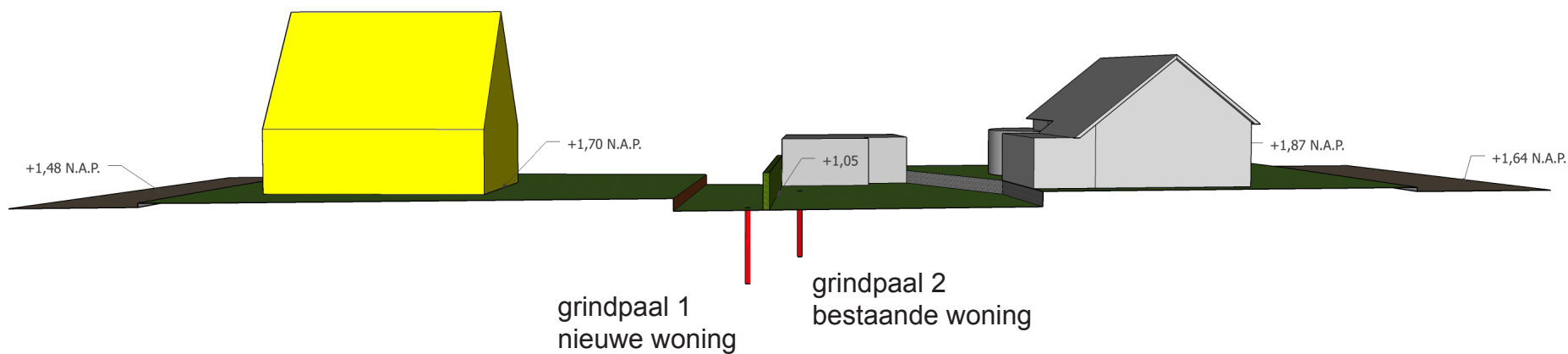


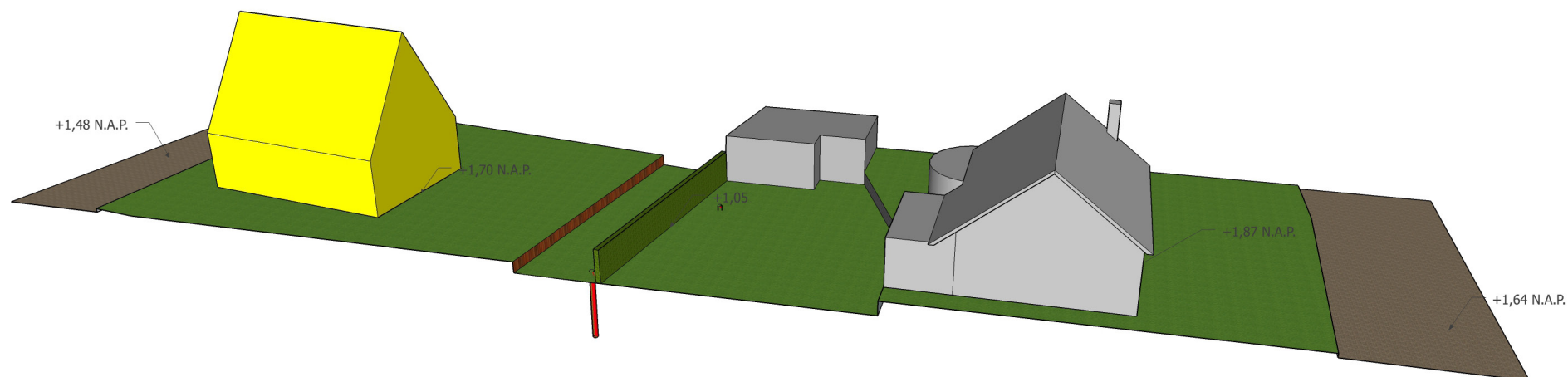
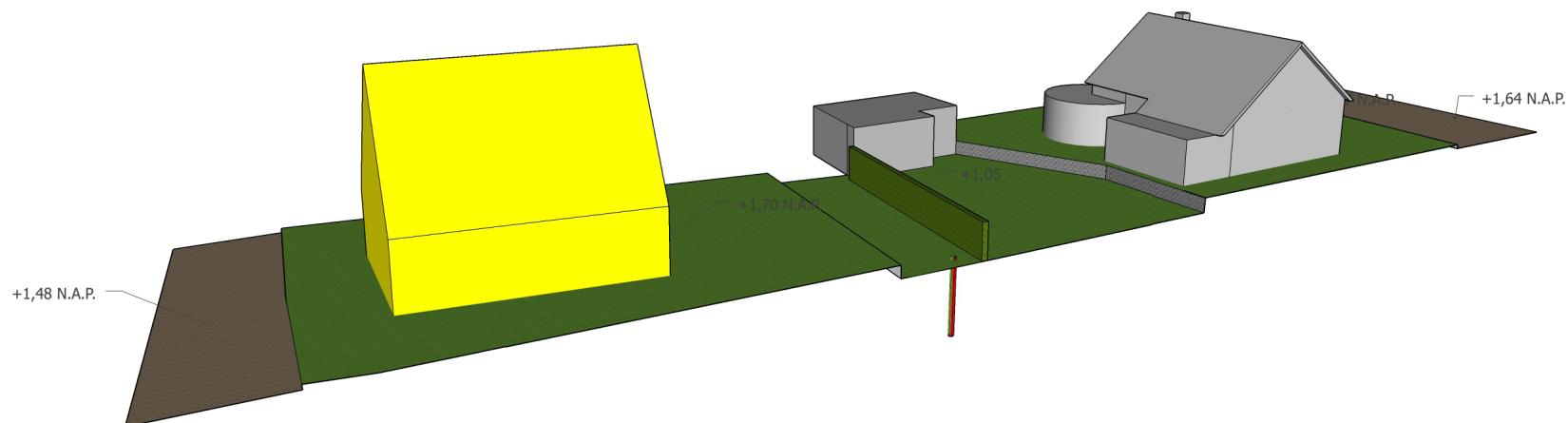
Fase 2a Dronenlaantje

Pagenlaan

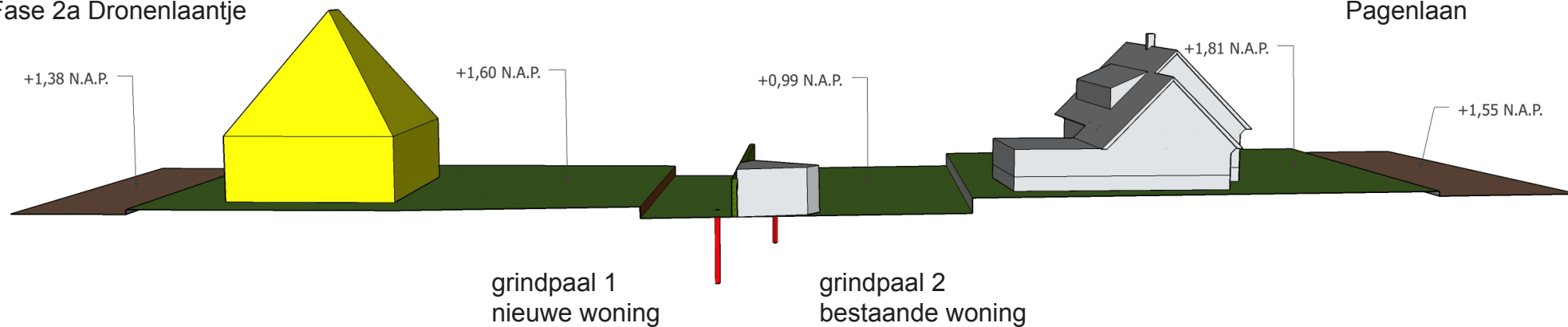




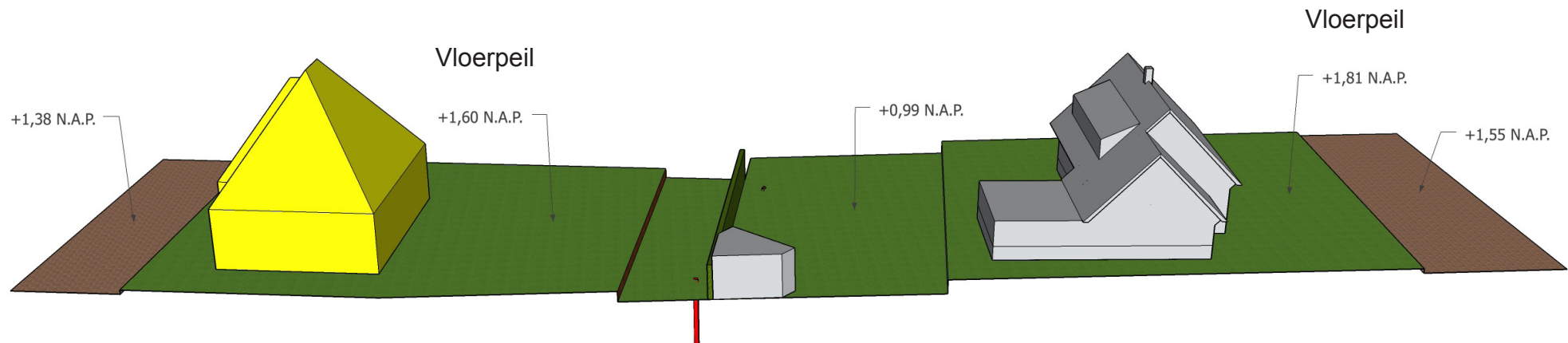


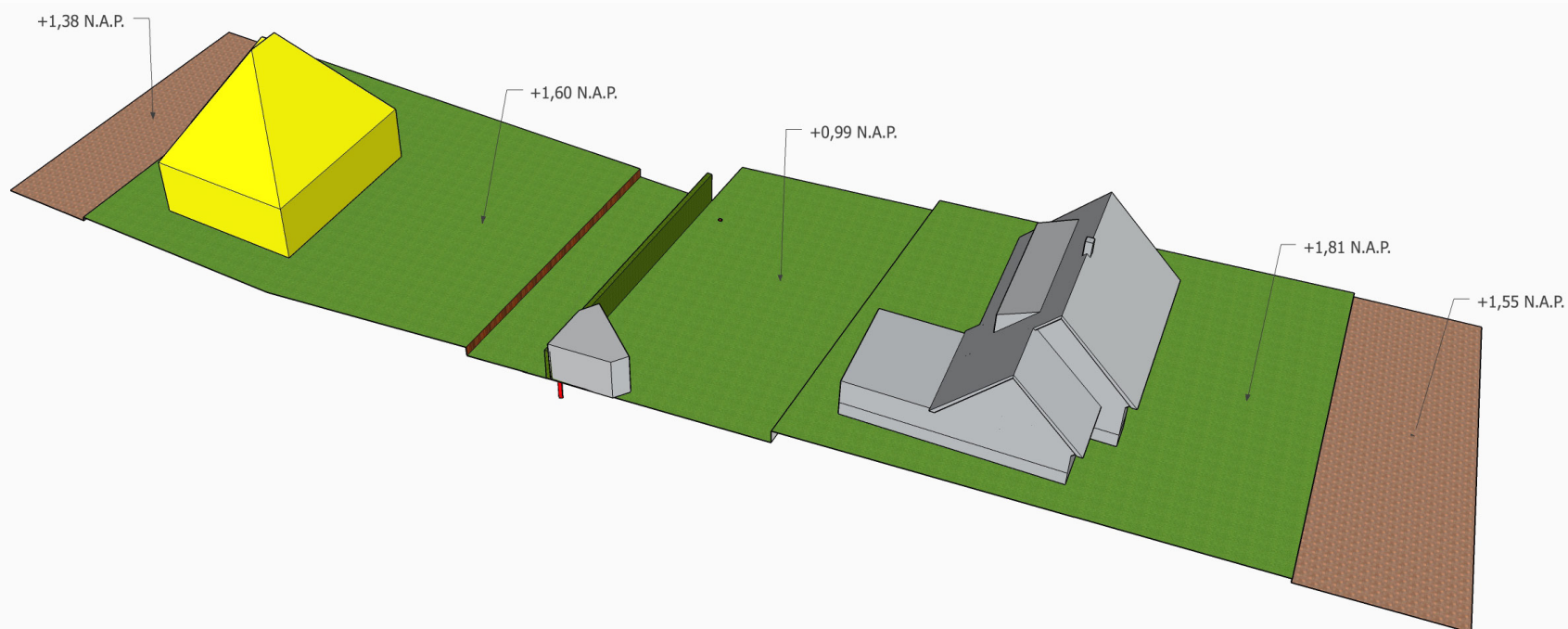
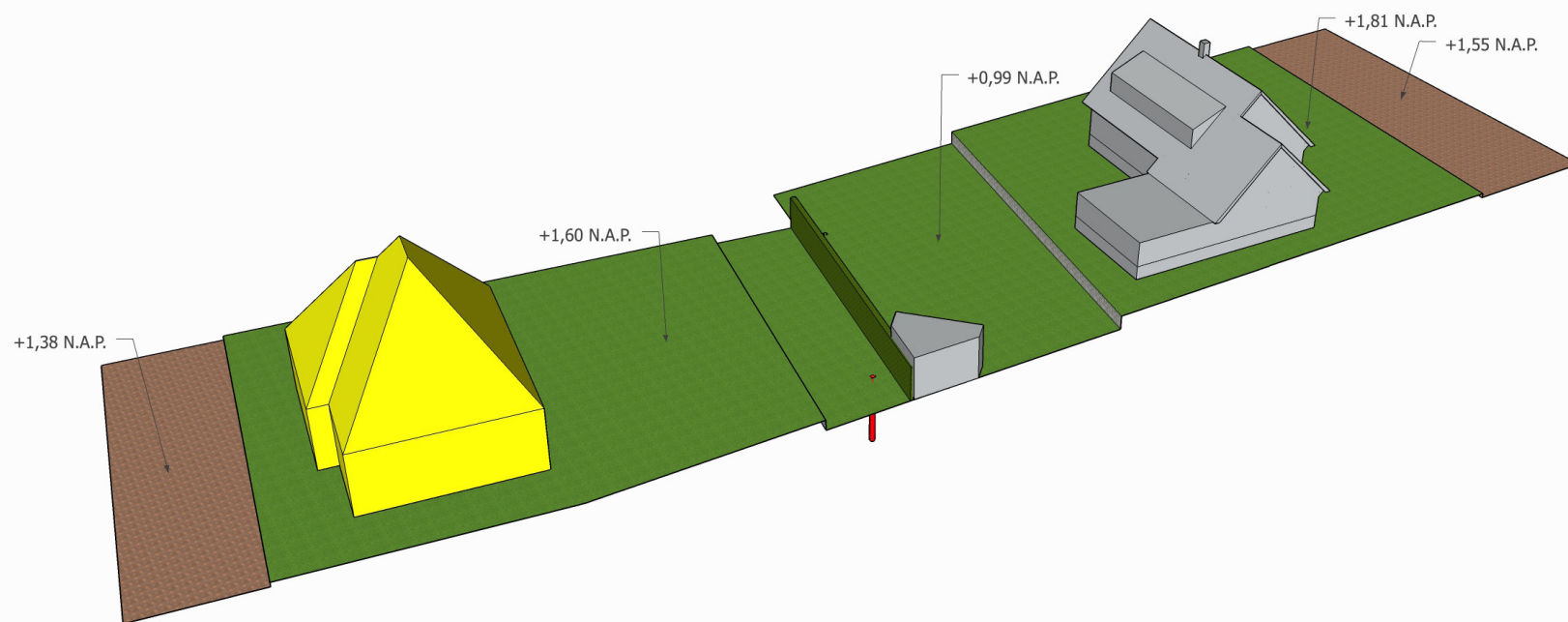


Fase 2a Dronenlaantje



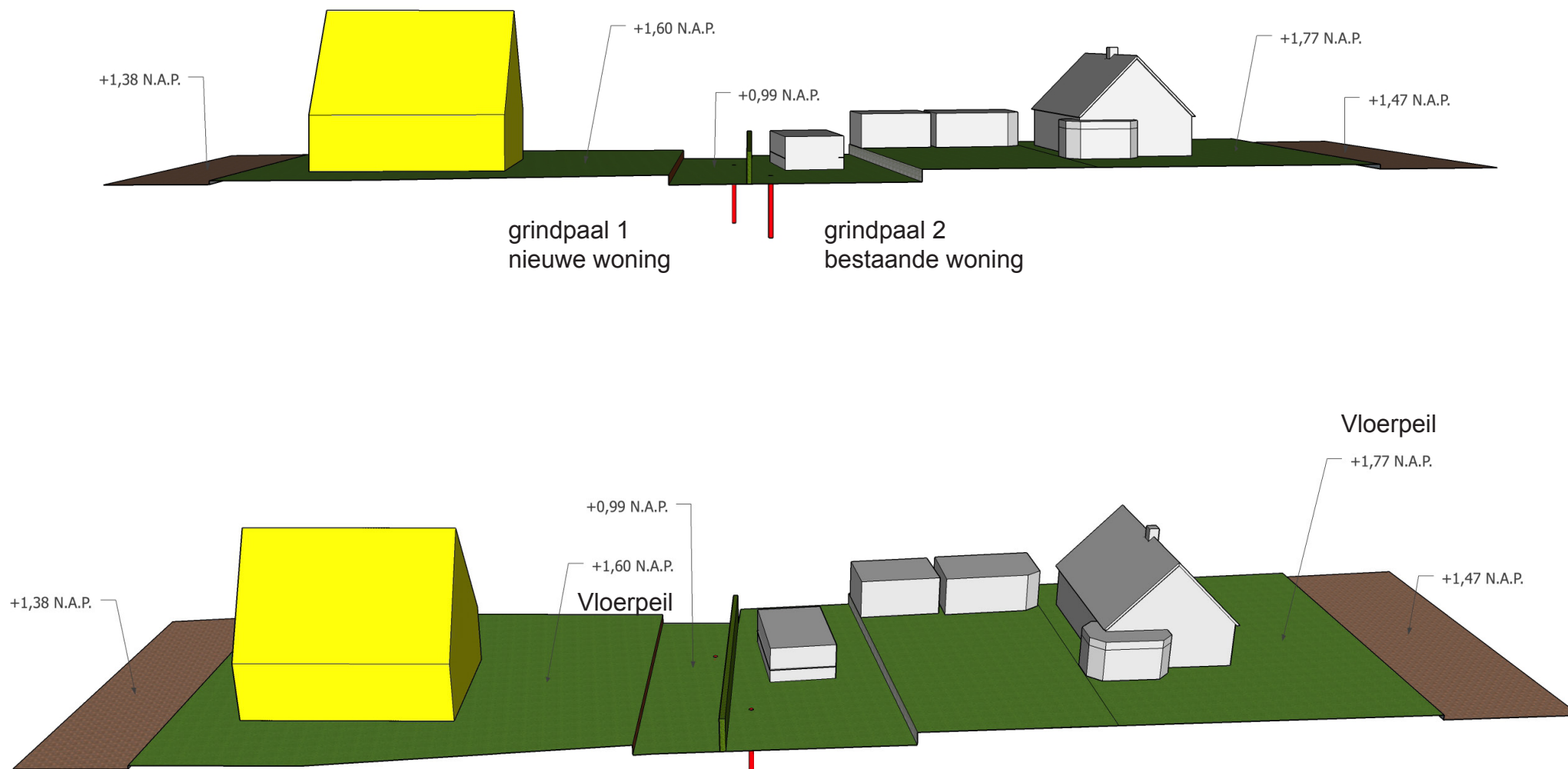
Pagenlaan

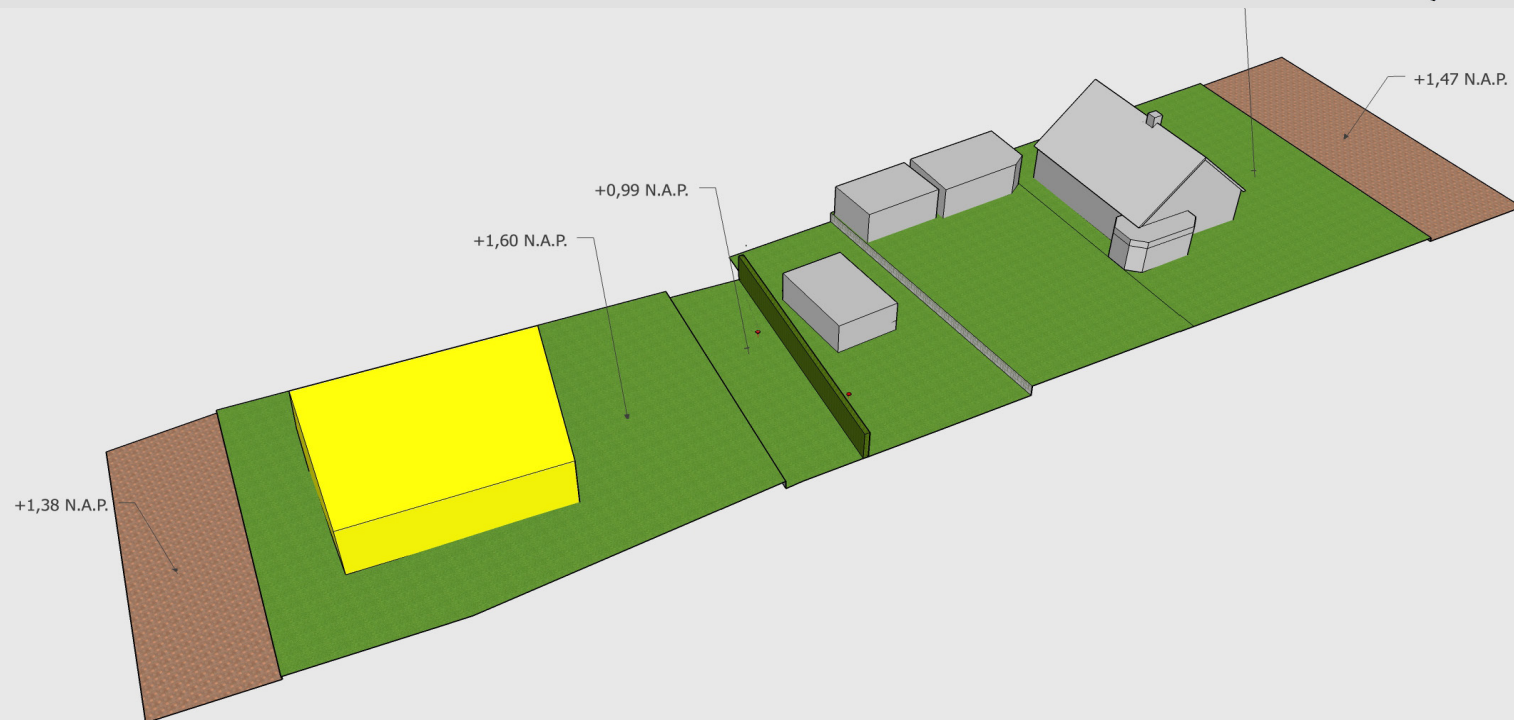
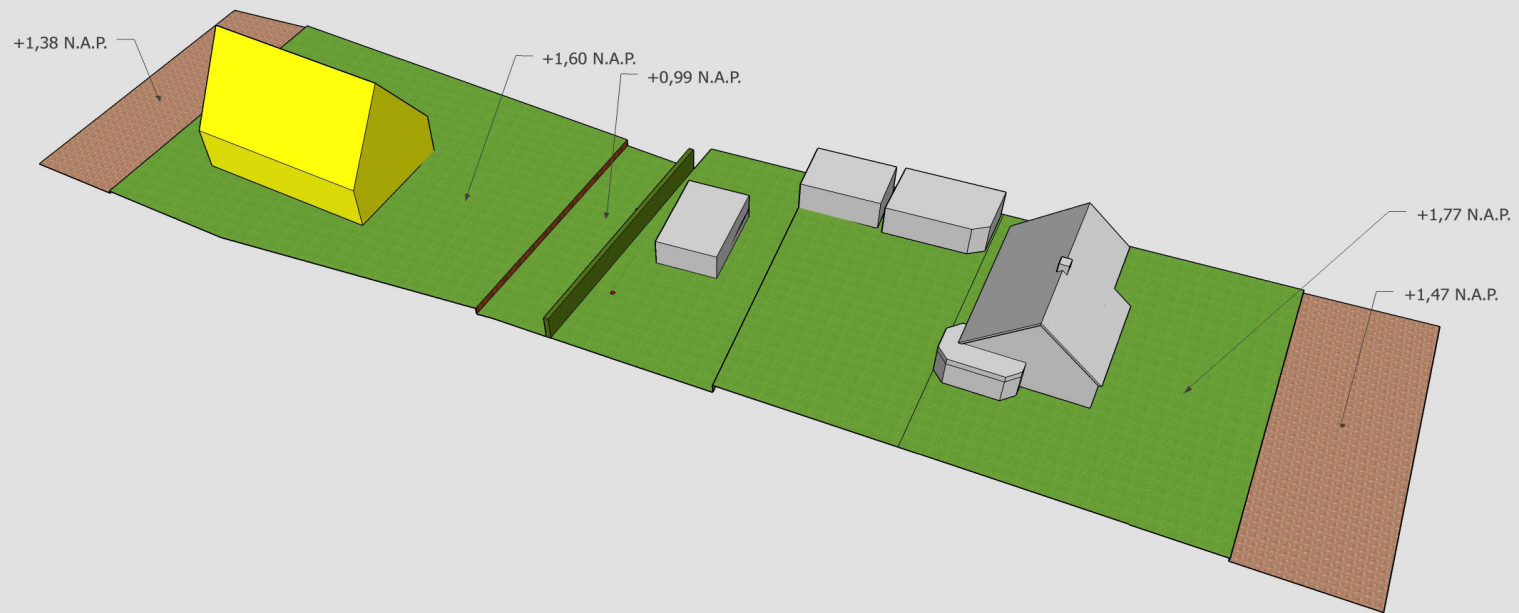




Fase 2a Dronenlaantje

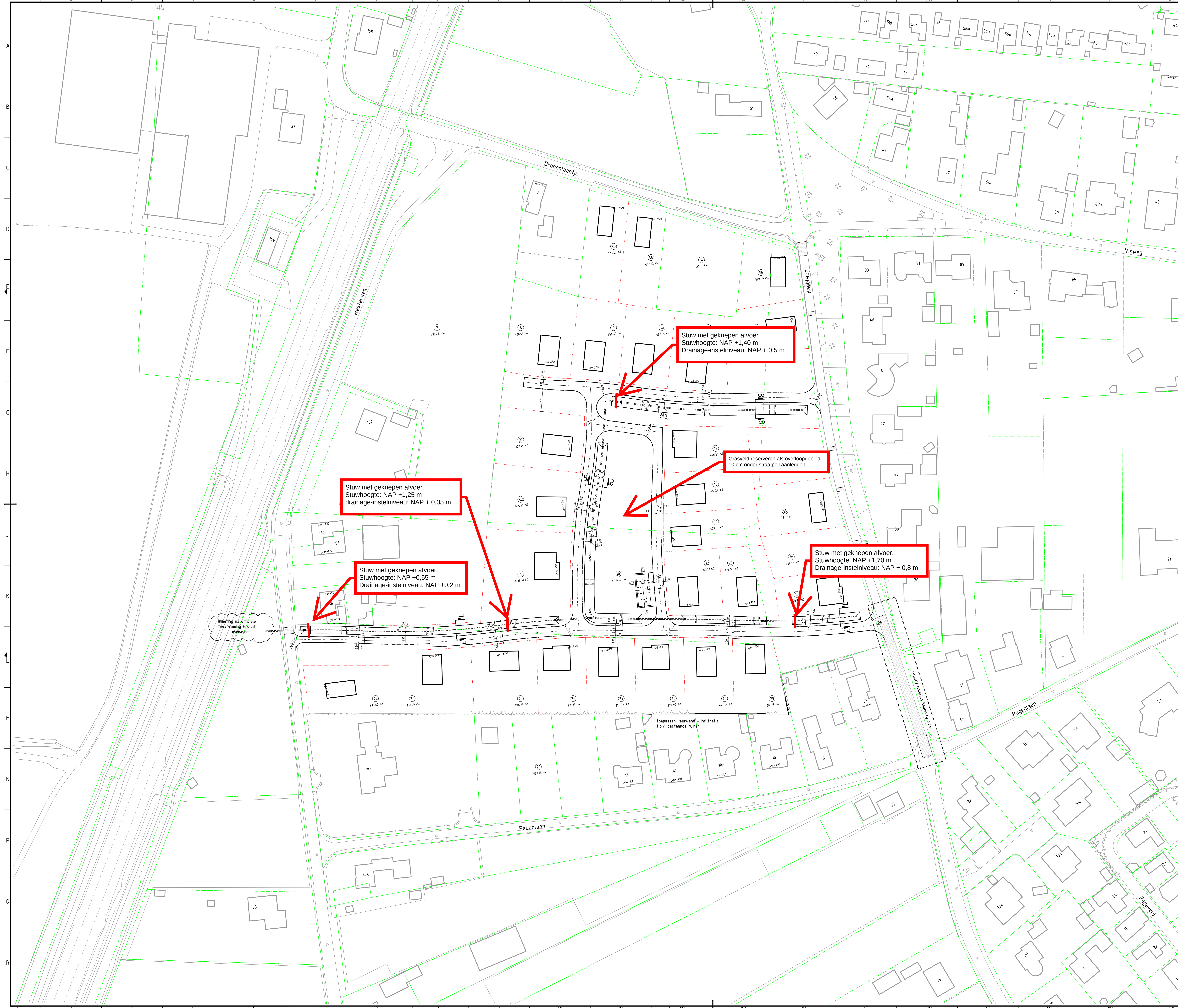
Pagenlaan



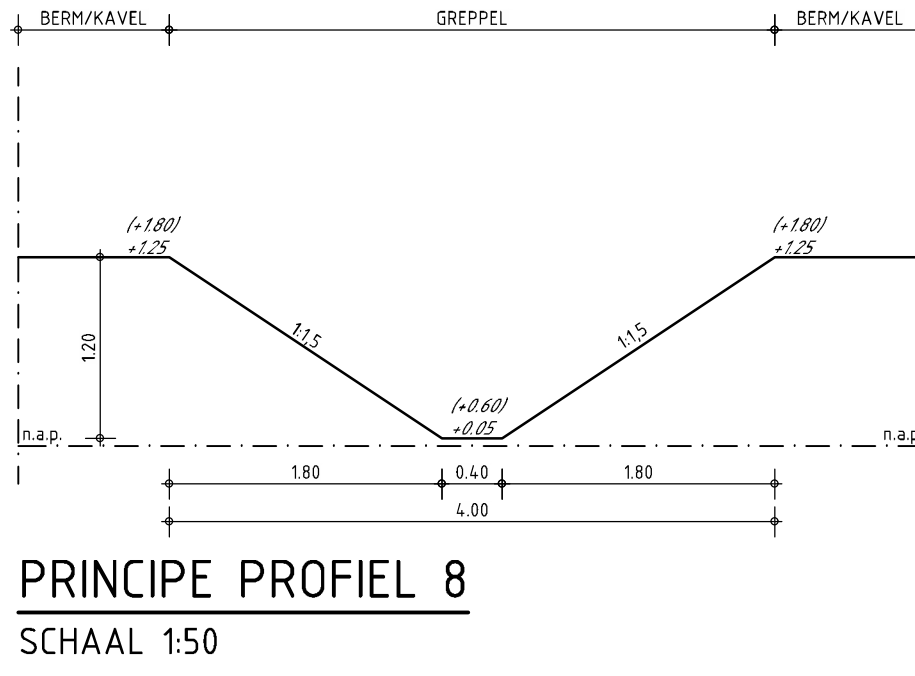
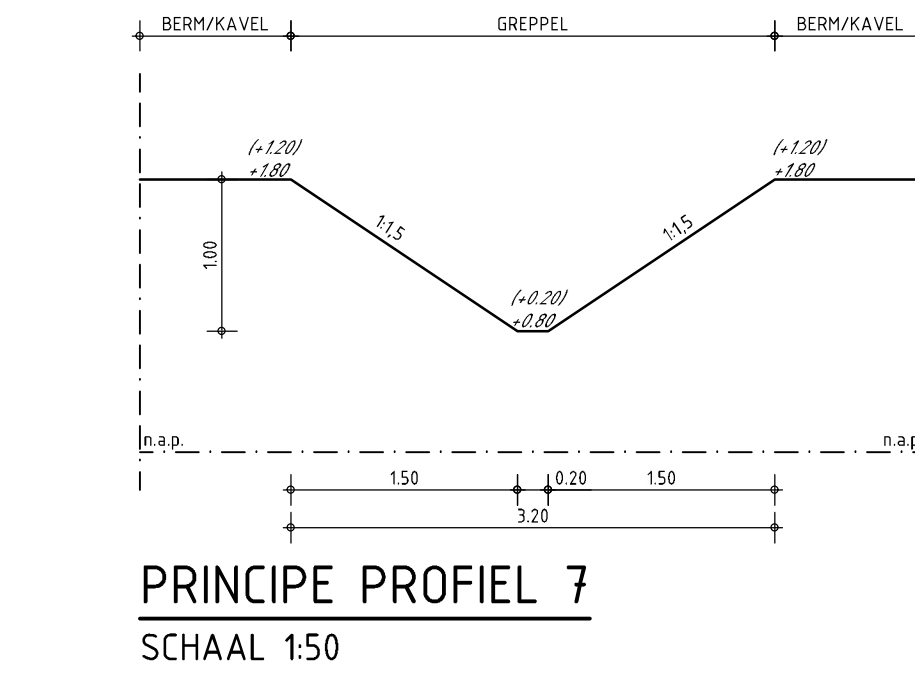


BIJLAGE 6

Matenplannen



Kavelinformatie	
Kavelnr.	Opp. (m²)
1	1275,31
2	8754,81
4	1315,61
7	708,31
8	988,64
9	654,17
10	637,54
11	556,31
12	602,83
13	629,78
14	683,17
15	672,82
16	695,22
17	625,38
18	672,27
19	609,51
20	666,33
21	2137,78
22	615,83
23	912,89
24	627,74
25	774,11
26	627,14
27	626,94
28	624,98
29	608,19
30	876,64
31	822,96
32	965,99
33	2332,09
34	642,22
35	762,25
36	598,49



* Locatie inritten n.t.b.

DEFINITIEF

0 5 10 25m

Maten met van tekening meten, doch geschreven maten aanhouden.
Maten in meters, tenzij anders vermeld.
Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld.
Materiaalmaten in mm, tenzij anders vermeld.
Diameters in mm, tenzij anders vermeld.
Deze situatie is niet bindend t.a.v. de exacte maten van grenzen en opstellen.
De aangegeven hoogteafvoer betreft de hoofdmatvoering van het gewenste profiel.
Detail uitwerking door aannemer.

Wijz.	Datum wijz.	Soort	Beschrijving wijziging
1			

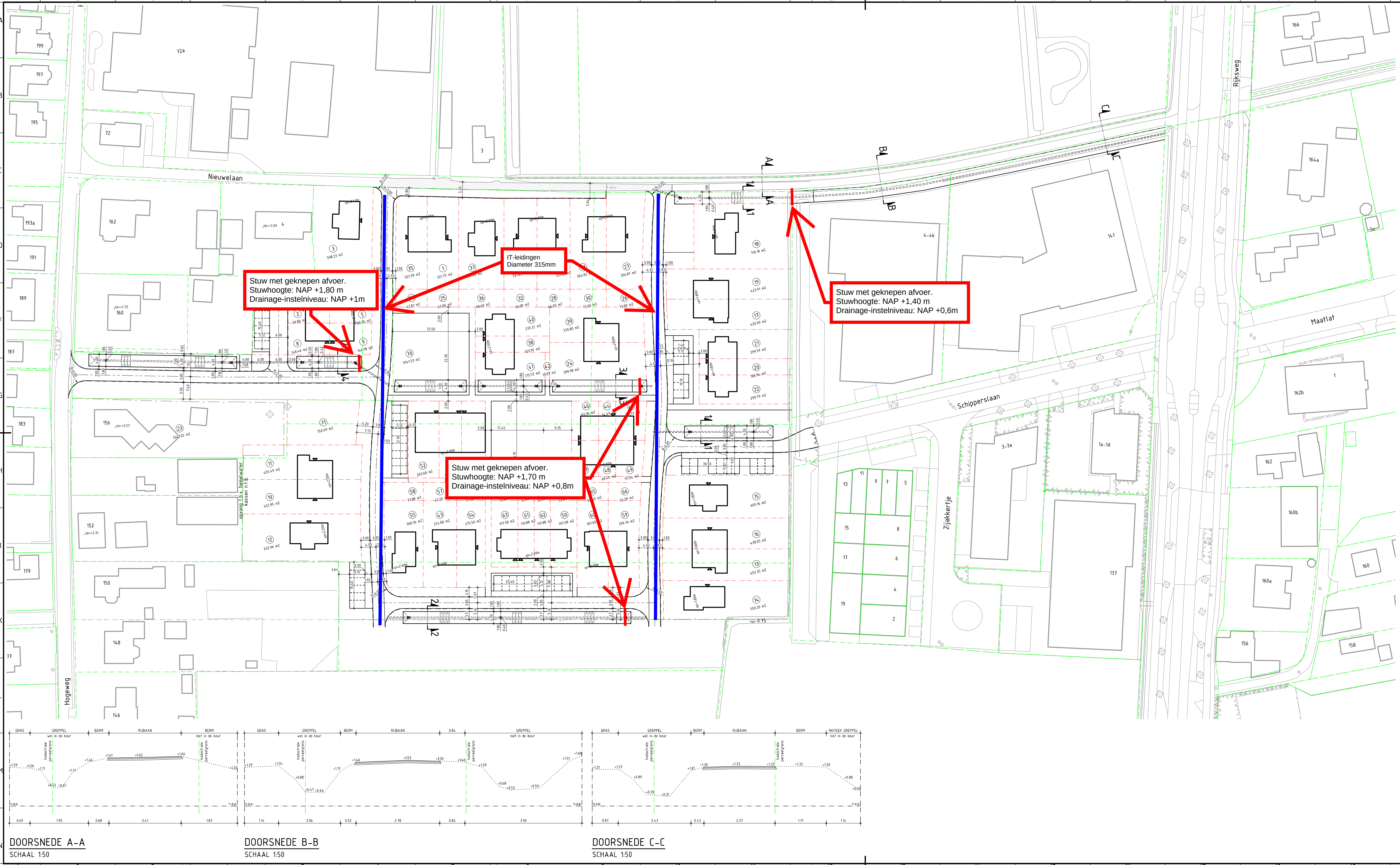
Gepland door	Goedgekeurd door	Goedgekeurd door	Contractpersoon	Documentnr.	Taal	Meetschaal	Documentnr.	Blad	Kaart
M. GROOT	P. AALDERS	P. AALDERS	P. AALDERS	TEKENING	NL	INFRA		1	3

ZANDZOOM LIMMER LINTEN
TE LIMMEN

ONTWIKKELINGSBEDRIJF
DE LIMMER STRANDWAL C.V.



HB Adviesbureau
Comeniusstraat 7-1817 MS Akkrum
096 472 0600
info@hbadvises.nl
www.hbadvises.nl



PRINCIPE PROFIEL 1
SCHAAL 1:50

PRINCIPE PROFIEL 2
SCHAAL 1:50

PRINCIPE PROFIEL 3
SCHAAL 1:50

PRINCIPE PROFIEL 4
SCHAAL 1:50

Kavelinformatie

Kavelnr.	Opp. (m2)
1	321.13
2	79.80
3	598.23
4	302.19
5	80.55
6	193.95
7	134.89
8	148.40
9	146.98
10	452.95
11	455.49
12	632.96
13	452.35
14	550.20
15	605.16
16	438.05
17	420.90
18	710.18
19	423.91
20	166.94
21	299.97
22	299.79
23	1342.02
24	399.98
25	63.00
26	73.00
27	396.87
28	66.00
29	331.65
30	72.60
31	364.82
32	66.00
33	331.65
34	62.81
35	322.99
36	90.60

Kavelinformatie

Kavelnr.	Opp. (m2)
37	457.69
38	133.92
39	370.80
40	239.32
41	215.51
42	19.87
43	324.80
44	76.47
45	137.71
46	117.90
47	108.00
48	68.40
49	110.04
50	197.58
51	200.25
52	263.68
53	214.09
54	275.50
55	368.36
56	57.00
57	67.20
58	77.88
59	299.76
60	301.60
61	199.88
62	199.88
63	197.58
64	53.40
65	62.40
66	65.28
67	53.40
68	32.40
69	32.40
70	914.153
71	352.49

DEFINITIEF

0 5 10 25m

Maten niet van tekening meten, doch geschreven maten aanhouden.
Maten in meters, tenzij anders vermeld
Peilmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
Materiaalmaten in mm, tenzij anders vermeld
Diameters in mm, tenzij anders vermeld
Deze situatie is niet bindend t.a.v. de exacte maten van grenzen en opstellen.
De aangegeven hoogteafvoer betrekt de hoofdaafvoer van het gehele profiel.
Detail uitwerking door aannemer.

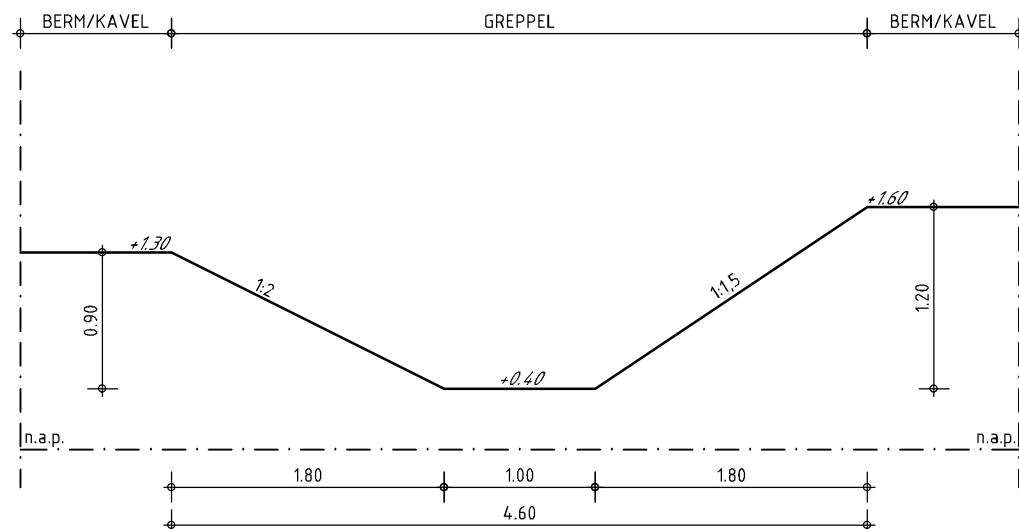
ONTWIKKELINGSBEDRIJF DE LIMMER STRANDWAL

Wijz.	Datum wijz.	Get.	Omschrijving wijziging
1	04-09-2017	DD	16HB0197-DV-005

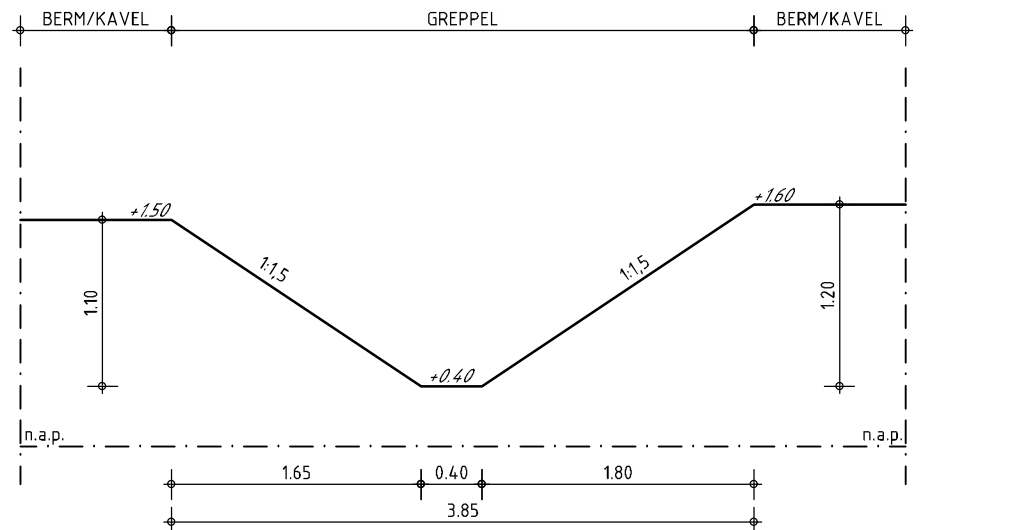
HB Adviesbureau
Carnegiestraat 7 - 1617 MS Akmaar
088 472 0800
info@hbadvies.nl
www.hbadvies.nl

DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1:50

Kavelinformatie	
Kavelnr.	Opp. (m2)
1	14886.57
2	115.40
3	388.39
4	118.22
5	165.59
6	174.48
7	152.15
8	112.62
9	120.43
10	172.64
11	121.04
12	118.45
13	309.71
14	442.03
15	58.89
16	67.47
17	67.24
18	29.44
19	7023.33



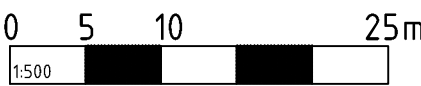
PRINCIPE PROFIEL 5
SCHAAL 1:50



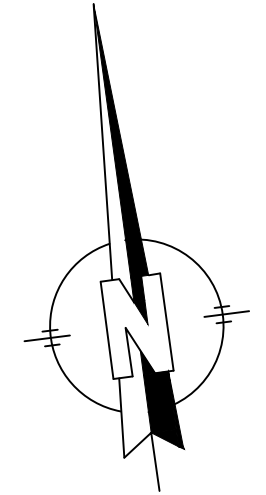
PRINCIPE PROFIEL 6
SCHAAL 1:50

* Locatie inritten n.t.b.

DEFINITIEF



Maten niet van tekening meten, doch geschreven maten aanhouden.
Maten in meters, tenzij anders vermeld
Pellmaten in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
Materiaalmaten in mm, tenzij anders vermeld
Diameters in mm, tenzij anders vermeld
Deze situatie is niet bindend f.a.v. de exacte maten van grenzen en opstallen.
De aangegeven hoogtemaatvoering betreft de hoofdmaatvoering van het gewenste profiel.
Detail uitwerking door aannemer.



Wijz.	Datum wijz.	Get.	Omschrijving wijziging	Documentnummer	Blad	Aantal
Geleend door:	Gecontroleerd door:	Goedgekeurd:	Contactpersoon:	Documentsoort:	Taal:	Werkveld:
M. GROOT	P. AALDERS	P. AALDERS	TEKENING	NL	INFRA	Documentnummer: 16HB0197ASDC GREPPELS 16HB0197A55 16HB0197B55 16HB0197B5S - KADASTER 16HB0197R55 16HB0197W55
Projectomschrijving:	Opdrachtgever:	Schaal:	Formaat:	Besteknummer:		
ZANDZOOM LIMMER LINTEN TE LIMMEN	ONTWIKKELINGSBEDRIJF DE LIMMER STRANDWAL	1 : 500	A1			

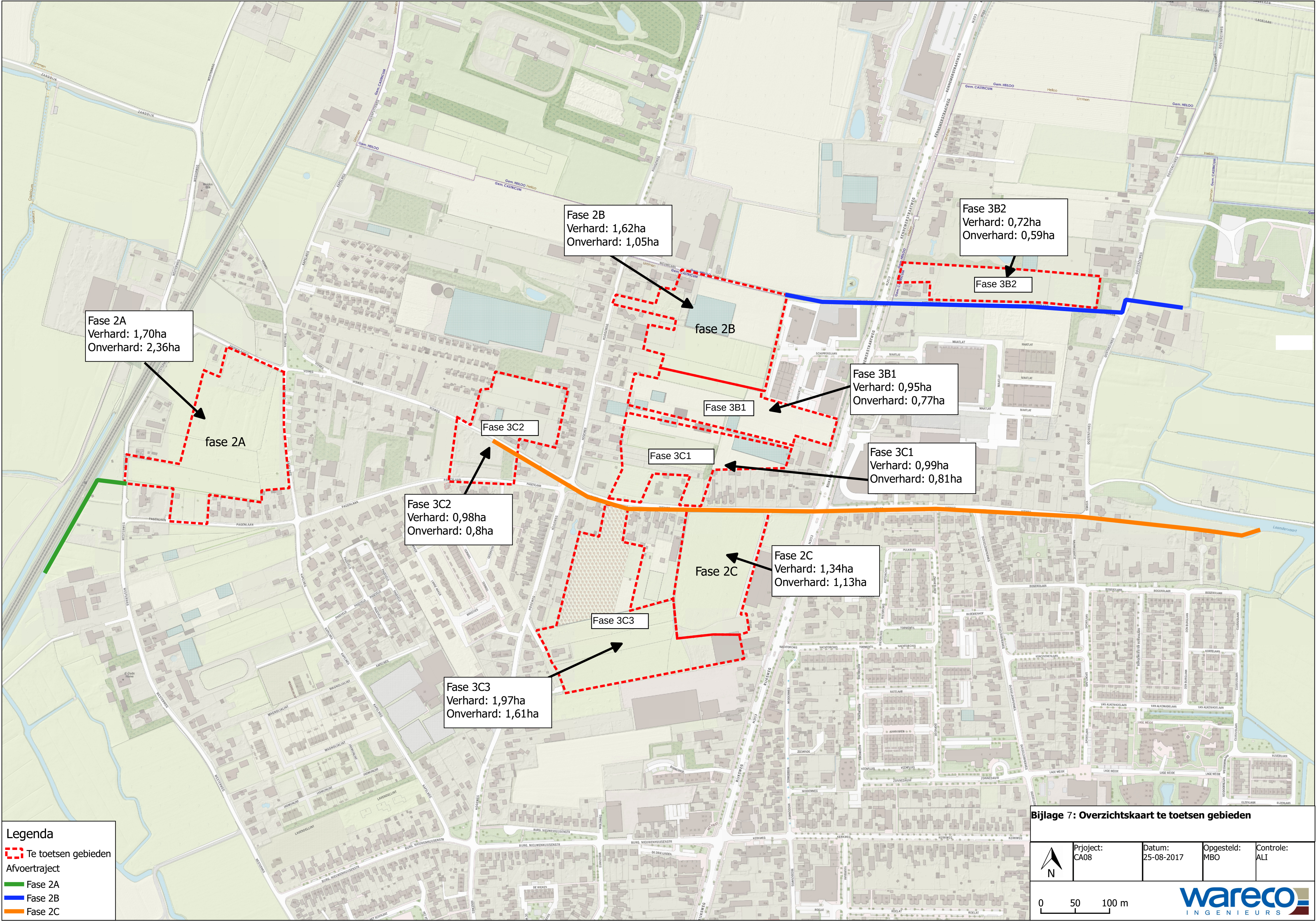
Tekeningomschrijving:
MATENPLAN
FASE 2C - GEBIED J50
VISWEG

Datum uitgave: 04-09-2017
Documentstatus: DO
Tekeningnummer: 16HB0197-DV-006
Projectnummer: 16HB0197

HB Adviesbureau
Comeniusstraat 7 • 1817 MS Alkmaar
088 472 0600
info@hbadvies.nl
www.hbadvies.nl

BIJLAGE 7

Overzichtskaart afvoertrajecten en te toetsen gebieden



Fase 2A
Verhard: 1,70ha
Onverhard: 2,36ha

Fase 2B
Verhard: 1,62ha
Onverhard: 1,05ha

Fase 3B2
Verhard: 0,72ha
Onverhard: 0,59ha

Fase 3B1
Verhard: 0,95ha
Onverhard: 0,77ha

Fase 3C1
Verhard: 0,99ha
Onverhard: 0,81ha

Fase 2C
Verhard: 1,34ha
Onverhard: 1,13ha

Fase 3C2
Verhard: 0,98ha
Onverhard: 0,8ha

Fase 3C3
Verhard: 1,97ha
Onverhard: 1,61ha

Legenda

- Te toetsen gebieden
- Afvoertraject
- Fase 2A
- Fase 2B
- Fase 2C

Bijlage 7: Overzichtskaart te toetsen gebieden

	Prject: CA08	Datum: 25-08-2017	Opgesteld: MBO	Controle: ALI
0 50 100 m				

BIJLAGE 8

Overzicht uitgelichte trajecten hydraulische toetsing

Bijlage 8: Overzicht uitgelichte trajecten hydraulische toetsing

Uitgelicht traject fase 2A



Uitgelicht traject fase 2B



Uitgelicht traject fase 2C

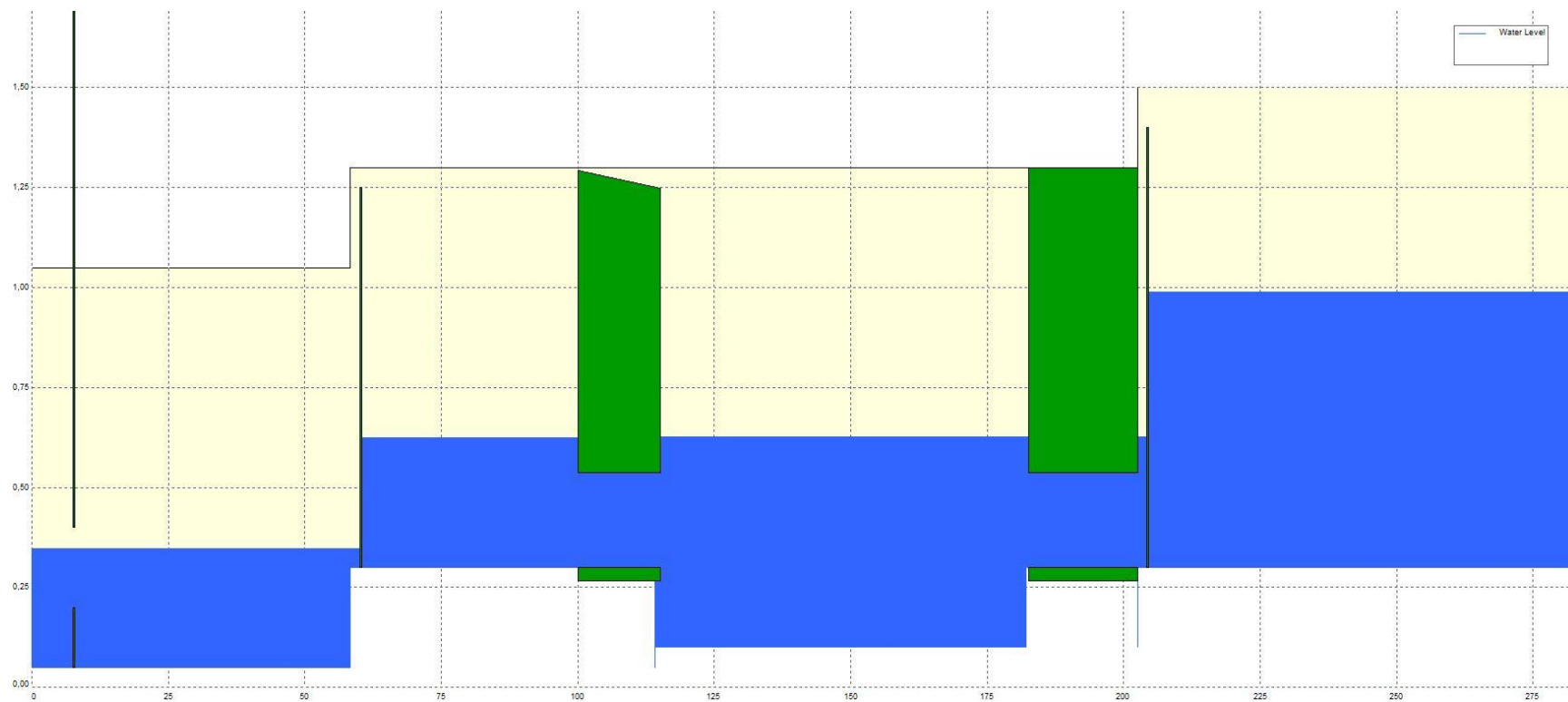


BIJLAGE 9

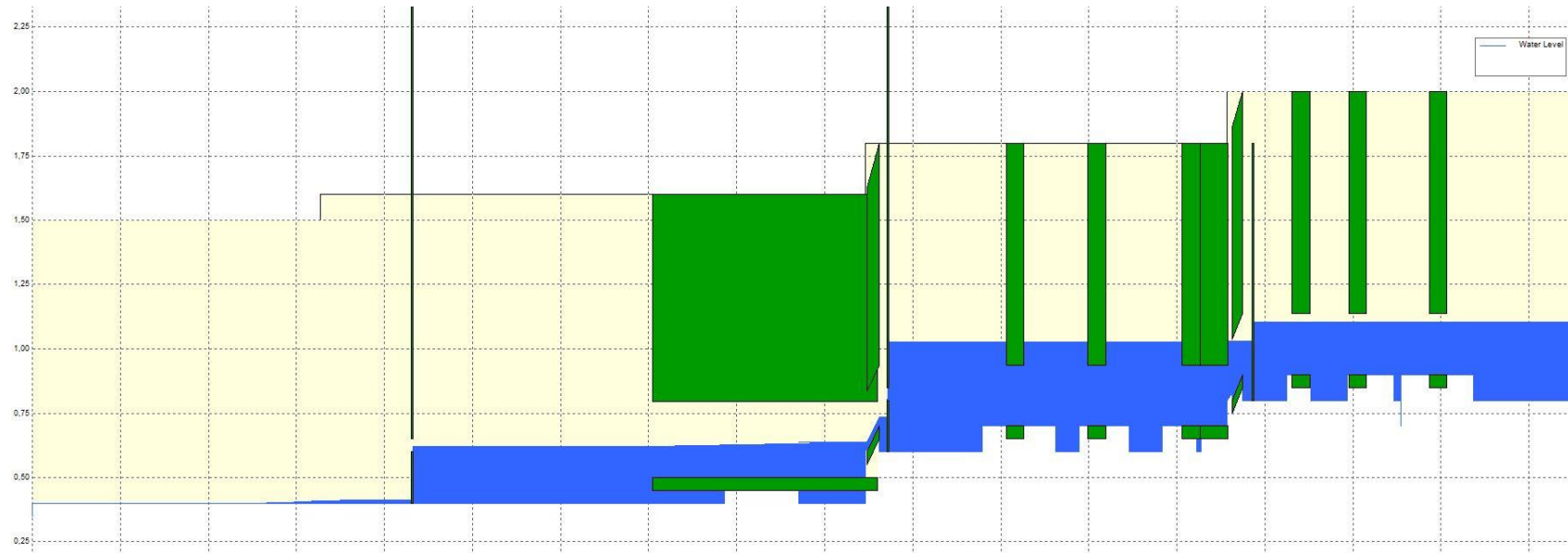
Resultaten hydraulische toetsing T=2

Bijlage 9: Resultaten hydraulische toetsing T=2

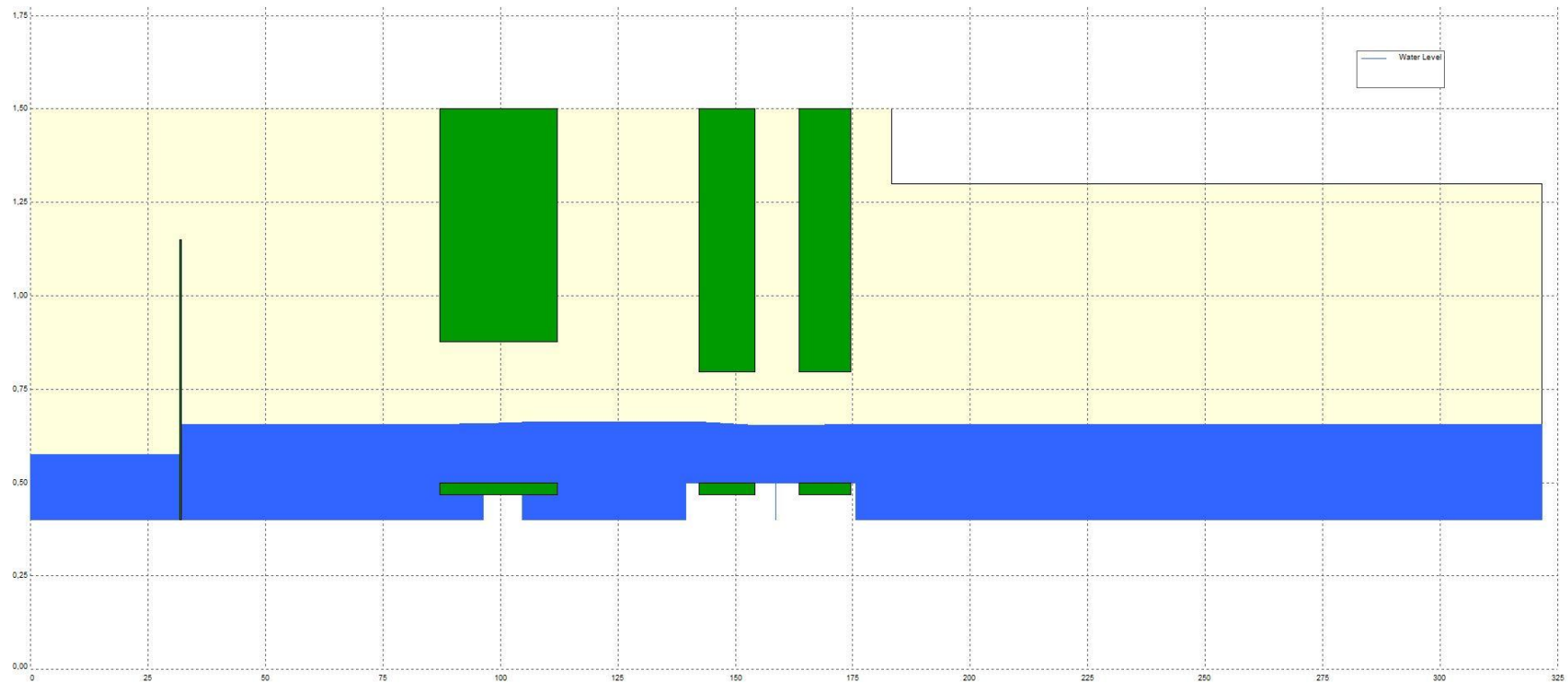
Maximale waterstand bij t=2 in greppels fase 2A



Maximale waterstand bij t=2 in greppels fase 2B



Maximale waterstand bij t=2 in greppels fase 2C

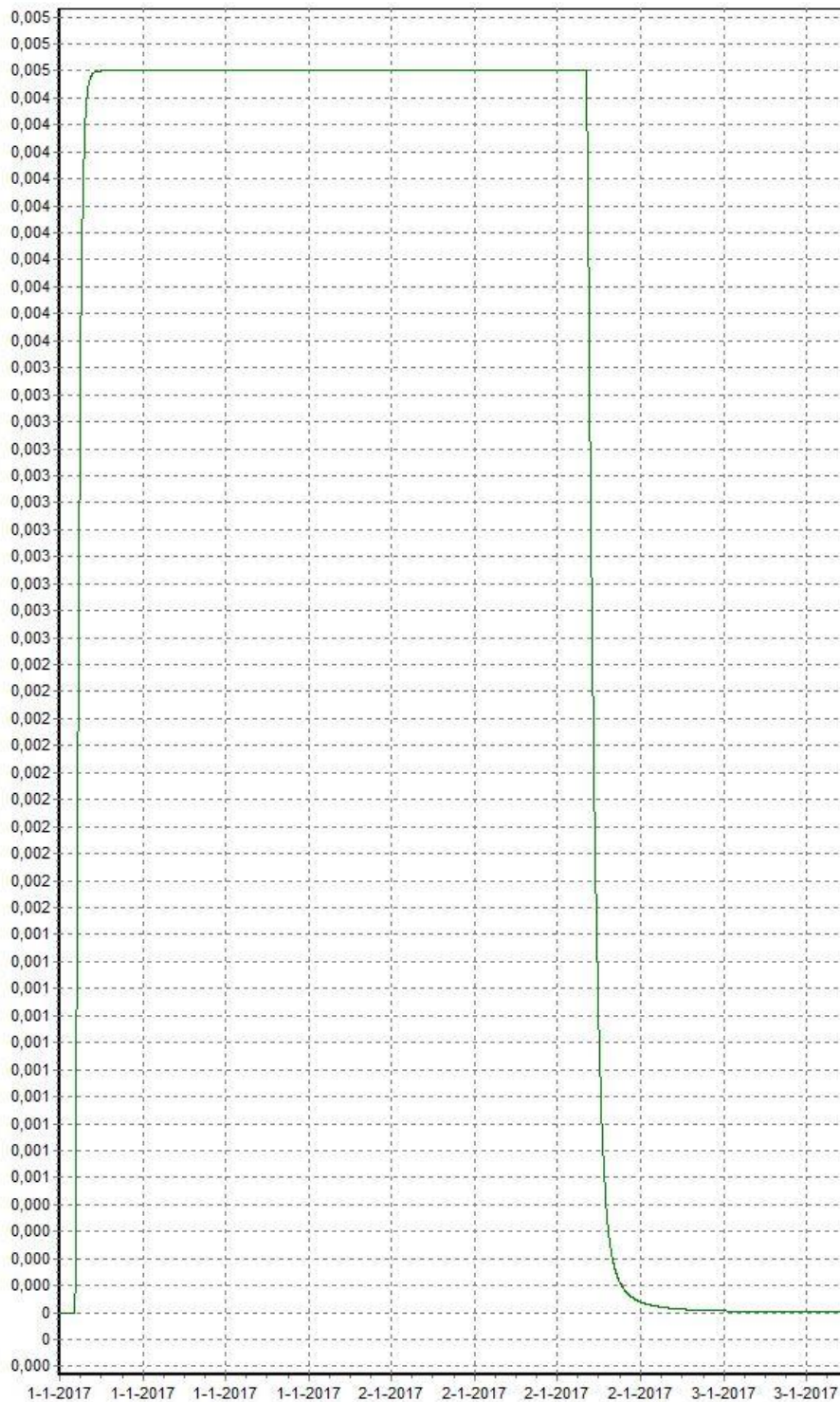


BIJLAGE 10

Berekende benedenstroomse debieten bij $T=25$

Bijlage 10: Berekende benedenstroomse debieten bij T=25

Berekende afvoer(m3/s) bij T=25 fase 2A

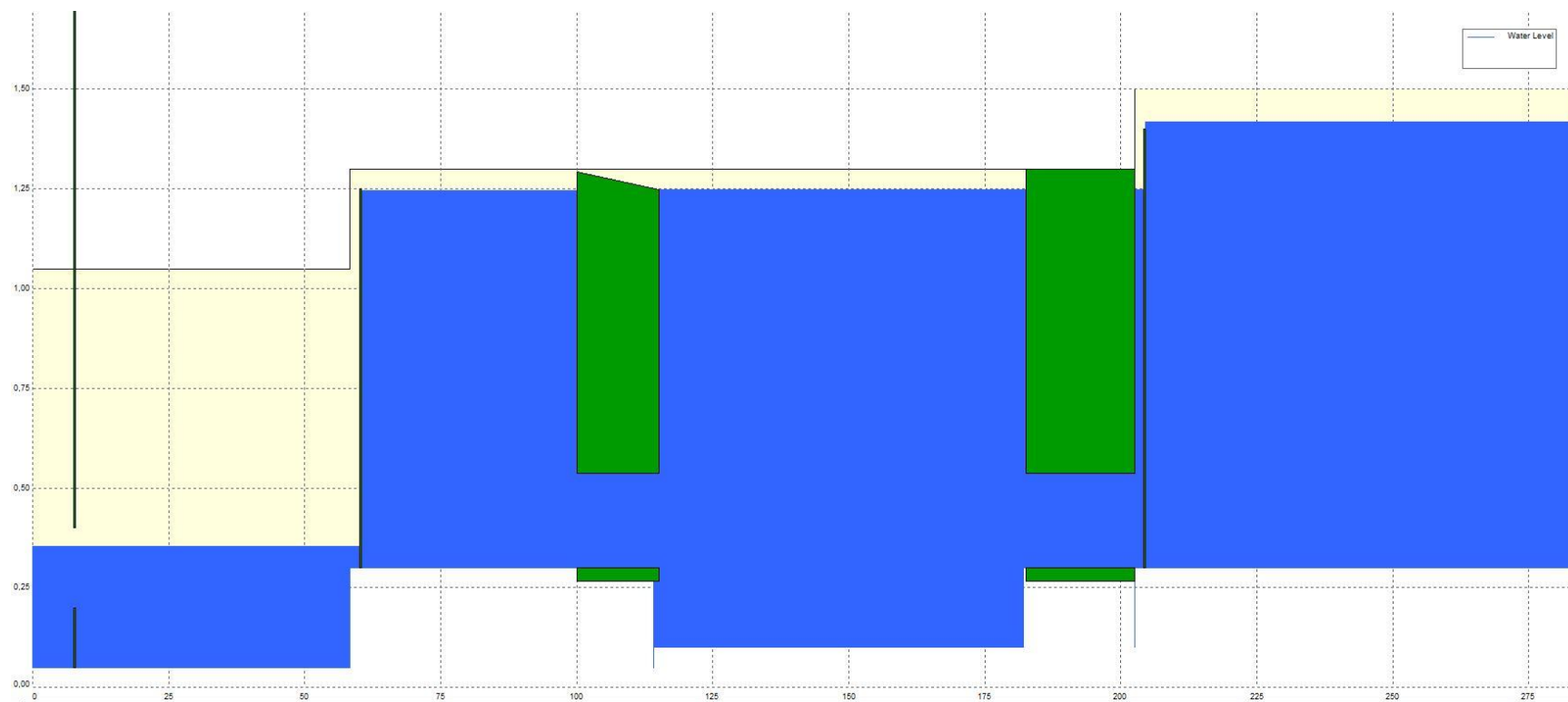


BIJLAGE 11

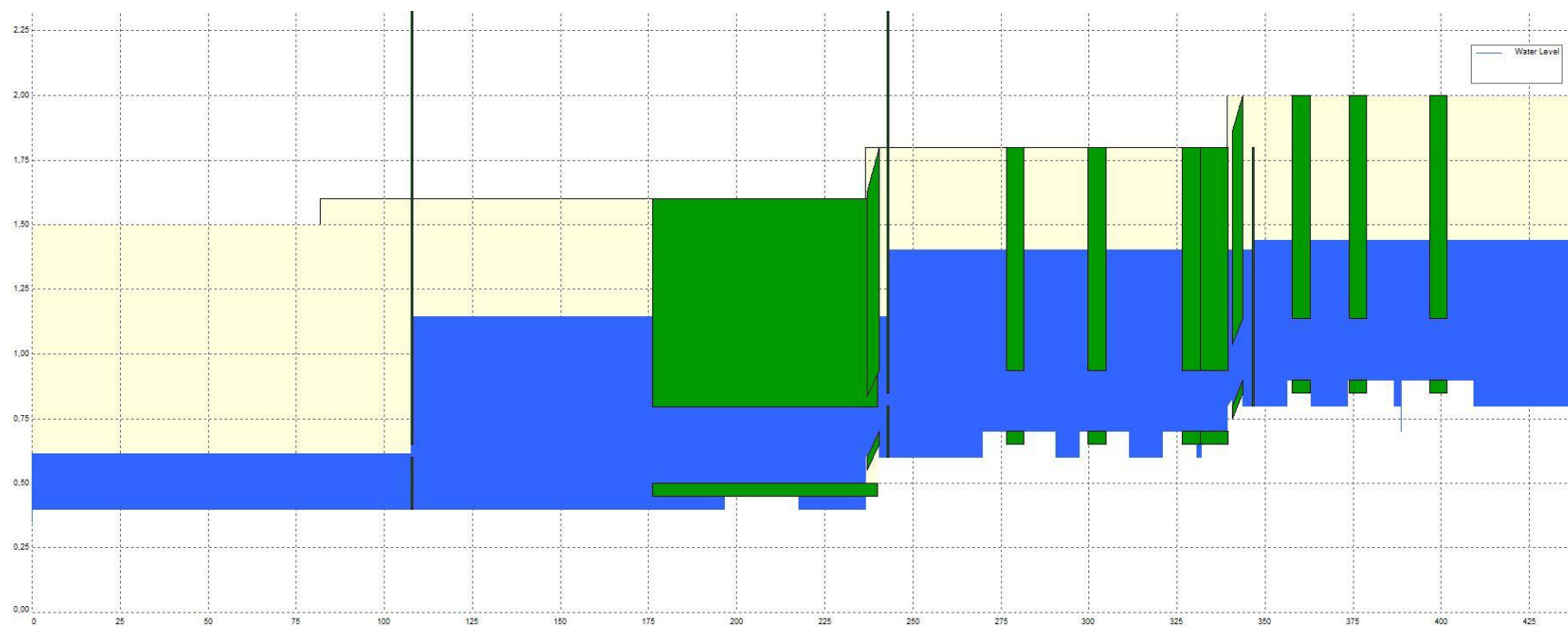
Resultaten hydraulische toetsing T=25

Bijlage 11: Resultaten hydraulische toetsing T=25

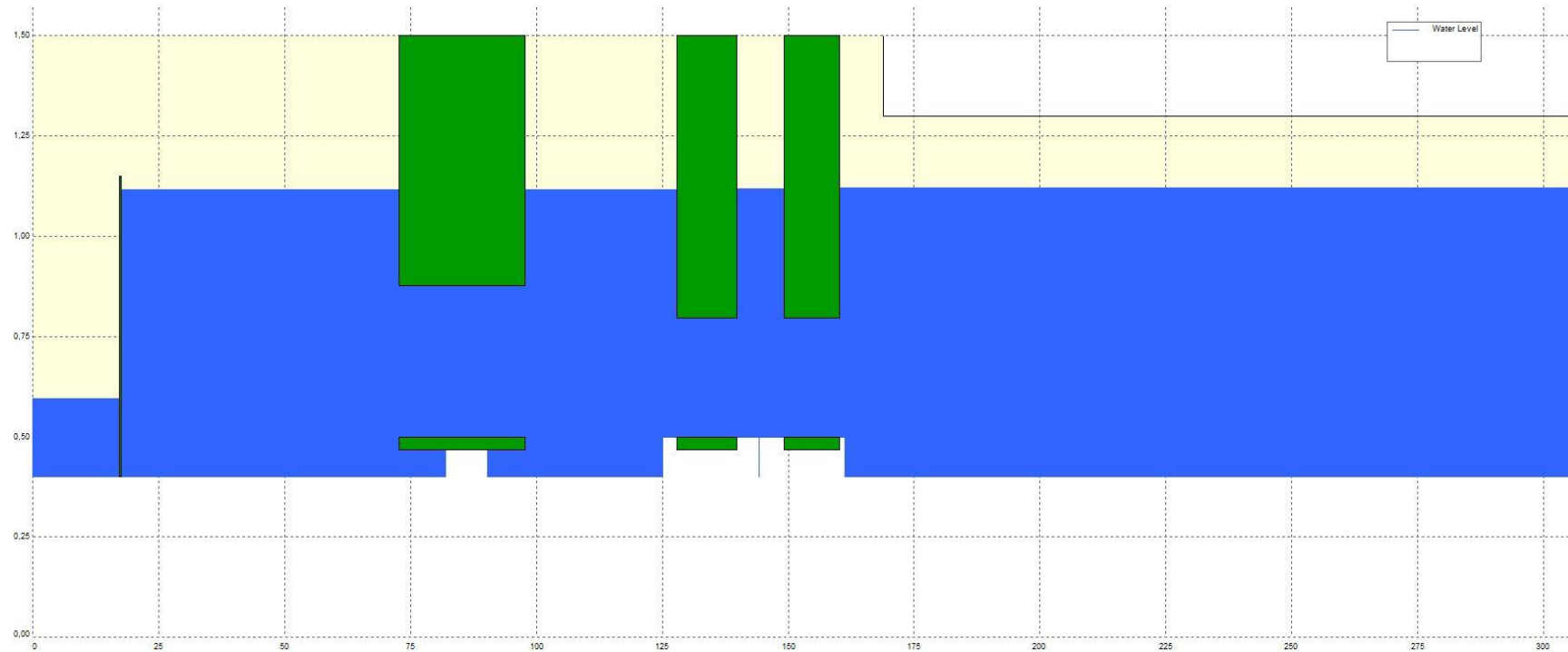
Maximale waterstand bij t=25 in greppels fase 2A



Maximale waterstand bij t=25 in greppels fase 2B



Maximale waterstand bij t=25 in greppels fase 2C

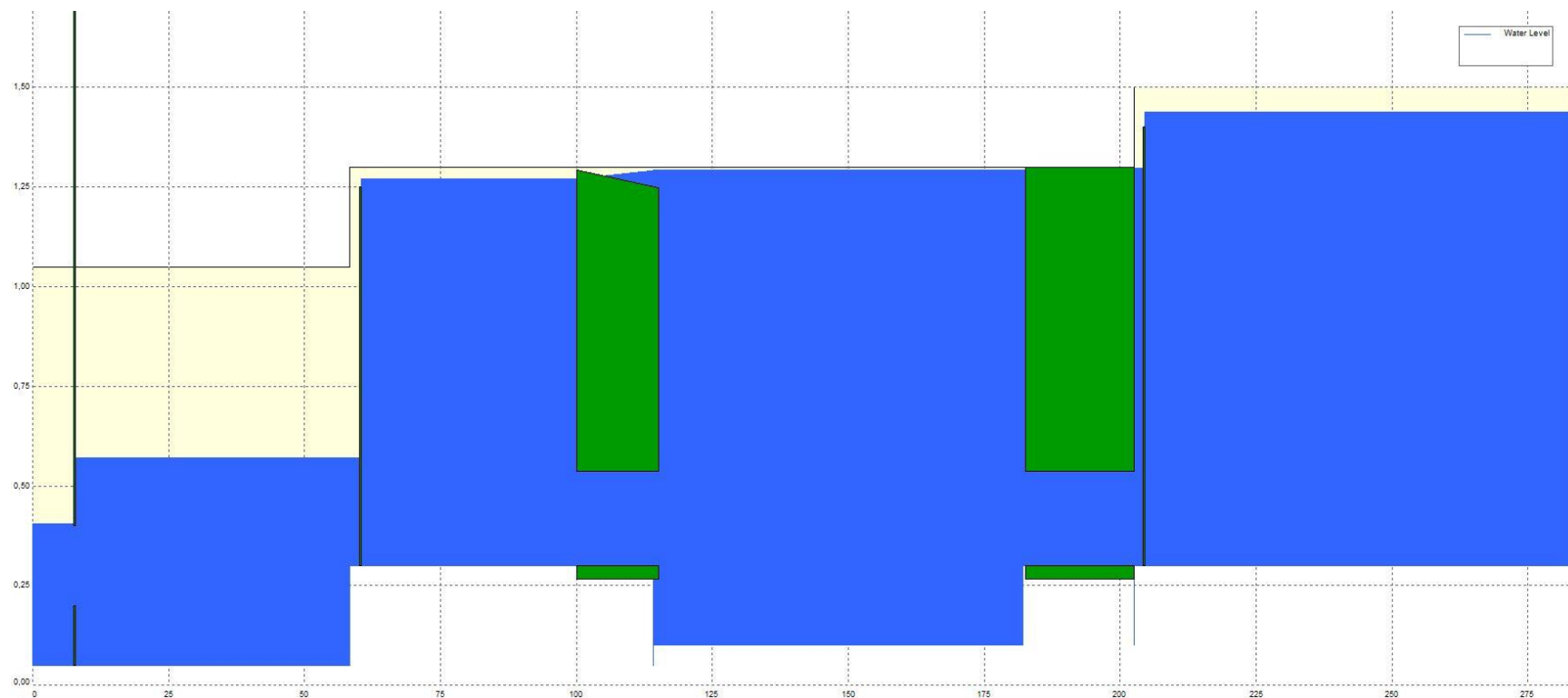


BIJLAGE 12

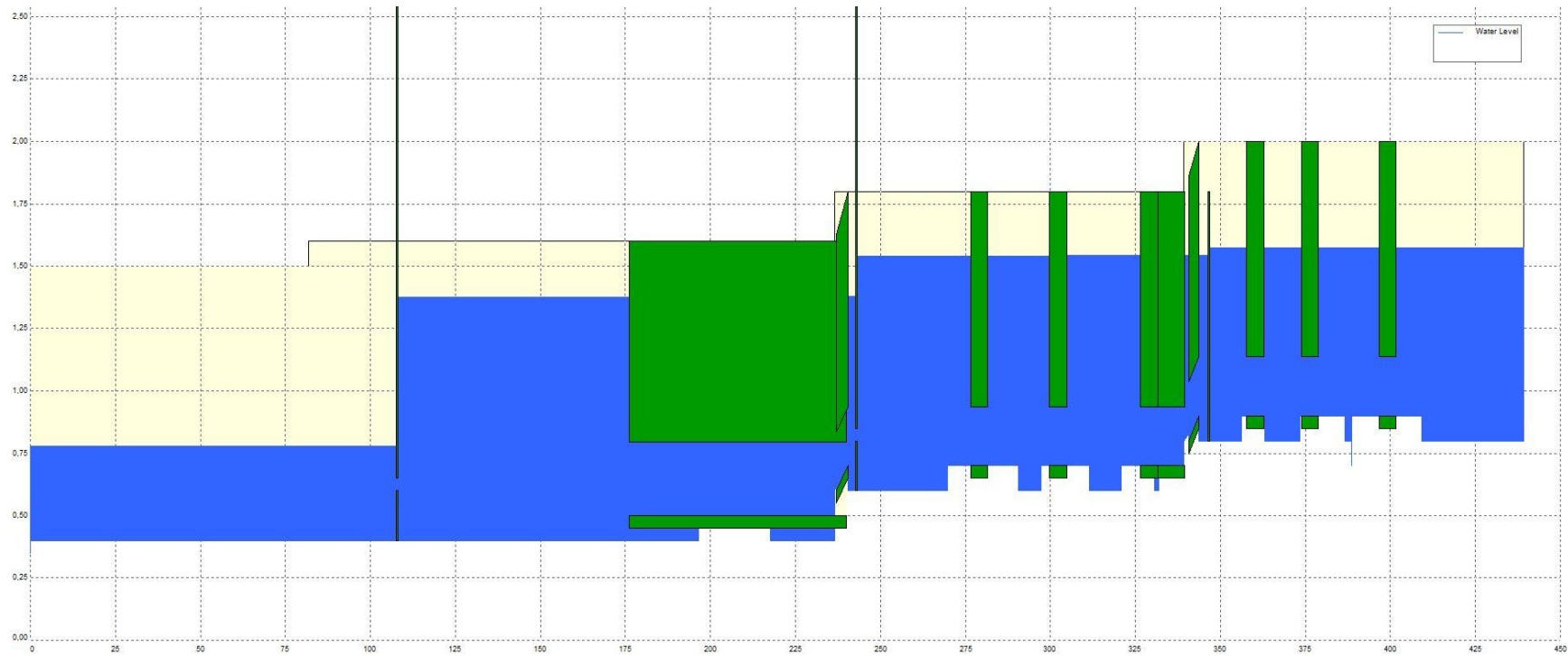
Resultaten hydraulische toetsing T=100

Bijlage 12: Resultaten hydraulische toetsing T=100

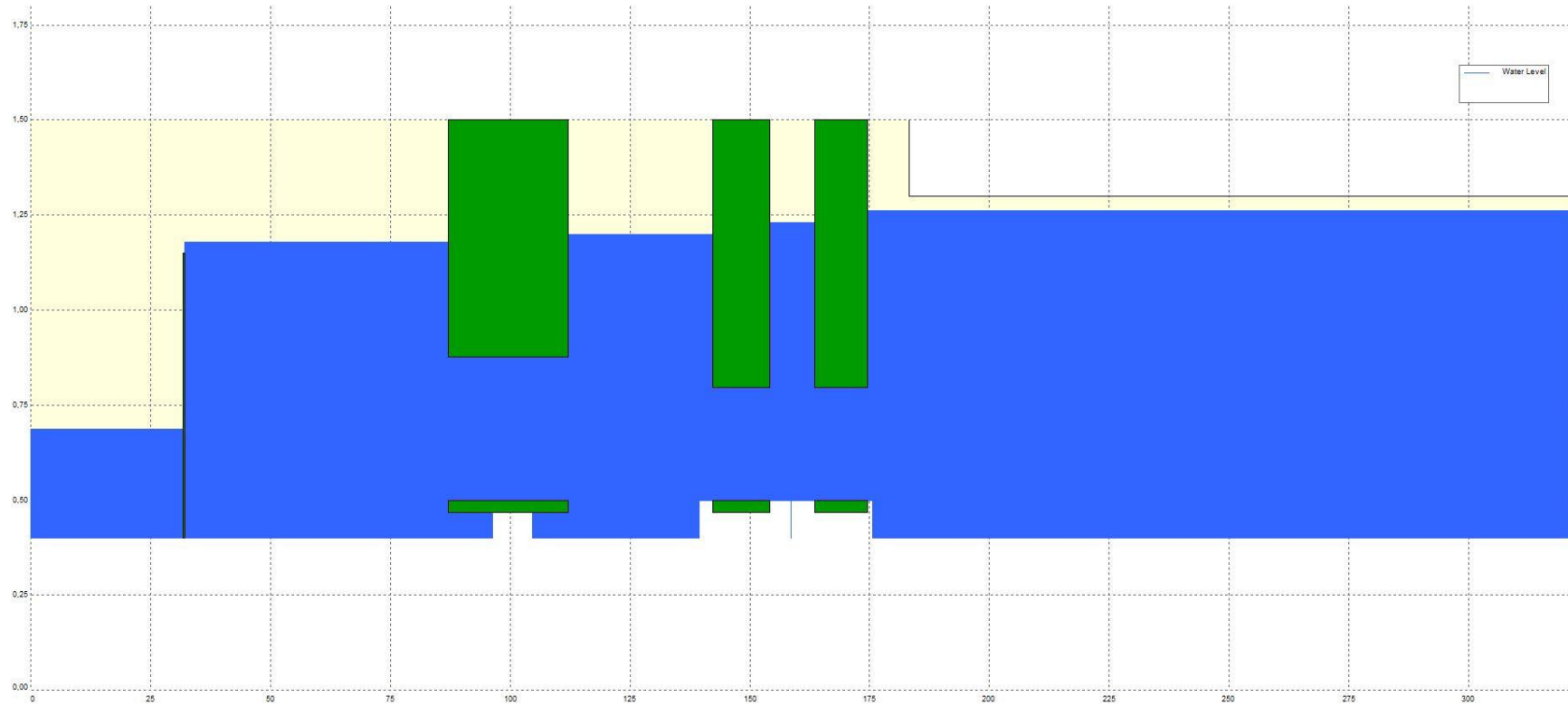
Maximale waterstand bij t=100 in greppels fase 2A



Maximale waterstand bij t=100 in greppels fase 2B



Maximale waterstand bij t=100 in greppels fase 2C



BIJLAGE 13

Beantwoording zienswijze

Notitie/Bijlage 13

Datum: 16 januari 2018
Betreft: **Beantwoording zienswijze Limmer Linten**
Kenmerk: NOT20180111
Bestemd voor: Ontwikkelingsbedrijf De Limmer Strandwal
Ter attentie van: de heer L.M.T. Al
Opgesteld door: M. Boerma, BSc

1.1. Grondwaterstanden

Vraag/opmerking

Het is ons bekend dat de bewoners van de Pagenlaan de metingen van het grondwaterpeil betwisten (WARECO rapport CA08, RAP20170927, 27-09-2017). Er is bijvoorbeeld niet gemeten tijdens de wateroverlast half september 2017. Ook wij als bewoners van de Kapelweg zijn niet overtuigd van de validiteit van de metingen. Het gemiddelde over een aantal maanden op zichzelf zegt niet zoveel. Wij zien vaak de regenval met pieken die veel overlast geeft.

Het antwoord op de opmerkingen over de validiteit van de grondwatermetingen van Wareco staat onder 3.5.

1.2. Bermen wegen

Vraag/opmerking

De randen van de Kapelweg vormen regelmatig diepe geulen vol water als het hard regent. De natte randen langs de weg en bermen worden kapot gereden. Wij vinden dat het Wareco rapport onvoldoende rapporteert over deze gevolgen voor de weg en daarmee de verkeersveiligheid. Wij vinden het Wareco rapport op onvoldoende valide gegevens gebaseerd.

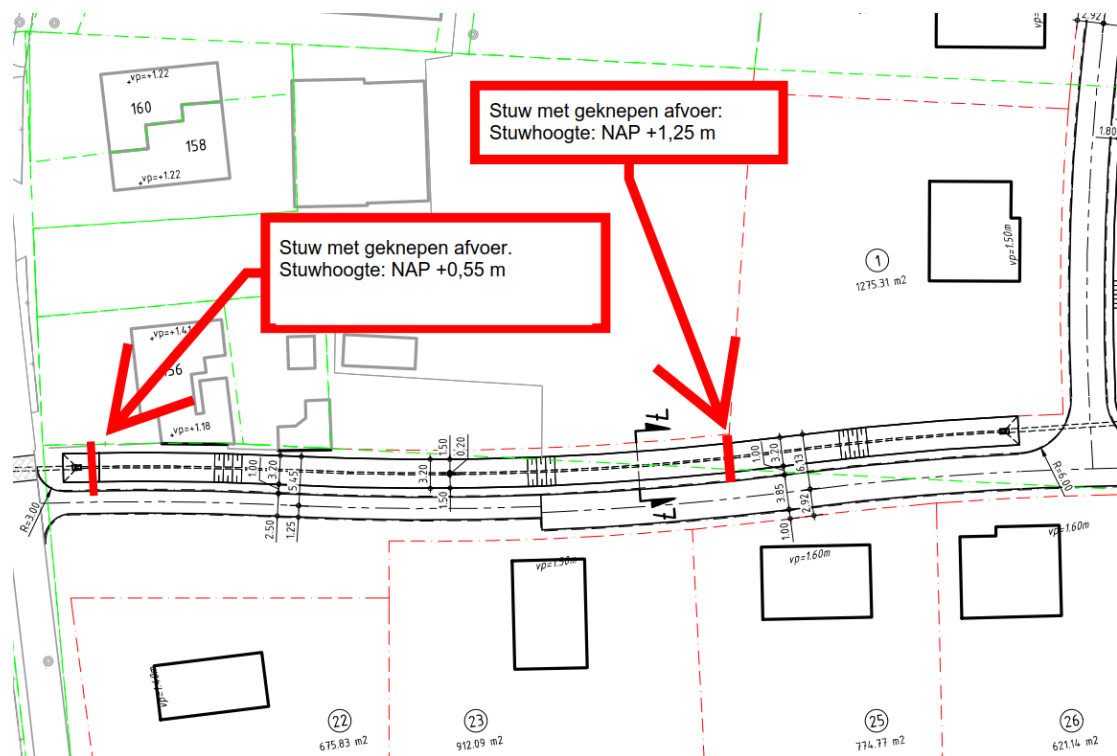
De effecten van regenwater langs de randen van bestaande wegen en het kapot rijden van bermen valt buiten dit onderzoek. Tevens wordt dit niet veroorzaakt door het (grond)water maar door de auto's die door de berm rijden of in de berm parkeren en de bodem stuk rijden. Hierdoor ontstaan verlagingen in het maaiveld met een dichtgereden bodem. Hierop blijft regenwater staan.

3.1. Hoogte greppels ten opzichte van omliggend maaiveld

Vraag/opmerking

Onze percelen zijn in het gebied van fase 2A het laagst gelegen, zijnde 0,75-0,85 m NAP. De nieuwe percelen worden aanzienlijk hoger dan de omliggende percelen met een geplande maaiveldhoogte van 1,25 meter of hoger. Op grond van de huidige plannen wordt er in de oost-west richting een greppel met stuw gerealiseerd op 1,15 m NAP. Bij een hoog waterpeil in de greppel zal water dus in plaats van over de stuw richting onze percelen stromen en daarmee de percelen overstromen.

De drempel van de stuw wordt verlaagd naar NAP +0,55 m. Hierdoor is het niet meer mogelijk dat de aangrenzend lage percelen onder water komen staan. In de greppel wordt er oostelijk (binnenplans halverwege kavel nr 1) een extra stuw geplaatst op NAP +1,25 m om toch de berging in de achterliggende greppels te kunnen blijven benutten.



Figuur 1: Locatie extra stuw

3.2. Afstromen percelen Westerweg fase 2A

Vraag/opmerking

In de noord-zuid richting grenzen de tuinen van de beoogde woningen aan één van onze percelen over een lengte van ruim 180 m. Echter, door het ophogen van deze tuinen zal er een verval ontstaan van meer dan 0.5 m. Zonder maatregelen zoals ophogingen of greppels zal er water vanuit deze tuinen richting ons perceel stromen. Er is in dit plan geen rekening gehouden met deze situatie.

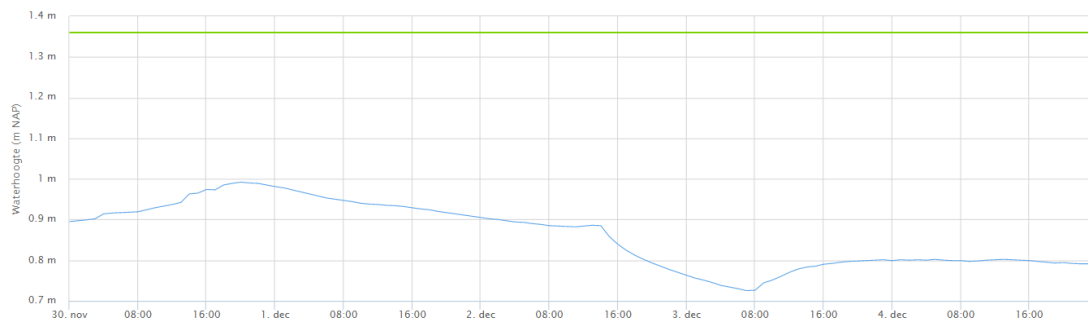
De tuinen van de nieuwe percelen worden op ongeveer gelijkwaardig maaiveldniveau aangesloten op het bestaande achterliggende perceel. Hierdoor worden verschillen in het maaiveld niveau beperkt. Het is de nieuwe perceeleigenaar niet toegestaan zijn water vrij af te laten stromen op lager gelegen achterperceel. Dit kan in het kavelpaspoort worden benadrukt.

3.3. Onderbemalen drainage

Vraag/opmerking

Op dit moment is er een actieve drainage/onderbemaling aanwezig in het gebied die zorgt voor afwatering naar de sloot bij het spoor tijdens natte perioden. In het nieuwe plan is geen rekening gehouden met het verdwijnen van deze onderbemaling hetgeen betekent dat er andere voorzieningen moeten worden getroffen.

Aangegeven is dat in fase 2A een onderbemalen drainagesysteem aanwezig is die met de hand aangezet kan worden. In het nieuwe plan verdwijnt deze drain. Op basis van de gemeten reeksen is te zien dat de bemaling slechts tijdelijk voor een grondwaterstandverlaging zorgt. Wanneer de bemaling wordt uitgeschakeld stijgt de grondwaterstand weer naar het niveau van het natuurlijk uitzakken. In figuur 2 is dit proces terug te zien. Hiernaast heeft de toekomstige structuur geen negatieve invloed op het watersysteem ten opzichte van de huidige situatie.



Figuur 2. Gemeten grondwaterstanden bij bemaling

Om een globaal inzicht te krijgen in het effect van de bemaling is tevens gekeken bij verschillende peilbuizen naar de snelheid van de daling van de grondwaterstand na een neerslaggebeurtenis. Door één van de bewoners is aangegeven dat de onderbemaling op 16 september 2017 is gestart. In tabel 1 is een overzicht van de gemeten grondwaterstanden weergegeven. Voor een overzicht van de locaties van de peilbuizen wordt verwezen naar het Waterstructuurplan.

Tabel 1: Vergelijking daling grondwaterstand 16 t/m 17 september

Peilbuis nummer	Beginwaarde (m NAP)	Eindwaarde (m NAP)	Daling grondwaterstand in 24 uur (21:00 16 sept. t/m 21:00 17 sept.)
1.01	1,08	0,90	0,18
1.02 (bij drainage)	0,92	0,74	0,18
1.03	1,24	1,08	0,16
1.04	1,43	1,42	0,01
1.05	1,53	1,33	0,20
1.06	1,32	1,08	0,24

Op basis van de gemeten grondwaterstanden komt niet duidelijk naar voren dat het bemalen drainagesysteem aan de achterzijde van de Pagenlaan voor een snellere structurele daling van grondwaterstand zorgt. Op basis van deze bevindingen is het niet nodig om andere voorzieningen te realiseren ter vervanging van de drainage naast de geplande aanleg van greppels.

3.4. Klimaatverandering

Vraag/opmerking

Er wordt onvoldoende rekening gehouden met de toekomst van de grondwaterstanden als gevolg van de klimaatverandering. Ons inziens dient er naar de toekomst gekeken te worden en een veiligheidsmarge te worden ingebouwd voor de veranderende situatie van meer neerslag en daarbij stijgend grondwater.

Binnen het plan is gekeken naar verschillende aspecten van klimaateffecten. Zo is er gekeken naar extreme neerslagsituaties en is er gekeken naar de grondwatersituatie. Op basis van het zwaarste klimaatscenario zal de gemiddelde neerslag gedurende de winter (maatgevend voor periode met hoge grondwaterstanden) stijgen van 211 mm naar 247 mm neerslag (KNMI Wh scenario). Dit is een stijging van circa 17%. Behalve de klimaatveranderingen spelen ook de volgende aspecten een rol op de waterhuishouding:

- door een toename van het verharde oppervlak, infiltreert minder regenwater ter plaatse van percelen en wordt het grondwater minder aangevuld;
- ook worden in het gebied nieuwe greppels gerealiseerd die hemel- en grondwater, bergen en afvoeren.

De effecten van de nieuwe inrichting zijn groter dan de effecten van de klimaatverandering. De gemiddelde stijging van neerslag gedurende de winter veroorzaakt geen structurele grondwateroverlast.

Er wordt zowel met klimaatverandering als met toename van verharding rekening gehouden. De voorgestelde structuur en bijbehorende maatregelen zoals greppels garanderen een goed functionerende waterhuishouding. De structuur is getoetst op neerslagsituaties die statistische gezien eens in de 100 jaar voorkomen.

3.5. Validiteit grondwaterstandmetingen

Vraag/opmerking

De plannen zijn gemaakt met diepe grondwaterstanden als uitgangspunt. Wij wonen en werken al decennialang op dit land en onze ervaring leert dat het grondwater vaak hoger staat dan in de metingen is vastgesteld. De metingen zijn uitgevoerd in een relatief droge periode die niet representatief is en daardoor geen goed beeld geeft van de werkelijke situatie.

In een eerder overleg is aangegeven dat de bewoners met enige regelmaat zelf de grondwaterstand meten door middel van een boorgat en dat deze metingen afwijken van de metingen van Wareco. De waterstand in het boorgat is naar alle waarschijnlijkheid als gevolg van de toestroom van regenwater hoger dan de feitelijke grondwaterstand. Bij een niet correct afgewerkt boorgat kan regenwater van bovenaf instromen en werkt dan in feite als een verticale infiltratiebuis. Op deze manier wordt voornamelijk hangwater bemeten. De peilbuizen van Wareco zijn volgens richtlijnen afgewerkt. Dit betekent dat er geen toestroom van regenwater van bovenaf mogelijk is.

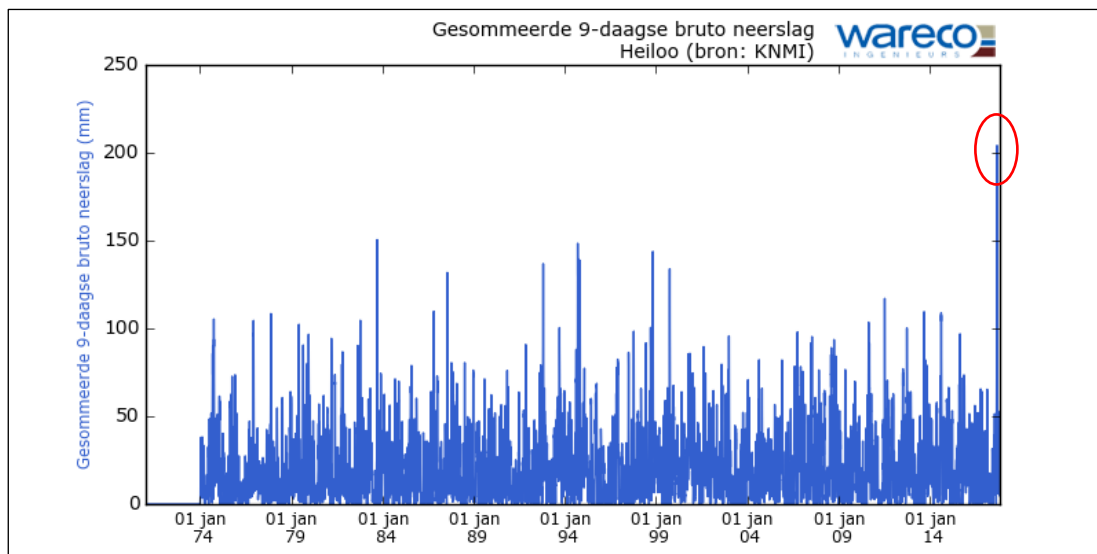
Bij het eerder opgestelde rapport waren nog geen meetreeksen beschikbaar van eind september, oktober en november. Deze zijn nu wel tot onze beschikking. Hieronder zijn de resultaten van de meetperiode beschreven.

Droge periode juli en augustus

Een deel van de gebruikte metingen is uitgevoerd in een droge periode. De ontwateringsdieptes bij de peilbuizen was gedurende deze periode circa -1 m of groter.

Hoge grondwaterstanden september

Gedurende de natte periode 8 t/m 16 september is een bruto negendaagse neerslagsom van circa 210 mm gevallen, zie figuur 3. Dit staat gelijk aan een herhalingsjijd van minder dan eens in de 200 jaar. Landelijk gezien valt er jaarlijks gemiddeld zo'n 800 mm (1981-2010). De neerslag die in negen dagen in september is gevallen is circa 1/4^e van de jaarlijks gemiddelde neerslag. Deze situatie heeft gezorgd voor een extreme verhoging van de grondwaterstand en plasvorming op het maaiveld. Bij extreme buien kan het voorkomen dat er plasvorming op het maaiveld ontstaat, omdat de neerslagintensiteit hoger is dan de infiltratiecapaciteit van de bodem. Dit betekent echter nog niet dat de grondwaterstand tot aan maaiveld staat.



Figuur 3: Netto negendaagse neerslagsom

In [bijlage 1](#) zijn de actuele grafieken van de gemeten grondwaterstanden weergegeven. In tabel 2 zijn de statistieken van de gemeten grondwaterstanden weergegeven. In [bijlage 4](#) is een overzichtskaart met locaties van de peilbuizen weergegeven.

Tabel 2 Grondwaterstatistieken volgens metingen

Peilbuis	Fase	RHG ¹ (m NAP)	RLG ² (m NAP)	GG ³ (m NAP)	Min. (m NAP)	Max. (m NAP)
PB1.01	2A	0.86	-0.20	0.36	-0.20	1.09
PB1.02	2A	0.82	-0.17	0.36	-0.19	0.99
PB1.03	2C	0.94	0.31	0.67	0.24	1.24
PB1.04	2C	1.20	0.27	0.77	0.22	1.54
PB1.05	2B	1.18	0.69	0.93	0.63	1.55
PB1.06	2B	1.08	0.48	0.83	0.35	1.33

1. Representatief hoge waterstand: 90^e percentielwaarde van een reeks gemeten grondwaterstanden: 10% van de metingen in de reeks is hoger dan de RHG
2. RLG= representatief laagste grondwaterstand: 10^e percentiel
3. GG= gemiddelde grondwaterstand

Omdat de meetreeks slechts vier à vijf maanden bedraagt zijn nog geen representatieve waarden te berekenen. Om alsnog inzicht te krijgen in de grondwatersituatie zijn de resultaten uit het grondwatermodel en de gemeten grondwaterstanden in Heiloo geraadpleegd. Deze gegevens geven een indicatie voor de fluctuatie van de grondwaterstanden en maatgevend hoge grondwaterstand in het gebied. In tabel 3 zijn de berekende representatief hoge en lage grondwaterstanden per locatie weergegeven.

Tabel 3: Berekende grondwaterstatistieken uit grondwatermodel

Locatie	Fase	Berekende RHG (m NAP)	Berekende RLG (m NAP)
PB1.01	2A	0,23	-0,27
PB1.02	2A	0,46	-0,11
PB1.03	2C	0,89	0,64
PB1.04	2C	1,03	0,58
PB1.05	2B	1,20	0,66
PB1.06	2B	1,00	0,63

In [bijlage 2](#) zijn de grafieken uit het grondwatermodel over meerdere jaren met de berekende grondwaterstanden per locatie weergegeven. In [bijlage 3](#) zijn de grafieken van nabijgelegen peilbuizen in Heiloo weergegeven.

Omdat dit metingen en berekende grondwaterstanden over langere periode betreft geeft dit een indicatie voor de maatgevend hoge grondwaterstand in het plangebied. Op basis van de gemeten grondwaterstanden in Heiloo en de berekende grondwaterstanden uit het grondwatermodel verwachten wij dat de grondwaterstanden bij een maatgevend natte periode gelijk aan of lager zijn ten opzichte van de gemeten grondwaterstanden gedurende de periode september t/m december 2017.

3.6. Effect bestaande percelen

Vraag/opmerking

In de documenten met betrekking tot de waterstructuur is niet weergegeven wat de te verwachten effecten zijn op onze percelen terwijl er wel bepaald is dat de plannen geen negatieve effecten mogen hebben op de bestaande percelen.

Door het realiseren van fases 2A, B en C verandert de verhouding verhard/onverhard oppervlak. Doordat het verharde oppervlak toeneemt ten opzichte van de huidige situatie, infiltreert minder hemelwater op deze locaties in de bodem, maar stroomt het af. De nieuwe greppelstructuur zorgt ervoor dat het afgestroomde hemelwater geborgen wordt en lokaal alsnog voor een deel kan infiltreren. De nieuwe greppelstructuur en veranderingen in de verhouding verhard/onverhard oppervlak hebben geen negatieve invloed op de grondwaterstanden en afwatering op bestaande percelen

4.1. Onderbemaling drainage

Vraag/opmerking

De waterstructuur van fases 2A-C is ontworpen op basis van een systeem met diepe grondwaterstanden. Metingen uit de natte periode tonen aan dat het grondwater veel ondieper staat dan aangenomen, waardoor uitgangspunten bij de momenteel ontworpen waterstructuur niet geldig zijn. Daarnaast is het mogelijke effect van het verdwijnen van een onderbemaling/drainage in fase 2A niet meegenomen in het advies. Het verhogende effect op de grondwaterstand van maaiveldophoging en klimaatverandering zijn niet in beschouwing genomen.

Zie antwoord 3.3.

4.2. Vloerdikte

Vraag/opmerking

In Zandzoom fase 1 evenals in Zandzoom Heiloo is voor de ontwateringseis uitgegaan van vloerdikten van 40 cm. Met de huidige isolatie-eisen zijn vloeren met een dikte van 40 cm realistisch. De waterstructuur in fase 2 is echter aangelegd voor woningen met vloerdikten van 20 cm.

Voor fase 2 is rekening gehouden met een vloerdikte van 20 cm en een isolatielaag van 20 cm. De totale vloerdikte is hiermee 40 cm. Om te voorkomen dat er een vrije grondwaterspiegel optreedt, wordt een ontwateringseis onder de woning van 0,90 m beneden vloerpeil gehanteerd.

4.3. Greppels en beleid

Vraag/opmerking

De huidige greppelstructuur voldoet niet in hoeveelheid berging, maximale peilen, aansluiting op bestaande percelen en maximale slootafstand. Het huidige plan zal leiden tot wateroverlast. Er zijn meer greppels en meer ophoging nodig.

Afstand greppels

De richtlijn is 80 m voor het plan Zandzoom. In de uitwerking van fases 2A-C is hier ook rekening mee gehouden. Om opbolling binnen het plangebied op te vangen is de maximale afstand tussen greppel en rand plangebied circa 40 m. Hiermee voldoet de greppelstructuur aan de richtlijn. Voor de bouwkavels 21 (Pagenlaan) en 4 (Dronenlaantje) zijn momenteel nog geen bouwplannen ontwikkeld en niet meegenomen in de waterstructuur. Voor deze percelen is het mogelijk om net zoals voor de bestaande omliggende percelen extra infiltratiebuizen te realiseren zodat hemelwater sneller kan infiltreren naar een diepere laag in de bodem. Door het realiseren van infiltratievoorzieningen op deze percelen wordt voldaan aan het beleid.

Afmetingen greppels

De afmetingen van de greppels wijken af van het Masterplan de zandzoom te Castricum. Het masterplan biedt echter een handreiking en richtlijnen voor greppels. Bij planvorming mag hiervan afgeweken worden. Voor dit plan zijn andere greppeldieptes aangehouden in verband met het creëren van extra waterberging. Door deze keuze wordt er meer waterberging op openbaar terrein gecreëerd wat de kans op wateroverlast/schade op particulier terrein verkleint.

Escapes van greppels

De greppelstructuren van alle fases worden aangesloten op de bestaande greppelstructuren en duikers. Fase 2A heeft een escape richting de spoorwaaier aan de westzijde. Fases 2B en 2C wateren af richting het oosten via bestaande greppels en duikers. Deze voorzieningen zijn meegenomen in de hydraulische toetsing.

Maximale peilstijging en te toetsen normen

Wegens berekende inundatie van enkele centimeters bij fases 2A en 2C wordt er extra waterberging gerealiseerd. Binnen de plangebieden worden extra stuwen aangelegd om de maximale berging en vertraagde afvoer te realiseren. Daarnaast wordt in fase 2A een groenvoorziening als overloopgebied te reserveren. Hiermee wordt circa 130 m³ extra waterberging gerealiseerd. Met deze aanpassingen is het watersysteem getoetst aan de volgende neerslagsituaties, afvoernormen en voorwaarden:

- T=2, bui8 uit de leidraad riolering voor het toetsen van water-op-straat.
- T=25, om te toetsen of er niet te veel water wordt afgevoerd naar het omliggende gebied (6m³/min/100ha).
- T=100, om te toetsen of water niet inundeert vanuit de greppel.

Uit de resultaten van de hydraulische toetsing blijkt dat het systeem met extra stuwen en overloopgebied voldoende berging heeft om extreme neerslagsituaties te bergen en vertraagd af te voeren.

4.4. Afwatering kavels fase 2A*Vraag/opmerking*

In de waterhuishouding van plan 2A is geen rekening gehouden met de te bebouwen (drie) kavels aan de Pagenlaan en de kavel aan het Dronenlaantje.

De oppervlakken van deze kavels zijn opgenomen in de hydraulische toetsing en worden aangesloten middels een regenwaterriool in de Dronenlaantje op de greppelstructuur. Het regenwaterriool gaat lozen op de sloot aan de oostzijde van de spoorlijn. Dit kan rechtstreeks op de spoorsloot of via de Westerweg.

4.5. Peilstijging/berging

Vraag/opmerking

De hydraulische toetsing geeft een overschrijding weer van het maximum peil van 0.7 m in de greppels bij een T25. De aannamen in de hoeveelheid berging in de hydraulische toetsing is onrealistisch.

De maximale peilstijging in de greppels is hoger dan de norm voor peilstijging van oppervlaktewater binnen poldergebieden. Deze norm geldt echter niet voor fases 2A, B en C, omdat dit geen poldergebieden zijn en het om droogvallende greppels gaat (Masterplan de zandzoom te Castricum). De aannamen voor de hoeveelheid berging voor het nog te ontwikkelen gebied is gebaseerd op het huidige ontwerp. De gemiddelde waterberging van de drie fases is aangenomen voor de nog te ontwikkelen gebieden. Op basis van deze uitgangspunten is er voldoende berging in de greppels en zijn er geen nadelige gevolgen voor bestaand en nieuw particulier terrein.

4.6. Functioneren grindpalen bij hoge grondwaterstanden

Vraag/opmerking

Grindpalen functioneren niet goed bij hoge grondwaterstanden. Daarnaast zijn verlaagde tuinen en onderhoud van grindpalen niet te handhaven.

Wegens de ontwikkeling van de nieuwbouw wordt de mogelijkheid om hemelwater naar de achterzijde van de Pagenlaan af te laten stromen weggenomen. De perceeleigenaren zijn echter zelf verantwoordelijk voor de verwerking van hemelwater op eigen perceel. De particulier dient het hemelwater op eigen terrein te verwerken of aan te bieden aan de gemeentelijke voorzieningen op openbaar terrein. Omdat de achtertuinten lager liggen dan het openbare terrein is het bijna niet mogelijk om het regenwater af te voeren naar het openbare terrein. Om alsnog hemelwater te kunnen verwerken/afvoeren wil de projectontwikkelaar de bewoners van de bestaande percelen tegemoet komen met het aanbieden van infiltratiebuizen. Door deze infiltratiebuizen kan hemelwater op particulier terrein worden verwerkt waardoor langdurige overlast wordt voorkomen.

Deze infiltratiebuizen blijven, ondanks het kleinere stijghoogteverschil, ook functioneren bij hoge grondwaterstanden, omdat water sneller infiltreert in een verzadigde bodem dan een onverzadigde zone.

Gedurende extreme neerslagsituaties met hoge grondwaterstanden kan het voorkomen dat het circa 11 uur duurt, voordat 40 mm regenwater van een perceel van 150 m² is verwerkt. Hierbij is nog geen rekening gehouden met water dat direct infiltreert in de bodem. In werkelijkheid zal er minder lang plasvorming in de tuinen plaatsvinden.

Indien de infiltratiebuizen worden toegepast dienen de bewoners deze voorziening zelf te onderhouden. De perceeleigenaren zijn zelf verantwoordelijk voor de verwerking van hemelwater op eigen perceel. De gemeente is verantwoordelijk voor het in ontvangst nemen van hemelwater van het particulier terrein. Omdat deze voorzieningen bedoeld zijn

voor afwatering van het daarvoor bestemde particuliere terrein, dienen de eigenaren van dit terrein de voorziening zelf te onderhouden.

4.7. Beleid drainage

Vraag/opmerking

Ondergrondse drainage past niet in het beleid. Daarnaast zal door hoge waterstanden in greppels de geplande drainage in fases 2B en 2C niet goed functioneren.

Voor fases 2B en C is er voor gekozen om een infiltratieleiding aan te leggen die hemelwater infiltreert indien de waterstand naast de leiding lager is dan in de leiding. Het regenwater dat bij zwaardere buien niet infiltreert wordt afgevoerd naar de nabijgelegen greppels. De korte periodes waarbij hoge waterstanden in de greppels worden berekend hebben geen nadelige effecten op de omgeving. Incidenteel kan deze leiding grondwater afvoeren, echter deze leidingen zijn niet primair bedoeld voor drainage (afvoeren) maar voor infiltratie.

4.8. Grondwater in greppels niet meegenomen in hydraulische toetsing

Vraag/opmerking

De greppels zijn in de natte periode watervoerend wat zorgt voor een verminderde bergingscapaciteit. Als voorbeeld: in fase 2A heeft de greppel voorzien aan de voorkant van kavels 1, 31 en 32 een bodem op 0,2 m NAP. Aangezien het uitgangspunt in Zandzoom is dat water het gebied alleen uitstroomt tijdens extreme neerslag, zal tijdens een normale natte periode deze greppel continu water bevatten doordat grondwater de greppel in stroomt (zie metingen GW natte periode Peilbuis PB1.02 Dronenlaantje). In de hydraulische toetsing is echter als uitgangspunt genomen dat de greppels volledig als berging beschikbaar zijn (droog staan).

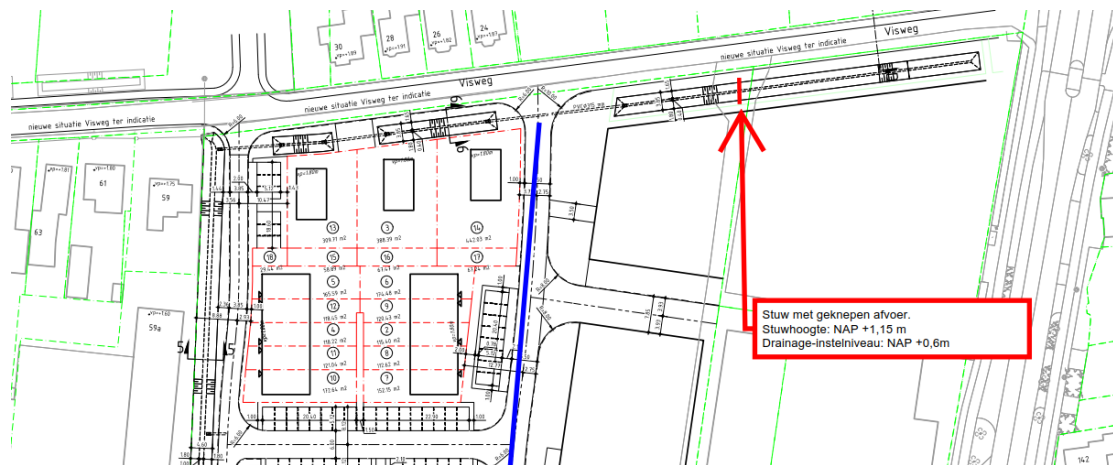
Op basis van neerslagstatistieken blijkt dat de extreme neerslagsituatie voorkomt gedurende de zomers, waarbij de grondwaterstanden over het algemeen lager staan. De hydraulische toetsing is op basis van deze situatie doorberekend. Hiernaast mogen de greppels altijd hemelwater afvoeren indien dit niet hoger is dan de afvoernorm van 6 m³/min/100ha. Uit de hydraulische toetsing blijkt dat dit voor alle fases niet het geval is.

4.9. Fout in hydraulische toetsing fase 2C

Vraag/opmerking

In fase 2C wordt uitgegaan van een greppel met een bodem op NAP 0,40 m en insteek van 1,60 m, echter dit maaiveldniveau geldt alleen voor de aansluiting met het op te hogen projectgebied en is de insteek met bestaande percelen aan de westkant 1,30 m NAP [3] (zie Profielen 5 en 6 in Bijlage 7). De stuwhoogte is hierbij ingezet op ongeveer 1,45 m NAP [3] (zie Bijlage 7 en profielen Hydraulische toetsing). Dit betekent dat greppels ook hier momenteel kunnen afwateren op omliggende kavels.

De stuwhoogte van de stuw in de Visweg (zie figuur 4) wordt gewijzigd in NAP +1.15 m. Hierdoor wordt een hoogteverschil van 15 cm gecreëerd tussen de bovenkant stuw en het laagst gelegen achterperceel, hiermee is er voldoende veiligheid ingebouwd om te voorkomen dat het perceel onder water komt te staan bij extreme neerslag.



Figuur 4: Aangepaste stuwhoogte

4.10. Bodemhelling en stuwen

Vraag/opmerking

Wij willen erop wijzen dat uitgangspunt voor de hydraulische toetsing is dat de greppelbodems vlak zijn [3]. In fase 2A is nabij de Westerweg de greppel bijvoorbeeld vanaf de weg 1,0 m diep, maar richting het oosten tussen kavels 20 en 29 zal door een toename in maaiveldhoogte deze greppel een diepte moeten hebben van ~1,30-1,35 m vanaf maaiveld wat mogelijk niet wenselijk is. Hier zal de greppel in het natte seizoen het grondwater draineren. In fase 1 zijn de greppels wel hellend aangelegd [5]; een hellende bodem zorgt voor afstroming van het water en een verminderde berging in het greppelsysteem.

Om in een hellend gebied één greppel vorm aan te kunnen houden volgt de bodem van de greppel het verloop van het maaiveld. Daar waar het maaiveld niet hellend is word de greppel vlak.

6.1. Afwijking beleid

Vraag/opmerking

Het Masterplan Zandzoom van Wareco adviseert een diepe infiltratiegreppel achter de woningen van de Pagenlaan met een diepte van 0,70-0,90 meter.

Zie antwoord 4.3.

6.2. Advies HHNK

Vraag/opmerking

Het Hoogheemraadschap stelt in haar advies:

"Belangrijk punt betreft het maaiveld van de nieuwe woonwijk dat zal worden verhoogd ten opzichte van het maaiveld van de bestaande bebouwing. In het Waterhuishoudingsplan is dit ook onderkend en wordt hiervoor een principe oplossing aangedragen in de vorm van een voorziening tussen het nieuwe en het bestaande maaiveld. Een aantal van de westelijke woonbestemmingen van deelgebieden Nieuwelaan en Dronenlaantje grenzen rechtstreeks aan de bestaande achtertuinen.

Wij willen er op wijzen dat het net als in fase 1 bij ophoging noodzakelijk is om tussen deze nieuwe en oude percelen een ontwateringsvoorziening aan te leggen conform het principe in het waterhuishoudingsplan, inclusief de nodige ruimte om deze voorziening tot in lengte van jaren te kunnen onderhouden. Wat tevens uitgangspunt is en in de nadere uitwerking moet worden aangetoond, dat gevolg van ophogen van de ontwikkellocatie geen negatieve effecten (o.a. grondwateroverlast) ontstaat op de bestaande percelen".

De nota Zienswijze 2010 ontwerp bestemmingsplan Limmen-Zandzoom adviseert onder punt 4: "het creëren van een scheiding tussen de bestaande woningen".

Door het aanleggen van een greppel/drain, zonder onderhoudstrook, tussen particuliere percelen in, is deze niet bereikbaar voor onderhoud door het hoogheemraadschap of gemeenten. Bij een slecht onderhouden greppel/drain is de kans groot dat de greppel/drain dichtgroeit/verstopt, waardoor de afvoercapaciteit (en berging) afneemt. Omdat de greppel/drain tussen meerdere percelen doorloopt heeft niet alleen diegene die het onderhoud niet uitvoert een verslechterde afvoer, maar ook alle bovenstrooms gelegen percelen.

Daarom is het advies per perceel een eigen maatregel te treffen. Hiervoor is een aantal opties beschikbaar:

1. Ophogen
2. Afvoeren naar voren
3. Infiltreren

Afvoeren naar voren is niet mogelijk/wenselijk omdat de achtertuinen lager liggen dan de voorzijde en omdat dan schoon regen-/grondwater wordt afgevoerd naar het riool. Ophogen is alleen zinvol indien alle percelen worden opgehoogd. Infiltreren blijft dan als enige over. Dit is ook uitgewerkt in het waterstructuurplan.

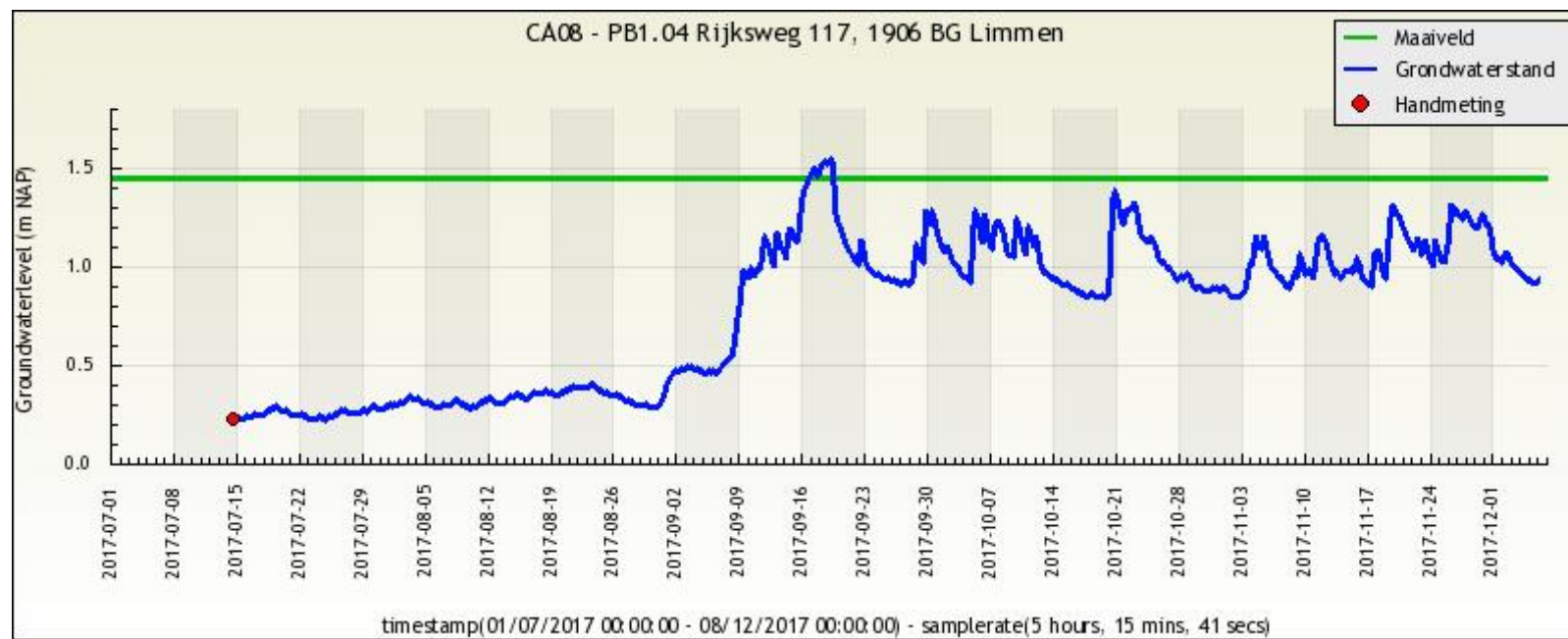
BIJLAGEN

Bijlage 1: Gemeten grondwaterstanden

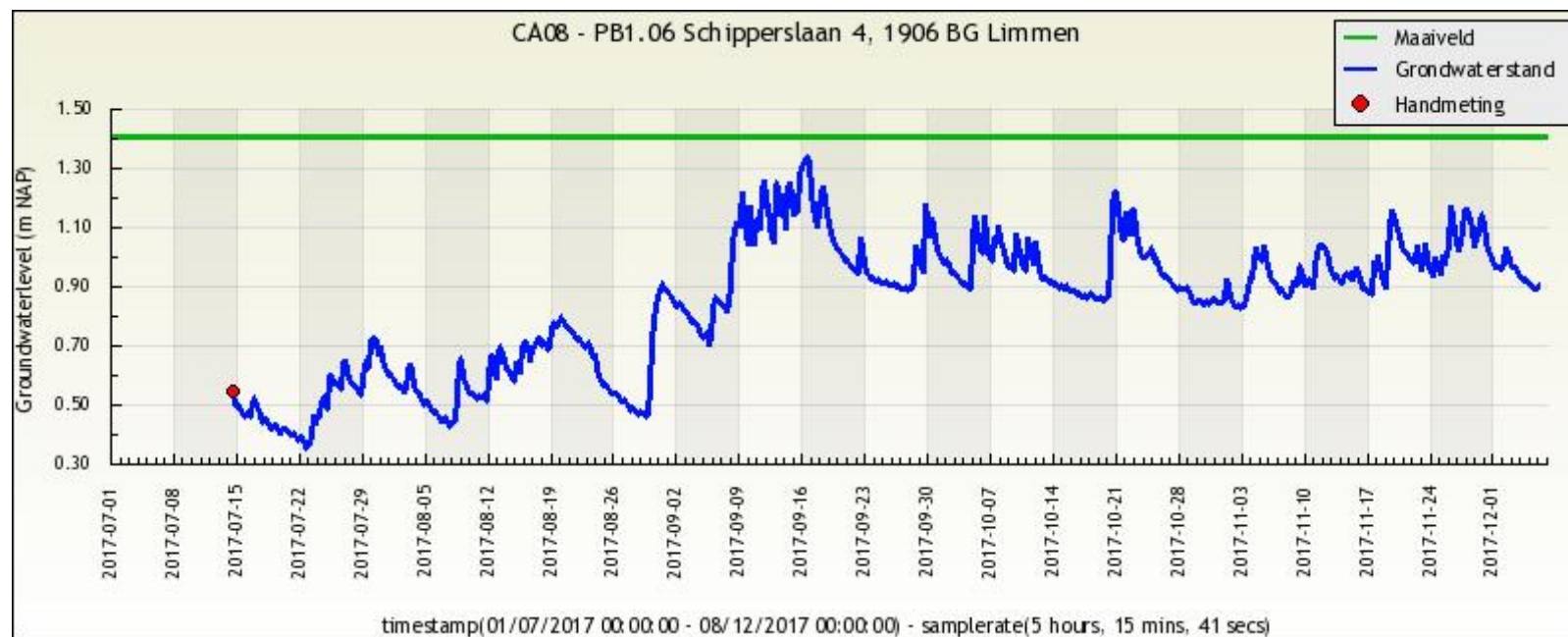




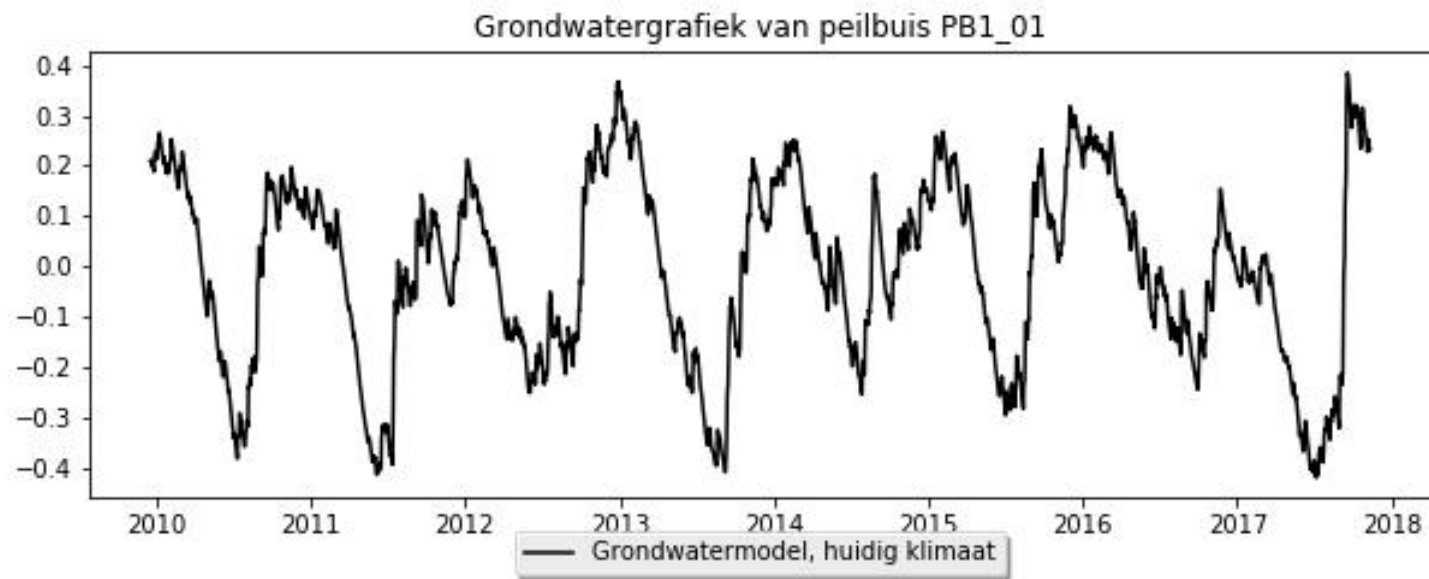




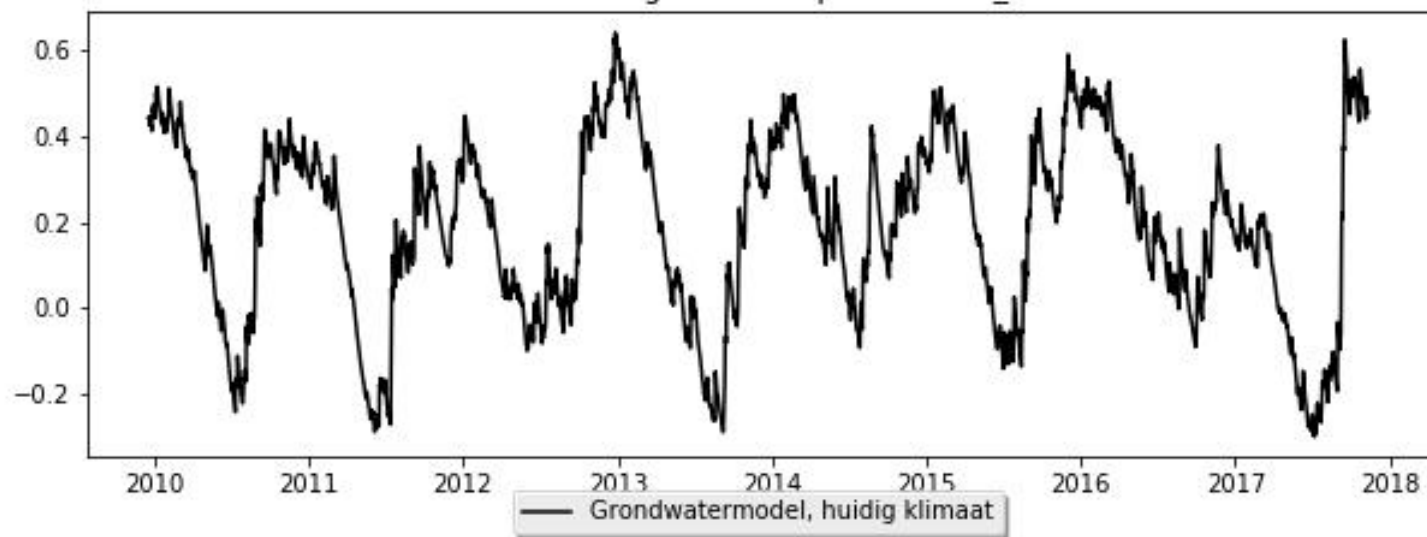


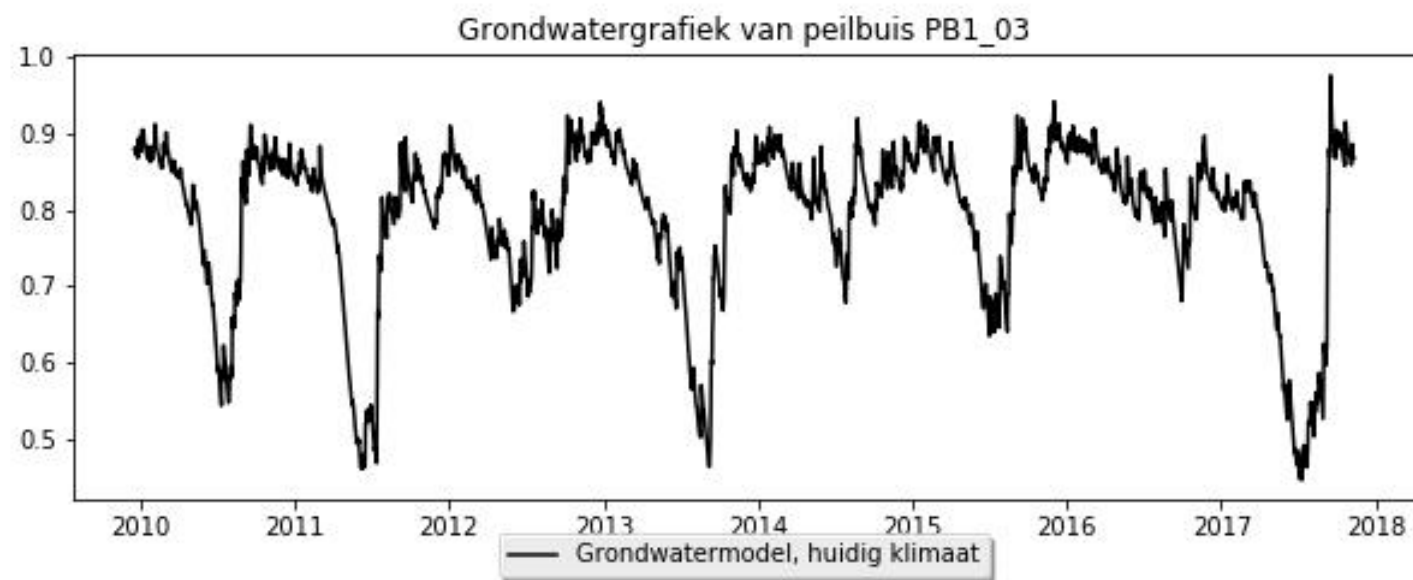


Bijlage 2: Berekende grondwaterstanden grondwatermodel

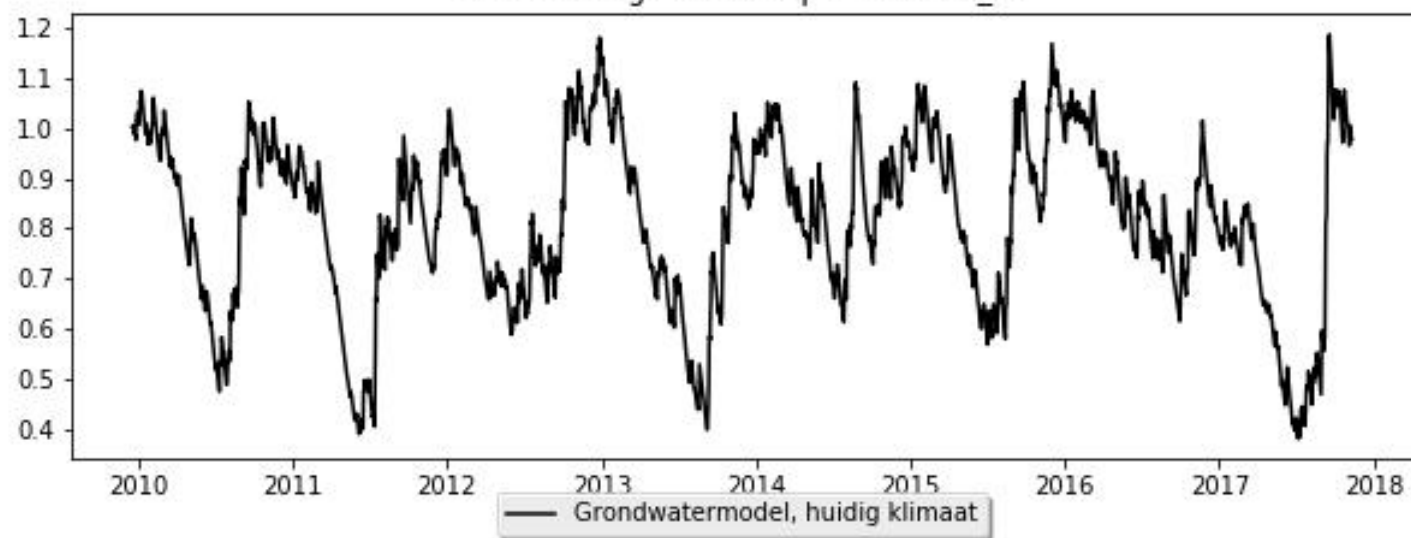


Grondwatergrafiek van peilbuis PB1_02

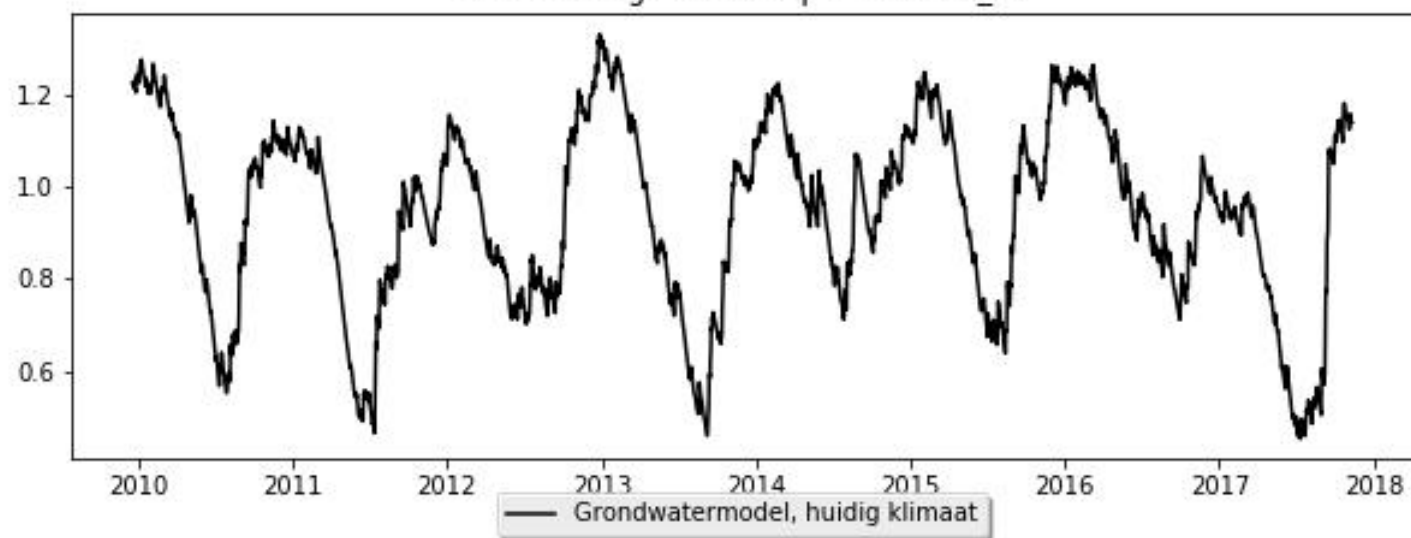




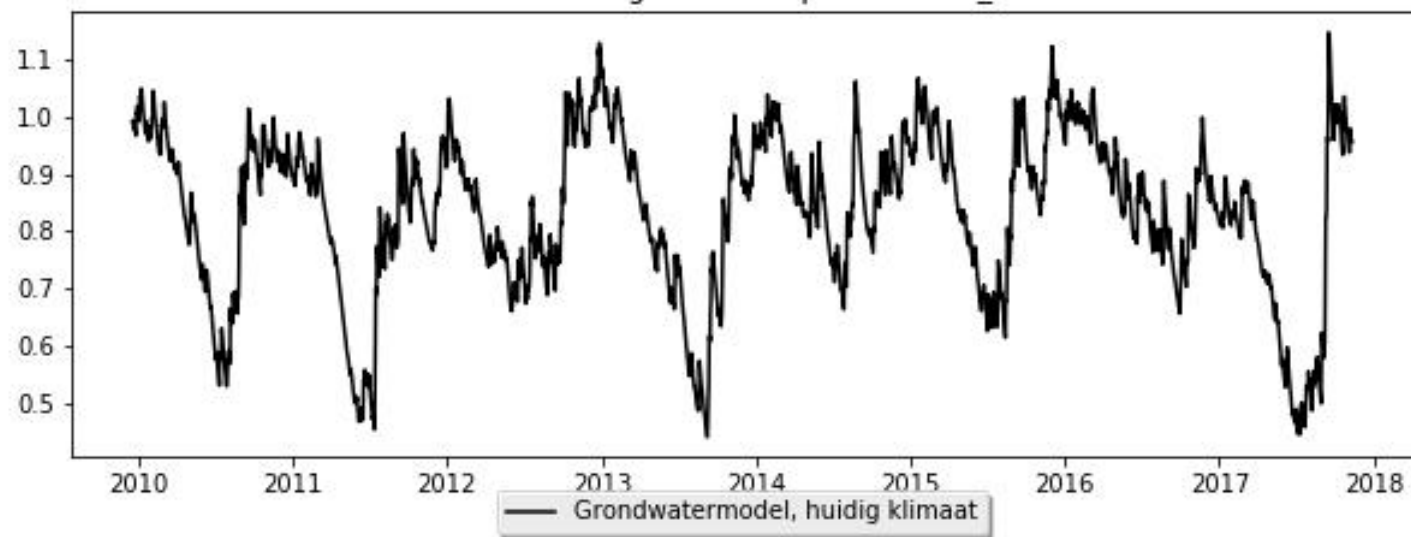
Grondwatergrafiek van peilbuis PB1_04



Grondwatergrafiek van peilbuis PB1_05

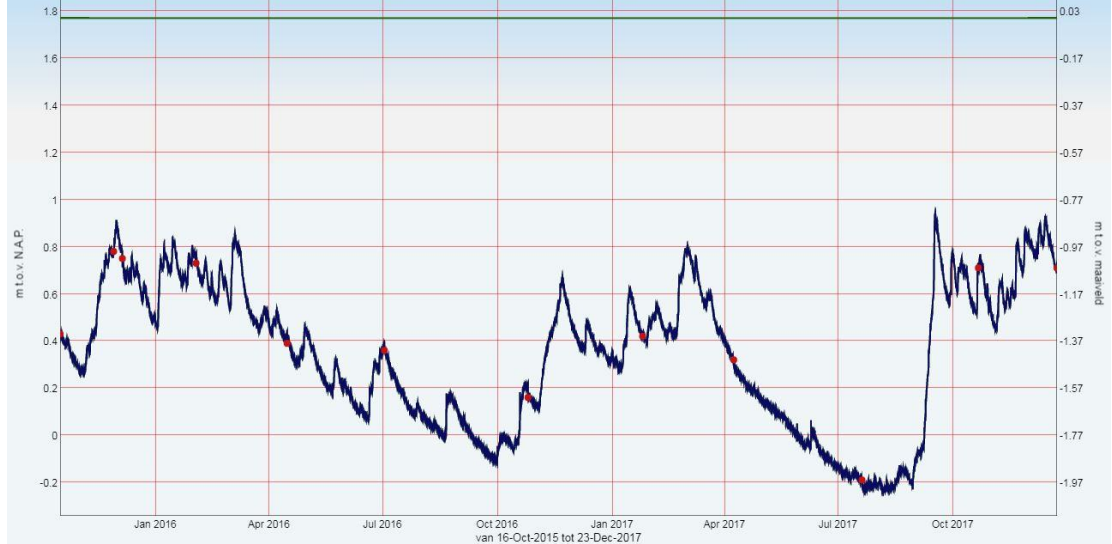


Grondwatergrafiek van peilbuis PB1_06

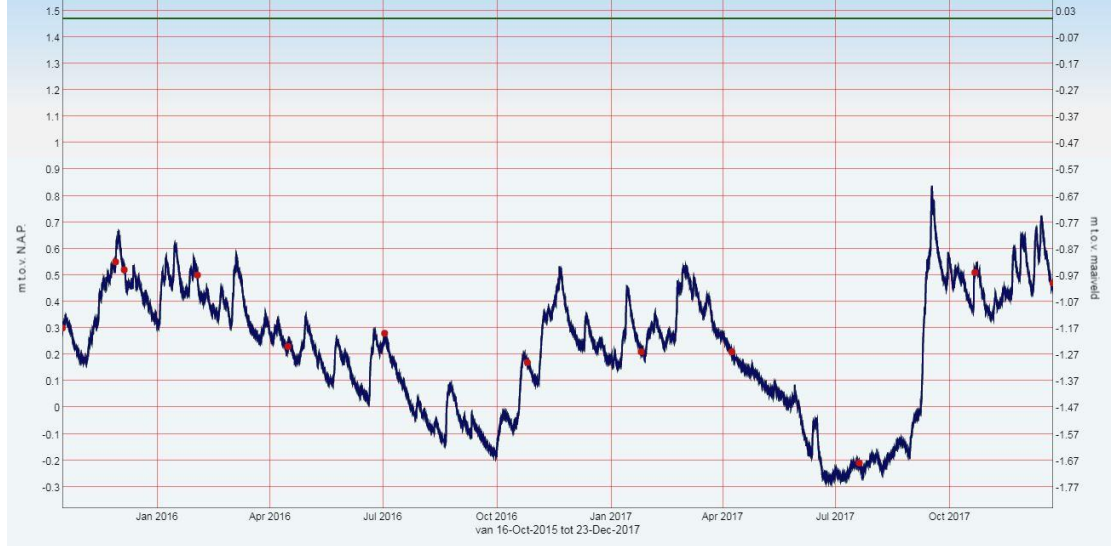


Bijlage 3: Gemeten grondwaterstanden Heiloo

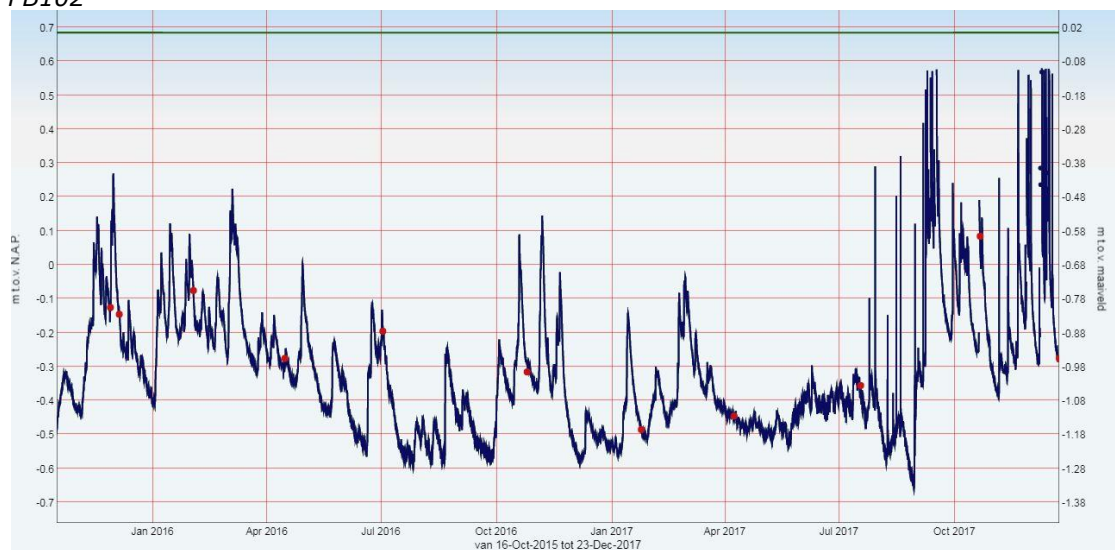
PB072



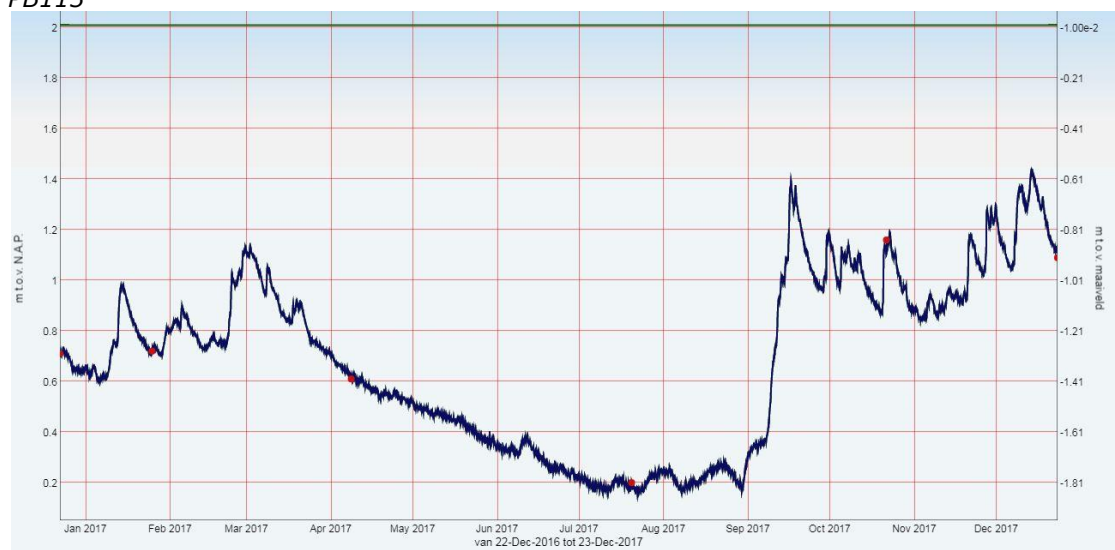
PB074

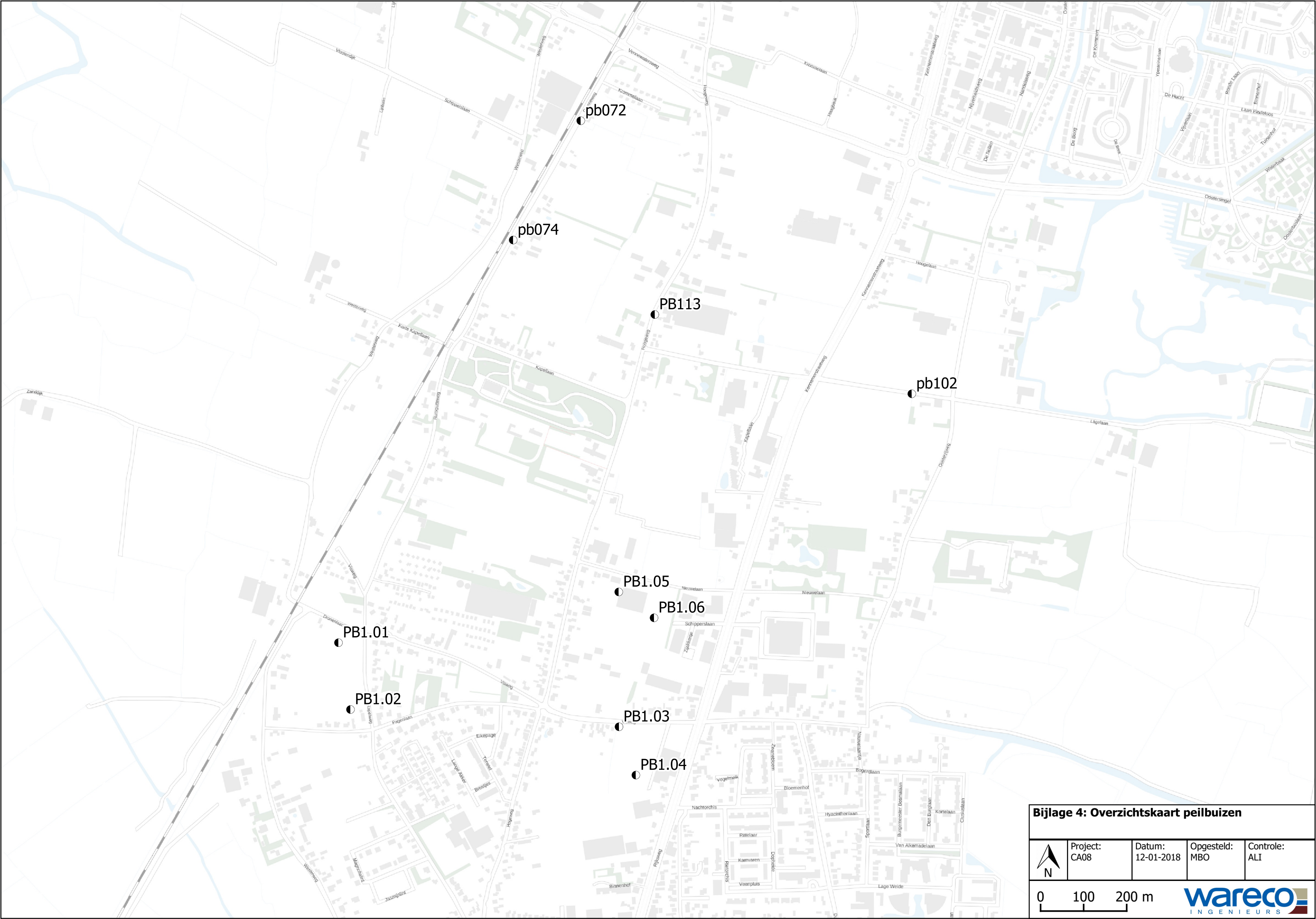


PB102



PB113





Bijlage 4: Overzichtskaart peilbuizen

	Project: CA08	Datum: 12-01-2018	Opgesteld: MBO	Controle: ALI
0100200 m				