

RAPPORT

## **Waterhuishoudkundige notitie Genderen-Zuid**

Onderdeel van Ontwerp Bestemmingsplan

Klant: Pittiger in Planologie

Referentie: BI7384-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001

Status: Definitief/1

Datum: 15 september 2023

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Koggelaan 21  
8017 JN Zwolle  
Water & Maritime  
Trade register number: 56515154

+31 88 348 65 00 **T**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Waterhuishoudkundige notitie Genderen-Zuid

Sub titel: Onderdeel van Ontwerp Bestemmingsplan  
Referentie: BI7384-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001  
Status: 1/Definitief  
Datum: 15 september 2023  
Projectnaam: [Click to enter "ProjectName"](#)  
Projectnummer: BI7384  
Auteur(s): Sander van den Tillaart, Martijn Asschert

Opgesteld door: Sander van den Tillaart

---

Gecontroleerd door: Wouter Engel

---

Datum: 17-03-2023

---

Goedgekeurd door: Sander van den Tillaart

---

Datum: 31-03-2023

---

Classificatie

Alleen voor intern gebruik

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Locatie	1
1.3	Voortraject afstemming	1
1.4	Doel	2
1.5	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Beleid en regelgeving</b>	<b>3</b>
2.1	Waterschap Rivierenland	3
2.2	Gemeente Altena	5
2.3	Provincie Noord-Brabant	5
<b>3</b>	<b>Huidige situatie</b>	<b>8</b>
3.1	Gebiedsbeschrijving	8
3.2	Grondwater, bodem en rivier	8
3.3	Oppervlaktewater	15
3.4	Afvalwater	15
<b>4</b>	<b>Effectbeschrijving toekomstige situatie</b>	<b>16</b>
4.1	Ontwerp	16
4.2	Grondwater	17
4.3	Oppervlaktewater	24
4.4	Primaire kering	30
4.5	Boringsvrije zone	31
4.6	Afvalwater	31
4.7	Hemelwater	31
4.8	Beheer en onderhoud	32
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>Referenties</b>	<b>35</b>

## Tabellen

Tabel 1-1: onderdelen Waterhuishoudkundig plan (ref [1])	2
--	---

Tabel 3-1 - Overzicht doorlatendheid en dikte van de verschillende lagen in het eerste watervoerend pakket op de projectlocatie.	10
Tabel 3-2 - inschatting doorlatendheid/weerstand van de holocene kleiige lagen in de deklaag.	11
Tabel 3-3: Optredende rivierwaterstand (betrekkingslijnen) bij bepaalde herhalingstijden nabij de projectlocatie (Heesbeen).	14
Tabel 4-1 - Uitgangspunten natte omtrek watergangen (Waterschap Rivierenland, 2018)	18
Tabel 4-2 - Parameter input berekeningen opbolling voor de drie locaties.	19
Tabel 4-3 - resultaten berekende opbolling en drooglegging (o.b.v. inschatting toekomstig maaiveld +1,6 m NAP).	20
Tabel 4-4 - Parameter input en resultaat berekening kweltoename met de Formule van Mazure (1936).	21
Tabel 4-5: Overzicht toename verharding per categorie	24
Tabel 4-6: Door te rekenen situaties maatwerkberekening	25

## Figuren

Figuur 1-1: Locatie te ontwikkelen woonwijk Genderen-Zuid (links) en luchtfoto plangebied (rechts)	1
Figuur 2-1: Peilbesluit Alm en Biesbosch Waterschap Rivierenland	3
Figuur 2-2: Beschermingszones Waterkeringen Waterschap Rivierenland	5
Figuur 2-3: Waterwingebied Genderen inclusief zones met bescherming (noord-brabant.maps.arcgis.com)	6
Figuur 2-4: maximaal toegestane boringsdiepte in boringsvrije zone (noord-brabant.maps.arcgis.com)	7
Figuur 3-1: maaiveldhoogte (AHN3)	8
Figuur 3-2: Overzicht bodemopbouw op de projectlocatie (Bron: REGIS II)	9
Figuur 3-3: Overzicht inschatting REGIS II doorlatendheden met behulp van de appelboor tool	10
Figuur 3-4: Schetsmatig overzicht dikte holoceen kleiige deklaag op basis van boringen grondonderzoek en [4] en [5]	11
Figuur 3-5: locatie peilbuis B44F0148	12
Figuur 3-6: meetreeks ondiepste filter B44F0148 in cm t.o.v. NAP	12
Figuur 3-7: meetreeksen stijghoogten filter 1 (-2,34 m NAP in oranje) en filter 2 (-28,23 m NAP in rood). Onderste grafiek: verschil	13
Figuur 3-8: GHG uit de Klimaatatlas Rivierenland	13
Figuur 3-9: Kwel bij hoge rivierwaterstand, uit de Klimaatatlas Rivierenland	14
Figuur 3-10: Legger watersysteem Waterschap Rivierenland	15
Figuur 4-1: Aanpassingen oppervlaktewater: links: huidige situatie, rechts ontwerp	17
Figuur 4-2 - Overzicht locaties berekeningen opbolling.	19
Figuur 4-3 - Overzicht locaties analytische berekeningen met de Formule van Mazure (1936).	21



Figuur 4-4: onderscheid in opbarstberekeningen	23
Figuur 4-5: Toegevoegde profielen B- en C-watergangen en A-watergang aan de oostzijde	26
Figuur 4-6: Principe knijpstuw	27
Figuur 4-7: Peilverloop T=10+10%	28
Figuur 4-8: Uitstroom plangebied in huidige situatie en toekomstige situatie	28
Figuur 4-9: Uitstroom plangebied in T=10+10%	29
Figuur 4-10: Cumulatieve uitstroom plangebied in T=10+10%	29
Figuur 4-11: Peilverloop T=100+10%	30
Figuur 4-12: uitsnede uit schetsontwerp DWA riool	31

## **Bijlagen**

Bijlage 1: Waterhuishoudkundig ontwerp inclusief dwarsprofielen

Bijlage 2: Bepaling verharding

## 1 Inleiding

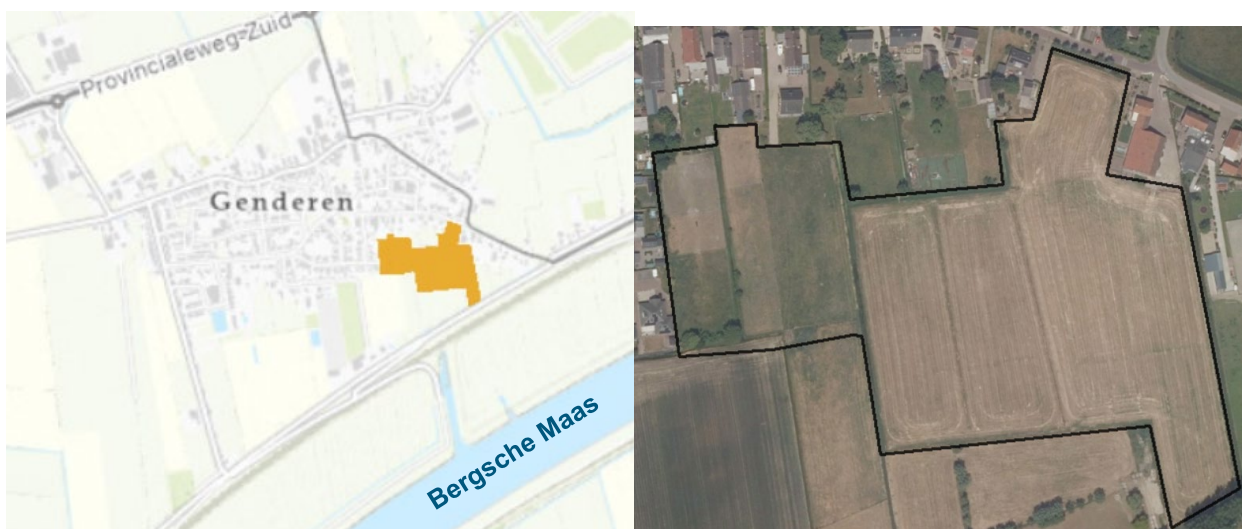
### 1.1 Aanleiding

De Gemeente Altena verkent de mogelijkheid om ten zuiden van Genderen een nieuwe woonwijk te ontwikkelen: Genderen-Zuid. De gemeente werkt daarin samen met Reuvers bv en Pittiger in Planologie. In opdracht van Pittiger in Planologie heeft Royal HaskoningDHV deze Waterhuishoudkundige Notitie opgesteld, waarin de waterhuishoudkundige aspecten van de uitbreiding getoetst zijn aan de geldende beleid en regelgeving.

### 1.2 Locatie

De te ontwikkelen wijk Genderen-Zuid is gesitueerd ten zuidoosten van de huidige kern Genderen. Het plangebied ligt in de Gemeente Altena en is onderdeel van het beheersgebied van Waterschap Rivierenland.

In totaal worden er 60 woningen gerealiseerd. In de huidige situatie bestaat dit gebied voornamelijk uit landbouwgrond (grasland), zoals te zien is in Figuur 1-1.



*Figuur 1-1: Locatie te ontwikkelen woonwijk Genderen-Zuid (links) en luchtfoto plangebied (rechts)*

Enkele tientallen meters ten zuiden van de projectlocatie ligt een primaire kering, die van de Bergsche Maas. Daarnaast ligt het plangebied is een boringsvrije zone van grondwaterwinning Genderen (Brabant Water).

### 1.3 Voortraject afstemming

Samen met Gemeente Altena en Waterschap Rivierenland is op voorhand afgestemd welke waterhuishoudkundige aspecten deze rapportage minimaal moet bevatten (zie referentie [1]). Deze aspecten zijn te zien in Tabel 1-1.

Tabel 1-1: onderdelen Waterhuishoudkundig plan (ref [1])

Onderdeel	Waterhuishoudkundig plan
Oppervlaktewater – functioneren watersysteem, waterberging, knijpstuw, duikers	Maatwerkberekening uitvoeren met behulp van een SOBEK modelberekening. Zowel voor 1 op 1 compensatie als compensatie door toename verhard oppervlak
Beheer & Onderhoud	Principe afspraken maken hoe om te gaan met onderhoudsstroken
Grondwater – Kwel	Op basis van een handberekening met Mazure en in het ontwerp ruimte houden voor waterberging voor kwel
Grondwater – Grondwaterstand	Op basis van een handberekening met Hooghoudt bepalen hoe de opbolling is in de opgehoogde bodem (noordwesten)
Dijkstabiliteit	Regels keur aanhouden: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 meter klei in de ondergrond houden</li> <li>- Niet binnen de beschermingszone graven</li> <li>- Binnen de buitenbeschermingszone minimaal graven</li> </ul>

## 1.4 Doel

Het doel van deze waterhuishoudkundige notitie is om inzicht te geven in hoe de waterhuishoudkundige aspecten uitgewerkt en geborgd zijn in de ontwikkeling Genderen-Zuid. Concreet betekent dat de ontwikkeling geen negatieve effecten op de omgeving mag hebben. Deze waterhuishoudkundige notitie is de basis voor de waterparagraaf in de toelichting van het bestemmingsplan.

## 1.5 Leeswijzer

Deze notitie bevat de volgende onderdelen: in hoofdstuk 2 is het bestaande waterbeleid en -regelgeving toegelicht. In Hoofdstuk 3 is de huidige situatie beschreven, waarna in hoofdstuk 4 de beoogd toekomstige situatie en effecten zijn beschreven. Een opsomming van de conclusies is te vinden in hoofdstuk 5.

## 2 Beleid en regelgeving

De discipline “water”, in de breedste zin van het woord, verdient een belangrijke plaats in toekomstige ruimtelijke plannen. Om het hoofd te kunnen bieden aan toenemende hevige neerslag, hoge rivierafvoeren en droogte is het in Nederland verplicht om bij voorgenomen ontwikkelingen de waterhuishoudkundige aspecten goed te beschouwen. Hierbij is afstemming met de waterbeheerders essentieel. Voor het vaststellen van de aanpak en het beoordelen van de effecten heeft intensieve afstemming plaatsgevonden met zowel Waterschap Rivierenland als de Gemeente Altena.

### 2.1 Waterschap Rivierenland

Waterschap Rivierenland verzorgt het waterbeheer in het plangebied. Het Waterbeheerprogramma 2022-2027 van Waterschap Rivierenland is bepalend voor het waterbeleid. Dit programma beschrijft het waterbeheer in het gehele beheersgebied en omvat alle watertaken van het waterschap: waterveiligheid, watersysteem (kwantiteit/kwaliteit) en waterketen.

Het juridische kader voor het waterschap is de Keur: een verordening waarin geboden en verboden beschreven staan die betrekking hebben op het watersysteem en de waterkeringen. De geboden beschrijven verplichtingen om het watersysteem en de keringen te behouden, terwijl de verboden die handelingen en gedragingen betreffen die in principe onwenselijk zijn voor de constructie of de functie van watergangen en waterkeringen. Als niet voldaan wordt aan de criteria van de algemene regels, kan ontheffing worden aangevraagd, in het kader van de Waterwet. Duidelijke en vastgestelde uitgangspunten hierbij zijn geformuleerd en vastgelegd in beleidsregels en richtlijnen. Initiatieven voor (bouw)werkzaamheden in of nabij de watergangen en waterkeringen worden hieraan getoetst.

#### 2.1.1 Peilgebied

Het plangebied maakt onderdeel uit van peilgebied LHA332, dat valt binnen Peilbesluit Alm en Biesbosch. Het zomerpeil is +0,20 m NAP, het winterpeil +0,1 m NAP (zie ook Figuur 2-1).



Figuur 2-1: Peilbesluit Alm en Biesbosch Waterschap Rivierenland<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geraadpleegd op 13-12-2022

### 2.1.2 Typen watergangen

Binnen de Legger van Waterschap Rivierenland is onderscheid in drie typen watergangen:

- A-wateren: van primair belang voor het waterbeheer en worden daarom door het waterschap onderhouden.
- B-wateren: van secundair belang voor het waterbeheer en dienen door de aangrenzende eigenaren te worden onderhouden.
- C-wateren: wateren die van tertiair belang zijn voor het waterbeheer waarvoor geen jaarlijkse onderhoudsplicht geldt.

Uitgangspunten bij ontwerp nieuwe watergangen zijn (uit Beleidsregels waterschap [2]):

- A-watergangen: minimale bodembreedte 70 cm, minimale taluds 1:2, diepte 1 meter, minimale diameter duiker rond 800 mm.
- B-watergangen: minimale bodembreedte 50 cm, minimale taluds 1:2, diepte 0,5 meter t.o.v. zomerpeil, minimale diameter duiker rond 800 mm (geldt voor stedelijk gebied).

### 2.1.3 Watercompensatie

Bij een ontwikkeling als in Genderen-Zuid is er om meerdere redenen watercompensatie nodig:

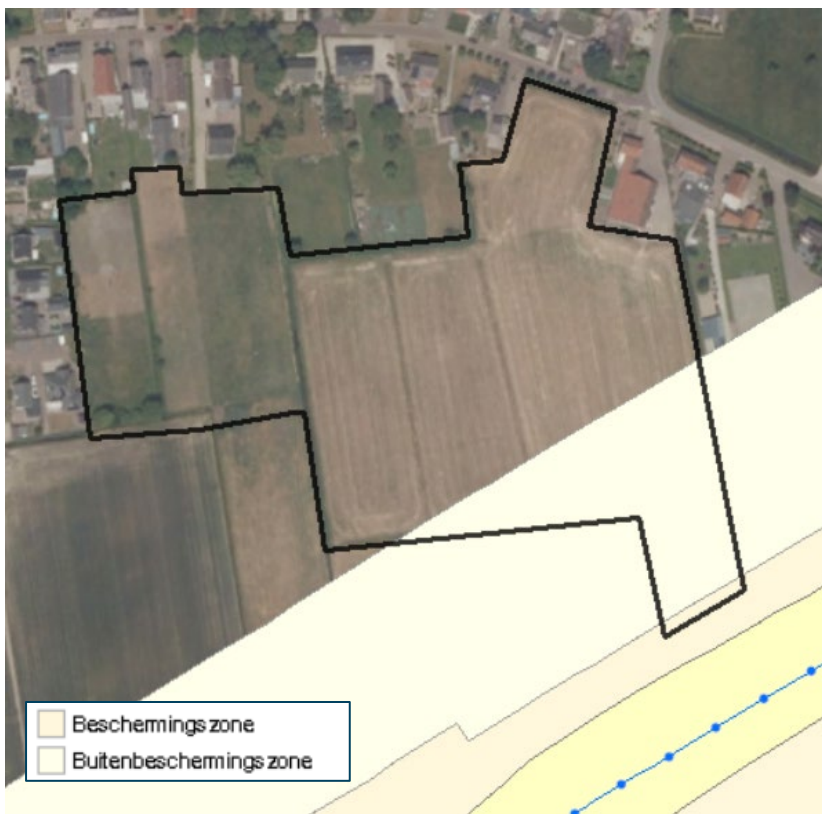
1. **Compensatie voor toename kwel:**  
doordat een deel van de deklaag neemt de kwel in het gebied toe, voornamelijk op het moment dat de Maas een hoge waterstand heeft.
2. **Compensatie voor het dempen van watergangen.**  
Iedere m<sup>2</sup> wateroppervlak dat gedempt wordt, moet 1 op 1 gecompenseerd worden door een even groot oppervlak m<sup>2</sup> nieuw water aan te leggen
3. **Compensatie voor versnelde afvoer door toename verhard oppervlak.**  
Bij een bui met herhalingstijd T=10 jaar +10% mag de peilstijging maximaal 30 cm bedragen. De uitstroom uit het gebied mag 1,5 l/s/ha bedragen. Vuistregel hierbij is 436 m<sup>3</sup> berging per hectare toegenomen verhard oppervlak.

### 2.1.4 Primaire kering en beschermingszones

Het plangebied ligt voor een deel binnen de Buitenbeschermingszone van de primaire kering van de Bergsche Maas. In het uiterste zuiden ligt het plangebied ook in de Beschermingszone van de kering.

- In de Beschermingszone gelden geboden en verboden voor bepaalde activiteiten, werkzaamheden en beheer. Deze geboden en verboden zijn bedoeld om de dijk sterk en veilig te houden.
- In de Buitenbeschermingszone gelden beperkingen met betrekking tot het bouwen en graven. Figuur 2-2 toont de ligging van de Buitenbeschermingszone.

Hoe met deze beperkingen omgegaan wordt, is beschreven in paragraaf 4.4.



Figuur 2-2: Beschermingszones Waterkeringen Waterschap Rivierenland<sup>2</sup>

## 2.2 Gemeente Altena

Het gemeentelijk beleid ten aanzien van riolering en water is opgenomen in de Beleidsvisie riolering en water Altena [2], en de HIOR van de Gemeente Altena. In deze documenten staat beschreven wat de uitgangspunten van de gemeente zijn ten aanzien van hydrologisch neutraal bouwen (compenseren dempingen en toename verhard oppervlak), maar ook de visie op een gezonde, klimaatbestendige, participerende en betaalbare leefomgeving.

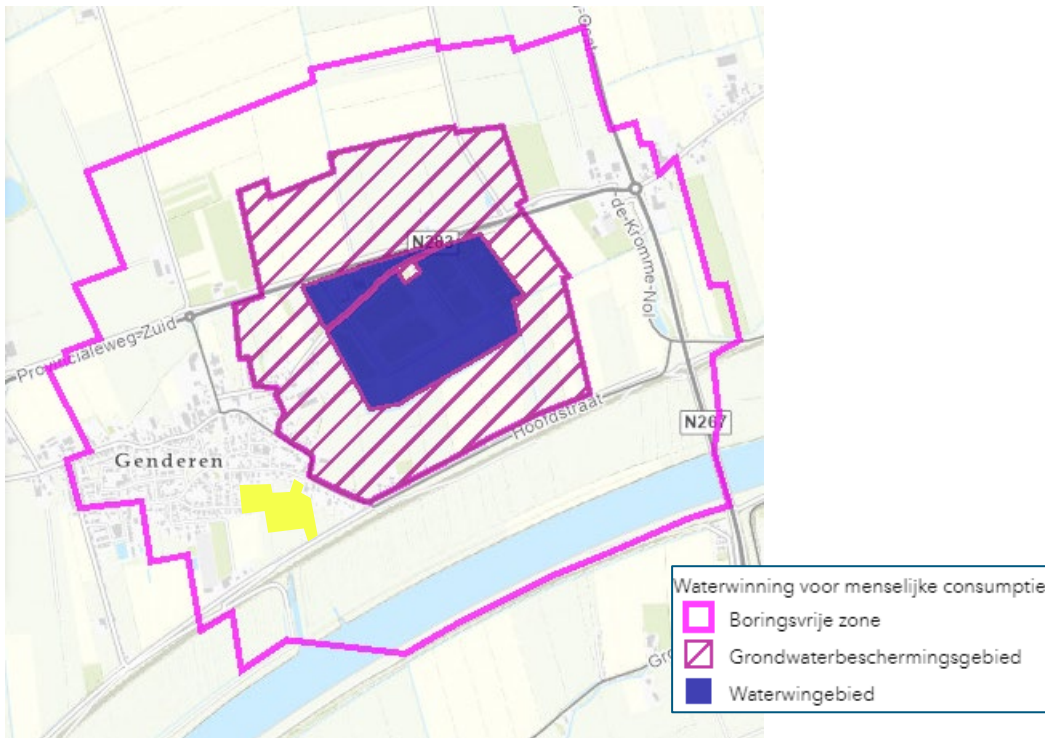
## 2.3 Provincie Noord-Brabant

### 2.3.1 Boringsvrije zone

Figuur 2-3 toont het waterwingebied Genderen. Het plangebied van Genderen-Zuid ligt binnen de zogenaamde Boringsvrije zone (Brabant Water).

<sup>2</sup> Geraadpleegd op 13-12-2022





Figuur 2-3: Waterwingebied Genderen inclusief zones met bescherming (noord-brabant.maps.arcgis.com)<sup>3</sup>

De Provincie Noord-Brabant zegt op haar website: “Bij boringsvrije zones bevindt zich in de ondergrond een aaneengesloten slecht doordringbare kleilaag. Deze gebieden zijn minder kwetsbaar voor verontreinigingen en aantastingen dan grondwaterbeschermingsgebieden. Hier gelden ook minder strenge regels. Als een deel van de winning boven en een deel van de winning onder een kleilaag plaatsvindt, kan er zowel een grondwaterbeschermingsgebied als een boringsvrije zone om de winning liggen.”

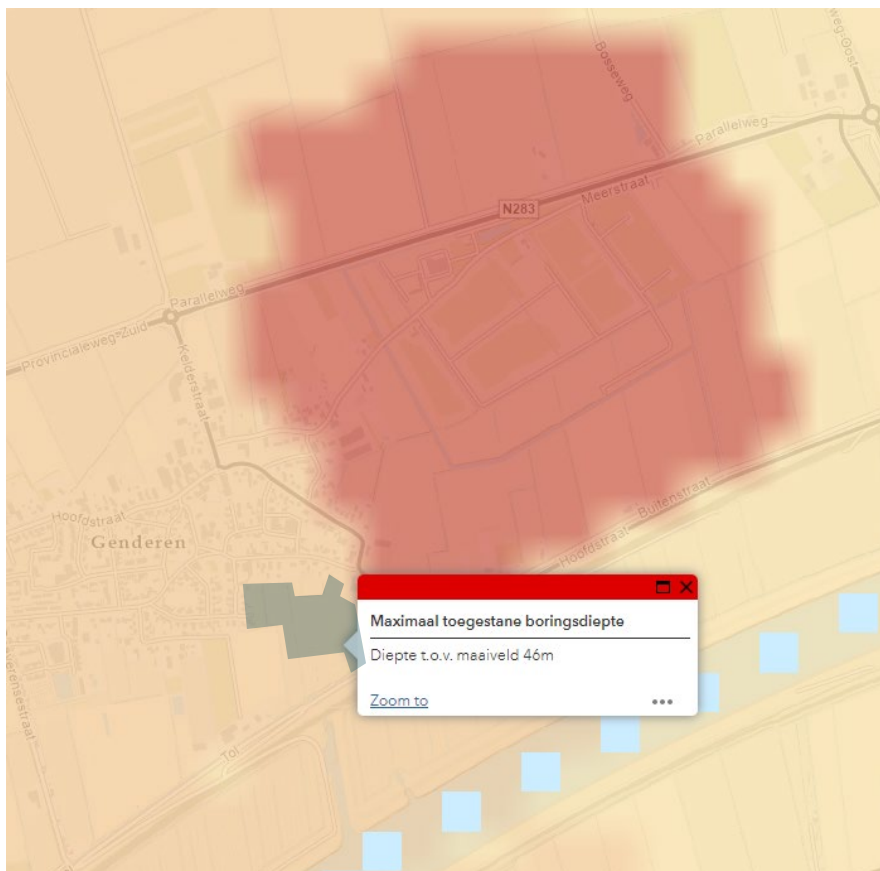
Dat laatste is hier het geval.

De Omgevingsverordening van Noord-Brabant (ref [7]) is te lezen dat het verboden is milieubelastende activiteiten te verrichten, zoals:

- Het verrichten van een activiteit in de bodem op een diepte van 10 meter of meer;
- Het verrichten van een activiteit waarvan de werking berust op het direct of indirect onttrekken of toevoegen van warmte aan het grondwater.

Bovenstaande verboden gelden niet als de werkzaamheden worden verricht tot de “maximaal toegestane boringsdiepte” (zie Figuur 2-4). In het plangebied Genderen-Zuid is die diepte 44 tot 48 meter onder maaiveld.

<sup>3</sup> Geraadpleegd op 16-12-2022



Figuur 2-4: maximaal toegestane boringsdiepte in boringsvrije zone (noord-brabant.maps.arcgis.com)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Geraadpleegd op 16-12-2022

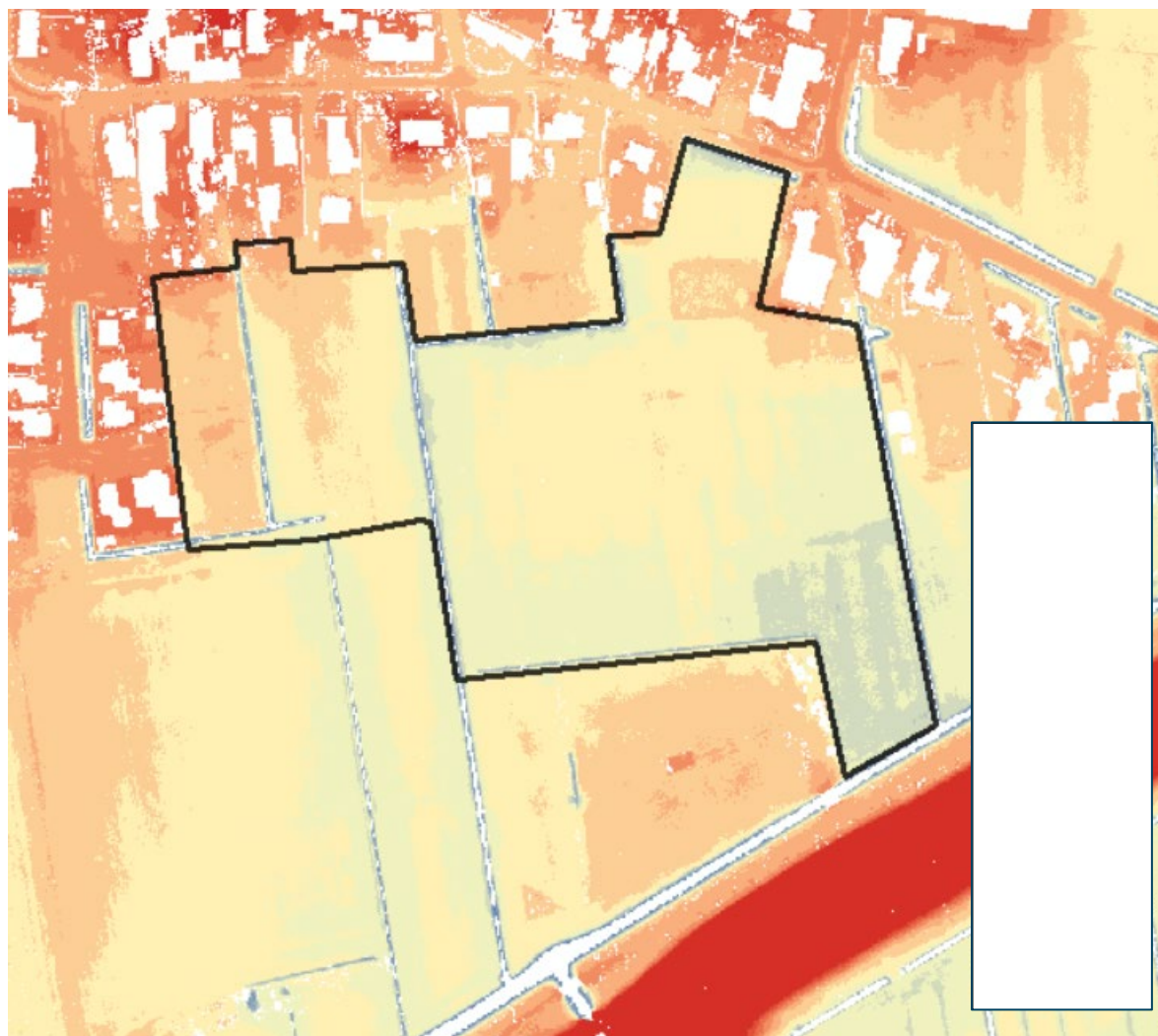


### 3 Huidige situatie

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie. Daarbij is gekeken naar: algemene gebiedskenmerken, oppervlaktewater, grondwater, de primaire kering en afvalwater. In hoofdstuk 4 wordt de toekomstige situatie geschetst.

#### 3.1 Gebiedsbeschrijving

Het plangebied bevindt zich ten zuidoosten van Genderen, in de Gemeente Altena en Provincie Noord-Brabant. Ongeveer 350 meter ten zuidoosten van het plangebied stroomt de Bergsche Maas. Figuur 3-1 laat de maaiveldhoogte zien. Het maaiveld varieert in de huidige situatie van ongeveer +0,70 m NAP in het zuidoosten naar ongeveer +1,4 m NAP in het noordwesten. Het plangebied ligt relatief laag ten opzichte van de omgeving. Het gebied wordt gekenmerkt door agrarisch grasland.



Figuur 3-1: maaiveldhoogte (AHN3)

#### 3.2 Grondwater, bodem en rivier

De ondergrond is geschematiseerd aan de hand van meerdere bronnen:

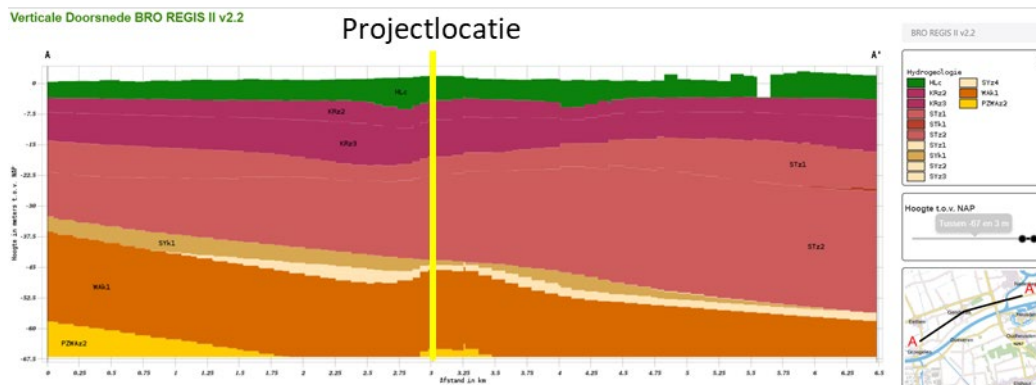
- REGIS II v2.2, via het DINOloket. Hiermee is inzicht verkregen in de doorlatendheid en dikte van het watervoerend pakket.
- Boringen, uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling Genderen-Zuid (referentie [2] en [5]). Met deze boringen is inzicht verkregen in de ondiepe ondergrond: de holocene deklaag.

Daarnaast bevat deze paragraaf een beschrijving van de invloed van de Bergsche Maas op het grondwatersysteem.

### 3.2.1 Doorlatendheid en dikte watervoerend pakket

Er zijn geen diepe sonderingen beschikbaar binnen het projectgebied. De doorlatendheden zijn dus bepaald op basis van de data uit REGIS II v2.2 en boringen uit het grondonderzoek.

De ondergrond bestaat uit van boven naar beneden een holocene deklaag, voornamelijk bestaande uit klei. De dikte van deze holocene kleilaag varieert binnen het projectgebied en wordt verder toegelicht in de volgende paragraaf. Het eerste watervoerend pakket bestaat uit de Formatie van Kreftenheye en de Formatie van Sterksel. De Formatie van Kreftenheye heeft een dikte van ongeveer 16 meter. De Formatie van Sterksel ligt met een dikte van ongeveer 22 meter daaronder. Onder de Formatie van Sterksel ligt de eerste scheidende laag (Formatie van Stramproy). Een overzicht is gegeven in Figuur 3-2.



Figuur 3-2: Overzicht bodemopbouw op de projectlocatie (Bron: REGIS II)

In Figuur 3-3 is een inschatting te vinden van de doorlatendheid in het eerste watervoerend pakket.

**Appelboor BRO REGIS II v2.2**

Coördinaten: 134417, 415934 (RD)  
 Maaiveld: 0.94 m t.o.v. NAP  
 Hoogte t.o.v. NAP: -645.25 m - 0.94 m  
 Geselecteerde hoogte: -49.52 m - 0.94 m

Hoogte t.o.v. NAP in meters

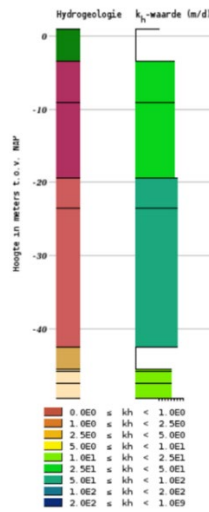
Tussen -49.52 en 0.94 m

Opslaan profiel

NAP

Kies een ander model

BRO REGIS II v2.2



Figuur 3-3: Overzicht inschatting REGIS II doorlatendheden met behulp van de appelboor tool

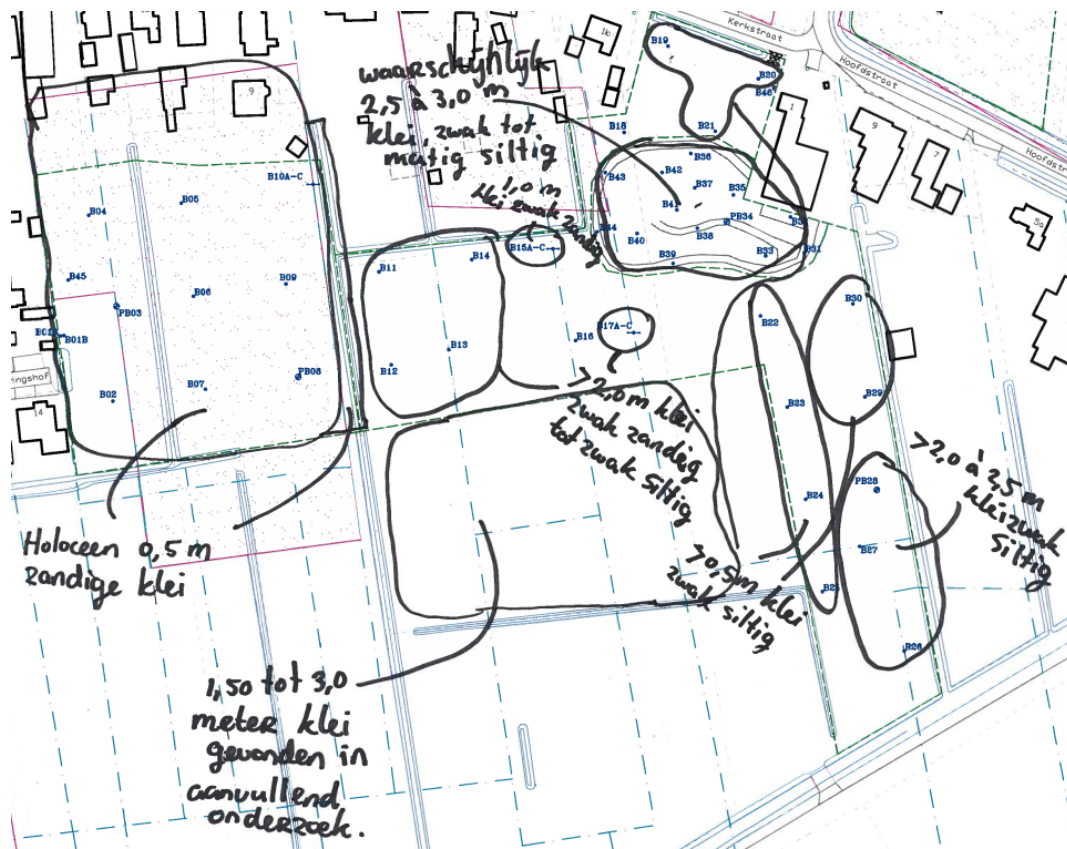
In de aanwezige boringen is overwegend matig grof tot grof zand gevonden, waardoor de bovengrens van de REGIS-observatie wordt aangehouden. Deze kan eenvoudig omgerekend naar een KD-waarde door de doorlatendheid in meters per dag te vermenigvuldigen met de dikte van de lagen. De uitwerkingen van de worst-case doorlatendheid (maximale waarden) is gegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 - Overzicht doorlatendheid en dikte van de verschillende lagen in het eerste watervoerend pakket op de projectlocatie.

Formatie	Dikte (m)	Doorlatendheid (m/d)	KD-waarde (m <sup>2</sup> /d)
Formatie van Kreftenheye (tweede zandige eenheid)	5,5	50	275
Formatie van Kreftenheye (derde zandige eenheid)	10,5	50	525
Formatie van Sterksel (eerste zandige eenheid)	4,0	100	400
Formatie van Sterksel (tweede zandige eenheid)	19,0	100	1900
<b>Totale KD-waarde eerste watervoerend pakket =</b>			<b>3100</b>

### 3.2.2 Doorlatendheid en dikte holocene (kleiige) deklaag

Om de holocene deklaag in beeld te krijgen, zijn in 2019 boringen uitgevoerd (ref [4]) en is in 2022 aanvullend grondonderzoek uitgevoerd (ref [5]). Deze boringen geven een beeld van (een deel van) de holocene kleiige deklaag. In Figuur 3-4 is een overzicht gegeven van de gevonden kleiige deklaagdikte inclusief de indicatie van het soort klei. De gevonden klei is in het westen van het projectgebied zandig. In het midden van het projectgebied wordt zwak siltige klei gevonden en in het (zuid)oosten wordt zwak tot matig siltige klei gevonden. De dikte van de kleilagen varieert over het projectgebied van 0,5 tot 3,0 meter. Daarbij dient opgemerkt te worden, dat veel boringen te ondiep gezet worden. Daardoor is niet altijd de onderzijde van de kleiige deklaagdikte in beeld gebracht (voornamelijk bij de boringen uit 2019). Voorbeeld hiervan is de zuidoosthoek, waar een deel de boringen maar tot 0,5 meter gaan. Zeer waarschijnlijk is het kleipakket daar dikker.



Figuur 3-4: Schetsmatig overzicht dikte holocene kleiige deklaag op basis van boringen grondonderzoek en [4] en [5]

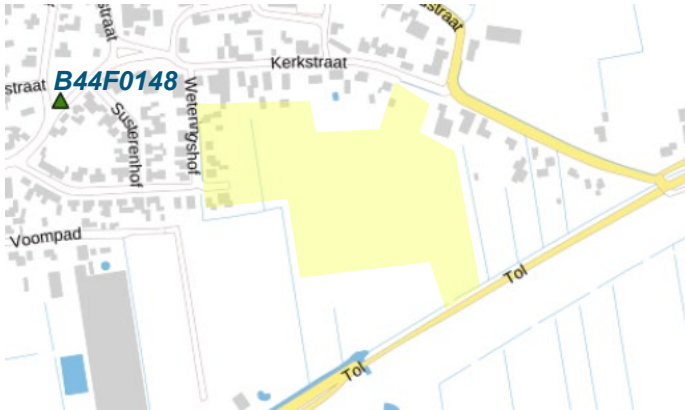
Op basis van de kleidiktes en het type klei wordt een inschatting van de doorlatendheid en de weerstand in dagen gemaakt. In Tabel 3-2 is een inschatting voor de doorlatendheid/weerstand van de klei in de deklaag gegeven. In de berekeningen wordt een worst-case aanname voor het type berekening gebruikt, doordat over het projectgebied een variatie in deklaag dikte en het soort klei wordt gevonden.

Tabel 3-2 - inschatting doorlatendheid/weerstand van de holocene kleiige lagen in de deklaag.

Soort klei	Range Doorlatendheid (m/d)	Weerstand klei per meter dikte (dagen per meter)
Zandige klei	0,05	20
Zwak tot matig siltige klei	0,01	100

### 3.2.3 Grondwaterstanden

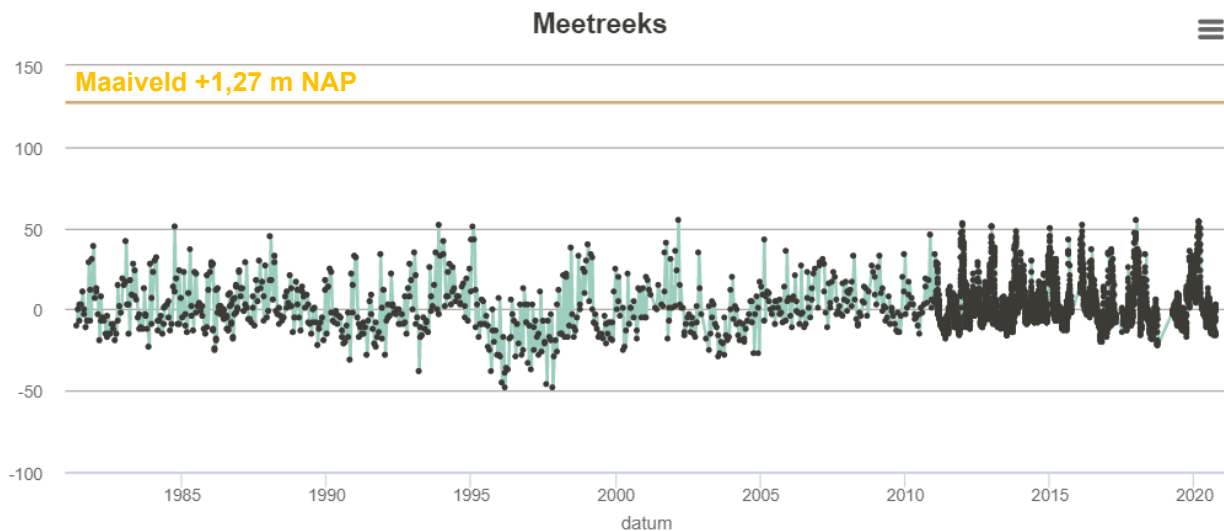
In Genderen is één peilbuis in DINOloket aanwezig: ten noordwesten van het plangebied, zie ook Figuur 3-5. Hier zijn grondwaterstanden en stijghoogten beschikbaar van de periode 14-05-1985 t/m 02-10-2020.



Figuur 3-5: locatie peilbuis B44F0148<sup>5</sup>

Figuur 3-6 toont de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket (filter op 3,61 – 5,61 m - maaiveld).

- De gemiddelde grondwaterstand van de 10 meest recente jaren bedraagt ongeveer +0,03 m NAP (1,24 meter onder maaiveld);
- De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand bedraagt ongeveer +0,40 m NAP (0,87 meter onder maaiveld)

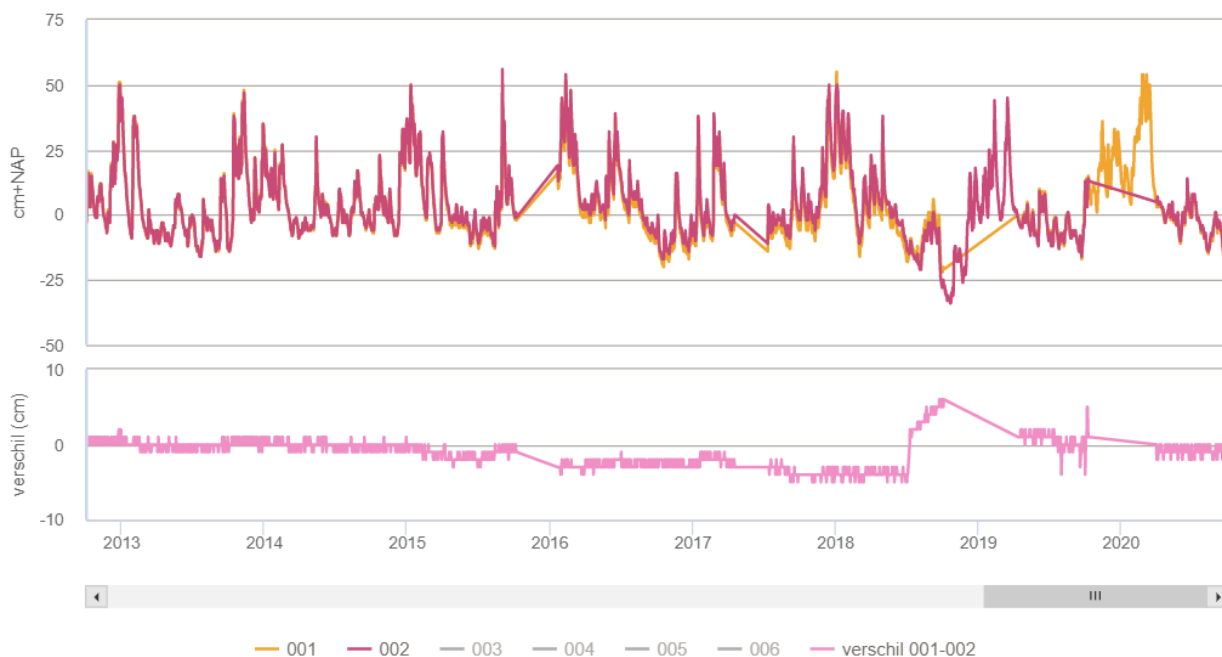


Figuur 3-6: meetreeks ondiepste filter B44F0148 in cm t.o.v. NAP

Er zijn ook stijghoogten in de diepere pakketten gemeten. Figuur 3-7 toont aan dat er weinig verschil zit tussen stijghoogten in het ondiepste filter en het dieper gelegen filter ( $\pm 30$  m onder maaiveld).

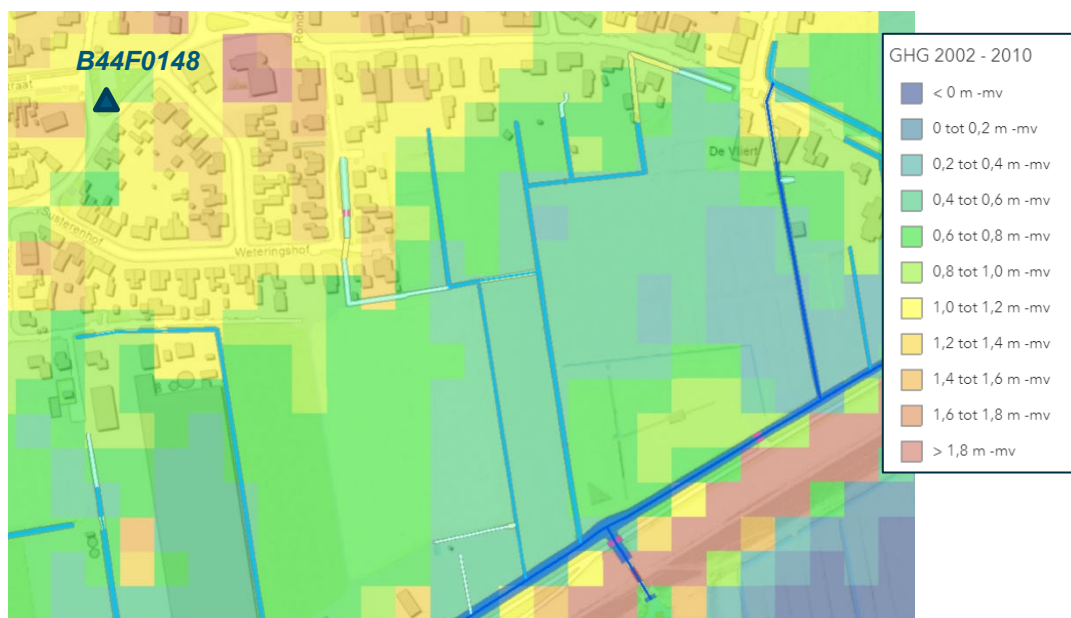
<sup>5</sup> [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl), geraadpleegd op 23-12-2022





Figuur 3-7: meetreeksen stijghoogten filter 1 (-2,34 m NAP in oranje) en filter 2 (-28,23 m NAP in rood). Onderste grafiek: verschil

Figuur 3-8 toont de GHG in meters onder maaiveld, volgens de Klimaatatlas Rivierenland. Hieruit blijkt dat peilbuis B44F0148 een GHG heeft van 0,8-1,0 m onder maaiveld. Dat komt overeen met de metingen. Het plangebied heeft volgens de Klimaatatlas een GHG variërend van 0,2 - 0,8 m onder maaiveld.

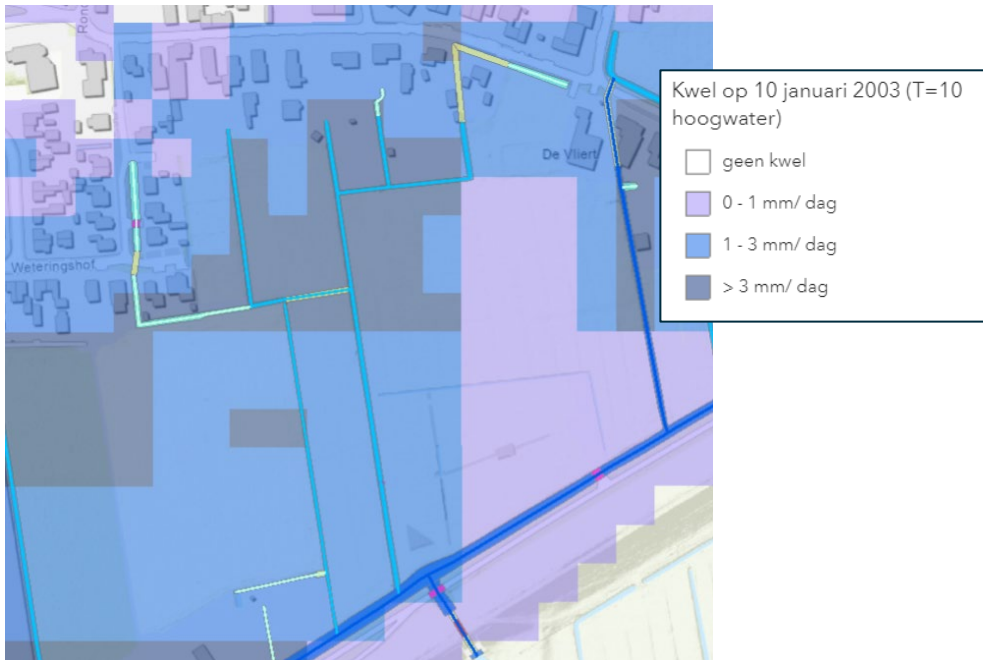


Figuur 3-8: GHG uit de Klimaatatlas Rivierenland<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <https://wsrivierenland.maps.arcgis.com/>, geraadpleegd op 23-12-2022

### 3.2.4 Rivierwaterstand, oppervlaktewaterpeilen en neerslag

Uit de Klimaatatlas Rivierenland blijkt dat het plangebied onder invloed staat van kwel in het geval van hoge rivierstanden op de Bergsche Maas. Figuur 3-9 geeft een indruk van de kwel bij een hoge rivierwaterstand.



Figuur 3-9: Kwel bij hoge rivierwaterstand, uit de Klimaatatlas Rivierenland

Uit de data van Rijkswaterstaat Zuid-Nederland (ref [6]) zijn betrekkinglijnen beschikbaar. Deze geven de rivierwaterstanden bij bepaalde herhalingstijden. Het is gebruikelijk om de kweltoename te beschouwen bij een T10. Dit komt neer op een herhalingstijd van een rivierwaterstand eens in de 10 jaar. In Tabel 3-3 is een overzicht gegeven van de betrekkinglijnen bij bepaalde herhalingstijden nabij de projectlocatie (locatie Heesbeen). Voor een T10 wordt een rivierwaterstand van +3,04 m NAP gegeven. De gemiddelde rivierwaterstand is bepaald op +0,48 m NAP. Voor het uitvoeren van de kwelberekening is de toename van de rivierwaterstand ten opzichte van de gemiddelde rivierwaterstand benodigd in meters. Dit komt dus neer op +2,56 m NAP rivierwaterstand verhoging in het geval van een beschouwing op basis van een T10 hoogwaterstand.

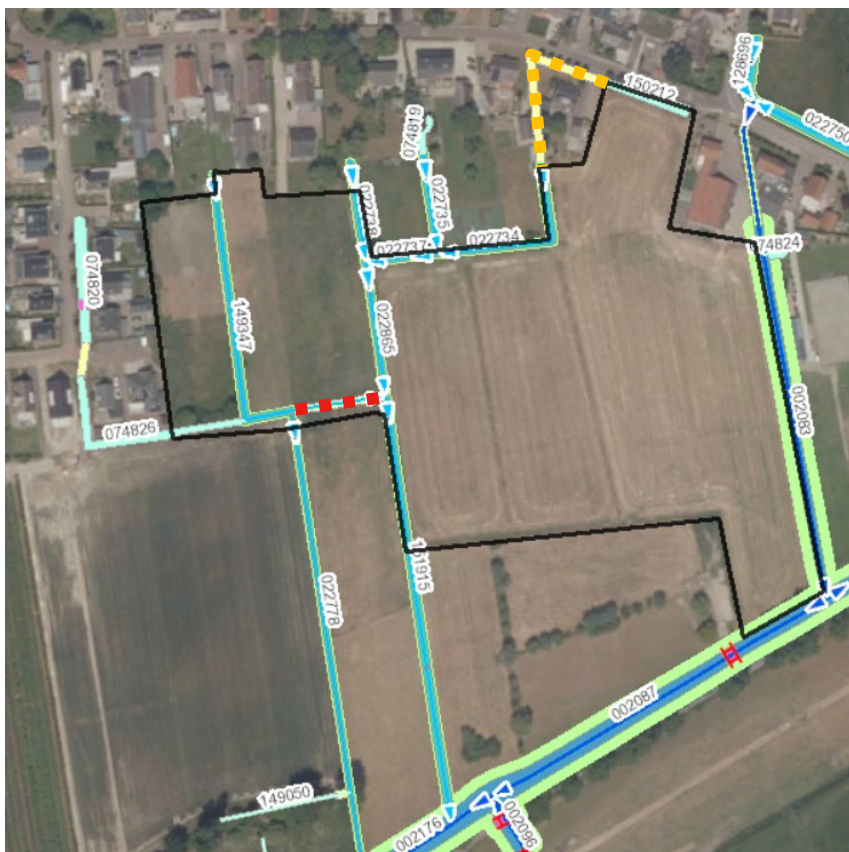
Tabel 3-3: Optredende rivierwaterstand (betrekkinglijnen) bij bepaalde herhalingstijden nabij de projectlocatie (Heesbeen).

Herhalingstijd 1 keer per x jaar	Gem.	5	10	20	30	50	100
Optredende rivierwaterstand in meters NAP	0,48	2,58	3,04	3,45	3,68	3,93	4,25

Voor de berekeningen van de opbolling tussen watergangen is ook de neerslag van belang. Hiervoor wordt gerekend met een jaargemiddelde. Er wordt een berekening uitgevoerd voor zowel een jaargemiddelde neerslag als een nat wintergemiddelde. De gemiddelde grondwateraanvulling uit neerslag wordt ingeschat op 1 millimeter per dag. Voor een zeer natte winter wordt een wintergemiddelde aangenomen van 3 millimeter per dag.

### 3.3 Oppervlaktewater

In de huidige situatie is er oppervlaktewater aanwezig op en om de projectlocatie: zowel A- als B-watergangen. De projectlocatie wordt aan de oostkant begrensd door een A-watergang. Het plangebied ligt in peilgebied LHA332, met een zomerpeil van +0,2 m NAP en een winterpeil van +0,1 m NAP.



Figuur 3-10: Legger watersysteem Waterschap Rivierenland<sup>7</sup>

Het plangebied watert in zuidelijke richting af, zoals ook te zien is in Figuur 3-10. Hier ligt parallel aan de primaire kering een A-watergang, die het water afvoert in de richting van Gemaal Hagoort, ten zuiden van Meeuwen.

Binnen het plangebied zijn geen stuwen aanwezig. Wel is er één duiker aanwezig, bij de rode stippellijn in Figuur 3-10. In de legger van Waterschap Rivierenland zijn geen gegevens van deze duiker beschikbaar. Een eigen veldmeting heeft uitgewezen dat deze duiker een diameter heeft van 125 mm, maar dat deze verstopt zit en in de praktijk geen verbinding vormt tussen de twee B-watergangen. Net buiten het plangebied aan de noordzijde, bij de oranje stippellijn in Figuur 3-10 bevindt zich een duiker met een diameter van 600 mm (eigen veldmeting).

### 3.4 Afvalwater

Binnen het plangebied is in de huidige situatie geen riolering aanwezig. Het omliggende gebied is voorzien van een gemengde riolering.

<sup>7</sup> Geraadpleegd op 13-12-2022



## 4 Effectbeschrijving toekomstige situatie

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van dat ontwerp, en daarna is per onderdeel een inschatting gegeven van de effecten die het ontwerp heeft op de waterhuishouding. In Bijlage 1 is het ontwerp van de toekomstige situatie te vinden.

### 4.1 Ontwerp

De belangrijkste aanpassingen in het waterhuishoudkundig ontwerp zijn:

#### A. Watercompensatie centraal in gebied

Door de toename van verhard oppervlak wordt er watercompensatie aangelegd in de vorm van een retentie (open water en natuurvriendelijke oevers NVO) om de versnelde afvoer te compenseren. Deze watercompensatie wordt vertraagd afgevoerd naar het bestaand watersysteem middels een knijpstuw.

#### B. Omleiden en afwaarderen bestaande A-watergang aan oostzijde

De bestaande A-watergang aan de oostzijde van het gebied wordt afgewaardeerd, en wordt deze watergang omgeleid om de bouwblokken 56 t/m 60. Hiervoor worden twee duikers aangelegd. De watercompensatie (punt 1.) komt niet in open verbinding te staan met deze nieuwe omleiding. Een damwand (met eventueel voetpad/wandelbrug) vormt de scheiding tussen de systemen. De wandelbrug is een suggestie, en wordt in een later stadium uitgewerkt. Het hemelwater dat afkomstig is van bouwblokken 56 t/m 60 wateren via een technische voorziening (duiker) af naar de centrale watercompensatie.

Aanpassingen A en B zijn op de volgende manier uitgewerkt in het watersysteem:

#### 1. Watercompensatie centraal in gebied

- A. Aanleggen nieuwe watercompensatie (NVO en watergangen)
- B. Plaatsen knijpstuw

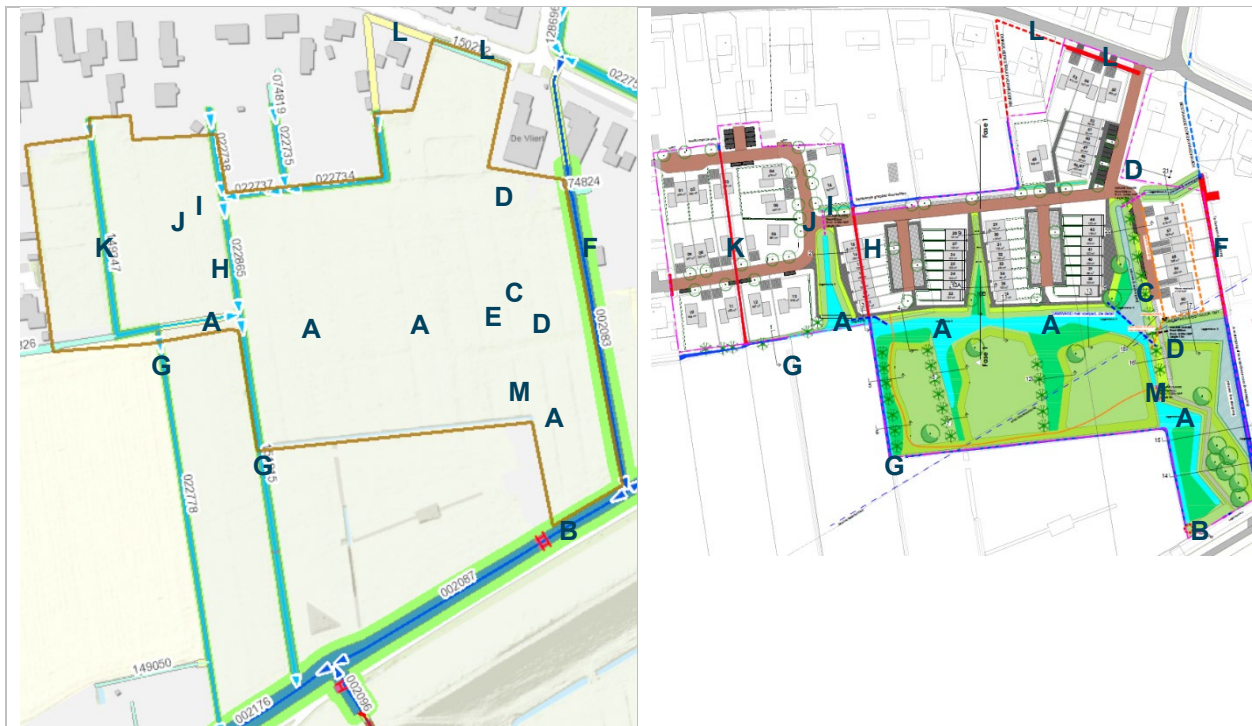
#### 2. Omleiden en afwaarderen bestaande A-watergang aan oostzijde

- C. Omleggen bestaande A-watergang, en afwaarderen naar status B
- D. Aanbrengen 2 duikers in nieuwe omleiding, rond 800, lengte 15 resp 11 meter
- E. Scheiding watercompensatie met nieuwe omleiding: door middel van damwand (met bijvoorbeeld voetpad/wandelbrug als suggestie)
- F. Dempen bestaande A-watergang

#### Detailaanpassingen

- G. Afdammen bestaande B-watergangen
- H. Verleggen 022865 in westelijke richting
- I. Verlengen 022737 in westelijke richting
- J. Aanleggen nieuwe duiker (lengte  $\pm 13$  meter, diameter 800mm)
- K. Dempen B-watergang 149347
  - Voorziening voor afwatering: n.t.b.
- L. Dempen C-watergang 150212, en verwijderen duiker
- M. Aanleggen nieuwe duiker (lengte  $\pm 8$  meter, diameter 800mm)

Figuur 4-1 geeft een overzicht van de aanpassingen van het oppervlaktewatersysteem. In Bijlage 1 zijn de aanpassingen in detail te bekijken, inclusief de nodige dwarsprofielen van de watercompensatie en de omgeleide watergang aan de oostzijde. In Bijlage 1 is ook de status van de nieuwe waterpartijen te zien (A, B).



Figuur 4-1: Aanpassingen oppervlaktewater: links: huidige situatie, rechts ontwerp

## 4.2 Grondwater

Voor de geohydrologie moeten twee effecten in kaart gebracht worden:

1. Er moet gekeken worden naar de opbolling van het grondwater op de percelen naar aanleiding van het aanpassen van de watergangen in het watersysteem. Daaruit volgt ook een inschatting voor de drooglegging van de percelen.
2. Er moet gekeken worden naar de potentiële kweltoename na inrichting van het plan.

In deze paragraaf worden deze onderdelen beschreven en met behulp van analytische berekeningen onderbouwd. Voor het bepalen van de drooglegging/opbolling op de percelen wordt gebruik gemaakt van de Formule van Hooghoudt (ref [8]). Om de potentiële kweltoename te bepalen wordt gewerkt met de Formule van Mazure (ref [9] en [10])<sup>8</sup>.

### 4.2.1 Benodigde parameters

Bij het gebruik van de analytische berekeningen zijn een aantal parameters benodigd ter input. In deze paragraaf worden de input parameters toegelicht. De volgende parameters zijn benodigd om de berekeningen met de Formule van Hooghoudt (1940) en Formule van Mazure (1936) uit te voeren.

Voor de Formule van Mazure is de volgende input benodigd:

- Doorlatendheid van het watervoerend pakket (kD-waarde in m<sup>2</sup>/dag).
- Verticale doorlatendheid van de holocene deklaag (k<sub>v</sub>-waarde in m/dag).
- Dikte van de kleiige holocene deklaag (in meters).

<sup>8</sup> Conform de Richtlijn toetsing kwel en wegzigging van Waterschap Rivierenland (2012), referentie [10]

- Het hoogte van de verhoogde waterstand op de rivier (hoogwater) ten opzichte van de gemiddelde rivierwaterstand (in meters).
- Breedte, lengte en afstand tot de rivier van de vergravingen (in meters).
- Diepte van de toekomstige ontgraving van de kleiige holocene deklaag (in meters).

Voor de Formule van Hooghoudt is de volgende input benodigd:

- Specifieke afvoer (neerslag) (in m/dag).
- Doorlatendheid van de ondergrond boven de draindiepte (in m/dag).
- Doorlatendheid van de ondergrond onder de draindiepte (in m/dag).
- Dikte tot de ondoorlatende laag beneden de draindiepte (in meters).
- Natte omtrek van de watergang (in meters).
- Afstand tussen de watergangen (in meters).

Tussen beide formules zijn overeenkomsten voor de benodigde input te vinden. Deze worden gezamenlijk behandeld in de volgende subparagrafen.

In de hierna volgende paragrafen worden de berekeningen voor de potentiële kweltoename en opbolling tussen de watergangen uitgevoerd. Subparagraaf 4.2.2 bevat de beschrijving van een aantal uitgangspunten, waarna in subparagraaf 4.2.3 de opbolling wordt berekend. Daarna volgt in 4.2.4 de kwelberekening naar aanleiding van de vergravingen in het achterland.

#### 4.2.2 Uitgangspunten grondwaterberekeningen

Op basis van de dwarsprofielen en AHN wordt ter plaatse van de ontgravingen een maaiveldhoogte tussen +0,50 en +0,84 m NAP aangenomen. De ontgravingsdiepte van de watergangen is -0,3 m NAP met sporadisch een ontgravingsdiepte van +0,2 m NAP. Er wordt gestreefd naar een worst-case inschatting van de kweltoename in relatie tot de ontgraving van de kleiige deklaag. Uit het grondonderzoek wordt in de toplaag enkel klei gevonden. Over het te vergraven oppervlak wordt dus enkel klei ontgraven. Er wordt een inschatting gemaakt van een gemiddelde ontgraving van 1 meter klei over het gehele oppervlak (max. ontgraving lokaal is 1,3 meter, maar we hebben ook te maken met taluds en oppervlakten met minder ontgravingsdiepte).

De natte omtrek van de watergangen wordt gebruikt in de berekening voor opbolling/drooglegging van de percelen. In de paragraaf voor de berekening met de formule van Hooghoudt wordt hier in detail op ingegaan. Hierbij wordt gekeken naar de worst-case locaties ter plaatse van het noordwestelijke perceel. Ter plaatse van deze percelen wordt een watergang gedempt en ontstaat een langere afstand tussen de sloten als in de huidige situatie. Op de overige locaties worden meer oppervlaktewateren gecreëerd, waardoor een toename van de ontwatering van de percelen ontstaat. Als uitgangspunt wordt voor de natte omtrek de ontwerpcriteria voor de watergangen aangehouden. Deze zijn gepresenteerd in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 - Uitgangspunten natte omtrek watergangen (Waterschap Rivierenland, 2018)

Status watergang	Bodembreedte (m)	Talud (-)	Waterdiepte (m)	Natte omtrek (m)
A	0,70	2	1,0	5.17
B	0,50	2	0,5	2.74
C	0,50	1	0,5	1,91

Het uitgangspunt voor het toekomstig maaiveld op de nieuwe percelen wordt aangesloten op het bestaande bouwpeil van de omgeving (aldus de bestaande wijken ten noorden en westen van het

projectgebied). Deze maaiveldhoogten worden als uitgangspunt meegenomen in de berekeningen voor de opbolling en drooglegging.

### 4.2.3 Opbolling tussen de watergangen

Met betrekking tot de berekening voor de drooglegging wordt gebruik gemaakt van de Formule van Hooghoudt (ref [8]). De opbolling wordt berekend op drie locaties, die gezamenlijk maatgevend zijn voor de percelen binnen het projectgebied. Deze drie locaties zijn gegeven in Figuur 4-2. Op locatie 1 ligt een beperkte kleiige deklaag van een halve meter, waardoor de laagscheiding tussen holoceen en pleistoceen boven het oppervlaktewaterpeil ligt. Locatie 2 en 3 bevatten 1,5 tot 2,5 meter klei in de deklaag (zie ook 3.2.2). Dit resulteert ter plaatse van de watergang in een laagscheiding onder het oppervlaktewaterpeil.

Na het berekenen van de opbolling is het mogelijk om een inschatting te geven van de drooglegging. Daarvoor is een beeld nodig van de maaiveldhoogte. Deze is gegeven in Figuur 3-1. In het ontwerp wordt de maaiveldhoogte op de nieuwe percelen aangesloten op het huidig maaiveld van de bestaande percelen met woningen. Dit betekent dat de toekomstige maaiveldhoogte op de percelen ligt tussen +1,6 en +2,0 m NAP.



Figuur 4-2 - Overzicht locaties berekeningen opbolling.

Tabel 4-2 - Parameter input berekeningen opbolling voor de drie locaties.

Parameter	Berekening loc. 1	Berekening loc. 2	Berekening loc. 3
Grondwateraanvulling (Gem. /nat) (m/dag)	0,001 / 0,003	0,001 / 0,003	0,001 / 0,003
Doorlatendheid holoceen (m/d)	0,05	0,01	0,01
Afstand tussen de watergangen (m)	85	66	40
Natte omtrek watergang (m)	4.2 (B-watergang met minder stijl talud ontwerp)	6.8 (Gem. B-watergang + profiel ontwerp)	5.17 (A-watergang)
Verwachte maaiveldhoogte (m NAP)	+1,6 (worst-case)	+1,6 (worst-case)	+1,6 (worst-case)

Dikte ophoging bouwrijp maken (toekomstig – huidig maaiveld)(m)	0,8	0,8	0,8
Aanname doorlatendheid ophoging bouwrijp maken (m/d)	5	5	5
Dikte holocene kleilaag onder waterpeil	0,5	0,9	1,9

In Tabel 4-3 zijn de resultaten uit de berekeningen gegeven. Op elke locatie is uitgegaan van een verhoging van de maaiveldhoogte overeenkomstig met de huidige omgeving. Dat betekent dat er ongeveer 0,8 meter aan ophoogzand gebruikt wordt. Voor het ophoogzand is een conservatieve aanname voor de doorlatendheid van 5 meter per dag gedaan.

Ter plaatse van de locatie 1 is slechts een zeer beperkte kleiige deklaag aanwezig van 0,5 meter. De diepte van de toekomstige watergang snijdt door deze laag heen. Het resultaat is dat er slechts een zeer beperkte opbolling berekend wordt. Voor locatie 2 en 3 is een dikkere holocene kleiige laag aanwezig, waardoor de percelen rondom deze locaties gevoeliger zijn voor opbolling. Op locatie 2 wordt de meeste opbolling berekend voor de natte situatie. Dit resulteert in een drooglegging van 0,59 meter ten opzichte van het toekomstig maaiveld. Voor het maaiveld is dat een voldoende drooglegging. In het geval voor de toekomstige bebouwing op de percelen kelders voorzien zijn, wordt geadviseerd deze waterdicht te bouwen of een de drooglegging te verhogen door middel van een verdere ophoging van de percelen. Een andere optie is het aanbrengen van drainage op de plek van de huidige watergang.

Tabel 4-3 - resultaten berekende opbolling en drooglegging (o.b.v. inschatting toekomstig maaiveld +1,6 m NAP).

Parameter	Berekende opbolling (m)	Oppervlakte waterpeil (zomerpeil in m NAP)	Inschatting drooglegging (m onder toekomstig maaiveld)
Locatie 1 - Gemiddeld	0,02	0,2	1,38
Locatie 1 - Nat	0,05	0,2	1,35
Locatie 2 - Gemiddeld	0,47	0,2	0,93
Locatie 2 - Nat	0,81	0,2	0,59
Locatie 3 - Gemiddeld	0,28	0,2	1,12
Locatie 3 - Nat	0,49	0,2	0,91

#### 4.2.4 Kwel

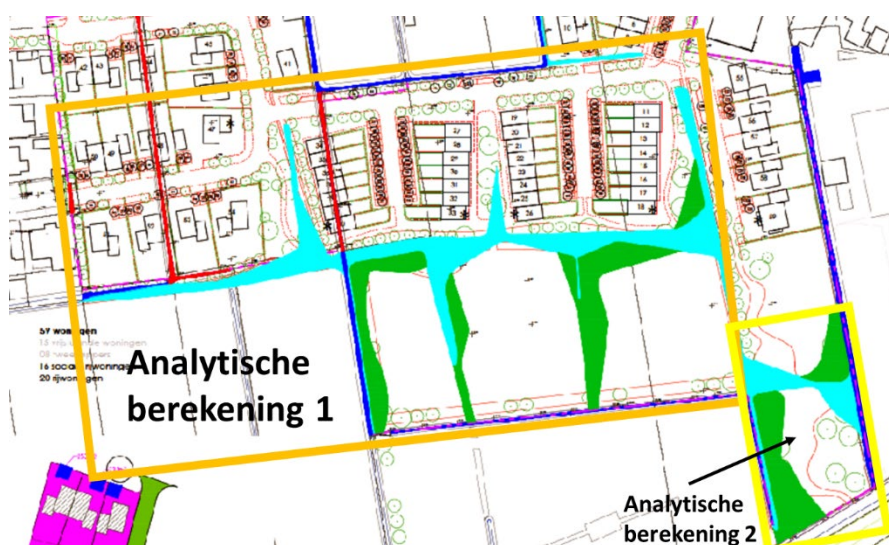
Ten behoeve van de aanleg van de watercompensatie zal een deel van de deklaag afgegraven worden. Hierdoor wordt de weerstand van deze deklaag verminderd. Dit heeft invloed op de kwel in het gebied bij een hoge rivierwaterstand.

Een worst-case kwelberekening wordt uitgevoerd met de Formule van Mazure (ref [9]). Er wordt gekeken naar de potentiële kweltoename bij het voorkomen van een T10 hoogwaterstand. Het oppervlak voor de analytische berekening is opgedeeld in twee oppervlakken. Er wordt dus een berekening uitgevoerd voor het oppervlak dicht op de dijk (gedeelte 2, zie Figuur 4-3) en het oppervlak op een wat ruimere afstand van de dijk (gedeelte 1 uit Figuur 4-3). In de berekening wordt echter wel de kortste afstand tot de rivier voor het betreffende oppervlak ingevoerd.



- Uit het ontwerp wordt voor gedeelte 1 een oppervlakte met nieuwe berging/vergraving berekend van ongeveer 4600 m<sup>2</sup>. Deze oppervlakte heeft een gemiddelde afstand van ongeveer 125 meter tot de buitenkruin van de dijk.
- Gedeelte 2 van de vergravingen ligt dicht op de binnenteen van de dijk. De gemiddelde afstand tot de buitenkruin van de dijk is ongeveer 50 meter. De oppervlakte met nieuwe berging/vergraving uit het ontwerp is bepaald op 1280 m<sup>2</sup>.

De totale potentiële kweltoename op het peilvak is de optelsom van deze twee berekeningen. In Tabel 4-4 zijn de uitgangspunten en resultaten voor beide berekeningen gepresenteerd. Figuur 4-3 geeft een overzicht van de locaties van de twee oppervlakken.



Figuur 4-3 - Overzicht locaties analytische berekeningen met de Formule van Mazure (1936).

Tabel 4-4 - Parameter input en resultaat berekening kweltoename met de Formule van Mazure (1936).

Parameter	Analytische berekening 1	Analytische berekening 2	Totaal
Grondwateraanvulling (zomer/winter) (m/dag)	3100	3100	-
Doorlatendheid laag boven oppervlaktewaterpeil (m/dag)	225 (zwak/matig siltig klei)	200 (zwak/matig siltig klei)	-
Doorlatendheid laag onder oppervlaktewaterpeil (m/dag)	2,56	2,56	-
Dikte kleilaag holoceen (m)	2,25 (gemiddelde dikte)	2,00 (gemiddeld dikte)	-
Oppervlak voorziening (m <sup>2</sup> )	4600	1260	5860
Afstand voorziening tot rivier (m)	125	50	-
Diepte vergraving voorziening (m)	1,0 (gemiddelde diepte)	1,0 (gemiddelde diepte)	-

Berekende kwel huidige situatie (m <sup>3</sup> /dag)	45,3	15,1	60,4
Berekende kwel toekomstige situatie (m <sup>3</sup> /dag)	81,6	30,3	111,9
Toename berekende kwel (m <sup>3</sup> /dag)	36,3	15,2	<b><u>51,5 m<sup>3</sup>/dag</u></b>

Uit Tabel 4-4 volgt, dat bij de inpassing van de plannen zoals gegeven in het ontwerp de totale berekende kwel toename uitkomt op 51,5 m<sup>3</sup> per dag (<1l/s). Als wordt uitgegaan van een golf van 10 dagen en een factor 2/3 als correctie in verband met de parabolische vorm van een hoogwatergolf, betekent het dat een waterberging nodig is van 343 m<sup>3</sup>. Deze hoeveelheid past ruimschoots in de voorziene waterberging (zie subparagraaf 4.3.1).

#### 4.2.5 Opbarstrisico

Voor de aanleg van de watercompensatie moet aangetoond worden in hoeverre er risico bestaat op opbarsting van de bodem. Deze opbarsting kan voorkomen doordat een deel van de deklaag wordt afgegraven. Hiermee neemt de neerwaartse tegendruk af, en kan spanningswater onder de deklaag zorgen voor opbarsting van de slootbodern.

$$\gamma_{opbarsting} = \frac{d \cdot \gamma_{nat}}{(\varphi_z - h_p) \cdot \gamma_w}$$

Met:

- $\gamma_{opbarsting}$  Veiligheidsfactor tegen opbarsten [-]
- $d$  Dikte slecht doorlatende laag [m]
- $\gamma_{nat}$  Vochtige volumegewicht deklaag [kN/m<sup>3</sup>]
- $\gamma_w$  Volumegewicht water [kN/m<sup>3</sup>]
- $\varphi_z$  Stijghoogte direct onder deklaag [m NAP]
- $h_p$  Referentiehoogte onderkant deklaag [m NAP]

Voor de opbarstberekening wordt onderscheid gemaakt in de volgende gebieden (zie Figuur 4-4).



Figuur 4-4: onderscheid in opbarstberekningen

1. Het hoger gelegen gebied in de noordoosthoek, waar ongeveer 0,5 meter klei aangetroffen is; Op deze locatie wordt een watergang ongeveer 30 meter verplaatst in westelijke richting. Hier wordt waarschijnlijk lokaal de kleilaag afgegraven. Het maaiveld bedraagt +1,0 - 1,10 m NAP, de kleilaag 0,5 meter dik, en de nieuwe slootbodembodem -0,3 m NAP. Opbarsting van de slootbodembodem zal hier niet optreden, omdat het kwelwater via de zandige bodem naar de watergang kan draineren. Op deze manier functioneert de huidige watergang ter plekke waarschijnlijk ook.

2. De rest van de vergravingen, waar overal meer dan 1,5 tot 3,0 meter klei aanwezig is. De locatie waar het meeste risico op opbarsten is, is waar de kleilaag onder de ontgraving het minst dik is. Dat is waarschijnlijk de plek met de rode X in Figuur 4-4. Hier bedraagt de dikte van het kleipakket 1,5 meter (volgens [5]) en is het huidige maaiveld ongeveer +0,97 m NAP (AHN3). Het kleipakket reikt dus ongeveer tot -0,53, terwijl de nieuwe slootbodembodem ligt op -0,30 m NAP.

Als de  $\gamma_{opbarsting}$  lager is dan 1,1, is er geen risico op opbarsten.

- Dikte slecht doorlatende deklaag na ontgraven: 23 cm;
- Vochtige volumegewicht deklaag: 17 kN/m<sup>3</sup>;
- Volumegewicht water: 10 kN/m<sup>3</sup>;
- Stijghoogte direct onder deklaag: +0,40 (GHG) of +0,03 m NAP (GG);
- Referentiehoogte onderkant deklaag: -0,53 m NAP.

Zowel bij een gemiddelde grondwaterstand als bij GHG is er risico op opbarsten tijdens aanleg van de waterberging. Bij uitvoering van de werkzaamheden is dus een spanningsbemaling nodig, waarbij de stijghoogte in het watervoerend pakket naar ongeveer -0,2 m NAP gebracht moet worden.

Een alternatief voor een spanningsbemaling is het aanbrengen van een kleilaag. Ter plaatse van de ontgraving dient een kleilaag van in totaal 1 meter dikte aangebracht te worden. In dat geval is de tegendruk precies groot genoeg om opbarsting te voorkomen.

Op het moment dat de waterberging "in bedrijf" is, zal er altijd water in staan (peilen +0,1 / +0,2 m NAP), en is er dankzij de tegendruk van het water geen risico op opbarsten.



### 4.3 Oppervlaktewater

In deze paragraaf wordt beschreven welke aanpassingen in het oppervlaktewatersysteem plaatsvinden, en wordt het effect van de aanpassingen beschreven. Vanwege toename van verharding, het dempen van sloten en de toename van kwel (zie paragraaf 4.2) is watercompensatie nodig om te zorgen dat het omliggende oppervlaktewatersysteem geen negatieve effecten ondervindt.

#### 4.3.1 Maatregelen die invloed hebben op het oppervlaktewatersysteem

In Figuur 4-1 is te zien dat er centraal in het gebied watercompensatie wordt aangelegd. Deze watercompensatie heeft een drieledig doel:

1. Compensatie voor toename kwel (zie subparagraaf 4.2.4);
  - Door het graven neemt de kwel toe met ongeveer 51 m<sup>3</sup>/dag. Uitgaande van een hoogwatergolf van 10 dagen en een correctiefactor van 2/3 betekent dit een opgave van 343 m<sup>3</sup>.
2. 1 op 1 compensatie voor het dempen van watergangen;
  - Doordat de berging afneemt met het dempen van watergangen, moet deze berging elders terugkomen;
3. Compensatie voor versnelde afvoer door toename verhard oppervlak.
  - Het waterschap heeft regels voor het compenseren van versnelde afvoer door toename verhard oppervlak. Normaal gesproken geldt de regel dat 436 m<sup>3</sup> waterberging gerealiseerd moet worden per hectare nieuwe verharding. In dat geval levert een T=10+10% neerslagsituatie een peilstijging op van minder dan 30 cm.

Doelen 2 en 3 worden in één keer meegenomen in een maatwerkberekening met een oppervlaktewatermodel. In samenspraak met Waterschap Rivierenland is besloten een maatwerkberekening uit te voeren, vanwege de complexiteit van deze maatregelen.

#### 4.3.2 Toename verhard oppervlak

Voor het bepalen van de toename verhard oppervlak zijn volgende uitgangspunten zijn gebruikt<sup>9</sup>:

- In de huidige situatie is de verharding 0 m<sup>2</sup>;
- Rijwegen: 100% van het oppervlak wordt gezien als verharding
- Voet-/fietspaden: 100% van het oppervlak wordt gezien als verharding
- Parkeervakken die niet op het perceel liggen: 100% van het oppervlak wordt gezien als verharding;
- Percelen kleiner dan 250 m<sup>2</sup>: aangenomen wordt dat 80% van het perceel verhard is (aanname uit [2]);
- Percelen tussen 250-600 m<sup>2</sup>: aangenomen wordt dat 65% van het perceel verhard is (aanname uit [2]);
- Er zijn twee percelen van meer dan 600 m<sup>2</sup>. Hiervan wordt aangenomen dat de toename van verharding 400 m<sup>2</sup> bedraagt (aanname uit [2]).

Tabel 4-5 toont een overzicht van de toename van verharding per categorie. Deze categorieën komen overeen met de kleuren in Bijlage 2.

Tabel 4-5: Overzicht toename verharding per categorie

Onderdeel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Aandeel verhard	Verhard oppervlak (m <sup>2</sup> )
-----------	-------------------------------	-----------------	-------------------------------------

<sup>9</sup> Afgestemd met Waterschap Rivierenland en Gemeente Altena

Rijwegen	3.037	100%	3.037
Voet-/fietspaden	1.741	100%	1.741
Parkeervakken buiten percelen	1.127	100%	1.127
Percelen <250 m <sup>2</sup>	3.990	80%	3.192
Percelen 250-600 m <sup>2</sup>	8.686	65%	5.643
Perceel >600 m <sup>2</sup>	1.263	400 m <sup>2</sup> per perceel	800
<b>TOTAAL toename verhard oppervlak</b>			<b>15.540</b>

De bepaling van verhard oppervlak per onderdeel is te vinden in Bijlage 2.

Waterschap Rivierenland stelt dat met een bui T=10+10% het waterpeil in de sloten maximaal 30 cm mag stijgen. Dit is een regenbui die, volgens de statistieken, eenmaal per 10 jaar optreedt (inclusief 10% klimaatopslag). Voor berekening van de benodigde waterberging voor ruimtelijke ontwikkelingen is in principe de bui T=10+10% maatgevend. Daarbij geldt als vuistregel dat er 436 m<sup>3</sup> waterberging in open water nodig is per hectare verharding. Met een peilstijging van 30 cm betekent dit een wateroppervlak van 1.453 m<sup>2</sup> per hectare toegenomen verharding. In Genderen-Zuid neemt de verharding toe met 1,5650 ha, wat betekent dat volgens de vuistregel een totale waterberging van 2.259 m<sup>2</sup> benodigd is (of: 678 m<sup>3</sup>).

- In het ontwerp is voor de watercompensatie 2.418 m<sup>2</sup> aan nieuw water voorzien (het nieuwe open water van de omleiding aan de oostzijde wordt hierbij uiteraard niet meegerekend);
- In het ontwerp wordt 493 m<sup>2</sup> huidig open water gedempt.
- De netto toename van oppervlaktewater in de watercompensatie bedraagt daarmee 1.925 m<sup>2</sup>. Aangezien er ook nog 2.026 m<sup>2</sup> aan natuurvriendelijke flauwe oevers voorzien is, zou dit voldoende moeten zijn om de 30 cm peilstijging in een T=10+10% te kunnen bergen en vertraagd af te voeren. Vanwege de complexiteit van het plan, is in samenspraak met het waterschap besloten een maatwerkberekening uit te voeren om te kijken of de peilstijging inderdaad binnen de 30 cm blijft.

Naast de eis van peilstijging in een situatie T=10+10% mag bij een regenbui T=100+10% het waterpeil maximaal stijgen tot de laagste putdekselhoogte op wijkniveau.

### 4.3.3 Maatwerkberekening oppervlaktewater

#### Door te rekenen situaties

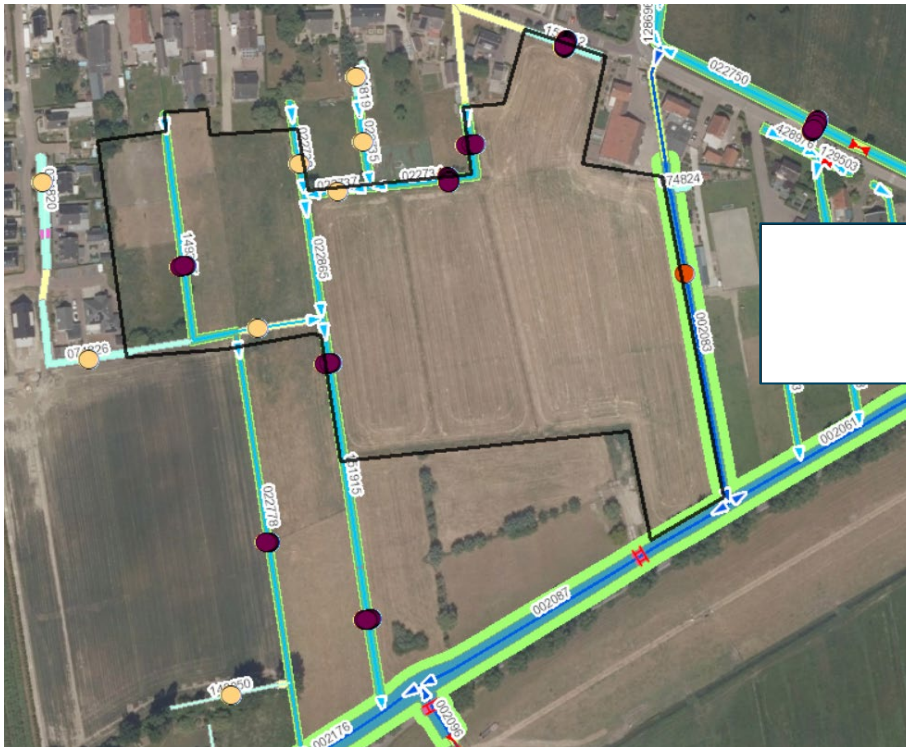
In samenspraak met het waterschap zijn de situaties uit Tabel 4-6 doorgerekend.

Tabel 4-6: Door te rekenen situaties maatwerkberekening

Doorgerekende situatie	Toetscriteria
Maatgevende afvoersituatie (situatie die 1 à 2 dagen per jaar voorkomt)	Max 5 mm opstuwung duikers Max 5 cm/km verhang in watergangen
Bui met herhalingstijd T=10 jaar (+10%)	Max 30 cm peilstijging
Bui met herhalingstijd T=100 jaar (+10%)	Geen overstrooming in stedelijk gebied

#### Actualisatie model

Als basis is het aangeleverde model 'AB\_nbw.lit' gebruikt<sup>10</sup> (SOBEK versie 2.12.003). Dit model bevat alleen de A-watgangen, en daarnaast een zeer grove schematisatie van verhard en onverhard oppervlak. Daarom heeft een actualisatie plaatsgevonden met daarin de B- en C-watgangen. Hiervoor is gebruik gemaakt van gemeten profielen en zogenaamde dummyprofielen<sup>11</sup>. Van de dummyprofielen is een inschatting gedaan of dit realistische profielen zijn, op basis van maaiveldhoogte (AHN3) en luchtfoto. De locaties van de toegevoegde profielen zijn te zien in Figuur 4-5.



Figuur 4-5: Toegevoegde profielen B- en C-watgangen en A-watgang aan de oostzijde

Naast het toevoegen van de watgangen en profielen, is er verhard oppervlak toegekend aan de huidige situatie. Het verhard en onverhard oppervlak van de gehele afwaterende eenheid LHA074 is teruggebracht naar het plangebied van Genderen-Zuid. De volgende grove oppervlaktes gelden voor LHA074:

- Verhard oppervlak LHA074: 5,38 ha.
- Onverhard oppervlak LHA074: 46,18 ha.
- Kassen: 0,88 ha.

Het plangebied van Genderen-Zuid beslaat maar een klein oppervlak van LHA074. Bij het detailleren van het watersysteem zijn de volgende oppervlaktes toegekend aan het gebied dat afwatert op Genderen-Zuid, ingeschat op basis van de luchtfoto.

- Verhard oppervlak Genderen-Zuid: 1,14 ha.
- Onverhard oppervlak Genderen-Zuid: 9,76 ha.
- Kassen Genderen-Zuid: 0 ha.

<sup>10</sup> Aangeleverd door Waterschap Rivierenland op 21 oktober 2022

<sup>11</sup> Aangeleverd door Waterschap Rivierenland op 7 november 2022

Voor de maatgevende situatie wordt overal een afvoer van 1,5 l/s/ha op het model gezet. Voor de bestaande A-watgang aan de oostzijde wordt een maatgevende afvoer van 2,29 l/s aangehouden.<sup>12</sup>

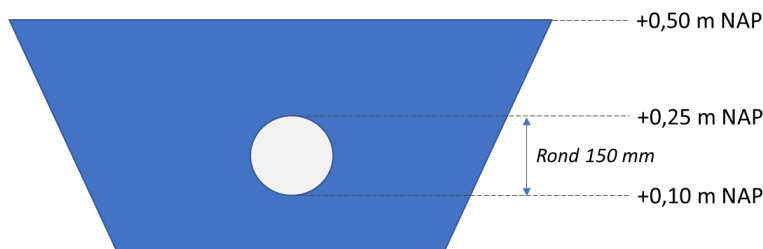
### Aanpassingen model aan toekomstige situatie

#### Waterberging en natuurvriendelijke oevers (NVO)

In het model zijn de profielen opgenomen zoals in Bijlage 1. De toename van oppervlaktewater is ook verwerkt in de knopen 'lateral\_neerslag', die de neerslag op open water schematiseren.

#### Knijpstuw

De knijpstuw is bedoeld om het hemelwater vertraagd af te voeren. Figuur 4-5 toont het principe en de afmetingen van de knijpstuw.



Figuur 4-6: Principe knijpstuw

In SOBEK is de knijpstuw geschematiseerd als een stuw met kruin op +0,50 m NAP en een korte duiker van rond 150 mm.

#### Toename verhard oppervlak

De toename verhard oppervlak is verwerkt in de 'Paved Nodes', conform Bijlage 1. Het verharde oppervlak van het woningblok 56 t/m 60 is ook op de centrale waterberging gezet. De toename van verhard oppervlak zijn ook verwerkt als afname in de onderharde 'Unpaved nodes'.

#### Omleiding bestaande A-watgang inclusief duikers

De omleiding van de bestaande A-watgang is conform profielen in Bijlage 1 verwerkt. De duikers zijn in het model gezet, met diameter rond 800 mm, en lengte respectievelijk 15 en 11 meter.

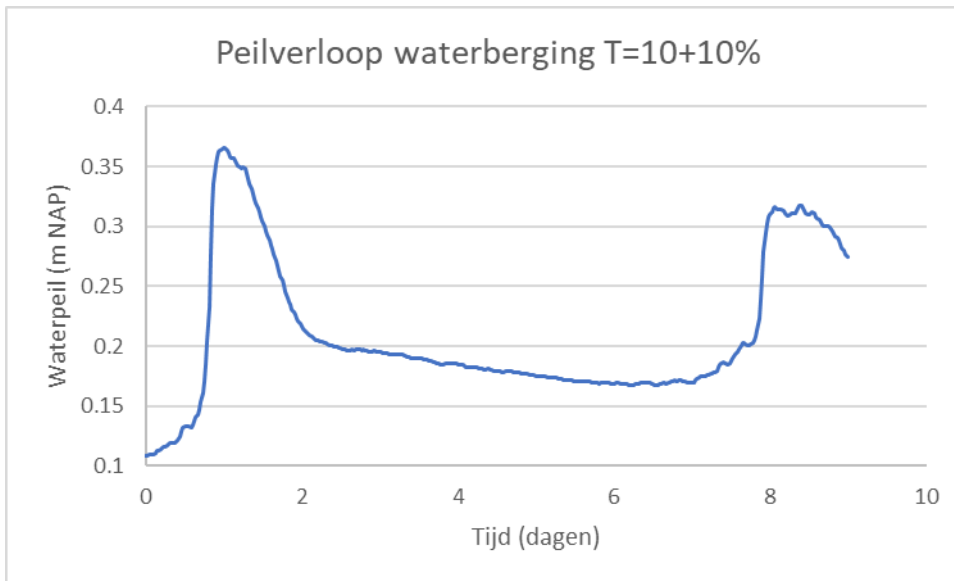
#### Overige aanpassingen

Verleggen, verlengen en dempen van bestaande watgangen zijn conform ontwerp in Bijlage 1 in het model verwerkt. De duiker centraal in het gebied heeft diameter rond 800 mm gekregen, en een lengte van 13 meter.

#### Modelresultaten

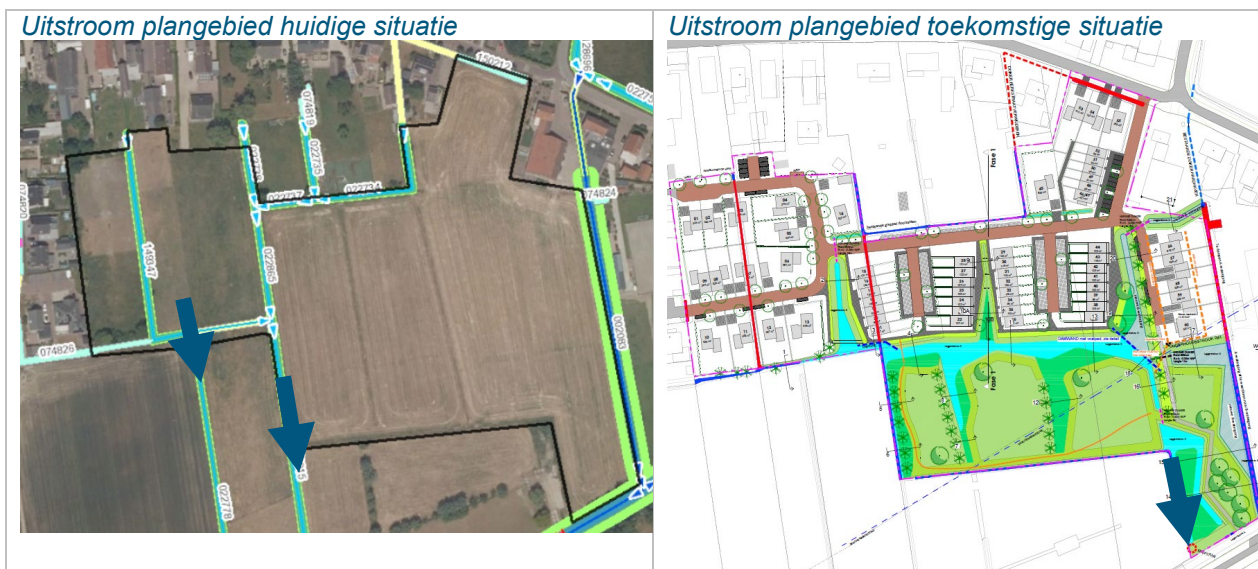
De bui met herhalingsstijd T=10 jaar +10% mag een maximale peilstijging van 30 cm opleveren in de waterberging. Figuur 4-7 toont het peilverloop van de T=10+10% situatie. Hier is te zien dat de peilstijging minder dan 30 cm bedraagt.

<sup>12</sup> Afgestemd met Waterschap Rivierenland d.d. 2-2-2023



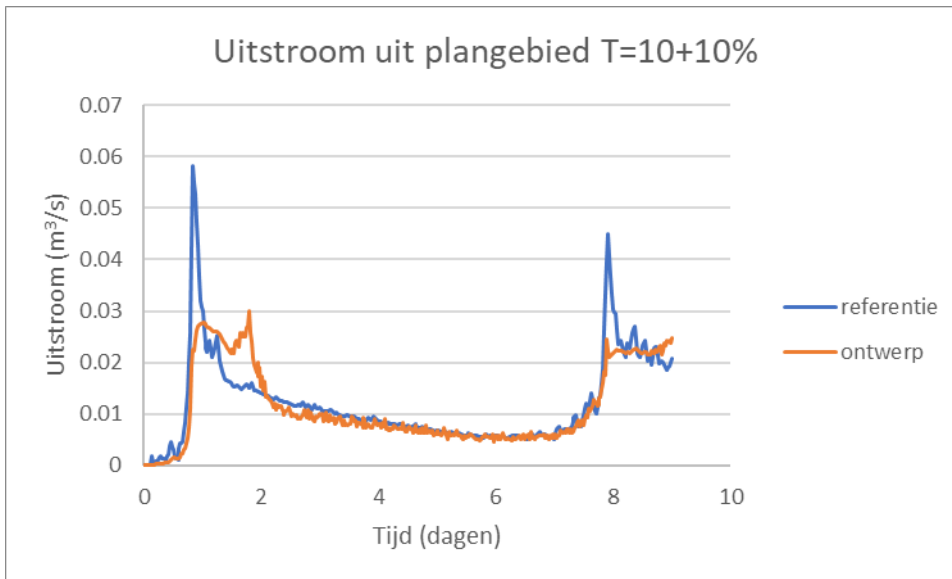
Figuur 4-7: Peilverloop  $T=10+10\%$

Om inzicht te krijgen in de bufferende werking van de waterberging+knijpstuw, is de uitstroom uit het plangebied vergeleken, in de referentiesituatie (huidig) en het ontwerp.

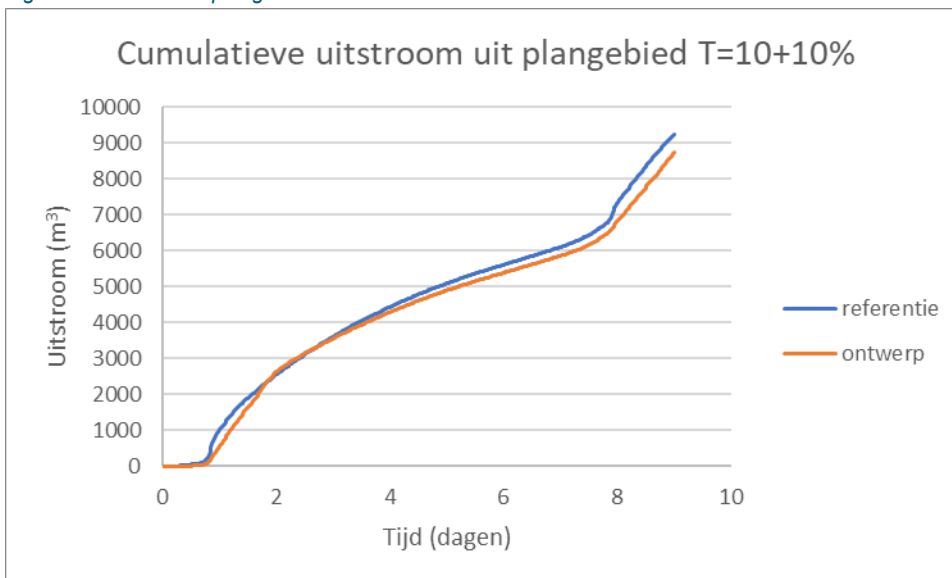


Figuur 4-8: Uitstroom plangebied in huidige situatie en toekomstige situatie

Figuur 4-9 en Figuur 4-10 laten zien dat de waterberging en knijpstuw bufferend werken. De toename van verharding wordt niet afgewenteld op het bestaande watersysteem. Er vindt zelfs minder afstroming plaats dan in de huidige situatie.



Figuur 4-9: Uitstroom plangebied in T=10+10%

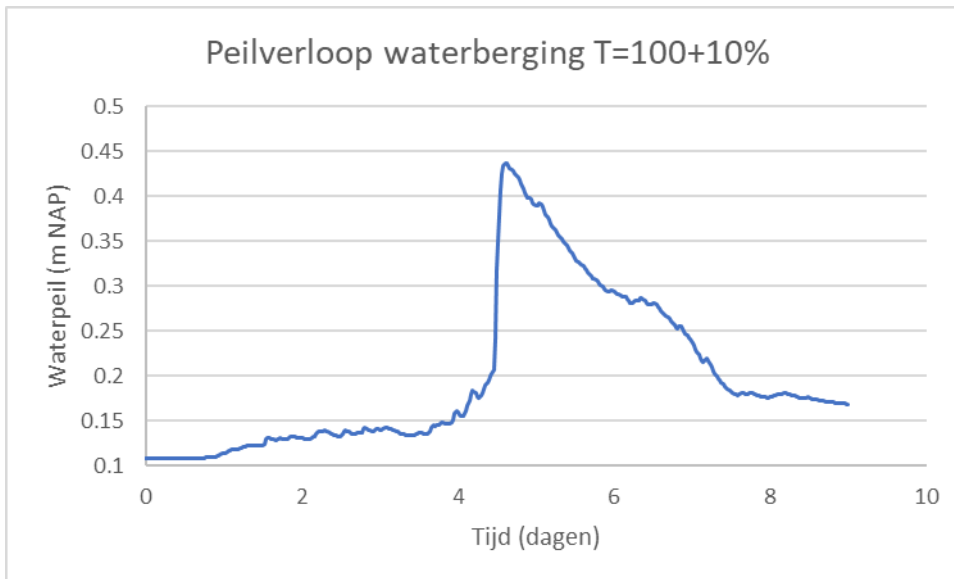


Figuur 4-10: Cumulatieve uitstroom plangebied in T=10+10%

De maximale afvoer uit het gebied bedraagt ongeveer 30 l/s/ha. Het afwaterend oppervlak bedraagt ongeveer 20 hectare. Dit betekent dat de afvoer gemaximaliseerd is op 1,5 l/s/ha.

In de situatie van T=100+10% komt het peil niet boven de +0,45 m NAP uit (zie Figuur 4-11). Dat is ruim onder het bestaande en toekomstige maaiveld.





Figuur 4-11: Peilverloop T=100+10%

De eisen aan de maatgevende afvoer (T=1) zijn:

- Max 5 mm opstuwung duikers

De vier nieuwe duikers hebben allen een opstuwung van minder dan 1 mm in een T=1 situatie.

- Max 5 cm/km verhang in watergangen

Het verhang in de af te waarden watergang aan de oostzijde (met omleiding) heeft een verhang van minder dan 1 mm/km. Ook het verhang in de centrale waterberging bedraagt minder dan 1 mm/km.

Conclusie: bij maatgevende afvoer voldoet het watersysteem aan de eisen.

Het SOBEK model met alle cases (aangeleverd, basis, referentie en ontwerp) worden opgeleverd bij deze notitie.

#### 4.3.4 Invloed op bestaande wijken

De aanleg van de watercompensatie heeft mogelijk invloed op de omliggende bestaande wijken, aangezien het bestaande oppervlaktewater nu ook gaat afwateren via de knijpconstructie, terwijl het in de huidige situatie vrij kan afwateren naar het zuiden. De knijpstuw zorgt voor vertraagde afvoer, en ook voor een peilstijging van ongeveer 30 cm in een neerslagsituatie die eens per 10 jaar voorkomt.

De aanwezigheid van de knijpstuw en de bijbehorende peilstijging heeft geen negatieve invloed op het huidige watersysteem van Genderen: in zowel T=10 als T=100 situatie neemt het maximaal optredend peil toe (tot resp +0,37 à +0,44 m NAP), maar de maximale peilen blijven ruimschoots onder bestaand maaiveld van de wijken (>+1,50 m NAP).

#### 4.4 Primaire kering

De primaire kering bij de Bergsche Maas heeft verschillende zoneringen, elk met haar eigen regels en beperkingen, zoals ook in paragraaf 0 is uiteengezet. De beperkingen hebben voornamelijk betrekking op de stabiliteit van de kering. In het voortraject is het volgende afgesproken met gemeente en waterschap:

- Binnen de beschermingszone niet graven;
- Binnen de buitenbeschermingszone minimaal graven;
- Op plaatsen waar wel gegraven wordt; minimaal 1 meter klei in de ondergrond houden.

In de Beschermingszone van de kering (zie Figuur 2-2) wordt niet gegraven.

Het ontwerp van de woonwijk is zo ingericht, dat er geen bebouwing komt binnen de Buitenbeschermingszone.

## 4.5 Boringsvrije zone

Er worden geen activiteiten ondernomen die verboden zijn vanwege de aanwezigheid van een boringsvrije zone (zie paragraaf 2.3.1).

## 4.6 Afvalwater

In een voorstadium is een schetsontwerp met korte notitie opgesteld voor het DWA riool [12]. Zie Figuur 4-12 voor een uitsnede uit het schetsontwerp.



Figuur 4-12: uitsnede uit schetsontwerp DWA riool

Het bestaande gemengde riool rondom het plangebied ligt te hoog om direct op aan te kunnen sluiten. Aangezien het gehele stelsel richting de zuidwestzijde afwatert, is dit voor het bouwplan ook de meest logische richting. De diameter van het bestaande riool in de Weteringshof (PVC Ø315mm) voldoet naar verwachting. De aansluithoogte van de laatste streng is echter ook te hoog, namelijk +0.05m NAP. Het voorstel is om deze laatste streng op te breken en dieper aan te leggen. Hierdoor kunnen we aansluiten op de bestaande inspectieput, nummer 4289, met een bob van -0,94m NAP. Het DWA-riool zal bestaan uit een PVC-buis Ø315mm (afschot 1:300) of Ø250mm (afschot 1:250). De minimale dekking op het hoofdriool zal minimaal 1,20m bedragen (eis vanuit Gemeente Altena). Detaillering van deze principes vindt plaats in de volgende fase van het ontwerp.

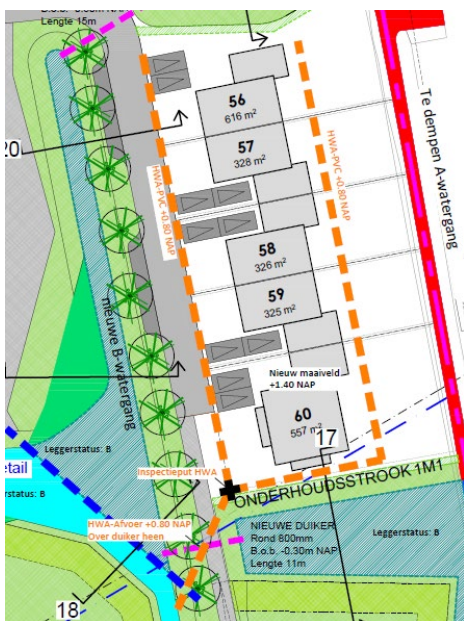
## 4.7 Hemelwater

Het hemelwater wordt niet aangesloten op het DWA rioolstelsel. Middels dakgoten en via de wegen en molgoten wordt het hemelwater zo veel mogelijk bovengronds verzameld en via verschillende lozingslocaties centraal afgevoerd naar de waterberging. De doodlopende wegen zullen in omgekeerd dakprofiel worden uitgevoerd met een molgoot in het midden van de weg. Overige wegen zullen tonrond of op 'één oor' worden gelegd.



Op locaties waar bovengrondse afvoer niet mogelijk is, wordt (lokaal) een HWA riool aangelegd. De diameters van de leidingen zullen minimaal rond 250mm bedragen.

Het hemelwater dat valt op het gedeelte aan de oostzijde, de nummers 56 t/m 60, watert bovengronds via de straat en een molgoot af in de richting van de centrale waterberging. Het watert dus niet af naar de naast gelegen B-watergang, maar kruist de B-watergang middels een technische voorziening ter hoogte van het voetpad/wandelbrug in de richting van de centraal gelegen waterberging. Deze technische voorziening betreft een duiker/buis, die de duiker in de B-watergang bovenlangs kruist (b.o.b. +0,30 m NAP). Zie ook Figuur 4-13. Detaillering van het principe vindt plaats in de volgende fase van het ontwerp.



Figuur 4-13: Technische voorziening afwatering hemelwater nummers 56 t/m 60

## 4.8 Beheer en onderhoud

Daar waar een nieuwe watergang aan de openbare ruimte grenst, wordt het door de gemeente onderhouden. Bij brede watergangen is groot materieel nodig is om het maaionderhoud uit te voeren. Op die plekken is een onderhoudsstrook van 4 meter breed voorzien (conform eis HIOR).

Het beheer en onderhoud van smallere watergangen wordt uitgevoerd door aangrenzende perceeigenaren. Voor B-watergangen wordt altijd een minimale onderhoudsstrook van 1 meter aangehouden.

In de dwarsprofielen in Bijlage 1 is te zien dat er voldoende ruimte is om het onderhoud uit te voeren (soms vanaf privaat terrein).

## 5 Conclusies

De Gemeente Altena verkent de mogelijkheid om ten zuiden van Genderen een nieuwe woonwijk te ontwikkelen: Genderen-Zuid. Samen met de gemeente en Waterschap Rivierenland is invulling gegeven aan de waterhuishoudkundige aspecten in deze ontwikkeling. Deze notitie geeft inzicht in hoe de waterhuishoudkundige aspecten van deze voorgenomen ontwikkeling uitgewerkt en geborgd zijn. Concreet betekent het dat als gevolg van de ontwikkeling geen negatieve effecten op de omgeving mogen plaatsvinden. Deze waterhuishoudkundige notitie is de basis voor de waterparagraaf in de toelichting van het bestemmingsplan. Daarbij is onderscheid gemaakt in grondwater en oppervlaktewater, maar wordt daarnaast ingegaan op de effecten op de waterkering, de boringsvrije zone, afvalwater, hemelwater en beheer&onderhoud.

### Grondwater

Ten behoeve van de geohydrologie zijn een tweetal analyses uitgevoerd met behulp van analytische berekeningen. Als gevolg van de vergravingen in het achterland is de potentiële kweltoename op het oppervlaktewatersysteem berekend. Daarnaast is de opbolling van de grondwaterstand op de percelen inclusief toekomstig verwachte drooglegging berekend.

Op basis van de opbollingsberekeningen worden geen grote problemen verwacht. Er zijn drie locaties beschouwd op de maatgevende locaties. De minimaal gevonden drooglegging van de percelen is berekend op 0,59 meter minus maaiveld. Dit is bepaald op basis van de verwachte toekomstige maaiveldhoogte, waarbij conservatieve aannames zijn gedaan voor de eigenschappen van de ophoging van het maaiveld (laagste verwachte maaiveldhoogte). Er wordt geadviseerd kelders waterdicht aan te leggen als deze voorzien zijn in de toekomstige bebouwing. Een alternatief is het verder ophogen van het maaiveld om voldoende drooglegging voor eventuele kelders te creëren.

Uit de kwelberekening volgt een potentiële toename van de berekende kwel. Er is een berekening uitgevoerd voor een T10 (10-jarige herhalingstijd) hoogwaterstand op de rivier. De potentiële kweltoename is berekend op 51,5 m<sup>3</sup> per dag, met een totale opgave van 343 m<sup>3</sup>. De kweltoename ten gevolge van deze vergravingen wordt gecompenseerd in de berging van het oppervlaktewatersysteem.

### Oppervlaktewater

De waterberging in het ontwerp is qua capaciteit groot genoeg om de 1-op-1 demping en versnelde afvoer door verhard oppervlak te compenseren. De maatwerkberekening laat zien dat een T=10+10% situatie voor minder dan 30% peilstijging zorgt. De T=100+10% situatie laat geen water op maaiveld zien, en in de maatgevende T1 situatie is de opstuwingshoogte bij de nieuwe duikers en het verval in de watergangen kleiner dan de normen.

Om de waterberging te vullen en vertraagd af te laten voeren, is een knijpstuw voorzien, met een gat van rond 150 mm.

De bestaande A-watergang aan de oostkant wordt omgeleid om bouwblokken 56 t/m 60 heen. De huidige A-watergang ten oosten van deze bouwblokken wordt gedempt, en de gehele watergang wordt afgewaardeerd naar B-watergang. Ook deze watergang voldoet in de maatwerkberekening aan de gestelde eisen.

### Primaire kering

In de Beschermingszone van de kering wordt niet gegraven en het ontwerp van de woonwijk is zo ingericht, dat er geen bebouwing komt binnen de Buitenbeschermingszone.

#### Overig

- Er worden geen activiteiten ondernomen die verboden zijn vanwege de aanwezigheid van een boringsvrije zone.
- Afvalwater: het te ontwerpen DWA-riool zal aangesloten worden aan het bestaande gemengde rioolstelsel aan de westzijde van het gebied. De bestaande aansluiting zal daarvoor wel dieper aangelegd moeten worden. Detaillering hiervan vindt plaats in de volgende fase van het ontwerp.
- Hemelwater wordt zo veel mogelijk bovenstrooms afgevoerd in de richting van de waterberging. Op locaties waar dat niet mogelijk is, wordt een HWA riool aangelegd. Het hemelwater dat valt op het gedeelte aan de oostzijde, de nummers 56 t/m 60, watert bovengronds via de straat en een molgoot af in de richting van de centrale waterberging. Ondertussen kruist het de nieuwe B-watergang middels een technische oplossing. Detaillering hiervan vindt plaats in de volgende fase van het ontwerp.
- Beheer en onderhoud: daar waar een nieuwe watergang aan de openbare ruimte grenst, wordt het door de gemeente onderhouden. Bij brede watergangen is groot materieel nodig is om het maaionderhoud uit te voeren. Op die plekken is een onderhoudsstrook van 4 meter breed voorzien.
- Het beheer en onderhoud van smallere watergangen wordt uitgevoerd door aangrenzende perceeleigenaren. Voor B-watergangen wordt altijd een minimale onderhoudsstrook van 1 meter aangehouden.
- In de dwarsprofielen in Bijlage 1 is te zien dat er voldoende ruimte is om het onderhoud uit te voeren (soms vanaf privaat terrein).

## 6 Referenties

- [1] Notitie/memo: *Advies vervolg waterhuishoudkundig plan Genderen-Zuid*, Royal HaskoningDHV, kenmerk BI7384-RHD-ZZ-XX-NT-Z-0001 d.d. 29 augustus 2022
- [2] Notitie: *Beleidsregels behorende bij de Keur Waterschap Rivierenland 2014*, Waterschap Rivierenland, vastgesteld door het college van dijkgraaf en heemraden van Waterschap Rivierenland te Tiel d.d. 9 december 2014
- [3] Rapport: *Beleidsvisie riolering en water*, Gemeente Altena, Tauw
- [4] Rapport: *Diverse (water)bodemonderzoeken Percelen D796, D1921 (ged.), D521, D2273 (ged.) en D2275 (ged.) achter de Kerkstraat te Genderen*, projectnummer B19.7548 Versie 01, Verhoeven Milieutechniek, d.d. 6 december 2019
- [5] Tekening: *Hoofdstraat-Kerkstraat-Tol Genderen, Ligging onderzoekslocatie met boorpunten*, GeoQuest, in opdracht van Lindeloof Tuin- en Landschapsarchitecten.
- [6] Rijkswaterstaat Zuid-Nederland. (2020). *Bijsluiter betrekkinglijnen 2019\_2020*. Maastricht: Rijkswaterstaat.
- [7] Provincie Noord-Brabant, *Omgevingsverordening Noord-Brabant, provincie Noord-Brabant*, Tercera
- [8] Hooghoudt, S. (1940). Bijdrage tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond. *Verslagen Landbouwkundige onderzoekingen* 46, pp. 515-707.
- [9] Mazure, J. (1936). Aanhangsel bij: Hoofdstuk III. Invloed van de Wieringermeer en van de toekomstige IJsselmeerpolders op de hydrologische gesteldheid der omgeving. *Rapporten en Mededeelingen betreffende de Zuiderzeewerken no. 5*.
- [10] Waterschap Rivierenland (2012): *Richtlijn toetsing kwel en wegzijging*, d.d. 23 oktober 2012
- [11] Waterschap Rivierenland. (2018). *Richtlijn ontwerpcriteria watergangen en kunstwerken (duikers, stuwen en gemalen) versie 1.3*. Tiel: Waterschap Rivierenland
- [12] Infra20 ontwerp en advies (2021): *Ontwerpnottitie riool*, kenmerk 017-003, d.d. 06-01-2021

## Bijlagen



## Bijlage 1: Waterhuishoudkundig ontwerp inclusief dwarsprofielen





- ALGEMEEN**
- woningen en tuinen
  - nieuw te graven open water (bergend/afvoer)
  - bestaande watergangen,
- VERHARDINGEN**
- wandelpad, 200x200mm tegels, kleur: grijs
  - parkeren, grasbetontegels, 450x450mm, kleur: antraciet
  - rijweg gebakken straatsteen, 210x105x80mm, kleur: roodbruin
  - parkeervakken, betonstraatsteen, keifmaat, 210x105x80mm, kleur: antraciet
  - halfverharde wandelpaden
  - struipaden, gemaaid in weiland
- TERREINRICHTINGSELEMENTEN**
- damwand met wandelpad
  - KNIJPSTUW
  - brug
  - duiker
  - knuppelbrug
- BEPLANTING**
- grasvelden woonwijk
  - plantvakken woonwijk
  - hagen
  - knofbomen bomen 2e en 3e grootte
  - bomen 1e grootte
  - nieuw te graven natte natuur
  - taluds
  - schouwstrook
  - weiland/ bloemrijk grasland

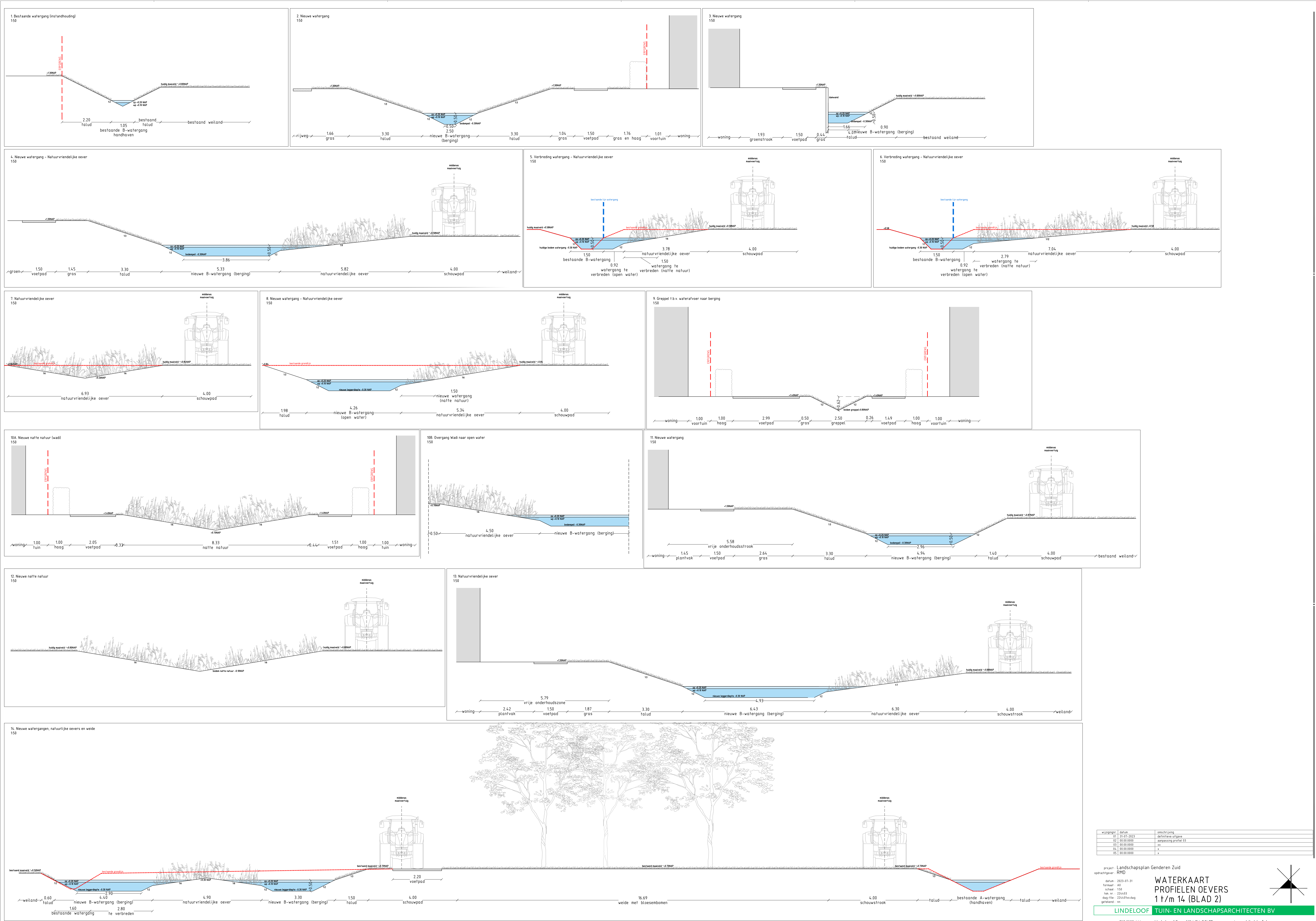
wijziging:	datum	omschrijving
01	07.06.2023	definitieve uitgave
02	12.09.2023	aanpassing kavels 10 t/m 13 en 45 t/m 58
03	06.08.0000	x
04	06.08.0000	x
05	06.08.0000	x

project: Landschapsplan Genderen Zuid  
 opdrachtgever: Piffiger in Planologie

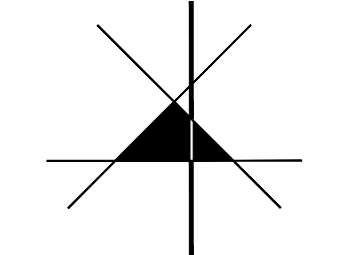
datum: 2023-06-07  
 formaat: 105x60  
 schaal: 1:500  
 tek.nr.: 2244.06  
 dwg-fie: 2244.01v07.dwg  
 getekend: mh/mp

**uitwerking Woonwijk**

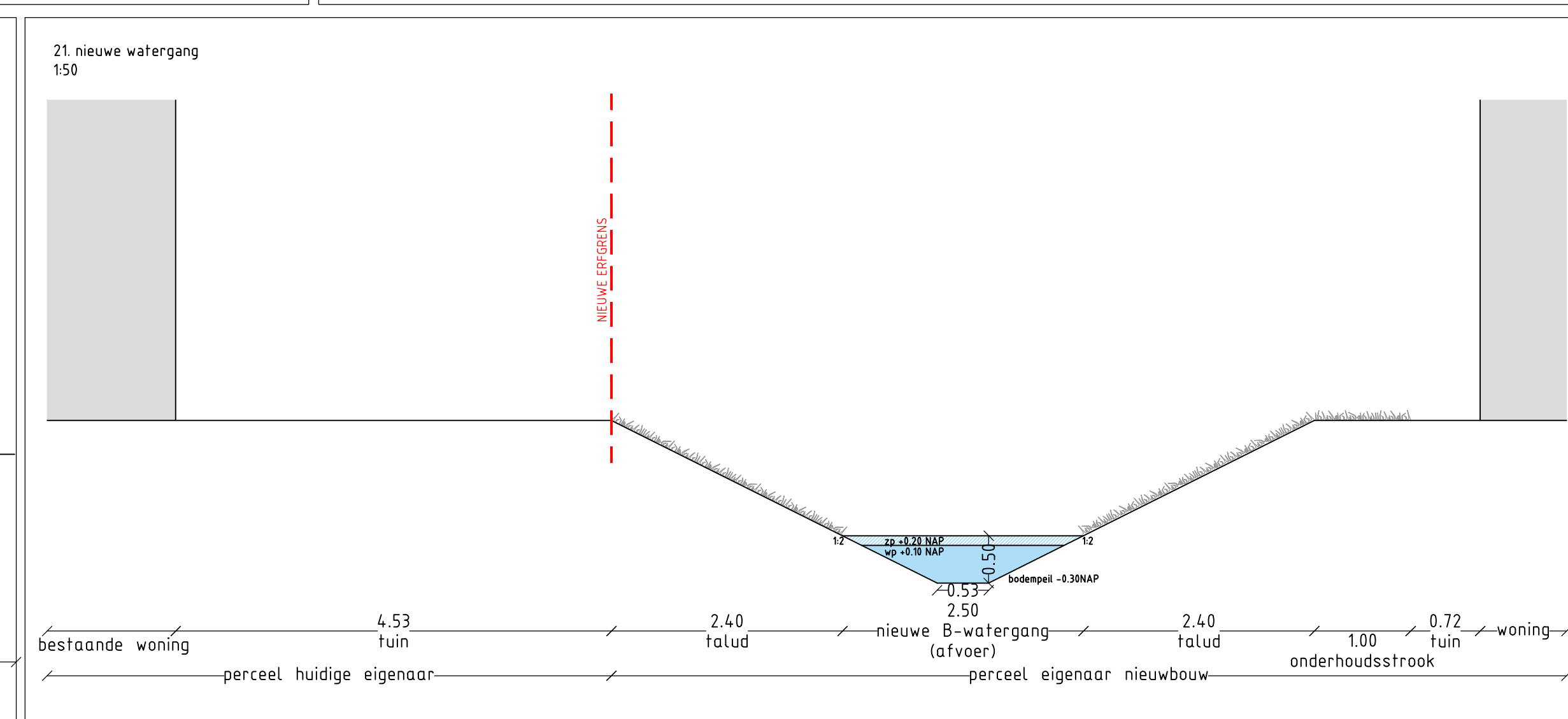
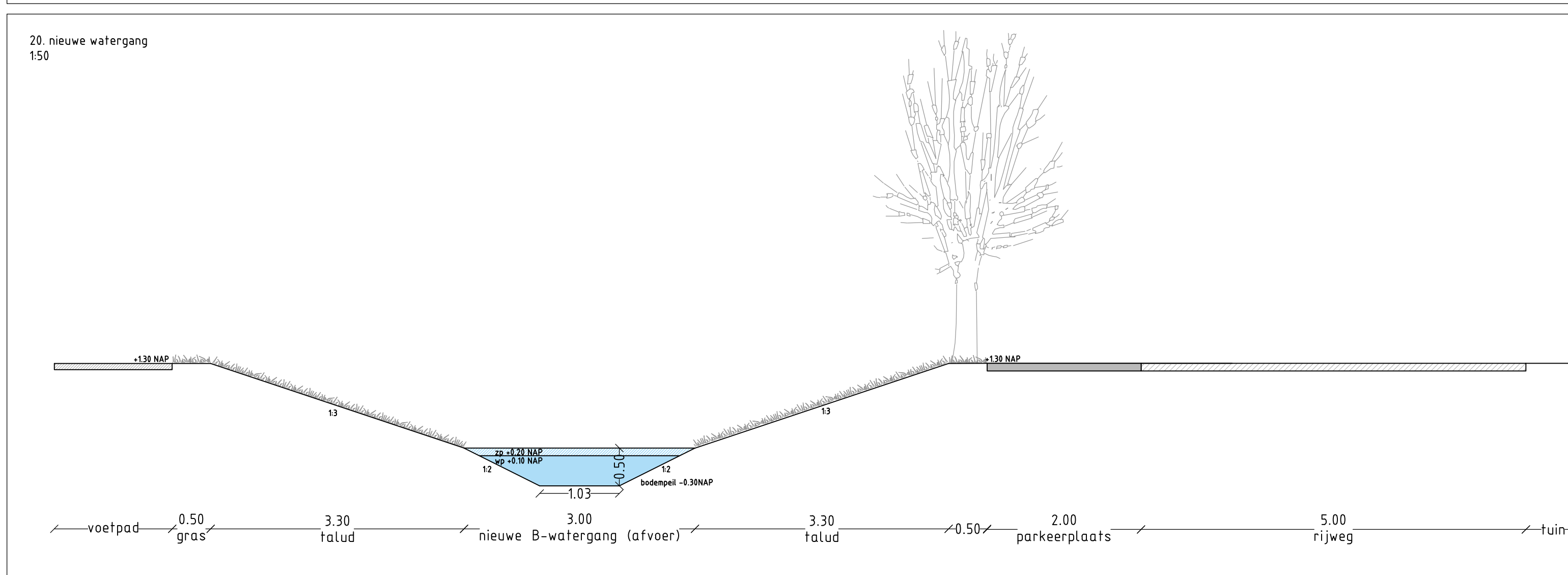
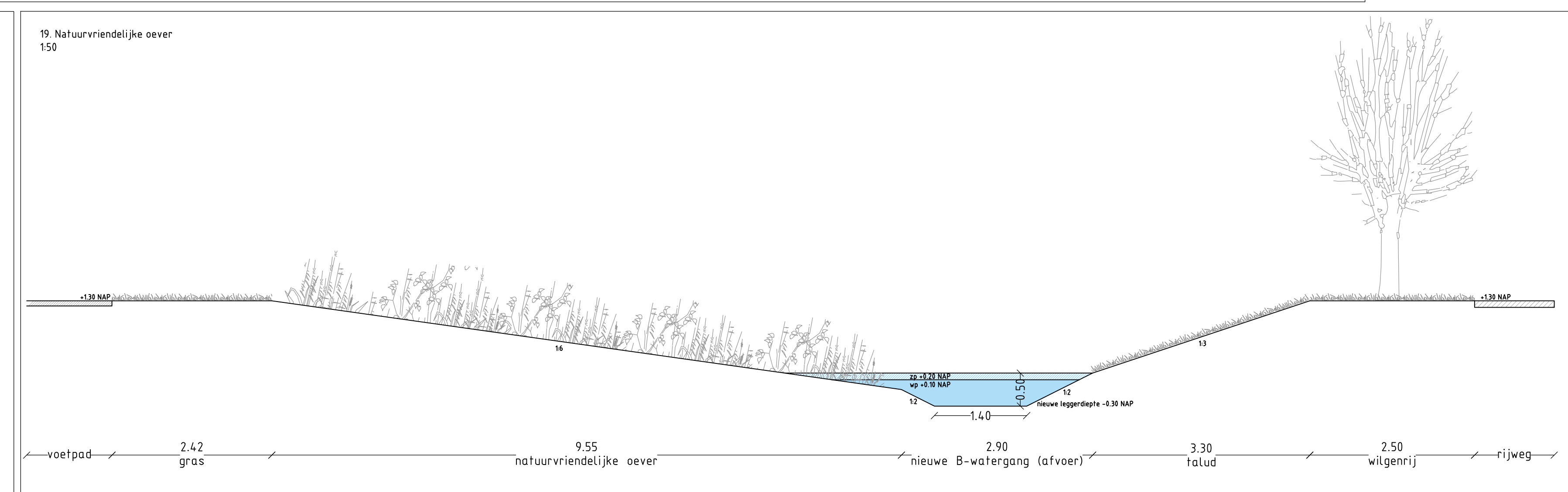
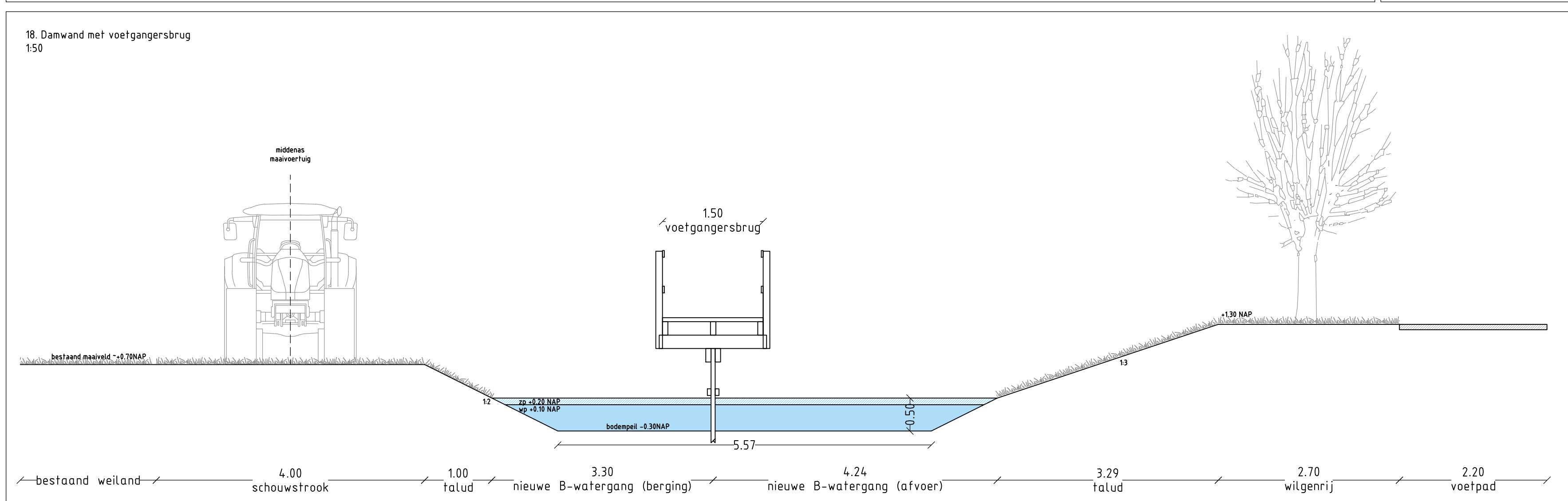
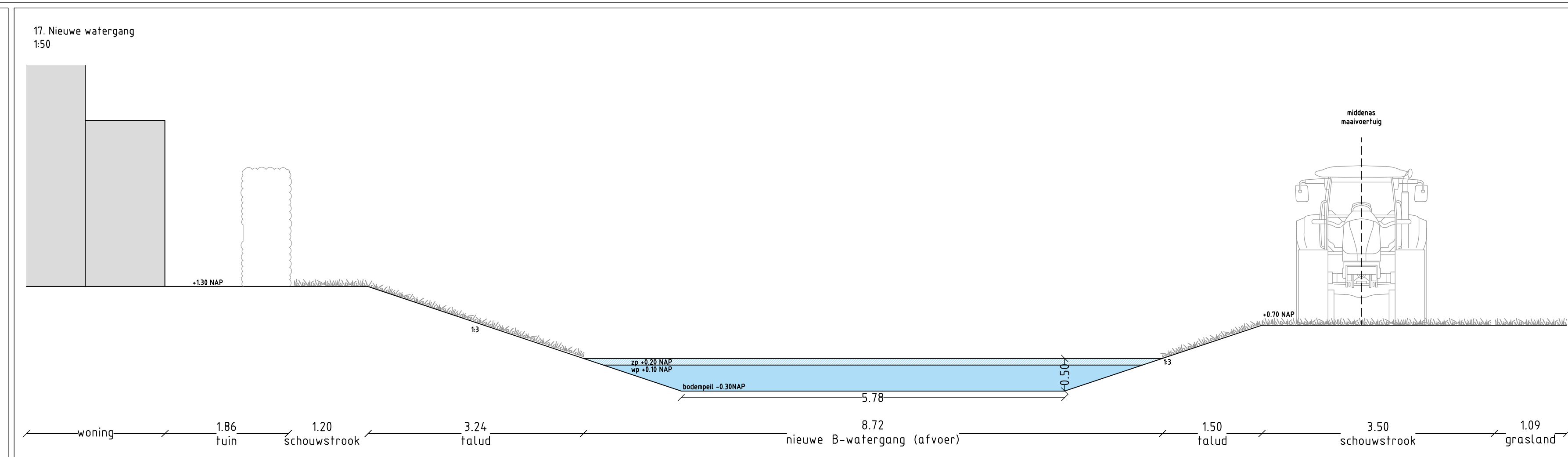
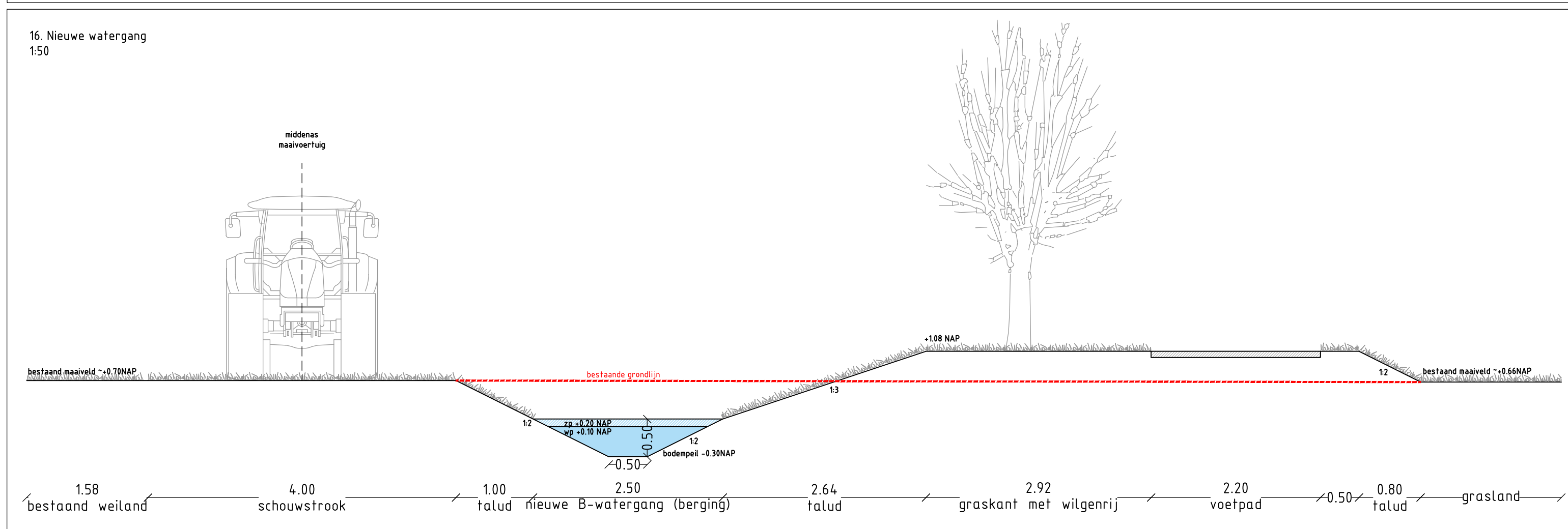
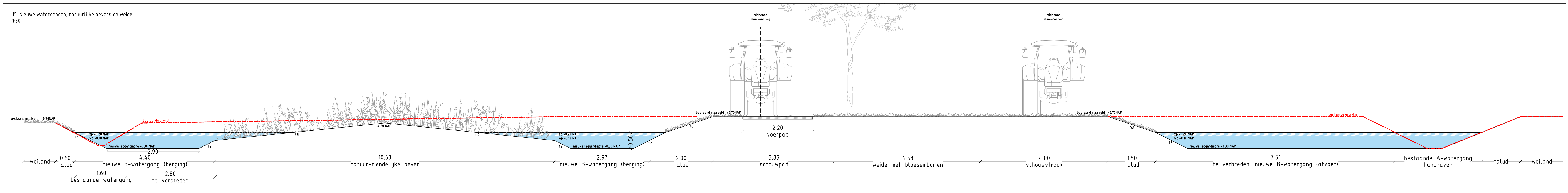




Wijzigingsnr.	Datum	Omschrijving
01	2023-07-31	definitieve uitgifte
02	00.00.0000	aanpassing profiel 03
03	00.00.0000	xx
04	00.00.0000	x
05	00.00.0000	x







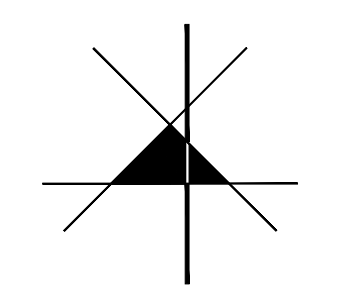
wijzigingnr.	datum	omschrijving
01	00.00.0000	xx
02	00.00.0000	xx
03	00.00.0000	xx
04	00.00.0000	x
05	00.00.0000	x

project: Landschapsplan Genderen Zuid  
 opdrachtgever: RMD  
 datum: 2023-07-31  
 formaat: 1050 x 600  
 schaal: 1:50  
 tek. nr.: 224403  
 dwg-file: 224401vo.dwg  
 getekend: nm

**WATERKAART  
 PROFIELEN OEVERS  
 15 t/m 21 (BLAD 3)**

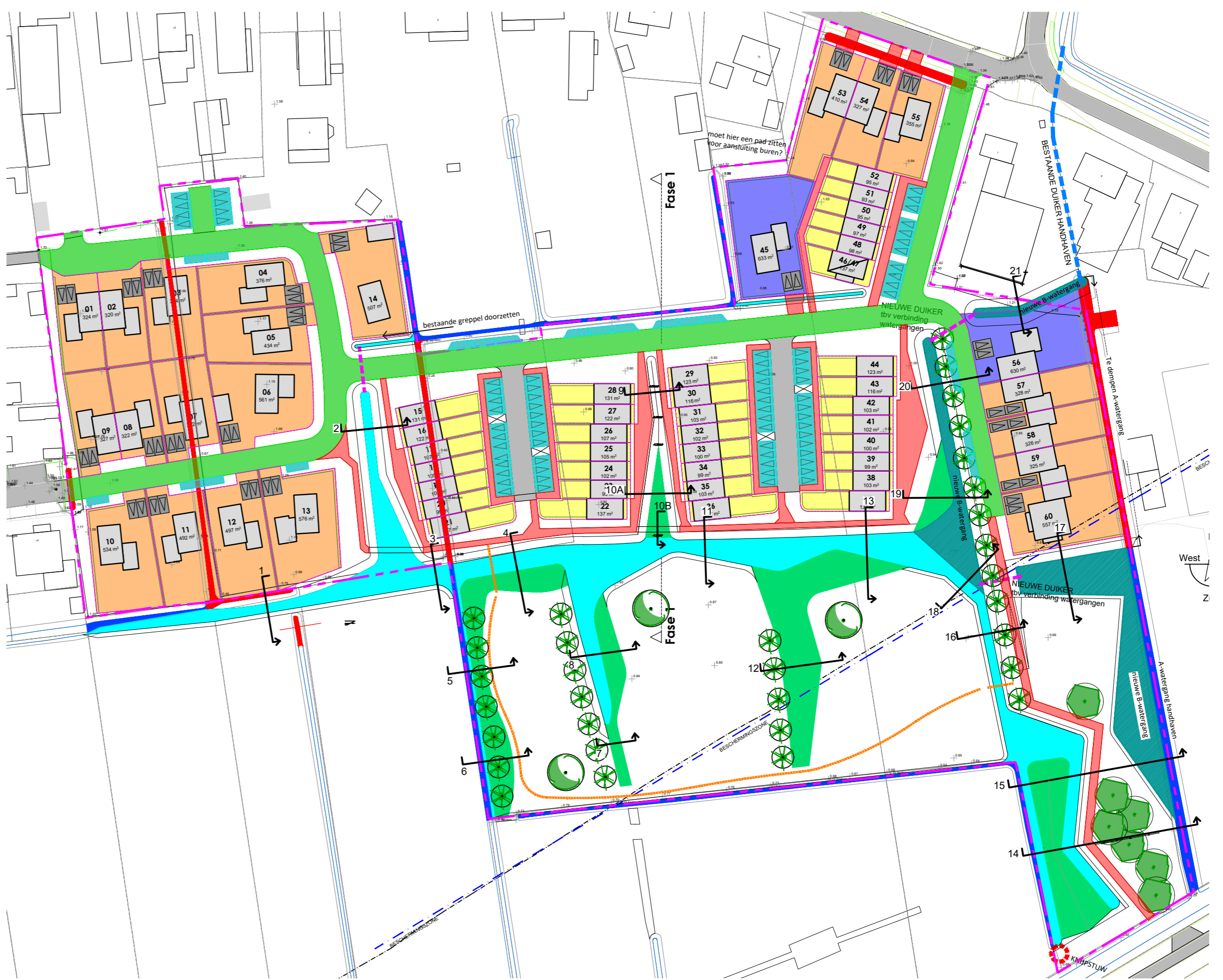
**LINDELOOF TUIN- EN LANDSCHAPSARCHITECTEN BV**

015 2133 444 • Marlotlaan 1G 2614 GV DELFT • www.josvandelindeoof.nl



## Bijlage 2: Bepaling verharding





- Bestaand open water
- Nieuw te graven open water (berging)
- Nieuw te graven open water (afvoer)
- Te dempen open water
- Nieuw te graven natte natuur
- Nieuwe duikers

Open waterbalans	
Bestaand open water handhaven 697m <sup>2</sup>	Open water te dempen 493m <sup>2</sup>
Nieuw te graven open water (berging) 2418m <sup>2</sup>	Totaal nieuw open water: 2418-493= 1925m <sup>2</sup>
Nieuw te graven open water (afvoer) 1168m <sup>2</sup>	
Natte natuurbalans	
Bestaande natte natuur 0m <sup>2</sup>	Nieuw te graven natte natuur 2026m <sup>2</sup>

Woningen	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Onder de 250m <sup>2</sup>	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> Tussen 250m <sup>2</sup> en 600m <sup>2</sup>	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> Boven de 600m <sup>2</sup>	
Infrastructuur	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> Parkeerplaatsen	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> Voet/fietspad/inritten	
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> Rijweg	

Onder de 250: 3990m <sup>2</sup> 80% =	3192m <sup>2</sup>
Tussen de 250 en 600: 8682m <sup>2</sup> 65% =	5643m <sup>2</sup>
Boven de 600: 1263m <sup>2</sup> werkelijk verhard oppervlak (nu gerekend met een minimum van 400m <sup>2</sup> per kavel) =	800m <sup>2</sup>
<b>Totaal verhard oppervlak percelen:</b>	<b>9635m<sup>2</sup></b>
<b>Totaal verhard oppervlak parkeren</b> (parkeerplaatsen op eigen perceel al meegerekend in verhard oppervlak percelen):	
Totaal verhard oppervlak voet/fietspad:	1127m <sup>2</sup>
Totaal verhard oppervlak rijweg:	1741m <sup>2</sup>
<b>Totaal verhard oppervlak:</b>	<b>15 540m<sup>2</sup></b>

<b>Watercompensatie:</b> bebouwing + verhardingen		
	15540 m <sup>2</sup>	436m <sup>3</sup> /ha berging 677 m <sup>3</sup>
677m <sup>3</sup> , bij maximale peilstijging 0,30 m		
Oppervlakte benodigde watercompensatie:	2257 m <sup>2</sup>	2257 m <sup>2</sup>
Natte natuur (50% gerekend):		
Nieuw open water:	1013 m <sup>2</sup>	1925 m <sup>2</sup>
Oppervlakte compensatie:	2938 m <sup>2</sup>	
Surplus:	681 m <sup>2</sup>	

project : Landschapsplan Genderen Zuid  
opdrachtgever : RMD

datum : 2023-03-13  
formaat : A2  
schaal : 1:1000  
tek. nr. : 2244.02  
dwg-file : 2244.01vo.dwg  
getekend : nn/mp

## WATERBALANS

