



## Memo

Aan  
Waterschap Vechtstromen

<b>Datum</b>	<b>Ons kenmerk</b>	<b>Aantal pagina's</b>
11 april 2019	11202882-004-ZWS-0001	35
<b>Contactpersoon</b>	<b>Doorkiesnummer</b>	<b>E-mail</b>
Klaas-Jan van Heeringen	+31(0)88 335 8490	KlaasJan.vanHeeringen@deltares.nl

**Onderwerp**  
Variantenberekeningen Dinkel

---

## 1 Inleiding

In dit memo worden de variantenberekeningen beschreven die zijn uitgevoerd in het kader van de Natura 2000 maatregelen in de Dinkel in het traject Ellermansbrug – Duitse grens. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het verbeterde (hydraulische) Sobek model van de Dinkel, zoals dat beschikbaar is gekomen na de aanpassingen door Deltares en Siebe Bosch Hydroconsult (januari 2019).

Bij start van dit onderzoek heeft het waterschap een tweetal varianten opgesteld. Het waterschap heeft hiervan een detailbeschrijving opgeleverd, opgenomen in bijlage A. Hiervan is in eerste instantie de referentiesituatie en variant 1 doorgerekend:

- Referentiesituatie (huidige situatie)
- Variant 1: N2000 maatregelen met natuurlijk profiel zomerbed tot aan de grens (maximale variant)

Variant 1 is doorgerekend met en zonder (variant 1A) conversie van grasland naar stroomdalgraslanden in het winterbed.

Het doorrekenen van variant 1 leidde tot nieuwe inzichten, met als gevolg een aangepaste variant 2 en een nieuwe variant 3. Ook deze zijn beschreven door het waterschap en bijgevoegd in bijlage B:

- Variant 2: Als variant 1, met de oude loop van de Dinkel als bypass voor hoogwatersituaties langs perceel Elderink. Ook zijn de profielen bovenstrooms perceel Elderink aangepast
- Variant 3: Als variant 2, waarbij de loop van de nieuwe Dinkel door perceel Elderink bovenstrooms van de Weertsbrug wordt samengevoegd met de huidige Dinkel

Deze varianten zijn eerst stationair doorgerekend en besproken. Alle hydrologische afvoersituaties zijn vervolgens doorgerekend met een aanpassing op variant 3:

- Variant 3A: als variant 3, waarbij de ruwheid in de bypass is verhoogd en de ligging van de meander door perceel Elderink is verfijnd

## 2 Aanpak

In dit hoofdstuk bespreken we de aanpak van de modellering van maatregelen.

### 2.1 Modelling

De modellering van de maatregelen gebeurt met het Sobek-RR-CF model van de Dinkel. Dit is een ééndimensionaal hydraulisch model waarbij het zomerbed en het winterbed als aparte hydraulische objecten zijn gemodelleerd. Deze aanpak is gekozen opdat het model een hoge rekensnelheid heeft ten behoeve van operationeel gebruik binnen FEWS Vecht.

### 2.2 Afvoersituaties

De resultaten van de variantenberekeningen worden weergegeven bij de volgende afvoersituaties: gem. winter ( $1/4Q$ ), gem. zomer ( $1/100Q$ ), 10 d/jaar, 20 d/jaar, T=1, T=10, T=100, HQ20, HQ100, EHQ.

De eerste 7 afvoersituaties worden afgeleid uit Sobek-simulatie van 01-01-2006 tot 01-07-2015, waarbij de volgende percentielen worden afgeleid per rekenpunt over de periode 01-07-2006 t/m 01-07-2015.

Tabel 2.1 Beschrijving afvoersituaties

Afvoersituatie	dag/jaar overschreden	percentiel	Tijdvak
Gem. zomer ( $1/100 Q$ )	347	0.050	01-07-2006 tot 01-07-2015
Gem. winter ( $1/4 Q$ )	80	0.781	01-07-2006 tot 01-07-2015
10d per jaar	10	0.973	01-07-2006 tot 01-07-2015
20d per jaar	20	0.945	01-07-2006 tot 01-07-2015
T=1	1	0.997	01-07-2006 tot 01-07-2015
T=10*	0	1.000	01-07-2006 tot 26-08-2010 & 10-09-2010 tot 01/07/2015
T=100	0	1.000	01-07-2006 tot 01-07-2015

De HQ20, HQ100 en EHQ zijn afkomstig van de ROR berekeningen van NRW (zie bijlage A) en worden stationair doorgerekend. Uit een vergelijking met de simulatie van de extreme afvoer in 2010 (+/- T=100 situatie), blijkt dat er bij dergelijk hoge pieken een nagenoeg stationaire situatie optreedt.

## 2.3 Hydrologische randvoorwaarden

### 2.3.1 Tienjarige simulatie

Bij de 10-jarige reeks wordt de lokale afvoer benedenstrooms Gronau berekend met de RR-module van Sobek, gevoed met neerslag beschikbaar van 01-01-2006 tot 01-01-2016. De bovenstroomse afvoer van Gronau is geschematiseerd met een debietrand op basis van gemeten waterstanden bij Gronau. Dit zorgt ervoor dat de analyse niet wordt beïnvloed door onzekerheden in de modelering van het neerslag-afvoerproces bovenstrooms Gronau.

Bij Gronau wordt een debietrand opgelegd op basis van Abfluscurve 14 gevoed met de Nederlandse metingen van waterhoogtes. Deze keuze is gemaakt, omdat de Duitse waterhoogtemetingen pas beschikbaar zijn vanaf 01/11/2009. Het model is gekalibreerd met een debietrand op basis van Abfluscurve 14 gevoed door Duitse waterhoogtemetingen.

De serie met waterhoogtes bevat missende data en kon niet aangevuld worden met data uit andere studies, omdat deze tevens incompleet zijn over dezelfde perioden. Gelukkig zit de meeste missende data in de periode voor 01-07-2006.

Tabel 2.2 *Missende data Nederlandse waterhoogtemetingen*

	Vechtstromen	Deltares (LGSI)	%missend
2006	7451	7227	15%
2007	8166	8167	7%
2008	8751	8751	0%
2009	8689	8690	1%
2010	8726	8726	1%
2011	8682	8683	1%
2012	8736	8736	1%
2013	8753	1	0%
2014	8704	0	1%
2015	8742	0	0%

### 2.3.2 Stationaire berekeningen

De stationaire afvoer in m<sup>3</sup>/s (*Q*), wordt vertaald naar een intensiteit in mm/uur (*I*) met de volgende formule:

$$I \text{ (mm/uur)} = Q/A_{\text{boven}} * 3.6 * 10^6$$

Hierbij zijn de volgende oppervlakten gehaald uit het neerslagafvoermodel van het Dinkelmodel, inclusief bovenstrooms Gronau:

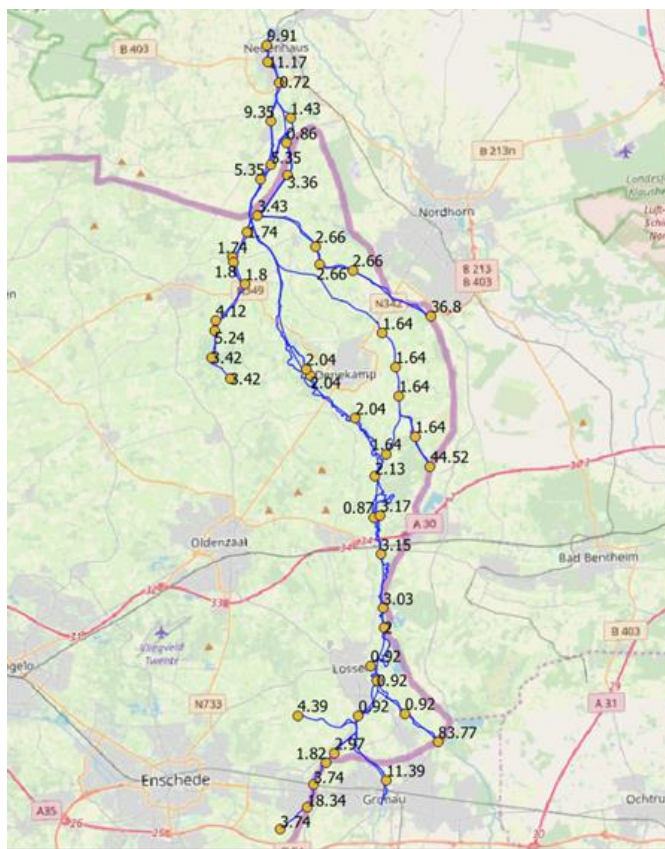
- Oppervlak bovenstrooms (*A<sub>boven</sub>*) : 166.38 km<sup>2</sup>
- Oppervlak benedenstrooms (*A<sub>beneden</sub>*) : 326.06 km<sup>2</sup>
- Oppervlak totaal (*A<sub>totaal</sub>*) : 492.44 km<sup>2</sup>

De intensiteiten zijn verwerkt in de bui-file dinkel2006.bui als extra neerslagstations met de namen, EHQ, HQ100 en HQ20, welke voor elke tijdstap de waarden meekrijgen uit onderstaande tabel, berekend met bovenstaande formule.

Tabel 2.3 Stationaire afvoer vertaald naar intensiteit

	m3/s	mm/uur
<b>EHQ</b>	73.55	1.59
<b>HQ100</b>	43.04	0.93
<b>HQ20</b>	31.77	0.69

De oppervlakten van de neerslag-afvoerknoppen zijn vertaald naar de instroompunten en weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Oppervlakten (km<sup>2</sup>) per lateraal instroompunt

## 2.4 Nabewerkingen

Resultaten uit het Sobek-model worden op de volgende wijze geprocessed naar ESRI shapefiles en GeoTiffs:

- Van de berekende tijdseries met waterhoogtes op de Sobek rekenpunten wordt de statistiek berekend over de tijdperiode zoals opgenomen in tabel 2.1. Alleen rekenpunten die horen tot het zomerbed worden hier weggeschreven.
- Van de tijdseries met afvoeren op de Sobek rekestakken worden op de zomer- en winterbedtak die de grens passeert de statistiek berekend zoals opgenomen in tabel 2.1. Deze wordt gesommeerd.
- Vanuit alle tijdseries met hydraulische straal (HR) en nat oppervlak (A) wordt de natte omtrek (WP) berekend volgens  $WP = A/HR$ . Over deze series wordt de statistiek voor gemiddeld zomer en gemiddeld winter berekend zoals opgenomen in tabel 2.1. In



steile stukken (A en HR is nihil) en bij kunstwerken zijn deze gegevens uit Sobek onbetrouwbaar en weggefilterd.

- De waterhoogtes worden geëxtrapoleerd naar een grid door een inverse-distance interpolatie uit te voeren over de rekenpunten op de resolutie van het hoogtemodel. Hierbij is, in samenspraak met het waterschap, gekozen om de 2 dichtstbijzijnde rekenpunten mee te nemen en te wegen met de afstand tot de macht 3.
- De waterdieptes zijn berekend door het hoogtemodel van het grid met waterhoogtes af te trekken.



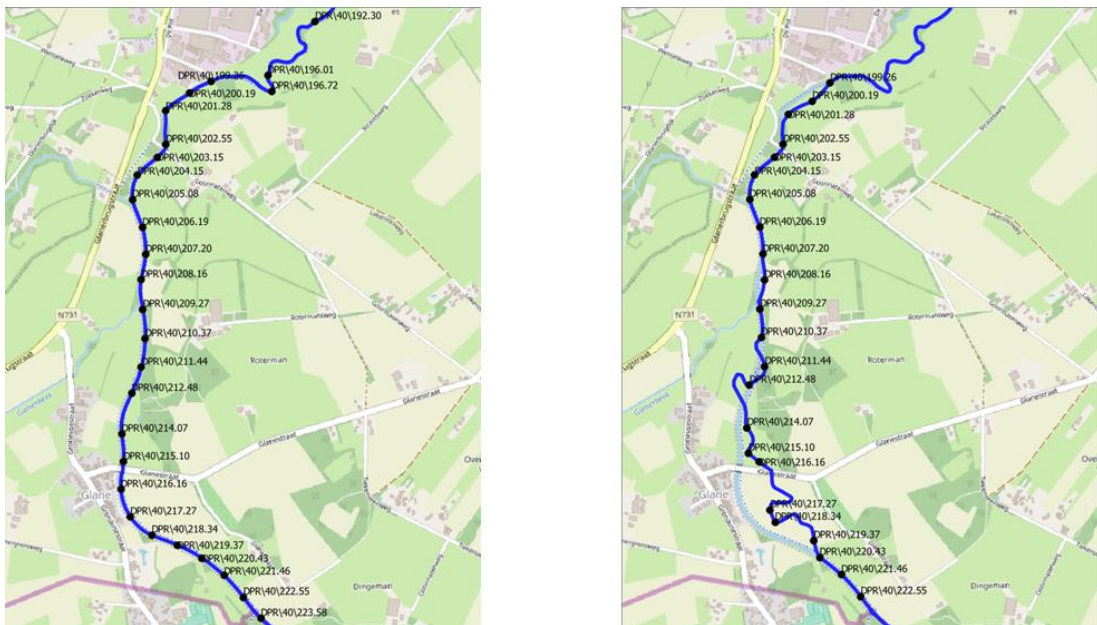
*Figuur 2.2*      *Figuur 3.1* Waterhoogtes (links) met daarover de rekenpunten, de DEM (midden) en de resulterende waterdieptekaart (rechts)

### 3 Varianten

In dit hoofdstuk geven we een beschrijving hoe de verschillende varianten opgenomen zijn in het Sobek-model.

#### 3.1 Lengteprofiel

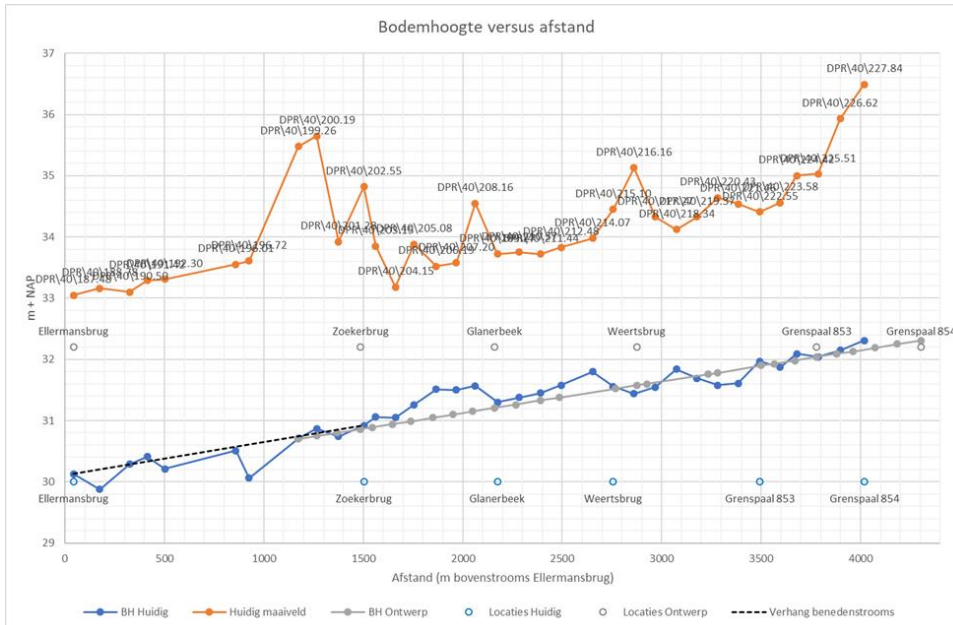
De aanpassing in het lengteprofiel van de Dinkel tussen Zoekerbrug en grenspaal 853 is weergegeven in Figuur 3.1. Hierin is het ontwerp uit Bijlage A overgenomen.



Figuur 3.1 *Dinkel-traject huidig (links) en zoals opgegeven in variant 1 (rechts) met profiel-locaties aangegeven*

De huidige profielcodes zijn aangehouden, zodat de hoogtes eenvoudiger vergeleken kunnen worden op locatie en op afstand. Waar de waterloop verschoven is, zijn de daarop gelegen profielen meegeshoven.

In Figuur 3.2 is het hydraulisch langspiegelprofiel weergegeven welke we samen met het waterschap en Sweco hebben vastgesteld. Dit langspiegelprofiel begint benedenstrooms Zoekerbrug en sluit aan op het huidige profiel bij grenspaal 854.



**Figuur 3.2** *Hydraulisch lengteprofiel, waarbij de profielen ten opzichte van de afstand tot Ellermansbrug zijn weergegeven*

De hoofdloop is voor alle varianten gelijk als weergegeven in Figuur 3.1, behalve rondom perceel Elderink, bovenstrooms de Glanestraat. De verschillen in traject zijn weergegeven in Figuur 3.3.

In variant 2 en 3 wordt het traject van de huidige Dinkel gebruikt als bypass. Bij de splitsing van de Dinkel naar de meander over perceel Elderink en de bypass is een dam opgenomen in de bypass.



*Figuur 3.3*      *Vershillende trajecten van de hoofdloop bij perceel Elderink. Huidig (links-boven), variant 1 (rechts-boven), variant 2 met bypass (links-onder) en variant 3A met bypass (rechts-onder)*

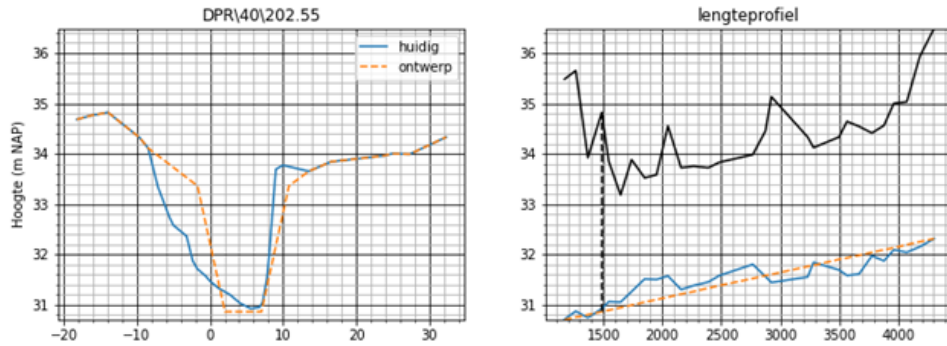
### **3.2 Dwarsprofielen**

Samen met het waterschap en Sweco, hebben we profielen met de volgende karakteristieken ingebouwd die het beste passen bij de visie achter variant 1:

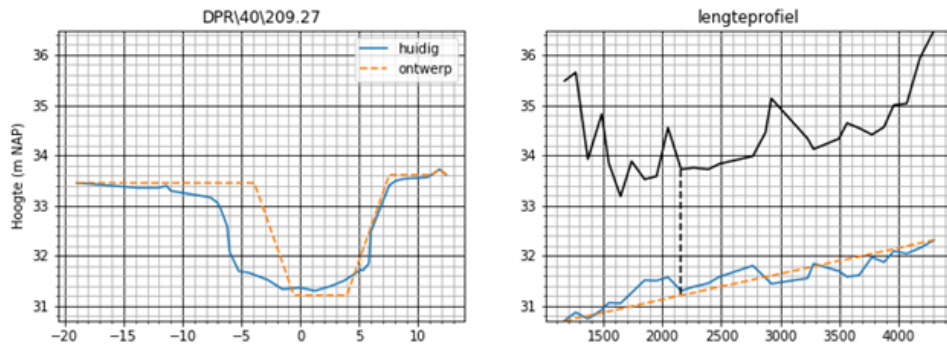
- Een talud van 2:3, passend bij het stuk benedenstrooms de Zoekerbrug (Tussen de Bruggen)
- Een profieldiepte van circa 2.5m (overeenkomstig met de huidige situatie)
- Een bodembreedte van 5.0m benedenstrooms het instroompunt van de Glanerbeek
- Een bodembreedte van 4.5m bovenstrooms het instroompunt van de Glanerbeek tot Grenspaal 853
- Een bodembreedte van 4.5-8m tussen Grenspaal 853 en Grenspaal 854
- Een Manning-waarde van  $0.06 \text{ m/s}^{1/3}$  op de bodem en  $0.18 \text{ m/s}^{1/3}$  op het talud, overeenkomstig met het stuk benedenstrooms de Zoekerbrug (Tussen de Bruggen).

In Figuur 3.4 tot en met Figuur 3.7 zijn voor een aantal locaties zowel het huidige als ontwerpdwarsprofiel weergegeven voor variant 1.

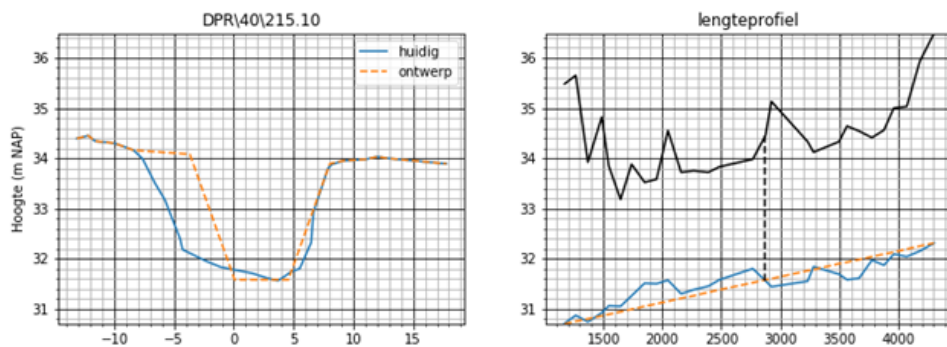




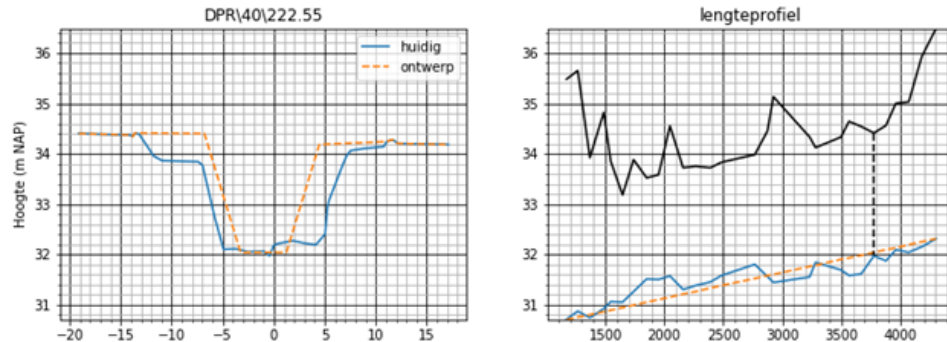
*Figuur 3.4 Het dwarsprofiel bij de Zoekerbrug*



*Figuur 3.5 Het dwarsprofiel bij de Glanerbeek*



*Figuur 3.6 Het dwarsprofiel bij de Weertsbrug/Glanerstraat*



*Figuur 3.7 Het dwarsprofiel bij Grenspaal 853*

In variant 2 en 3 zijn de volgende wijzigingen aangebracht:

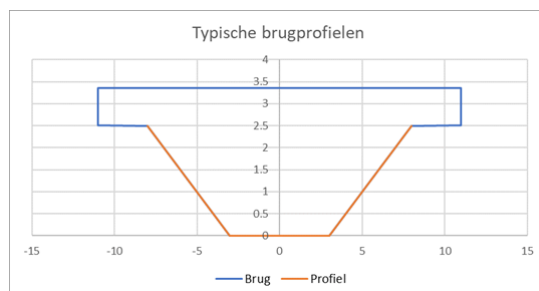
- De bypass met de huidige profielen en ruwheid
- De profielen vanaf het splitsingspunt naar de bypass tot aan grenspaal 853 lopen met een bodembreedte van 4.5m t/m 10m
- De profielen vanaf het splitsingspunt naar de bypass tot aan grenspaal 853 hebben een Manning-ruwheid van 0.05 m/s<sup>1/3</sup> op de bodem en 0.11 m/s<sup>1/3</sup> op het talud.
- De profielen vanaf grenspaal 853 tot grenspaal 854 zijn ongewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. De ruwheid is conform de huidige situatie (met Gobimatten).

In variant 3A is de volgende wijzigingen aangebracht ten opzichte van variant 2 en 3:

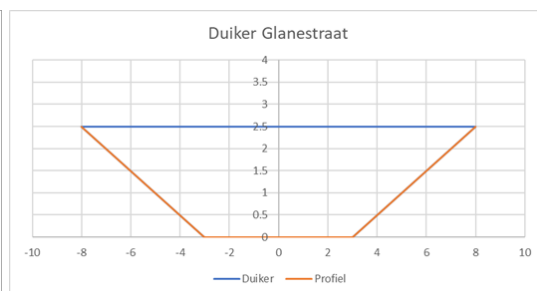
- De ruwheid in de bypass is veranderd van Gobimatten (constant 0.037 m/s<sup>1/3</sup>) naar een Manning-ruwheid van 0.05 m/s<sup>1/3</sup> op de bodem en 0.11 m/s<sup>1/3</sup> op het talud.

### 3.3 Kunstwerken

De kunstwerken hebben het profiel van de waterloop gekregen, zodat deze niet opstuwen. De fietsbruggen hebben boven de insteekhoogte dezelfde karakteristieken als de fietsbrug bij Grenspaal 853, zie Figuur 3.7.



*Figuur 3.8 Principe-profielen bruggen*



*Figuur 3.9 Principe-profiel duiker Glanestraat*

De duiker aan de Glanestraat heeft hetzelfde profiel gekregen als de waterloop (zie figuur 3.8). Dit betekent dat deze waarschijnlijk uitgevoerd moet worden als brug.

In variant 3 is tevens een duiker in het winterbed aangebracht ter bevordering van de doorstroming onder de Glanestraat. Deze duiker heeft een BOB van 34 m NAP een breedte van 5 m en een hoogte van 1 m.

### 3.4 Aarden dam bypass

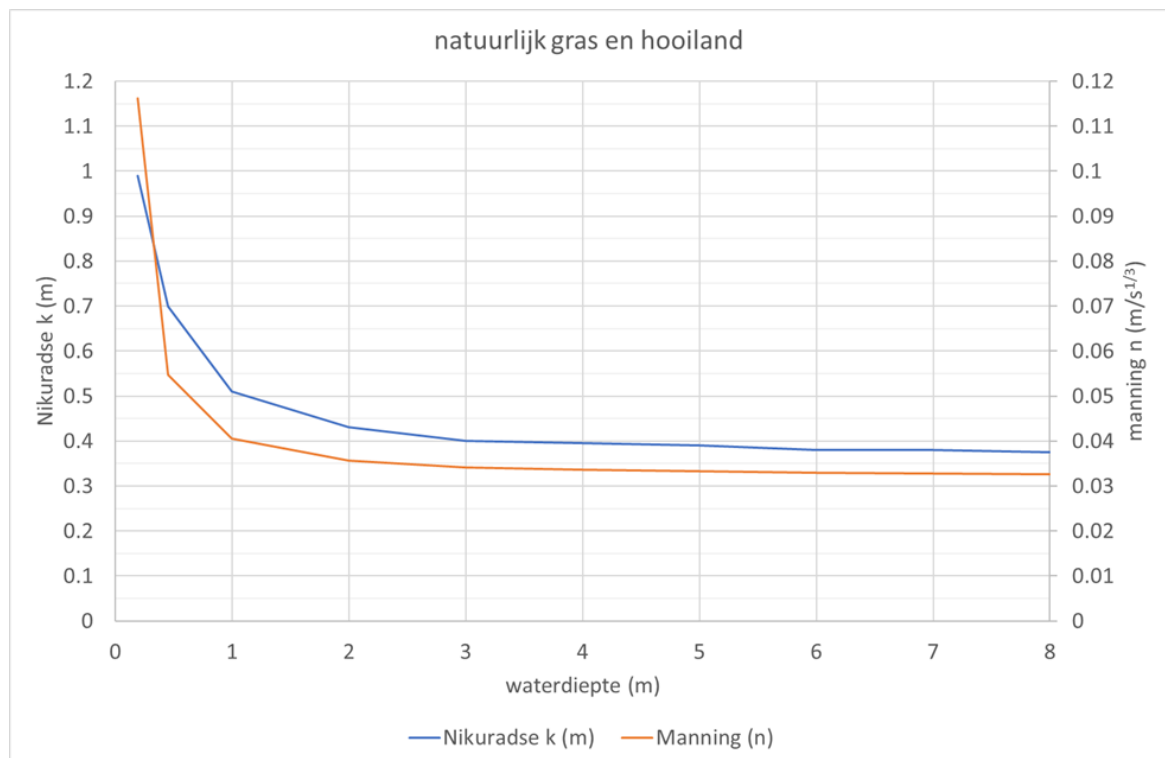
In variant 2 en 3 zijn twee stuwen opgenomen aan het begin van de bypass; één representeert de aarden dam, de ander stroming over het maaiveld langs de dam. De dam heeft als doel het water te keren en via de meanderende loop op perceel Elderink te leiden tot bankfull situaties. De dimensies van de kunstwerken zijn:

- Dam: hoogte 34.0 m NAP, breedte 15 m
- Maaiveld: hoogte 34.2 m NAP, breedte 35 m

### 3.5 Stroomdalgraslanden

Voor de conversie van graslanden naar stroomdalgrasland in het winterbed zijn voor de percelen waar het om gaat de oorspronkelijke manningwaarde van  $0.03 \text{ m/s}^{1/3}$  verhoogd tot  $0.05 \text{ m/s}^{1/3}$  in alle varianten. De manning-waarde van stroomdalgrasland is afgeleid uit de Nikuradse  $k$  (m) ruwheid van natuurlijk gras en hooiland, aangeleverd door het waterschap (zie bijlage A).

In Figuur 3.10 en Figuur 3.11 staan de afleiding van de Manning-waarde en een voorbeeld van de verwerking in het Sobek winterbedprofiel.



Figuur 3.10 Afleiding Manning-waarde stroomdalgrasland

**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
12 van 35



Figuur 3.11 Verwerking in winterbedprofielen

## 4 Resultaten

In dit hoofdstuk bespreken we de geleverde resultaten. Vanuit alle modelberekeningen leren we dat de verbinding tussen zomer en winterbed, zowel topologisch opgenomen in het model als in werkelijkheid aanwezig in het veld, belangrijk is voor de waterstanden in hoge afvoersituaties.

Met name de situatie rondom de verhoogde wegen in het winterbed verdient aandacht. Deze wegen vormen een obstakel voor de doorstroming in het winterbed. Het water moet in de meeste gevallen de weg passeren via het zomerbed. Hier moet een goede afstroming plaats kunnen vinden van het winterbed naar het zomerbed.

In (extreme) afvoersituaties waarin veel water door het winterbed stroomt, is de invloed van verruwing en versmalling van het zomerbed relatief gering. Wanneer het zomerbed nog een flink aandeel van de afvoer voor haar rekening neemt, is de invloed juist relatief groot.

### 4.1 Oplevering

Per afvoersituatie berekenen we de statistiek op de rekenpunten die liggen in het zomerbed. Deze resultaten zijn geleverd in:

1. ESRI shape-files voor de huidige situatie en varianten met daarin de waterhoogtes die horen bij de verschillende afvoersituaties
2. ESRI shape-files voor de huidige situatie en varianten met daarin de wetted perimeters voor de gemiddeld zomer en gemiddeld winter afvoersituaties.
3. Een Excel-file (resultaten.xlsx) met daarin de waterhoogtes bij de verschillende varianten en afvoersituaties. Ook het grensdebiet is hierin per variant en afvoersituatie opgenomen.
4. GeoTiff rasters met waterhoogtes per variant-afvoersituatie
5. GeoTiff rasters met waterdieptes per variant-afvoersituatie

## 4.2 Variant 1

Bij variant 1 treedt er een flinke verhoging op van de waterhoogte bij grenspaal 853 en grenspaal 854. De invloed op verschillende locaties bij een HQ20 situatie en 10 dagen per jaar situatie zijn weergegeven in onderstaande figuren.

In het traject van Ellermansbrug en Glanebeek is er een goede doorstroming van zomer en winterbed. Daarom zien we hier een geringe invloed van de maatregelen in extreme afvoersituaties (EHQ, HQ100 en HQ20).

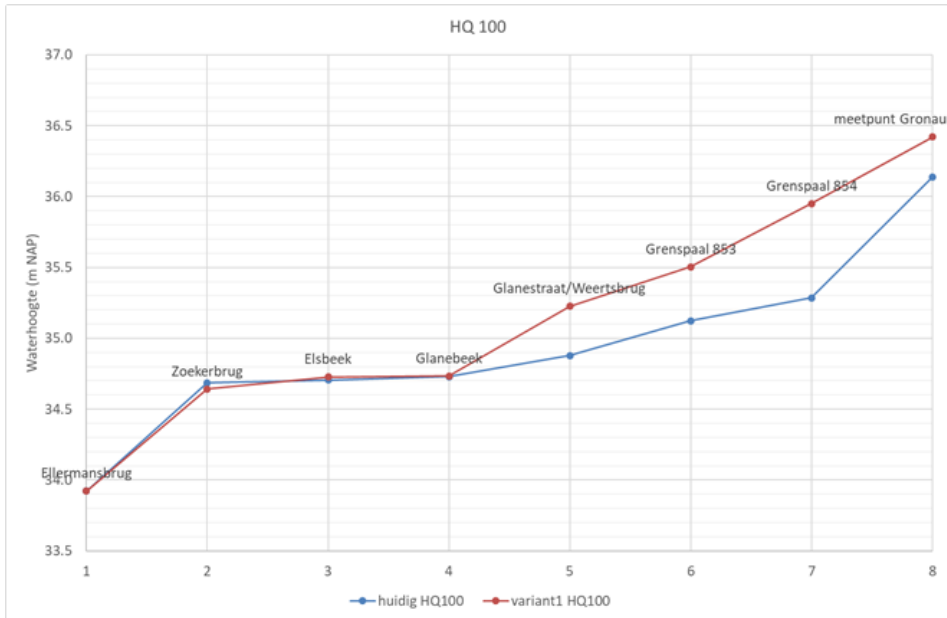
De resultaten van variant 1 laten zich niet 1 op 1 vergelijken met de overige varianten. Dit komt omdat er een topologische correctie is uitgevoerd op de interactie tussen zomer en winterbed boven en benedenstreams Weertsbrug.

Tabel 4.1 Waterhoogtes en grensdebiet in huidige situatie voor topologische correctie zomer en winterbed (te vergelijken met variant 1)

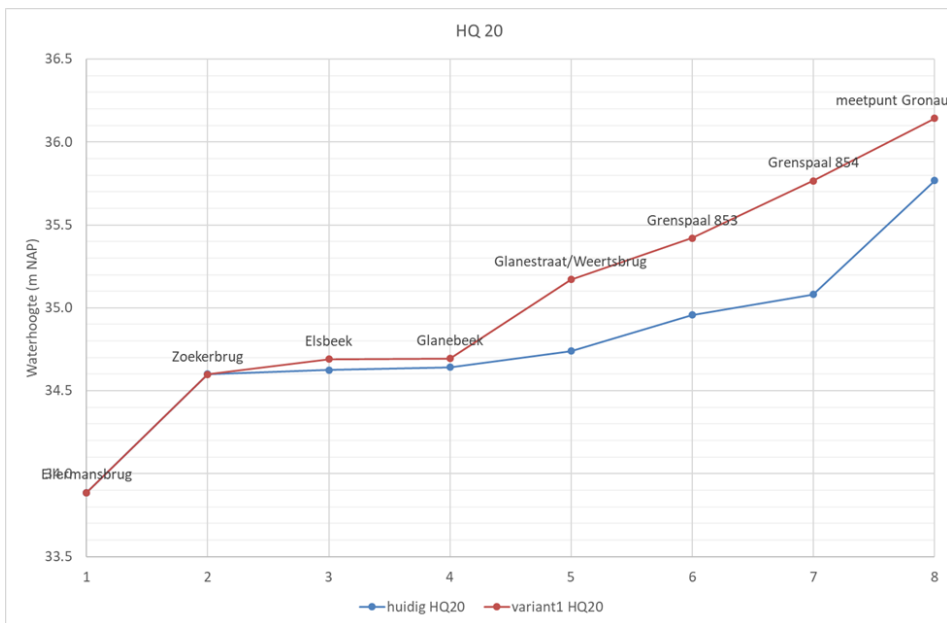
	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig
m NAP	EHQ	HQ100	HQ20	GemZom	GemWin	20dJr	10dJr	T100	T010	T001
Ellermansbrug	34.454	33.922	33.886	30.916	31.954	32.718	33.008	33.934	33.856	33.814
Zoekerbrug	34.805	34.685	34.601	31.509	32.384	33.031	33.280	34.702	34.369	34.093
Elsbeek	34.814	34.705	34.624	31.627	32.412	33.052	33.301	34.721	34.392	34.109
Glanebeek	34.859	34.729	34.643	31.694	32.455	33.089	33.338	34.750	34.415	34.134
Glanestraat/Weertsbrug	35.145	34.879	34.740	31.839	32.521	33.139	33.391	34.963	34.494	34.187
Grenspaal 853	35.427	35.124	34.958	32.280	32.824	33.324	33.555	35.237	34.692	34.344
Grenspaal 854	35.619	35.285	35.081	32.516	33.018	33.469	33.687	35.423	34.811	34.453
meetpunt Gronau	36.550	36.139	35.767	33.939	34.103	34.237	34.334	36.400	35.456	35.040
grensdebiet	78.77707	45.98346	33.95386	0.239439	0.590297	5.319379	7.032005	57.33219	26.13952	17.34874

Tabel 4.2 Waterhoogtes en grensdebiet voor variant 1

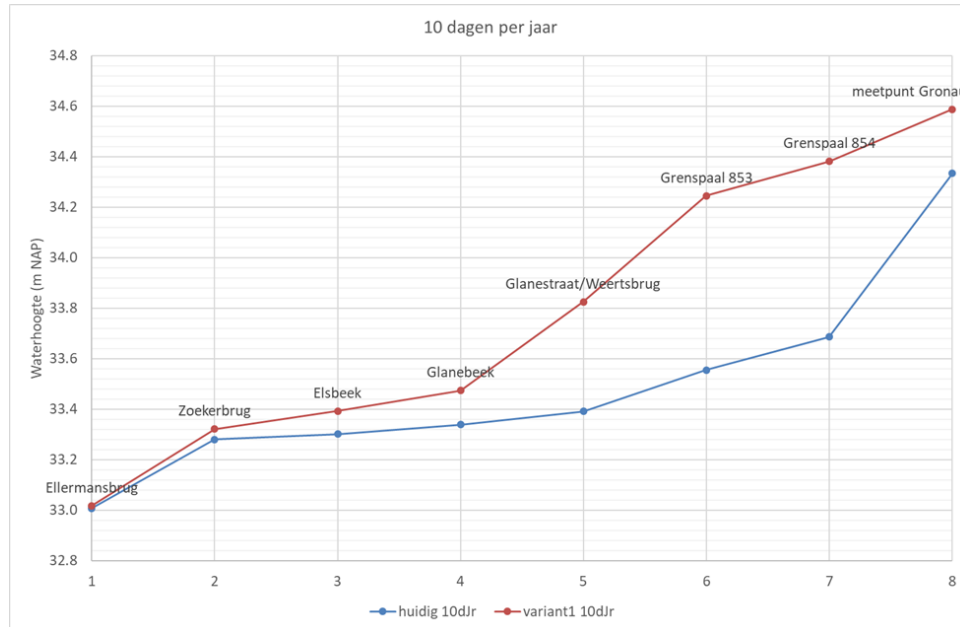
	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1	variant1
m NAP	EHQ	HQ100	HQ20	GemZom	GemWin	20dJr	10dJr	T100	T010	T001
Ellermansbrug	34.454	33.922	33.887	30.916	31.954	32.719	33.017	33.935	33.855	33.810
Zoekerbrug	34.779	34.641	34.598	31.339	32.383	33.055	33.322	34.660	34.462	34.140
Elsbeek	34.825	34.727	34.691	31.411	32.438	33.119	33.392	34.744	34.570	34.222
Glanebeek	34.839	34.734	34.695	31.590	32.570	33.241	33.473	34.752	34.573	34.228
Glanestraat/Weertsbrug	35.327	35.227	35.172	31.992	32.876	33.551	33.825	35.264	35.045	34.680
Grenspaal 853	35.671	35.503	35.421	32.432	33.285	33.948	34.245	35.568	35.305	35.094
Grenspaal 854	36.162	35.950	35.767	32.570	33.423	34.082	34.382	36.028	35.578	35.291
meetpunt Gronau	36.637	36.420	36.143	33.939	34.103	34.340	34.588	36.515	35.883	35.505
grensdebiet	78.58237	45.98346	33.93629	0.239986	0.59249	5.319007	7.047377	57.30531	26.12696	17.29162



**Figuur 4.1** Effect variant 1 op waterhoogte (HQ100) op 8 interesselocaties (geen lengteprofiel)



**Figuur 4.2** Effect variant 1 op waterhoogte (HQ20)

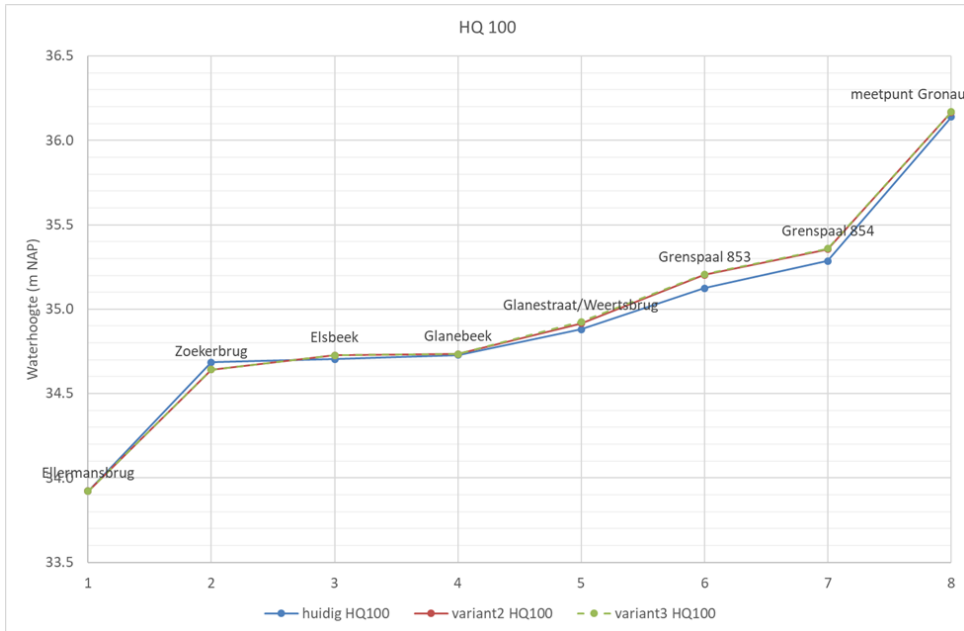


Figuur 4.3 Effect variant 1 op waterhoogte (10 dagen per jaar)

### 4.3 Variant 2 & 3

Voor variant 2 en 3 is alleen de HQ100 situatie doorgerekend. Het effect van alle ingrepen benedenstrooms de bypass worden gecompenseerd door de bypass. Bovenstrooms van de bypass is de verhoging van de waterstand geringer dan in scenario 1 omdat de versmalling van de Dinkel minder ver richting Duitsland is doorgezet. Tussen de bypass en grenspaal 853 is er een overgangstraject (breedte van de Dinkel gaat van 4,5 m naar 10 m). Bovendien is de dimensie van de Dinkel tussen de grenspalen niet gewijzigd. Wel is er nog steeds sprake van een verhoging van de waterstand ten opzichte van de huidige situatie in het traject bovenstrooms de bypass. Dit komt door het verwijderen van Gobimatten tussen de bypass en grenspaal 853 (verhoging ruwheid zomerbed).





**Figuur 4.4** Effect variant 2 en 3 op waterhoogte (HQ100)

#### 4.4 Variant 3A

Variant 3A levert iets hogere waterstanden op ten opzichte van variant 3, door het verruwen van de bypass.

In het traject van Ellermansbrug en Glanerbeek is er een goede doorstroming van zomer en winterbed. Daarom zien we hier een geringe invloed van de maatregelen in extreme afvoersituaties HQ100.

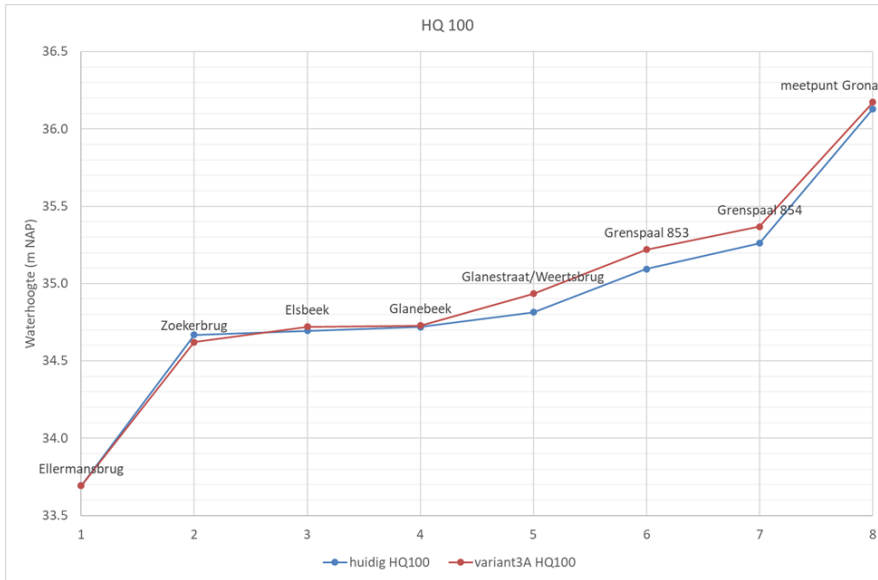
Merk op dat de huidige situatie in de figuren hieronder verschilt met de figuren uit paragraaf 4.2 (variant 1). Dit komt door het corrigeren van de topologie tussen zomer- en winterbed. Dit leidt tot een beter gemodelleerde doorstroming benedenstrooms de Weertsbrug en een verlaging van de piekwaterhoogtes.

Tabel 4.3 Waterhoogtes en grensdebiet in huidige situatie na topologische correctie zomer en winterbed (te vergelijken met variant 3A)

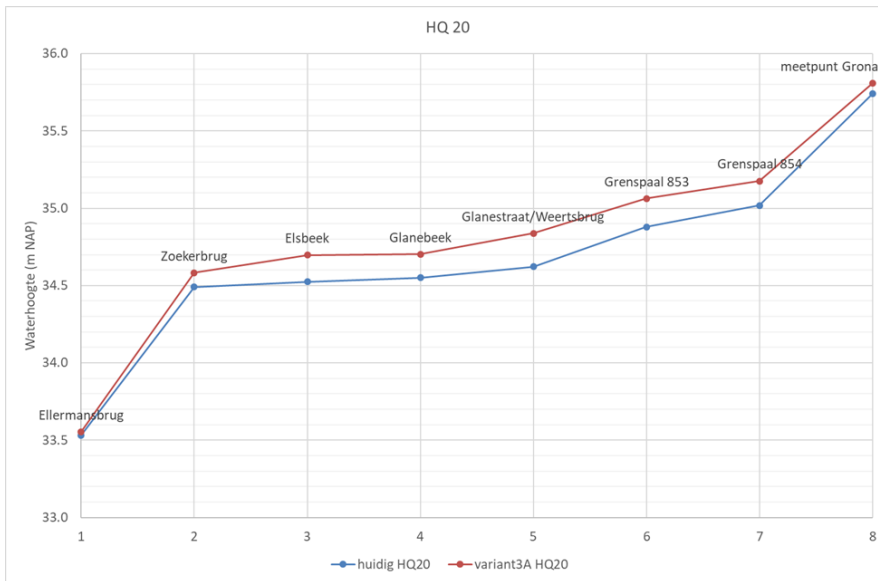
	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig	huidig
m NAP	EHQ	HQ100	HQ20	GemZom	GemWin	20dJr	10dJr	T100	T010	T001
Ellermansbrug	34.453	33.692	33.532	30.916	31.954	32.688	32.959	33.749	33.405	33.273
Zoekerbrug	34.805	34.669	34.491	31.509	32.384	33.018	33.250	34.692	34.171	33.826
Elsbeek	34.814	34.694	34.524	31.627	32.412	33.040	33.272	34.714	34.203	33.857
Glanerbeek	34.859	34.719	34.550	31.694	32.455	33.078	33.312	34.743	34.244	33.910
Glanestraat/Weertsbrug	35.067	34.814	34.623	31.839	32.521	33.128	33.366	34.878	34.324	33.993
Grenspaal 853	35.406	35.094	34.879	32.280	32.824	33.318	33.535	35.200	34.579	34.217
Grenspaal 854	35.605	35.262	35.018	32.516	33.018	33.465	33.672	35.395	34.722	34.355
meetpunt Gronau	36.549	36.130	35.741	33.939	34.103	34.237	34.331	36.397	35.423	35.006
grensdebiet	78.58237	45.98346	33.95386	0.239439	0.590297	5.319141	7.024161	56.891	26.14671	17.36347

Tabel 4.4 Waterhoogtes en grensdebiet voor variant 3A

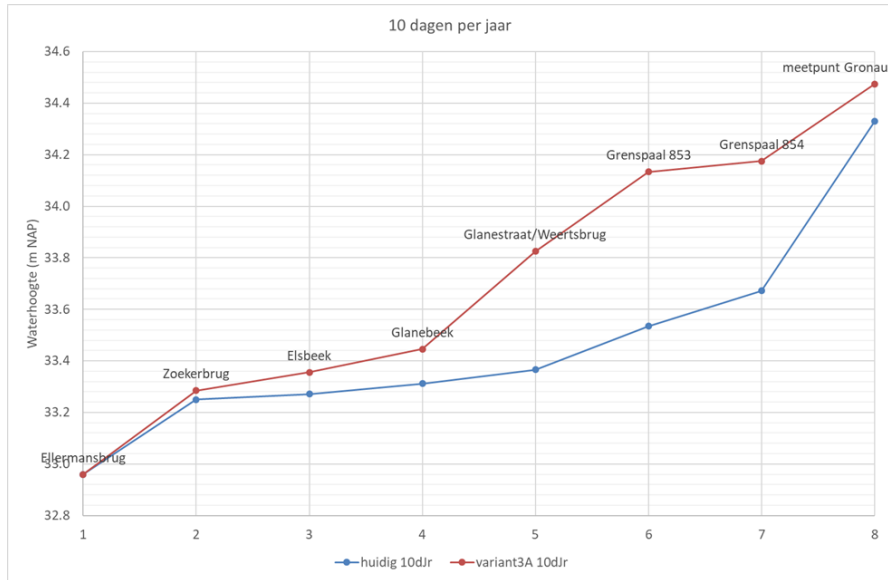
	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A	variant3A
m NAP	EHQ	HQ100	HQ20	GemZom	GemWin	20dJr	10dJr	T100	T010	T001
Ellermansbrug	34.453	33.692	33.556	30.917	31.955	32.687	32.960	33.757	33.399	33.268
Zoekerbrug	34.779	34.622	34.583	31.339	32.384	33.041	33.285	34.645	34.277	33.911
Elsbeek	34.825	34.722	34.698	31.411	32.438	33.106	33.356	34.740	34.420	34.029
Glanerbeek	34.839	34.729	34.702	31.590	32.570	33.231	33.446	34.748	34.427	34.047
Glanestraat/Weertsbrug	35.222	34.935	34.838	32.018	32.906	33.576	33.825	35.022	34.597	34.310
Grenspaal 853	35.563	35.219	35.063	32.378	33.226	33.888	34.134	35.346	34.845	34.573
Grenspaal 854	35.717	35.368	35.176	32.538	33.290	33.933	34.175	35.510	34.947	34.657
meetpunt Gronau	36.563	36.173	35.809	33.939	34.103	34.283	34.474	36.416	35.514	35.121
grensdebiet	78.58237	45.98346	33.99038	0.239844	0.592016	5.318849	7.01562	57.23691	26.14055	17.35869



**Figuur 4.5** Effect variant 3A op waterhoogte (HQ100)



**Figuur 4.6** Effect variant 3A op waterhoogte (HQ20)

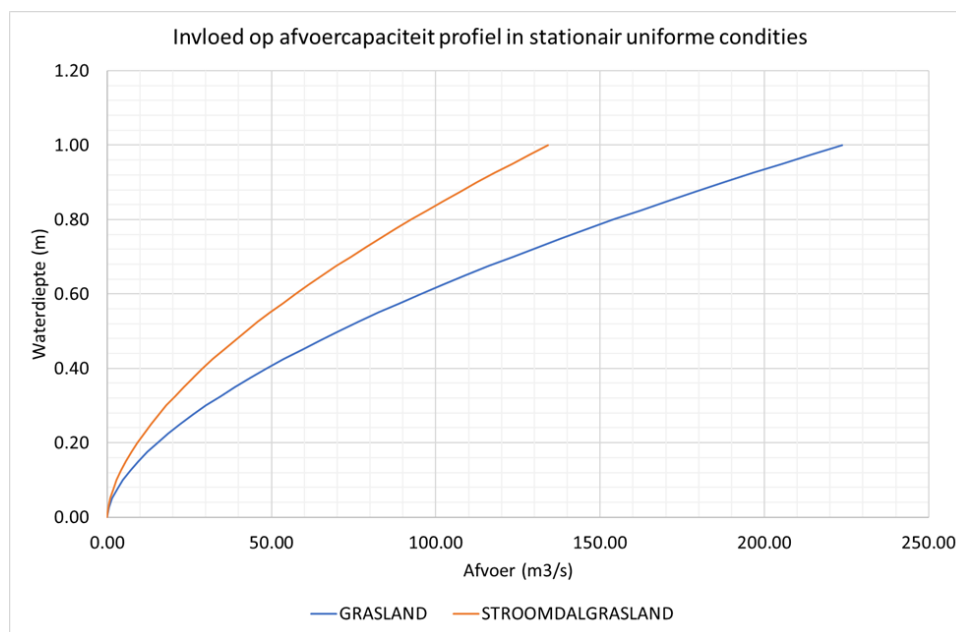


**Figuur 4.7** Effect variant 3A op waterhoogte (10 dagen per jaar)

#### 4.5 Invloed stroomdalgraslanden (variant 1A)

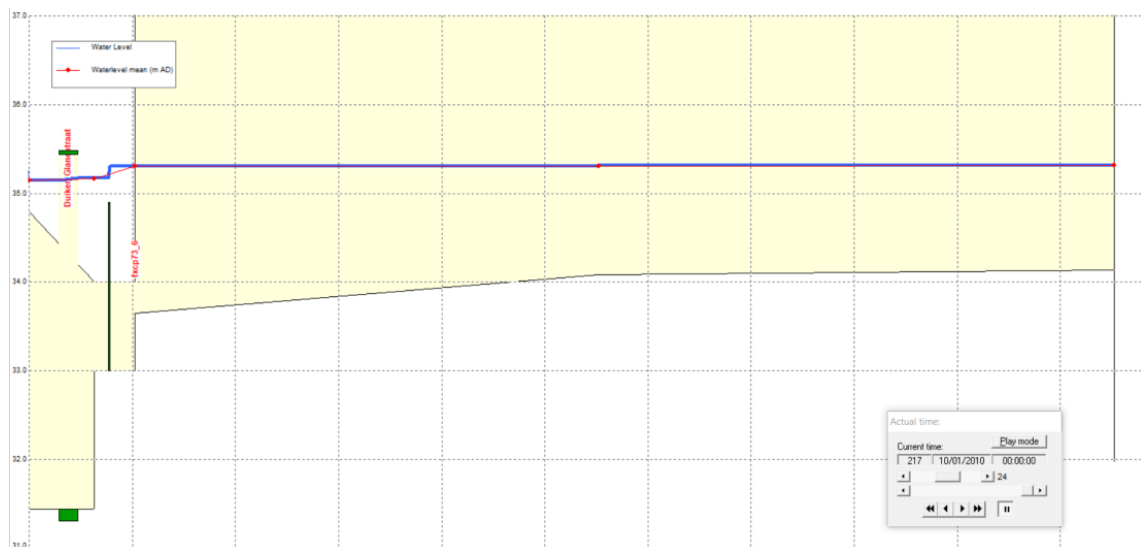
Om de invloed van stroomdalgraslanden op de waterhoogte te onderzoeken is een inschatting gemaakt van het effect onder stationair-uniforme condities. Hierbij is uitgegaan van een maaiveldverhang van 50cm/km en een breedte van 300m. Het resultaat is weergegeven in Figuur 4.8

De conclusie die hieruit te trekken valt is dat stroomdalgraslanden een waterstandsverhoging tot 25cm kunnen veroorzaken bij dieptes van 70cm in het geval dat grasland in het winterbed wordt omgevormd en het maaiveld volledig vrij kan afstromen richting het zomerbed.



Figuur 4.8 Maximaal te verwachten invloed stroomdalgrasland op de waterstand

In de specifieke situatie bij perceel Elderink is er geen volledig vrije afstroming tussen zomer- en winterbed en wordt de waterhoogte in het winterbed gestuwd door een stuwwal naast de Dinkel. Verruwing door de conversie naar stroomdalgrasland heeft in dit specifieke geval (berekening met HQ20 en voor het traject bij perceel Elderink) weinig effect. De stroomsnelheden laag en als gevolg daarvan het effect van een veranderende ruwheid beperkt.



**Figuur 4.9** Verloop waterstand vanaf de duiker in de Glanerstraat (links), over de dummystuw door het winterbed voor de huidige situatie met (blauw) en zonder (rood) stroomdalgraslanden.

## **Bijlage A. Beschrijving variantenberekeningen Dinkel-Zuid**

### **Welke varianten?**

Er worden vier varianten doorgerekend:

- Referentiesituatie (huidige situatie)
- Variant 1: N2000 maatregelen met natuurlijk profiel zomerbed tot aan de grens (maximale variant)
- Variant 2: een afgezwakte variant.
- Analyse effecten hogere ruwheid door ontwikkeling stroomdalgraslanden in winterbed.

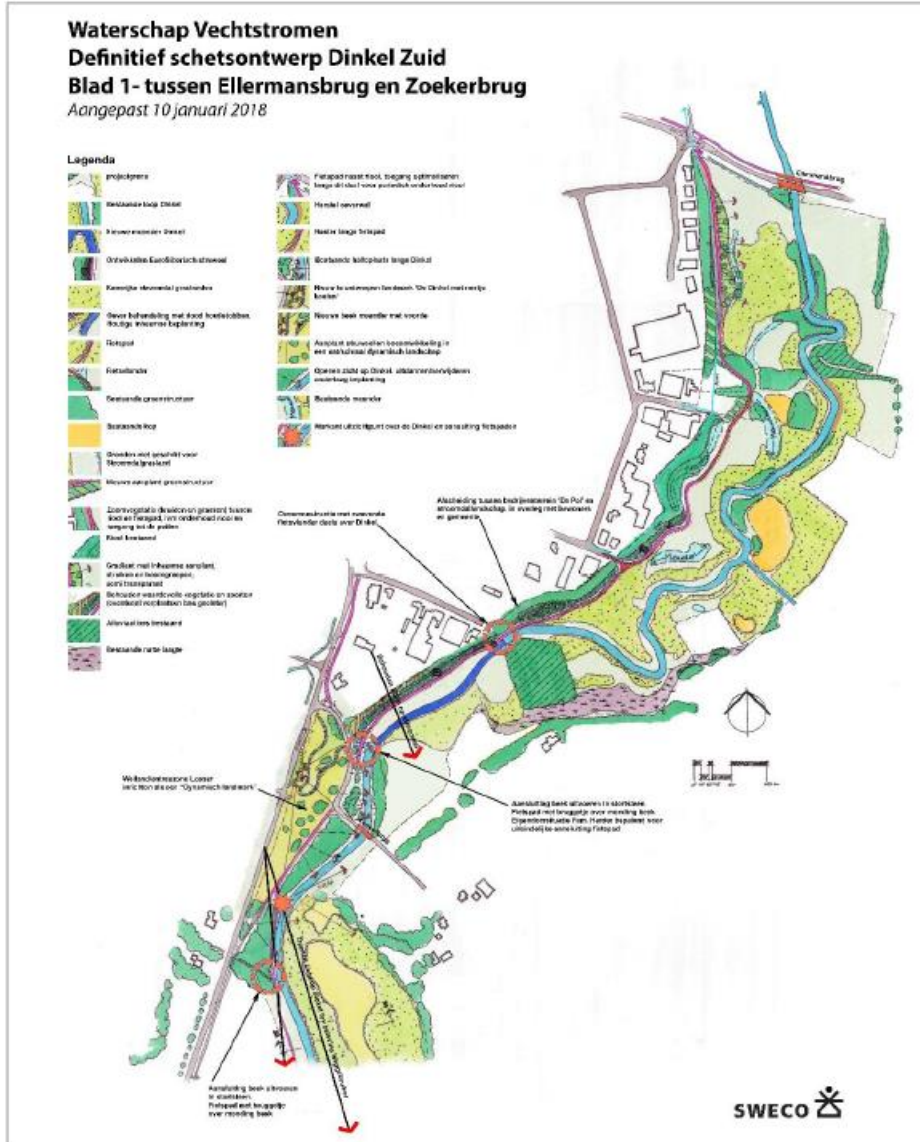
Het bevoegd gezag in Duitsland vereist dat de N2000/KRW inrichtingsmaatregelen niet leiden tot een verslechtering in de overstromingen in Gronau (HQ20, HQ100 en EHQ). Als variant 1 niet voldoet aan deze eis moet een afgezwakte variant worden doorgerekend (variant 2). De invulling hiervan vindt in overleg plaats nadat de resultaten van scenario 1 besproken zijn.

### **Beschrijving variant 1 (maximale variant)**

Het traject van de Dinkel waarin we maatregelen gaan uitvoeren loopt vanaf de Duitse grens tot aan de Ellermansbrug (N731). Het bestaat uit twee deeltrajecten:

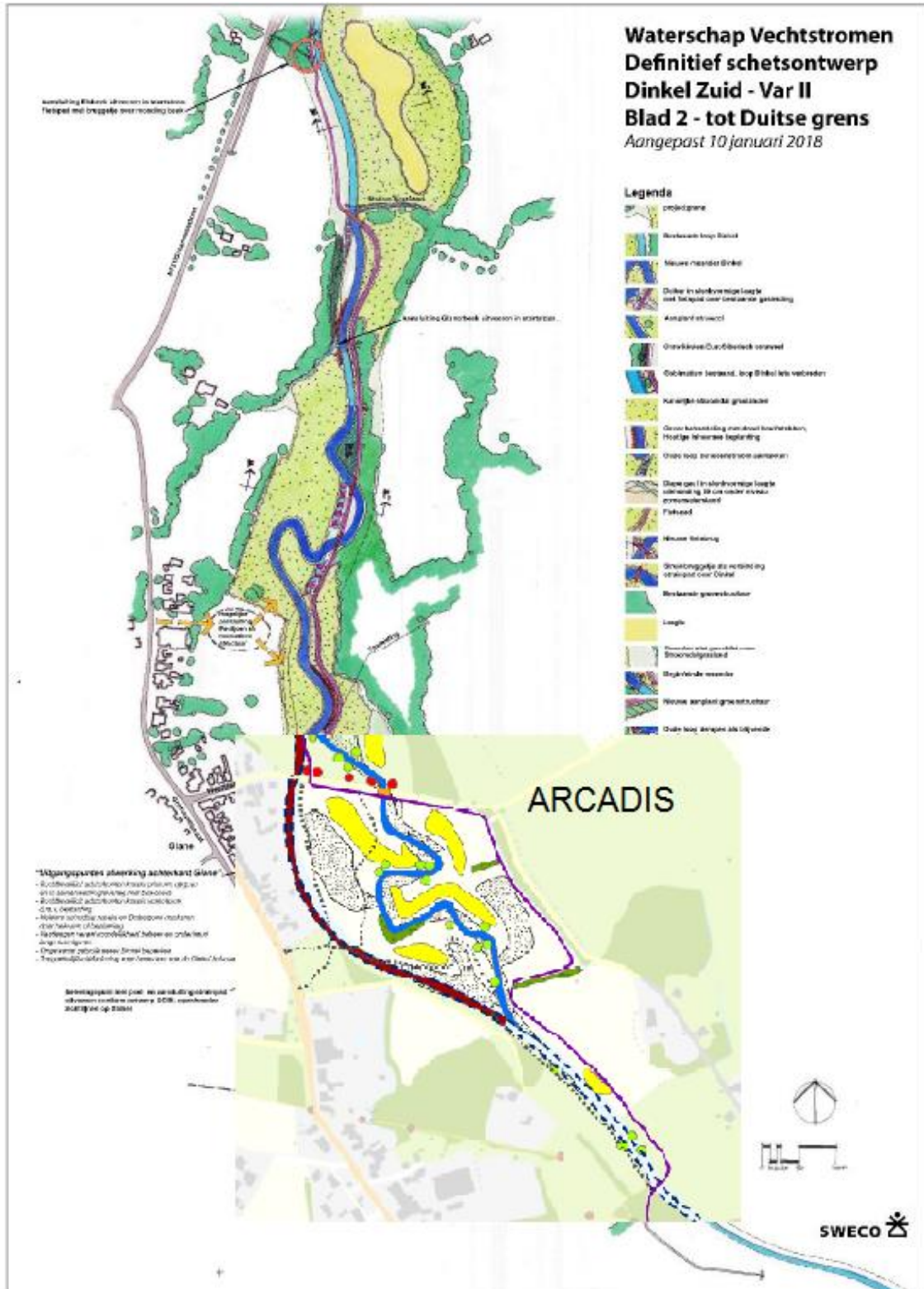
- Tussen de Bruggen. Liggt tussen de Zoekerbrug en de Ellermansbrug. Dit is al een natuurlijk traject Dinkel. De maatregelen zijn beperkt tot meer ruwheid in het winterbed en één meander aanleggen.
- Duitse grens- Zoekerbrug. Dit traject ligt nu in de Gobi-matten. De Gobi-matten worden verwijderd en het zomerbed wordt versmald. Ook worden er meanders aangelegd en wordt de ruwheid van het winterbed – en zomerbed verhoogd.

Hieronder staan kaartjes van het schetsontwerp van SWECO voor beide deeltrajecten (d.d. jan 2018). In het traject Duitse grens- Zoekerbrug is het zuidelijk deel van het SWECO ontwerp gewijzigd. In dit zuidelijke perceel wordt uitgegaan van het eerdere ontwerp van Arcadis, zie het ingezette stuk in het onderstaande schetsontwerp. Dit ontwerp sluit beter aan bij de KRW eisen. De huidige loop van de Dinkel langs het dorp Glane wordt gedempt en de Dinkel krijgt een nieuwe meanderende loop door het perceel. De Dinkel kruist ook de Glanestraat: hier komt een nieuwe duiker onder de weg.



Figuur 12 Schetsontwerp deelgebied 'Tussen de Bruggen'





Figuur 13 Schetsontwerp deelgebied 'Duitse grens – Zoekerbrug'

### **Vertaling van ontwerp naar model**

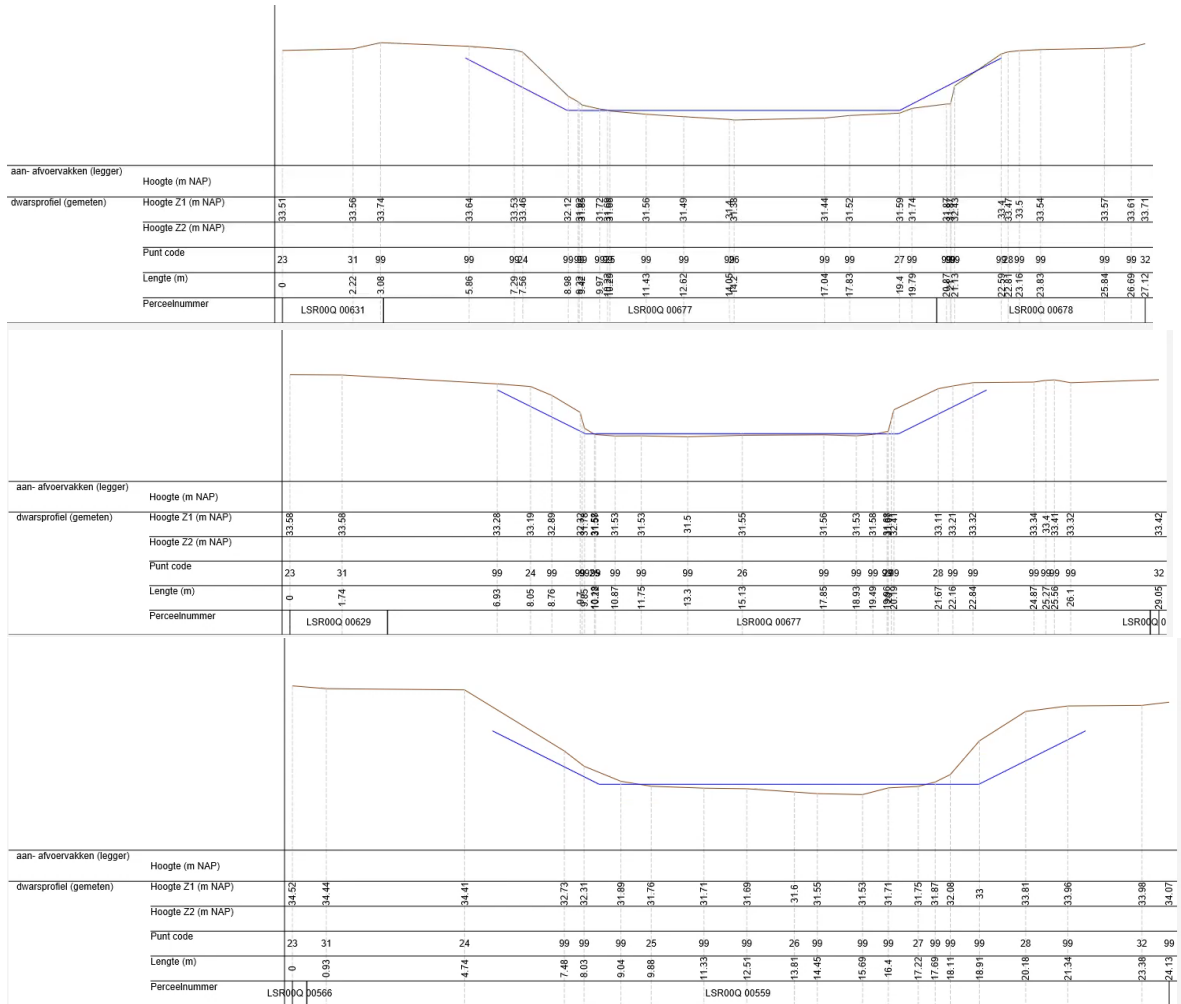
In de VO tekeningen van SWECO en in de tekening van Arcadis zijn de volgende maatregelen terug te vinden:

- Afplaggen winterbed in SWECO ontwerp en aanleg laagtes & koppen in ARCADIS ontwerp. Ter plaatse van de kansrijke locaties voor stroomdalgrasland wordt de voedselrijke bovengrond afgeplagd en wordt er opgehoogd met kalkrijk wit zand. Daarnaast worden er laagtes in winterbed aangebracht. Per saldo veranderd de waterberging in het winterbed niet. Voor de stroomdalgraslanden wordt wel meer kleinschalige variatie in hoogte aangebracht: in de vorm van zandruggen. De positie en vormgeving van de ruggen kan in theorie invloed hebben op de afvoercapaciteit van het winterbed, als ze een blokkerende werking hebben op de stroming (dwars op winterbed of als lange 'kades' langs het zomerbed). Een concrete hoogtekaart is nog niet uitgewerkt maar hierbij zal getracht worden dit te voorkomen. Daarbij is het lastig om lokale kleine variaties in hoogte mee te nemen in een 1D model. Om bovenstaande redenen wordt de verandering van hoogte niet meegenomen in de berekening.
- Inbreng van dood hout in de oever. Uitgangspunt is dat het hout in de oever wordt ingegraven. Het zorgt dus niet voor een verkleining van het hydraulisch profiel. Dit wordt daarom niet meegenomen in de berekeningen.
- Aanleg meanders. Op meerdere locaties worden nieuwe meanders gegraven. Dit resulteert in een langere stromingslengte en meer ruwheid, waardoor de waterstand stijgt.
- Oude loop benedenstrooms aantakken. In het ontwerp wordt de oude loop van de Dinkel op sommige plekken niet gedempt maar benedenstrooms aangetakt.
- Verwijderen Gobi-matten en verkleinen zomerbed. Dit vindt plaats tussen de Duitse grens en de Zoekerbrug. In dit traject wordt het huidige brede profiel van de Dinkel veranderd naar een kleiner natuurlijk profiel. Er is onderzoek uitgevoerd naar het natuurlijke profiel van de Dinkel (Analyse natuurlijk Dinkelprofiel, juni 2018, waterschap Vechtstromen) en hieruit blijkt dat de natuurlijke oegende trajecten in het traject "Tussen de bruggen" min of meer overeenkomen met het natuurlijke profiel. In afbeelding 2 zijn een aantal profielen opgenomen van het traject Zoekerbrug-grens en in afbeelding 3 zijn een aantal profielen opgenomen van het natuurlijke deel Tussen de Bruggen.

**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
27 van 35

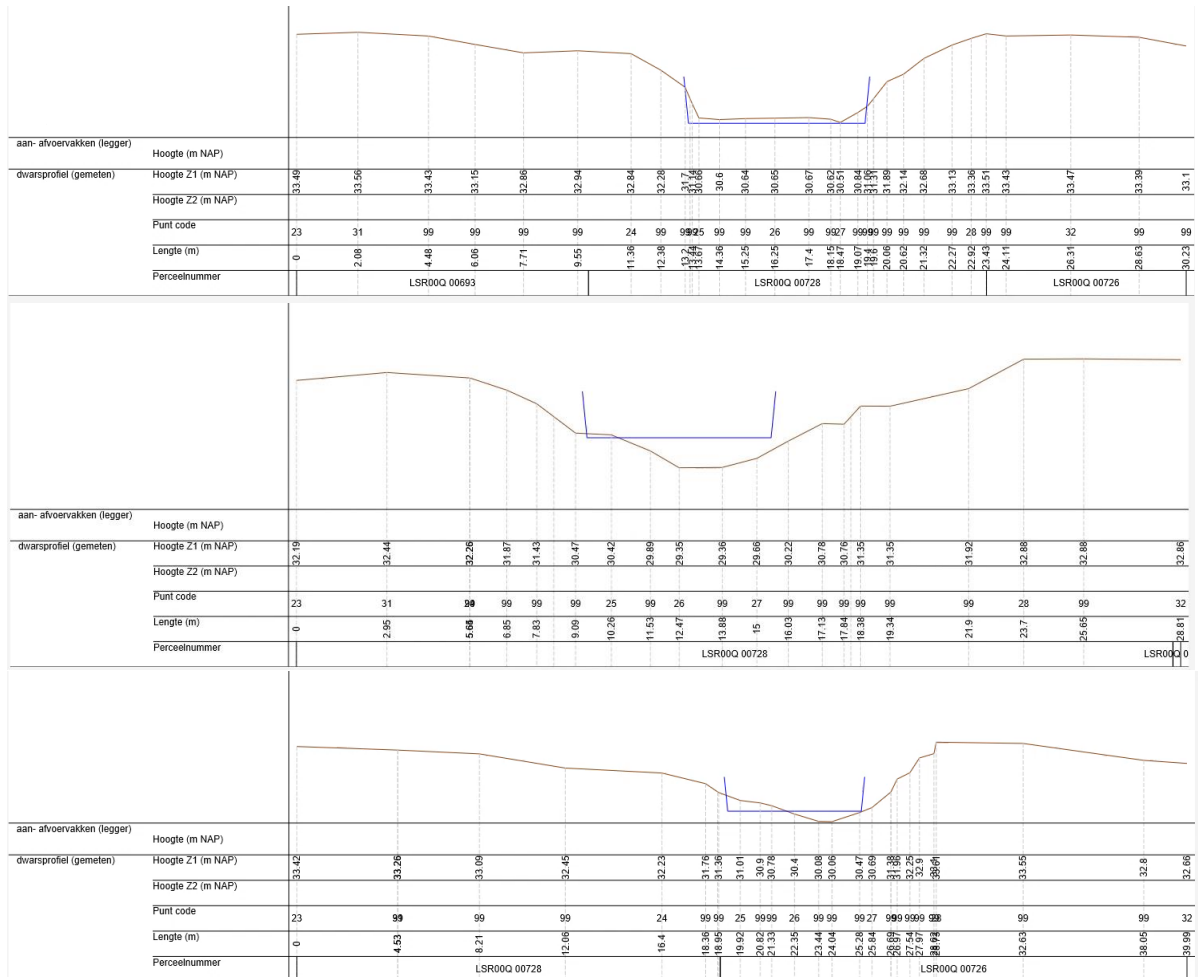


**Figuur 4.10** Profielen uit het Gobi-matten traject Zoekerbrug-grens. De bodembreedte is ca. 10,5 m. De diepte is ca. 2 m tov oevers (lokaal tot 2,75 m). Gemiddeld is het nat profiel bij een waterdiepte van 2 m circa 26 m<sup>2</sup>.

**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
28 van 35

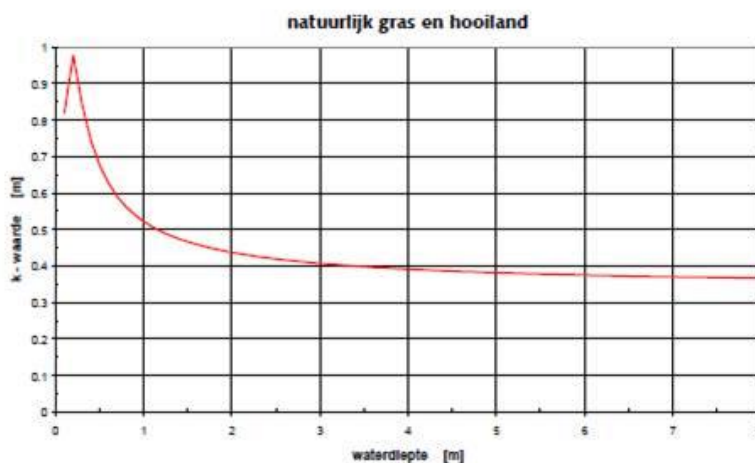
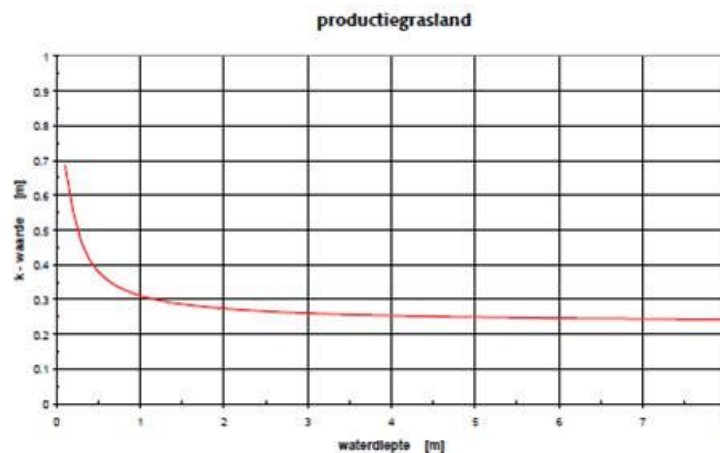


**Figuur 4.11** Profielen uit het natuurlijke traject Tussen de bruggen. De bodembreedte is ca. 6 m (variabel tussen 3,5 en 8 m). De diepte is ca. 2,75 m tov oevers. Gemiddeld is het nat profiel bij een waterdiepte van 2,5 m circa 20 m<sup>2</sup>.

- **Aanpassing kunstwerken.** De Dinkel kruist de Glanestraat in het nieuwe ontwerp, hier moet een nieuwe duiker komen. Daarnaast wordt de bodemval bij de Zoekerbrug verwijderd in het nieuwe ontwerp. Ook komen er op een aantal plekken nieuwe bruggen over de Dinkel (zie VO tekeningen sweco).
- **Ruwheid zomerbed.** In het deeltraject grens-Zoekerbrug is het zomerbed in het huidige model gladder door de Gobi-matten. In variant 1 moet worden uitgegaan van een vergroting van de ruwheid van het zomerbed, conform de waarden in het deeltraject “tussen de bruggen”.
- **Ruwheid winterbed.** De ruwheid van het winterbed wordt vergroot door de inrichtingsmaatregelen. Het gaat dan om de aanplant/ontwikkeling van struweel. Hiervan is de omvang beperkt. Daarnaast gaat het om de ontwikkeling van stroomdalgraslanden in het winterbed. Dit zijn wel grote oppervlakken in het winterbed. Stroomdalgraslanden zijn over het algemeen ruwer dan agrarisch gras en dit kan zorgen voor extra opstuwing bij inundaties. Voorgesteld wordt om de waarden uit het RIZA handboek van 2003 te gebruiken voor de vergroting van de ruwheid van “agrarisch gras” naar “natuurlijk gras en hooiland”. Aangezien het model met Manning werkt dienen deze omgerekend te worden



naar gelijksoortige ruwheid.



## Dimensionering natuurlijk zomerbed

In de notitie “Hydrologische onderbouwing ontwerp Dinkel-zuid” van Sweco 22 mei 2018 zijn de uitgangspunten van het natuurlijke zomerbed beschreven:

*“Gemiddeld genomen is het nat profiel bij een waterdiepte van 2,5 m circa 20 m<sup>2</sup> en de bovenbreedte circa 12 m. De bodembreedte is, zoals valt te verwachten in een dergelijk dynamische situatie, vrij variabel tussen circa 3,5 en 8 m. Het talud is in de rechtstanden vrij steil met taludhellingen tussen 1:1 en 1:1,5. In de scherpe meanderbochten is duidelijk een combinatie van een flauwe / steile oever aanwezig. De waterbodem is gedeeltelijk begroeid maar vooral de oeverzones / taluds zijn overwegend sterk begroeid met ruigte / struiken en bomen.”*

Sweco is uitgegaan van de volgende dimensionering:

- De bodemhoogte van de te (ver)graven delen sluiten aan op de vastgelegde bodemhoogte bovenstrooms bij grenspaal 853 en benedenstrooms (Zoekerbrug). Ook wordt aangesloten bij de huidige bodemhoogte van de zijbeken Glanerbeek en Elsbeek. Het uitgangspunt is dat de bodemhoogte niet significant dieper wordt dan in de huidige



**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
30 van 35

- situatie. Lokaal mogen er wel kleine verschillen zijn, maar geen netto verlaging van de bodem in het traject. De drempel bij de Zoekerbrug wordt verwijderd bij variant 1.
- Het profieloppervlak wordt in het traject Weertsbrug-monding Glanerbeek circa 18 m<sup>2</sup> en in het traject Glanerbeek-Zoekerbrug circa 20 m<sup>2</sup> vanwege de grotere afvoer.

In tabel 5 is per deeltraject de dimensionering aangegeven die door Sweco is gehanteerd. Dit zijn richtwaardes voor de variantenstudie.

**Tabel 5 Dimensionering zomerbedding**

Traject	Maatregel*	Lenigte (m)	Bodemhoogte bovenstrooms (m+NAP)	Bodemhoogte benedenstrooms (m+NAP)	Bodemverhang (m/km)	Bodem-breedte (m)	Talud	Input model BB (m)**	Input model talud
Grenspaal 854 – grenspaal 853	-	500	+32,16	+32,03	0,26	10,65	1:2 tot 1:2,5	origineel	Nb
Grenspaal 853 - Weertsbrug	G	750	+31,85	+31,57	0,37	van 10,65 naar 6	Variabel 1:1 tot 1:2,5	origineel	Nb
Weertsbrug – monding Glanerbeek	G	670	+31,57	+31,30	0,40	Variabel 3,5-6 m	Variabel 1:1 tot 1:2	4,25	1,5
Monding Glanerbeek - Zoekerbrug	G+M	620	+31,30	+31,10	0,30	Variabel 3,5-8 m	Variabel 1:1 tot 1:2,5	5,10	1,5
Zoekerbrug – nieuwe meander	M	580	+31,10	+30,50	1,05	Variabel 3,5-8 m	Variabel 1:1 tot 1:2,5	5,10	1,5
Nieuwe meander - Ellermansbrug	A	1.070	+30,50	+30,20	0,30	Variabel 3,5-8 m	Variabel 1:1 tot 1:2,5	origineel	Nb

\*G = gobimatten verwijderen en (gedeeltelijk) herprofilen bestaande profiel

M = nieuw te graven meanders aanbrengen

A = verwachte aanzanding als gevolg van bovenstroomse maatregelen

\*\* origineel = bestaande gemeten profiel

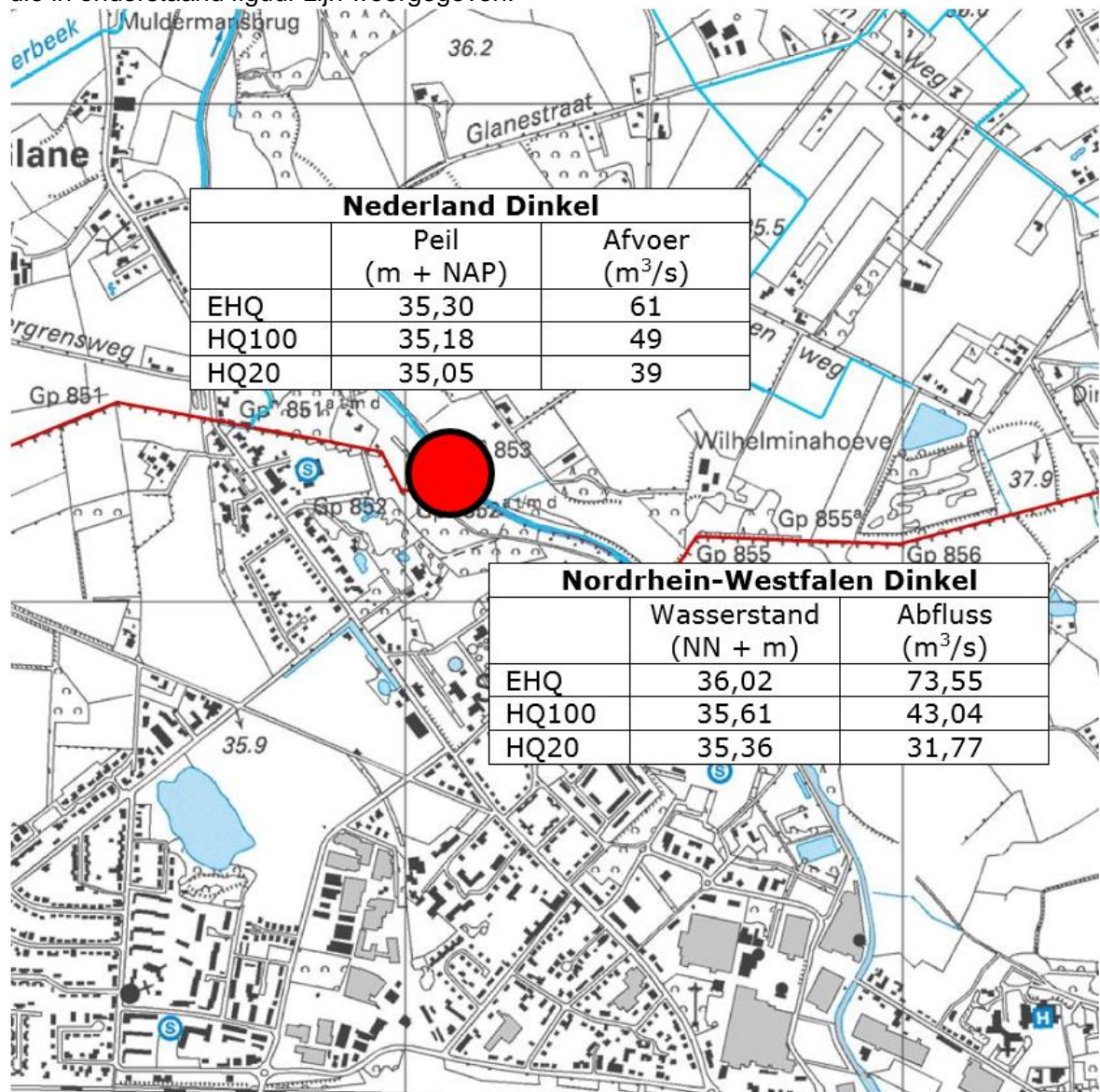


## Afvoersituaties

Bij de scenarioberekeningen zijn de effecten bij de volgende afvoersituaties nodig: gem. winter (1/4Q), gem. zomer (1/100Q), 10 d/jaar, 20 d/jaar, T=1, HQ20, HQ100, EHQ. De eerste 5 situaties worden bepaald op basis van de berekende modelresultaten over de 10 jaar.

Voor de meer extreme situaties (HQ20, HQ100, EHQ) is besloten om de maatgevende afvoergolf bij Gronau op het model te zetten en de afvoer van de zijbeken in Nederland naar rato te verscalen.

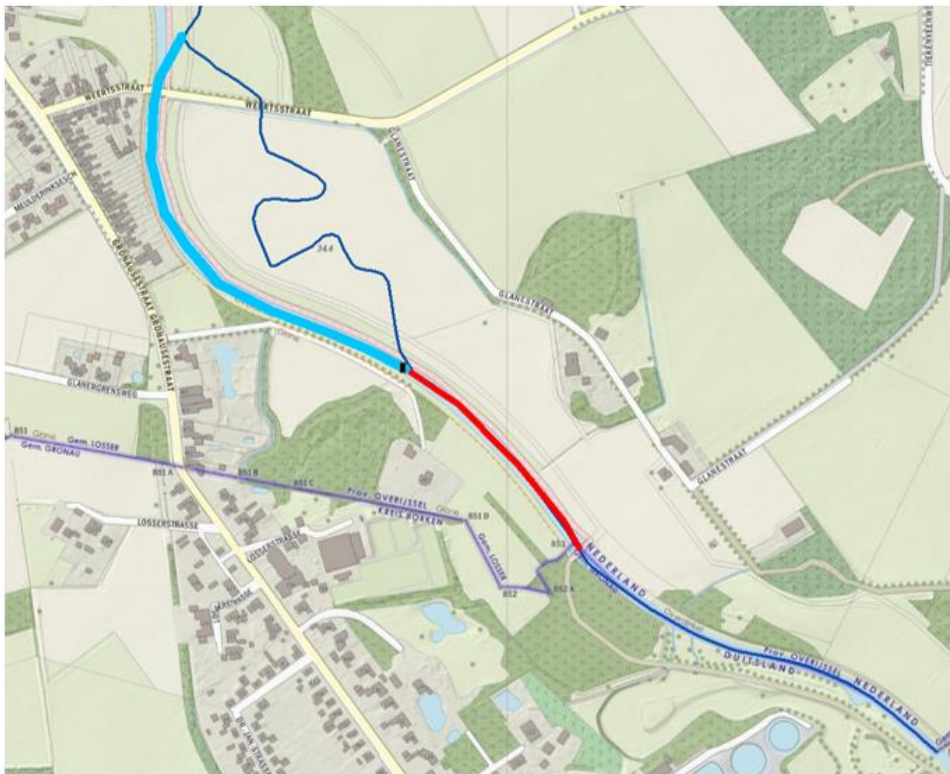
Voor de variantenberekeningen gaan we uit van de ROR debieten van Nordrhein-Westfalen die in onderstaand figuur zijn weergegeven.



## Bijlage B. Extra varianten

### Variante 2

In variante 2 blijft de huidige Dinkel gehandhaafd als een hoogwatergeul (lichtblauwe lijn). De nieuwe meanderende rivier in perceel Elderink vormt de nieuwe Dinkel. Voor de morfologische processen in de nieuwe Dinkel is het van belang dat het water tot aan bankfull situaties door de nieuwe Dinkel stroomt. De hoogwater geul stroomt alleen mee bij hoge afvoeren. In het rode traject vindt een overgang plaats van het smallere zomerbed profiel (4,5 m) naar het brede zomerbed profiel bij grenspaal 853 (10,5 m). In het traject tussen grenspaal 853-854 worden geen veranderingen aangebracht.



Traject	Uitgangspunten variante 2
Nieuwe loop Dinkel (donkerblauw)	Breedte zomerbed en ruwheid conform variant 1.
Hoogwatergeul (lichtblauw ca 500 m)	Vanuit morfologische aspecten is het wenselijk dat de hoogwatergeul vanaf een afvoer van 10 a 20 d/jaar (bankfull) gaat meestromen. Dit komt overeen met een waterhoogte van ca. NAP +34,0 m (var 1). Voorgesteld wordt om een vaste gronddam aan te leggen bij de instroom met een hoogte van NAP +34,0 m. De dam moet minimaal de breedte hebben van insteek tot insteek (15m). In onderstaand figuur is een dwarsprofiel over het winterbed opgenomen ter hoogte van de





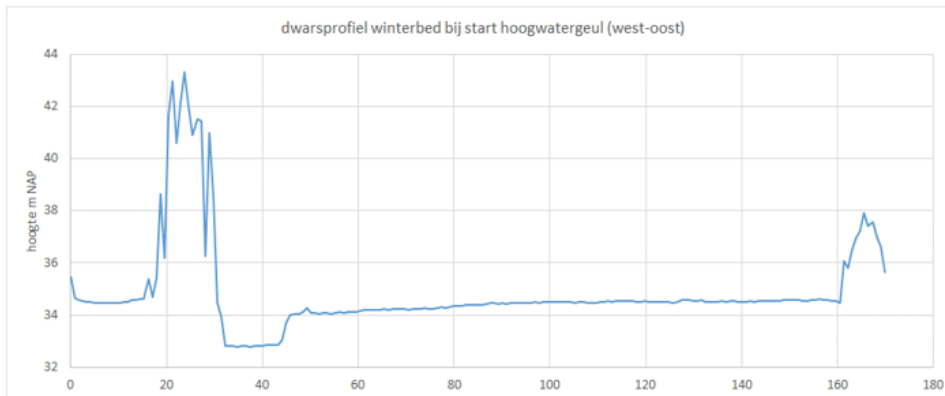
	<p>start van de hoogwatergeul. De rechteroever ligt op ca. NAP +34,0 m. Het winterbed ligt iets hoger, op ca. NAP +34,2 tot +34,5 m. De dam moet lager liggen dan het maaiveld. Anders zal de geul weinig effectief zijn want dan treedt er gewoon stroming op over het maaiveld, zoals in variant 1.</p> <p>De bodemhoogte in de hoogwatergeul is conform de huidige situatie (geen verondieping).</p> <p>Voorgesteld wordt om de Gobi-matten/oeverbescherming op de linkeroever te laten liggen in verband met de grond achter de woningen.</p>
Perceel Elderink (winterbed)	De zwarte bovengrond van het perceel Elderink wordt verwijderd. Dit wordt waarschijnlijk grotendeels aangevuld met wit zand (zoals in de rest van het winterbed). We nemen we aan dat er geen netto extra berging ontstaat in het winterbed.
Huidige Dinkel (rood ca 300 m)	Hier vindt een geleidelijk overgang plaats van het smalle (4,5 m) naar het huidige zomerbed (10,5 m). Dit houdt in dat de Gobi-matten ook verwijderd worden. Langs dit traject is aan de rechterzijde ongeveer 12 m brede strook in eigendom (met fietspad). Deze strook wordt benut voor een natuurlijke inrichting van dit traject (nadere uitwerking). Voor de ruwheid in het model nemen we aan dat de weerstand van het zomerbed zich bevindt tussen de waarde van het Gobi-matten traject en het natuurlijk traject. Er worden geen nieuwe meanders aangelegd waardoor de ruwheid lager is dan die van het natuurlijk traject in het model.
Traject tussen grenspalen (ca 500 m)	Huidige situatie handhaven.



**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
34 van 35



### Variant 3

Variant 3 lijkt op variant 2, echter wordt de nieuwe Dinkel al voor de Weertsbrug aangetakt op de hoogwatergeul. Langs de Weertsstraat ligt een gasleiding en deze ligging voorkomt dat de gasleiding gekruist hoeft te worden door een nieuwe rivier. Ook hoeft er geen nieuwe brug te worden aangelegd over de weg. We gaan er vanuit dat er wel een nieuwe grote duiker nodig is onder de Weertstraat (bv. 1 m hoog en 5 m breed) om de afvoercapaciteit in het winterbed te vergroten. De exacte dimensies worden bepaald als er meer informatie bekend is over de opstuwung door de weg.



### Werkwijze

De voorgestelde werkwijze is:

- Inzicht krijgen in mogelijk knelpunt door Weertsbrug en Weertsstraat.



**Datum**  
18 maart 2019

**Ons kenmerk**  
11202882-004-ZWS-0001

**Pagina**  
35 van 35

- Variant 2 en 3 worden eerst voor HQ100 doorgerekend om snel inzicht te krijgen in de maatgevende effecten op de grens. Daarna wordt voor het voorkeursalternatief de overige maatgevende situaties doorgerekend.