

**ONDERWERP**

Rivierkundige effecten ontwerp wijzigingen Elster  
Buitenwaarden

**PROJECTNUMMER**

C06041.000022

**DATUM**

16 februari 2023

**ONZE REFERENTIE**

BIM360Docs

**VAN**

██████████ (Arcadis)

**AAN**

██████████ (RWS-ON)

**KOPIE AAN**

██████████ (Provincie Utrecht)

## Inleiding

### Achtergrond

De Elster Buitenwaarden is een KRW- & natuurontwikkelingsproject in de uiterwaarden bij Elst (Gemeente Rhenen, Provincie Utrecht). Het project viel in de zomer van 2019 stil door de PFAS-regelgeving. Het project was op dat moment al in uitvoering, en ook de natuurontwikkeling is tot stilstand gekomen.

In het project wordt natuurontwikkeling bevorderd door middel van het afgraven van de voedingsrijke bovenlaag, het realiseren van verschillende ondiepe geulen en het dempen van een voormalige zandwinplas in de strook tussen zomer- en winterdijk. Hierbij wordt veel grond verplaatst van de bovenlaag naar de voormalige zandwinplas. Deze plas staat in verbinding met het grondwater, en is sinds het stopzetten van de werkzaamheden in juli 2019 half gevuld met (naar verwachting licht met PFAS belaste) bovengrond uit de uiterwaarden.

Om het risico op verspreiding van PFAS naar het milieu voor de Elster Buitenwaarden zoveel mogelijk te verminderen, zijn een aantal ontwerp wijzigingen gedaan ten opzichte van het oorspronkelijke inrichtingsplan. Het oorspronkelijke inrichtingsplan wordt hierna ook wel aangeduid als het DO (Definitief Ontwerp).

### Doel van het memo

De voorgestelde ontwerp wijzigingen zijn van invloed op de rivierkundige effecten van het inrichtingsplan. Het doel van deze memo is om een inschatting te geven van de verandering van de rivierkundige effecten, om te bepalen of het gewijzigde plan rivierkundig gezien nog steeds vergunbaar is.

De rivierkundige toetsing van het oorspronkelijke inrichtingsplan (DO) is beschreven in de rapportage "Rivierkundige beoordeling Elster Buitenwaarden" d.d. 30 juni 2017. Het voorliggende memo borduurt voort op dit rapport en kan dan ook niet los van dit rapport worden gelezen.

### Methodiek

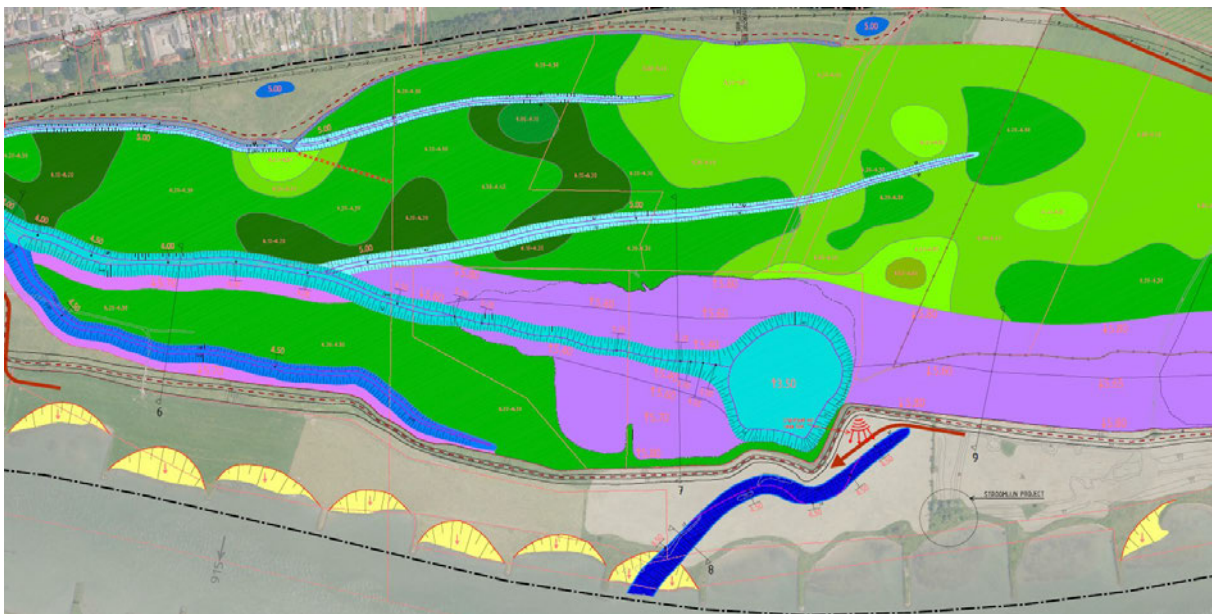
De inschatting van de rivierkundige effecten van de ontwerp wijzigingen is gedaan op basis van expert judgement. Hiervoor is gekozen omdat de eerste inschatting is dat de ontwerp wijzigingen geen invloed hebben op de vergunbaarheid van het inrichtingsplan.

## Aanpassingen in het plan

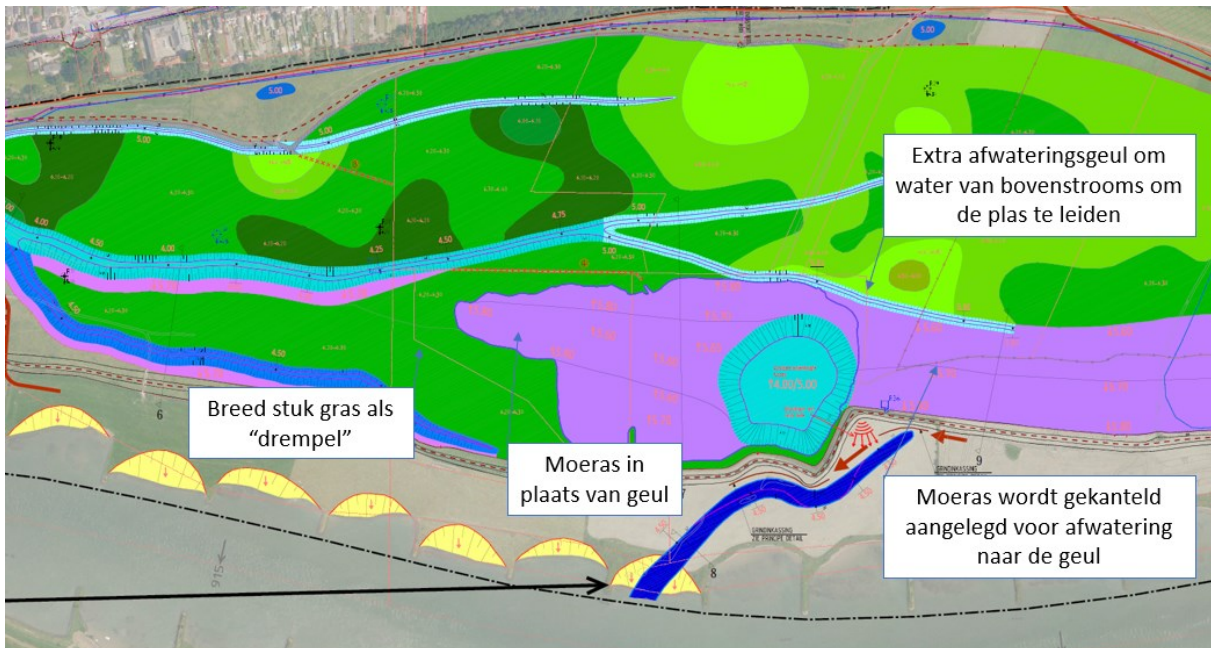
### Korte beschrijving ontwerp wijzigingen

Om het risico op verspreiding van PFAS zoveel mogelijk te verminderen, wordt de plas zo goed als mogelijk hydrologisch geïsoleerd. Hiervoor wordt oppervlaktewater wat eventueel stroomopwaarts langs kan stromen om de plas heen geleid. Om de plas te isoleren zijn de volgende aanpassingen gedaan ten opzichte van het oorspronkelijke uitvoeringsplan (zie Figuur 1 voor het DO en Figuur 2 en Figuur 3 voor de gewijzigde situatie):

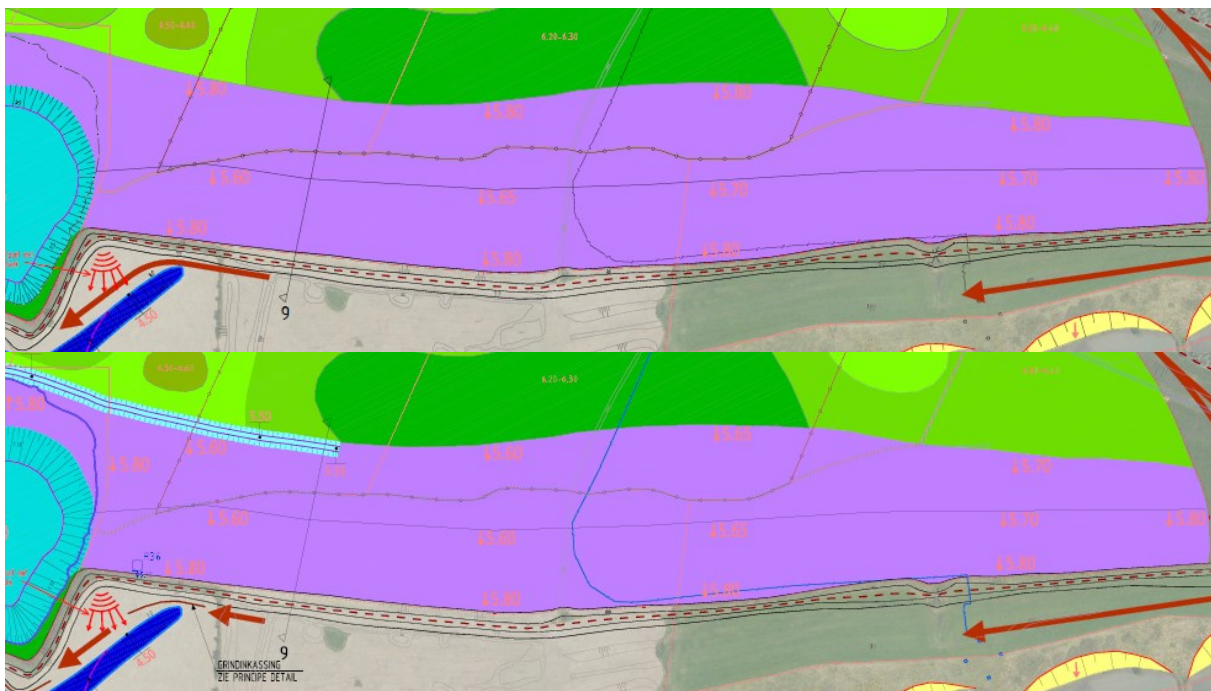
- Er wordt een extra afwateringsgeul aangelegd ten noorden van de plas. De geul begint in het oosten vanuit het moeras op een hoogte van 5,50 ~ 5,60 m+NAP en heeft dan een aflopende bodemhoogte naar 5,00 m+NAP.
- Het moeras ten oosten van de plas is “gekanteld” vanwege afwatering richting de nieuwe afwateringsgeul. In de oorspronkelijke situatie ligt het centrale deel van het moeras ongeveer 10 cm lager dan de randen. In de nieuwe situatie ligt het noordelijke deel van het moeras lager dan het zuidelijke deel (zie Figuur 3 voor de verschillen tussen het oorspronkelijke DO en de nieuwe situatie). De contouren van het moeras veranderen niet en de gemiddelde hoogte blijft vrijwel gelijk.
- De hoogte van de bodem van de plas wordt ten behoeve van de ecologische kwaliteit verhoogd van 3,5 naar 5 m+NAP. Daarnaast wordt het talud verflauwd van 1:5 naar 1:10).
- De geul ten westen van de plas is vervangen door moeras met bijbehorende hoogtes.
- Er wordt een breed stuk grasland tussen het moeras en de centrale strang aangelegd als “drempel” met een hoogte van 6,20 ~ 6,30 m+NAP. Deze drempel voorkomt dat PFAS-houdend oppervlaktewater vanuit de plas direct stroomafwaarts het strangensysteem in stroomt.



Figuur 1: Definitief Ontwerp Elster Buitenwaarden rondom de plas (Arcadis, 2017). Met aquablauw zijn de plas en de strangen weergegeven na uitvoering. De moeraszones zijn weergegeven in paars en graslanden in groen.



*Figuur 2: Aanpassingen in ontwerp Elster Buitenwaarden t.b.v. hydrologische isolatie plas. Met aquablaauw zijn de plas en de strangen weergegeven na uitvoering. De moeraszones zijn weergegeven in paars en graslanden in groen.*

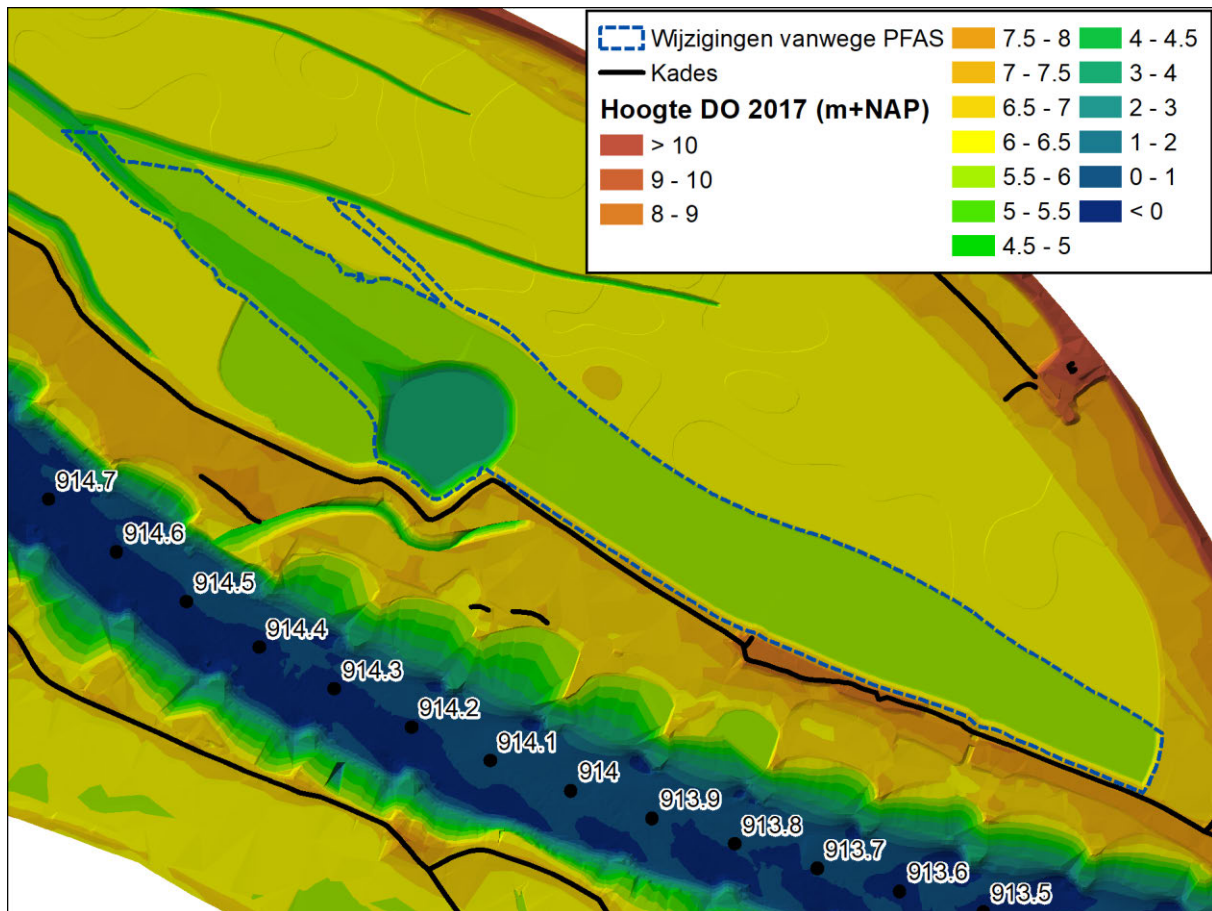


*Figuur 3: Aanpassingen voor het 'kantelen' van de moeraszone, met boven de situatie in het DO en onder de nieuwe situatie.*

Behalve de bovengenoemde aanpassingen, wordt in het noordelijke deel van de uiterwaard een gebied van ongeveer 11 ha ongeveer 10 cm extra ontgraven. Dit wordt gedaan omdat hier een kleilaag is blijven liggen, die zeer snel dichtgroeit met akkerdistel. Na deze ontgraving wordt hier dezelfde hoeveelheid zand teruggestort, om te voorkomen dat deze gebieden te laag komen te liggen en er moeras ontstaat. De hoogteligging en de ruwheid wijzigt niet in dit gebied, wat betekent dat dit geen rivierkundig effect heeft. Daarom wordt hier in dit memo verder niet op ingegaan.



In Figuur 4 is de omtrek van het gebied waar de wijzigingen plaatsvinden geprojecteerd op de bodemhoogte van het oorspronkelijke DO.



Figuur 4: Gebieden waar wijzigingen plaatsvinden vanwege PFAS.

Een andere aanpassing is dat voor enkele gebieden de bestaande ooibosontwikkeling wordt gehandhaafd i.p.v. aanplant van nieuw hardhoutooibos (zie Figuur 5). Deze gebieden liggen aan de noordelijke rand van het projectgebied. In deze gebieden worden geen aanpassingen gedaan ten opzichte van de huidige situatie. In de berekeningen van het DO is voor deze gebieden de Vegetatieleggerklasse 'bos' toegepast. Daarnaast is in het rivierkundig model ook een hoogwater vrij terrein aanwezig dat deels aan de oostkant van het meest oostelijke gebied ligt. Dit hoogwater vrij terrein 'overschrijft' de aanwezige vegetatie in de rivierkundige berekeningen.

Voor de analyse van waterstandseffecten is gekeken welke vegetatie in deze gebieden in de Vegetatielegger zit. Het blijkt dat een groot deel van dit gebied (ruim 92%) ook als bos in de Vegetatielegger zit. Het resterende deel zit als grasland in de Vegetatielegger. Dit zijn smalle stroken aan de randen van de gebieden. In deze smalle stroken mag wettelijk gezien geen bos staan, maar moeten grasland blijven. Dit zorgt in theorie voor een zeer beperkte toename van de waterstands daling ten opzichte van het DO, omdat de nieuwe situatie iets gladder is.

In de noordwestelijke hoek van het projectgebied is ook een kleine ontwerp aanpassing gedaan (zie Figuur 6). Hier is een bomerij vervangen door een heg en is een andere heg wat ingekort en opgeschoven naar het oosten. Een bomerij heeft een kleinere hydraulische weerstand dan een heg of struweelrij. Die wijziging zorgt voor een kleine waterstands verhoging. Daar staat tegenover dat de oostelijke struweelrij is opgeschoven naar een gebied waar het iets minder hard stroomt en ook korter is geworden. Dat zorgt voor een kleine waterstands daling. Deze effecten, die op zichzelf al erg klein zijn, zullen elkaar ongeveer opheffen. Het rivierkundig effect van deze wijzigingen is verwaarloosbaar en daarom worden deze verder niet meegenomen bij de inschatting van de rivierkundige effecten van de verschillende ontwerp wijzigingen.



*Figuur 5: Deelgebieden met te handhaven bestaande ooibosontwikkeling (i.p.v. aanplant nieuw hardhoutooibos).*



*Figuur 6: Aanpassing van bomen en heggen in de noordwestelijke hoek van het projectgebied. Boven de oude situatie en onder de nieuwe situatie.*



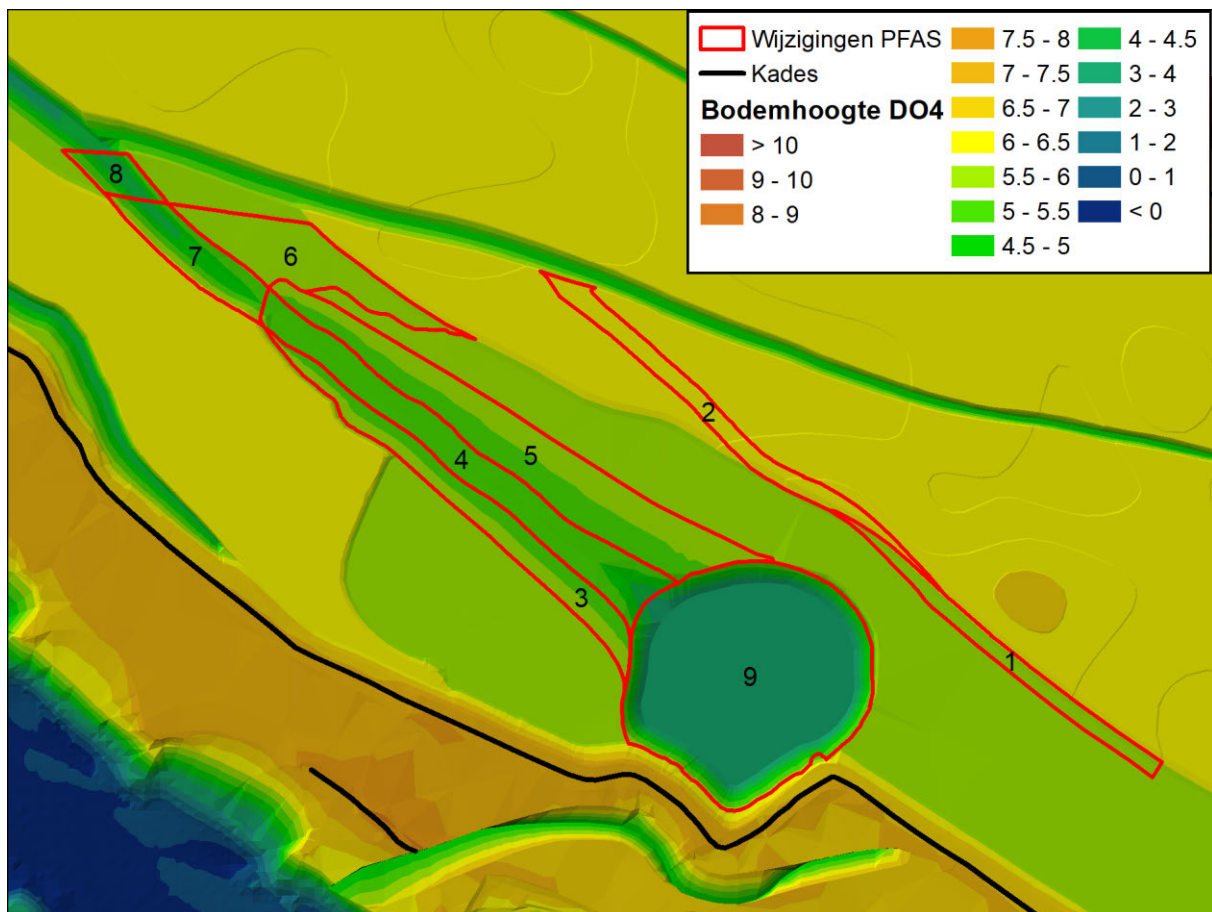
## Wijzigingen volumes en ruwheden

Ten behoeve van de rivierkundige expert judgement worden de ontwerpwijzigingen in deze paragraaf nader toegelicht in termen van volumeveranderingen en veranderingen van ruwheid. Aanpassingen aan zomerkades zijn niet aan de orde. Hiervoor zijn de verschillende ontwerpwijzigingen onderverdeeld in deelgebieden (zie Figuur 7). Het kantelen van het moeras ten oosten van de plas is hierbij niet meegenomen; omdat zowel de gemiddelde bodemhoogte als de vegetatie hier gelijk blijft, heeft dit geen rivierkundig effect.

De wijzigingen vanwege PFAS (deelgebieden 1 t/m 9) hebben als gevolg dat er ongeveer 32.500 m<sup>3</sup> minder wordt ontgraven dan in het oorspronkelijke DO.

Wat betreft de ruwheden vinden er vooral grote ruwheidswijzigingen plaats in de deelgebieden 1, 4, 6 en 8. In deelgebieden 1 en 6 neemt de ruwheid af en in deelgebieden 4 en 8 neemt de ruwheid toe. Het oppervlak van de gebieden waarin de ruwheid toeneemt is iets groter dan gebieden waar de ruwheid afneemt (resp. 8.400 tegenover 7.200 m<sup>2</sup>).

Bij de bosgebieden (zie figuur 5 en deelgebied 10 in Tabel 1) wordt de bodemhoogte in het DO niet gewijzigd. Hier is alleen de verandering van de ruwheid van belang. Volgens de Vegetatielegger bestaat de normatieve toestand (de norm waaraan de vegetatie in dit gebied moet voldoen) voor ruim 92% uit bos en voor iets minder dan 8% uit grasland. In het grootste deel van het gebied is de ruwheid in de oude en nieuwe situatie hetzelfde. In ongeveer 0,15 ha is de ruwheid volgens de Vegetatielegger in de nieuwe situatie kleiner. Alleen dit gebied, waar bos in het DO staat en gras en akker in de Vegetatielegger, is opgenomen in Tabel 1.



Figuur 7: Onderverdeling in deelgebieden van de wijzigingen voor PFAS ten behoeve van de rivierkundige analyse.

Tabel 1: Verandering volumes ( $\Delta V$ ) en vegetatie voor de deelgebieden uit Figuur 7. Een toename van het volume betekent dat er minder grond wordt ontgraven (er blijft meer grond achter). De gemiddelde bodemhoogten ( $Z$ ) van het DO zijn bepaald door GIS-analyse op basis van de Baseline-variant van het DO. De nieuwe gemiddelde bodemhoogten zijn zo goed mogelijk geschat op basis van de Autocad-tekening. Vegetatie is beschreven in termen van de klassen van de Vegetatielegger.

| Nr. | Maatregel       | Vegetatie (DO) | Vegetatie (nieuw) | Opp. [m <sup>2</sup> ] | Z (DO) [m+NAP] | Z (nieuw) [m+NAP] | $\Delta Z$ [m] | $\Delta V$ [m <sup>3</sup> ] |
|-----|-----------------|----------------|-------------------|------------------------|----------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| 1   | Afwateringsgeul | riet en ruigte | water             | 2.614                  | 5,86           | 5,6               | -0,26          | -686                         |
| 2   | Afwateringsgeul | gras en akker  | water             | 3.400                  | 6,27           | 5,35              | -0,92          | -3.134                       |
| 3   | Dempen geul     | riet en ruigte | riet en ruigte    | 5.159                  | 5,51           | 5,8               | 0,29           | 1.516                        |
| 4   | Dempen geul     | water          | riet en ruigte    | 7.238                  | 5,21           | 5,7               | 0,49           | 3.530                        |
| 5   | Dempen geul     | riet en ruigte | riet en ruigte    | 10.004                 | 5,50           | 5,7               | 0,20           | 2.003                        |
| 6   | Brede drempel   | riet en ruigte | gras en akker     | 4.554                  | 5,71           | 6,25              | 0,54           | 2.461                        |
| 7   | Brede drempel   | water          | gras en akker     | 2.864                  | 5,22           | 6,25              | 1,03           | 2.946                        |
| 8   | Dempen geul     | water          | riet en ruigte    | 1.125                  | 4,82           | 5,7               | 0,88           | 992                          |
| 9   | Ophogen plas    | water          | water             | 19.298                 | 3,81*          | 5,00              | 1,19           | 22.897                       |
| 10  | Bestaand oobos  | bos            | gras en akker**   | 1.533                  | n.v.t.         | n.v.t.            | 0              | 0                            |

\* Inclusief taluds

\*\* Of vergelijkbare ruwheid

## Rivierkundige effecten

### Effecten op MHW

De rivierkundige taakstelling van de Elster Buitenwaarden is een waterstandsvaling van 4 mm bij rivierkilometer (rkm) 912. Het DO heeft een waterstandsvaling van 6,8 mm bij rkm 912, dus er is nog 2,8 mm ruimte. In deze paragraaf wordt ingeschat wat ongeveer het waterstandseffect van de wijzigingen is en of de taakstelling nog steeds wordt gehaald.

Voor een eerste inschatting van de effecten van de wijzigingen op het maatgevend hoogwater (MHW) is gebruik gemaakt van de vuistregels die zijn beschreven in het rapport "Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden" (RIZA rapport 2001.059, december 2001). In dit rapport wordt beschreven hoe een inschatting gemaakt kan worden van het MHW-effect op basis van hoeveelheid ontgraving<sup>1</sup> en verandering van ruwheid. Voor het deeltraject waar de Elster Buitenwaarden liggen (Driel – Amerongen) zijn de volgende vuistregels opgesteld:

- Per miljoen m<sup>3</sup> ontgraving vindt een waterstandsvaling van 91 mm plaats bij MHW;
- Per eenheid Chézy-verandering (afname) over een oppervlakte van 1 km<sup>2</sup> vindt een waterstandsverhoging van 5 mm plaats bij MHW.

Voor beide vuistregels geldt dat een lineair verband wordt verondersteld tussen de hoeveelheid ontgraving of ruwheidsverandering en het MHW-effect.

<sup>1</sup> De vuistregels zijn alleen opgesteld voor vergravingen en dus niet voor ophogingen. Omdat de bodemverhogingen en -verlagingen van de wijzigingen in de Elster Buitenwaarden beperkt zijn en allemaal ongeveer op hetzelfde niveau liggen, wordt er in dit memo vanuit gegaan dat de vuistregels voor vergravingen in dit geval ook toepasbaar zijn op verhogingen (maar dan met een omgekeerd MHW-effect).

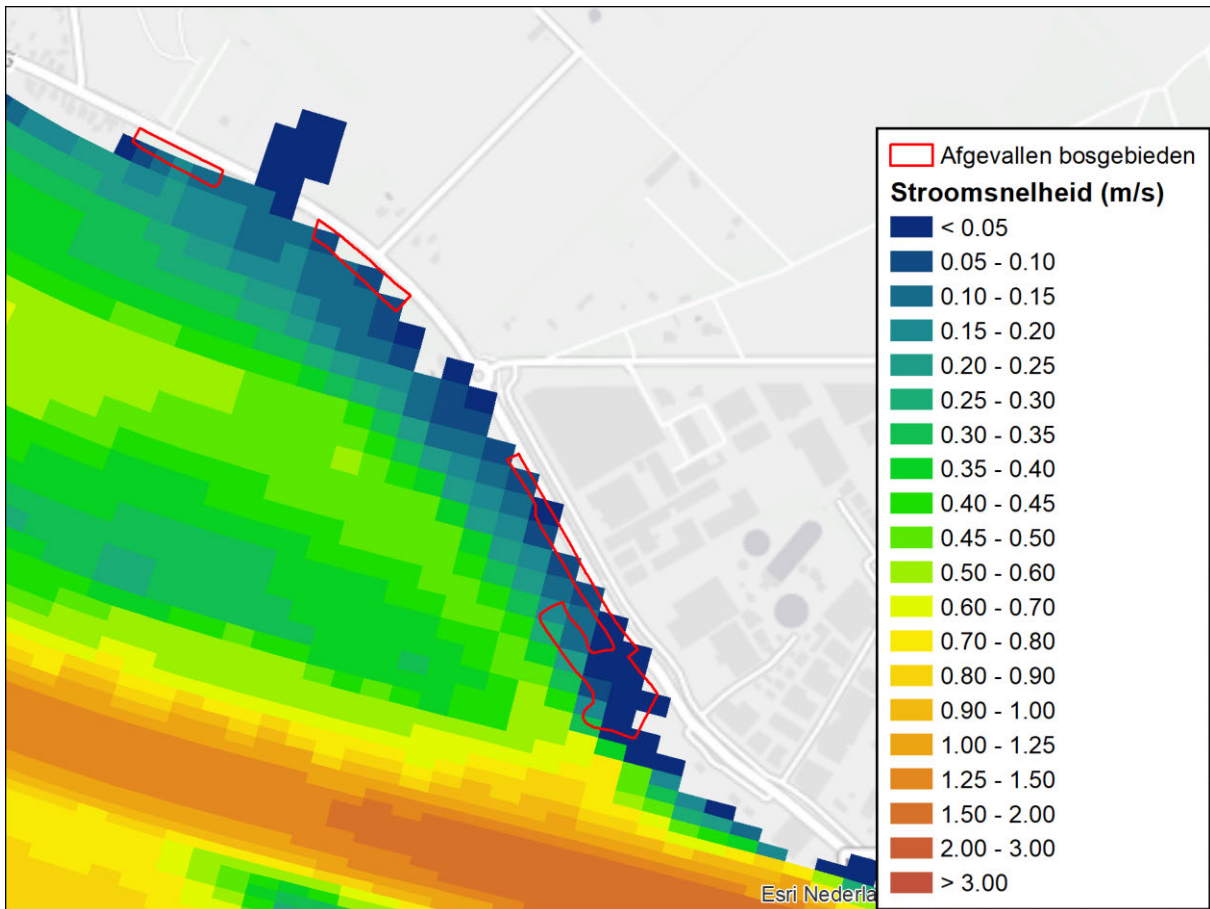
*Tabel 2: Verandering van volumes ( $\Delta V$ ) en Chézy-waarden ( $\Delta C_{hezy}$ ) voor de verschillende deelgebieden en de bijbehorende MHW-effecten volgens de vuistregels in het rapport "Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden". De Chézy-waarden zijn gebaseerd op grafieken met Chézy-waarden als functie van waterdiepten voor de klassen van de Vegetatielegger in combinatie met de waterdiepten bij MHW. Voor open water is een vaste Chézy-waarde van 45 gebruikt, op basis van WAQUA-berekeningen van het DO voor de Elster Buitenwaarden.*

| Nr. | Maatregel        | Vegetatie (DO) | Vegetatie (nieuw) | Opp. [m <sup>2</sup> ] | $\Delta V$ [m <sup>3</sup> ] | $\Delta C_{hezy}$ [m <sup>1/2</sup> /s] | $\Delta H_{volume}$ [mm] | $\Delta H_{Chezy}$ [mm] |
|-----|------------------|----------------|-------------------|------------------------|------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|
| 1   | Afwateringsgeul  | riet en ruigte | water             | 2.614                  | -686                         | 23                                      | -0,06                    | -0,30                   |
| 2   | Afwateringsgeul  | gras en akker  | water             | 3.400                  | -3.134                       | 5                                       | -0,29                    | -0,08                   |
| 3   | Dempen geul      | riet en ruigte | riet en ruigte    | 5.159                  | 1.516                        | -1                                      | 0,14                     | 0,03                    |
| 4   | Dempen geul      | water          | riet en ruigte    | 7.238                  | 3.530                        | -22                                     | 0,32                     | 0,80                    |
| 5   | Dempen geul      | riet en ruigte | riet en ruigte    | 10.004                 | 2.003                        | -1                                      | 0,18                     | 0,05                    |
| 6   | Brede drempel    | riet en ruigte | gras en akker     | 4.554                  | 2.461                        | 17                                      | 0,22                     | -0,39                   |
| 7   | Brede drempel    | water          | gras en akker     | 2.864                  | 2.946                        | -5                                      | 0,27                     | 0,07                    |
| 8   | Dempen geul      | water          | riet en ruigte    | 1.125                  | 992                          | -19                                     | 0,09                     | 0,11                    |
| 9   | Ophogen plas     | water          | water             | 19.298                 | 22.897                       | 0                                       | 2,08                     | 0,00                    |
|     | <b>Subtotaal</b> |                |                   |                        |                              |   | <b>2,96</b>              | <b>0,28</b>             |
| 10  | Bestaand ooibos  | bos            | gras en akker     | 1.533                  | 0                            | 16                                      | 0,00                     | (-0,12)                 |
|     | <b>Totaal</b>    |                |                   |                        |                              |   | <b>2,96</b>              | <b>(0,15)</b>           |

\* Het Chézy-verschil is klein door een relatief kleine waterdiepte in deze gebieden van ongeveer 2 m.

Uit Tabel 2 blijkt dat het MHW-effect van meeste maatregelen niet groter is dan enkele tienden van millimeters, waarbij de meeste maatregelen een waterstandsverhogend effect hebben. Het totale effect van de wijzigingen wordt met de vuistregels berekend op een waterstandsverhoging van ongeveer 3 mm. De waterstandseffecten van de gewijzigde bosgebieden zijn apart en tussen haakjes in de tabel gezet. Dat is gedaan omdat deze bosgebieden aan de rand liggen van het model, tegen de stuwwal, waar de stroomsnelheid erg laag is (zie Figuur 8). Het waterstandseffect is daarom in werkelijkheid waarschijnlijk nog een stuk kleiner dan berekend met de vuistregel en daarmee verwaarloosbaar.





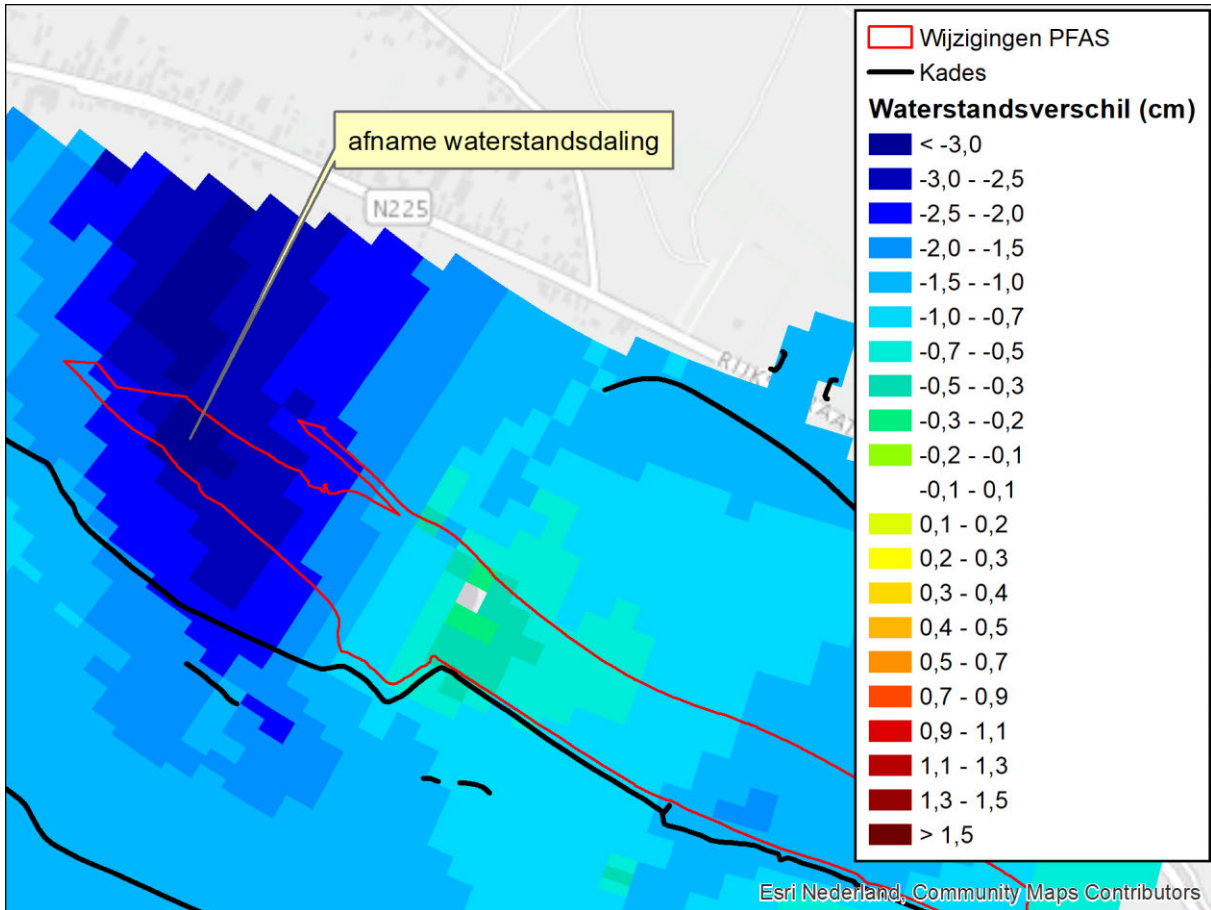
Figuur 8: Stroomsnelheid bij de gewijzigde bosgebieden uit het DO.

Een tweede kanttekening bij de waterstandseffecten is dat een groot deel van de waterstandsverhoging wordt veroorzaakt door de ophoging van de plas. Het waterstandseffect van de plas wordt door de vuistregels vermoedelijk overschat, omdat deze aanpassingen op een grotere diepte liggen en daarom minder effect hebben dan aanpassingen in het droge deel van de uiterwaard. Daarom wordt er vanuit gegaan dat het effect rond de 2 mm ligt. Voor het totale waterstandseffect van het DO (op de as van de rivier en verder richting bovenstrooms) betekent dit dus dat de maximale waterstandsvaling op de as van de rivier van ongeveer 15 mm met 2 mm afneemt. Bij het taakstellingspunt (rkm 912) is het effect van de wijzigingen kleiner, omdat dit punt verder bovenstrooms ligt (zie Figuur 10 voor het waterstandseffect van het oorspronkelijke DO). De afname van de waterstandsvaling is hier naar schatting 1 tot 1,5 mm, wat betekent dat de waterstandsvaling bij rkm 912 op ongeveer 5,5 mm uitkomt. Er is nog steeds voldoende marge tot de vereiste 4 mm waterstandsvaling, dus de taakstelling wordt nog steeds gehaald.

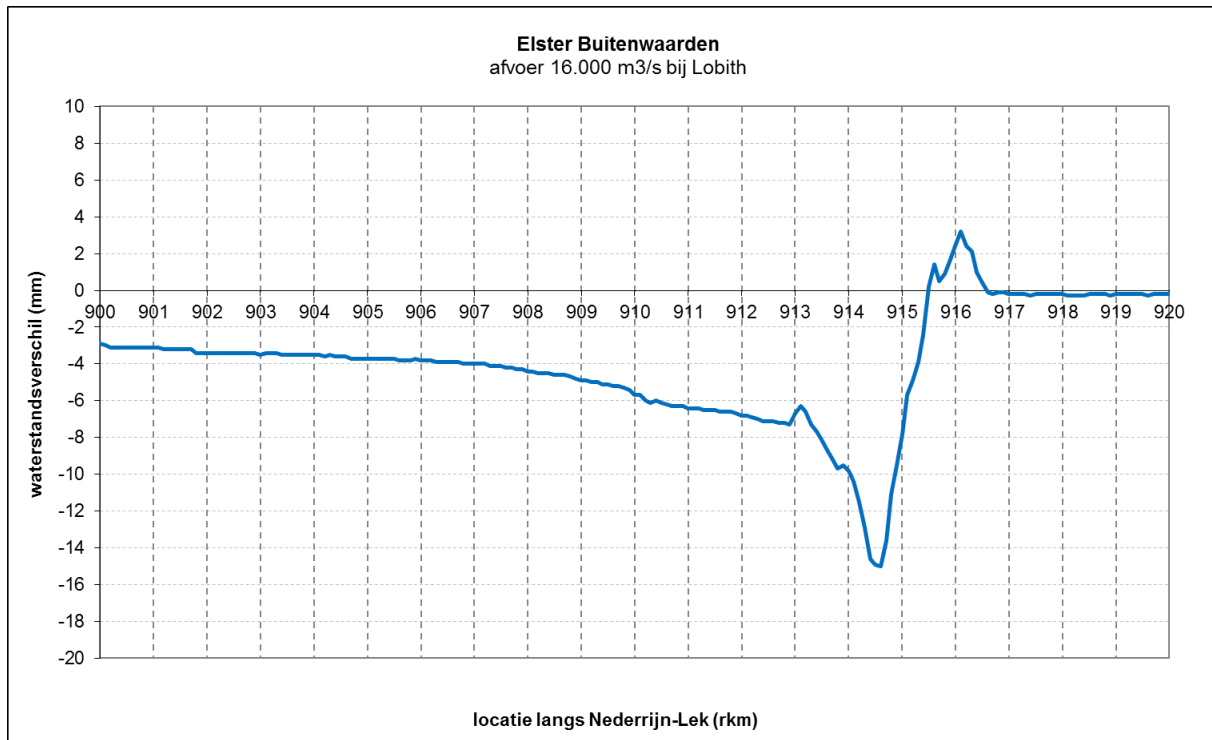
Binnen de uiterwaard zelf veranderen de waterstandseffecten ook. Figuur 9 laat de waterstandseffecten van het oorspronkelijke DO zien op de locatie van de wijzigingen van het inrichtingsplan. In het DO was de waterstandsvaling op de plek van de geul ten westen van de plas ongeveer 3,3 centimeter. Deze geul wordt nu gedempt, de plasbodem verhoogd en er wordt ook een brede drempel aangelegd op deze locatie. De waterstandsvaling zal op deze locatie waarschijnlijk met enkele millimeters afnemen. Vermoedelijk zal hierdoor ook de maximale waterstandsvaling op de as van de rivier van 15 mm bij rkm 914,6 (zie Figuur 10) nog iets meer afnemen dan de eerder genoemde 2 mm. Dit is echter een lokaal effect; verder richting bovenstrooms is dit lokale effect verdwenen en voor rkm 912 geldt nog steeds de schatting van een afname van de waterstandsvaling met 1 tot 1,5 mm.

Een ander criterium voor de vergunbaarheid is de benedenstroomse waterstandspiek van het project, die 3,2 mm bedraagt bij rkm 916,1. Omdat de waterstandspiek ongeveer 1,5 km stroomafwaarts van de wijzigingen ligt en de hoeveelheid water die door de uiterwaard stroomt vrijwel niet wordt beïnvloed door de wijzigingen, zal deze niet veranderen.

Hetzelfde kan gezegd worden over de waterstandsverhogingen buiten de as van de rivier, bij de hoge gronden aan de noordkant van het gebied. De wijzigingen van het DO hebben op deze locaties geen significant effect meer op de stromingspatronen, waardoor de opstuwing hier niet wijzigt.



Figuur 9: Waterstandseffect bij MHW van het oorspronkelijke DO voor de Elster Buitenwaarden.



Figuur 10: Waterstandseffect bij MHW op de as van de rivier van het oorspronkelijke DO.

## Effecten op dwarsstroming en morfologie

De effecten op de dwarsstroming van het oorspronkelijke DO zijn het gevolg van een iets grotere afvoer door het buitenkaadse gebied door de ontgraving van de kribvakken. De wijzigingen van het DO liggen binnenkaads en hebben hier geen invloed op. De effecten op de dwarsstroming blijven daarom hetzelfde en voldoen daarmee aan de scheepvaartseisen.

De morfologische effecten van het oorspronkelijke DO zijn minimaal, met een maximale sedimentatie in het zomerbed van 0,6 cm. De wijzigingen van het DO hebben vrijwel geen invloed op de hoeveelheid water die door de uiterwaard stroomt. De morfologische effecten blijven daarom nagenoeg gelijk aan het DO.

## Conclusie

Op basis van expert judgment is de verwachting dat de waterstandseffecten bij MHW met ongeveer 1 tot 1,5 mm afnemen bij het taakstellingspunt bij rkm 912. Omdat er nog 2,8 mm overruimte was in het oorspronkelijke DO kan worden geconcludeerd dat de taakstelling van 4 mm bij rkm 912 nog steeds (ruimschoots) wordt gehaald. Op de overige aspecten van het RBK hebben de wijzigingen geen significant effect. Onze conclusie is dat het gewijzigde inrichtingsplan rivierkundig nog steeds vergunbaar is.