

NNZ / EVZ Groote Waterloop

**Hydrologische studie
Waterschap De Dommel**

1 maart 2023

Contactpersoon

NIEK HEIJS
Hydroloog

T 06-1588 6781

M 06-1588 6781

E niek.heijs@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Werkwijze en modelbeschrijving	7
3	Effectbeschrijving	10
4	Conclusie	13
	Colofon	16

1 Inleiding

Deze rapportage beschrijft de hydrologische studie naar de effecten van de voorgestelde maatregelen voor de ecologische verbindingszone Grootte Waterloop. Deze rapportage dient als bijlage van het projectplan Waterwet opgesteld door adviesbureau STARO.

Aanleiding

De natte natuurzone (NNZ) en ecologische verbindingszone (EVZ) Grootte Waterloop is circa 15 jaar geleden op diverse delen ingericht. Echter moeten enkele ontbrekende schakels nog ingericht worden voor een goed functionerende NNZ / EVZ. Voor deze ontbrekende schakels heeft het bestuur van Waterschap de Dommel in 2021 de inrichtingsvariant gekozen, bestaande uit:

- De beek wordt op enkele plekken verlegd om poelen aan te leggen;
- Een natuurvriendelijke oever wordt gerealiseerd;
- Er wordt hout in de beek aangelegd;
- Extensiever beheer van de waterloop en oeverzone.

Doelstelling

De maatregelen en nieuwe inrichting van de waterloop zorgen voor meer variatie in de beek en vooruitgang van de biodiversiteit. Deze hydrologische studie beschrijft de effecten van de maatregelen op de oppervlaktewaterstanden en geeft een doorvertaling naar eventuele grondwatereffecten. Om tot de definitieve maatregelen te komen, is de inrichtingsvariant iteratief verbeterd op basis van de berekende hydrologische effecten op de omgeving.

De voorliggende rapportage beschrijft de (hydrologische) maatregelen uit het eindontwerp en de invloed op het watersysteem. Hierin zijn alleen de maatregelen in het beekprofiel van de Grootte Waterloop meegenomen. Geïsoleerde poelen en plassen buiten het beekprofiel en korte verleggingen van de beek hebben geen invloed op het (regionale) watersysteem.

Om de maatregelen te toetsen is een oppervlaktewatermodel opgezet en gekalibreerd (hoofdstuk 2). De berekende effecten zijn beschreven voor het traject tussen de A2 en de Dommel (hoofdstuk 3). Deze rapportage wordt afgesloten met de conclusies (hoofdstuk 4).

Gebiedsbeschrijving

Figuur 1 toont de ligging van het NNZ / EVZ traject van de Grootte Waterloop, liggend tussen de A2 en de Dommel. Het stroomgebied van de Grootte Waterloop ligt tussen Liempde en Best. Het huidige landgebruik langs de waterloop is voornamelijk agrarisch gras- en bouwland en natuur. Ten hoogte van de Vleutstraat staat een kas voor glastuinbouw. De natuurgebieden worden beheerd door Brabants Landschap.

Bij de uitstroom van de Grootte Waterloop (ten hoogte van de Meulekensweg) worden de afvoer en waterstand gemeten. De beek kenmerkt zich door een groot verschil tussen kleine zomerafvoeren en grote pieksituaties. Er zijn veel factoren die hiermee samenhangen, zoals de afwatering van tunnelbakwater Rijksweg A2, gemeentelijke overstorten en de lage ligging van het omliggende landschap. Doordat de afvoer van de Grootte Waterloop in de zomer laag is, zakken de waterstanden in de zomersituatie uit (tot minder dan 25 cm waterdiepte). In de huidige situatie is de waterdiepte in de zomersituatie gemiddeld 25 cm en in de wintersituatie 45 cm. In piekafvoeren die eens per 50 jaar voorkomen (T50) treedt er nagenoeg geen inundatie op langs de Grootte Waterloop, behalve benedenstreams van de Meulekensweg nabij de Dommel. Daarmee zijn er geen waterknelpunten voor het huidig landgebruik.

De Grootte Waterloop heeft mogelijk een verdrogend effect op het naastgelegen Natte Natuurparel (NNP) De Scheeken. In een ander traject wordt de mogelijkheid om dit verdrogend effect op te lossen opgepakt in een integrale gebiedsbenadering dat wordt getrokken door Brabants Landschap. De inrichting van de NNZ / EVZ hoeft hier niet op te wachten. Door de Grootte Waterloop in te richten voor 2027 wordt voldaan aan de KRW-doelen op de waterloop en de inrichtingsopgave van Natuurnetwerk Brabant. Met de inrichting voor de NNZ / EVZ wordt er wel rekening mee gehouden dat in de nabije toekomst mogelijk aanvullende maatregelen in de Grootte Waterloop worden genomen voor het Natte Natuurparel project De Scheeken.



Figuur 1 - Locatie van het NNZ / EVZ traject voor de Grootte Waterloop

Gedetailleerde beschrijving maatregelen

Figuur 2 toont de maatregelen zoals die zijn doorgerekend in het verbeterde en gekalibreerde oppervlaktewatermodel (SOBEK) van Waterschap De Dommel. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het model en de exacte modelverwerking van de maatregelen. De voorgestelde maatregelen bestaan uit drie onderdelen:

1. Het plaatsen van houtpakketten in de beek;

Houtpakketten in de beek zorgen voor meer dynamiek in de beek. Het uitgangspunt is dat deze houtpakketten worden geplaatst met een hoogte van ongeveer 50 centimeter en met een breedte van ongeveer $1/3^e$ van de beek over een lengte van ongeveer 20 meter.

2. Het verflauwen van de oevers;

Deze verflauwing zorgt voor meer variatie van leefomgevingen in de oeverzone. Bij de verflauwing van de oevers is aangenomen dat het flauwe talud begint op 35 centimeter boven bodemhoogte. Dit is ongeveer tussen zomer en winterpeil, zodat dit niet leidt tot lagere waterstanden in de zomer. Op locaties waar mogelijk is uitgegaan van een talud van 1:10.

Op locaties waar dit niet mogelijk is, door bijvoorbeeld de eigendomssituatie, is hiervan afgeweken. Dit geldt onder andere voor een kort stuk van het traject na de Broekdijk. Hier wordt de oever verflauwd tot een talud van 1:4 waarbij het flauwe talud begint op 60 centimeter boven de bodemhoogte van de watergang.

3. Het veranderen van het onderhoud in de beek.

In de huidige situatie wordt de beek twee keer per jaar gemaaid. In het voorjaar wordt de beek gedeeltelijk gemaaid en in het najaar volledig. Het waterschap wil dit onderhoud extensiveren, waarbij eens per jaar ongeveer de helft van de beek wordt gemaaid. Deze extensivering zorgt voor een vertraagde afvoer en voor meer variatie in habitat in de beek, doordat meer begroeiing in de beek blijft staan. Deze maatregel is in de effectstudie meegenomen door de weerstand te verhogen, waarbij is gerekend met een Strickler weerstand coëfficiënt. Hoe lager deze coëfficiënt, hoe hoger de weerstand. In de huidige situatie is aangenomen dat de beek in de winter schoon is ($33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) en in de zomer matig begroeid ($18 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). Met de extensivering van het onderhoud zal de beek in de winter licht begroeid ($25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) zijn en in de zomer sterk begroeid ($12 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). Deze coëfficiënten zijn bepaald op basis van de memo van het waterschap (Bijlage B).

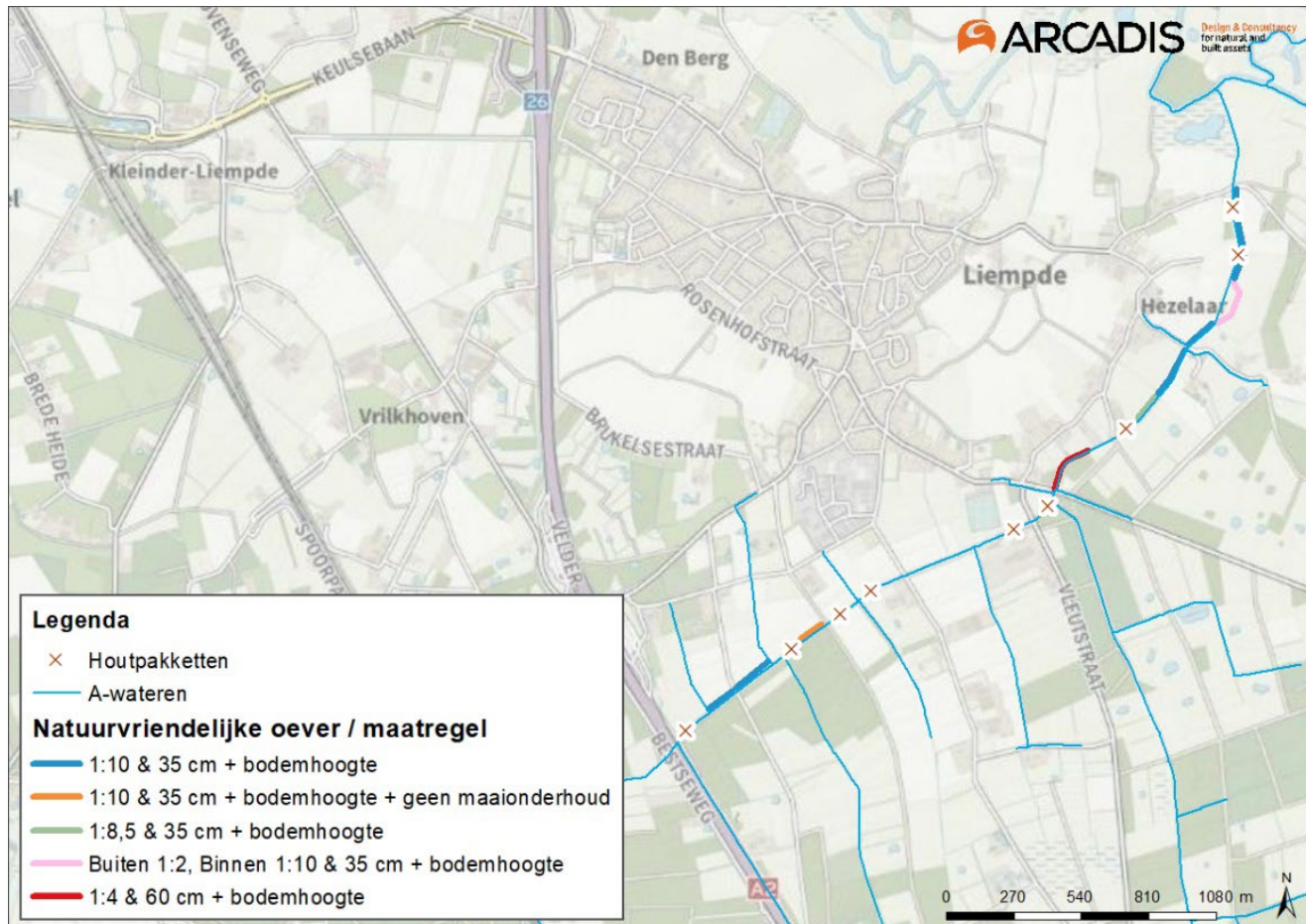
Op het traject bovenstreams van de Smalvelderstraat (oranje in figuur 2) is voorgesteld om de nieuwe natuurvriendelijke oever niet te maaien, zo lang de afvoermogelijkheden van de beek niet in gevaar komt. Dat betekent dat hier eventuele spontane ontwikkeling van struiken en bomen toegestaan is.

Berekening

De effecten worden beschreven in twee onderdelen:

- **Gemiddelde afvoersituaties** – de effecten zijn berekend voor een mediane afvoer in de zomer (juni, juli en augustus) en in de winter (december, januari en februari). Deze afvoersituaties geven inzicht in de effecten bij een normale afvoer, waarbij de drooglegging voldoende groot moet zijn voor het landgebruik.

- **Piek afvoersituaties** – de effecten zijn daarnaast berekend voor afvoersituaties die gemiddeld eens per 1 jaar (T1), 10 jaar (T10), 25 jaar (T25) en 50 jaar (T50) voorkomen. Deze afvoersituaties geven inzicht in de effecten bij extreme situaties, waarbij geen (toename van) inundatie gewenst is. Zo'n peeksituatie duurt gemiddeld 36 tot 48 uur en komt voornamelijk voor in winterperiodes.



Figuur 2 - Overzicht van de doorgerekende maatregelen in de NNZ / EVZ Grote Waterloop

2 Werkwijze en modelbeschrijving

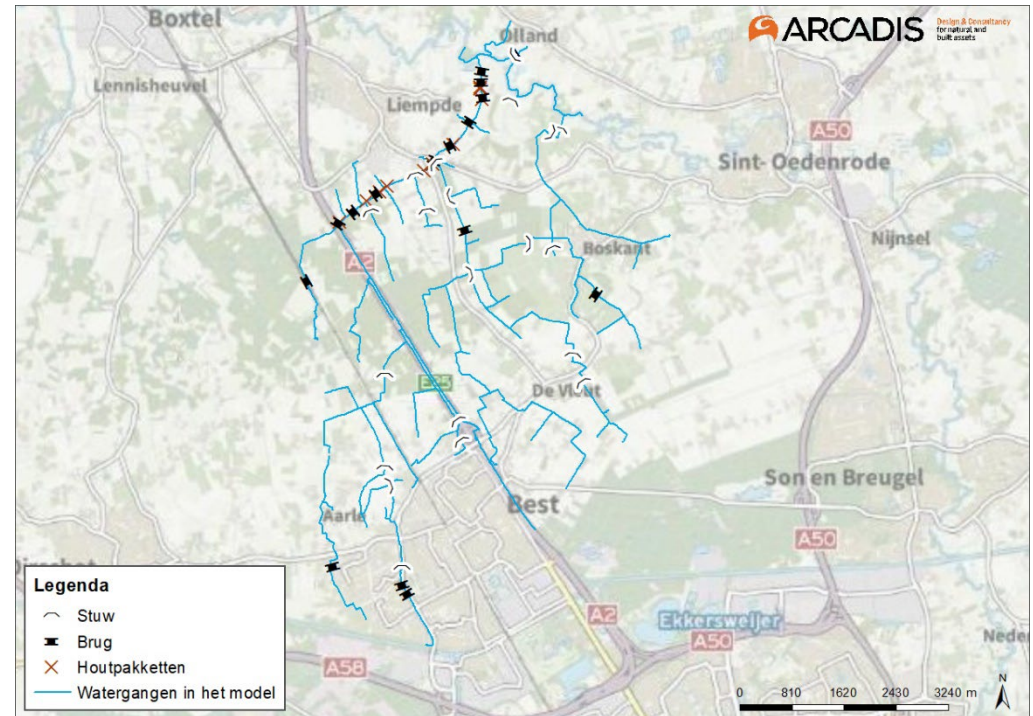
Om de maatregelen te toetsen is een oppervlaktewatermodel opgezet en gekalibreerd. Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze en de opbouw van het model in vier stappen.

1. Vaststellen deelmodel

Het Waterschap heeft diverse deelmodellen voor het beheergebied. Deze modellen zijn opgebouwd in het oppervlaktewatermodel SOBEK. De Grote Waterloop zit in het deelgebied *Beneden Dommel Bovenstroom*. Dit deelgebied omvat het stroomgebied van de Dommel van het Wilhelminakanaal bij Eindhoven tot Boxtel. Om de rekentijden van de modellen te beperken, is een zo klein mogelijk model zonder mogelijke fouten door randeffecten wenselijk. Daarom is gekozen om het model van het waterschap te verkleinen tot het stroomgebied van de Grote Waterloop (Figuur 3). Aan de bovenstroomse modelrand van de Dommel is het debiet uit het regionale model opgenomen en aan de benedenstroomse modelrand de waterstand.

2. Checklist SOBEK-modellen

Het waterschap gebruikt standaard een checklist om de oppervlaktewatermodellen te controleren. Via deze checklist worden de belangrijkste parameters en kunstwerken gecontroleerd. Bij het doorlopen van de checklist zijn enkele aanpassingen gedaan aan het basismodel, waaronder duikerdimensies en het aangehouden maaiveld. Daarnaast is gekozen om te rekenen met de legger profielen van de waterloop. Deze leggerprofielen zijn iets kleiner dan hoe de huidige Grote Waterloop erbij ligt, op basis van recent ingemeten profielen (2022). Door te rekenen met de leggerprofielen, rekenen we met iets minder berging in het waterprofiel, waardoor de berekende effecten mogelijk iets groter zijn dan de werkelijke effecten (worst-case). Bijlage A geeft een overzicht van de modelaanpassingen, zodat deze doorgevoerd kunnen worden in de basismodellen van het waterschap.



Figuur 3 - Modelgebied (Stroomgebied Grote Waterloop)

3. Modelvalidatie en bepalen ontwerpafvoergolf

De modellen zijn opgezet voor een reguliere zomer en winter afvoersituatie en piekafvoeren. De berekening voor de reguliere- en de pieksituaties zijn als volgt uitgevoerd.

Reguliere afvoersituaties

De modellen rekenen met een stationaire mediaan afvoer voor de zomer (juni, juli en augustus) en winter (december, januari en februari). Dat betekent dat de modellen rekenen met een constante afvoer. Op basis van het meetpunt bij de Meulekensweg is deze afvoer bepaald. Tabel 1 geeft de gemeten afvoeren en de berekende afvoeren uit het model. Voor zowel de zomer en winter is het model verbeterd door de stationaire neerslag aan te passen, zodat het juiste debiet berekend wordt.

Tabel 1 – Reguliere afvoeren uit de meetgegevens en de oppervlaktewater modellen

Afvoersituatie	Meetpunt	Verbeterd model
Zomer	0,04 m ³ /s	0,04 m ³ /s
Winter	0,27 m ³ /s	0,28 m ³ /s

Piek afvoersituaties

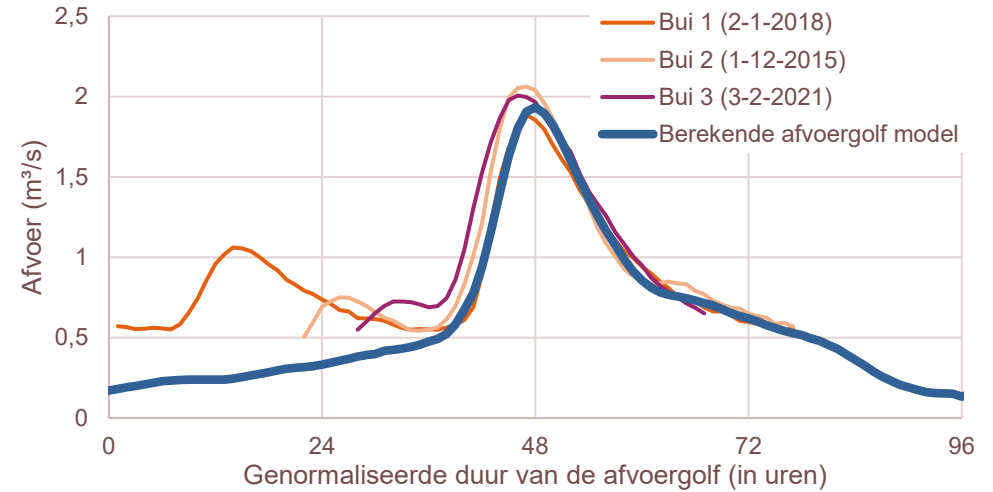
Voor de piekafvoeren is gekeken naar afvoeren die gemiddeld eens per 1 jaar, 10 jaar, 25 jaar en 50 jaar voorkomen (respectievelijk T1, T10, T25 en T50). Naast de maximale afvoer, is ook gekeken naar de duur van een bepaalde extreme situatie. Deze maximale afvoer en duur vormen gezamenlijk de afvoergolf, die karakteristiek is voor dit gebied. Omdat de meetreeks van het meetpunt in de Groote Waterloop beperkt is (< 6 jaar), is de golf bepaald op basis van representatie situaties voor de T1 en T10.

Eerst is bepaald wat de maximale afvoer is voor deze T1 en T10 en vervolgens is gekeken welke golven met deze afvoer zijn gemeten. Tabel 2 geeft de gemeten afvoeren bij het meetpunt en de berekende maximale afvoeren uit het model voor een T1 en T10. Figuur 4 en Figuur 5 geven de gemeten afvoergolven en berekende afvoergolf weer. Om deze afvoergolf te krijgen is de neerslagduur en -intensiteit in het model aangepast.

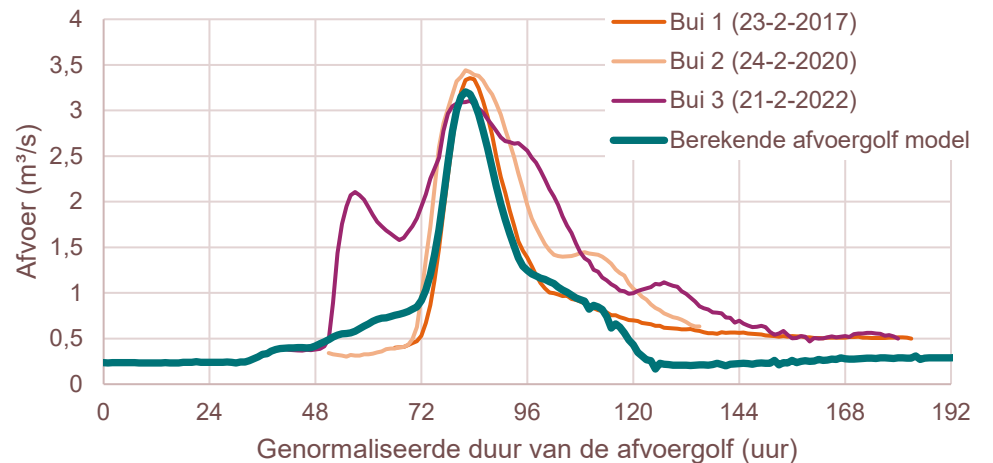
Tabel 2 – Maximale afvoeren uit de meetgegevens en de oppervlaktewater modellen

Afvoersituatie	Meetpunt	Verbeterd model
T1	2,27 m ³ /s	1,93 m ³ /s
T10	3,64 m ³ /s	3,20 m ³ /s

Op basis van de berekende afvoeren (Tabel 1 en Tabel 2) en afvoergolven (Figuur 4 en Figuur 5) is geconcludeerd dat het verbeterde model goed genoeg is om de effecten van de inrichtingsmaatregelen te berekenen.



Figuur 4 - Afvoergolf T1 (gemeten en berekend)



Figuur 5 - Afvoergolf T10 (gemeten en berekend)

Op basis van een statistische benadering van de metingen en de berekende afvoeren voor de T1 en T10 situatie zijn de neerslagsituaties bepaald die gebruikt worden voor het berekenen van de T25 en T50 situatie. Tabel 3 toont de statistiek van het meetpunt en de gemodelleerde afvoer.

Tabel 3 – Maximale afvoeren uit de meetgegevens en de oppervlaktewater modellen

Afvoersituatie	Meetpunt	Verbeterd model
T25	4,18 m ³ /s	4,01 m ³ /s
T50	4,59 m ³ /s	4,48 m ³ /s

Tabel 4 - Aanpassing weerstand coëfficiënt (Strickler, in m^{1/3}/s)

Afvoersituatie	Huidige situatie	Maatregelen
Zomer	18	12
Winter	33	25
T1, T10, T25 en T50	33	25

4. Modelaanpassingen maatregelen

Voor het berekenen van de effecten zijn de maatregelen als volgt doorgerekend:

- Het plaatsen van houtpakketten in de beek;
Het uitgangspunt is dat deze houtpakketten worden geplaatst met een hoogte van ongeveer 50 centimeter en met een breedte van ongeveer 1/3^e van de beek over een lengte van ongeveer 20 meter. Om deze versmalling in het model te krijgen zijn de profielen aangepast over deze lengte van 20 meter. In totaal zijn deze pakketten op 10 plekken in het model gezet (Figuur 2, waarbij de twee noordelijkste pakketten op de kaart over elkaar heen liggen door de relatief korte onderlinge afstand).
- Het verflauwen van de oevers;
Over het algemeen is aangenomen dat bij de verflauwing van de oevers het flauwe talud begint op 35 centimeter boven bodemhoogte. Op locaties waar mogelijk is uitgegaan van een talud van 1:10. Op locaties waar dit niet mogelijk is, door bijvoorbeeld de eigendomssituatie, is hiervan afgeweken.
- Het veranderen van het maaibeheer in de beek.
Deze maatregel is in de effectstudie meegenomen door de weerstand te verhogen, waarbij is gerekend met een Strickler weerstand coëfficiënt. Hoe lager deze coëfficiënt, hoe hoger de weerstand. De aanpassing van deze waarde is doorgevoerd zoals weergegeven in Tabel 4. Deze coëfficiënten zijn bepaald op basis van de memo van het waterschap (Bijlage B).

3 Effectbeschrijving

Om de effecten te beoordelen, is een vergelijking gemaakt tussen de berekende waterstanden voor het huidige watersysteem en de berekende waterstanden voortkomend uit de voorgestelde maatregelen, voor de eerder benoemde afvoersituaties. Hierbij is de maximale waterstand per situatie beoordeeld door middel van een lengteprofiel vanaf de A2 tot de uitstroom van de Grote Waterloop in de uiterwaarden van De Dommel bij de Meulekensweg. In dit lengteprofiel staat tevens de huidige bodemhoogte en gemiddelde maaiveld rondom de beekloop weergegeven.

Reguliere afvoersituaties

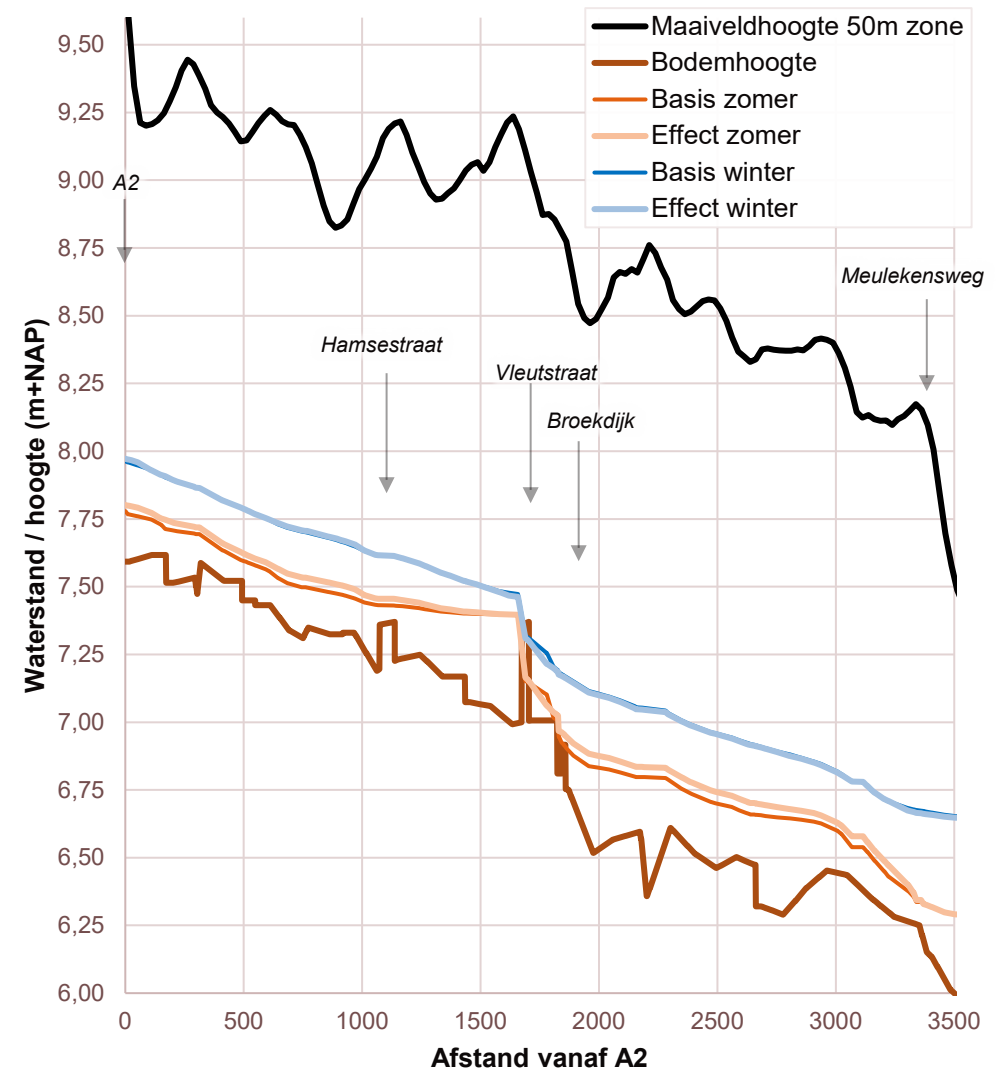
Figuur 6 toont het lengteprofiel voor de reguliere afvoersituaties. Donker en licht oranje lijn geven de waterstanden voor een zomer voor respectievelijk de huidige situatie (in de legenda aangeduid als “basis”) en na uitvoering van de voorgestelde maatregelen (in de legenda aangeduid als “effect”) en de donker en lichtblauwe lijn voor de wintersituatie.

De drooglegging bij een mediaan zomer- en wintersituatie in de huidige situatie is relatief groot (> 1 meter). Ten hoogte van de brug bij de Vleutstraat is de bodemhoogte relatief hoog, waardoor de waterstand in een gemiddelde afvoersituatie hier wordt opgestuwd (in het lengteprofiel rond 1600). Als gevolg van de maatregelen is een verhoging van maximaal 5 centimeter berekend in de zomer en gelijk peil in de winter. In zowel de winter als zomersituatie blijft de drooglegging groot genoeg voor het omliggende landgebruik (agrarisch en natuur). Daarnaast wordt de waterstand in de zomer iets hoger, wat positief is tegen verdroging van de omgeving.

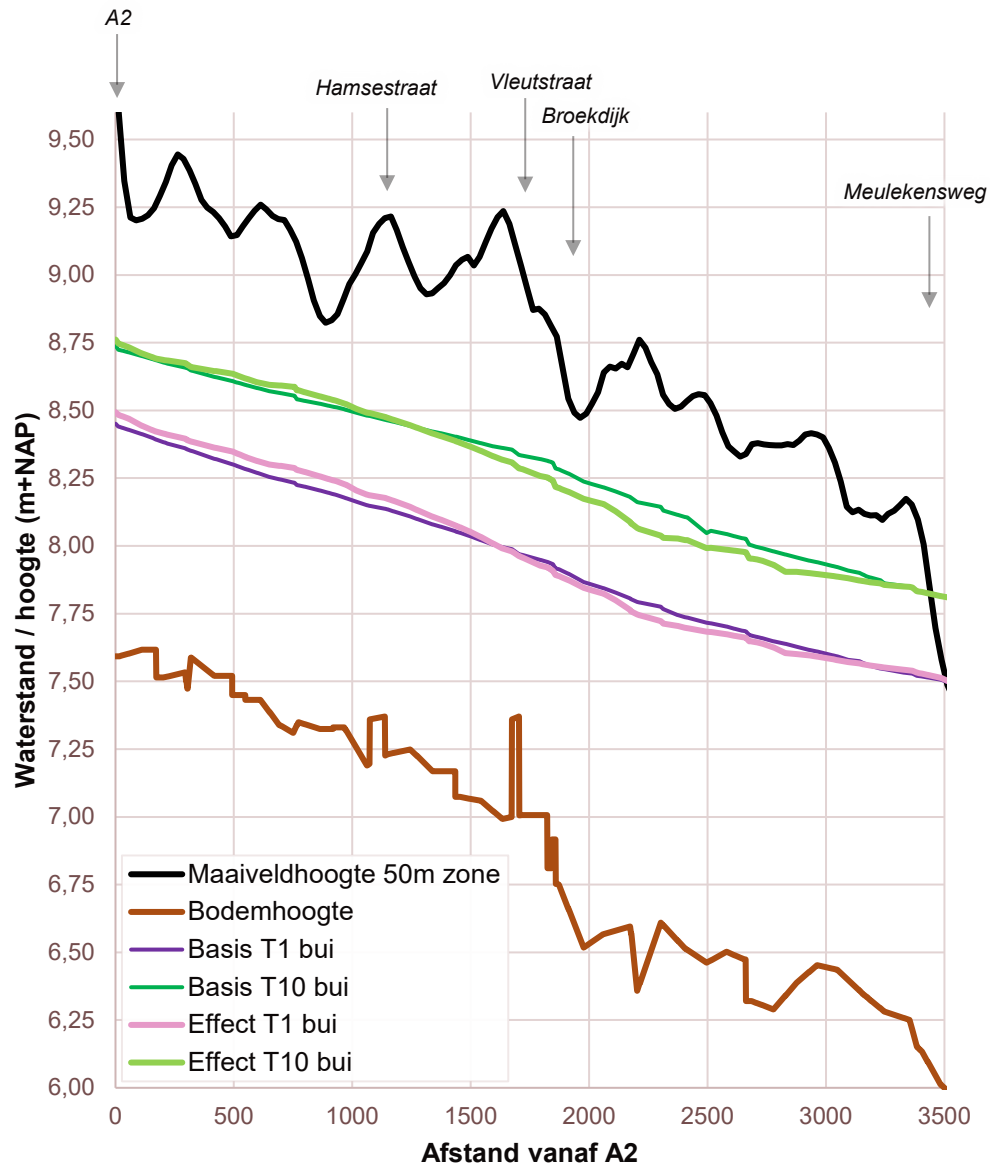
Piek afvoersituaties

Figuur 7 toont het lengteprofiel voor de piek situaties (T1 en T10). De paarse tinten geven de waterstanden aan die gemiddeld eens per jaar plaatsvinden. De groene tinten geven de waterstanden aan die gemiddeld eens per tien jaar plaats vinden.

In deze piek afvoersituaties neemt de waterstand af in de zone tussen de Vleutstraat en de Meulekensweg (in lengteprofiel tussen 1675 – 3500). Dat betekent dat de extra ruimte die in het profiel wordt gecreëerd door de verflauwing van de oevers groter is dan de opstuwung van het verminderde beheer en de houtpakketten.



Figuur 6 - Lengteprofiel voor de reguliere afvoersituatie.



Figuur 7 - Lengteprofiel voor de piek afvoersituatie (T1 en T10).

In de zone tussen de A2 en de Broekdijk (in lengteprofiel tussen 0 – 1750) is de waterstand in de T1 situatie iets hoger als gevolg van de maatregelen, tot maximaal 5 cm. In de T10 situatie blijft de waterstand gelijk. Deze maatregelen hebben geen negatieve gevolgen voor het omliggende landgebruik.

Figuur 8 toont het lengteprofiel voor de extreme situaties (T25 en T50). De rood/roze tinten geven de waterstanden aan die gemiddeld eens per 25 jaar plaatsvinden. De blauwe tinten geven de waterstanden aan die gemiddeld eens per 50 jaar plaats vinden. In de zone tussen de Hamsestraat en de Meulekensweg (in lengteprofiel tussen 1200 – 3500) nemen de waterstanden bij de extreme afvoeren af als gevolg van de maatregelen, voornamelijk door de extra ruimte in het profiel door de verflauwing van de oevers.

In de zone tussen de A2 en de Hamsestraat (in lengteprofiel tussen 0 – 1200) blijft de waterstand nagenoeg gelijk bij deze extreme situaties.

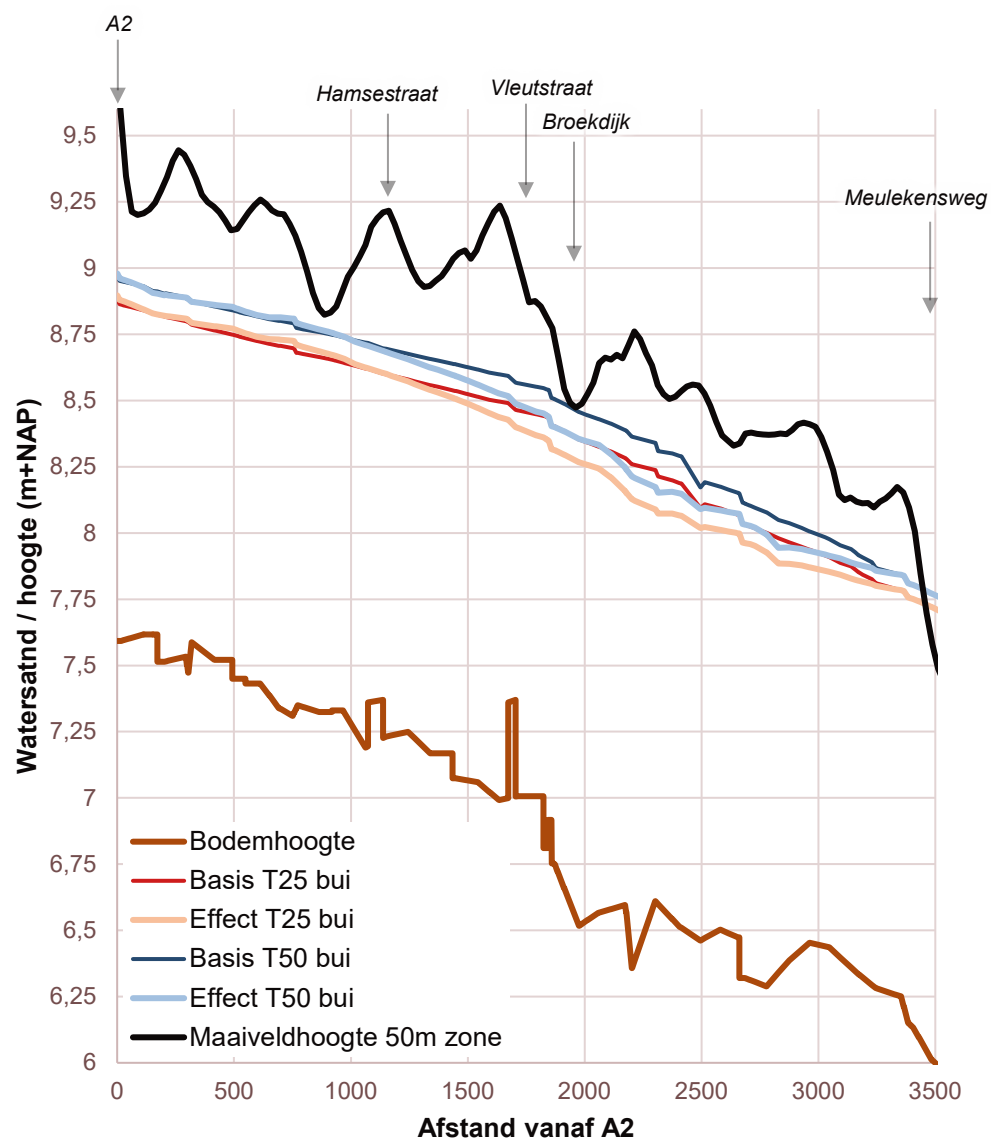
In zowel de huidige situatie als de effectberekening wordt tot aan de Meulekensweg geen inundatie berekend langs de Grote Waterloop in situaties die eens per 50 jaar voorkomen. Het gebied tussen Meulekensweg en de Dommel loopt zowel in de huidige situatie als de toekomstige situatie meerdere keren per jaar onderwater. Dit komt door hoogwaterperiodes op de Dommel, dit gebied functioneert (en blijft functioneren) als uiterwaarden van de Dommel.

Grondwaterstanden

Voor het effect op de grondwaterstanden is gekeken naar waterstandswijzingen in gemiddelde afvoersituaties. Deze stijgen met maximaal 5 centimeter (zomer) bij een drooglegging van meer dan 1 meter. Daaruit volgt de verwachting dat deze waterstandsstijging een erg klein effect (< 5 cm) heeft op de grondwaterstand in de omgeving van de Grote Waterloop en is geen grondwater effectberekening nodig.

Losse maatregelen

In deze studie zijn alle maatregelen gezamenlijk en afzonderlijk doorgerekend. Op basis van afzonderlijke berekeningen is geconcludeerd dat het opstuwende effect voornamelijk wordt veroorzaakt door de aanpassing van het maaibeheer. De houtpakketten hebben een erg klein effect. Daarom is het mogelijk om de exacte locatiekeuze voor de houtpakketten in de ontwerpen nog wijzingen, zonder dat dit tot significant andere resultaten leidt.



Figuur 8 - Lengteprofiel voor de piek afvoersituatie (T25 en T50).

4 Conclusie

In deze hydrologisch studie zijn de effecten van de voorgestelde maatregelen bepaald. De maatregelen bestaan uit het plaatsen van houtpakketten, het veranderen van het maaibeheer en het verflauwen van het talud in de Grootte Waterloop. Concluderend worden de onderstaande effecten verwacht:

- In een reguliere afvoersituatie stijgen de waterstanden met maximaal 5 cm in de zomer en blijven de waterstanden in de winter gelijk. In de zomer zorgt de waterstandstijging voor een kleine afname van de verdrogende werking van de Grootte Waterloop.
- In pieksituaties (T1 en T10) blijft de waterstand nagenoeg gelijk, met een maximale peilstijging van 5 cm. Deze stijging past in het huidige beekprofiel en zorgt niet voor (een toename van) inundatie langs de Grootte Waterloop.
- In extreme situaties (T25 en T50) neemt de waterstand af, wat positief is ten opzichte van mogelijke wateroverlast.

De uitvoering van deze maatregelen om de natte natuurzone en ecologische verbindingzone (NNZ / EVZ) Grootte Waterloop te verbeteren leidt niet tot een negatieve hydrologische effecten voor de omgeving.

Bijlage A – Modelaanpassingen

Deze bijlage geeft kort de modelaanpassingen weer op basis van de SOBEK checklist en vormt achtergrondinformatie voor de hydrologen van het waterschap.

Duikers

Twee duikers misten in het basismodel en zijn toegevoegd voor deze studie:

DO107-KDU2:
BOK = 11,16 – 11,13
Lengte 14,18
Diameter 0,9

DO67-KDU19:
BOK = 8,34 – 8,29
Lengte 11,35
Hoogte 1
Breedte 1,25m

Bij 5 duikers is het ID in het model anders dan in GeoWEB. Deze wijzigingen worden doorgevoerd in het deelmodel:

Oud model	-> Nieuw model
DO138-KDU11	-> DO138-KDU31
DO138-KDU32	-> DO138-KDU12
DO101-KDU22	-> BEDO-0829-KDU1
DO116-KDU1	-> DO116-KDU4
DO121-KDU8	-> DO121-KDU12

Stuwen

In het basismodel van het waterschap wijken de stuwen af van de waarden in GeoWEB. In het NNZ / EVZ traject van de Groote Waterloop zitten geen stuwen. Door de stationaire berekening en afvoergolven, hebben de stuwinstellingen van stuwen (ver) bovenstrooms) geen invloed op de resultaten van deze studie. Daarom zijn de stuwinstellingen niet gewijzigd ten opzichte van het basismodel.

Maaiveld

Voor de oppervlakkige afvoer rekt het model met een maaiveldbestand van 25x25m. Er zijn twee wijzigingen doorgevoerd in dit maaiveldbestand:

1. Op twee locaties gaat water over de Meulenksweg. De weg ligt volgens AHN3 op minimaal 8,55. De weg is daarom in het model op deze hoogte gezet, zodat het water niet onterecht over de weg stroomt.
2. Op enkele locaties langs de Grote Waterloop was het maaiveld relatief (erg) laag, doordat waarschijnlijk een deel van de watergang is meegenomen in de bepaling van de maaiveldhoogte. Door dit te lage maaiveld, werd in SOBEK een deel van het profiel afgesneden, waardoor een foutieve berekening van het stromend oppervlak werd gemaakt. Om dit te voorkomen zijn deze maaiveldhoogtes aangepast. Dit staat los van de maaiveldhoogtes in de lengteprofielen in dit rapport.

Bijlage B – Beschrijving weerstand

Proces: Realisatie Watersysteem

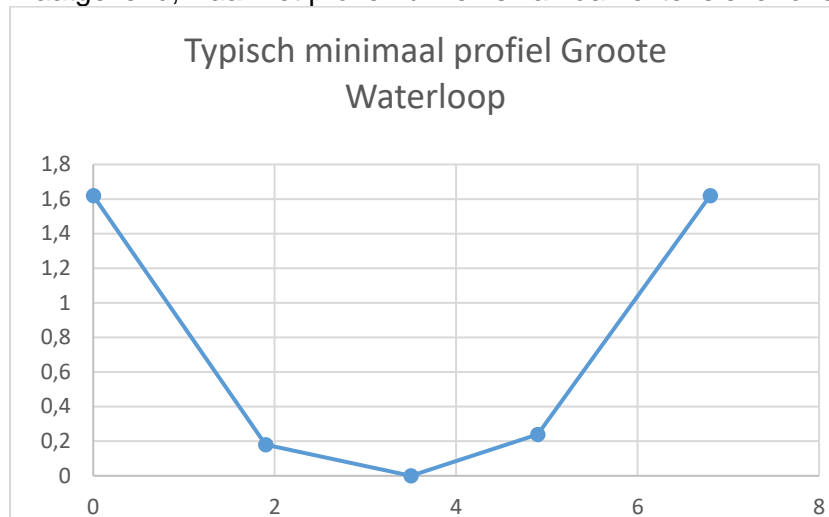
Aan : Marlie Vinken
Van : Niels Entzinger
Datum : 15-11-2022
Betreft : ruwheid Groote Waterloop
Kopie : Max van de Ven

Aanleiding en vraagstelling

Voor het project van de ecologische verbindingzone (EVZ) Groote Waterloop moet er een gedegen analyse zijn met welke weerstand de modellen doorgerekend moeten worden.

Situatieschets

De Groote waterloop heeft een typisch minimaal profiel met een bodembreedte van 3 meter en een scherp talud aan beide kanten van 2 meter breed en een diepte van 1.4 meter. Er zijn al profielen die aan één kant veel flauwer uitlopen, en in het project zullen deze flauwe taluds meer aangelegd worden. Voor de bepaling van de weerstand is echter het minimale profiel maatgevend, waar het profiel ruimer is kan dan extensiever onderhoud plaatsvinden.



In de huidige situatie wordt de Groote Waterloop in het voorjaar gedeeltelijk gemaaid, en in het najaar volledig gemaaid. In het voorjaar is dit om in het groeiseizoen en de zomer voldoende afvoer te garanderen, en in het najaar om het profiel schoon de natte periode (winter) in te laten gaan voor een maximale afvoercapaciteit.

Ten behoeve van de ecologie is het gewenst om het beheer te extensiveren. In deze memo wordt berekend wat de rekenwaarde van de ruwheid ongeveer moet zijn op basis van het voorgestelde beheer.

Onderhoudsvoorstel

In de huidige situatie is er vlak voor de maaibeurten al een flinke hoeveelheid riet te zien. Op sommige locaties is de beek zeer goed zichtbaar, maar op sommige plekken is er maar een doorstroom strook.

In het voorstel vervalt de maaibeurt in het voorjaar tenzij de beek volledig dreigt dicht te groeien. Dan kan er een stroombaan gemaaid worden.

Het voorstel is om daarnaast in het najaar 1 talud en de helft van de bodem de maaien. In het volgende jaar wordt dan het andere talud en de andere helft van de bodem gemaaid.

Hierdoor gaat het profiel voor ten minste 50% schoongemaaid de winter in.

Aanpak

Omdat het erg lastig is om de ruwheid van een (toekomstige) situatie goed in te schatten zijn er meerdere methodes om de ruwheid te bepalen. In deze methodes is alsnog slechts een 'range' te bepalen of is de bepaling gedeeltelijk vrij arbitrair. Daarom is er voor gekozen om drie veelgebruikte methodes te gebruiken om de ruwheid zo goed mogelijk in te schatten. Daarnaast is er gebruik gemaakt van de beschikbare kennis omtrent het gedeeltelijk maaien van de watergang' waar in deze methodes nauwelijks onderscheid voor te vinden is. Alle 3 deze methodes zijn algemeen toegepast: het gaat om de STOWA tabel, de open water-berekening, en de Modified Cowans methode

Data en Analyse

Methode 1: De STOWA tabel

OMSCHRIJVING TOESTAND WATERLOOP	k_M -waarde maximaal [m ^{1/3} s ⁻¹]	k_M -waarde minimaal [m ^{1/3} s ⁻¹]
Zeer schone waterloop; in beginsel bodem en taluds volkomen schoon. Hier en daar een beetje riet of andere begroeiing of enige flap. Tot enkele cm onder waterspiegel kan op de taluds gras groeien of in het water hangen.	45	30
Schone waterloop. Bodem en taluds zeer licht begroeid (enkele cm) of plaatselijke begroeiing met veel kale plekken. Weinig riet.	35	20
Licht begroeide waterloop. Lichte aaneengesloten begroeiing van bodem en taluds, met waterpest, riet en flap. Soms stroomgeulen in bodem en begroeiing	25	15
Matig begroeide waterloop. Bodem en taluds dicht begroeid. Stroomgeulen in begroeiing. Begroeiing bestaat voor deel uit waterpest. Bodem slechts plaatselijk zichtbaar.	20	10
Vrij sterk begroeid. Profiel voor deel volgegroeid, hier en daar tot oppervlakte. Soms doorlopende rietkragen. Verder waterpest en flap.	15	5
Zeer sterk begroeide waterloop. Rietkragen (of russen) langs de kanten. Zware begroeiing met waterplanten in midden van het profiel.	10	--

Tabel 25 Manning waarden bij diverse onderhoudstoestanden (Stowa, 2005)

Voor de zomersituatie wordt aan de hand van beschikbare kennis en foto's de watergang in de situatie met geëxtensiveerd onderhoud ingeschat op een vrij sterk begroeide waterloop. De ruwheid die hierbij past is een K_m waarde van 5 tot 15. Indien er duidelijk stroomgeulen gemaaid worden kan het in de categorie 10-20 vallen.

In de wintersituatie wordt de situatie tussen de licht begroeide en de schone waterloop verwacht. Dit komt overeen met een K_m waarde van 20 tot 30.

Methode 2: De open water berekening

De volgende vuistregel geldt voor het omzetten van de begroeiingsgraad naar een weerstand (k_M):

$$\text{weerstand } (k_M) = \frac{\text{percentage open water } (\%)}{3}$$

Waarbij:

$$\text{percentage open water } (\%) = 100\% - \text{begroeiingsgraad } (\%)$$

Toelichting begroeiingsgraad: percentage onderwaterbegroeiing in het dwarsprofiel (dus geen bovenaanzicht).

In de zomersituatie wordt een open water percentage in het dwarsprofiel van ten minste 40% verwacht; dit komt neer op een Km van 13.

In de winter staat 1 talud vol, en het andere talud en de helft van de bodem gemaaid is gemaaid. Daarnaast zal een gedeelte van de begroeiing afsterven waardoor er ook in het niet-gemaaide gedeelte doorstroming mogelijk is. Er wordt ingeschat in deze situatie in het totaal 75% van het doorstroomprofiel vrij. Dit komt dan overeen met een Km van 25.

Methode 4: Modified Cowans methode

Met deze methode wordt de Km methode bepaald via de formule $Km=1/n$. Waarbij n de optelsom is van ruwheden veroorzaakt door de verschillende karakteristieken van de beek.

Table C.2 Modified Cowan method for determining channel roughness

$$\text{Manning's } n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

Channel condition		n and m values	Description
Channel material (n_b)	Earth	0.020	Clay-based channels. Channels cut into bed rock. Sandy creeks. Gravel-based creeks (otherwise use Eqn C.1).
	Bed rock	0.025	
	Sand-fine gravel	0.024*	
	Coarse gravel	0.026	
Degree of irregularity (n_1)	Smooth	0.0	Smooth channel. Excavated channels in good condition. Channels with considerable bed roughness and some bank erosion. Natural channels: pools and riffles, exposed tree roots, boulders, and/or irregular banks.
	Minor	0.001–0.005	
	Moderate	0.006–0.010	
	Severe	0.011–0.020*	
Variation in channel cross section (n_2)	Uniform	0.0	Near-uniform channel section. Large and small cross sections alternate occasionally (eg. typical NCD $n_2 = 0.003$). Large and small cross sections alternate frequently (eg. a significant pool-riffle system).
	Gradual	0.001–0.005*	
	Severe	0.010–0.015	
Effect of obstructions (n_3) excluding vegetation	Negligible	0.0–0.004	A few scattered obstructions (boulders, trees, logs) that occupy less than 5% of the channel. Obstructions occupy 5–15% of the channel and the obstructions are generally isolated. Obstructions occupy 15–50% of the channel. Obstructions occupy more than 50% of the channel (eg. severe debris collection).
	Minor	0.005–0.015*	
	Appreciable Severe	0.020–0.030 0.040–0.050	
Amount of vegetation (n_4) Consideration should be given to the obstruction caused by vegetation relative to channel width and depth	Small	0.002–0.010	Grasses and/or weeds with the flow at least three times the height of the vegetation. Grass and/or weeds with the flow one to two times the height of the vegetation; or reeds or tree seedlings growing with the flow two to three times the vegetation height; or minor bed vegetation with medium bank vegetation. Grasses and/or weeds with flow depth equal to vegetation height; or weedy beds with thick bank vegetation; or moderate shrub growth across the bed and banks. Grass and/or weeds more than twice the height of flow depth; or dense, strong reed growth; or significant shrub growth within the channel; or significant inflexible vegetation within channel.
	Medium	0.010–0.025*	
	Large	0.025–0.050	
	Very Large	0.050–0.100	
Degree of channel meandering (m)	Minor	1.00	Channel sinuosity is 1.0 to 1.2 Channel sinuosity is 1.2 to 1.5 Channel sinuosity is greater than 1.5 or, $m = 0.57 + 0.43 (\text{Sinuosity})$, but ≥ 1.30
	Appreciable	1.15*	
	Severe	1.30	

(*) Typical NCD channel roughness $n = (0.024 + 0.003 + 0.012 + 0.005 + 0.015) 1.15 = 0.068$

Voor de zomersituatie wordt hierin uitgegaan van het bodemmateriaal lemig fijn zand (0.02), een gegraven kanaal in nette staat (0.002), een redelijk uniform dwarsprofiel (0.002), weinig obstructies in het profiel (0.002, houtpakketten worden apart gemodelleerd) en stevige rietgroei in het profiel (0.075), en een sinuositeit van 1. Dit leidt tot een Km waarde van $1/0.101 = 10$

In de wintersituatie is er minder weerstand van de begroeiing doordat er slechts aan 1 talud begroeiing is. Dit is het beste te beschrijven doordat in 20% van de doorsnede obstructies staan wat leidt tot een waarde van 0.024 voor de obstructies, en een dan een waarde van begroeiing van het gemaaide profiel van 0.002. Dit leidt tot een Km waarde van $1/0.05 = 20$

Stroombaanmaaien

Uit het onderzoek [Weerstand van vegetatie tegen stroming; stroombaanmaaien in theorie, 2016; Verschoren et.al.] blijkt dat het maaien van een stroombaan van 1/3 van de breedte van waterloop leidt tot een toename van de Kmanning factor van 23% ten opzichte van de volledig gemaaide situatie. Een standaard schoon gemaaide rechte watergang met uniform profiel heeft een weerstand van 33Km (n=0.3). Als er dan wel begroeiing staat en er wordt een stroombaan gemaaid over 1/3 van de watergang gemaaid wordt, dan komt dit uit op een ruwheid van $\frac{1}{0.3 \cdot 1.23} = 27$. Er wordt méér dan 1/3 van de watergang gemaaid (namelijk 50%), dus volgens deze methode zou de Km hoger zijn dan 27.

Beoordeling

	Zomer	Winter
STOWA-tabel	5-15	20-30
Open-water berekening	13	25
Modified Cowans	10	20
Stroombaanmaaien		>27

Wat opvalt is dat de Modified Cowans methode een hogere ruwheid oplevert dan de andere methodes, mogelijk komt dit omdat een 'schone stroombaan' met deze methode lastig te verdisconteren is. Daarom wordt deze inschattingmethode minder zwaar meegewogen in de bepaling van de ruwheid.

Conclusie

Voor de berekeningen van de Grote Waterloop kan op basis van het voorgestelde onderhoud een ruwheid aangenomen worden van 12 Km in de zomersituatie en van 25 Km in de wintersituatie.

Aanbevelingen

Om het beheer te extensiveren en toch overlast te voorkomen is het voorstel om indien de watergang in de zomer volledig dichtgroeit (met riet) maximaal één stroombaan te maaien. Hierdoor blijft er nog voldoende afvoermogelijkheid in het geval van extreme situaties.

Colofon

NNZ / EVZ GROOTE WATERLOOP
HYDROLOGISCHE STUDIE

KLANT

Waterschap De Dommel

AUTEUR

Niek Heijs

PROJECTNUMMER

30115190

ONZE REFERENTIE

SSTKYF4ZXC74-685131468-5552:1

DATUM

1 maart 2023

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

Floris Zevenbergen
Teamleider Water & Ruimte Arnhem

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261