

r

010

Van het e Diep



Waterschap NOORDERZIJVEST



ap Noorderzijvest
eschool Van Hall Larenstein
ëraaf & Tom Mulder

10

Hermeandering van het Groote Diep

Hydrologisch onderzoek

Datum

Velp, 3 juni 2010

Auteurs

Niels de Graaf
Van Heutzspark 4
7741 CV Coevorden
871108001 (studentnummer)

Tom Mulder
Eulinkstraat 16
8121 HC Olst
860919002 (studentnummer)

Waterschap Noorderzijlvest

Stedumermaar 1
9700 AA Groningen

Hogeschool Van Hall Larenstein

Opleiding Land- en Watermanagement
Minor Hydrologische Modelling
Larensteinselaan 26a
6882 CT Velp

Begeleiding

Ir. J. Gooijer Waterschap Noorderzijlvest
Ing. A.M.J. Sloot Hogeschool Van Hall Larenstein

(afbeelding omslag: het Oostervoortsche Diep)

Voorwoord

De opleiding Land- en Watermanagement van Hogeschool Van Hall Larenstein wordt afgesloten met een onderzoek in het kader van de gekozen minor in het vierde schooljaar. Voorliggend onderzoek is de afstudeeropdracht van Tom Mulder en Niels de Graaf. Het betreft een opdracht waarbij aspecten uit zowel de minor hydrologisch modellering als voorgaande schooljaren aan bod komen.

Het waterschap Noorderzijlvest heeft in het kader van het inrichtingsplan Roden-Norg het Oostervoortsche Diep laten hermeanderen. In hetzelfde kader wil het waterschap ook het Groote Diep opnieuw laten meanderen. Het waterschap heeft opdracht gegeven om voor het Groote Diep een hermeanderingplan te maken.

In het bijzonder willen wij de dhr. Jan Gooijer van het waterschap Noorderzijlvest en mevr. Anouk Sloot van Hogeschool Van Hall Larenstein noemen, die naar onze mening hun functie als begeleider zeer goed hebben ingevuld.

Ook willen wij graag dhr. Steven Verbeek van het waterschap Noorderzijlvest en dhr. Roy Laseroms van ingenieursbureau LWRO (Laseroms Watermanagement en Ruimtelijke Ontwikkeling) bedanken voor de georganiseerde veldbezoeken en gegeven adviezen op het gebied van beekherstelprojecten.

Met uitzondering willen wij dhr. Siebe Bosch van ingenieursbureau Hydroconsult bedanken voor de ondersteuning en begeleiding tijdens de modelleringsfase.

Bij deze willen wij alle betrokkenen hartelijk danken voor hun kennis, begeleiding en inzet gedurende het onderzoek proces. De ervaringen met de betrokkenen is door ons als positief ervaren.

Velp, 3 juni 2010

Tom Mulder & Niels de Graaf

Samenvatting

Er is onderzoek gedaan naar hoe het Grootte Diep kan meanderen en welke effecten optreden voor de stroomsnelheid, afvoer en mogelijke inundaties. Het Grootte Diep is gelegen in de provincie Drenthe binnen het waterschap Noorderzijlvest. De beek is vanaf de jaren 50 gekanaliseerd, gestuwd, overgedimensioneerd en deels verhoogd in het landschap aangelegd. Deze onnatuurlijke situatie zorgt hedendaags voor lage stroomsnelheden. Het ontwerp van de meandering is tot stand gekomen door eerst een aantal uitgangspunten op te stellen. Deze uitgangspunten zijn voortgekomen uit bezochte beekherstelprojecten, beleidsstukken en het 5B-concept. De uitgangspunten zijn verwerkt in een multicriteria-analyse om de uiteindelijke hermeandering van het Grootte Diep te toetsen. Tevens zijn de uitgangspunten gebruikt om een visie te maken voor het Grootte Diep. In de visie wordt het beekdal en de beek ingericht volgens het 5B-concept. Door het Grootte Diep opnieuw te laten meanderen treden hogere stroomsnelheden op, wat ten goede komt voor de ecologie. Uit de toetsing van het Grootte Diep komt naar voren dat er inundaties optreden in zowel de zomer- als winterperiode. De inundaties die optreden voldoen echter niet aan de gestelde criteria. Deze zijn in de winterperiode van een te grote diepte en duur, waardoor de ecologie hier hinder van ondervindt. Tevens voldoet het ontwerp niet aan de gestelde eisen van de piekafvoer. Doordat het model ecologisch en hydrologische nog niet verantwoord is, wordt nader onderzoek gedaan bij welke afmetingen dit wel is. Hiervoor worden verschillende dwarsprofielen doorgerekend en getoetst. Uit de iteratieslagen komen uiteindelijk twee varianten naar voren. Een ecologische variant, waarbij het Grootte Diep voldoet aan de eisen van de stroomsnelheid en inundaties en een hydrologische variant, waarbij piekafvoeren afgevlakt worden.

Inhoud

1.	Inleiding	9
1.1.	Aanleiding	9
1.2.	Probleembeschrijving	10
1.3.	Centrale vraag.....	11
1.4.	Doelstelling.....	11
1.5.	Publiek.....	11
2.	Stappenplan	12
2.1.	Analyseren van het gebied	12
2.2.	Uitgangspunten	12
2.3.	Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep	13
2.4.	Visie en ontwerp	13
2.5.	Toetsing ontwerp Grote Diep	13
2.6.	Aanpassen van het ontwerp	13
3.	Analyse studiegebied	15
3.1.	Ligging gebied.....	15
3.2.	Geomorfologie.....	16
3.3.	Bodemopbouw.....	16
3.4.	Gebiedshistorie	17
3.5.	Hoogteligging.....	19
3.6.	Werking watersysteem.....	19
3.7.	Landgebruik.....	19
4.	Uitgangspunten.....	20
4.1.	Beleid	20
4.2.	Voorbeeldprojecten	21
4.3.	5B-concept	24
4.4.	Het natuurdoeltype	25
4.5.	Overzicht uitgangspunten.....	27
4.6.	Toelichting op de MCA.....	28
5.	Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep	32
5.1.	Toetslocaties van het Oostervoortsche Diep.....	32
5.2.	Toetsing normalisatie	32
5.3.	Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep	35
5.4.	Conclusie	37
6.	Visie en ontwerp.....	38
6.1.	Ligging van de beek.....	38
6.2.	Inrichting van het beekdal.....	38

6.3.	Inrichting van de beek	42
6.4.	Dwarsprofielen binnen Sobek	43
6.5.	Schematisatie binnen Sobek	45
7.	Toetsing ontwerp Grootte Diep	46
7.1.	Toetslocaties van het Grootte Diep.....	46
7.2.	Toetsing normalisatie	46
7.3.	Toetsing ontwerp Grootte Diep	49
7.4.	Resultaat	51
8.	Ontwerpvarianten.....	52
8.1.	Ecologische variant	52
8.2.	Hydrologische variant.....	56
8.3.	Resultaat	59
9.	Conclusie en aanbevelingen	60
9.1.	Conclusie	60
9.2.	Aanbevelingen	62

Bijlagen

Bijlage 1	Geomorfologie
Bijlage 2	Bodemkaart A Bodemkaart B Legenda bodemkaart
Bijlage 3	Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)
Bijlage 4	Huidig watersysteem met aanwezige kunstwerken
Bijlage 5	Landgebruik, LGN4
Bijlage 6	MCA normalisatie Oostervoortsche Diep A Zomerperiode B Winterperiode
Bijlage 7	MCA hermeandering Oostervoortsche Diep A Zomerperiode B Winterperiode
Bijlage 8	Nieuwe ligging
Bijlage 9	Beekdalvisie van het Groote Diep
Bijlage 10	Ontwerp dwarsprofiel traject 1
Bijlage 11	Ontwerp dwarsprofiel traject2
Bijlage 12	Ontwerp dwarsprofiel traject 3
Bijlage 13	Maaiveldhoogte traject 1
Bijlage 14	Maaiveldhoogte traject 2
Bijlage 15	Maaiveldhoogte traject 3
Bijlage 16	MCA normalisatie Groote Diep A Zomerperiode B Winterperiode
Bijlage 17	MCA hermeandering Groote Diep A Zomerperiode B Winterperiode
Bijlage 18	Ontworpen dwarsprofielen voor inundaties en piekafvoeren

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Het waterschap Noorderzijlvest heeft opdracht gegeven om een hermeanderingsplan te maken voor het Grootte Diep. Naast dit heeft het waterschap ook opdracht gegeven om het al meanderde Oostervoortsche Diep te gaan toetsen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water en het Waterbeheer 21^e eeuw. Het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep zijn onderdeel van het Peizerdiep-systeem en bevinden zich in het zuiden van beheergebied van het waterschap Noorderzijlvest. Het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep zijn gelegen tussen en naast de kernen Roden en Norg '(zie figuur 1)'. De aanleiding om een hermeanderingsplan te maken is voortgekomen uit het inrichtingsplan Roden-Norg. Door een beek te laten meanderen kunnen piekafvoeren worden afgevlakt en kan de ecologische toestand verbeterd worden. Door hedendaagse overgedimensioneerde dwarsprofielen zijn de stroomsnelheden te laag. Ten gevolge van versmaling en verondieping van de dwarsprofielen zullen hogere stroomsnelheden optreden. Het aanpassen van het dwarsprofiel kan leiden tot frequente inundaties en heeft als gevolg dat het water langzamer tot afstroming kan komen. Daarnaast zorg een meandering ook voor een verhoging van de belevingswaarde en verbetering van het landschap en de natuur.

Het inrichtingsplan Roden-Norg is tot stand gekomen op basis van de Stuurgroep Water 2000+. De waterschappen Hunze Aa's en Noorderzijlvest hebben als gevolg van de wateroverlast in 1998 de Stuurgroep 2000+ ingesteld. De Stuurgroep heeft achtereenvolgens in 2001 en 2003 geadviseerd over de inrichting van het watersysteem in Noord-Nederland. Deze ontwikkelingen liepen parallel met het landelijke traject van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw (WB21). Het belangrijkste doel van het nieuwe waterbeleid is de risico's van wateroverlast tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen. Door de Stuurgroep 2000+ is onder meer voorgesteld om een waterbergingsgebied in te richten aan de rand van het Drents Plateau. De bedoeling hiervan is om in tijden van extreme neerslag de belasting van de Groninger boezem te verminderen en het risico van ongewenste overstromingen te verkleinen. Waterschap Noorderzijlvest en provincie Drenthe hebben samen de Bestuurscommissie Herinrichting Peize opdracht gegeven om inrichtingsplannen op te stellen voor de waterbergingsgebieden. De Bestuurscommissie stelt zowel het Inrichtingsplan Peize op als het Inrichtingsplan Roden-Norg. (Bron: Herinrichting Roden-Norg, 2007)

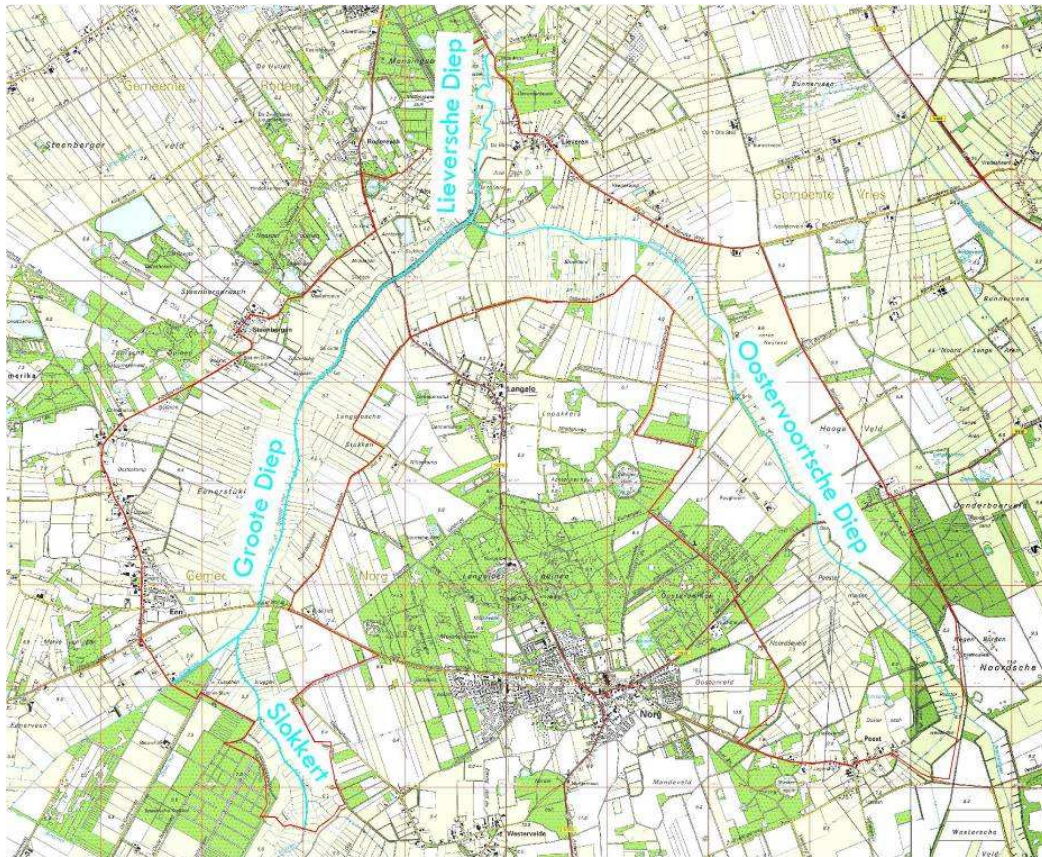


Fig. 1. Ligging studiegebied (topografische kaarten, kaartblad 12a & 12b)

1.2. Probleembeschrijving

Het waterschap Noorderzijlvest wil het Groote Diep laten hermeanderen. Voordat de meandering daadwerkelijk gerealiseerd wordt, wil het waterschap onderzoeken hoe dit zo optimaal mogelijk kan. Hiervoor wordt onderzoek gedaan na de effecten die op kunnen treden bij mogelijke wateroverlast en veranderingen die op kunnen treden voor de ecologie. Momenteel is de hermeandering van het Oostervoortsche Diep al ontworpen, ingericht en uitgevoerd. Deze hermeandering is tevens binnen Sobek gemodelleerd. Onderzocht moet worden of de hermeandering van het Oostervoortsche Diep voldoet aan de gestelde normen. Deze normen zijn grotendeels afgeleid uit de Kaderrichtlijn Water (KRW) en Waterbeheer 21^e eeuw (WB21). Voor (de invulling van) het Groot Diep is nog geen visie opgesteld en zijn er ook geen concrete dwarsprofielen bekend.

1.3. Centrale vraag

De centrale vraag van het rapport is: *Hoe kan de meandering van het Grootte Diep zo natuurlijk mogelijk gerealiseerd worden die binnen de kaders van de KRW en WB21 past?*

Om deze centrale vraag op een zorgvuldige manier te kunnen beantwoorden, dient onderzoek uitgevoerd te worden naar de volgende deelvragen:

- Wat is de historische loop van het Oostervoortsche Diep en het Grootte Diep?
- Over welke karakteristieken beschikken het Oostervoortsche Diep en het Grootte Diep?
- Aan welke randvoorwaarden moet het watersysteem voldoen vanuit de KRW en WB21?
- Voldoet het huidige watersysteem aan de gestelde randvoorwaarden?
- Welk ontwerp kan gehanteerd worden voor de hermeandering van het Grootte Diep?
- Kunnen de kades van het Grootte Diep weggehaald worden waarmee geen wateroverlast optreedt buiten de verworven gronden?
- Hoe reageert de hermeandering van het Grootte Diep op piekafvoeren?
- Welke stroomsnelheden en inundaties zullen voorkomen door de hermeandering van het Grootte Diep?

1.4. Doelstelling

De doelstelling van het onderzoek is het maken van een optimaal hermeanderingsplan voor het Grootte Diep. Hierbij wordt gestreefd naar een zo natuurlijke mogelijke loop van de beek welke hydrologisch verantwoord is. Hieronder wordt verstaan dat een watersysteem voldoet aan de KRW en WB21. In een natuurlijke loop, meandert het watersysteem en zal deze ongestuwd zijn. Verdere kerndoelen waarnaar gestreefd wordt, worden hieronder nader omschreven.

1. Verbeteren van de ecologische situatie in de beken (stroomsnelheid, inundaties, vegetatie) waarbij niet puur gekeken wordt naar de specifieke flora en fauna maar meer gekeken wordt naar de ecologische kwaliteit van de beek en de gestelde eisen vanuit de KRW;
2. De hermeandering van het Grootte Diep en Oostervoortsche Diep dienen getoetst te worden aan de gestelde randvoorwaarden van het waterschap; (deze zijn voortgekomen uit de KRW en WB21)
3. Het ontwerpen van een optimaal dwarsprofiel waarbij frequent inundatie optreedt.

1.5. Publiek

Het rapport is geschreven voor de medewerkers van het waterschap Noorderzijlvest, de docenten van Hogeschool Van Hall Larenstein en toekomstige afstudeerders die in het rapport geïnteresseerd zijn.

2. Stappenplan

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een stappenplan '(zie figuur 2)'.

2.1. Analyseren van het gebied

Hierin wordt onderzoek naar de ligging van het gebied, werking van het huidige watersysteem, gebiedshistorie, hoogteligging van het gebied, bodemopbouw, geomorfologie, landgebruik en de karakteristieken van de beek.

2.2. Uitgangspunten

Uit het beleid, verscheidende voorbeeldprojecten, het 5B-concept en het natuurdoeltype worden verschillende uitgangspunten gedefinieerd. Deze uitgangspunten dienen meegenomen te worden voor het ontwerp en de toetsing van zowel het huidige als toekomstige watersysteem.

2.2.1. Analyse beleid

De uitgangspunten die afgeleid worden uit het beleid, hebben betrekking voor de toetsing als zowel voor het ontwerp. Tijdens de analyse wordt de KRW en de EHS en het WB21 bestudeerd. In de KRW en WB21 worden vooral hydrologische randvoorwaarden benoemt. In de EHS wordt ingegaan op de natuurlijke randvoorwaarden waaraan de beken moeten voldoen.

2.2.2. Voorbeeldprojecten

Gedurende het afstuderen zijn een aantal beekherstelprojecten bezocht om inzicht te krijgen wat er 'goed' en achteraf 'fout' gegaan is. Deze voor- en nadelen zijn tevens benoemd en meegenomen in het ontwerp.

2.2.3. 5B-concept

Tijdens het ontwerp van het Groote Diep is het 5B-concept als uitgangspunt gehanteerd. In dit concept wordt uitgegaan dat niet alleen de beek opnieuw ingericht dient te worden maar ook de omgeving rondom de beek. Dit concept gaat uit van vijf verschillende zones in het beekdal. Het concept is flexibel en kan ingevuld worden in elke denkbare omgeving, van stedelijk tot agrarisch tot multifunctioneel gebied. De 5B's hoeven niet overal noodzakelijk toegepast te worden en kunnen in grootte van zone variëren.

2.2.4. Het natuurdoeltype

In het handboek natuurdoeltypen zijn per natuurdoeltype streefbeeld en levensgemeenschappen gedefinieerd. Het boek heeft als doel om globaal weer te geven wat de verwachtingen kunnen zijn qua flora en fauna. Hierin is naar voren gekomen over welk natuurdoeltype het Groote Diep beschikt, waaruit een beeld geschetst wordt van het streefbeeld, plantengemeenschappen, doelsoorten en dergelijke.

2.2.5. Verworven gronden

Het landschap kan pas ingericht worden wanneer de Landinrichtingscommissie in het bezit is van de desbetreffende gronden. De commissie zorgt ervoor dat de gronden in de toekomst toebehoren aan de rechtmatige eigenaren. De gronden die zich langs het Groote Diep bevinden zijn momenteel allemaal verworven door de Landinrichtingscommissie.

2.2.6. Toelichting op de MCA

Aan de hand van de uitgangspunten wordt een multicriteria-analyse (MCA) opgesteld. De MCA is een hulpmiddel dat gebruikt wordt om de hermeandering van zowel het Oostervoortsche Diep als het Groote Diep te toetsen. Hierbij toetst de MCA zowel ecologische als hydrologische voorwaarden waaraan de beek dient te voldoen. Om de effecten van meanderingen te onderzoeken wordt zowel de situatie voor als na de meandering onderzocht en onderling vergeleken. De MCA bestaat uit vier verschillende stappen. In stap één worden er scores toegekend door middel van plussen en minnen. In een beoordeling is dit makkelijk en overzichtelijk te gebruiken. In stap twee wordt vervolgens aan de plussen en minnen een wegingsfactor gekoppeld. Deze wegingsfactor geeft het belang weer. Een hogere wegingsfactor betekent dat het onderdeel belangrijker is dan een onderdeel met een lagere wegingsfactor. De wegingsfactoren moeten samen op één uitkomen. In de derde stap worden de plussen en minnen vertaald naar scores in waarden. Dit wordt gedaan omdat er geen duidelijke score van plussen en minnen te maken is. Ten slotte worden deze waarden vermenigvuldigd met de wegingsfactor waardoor er een uitkomst verkregen wordt. Het totaal in de uitkomst geeft een totale score per criteria na weging weer. De situatie met de meeste punten komt het beste naar voren uit de MCA toetsing.

2.3. Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep

De hermeandering van het Oostervoortsche Diep is reeds uitgevoerd. Het waterschap wil onderzoeken welke effecten de hermeandering heeft op de stroomsnelheid, inundatie, waterdiepte et cetera. Hiervoor wordt de situatie van zowel voor als na de hermeandering getoetst aan de hand van de MCA.

2.4. Visie en ontwerp

Aan de hand van de uitgangspunten is er voor het Groote Diep een visie en ontwerp gemaakt. Hierin wordt niet alleen de beek, maar ook het beekdal in meegenomen. De inrichting wordt mogelijk gemaakt door de verworven gronden, die in te richten zijn volgens het 5B-concept. Het ontwerp voor de beek wordt gevormd door de uitgangspunten voortkomend uit de KRW.

2.5. Toetsing ontwerp Groote Diep

Binnen het Sobek model heeft het huidige Groote Diep plaats gemaakt voor de meanderingen uit het ontwerp. Het model is binnen Sobek doorgerekend en kan aan de hand van de MCA getoetst worden. Zodra deze niet aan het gewenste resultaat voldoet, dient het ontwerp aangepast te worden en opnieuw getoetst te worden.

2.6. Aanpassen van het ontwerp

Het aanpassen van het model zal mogelijk meerdere keren uitgevoerd moeten worden. Tijdens de iteratieslagen is onderscheid gemaakt in twee varianten, namelijk een ecologische variant en een hydrologische variant. De iteratieslagen van de varianten zijn opgenomen in een apart document dat wordt weergegeven in de bijlage 18. In dit document zullen de verschillende geschematiseerde dwarsprofielen worden weergegeven. Per variant wordt de meest geschikte dwarsprofiel in het rapport opgenomen.

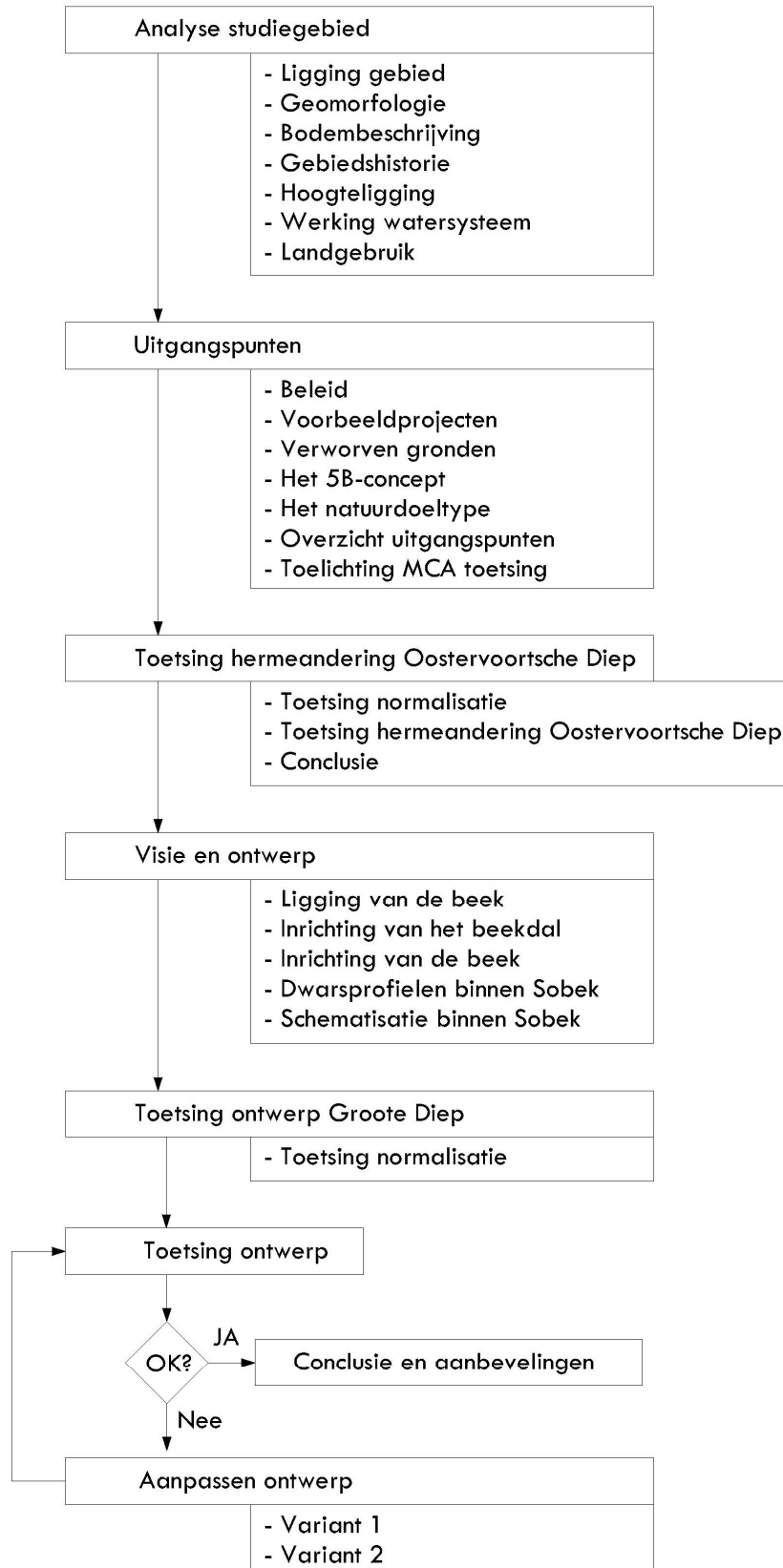


Fig. 2. Stappenplan onderzoek hermeandering van het Groote Diep

3. Analyse studiegebied

Om te kunnen concluderen of de gevolgen van meandering een positief of negatief effect heeft, moet er een uitgangssituatie bekend zijn. De uitgangssituatie is hierbij de huidige situatie van het watersysteem en zijn omgeving. In de analyse van het studiegebied wordt de ligging van het gebied, geomorfologie, bodem, gebiedshistorie, hoogte ligging, werking van het huidige watersysteem en landgebruik beschreven.

3.1. Ligging gebied

Het Oostervoortsche Diep en het Groote Diep bevinden zich zuidelijk in het beheersgebied van het waterschap Noorderzijlvest. De beken stromen tussen en naast de kernen Roden en Norg. Het studiegebied bevindt zich binnen de gemeente Noordenveld in de provincie Drenthe. Bovenstreams bevindt zich de Eenerbrug die het Groote Diep doorkruist. Benedenstreams komen het Groote Diep en het Oostervoortsche Diep samen en stromen vanaf daar verder als het Lievevrouwsche Diep ('zie figuur Fig. 3)'.
(Note: The text in the image contains a typo 'Lievevrouwsche' which has been corrected to 'Lievevrouwsche' in the transcription.)

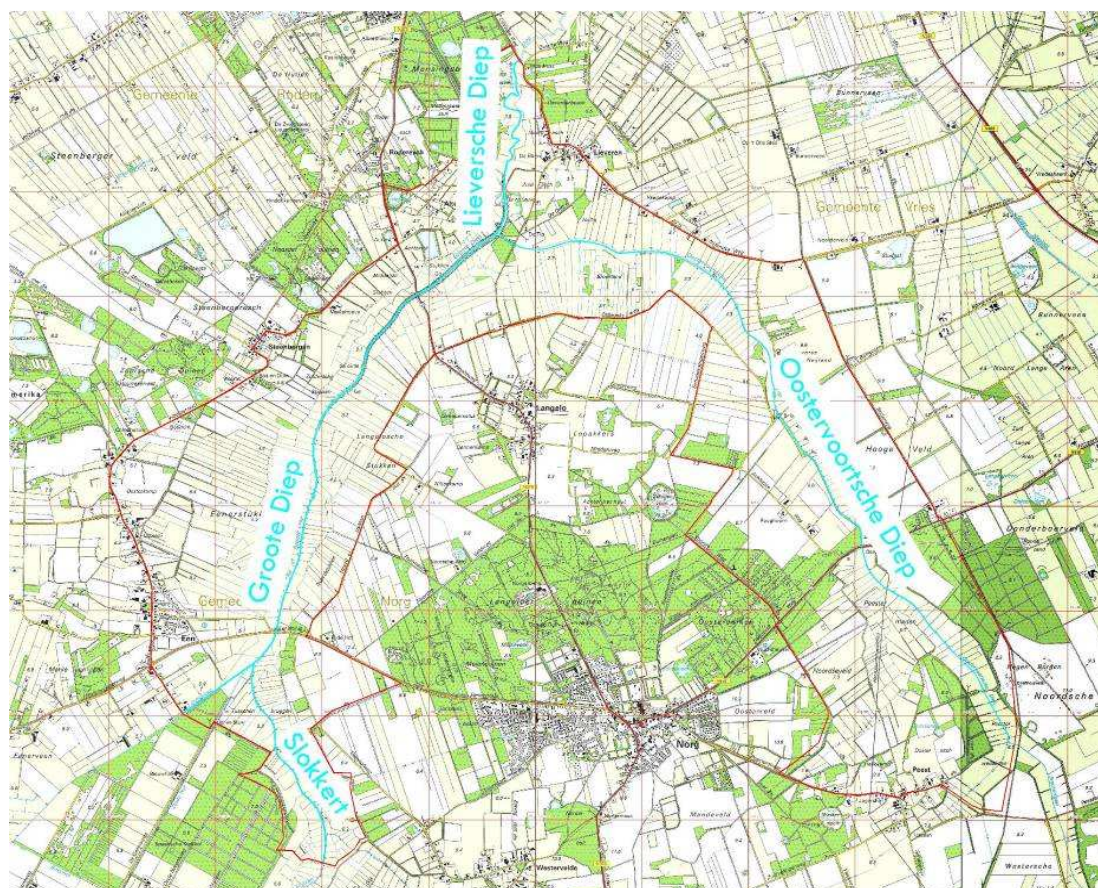


Fig. 3. Ligging studiegebied (topografische kaarten, kaartblad 12a & 12b)

3.2. Geomorfologie

Tertiaire afzettingen komen vrijwel overal in de ondergrond van Nederland voor. Het Drents plateau waar het onderzoeksgebied gelegen is, is in het Tertiair gevormd door het Eridanos rivierensysteem. Dit systeem bestond uit rivieren die vanuit Scandinavië kwamen en zijrivieren opnamen uit Rusland, Polen en Duitsland. De ondergrond van het Drents plateau bestaat op een diepte van enkele tientallen meters voor het grootste deel uit grove zeer kwartsrijke witte zanden die afkomstig zijn van het Eridanos rivierensysteem. Deze zanden behoren tot de Appelscha Formatie welke in het Cromerien onder de invloedssfeer van de Rijndelta kwam te liggen. In deze tijd werd ook de Urk Formatie gevormd welke bestaat uit een tientallen meters dik pakket van klei en fijn zand van de Peelo Formatie en met fijnzandige en lemige afzettingen van de Bostel Formatie. Nabij Roden komt hedendaags potklei voor binnen 1.25 m-mv. De potklei is meestal zwart van kleur en rijk aan organische stof en behoort tot de Peelo Formatie. Rondom Norg komt de Peelo Formatie ook voor maar is keileem afwezig of dieper aanwezig dan 1.25 m-mv. (Bron: de vorming van het land en landschappelijk Nederland, 2004)

Wanneer de geomorfologische kaart bestudeerd wordt kan geconstateerd worden dat er een grote diversiteit in geomorfologie aanwezig is. Als er alleen gekeken wordt rondom de beken zijn de volgende geomorfologische codes te vinden, zie bijlage 1. Onderstaande coderingen bestaan uit de morfologische informatie (een getal), de morfografische informatie (een letter) en de morfogentische informatie (een getal).

- 2R4: Beekdalbodem met veen;
- 3L2: Hooggelegen grondmorene welvingen;
- 2M45: Hooggelegen veenkoloniale ontginningsvlakte;
- 2R2: Dalvormige laagte zonder veen;
- 3K14, 3L5: Dekzandruggen;
- 3L8: Laage Landduinen;
- 3N4: Moerassige laagte zonder randwal.

3.3. Bodemopbouw

Op de Bodemkaart van Nederland (Stichting voor bodemkartering, 1981) is te zien dat het overgrote deel van het gebied uit veen- en eerdgronden bestaat. In het noorden van het gebied bevinden zich ook gedeeltes met zavel, leem en klei. De twee meest voorkomende bodemsoorten worden hieronder beschreven en zijn tevens terug te vinden in bijlage 2.

3.3.1. Veengrond

Veengronden zijn te onderscheiden in twee soorten, namelijk laagveen en hoogveen. In de provincie Drenthe komt zowel hoogveen als laagveen voor. Hoogveen wordt gevormd onder invloed van regenwater en kan op twee manieren ontstaan. Eén manier is de vorming van hoogveen in gebieden met slechte afwateringen. De andere manier is het ontstaan van hoogveen op het laagveen, waarbij laagveenvorming niet meer mogelijk was. De vorming van laagveen in Nederland dateert van 8000 tot 5000 jaar geleden. Door de hoge grondwaterstand van toen ontstonden plassen en meren, later zakten het grondwater weer terug. Deze plassen en meren hadden geen aanvoer meer van water waardoor ze langzamerhand dichtgroeiden. Het dode plantenmateriaal in het water verteerde haast niet, omdat zuurstof en bacteriën die de plantenresten afbraken ontbreken. Zo zijn er in duizenden jaren tijd veenpakketten ontstaan van soms vele meters dik. Door turfwinning, veraarding en inklinking in het verleden zijn de veengebieden schaars geworden.¹

¹ www.geologievannederland.nl, 17 februari 2010

3.3.2. Beekeerdgronden

De eerdgronden bestaan uit verschillende classificaties, waarin de beekeerdgrond geclassificeerd wordt als een hydrozandeerdgrond. Deze gronden komen voor langs beken en middelgrote rivieren in Nederland. Door de ontginning van elzenbroekbossen zijn deze beekeerdgronden ontstaan. De bodem bestaat uit twee lagen, een donkere bovengrond met een scherpe overgang naar de organische stofarme ondergrond.

3.4. Gebiedshistorie

Vanaf de jaren 50 zijn de beken het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep genormaliseerd. De normalisatie is in werking getreden door intensivering van de landbouw. De normalisatie/kanalisatie van beken is op vele plaatsen in Nederland uitgevoerd. Tijdens deze periode wilde men het overtollige water zo snel mogelijk tot afvoer brengen. Hierdoor konden agrariërs intensiever gebruik maken van de landbouwgronden. Door het versneld afvoeren is gebleken dat dit tot wateroverlast kan leiden. Deze overlast kan bestreden worden als een watergang/ beek langzaam tot afstroming komt in plaats van versneld. De langzame afstroming kan gerealiseerd worden als genormaliseerde beken weer meanderen. Door de meandering legt het water een grotere afstand af en kan het water langzamer tot afstroming komen.

In de Vroege Middeleeuwen lieten de agrariërs hun vee in de bossen grazen, dit systeem wordt wel aangeduid met de naam Waldviehbauerntum. Na het jaar 1000 kwam in het systeem geleidelijk een verandering voor, het Heideviehbauerntum kwam hierin na voren. Een kenmerk van dit systeem was dat het akkerareaal aanzienlijk werd uitgebreid en dat men het vee liet grazen op de heidevelden.'s Nachts werd in de potstallen de mest van het vee verzameld. In het voorjaar werd de mest vermengd met over de akkers uitgespreid, waardoor de essen ontstonden. Bruine esdekken wijzen op het gebruik van plaggen van betere kwaliteit. Deze zijn meestal vermengd met klei en afkomstig van minder schrale gronden. Door dit bemestingssysteem werd de vruchtbaarheid van de bodem sterk verbeterd. Naast dit kwamen de gronden hoger boven de grondwaterspiegel te liggen, waardoor men minder last had van te hoge grondwaterstanden. De essen zijn scherp begrensd doordat de ophoging perceelsgewijs plaatsvond. In de meeste gevallen zijn de essen ook begrensd door wildwallen. Houtwallen met een dichte begroeiing, om het wild buiten te houden. Het esdorpenlandschap werd gekenmerkt door brinkdorpen, essen, heidevelden en groenlanden in de beekdalen. Deze eigenschappen zijn te herkennen op de historische kaarten van 1850 en 1902 '(zie figuur 4 en figuur 5)'. Het meestal zwart gekleurde esdek is over het algemeen dunner dan 50 centimeter. Hierdoor worden deze bodems niet aangemerkt als enkeerdgronden. De akkerbouwcomplexen werden rondom de dorpen aangelegd, die een duidelijke kern hadden. De boerderijen waren enigszins losjes gegroepeerd rond een brink. Na 1900 werd de bedrijfsvoering door de komst van de kunstmest minder afhankelijke van de grootte veestapel voor de mestproductie. Grote oppervlakten aan woeste gronden werden geploegd en in cultuur gebracht. Dit gebeurde tot een diepte van ongeveer 20 tot 25 centimeter. Onder de bewerkte bovengrond ligt het restant van het oorspronkelijke podzolprofiel, waarin de inspoelingslaag vaak storend werkt op de waterhuishouding. Tijdens latere ontginningen werden de gronden tot een diepte van ongeveer 60 tot 80 centimeter omgewerkt. Hierdoor werd de humusinspoelingslagen van het bodemprofiel omhoog gebracht. Bij deze ontginningen werd het land ook geëgaliseerd, waardoor een heterogeen profiel is ontstaan. Een van de weinige gave voorbeelden van een esdorpenlandschap is terug te vinden in het stroomgebied van de Drentsche Aa, ten noordoosten van Assen. Dit unieke gebied is aangewezen als nationaal park. (Bron: Landschappelijk Nederland,2006)

In het verleden werden de gronden rondom de beken in gebruik genomen door de landbouw. De overige gronden werden beheerd door het vee. Tegenwoordig is dit andersom en worden de gronden rondom de beken gebruikt voor de natuur en de overige gronden worden gebruikt voor de landbouw.

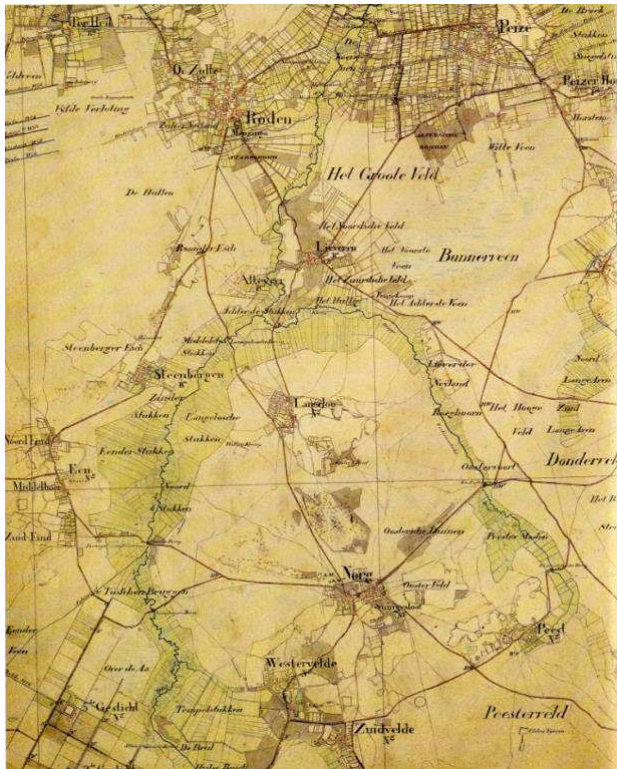


Fig. 4. Historische kaart van 1850
(Bron: Grote historische atlas van Nederland, Noord-Nederland 1851-1855)



Fig. 5. Historische kaart van 1902 (Bron: Grote historische topografische atlas, Drenthe 1898-1928)

3.5. Hoogteligging

De hoogteligging in het beekdal varieert van 11,90 +NAP bij de zuidoostelijke grens (van het studiegebied in beide bovenlopen) tot 0,06 -NAP in het noorden van het gebied, zie bijlage 3. Aan de hand van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN-kaart) is naar voren gekomen dat het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep niet overal op de laagst gelegen plekken in het landschap bevinden. Nabij de Eenerbrug bevindt het Grootte Diep zich op ongeveer een hoogte van 3,8 +NAP, in de buurt van Alteveer bevindt het Grootte Diep zich op ongeveer 2,2 +NAP. Het Oostervoortsche Diep daarentegen bevindt zich bij de Dondersweg op ongeveer 5,7 +NAP.

3.6. Werking watersysteem

Het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep zijn middenlopen van het Peizerdiep-systeem. Het Oostervoortsche Diep wordt gevoed door de beken Peesterdiepje en Broekenloop. Het Grootte Diep wordt gevoed door de beken Zesde Wijk, Slokkert, Tonckensdiepje en Eener Schipsloot. Het Grootte Diep en Oostervoortsche Diep komen bijeen en gaan gezamenlijk verder als het Lieversche Diep. Verder benedenstrooms gaat het Lieversche Diep verder als het Peizerdiep. De beken worden op zestien plaatsen gestuwd, waarbij op drie plaatsen gebruik gemaakt wordt van beweegbare stuwen. Vanaf de stuw bij Alteveer ligt het Grootte Diep verhoogd en tussen kades in het landschap, 2350 meters. Door een ingewikkeld stelsel van sifons en een gemaal zijn de naast gelegen beken van het Grootte Diep verbonden met het Lieversche Diep. Het Oostervoortsche Diep en het Grootte Diep worden gekarakteriseerd door stroomsnelheden, afvoeren, afmetingen, sedimenttransport en de omgeving van de beek. De bovengenoemde beken worden gekarakteriseerd door grote afmetingen, overgedimensioneerd, lage stroomsnelheden en afvoer. De gronden rondom de beken zijn ingericht als landbouwgronden, zie volgende paragraaf voor het landgebruik.

3.7. Landgebruik

Op de Landgebruikskaart van Nederland (Ign4) is te zien dat de gronden rondom het Grootte Diep voornamelijk bestaan uit graslanden, zie bijlage 5. Enkele percelen bestaan uit maïsakkers en graanakkers. De gronden rondom het Oostervoortsche Diep vertonen meer variatie. Deze gronden bestaan uit graanakkers, maïsakkers, aardappelvelden, bloembollen en overige gewassen. Voordat het gebied rondom de beken ingericht kan worden zullen de desbetreffende gronden verworven moeten worden. Voor het Oostervoortsche Diep is het niet meer van belang dat de gronden hieromheen opnieuw ingericht dienen te worden, omdat deze meandering reeds al is uitgevoerd.

4. Uitgangspunten

Om tot een ontwerp met dwarsprofielen te komen voor de hermeandering van het Groot Diep, dienen verschillende uitgangspunten te worden bepaald. Deze uitgangspunten komen voort uit het beleid, bezochte beekherstelprojecten, gewenste situatie en het 5B-concept. Er is een overzicht gemaakt waarin concreet wordt aangegeven welke uitgangspunten meegenomen worden om het ontwerp te kunnen maken en toetsen.

4.1. Beleid

Een groot gedeelte van de uitgangspunten zijn afkomstig uit het beleid. Het beleid dat geldt voor dit onderzoek bestaat uit de EHS, KRW en WB21.

4.1.1. Ecologische Hoofdstructuur

In het Provinciaal Omgevingsplan Drenthe (POP) worden de Slokkert en het Oostervoortsche Diep aangewezen als onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De EHS is een samenhangend netwerk van bestaande en nog te ontwikkelen natuurgebieden in Nederland. Dit beleidsplan heeft tot doel om de verschillende natuurwaarden in Nederland te stabiliseren. De EHS is ook bedoeld om de natuurgebieden in Nederland aan te laten sluiten met bestaande natuurgebieden, verbindingszones en kerngebieden in het buitenland².

4.1.2. Kaderrichtlijn Water

De beken Oostervoortsche Diep en Groot Diep worden binnen de KRW gekenmerkt als een permanente, langzaamstromende bovenloop op zand (R4).

Het stroomgebied van een R4 watergang omvat een maximale oppervlakte van 10 km². De watergang wordt gevoed vanuit een bron of kwelgebied. In Nederland komt dit type voor in zwak hellende gebieden met een organische of kalkhoudende bodem. De stroomsnelheden van de beek bedragen minder dan 0,50 m/s. Gezien het waterlichaam, bestaat het lengteprofiel uit meanders en is het dwarsprofiel van de beek asymmetrisch. Overige hydrologische kwaliteitskenmerken van het KRW type, langzaamstromende bovenloop op zand worden hieronder nader omschreven '(zie tabel 1)'. (Bron: de kenmerken en beschrijving die gedefinieerd van de KRW-type, 2004)

Tabel 1. Hydrologische kwaliteitselementen van KRW type, langzaamstromende bovenloop op zand (R4)

Parameter	Code	Eenheid	Laag	Hoog
Waterbreedte	b	m	0	3,0
waterdiepte	d	m	0,02	0,75
breedte: diepte	b: d	-	5	150
stroomsnelheid	v	m/s ⁻¹	0,03	0,50

In de tabel is een maximale waterbreedte van drie meter te zien. Tijdens de analyse van het studiegebied is er op een aantal plekken van het Groot Diep een waterbreedte geconstateerd van meer dan twintig meter. Wanneer er tijdens de meandering een waterbreedte gehanteerd wordt van drie meter zal het Groot Diep met voor grote problemen kunnen zorgen. Bij de problemen moet gedacht worden aan het voorkomen van langdurige inundatieperiode met hoge inundatiestanden. Deze constatering kan gemaakt worden zonder ingewikkelde berekeningen te maken. Naast dit is het Groot Diep en Oostervoortsche Diep in de KRW gedefinieerd als een langzaam stromende

² www.minlnv.nl, 14 april 2010

bovenloop op zand (KRW type R4). Deze beken zijn echter een middenloop en worden zoals eerder aangegeven is door verscheidende beken gevoed. Hieruit blijkt dat de beken beter gedefinieerd kunnen worden als het KRW-type R5, een langzaamstromende middenloop/bovenloop op zand.

Het stroomgebied van een R5 watergang omvat een maximale oppervlakte van 100 km². De watergang wordt gevoed door snel of langzaam stromende bovenlopen. In Nederland komt dit type voor in zwak hellende gebieden met een organische of kalkhoudende bodem. De stroomsnelheden van de beek bedragen minder dan 0,50 m/s. Gezien het waterlichaam, bestaat het lengteprofiel uit meanders en is het dwarsprofiel van de beek asymmetrisch. Overige hydrologische kwaliteitskenmerken van het KRW type, langzaamstromende bovenloop op zand worden hieronder weergegeven '(zie tabel 2)'.

Tabel 2. Hydrologische kwaliteitselementen van KRW type, langzaamstromende middenloop/benedenloop op zand (R5)

Parameter	Code	Eenheid	Laag	Hoog
Waterbreedte	b	m	3,0	8,0
Waterdiepte	d	m	0,08	0,81
Breedte: diepte	b: d	-	35	100
Stroomsnelheid	v	m/s	0,10	0,50

4.1.3. WB21

Bij de meandering van het Groote Diep zal de ruimtelijke inrichting van het landschap veranderd worden. In het Waterbeheer 21^e eeuw is door de overheid vast gesteld dat tijdens allerlei ruimtelijke besluiten de watertoets moet worden toegepast. Dit houdt in dat de ruimtelijke inrichting geen belemmering mag vormen voor de trits vasthouden, bergen en afvoeren van het water. Het water moet waar mogelijk zoveel ter plaatse worden vastgehouden. Als er na een integrale afweging toch wordt overwogen om de ruimte een inpassing te geven die nadelige gevolgen heeft voor veiligheid en/of wateroverlast, moet aangegeven worden welke maatregelen nodig zijn om het watersysteem op orde te houden. Hermeandering van beken blijkt in hoog Nederland een efficiënte maatregel te zijn ter voorkoming van wateroverlast. (Bron: anders omgaan met water, 2000)

4.2. Voorbeeldprojecten

De laatste jaren zijn in Nederland vele beekherstelprojecten uitgevoerd. Van de uitgevoerde projecten valt het een en ander te leren. Daarom is er een bezoek gebracht aan een aantal uitgevoerde beekherstelprojecten in de provincie Noord-Brabant. Gedurende het bezoek is gekeken naar wat achteraf gezien 'goed' of 'fout' is gegaan tijdens de projecten.

Samen met een expert op het gebied van hermeandering zijn diverse projecten bezocht. Deze expert is in deze provincie nauw betrokken geweest bij dergelijke projecten. Tijdens het veldbezoeken zijn de positieve en negatieve effecten van het betreffende beekherstelproject besproken '(zie tabel 3)'.

Tabel 3. Voor- en nadelen van de bezochte beekherstelprojecten

Beek	Situatie	Nadelen	Voordelen
Tongelreep	benedenstrooms	De beek wordt onderhouden. Overhangende takken en te veel vegetatie in de beek worden verwijderd. Terwijl dit gewenst is voor de ecologie. Er is weinig variatie in de aanwezige plantensoorten rondom de beek.	De stroomsnelheid voldoet en er is micromorfologie aanwezig.
Tongelreep	bovenstrooms	Op dit punt is de beek gedeeltelijk hermeanderd. Er zijn in de beek nog vistrappen aanwezig. Ook bevindt zich nog een grote stuw in de beek. Door de aanwezigheid van deze kunstwerken is er geen faunamigratie mogelijk. De meander volgt niet de historische loop vanwege nabij gelegen bebouwd gebied.	Er is micromorfologie aanwezig. Tijdens het veldbezoek is de ijsvogel gesignaleerd.
Keersop	bovenstrooms	De Keersop is slechts gedeeltelijk hermeanderd; In de beek komt veel nitraat voor, dit door rondom gelegen landbouwpercelen. Het nitraat zorgt op zijn beurt weer voor meer algen groei.	In de beek komt veel vegetatie voor waardoor er ook veel variatie in stroomsnelheid voorkomt.
Keersop	benedenstrooms	Langs de beek bevinden zich weinig bomen voor zowel boven- als benedenstrooms. De beek moest hermeanderd worden vanwege een beleidsdocument. Voor de hermeandering kwam er in de beek ook al veel beekprikken voor. Dit duidt op een beek met een goede ecologische kwaliteit. Vanuit het beleid is er toch een hermeandering uitgevoerd.	In de beek komen goede stroomsnelheden voor.
Warmbeek	bovenstrooms	Niet waargenomen	De beek heeft een permanente stroming met een natuurlijke afvoerdynamiek. Morfologisch gezien is de beek stabiel en is er een diversiteit in de samenstelling van het beddingsmateriaal.
Warmbeek	benedenstrooms	Niet waargenomen	Hierbij zijn dezelfde voordelen waargenomen als bovenstrooms van de beek.

Tevens wordt op de volgende pagina per beek een foto weergegeven dat als referentie materiaal gebruikt is voor het maken van het ontwerp.



Tongelreep, bovenstrooms(Valkenswaard)



Tongelreep, benedenstrooms (Valkenswaard)



Keersop, benedenstrooms (Noord-Brabant)



Keersop, bovenstrooms (Noord-Brabant)



Warmbeek in Vlaanderen, bovenstrooms (België)



Warmbeek, benedenstrooms Vlaanderen (België)

Bovenstaande foto's zijn genomen op 06-april-2010 door Niels de Graaf.

4.3. 5B-concept

Het 5B-concept is bedacht door dhr. Verdonshot. In het concept wordt beschreven hoe de beek en zijn beekdal ingericht kunnen worden. Het beekdal wordt opgeknipt en ingericht in een vijftal zones (zie figuur 6). De zones worden hieronder apart beschreven.

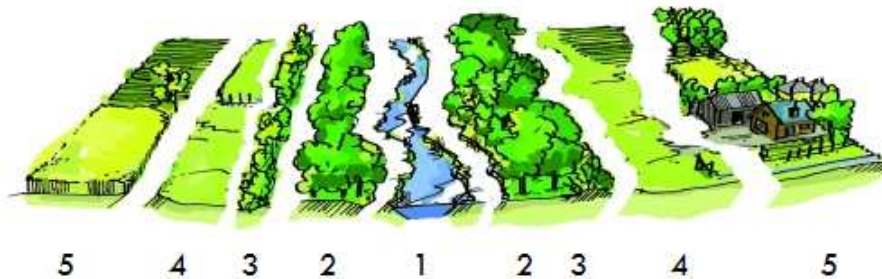


Fig. 6. Het 5B-Concept

- 1 Beek: Het natte deel.
In de beek gevallen bomen, takken en bladeren zorgen voor micromorfologie. Dit veroorzaakt een variatie in het stromingspatroon van de beek. De beek zelf biedt leefruimte voor vissen en macrofauna.
- 2 Boszone: De direct langs de beek groeiende inheemse boomsoorten.
De bomen langs de beek zorgen voor schaduw waardoor het water in de beek langer koel blijft. Koel water zorgt voor minder algengroei dat tot een hogere zuurstofconcentratie leidt (temperatuurbuffering). Tevens zorgen boomwortels voor het vastleggen van de oevers en voor meer variatie in het stromingspatroon.
- 3 Bosschagezone: De overgang van bos- naar bufferzone
De bosschagezone heeft door chemische processen zoals de afbraak van fosfaat, stikstof en ammonium een zuiverende werking.
- 4 Bufferzone: De eigenlijke buffer tussen de beek en het intensief beheerde land.
De bufferzone bestaande uit graslanden bergt voedingsstoffen en heeft tevens ook een zuiverende werking. De bufferzone zorgt ervoor dat het overtollige water kan infiltreren (waterberging).
- 5 Beekflank: Landgebruik door het huidige leven, bebouwing en landbouw.
In de beekflank vindt landbouw plaats en bevinden zich bestaande verharde gebieden.

Het aantal zones en de omvang ervan kunnen per situatie variëren. Het concept is flexibel en kan ingevuld worden in elke denkbare omgeving, van stedelijk tot agrarisch tot multifunctioneel gebied. In en rondom de beek vinden verschillende processen plaats zoals de afbraak van stikstof, fosfaten, aanzanding of uitschuring (sedimentverwijdering) en de leefbaarheid van de planten en dieren. De aanwezige plant- en diergemeenschappen in het beekdal vragen ieder een verschillende grootte aan leefgebied. Tevens zijn de diersoorten sterk verbonden met de aanwezige vegetatie in en rondom de beek. De zones dragen bij aan de waterberging en kunnen beschikken over verschillende gebruikersfuncties. De functies kunnen worden uitgezet tegen een breedte beekdal dat nodig is (zie figuur 7). Uit het figuur kan opgemaakt worden dat er minimaal 100 meter aan weerszijde van de beek nodig is om aan alle gebruiksfuncties te voldoen. (Bron: Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving, z.j.)

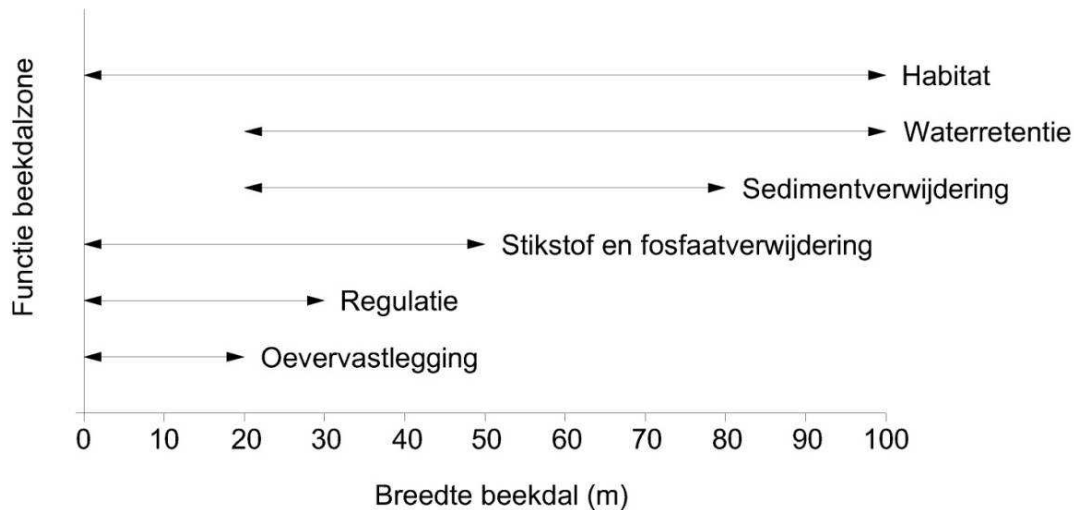


Fig. 7. Voorbeeld van functies versus breedte zone.

De beekdalbrede inrichting verhoogt de weerstand en veerkracht van het gebied. Dit kan door het dwarsprofiel aan te passen van “diep en smal” naar “ondiep en breed”. Hierdoor wordt de waterafvoer verplaatst en heeft het gebied meer bergend vermogen (ook boven maaiveld). Bij extreme neerslag treden hierdoor minder snel piekafvoeren op, omdat het waterbergingsgebied breder is en dus minder makkelijk overvol raakt ‘(zie figuur 8)’. De ruimte voor inundatie neemt door inrichten van een breder beekdal ook toe.

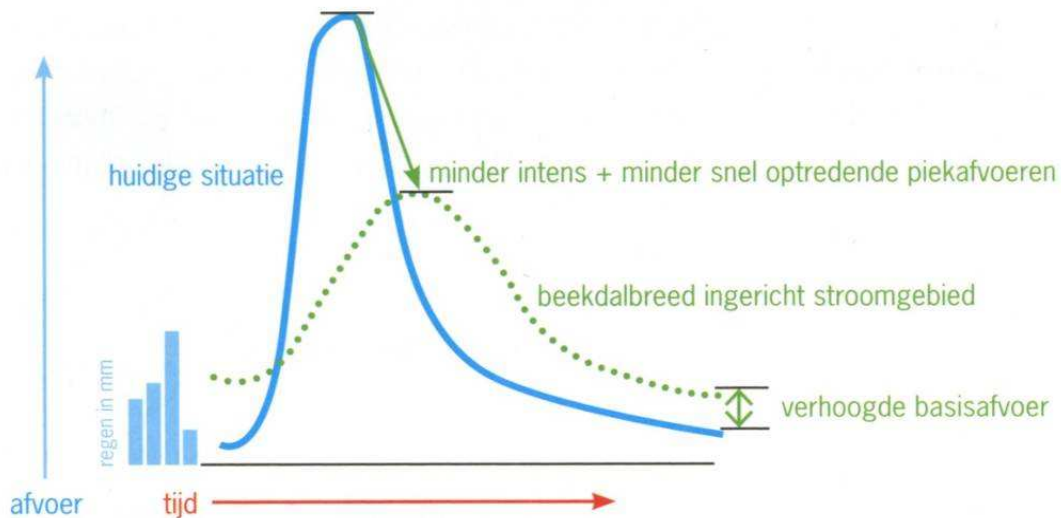


Fig. 8. Beekdalbrede inrichting geeft meer veerkracht

4.4. Het natuurdoeltype

Volgens het handboek natuurdoeltypen in Nederland kan het Grote Diep gekarakteriseerd worden als een langzaam stromende midden- en benedenloop. Voor elk natuurdoeltype is een kernschets/streefbeeld geschetst waarna gestreefd wordt. Naast het streefbeeld zijn per natuurdoeltypen de verschillende levensgemeenschappen beschreven die voor kunnen komen. Het streefbeeld en de levensgemeenschappen zijn hieronder nader beschreven.

4.4.1. Streefbeeld

Het streefbeeld van een langzaam stromende midden- en benedenloop is een beek met lage afvoer en een gedempte dynamiek. De langzaam stromende midden- en benedenloop komt voor op hoge zandgronden met een zwak reliëf, in zowel open als bosrijke landschappen. De voedselrijkdom van de beek waarnaar gestreefd wordt is meestal laag (oligotroof) tot matig (mesotroof). De beek meandert plaatselijk sterk waarbij de breedte varieert van drie tot tien meter. De bomen langs de beek hebben veel invloed op de ontwikkeling en structuur rondom de beek. Het dwarsprofiel is asymmetrisch, met zandbanken overhangende oevers, aangeslibde, rustig stromende tot stilstaande plekken en plaatselijk stroomversnellingen. Er is veel organisch materiaal aanwezig in de vorm van slibzones, bladpakketten, takken en boomstammen. Dit leidt tot een rijke diversiteit aan habitats voor de macrofaunagemeenschap. De vegetatieontwikkeling vindt voornamelijk plaats in mineralenrijkere wateren en is beperkt tot het pleksgewijze voorkomen van enkele stromingsminnende waterplanten op open plaatsen, bijvoorbeeld tussen overhangende bomen. De oevers van de middenloop zijn natuurlijk en onbeschroeid. Voor de fauna dienen migratiemogelijkheden gecreëerd te worden door middel van verbindingen met mogelijke andere beken en of riviertjes.

4.4.2. Levensgemeenschappen

Karakteristieke levensgemeenschappen voor een beekdalecosysteem zijn te verdelen in aquatische- en semi-aquatische levensgemeenschappen. Aquatische levensgemeenschappen zijn volledig aangewezen op de beek en de semi-aquatische levensgemeenschappen zijn aangewezen op het beekdal.

De plantengemeenschappen die voor kunnen komen in de middenloop worden onderscheiden in twee subtypen. De onderscheiding is gerelateerd aan de zuurgraad van de beek, zwak zure langzaam stromende middenloop en de neutrale langzaam stromende middenloop. Per subtype komen verschillende plantengemeenschappen voor:

Zwak zure langzaam stromende middenloop:

- Associatie van Waterviolier en Sterrekroos;
- Associatie van Vlottende bies.

Neutraal langzaam stromende middenloop:

- Associatie van Doorgroeid fonteinkruid;
- Associatie van Waterviolier en Sterrekroos;
- Associatie van Teer vederkruid;
- Associatie van Vlottende waterranonkel;
- Associatie van Blauwe waterereprijs en Waterpeper;
- Associatie van Egelskop en Pijlkruid.

De macrofauna die voor kan komen in de middenloop bestaat uit verschillende soorten haften, platwormen, kokerjuffers, kevers, vedermuggen en libellen. Naast de macrofauna kunnen ook de volgende diersoorten voorkomen: (Bron: handboek natuurdoeltypen in Nederland, 2001)

Zoogdieren: Bever, Franjestaart, Otter, Waterspitsmuis
Vogels: Dodaars, Grote gele kwikstaart
Reptielen: Ringslang
Vissen: Beekprik, BERPJE, Vetje, Rietvoorn

4.5. Overzicht uitgangspunten

Uit de analyse van de historische ligging, het beleid, de veldbezoek, het streefbeeld en het 5B-concept zijn diverse uitgangspunten naar voren gekomen die gehanteerd dienen te worden tijdens het ontwerpen en toetsen van het watersysteem.

Uitgangspunten ten behoeve van het ontwerp:

- Het ingerichte deel natuur moet aansluiten om de bestaande natuur in het gebied (EHS);
- De waterbreedte mag minimaal 3,0 meter en maximaal 8,00 meter zijn (KRW);
- De waterdiepte mag minimaal 0,08 meter en maximaal 0,81 meter zijn (KRW);
- De meandering volgt zoveel mogelijke de natuurlijke loop historische loop (analyse gebied, veldbezoek);
- Een ongestuwde situatie van de beek (analyse gebied, veldbezoek);
- De aanwezigheid van vegetatie langs de beek, in het belang van de ecologie (veldbezoek);
- Het dwarsprofiel moet asymmetrisch zijn (handboek natuurdoeltypen Nederland);
- De breedte van het dwarsprofiel is minimaal drie en maximaal tien meter breed (handboek natuurdoeltypen Nederland);
- Beekdal zo breed mogelijk inrichten aan de hand van het 5B-concept, minimaal 100 meter inrichten voor alle gebruiksfuncties (5B-concept);

Uitgangspunten ten behoeve van de toetsing van het watersysteem:

- De waterbreedte mag minimaal 3,0 meter en maximaal 8,00 meter zijn (KRW);
- De waterdiepte mag minimaal 0,08 meter en maximaal 0,81 meter zijn (KRW);
- De breedte: diepte verhouding mag minimaal 35 en maximaal 100 zijn (KRW);
- De stroomsnelheid mag minimaal 0,10 en maximaal 0,50 m/s zijn (KRW);
- Aanwezigheid van grondtransport, grondtransport wordt gedefinieerd door de grondsoort en de stroomsnelheid 0,30 en 0,60 m/s (veldbezoek);
- Voor de ecologie is een stroomsnelheid van minimaal 0,15 m/s en maximaal 0,80 m/s van belang (veldbezoek);
- De aanwezigheid van vegetatie in de beek, matig begroeid en sterk begroeid, matig begroeid Manning's k 18 m^{1/3}/s en sterk begroeid Manning's k 7 m^{1/3}/s (veldbezoek);
- De breedte van het dwarsprofiel is minimaal drie en maximaal tien meter breed (handboek natuurdoeltypen Nederland).

Uitgangspunt ten behoeve van het onderhoud nieuwe watergangen:

- Ingevallen takken, omgewaaide bomen en ingewaaid blad in de beek zo veel mogelijk behouden.

4.6. Toelichting op de MCA

Aan de hand van de boven genoemde uitgangspunten is een MCA opgesteld om de hermeandering van het Oostervoortsche Diep en het Groote Diep te kunnen toetsen.

- Gemiddelde stroomsnelheid (m/s);
- Minimale stroomsnelheid (m/s);
- Inundatieduur (dagen);
- Inundatiediepte (m);
- Waterdiepte (m);
- Breedte diepte verhouding (-);
- Aanwezigheid van grondtransport (m/s);
- Aanwezigheid van vegetatie in de beek (Manning's k);
- Piekafvoer.

Vanuit de uitgangspunten komen criteria naar voren waaraan de beken dienen te voldoen. Als uit het Sobek model blijkt dat bijvoorbeeld de minimale stroomsnelheid hoger is dan 0,15 m/s, scoort deze goed op dit onderdeel. Als de stroomsnelheid net onder de 0,15 m/s blijkt te zijn, scoort deze minder goed. De waarden die uit het Sobek model naar voren komen, worden ingedeeld naar plussen en minnen zoals in hoofdstuk 2 methodiek wordt beschreven. Alle toetsonderdelen zijn nader ingedeeld waarmee plussen en minnen verdiend kunnen worden '(zie tabel 5)'. De plussen en minnen zijn te vertalen naar cijfers, waarmee de hermeandering een eindcijfer weet te behalen '(zie tabel 4)'.

Tabel 4. MCA score gedefinieerd voor de plussen en minnen

Scortabel: score in schema	
++	10
+	8
+/-	6
-	4
--	2

Tabel 5. Scoreverdelingstabel van de MCA

Toetsonderdeel	Scoreverdeling
Gemiddelde stroomsnelheid	
+	Stroomsnelheid tussen 0,10 en 0,50 m/s
+/-	Stroomsnelheid tussen 0,01 en 0,10 m/s
+/-	Stroomsnelheid tussen 0,50 en 0,80 m/s
-	Stroomsnelheid < 0,01 m/s of > 0,80 m/s
Minimale stroomsnelheid	
+	Stroomsnelheid >0,15 m/s
+/-	Stroomsnelheid tussen 0,10 en 0,15 m/s
-	Stroomsnelheid < 0,10 m/s
Inundatieduur	
++	Bij een aaneengesloten inundatie van maximaal 7 dagen
+	Bij een aaneengesloten inundatie van maximaal 10 dagen
+/-	Bij een aaneengesloten inundatie van maximaal 15 dagen
-	Bij een aaneengesloten inundatie van maximaal 20 dagen
--	Bij geen inundatie, of inundatieduur > 20 dagen
Inundatiediepte	
++	Inundatiediepte maximaal 0,30 meter
+	Inundatiediepte maximaal 0,40 meter
+/-	Inundatiediepte maximaal 0,50 meter
-	Inundatiediepte maximaal 0,60 meter
--	Geen inundatie, of de inundatiediepte > 0,60 meter
Waterdiepte	
++	Diepte van 0,08 tot 0,81 meter
+	Diepte van 0,81 tot 0,90 meter
+/-	Diepte van 0,90 tot 1,00 meter
-	Diepte van 1,00 tot 1,50
--	Diepte < 0,08 en > 1,50 meter

Water breedte/diepte verhouding	
+	Verhouding tussen 12 en 20
+/-	Verhouding tussen 8 en 12
+/-	Verhouding tussen 20 en 24
-	Verhouding < 8 en > 24
Grondtransport	
+	Stroomsnelheid tussen 0,30 en 0,60 m/s
+/-	Stroomsnelheid tussen 0,10 en 0,30 m/s
+/-	Stroomsnelheid tussen 0,60 en 0,80 m/s
-	Stroomsnelheid < 0,10 m/s of > 0,80 m/s

Vegetatie in de beek	
+	Manning's <i>k</i> tussen 10 en 25
+/-	Manning's <i>k</i> tussen 5 en 10
+/-	Manning's <i>k</i> tussen 25 en 30
-	Manning's <i>k</i> < 5 of > 30
Piekafvoer	
++	Sterke bijdrage aan piekafvlakking
+	Bijdrage aan piekafvlakking
+/-	Geen verschil in piekafvlakking
-	Bijdrage aan piekverhoging
--	Sterke bijdrage aan piekverhoging

4.6.1. Stroomsnelheid

De optredende stroomsnelheden kunnen vanuit het Sobek model geëxporteerd worden. Deze data wordt nader verwerkt binnen Excel om tot het gemiddelde en minimale stroomsnelheid te komen. De indeling van het toetsonderdeel gemiddelde stroomsnelheid is vanuit de KRW naar voren gekomen. De indeling van de minimale stroomsnelheid is vanuit de bezochte voorbeeldprojecten naar voren gekomen.

4.6.2. Inundaties

In overleg met medewerkers van het waterschap Noorderzijlvest is een maximale inundatieduur en maximale inundatiediepte tot stand gekomen. De maximale inundatieduur bedraagt 0,30 meter en de maximale inundatieduur bedraagt zeven dagen. De inundatie wordt bepaald door de periode te onderzoeken waarbij de waterspiegel boven het maaiveld uitkomt. De waterstand kan opgevraagd worden uit het gebuikte Sobek model. Met behulp van Excel wordt onderzocht op welke data de inundatie plaatsvindt en met welke diepte dit gepaard gaat. De inundatiediepte wordt verkregen door de optredende waterstanden minus het maaiveld te doen.

4.6.3. Waterbreedte en diepte verhouding

Uit het Sobek model kan tevens de waterdiepte verkregen worden. Uit de KRW komen randvoorwaarden naar voren waaraan de waterdiepte en waterbreedte van een R5 type watergang dient te voldoen. De dwarsprofielen binnen Sobek zijn overgenomen in het programma Autocad waarmee de waterdiepten zijn ingetekend. Aan de hand van de waterdiepten worden ook de waterbreedtes bekend. Door de waterbreedte te delen door de waterdiepte wordt een breedte : diepte coëfficiënt verkregen.

4.6.4. Grondtransport

De mate van grondtransport in een beek kan afgeleid worden doormiddel van de voorkomende grondsoort en de stroomsnelheid '(zie tabel 6)'. Bij de verschillende grondsoorten worden de maximaal toelaatbare gemiddelde stroomsnelheden aangegeven. Bij deze waarden tredt nog geen grondtransport op. De bodems van het Oostervoortsche Diep en Groote Diep bestaan uit fijn en grof zand.

Tabel 6. Maximum toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid waarbij geen grondtransport optreedt
(Bron: cultuurtechnisch vademecum, 2000)

Grondsoort	Maximum toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid m/s
Samenhangende zware grond (klei, leem, loss)	0,60 – 0,80
Zavel, samenhangende zandgronden en vast veen	0,30 – 0,60
Grof zand	0,20 – 0,50
Fijn zand en slap veen	0,15 – 0,30

4.6.5. Vegetatie in de beek

De Manning's k waarde van de beek is afhankelijk van de aanwezige vegetatie. Als de begroeiing in een watergang toeneemt, neemt de Manning's k waarde van de watergang af '(zie tabel 7)'. In tabel worden verschillende begroeiing toestanden weergegeven met de bijbehorende Manning's k waarden.

Tabel 7. Vegetatie in de watergang, afhankelijk van de Manning's k waarden.
(Bron: cultuurtechnisch vademecum, 2000)

Toestand waterloop	Manning k ($m^{1/3}/s$)
Schoon	35 – 20
Licht begroeid	25 – 15
Matig begroeid	20 – 10
Vrij sterk begroeid	16 – 5
Zeer sterk begroeid	<10

4.6.6. Piekafvoer

Het doel van een hermeandering is onder andere het afvlakken van een piekafvoer. Om deze hydrologische randvoorwaarden te onderzoeken, worden de afvoer van de watergang onderzocht. Vanuit de WB21 komt naar voren dat de hermeandering niet voor wateroverlast mag zorgen. De beek moet zodanig ontworpen worden zodat er frequente inundaties optreden, maar deze mogen geen overlast bezorgen buiten de verworven gronden. De optredende piekafvoeren van de normalisatie worden als uitgangspunt gebruikt. Dit is gedaan doordat er geen concrete waarden bekend zijn over de mate van afvlakking. Vanuit het Sobek model zijn de afvoeren geëxporteerd naar Excel, waarin de grafieken zijn gemaakt. Door de grafieken onderling te vergelijken kan afgeleid worden of de meandering een positieve of negatieve bijdrage heeft geleverd aan de afvlakking van de piekafvoer. De piekafvoer is opgenomen in de MCA maar wordt binnen de toetsing van de normalisatie niet ingevuld, dit omdat deze nergens mee te vergelijken is. Pas wanneer de hermeandering is doorgevoerd kan onderzocht worden of het een positieve of negatieve effecten heeft opgeleverd aan het afvlakken van de piek.

5. Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep

De hermeandering van Oostervoortsche Diep is reeds gerealiseerd en wordt hieronder getoetst aan de hand van de MCA. Het doel is om te onderzoeken welk effect de hermeandering heeft op de stroomsnelheid, inundaties en waterdiepte et cetera. Om dit te onderzoeken wordt de situatie van zowel voor als na de hermeandering van het Oostervoortsche Diep getoetst met behulp van de MCA.

5.1. Toetslocaties van het Oostervoortsche Diep

Op een drietal toetslocaties is onderzoek gedaan naar de effecten van de hermeandering van het Oostervoortsche Diep '(zie figuur 9)'. Op deze locaties worden gegevens binnen Sobek opgevraagd om de MCA invulling te geven.

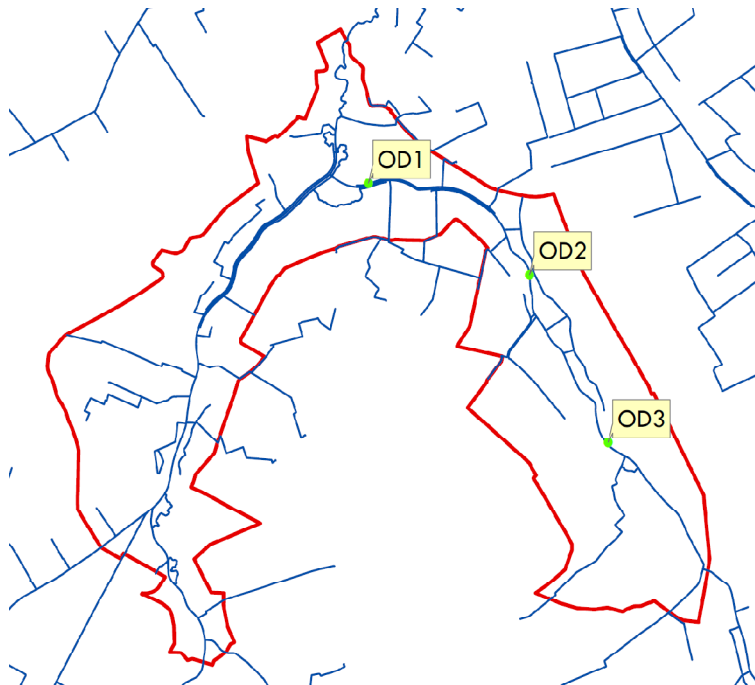


Fig. 9. Toetslocaties van het Oostervoortsche Diep

5.2. Toetsing normalisatie

De genormaliseerde situatie van het watersysteem is met behulp van Sobek doorgerekend voor zowel de zomer- als de winterperiode. De zomerperiode is doorgerekend vanaf 1 mei 2008 tot 1 oktober 2008. De winterperiode is doorgerekend vanaf 1 januari 2008 tot 1 mei 2008. Met het doorgerekende model is de MCA ingevuld en wordt deze weergegeven in bijlage 6a en bijlage 6b.

5.2.1. Toetsing zomerperiode

De MCA voor de zomerperiode wordt weergegeven in bijlage 9a. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Oostervoortsche Diep tijdens de normalisatie een 4,3 bedraagt ('zie tabel 8'). In de 'invultabel' worden de gegevens weergegeven die uit Sobek naar voren zijn gekomen. Deze gegevens zijn binnen de MCA vertaald naar cijfers die in de tabel daaronder worden weergegeven. Hierin is een kolom 'uitkomst' opgenomen die het eindcijfer van de toetslocatie weergeeft.

Tabel 8. MCA zomerperiode, normalisatie Oostervoortsche Diep

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatieduur (dagen)	Max. Inundatiediepte (m)	Gem. Waterdiepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
OD1	0,04	0,01	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,12	7,16	0,04	33,33	-
OD2	0,29	0,26	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,27	11,18	0,29	33,33	-
OD3	0,14	0,11	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,53	8,41	0,14	33,33	-

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatieduur (dagen)	Max. Inundatiediepte (m)	Gem. Waterdiepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
OD1	6	4	2	2	4	4	4	4	-	3,2
OD2	8	8	2	2	10	6	6	4	-	5,0
OD3	8	6	2	2	10	6	6	4	-	4,8
									Gem. O.D.	4,3

Uit de MCA komt naar voren dat de gemiddelde stroomsnelheid voor toetslocaties OD1 en OD3 aan de lage kant zijn, maar dat deze voor een R5 type watergang nog redelijk scoren. Wanneer gekeken wordt naar de minimale stroomsnelheid, blijken toetslocaties OD1 en OD3 beneden de gewenste stroomsnelheid van 0,15 m/s uit te komen. Tevens laat het Oostervoortsche Diep veel punten liggen omdat deze niet inundeert. Hiermee blijven punten liggen op zowel de inundatieduur als inundatiediepte. Vanwege lage stroomsnelheden, scoort de beek ook slecht op het onderdeel grondtransport. De stroomsnelheid is te laag waardoor er geen sedimenttransport zal plaatsvinden. De kolom van vegetatie in de beek laat zien dat op alle toetslocaties gerekend is met een schone beek (Manning's k 33,33 m^{1/3}/s). Het model is met deze Manning waarde aangeleverd en levert hiermee waterstanden op die overeenkomen met de werkelijkheid. Echter bestaat de werkelijkheid niet uit een schone beek met een Manning's k van 33,33 m^{1/3}/s maar zal deze begroeid zijn. Dit houdt in dat de beek in de werkelijkheid over een lagere Manning waarde zal beschikken. Omdat voor de winterperiode dezelfde dwarsprofielen gelden, hebben deze tevens een Manning's k van 33,33 m^{1/3}/s.

5.2.2. Toetsing winterperiode

De MCA voor de winterperiode wordt weergegeven in bijlage 6b. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Oostervoortsche Diep tijdens de normalisatie een 5,0 bedraagt ('zie tabel 9'). In de 'invultabel' worden de gegevens weergegeven die uit Sobek naar voren zijn gekomen. Deze gegevens zijn binnen de MCA vertaald naar cijfers die in de tabel daaronder worden weergegeven. Hierin is een kolom 'uitkomst' opgenomen die het eindcijfer van de toetslocatie weergeeft.

Tabel 9. MCA winterperiode, normalisatie van het Oostervoortsche Diep

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatieduur (dagen)	Max. Inundatiediepte (m)	Gem. Waterdiepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
OD1	0,07	0,04	1,6	0,44	1,25	7,16	0,07	33,33	-
OD2	0,34	0,31	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,39	11,18	0,34	33,33	-
OD3	0,21	0,16	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,59	8,41	0,21	33,33	-

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatieduur (dagen)	Max. Inundatiediepte (m)	Gem. Waterdiepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
OD1	6	6	10	6	4	4	4	4	-	4,9
OD2	8	8	2	2	10	6	8	4	-	5,2
OD3	8	8	2	2	10	6	6	4	-	5,0
									Gem. O.D.	5,0

Uit de MCA komt naar voren dat de stroomsnelheden en waterdiepten op alle toetslocaties toenemen. Dit omdat in de winterperiode meer neerslag valt en minder water wordt verdampt. De beek heeft hierdoor meer water te verwerken waardoor op toetslocatie OD1 een inundatie optreedt. Hiermee scoort OD1 meer punten als in de zomerperiode. De voorkomende stroomsnelheden zijn bij OD1 nog steeds erg laag terwijl de overige twee toetslocaties wel voldoen aan de gestelde eisen.

5.3. Toetsing hermeandering Oostervoortsche Diep

De meandering van het Oostervoortsche Diep is verwerkt in het Sobek model. Met dit model zijn de effecten van de meandering van het Oostervoortsche Diep te vergelijken met de normalisatie van het Oostervoortsche Diep. Het doel is om te onderzoeken of de meandering daadwerkelijk heeft geleid tot verbetering van de stroomsnelheid, inundatie, waterdiepte, grondtransport en vegetatie in de beek et cetera. Waardoor ook deze toetsing opgesplitst is in een zomer- en winterperiode.

5.3.1. Toetsing zomerperiode

De MCA voor de zomerperiode wordt weergegeven in bijlage 7a. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Oostervoortsche Diep in de meanderende situatie een 5,4 bedraagt ('zie tabel 10'). Dit cijfer is maar iets hoger dan de 5,0 die uit de toetsing komt waarin het Oostervoortsche Diep nog niet meandert.

Tabel 10. MCA zomerperiode , hermeandering Oostervoortsche Diep

Invultabel									
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie-duur (dagen)	Max. Inundatie-diepte (m)	Gem. Water-diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer
OD1	0,17	0,14	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,46	10,87	0,17	30,30	Negatief effect
OD2	0,31	0,28	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,18	33,33	0,31	75,18	Negatief effect
OD3	0,15	0,14	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,26	24,12	0,15	30,30	Positief effect

Score in waarde										
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie-duur (dagen)	Max. Inundatie-diepte (m)	Gem. Water-diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer	Uitkomst
OD1	6	6	10	6	4	4	4	4	4	5,2
OD2	8	8	2	2	10	6	8	4	4	5,3
OD3	8	8	2	2	10	6	6	4	4	5,1
Gem. O.D.										5,2

Uit de MCA komt naar voren dat de gemiddelde en minimale stroomsnelheden sterk zijn toegenomen. Op toetslocatie OD1 kwam voorheen een minimale stroomsnelheid voor van 0.01 m/s terwijl de meandering ervoor heeft gezorgd dat er nu een minimale stroomsnelheid optreed van 0.14 m/s. Deze stroomsnelheid is echter net niet hoog genoeg voor het de gewenste stroomsnelheid van minimaal 0.15 m/s, waardoor belangrijke punten binnen de MCA blijven liggen. In de zomerperiode treden in het Oostervoortsche Diep geen inundaties op waardoor ook hier vele punten blijven liggen. Op het onderdeel grondtransport worden wel punten behaalt. Dit komt omdat de score wordt afgeleid van de stroomsnelheid. Doordat de stroomsnelheid is toegenomen, heeft het onderdeel grondtransport punten behaalt binnen de MCA. De Manning k zijn door het waterschap binnen het model aangepast. Deze geven echter nog steeds een schone beek weer. Voor een licht begroeide beek zal de beek op zijn minst een Manning waarde moeten hebben van tussen de 20 m^{1/3}/s en 25 m^{1/3}/s. De Manning waarde van 30.3 m^{1/3}/s die nu uit het model naar voren komt geeft nog steeds aan dat de beek schoon is, hierdoor blijven nog punten liggen in de MCA.

5.3.2. Toetsing winterperiode

De MCA voor de winterperiode wordt weergegeven in bijlage 7b. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor de hermeandering van het Oostervoortsche Diep een 6,9 bedraagt '(zie tabel 11)'. Dit cijfer is beduidend hoger dan de 5,7 die uit de toetsing na voren komt van de normalisatie.

Tabel 11. MCA winterperiode, hermeandering Oostervoortsche Diep

Invultabel									
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie-duur (dagen)	Max. Inundatie-diepte (m)	Gem. Water-diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer
OD1	0,25	0,20	Niet aanwezig	Niet aanwezig	0,58	9,66	0,25	30,30	Negatief effect
OD2	0,38	0,34	7,00	0,38	0,27	22,22	0,38	75,18	Negatief effect
OD3	0,20	0,17	1,75	0,40	0,36	17,69	0,20	30,30	Positief effect

Score in waarde										
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie-duur (dagen)	Max. Inundatie-diepte (m)	Gem. Water-diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer	Uitkomst
OD1	8	8	2	2	10	6	6	4	4	5,5
OD2	8	8	10	10	10	6	8	4	4	7,6
OD3	8	8	10	10	10	8	6	4	4	7,6
Gem. O.D.										6,9

Uit de MCA komt naar voren dat de stroomsnelheden nog meer zijn toegenomen waardoor zowel de gemiddelde als de minimale stroomsnelheid de maximale score weet te behalen in de MCA. Op alle toetslocaties wordt de minimale gewenste stroomsnelheid van 0.15 m/s behaalt. Tevens treden op de toetslocaties OD2 en OD3 inundaties op waarmee deze twee onderdelen bijna de maximale score binnen de MCA weet te behalen. De waterbreedte : waterdiepte verhouding, grondtransport en de vegetatie in de beek laten echter nog wel punten liggen.

5.4. Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat het laten meanderen van het Oostervoortsche Diep positieve effecten heeft op alle getoetste onderdelen. Voor de zomerperioden zijn de verschillen in cijfers minder groot dan tijdens de winterperiode. Dit komt omdat er in de winterperioden inundaties plaatsvinden waarmee de beek veel punten scoort binnen de MCA.

Aangetoond is dat het Oostervoortsche Diep in de normalisatie overgedimensioneerd is, dit doordat er slechts één keer inundatie optreedt met een duur van 38,4 uur (1,6 dagen). Nadat het waterschap het Oostervoortsche Diep heeft laten meanderen, treden er vaker en hogere inundaties op. De inundaties die optreden vinden alleen plaats in de winterperiode. Op toetslocatie OD2 vindt een inundatie plaats van zeven dagen met een maximale waterdiepte van 0,38 meter. Op toetslocatie OD3 vindt een inundatie plaats van 1,75 dagen met een maximale waterdiepte van 0,40 meter.

De voorkomende stroomsnelheden worden door de meandering aanzienlijk hoger. Dit heeft met name gevolgen voor toetslocatie OD1 waar voorheen een stroomsnelheid optrad van 0,01 m/s in de zomerperiode. In de meanderende situatie komt op toetslocatie OD1 een minimale stroomsnelheid voor van 0,14 m/s.

Het Sobek model is zowel in de normalisatie als in de meanderende situatie doorgerekend met een Manning's k waardi die niet overeenkomt met de werkelijkheid. Het model is aan de hand van deze Manning's k gekalibreerd waarmee waterstanden worden opgeleverd die overeenkomen met de werkelijkheid. Voor een licht begroeide beek zal de beek op zijn minst een Manning waarde moeten hebben van tussen de $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ en $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. De Manning waarde van $30,3 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ die nu uit het model naar voren komt geeft nog steeds aan dat de beek schoon is, waardoor nog punten blijven liggen in de MCA.

Het waterschap heeft gekozen om slechts gedeeltes van het Oostervoortsche Diep te laten meanderen. Hiermee blijven de stuwen in het systeem bestaan en kan faunamigratie plaatsvinden. De stuwen zorgen ervoor dat een bepaald waterpeil gehandhaafd wordt en hebben hiermee ook invloed op de stroomsnelheid.

6. Visie en ontwerp

Aan de hand van de uitgangspunten in hoofdstuk 4 is er een visie gemaakt voor het in te richten beekdal en de ligging van de beek. Hierin volgt de ligging van de beek zijn oude meanders en wordt het beekdal ingericht aan de hand van het 5B-concept.

6.1. Ligging van de beek

Tijdens het definiëren van de uitgangspunten is naar voren gekomen dat het belangrijk is om de beek ongestuwd te schematiseren met een zo natuurlijk mogelijke loop. Voor de natuurlijke loop is gebruik gemaakt van de historische kaart van 1902. Hierop zijn de meanders van de beek nog goed terug te vinden. De historische ligging van de beek hoeft niet per definitie de beste ligging te zijn. Over het algemeen stromen meanderende watergangen op de laagst gelegen plekken in het landschap. Om tot een ontwerp voor de ligging van de beek te komen is gebruik gemaakt van de hieronder beschreven onderdelen:

- Verworven gronden van de landinrichtingscommissie;
- Historische kaart;
- AHN kaart.

Als eerste is de kaart met de verworven gronden van de landinrichtingscommissie bestudeerd. Hieruit bleek al snel dat de commissie vele gronden rondom het Grootte Diep verworven heeft. De historische ligging is boven op het actuele hoogtebestand van Nederland geprojecteerd, (AHN-kaart). Hieruit blijkt dat de laagst gelegen plekken in het maaiveld zich bevinden in de huidige loop van het Grootte Diep. Wanneer de kades van het Grootte Diep weggedacht worden bevinden de laagst gelegen plekken zich in de natuurlijke loop van het Grootte Diep. Aan de hand hiervan is de nieuwe ligging van het Grootte Diep gelijk aan de historische ligging. In de huidige situatie bedraagt de lengte van het Grootte Diep circa 5400 meter. In de toekomstige situatie, meandering van het Grootte Diep, zal de lengte circa 7200 meter bedragen. Met de meandering zal de lengte toenemen met circa 1800 meter. De nieuwe ligging van de beek met de verworven gronden worden weergegeven in bijlage 8.

6.2. Inrichting van het beekdal

Voor de inrichting van het beekdal wordt gebruikt gemaakt van het 5B-concept zoals eerder is beschreven. Het inrichten van de omgeving rondom de beek kan ingevuld worden door verschillende zones met verschillende breedtes. Het Grootte Diep is in een drietal trajecten opgedeeld omdat de grootte en breedte van de verworven gronden variëren. De verschillende trajecten bestaan ieder uit verschillende combinaties van zones. Door de verschillen in trajecten en zones ontstaat er een grotere diversiteit in het landschap '(zie figuur 10)'.

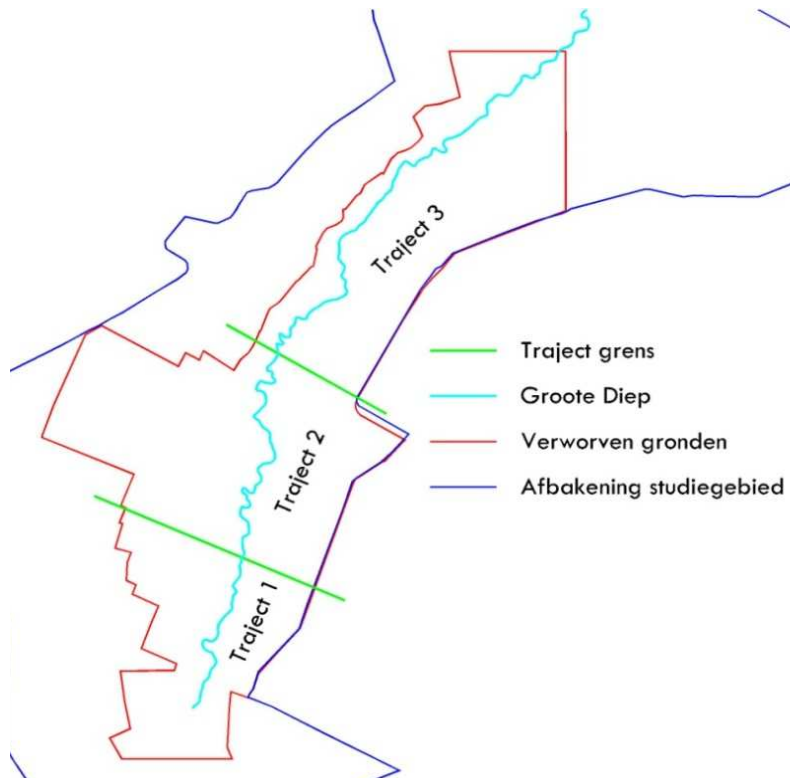


Fig. 10. Grootte Diep in trajecten

De trajecten van het Grootte Diep zijn ingedeeld naar de beschikbare ruimte van de verworven gronden en verwerkt in een visiekaart, bijlage 9. Per traject wordt hieronder toegelicht hoe de beschikbare gronden ingericht worden. Hieruit volgt voor elk traject een dwarsprofiel met de inrichting van het landschap.

6.2.1. Traject 1

Traject 1 bestaat uit een bosschagezone, bufferzone en een beekflank met uiteraard de beek. In traject 1 zijn de beschikbare gronden oostelijk en westelijk van de beek, ongelijk verdeelt (van bovenaf gezien). In tabel 12 zijn de afmetingen van de verschillende zones weergegeven. De beschreven afstanden kunnen variëren met enkele meters. De bosschagezone met bufferzone kan gecombineerd worden met recreatie waardoor de beek beter beleefbaar wordt. Het ingerichte stuk bos aan de oostzijde sluit aan op het bestaande bos ter hoogte van de Eenderbrug. De overige ruimte op de beekflank wordt ingevuld door de huidige bebouwing en landbouw. Het bijbehorende dwarsprofiel van traject 1 '(zie figuur 11)' wordt vergroot weergegeven in bijlage 10.

Tabel 12. Afstanden Oost en West gelegen van de beek geldend voor traject 1

5B-zone	Oostelijk gelegen van de beek	Westelijk gelegen van de beek
Boszone	n.v.t.	n.v.t.
Bosschagezone	40 m	20 m
Bufferzone	60 m	30 m
Beekflank	Overige	Overige

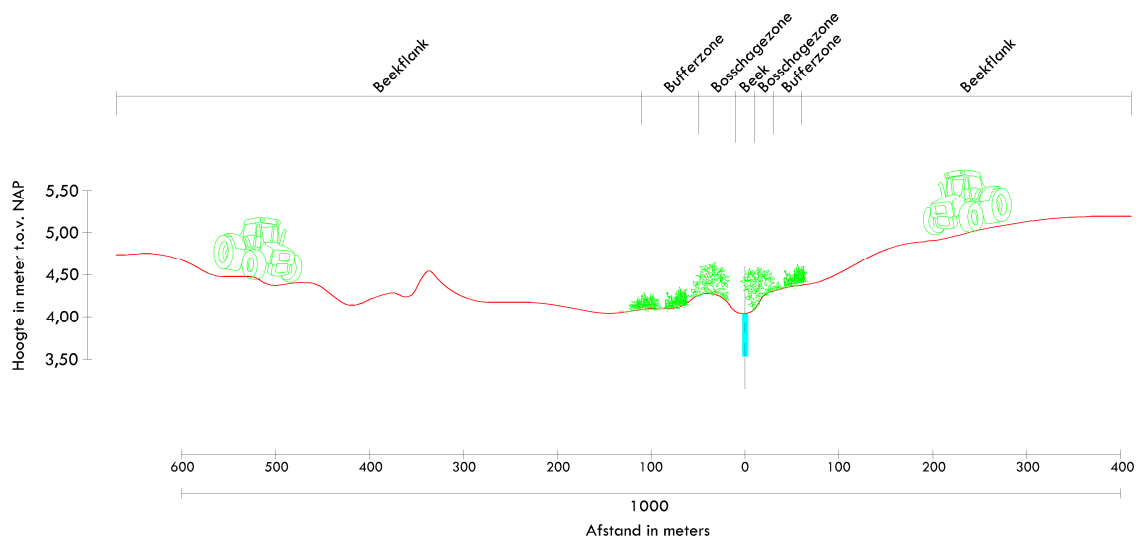


Fig. 11. Ingericht dwarsprofiel van traject 1

6.2.2. Traject 2

Traject 2 biedt de ruimte om het hele beekdal opnieuw in te richten. In dit traject komt elk van de beschreven zones zowel oostelijk als westelijk van de beek voor. Dit wordt volgens het 5B-concept gezien als de meest ideale situatie. Aan de westelijke zijde van de beek is een grote boszone aan gelegd. Deze boszone beslaat een breedte van 170 meter. Aan de oostelijke zijde wordt een boszone aangelegd van circa 50 meter '(zie tabel 13)'. Hierbij geldt dat de afstand lokaal van enkele meters tot tientallen meters kan variëren. Het bijbehorende dwarsprofiel van traject 2 '(zie figuur 12)' wordt vergroot weergegeven in bijlage 11.

Tabel 13. Afstanden Oost en West gelegen van de beek geldend voor traject 2

5B-zone	Oostelijk gelegen van de beek	Westelijk gelegen van de beek
Boszone	170 m	50 m
Boschagezone	120 m	60 m
Bufferzone	50 m	100 m
Beekflank	Overige	Overige

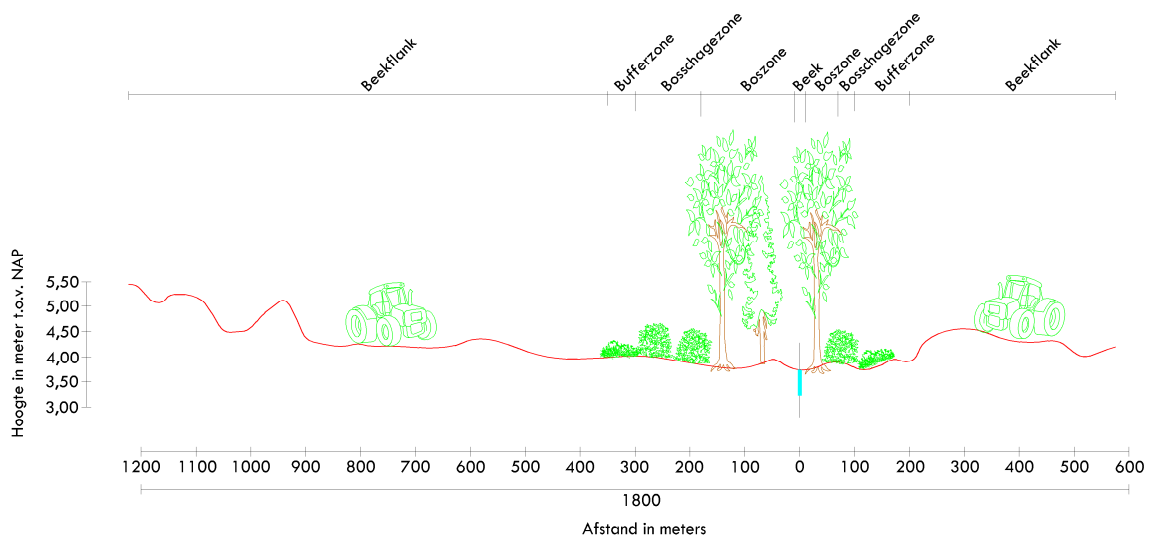


Fig. 12. Ingericht dwarsprofiel van traject 2

6.2.3. Traject 3

Traject 3 heeft in tegenstelling tot de overige trajecten een beperkte ruimte aan de westelijk zijde van de beek. Wel is er beschikking over circa 500 tot 600 meter grond aan de oostzijde gelegen gronden. Het ingerichte stuk bos sluit aan op de bossen die gelegen zijn ter hoogte van De Tip, nabij Alteveer. De ingerichte zones worden met de verschillende breedtes '(zie tabel 14)' nader omschreven. Hierbij geldt dat de afstand lokaal enkele meters kan variëren. Het bijbehorende dwarsprofiel van traject 2 '(zie figuur 13)' wordt vergroot weergegeven in bijlage 12.

Tabel 14. Afstanden Oost en West gelegen van de beek geldend voor traject 3

5B-zone	Oostelijk gelegen van de beek	Westelijk gelegen van de beek
Boszone	n.v.t.	20 m
Bosschagezone	40 m	40 m
Bufferzone	60 m	80 m
Beekflank	n.v.t.	Overige

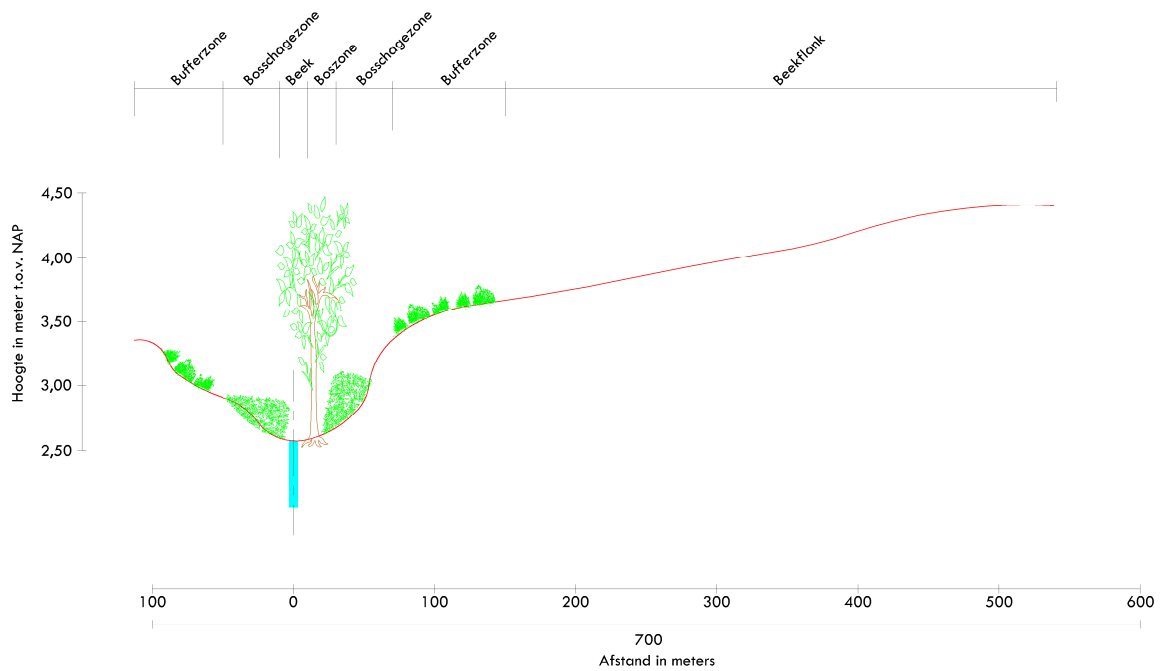


Fig. 13. Ingericht dwarsprofiel van traject 3

6.3. Inrichting van de beek

De totstandkoming van de ligging en inrichting van omliggende gronden zijn in de voorgaande paragrafen 6.1. en 6.2. behandeld en terug te vinden in bijlage 9 t/m 12. De beek en zijn omgeving staan niet los van elkaar. Er vindt veel interactie plaats tussen deze twee elementen. Vele diersoorten zijn afhankelijk van hoe de beek en zijn omgeving zijn ingericht. Een kokerjuffer bijvoorbeeld gebruikt de bomen langs de beek om te leven, paren, en te poppen. Slechts in het eerste levensstadium leeft de kokerjuffer onder het wateroppervlak. De bezochte beekherstelprojecten hebben ertoe geleid om inzicht te krijgen in het beekprofiel. Hierin heeft de beek een vlakke bodem met steile oevers '(zie figuur 14)'. De steile oevers gaan in de binnenbocht over in een flauw talud waardoor aanzanding kan plaatsvinden '(zie figuur 15)'. Dit laatste is echter niet te realiseren binnen het Sobek model, welke gehanteerd zal worden. Daarom is ervoor gekozen om de dwarsdoorsnede uit figuur 14 nader uit te werken tot een bruikbaar ontwerp binnen Sobek.

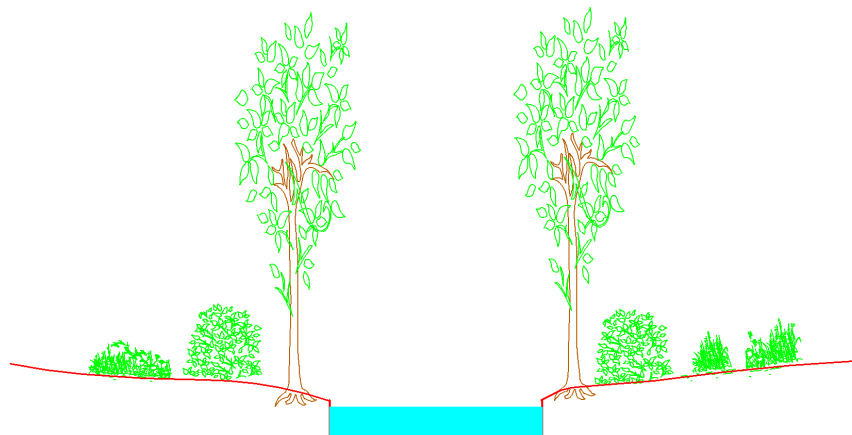


Fig. 14. Dwarsdoorsnede ontwerp van het Grootte Diep, Uniform profiel voor Sobek gebruik

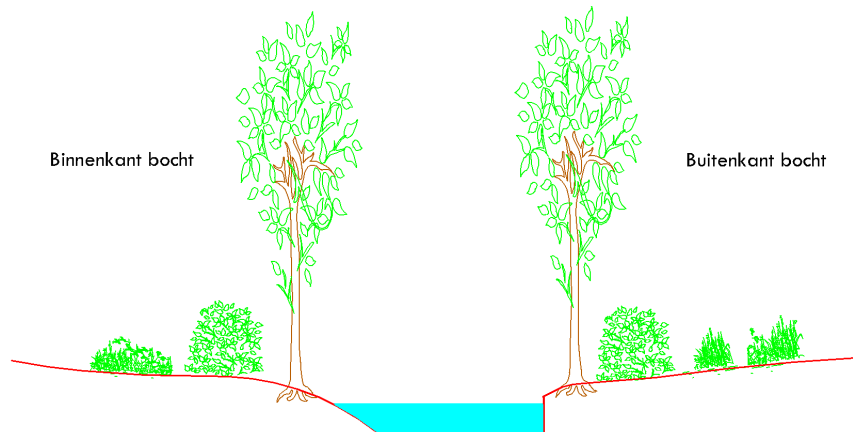


Fig. 15. Dwarsdoorsnede ontwerp van het Grootte Diep, bochtprofiel (niet gebruikt tijdens Sobek analyse)

6.4. Dwarsprofielen binnen Sobek

Het Grootte Diep is binnen de visie opgedeeld in een drietal trajecten. Omdat de trajecten onderling van elkaar verschillen van inrichting, is ervoor gekozen om voor elk traject een drietal dwarsprofielen te maken '(zie figuur 16)'.

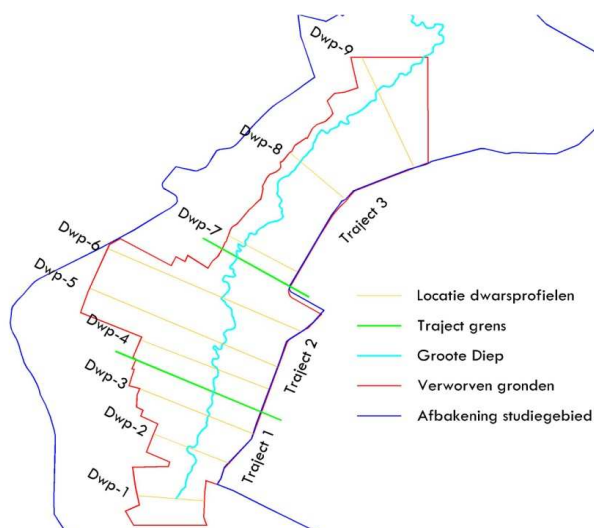


Fig. 16. Locaties van de dwarsprofielen

Met behulp van de AHN-kaart en ArcGIS zijn dwarsdoorsneden ter hoogte van de dwarsprofielen gemaakt om inzicht te krijgen in het hoogteverloop. Deze dwarsdoorsneden lopen van oostzijde naar westzijde bestaande uit de verworven gronden. De uit ArcGIS komende hoogtedata is verwerkt tot dwarsprofielen met daarin het bestaande maaiveldhoogte, zie bijlage 13 t/m 15. In de verkregen dwarsprofielen is het Grootte Diep met zijn parallel sloten goed zichtbaar omdat deze diep het landschap doorsnijden. Benedenstrooms waar het Grootte Diep tussen kades ligt, is dit vooral goed te zien. Om te onderzoeken of de kades van het Grootte Diep opgeheven kunnen worden zijn deze uit de hoogtedata verwijderd en hebben plaats gemaakt voor een vlakte '(zie figuur 17)'.

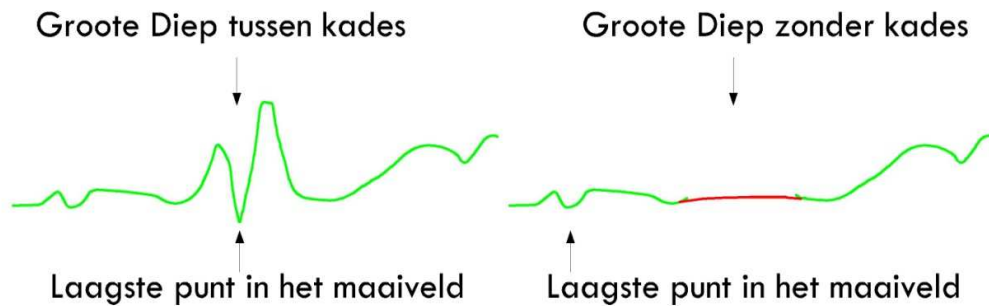


Fig. 17. Aangepaste maaiveldhoogtes

Nu de dwarsprofielen zijn verkregen, kan de beek hierbinnen ontworpen worden. Gekozen is voor een beek met een bodembreedte van tien meter. Dit komt in eerste instantie niet overeen met de KRW type watergang R5. Het handboek natuurdoeltypen beschrijft in de middenloop/benedenloop een dwarsprofiel met maximale bodembreedte van tien meter. De KRW wenst een waterdiepte van maximaal 0,80 meter. De bodem van de beek wordt vlak aangelegd en zal zich 0,80 meter beneden het maaiveld bevinden. Uit de toetsing van het model zal moeten blijken of deze waarden daadwerkelijk behaald zullen worden. De gekozen waterdieptes zijn aan de hand van verscheidende voorbeeldprojecten en de KRW maatlaten tot stand gekomen.

Het beschreven beekprofiel is opgenomen in elk van de negen dwarsprofielen. In eerste instantie is er dus geen variaties in het beekprofiel zelf gemaakt. Hierbij worden de maximale breedte en diepte aangehouden van tien meter breed en 0,80 meter diep. Alle dwarsprofielen krijgen een Manning's k van $18 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ '(zie tabel 15)'. Omdat de vegetatie in de beek per seizoen en jaargang verschillen is ervoor gekozen om het model aan te passen naar een matig begroeide watergang. Deze waarden zijn afgeleid van de scoretabel uit de MCA welke in hoofdstuk 4 uitgangspunten naar voren is gekomen.

Tabel 15. Manning's k voor verschillende situaties

Situatie	Manning's k ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$)
Schoon	33,33
Matig begroeid	18
Sterk begroeid	7

Van het ontworpen dwarsprofiel wordt verwacht dat de beek frequent gaat inunderen. Omdat hierbij de beek buiten zijn oevers treedt, dient ook het beekdal met een Manning's k ingericht te worden. Voorgaand in dit hoofdstuk is het beekdal ingericht volgens het 5B-concept. De hierin voorkomende zones kunnen worden gerelateerd aan het soort landoppervlak wat toegepast is. Zo bestaat de bosschagezone uit struikgewas en de bufferzone uit grasland. De verschillende landoppervlakken komen overeen met de gekozen Manning's k waarden '(zie tabel 16)' waarmee de dwarsprofielen binnen Sobek gemodelleerd zijn.

Tabel 16. Typische waarde van Manning's k en Manning's n (Bron: hydraulica, 2009)

5B-concept	Landoppervlak	Manning's n (s/m ^{1/3})	Manning's k (m ^{1/3} /s)
Boszone	bos	0,10	10
Bosshagezone	struikgewas	0,05	20
Bufferzone	weiland	0,04	25
Beekflank	weiland	0,03	33,33

6.5. Schematisatie binnen Sobek

Het aangeleverde Sobek model zal aangepast worden voor de meandering van het Groote Diep. De belangrijkste wijziging hierin is de ligging van de beek met de bijbehorende dwarsprofielen. Het huidige Groote Diep is uit het model verwijderd en heeft plaats gemaakt voor de nieuwe ligging zoals deze beschreven wordt in 6.1. Dit houdt in dat het Groote Diep nu een natuurlijke loop heeft gekregen en daarmee ongestuwd is geworden. Tevens wordt de watergang nu met 1800 meter verlengd en zijn de parallel meestromende beken gedempt. Het afstromende verhard en onverhard oppervlakte is binnen het Sobek model hetzelfde gebleven en op de nieuwe loop toegewezen '(zie figuur 18)'.

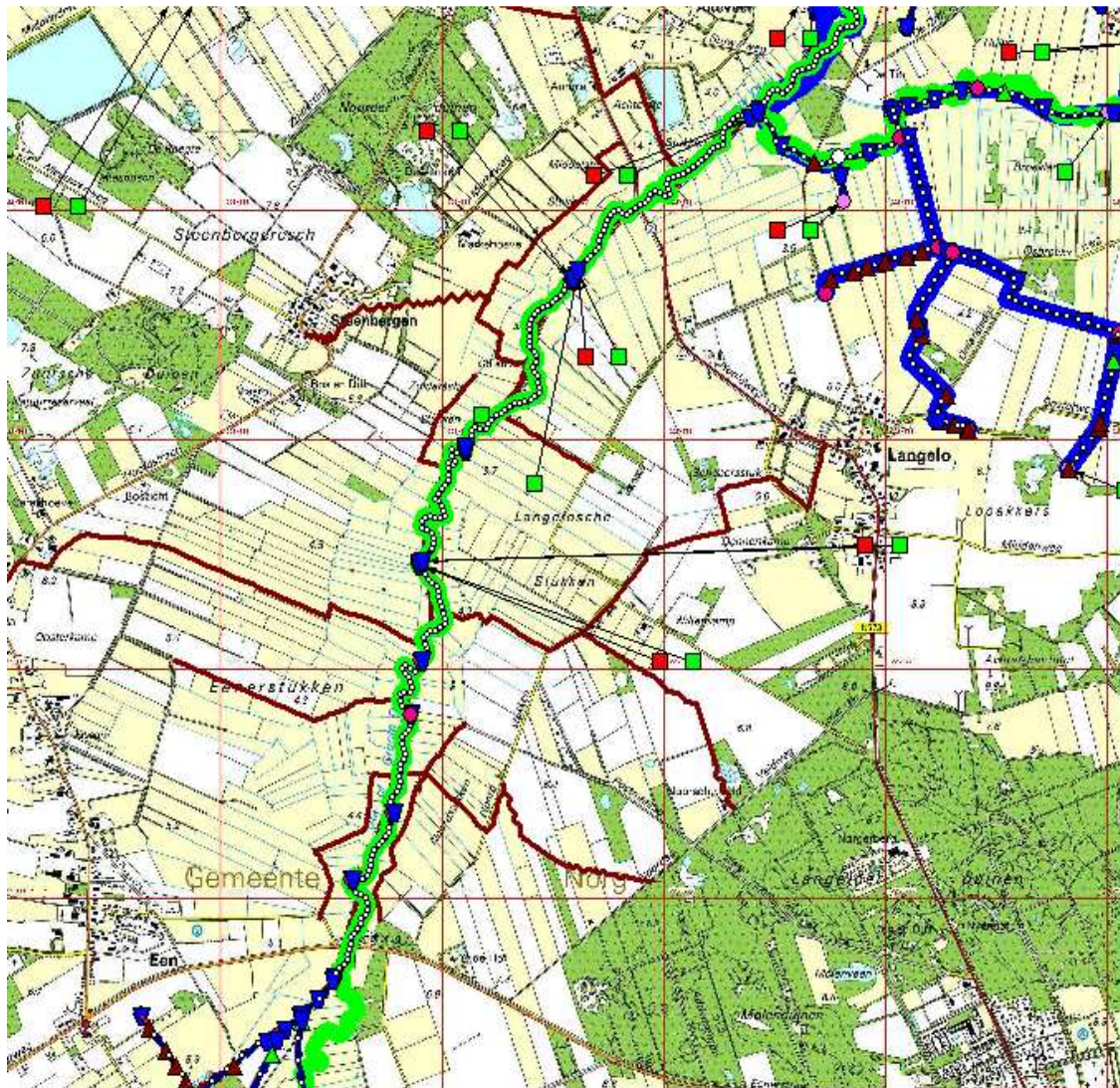


Fig. 18. Sobek model van het Groote Diep, hermeanderd

7. Toetsing ontwerp Groote Diep

Met de ontworpen dwarsprofielen is het Sobek model doorgerekend en getoetst. Hiervoor is het model zowel voor de zomer- als winterperiode doorgerekend en toetsbaar voor de MCA. Om te onderzoeken welke effect hermeanderen heeft op de huidige situatie, wordt eerst de normalisatie van het Groote Diep getoetst. Deze twee situaties worden met elkaar vergeleken om het effect op de stroomsnelheid, inundatie, waterdiepte et cetera te onderzoeken.

7.1. Toetslocaties van het Groote Diep

Op een vijftal locaties is onderzoek gedaan naar de hermeandering van het Groote Diep '(zie figuur 19)'. Op deze locaties worden gegevens binnen Sobek opgevraagd om de MCA in te vullen.

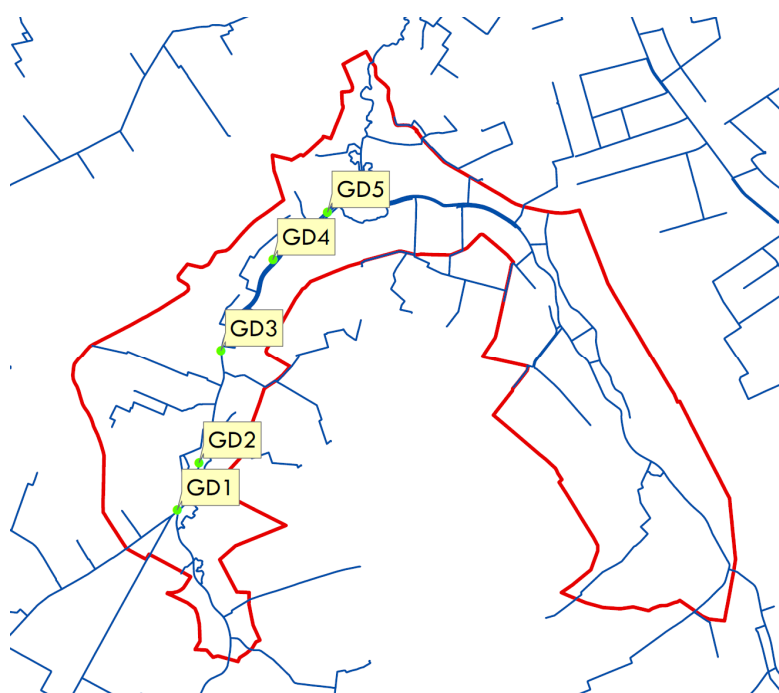


Fig. 19. Toetslocaties van het Groote Diep

7.2. Toetsing normalisatie

De genormaliseerde situatie van het watersysteem is met behulp van Sobek doorgerekend. Er is zowel een zomer- als een winterperiode doorgerekend. De winterperiode is doorgerekend vanaf 1 januari 2008 tot 1 mei 2008. De zomerperiode is doorgerekend vanaf 1 mei 2008 tot 1 oktober 2008. Van de vijftal toetslocaties worden gegevens binnen Sobek opgevraagd en verwerkt in de MCA. De MCA is opgenomen in bijlage 16a en bijlage 16b.

7.2.1. Toetsing zomerperiode

De MCA voor de zomerperiode wordt weergegeven in bijlage 16a. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Grootte Diep in de meanderende situatie een 3,6 bedraagt '(zie tabel 17)'. In de 'invultabel' worden de gegevens weergegeven die uit Sobek naar voren zijn gekomen. Deze gegevens zijn binnen de MCA vertaald naar cijfers die in de tabel daaronder worden weergegeven. Hierin is een kolom 'uitkomst' opgenomen die het eindcijfer van de toetslocatie weergeeft.

Tabel 17. MCA zomerperiode, normalisatie Grootte Diep

Uit de MCA komt naar voren dat het Grootte Diep voor de normalisatie slecht scoort. De optredende

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
GD1	0,12	0,09	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,19	10,21	0,12	36,21	-
GD2	0,10	0,08	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,30	9,78	0,10	37,44	-
GD3	0,12	0,10	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,21	10,89	0,12	36,58	-
GD4	0,08	0,06	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,64	9,59	0,08	40,28	-
GD5	0,07	0,06	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,54	10,90	0,07	39,31	-

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
GD1	8	4	2	2	4	6	6	4	-	3,8
GD2	8	4	2	2	4	6	6	4	-	3,8
GD3	8	6	2	2	4	6	6	4	-	4,0
GD4	6	4	2	2	2	6	4	4	-	3,2
GD5	6	4	2	2	2	6	4	4	-	3,2
Gem. G.D.										3,6

stroomsnelheden zijn over het algemeen te laag. Te lage minimale stroomsnelheden hebben een negatief effect op de ecologie in en rondom de beek. Het Grootte Diep is gedimensioneerd om niet te kunnen inunderen. Uit de Sobek gegevens blijkt ook dat deze niet inundeert. Hierdoor blijven echter wel veel punten liggen binnen de MCA. De waterdiepte van het Grootte Diep is volgens de KRW randvoorwaarde, te diep waardoor ook hier punten blijven liggen. De Manning's *k* waarden, waarmee het model is doorgerekend variëren tussen 36,21 m^{1/3}/s en 40,28 m^{1/3}/s. Net als bij het Oostervoortsche Diep zijn ook deze Manning's *k* waarde veel te hoog, waardoor er gerekend wordt met een 'schone' situatie.

7.2.2. Toetsing winterperiode

De MCA voor de winterperiode wordt weergegeven in bijlage 16b. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Grootte Diep in de meanderende situatie een 3,8 bedraagt '(zie tabel 18)'. In de 'invultabel' worden de gegevens weergegeven die uit Sobek naar voren zijn gekomen. Deze gegevens zijn binnen de MCA vertaald naar cijfers die in de tabel daaronder worden weergegeven. Hierin is een kolom 'uitkomst' opgenomen die het eindcijfer van de toetslocatie weergeeft.

Tabel 18. MCA winterperiode, normalisatie Grootte Diep

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
GD1	0,17	0,12	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,29	9,81	0,17	36,21	-
GD2	0,15	0,11	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,40	9,44	0,15	37,44	-
GD3	0,17	0,13	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,36	10,24	0,17	36,58	-
GD4	0,11	0,08	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,78	9,16	0,11	40,28	-
GD5	0,12	0,08	Niet aanwezig	Niet aanwezig	1,62	10,57	0,12	39,31	-

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
GD1	8	6	2	2	4	6	6	4	-	4,0
GD2	8	6	2	2	4	6	6	4	-	4,0
GD3	8	6	2	2	4	6	6	4	-	4,0
GD4	8	4	2	2	2	6	4	4	-	3,4
GD5	8	4	2	2	2	6	4	4	-	3,4
Gem. G.D.										3,8

Uit de MCA komt naar voren dat winterperiode ook slecht scoort. Er is onderling bijna geen verschil op te merken tussen de zomer- en winterperiode. Het enige verschil dat tot een hoger cijfer heeft geleid, is de stroomsnelheid. Het Grootte Diep scoort op het onderdeel gemiddelde stroomsnelheid voor elk van de toetslocaties een 8,0. De minimale stroomsnelheden zijn tevens iets toegenomen waardoor het Grootte Diep iets meer punten weet te scoren. Ook is de diepte ten opzichte van de zomerperiode iets toegenomen. Dit omdat in de winterperiode meer neerslag valt en minder water zal verdampen. De beek heeft hierdoor meer water te verwerken waardoor de waterdieptes toenemen. De verhoging van de waterdiepte heeft niet geleid tot een ander cijfer binnen de MCA. Voor de overige toetsonderdelen komen dezelfde scores voor als in de zomerperiode.

7.3. Toetsing ontwerp Groote Diep

De ontworpen dwarsprofielen uit hoofdstuk 6 zijn doorgerekend in een zomer- en winterperiode. Deze perioden zijn vervolgens getoetst aan de hand van de MCA en zijn terug te vinden in bijlage 17a en bijlage 17b. In het Sobek model heeft het huidige Groote Diep plaatsgemaakt voor de hermeandering. De resultaten van de hermeandering worden vergeleken met de normalisatie.

7.3.1. Toetsing Zomerperiode

De MCA voor de zomerperiode wordt weergegeven in bijlage 17a. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Groote Diep in de meanderende situatie een 7,0 bedraagt ('zie tabel 19'). Dit cijfer is beduidend hoger dan de 3,6 die uit de toetsing komt waarin het Groot Diep nog niet meandert.

Tabel 19. MCA zomerperiode, hermeandering Groote Diep

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
GD1	0,18	0,16	43,13	0,31	0,88	24,19	0,18	18,0	Negatief effect
GD2	0,07	0,07	62,13	0,21	0,92	141,45	0,07	18,0	Negatief effect
GD3	0,19	0,11	22,75	0,21	0,73	13,69	0,19	18,0	Positief effect
GD4	0,21	0,08	7,25	0,18	0,74	13,51	0,21	18,0	Positief effect
GD5	0,27	0,10	5,52	0,23	0,70	14,29	0,27	18,0	Geen effect

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
GD1	8	8	2	8	8	4	6	8	4	6,3
GD2	6	4	2	10	8	4	4	8	4	5,6
GD3	8	6	2	10	10	8	6	8	8	7,3
GD4	8	4	8	10	10	8	6	8	8	7,8
GD5	8	6	10	10	10	8	6	8	6	8,0
									Gem. G.D.	7,0

Uit de MCA komt naar voren dat het Groote Diep goed scoort op de gemiddelde stroomsnelheid per toetslocatie. Op één toetslocatie na wordt hier het hoogst haalbare cijfer behaald. De minimale stroomsnelheden zijn echter niet veel veranderd. Deze zijn wel erg afwisselend per toetslocatie geworden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de optredende inundaties. Op toetslocatie GD2 vindt de langste duur van inundatie plaats met de laagst minimale stroomsnelheid. De inundatieduur neemt van bovenstrooms naar benedenstrooms af, waardoor waarschijnlijk de gemiddelde stroomsnelheid en de minimale stroomsnelheid sterk afnemen. Door een lage gemiddelde stroomsnelheid scoort het Groote Diep minder punten op het onderdeel grondtransport. De gemiddelde waterdieptes zijn voor GD1 en GD2 te hoog waardoor deze punten laten liggen binnen de MCA. De Manning's k waarden zijn voor alle toetslocaties binnen het model verbeterd waardoor deze allemaal het hoogst haalbare cijfer halen. Als laatst is per toetslocatie onderzocht of deze een bijdrage levert aan het afvlakken van een piekafvoer. Op toetslocatie GD3 en GD4 komt ten opzichte van de overige toetslocaties naar voren dat dit ook werkelijk gebeurt.

7.3.2. Toetsing winterperiode

De MCA voor de winterperiode wordt weergegeven in bijlage 17b. Hieruit komt naar voren dat het gemiddelde cijfer voor het Groot Diep in de meanderende situatie een 5,8 bedraagt '(zie tabel 20)'. Dit cijfer is hoger dan de 4,3 die uit de toetsing komt waarin het Groot Diep nog niet meandert.

Tabel 20. MCA winterperiode, hermeandering Groot Diep

Invultabel									
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer
gd1	0,24	0,17	60,10	0,66	0,94	27,41	0,24	18,00	Negatief effect
gd2	0,08	0,07	60,10	0,36	0,94	144,60	0,08	18,00	Negatief effect
gd3	0,19	0,11	32,00	0,27	0,81	46,59	0,19	18,00	Positief effect
gd4	0,19	0,07	25,90	0,46	0,82	123,26	0,19	18,00	Positief effect
gd5	0,22	0,10	24,50	0,54	0,84	100,94	0,22	18,00	Geen effect

Score in waarde										
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer	Uitkomst
gd1	8	8	2	2	6	4	6	8	4	5,3
gd2	6	4	2	8	6	4	4	8	4	5,2
gd3	8	6	2	10	8	4	6	8	8	6,8
gd4	8	4	2	6	8	4	6	8	8	6,0
gd5	8	6	2	4	8	4	6	8	6	5,8
									Gem. G.D.	5,8

Uit de MCA komt naar voren dat het Groot Diep in de meanderende situatie matig scoort. Dit komt waarschijnlijk door langdurige inundaties die met dit dwarsprofiel optreden. Tevens zijn de inundatiediepten veel te hoog, waardoor de ecologie hier te leiden heeft. De hermeandering scoort slecht op het onderdeel inundatieduur. De langdurige inundaties zorgen tevens voor het verlagen van de stroomsnelheid, waardoor ook hier punten binnen de MCA blijven liggen. Wanneer de winterperiode met de zomerperiode wordt vergeleken, valt op dat vanaf GD3 de inundatieduur stroomafwaarts gezien afneemt. Hetzelfde gebeurt ook in de zomerperiode, alleen waren hierbij de optredende inundatiedagen minder. Door de hoge inundaties scoort de hermeandering van het Groot Diep slecht op het onderdeel breedte : diepte verhouding. Op een aantal locaties komt het waterpeil ver boven het maaiveld uit waardoor de waterbreedte sterk toeneemt. Hierdoor stijgt de breedte/diepte verhouding en blijven ook hier punten liggen binnen de MCA. Als laatst is per toetslocatie onderzocht of deze een bijdrage levert aan het afvlakken van een piekafvoer. Op toetslocatie GD3 en GD4 komt ten opzichte van de overige toetslocaties naar voren dat dit ook werkelijk gebeurt.

7.4. Resultaat

Door het Groote Diep te laten hermeanderen, stijgt het cijfer binnen de MCA van 3,6 naar een 7,0 in de zomerperiode en van een 4,3 naar een 5,8 in de winterperiode. De verhogingen van de cijfers zijn met name te danken aan de optredende inundaties in zowel de zomer- als winterperiode en de afname van de waterdiepte in het Groote Diep.

De meandering toont zowel in de zomer- als winterperiode een langdurige inundaties aan. Het waterschap wenst een inundatieduur van maximaal zeven dagen met een inundatiediepte van 0,30 meter. Uit de MCA komt naar voren dat zowel de inundatiediepte en de inundatieduur op een aantal locaties veel te hoog zijn

De langdurige inundaties zorgen voor een verlaging van de stroomsnelheid. Hierdoor scoort de MCA op zowel de gemiddelde als minimale stroomsnelheid laag. Door de lage stroomsnelheden scoort de MCA ook minder punten op het onderdeel grondtransport, omdat dit onderdeel gebaseerd is op de gemiddelde stroomsnelheid.

Het ontwerp is voor zowel de zomer- als de winterperiode doorgerekend met een Manning's k waarde voor een matig begroeide watergang ($18 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). Hierdoor scoort het Groote Diep op dit onderdeel wel goede cijfers, maar zorgt deze Manning's k waarde deels voor de langdurige inundaties.

Op het onderdeel piekafvoeren komt naar voren dat de hermeandering matig scoort. Op toetslocaties GD1 en GD2 treden negatieve effecten op en op GD3 en GD4 positieve effecten. Om toch aan de gestelde randvoorwaarden van de piekafvoer te voldoen, is ervoor gekozen om nader dwarsprofielen te ontwerpen waaruit wel een duidelijk piekafvlakking naar voren komt. Dit dwarsprofiel levert daarmee een positief effect op voor de hydrologie.

Het ontworpen dwarsprofiel zit momenteel al aan zijn maximale afmetingen die voortgekomen zijn uit de uitgangspunten van hoofdstuk 4. De langdurige inundatieperiodes wijzen erop dat het Groote Diep te klein is gedimensioneerd. Om toch aan de gestelde randvoorwaarden van de inundaties te voldoen, is ervoor gekozen om nader een dwarsprofiel te ontwerpen die wel voldoet aan de eisen van de inundaties. Dit dwarsprofiel levert daarmee een positief effect op voor de ecologie.

Wanneer er voldaan wordt aan de minimale stroomsnelheden zal de piek niet of nauwelijks worden afgevlakt. Andersom is er precies hetzelfde aan de hand. Op basis hiervan zullen voor twee varianten het optimale dwarsprofiel onderzocht worden. Dit gebeurt aan de hand van iteratieslagen die vermeld zullen worden in bijlage 18.

8. Ontwerpvarianten

Uit de resultaten van het vorige hoofdstuk is gebleken dat het huidige ontwerp te klein gedimensioneerd is waardoor de inundatieduur wordt overschreden en de piek minimaal wordt afgevlakt. Om uiteindelijk tot een dwarsprofiel te komen die voldoet aan de gewenste inundaties zijn verschillende ontwerpen doorgerekend en getoetst, zie bijlage 18. In de bijlage worden verschillende ontwerpen doorgerekend en getoetst om te kunnen onderzoeken welk dwarsprofiel ecologische verantwoord is en welk dwarsprofiel hydrologische verantwoord is. De ecologische en hydrologische variant, worden hieronder nader omschreven.

8.1. Ecologische variant

De wens vanuit de ecologie is een watersysteem waarin minimale stroomsnelheden optreden van 0,15 m/s. Naast deze stroomsnelheid is het ook gewenst dat er sprake is van inundaties. Tijdens de iteratieslagen is in bijlage 18 is naar voren gekomen dat het dwarsprofiel met de afmetingen 25 meter breed en 1,5 meter diep '(zie figuur 20)' het beste voldoet aan bovengestelde normen. Uit de MCA '(zie tabel 21)' is gebleken dat op de locatiepunten GD1 een minimale stroomsnelheid optreed van bijna 0,5 m/s. Op de locatiepunten GD2 en GD5 treden stroomsnelheden op die net niet voldoen aan de gestelde eis namelijk 0,14 m/s. De inundaties die optreden verschillen sterk in het bovenstroomse- en benedenstroomse locatiepunt. Hierbij treden inundatiedieptes op die tien centimeter boven de gestelde eis van dertig centimeter liggen. De tussengelegen locatiepunten hebben daarentegen een inundatiediepte die rond de twintig centimeter bedraagt. De duur van de inundatie bedraagt rond de anderhalve dag, alleen het laatste locatiepunt heeft een duur van drie dagen.

Tabel 21. MCA ecologische variant

Invultabel									
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer
GD1	0,57	0,48	1,6	0,41	0,65	38,33	0,57	18,00	Negatief effect
GD2	0,15	0,14	1,4	0,20	0,50	50,39	0,15	18,00	Negatief effect
GD3	0,20	0,19	1,4	0,23	0,46	53,97	0,20	18,00	Geen effect
GD4	0,18	0,15	2,3	0,24	0,51	48,88	0,18	18,00	Negatief effect
GD5	0,17	0,14	3,0	0,40	0,57	43,92	0,17	18,00	Negatief effect

Score in waarde										
Toets-locatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grond-transport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piek-afvoer	Uitkomst
GD1	6	8	8	6	10	2	8	8	4	6,8
GD2	8	6	8	10	10	2	6	8	4	7,1
GD3	8	8	8	10	10	2	6	8	6	7,6
GD4	8	8	8	10	10	2	6	8	4	7,3
GD5	8	6	8	8	10	2	6	8	4	6,8
Gem. G.D.										7,1

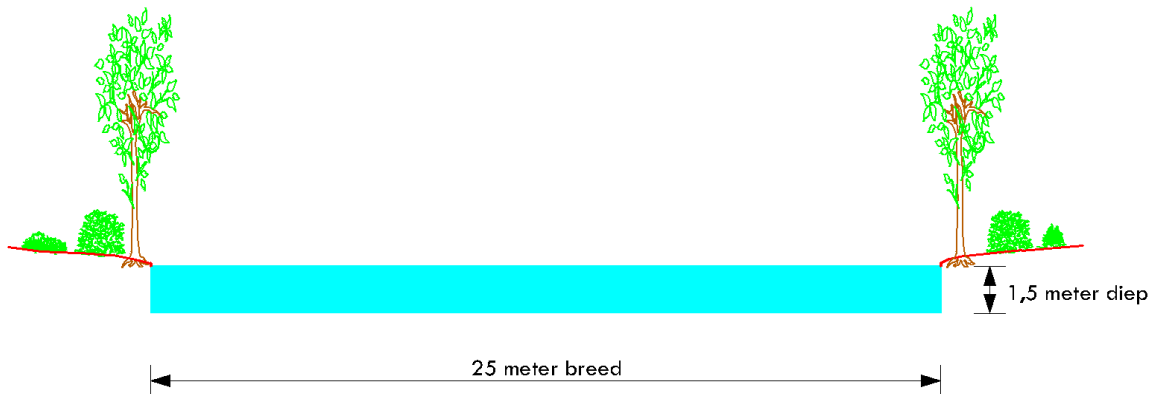


Fig. 20. Dwarsprofiel van de ecologische variant

Nu de MCA is ingevuld kan er nog geen beeld gevormd worden bij de optredende waterbreedtes. Daarnaast is het ook lastig om een beeld te vormen voor het inunderende gebied. De desbetreffende waterbreedtes die optreden zullen per dwarsprofiel worden weergegeven '(zie figuur 21 tot en met figuur 25)'. In het gebied tussen de dwarsprofielen vindt tevens inundatie plaats. De afstand met bijbehorende inunadatiediepten '(zie tabel 22)' laten zien dat de inundaties in de dwarsprofielen blijven. Dit betekent dat er geen inundatie plaatsvindt buiten de verworven gronden. Alleen op locatiepunt GD4 inundeert het beekdal maximaal, waarbij het water net niet buiten de verworven gronden treedt. Het model is gekalibreerd op gegevens van het jaar 2008. Wanneer er meer neerslag valt dan in het jaar 2008 bestaat de kans dat er inundatie optreedt buiten de verworven gronden.

Tabel 22. Inunadatiediepte over het hermeanderingstraject

Dwarsprofiel	Afstand waarover de inunadatiediepte voorkomt (km)
Dwarsprofiel van GD1	0,45
Dwarsprofiel van GD2	1,95
Dwarsprofiel van GD3	2,20
Dwarsprofiel van GD4	1,50
Dwarsprofiel van GD5	1,20

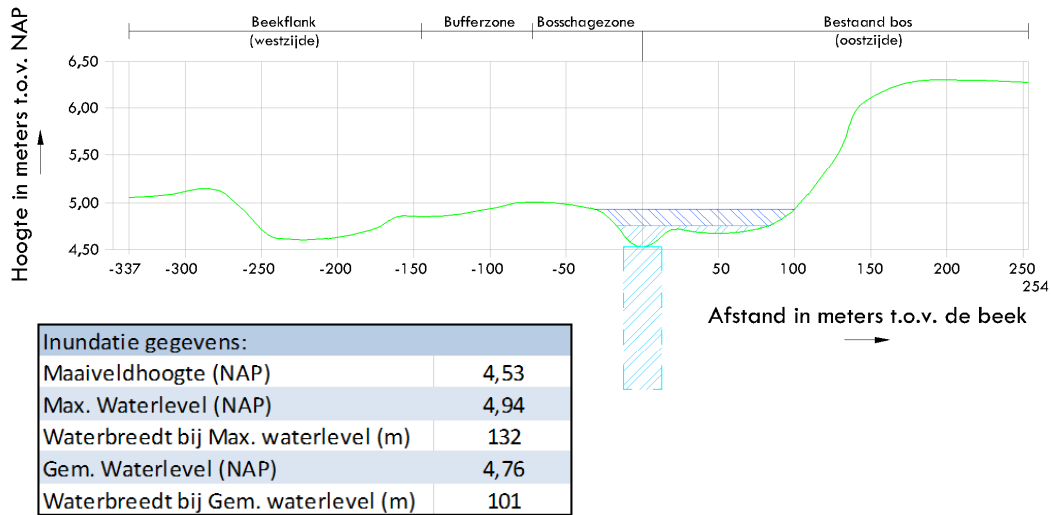


Fig. 21. Inundatie toetslocatie GD1

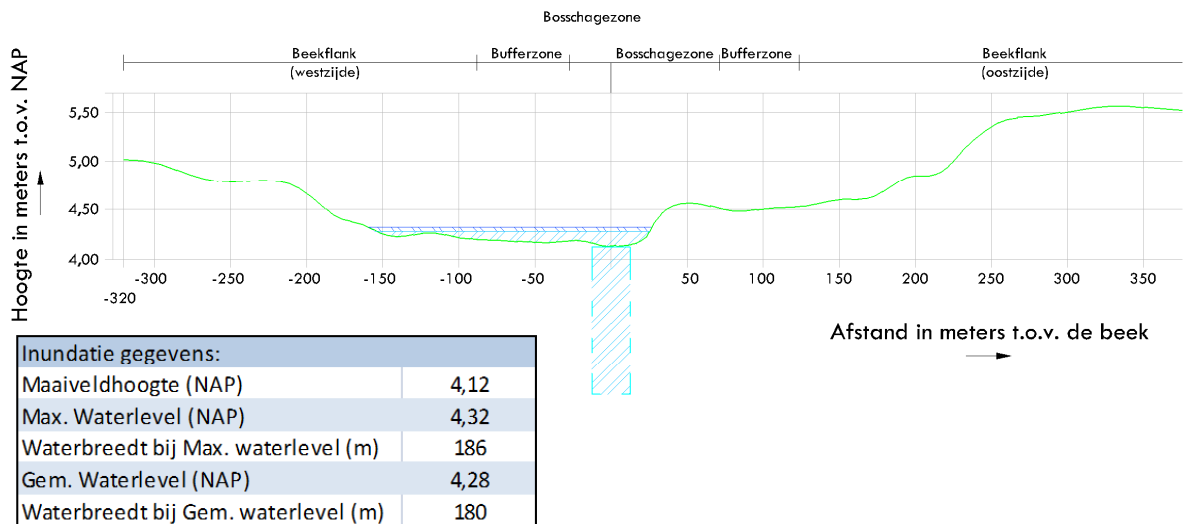


Fig. 22. Inundatie toetslocatie GD2

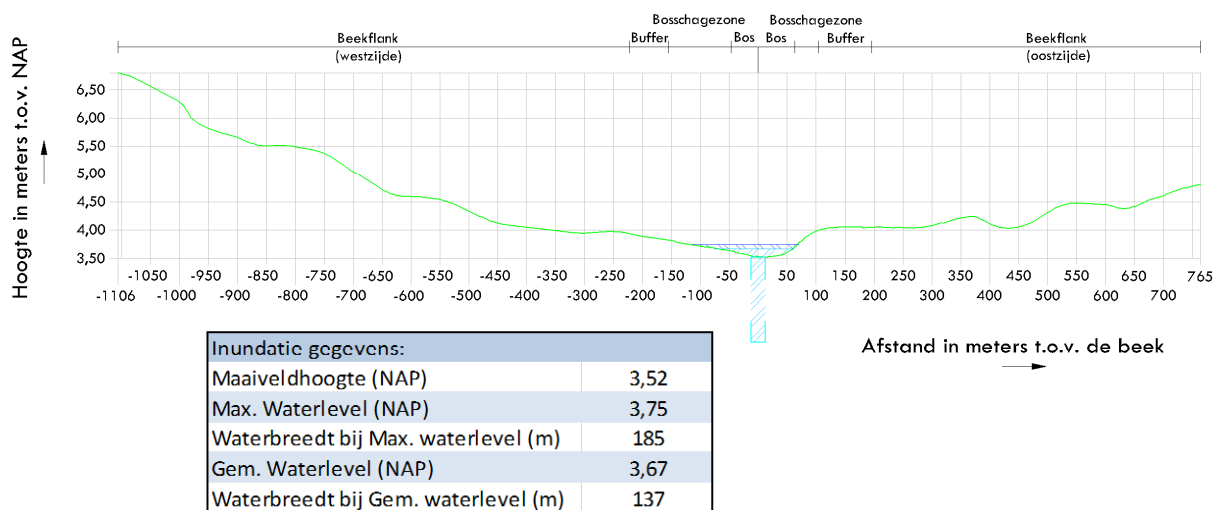


Fig. 23. Inundatie toetslocatie GD3

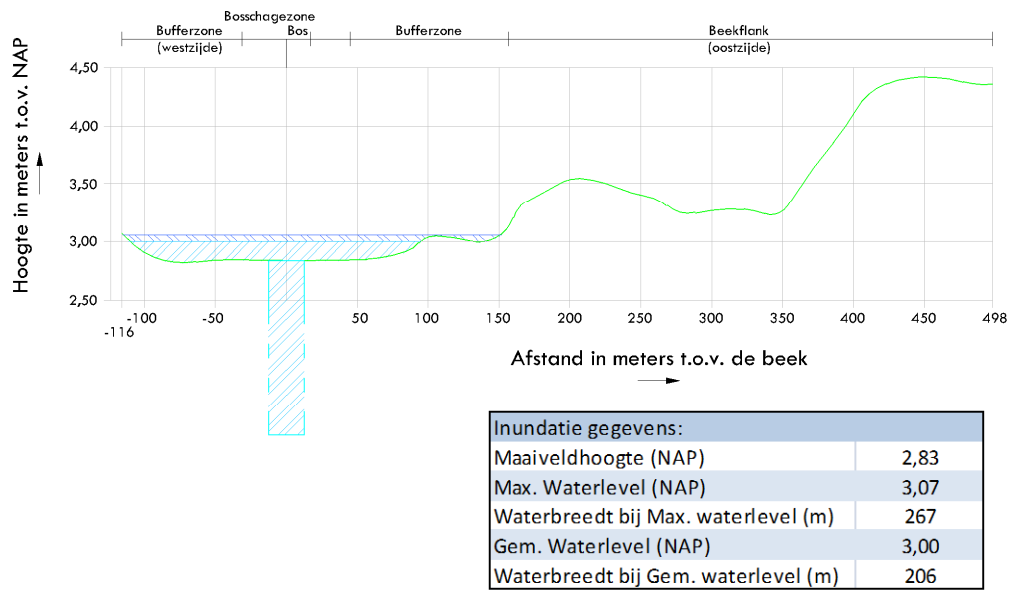


Fig. 24. Inundatie toetslocatie GD4

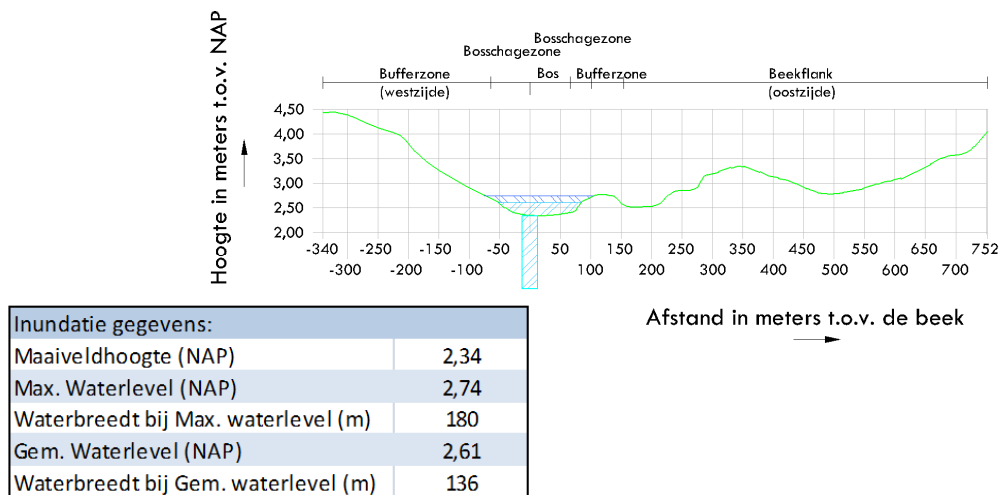


Fig. 25. Inundatie toetslocatie GD5

8.2. Hydrologische variant

Voor de hydrologische variant is er onderzoek in gedaan naar het dwarsprofiel waarbij de piekafvoer het meest wordt afgevlakt. Het onderzoek is gedaan door de afvoer met elkaar te vergelijken voor zowel een bovenstrooms als een benedenstrooms locatie '(zie figuur 26)'. In bijlage 18 zijn een zevental dwarsprofielen doorgerekend met een bui die $T=100$ waterstanden oplevert. Deze bui is aangeleverd door het waterschap en is verkregen door het waterinstituut Deltares. De bui bestaat uit acht dagen, van 1 januari tot 8 januari van het jaar 2006.

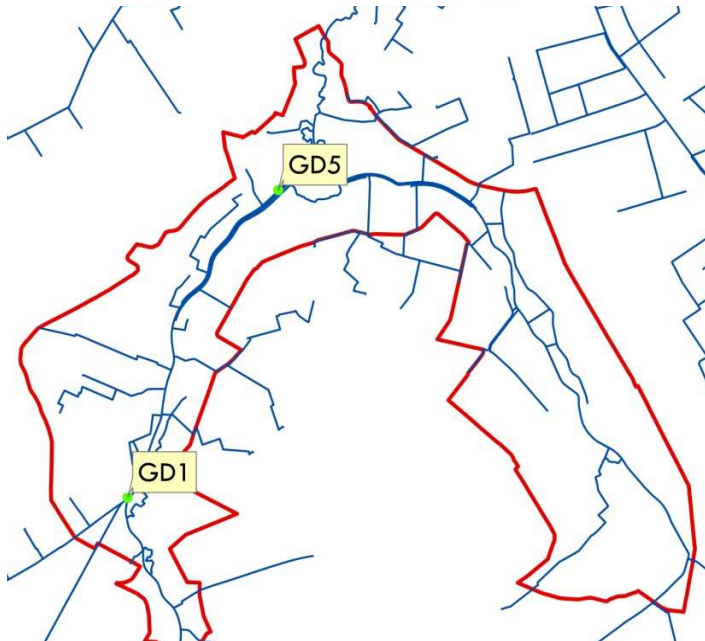


Fig. 26. Toetslocatie piekafvoer

Uit bijlage 18 komt naar voren dat een dwarsprofiel van 17,5 meter breed en 1,5 meter diep en 15 meter breed en 1,5 meter diep de piek het beste af kunnen vlakken '(zie figuur 27)'. In het figuur is alleen het benedenstroomse punt weergegeven met de bovengenoemde dwarsprofielen. In het bovenstroomse punt heeft het watersysteem nog de tijd nodig om de piek af te kunnen vlakken. Tevens komt naar voren dat het systeem nog steeds matig reageert op piekafvoeren.

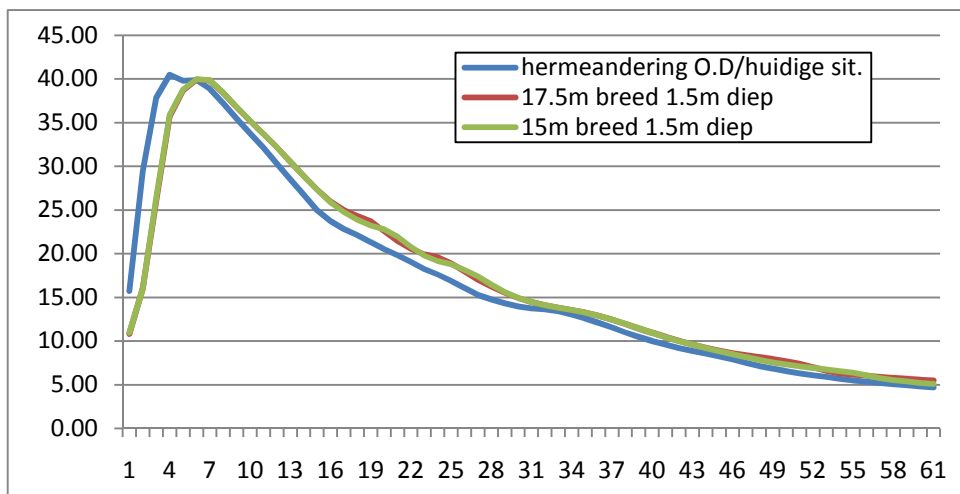


Fig. 27. Afvoerpiek van bovenstroomse locatie

Het minimale verschil tussen deze twee dwarsprofielen is niet alleen in de grafiek maar ook in de tabel terug te vinden '(zie tabel 23)'. Het optimaalste dwarsprofiel voor deze variant heeft een afmeting van 17,5 meter breed en 1,5 meter diep '(zie figuur 28)'. De keuze is gemaakt aan de hand van de minimale afvoeren. Tevens is de keuze gemaakt omdat het dwarsprofiel uit grotere dimensies bestaat en in tijden van extremen neerslag meer water kan bergen.

Tabel 23. Hydrologische waarden voor de verschillende dwarsprofielen

Afvoer	17.5m breed	15m breed
	1,5m diep	1,5m diep
Max	28,62	28,61
Min	4,30	4,20
Gem	12,64	12,64
Max	39,94	39,98
Min	5,52	5,11
Gem	17,38	17,35

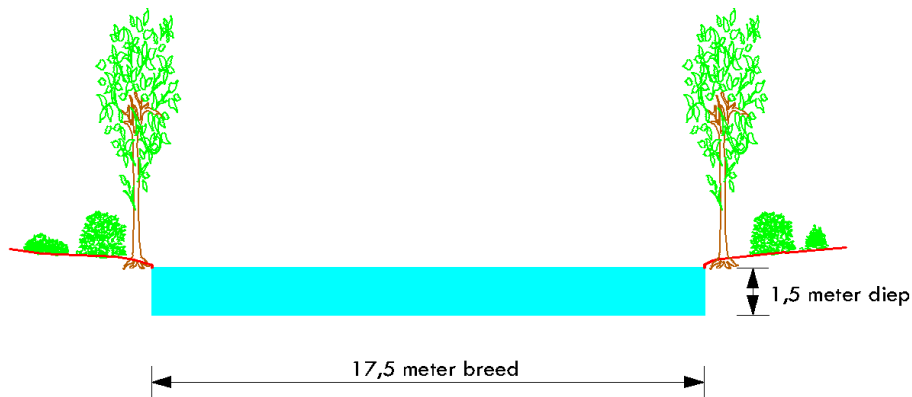


Fig. 28. Dwarsdoorprofiel van de hydrologische variant

Het weergegeven dwarsprofiel is doorgerekend en getoetst met de MCA. Met behulp hiervan kan onderzocht worden of het gedefinieerde dwarsprofiel voldoet aan de minimale stroomsnelheid en inundaties. In de MCA '(zie tabel 24)' is te zien dat de minimale stroomsnelheid op een drietal locaties niet voldoet aan de minimale stroomsnelheid van 0,15 m/s. Wanneer er gekeken wordt naar de inundaties is te zien dat de inundatiedieptes op twee locaties hoger zijn dan 0,50 meter. De duur van de inundatie wordt maar op één locatiepunt overschreden met een halve dag.

Tabel 24. MCA hydrologische variant

Invultabel									
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer
GD1	0,52	0,45	3,4	0,68	0,72	24,20	0,52	18	Negatief effect
GD2	0,18	0,11	4,0	0,30	0,65	27,09	0,18	18	Negatief effect
GD3	0,23	0,15	7,5	0,36	0,62	28,08	0,23	18	Positief effect
GD4	0,21	0,11	4,8	0,37	0,66	26,32	0,21	18	Positief effect
GD5	0,20	0,14	5,0	0,52	0,71	24,50	0,20	18	Positief effect

Score in waarde										
Toetslocatie	Gem. Stroomsnelheid (m/s)	Min. Stroomsnelheid (m/s)	Inundatie Duur (dagen)	Max. Inundatie Diepte (m)	Gem. Water Diepte (m)	Water breedte/Diepte (-)	Grondtransport (m/s)	Vegetatie in de beek (Manning's k)	Piekafvoer	Uitkomst
GD1	4	8	10	2	10	4	6	8	4	6,4
GD2	8	6	10	10	10	4	8	8	4	7,7
GD3	8	8	8	8	10	4	6	8	8	7,7
GD4	8	6	10	8	10	4	6	8	8	7,7
GD5	8	6	10	4	10	4	8	8	8	7,4
									Gem. G.D.	7,4

8.3. Resultaat

Het geschikte dwarsprofiel van de ecologie beschikt over de afmetingen van 25 meter breed en 1,5 meter diep. Bij dit dwarsprofiel zullen twee locatiepunten slechts op 0,01 m/s niet voldoen aan de minimale stroomsnelheid. Gedurende de berekening zal het watersysteem over het algemeen anderhalve dag tot twee dagen inunderen. Op slechts één punt zal het systeem drie dagen inunderen. Op het benedenstroomse en bovenstroomse punt zal het systeem veertig centimeter inunderen. Op de tussengelegen punten zal het systeem twintig centimeter inunderen. Binnen de MCA komt naar voren dat het dwarsprofiel nauwelijks bijdrage levert aan de afvlakking van de piekafvoer.

Met de berekende gegevens is geconstateerd dat het dwarsprofiel op toetslocatie GD4 maximaal benut wordt tijdens de inundatie. Hierbij treedt inundatie op tot de verworven gronden. Wanneer er in de praktijk meer neerslag valt dan de bui waarmee gerekend is, bestaat de kans dat op deze plaats inundatie optreedt buiten de verworven gronden.

Het dwarsprofiel van de hydrologische variant heeft de afmetingen 17,5 meter breed en 1,5 meter diep. Dit dwarsprofiel zorgt in vergelijking met de huidige situatie voor de meeste afvlakking van de piekafvoer. De ecologie reageert minder goed op deze situatie. Drie locatiepunten voldoen niet aan de minimale stroomsnelheid en één locatiepunt voldoet niet aan de inundatieduur van zeven dagen.

De verschillende dwarsprofielen voldoen alleen goed voor de specifieke doelen. Wanneer het hydrologisch voldoet, voldoet het ecologisch matig en andersom. Met het toetsen van de MCA wordt dit meegenomen in het berekenen van het cijfer. Hierdoor scoren de verschillende dwarsprofielen minder goed. Als er gekozen wordt voor een gulle middenweg zullen beide doelen matig voldoen en is dit terug te zien in de becijfering van de MCA.

9. Conclusie en aanbevelingen

9.1. Conclusie

Hoe kan de meandering van het Grootte Diep zo natuurlijk mogelijk gerealiseerd worden die binnen de kaders van de KRW en WB21 past?

Het onderzoek toont aan dat het Grootte Diep niet te hermeanderen is binnen de kaders van de KRW en WB21. Het Grootte Diep is ontworpen aan de maximale dimensies die voortkomen uit het KRW type R5 watergang. Met dit ontwerp komt naar voren dat de inundatieduur en inundatiediepte niet voldoen aan de gestelde randvoorwaarden. De beek moet te veel water verwerken waardoor deze buiten zijn oevers treed.

Wat is de historische loop van het Oostervoortsche Diep en het Grootte Diep?

De historische loop die gehanteerd wordt, komt voort uit de historische kaart van 1902 uit de 'Grote historische topografische atlas'. Op deze kaart zijn de meanders van het Grootte Diep en het Oostervoortsche Diep goed zichtbaar. De historische kaart is gehanteerd om een visie op te kunnen stellen voor de ligging van het Grootte Diep. De historische ligging hoeft niet per definitie de beste ligging te zijn. Door de jaren heen is het maaiveld in hoogte veranderd en kan het maaiveld op een andere locatie lager zijn dan waar voorheen de meander heeft gelegen. Daarom is de nader gebruik gemaakt van de AHN-kaart om de beek te laten stromen door de laagst gelegen plaatsen in het maaiveld.

Over welke karakteristieken beschikken het Oostervoortsche Diep en Grootte Diep

Een beek wordt gekarakteriseerd door voorkomende stroomsnelheden, afvoeren, afmetingen, sedimenttransport en in welke omgeving de beek zich bevindt. Het Grootte Diep is een middenloop evenals het Oostervoortsche Diep. Deze watergangen hebben de karakteristieken van een gekanaliseerde, gestuwde, overgedimensioneerd en deels verhoogd in het landschap liggende beek dat vanaf de jaren 50 is aangelegd. Deze onnatuurlijke situatie zorgt hedendaags ervoor dat er lage stroomsnelheden voorkomen.

Aan welke randvoorwaarden moet het watersysteem voldoen vanuit de KRW en WB21?

De verschillende randvoorwaarden die voor het Grootte Diep gelden zijn afkomstig uit de KRW, WB21, bezochte beekherstelprojecten, het 5B-concept en het handboek natuurdoeltypen. Hiermee zijn een aantal criteriapunten opgesteld waaraan het watersysteem moet voldoen:

- De waterbreedte mag minimaal 3,0 meter en maximaal 8,00 meter zijn (KRW);
- De waterdiepte mag minimaal 0,08 meter en maximaal 0,81 meter zijn (KRW);
- De breedte: diepte verhouding mag minimaal 35 en maximaal 100 zijn (KRW);
- De stroomsnelheid mag minimaal 0,10 en maximaal 0,50 m/s zijn (KRW);
- Aanwezigheid van grondtransport, grondtransport wordt gedefinieerd door de grondsoort en de stroomsnelheid 0,30 en 0,60 m/s (veldbezoek);
- Voor de ecologie is een stroomsnelheid van minimaal 0,15 m/s en maximaal 0,80 m/s van belang (veldbezoek);
- De aanwezigheid van vegetatie in de beek, matig begroeid en sterk begroeid, matig begroeid Manning's k 18 $m^{1/3}/s$ en sterk begroeid Manning's k 7 $m^{1/3}/s$ (veldbezoek);
- De breedte van het dwarsprofiel is minimaal drie en maximaal tien meter breed (handboek natuurdoeltypen Nederland).

Voldoet het huidige watersysteem aan de gestelde randvoorwaarden?

Uit de toetsing van de huidige situatie komt naar voren dat het Grootte Diep hierin slecht scoort. Het gemiddelde cijfer voor de zomerperiode bedraagt een 3,6 en die voor de winter periode een 3,8. De cijfers zijn laag omdat de beek niet voldoet aan de gestelde inundatie, dimensies en optredende waterdiepten. De beek heeft te hoge afvoeren en is te breed gedimensioneerd voor een KRW type R5 watergang.

Welk ontwerp kan gehanteerd worden voor de hermeandering van het Grootte Diep?

Het ontworpen dwarsprofiel dat uit de visie naar voren is gekomen bestaat uit een breedte van 10 meter en een diepte van 0,80 meter. Dit dwarsprofiel voldoet niet omdat deze te klein gedimensioneerd is. De beek draagt met het ontwerp niet bij aan het afvlakken van de piekafvoer. Doordat de beek al beschikt over maximale dimensies kan deze niet verder verruimd worden. Om toch aan de randvoorwaarden van de inundaties en piekafvoeren te voldoen is hiervoor nader onderzoek gedaan. Hieruit blijkt dat een dwarsprofiel van 17,5 meter breed en 1,5 meter diep als beste de piekafvoer kan afvlakken. Voor de inundaties is een dwarsprofiel naar voren gekomen van 25 meter breed en 1,5 meter diep.

Kunnen de kades van het Grootte Diep weggehaald worden waarmee geen wateroverlast optreedt buiten de verworven gronden?

Uit het onderzoek komt naar voren dat het weghalen van de kades leidt tot inundaties. Uit de toetsing van het ontwerp blijkt dat er hoge inundaties voorkomen. Deze hoge inundaties zorgen alleen op toetslocatie GD4 ervoor dat de berekende waterstanden grenzen aan de verworven gronden.

Hoe reageert de hermeandering van het Grootte Diep op piekafvoeren?

Het huidige ontwerp voldoet niet aan de afvlakking van de piekafvoeren. Om toch aan de gestelde randvoorwaarden te voldoen is nader onderzoek gedaan naar een optimaal hydrologisch profiel. Het hydrologische dwarsprofiel heeft de afmetingen 17,5 meter breed en 1,5 meter diep. Dit dwarsprofiel zorgt in vergelijking met de huidige situatie voor de meeste afvlakking van de piekafvoer.

Welke stroomsnelheden en inundaties zullen voorkomen door de hermeandering van het Grootte Diep?

Doordat er twee varianten ontworpen zijn, komen er ook twee verschillende antwoorden voort uit deze vraag.

Bij de ecologische variant komt in het locatiepunt GD1 een stroomsnelheid voor van ongeveer 0,60 m/s. In de overige locatiepunten zal de stroomsnelheid ongeveer 0,20 m/s zijn. Er zullen in deze variant inundatieduren optreden van anderhalf tot twee dagen. De inundatiediepte bedraagt in het bovenstroomse- en benedenstroomse locatiepunt 0,40 meter. Op de tussenliggende locatiepunten komt een inundatiediepte voor van ongeveer 0,20 meter.

Bij de hydrologische variant komt in het locatiepunt GD1 een stroomsnelheid voor van ongeveer 0,50 m/s. In de overige locatiepunten zal de stroomsnelheid ongeveer 0,20 m/s zijn. Er zullen in deze variant inundatieduren optreden van drie tot acht dagen. De inundatiediepte bedraagt in het bovenstroomse- en benedenstroomse locatiepunt hoger dan 0,50 meter. Op de tussenliggende locatiepunten komt een inundatiediepte voor van ongeveer 0,35 meter.

9.2. Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om nader een NBW-toetsing voor het gebied uit te voeren om te onderzoeken waar en hoeveel inundaties plaatsvinden. Met een NBW-toetsing wordt per perceel onderzocht hoeveel inundatie plaatsvindt en of de omgeving hier schade van ondervindt. In dit onderzoek wordt aangetoond dat met verschillende dwarsprofielen inundaties voorkomen. Dit wordt binnen het onderzoek slechts op een vijftal locaties gemeten. Hiermee is geen ruimtelijk beeld te krijgen in waar en hoeveel er tussen de meetlocaties inundeert.

Aanbevolen wordt om nader het gewenste grond en oppervlakte water regime (GGOR studie) te onderzoeken. Het Grootte Diep stroomt momenteel verhoogd door het landschap en zorgt hierdoor waarschijnlijk voor een kwelstroom naar het naastgelegen landschap. In het ontwerp stroomt het Grootte Diep niet meer verhoogd door het landschap. Hierdoor kan de huidige kwelstroom afnemen waardoor er verdroging op kan treden. Met een GGOR studie kan onderzocht worden of in het gebied sprake is van verdroging of vernatting en welke schade dit met zich mee brengt.

Literatuurlijst

Kaartmateriaal

Bodemkaart van Nederland

Geomorfologische kaart van Nederland

Topografische kaart van Nederland, kaartblad 12a Norg (Drenthe), 1:50,000

Topografische kaart van Nederland, kaartblad 12b Vries (Drenthe), 1:50,000

Boeken

Bal, D., Beije, H.M., Fellingier, M., Haveman, R., Opstal van, A.J.F.M., Zadelhoff van, F.J., *Handboek Natuurdoeltypen in Nederland, 2^e geheel herziene editie*, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Van Eck & Oostink drukkers te Dodewaard, Wageningen 2001

Berendsen, H.J.A., *De Vorming van het land, Inleiding in de geologie en de geomorfologie*, Koninklijke van Gorcum, Assen, 2004

Berendsen, H.J.A., *Landschappelijk Nederland, de fysisch-geografische regio's*, Koninklijke van Gorcum, derde druk, Assen 2005

Dreven van, F., Gugten van der, R., Jong de, F., Lammeren van, R., Loedeman, J., Moster, G., Naudin-Ten Cate, R., Nooren, M., *Cultuurtechnisch Vademecum, Handboek voor inrichting en beheer van land, water en milieu*, Elsevier Bedrijfsinformatie bv Doetinchem, Krips Meppel, 2000

Hoorn van den, M.W., & Verdonschot, P.F.M., *Hydromorfologische Kwaliteitskenmerken, Achtergronddocument bij de natuurlijke KRW-typen*, in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA, Wageningen 2004, Alterra-rapport 1074

Partners, R., Reinders, R., *Andersom gaan met water, Waterbeleid voor de 21^e eeuw*, Snoeck-Ducaju & Zoon NV, Gent, België, december 2000

Verdonschot, P.F.M., *Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving, Flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei*, Alterra Wageningen UR, Buren, z.j.