



Bandbreedte hoogwatergeul

Varik-Heesselt



Bandbreedte hoogwatergeul Varik-Heesselt

projectnr. 266115
revisie 06
maandag 26 mei 2014

Opdrachtgever

Provincie Gelderland
Markt 11
6811 C.G. Arnhem

datum vrijgave	beschrijving revisie 03	goedkeuring	vrijgave
26-5-14	Revisie 06	R. Koenraadt	H.A.M. van de Wetering

Colofon

Kernteam bestaande uit:

Erwin Klerkx (projectmanager, provincie Gelderland)
John Janssen (omgevingsmanager, gemeente Neerijnen)
Arjan Nienhuis (technisch manager, provincie Gelderland)
R. Koenraadt (projectleider, Antea Group)
F. Huthoff (rivierkundige, HKV [lijn in water](#))

Tekstbijdragen:

R. Koenraadt (Antea Group)
V. Maronier (Antea Group)
G. Roovers (Antea Group)
A. Wijbenga (HKV [lijn in water](#))
F. Huthoff (HKV [lijn in water](#))
A. van Winden (Stroming)

Fotografie:

Antea Group

Datum van uitgave:

28 november 2013

Contactadres:

Monitorweg 29
1322 BK ALMERE
Postbus 10044
1301 AA ALMERE

Copyright © 2013

Antea Group

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Inhoud

		blz.
1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding.....	3
1.2	Doel van dit rapport	4
1.3	Inbreng van klankbordgroepleden en experts	4
1.4	Leeswijzer	4
2	Ontwerpkader	5
2.1	Inleiding.....	5
2.2	Hoofd- en neven-doelen.....	5
2.3	Wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden.....	6
2.4	Regionale wensen & ambities	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
3	Rivierkundig ontwerp.....	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Regelmechanismen	11
3.3	Bandijkhoogtes, drempelhoogtes en overstromingsfrequentie	12
3.4	Waterstandverlaging	14
3.5	Sedimentatie in de Waal	19
3.6	Dwarsstromen in de Waal	19
3.7	Conclusies.....	20
4	Landschappelijke inpassing	21
4.1	Inleiding	21
4.2	Kwaliteitsdragers in het landschap.....	21
4.3	Ligging van een hoogwatergeul.....	23
4.4	Vormgeving en inrichting	25
5	Beoordelingskader	33
5.1	Mate van doelbereik	33
5.2	Overige beoordelingscriteria.....	34
6	Samenvatting en conclusies.....	35

Bijlage

1. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Functioneel'
2. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Compact'
3. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Ruim'



Figuur 1. Bovenaanzicht van het studiegebied met aanliegroute luchtfoto figuur 2 [Provincie Gelderland]



Figuur 2. Luchtfoto van het studiegebied [Antea Group]

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Door klimaatveranderingen zal de Waal in de toekomst grotere hoeveelheden water moeten kunnen afvoeren dan nu het geval is. De verwachting is dat de maatregelen die nu worden getroffen om de Waal veiliger te maken, voor de langere termijn nog niet voldoende zijn. Rijk, provincie en gemeenten anticiperen hier onder meer op met het Deltaprogramma Rivieren (DPR). Een verdere vergroting van de afvoercapaciteit kan worden gerealiseerd door dijkverhoging en/of rivierverruiming.

WaalWeelde West

Voor het westelijke deel van de Waal is de insteek van de gemeenten en provincie Gelderland, samen met het bedrijfsleven en burgers verenigd in het project WaalWeelde, om te kiezen voor een combinatie van rivierverruiming en dijkmaatregelen. Dit is vastgelegd in de voorontwerp-structuurvisie WaalWeelde West en overgenomen in de Voorkeursstrategie Waal van het Deltaprogramma Rivieren. In deze structuurvisie zijn drie grote maatregelen opgenomen, waaronder een hoogwatergeul bij Varik en Heesselt. Een hoogwatergeul is gekwalificeerd als een aantrekkelijke, rivierverruimende optie welke bovendien goede mogelijkheden biedt voor meekoppelkansen. In opdracht van de stuurgroep is een verkenning uitgevoerd, waarna is geconcludeerd dat de hoogwatergeul Varik-Heesselt verder uitgewerkt kan worden in een interactief proces met de regio.



Figuur 3. Voorkeursalternatief voorontwerp-structuurvisie WaalWeelde West

Deltaprogramma

Vanuit het Deltaprogramma Rivieren wordt eraan gedacht om een aantal projecten met voorrang te realiseren. Ze dragen substantieel bij aan het verlagen van het maatgevende hoogwater tegen aanvaardbare kosten (prijs/kwaliteit). De hoogwatergeul Varik-Heesselt draagt meer dan de helft bij aan de opgave voor dit gedeelte van de Waal (50 cm) en werkt bovenstrooms door tot Nijmegen waardoor op dit traject minder investeringen nodig zijn.

Propositie vanuit de regio

In de voorontwerp-structuurvisie is globaal aangegeven waar de hoogwatergeul bij Varik en Heesselt zou moeten komen (zie figuur 3). De planologische schaduw die dat met zich meebrengt, kan ondernemers belemmeren in hun bedrijfsvoering en bewoners in hun woongenot. Om dat te voorkomen, voerden de gemeente Neerijnen en de provincie Gelderland met belanghebbenden een pré-verkenning uit naar de mogelijkheden voor de aanleg van een hoogwatergeul. Daarbij speelt dat:

- zich nieuwe economische dragers in het gebied aandienen;
- naar het zich nu laat aanzien een hoogwatergeul er vroeg of laat toch lijkt te moeten komen;
- ze de regio zelf het beste in staat achten om met een propositie te komen, waar het gebied van profiteert.

1.2 Doel van dit rapport

Provincie Gelderland heeft Antea Group opdracht gegeven om de praktische, rivierkundige en landschappelijke bandbreedte te bepalen, waarbinnen de aanleg van een hoogwatergeul Varik-Heesselt plaats moet vinden. Voor deze opdracht werkte Antea intensief samen met HKV [lijn in water](#) en Stroming. Antea was penvoerder en verantwoordelijk voor het projectmanagement en de specialistische kennis op het gebied van procedures, natuur, hydrologie, bodemkwaliteit, geotechniek en archeologie. HKV zorgde voor een creatieve, rivierkundige inbreng, waarin gestelde doelen op het gebied van hoogwaterbescherming en duurzaam water- en vaarwegbeheer worden geïntegreerd. Stroming richtte zich op de globale ruimtelijke inrichting, het ontwerpproces en het verbeelden van de mogelijkheden.

Het voorliggende rapport is het eindproduct van de opdracht en gaat in op de doelen van een hoogwatergeul, de wettelijke randvoorwaarden en de wensen die er bestaan vanuit de regio. Ook worden de rivierkundige regelmechanismen behandeld, wordt de ligging beargumenteerd en worden kansen geschetst voor de inrichting van de geul. Zo ontstaat meer zicht op de gebiedsopgave (zoals de technische (on)mogelijkheden en meekoppelkansen), de belangrijkste stakeholders en de aanpak om te komen tot aanleg van de geul. Dit rapport is van belang voor het nog te doorlopen gebiedsproces.

1.3 Inbreng van klankbordgroepen en experts

Op verzoek van de gemeente Neerijnen en de provincie Gelderland hebben belanghebbenden uit de regio zich verenigd in een klankbordgroep. Deze is tijdens de totstandkoming van dit rapport drie keer bij elkaar geweest. Deelname aan de klankbordgroep was volstrekt vrijblijvend. Tijdens de bijeenkomsten is er steeds van uitgegaan dat de aanleg van de hoogwatergeul Varik Heesselt nuttig en nodig was. De focus van de groep lag op de werking en de inpassing van de geul. De inbreng van de klankbordgroepen is benut om nieuwe inzichten te vergaren en om oplossingsrichtingen te verkennen, die helpen bij de verdere uitwerking van deze integrale gebiedsopgave.

Belangrijke kanttekening is dat de klankbordgroepen veel vragen hadden over het nut en de noodzaak van een hoogwatergeul. Een aantal vragen is beantwoord. De overige vragen zijn verzameld en worden beantwoord in het vervolgetraject. In het kader van de voorliggende bandbreedte worden daarover geen uitspraken gedaan en is er eveneens van uitgegaan dat de aanleg van een hoogwatergeul nuttig en nodig is.

Naast klankbordgroepbijeenkomsten zijn ook experts van provincie Gelderland, gemeente Neerijnen, waterschap Rivierenland, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Waalweelde en het Deltaprogramma geraadpleegd. Daarvoor zijn twee workshops georganiseerd. Ook hun inbreng is verwerkt in dit rapport.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft het ontwerp kader. Dit kader omvat de hoofd- en nevendoelstellingen van het project, de geldende wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden en de wensen en ambities vanuit de omgeving. Hoofdstuk 3 behandelt de globale dimensies van een hoogwatergeul uitgaande van een afvoer van ca. 3.000 m³/s. In hoofdstuk 4 wordt besproken hoe een hoogwatergeul is in te passen in het landschap. Daarbij zijn drie alternatieven geschetst, die zijn te beschouwen als extremen. De bouwstenen van deze alternatieven zijn onderling uitwisselbaar. Er zijn dus meer alternatieven denkbaar. In hoofdstuk 5 is een kader met criteria opgenomen, waarmee alternatieven zijn te beoordelen. Dit beoordelingskader is interessant voor de verkenning die wordt uitgevoerd nadat een startbeslissing is genomen.

2 Ontwerpkader

2.1 Inleiding

In het kader van de Verkenning Hoogwatergeul Varik-Heesselt zijn doelen, randvoorwaarden en wensen geïnventariseerd, die het kader vormen voor de totstandkoming van kansrijke alternatieven.

Alternatieven hebben vooral betrekking op de overstroomfrequentie (in- en uitlaat), de dimensies van de hoogwatergeul en de inrichting (groen, blauw of een combinatie daarvan). De ligging van de geul wordt zodanig gekozen, dat geul zo min mogelijk impact heeft op het huidige gebruik van het gebied. Dat er een impact zal zijn, is echter niet te voorkomen.



Figuur 4. Rivier de Waal bij Heesselt

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- **Doelen:** de hoofd- en neven doelen die bereikt moeten worden;
- **Randvoorwaarden:** de wettelijk en beleidsmatig bepaalde “grenzen van het speelveld”, waaraan ten allen tijde moet worden voldaan
- **Wensen & ambities:** zienswijzen van belanghebbenden en andere betrokkenen, die niet direct volgen uit de doelstellingen van het project, maar wel een meerwaarde kunnen betekenen. Wensen en ambities beschouwen wij als ontwerpvrijheden die zoveel mogelijk worden gehonoreerd, mits niet conflicterend met eisen en randvoorwaarden. Wensen kunnen soms onderling tegenstrijdig zijn.

2.2 Hoofd- en neven doelen

De volgende **hoofddoelstelling** staat centraal voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt:

- Het verhogen van de waterveiligheid: De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt heeft als doelstelling het zorgen voor een waterstanddaling op de Waal van minimaal 45 cm bij een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith.

Daarnaast geldt de volgende **neven doelstelling**:

- Benutten van meekoppelkansen op het gebied van infrastructuur, landbouw, wonen, ecologie, recreatie en energie voor ontwikkeling van het gebied zelf zonder significante, negatieve effecten op het nagestreefde (en met de hoogwatergeul beoogde) veiligheidsdoel.

De betreffende doelstellingen zijn onderstaand nader toegelicht en verder geoperationaliseerd.

Hoofddoelstelling: verhogen van de waterveiligheid

De lange termijn maatregelen voor hoogwaterveiligheid worden voorbereid en uitgewerkt in het Deltaprogramma Rivieren. Er zijn verschillende strategieën, die voorgelegd zijn aan de regio voor verdere uitwerking.

De hoogwatergeul Varik Heesselt maakt deel uit van de Voorkeursstrategie Rijntakken, die de Stuurgroep Delta-Rijn heeft aangeboden aan de Deltacommissaris. Hij adviseert de minister en het kabinet over de Nederlandse waterveiligheid. Het kabinet legt de kaders vast in de zogenaamde Deltabeslissingen. Deltabeslissingen zijn hoofdkeuzes voor de aanpak van waterveiligheid en zoetwatervoorziening in Nederland en vormen het uitgangspunt voor de concrete deelmaatregelen die Nederland daadwerkelijk inzet, op korte en op lange termijn. Het kabinet biedt op Prinsjesdag de Deltabeslissingen aan het Parlement aan. De Deltabeslissingen en voorkeursstrategieën worden vervolgens waarschijnlijk eind 2014 als beleid opgenomen in het Nationaal Waterplan.. Het is dan aan het parlement om in 2015 een beslissing te nemen over de keuze van de maatregelen bij de zogenaamde Deltabeslissingen onderdeel van het Tweede Nationaal Plan Water. De eerder berekende waterstandverlaging van de hoogwatergeul ligt tussen de 45 en 53 cm ter. Deze waterstandverlaging werkt door tot Nijmegen (zie o.a. bijlage bij deze notitie).

De klimaatopgave is in het Deltaprogramma opgesplitst in twee stappen: via een tussenstap van 17.000 m³/s in het jaar 2050 naar 18.000 m³/s in 2100. De maatgevende afvoer van 18.000 m³/s is een politieke keuze die gebaseerd is op de bevindingen van de Commissie Veerman. Deze commissie kwam in 2007 tot de conclusie dat de hoogte van de Duitse waterkeringen zodanig was, dat vanaf een afvoer van ca. 14.000 m³/s voor de Rijn bij Lobith in Duitsland grootschalige overstromingen zouden optreden. In een gezamenlijke studie van Rijkswaterstaat, de provincie Gelderland en Nordrhein-Westfalen is berekend dat bij een potentiële afvoer van 19.000 m³/s, de top die uiteindelijk Nederland bereikt 16.000 m³/s is. Volgens klimaatveranderingsscenario's is een afvoer van 19.000 m³/s denkbaar in 2050. In een klimaatscenario voor 2100 waarbij er genoeg regen valt voor potentieel 22.000 m³/s, zou een maximale afvoer van afgerond 18.000 m³/s optreden. Hierdoor is dus sprake van een bovengrens in de afvoer die Nederland kan bereiken van 18.000 m³/s

Nevendoel: benutten van meekoppelkansen

De hoofddoelstelling is feitelijk de aanleiding van het project. Zonder deze hoofddoelstelling zou de voorliggende studie niet zijn gestart. Aan de hoofddoelstelling is ook een nevedoelstelling gekoppeld. Een hoogwatergeul kan immers nieuwe impulsen geven voor het gebied. Afhankelijk van de aard van de hoogwatergeul (groene of blauwe rivier) zijn er verschillende combinaties met andere ruimtelijke functies te maken. Een blauwe variant met permanent water kan toegevoegde waarde creëren op (water)recreatiegebied en natuur. Naast waterrecreatie biedt een blauwe rivier energiekansen voor het 'eiland' Varik-Heesselt. Indien er een zogenaamde groene rivier gerealiseerd wordt kunnen de gronden agrarisch in gebruik blijven. Er ontstaan mogelijkheden voor recreatieve uitloop en sport- en leisure activiteiten.

2.3 Wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden

In onderstaande tabel zijn de randvoorwaarden voor de Hoogwatergeul Varik-Heesselt genoemd.

Onderwerpen	Randvoorwaarden
Rivierkunde	Eisen en richtlijnen rivierkundig beoordelingskader (RBK ¹): <ul style="list-style-type: none">- Geen effect op scheepvaart;- Negatieve effecten vaarweg (dwarsstroming en sedimentatie) mitigeren;- Geen instabiliteit waterbouwkundige constructies Waal;- Geen nadelige gevolgen door verandering van stroombeeld in de uiterwaard;- Geen benedenstroomse toename MHW of MHW toename op lange termijn.
	Eisen en richtlijnen voor uiterwaarden uit de Beleidslijn Grote Rivieren (wanneer de geul een of tweezijdig in open verbinding staat met de Waal)
Water	Geen negatieve effecten op KRW-doelen (en zo mogelijk leveren bijdrage)
	Geen kweltoename en/of stijging grondwaterstanden achterland ²
	Gegarandeerde stabiliteit primaire waterkering
	Robuust veilige en duurzaam beheerbare dijken

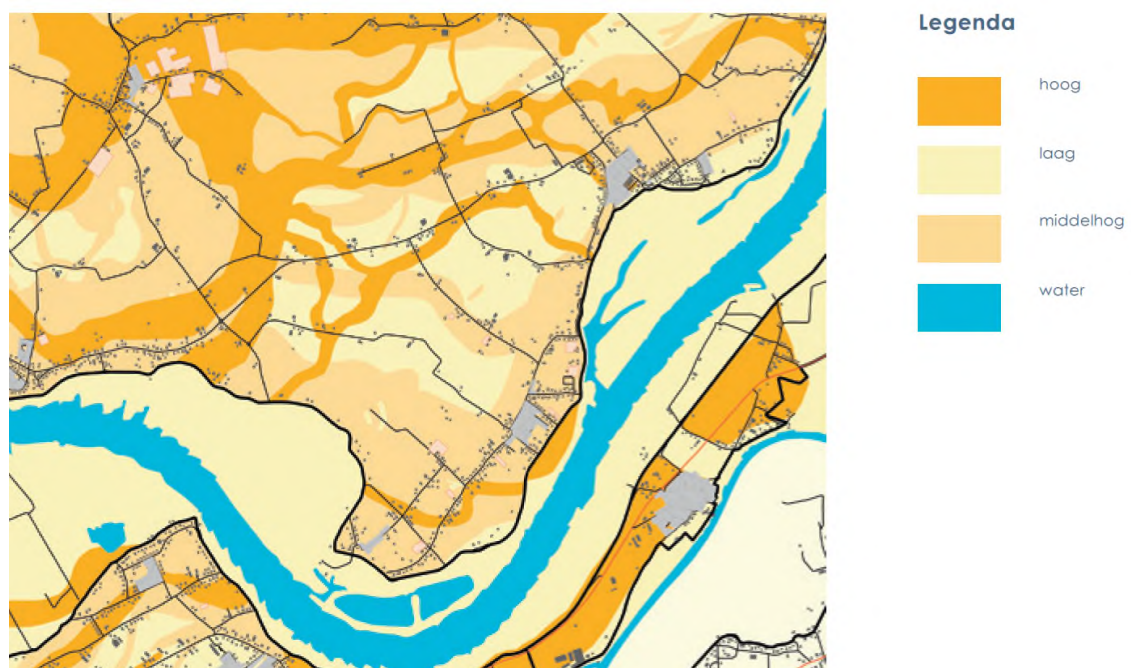
¹ Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren. Versie 3.0, 1 April 2013, Rijkswaterstaat WVL.

² In overleg met het waterschap Rivierenland kan worden nagegaan in hoeverre voor een beperkte toename mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

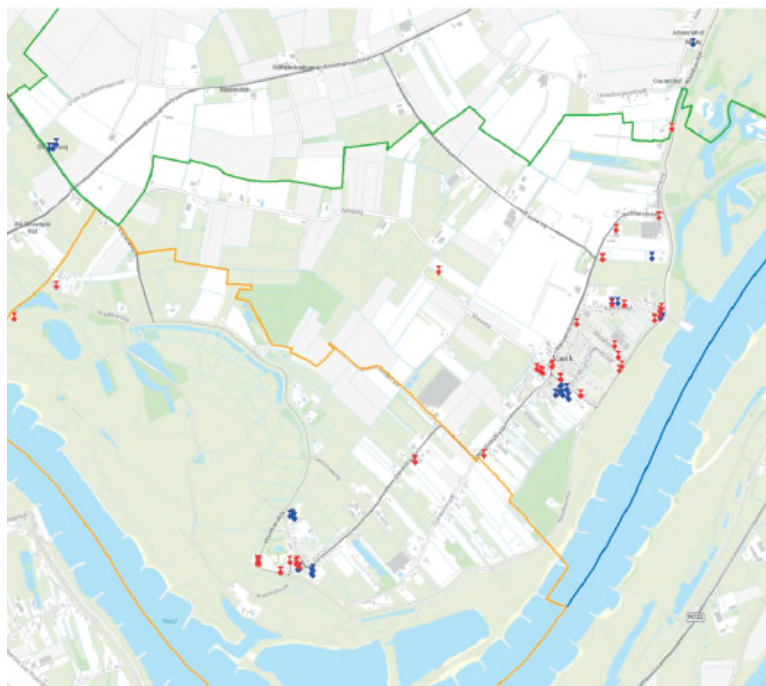
Onderwerpen	Randvoorwaarden
	Beperkingen ten aanzien van de beschermingszone bandijk (100 m a 200 uit de teen, afhankelijk van de risico's op kwel en/of piping)
Ecologie	Eventuele negatieve effecten op instandhoudingsdoelen Natura2000 compenseren/mitigeren
	Eventuele negatieve effecten op beschermde flora en fauna mitigeren
	Eventuele aantasting Gelders Natuurnetwerk (GNN) en Groene Ontwikkelingszone (GO) mitigeren/compenseren
Bodem	Eisen ten aanzien van grondverzet vigerende wet- en regelgeving
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Behoud beschermde gemeente- en rijksmonumenten
	Geen bodemingrepen ter plaatse van zeer hoge en hoge archeologische waarden (AMK-terreinen)
Infrastructuur	Beschermingszone 150 KV leiding TenneT
Woon-, werk- en leefmilieu	Geen nadelige invloed van hoog water op de veiligheid en bereikbaarheid van bestaande woongebieden (zowel voor burgers en ondernemers als voor hulpdiensten)
	Eisen t.a.v. hinder door verkeer Wet geluidshinder

Tabel 1. Wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden hoogwatergeul Varik Heesselt

Kanttekening ten aanzien van de eisen en richtlijnen uit het rivierkundig beoordelingskader Grote Rivieren is dat de frequentie van meestromen wordt meegewogen in het bepalen van de noodzaak van mitigerende maatregelen. De geul stroomt mee, wanneer er water via de instroomdrempel naar de uitstroomdrempel stroomt. De geul stroomt vol wanneer de geul alleen via de uitstroom in verbinding staat met de Waal. De meestroomfrequentie kan dus lager zijn dan de instroomfrequentie.



Figuur 5. Archeologisch waardevolle gebieden [bron: Archeologie- Archeologische waarden, RAAP]



Legenda

- Gemeentelijk - monument
- Rijksmonument

Figuur 6. Monumentenkaart [Bron: gemeente Neerijnen]

2.4 Regionale wensen & ambities

Onderstaande wensen en ambities zijn ingebracht op basis van een sociaal ruimtelijke analyse, diverse beleidsrapporten en overleggen met experts en klankbordgroepleden.

Onderwerpen	Wensen en ambities
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Zo min mogelijk sloop van woningen en andere opstallen en zo veel mogelijk verplaatsen monumentale gebouwen
	Nieuwe woningen op de dijk met zicht over het nieuwe landschap (niet als verdienmodel), drijvende huizen
	Versterken leesbaarheid en oriëntatie van het gebied
	Behoud weids, gemêleerd en open landschap van de komgebieden (gezien vanaf de Waalbanddijk)
	Behoud waardevolle zichtlijnen vanaf de dijk en creëren nieuwe zichtlijnen
	Versterken waterfronten en riviergebonden bedrijvigheid
	Geen kaarsrechte dijken
	Behoud Uilenburgestraat en Achterstraat
	Zo min mogelijk aantasting aardkundig waardevolle gebieden
	Zo veel mogelijk sparen bos beschermd ihkv de boswet
	Behoud landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken en waarden alsmede Ruimtelijke Kwaliteit
	Dynamische geul met wisselende waterstanden en gebruiksvormen (geen grasgeul)
	Behoud van de slagenlandschap en draaiakkers nabij de banddijk langs de Heesseltsche Uiterwaarden
	Behoud kerkhof
	Rekening houden met de cultuurhistorische ensemblewaarde 'De Waaldorpen van Ophemert naar Neerijnen' (Landschapsontwikkelingsplan 2008)
	Zo veel mogelijk behouden van bestaande infrastructuur
	Glasvezel voor het hele gebied
	Behouden en accentueren herkenbaar ensemble van uiterwaarden, dijken en achterland (oeverwallen en komgebieden)

Onderwerpen	Wensen en ambities
Recreatie	Intensiever en veiliger gebruik van het zwemwater in de voormalige kleigaten
	Kleinschalige natuurlijke en recreatieve ontwikkelingen met instandhouding kleinschalig cultuurlandschap en passende horeca en uitzichtpunten
	Golf- of ijsbaan of nieuw sportpark
	Meekoppelen kleinschalige recreatie (wandelen, vissen, struinen, zwemmen, fietsen, kanoën), met vissteigers en kindvriendelijke speel- en zwemplekken
Landbouw en energie	Benutten kansen voor energiewinning nieuwe dijken (zonne-energie en waterkracht)
	Waterbeheer en maaiveldligging afgestemd op agrarisch gebruik
	Begrazing door gebiedseigen vee, geen wilgenbossen
	Agrarisch beheer flanken van de nieuwe dijken door boeren uit het gebied
Aanleg en onderhoud	Voldoende onderhoud om het gebied open te houden
	Voldoende beheerruimte in de tot doel gestelde waterstanddaling
	Verkaveling en waterbeheer afgestemd op nieuwe situatie (geen/bepaalde versnippering)
	Hoogspanningskabel onder de grond
	Herplanten te rooien bos (compensatie)
	Bruggen over de geul
	Fiets- en wandelpaden over de dijken (autovrij m.u.v. bestemmingsverkeer)
	Aandacht voor faseringsmogelijkheden en meekoppelkansen met betrekking tot grondstromen
	Een gesloten grondbalans voor verontreinigde grond

Tabel 2. Regionale wensen en ambities hoogwatergeul Varik Heesselt



Figuur 7. Waalbandijk bij Varik [gemeente Neerijnen]

3 Rivierkundig ontwerp

3.1 Inleiding

De rivierkundige opgave voor hoogwatergeul Varik-Heesselt is vergelijkbaar met de opgave die ook in vrijwel alle Ruimte voor de Rivier projecten centraal staat: 'Hoe kun je rivieren zodanig beheren en inrichten dat er geen overstromingen ontstaan, ecologie en recreatie een kwaliteitsimpuls krijgen, maar er wel veilige en efficiënte scheepvaart kan plaatsvinden?'. Bij de opgave voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt komt er nog bij dat er in het gebied mogelijk meekoppelkansen voor economische ontwikkelingen liggen, die nader onderzocht dienen te worden.

3.2 Regelmechanismen

Voor de rivierkundige haalbaarheid van een hoogwatergeul bij Varik-Heesselt zijn vier regelmechanismen van belang:

1. Maximale waterstanddaling tijdens hoogwater.
 - a. Hiervoor is een zo breed, diep en lang mogelijke hoogwatergeul gewenst, zodat extra bergingsruimte ontstaat en maximale afvoercapaciteit wordt gerealiseerd. Een minimaal gewenste hoogwaterstanddaling bepaalt de minimale afmetingen van de hoogwatergeul.
 - b. Het is van belang dat in de Stiftsche uiterwaarden (inlaatpunt tussen Ophemert en Varik) en Heesseltsche uiterwaarden (uitstroompunt) geen bodemophogingen optreden, zodat voldoende water naar en weer terug uit de hoogwatergeul geleid kan worden. Deze conditie is uitgangspunt voor de afschatting van geschikte afmetingen van de geul of drempelhoogtes bij het inlaatpunt
2. Veiligheid en efficiëntie van de vaargeul.
 - a. Op specifieke locaties in de Waal kan scheepvaart hinder ondervinden van hoge dwarsstromingen. Het is van belang dat de in- en terugstroompunten van de hoogwatergeul zodanig worden gesitueerd en gedimensioneerd, dat dwarsstromingen voor de scheepvaart niet ontoelaatbaar toenemen en mogelijk zelfs afgezwakt kunnen worden.
 - b. De omleiding van afvoer naar de hoogwatergeul mag geen sedimentatie in de Waal tot gevolg hebben die leidt tot vermindering van de afmetingen van de vaargeul.
3. Waterkwaliteit en ecologie. Bij een blauwe hoogwatergeul die slechts af en toe mee stroomt, is het van belang dat het water in de geul regelmatig ververst wordt. Hiervoor is een zo laag mogelijke in- en/of uitstroomdrempel of doorstroom via duikers, gewenst.
4. Kwel in omliggend gebied. Als de hoogwatergeul volloopt, dan kan dit gevolgen hebben voor kwel in het omliggende gebied. Voor een lage kwelwerking is het gewenst dat water in de hoogwatergeul niet te diep komt te staan.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de regelmechanismen 1 en 2. Achtereenvolgens wordt aangegeven hoe de eigenschappen van een hoogwatergeul bij Varik-Heesselt uitwerken op de volgende rivierkundige aspecten:

- Maatgevende hoogwaterstanden. Hoe verhouden zich deze tot **bandijkhoogtes** en **drempelhoogtes** van de hoogwatergeul. Wat wordt de **overstromingsfrequentie** van de geul?
- De mate waarin **waterstandsverlaging** kan worden bereikt: wat zijn de dimensies van de geul wanneer minimaal 45 cm verlaging bereikt moet worden? En kan bij een hoge instroomdrempel nog wel genoeg afvoer door de hoogwatergeul (inlaatdebiet)? Hoe groot is het invloedgebied van de hoogwatergeul?
- **Sedimentatie** in de vaargeul, deze mag geen hinder voor scheepvaart veroorzaken.
- **Dwarsstroming** in de vaargeul, deze mag geen hinder voor scheepvaart veroorzaken.

3.3 Bandijkhoogtes, drempelhoogtes en overstromingsfrequentie

Bandijkhoogte

De kruin van de dijken van een hoogwatergeul wordt op dezelfde hoogte aangelegd als die van de bandijk bij Varik-Heesselt:

- Nabij rkm 922 (bij inlaatlocatie van hoogwatergeul): 11.3 m+NAP
- Nabij rkm 928 (bij uitlaatlocatie van hoogwatergeul): 10.8 m+NAP

De bandijkhoogtes in het traject Varik-Heesselt zijn ongeveer 0,5 m hoger dan de huidige maatgevende hoogwaterstand (MHW) bij rivierafvoer van 16.000 m³/s (overschrijdingsfrequentie 1/1250). Deze extra dijkhoogte is de zogenaamde 'waakhoogte' en dient als veiligheidsmaatregel om onzekerheden in rivierwaterstanden (denk aan golven en een veranderende rivierbodem) op te kunnen vangen. Er is dus rekening gehouden met onzekerheid in maatgevend hoogwater, maar het veiligheidsniveau van de kering is daarmee niet hoger dan 1/1250.

Uit modelberekeningen blijkt dat bij een rivierafvoer van 18.000 m³/s (bij Lobith, dus afvoer van 11.768 m³/s op de Waal) de waterstanden nabij Varik-Heesselt ongeveer 40 cm boven MHW komen te staan. Bij deze rivierafvoer blijft op sommige plekken de waterstand nog net onder de dijk kruin, maar wordt niet meer aan het gestelde veiligheidsniveau voldaan en moet dus worden ingegrepen. Dat kan door het versterken (verbreden en verhogen) van de dijken of door het omlaag brengen van rivierwaterstanden middels rivierverruiming. Rivierverruiming (bijvoorbeeld via aanleg van een hoogwatergeul) heeft als voordeel dat het ook het veiligheidsniveau verbetert op plekken elders langs de riviertakken. Dit is hoognodig omdat bij enkele dijkdelen zwaktes zijn geconstateerd en deze dijken ondanks hun hoge dijk kruinen ook nu al niet meer voldoen aan het gestelde veiligheidsniveau. Lagere waterstanden stellen lagere stabiliteitseisen aan bestaande dijken en verkleinen daarmee de kans op dijkdoorbraken of piping (doorstroom onder het dijklichaam).

Drempelhoogtes en afmetingen van geul

Bij de dimensionering van een hoogwatergeul zijn de in- en uitlaatdrempels bepalend voor de overstromingsfrequentie van de geul en de maximaal haalbare afvoer door de geul. Ook de afmetingen van de geul (breedte, diepte³) zijn bepalend voor de maximaal haalbare afvoer door de geul. De afmetingen van de in- en uitlaatwerken en de geul zelf moeten dus goed op elkaar afgestemd worden.

Mee- en overstromingsfrequentie

De geul stroomt mee, wanneer er water via de instroomdrempel naar de uitstroomdrempel stroomt. De geul stroomt in wanneer de geul alleen via de uitstroom in verbinding staat met de Waal. De meestroomfrequentie kan dus lager zijn dan de instroomfrequentie.

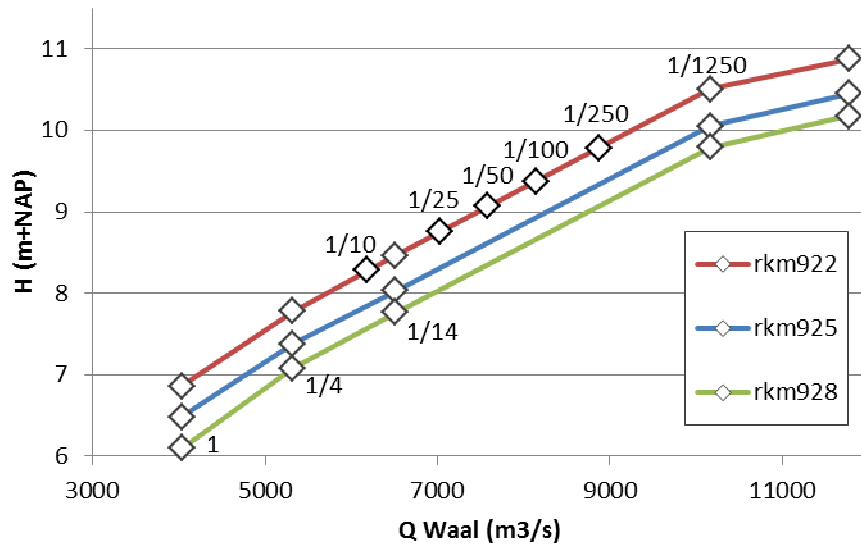
De hoogte van de inlaatdrempel van de hoogwatergeul bepaalt de meestromingsfrequentie van de hoogwatergeul. In figuur 8 en tabel 3 zijn waterstanden rondom het studiegebied⁴ bij verschillende karakteristieke Waal-afvoeren weergegeven. Het blijkt dat de geul bij een instroomdrempel met kruinhoogte van 6.5 m+NAP ongeveer 1 week per jaar meestroomt. Kruinhoogtes van 7.8 m+NAP en van 8.5 m+NAP stromen respectievelijk eens per 4 jaar en eens per 14 jaar mee. Om meestromingsfrequenties kleiner dan eens per 50 jaar te bereiken is een minimale drempelhoogte van rond 9 m+NAP nodig.

De hoogte van de uitlaatdrempel bepaalt of de geul behalve meestromen ook gaat instromen. In geval van instromen, vervult de geul geen rol in de afvoer van de Waal. Pas wanneer de inlaatdrempel overstroomt, is dat wel het geval. Naarmate de uitlaatdrempel lager wordt aangelegd, zal de frequentie van instromen toenemen. Kanttekening is wel dat de instroomfrequentie niet verder toeneemt wanneer de uitstroomdrempel lager wordt aangelegd dan de zomerkade in de Heesseltsche Uiterwaarden.

In- en uitlaatdrempels kunnen op een vaste hoogte worden aangelegd, maar kunnen ook instelbaar worden uitgevoerd.

³ Afhankelijk van de beschikbare ruimte in het gebied kunnen zowel breedte als diepte variabel zijn.

⁴ De inlaat van de hoogwatergeul ligt bij rkm922, de uitlaat ligt bij rkm928.



Figuur 8. Waterstanden (H) nabij het projectgebied bij karakteristieke waalafvoeren "Q Waal" (situatie zonder hoogwatergeul). In de grafiek zijn ook de herhalingsstijden van bepaalde afvoerniveaus weergegeven (1/1250 = herhalingsstijd gemiddeld eens per 1250 jaar).

Project ⁵	Bovenrijn-afvoer [m³/s]	Waal-afvoer [m³/s]	Water-stand rkm 922 [m+NAP]	Water-stand rkm 925 [m+NAP]	Water-stand rkm 928 [m+NAP]	Over-schrijdings-frequentie [1/jaar]
PR1701.10	1020	818	2.13	1.91	1.63	OLR ⁶
PR1701.10	2000	1388	3.35	3.06	2.70	~GRA ⁷
PR1701.10	4000	2695	5.50	5.12	4.70	~1 maand/jaar ⁸
interpolatie	5000	3369	6.18	5.80	5.40	~2 weken/jaar
interpolatie	5500	3700	6.52	6.14	5.74	~1 week/jaar
PR1701.10	6000	4036	6.86	6.48	6.09	1
PR1701.10	8000	5324	7.78	7.38	7.08	1/4
interpolatie	9459	6180	8.28	7.85	7.58	1/10
PR1701.10	10000	6510	8.47	8.03	7.77	1/14
interpolatie	10850	7028	8.76	8.32	8.05	1/25
interpolatie	11763	7584	9.07	8.62	8.36	1/50
interpolatie	12675	8139	9.38	8.93	8.67	1/100
interpolatie	13881	8874	9.79	9.34	9.08	1/250
PR1701.10	16000	10165	10.51	10.05	9.79	1/1250
PR2190.10	18000	11768	10.88	10.45	10.18	1/1250T

Tabel 3. Waterstanden en afvoer-overschrijdingsfrequenties nabij planstudie Heesselt uitgaande van een vaste drempelhoogte.

⁵ De genoemde codes hebben betrekking op HKV-projectnummers.

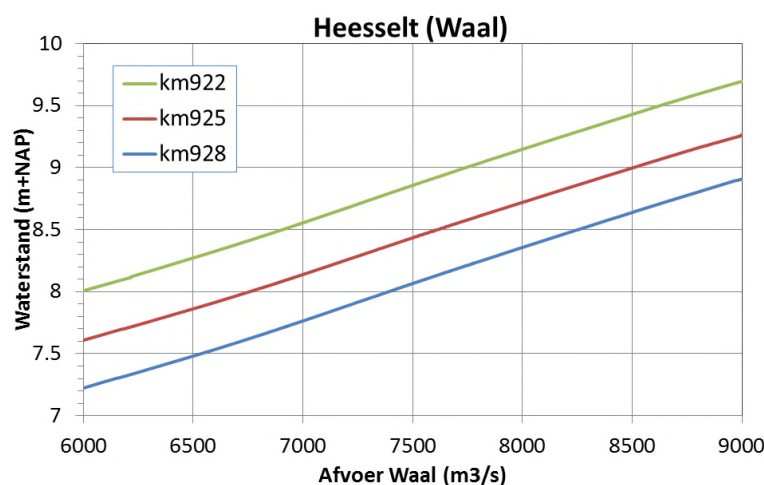
⁶ Overeengekomen Lage Rivierafvoer (OLR): een afvoer die 20 ijsvrije dagen per jaar wordt onderschreden.

⁷ Deze afvoer ligt iets onder de Gemiddelde Rivierafvoer (GRA) van 2.200 m³/s.

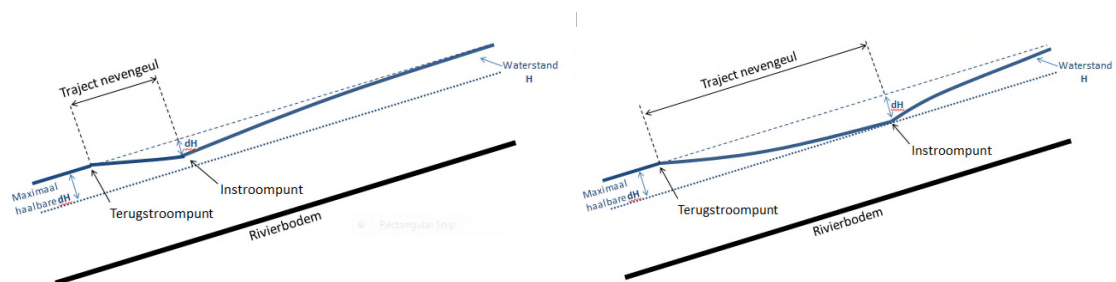
⁸ Overschrijdingfrequenties zijn overgenomen uit RWS duurlijn (Uitvoer WS duurlijn 2012)

3.4 Waterstandverlaging

Om een beeld te krijgen van de waterstanddaling die maximaal te behalen is met een meestromende hoogwatergeul, is gekeken naar de relatie tussen rivierafvoer en waterstanden nabij het studiegebied. Figuur 9 geeft deze zogenaamde QH-relatie⁹ nabij Heesselt¹⁰. Er blijkt een waterstandsverandering van 1.7 m op te treden bij een afvoerverandering van 3.000 m³/s, dus ongeveer 6 cm per 100 m³/s. Op basis van deze waarden volgt dat bijna 800 m³/s onttrokken moet worden om 45 cm waterstanddaling te bereiken. Echter, deze waarden zijn de *maximaal* te behalen waterstanddalingen als de hoogwatergeul over een oneindig lang deel van de Waal zou lopen ("maximaal haalbare dH" in figuur 10). In werkelijkheid zal de waterstanddaling bij inzet van de geul minder groot zijn omdat de maximale verlaging volgens een stuwkromme moet worden opgebouwd ("dH" in figuur 10). Bij gelijke afvoercapaciteit van de geul zal een korte hoogwatergeul dus minder waterstanddaling opleveren dan een lange geul.



Figuur 9. Berekende QH-relaties (beeld 2015, nadat de 'Ruimte voor de rivier'-maatregelen zijn getroffen) bij Heesselt (PR2758.10, DVR2).



Figuur 10. Principeschets voor opbouw van waterstandverlaging in de hoofdgeul van de rivier bij inzet van een nevengeul. Links: bij korte nevengeul, rechts bij lange nevengeul. De "maximaal haalbare dH" hangt samen met de hoeveelheid afvoer die door de nevengeul gaat.

In project 'WaalWeelde lange termijn toets' (PR2190.10) zijn stromingsberekeningen gemaakt van mogelijke Waalweelde maatregel-pakketten¹¹, rekening houdend met een hoogwatergeul bij Varik-Heesselt. Met deze berekeningen wordt de afvoer door de hoogwatergeul berekend op zo'n 3.170 m³/s. Uitgaande van een Waalafvoer van 11.758 m³/s, bij 18.000 m³/s bij Lobith is dat dus 27% van de Waalafvoer. Volgens de eerdere beschouwing zou dit ruim 1.7 m daling kunnen opleveren, maar door de beperkte lengte van de hoogwatergeul wordt daarvan slechts 45 cm gerealiseerd. De lengte waarover de waterstanddaling zich opbouwt is te bepalen door een stroomlijn te nemen vanuit de as van rivier door de hoogwatergeul en dan weer terug naar de as van de rivier (figuur 11, linker afbeelding).

⁹ QH-relatie: Q = afvoer, H = waterstand

¹⁰ op basis van 2-dimensionale waterbewegingsmodel Waqua, met afvoergolf met piekwaarde 20.000 m³/s bij Lobith (uit PR2758.10)

¹¹ Op basis van simulaties met 2-dimensionaal waterbewegingsmodel Waqua.

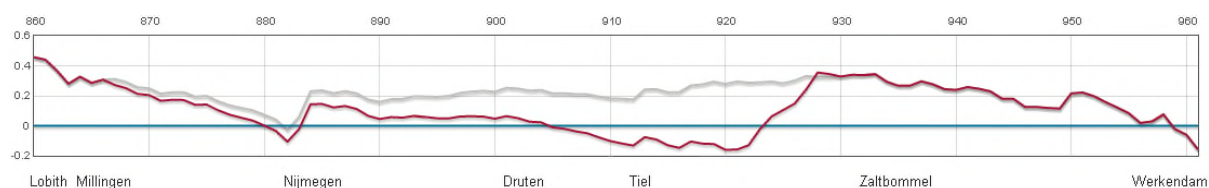
Deze lijn verbindt de representatieve locaties waar water uit de hoofdgeul onttrokken wordt ("Instroompunt" in figuur 10) en waar de onttrokken afvoer weer wordt teruggeleid ("Terugstroompunt" in figuur 10).

Deze "effectieve lengte" van de hoogwatergeul is bepalend voor de realiseerbare waterstanddaling bij inzet van de geul, en is dus langer dan de daadwerkelijke lengte van de geul. In figuur 11 heeft de hoogwatergeul een lengte van ongeveer 3 km terwijl de "effectieve lengte" (lengte van stroombaan) ongeveer 6 km is.

Verder blijkt uit de studie 'WaalWeelde lange termijn toets' (PR2190.10) dat de opgebouwde waterstanddaling van 45 cm vanaf het instroompunt van de geul (nabij rkm 922) afneemt in bovenstroomse richting. Zie ook figuur 11, waar het waterstandverlagende effect van Hoogwatergeul Varik Heesselt is opgenomen. De halveringslengte van deze waterstanddaling is bij extreem hoogwater ongeveer 15 km. Bij Beuningen (rkm 891, dus ca. 30 km stroomopwaarts) is het waterstandverlagende effect van de hoogwatergeul daarmee gereduceerd tot ongeveer 10 cm (ca. ¼ van 45 cm). Benedenstrooms van de hoogwatergeul zijn geen noemenswaardige effecten op hoogwaterwaterstanden te verwachten¹².



Figuur 11. Referentie-hoogwatergeul Varik in studie 'WaalWeelde lange termijn toets' (PR2190). De breedte van de geul is gemiddeld 500m (rechter figuur) en de lengte van de stroombaan door de geul is ongeveer 6 km (linker figuur).



Figuur 12. Effect van een hoogwater verhoging van de waterstand ten opzichte van de referentie situatie (grijze lijn) ten opzichte van de klimaatopgave in 2050 (equivalent 17.000 m3/s bij Lobith). De rode lijn geeft vervolgens het compenserende (waterstandverlagende) effect van de Hoogwatergeul Varik-Heesselt. Merk op dat de hoogwatergeul bijna tot km890 de verhoogde waterstand kan compenseren

Invloed van geulafmetingen op waterstanddaling

Op basis van de referentie-hoogwatergeul zoals opgenomen in studie 'Waalweelde lange termijn toets' (zie figuur 11) kan, uitgaande van de bijbehorende berekende 45 cm waterstanddaling, via een standaard stuwkrommevergelijking geschat worden hoe geulaanpassingen uitwerken op het waterstandverlagende effect. In tabel 4 zijn op deze manier waterstanddalingen geschat uitgaande van verschillende hoogwatergeulafmetingen.

¹² Benedenstroomse effecten op hoogwaterstanden bij inzet van een hoogwatergeul treden op bij vervorming van de hoogwatergolf. Deze vervormingen worden pas belangrijk als in de hoogwatergeul een belangrijk deel van de hoogwatergolf geborgen wordt (dus bij "aftopping" van de hoogwatergolf).

De referentie-geul komt overeen met de situatie zoals opgenomen in 'Waalweelde lange termijn toets': de geul is 3 km lang, maar de "effectieve lengte" van de geul (stroombaan door de geul) is 6 km¹³. De geul is 500 m breed en bij een Boven-Rijnafvoer van 18.000 m³/s ontstaat een waterdiepte in de geul van ongeveer 6 m. Hierbij is een gemiddeld bodemverhang van 10 cm per km (0.1/1000= 0.0001) aangehouden en is de ruwheid van de hoogwatergeul overgenomen uit 'Waalweelde lange termijn toets' (Kn-waarde = 0.3¹⁴). Uit de tabel blijkt dat bij verkorten of versmallen van de geul de effectiviteit afneemt (dit geeft een lager waterstandeffect dh). Dit kan gecompenseerd worden door de geul dieper te maken. Zo geeft een ingekorte hoogwatergeul (met effectieve lengte van 6 km naar 5.5 km) ongeveer het oorspronkelijke waterstandverlagende effect van 45 cm als de geul 0.5 m wordt uitgegraven. Bij een versmalling van 500m naar 400m moet de geul ongeveer 1.5 m worden uitgegraven¹⁵.

Geul	Effectieve lengte (stroombaan) (m)	Breedte geul (m)	Diepte bij Q18000 (m)	Verhang i	Ruwheid k _N	U geul (m/s)	Q geul (m ³ /s)	dh (m)
Referentie	6000	500	6	0.0001	0.3	1.03	3098	0.45
Verdiepen	6000	500	6.5	0.0001	0.3	1.09	3539	0.50
Verlengen	6500	500	6	0.0001	0.3	1.03	3098	0.50
Verkorten	5500	500	6	0.0001	0.3	1.03	3098	0.40
Versmallen	6000	450	6	0.0001	0.3	1.03	2468	0.42
Verkorten, verdiepen	5500	500	6.5	0.0001	0.3	1.09	3539	0.45
Versmallen, verdiepen	6000	450	6.5	0.0001	0.3	1.09	3179	0.45
Extra versmallen, verdiepen	6000	400	7.5	0.0001	0.3	1.19	3573	0.45
Versmallen, verlengen	6500	450	6	0.0001	0.3	1.03	2783	0.45
Versmallen, verlengen, verdiepen	6500	400	7	0.0001	0.3	1.14	3199	0.45

Tabel 4. Geschatte waterstandeffecten (dh) bij verschillende geulafmetingen bij een Bovenrijn-afvoer van 18.000 m³/s.

Invloed van inlaatdrempel op waterstanddaling

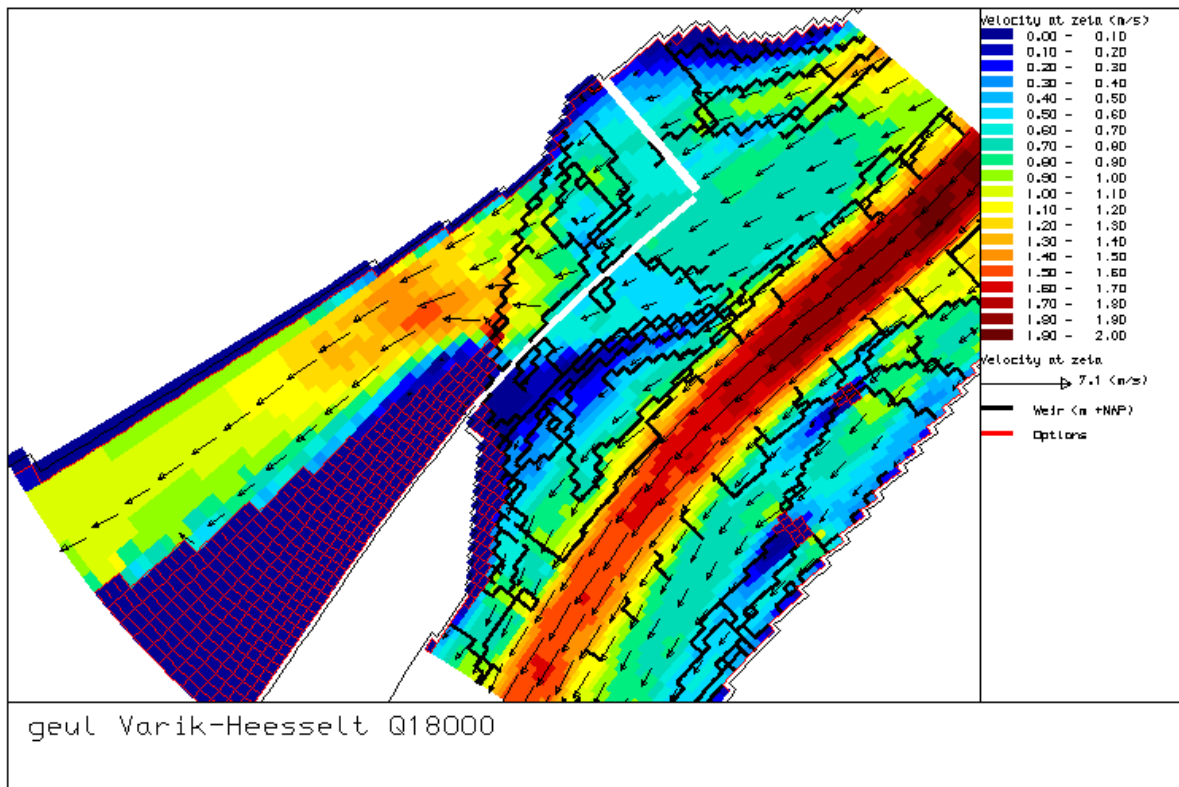
De hoogte en breedte van de inlaatdrempel kan ook een beperking vormen voor de afvoer die door de hoogwatergeul stroomt. Tabel 4 laat zien dat een afvoercapaciteit van de geul van minimaal 3.000 m³/s wenselijk is (bij een Bovenrijn-afvoer van 18.000 m³/s) om een waterstanddaling van 45 cm te bereiken. Een afvoercapaciteit van de geul 2.000 m³/s levert nog maar ongeveer 30 cm waterstanddaling op.

Figuur 13 geeft het stroombeeld nabij de inlaatdrempel van de hoogwatergeul bij een Bovenrijn-afvoer van 18.000 m³/s. In deze berekening is een kruinhoogte van 7m+NAP bij de inlaatdrempel gehanteerd. In Figuur 14a en 14b zijn de waterstanden nabij het plangebied te zien bij een Bovenrijn-afvoer van 18000 m³/s. Figuur 13a toont de situatie vóór inbreng van Waalweelde maatregelen en Figuur 13b toont de situatie na inbreng van Waalweelde-maatregelen (inclusief hoogwatergeul Varik-Heesselt). Het blijkt dat aan het benedenstroomse deel van de hoogwatergeul de waterstand met ca 35 cm is gedaald ten gevolge van Waalweelde, aan de bovenstroomse kant van de geul is de waterstanddaling ca. 85 cm. Het verschil van ca. 50cm tussen deze twee waarden is toe te schrijven aan de inzet van de hoogwatergeul.

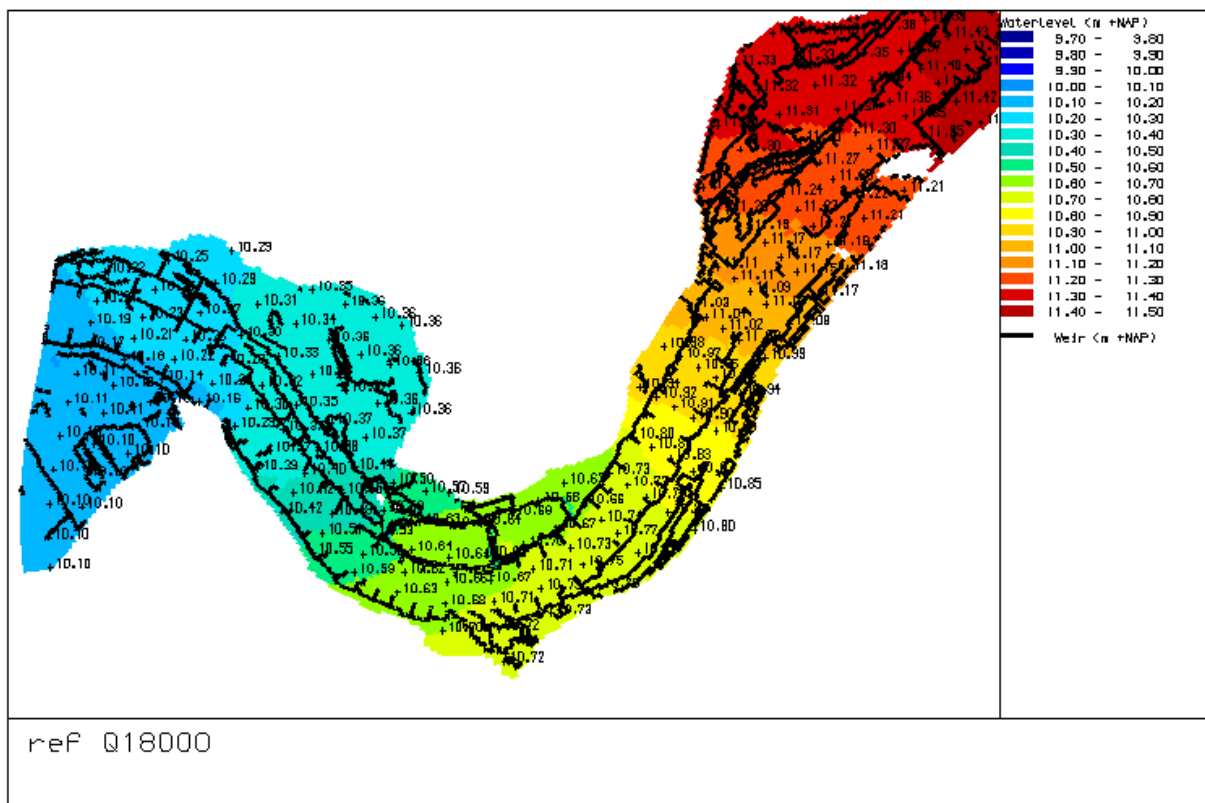
¹³ De 6 km is gemeten vanaf de as van de rivier bij het uittredepunt tot aan de as bij het intredepunt. De geul zelf heeft een trajectlengte van ongeveer 3 km (zie ook Figuur 10).

¹⁴ Afgeleid uit Waqua berekening 'Waalweelde lange termijn toets' bij Bovenrijn-afvoer 18.000 m³/s.

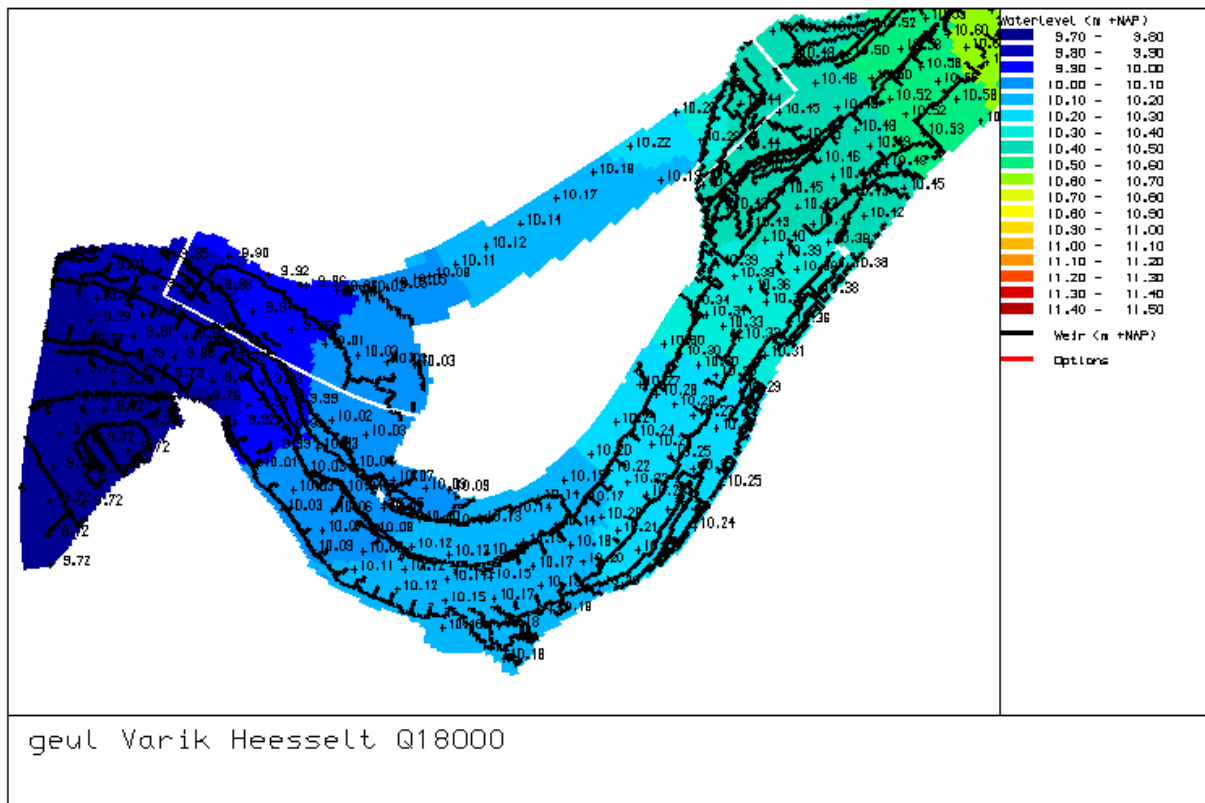
¹⁵ Een geul met variabele breedte en diepte behoort ook tot de mogelijkheden. Als bijvoorbeeld een lokale vernauwing van de geul nodig blijkt, dan zou dit gecompenseerd kunnen worden door lokaal te verdiepen.



Figuur 13. Stroombeeld nabij de inlaatdrempel van de hoogwatergeul Varik-Heesselt in 'Waalweelde lange termijn toets' bij een Bovenrijn-afvoer van $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figuur 14a. Waterstanden nabij Varik-Heesselt in 'Waalweelde lange termijn toets' bij een Bovenrijn-afvoer van $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ zonder een hoogwatergeul.



Figuur 14b. Waterstanden nabij Varik-Heesselt in 'Waalweelde lange termijn toets' bij een Bovenrijn-afvoer van 18.000 m³/s met een hoogwatergeul.

Uitgaande van een waterstanddaling van 30 cm aan weerszijden van de inlaatdrempel (zie figuur 14) zijn in tabel 5 instroomafvoeren geschat bij veranderingen in drempelbreedtes en -hoogtes. Hierbij is uitgegaan van sub-kritische stroming over een lange drempel. Het blijkt dat bij een 500 m brede drempel de kruinhoogte niet hoger dan 7.7 m+NAP mag komen te liggen om de gewenste afvoercapaciteit van 3.000 m³/s te bereiken. Een ophoging van de drempel naar 8.5 m+NAP verlaagd de afvoercapaciteit naar ongeveer 2.000 m³/s. Daarmee wordt nog slechts rond 30 cm waterstanddaling bij een Bovenrijnafvoer van 18.000 m³/s bereikt.

Kruinbreedte drempel (m)	Kruinhoogte drempel (m+NAP)	Overschrijdings-frequentie (1/jaar)	Stroomsnelheid over drempel (m/s)	Afvoer over drempel (m ³ /s)	Haalbare waterstanddaling (m)
500	7.7	1/4	2.4	~3000	~0.45
500	8.5	1/14	2.4	~2000	~0.30
450	7.4	1/3	2.4	~3000	~0.45
450	8.3	1/10	2.4	~2000	~0.30
400	7.0	1/2	2.4	~3000	~0.45
370	6.8	1	2.4	~3000	~0.45
340	6.5	1 week/jaar	2.4	~3000	~0.45
310	6.2	2 weken/jaar	2.4	~3000	~0.45
270	5.5	1 maand/jaar	2.4	~3000	~0.45

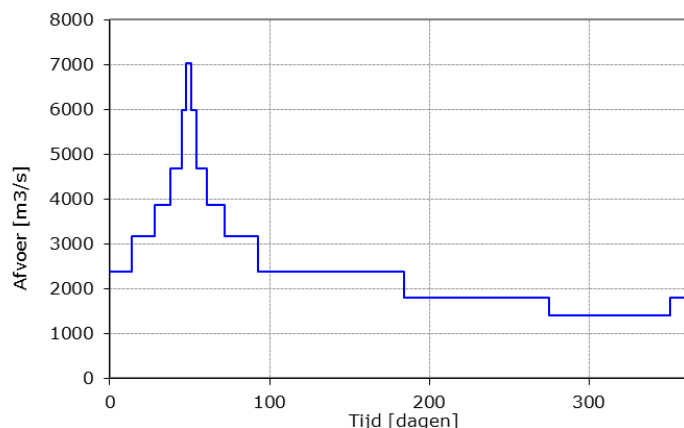
Tabel 5. Geschatte afvoercapaciteiten bij verschillende eigenschappen van de inlaatdrempel (bij een Bovenrijn-afvoer van 18.000 m³/s). Overstromingsfrequenties zijn overgenomen uit tabel 3.

3.5 Sedimentatie in de Waal

De regelmaat waarmee de hoogwatergeul mee- en instroomt kan ook het morphodynamisch evenwicht in de Waal beïnvloeden en daarmee hinder voor scheepvaart veroorzaken. Nabij projectgebied Varik-Heesselt is de Waal al relatief ondiep en verdere aanzanding door afvoeronttrekking aan de Waal is hier niet wenselijk.

De afvoergolf in figuur 15 wordt standaard gebruikt om morfologische veranderingen in de Rijntakken te bepalen. Het hoogste afvoerniveau van 7.000 m³/s op de Boven-rijn (ongeveer 4.600 m³/s op de Waal) heeft een herhalingsfrequentie van ongeveer eens per 2 jaar. Hogere afvoeren spelen nauwelijks een rol in het meerjarig morfologische evenwicht van de Rijntakken. Hieruit volgt dat als de hoogwatergeul Varik-Heesselt alleen wordt ingezet bij extreme afvoeren die minder vaak dan eens per 2 jaar voorkomen er geen rekening gehouden hoeft te worden met nadelige morfologische effecten. De inlaatdrempel komt op basis van dit criterium overeen met instroom boven een Waalafvoer van 4.600 m³/s, oftewel een drempel-kruinhoogte van minimaal 7 m+NAP.

Als de hoogwatergeul al bij afvoeren lager dan 4.600 m³/s wordt ingezet dan zal op het traject rondom Heesselt-Varik meer sedimentatie optreden. Een gedetailleerdere morfologische analyse is noodzakelijk om de toegenomen hinder voor scheepvaart te bepalen.



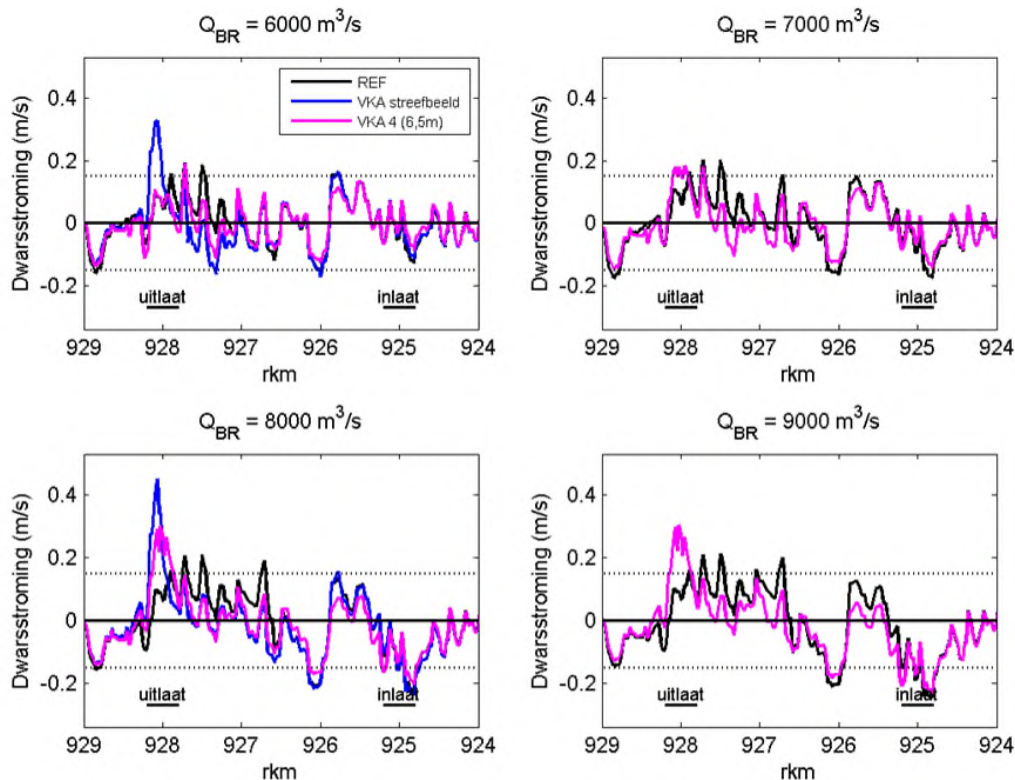
Figuur 15. Standaard hydrograaf voor morfologische berekeningen, Bovenrijnafvoeren [m3/s] (PR1701.10)

3.6 Dwarsstromen in de Waal

In de planstudie voor de herinrichting van Heesseltsche Uiterwaarden blijkt dat op een aantal locaties hoge dwarsstromen kunnen optreden die mogelijk hinder veroorzaken voor de scheepvaart. In het Rivierkundig Beoordelingskader wordt hiervoor als criterium een maximaal toelaatbare dwarsstroming van 0,15 m/s op de normaallijnen van de Waal aangehouden. In figuur 16 is te zien dat bij het oorspronkelijke ontwerp van de planstudie (voorkeursalternatief "VKA streefbeeld") deze grenswaarde op een aantal locaties wordt overschreden. Verdere optimalisatie van het ontwerp ("VKA 4") heeft geleid tot lagere dwarsstromen, maar nog steeds zijn in- en uitstroomlocaties bij rkm925 en rkm928 kritieke punten. Bij hoge rivierafvoeren (Bovenrijn-afvoer boven 7.000 m³/s) zal een afvoeromleiding naar de Hoogwatergeul Varik-Heesselt leiden tot minder sterke toestroom naar de uiterwaard bij rkm925 en ook tot een geleidelijkere terugstroom naar de Waal bij rkm928. De verwachting is dat de Hoogwatergeul dus een positieve uitwerking heeft op het geconstateerde dwarsstroomprobleem bij deze twee locaties¹⁶.

Speciaal aandachtspunt is het benedenstroomse deel van planstudie Heesseltsche Uiterwaarden (nabij rkm 930), waar nu een relatief grotere uiterwaard-afvoer wordt teruggeleid naar de Waal. Het verdient aanbeveling om voor deze locatie een gedetailleerdere studie uit te voeren om mogelijke versterking van dwarsstroming ten gevolge teruggeleide stroming in de uiterwaard inzichtelijk te maken.

¹⁶ Maar dan moet de hoogwatergeul wel regelmatig meestromen. Eens in de 4 jaar of minder is dan wellicht niet voldoende.



Figuur 16. Dwaarsstroomsnelheden bij planstudie Heesselt (PR1701.20) bij verschillende Bovenrijn-afvoeren Q_{BR} . IN deze grafieken hebben "inlaat" en "uitlaat" betrekking op de in- en uitsroomlocaties van de geplande grote nevengeul in de Heesseltsche uiterwaarden (rkm = rivierkilometer).

3.7 Conclusies

Tabel 6 geeft een samenvattend overzicht van eigenschappen van de hoogwatergeul en de inlaatdrempel waarmee de gewenste waterstanddaling van 45 cm kan worden bereikt. Ter illustratie zijn ook twee situaties opgenomen waar slechts 30 cm waterstanddaling wordt bereikt. Om een waterstanddaling van rond 45 cm te bereiken moet dus gezocht worden naar een hoogwatergeulontwerp van ca. 400 tot 500 m breedte en met een inlaatdrempel die eens per 4 jaar of vaker overstroomt.

Effectieve lengte (m) (lengte geul + 3km)	Min. breedte geul (m)	Afgraving geul? (m)	Min. breedte drempel (m)	Max. hoogte drempel (m+NAP)	Overstromings-frequentie (1/jaar)	Sedimentatie in hoofdgeul?	Dwaarsstroom in hoofdgeul?	dh (m)
6000	500	0	500	7.7	1/4	0	0	~0.45
5500	500	0.5	500	7.7	1/4	0	0	~0.45
6500	450	0	450	7.4	1/3	0	+	~0.45
6000	450	0.5	450	7.4	1/3	0	+	~0.45
6000	400	1.5	400	7.0	1/2	0	+	~0.45
6000	400	1.5	340	6.5	1 week/jaar	-	++	~0.45
6000	300	0	500	8.5	1/14	0	0	~0.30
6000	300	0	400	8.1	1/8	0	0	~0.30

Tabel 6. Overzicht van eigenschappen en geschat effect op waterstanddaling bij Hoogwatergeul Varik-Heesselt. Invloeden op sedimentatie en dwarsstroom zijn kwalitatief aangeduid: negatieve uitwerking (-), geen effect/neutraal (0), positieve uitwerking (+ of ++).

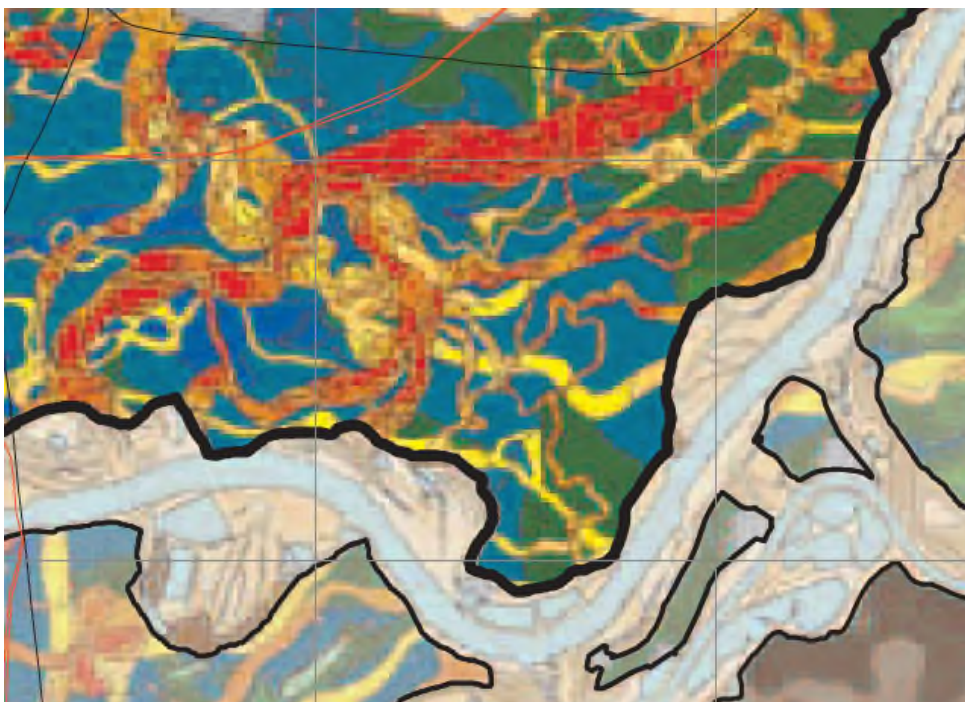
4 Landschappelijke inpassing

4.1 Inleiding

Met het bepalen van de bandbreedte wordt de eerste stap gezet in de gebiedsontwikkeling rondom de hoogwatergeul Varik-Heesselt. Om dit verdere proces goed te kunnen doorlopen, zijn in deze fase een aantal mogelijke opties voor de hoogwatergeul in drie alternatieven uitgewerkt. Het is in deze fase vooral van belang dat deze alternatieven een duidelijk beeld geven van wat hier mogelijk is: wat zijn de mogelijke tracés, welke landschappelijke invulling is er mogelijk binnen de nevengeul, wat is het ruimtebeslag van de dijken, wat zijn de mogelijkheden voor de aansluiting op de Waal boven- en benedenstrooms etc. Tegelijkertijd moeten de alternatieven niet al te gedetailleerd zijn; er moet ruimte blijven voor nadere uitwerkingen en een verdere invulling in de vervolgstappen. De drie geselecteerde opties zijn reële alternatieven, dat wil zeggen dat ze technisch uitvoerbaar zijn. Het hoeft niet zo te zijn dat de alternatieven voor 100% voldoen aan de randvoorwaarden en uitgangspunten. Daar waar het knelt worden te zijner tijd in overleg met de verschillende omgevingspartijen en het bevoegd gezag voorstellen voor mitigatie, compensatie of anderszins voorgesteld.

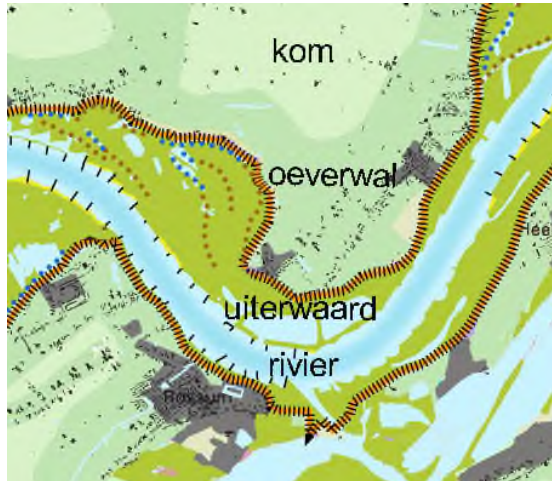
4.2 Kwaliteitsdragers in het landschap

De Waal is een relatief jonge rivier, pas in de Middeleeuwen is ze ontstaan. Voor die tijd stroomde ze verder naar het noorden, ter hoogte van de huidige Linge en nog weer langer geleden was de loop weer anders. De oude stroombanen van de rivier zijn terug te vinden in de bodem aan de hand van zogenaamde zandbanen. Een tweetal zandbanen loopt noordoost-zuidwest juist ten noorden van het projectgebied (zie figuur 17). Ze dateren uit de Romeinse tijd en zijn voor een deel nog in het huidige landschap te herkennen aan de hoogte en de dorpen die er op liggen (bv Est). Ze hebben een hoge archeologische waarde. Door het studiegebied zelf lopen van zuidoost naar noordwest een tweetal veel oudere stroombanen. Ze liggen zo diep in de bodem dat ze aan het oppervlak niet meer te zien zijn. Wanneer er in het gebied gegraven zal worden, komen deze zandbanen aan de oppervlakte.



Figuur 17. Zandbanenkaart zuidelijke Tielerwaard. De rode banen zijn de jongere stroomgordels (ca 2500 jaar oud), de oranje banen zijn ca 3500 jaar oud en de gele ca 4500 jaar (Zand in Banen, 2010)

In het projectgebied zijn daarom vooral de recente afzettingen van de rivier terug te vinden. Dit is herkenbaar aan de voor het rivierengebied karakteristieke opbouw, met haaks op de Waal en parallel aan de dijk de kenmerkende reeks van landschapstypen: rivier – uiterwaard – oeverwal – kom (zie figuur 18). Het leidt tot een herkenbaar dwarsprofiel in het rivierenlandschap.

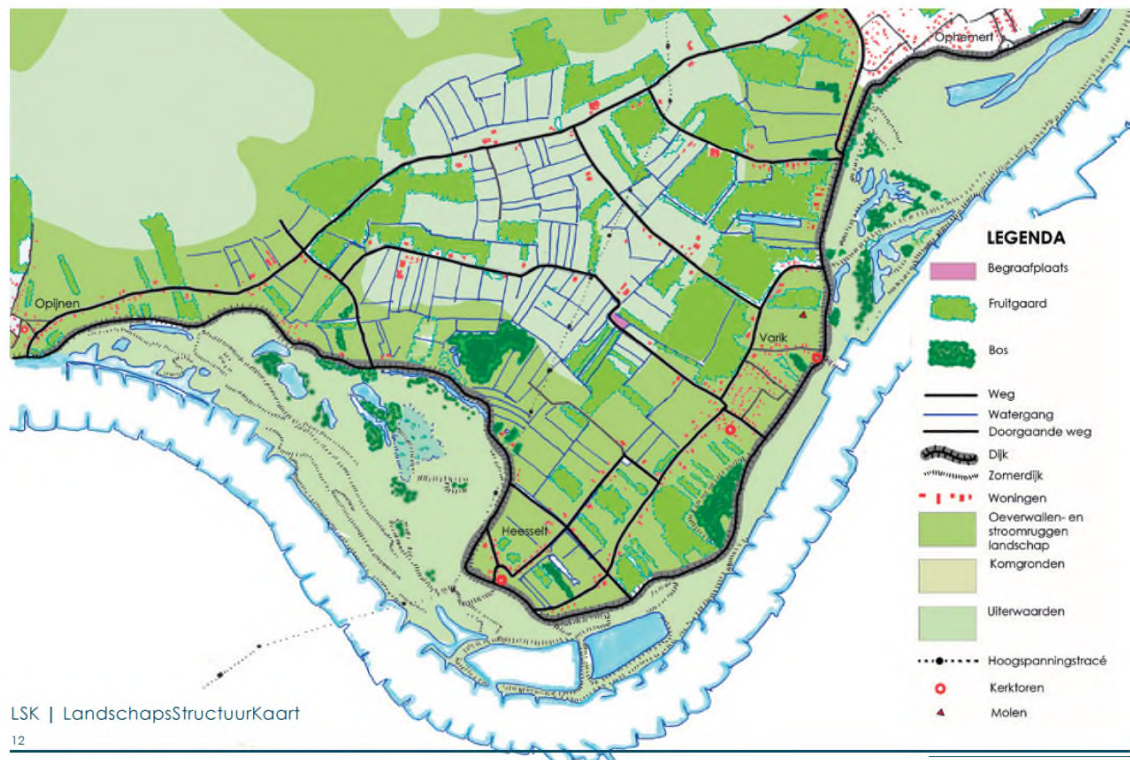


Figuur 18. Het rivierengebied kent een duidelijk herkenbare opeenvolging van landschappen: de rivier, de uiterwaarden, de dijk, de oeverwal en de kom.

Deze opbouw is deels ontstaan voor de aanleg van de winterdijk in de 13 eeuw; daarna hebben binnen- en buitendijks zich verschillend ontwikkeld. Binnendijks staan de woningen, beschermd tegen het water, wordt akkerbouw bedreven en zijn er boomgaarden. De boomgaarden zijn vanouds geconcentreerd op de oeverwal, hier vinden we ook de meeste bewoning; zo liggen Varik en Heesselt en het er tussen liggende bebouwingslint op de oeverwal. Het meer open akkerland ligt vooral in de kom, hier vinden we ook minder huizen, op vooral recent gebouwde woningen en boerderijen na. Buitendijks vinden we een afwisseling van agrarische percelen, vooral veeteelt, en natuurgebied met moeras, wilgenbos en stroomdalgraslanden. Alles wat buitendijks gebeurt moet aangepast zijn aan een overstroming door het water. Er ligt vooral grasland. Dichtbij de dijk is het landschap vaak kleinschalig, de zogenaamde dijkzone. Deze opbouw is ook af te lezen uit de landschapsstructuurkaart (zie figuur 20).



Figuur 19. Karakteristieke opbouw van het gebied zichtbaar is, met op de voorgrond de uiterwaarden met grasland, daarachter de dijkzone met de meeste bebouwing, de oeverwal met daarop de meeste boomgaarden en achteraan de kom met veelal akkerland [Antea Group]



Figuur 20. Landschapsstructuurkaart van het gebied.

In het projectgebied zelf liggen geen heel duidelijke aanknopingspunten om de geul op aan te sluiten, zoals bijvoorbeeld een historische stroombaan, de hoogteverdeling, ontsluitingsroutes of de verkaveling. Wel zijn er een aantal meer op zichzelf staande elementen die belangrijk zijn om rekening mee te houden:

- het kerkhof aan de Weiweg;
- het complex met kromakkers halverwege Heesselt en Opijnen;
- de dorpskernen van Varik en Heesselt met een aantal gemeentelijk monumenten en rijksmonumenten;
- het bebouwingslint tussen de beide dorpen;
- de toegangswegen naar dorpen;
- de hoogspanningsleiding.

Verder is het belangrijk om bij de beide uiteinden rekening te houden met de aansluiting op de uiterwaarden.

4.3 Ligging van een hoogwatergeul

Zoals in paragraaf 4.2 aangegeven zijn er in het huidige landschap geen duidelijke aanknopingspunten om de nevengeul op aan te sluiten. Bij de keuze voor de tracés van de alternatieven hebben daarom de volgende twee invalshoeken centraal gestaan:

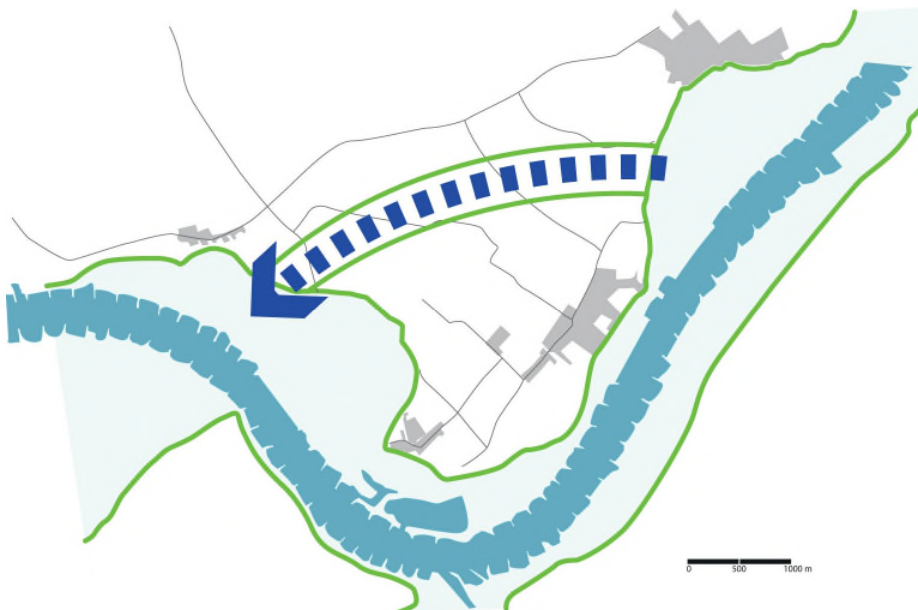
- het aantal woningen en bedrijven dat wordt geraakt door de nevengeul;
- de afmetingen en opbouw van het eiland dat ontstaat en de mogelijkheden die hier zijn voor ontwikkeling.



Figuur 21. Foto's hoogspanningsleiding nabij Heesselt (links) agrarisch gebruik van het binnendijkse gebied (rechts)

Naar aanleiding van deze keuze zijn twee mogelijkheden verkend voor het tracé:

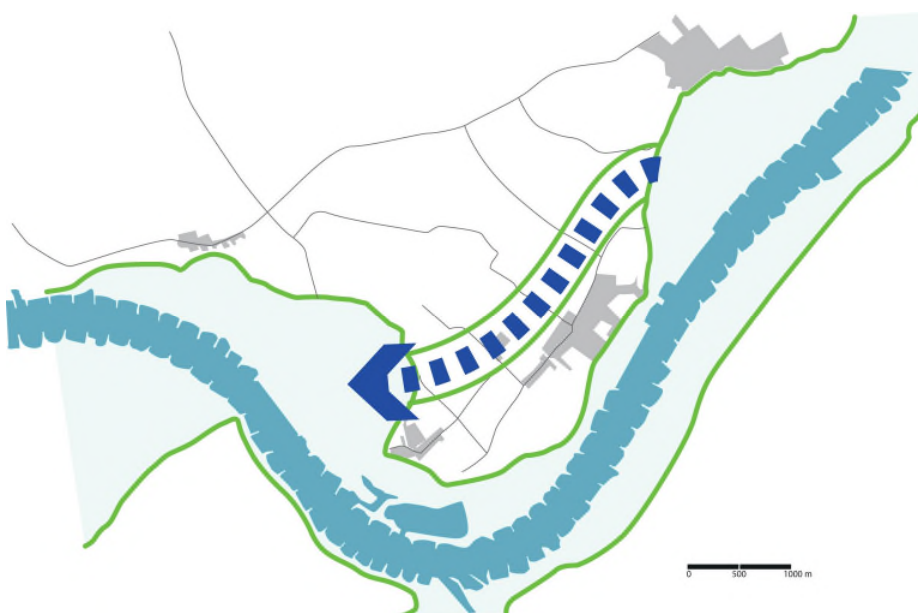
- een relatief lange noordelijke nevengeul (figuur 22)
- een relatief korte zuidelijke nevengeul (figuur 23)



Figuur 22. indicatieve ligging van het noordelijke tracé.

Voordelen zuidelijke tracé:

- Er zou nagedacht kunnen worden over een meer bebouwde, mogelijk zelfs enigszins stedelijke invulling van de dijk aan de kant van Heesselt, maar daar staat tegenover dat dit niet direct past bij het dorpse karakter van deze woonkern;
- De geul vraagt (door een kortere lengte) minder ruimte, zodat er meer ruimte overblijft waar de huidige functies onveranderd doorgang kunnen vinden.



Figuur 23. indicatieve ligging van het zuidelijke tracé.

Nadelen zuidelijk tracé:

- Het water wordt sneller naar De Waal terug geleid, waardoor het effect op de waterstand bij een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith 5 tot 10 cm kleiner zal zijn (het hoofddoel wordt daarmee niet gehaald);
- De uitstroom van de geul ligt dichtbij die van de grote nevengeul in het plan voor de herinrichting van de Heesseltsche Uiterwaarden (wanneer dat leidt tot opstuwing is mogelijk een aanpassing van de plannen voor de Heesseltsche Uiterwaarden nodig);
- De geul ligt ingesloten tussen de begraafplaats en Heesselt kan daarmee minder robuust en adaptief worden uitgevoerd;
- De archeologische waarden in dit tracé zijn naar verwachting hoger dan in een noordelijk tracé;
- Er ontstaat een fysieke barrière tussen de begraafplaats en Heesselt die alleen met de aanleg van bruggen is te slechten;
- Omdat de ruimte beperkt is, zal waarschijnlijk ook vergraving van het huidige maaiveld nodig zijn, waardoor de kwel aan weerszijden van de geul kan toenemen;
- Rondom de geul is meer (kwelgevoelige) bebouwing aanwezig;
- Dit tracé loopt grotendeels over de oeverwal, wat de capaciteit verkleint, tenzij het maaiveld ca 1 m verlaagd wordt
- Het eiland Heesselt is bij dit tracé aanzienlijk kleiner qua omvang (gevoel van beslotenheid neemt toe).

Op grond van de voor- en nadelen is er voor gekozen om de 3 alternatieven alle voor het noordelijke tracé uit te werken. Vooral het feit dat het zuidelijke tracé niet de vereiste waterstanddaling oplevert en het beperkte draagvlak voor een nevengeul zo dicht bij de dorpen is hiervoor doorslaggevend.

4.4 Vormgeving en inrichting

Voor het noordelijke tracé zijn 3 alternatieven uitgewerkt. Deze alternatieven hebben hun instroom steeds juist ten noorden van Varik, ruwweg tussen de Achterstraat en de Uylenburgse straat. Vanaf daar loopt de geul in west tot westzuidwestelijke richting door het binnendijkse gebied naar de uitstroom die voor alle alternatieven halverwege Heesselt en Opijnen ligt. De verschillen tussen de alternatieven worden vooral bepaald door de vorm van het tracé, de breedte van de nevengeul, de hoogte en uitvoering van de in- en uitstroombrempel en het mogelijke landgebruik. Er is deze alternatieven uitgegaan van traditionele dijken; in een latere fase kunnen ook andere typen dijken worden bekeken, zoals bredere dijken waar ook op gewoond kan worden.

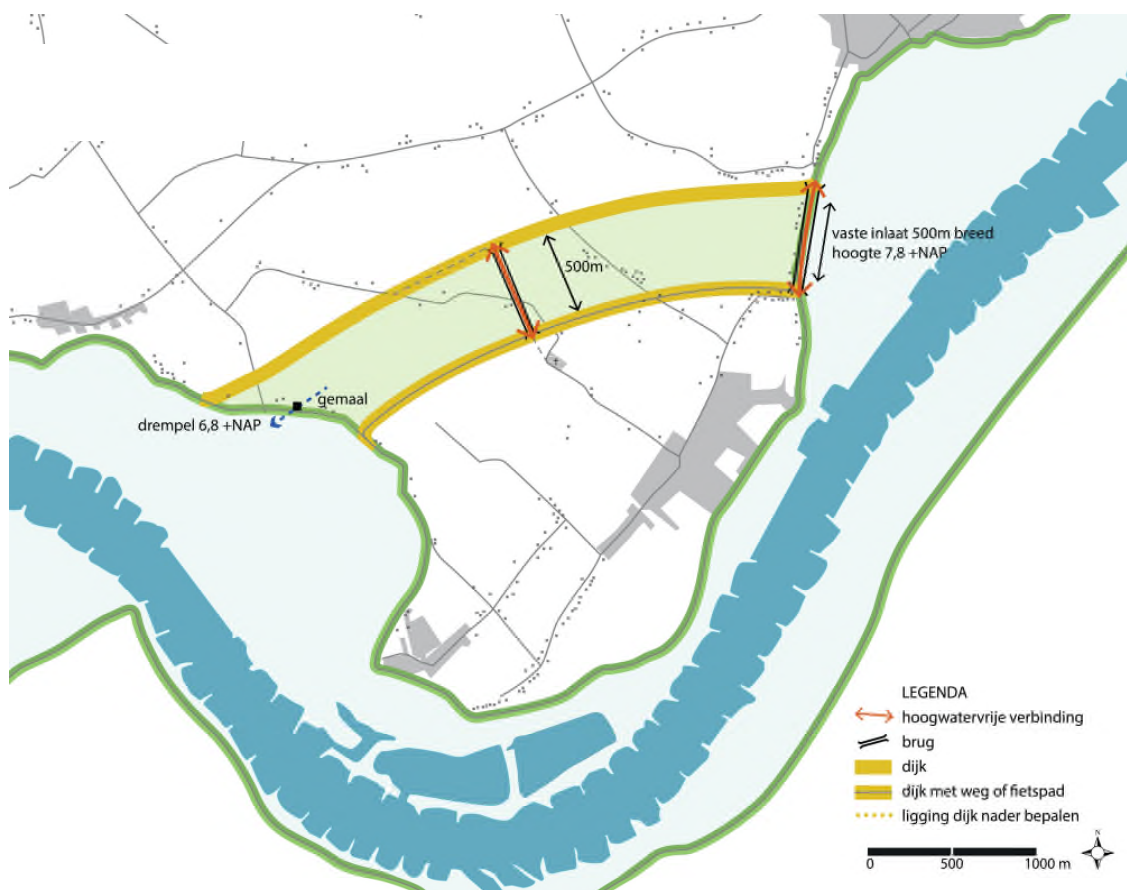
De dijkhoogte is vergelijkbaar met de huidige dijkhoogte: 10,3 m bij de instroom, aflopend naar 9,3 m bij de uitstroom. Alle alternatieven gaan uit van minimaal 2 verbindingen die ook tijdens (extreem) hoogwater gebruikt kunnen worden. Per alternatief zijn de kansen en wensen beschreven, zoals die vanuit de klankbordgroep en de expertgroep zijn aangegeven.

De alternatieven geven samen de bandbreedte weer. De elementen in de alternatieven zijn zo gekozen dat er uit is gegaan van logische combinaties. Zo heeft het alternatief met het meeste water ook de hoogste frequentie van in- en doorstromen. Maar deze keuzes liggen nu nog zeker niet vast en de elementen zijn grotendeels uitwisselbaar. In een latere fase kan er over en weer verder gevarieerd worden en kunnen nieuwe alternatieven ontstaan die bestaan uit combinaties van de nu gepresenteerde alternatieven.

4.4.1 **Alternatief 1: functioneel**

Algemene karakteristiek

De functionele variant is afgeleid van de structuurvisie zoals die door de Provincie Gelderland is opgesteld. Het gaat om een vrijwel rechte nevengeul zonder vergraving van het maaiveld.



Figuur 24. Alternatief Functioneel

Maatvoering

De nevengeul is 3.200 m lang en over het hele tracé 500 m breed. Inclusief de dijken bedraagt het ruimtebeslag ca. 600 m.

Instroomdrempel

De instroomdrempel is 500 m breed, wat betekent dat een deel van de huizen langs de Achterstraat zal moeten wijken voor de nevengeul. De drempel is vast, zonder inlaatwerk en heeft een hoogte van 7,8 m +NAP, dit is 2,5 m lager dan de huidige winterdijk ter plaatse.

Uitstroombrempel

Benedenstrooms ligt een uitstroombrempel op de plaats van de huidige winterdijk, die daartoe wordt verlaagd; deze brempel is 6,5 m hoog.

Overstromingsfrequentie en landgebruiksmogelijkheden

De instroombrempel overstroomt gemiddeld eens in de 4 jaar, de uitstroombrempel iets vaker, ca eens in de 3 jaar. Dit is minder dan de huidige uiterwaarden achter de zomerkade, die gemiddeld eens in de 1,5 jaar overstroomt. Deze overstromingsfrequentie, maakt een agrarisch gebruik van de nevengeul mogelijk. Fruitteelt is niet meer mogelijk. Om het water na een overstroming snel weer af te kunnen voeren en overtollig regenwater uit te kunnen slaan is een gemaal nodig dat het water vanuit de nevengeul naar de Heesseltsche uiterwaard pompt.

Bereikbaarheid

Naast de twee hoogwatervrije toegangswegen kunnen de huidige toegangswegen blijven bestaan. Zij liggen op het maaiveld en overstroomt tijdens een hoogwaterperiode.

Kansen en wensen

In het alternatief functioneel ligt de nadruk op het behoud van de agrarisch functie. Het gebied van de nevengeul wordt niet vergraven en overstroomt alleen in het winterhalfjaar (in de vorige eeuw is deze waterstand één keer in het zomerhalfjaar overschreden). Het gebied leent zich het best voor grasland en op de hogere, drogere delen (de oeverwal) ook voor akkerbouw. De recreatieve mogelijkheden in het gebied zijn vergelijkbaar met de huidige situatie, dwz dat het vooral gebruikt zal worden door fietsers. De nieuwe dijken zijn vooral interessant als fietsverbinding en maken nieuwe fietsrondjes mogelijk; de zuidelijke dijk blijft autovrij. Het open, onbebouwde landschap binnen de nevengeul is ook interessant voor windenergie. In tabel 6 en de figuur in bijlage 1 zijn de meekoppelkansen van alternatief functioneel aangegeven.

4.4.2 Alternatief 2: Compact

Algemene karakteristiek

De compacte variant gaat uit van een zo minimaal mogelijk ruimtebeslag voor de nevengeul en de dijken. Het gebied waar een functieverandering plaats zal vinden is daarmee zo klein mogelijk. Het tracé maakt na de instroom een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken. Door de smalle uitvoering en dit tracé is het aantal huizen dat moet wijken beperkt. Om een zo smal mogelijke nevengeul mogelijk te maken zal er binnen de nieuwe stroombaan een nieuwe bedding uitgegraven moeten worden die permanent water bevat.

Maatvoering

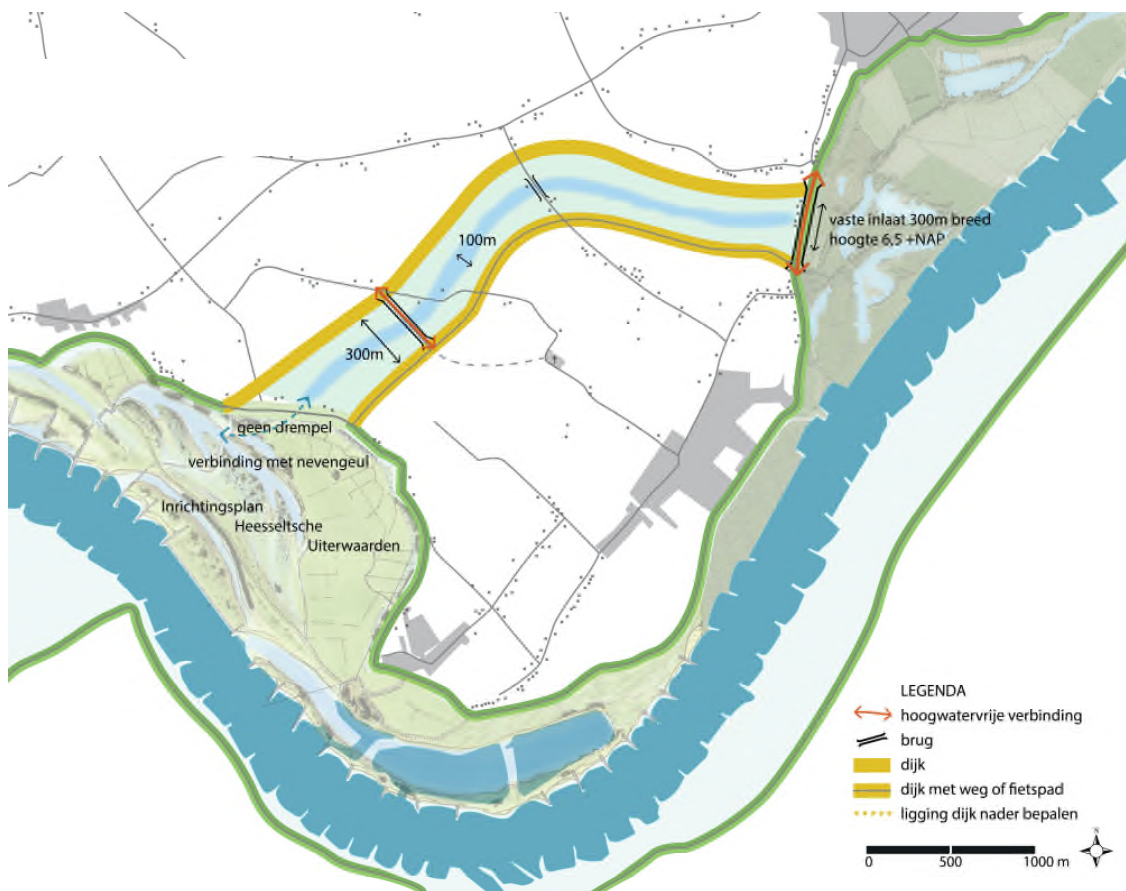
De nevengeul is 3600 m lang en over het hele tracé ca 300 m breed. Inclusief de dijken bedraagt het ruimtebeslag ca. 400 m. De nieuwe bedding binnen de nevengeul is ca 100 m breed en wordt aan weerszijden omzoomd door ca 100 m onvergraven land tot aan de voet van de dijk. De nieuwe bedding is ca 3 m diep en de waterdiepte is onder gemiddelde omstandigheden ca 2 m.

Instroombrempel

De instroombrempel is 300 m breed. De brempel is vast, zonder inlaatwerk en heeft een hoogte van 6,5 m +NAP, dit is bijna 4 m lager dan de huidige winterdijk ter plaatse en 1,5 hoger dan de uiterwaard.

Uitstroombrempel

Benedenstrooms ligt geen uitstroombrempel. Deze is niet nodig omdat de huidige zomerkade in de Heesseltsche uiterwaard als uitstroombrempel zal gaan fungeren. Deze zomerkade heeft een hoogte van ca 6 m +NAP. Het terrein van de nevengeul loopt als het ware door in de Heesseltsche uiterwaard. De plaats van de voormalige dijk kan wel zichtbaar blijven in het landschap, bv door er een fietspad of weg te laten lopen.



Figuur 25. Alternatief Compact

Overstromingsfrequentie en landgebruiksmogelijkheden

De instroomdrempel overstroomt gemiddeld eens in de 2 jaar, de uitstroomdrempel (in dit geval de kade in de Heesseltse Uiterwaard) iets vaker, ca eens in de 1,5 jaar. Deze vergraving binnen de nevengeul maakt het gebied minder geschikt voor agrarisch gebruik. Een wat hogere overstromingsfrequentie is daarom geen bezwaar. Na een overstroming hoeft het water ook niet zo snel mogelijk afgevoerd te worden. Afwatering onder vrij verval is mogelijk via een sloot die de bedding in de nevengeul verbindt met de strangen in de Heesseltse Uiterwaard. Omdat het gebied van de geul lager ligt dan de gronden buiten de nevengeul, is de verwachting dat dit niet of nauwelijks tot een toename van de kwel zal leiden.

Bereikbaarheid

Naast de twee hoogwatervrije toegangswegen kunnen één of twee van de huidige toegangswegen blijven bestaan. Zij liggen op het maaiveld en overstroomt tijdens een hoogwaterperiode. Ter plaatse van de nieuwe bedding ligt een brug die ook kan overstroomen.

Kansen en wensen

Het alternatief compact betekent de grootste verandering voor het binnendijkse landschap. Het gebied tussen de beide nieuwe dijken wordt deels vergraven en er ontstaat een 3,5 km lange watergang. De smalle landzone tussen de dijk en het water is nog beperkt geschikt voor agrarisch gebruik (vnl grasland), maar kan ook benut worden voor recreatie voorzieningen of bv een aantal vakantiewoningen (ook drijvend). Ook een natuurlijke invulling van de graslanden en oevers is mogelijk. Zo ontstaat er een meer kleinschalig gebied dat landschappelijk interessant is. Dit landschap en het water maken dit alternatief aantrekkelijk voor tal van natuurgebonden recreatievormen, zoals zeilen, kanoën, zwemmen, fietsen, wandelen, struinen etc. De oevers van het water kunnen aantrekkelijk worden ingericht met strandjes en brede rietzomen. Er kan gevist worden en 's winters ontstaat er bij vorst een prachtige ijsbaan. Water dat 's winters in de nieuwe geul wordt opgeslagen, kan in droge zomers voor agrarische gebruik binnendijs worden gebruikt.

Het afwisselende landschap maakt wonen op de dijken, met uitzicht over het gebied, extra aantrekkelijk. In figuur in bijlage 2A en 2B en tabel 6 zijn de meekoppelkansen van alternatief compact aangegeven. Daarbij is puur gekeken naar mogelijkheden, nog niet naar draagvlak bij overheden, omwonenden en ondernemers. Niet uit te sluiten valt dat een of meer meekoppelmogelijkheden om deze reden al eerder zijn afgevallen.

Overzicht meekoppelkansen	Functioneel	Ruim	Compact
Agrarisch landgebruik			
Grasland	x	x	x
Akkerbouw	x	x	
Innovatieve agrarische functies		x	
Agrarisch natuurbeheer			x
Recreatief medegebruik			
Vissen		x	x
Zeilen			x
Surfen			x
Struinen		x	x
Fietsrondje	x	x	x
Kanoën			x
Natuurcamping		x	x
Vogelkijkhut		x	x
Zwemmen			x
Bungalow park			x
IJsbaan			x
Overig landgebruik			
Natuurlijke dynamische oeverzones			x
Rietmoeras		x	x
Eilandje			x
Natuurlijk grasland		x	x
Zoetwaterbuffer		x	x
Ecologische verbinding		x	2x
Wonen			
Drijvend wonen		x	x
Wonen op terp		x	
Wonen op de dijk	x	x	x
Energie			
Windmolens	x		

Tabel 7. Meekoppelkansen per alternatief

4.4.3 Alternatief 3: Ruim

Algemene karakteristiek

De ruime variant gaat uit van een zo groot mogelijk ruimtebeslag voor de nevengemaal en de dijken, zonder dat daarbij extra huizen hoeven te wijken. Het gebied dan van binnen- naar buitendijks wordt omgezet wordt daarmee het grootst. Het tracé maakt na de instroom een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken. De instroomopening is wel zo smal gekozen dat de huizen langs de Achterstraat niet worden geraakt. Vanwege het grote ruimtebeslag is er ruimte genoeg voor het stromende water en is een vergraving van de nieuwe stroombaan vanuit het oogpunt van de rivierkundige taakstelling niet nodig.

Maatvoering

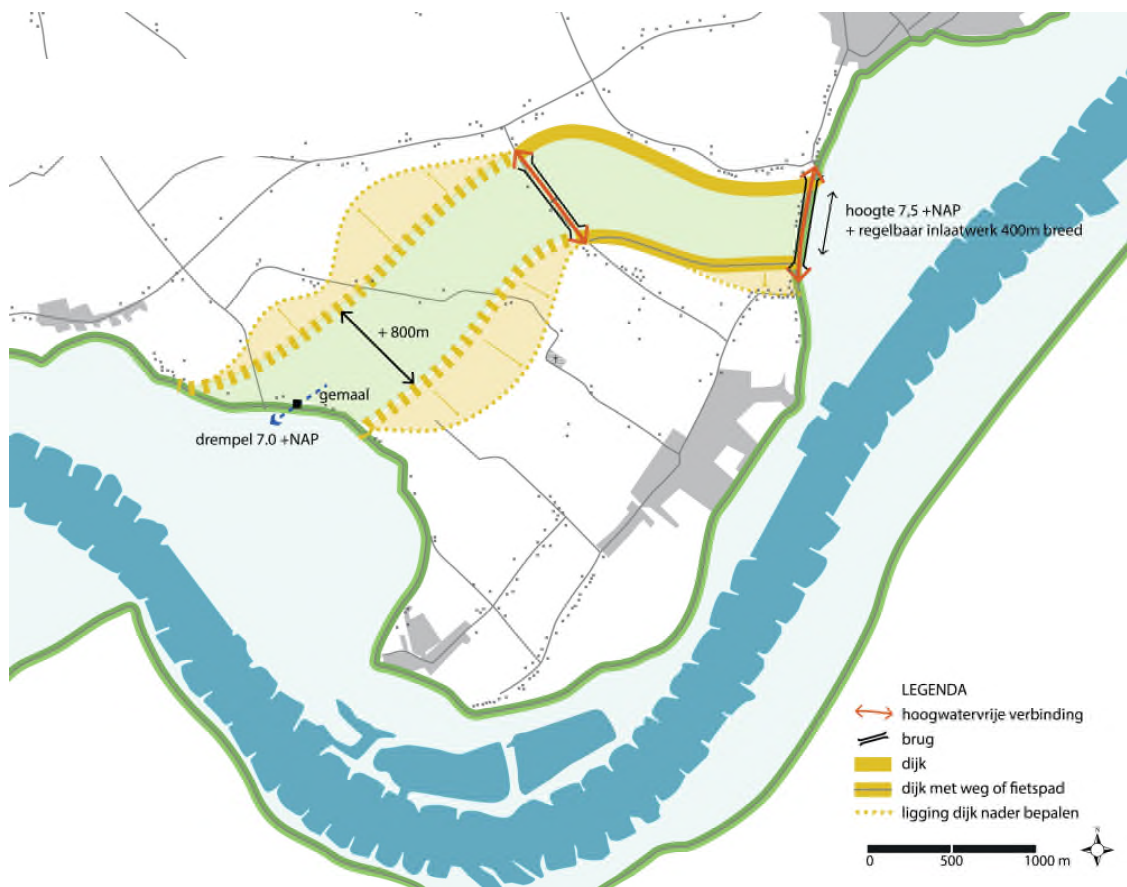
De nevengeul is 3600 m lang en varieert in breedte van ca 400 m bij de instroom tot mogelijk meer dan 800 m. Inclusief de dijken bedraagt het ruimtebeslag nog ca. 100 m meer.

Instroomdrempel

De instroomdrempel is ca 400 m breed. De drempel heeft een is flexibel, met een inlaatwerk. De minimale hoogte van de drempel zelf is 7,0 m +NAP.

Uitstroomdrempel

Benedenstrooms ligt een uitstroomdrempel op de plaats van de huidige winterdijk, die daartoe wordt verlaagd; deze drempel is 7,5 m hoog.



Figuur 26. Alternatief Ruim

Overstromingsfrequentie en landgebruiksmogelijkheden

De overstromingsfrequentie wordt bepaald door de hoogte van de uitstroomdrempel. Een hoogte van 7,5 m betekent dat de nevengeul vanaf die zijde eens in de 15 jaar instroomt. Vanaf de instroomzijde wordt met het inlaatwerk bepaald wanneer de nevengeul doorstroomt. In feite is dit alleen nodig als er zich een extreme waterstand voordoet, maar een hogere frequentie is mogelijk. Deze lage overstromingsfrequentie, maakt een agrarisch gebruik van de nevengeul mogelijk. Fruitteelt is niet meer mogelijk. Om het water na een overstroming snel weer af te kunnen voeren en overtollig regenwater uit te kunnen slaan is een gemaal nodig dat het water vanuit de nevengeul naar de Heesseltsche uiterwaard pompt.

Bereikbaarheid

Naast de twee hoogwatervrije toegangswegen kunnen de huidige toegangswegen blijven bestaan. Zij liggen op het maaiveld en overstromen tijdens een hoogwaterperiode.

Kansen en wensen

Een ruime hoogwatergeul biedt ruimte voor toegevoegd programma en meerwaarde voor gebruik, functie en beleving. In tabel 6 en bijlagen 3A en 3B zijn de mogelijkheden in beeld gebracht. Denk aan seizoensgebonden elementen, natuurontwikkeling zoals een rietmoeras en ondiep oppervlaktewater. De nevengeul kan juist op een 'verweven' manier in het landschap gelegd worden, waarbij de dijken geen strakke begrenzingen zijn, maar juist een geleidelijke overgang. Agrarisch gebied blijft mogelijk en door de grote buitendijkse ruimte kunnen dat ook vormen zijn die enige opstuwing van het water veroorzaken. Er is ruimte voor nieuwe vormen van landbouw, dat zich verdraagt met een zeldzame overstroming. Vanwege de grote ruimte, kan er op beperkte schaal ook gebouwd worden in het gebied, in de vorm van huizen of boerderijen op terpen. Ook kan er gewoond worden op de dijk, met uitzicht over het gebied.

Bij de inlaat kan indien gewenst ook de maximale ruimte gezocht worden, wat kan betekenen dat bijv. de Achterstraat juist verwijderd wordt tbv een (klimaat)dijk met daarop woningen met zicht over de instroom van de nevengeul en de Waal. Water in het gebied kan als buffer worden ingericht dat in droge zomers naar binnendijs kan worden gevoerd.



Figuur 27. Heesseltsche Uiterwaarden

5 Beoordelingskader

In het vervolg van deze bandbreedtestudie worden alternatieven verder uitgewerkt, onderzocht en beoordeeld. Daarbij worden ze beoordeeld op de **mate van doelbereik** en de effecten die de alternatieven hebben op uiteenlopende **beoordelingscriteria**. Op basis daarvan kan een voorkeursalternatief worden vastgesteld. Dat kan één van de beoordeelde alternatieven zijn of een combinatie daarvan. Daarbij zijn ook de kosten, de mate van draagvlak, de risico's, te doorlopen procedures en leemten in kennis van belang. Het is goed om dat te beseffen, maar in dit hoofdstuk worden ze buiten beschouwing gelaten. Volstaan wordt met de beschrijving van een voorlopig beoordelingskader, waarin onderscheid gemaakt wordt tussen:

- de mate van doelbereik (afgeleid van de hoofd- en nevendoelen);
- overige beoordelingscriteria (afgeleid van de eerder geformuleerde wettelijke randvoorwaarden en regionale wensen en ambities).

Het beoordelingskader wordt in de latere verkenning verder uitgewerkt.

5.1 Mate van doelbereik

In de verkenning wordt geanalyseerd in hoeverre de alternatieven bijdragen aan de hoofd- en nevendoelstellingen.

De volgende **hoofddoelstelling** staat centraal voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt:

- Het verhogen van de waterveiligheid: De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt heeft als doelstelling het zorgen voor een waterstanddaling op de Waal van minimaal 45 cm bij een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith.

Daarnaast geldt de volgende **nevendoelstelling**:

- Benutten van meekoppelkansen op het gebied van infrastructuur, landbouw, wonen, ecologie, recreatie en energie voor ontwikkeling van het gebied zelf zonder significante, negatieve effecten op het nagestreefde (en met de hoogwatergeul beoogde) veiligheidsdoel.

De hoofddoelstelling wordt in het vervolg van deze bandbreedtestudie gekwantificeerd met behulp van modelberekeningen. Ook de mate waarin wordt bijgedragen aan de nevendoelstellingen, wordt zoveel mogelijk gekwantificeerd. Waar dat niet mogelijk is, wordt gebruik gemaakt van een kwalitatieve beoordeling met met 'plussen en minnen' (een zogenaamde 7-punts beoordelingsschaal). De 'vertaling' van de manier waarop een effect beoordeeld wordt tot een score vindt plaats op basis van nader onderzoek en expert judgement.

Score	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
--	Sterk negatief effect kan optreden
-	Negatief effect kan optreden
0/-	Licht negatief effect kan optreden
0	Neutraal effect / geen significant effect
0/+	Licht positief / gunstig effect kan optreden
+	Positief / gunstig effect kan optreden
++	Sterk positief / gunstig effect kan optreden

Tabel 8. Zevenpuntsbeoordelingsschaal

5.2 Overige beoordelingscriteria

Overige beoordelingscriteria die van belang zijn voor de analyse van alternatieven zijn in onderstaande tabel weergegeven. Ze zijn afgeleid van wettelijke en beleidsmatige randvoorwaarden en van de regionale wensen en ambities. Ook deze criteria worden in het vervolg kwantitatief en of kwalitatief beoordeeld. Daarbij worden alternatieven vergeleken met de referentiesituatie (situatie 2015) rekening houdend met autonome ontwikkelingen.

Onderwerpen	Beoordelingscriteria
Rivierkunde	Mate van sedimentatie in de hoogwatergeul en in de vaargeul op de Waal
	Mate van dwarsstroming in de vaargeul
	Effect op de scheepvaart
	Effect op waterbouwkundige constructies in de Waal
	Mate van toename MHW benedenstrooms
Water	Effect op kwel en grondwaterstanden achterland
	Effect op stabiliteit primaire waterkering (inclusief risico's piping)
	Mate van robuustheid dijken
	Effecten op KRW-doelen
	Effect op (grond)waterkwaliteit
Ecologie	Effect op Natura 2000 gebieden
	Effect op GNN Gelders Natuurnetwerk (GNN) en (GO) Groene Ontwikkelingszones
	Effect op beschermde flora en fauna
	Barrièrewerking (verstoring ecologische samenhang)
Bodem	Effect op bodemkwaliteit
	Mate van vrijkomende (verontreinigde) grond/grondbalans
	Effect op aardkundige waarden
Landschap, cultuurhistorie en archeologie	Effect op landschappelijke waarden
	Aantasting (of versterking) visuele kwaliteit
	Effect op cultuurhistorische waarden: - historisch bouwkundige (beschermde) waarden - geografische waarden (inclusief ensemblewaarde)
	Effect op archeologische waarden: - archeologische verwachtingswaarde - archeologische beschermde waarden
Recreatie	Mogelijkheden voor waterrecreatie
	Mogelijkheden voor verblijfsrecreatie
	Mogelijkheden voor overige recreatie (inclusief fiets- en wandelrecreatie)
Ruimtelijke kwaliteit	Belevingswaarde
	Gebruikswaarde
	Toekomstwaarde
Infrastructuur	Effect op verkeersafwikkeling
	Effect op verkeersveiligheid
	Mate van bereikbaarheid (voor hulpdiensten)
	Effect op externe veiligheid (inclusief hoogspanningsleiding)
Beheer en onderhoud	Wijziging van lengte aan dijken en gebruik van dijken (beheerbaarheid dijken)
	Mate van beheersinspanning buiten en binnendijs
	Wijzigingen in het baggerwerk
Landbouw	Verandering areaal landbouwgrond
	Mate van doorsnijding percelen
	Mate van schade aan de landbouw (nat, droog)
Wonen	Uitbereiding of verlies aan woningvoorraad
	Beïnvloeding van de leefkwaliteit van de woonomgeving (hinder tijdens uitvoering)
Werken	Verandering areaal werklocaties
Energie	Mate waarin voorzien is in het winnen van duurzame energie

Tabel 9. Voorzet beoordelingsaspecten hoogwatergeul Varik-Heesselt

6 Samenvatting en conclusies

Door klimaatveranderingen zal de Waal in de toekomst grotere hoeveelheden water moeten kunnen afvoeren dan nu het geval is. De verwachting is dat de maatregelen die nu worden getroffen om de Waal veiliger te maken, voor de langere termijn nog niet voldoende zijn. Rijk, provincie en gemeenten anticiperen hier onder meer op met het Deltaprogramma Rivieren (DPR). Voor het westelijke deel van de Waal is de insteek om te kiezen voor een combinatie van rivierverruiming en dijkmaatregelen. Dit is vastgelegd in de voorontwerp-structuurvisie WaalWeelde West en overgenomen in de Voorkeursstrategie Waal van het Deltaprogramma Rivieren. Een hoogwatergeul bij Varik en Heesselt is gekwalificeerd als een aantrekkelijke, rivierverruimende optie. De geul zorgt in dit deel van de Waal voor een forse waterstandsdeling van 45 tot 53 centimeter. Dat effect werkt bovenstrooms door tot Nijmegen, waardoor de dijken in dit deel van de Waal minder hoeven te worden versterkt en opgehoogd.

In de voorontwerp-structuurvisie is globaal aangegeven waar de hoogwatergeul bij Varik en Heesselt zou moeten komen. De planologische schaduw die dat met zich meebrengt, kan ondernemers belemmeren in hun bedrijfsvoering en bewoners in hun woongenot. Om dat te voorkomen, gaven de gemeente Neerijnen en de provincie Gelderland een consortium met Antea Group, Stroming en HKV Lijn in Water opdracht om met belanghebbenden de mogelijkheden te onderzoeken voor de aanleg van een hoogwatergeul. Dat resulteerde in de voorliggende bandbreedtestudie.

Ontwerpkader

Als eerste stap in deze bandbreedtestudie zijn doelen, randvoorwaarden en wensen geïnventariseerd, die het kader vormen voor de totstandkoming van kansrijke alternatieven. Alternatieven hebben vooral betrekking op de overstroomfrequentie (in- en uitlaat), de dimensies en de inrichting van de geul.

Voor de aanleg van een hoogwatergeul in Varik-Heesselt staat de volgende **hoofddoelstelling** centraal:

- Het verhogen van de waterveiligheid: De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt heeft als doelstelling het zorgen voor een waterstanddaling op de Waal van minimaal 45 cm bij een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith.

Daarnaast geldt de volgende **nevendooelstelling**:

- Benutten van meekoppelkansen op het gebied van infrastructuur, landbouw, wonen, ecologie, recreatie en energie voor ontwikkeling van het gebied zelf zonder significante, negatieve effecten op het nagestreefde (en met de hoogwatergeul beoogde) veiligheidsdoel.

Rivierkundig ontwerp

De dimensies van een hoogwatergeul worden globaal bepaald door:

- Maatgevende hoogwaterstanden: Hoe verhouden zich deze tot banddijkhoogtes en drempelhoogtes van de hoogwatergeul. Wat wordt de overstromingsfrequentie van de geul?
- De mate waarin waterstandsverlaging kan worden bereikt: Wat zijn de dimensies van de geul wanneer minimaal 45 cm verlaging bereikt moet worden? En kan bij een hoge instroomdrempel nog wel genoeg afvoer door de hoogwatergeul (inlaatdebiet)? Hoe groot is het invloedgebied van de hoogwatergeul?
- Sedimentatie en dwarsstroming in de vaargeul van de Waal: Wat is de hinder voor de scheepvaart wanneer de hoogwatergeul meestroomt?

Dit betekent dat de minimale breedte van de hoogwatergeul varieert van ongeveer 300 m (wanneer de bodem van de geul wordt verdiept) tot 500 m (zonder verdieping van de bodem). De hoogte van de inlaatdrempel bepaalt meestroomfrequentie. Daarbij kan gekozen worden voor een vast drempelhoogte (niet stuurbaar) of een instelbare hoogte (stuurbaar). De hoogte van de uitlaatdrempel bepaalt de overstroomfrequentie. De frequentie waarmee de geul mee- of overstroomt is in sterke mate bepalend voor de mogelijkheden voor landbouw, natuur, recreatie en andere gebruiksvormen.

Landschappelijke inpassing

In het projectgebied zelf liggen geen duidelijke aanknopingspunten om de geul op aan te sluiten, zoals bijvoorbeeld een historische stroombaan, de hoogteverdeling, ontsluitingsroutes of de verkaveling. Bij het bedenken van alternatieven hebben daarom twee invalshoeken centraal gestaan:

- het zoveel mogelijk ontzien van woningen en bedrijven;
- het realiseren van een eiland Varik Heesselt met voldoende afmetingen, bereikbaarheid en mogelijkheden voor ontwikkeling.

Deze invalshoeken resulteerden in drie alternatieven. De verschillen tussen deze alternatieven worden vooral bepaald door de vorm van het tracé, de breedte van de nevengeul, de hoogte en uitvoering van de in- en uitstroombrempel en het mogelijke landgebruik.

Alternatief Functioneel

Dit alternatief is afgeleid van de Structuurvisie WaalWeelde West. Deze hoogwatergeul zou bijna recht lopen, waarbij er niet gegraven wordt in de bodem. Er worden alleen dijken en vaste drempels aangelegd. De hoogte van de instroombrempel wordt zo gekozen dat de geul eenmaal per vier jaar meestroomt. In de geul is dan nog wel landbouw mogelijk, maar fruitbomen overleven de komst van het water in de geul niet zomaar. Wonen zou alleen nog kunnen op de hogere delen, zoals op dijken langs de geul. Ook bedrijven zouden moeten verhuizen.

Alternatief Compact

In dit uiterste alternatief neemt de geul zo min mogelijk ruimte in, en worden zoveel mogelijk woningen en bedrijven gespaard. Dat kan door de dijken dichter bij elkaar te leggen en de bodem in de geul te verdiepen. Daardoor staat er altijd wel water in de geul. Omdat hij dieper en smaller is (ongeveer 400 meter breed) past hij tussen de Achterstraat en de Uilenburgsestraat door. De geul maakt een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken en buigt dan af naar het zuiden. De zomerdijk in de Heesseltsche Uiterwaarden kan als vaste uitstroombrempel werken. Het geulwater verbindt als gunstige bijkomstigheid de natuur in de Stiftsche Waarden en de Heesseltsche Uiterwaarden met elkaar. Eenmaal per vier jaar stroomt er water door de geul heen. Dat moet dan wel zo efficiënt mogelijk door de geul geleid worden. Daarom zijn er in de geul geen mogelijkheden meer voor wonen of landbouw. Wanneer de geul niet stroomt is er wel ruimte voor natuur, wandelen en fietsen en genieten van het uitzicht.

Alternatief Ruimte

Ook in dit uiterste alternatief begint de geul smal, tussen de Achterstraat en de Uilenburgse straat door. En ook nu volgt een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken. Daarna buigt de geul af naar het zuiden en verbreedt hij op sommige plaatsen tot 600 a 800 meter. Daar wordt de bodem van de geul ook niet meer verdiept. In dit alternatief zou de geul eenmaal per 15 tot 25 jaar mee stromen. De gronden in de geul kunnen grotendeels particulier eigendom blijven. Dan zijn wel afspraken nodig over schade wanneer de geul mee stroomt of over de waardedaling van de grond. In alternatief Ruimte kunnen in de geul hogere plateaus of terpen worden gebouwd met woningen en schuren erop. De geul is immers breed genoeg om de verwachte hoeveelheid water door te voeren. Er is dus ruimte voor bewoning, landbouw, natuur en recreatie. Alleen fruitteelt is ook in dit alternatief niet meer mogelijk. Voor de inlaat is in dit alternatief uitgegaan van een instelbaar regelwerk.

Hoe nu verder?

Het is heel verleidelijk om de voor- en nadelen van deze drie geschetste 'alternatieven' op een rij te zetten of uit te werken. Daar is de voorliggende bandbreedtestudie echter niet voor bedoeld. De alternatieven leveren drie uitersten op met bouwstenen die onderling uitgewisseld kunnen worden. Als er later echt alternatieven verkend en uitgewerkt worden, zijn ook andere alternatieven denkbaar. Dan wordt veel gedetailleerder onderzocht hoeveel hoogwaterveiligheid die opleveren, wat ze kosten, welke effecten ze op de omgeving hebben, hoe Varik en Heesselt het beste veilig en bereikbaar blijven en wat bewoners en belanghebbenden vinden. Wel is in het kader van de voorliggende bandbreedtestudie alvast een beoordelingskader opgesteld, dat in de latere verkenning verder kan worden gebruikt om alternatieven te beoordelen.

In die verkenning zou ook beter gekeken moeten worden naar onder meer:

- de landschappelijke en ruimtelijke ambities voor het zoekgebied;
- het rivierkundig effect van de diverse alternatieven met een hoogwatergeul;
- het rivierkundig effect van eventuele andere alternatieven dan een hoogwatergeul;
- de veiligheid, de bereikbaarheid en het waterbeheer eiland Varik Heesselt;
- de gevolgen van een hoogwatergeul op de hydrologische situatie (o.m. kwel);
- de stabiliteit van de dijken van een hoogwatergeul;
- de meerwaarde van de aanleg van een hoogwatergeul voor het nationale hoogwaterbeschermingsprogramma;
- de waarborgen die bewoners en ondernemers in het zoekgebied kunnen worden geboden wanneer ze willen verhuizen.

Bandbreedte hoogwatergeul Varik-Heesselt

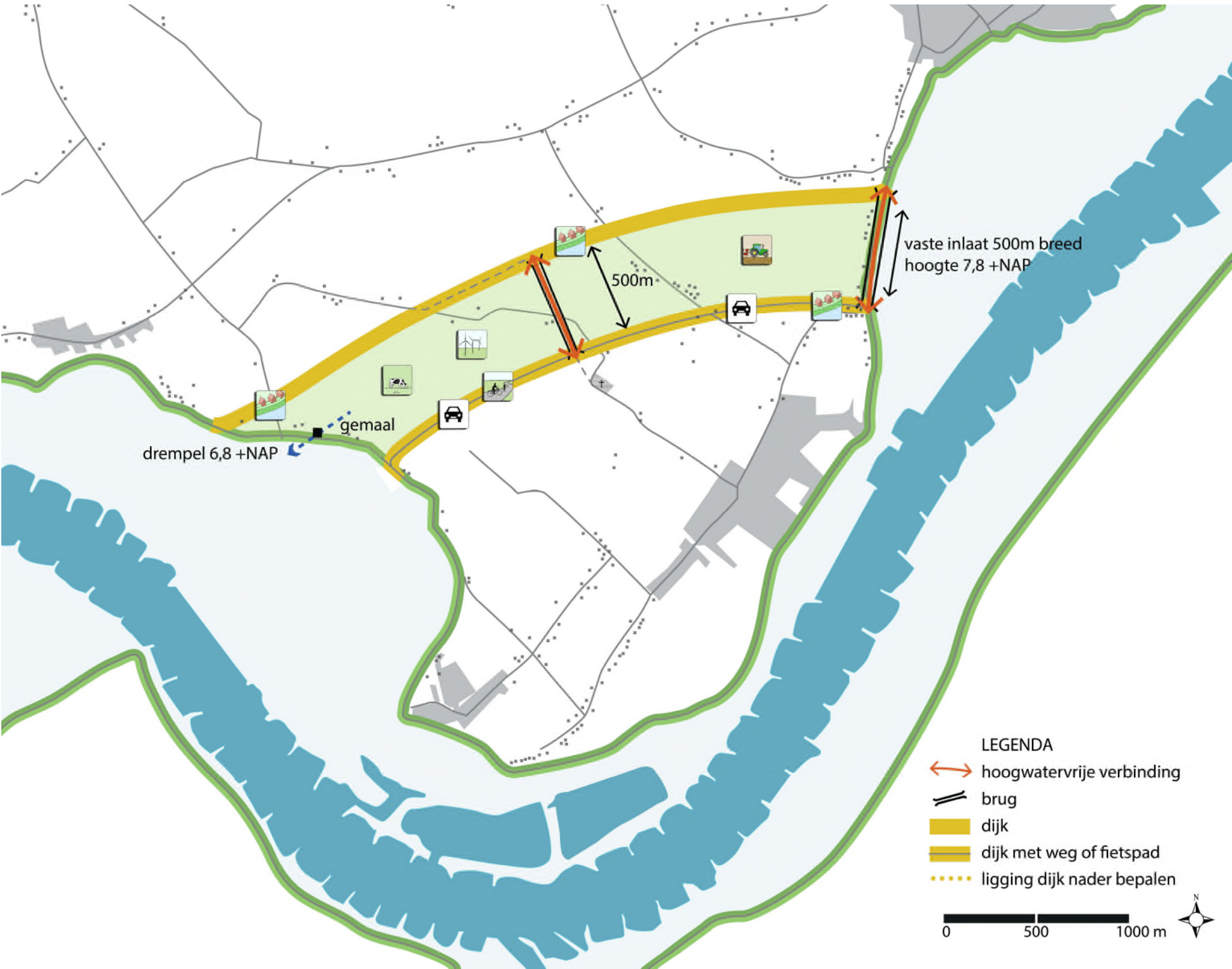
Goed beslagen ten ijs op weg naar een open gebiedsproces



















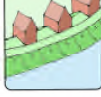










Projectnr. 266115

26 mei 2014, revisie 06

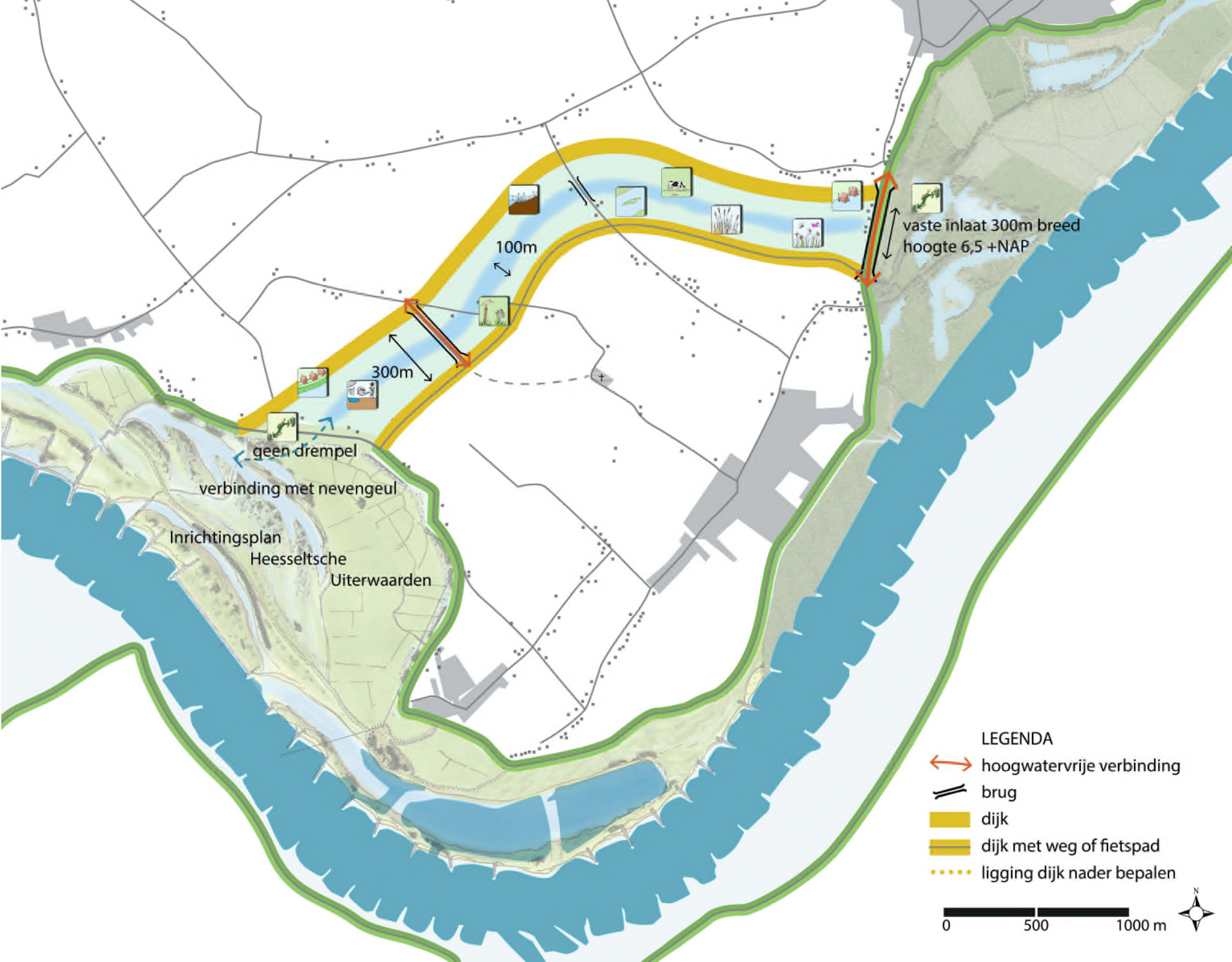























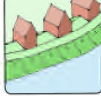










Bijlage 1. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Functioneel'



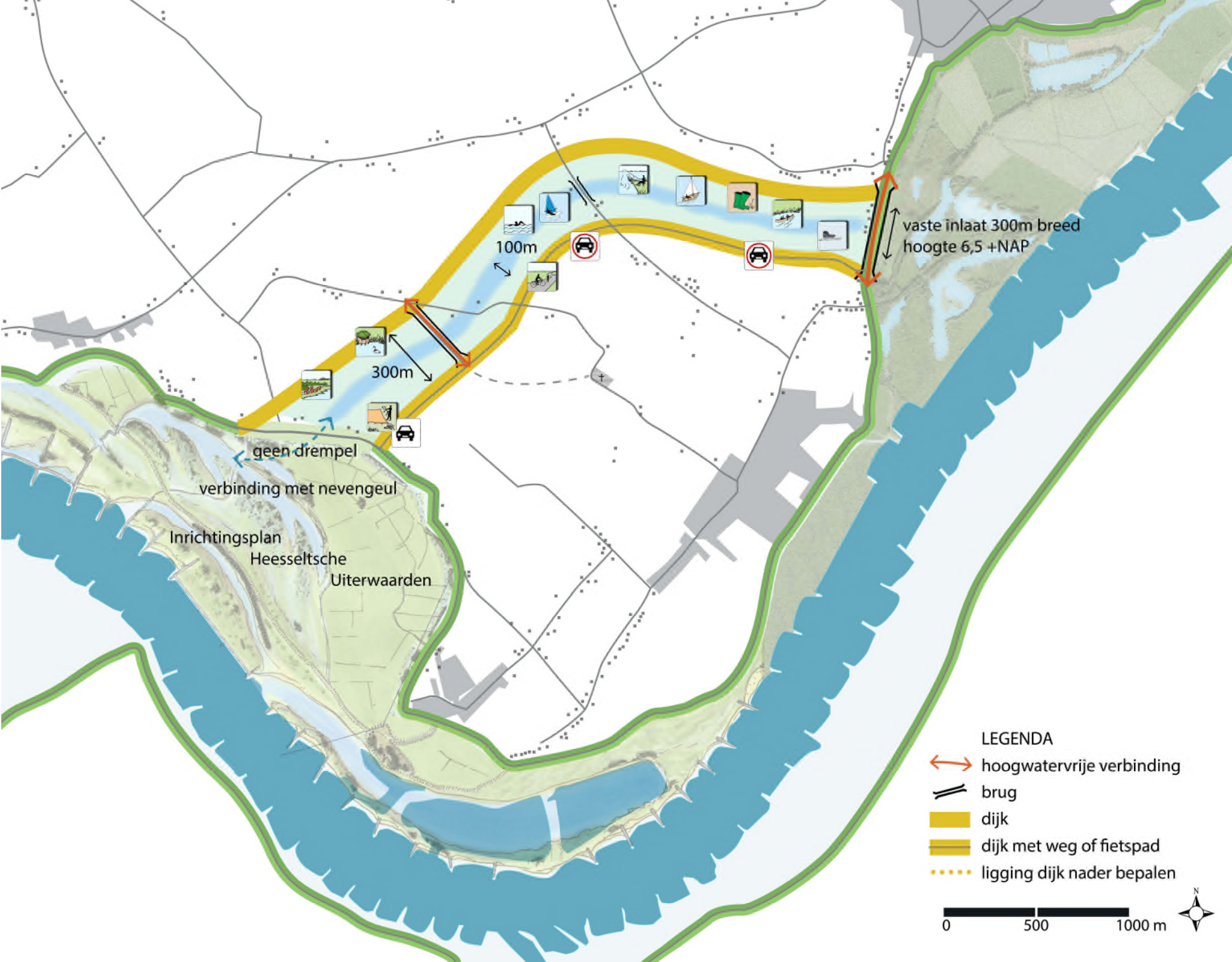
Agrarisch landgebruik	In- en uitlaatwerk	Infrastructuur	Recreatief medegebruik	overig landgebruik	Wonen	Energie
 grasland	 vaste drempel	 hoogwatervrije verbinding	 vissen	 natuurlijke dynamische oever	 drijvend wonen	 energie
 agrarisches	 flexibele drempel	 toegankelijk voor auto's	 zeilen	 rietmoeras	 wonen op terp	
 innovatieve agrarische functies	 geen drempel	 niet toegankelijk voor auto's	 surfen	 eilandje	 wonen op de dijk	
 agrarisches natuurbeheer		 brug	 struinen	 bungalowpark	 natuurlijk grasland	
			 fietsrondje	 schaatsen	 zoetwaterbekken	
			 kanoen		 ecologische verbinding	

Bijlage 2A. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Compact'



Agrarisch landgebruik	In- en uitlaatwerk	Infrastructuur	Recreatief medegebruik	overig landgebruik	Wonen	Energie	
 grasland	 vaste drempel	 hoogwatervrije verbinding	 vissen	 natuurskamping	 natuurlijke dynamische oever	 drijvend wonen	
 agrarisch	 flexibele drempel	 toegankelijk voor auto's	 zeilen	 vogelkijkhut	 rietmoeras	 wonen op terp	
 innovatieve agrarische functies	 geen drempel	 niet toegankelijk voor auto's	 surfen	 zwemmen	 eilandje	 wonen op de dijk	
 agrarisch natuurbeheer		 brug	 struinen	 bungalowpark	 natuurlijk grasland		
			 fietsrondje	 schaatsen	 zoetwaterbekken		
			 kanoen		 ecologische verbinding		

Bijlage 2B. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden mbt recreatie alternatief 'Compact'


































LEGENDA

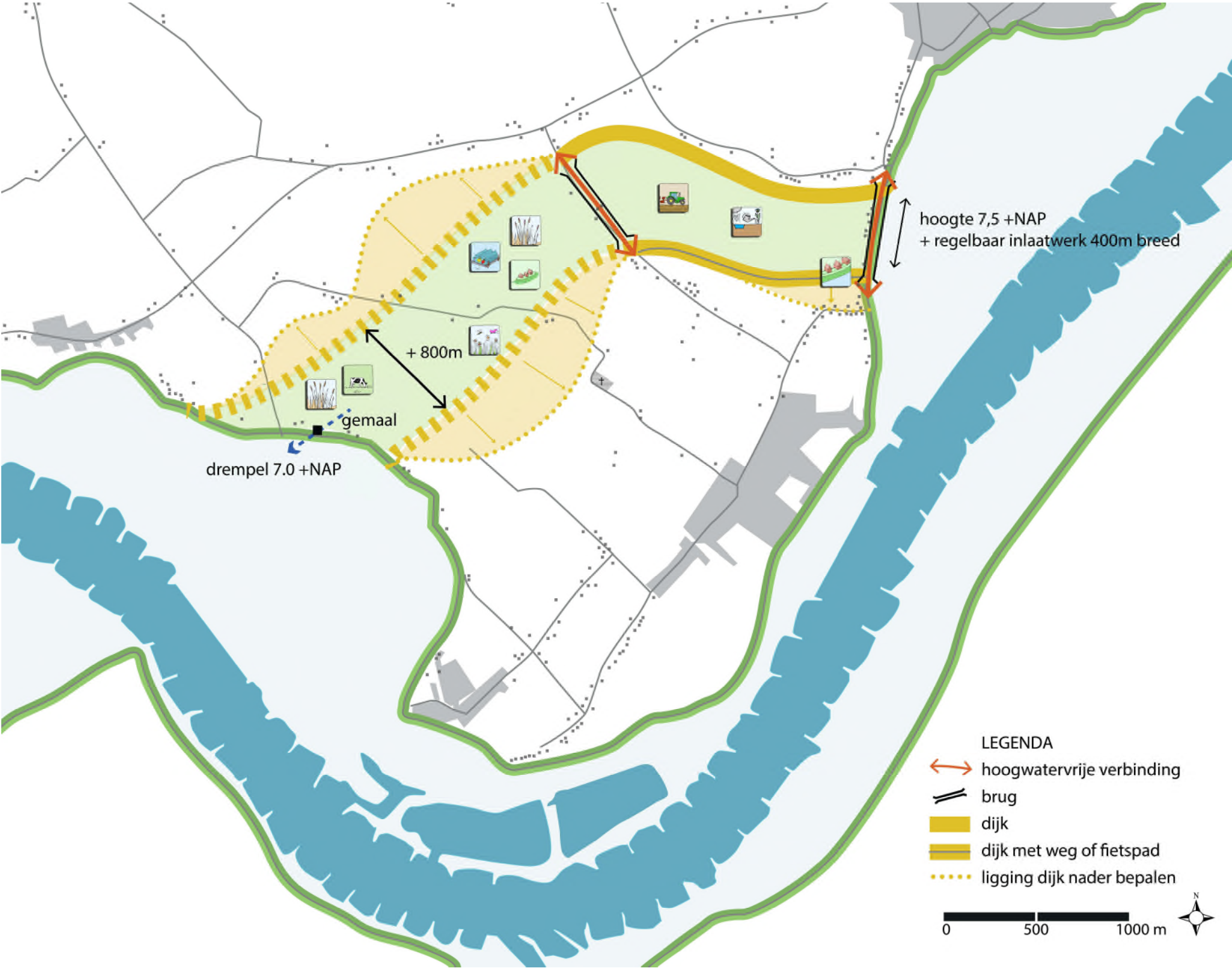
- hoogwatervrije verbinding
- brug
- dijk
- dijk met weg of fietspad
- ligging dijk nader bepalen

0 500 1000 m

N

Agrarisch landgebruik	In- en uitlaatwerk	Infrastructuur	Recreatief medegebruik	overig landgebruik	Wonen	Energie
 grasland	 vaste drempel	 hoogwatervrije verbinding	 vissen	 natuurkamping	 natuurlijke dynamische oever	 drijvend wonen
 agrarisch	 flexibele drempel	 toegankelijk voor auto's	 zeilen	 vogelkijkhut	 rietmoeras	 wonen op terp
 innovatieve agrarische functies	 geen drempel	 niet toegankelijk voor auto's	 surfen	 zwemmen	 eilandje	 wonen op de dijk
 agrarisch natuurbeheer		 brug	 struinen	 bungalowpark	 natuurlijk grasland	 zoetwaterbekken
			 fietsrondje	 schaatsen	 ecologische verbinding	
			 kanoen			

Bijlage 3A. Schematische weergave gebruiksmogelijkheden alternatief 'Ruim'
























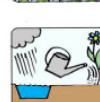




LEGENDA

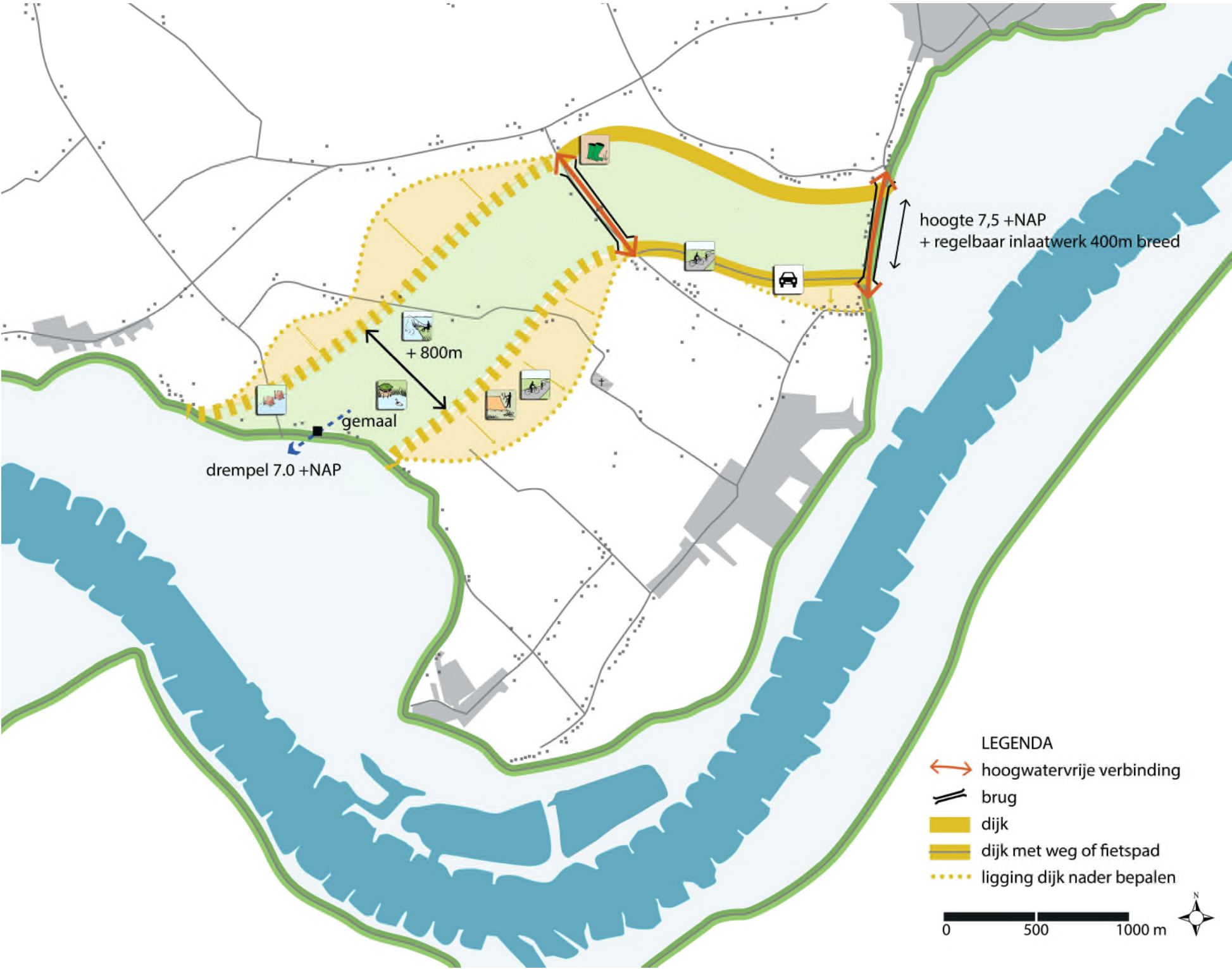
- hoogwatervrije verbinding
- brug
- dijk
- dijk met weg of fietspad
- ligging dijk nader bepalen

0 500 1000 m

N

Agrarisch landgebruik	In- en uitlaatwerk	Infrastructuur	Recreatief medegebruik	overig landgebruik	Wonen	Energie
 grasland	 vaste drempel	 hoogwatervrije verbinding	 vissen	 natuurkamping	 natuurlijke dynamische oever	 drijvend wonen
 agraris	 flexibele drempel	 toegankelijk voor auto's	 zeilen	 vogelkijkhut	 wonen op terp	
 innovatieve agrarische functies	 geen drempel	 niet toegankelijk voor auto's	 surfen	 zwemmen	 wonen op de dijk	
 agraris		 brug	 struinen	 bungalowpark	 natuurlijk grasland	
			 fieterondje	 schaatsen	 zoetwaterbekken	
			 kanoen		 ecologische verbinding	

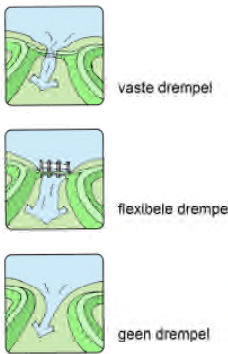
Bijlage 3B. Schematische weergave recreatieve gebruiksmogelijkheden alternatief 'Ruim'



Agrarisch landgebruik



In- en uitlaatwerk



Infrastructuur



Recreatief medegebruik



overig landgebruik



Wonen



Energie

