

# **Ruimte voor de Waal - Nijmegen**



## Scheepvaart en externe veiligheid

Gemeente Nijmegen

1 oktober 2010  
Definitief rapport  
9V0718.22



Documenttitel Ruimte voor de Waal - Nijmegen  
Scheepvaart en externe veiligheid  
Verkorte documenttitel MER Lent rapport Scheepvaart  
Status Definitief rapport  
Datum 1 oktober 2010  
Projectnaam Ruimte voor de Waal - Nijmegen  
Projectnummer 9V0718.22  
Opdrachtgever Gemeente Nijmegen  
Referentie 9V0718.22/R0012/411700/ABRON/Nijm

Auteur(s) Rik Nieuwhof / Peter van de Kreeke/ Floris van der Ziel  
Collegiale toets Jacco Valstar/ Alewijn Boogaard  
Datum/paraaf 1 oktober 2010   
i.o.  
Vrijgegeven door Gert-Jan Meulepas  
Datum/paraaf 1 oktober 2010 



## INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Voorgenomen activiteit	1
1.3	Project- en studiegebied	2
1.4	Beschrijving varianten	2
1.4.1	Klassiek	2
1.4.2	Mozaïek	3
1.4.3	Dynamiëk	4
1.4.4	Voorkeursvariant	6
1.5	Effectbeschrijving	7
1.5.1	Beleid en beoordelingskader scheepvaart	7
1.5.2	Beleid en beoordelingskader externe veiligheid	10
2	HUIDIGE SITUATIE	17
2.1	Aantal Schepen	17
2.1.1	Beroepsvaart	17
2.1.2	Recreatievaart	17
2.2	Situatie met betrekking tot externe veiligheid	18
2.2.1	Ladingssoort en verdeling	18
2.2.2	Gevaarlijk stoffentransport	19
2.3	Transportcapaciteit: Veiligheid en vlotheid	20
2.4	Veiligheid en vlotheid: aantal ongevallen	22
3	AUTONOME ONTWIKKELING	25
3.1	Groeperpercentages scheepvaartverkeer	25
3.1.1	Beroepsvaart	25
3.1.2	Recreatievaart	27
3.2	Situatie met betrekking tot externe veiligheid	27
3.3	Bevordering Vlotheid (transportcapaciteit)	30
3.4	Veiligheid: aantal ongevallen	30
4	EFFECTBESCHRIJVING VARIANTEN	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Beschrijving effecten en vertaling naar criteria veiligheid en vlotheid	31
4.2.1	Realisatiefase	31
4.2.2	Eindsituatie	32
4.3	Interactie beroepsvaart-recreatievaart	53
4.4	Externe veiligheid	61
5	BEOORDELING VARIANTEN OP BASIS VAN VEILIGHEID EN VLOTHEID	65
5.1	Realisatiefase	65
5.2	Eindsituatie	65
5.2.1	Hydraulisch situatie	65
5.2.2	Morfologie	66
5.2.3	Overzicht en oriëntatie	66
5.2.4	Externe veiligheid	67

5.2.5	Interactie beroeps- en recreatievaart	67
5.3	Mitigerende maatregelen	68
5.3.1	Hydraulische situatie	68
5.3.2	Morfologie	69
5.3.3	Interactie beroepsvaart-recreatievaart	69
5.3.4	Overzicht en oriëntatie	70
5.3.5	Externe veiligheid: calamiteitenbestrijding	71
5.4	Beoordeling varianten na mitigatie	71

## BIJLAGEN

1. Achtergrondinformatie externe veiligheid
2. Maatregelen ter voorkoming invaren nevengeul

## 1 INLEIDING

### 1.1 Algemeen

Ter hoogte van Nijmegen is sprake van een flessenhals in de Waal. Hier is het winterbed slechts 350 meter breed, tegen gemiddeld circa 1000 meter elders in de Waal. Deze plaatselijke vernauwing kan bij hoogwater grote problemen opleveren. Daarom is in de PKB Ruimte voor de Rivier door het kabinet besloten dat ter hoogte van Nijmegen de ruimte voor de riviermaatregel 'Dijkteruglegging Lent' moet worden uitgevoerd.

In 2007 heeft de gemeente Nijmegen het Ruimtelijk Plan voor de dijkteruglegging vastgesteld. Hierin staat de visie op de toekomstige gebiedsinrichting en ruimtelijke kwaliteit van het project Ruimte voor de Waal. Naast de dijkteruglegging gaat het ruimtelijk plan ook in op de Waalsprong van Nijmegen. Vanuit deze visie moeten een gedetailleerd inrichtingsplan, een bestemmingsplan en een dijkverleggingsplan worden gemaakt. In juli 2008 is met de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat afgesproken dat de gemeente Nijmegen in opdracht van het Rijk de planstudie gaat uitvoeren.

De planstudie wordt uitgevoerd aan de hand van de m.e.r.-procedure (milieueffectrapportage). Dit is een wettelijk verplichte procedure waarin de gevolgen van een project voor met name natuur en milieu worden onderzocht. Dit resulteert in een milieueffectrapport (MER) en is bedoeld om bij besluiten over projecten de gevolgen voor natuur en milieu goed in beeld te brengen.

Dit rapport is een achtergrondrapport bij het MER voor het aspect scheepvaart.

### 1.2 Voorgenomen activiteit

De ruimte voor de riviermaatregel 'Dijkteruglegging Lent' zoals beschreven in de PKB Ruimte voor de Rivier bevat het met zo'n 350 meter landinwaarts verleggen van de dijk bij Lent. Dit vergroot de beschikbare ruimte tussen de bandijken en resulteert voor wat betreft de korte termijn in voldoende waterstanddaling (27 cm net ten oosten van Nijmegen) over het gehele traject van Nijmegen tot de Pannerdensche Kop.

De bij Lent teruggelegde dijk krijgt de vorm van een bebouwbare kade. In het nieuwe buitendijkse gebied wordt een nevengeul aangelegd die benedenstrooms op de Waal aansluit. Buitendijks komt een bewoond en bebouwbaar (schier)eiland. De meeste huizen aan de Waalzijde van de Oosterhoutse dijk blijven staan op dit eiland, dat ook bij hoogwater ontsloten wordt door een nieuwe brug over de geul. Ook bij de Prins Mauritsingel komt een verbinding naar het eiland over de geul.

Het nieuwe buitendijkse gebied biedt kansen voor recreatie en kan ingericht worden als stedelijk uitloopgebied. Aan de binnendijkse zijde van de nieuwe dijk zijn er mogelijkheden voor woningbouw.

### 1.3 Project- en studiegebied

Het projectgebied is aangegeven op de linkerhelft van figuur 1.1 en bestaat de grenzen van het project zoals benoemd in het Ruimtelijk Plan.



**Figuur 1.1: Project- (links) en studiegebied (rechts) MER Ruimte voor de Waal/ Dijkteruglegging Lent, voor het (milieu)aspect scheepvaart**

Voor het beoordelen van de effecten van de voorgenomen activiteit op scheepvaart is een iets groter traject van de Waal bekeken. Dit beslaat grofweg het gebied dat is weergegeven op de rechterhelft van figuur 1.1.

### 1.4 Beschrijving varianten

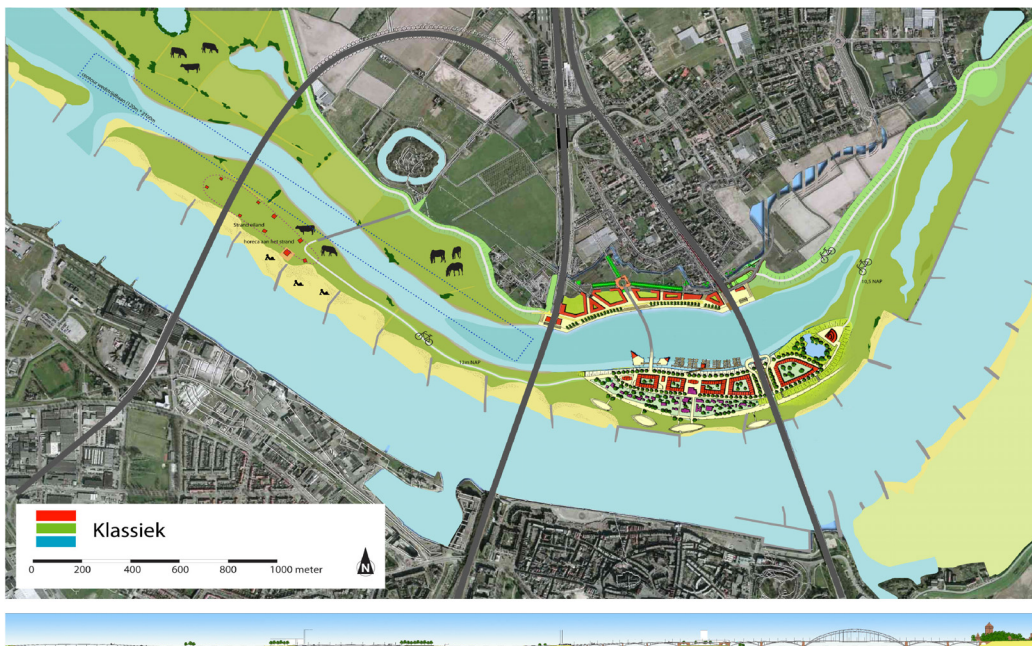
Voor de dijkteruglegging zijn drie varianten ontworpen: de varianten 'Klassiek', 'Mozaïek' en 'Dynamiek'. De varianten hebben alle drie een eigen invalshoek voor de wijze waarop de verschillende opgaven omtrent landschappelijke invulling zijn ingevuld. In dit document worden de drie varianten en de VKV (die voort is gekomen uit de varianten en beoordeling van deze varianten beschreven in concept versies van deze rapportage) kort en gericht beschreven met betrekking tot de scheepvaart. De varianten worden uitgebreid beschreven in het rapport 'Varianten MER'.

#### 1.4.1 Klassiek

Ontwerpvariant Klassiek (figuur 1.2) lijkt, van de drie varianten, qua hydraulisch en morfologische relevante bouwstenen, het meest op het Ruimtelijk Plan Nijmegen (RPN) uit 2007. De relevante kenmerken zijn:

- nadruk op de stedenbouwkundige invulling van het eiland met landmark aan de oostzijde van de Waalbrug naast de (bij alle varianten te behouden) Kolk van Wijk;
- er wordt een passantenhaven ontwikkeling met maximaal 200 boten voorzien, drijvende woningen in de geul en aan de Waalzijde stapstenen met strand- en oeverrecreatie;
- de inlaatdrempel heeft een kruinhoogte van NAP+10,50 m en ligt op de locatie van de huidige bandijk. De lengte van de drempel is ca. 650 m gemeten van het hoogwatervrije eiland tot de bandijk;
- de Lentse uiterwaard rondom de Lentse strang blijft onvergraven;
- langs het stadseiland liggen enkele drijvende elementen en een passantenhaven;

- de breedte van de geul tussen de getrapte kade en het stadseiland is vanaf de drempel minimaal 200 meter. Bij de spoorbrug neemt de breedte af tot minimaal 150 m. Benedenstrooms van de spoorbrug neemt de geulbreedte verder af;
- het fietspad tussen het stadseiland en het evenementeneiland wordt net zoals het evenementeneiland verhoogd aangelegd op NAP+12 m. Dit is circa 1 tot 2 meter hoger dan het omliggende (huidige) maaiveldniveau;
- de vegetatie in het projectgebied bestaat voornamelijk uit natuurlijk gras- en hooiland. In de Lentse Waard blijft de vegetatie zoals in de huidige situatie;
- de variant kent 3 nieuwe bruggen.



**Figuur 1.2: Ontwerpvariant Klassiek**

#### 1.4.2 Mozaïek

Ontwerpvariant Mozaïek (figuur 1.3) kenmerkt zich qua hydraulisch en morfologische relevante bouwstenen door een andere oplossingsrichting. De drempel bij de instroomopening van de geul ligt direct op de oeverwal van de Lentse Waard in plaats van op de locatie van de huidige bandijk. De relevante kenmerken van inrichtingsvariant Mozaïek zijn:

- een passantenhaven faciliteit (ter plaatse van Knodsenburg) tot 300 boten, er is geen ruimte voor een wedstrijd baan voor de roeisport;
- op de Landtong West is nu anders dan bij Klassiek ruimte voor de aanleg van een groot evenemententerrein en in de Oosterhoutse uiterwaarden zijn ook aan de Waal voorzieningen voor strandrecreatie;
- de strang in de Lentse Waard is aangetakt aan de hoogwatergeul waardoor één lange doorgaande geul ontstaat. De drempel is verlegd naar de oeverwal tussen de rivier en de geul, direct achter de kribwortels. De stenen constructie, die moet voorkomen dat de rivier door de oeverwal heen breekt, ligt in de bodem verborgen. De hoogte van de drempel ligt op NAP+10,5 m, wat overeen komt met het grootste deel van de huidige hoogte van de oeverwal. De instroombreedte van de geul wordt hierdoor breder dan in het RPN;

- de breedte van de geul tussen de groene kade en het watereland is vanaf de Waalbrug minimaal 200 meter. Bij de spoorbrug neemt de breedte af tot minimaal 150 m. Benedenstrooms van de spoorbrug tot aan de Oosterhoutse Waard heeft de geul een variërende breedte van circa 125 tot 200 m. Dit benedenstroomse gedeelte bestaat uit natuurlijk ingerichte oevers met een groot aantal lagunes;
- de vegetatie in het projectgebied bestaat uit gebieden met natuurlijk gras- en hooiland, strandjes in de lagunes, gebieden met glad grasland en gebieden met zachthoutoibos. In de Lentse Waard blijft de vegetatie grotendeels zoals in de huidige situatie;
- de variant kent 3 nieuwe bruggen.



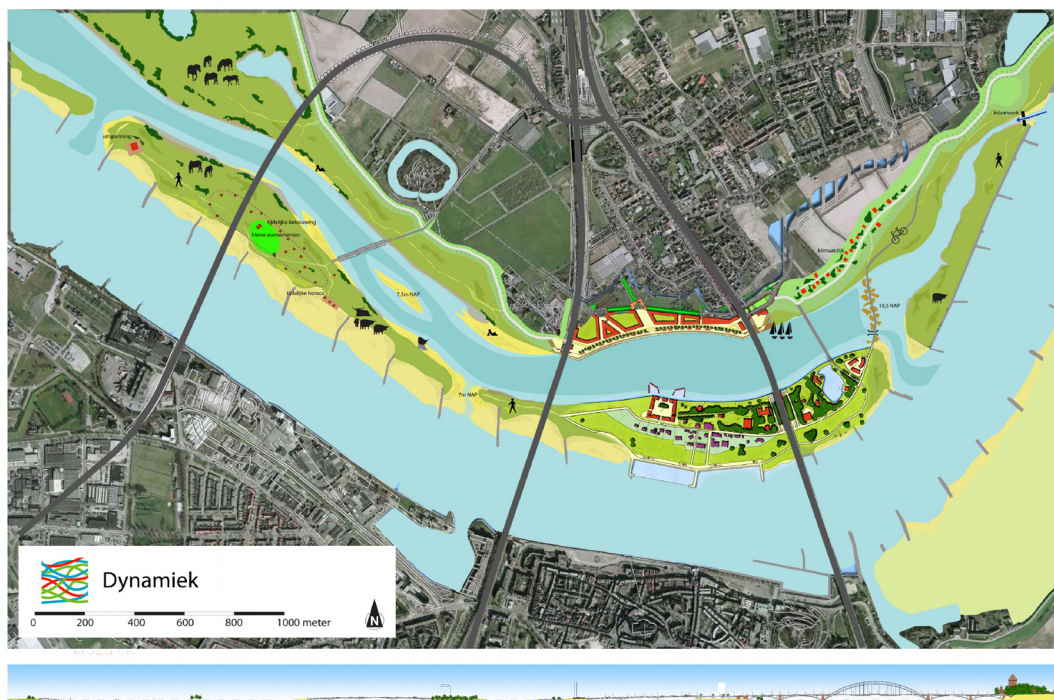
**Figuur1.3: Ontwerpvariant Mozaïek**

#### 1.4.3 Dynamiek

Ontwerpvariant Dynamiek (zie ook figuur 1.4) kenmerkt zich qua hydraulisch en morfologische relevante bouwstenen door enkele extra in- en uitstroomopeningen en een doorlaatbare drempel. De relevante kenmerken van inrichtingsvariant Dynamiek zijn:

- de nadruk ligt sterk op een zo groot mogelijk herstel van de rivierdynamische processen;
- er is jaarrondbegrazing in de (voormalige) uiterwaarden, geen wedstrijdroeibaan in de nevengeul, ruimte voor maximaal 200 jachten (net als bij Klassiek) en op de Landtong West plaats voor een evenemententerrein, zij het veel kleiner dan bij Mozaïek het geval is;

- de vormgeving van de geul is natuurlijker en heeft een kleine permanente instroomopening waardoor het water mee stroomt met de rivier. De drempel is doorlaatbaar via 6 kleine kanaaltjes van elk 3 meter breed. De hoogteligging van de kanaaltjes is voor elk kanaaltje anders. Het diepste kanaaltje heeft een bodemniveau van NAP+5 m en de ondiepste een bodemniveau van NAP+10 m. De kruinhoogte van de rest van de drempel is NAP+10,5 m.
- in de drempel komt tegen de zuidelijke oever een circa 10 m breed en 25 m lang sluisje te liggen;
- de strang in de Lentse Waard is tweezijdig aangetakt aan de hoofdgeul. Bovenstreams ligt een smalle opening van circa 10 m met een bodemniveau van circa NAP+6 m. De benedenstreamse opening van de strang is circa 100 m breed en heeft een minimaal bodemniveau van NAP+3 m;
- het eiland wordt ingericht als Parkeiland. De hoogte van het eiland is NAP+15 m. Het eiland heeft een groen karakter met veel begroeiing;
- langs het Parkeiland liggen een passantenhaven en enkele drijvende elementen in de vorm van het voormalige fort;
- de breedte van de geul tussen de Terrassenkade en het Parkeiland is vanaf de Waalbrug minimaal 200 meter. Bij de spoorbrug neemt de breedte af tot minimaal 150 m. Benedenstreams van de spoorbrug tot aan de Oosterhoutse Waard heeft de geul een variërende breedte van circa 125 tot 200 m. In het breedste gedeelte van de geul is een zandig eiland uitgespaard, dat bij gemiddeld peil net boven water uitsteekt.
- direct benedenstreams van de spoorbrug is een doorsteek door de oever naar het zomerbed gemaakt. De opening heeft een bodemhoogte van NAP+7 m en een breedte van circa 25 m. Bij een gemiddelde rivierafvoer zal de geul via deze opening meestromen, waardoor een permanent meestromende geul ontstaat;
- het evenementeneiland heeft een kleiner oppervlak dan in de varianten Klassiek en Mozaïek. De hoogte is NAP+12 m, dit is circa 1 tot 2 meter hoger dan het omliggende (huidige) maaiveldniveau;
- de vegetatie in het projectgebied bestaat uit gebieden met ruw grasland, zandstrandjes langs de geul en een zone met open ruigte. In de Lentse Waard blijft de vegetatie grotendeels als in de huidige situatie;
- de variant kent 3 nieuwe bruggen. De brug Westtong is een tijdelijke drijvende brug. Deze brug zal bij te hoge en te lage waterstanden als een rij "pontons" naast elkaar worden gestald.

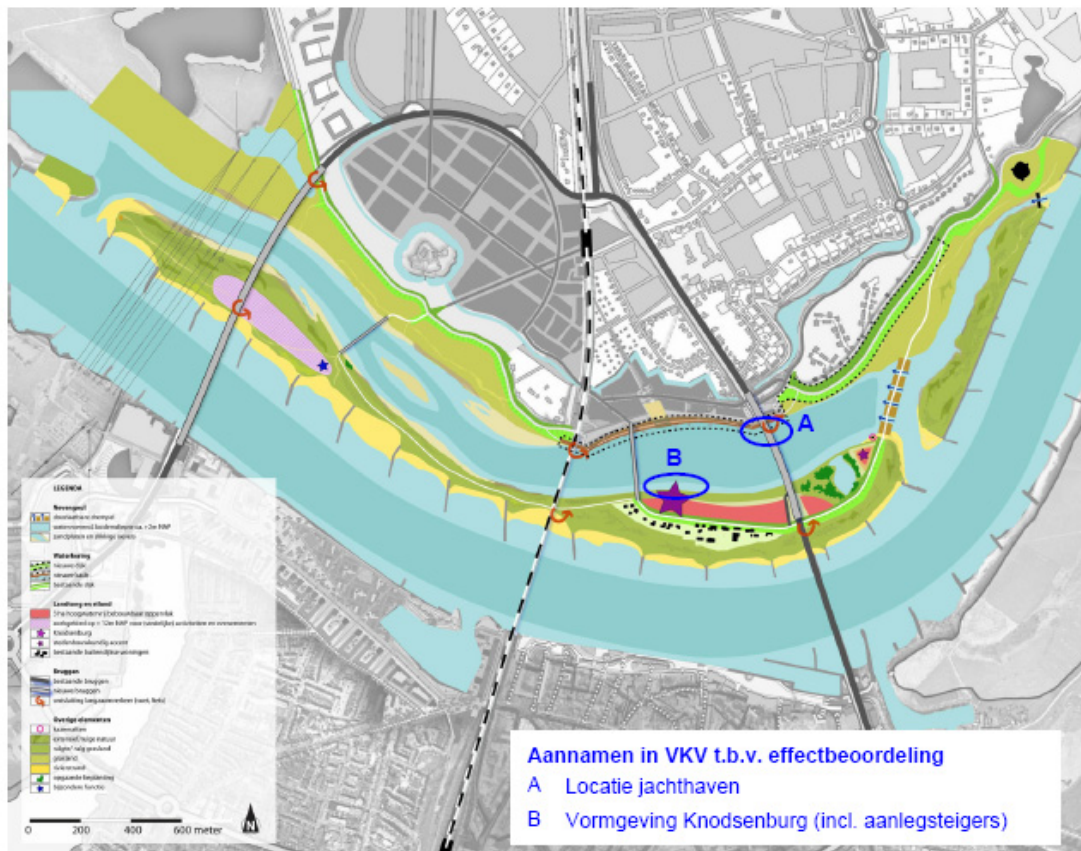


**Figuur 1.4: Ontwerpvariant Dynamiek**

#### 1.4.4 Voorkeursvariant

De voorkeursvariant (VKV), zie figuur 1.5, is voornamelijk gebaseerd op de variant dynamiek en in mindere mate op de variant mozaïek. De VKV is in december 2009 vastgesteld door het College van B&W van de Gemeente Nijmegen. In dit VKV zijn de locatie en vormgeving van een mogelijke jachthaven, de vormgeving van de aanlegsteigers en inhammen rondom Fort Knodsenburg, niet definitief vastgesteld door het College B&W (zie ook blauwomcirkelde gebieden in figuur 1.5). Deze onderdelen zullen mogelijk in een later stadium van het project nog verder geoptimaliseerd worden in het inrichtingsplan. Om in het kader van de MER toch een goede inschatting te maken van de bandbreedte van toekomstige effecten op scheepvaart, zijn aannames gemaakt voor de locatie en vormgeving van deze onderdelen. Bij lichte wijzigingen in de locatie en vormgeving zullen de beoordeelde effecten nagenoeg geen gevolg hebben op de eindconclusies zoals beschreven in dit rapport.

In de voorkeursvariant is aangenomen dat er een passantenhaven van 200 ligplaatsen (0,7 ha) komt. Tevens is er geen extra invaart mogelijkheid voor de recreatievaart, de nevengeul stroomt beperkt mee en er zijn minder open verbindingen van de Waal naar nevengeul ten opzichte van de variant dynamiek. Het voorland ter hoogte van de drempel wordt afgegraven tot NAP +1,-5 m.



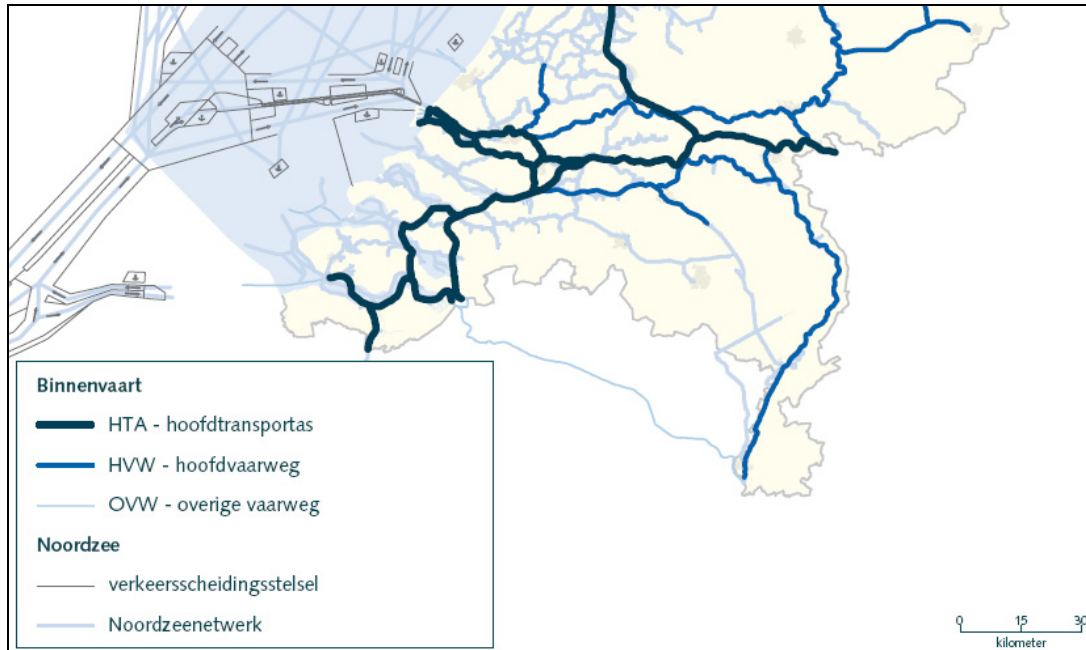
Figuur 1.5: Ontwerpvariant VKV

## 1.5 Effectbeschrijving

### 1.5.1 Beleid en beoordelingskader scheepvaart

#### Beleid

De vaarweg over de Waal en Boven-Rijn is de belangrijkste scheepvaartweg in Europa. Aan het goed functioneren van deze hoofdtransportas (figuur 1.6) wordt daarom in de Nota Mobiliteit, mede in verband met de leefbaarheid, een grote waarde toegekend. Voor het belang van de scheepvaart zijn veiligheid en vlotheid de belangrijke aandachtspunten. Bij het begrip veiligheid wordt gedacht aan interne veiligheid en externe veiligheid. Met betrekking tot veiligheid is externe veiligheid van belang voor het beoordelen van ruimtelijke ontwikkelingen langs de vaarwegen. In de paragrafen hierna worden deze begrippen toegelicht evenals het beleid, wet- en regelgeving en het toegepaste beoordelingskader.



Figuur 1.6: Deel van figuur uit BPRW 2010-2015, Overzicht Vaarwegen

### Beoordelingskader

Voor scheepvaart geldt het volgende beoordelingskader:

Tabel 1.1: Beoordelingskader scheepvaart

Criteria	Parameter
veiligheid en vlotheid scheepvaart	Veiligheid en vlotheid van de scheepvaart. Deze worden uitgedrukt in termen van externe veiligheid (risicocontouren), verkeersafwikkeling en beperking vlotheid en veiligheid door (extra) baggeroperaties.

De inschatting van effecten zal op kwantitatieve en kwalitatieve wijze worden gedaan. Het verschil tussen de varianten wordt afgemeten aan de hand van de mate waarin mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. Mitigerende maatregelen voor scheepvaart kunnen zijn:

- extra bebording;
- extra betoning;
- fysieke verkeersgeleidende maatregelen (geleidewerken);
- extra verkeersbegeleiding op de verkeerspost bij Weurt (meer mankracht);
- intensievere verkeersbegeleiding in het veld.

Voor veiligheid wordt als parameter, naast de externe veiligheid, ook de (interne) scheepvaartverkeersveiligheid gebruikt. De externe veiligheid heeft betrekking op de veiligheid voor niet-deelnemers aan het proces, denk hierbij aan burgers en omstanders. De interne veiligheid richt zich op de veiligheid voor de direct betrokkenen.

De externe en interne veiligheid kunnen afhankelijk maar ook onafhankelijk van elkaar zijn. Een voorbeeld van onafhankelijkheid is een onveilige situatie op de vaarweg die leidt tot (bijna) ongelukken.

Als de effecten van dit (bijna) ongeluk zich beperken tot de deelnemers spreekt men over de interne veiligheid en is de interne veiligheid min of meer onafhankelijk van de externe veiligheid.

Indien het ongeluk echter leidt tot effecten die ook merkbaar zijn voor niet-deelnemers dan spreekt men over de externe veiligheid. In een dergelijk geval is de externe veiligheid afhankelijk van de interne veiligheid.

Ook de 'interne veiligheid' op schepen is van belang en heeft te maken met arbeidsomstandigheden, interne milieuzorg op schepen etc. In dit MER is deze interne veiligheid op schepen niet beschouwd, omdat geen effect van de alternatieven op deze interne veiligheid wordt verwacht.

In relatie met veiligheid staat uiteraard ook de term vlotheid. Vlotheid wil zeggen dat een schip vlot, zonder oponthoud en relatief eenvoudig (dat wil zeggen zonder bijzondere manoeuvres), een bepaald traject kan afleggen. Het ontwerp van een vaarweg heeft gevolgen voor, en effecten op, de vlotheid. In het geval van de Waal is de vaarweg in eerste instantie een natuurlijk gegeven (deze wordt gevormd door de rivier). De vaarweg is verder uiteraard door mensen vormgegeven: de normalisatie door kribben, de vaarwegmarkering door bakens, boeien en de verkeersbegeleiding met behulp van radarposten.

Concreet voor de Waalbocht kan worden gesteld, dat deze voor de scheepvaart een relatief lastig punt is om te passeren. Ten eerste omdat het voor de grote schepen een relatief krappe bocht en ten tweede omdat het overzicht over het vaarwater en de andere verkeersdeelnemers beperkt is.

Door de goede verkeersbegeleiding kan deze bocht over het algemeen toch vlot en zonder problemen worden 'genomen'. Het scheepvaartverkeer wordt vanuit de verkeerspost Weurt actief begeleid. De beroepsvaart heeft een meld- en uitluisterplicht. Via de huidige radarposten (bij Oosterhout en onder de Waalbrug) is op de verkeerspost een duidelijk radarbeeld van de bocht bij Nijmegen beschikbaar. De verkeersbegeleiding richt zich vooral op het knooppunt Waal – Maas-Waalkanaal, maar ten behoeve van de veilige verkeersafwikkeling van deze aansluiting wordt ook het verkeer op de Waal over een flinke afstand boven- en benedenstrooms van dat punt geobserveerd en zo nodig begeleid. Het behouden van een goed overzicht, vanuit de beroepsschipper gezien, is voor deze locatie onontbeerlijk. De 'Richtlijn Vaarwegen RVW2005' (Adviesdienst Verkeer en Vervoer, oktober 2006) bepaalt hiervoor een vrije zichtlijn. Voor de Waal geldt aanvullend de volgende eis voor de zichtlijn:

*De maatgevende zichtlijn dient een lengte te hebben die gelijk is aan vijf keer de maximale lengte van de duwbakken. Op de Waal bedraagt de maximale lengte van duwbakken 269,5m. De vereiste zichtlijn bedraagt dus  $5 * 269,5 m = 1348 m$ .*

Hierbij moet er van worden uitgegaan dat het schip op 55 m afstand vaart van de bakenlijn.

Daar aan deze eis te voldoen worden de schippers in staat gesteld tijdig actie te kunnen ondernemen, en zo nodig een gecontroleerde stopmanoeuvre te maken. Hiernaast zijn er nog radarzichtslijnen die in acht moeten worden genomen.

### **Beoordelingsschaal effecten**

Voor alle kwalitatief gewaardeerde criteria geldt dat de effectbeschrijving in feite een relatieve beoordeling is van een variant ten opzichte van de referentiesituatie.

Daarbij wordt steeds uitgegaan van een zevenpunts-beoordelingsschaal, waarbij de referentiesituatie gelijk is aan is aan de huidige situatie, met autonome ontwikkeling.

De kwalitatieve beoordeling op de zevenpuntsschaal gebeurt als volgt:

- +++ sterke verbetering ten opzichte van referentiesituatie;
- ++ verbetering ten opzichte van referentiesituatie;
- + lichte verbetering ten opzichte van referentiesituatie;
- 0 gelijk aan, niet afwijkend van referentiesituatie;
- lichte verslechtering ten opzichte van referentiesituatie;
- verslechtering ten opzichte van referentiesituatie;
- sterke verslechtering ten opzichte van referentiesituatie.

Er is gekozen voor een zevenpunts-beoordelingsschaal omdat (achteraf) blijkt dat deze schaal de ernst van de effecten het beste uitdrukt.

Voor een totaalbeoordeling van veiligheid en vlotheid is onderscheid gemaakt in de realisatiefase (aanlegsituatie) en de gebruiksfase (eindsituatie). De beoordeling van de realisatiefase heeft plaatsgevonden aan de hand van de volgende deelaspecten:

- directe beperking tijdens uitvoering;
- indirecte verstoring of beïnvloeding van het scheepvaartverkeer.

Voor de gebruiksfase zijn de volgende deelaspecten beoordeeld:

- de hydraulische situatie;
- de morfologie;
- overzicht en oriëntatie;
- interactie beroepsvaart-recreatievaart.

### 1.5.2 Beleid en beoordelingskader externe veiligheid

Bepaalde maatschappelijke activiteiten brengen risico's op zware ongevallen met mogelijk grote gevolgen voor de omgeving met zich mee. Externe veiligheid richt zich op het beheersen van deze risico's. Het gaat daarbij met name om de productie, opslag en gebruik van gevaarlijke stoffen (bijv. vuurwerk, LPG en ammoniak) en het transport van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor en door buisleidingen. Het huidige landelijke beleid voor transportmodaliteiten staat beschreven in de Circulaire 'Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen' (cRvgs) die op termijn vervangen wordt door het 'Besluit transportroutes externe veiligheid' (BTEV), waarvan op 4 december 2008 het ambtelijk concept is aangeboden aan de Tweede Kamer.

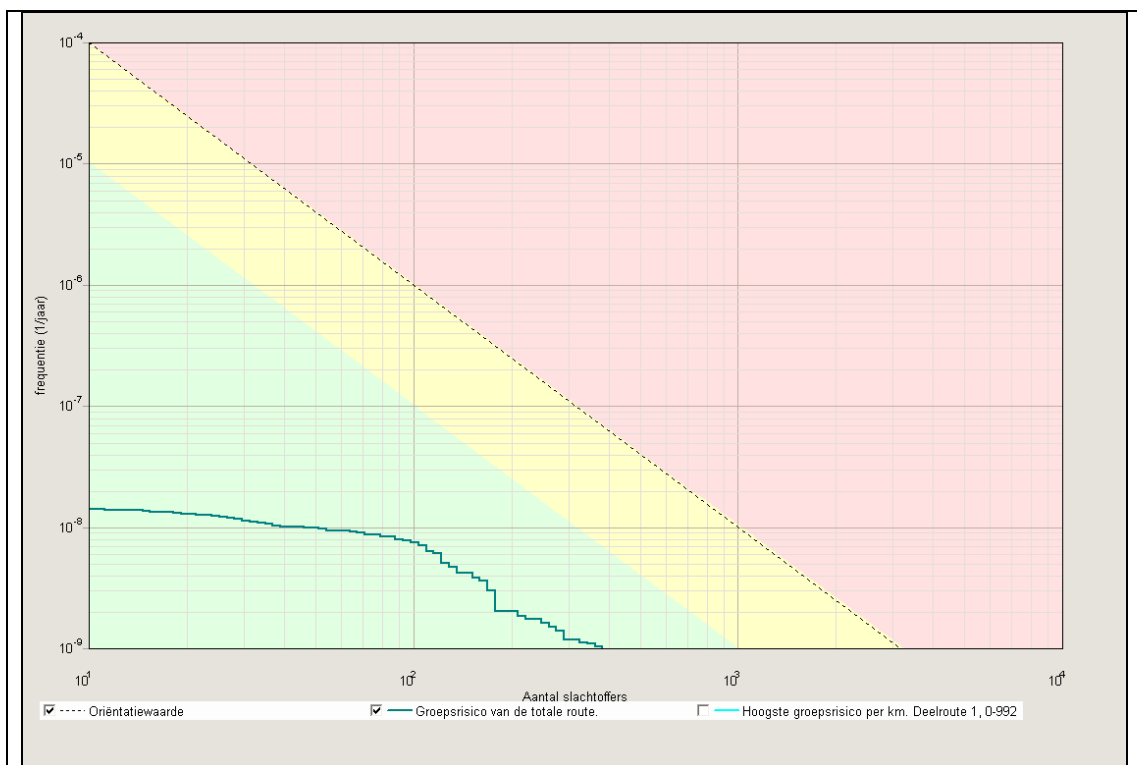
#### **Begrippen**

De toetsing van externe veiligheidsrisico's gebeurt aan de hand van het plaatsgebonden risico (PR) en het groepsrisico (GR):

- Het plaatsgebonden risico (PR - kans van een individuele burger op overlijden op een bepaalde locatie als rechtstreeks gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen), waaraan een wettelijke grenswaarde van  $10^{-6}$  (jaarlijkse kans van één op de miljoen) wordt verbonden. Dit leidt tot een veiligheidszone rond risicovolle locaties en transportassen, die consequenties heeft voor het ruimtegebruik.

- Het groepsrisico (GR - kans op overlijden van een groep personen door een ongeval bij een risicovolle activiteit), wat ontstaat als woningbouw en bedrijven of transport van gevaarlijke stoffen te dicht in elkaars nabijheid plaatsvinden. Voor het groepsrisico geldt geen norm, maar een verantwoordingsplicht. Binnen deze verantwoordingsplicht moeten zowel kwantitatieve als kwalitatieve elementen worden beschouwd.

De kwantitatieve elementen wordt weergegeven als een grafiek met het aantal personen op de horizontale as en de cumulatieve kans op overlijden op de verticale as. Voor toetsing van de kwantitatieve elementen is een oriëntatiewaarde vastgelegd. Deze oriëntatiewaarde kan door het bevoegde gezag als handvat worden gebruikt, maar is geen harde norm. In figuur 1.7 is een voorbeeldgrafiek opgenomen.



Legenda:	
Groene arcering:	Het groepsrisico is lager dan 0.1 x de oriëntatiewaarde (meer dan factor 10 lager dan oriëntatiewaarde)
Gele arcering:	Het groepsrisico ligt tussen 0.1 en 1 x de oriëntatiewaarde (minder dan factor 10 lager dan de oriëntatiewaarde)
Roze arcering:	Het groepsrisico overschrijdt de oriëntatiewaarde
Stippellijn:	Oriëntatiewaarde (de stippellijn in deze grafiek geeft de oriëntatiewaarde aan die geldt voor transportassen). Voor risicovolle inrichtingen ligt de oriëntatiewaarde een factor 10 lager).
Groene lijn:	Groepsrisico van de totale route (fictief voorbeeld)

**Figuur 1.7: Voorbeeld grafiek waarin het groepsrisico is uitgezet (zg. F-N-curve) (transportassen)**

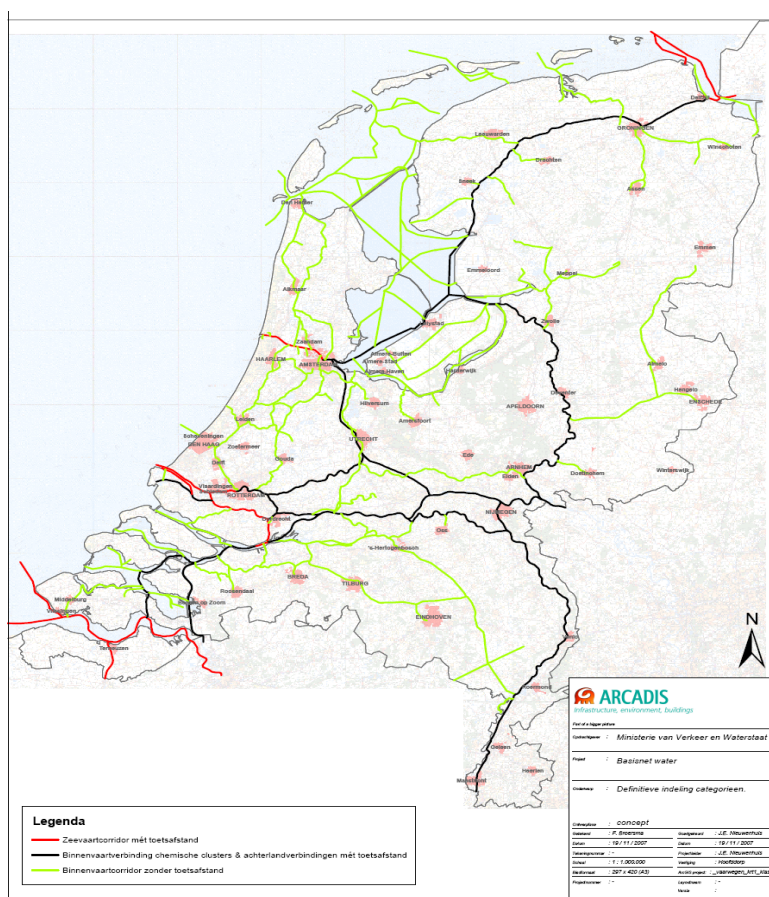
## Landelijk Basisnet

In de Nieuwe Nota Vervoer Gevaarlijke Stoffen heeft de overheid het zogenaamde Landelijke Basisnet voor het vervoer van gevaarlijke stoffen aangekondigd. Dit basisnet met daaraan gekoppeld gebruiksruimtes en veiligheidszones, moet de spanning verminderen tussen vervoersbelangen en ruimtelijke ordening. Het Basisnet beoogt een netwerk te zijn van bestaande spoor-, weg- en vaarwegverbindingen. In december 2008 zijn het ontwerp Basisnet Water en het ontwerp Basisnet Weg aan de Tweede Kamer aangeboden. Het ontwerp Basisnet Spoor wordt eind 2009 verwacht. De vaststelling van het Basisnet vervoer gevaarlijke stoffen wordt verwacht in 2010. De tekst van het officieel vastgestelde Basisnet is van toepassing.

Het Basisnet legt wettelijk vast:

- de gebruiksruimtes voor het vervoer en borgt deze;
- de veiligheidszones voor de ruimtelijke ordening.

Het Basisnet Water bestaat uit een kaart waarop alle vaarwegen zijn aangegeven die worden bevaren door schepen van klasse II en hoger (CEMT-indeling). De vaarwegen zijn door het basisnet ingedeeld in 3 categorieën. De Waal bij Lent valt in de categorie 'Binnenvaart met frequent vervoer van gevaarlijke stoffen' en is in figuur 1.8 weergegeven met een zwarte lijn.



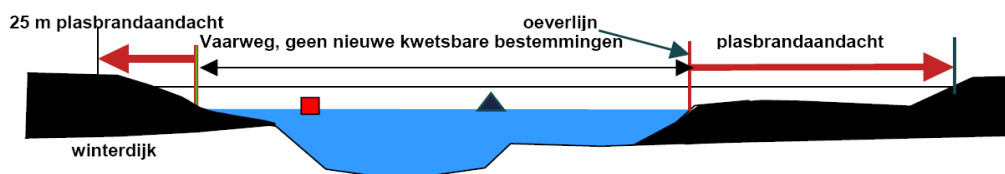
Figuur 1.8: Overzicht indeling vaarwegen (bron: Definitief Ontwerp Basisnet Water, 2008)

Eisen met betrekking tot gebruiksruimte en veiligheidszone voor deze categorie, zijn als volgt:

- de gebruiksruimte wordt uitgedrukt in maximaal risico. In het risicobeleid van het kabinet is bepaald dat de kans op overlijden als gevolg van een ongeluk met gevaarlijke stoffen maximaal 1 op de miljoen per jaar mag zijn (is  $10^{-6}$ , plaatsgebonden risico). Dit is uitgedrukt in een contour en wordt door het Rijk vastgesteld. Het Basisnet geeft aan dat deze contour tot maximaal aan de oeverlijn/waterlijn mag komen. Opmerking daarbij is dat de oeverlijn van de Waal, een vrijstromende rivier volgens het Basisnet, behoort bij een waterstand met een overschrijdingsfrequentie van ca. 50 dagen per jaar;
- binnen de voorgenoemde maximale  $10^{-6}$  contour (oeverlijn/waterlijn) mogen geen kwetsbare 'objecten' worden gebouwd. Voorbeelden: kantoorgebouwen, woonwijken, ziekenhuizen, scholen en bejaardenwoningen. Ook moet terughoudendheid worden toegepast met het bouwen van beperkt kwetsbare objecten.

Omdat de  $10^{-6}$  -contour tot maximaal aan de oeverlijn mag komen, is het niet benodigd een zone op het land vrij te houden van kwetsbare objecten. Het Basisnet Water kent daarom geen veiligheidszone langs de vaarwegen;

- het groepsrisico moet worden verantwoord (door gemeente) indien het aantal inwoners de 1.500 per hectare bij dubbelzijdige bebouwing overschrijdt. Bij enkelzijdige bebouwing geldt 2.500 inwoners per hectare;
- bij nieuwbouw dient rekening te worden gehouden met plasbrand-aandachtsgebieden (PAG's). In principe is deze zone vastgesteld tot 25 meter buiten de oeverlijn van de rivier (dit is de begrenzing van de vaarweg). Deze lijn heeft een hoogte met een overschrijdingsfrequentie van circa 50 dagen per jaar. In het bovenrivierengebied en de Waal geldt bovendien dat het gebied tussen de winterdijken, waar de gehele uiterwaard kan onderlopen eveneens plasbrandaandachtsgebied is. De gemeente dient bij bouwplannen in deze gebieden te beargumenteren waarom op deze locatie wordt gebouwd. Bouwen binnen een plasbrandaandachtsgebied wordt dus een afweging die door de gemeente wordt gemaakt op basis van de lokale situatie. Onderstaande figuur geeft een illustratie weer van het voorgenoemde:



Figuur 1.9: Uitleg van eisen uit Basisnet Water

Voor het plan van de dijkeruglegging geldt dat het hoogwatervrije terrein niet wordt overstroomd en dus niet tot het plasbrandaandachtsgebied hoort. In de huidige situatie is buitendijks wel bebouwing aanwezig, die in het plasbrandaandachtsgebied ligt, maar hier wordt geen nieuwbouw gepleegd. Voor de beoordeling van de varianten is de toets aan het plasbrandaandachtsgebied niet bepalend, behalve daar waar nieuwbouw gepleegd wordt in een uiterwaardgedeelte dat kan onder water kan lopen.

Samengevat in een tabel geeft dit tabel 1.2.

**Tabel 1.2: overzicht eisen uit Basisnet Water**

Categorie	Gebruiksruimte vervoer		Ruimtelijke ordening		
	Plaatsgebonden Risico:10 <sup>-6</sup> max	Groepsrisico	Veiligheidszones	Plasbrand- aandachtsgebieden	Groepsrisico
Zwarte vaarwegen	Op de oeverlijn	Geen onderdeel van de gebruiksruimte, sturing met PR voldoende	Geen; maar niet bouwen in of op het water.	25 meter en in uiterwaard. Bouwen binnen plasbrandachtsgebied verantwoorden (afweging)	Verantwoorden indien meer dan 1500 pers/ha. Dubbelzijdig 2500/2250 pers/ha. enkelzijdig

### Beoordelingskader externe veiligheid

Het beoordelingskader in tabel 1.3 is gehanteerd.

**Tabel 1.3: Beoordelingskader Externe Veiligheid.**

Deelaspect	Criterium	Meeteenheid
Het transport van gevaarlijke stoffen over water	Plaatsgebonden Risico (PR)	Aantal (beperkt) kwetsbare bestemmingen binnen PR 10 <sup>-6</sup> contour
	Groepsrisico (GR)	Wel/geen overschrijding van oriëntatiewaarde

### Berekeningsmethodiek

Om het risico van het vervoer van gevaarlijke stoffen te bepalen, heeft Rijkswaterstaat de volgende handreiking opgesteld: 'Nota: Programma van eisen voor een nieuwe externe veiligheid risicoanalyse op het water' (Manon Kruiskamp, DVS, 23 april 2009). In deze handreiking is een stapsgewijze uitvoering aangegeven, waarvan de hoofdingeling er als volgt uitziet:

- bepalen van uitgangspunten voor de risicoanalyse;
- doorrekenen situaties en varianten in de risicoanalyse;
- opleveren resultaten;
- beschouwen toekomstig extern veiligheidsbeleid.

De handreiking geeft aan te beginnen met het omschrijven van de huidige situatie. Daarna dient op basis van prognoses van het vervoer van gevaarlijke stoffen en alle vigerende bestemmingsplannen in het betreffende gebied de autonome ontwikkeling te worden bepaald. Vervolgens worden met behulp van de rekenmethodiek RBM-2 de effecten van de nieuwe situatie(s) op de externe veiligheid doorgerekend.

Het externe veiligheidsonderzoek is conform bovengenoemde handreiking en methodiek uitgevoerd (SAVE; *Ruimte voor de Waal; externe veiligheid*, zie ook bijlage 1). Dit levert concreet de volgende resultaten op.

- Plaatsgebonden risico: de ligging van de  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  contour ten opzichte van de vaarweg (figuur en / of tabel). Daarnaast dient het aantal (beperkt) kwetsbare bestemmingen binnen de  $10^{-6}$  contour in de rapportage te worden vermeld;
- Groepsrisico: de figuren van het groepsrisico van totale route én “slechtste kilometer” én het overzicht met de hoogte van de groepsrisico’s over de hele route.

De handreiking raadt aan om separaat van de planstudie te bekijken of het plasbrandaandachtsgebied en de veiligheidszone, zoals deze nu in het Basisnet zijn opgenomen, op basis van het nieuwe plan aangepast zouden moeten worden. Deze controle voorziet in een ontwerp dat ook op het toekomstige beleid is berekend.

### **Uitgangspunten**

Voor het groepsrisico moeten de relevante bevolkingsgroepen in een gebied langs de beschouwde vaarweg in kaart worden gebracht. Dit gebied is het volledige gebied waarin nog dodelijke slachtoffers kunnen vallen die meetellen voor het groepsrisico, het zogenaamde invloedsgebied. In het externe veiligheidsonderzoek onder factsheet 23 is uitgegaan van een invloedsgebied van 250 meter voor de vaarweg.

De aanwezigheidsgegevens worden bepaald door personen die in de nabijheid van het het water werken, wonen en anderszins verblijven. Conform de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico (VROM, 2007) is uitgegaan van vigerende bestemmingsplannen. Hierin zijn de volgende functies onderkend:

- wonen;
- bedrijven;
- kantoor;
- winkel;
- horeca;
- maatschappelijke doeleinden.

Conform de Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen 1, deel 6 (VROM, 2003), zijn 'verkeersdeelnemers' (gebruikers openbare weg en aanwezig op een perron) en gebruikers van openbare ruimten (zoals een park of plein) niet in beschouwing genomen.

De woningen zijn vanaf de plankaarten of door middel van luchtfoto's geteld. De vuistregels om van gebruiksfuncties tot aanwezigheidsgegevens te komen zijn gedaan conform de eerder genoemde Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico en deel 6 van de Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen I met betrekking tot aanwezigheidsgegevens. In tabel 1.3 is een overzicht opgenomen.

**Tabel 1.4: Kengetallen aanwezigheidsgegevens (bvo: bruto vloer oppervlak)**

Functie	Kengetal aanwezigheidsgegevens
Wonen	2,4 personen per woning/appartement
Bedrijven	1 persoon per 100 m2 bvo
Bedrijf (klein)	5 personen per bedrijf
Kantoor	1 persoon per 30 m2 bvo.
Winkel (centrum)	1 persoon per 30 m2 bvo
Winkel (klein)	10 per winkel
Horeca (klein)	10 per restaurant/cafetaria/café
Horeca (middel)	50 per restaurant/cafetaria/café
Maatschappelijke doeleinden	Locatiespecifiek

Voor woningen is uitgegaan van een aanwezigheid van 50% overdag en 100% 's nacht. Wat betreft de bedrijven en kantoren is uitgegaan van een aanwezigheid van 100% overdag en 20% 's nachts.

Voor wat betreft de risicoberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- transport verhouding dag/nacht 33% dag, 67% nacht (defaultwaarde);
- transport verhouding werkweek/weekend 71,4% resp. 28,6% (defaultwaarde);
- weerstation Deelen. (Gegevens over de windsnelheidsverdeling en de weerstabiliteit voor Nijmegen zijn ontleend aan het meest nabije weerstation Deelen.)

Zie voor meer achtergrondinformatie bijlage 1.

## 2 HUIDIGE SITUATIE

### 2.1 Aantal Schepen

Onderstaande gegevens zijn afkomstig uit het statistisch overzicht van de scheepvaart 2006, gepubliceerd door Rijkswaterstaat directie Oost-Nederland.

#### 2.1.1 Beroepsvaart

In tabel 2.1 is het aantal en het tonnage van beroepsvaartschepen opgenomen van de scheepvaart op de Waal. Hierbij is onderscheid gemaakt in oostgaande en westgaande vaart. Tabel 2.2 geeft de totalen weer van aantal en tonnage met onderscheid in binnen- en overige vaart.

**Tabel 2.1: Aantal en tonnage van de beroepsvaart per jaar (stat. overz. scheepvaart 2006: Waal, Duitse grens - Weurt)**

	I- Oostgaande vaart				II-Westgaande vaart			
	Binnenvaart (vracht en tankvaart)		Overige vaart (niet uitsluitend vrachtvoerend, zeegaande vaartuigen)		Binnenvaart (vracht en tankvaart)		Overige vaart(niet uitsluitend vrachtvoerend, zeegaande vaartuigen).	
	Aantal	Tonnage	Aantal	Tonnage	Aantal	Tonnage	Aantal	Tonnage
Totaal	70.516	166.024.992	2.649	2.618.465	62.452	156.697.136	2.416	2.692.663

**Tabel 2.2: Totale aantal passages en tonnages van de beroepsvaart per jaar (stat. overz. scheepvaart 2006: Waal, Duitse grens - Weurt)**

	Binnenvaart (vracht en tankvaart)		Overige Vaart (niet uitsluitend vrachtvoerend, zeevaart)	
	Aantal	Tonnage (laadvermogen)	Aantal	Tonnage (laadvermogen)
Totaal	132.968	322.722.128	5.065	5.311.128

NB. Doelgroepschepen (gevaarlijke stoffen, duwstellen, bijzondere transporten, zeeschepen) moeten zich melden aan het IVS (scheepvaart begeleidingssysteem) maar niet alle schepen doen dit, waardoor ongeveer 10 % van de schepen wordt gemist. Bij de CBS-post te Millingen geldt met uitzondering van kleine schepen en recreatievaartuigen meldplicht voor grensoverschrijdend verkeer.

#### 2.1.2 Recreatievaart

Voor de bepaling van het aantal passages door recreatievaartuigen zijn diverse bronnen geraadpleegd en diverse benaderingen mogelijk.

- Van de heer E. IJmker van Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland is een overzicht ontvangen van het aantal vaartuigen kleiner dan 15 meter dat Lent passeert (2004). In deze aantallen is geen onderscheid gemaakt in wel of niet recreatief.

**Tabel 2.3: Aantal vaartuigen kleiner dan 15 meter per jaar, Lent (2004)**

	Westgaande vaart	Oostgaande vaart	Totaal
Aantal vaartuigen kleiner dan 15 meter, Lent	6.366	3.877	10.243

- In het rapport 'De pleziervaart in beeld' van Inspectie Verkeer en Waterstaat (juli 2008) is in figuur 2.1 weergegeven dat het aantal passages recreatievaart op de Waal nabij Nijmegen in 2004 tussen de 15.000 en 25.000 lag. De bron van het figuur is AVV/VEN.
- Het rapport 'Kerncijfers scheepvaart' van Rijkswaterstaat (2007) geeft een heel ander beeld van de recreatievaart op de Waal nabij Nijmegen. In hoofdstuk 2.5 is weergegeven dat het aantal passages door recreatievaartuigen op het betreffende traject minder dan 3.622 keer is. De bron van deze gegevens is AVV/VIN.
- Volgens tellingen van de HISWA en het watersportverbond waren er in 2000 5.000 à 6.000 passages van recreatievaartuigen op de Waal. Dit getal is gepubliceerd in het boekje "Ruim baan voor de watersport op de rivieren", uit 2000.
- De telling bij de sluis in het Maas/Waalkanaal (Weurt) laat in de jaren 2004-2007 de volgende aantallen zien (bron: Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen, editie 2008).

**Tabel 2.4: Aantal recreatievaartuigen bij Sluis Weurt per jaar**

Jaartal	2004	2005	2006	2007
Aantal recreatievoertuigen	8.354	5.213	6.896	4.541

De cijfers laten zien dat de aantallen passages recreatievaart door sluis Weurt sterk fluctueren. De getallen geven geen trend weer. Een veilige inschatting van het aantal passages in de huidige situatie is ca. 7.000. Van deze recreatievaartuigen vaart circa 70% de Waal op richting Pannerdensche Kop of komt daar vandaan. De rest gaat in de afvaart. Daarnaast varen er nog recreatievaartuigen de Waal op en af. De aantallen hiervan zijn voor dit traject niet vastgelegd en zijn dan ook niet bekend. Een schatting is dat dit ongeveer 2.000 stuks betreft. Afgerond komt dit neer op een totaal van recreatievaartuigen op de Waal bij Beuningen van om en nabij 9.000 stuks/ jaar.

In de beschrijving van de effecten is dit laatste getal als inschatting gebruikt.

## 2.2 Situatie met betrekking tot externe veiligheid

### 2.2.1 Ladingssoort en verdeling

Tabel 2.5 geeft een overzicht van de ladingsoort en verdeling die de schepen over de Waal vervoeren.

**Tabel 2.5: Ladingsoort en verdeling van vervoerde lading per jaar (stat. overz. scheepvaart 2006: Waal, Duitse grens - Weurt)**

Hoofdgroep	Vervoerde lading (ton)
Landbouwproducten	4.715.307
Voedingsmiddelen	7.212.375
Vaste brandstoffen	22.253.031
Aardolieproducten	2.267.132
Ertsen/ Metaalresiduen	30.745.100
Halfabrikaten/ metalen	9.040.724
Ruwe mineralen/ bouwmaterialen	24.852.424
Meststoffen	3.289.081
Chemische producten	4.226.225
Goederen (stukgoed)	17.868.930
<b>Subtotaal</b>	<b>126.470.329</b>
Gevaarlijke stoffen	31.273.522
<b>Totaal</b>	<b>157.743.851</b>

Opmerking: de totale hoeveelheid vervoerde lading is lager dan het tonnage dat volgt uit het laadvermogen. Uit de tabellen kan worden opgemaakt, dat de totale hoeveelheid vervoerde lading 157.743.851 ton bedraagt, terwijl het laadvermogen 328.033.256 ton bedraagt. Dit wordt veroorzaakt doordat schepen o.a. vanwege vaardiepte beperkingen, minder beladen zijn of leeg varen.

## 2.2.2 Gevaarlijk stoffentransport

Schepen die gevaarlijke stoffen vervoeren moeten dit aangeven door middel van het voeren van een kegel. Het voeren van een kegelvormig blauw teken op het schip dat duidelijk zichtbaar (bijvoorbeeld voor op het schip aan de vlaggenmast) wordt gevoerd. Hoe meer kegels een schip voert, des te gevaarlijker is haar lading. In tabel 2.6 is het aantal schepen weergegeven.

**Tabel 2.6: Aantal schepen met gevaarlijke stoffen per jaar. (stat. overz. scheepvaart 2006: Waal, Duitse grens - Weurt)**

	Seinvoering			
	0	1	2	3
Totaal aantal	117.614*	14.997	1.999	2

Codes seinvoering:

0 = Geen gevaarlijks stof

1 = 1 kegel = licht ontvlambaar

2 = 2 kegels = Ammoniak e.d.

3 = 3 kegels = ontplofbare stof

\* = totaal vrachvervoerende beroepsvaart minus vrachvervoerende vaart met seinvoering.

In tabel 2.7 staan de **tien** meest vervoerde stoffen door schepen met kegelverplichting.

**Tabel 2.7: Tien meest vervoerde stoffen door schepen met kegelverplichting per jaar. (stat. overz. scheepvaart 2006: Waal, Duitse grens – Weurt)**

	Omschrijving stof	Vervoerd gewicht (ton)
1	Stookolie, licht	12.043.868
2	Aardoliedestillaten, NEG	4.736.033
3	Benzine	1.870.733
4	Vliegtuigbrandstof	1.066.629
5	Koolwaterstoffen, vloeibaar, NEG	1.010.422
6	Methanol	1.008.221
7	Natriumhydroxide, oplossing	925.642
8	Benzeen	882.926
9	LPG	747.577
10	Xylol	421.877
	Overige vervoerde gevaarlijke stoffen	6.559.594
	Totaal	31.273.522

Voor het externe veiligheidsonderzoek is het aantal transporten met categorieën gevaarlijke stoffen die relevant zijn voor de externe veiligheid van belang. Voor de huidige situatie zijn deze in tabel 2.8 opgenomen.

**Tabel 2.8: Scheepstransport gevaarlijke stoffen voor het onderzoeksgebied (bron risicoatlas).**

Stofcategorie	Aantal schepen per jaar (2007)
GF3	1.195
GT3	9
LF1	9.497
LF2	6.764
LT1	49

### 2.3 Transportcapaciteit: Veiligheid en vlotheid

Het huidige dwarsprofiel van de Waal wordt gekarakteriseerd door een na te streven vaargeuldiepte, tevens onderhoudsdiepte, van OLR -2,80 meter (Overeengekomen Lage Rivierstand) bij een breedte van 150 meter. Rekening moet gehouden worden met een vaargeulbreedte van 170 meter. Ten opzichte van deze norm manifesteren zich in de huidige situatie al knelpunten op de Waal. Bij de Waalbocht Nijmegen manifesteren zich breedteknelpunten. Het probleem wordt in de huidige situatie aangepakt door het uitvoeren van (veelvuldig) baggerwerk.

Als structurele maatregel is in het verleden bij Nijmegen op de bodem een zogenaamde vaste laag aangebracht (de bodem van de buitenbocht is vastgelegd met een laag stortsteen); door de vaste laag kan de buitenbocht niet verder uitschuren (eroderen) en wordt de rivier als het ware gedwongen de binnenbocht uit te schuren, waardoor daar meer vaardiepte ontstaat. Op deze wijze is het breedteknelpunt in de Waalbocht voor een deel opgelost. Zandwinning is inmiddels niet meer toegestaan, om bodemdaling te voorkomen. Gebaggerd materiaal ten behoeve van knelpuntverwijdering wordt teruggestort in de Waal op diepere rivierdelen. Dit 'terugstortbeleid' dient de bodemdaling te voorkomen. Op plaatsen waar de bodem lager ligt dan OLR -4,00m kan, met inachtneming van de te handhaven gemiddelde diepte<sup>1</sup>, worden teruggestort. Ook is sedimentatie tot deze diepte toelaatbaar als gevolg van ingrepen in de rivier, waarbij rekening gehouden moet worden met de effecten die door natuurlijke sedimentatie al aanwezig zijn.

Naast een gegarandeerde<sup>2</sup> vaargeuldiepte en terugstorten van gebaggerd materiaal, kent de scheepvaart ook andere belangen die in acht moeten genomen worden bij het uitvoeren van rivieringrepen.

- *Kielspeling:* Ingrepen in de rivier (sedimentatie, baggeren en terugstorten) mogen er niet toe leiden dat de bodem in de vaargeul gemiddeld (over de breedte van de vaargeul) hoger komt te liggen dan de gegarandeerde diepte bij OLR + de marge voor scheepvaart van 40%. Een varende schip verplaatst water, waardoor een retourwaterstroom ontstaat onder en naast het schip. Hiervoor is ruimte nodig tussen de kiel van het schip en de rivierbodem. De minimaal te handhaven gemiddelde diepte<sup>3</sup> wordt dan voor de Waal OLR -4,00 m, voor de Rijn en Lek OLR -4,00 m en voor de IJssel OLR -3,50 m. Het gaat dan om een gemiddelde diepte over de breedte van de vaargeul, omdat de rivierbodem nooit helemaal vlak ligt. Op plaatsen waar de bodem nu al hoger ligt, mag de situatie niet slechter worden door ingrepen c.q. maatregelen.
- *Dwarsstromen:* In het belang van de veiligheid van de scheepvaart mogen dwarsstromen niet te groot en te sterk zijn. Bij meestromende nevengeulen mag op de rand van het vaarwater of bakenlijn de dwarsstroom bij een debiet (de hoofdgeul in-of uittredend) van < 50 m<sup>3</sup>/s maximaal 0,30 m/s bedragen. Bij debieten van meer dan 50 m<sup>3</sup>/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt een maximale dwarsstroom van 0,15 m/s.

---

<sup>1</sup> Handhaven niet doormiddel van baggeren, maar door niet toestaan van ingrepen of maatregelen die de huidige gemiddelde diepte verminderen.

<sup>2</sup> De gegarandeerde diepte is de diepte die door gericht baggeren wordt gehandhaafd. De rivierbodem is continue in beweging, en het kan voorkomen dat tussen baggeronderhoud en een volgende peiling de rivierbodem (tijdelijk) afwijkt van de norm.

<sup>3</sup> Handhaven niet doormiddel van baggeren, maar door niet toestaan van ingrepen of maatregelen die de huidige gemiddelde diepte verminderen.

- *Hinder door baggeren:* Een baggerschip op de rivier is een beperking van de vlotheid, maar ook de veiligheid van de scheepvaart. De baggerwerkzaamheden beperken de snelheid van de passerende scheepvaart en er ontstaat (afhankelijk locatie op de vaarweg) eenrichtingverkeer en wordt het op- en voorbijlopen beperkt en of onmogelijk. Gelet hierop is er een maximum aan toegelaten hinder voor de scheepvaart opgenomen. Deze bedraagt op de Waal 5 dagen per jaar per 15 km (in 5 dagen is het met modern materieel mogelijk 12.500 tot 15.000 m<sup>3</sup> te baggeren). Een stremming van de vaarweg mag uiteraard niet aan de orde zijn. In een periode van realisatie van nieuwe RvR-maatregelen of andere werken is het niet altijd mogelijk hinder te voorkomen. Het genoemde maximum aan toegelaten hinder geldt dan ook niet voor aanleg. Hiervoor is maatwerk nodig in de toegelaten hinder. Stremming van de vaarweg is hierbij echter ook geen optie;
- *Verbreden vaargeulen:* Bij het toepassen van mitigerende maatregelen in het zomerbed om sedimentatie etc. te voorkomen dient rekening te worden gehouden met in de toekomst mogelijke voorziene verbreding van vaargeulen<sup>4</sup> c.q. mogen deze verbredingen niet worden belemmerd door het aanleggen van bijv. kribben of langsdammen. Zoals reeds genoemd dient men voor de Waal rekening te houden met een vaarwegbreedte van 170 meter;
- *Meestromen nevengeulen:* Het meestromen van nevengeulen mag niet een zodanig effect hebben op de vaargeul dat als gevolg daarvan de waterstand in het zomerbed (lees vaardiepte in de vaargeul) vermindert. Dit is van toepassing bij een waterstand in Lobith van < NAP +9,24 m (mediane waterstand bij Lobith Q 1960). Bij een hogere waterstand wordt de diepgang van de scheepvaart niet meer beperkt en neemt de kielspeling toe. In Lobith bijvoorbeeld is de mogelijke aflaaddiepte dan ca. 4,5 m (OLR ligt bij Lobith op NAP +7,52 m zodat de mediane waterstand: NAP +9,24 m – NAP +7,52m= 1,72 m boven OLR ligt. De gegarandeerde waterdiepte ligt op OLR –2,80 m. De waterdiepte bij de mediane waterstand bedraagt dan 1,72 m + 2,8 m = 4,52 m). Bij hogere waterstanden hebben maatregelen nagenoeg geen nadelige effecten meer op het scheepvaartbelang.

Bovenstaande belangen zijn overgenomen uit de notitie: 'Instemming DGLM, DGW en SDG met beoordelingskader scheepvaartbelang bij RVR en andere projecten in RWS-ON', Egbert IJmker, RWS Oost Nederland, 28 mei 2009.

## 2.4 Veiligheid en vlotheid: aantal ongevallen

In de huidige situatie worden ongevallen geregistreerd (Monitoring Nautische Veiligheid 2005 RWS-ON). Voor het vaarwegvak waar de dijkteruglegging komt te liggen (tussen kilometerraai 882 en 888 zijn de volgende aantallen ongevallen over drie riviervakken geregistreerd.

---

<sup>4</sup> Er zijn en worden studies uitgevoerd naar eventuele noodzakelijke verbreding van vaargeulen. Aangegeven zijn de maximale breedtes die genoemd worden in de studies. Maatregelen in het zomerbed dienen te anticiperen op mogelijke toekomstige beleidsbeslissingen voor vaargeulverbreding en mogen deze niet beperken/onmogelijk maken.

Tabel 2.9: Aantal ongevallen voor riviervakken bij dijkteruglegging.

Km	Locatie	1998	2001	2002	2003	2004	2005	Totaal
877-882				1		1	3	5
883-884	Nijmegen	1	3	6	1	4	3	18
885-888	Weurt		3	7	5	7	3	25

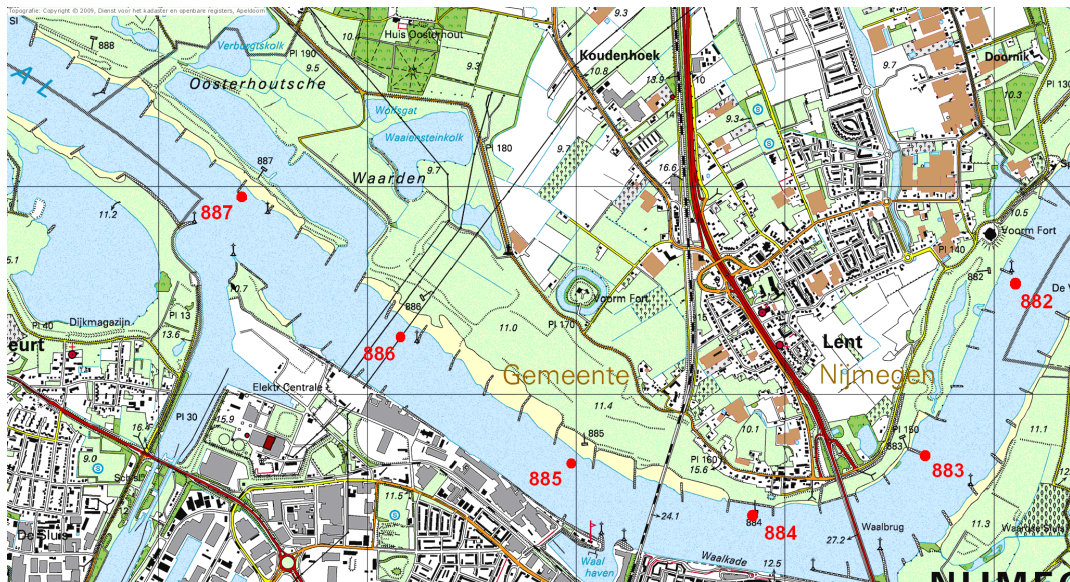
Per kilometer zijn de volgende kentallen bepaald (aantal ongevallen per kilometer).

Tabel 2.10: Aantal ongevallen per km

Km	Locatie	1998	2001	2002	2003	2004	2005	Totaal
877-882		0	0	0,17	0	0,17	0,5	0,83
883-884	Nijmegen	0,5	1,5	3	0,5	2	1,5	9
885-888	Weurt	0	0,75	1,75	1,25	1,75	0,75	6,25

Er is geen onderscheid gemaakt in soort ongevallen (aanvaringen onderling, aanvaring met een obstakel) en in scheepstypen. Ook valt niet te zeggen of er een correlatie is tussen het aandeel recreatievaart en het aantal ongevallen. (Kijkend naar tabel 2.4 als wel 2.10 en de jaren 2004, 2005 lijkt deze correlatie wel aanwezig.)

Voor een overzicht van de kilometerraaien van de Waal bij Nijmegen, zie onderstaande figuur.



Figuur 2.1: Overzichtkiloterraaien Waal bij Nijmegen



### 3 AUTONOME ONTWIKKELING

#### 3.1 Groeipercentages scheepvaartverkeer

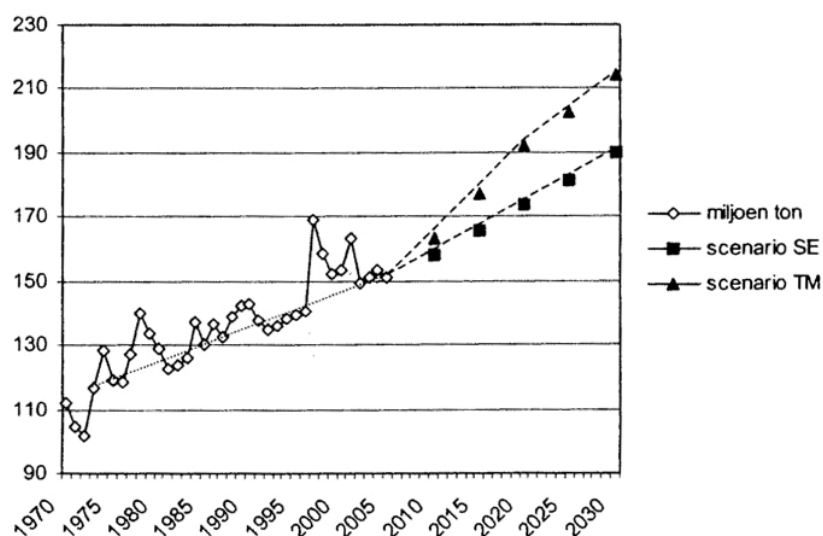
##### 3.1.1 Beroepsvaart

Tabel 3.1 geeft het verloop in passages weer over de afgelopen 15 jaar. Deze cijfers zijn afkomstig uit de rapporten “Nederland en de scheepvaart op de binnenwateren” uit 2002 van het AVV en CBS, en “Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen, editie 2008” van september 2008, DVS.

**Tabel 3.1: Overzicht groeipercentages Waal bij Nijmegen**

	in 2002 t.o.v. 1994	2002 t.o.v. 2001	2004-2007
Ontwikkeling in het totaal aantal scheepvaart passages	Afname 0 tot 15 %	Toename 0 tot 5 %	Afname 13 %
Ontwikkeling in passages door schepen bestemd voor vervoer van lading	Afname 10 % en meer	Afname 0 tot 15 %	
Ontwikkeling in passages door schepen niet bestemd voor vervoer van lading (duw/ sleepboten en recreatievaart)	Toename van 30 % en meer	afname van 5% tot 10%	
Ontwikkeling in vervoerd tonnage in percentage	Toename van 5 tot 10%	Afname van 0% en meer	

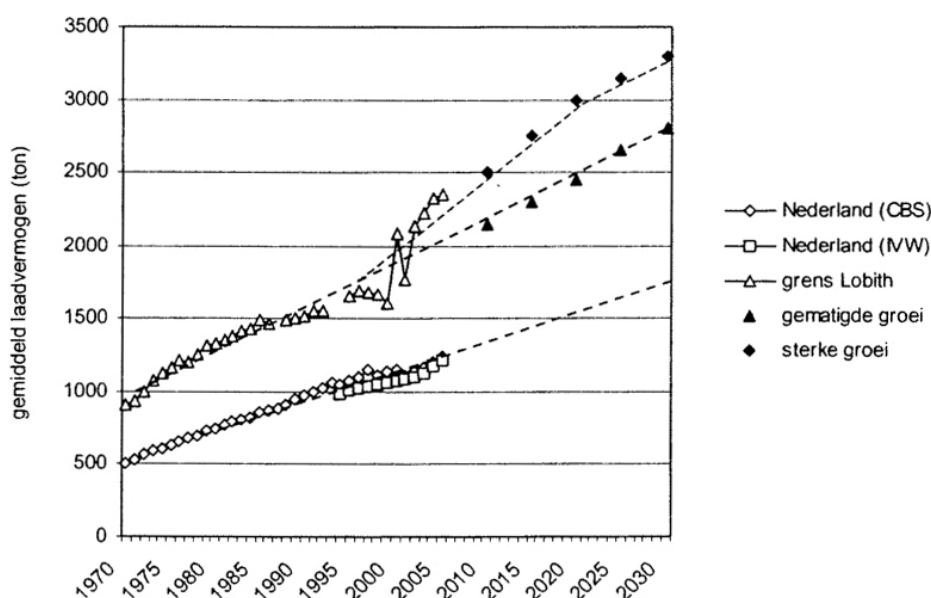
Het Centraal Planbureau heeft in samenwerking met het DVS (voorheen AVV) in het rapport “Ligplaatsen Waal” (mei 2007, DVS) een aantal toekomstbeelden van het goederenvervoer uitgewerkt. Deze geven inzicht in de ontwikkeling tot ca. 2030. Figuur 3.1 is overgenomen uit voorgenoemd rapport.



**Figuur 3.1: Prognose van het goederenvervoer over de Waal**

De termen SE en TM staan voor de scenario's 'Strong Europe' en 'Transatlantic Market'. Van de in totaal 4 uitgewerkte toekomstscenario's verwacht DVS dat bovenstaande (SE en TM) de meest waarschijnlijke zijn. Uit de figuur is af te leiden dat volgens Scenario SE het goederenvervoer zal toenemen tot 190 miljoen ton in 2030. Voor het Scenario TM is een hoeveelheid van 214 miljoen ton in 2030 geprognosticeerd. Het Statistisch Overzicht geeft voor de situatie in 2006 een hoeveelheid van 158 miljoen ton weer (tabel 2.5). Dit betekent een toename van het goederenvervoer in tonnage tot 2030 met 20% (SE) tot 35% (TM).

In de binnenvaart is sprake van schaalvergroting. Het gemiddelde laadvermogen per schip wordt vergroot doordat nieuwe grote eenheden in de vaart komen. Uit het rapport "Ligplaatsen Waal" van DVS is de volgende figuur overgenomen, welke de groei van het gemiddelde laadvermogen weergeeft, tot in 2030.



**Figuur 3.2: Groei gemiddeld laadvermogen van de ladingvoerende vloot**

Voor specifiek de Waalvloot maakt het rapport onderscheid in gematigde en sterke groei. Bij de gematigde groei zal het gemiddelde laadvermogen toenemen tot 2.750 ton per schip in 2030. Bij een sterke groei is het gemiddelde laadvermogen op 3.300 ton per schip geprognosticeerd.

Uit de voorgaande prognoses en een gemiddelde beladingsgraad van 50% is tabel 3.2 opgesteld. (basis: "Ligplaatsen Waal", mei 2007, DVS).

**Tabel 3.2: bepaling aantal passerende (vrachtvervoerende) schepen in 2030**

Scenario	Gemiddelde scheepslading (ton)	Vervoerde lading (mln. ton)	Passerende schepen te Lobith (vrachtvervoerend)	Toename/afname (%)
2006			134.612*	0
SE (gematigde groei gem. laadvermogen)	1.375	190	138.200	+2%
SE (sterke groei gem. laadvermogen)	1.650	190	115.150	-15%
TM (gematigde groei gem. laadvermogen)	1.375	214	155.650	+16%
TM (sterke groei gem. laadvermogen)	1.650	214	129.700	-4%

\* uit Statistisch Overzicht Scheepvaart (Duitse grens - Weurt) 2006

Hieruit valt te concluderen dat het aantal vrachtvervoerende schepen tot 2030 kan groeien of krimpen al naar gelang het gehanteerde scenario. Relatief ten opzichte van 2006 varieert het percentage af- / toename van -15 % tot +16 %. Een vergelijking van de prognosecijfers met het aantal passerende schepen in 2005 (128.500 schepen) geeft een beeld dat iets is verschoven: van -10%, tot +21% (groei). Van belang is dus niet alleen de percentages in ogenschouw te nemen, maar bovendien te kijken naar de absolute getallen en de toenemende gemiddelde afmetingen van de schepen.

### 3.1.2 Recreatievaart

De cijfers uit tabel 2.4 laten zien dat de aantallen recreatievoertuigen over de jaren 2004-2007 behoorlijk fluctueren. De getallen geven geen trend weer. De trend vóór 2002 is volgens tabel 3.1 een toename van passages van schepen die niet bestemd zijn voor vervoer van goederen (onder andere recreatievaart) met meer dan 30%. Met behulp van de beschikbare getallen is geen verwachting uit te spreken voor de toekomst. De rijksoverheid (Dienst Verkeer en Scheepvaart) houdt rekening met een groei van 1% per jaar. Deze twee uiteenlopende waarden geven een onder- en een bovengrens aan.

## 3.2 Situatie met betrekking tot externe veiligheid

De hiervoor beschreven prognoses tot 2030 geven aan dat de scheepvaart op de Waal te maken krijgt met een toename van het laadvermogen per schip en het totaal te vervoeren lading. Afhankelijk van het gehanteerde scenario kan dit resulteren in een toename van het aantal vrachtvervoerende schepen met 16% (ten opzichte van 2006). Een toename van de scheepvaart op de Waal leidt tot een grotere kans op aanvaringen en ongelukken met schepen. Hierdoor kan de ligging van de contouren voor zowel de Plaatsgebonden risico's als de Groepsrisico's ten opzichte van de wal/kade veranderen. Hoeveel deze verandering zal zijn, is op dit moment niet te zeggen vanwege de onzekerheden die hierna worden beschreven.

De ontwikkeling van de risico's op de Waal is afhankelijk van vele factoren. Zo is de schaalvergroting van invloed op de veiligheid. Grotere schepen zijn vaak uitgerust met geavanceerdere navigatie en radarapparatuur waardoor ze per saldo veiliger zijn t.o.v. kleinere vaartuigen. Daarnaast speelt de ontwikkeling in de scheepsbouw een rol.

Zo moeten in de toekomst dubbelwandige tankers gaan varen. Deze schepen hebben bij een ongeval een kleinere kans op lading uitstroom waardoor het risico afneemt.

Hier tegenover staat de verwachte toename van het vervoerd tonnage. De toename van het aantal passerende schepen is moeilijk te voorspellen omdat ook de scheepsgrootte toeneemt. De prognoses zoals beschreven in de vorige paragraaf ondersteunen dit. De scheepvaart zal toenemen, afhankelijk van het gehanteerde scenario, met circa 16%. Dit brengt een toename van de potentiële ongevallen met zich mee.

Daarnaast geven prognoses uit 'Verwachtingen vervoer gevaarlijke stoffen over weg en water' (J. Veurman, AVV, november 2003) een toename weer van vervoer gevaarlijke stoffen tot 2010 op de corridor West-Oost Nederland.

**Tabel 3.3: Ontwikkeling binnenvaartvervoer volgens trendextrapolatie tellingen tot 2010 (% per jaar)**

Stofcategorie		Corridor West-Oost Nederland
GF2 en GF3	Zeer brandbaar en brandbaar gas	3,8%
GT3	Toxisch gas	(onbekend)
LF1	Brandbare vloeistof	0,5%
LF2	Zeer brandbare vloeistof	4,1%
LT1	Zeer licht toxische vloeistof	0,2%
LT2	Licht toxische vloeistof	0,8%

Bovengenoemd document wordt door Rijkswaterstaat gebruikt bij het bepalen van het risico van het vervoer van gevaarlijke stoffen. In de handreiking 'Nota: Programma van eisen voor een nieuwe externe veiligheid risicoanalyse op het water' (Manon Kruiskamp, DVS, 23 april 2009) wordt naar dit document verwezen. (zie paragraaf 2.2).

Hetzelfde document geeft bij een centrale en hoge groei een prognose weer van de toename van de scheepvaartbewegingen op de betreffende corridor. Hierbij is rekening gehouden met schaalvergroting.

**Tabel 3.4: Twee ontwikkelingspaden scheepvaartbewegingen per stofcategorie tussen 2001 en 2010 (totale % groei)**

Stofcategorie		Corridor West-Oost Nederland	
		Centrale groei	Hoge groei
GF1	Licht brandbaar gas	6%	26%
GF2	Brandbaar gas	15%	35%
GF3	Zeer brandbaar gas	15%	35%
GT1	Zeer licht toxisch gas	16%	36%
GT2	Licht toxisch gas	16%	36%
GT3	Toxisch gas	0%	20%
GT4	Zeer toxisch gas	16%	36%
GT5	Extreem toxisch gas	16%	36%
LF1	Brandbare vloeistof	0%	20%
LF2	Zeer brandbare vloeistof	18%	38%
LT1	Zeer licht toxische vloeistof	0%	20%
LT2	Licht toxische vloeistof	0%	20%
LT3	Toxische vloeistof	16%	36%
LT4	Zeer toxische vloeistof	16	36

De totale verandering van het risico is in die zin lastig te voorspellen. De externe veiligheidssituatie leidt er in elk geval niet toe dat plannen en/of maatregelen zijn voorzien om de externe veiligheid te verbeteren en/of aan te passen. Bovendien wordt voor het effect op externe veiligheid een kwalitatieve inschatting gemaakt, dus wordt hier volstaan met bovenstaande inschatting van risicoverkleinende en risicovergroten trends.

Het Basisnet Water (nog niet leidend) heeft een andere benadering als het gaat om externe veiligheid in de toekomst. Het geeft de grenzen weer tot waar vervoer van gevaarlijke stoffen en ruimtelijke ordening kunnen groeien. Eisen die volgen uit het Basisnet zijn reeds vermeld in tabel 2.8. Met betrekking tot de gebruikruimte voor het vervoer van gevaarlijke stoffen geeft het Basisnet aan dat nieuwe berekeningen zijn uitgevoerd. Deze geven aan dat tot 2030 met alle denkbare ontwikkelingen geen PR (Plaatsgebonden Risico)  $10^{-6}$  contour op de oever zal komen noch ergens een Groepsrisico knelpunt ontstaat.

In het externe veiligheidsonderzoek (SAVE; Ruimte voor de Waal; deel 23: externe veiligheid) is voor de toekomstige situatie het aantal transporten met gevaarlijke stoffen meegenomen, zoals opgenomen in tabel 3.5.

**Tabel 3.5: Scheepstransport gevaarlijke stoffen voor het onderzoeksgebied (bron risicoatlas)**

Stofcategorie	Aantal schepen per jaar (2030)
GF3	1.709
GT3	9
LF1	9.497
LF2	10.334
LT1	49

In het onderzoek onder factsheet 23 is het plaatsgebonden risico en groepsrisico doorgerekend en weergegeven in contouren en een grafiek voor groepsrisico. Voor de figuren wordt verwezen naar de effectbeschrijving onder hoofdstuk 4 (4.2.2). Voor de huidige situatie geldt, dat de gepresenteerde contouren voor het plaatsgebonden risico enkele meters minder breed zijn dan de berekende contouren voor de toekomst.

### 3.3 Bevordering Vlotheid (transportcapaciteit)

Het huidige dwarsprofiel van de Waal wordt gekarakteriseerd door een na te streven vaargeulbreedte van 150 meter met een bijbehorende waterdiepte van 2,80 m bij OLR. Ten opzichte van deze norm manifesteren zich in de huidige situatie reeds knelpunten op de Waal. De doelstelling van het hoofdproject Waal is het realiseren van een ruimere vaargeul en is gericht op realisatie in het jaar 2012-2015. De noodzakelijke afmetingen voor de vaargeul in de toekomst zijn bepaald op 170 m breed met een bijbehorende waterdiepte van 2,80 m bij OLR (Waar een Waal is, is een (vaar)weg, projectnota Waal).

De huidige situatie is zo dat de gemeente Nijmegen vergunning heeft voor het afmeren van schepen aan de kade van Nijmegen tot een breedte van 25 m. Daarbij dient opgeteld te worden een veiligheidsmarge die volgt uit de vaarwegrichtlijn. Indien hierbij nog eens de gewenste vaargeul van 170 m x 2,80 m wordt opgeteld, dan geeft dit de overgebleven mogelijkheden aan voor de impact van de varianten.

De ligging van de vaargeul op de Waal is vastgesteld in een bekendmaking aan de scheepvaart t.b.v. het vaststellen van de Minst Gepeilde Diepte (MGD) en het baggerwerk. De tekst luidt: "Met vaargeul wordt in deze bekendmaking het vaarwater bedoeld tussen de denkbeeldige lijnen die op de Boven Rijn en Waal liggen op 30 meter uit de bakens of vervangende markering op de koppen van de Kribben, strekdammen en oevers, of 5 m uit de drijvende markering (rivierzijde).

Ondiepten die meer dan 25 m buiten de lijn over de markering op de koppen van de kribben, strekdammen en oevers reiken, worden betond. Daar buiten begint dus de vaargeul.

In het rapport Knelpuntenanalyse Waal worden verschillende rivierkundige maatregelen voorgesteld om de knelpunten aan te pakken. Er worden echter geen concrete maatregelen voor de Bocht in Nijmegen voorgesteld dan de genoemde 170 m x 2,80 m.

### 3.4 Veiligheid: aantal ongevallen

Hoe in de toekomst het aantal ongevallen zich zal ontwikkelen is moeilijk te voorspellen. Er kunnen kentallen worden gevormd, die de verhouding tussen het aantal scheepspassages weergeven en het aantal ongevallen. Uit onderzoek blijkt dat over het algemeen het aantal ongevallen zich evenredig met het aantal scheepspassages ontwikkelt. Met andere woorden: een toename in het aantal schepen zal tot een evenredige toename van het aantal ongevallen leiden (aangenomen dat de configuratie van de vaarweg niet wijzigt).

Het huidige zicht in de bocht bij Nijmegen wordt belemmerd door brugpilaren. Door de aanleg van een nieuwe Waalbrug verslechtert het zicht voor de scheepvaart, echter de bouw van de nieuwe brug en dit effect wordt niet beoordeeld in deze rapportage. De nieuwe Waalbrug wordt als autonome ontwikkeling gezien.

## 4 EFFECTBESCHRIJVING VARIANTEN

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten in de realisatiefase en in de eindsituatie beschreven die de drie gedefinieerde varianten en de VKV voor de dijkteruglegging bij Lent op de scheepvaart hebben. De effecten worden ten opzichte van de huidige situatie en autonome groei beschreven. De aanleg van een nieuwe Waalbrug wordt onder autonome groei geplaatst.

Om deze effecten te kunnen waarderen en uiteindelijk te beoordelen zijn de effecten vertaald naar kwalitatieve scores in termen van veiligheid en vlotheid. Om de verschillen meer kwantitatief in beeld te brengen is ook de mate waarin mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn beschreven.

De effecten die door de varianten en de VKV worden veroorzaakt, worden beschreven in paragraaf 4.2. De beoordeling van de varianten vindt plaats in hoofdstuk 5 waar ook de mogelijke mitigerende maatregelen zijn beschreven.

Opgemerkt wordt dat de effectbeschrijving scheepvaart voornamelijk geschreven is vanuit de invalshoek 'beroepsvaart'. Daarbij speelt de interferentie met de recreatievaart uiteraard een belangrijke rol gelet op de aard van de voorgenomen activiteit. Ten aanzien van ongevallen is echter het gevolg van een mogelijk ongeval voor de beroepsscheepvaart zelf en de daarmee gepaard gaande effecten op de externe veiligheid maatgevend ten opzichte van het directe effect op het recreatievaartuig en haar opvarenden.

### 4.2 Beschrijving effecten en vertaling naar criteria veiligheid en vlotheid

In de beschrijving van de effecten is onderscheid gemaakt tussen de uitvoerings(realisatie)fase en de uiteindelijke (eind)situatie. De effecten zijn beschreven aan de hand van aspecten, die alle (direct of indirect) invloed hebben op de veiligheid en vlotheid van de scheepvaart. De aspecten zijn in te delen in twee groepen, namelijk aspecten die voortkomen uit rivierkundige effecten (hydraulica en morfologie) en scheepvaartverkeerskundige aspecten. De rivierkundige effecten zijn binnen het MER bepaald in het onderdeel rivierkunde; resultaten hiervan zijn hier samengevat en vertaald voor dit onderdeel in termen van veiligheid en vlotheid.

#### 4.2.1 Realisatiefase

In de realisatiefase (of ook wel aanlegsituatie genoemd) wordt voor scheepvaart onderscheid gemaakt in twee aspecten:

- een directe beperking van de scheepvaart tijdens uitvoering van de verschillende varianten door materieel;
- een indirecte verstoring of beïnvloeding van het verkeersbeeld doordat materieel en grondstoffen worden aan- en afgevoerd over het water.

### Directe beperking tijdens uitvoering

Bij de alternatieven Klassiek en Mozaïek is van een directe beïnvloeding nauwelijks of geen sprake. De uitvoeringswerkzaamheden zullen buiten de vaargeul plaatsvinden in de uiterwaard en zullen dus geen fysieke beperking betekenen voor het verkeer op de vaarweg. Invloed is mogelijk te verwachten bij de variant Dynamiek, waarbij drie geulopeningen moeten worden gegraven. Een baggerschip zal de bodem op diepte moeten brengen. Afhankelijk van de wijze van uitvoering (ontgraven vanuit de nevengeul of vaargeul) zal dit in min of meerdere mate de scheepvaart hinderen op de vaargeul. Verwacht wordt dat de werkzaamheden buiten de vaarbaan kunnen blijven, waardoor het effect niet ernstig te noemen is. Dit zelfde geldt voor de VKV echter in mindere maten. Voor variant Dynamiek en de VKV het geeft dit beperkt negatief effect op de vlotheid en de veiligheid.

### Beïnvloeding verkeer door aan- en afvoer van materieel en materiaal over water

Voor de realisatie van de alternatieven zal veel grond moeten worden vergraven in de uiterwaard. Het lijkt het meest voor de hand liggend deze hoeveelheden over het water af te voeren, te meer daar ook in den natte met baggerwerktuigen zal worden ontgraven. In onderstaande tabel zijn per variant de hoeveelheden af te voeren grond per schip aangegeven.

Alternatieven	Klassiek	Mozaïek	Dynamiek
Hoeveelheid grond af te voeren per schip (in miljoen m <sup>3</sup> )	2,3	3,4	3,3

In het geval 3,4 miljoen m<sup>3</sup> in 3 jaar moet worden afgevoerd zal dit bij een gemiddelde belading met 1.000 ton grond per werkdag op ongeveer 11 schepen die leeg aan komen en vol afvaren opleveren (er is gerekend met een geschat gemiddeld volumieke massa van de grond en 165 werkdagen per jaar). Dit aantal schepen is relatief gering ten opzichte van de stroom schepen die op- en afvaart (orde 380 schepen per dag) en zal bij goed verkeersgedrag van de betrokken schepen niet leiden tot ernstige effecten op de veiligheid. De vlotheid is mogelijk wel in het geding, doordat de doorgaande scheepvaart toch enigszins rekening zal houden met in- en uitvarende schepen uit de te ontgraven nevengeul. Voor de beoordeling van de varianten is de verhouding in de hoeveelheid te vervoeren grond van belang: hoe meer grond moet worden afgevoerd, hoe meer scheepsbewegingen er nodig zijn, met de daarbij behorende hinder.

#### 4.2.2 Eindsituatie

Voor de effectbeschrijving van de eindsituatie zijn de volgende vijf deelaspecten onderscheiden:

- de hydraulische situatie. Deze wijzigt door de realisatie van de varianten in gemiddelde en extreme situaties en volgt uit rivierkunde. Daarnaast is mogelijk enig effect te verwachten doordat de scheepvaartgeïnduceerde waterbeweging wordt beïnvloed door de ingrepen;
- morfologie (bodempligging). Deze wordt beïnvloed door de realisatie van de varianten in gemiddelde en extreme situaties;
- het overzicht (radarbeeld, zichtlijnen etc) voor de scheepvaart. Dit speelt voornamelijk bij hoogwater als de uiterwaarden overstromen en door de realisatie van de varianten een ander beeld van de rivier ontstaat dan in de huidige situatie;

- de interactie met nieuwe verkeersstromen: hierbij wordt bedoeld op de recreatievaart;
- externe veiligheid. Op basis van een risicoanalyse vervoer gevaarlijke stoffen zijn de effecten op externe veiligheid beschreven.

### Hydraulische situatie

Bij aangetakte nevengeulen kunnen bij lage afvoeren dwarsstromingen optreden bij de in- en uitstroomopeningen van de geulen. Deze dwarsstromingen kunnen hinderlijk zijn voor de scheepvaart en de veiligheid (navigatie) nadelig beïnvloeden. Als beoordelingseis (aspect 2.3 uit tabel 4 van het beoordelingskader) geldt dat op de rand van de vaargeul (denkbeeldige lijn tussen de bakens op de kribkop) de lokale stroomsnelheden loodrecht op de vaargeul niet hoger mogen zijn dan 0,3 m/s bij een geulvullende (nevengeul) afvoer van maximaal 50 m<sup>3</sup>/s. Bij afvoeren hoger dan 50 m<sup>3</sup>/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt dat de stroomsnelheid loodrecht op de vaargeul niet hoger mag zijn dan 0,15 m/s.

#### Geulvullende afvoer

De stroomsnelheden bij de in- en uitstroomopeningen zijn bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s beoordeeld. Deze afvoer heeft een overschrijdingsfrequentie van 25 dagen per jaar. Bij deze afvoer is sprake van een geulvullende afvoer van het zomerbed (de kribvakken stromen mee) en daarmee, volgens de definitie, ook van de nevengeul. De nevengeul bij Mozaïek en Klassiek begint echter mee te stromen vanaf ca. 4.600 m<sup>3</sup>/s (NAP+10,5 m), deze afvoer is hoger dan strikt genomen de geulvullende afvoer. Bij afvoeren hoger dan ca. 4.600 m<sup>3</sup>/s, waarbij de drempel overstroomt, is er sprake van één grote instroomopening waarbij water over de gehele oever van de Lentse Waard richting de nevengeul stroomt. Het water stroomt vervolgens beneden de bruggen over een grote oeverlengte van de Oosterhoutse waarden terug de hoofdgeul in.

#### Variant Klassiek

In variant Klassiek is bij een geulvullende afvoer sprake van één opening bij de Oosterhoutse plassen en één smalle opening bij de Lentse strang. Deze openingen zijn onveranderd ten opzichte van de huidige situatie. Figuur 4.1 toont de stroomsnelheden in het projectgebied bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s.

De opening van de Lentse strang is zo smal dat deze niet goed in WAQUA kan worden geschematiseerd. Omdat de strang eenzijdig aangetakt is en de opening zeer smal, zijn hier echter geen hinderlijke stroomsnelheden dwars op de vaargeul te verwachten. Ook bij de opening van de Oosterhoutse waarden zijn de stroomsnelheidscomponenten loodrecht op de vaargeul nihil (< 0.05 m/s) (figuur 4.4).

De Oosterhoutse plas, met daaraan de nevengeul, onttrekt geen water bij deze afvoer. De stroomrichting is parallel aan de stroomrichting op de vaargeul.

#### Variant Mozaïek

In variant Mozaïek is bij een geulvullende afvoer sprake van enkel een opening bij de Oosterhoutse plassen. Deze opening is onveranderd ten opzichte van de huidige situatie. De situatie is hiermee vergelijkbaar met de situatie in variant Klassiek. Figuur 4.2 toont de stroomsnelheden in het projectgebied bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s. De nevengeul begint nabij kmr 882,2 net mee te stromen (figuur 4.5). De waterstand (NAP+10,28 m) is hier lokaal net iets hoger dan maaiVELDniveau, waardoor de geul begint mee te stromen. De geul onttrekt ca. 20 m<sup>3</sup>/s aan de hoofdgeul (<1%).

De maximale stroomsnelheden zijn maximaal 0,25 m/s dwars op de vaargeul bij de kribwortel (0,4 m/s onder hoek van 45 graden). Op de rand van de vaargeul zijn de dwarsstroomsnelheden maximaal 0,1 m/s (0,55 m/s onder hoek van 10 graden). Bij de opening van de Oosterhoutse waarden zijn de stroomsnelheidscomponenten loodrecht op de vaargeul nihil (0,1 m/s), ondanks dat bij de opening 20 m<sup>3</sup>/s terugstroomt naar de hoofdgeul (figuur 4.6). De uitstroming beïnvloedt in de nabijheid van deze oever dus nauwelijks de richting van de (hoofd-) stroom.

### Variant Dynamiek

In variant Dynamiek is bij een geulvullende afvoer sprake van meerdere permanent watervoerende openingen. De nevengeul is via een inlaatwerk direct gekoppeld aan de Lentse strang. De strang staat aan twee zijden in directe verbinding met de hoofdgeul. In de Oosterhoutse Waard heeft de nevengeul nog twee openingen, één direct benedenstrooms van de spoorbrug bij kmr 884,8 en de huidige opening bij de Oosterhoutse plassen. Figuur 4.3 toont de stroomsnelheden bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s. De stroomsnelheid wordt bij deze 3 openingen beschouwd. Gebleken is dat de tweedimensionale berekeningen in WAQUA beperkingen hebben en dat instroomdebieten en daarmee gemoeide stroomsnelheden worden onderschat. In kaders is per geval een inschatting gegeven van de debieten en stroomsnelheden die de werkelijkheid beter benaderen.

- De *bovenstroomse opening in de Lentse waard* heeft een smalle opening van ca. 10 m met een bodemniveau van ca. NAP+6 m. Doordat deze opening zo smal is wordt deze in WAQUA niet correct geschematiseerd door het te grove rekengrid, zie figuur 4.7. Hierdoor wordt in WAQUA bij deze afvoer geen onttrekking door deze opening berekend.

In werkelijkheid zal deze onttrekking er wel zijn. Een grove inschatting op basis van stromingsvergelijkingen is dat de onttrekking door deze opening maximaal ca. 50 m<sup>3</sup>/s (ca. 2%) zal zijn. De stroomsnelheidscomponenten loodrecht op de vaargeul, berekend op de rand van de vaargeul, zijn bij deze onttrekking zeer waarschijnlijk groter dan 0,15 m/s.

- De *benedenstroomse opening van de strang* is ca. 100 m breed en heeft een bodemniveau van NAP+3 m. Bij deze opening zijn de stroomsnelheden dwars op de vaargeul op de rand van de vaargeul kleiner dan 0,15 m/s, zie figuur 4.8. WAQUA berekent een onttrekkingsdebiet van 40 m<sup>3</sup>/s welke door de doorlaatbare inlaatdrempel de nevengeul in stroomt. Dit zal wederom een onderschatting zijn door WAQUA, doordat de drempel te grof is geschematiseerd door het grove rekengrid.

In werkelijkheid zal het debiet door de doorlaatbare drempel groter zijn. Het waterstandsverschil tussen de boven- en benedenstroomse zijde van de drempel is ca 30 tot 35 cm. Op basis van dit verval en op basis van een grove inschatting met stromingsvergelijkingen worden afvoeren door de geul verwacht van ca. 150 - 200 m<sup>3</sup>/s (5-7%). De capaciteit (breedte en diepte) van de geul is zo hoog, dat zich nauwelijks verhang zal opbouwen in de geul. De stroomsnelheden ter plaatse van de geultjes in de doorlaatbare drempel zullen groot zijn, ca 3 - 4 m/s. Van de 150 tot 200 m<sup>3</sup>/s die door de doorlaatbare drempel de nevengeul zal instromen, wordt maximaal 50 m<sup>3</sup>/s aangeleverd via de bovenstroomse opening van de Lentse strang en ca 100 – 150 m<sup>3</sup>/s door de benedenstroomse opening. Dit zal maken dat de stroomsnelheden op de rand van de vaargeul bij de benedenstroomse opening van de Lentse strang zeer waarschijnlijk ook groter zijn dan 0,15 m/s loodrecht op de vaargeul.

- In de eerste opening naar de nevengeul in de Oosterhoutse Waard bij kmr 884,8 wordt (volgens WAQUA) een afvoer van 190 m<sup>3</sup>/s onttrokken. De stroomsnelheden op de rand van de vaargeul zijn ca. 0,25 m/s (0,75 m/s onder hoek van 20 graden) dwars op de vaargeul. Deze stroomsnelheden zijn weergegeven in figuur 4.9.

Doordat WAQUA de afvoer door de doorlaatbare drempel onderschat, kan de bijdrage door de opening bij de spoorbrug mogelijk een overschatting zijn. Echter de capaciteit van de geul is zo groot dat er mogelijk voldoende capaciteit is om én de 150-200 m<sup>3</sup>/s door de doorlaatbare drempel en de 190 m<sup>3</sup>/s door de opening bij de spoorbrug af te voeren.

- In de uitstroomopening bij de Oosterhoutse plassen toont figuur 4.10 de stroomsnelheden. De berekende stroomsnelheden op de rand van de vaargeul zijn ca. 0,35 m/s dwars op de vaargeul (0,5 m/s onder hoek van 45 graden). WAQUA berekent bij deze opening een lozing van ca. 230 m<sup>3</sup>/s op de hoofdgeul.

In werkelijkheid zal dit groter zijn doordat de doorlaatbare drempel meer water zal onttrekken dan in WAQUA wordt berekend. De verwachting is dat dit een lozing zal zijn van ca. 300 – 400 m<sup>3</sup>/s (10-14%). Dit zal maken dat de werkelijke stroomsnelheden dwars op de vaargeul hoger zullen zijn.

#### Voorkeursvariant

Op basis van de berekende stroomsnelheden en onttrekkings- en lozingsdebiëten, zie effectrapport "Projectnota MER Dijkteruglegging Lent, Hydraulische effecten VKV", eind november 2009, kan worden geconcludeerd dat in de VKV bij een geulvullende afvoer geen hinderlijke stroomsnelheden optreden. De onttrekkings- of lozingsdebiëten door de openingen zijn te klein om grote dwarsstroomsnelheden op de bakelijlijn te veroorzaken. Bij hogere afvoeren kunnen wel hinderlijke situaties ontstaan, echter zijn deze naar verwachting vergelijkbaar met de huidige situatie waarbij, in het geval van hoge afvoeren, de uiterwaarden overstroomd zijn. Er zijn een aantal verkennende sommen bij hogere afvoeren uitgevoerd; hieruit blijkt dat de dwarsstroomsnelheden hoger zijn dan 0,15 m/s, maar zeer waarschijnlijk de 0,3 m/s niet overschrijden.

#### Conclusies

Op basis van de bovenstaande opgesomde stroomsnelheden en onttrekking- en lozingsdebiëten kan het volgende over elk van de varianten worden geconcludeerd:

- bij Klassiek en Mozaïek treden bij een geulvullende afvoer geen hinderlijke stroomsnelheden op;
- bij Dynamiek zijn de stroomsnelheden dwars op de vaargeul gemeten op de rand van de vaargeul hoger dan de richtlijn aangeeft bij alle vier de in- en uitstroomopeningen. Ook geldt dat het onttrekkingsdebiet of lozingsdebiet hoger is dan 50 m<sup>3</sup>/s voor elk van de openingen. Aandachtspunt is dat het grove rekengrid van WAQUA niet voldoende in staat is om het gedetailleerde ontwerp van de doorlaatbare drempel en de bovenstroomse opening in de Lentse waard correct te modelleren. Hierdoor onderschat WAQUA de hoeveelheid afvoer door de nevengeul. Hierdoor zijn ook de berekende snelheden bij de in- en uitstroomopeningen van deze variant een onderschatting.

Ondanks deze onderschatting tonen de resultaten dat de stroomsnelheden al te hoog zijn. Variant Dynamiek zal daarom ongewenste dwarsstroming veroorzaken voor de scheepvaart die dicht (orde 20-30m) langs de oever (kribkoppen) vaart;

- verder wordt er altijd een debiet onttrokken van de Waal, echter is deze bij lage afvoeren dusdanig klein dat er nagenoeg geen effect voor de waterstanden op de Waal optreden. Zoals eerder genoemd: een afvoer op de Waal groter of gelijk aan 4.000 m<sup>3</sup>/s komt circa 25 dagen van het jaar voor;
- bij het VKV stroomt minder mee dan Dynamiek waardoor de waarden allemaal binnen de gestelde eisen vallen.

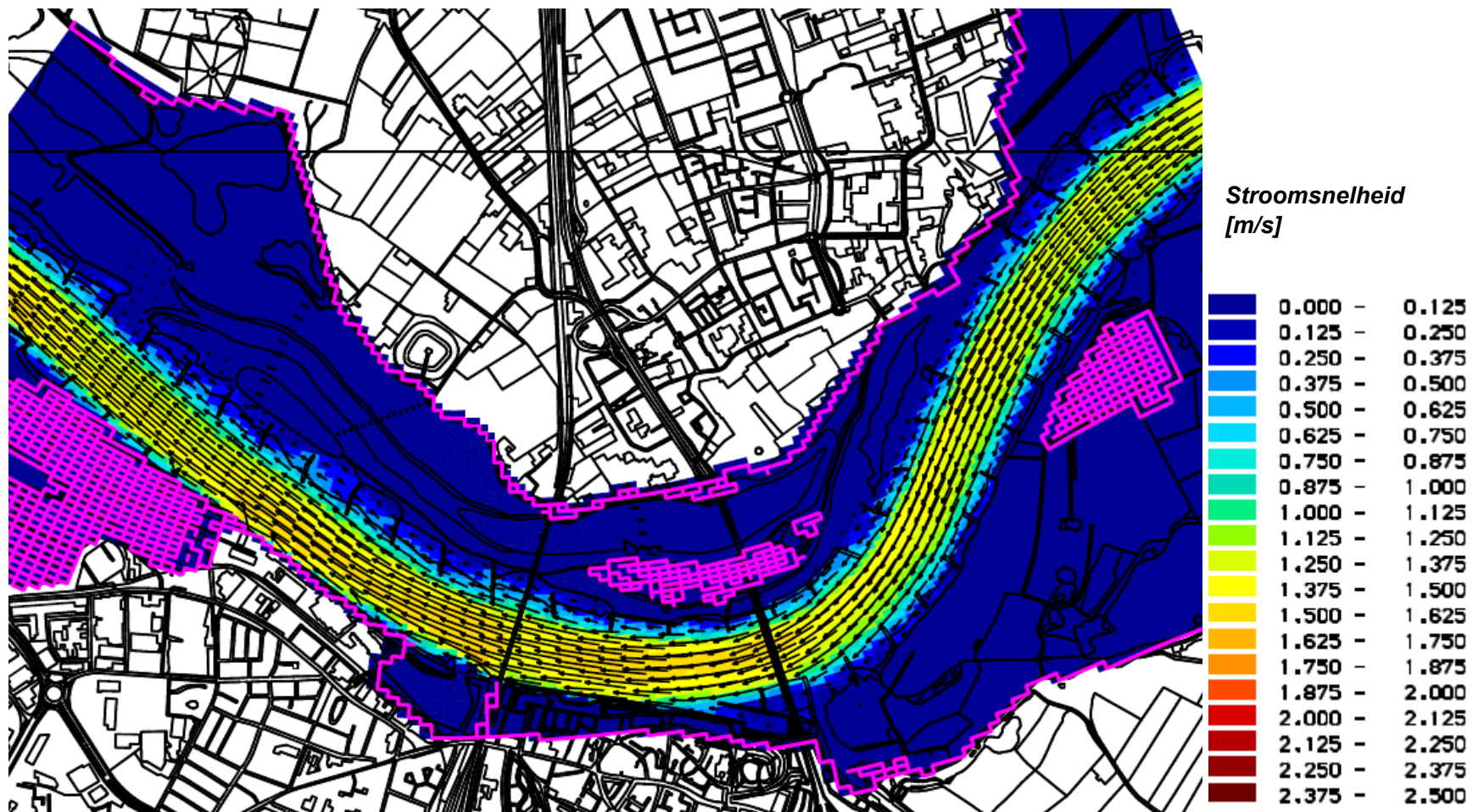
#### De beoordeling van de stroomsnelheden in een praktisch perspectief

Bovenstaande punten zijn een theoretische beoordeling op basis van de beoordelingseisen. In de volgende punten wordt de beoordeling in een praktisch perspectief geplaatst.

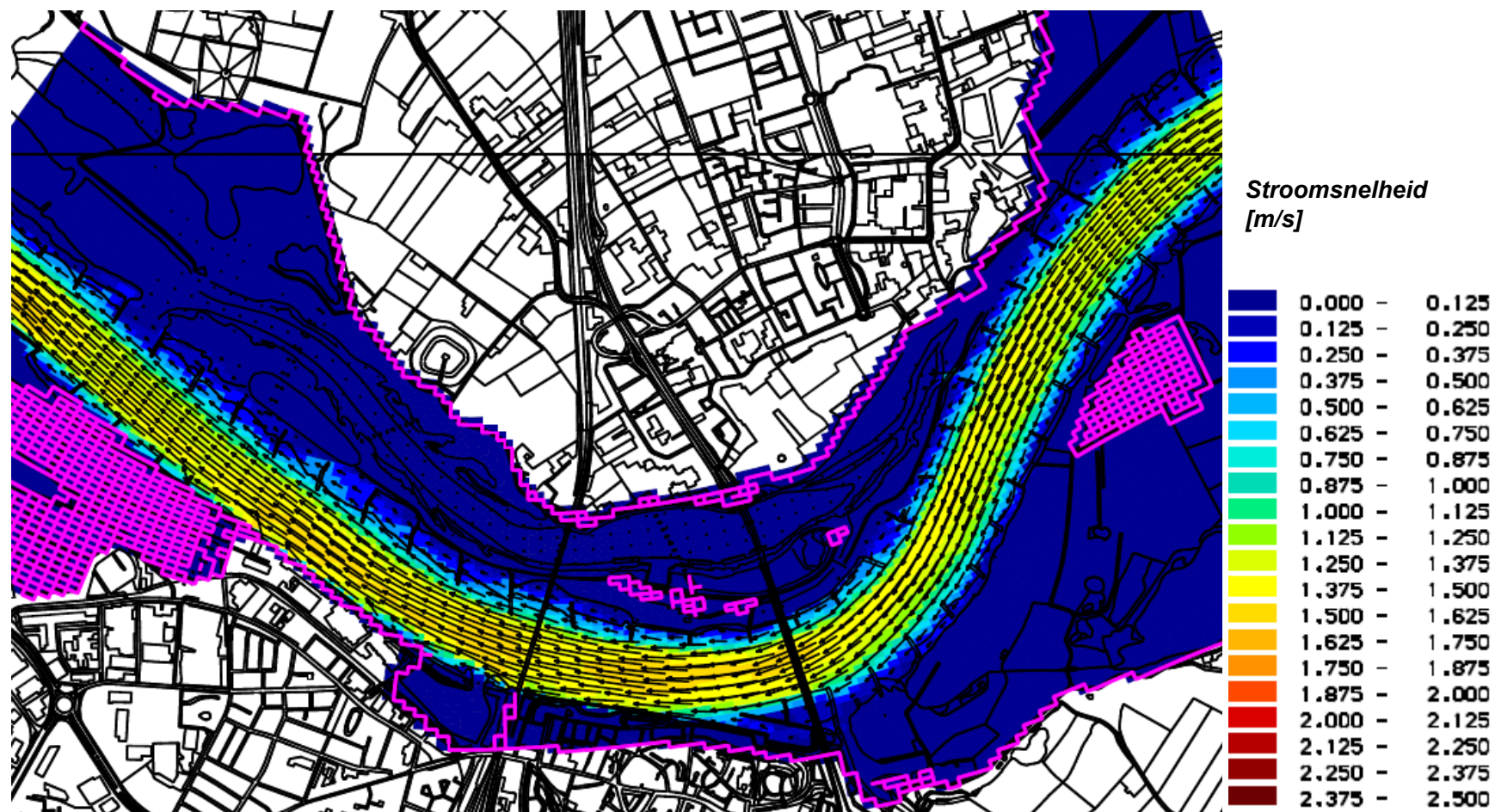
- Het is te verwachten dat een schip dat op geringe afstand langs de (verdronken) kribkoppen vaart nauwelijks iets zal voelen van de dwarsstroom; hij heeft daar immers ook al het veel sterkere patroon van wervelstraten en neren die elke krib veroorzaakt;
- Bij een bepaald geuldebiet en dwarstroomsnelheid, die dwars of nagenoeg dwars, tegen een schip stroomt wordt een koerswijziging veroorzaakt zijn de volgende scheepsbewegingen te verwachten. Eerst een koerswijziging doordat het voorschip wordt weggezet en daarna een koerswijziging door verplaatsing van de stroombundel (schip vaart er voor langs), waarbij het hele schip wordt weggezet en nog later een tegengestelde koerswijziging aan de eerste koerswijziging doordat het achterschip wordt weggezet. Doordat deze invloed plotseling is kan een gevaarlijke situatie worden veroorzaakt en het schip in de vaarbaan komen van de afvaart en of te dicht bij de kribben komen. Kortom: *de dwarsstroming vergroot de padbreedte van de scheepvaart. In deze scherpe en (daardoor voor de scheepvaart smalle) bocht is dat zeer ongewenst, omdat er geen extra breedte voorhanden is.*
- Op een rivier is iedereen alert op stromingen, de beroepsvaart zal op de dwarsstroom, al dan niet overschrijdende de beoordelingseisen, anticiperen;
- Voor recreatievaart kunnen de dwarsstromen hinderlijker zijn dan voor de beroepsvaart gezien die dicht langs de kribben varen en makkelijker mee worden gevoerd door de dwarsstromen;
- Bij een goede vormgeving van de geulen en (geleide)kribben kan de sterkte en stroomrichting worden beïnvloed en beperkt.

Concluderend: op dwarstromen wordt in de praktijk wel geanticipeerd, maar ze maken de situatie ook complexer: de dwarsstroom zorgt voor extra koerswijzigingen terwijl op deze locatie al kruisend scheepvaartverkeer plaatsvindt en weinig extra vaarbaanbreedte aanwezig is. (Zoals: beroepsvaart die stroomopwaarts de binnenbocht neemt, recreatievaart dat in en uit de nevengeul vaart en scheepvaart dat het Maas-Waalkanaal in en uit vaart). Voor het VKV worden hier geen tot nauwelijks problemen verwacht en zijn mitigerende maatregelen dan ook niet nodig.

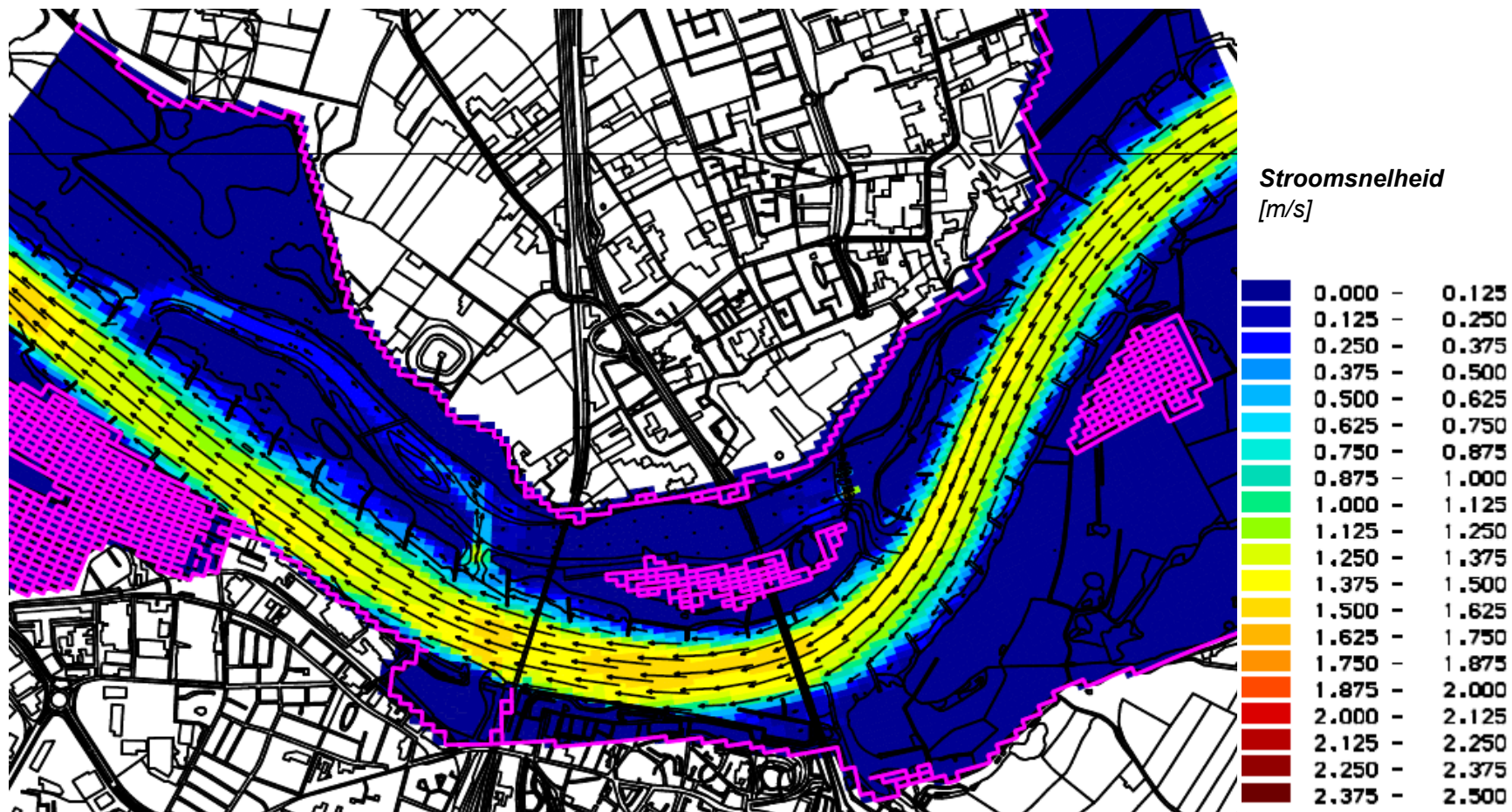
Bij de uitwerking van het ontwerp zal nadrukkelijk rekening gehouden te worden met mogelijke dwarsstromen en worden deze gedetailleerd onderzocht voor meerdere afvoeren. De beschreven mitigerende maatregelen geven hiervoor een handvat.



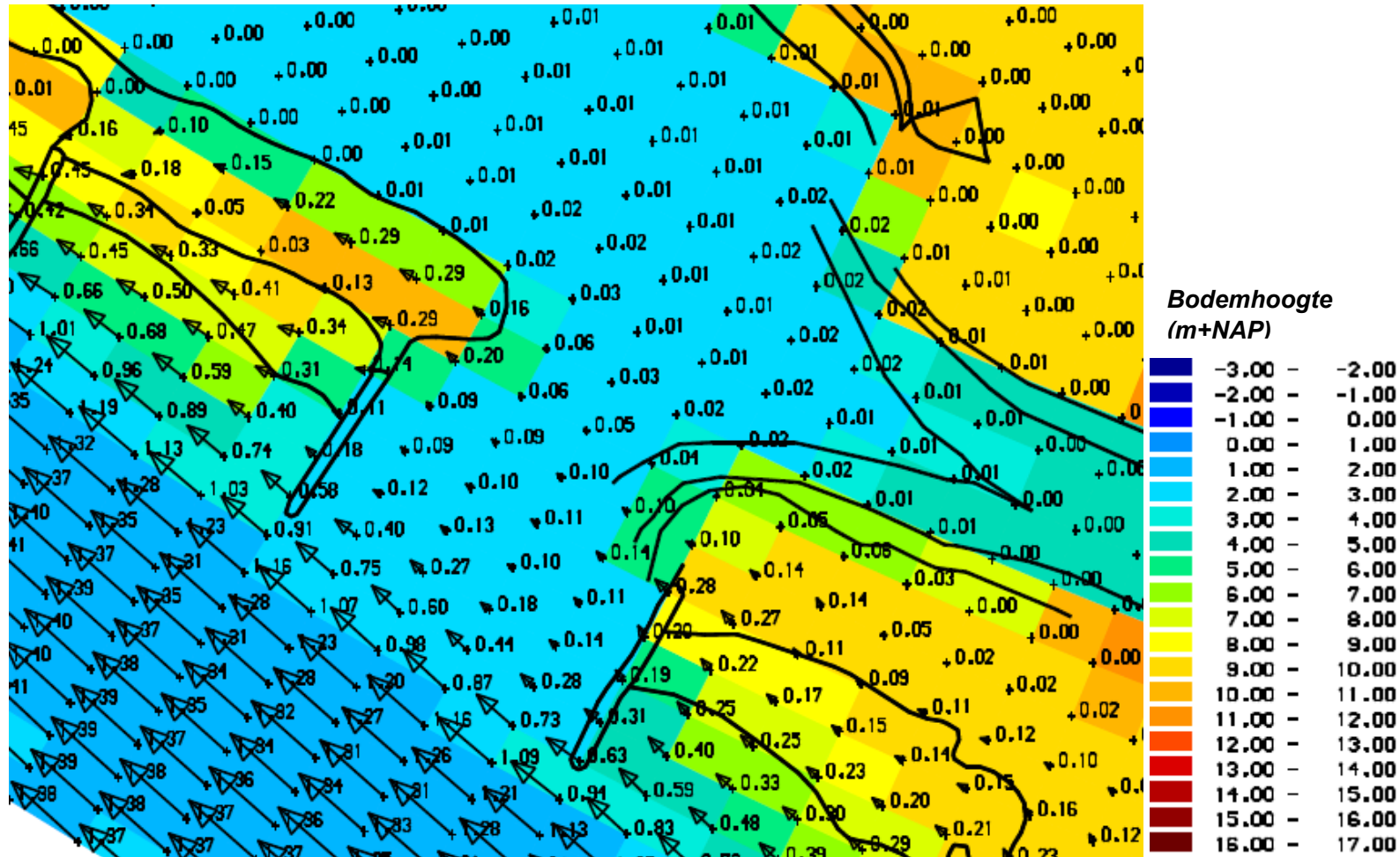
Figuur 4.1: Stroomsnelheden (m/s) en richting voor variant Klassiek bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s



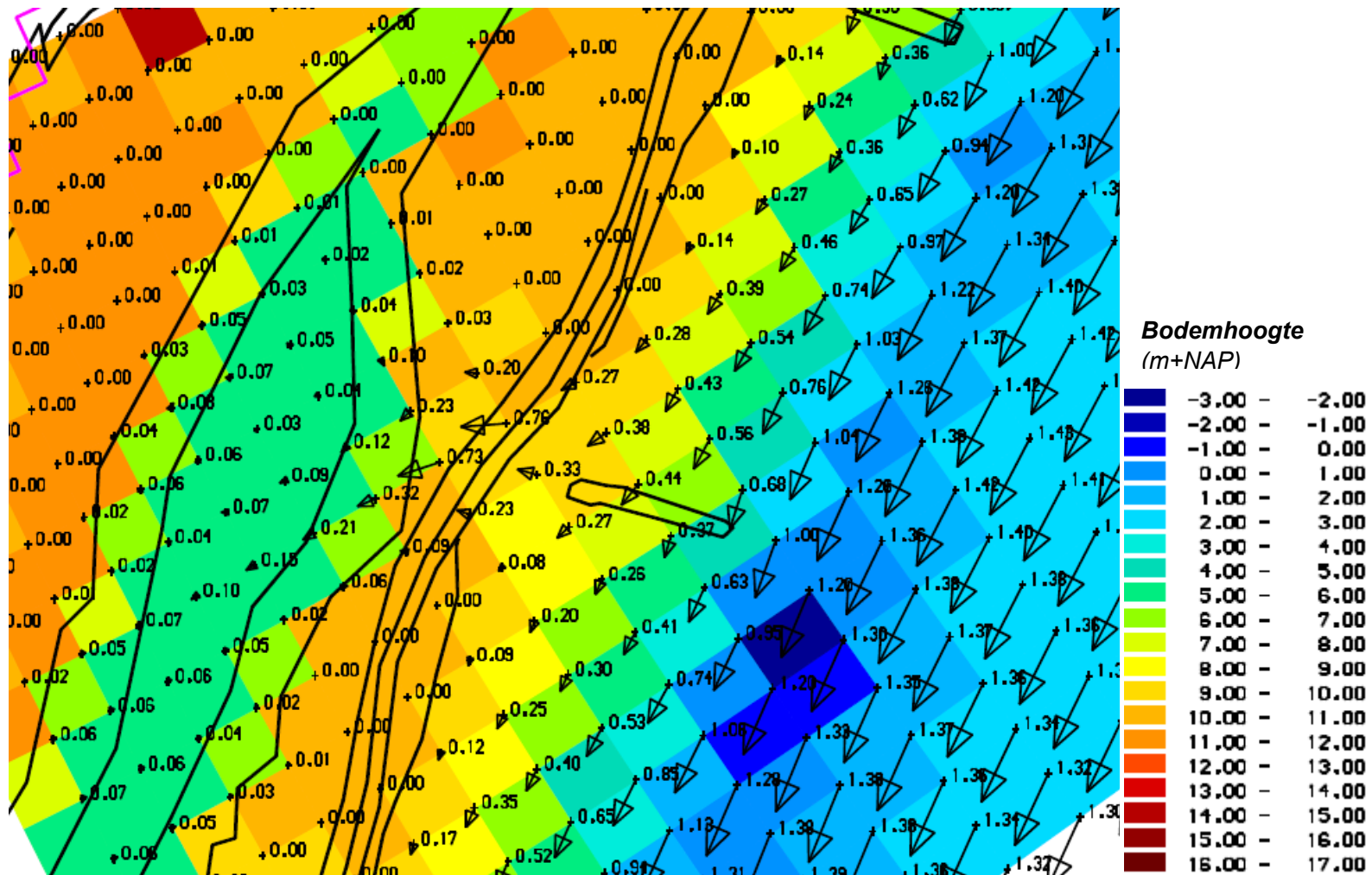
Figuur 4.2: Stroomsnelheden (m/s) en richting voor variant Mozaiek bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s



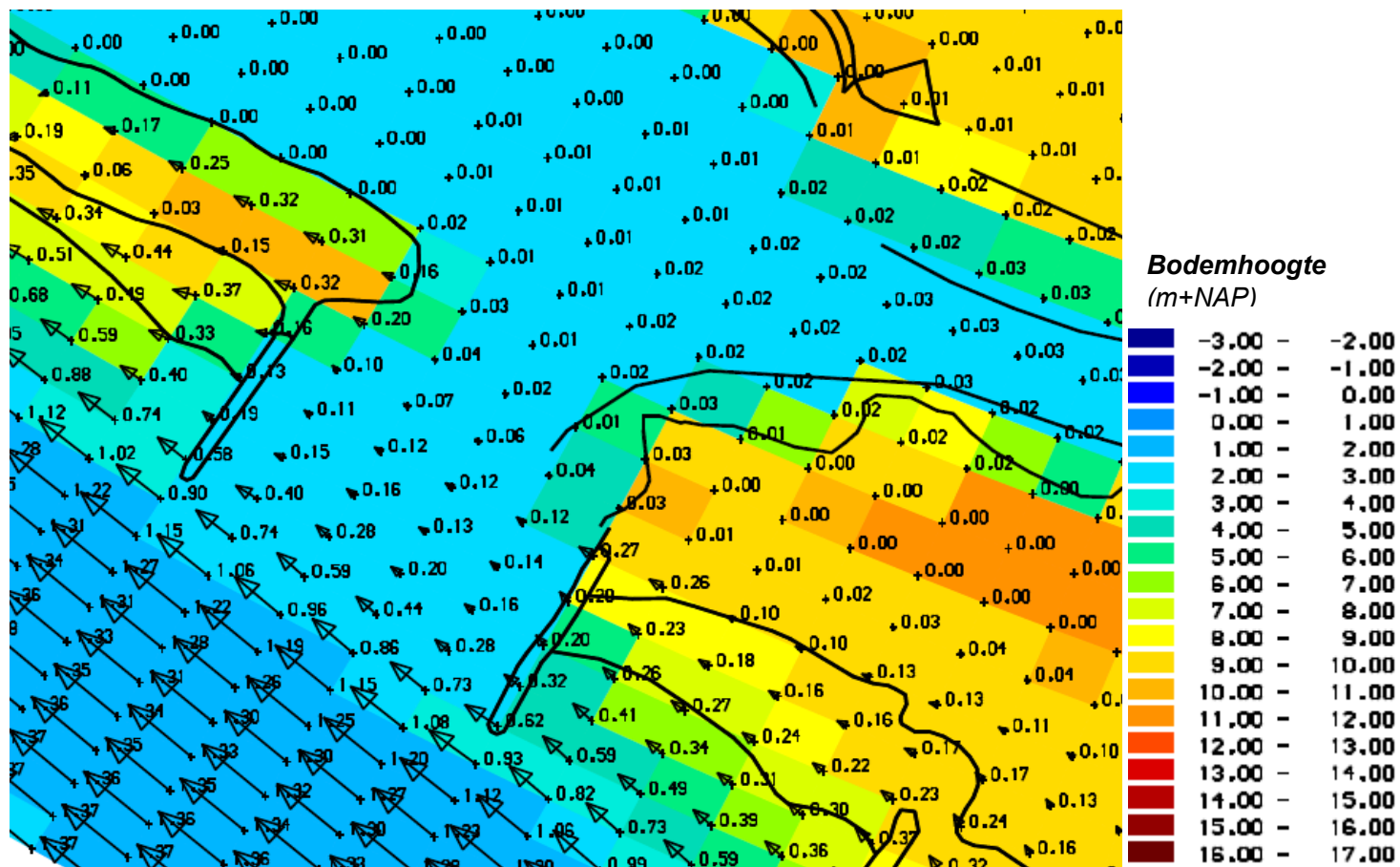
Figuur 4.3: Stroomsnelheden (m/s) en richting voor variant Dynamiek bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s



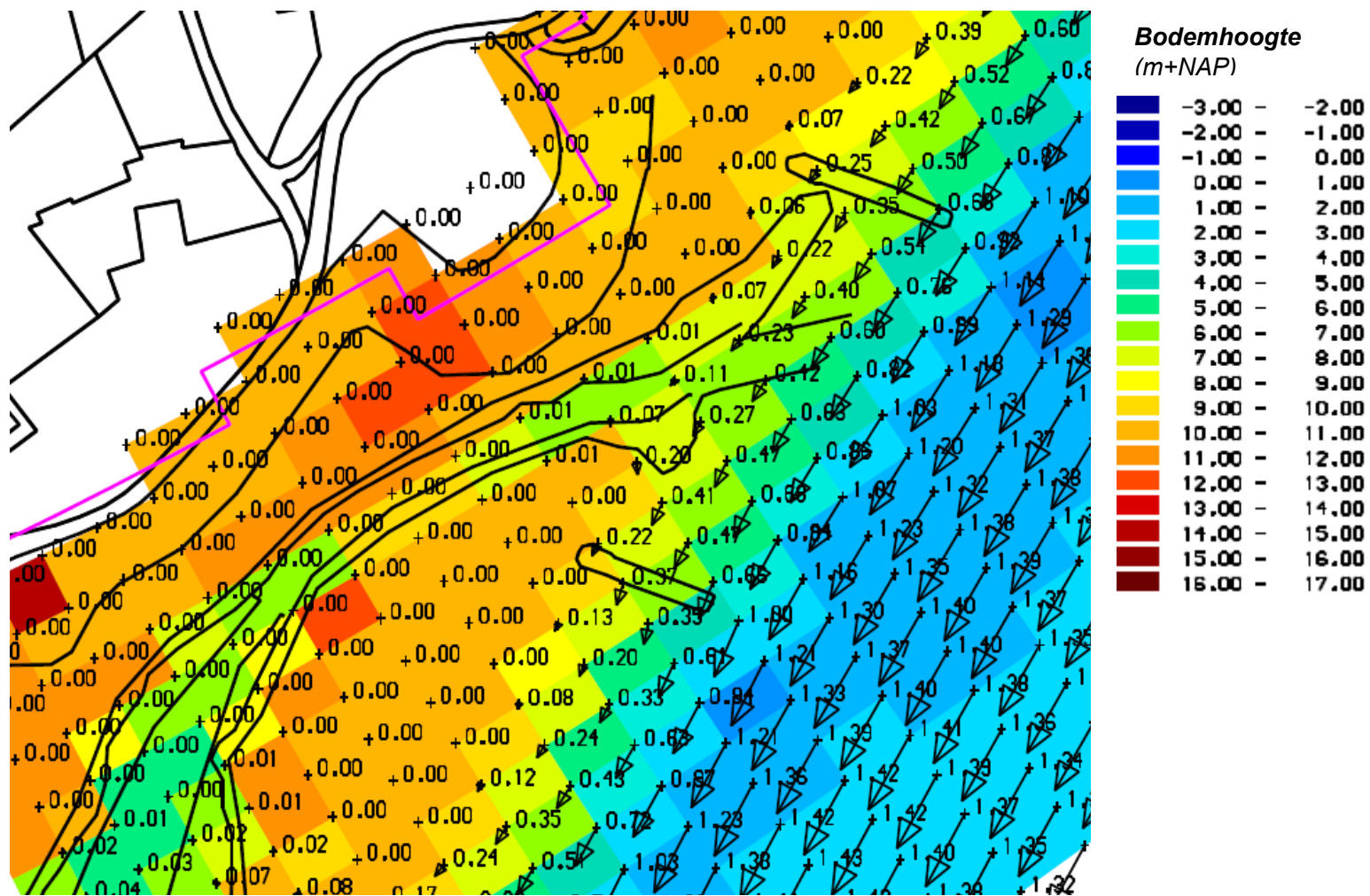
Figuur 4.4: Stroomsnelheden en richting bij de uitstroomopening van de Oosterhoutse Plas en nevengeul bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Klassiek. Onderliggend is de bodemhoogte geplot



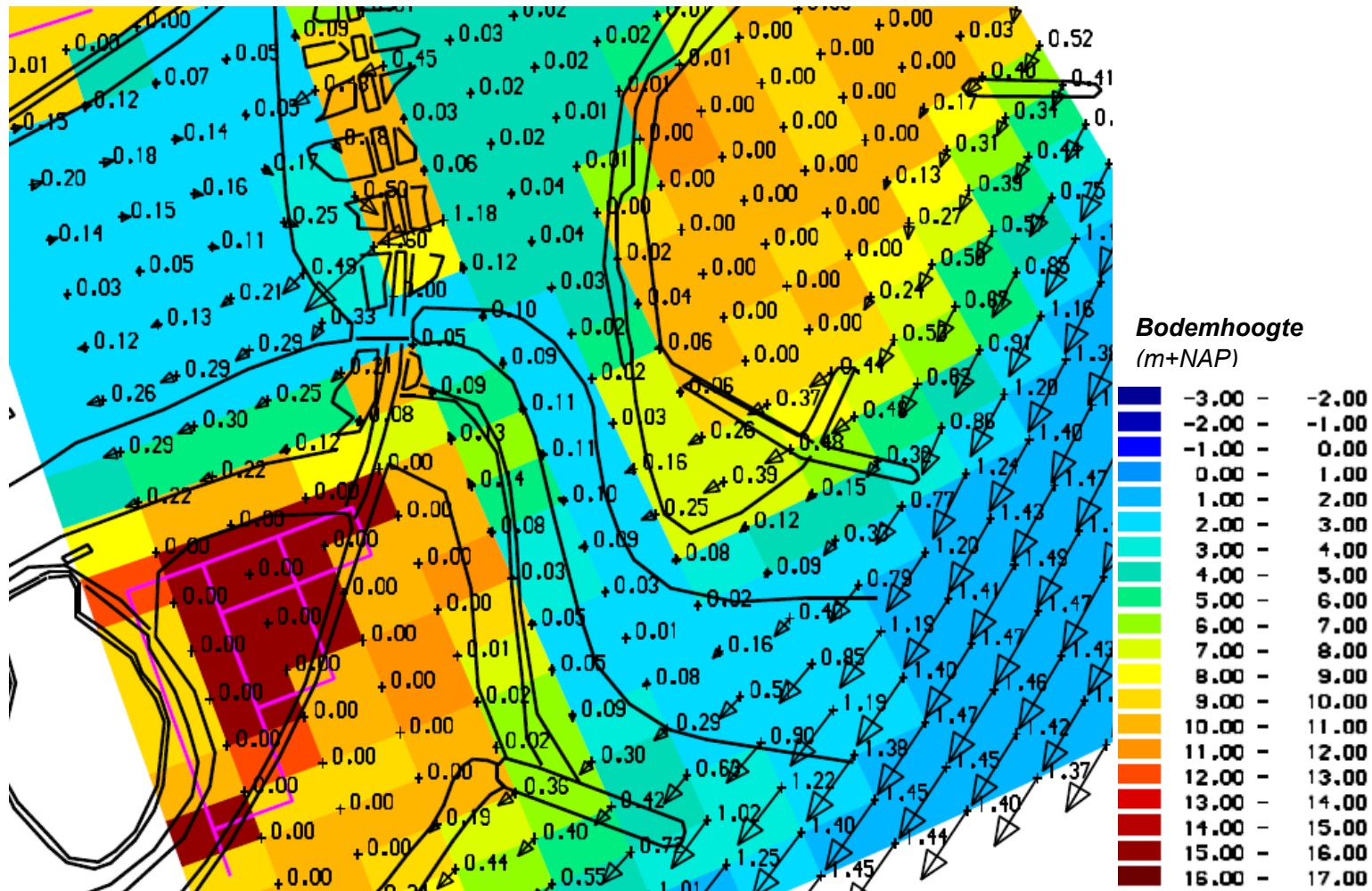
Figuur 4.5: Stroomsnelheden en richting bij een instroompunt in de Lentse Waard bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Mozaïek. Onderliggend is de bodemhoogte geplott



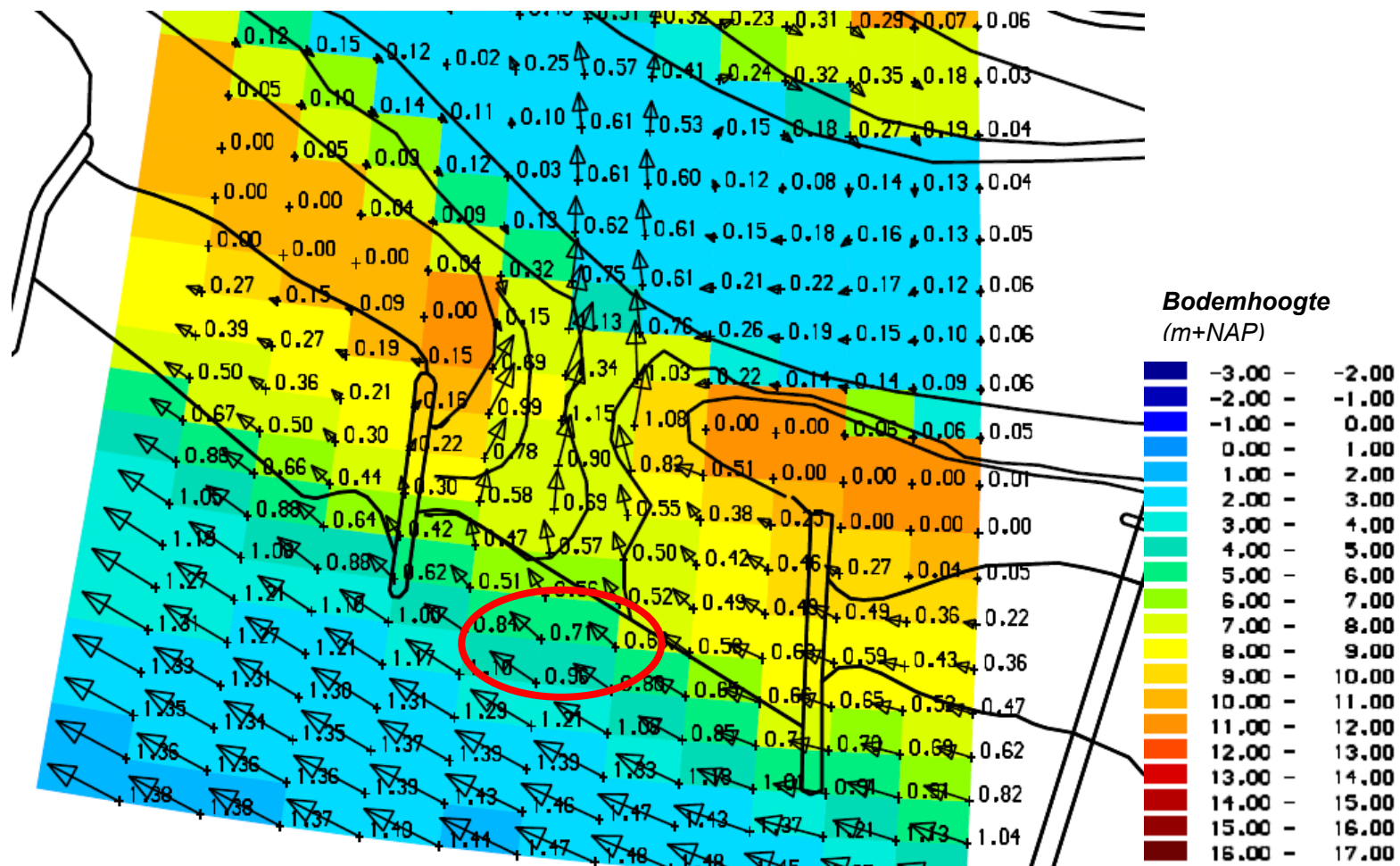
Figuur 4.6: Stroomsnelheden en richting bij de uitstroomopening van de Oosterhoutse Plas en nevengeul bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Mozaïek. Onderliggend is de bodemhoogte geplot



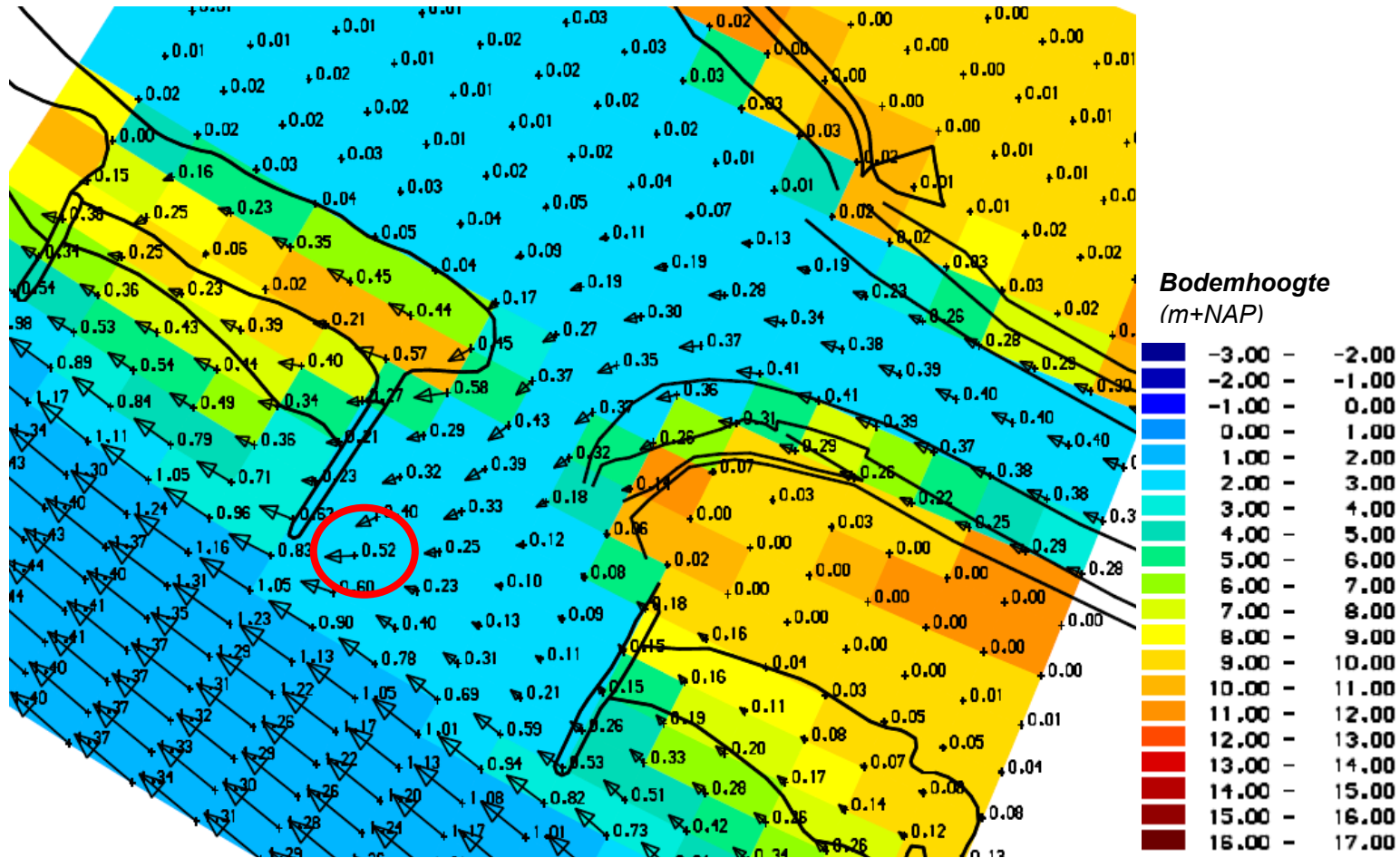
Figuur 4.7: Stroomsnelheden en richting bij de bovenstroomse instroomopening van de Lentse Waard bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Dynamiek. Onderliggend is de bodemhoogte geplot



Figuur 4.8: Stroomsnelheden en richting bij de benedenstroomse opening (de 2<sup>e</sup> opening, toegankelijk voor scheepvaart) van de Lentse Waard bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Dynamiek. Onderliggend is de bodemhoogte geplott



Figuur 4.9: Stroomsnelheden en richting bij de instroomopening in de Oosterhoutse waarden (direct benedenstrooms van de spoorbrug) naar de nevengeul bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Dynamiek. Onderliggend is de bodemhoogte geplot



Figuur 4.10: Stroomsnelheden en richting bij de uitstroomopening van de Oosterhoutse Plas en nevengeul bij 4.000 m<sup>3</sup>/s voor variant Dynamiek. Onderliggend is de bodemhoogte geplot

### Morfologie

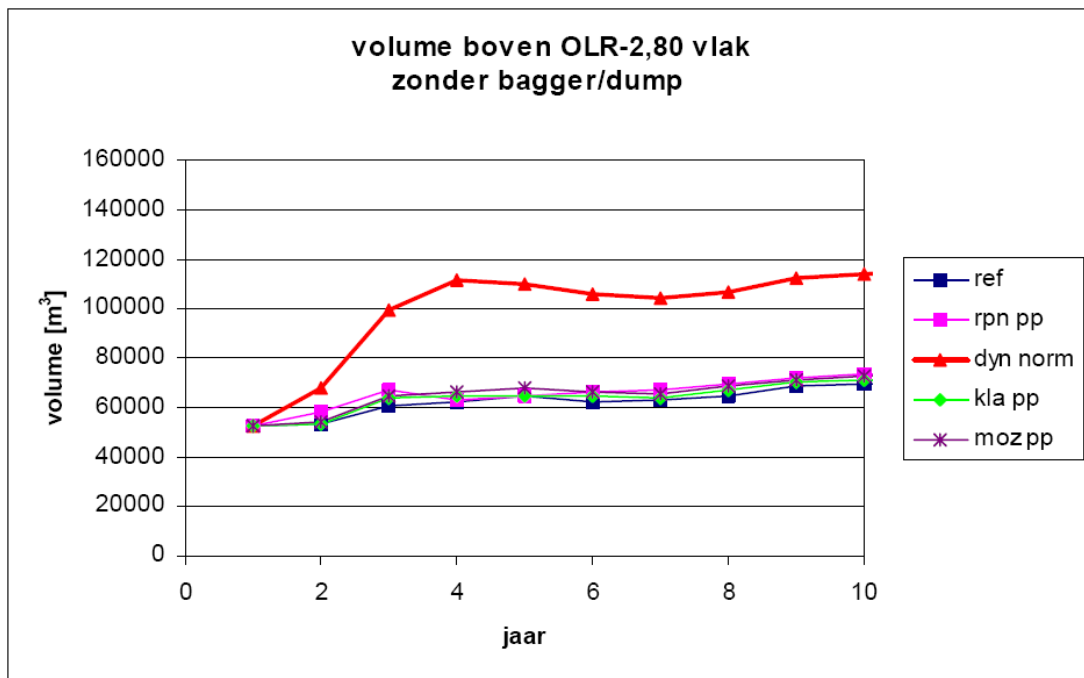
Door de realisatie van de varianten verandert het stroombeeld op de Waal. Direct gevolg is het veranderen van de morfologie en bodemtopografie van de Waal. Indien een variant leidt tot meer dieptekelpunten, dan zal er extra baggerwerk moeten worden uitgevoerd om de Waal op de vereiste diepte te houden.

Het uitvoeren van extra baggerwerkzaamheden heeft effecten op de veiligheid en op de vlotheid. Door de aanwezigheid van een baggervaarttuig wordt de vaarweg fysiek vernauwd wat een vlotte doorstroming verhindert. Immers door de vernauwing van de vaarweg heeft de scheepvaart minder ruimte om elkaar te passeren. Dit heeft een negatief effect op de interne en externe veiligheid.

Uit de berekeningen (met Delft3D) blijkt dat voor de varianten Klassiek en Mozaïek de morfologische effecten gering dan wel niet aanwezig zijn. De bevaarbaarheid van de Waal blijven behouden en extra baggerwerkzaamheden zijn nihil. Voor de variant Dynamiek zijn de morfologische effecten beduidend groter en zal de hinder door baggerwerk aanzienlijk zijn. Dit wordt veroorzaakt door het permanent meestromen van de nevengeul en de relatief grote onttrekking van water aan de hoofdgeul. Extra aanzanding treedt vooral bij de uitgang van de nevengeul. Dit komt omdat daar (onder normale omstandigheden) het zomerbed verbreed is, immers een krib is verwijderd. Bij het bepalen van de hoeveelheden extra baggerwerk van variant Dynamiek zijn de volgende criteria uit de 'Werkwijzer voor beoordeling rivieringrepen' gehanteerd:

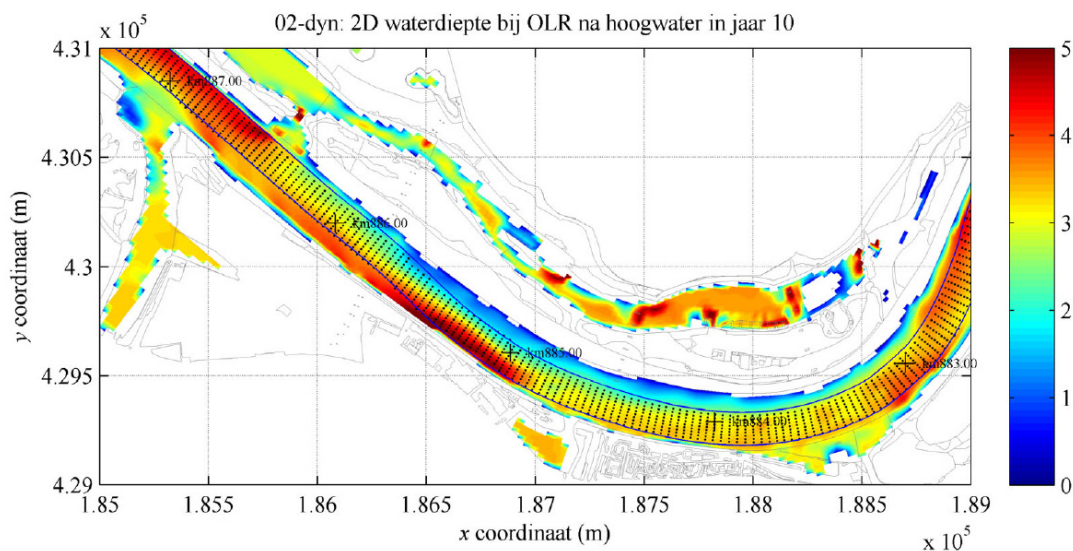
1. Minimale waterdiepte in vaargeul bij OLR (Overeengekomen Lage Rivierwaterstand) is 2,80 m;
2. Minimale gemiddelde (over de doorsnede) waterdiepte in vaargeul bij OLR 4,0 m. Als dit in de referentiesituatie al minder is, mag het niet slechter worden.

Figuur 4.11 laat zien hoe in de berekeningen zonder baggerwerk de sedimentatie in 10 jaar tijd zich boven het niveau van OLR -2,80 m ontwikkelt. De figuur geeft aan hoeveel materiaal weggenomen zou moeten worden als OLR -2,80 m als maximaal bodemniveau wordt gehanteerd en bij baggeren op die locaties 0,5 m overdiepte wordt gebaggerd. De figuur laat zien dat ook in de referentie (huidige situatie) baggerwerk nodig zal zijn (al vanaf het begin), maar dat zich na ca. 3 jaar reeds een situatie instelt waarbij de scheepvaartbelemmerende sedimentatie van variant Dynamiek veel hoger ligt.



Figuur 4.11: Sedimentatie boven OLR -2,80 m in traject kmr 876.6 – 892.0.

Het gaat hierbij om volumes  $m^3$  in situ. In de beun zijn doorgaans 40% hogere volumes aan te houden, dan in situ (in de rivierbodem). In figuur 4.12 zijn de ondieptes te zien de binnenbocht van het traject kmr 884-886.



Figuur 4.12: Waterdiepte bij OLR voor MER-variant Dynamiek na 10 jaar

De gegevens van RWS-ON (op basis van werkelijke bagger volumes 2007 en 2008) geven aan dat in de huidige situatie zo'n 150.000 tot 200.000  $m^3$  (in de beun) per jaar wordt gebaggerd tussen kmr 876,6 en 892,0 (15,4 km). Dit komt er op neer dat ongeveer 4,5 à 7,5 dagen per jaar ( $13.500 m^3/dag$ ) moet worden gebaggerd.

De huidige situatie overschrijdt daarmee al het maximum toelaatbaar aantal dagen van 5 (per 15 km) waarmee de scheepvaart mag worden gehinderd (zie 'Werkwijzer voor beoordeling rivieringrepen').

Uit berekening met Deflt3D blijkt, zie "Project nota MER dijkteruglegging Lent", "Morfologische Effecten varianten", dat in het referentie model zo'n 70.000 m<sup>3</sup> sediment na 10 jaar gebaggerd dient te worden (baggerhoeveelheid 10<sup>e</sup> jaar). Bij de berekening met jaarlijks baggeren, en op diepe plekken in de rivier het gebaggerde zand terugstorten, zal de baggerhoeveelheid voor het 10<sup>e</sup> jaar 107.000 m<sup>3</sup> bedragen. Voor de varianten Klassiek en Mozaïek blijven deze baggerhoeveelheden gelijk aan de referentie situatie.

Voor de variante Dynamiek, met circa een debiet van 9,0% van de Waal door de nevengeul, zal dit oplopen naar resp. 116.000 en 153.000 m<sup>3</sup>. Dit komt neer op een toename van resp. 45 en 65%. Deze percentages zijn na verhouding met de initiële baggerhoeveelheid van jaar 1. Als deze niet beschouwd wordt, en dus gekeken wordt naar de hoeveelheid toename vanaf jaar 1, is het baggerwerk voor de variante Dynamiek drie keer zoveel als voor de referentiesituatie en de andere varianten. Het verkleinen van het percentage aan debiet dat door de nevengeul stroomt, het "knijpen" van de instroomopeningen/geulen, verkleint deze toename in baggerhoeveelheden. (3,0% debiet geeft na schatting 25% toename, 1,5% geeft 15%.)

De variant Dynamiek geeft dus extra inspanning van enkele tienduizenden kubieke meter per jaar. Vaanuitgaande van het 10<sup>e</sup> jaar, 46.000 m<sup>3</sup>, betekent dit met modern materieel, welke een capaciteit heeft van ca. 12.500-15.000 m<sup>3</sup> per dag, een toename van circa 3,4 dag per jaar. In vergelijking met het huidige aantal dagen betekent dit een toename van 45 à 75%.

De VKV zorgt ook voor toenames van het baggerwerk t.o.v. huidige plus autonome groei. Deze is circa 20% (van 107.00 m<sup>3</sup>/jaar naar 129.500 m<sup>3</sup>/jaar. Dit betekent een toename in aantal dagen dat er gebaggerd dient te worden op deze 15 km van meer dan één dag. Het huidige aantal dagen baggeren ligt tussen de 4 en 8 dagen.

De morfologische effecten in de nevengeul zijn beperkt. In stromingsluwe delen van de hoogwatergeul en ter hoogte van de instroomdrempel van de hoogwatergeul ontstaan lokaal neren in het horizontale vlak. De stroomsnelheid in deze neren is laag. Het bodemtransport in deze neren zal dan ook gering zijn, maar er kan zich op deze locaties mogelijk wel vuil en slib ophopen. In de hoogwatergeul treedt afwisselend erosie en sedimentatie op, zodat de bodem van de hoogwatergeul een natuurlijker vorm aanneemt. Een deel van het sediment dat erodeert in de hoogwatergeul slaat neer in de Oosterhoutse plassen, waar de hoogwatergeul in uitstroomt.

In het beheerplan moet een beheer en onderhoudsplan worden opgenomen om de vaargeul op diepte te houden. Hierbij moet men denken aan groot onderhoud (baggeren van hoogwatergeul) eens in de 20-30 jaar. Afhankelijk van de duur en frequentie van hoogwaters zal dit vaker of minder vaak moeten plaats vinden. Dit onderhoud moet er voor zorgen dat de vaardiepte voor recreatievaart gewaarborgd blijft tijdens het gehele jaar onder normale omstandigheden. Klein onderhoud, denk aan herplaatsen van bebording zal iets vaker nodig zijn.

Zoals vermeld zullen bij vermindering van de afvoer door de nevengeul de morfologische effecten in de hoofd- en nevengeul(en) verminderen. Bovendien zullen de effecten op laagwaterstanden worden gereduceerd.

De morfologische effecten zullen bij de uitwerking van het ontwerp nader worden onderzocht

### **Overzicht en oriëntatie**

Het overzicht van de verkeerssituatie en de lay-out van de vaarweg is voor het varende verkeer af te meten aan veranderingen in het gewone visuele zicht en het radarbeeld dat ontstaat in de verschillende situaties. Wijzigingen in het overzicht en de oriëntatiemogelijkheden hebben een negatief effect op de veiligheid. Dit komt doordat schippers in verwarring kunnen worden gebracht door de gewijzigde situatie. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen gemiddelde en extreme omstandigheden.

Bij de gemiddelde omstandigheden zullen schippers snel wennen aan de nieuwe situatie, ze komen deze immers vaak tegen. Bij extreme omstandigheden, die slechts een paar dagen per jaar voorkomen, treedt deze gewenning niet op en moeten schippers zich elke keer opnieuw oriënteren.

Een opmerking hierbij is dat ook in de huidige situatie van beperkte gewenning sprake is. Het blijft een bijzondere omstandigheid, waarbij het overzicht enorm afwijkt van de gemiddelde, normale situatie.

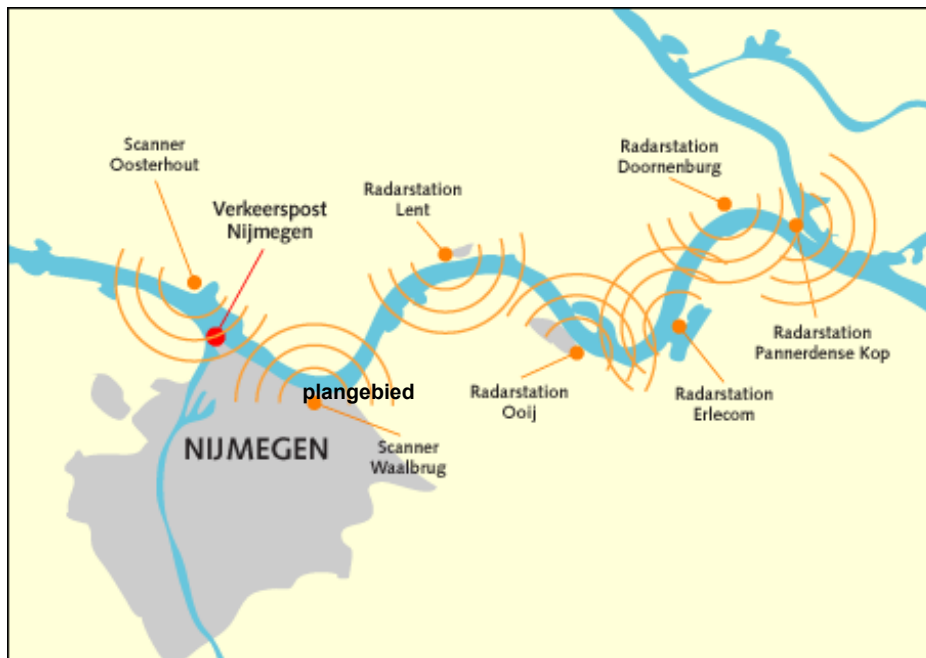
### Gemiddelde omstandigheden

Bij gemiddelde omstandigheden zal aan de configuratie van de vaarweg nagenoeg niets veranderen. De oeverlijn blijft min of meer gehandhaafd, er worden geen kribben verwijderd, waardoor er nauwelijks veranderingen zullen optreden in de markering (radarbakens en betonning). Gezien de constructie van een tweede verkeersbrug kan er verwacht worden dat tussen de nieuwe brug en de spoorbrug nieuwe radarscanners geplaatst worden.

Verder vormt variant Dynamiek, door de aanleg van extra geulopeningen, een uitzondering. De oeverlijn wordt op 3 locaties ontgraven waardoor de oriëntatie in deze variant enigszins negatief wordt beïnvloed. Dit effect is zwak, want de schipper oriënteert zich voor 90% op de kribkoppen en brugpijlers, en kijkt nauwelijks naar wat er achter in de kribvakken ligt. Het effect op het radarzicht is naar verwachting bij variant Dynamiek het grootste. Voor de VKV geldt dit ook maar in mindere mate.

De zichtlijnen in de bocht van de Waal worden bij de verschillende varianten niet of nauwelijks beïnvloed. De minimale vrije zichtlijn van 1.350 m (zie RVW2005 en aanvullende richtlijnen zoals eerder beschreven) blijft in alle gevallen gelijk aan de huidige zichtlijnen op de zichtbelemmering van de nieuwe Waalbrug na. De brugpilaren (van bestaande en nieuwe brug) blijven een belemmering voor de scheepvaart in alle varianten. Door opgaande begroeiing (bijvoorbeeld jonge wilgen) in de uiterwaard (variant Dynamiek) kan het doorzicht over de uiterwaard heen mogelijk verslechteren, echter is er sprake van jaarrondbegrazing in de (voormalige) uiterwaarden en wordt er dus geen negatief effect verwacht. Bij de verdere invulling van het ontwerp dient met regelmatig snoeien dan wel voldoende begrazing rekening meegehouden te worden. Zodoende zal het zicht ruim voldoen aan de minimale eis (op de brug pilaren na).

De Waal is in 2002 vanaf Millingen aan de Rijn (Pannerdensche Kop) tot 3 km benedenstrooms Beuningen onder radar- en marifoondekking gebracht. Hiertoe zijn op diverse plaatsen radarscanners geplaatst (zie onderstaande figuur) en marifoontantennes.



Figuur 4.11: Radardekking op de Waal (huidige situatie)

Verandering van de oeverlijn in zowel locatie als hoogte kunnen storingen /blinde vlekken veroorzaken in dit verkeersbegeleidende systeem.

De synthetisch radarbeelden en afstellingen van de radars en de dekkingen moeten in ieder geval worden aangepast op de nieuwe situatie. Indien recreatievaart in de nevengeulen wordt toegelaten zijn ook aanpassingen nodig van de radarinstallatie en de vaarwegmarkering.

#### Extreme omstandigheden

Bij hoge afvoeren, “extreme omstandigheid”, is wel effect te verwachten. Het beeld (zowel voor het oog als de radar) verandert dan zodanig dat een zekere verwarring kan ontstaan over de te kiezen route in de bocht bovenstrooms van de verkeerbrug bij afgaande vaart. Immers de oeverlijn / kribben zijn dan veel minder goed, of geheel niet, zichtbaar. Voorgaande geldt evenzeer voor de opvaart die (met blauw bord) door de binnenbocht komt. Die zal zelfs dichters langs de oever varen dan de afvaart. Echter zal de opgaande vaart niet minder snel afslaan terug richting de verkeerbrug. Daarbij vaart de opvaart langzamer en heeft dus veel meer tijd om zich te oriënteren.

In alle varianten geldt dat bij hoogwater een grote watervlakte ontstaat. Bij slecht zicht kan het voor schippers moeilijk zijn zich goed te oriënteren. Op dat moment bestaat het risico dat vooral een afvarende schipper een verkeerd beeld vormt, te vroeg naar stuurboord draait, en de nevengeul invaart. Hierdoor kan een gevaarlijke situatie ontstaan waarbij het schip zich onder bestaande, of nieuw aan te leggen bruggen in de nevengeul klemvaart. De hoogte van de drempel bepaalt of een schip de nevengeul kan invaren of dat deze zich juist klemvaart op de drempel zelf.

De gevolgen van het klemvaren op de drempel, of onder een brug kunnen enorm zijn. Het schip zorgt in deze gevallen direct of indirect voor een levensgevaarlijke situatie (fietsers / recreanten die afkomen op het hoge water en zich bevinden op de fietspaden en dijken, verkeer op waalbrug (indirect)). Bovendien kan het schip dwars komen te liggen of gaan lekken.

Ook explosiegevaar en brandgevaar is aanwezig. Circa 15% van de totale vrachtvervoerende beroepsvaart transporteert gevaarlijke stoffen, van licht ontvlambare tot ontplofbare stof. De kans op een explosie van een lege tanker is groter dan die van een volle tanker. Hierbij komt het feit dat een leeg schip vaker de mogelijkheid heeft om een de nevengeul in te varen en het feit dat er in de afgaande vaart meer lege schepen dan volle schepen zijn. Dit maakt de kans op een explosiegevaar in de nevengeul niet verwaarloosbaar. Brandgevaar doet zich bij lege en volle tankers voor. Uiteraard kan een ongeluk ook een volle tanker ook grote negatieve impact hebben op het milieu.

In de variant Klassiek wordt de hoogte van de drempel van de geul bepaald door 2 onderdelen: de te handhaven oever en het nieuw aan te leggen fietspad. De oever en het direct daarachter liggende maaiveld heeft een maaiveldniveau variërend van NAP +10,0 m tot NAP +12,0 m. De bovenkant van het fietspad ligt over de gehele breedte op NAP +10,5 m. Een ongeladen binnenvaartschip heeft een diepgang van orde 1,5 meter (kleine schepen hebben een kleinere diepgang, orde 1 m). Dat betekent in deze situatie, met een minimale drempelhoogte van NAP +10,5 m, dat er minimaal een waterstand nodig is van NAP +12 m wil het fysiek mogelijk zijn de nevengeul in te varen. De overschrijdingsfrequentie van deze waterstand is circa eens in de 3 jaar. Deze frequentie geldt voor de drempel (fietspad), echter doordat de maaiveldhoogtes verschillen is deze frequentie niet overal gelijk. Op plekken waar sprake is van bijvoorbeeld een maaiveldhoogte van NAP +11,0 m neemt de overschrijdingsfrequentie af tot eens in de 9 jaar (waterstand +12,5m NAP).

**Tabel 4.1: Scheepstransport gevaarlijke stoffen voor het onderzoeksgebied**

Herhalingstijd (1/ x jaar)			0.06	0.1	0.54	0.33	1.98	3.83	7.4	14.3	128
Mate van overschrijding(dagen/jaar)			17.48	10	7	3	0.51	0.26	0.14	0.07	0.008
Afvoer (Lobith, m3/s)			4500	5000	5500	6000	7000	8000	9000	10000	13000
Kmr	Ligging	MV									
882	Wijnfort	10-12 m +NAP	10,42	10,81	11,14	11,43	11,91	12,29	12,61	12,92	13,99
883	Wiel Lent	10-11 m +NAP	10,33	10,72	11,07	11,38	11,87	12,26	12,58	12,89	13,95

In variant Mozaïek wordt het bestaande maaiveld op diverse niveaus 'afgetopt'. Het bestaande maaiveld heeft een hoogte variërend van NAP +10,0 m tot NAP +12,0 m. In de nieuwe situatie worden de stukken van de drempel die hoger zijn dan NAP +10,5/+11,0 m verwijderd. Achter de drempel is het maaiveld over het algemeen lager dan de drempel/voormalige oeverwal. In vergelijking met de vorige variant is deze variant minder gunstig. Bovendien is er geen gegarandeerde minimale drempelhoogte aanwezig (in de vorm van het fietspad). Het zal fysiek gezien eerder mogelijk zijn dat, als gevolg van een inschattingfout en dwarsstromen, een schip de nevengeul invaart of op de oever vastloopt.

De fysieke belemmering bij variant Dynamiek en de VKV worden net als bij variant Klassiek bepaald door de te handhaven oever en het nieuw aan te leggen fietspad. De effecten zijn overeenkomstig met de variant Klassiek. (De aanwezigheid van het sluisje heeft in deze situatie geen nadelige effecten.)

De drempel in de varianten Mozaïek ligt dicht bij de hoofdgeul dan bij de andere twee varianten, of dit een positief dan wel een negatief effect heeft op de kans om de nevengeul in te varen en het veroorzaken van een ongeluk valt niet te zeggen. Bij de varianten Klassiek, Dynamiek en het VKV zou de winterdijk nog opgemerkt kunnen worden voordat de scheepvaart de drempel / het fietspad over vaart. Echter dan is de scheepvaart al dicht bij Waalbrug. Een drempel dicht bij de vaargeul, Mozaïek, kan zorgen voor een stroming naar de nevengeul toe dicht bij de scheepvaart. In de hydraulische berekening (zie "Projectnota MER dijkeruglegging Lent", "Hydraulische effecten varianten"), valt het op dat bij hoge afvoeren plaatselijke piekstroming (in snelheid) ontstaan over de drempel in. Vooral bij de variant Klassiek waar de drempel schuin langzij loopt zou dit nadelig kunnen zijn voor schepen die te dicht langs de oever varen. (Deze schepen zijn dan al van koers af.) Bij de variant Mozaïek met een lange drempel (brede instroomopening) is dit effect nauwelijks aanwezig en voor de variant Dynamiek en VKV is deze piek zeer plaatselijk gezien deze drempel meer als een inlaat is vormgegeven.

Vooralsnog is verondersteld dat de variant Mozaïek de meeste kans vormt voor het invaren van de nevengeul door het veelvuldig aftoppen van het maaiveld. De verschillen tussen de varianten zijn echter minimaal. Mitigerende maatregelen tegen het invaren van de nevengeul (stroomafwaarts) worden in dit hoofdstuk besproken onder Mitigerende Maatregelen (paragraaf 5.3). Zo zijn mogelijk extra betonning, radarpunten en mogelijk fysieke maatregelen vereist tegen invaren van de nevengeul bij hoogwater.

#### 4.3 Interactie beroepsvaart-recreatievaart

Het Beheerplan voor de Rijkswateren (BPRW) 2005-2008 geeft aan dat voor hoofdtransportassen, waaronder dus de Waal, een ontmoedigingsbeleid geldt voor de recreatievaart. In het nieuwe BPRW (2010-2015) is dit enigszins genuanceerd, maar staat veiligheid wel hoog in het vaandel. De ontwikkelde varianten zijn voorzien van een passantenhaven en kunnen een aantrekkende werking hebben op de recreatievaart die de Waal als reisroute gebruikt, alsmede recreatievaart die van het Maas – Waal kanaal afkomt.

***Intermezzo: inschatting aantal recreatieschepen op druk moment.***

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat de hoeveelheid scheepvaartbewegingen recreatievaart is geschat op ca. 9000 per jaar. De recreatievaart is geconcentreerd in de zomerperiode; stel in de maatgevende maand (juli) ca. 30% van het jaartotaal = 2700 bewegingen. Omdat de jacht/passantenhavens in de nevengeul vooral weekenddrukte geven, zal het in de weekenden veel drukker zijn dan doordeweeks. Gemiddelde dag:  $2700/30 = 90$  bewegingen. Aanname weekenddag: 200 bewegingen, andere dagen 50 bewegingen. Ook op drukke weekenddag is de druk niet constant. Er wordt gevaren van (zeer globaal) 9-19 uur, dus 10 uur. Dus gemiddeld  $200/10=20$  schepen per uur. Op drukste uur kan dat dus makkelijk oplopen tot 40-50 recreatieschepen! Dan varen er in een gebied van 1 km dus tegelijkertijd 5 – 10 recreanten, wat dus voor extra drukte zorgt.

De recreatievaart die de nevengeul in- of uitvaart moet in veel gevallen de vaargeul oversteken. Hierdoor ontstaat kruisend verkeer. Ook al steken ze niet over, dan is toch de in- en uitvaarmanoeuvre een actie die invloed kan hebben op de doorgaande beroepsvaart die hier zowel in opvaart als in afvaart langs komt. Deze interacties kunnen de vlotheid en veiligheid voor de beroepsvaart doen afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Deze oversteek is ook voor de recreatievaart onveilig, hiernaast zal de recreatievaart de oversteek niet als prettig ervaren. Echter in de nevengeul kan de recreant in alle rust varen.

***Intermezzo: oversteken Waal door recreanten***

Volgens de vaarregels moet een klein schip op de Waal zo veel mogelijk aan de stuurboordzijde van het vaarwater varen. Het is ook niet toegestaan het vaarwater op te kruisen. Dit geeft al aan dat de wetgever vindt dat het oversteken en kruisen op de Waal onveilige situatie kan veroorzaken en zoveel mogelijk voorkomen dient te worden. In de huidige situatie zie je dat kleine schepen (recreanten) toch oversteken om uit de bocht te komen waar soms grote scheepvaart vaart en ook interactie kan ontstaan met de beroepsvaart, die aan de Waalkade meert of ontmeert. Hier wordt niet tegen opgetreden, omdat het ook deels veiliger maakt.

Het oversteken van recreatievaart zoals beschreven in het bovenstaande intermezzo vindt plaats op een moment dat dit veilig kan. Eerst vaart men stuurboordswal en steekt dan de vaarweg over als dit veilig is. Indien een nevengeul wordt aangelegd voor de recreatievaart dan wordt deze vaart als het ware verplicht haaks over te steken en te wachten tot het vrij is en veilig kan. De recreatievaart zal dan in de monding van het Maas-Waalkanaal of half op de rivier wachten tot er overgestoken kan worden. Dit heeft een (grote) negatieve invloed op de veiligheid.

Als er een sluisje aanwezig zal zijn in de nevengeul, is het maar de vraag of de recreatievaart hier wel gebruik wil maken in verband met tijdverlies. Vooral de afvaart zal er voor kiezen om stuurboordswal op de Waal te blijven varen. De opvaart, zal afhankelijk van ervaring, er voor kiezen gebruik te maken van de nevengeul (in verband met de waalkades aan de kant van Nijmegen en het afsnijden van de bocht).

Het kruisende en in-/uitvarende recreatieve verkeer kan negatieve gevolgen hebben voor de verkeersveiligheid. Dit wordt mede veroorzaakt doordat recreatieschippers vaak niet goed opletten en zich vaak ook niet bewust zijn van de gevaren van de beroepsvaart om zich heen. Bovendien ontbreekt vaak de kennis om het verkeersbeeld op de juiste wijze te interpreteren ("wat gaat dat schip nu doen?"). Denk hierbij ook aan de grote dode hoek van vrachtschepen en aan de relatief hoge vaarsnelheid van een stroomafwaarts varende schip. Hoewel deze schepen uitstekend manoeuvreerbaar zijn, zijn zij niet in staat om onmiddellijk te stoppen of snelle uitwijkmanoeuvres uit te voeren. Grote schepen veroorzaken ook golfslag en zuiging die voor kleine schepen hinderlijk zijn. Aanvullend onderzoek is vereist over de toename van onveiligheid mits er wordt gekozen voor recreatievaart in de nevengeul. Hierbij moet ook de verdere inpassing van het gebied meegenomen worden zoals een passantenhaven en recreatiegebieden.

**Intermezzo: voorbeeld negatief effect mengen recreatievaart en beroepsvaart**

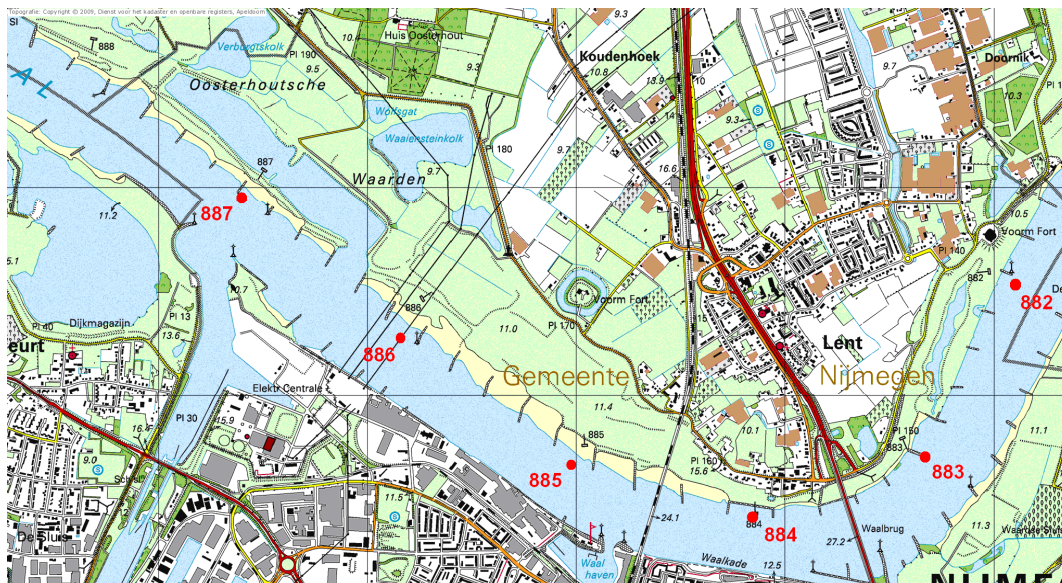
Een goed voorbeeld van het negatieve effect van de recreatievaart op de verkeersveiligheid is de situatie op de Friese wateren. Door de menging van beroeps- en recreatievaart zijn hier in de jaren tachtig en negentig diverse aanvaringen met dodelijke afloop geweest. Het beleid op de Friese wateren is er nu dan ook op gericht om recreatievaart te scheiden van de beroepsvaart. Daar waar dat niet mogelijk is, worden de oplossingen gezocht in het opleggen van beperkingen aan de recreatievaart. Zo veel mogelijk scheiden van de beroeps- en recreatievaart wordt ook zoveel mogelijk toegepast op andere vaarwegen dan Friesland.

De recreatievaart wordt door middel van bulletins en informatiebladen via o.a. vaarwegbeheerders over dergelijke gevaren geïnformeerd. Daarnaast vergroten projecten als 'Varen doe je samen' (zie figuur 4.13) en voorlichting door brancheorganisaties het bewustzijn van de recreatieve schipper over de risico's van het varen tussen de beroepsvaart. De Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) geeft aan dat dergelijke projecten onmisbaar zijn in de komende jaren. (bron: 'De pleziervaart in beeld, verkenning van de risico's voor waterkwaliteit en vaarwegveiligheid', IVW juli 2008).



Figuur 4.13: illustratie bij project 'varen doe je samen' (bron: [www.varendoejesamen.nl](http://www.varendoejesamen.nl))

Wat het verkeersbeeld op de Waal nog complexer maakt is dat de beroepsvaart niet altijd stuurboordwal vaart. Opvarende schepen wisselen van oever om zo optimaal gebruik te maken van de verschillen in stroomsnelheid. Zij doen dit ook om zo de interactie met schepen die bij Weurt de Waal opkomen te vermijden en om het oplopen (inhalen) te vergemakkelijken. Indien opvarende schepen oversteken naar de noordelijke oever (bakboordwal) dan gebeurt dit over het algemeen benedenstrooms ongeveer bij kilometerraai 886, en steken na 883 weer over naar de rechter vaarhelft. Afvarende schepen lopen bovenstrooms over bij kilometerraai 882. Echter niet alle opvarende schepen gaan naar de noordelijke oever: grote duwstellen houden meestal bij Nijmegen de zuidelijke oever (stuurboordwal). Regelmatig komt dan de afvaart midden in het vaarwater tussen opvarende schepen door.



Figuur 4.14: Ligging kilometerraaien t.p.v. Nijmegen-Lent

De aanwezigheid van recreatievaart kan voor de veiligheid vier effecten hebben:

1. Een aanvaring tussen beroepsvaartuig en recreatievaartuig. (verkeersveiligheid). Hierbij is sprake van een zwaar ongeluk, waarbij waarschijnlijk dodelijke slachtoffers zullen vallen. De gevolgen zullen merkbaar zijn op de Waal rondom de plaats van het ongeluk. Het zal geen gevolgen hebben voor de externe veiligheid;
2. Aanvaring tussen een beroepsvaartuig en een object ten gevolge van een uitwijkmanoeuvre om een aanvaring met een recreatievaartuig te vermijden (externe veiligheid). Hierbij zijn de gevolgen ernstiger. Ten eerste zal er sprake zijn van een zwaar ongeluk waarbij mogelijk slachtoffers vallen. De gevolgen zullen zich echter niet beperken tot de Waal alleen. Ook in de omgeving van de Waal kunnen de gevolgen merkbaar zijn. Het tweede effect leidt dus tot een afname van de externe veiligheid;
3. Aanvaring tussen een beroepsvaartuig en een ander beroepsvaartuig ten gevolge van een uitwijkmanoeuvre om een aanvaring met een recreatievaartuig te voorkomen. Dit betreft vaak een botsing met een tegenligger, dus zware materiële schade, mogelijk milieuschade, mogelijk slachtoffers;
4. Aanvaring tussen een recreatievaartuig en een object (geen uitwijkmogelijkheden tussen de kribben). Van een dergelijke aanvaring zijn de gevolgen merkbaar rondom de plaats van het ongeval, maar geen invloed hebben op de externe veiligheid.

Per ontwerpvariant zijn de effecten met betrekking tot recreatievaart als onderstaand te beschrijven. Concreet gaat het vooral om de vraag of ter plaatse van de toegang van de nevengeul meer recreatievaartuigen aan het verkeer gaan deelnemen en op welke wijze.

Om een kwantitatieve inschatting te maken over hoeveel recreatiebewegingen dit ongeveer met zich meebrengt, wordt met het volgende rekening gehouden. De jachten, waarvoor de haven als thuishaven geldt, zullen geschat circa 10 keer per jaar in- en uitvaren. Als er uitgegaan wordt van 200 boten, waarvan (aangenomen) 80% vaste plaatsen zijn, dan levert dit een extra belasting op van  $160 \text{ (boten)} \times 10 \text{ (keer)} \times 2 \text{ (in en uitvaren)} = 3200$  recreatiebewegingen op de vaargeul van de Waal. Dan is er nog sprake van passanten. De ca. 40 plaatsen die hiervoor beschikbaar zijn, zullen vooral in de zomermaanden goed bezet worden.

Bij de aanname van een bezetting van 80% in de zomermaanden (gemiddeld per week), 40 % in de maanden april/mei/september/ oktober en 10 % in de wintermaanden, levert dit bij 1 overnachting in de haven een toename op van meer dan 10.000 extra recreatiebewegingen op de vaargeul van de Waal. Vanwege de recreatieve functies op het eiland en de binnenstad binnen handbereik, is het goed mogelijk dat passanten langer zullen blijven dan 1 nacht, de inschatting is naar beneden bij te stellen tot zeg 8.000 extra recreatiebewegingen op de vaargeul van de Waal. Dan is daarbij nog niet opgeteld de passanten/recreanten die de geul aandoen zonder gebruik te maken van de haven.

Op basis van bovenstaande inschatting is te concluderen dat de intensiteit van recreatiebewegingen op de vaargeul van de Waal minimaal zal verdubbelen ten opzichte van de huidige situatie (9.000 bewegingen). Dit heeft een behoorlijke impact op de veiligheid en vlotheid op de vaargeul, voornamelijk in de zomermaanden wanneer er veel recreanten zijn.

#### Klassiek

In deze variant is de realisatie van een passantenhaven voorzien, geschikt voor 200 boten. Dit heeft een aantrekkelijke werking op de recreatievaart. Immers, de haven zal dienen als thuishaven voor jachten, maar ook als passantenhaven voor recreanten 'op doorreis'. Bovendien is in deze variant de mogelijkheid aanwezig een wedstrijd baan voor roeiers aan te leggen. Bij realisatie van een dergelijke baan zal het aantal plezierjachten ook enigszins toenemen door bezoekers van de te houden wedstrijden/evenementen in de geul.

In de variant Klassiek is de doorvaarthoogte bij de bruggen minimaal 4 meter gedurende zeker 80% van de tijd. Dit is in vergelijking met de hierna te behandelen variant (Mozaïek) laag, en verkleint daarmee enigszins de toegankelijkheid voor de recreatievaart. Alleen de grootste motorboten hebben aan 4 meter doorvaarthoogte niet voldoende. De doorvaarthoogte van 4 meter is ook wel voldoende voor gebruik van de nevengeul als 'recreatieplas' met diverse vormen van watersport. Dit laatste zal echter nauwelijks of geen toename van in- en uitvarende schepen veroorzaken.

Als in deze variant geen wedstrijd baan aanwezig is, dan is de geul over grote lengte relatief smal en ondiep. Dat zal remmend werken op de toename van de recreatievaart. Als echter wel een wedstrijd baan aanwezig is, dan is dit hele stuk uitstekend bevaarbaar voor alle recreatievaart, en is er dus geen sprake van belemmering voor toename van recreatievaart van/naar de nevengeul.

De geul heeft één toegang en die bevindt zich bij kilometerraai 886,4. Dit is nabij het punt waar de beroepsvaart oversteeft van de linker naar de rechteroever (=noordoever, waar ook de genoemde toegang ligt). Het is ook enkele honderden meters bovenstreams van de mond van het Maas-Waalkanaal. Dit is een punt waar ook thans het verkeersbeeld al zeer gecompliceerd is. Niet voor niets wordt het scheepvaartverkeer hier intensief begeleid door een verkeerspost. De toevoeging van een extra verkeersstroom (recreatievaart van/naar de nevengeul) in dit gebied brengt derhalve risico's met zich mee. In de overige varianten ligt deze toegang (of 1 van de toegangen) op dezelfde locatie, en is het effect van de locatie even nadelig.

#### Mozaïek

In deze variant is het de bedoeling een passantenhaven aan te leggen, geschikt voor 300 boten. Deze capaciteit is groter dan in de voorgenoemde variant en dit zal leiden tot een hogere intensiteit aan pleziervaart in de geul en dus op de Waal (zie kwantitatieve inschatting Klassiek). De toegankelijkheid van de geul is ook beter dan de vorige variant (de smalle versie, zonder wedstrijd baan), doordat de geul aan de westzijde breder en dieper is, en de doorvaarthoogte van de bruggen groter is (minimaal 8 meter gedurende 80% van de tijd). De geul wordt aan de westzijde voorzien van lagunes, welke de aantrekkelijkheid voor de pleziervaart vergroten. De lagunes kunnen gebruikt worden als ligplaats. Dat is aantrekkelijk voor zowel passanten. De toename van passanten betekent ook toename van verkeer bij de toegang van de geul.

De geultoegang bevindt zich evenals bij de variant Klassiek bij kilometerraai 886,4. De nautische effecten zijn hierdoor, in vergelijking met de variant "Klassiek", gelijk van aard, maar de risico's zijn iets groter doordat er meer recreatievaart komt.

#### Dynamiek

Bij het ontwerp van deze variant is een passantenhaven opgenomen, welke geschikt is voor 200 boten (gelijk aan variant "Klassiek"). Dit heeft een grote aantrekkende werking op de recreatievaart en daarmee bewegingen op de vaargeul (zie kwantitatieve inschatting Klassiek). De geul aan de westzijde is voorzien van zandeilanden, waardoor het bevaren van de geul voor recreanten wat lastiger zal zijn dan in de optie Mozaïek het geval is. De doorvaarthoogte van de bruggen is, evenals bij de variant Klassiek, minimaal 4 meter (gedurende zeker 80% van de tijd) en is daarmee iets minder toegankelijk voor recreanten (de grootste schepen) dan bij de variant Mozaïek. Deze variant is op 2 plaatsen voor recreatievaart toegankelijk gemaakt: bij kilometerraai 886,4 (vrije opening) en bij 882,8 (sluisje). De achterliggende gedachte hierbij is dat de recreatievaart via de veilige nevengeul ongehinderd de 'bocht' kan passeren waar de drukke vaarweg smal is en de stroming groot.

Een voordeel van een tweede, bovenstroomse, toegang/uitgang is, dat recreatievaart van de richting Pannerdensche Kop en Lobith die de nevengeul in willen (als passant of naar hun thuishaven) de druk bevaren bocht bij Nijmegen kunnen vermijden. Dat is gunstig voor de toch al gecompliceerde verkeerssituatie daar. Het nadeel van deze keuze is echter het ontstaan van een extra locatie waarop de beroepsvaart wordt gekruist door de recreatievaart van of naar de geul.

Hierbij moet een voorhaven gecreëerd worden om te voorkomen dat recreanten gaan wachten op De Waal om door de sluis te kunnen (verder kan opgemerkt worden dat het maar de vraag is of de recreant gebruik wil maken van het sluisje, i.p.v. omvaren zonder wachttijden). Ook kunnen er meer kruisbewegingen verwacht worden bij de benedenstroomse opening door opvarenden die de nevengeul gebruiken als bypass. Per saldo is de verwachting dat de tweede opening een verslechtering geeft van de nautische veiligheid door de vele extra kruisbewegingen, ook al geeft het meer rust op de hoofdvaarweg tussen de twee openingen in.

Zoals eerder genoemd is het maar de vraag hoeveel recreanten gebruik zullen maken van de tweede opening bij kilometerraai 882,8 voor de recreatieschipper, "het sluisje". En als ze dat doen dan is verwacht dat per saldo meer opvarenden gebruik maken van deze tweede opening.

Daarbij opgemerkt wordt dat de realisatie van een sluis over het algemeen als niet uitnodigend wordt ervaren (men vaart liever door een open doorgang). Voorwaarde om de recreanten het sluisje toch te laten benutten is dat het sluisje extra aantrekkelijk moet worden gemaakt. Dit kan door onder andere het realiseren van een ruime toegang, een voorhaven zonder golven, en goede voorzieningen in en bij de sluis.

#### VKV

Het VKV is met een ingang tot de nevengeul en het zelfde aantal ligplaatsen (of er jacht/passantenhavens komen is nog niet definitief vastgesteld, hier is van uitgegaan dat ze er komen) vergelijkbaar met de varianten Klassiek en Mozaïek. De nevengeul is goed bevaarbaar door zijn breedte en diepte. Verder gelden uiteraard dezelfde afwegingen als hierboven beschreven.

#### Veiligheid en vlotheid

De veiligheid wordt in vergelijking met de huidige situatie in alle varianten negatief beïnvloed. Door de aanleg van de nevengeul met de diverse recreatieve functies (onder andere passantenhaven) zal het aantal recreatievaartuigen dat de Waal bevaart, al dan niet kruisend, behoorlijk toenemen. Het aantal ontmoetingen met de beroepsvaart neemt toe en daarmee de kans op (ernstige) ongevallen. Bij het beschouwen van de varianten is het bovendien per saldo nadelig twee in-/uitvaaropeningen te hebben voor de recreatievaart. Een tweede opening veroorzaakt namelijk een extra kruisende ontmoeting met de beroepsvaart.

De locatie van de toegang(en) tot de nevengeul heeft tevens een negatief effect op de veiligheid. Op deze locatie(s) verandert een deel van de beroepsvaart ten behoeve van het passeren van de 'bocht' en de mond van het Maas-Waalkanaal van vaarhelft. Dit maakt het verkeersbeeld complexer. Daarnaast zal de aantrekkelijkheid van de geul voor de recreatievaart bepalen in welke mate deze vaart zal toenemen. Door het realiseren van een passantenhaven neemt de recreatievaart op de vaargeul enorm toe (minimaal verdubbeling!). Hoe groter de passantenhaven, hoe meer recreatieverkeer bij de toegang van de geul. Remmende factoren zijn een minder eenvoudige bevaarbaarheid van de westelijke geul en beperkte doorvaarthoogtes.

De vlotheid (van belang voor de beroepsvaart) neemt af doordat de beroepsvaart 'rekening moet houden' met overstekende en in- of uitvarende recreatievaart bij de nevengeul. Vanzelfsprekend is het effect op de vlotheid groter in het geval er 2 locaties zijn waar recreatievaart de beroepsvaart kruist (desondanks de mogelijke vermindering van de recreatievaart op de Waal zelf ter hoogte van de nevengeul). Ook levert de toename van recreatievaart van en naar de geul een verslechtering op met betrekking tot de vlotheid.

Variant Mozaïek zal de grootste aantrekkende werking hebben op de recreatievaart, vanwege de grootste passantenhaven, een relatief grote doorvaarthoogte van bruggen en een ruime, diepe, toegankelijke vorm van de westzijde van de geul. Bij variant Dynamiek is vanwege de aanleg van een passantenhaven tevens een grote toename van recreatievaart door de nevengeul te verwachten. Een voordeel voor de recreatievaart van de richting Pannerdensche Kop en Lobith is dat door het realiseren van een tweede in-/uitvaaropening bij kilometerraai 882,8 de recreatievaart van de richting Pannerdensche Kop en Lobith die de nevengeul in willen, de krappe bocht bij Nijmegen kunnen vermijden.

Per saldo wordt echter een verslechtering verwacht van de nautische veiligheid doordat een tweede opening zal zorgen voor extra locatie waar de beroepsvaart zal worden gekruist, en een toename van kruisingen door de recreatievaart bij de benedenstroomse opening. Bovendien verandert een deel van de opgaande beroepsvaart nabij 883 weer van vaarhelft (richting oostelijke oever) gezien deze de binnenbocht bevaren. Naast dat het kruizen gevaarlijk wordt geacht, wordt deze toename ook groter geschat dan de afname van de recreatievaart op de Waal. Het gebruik van de tweede opening is naar verwachting gering, vanwege de aanleg als sluis. De vorm van de westzijde van de geul (zandeilanden) en de lagere doorvaarthoogte van de bruggen maken deze variant iets minder toegankelijk. Bij de variant Klassiek zal ook sprake zijn van een toename van de recreatievaart, maar deze is dan naar verwachting het minst groot. De geul aan de westzijde wordt namelijk smal en ondiep gemaakt, en is daardoor minder toegankelijk in vergelijking met de overige varianten. Indien een wedstrijdroeibaan wordt aangelegd, zal de geul aan de westelijke zijde moeten worden verruimd. De aanleg van een dergelijke baan zal het aantal recreanten doen toenemen.

De VKV zit tussen de varianten Mozaïek en de andere twee in qua aantal verwachte recreanten. Qua veiligheid en vlotheid scoort de VKV beter dan Dynamiek en vergelijkbaar met Mozaïek en Klassiek.

De verwachting is dat het effect op de veiligheid en vlotheid op de Waal het meest nadelig wordt beïnvloed door de variant Dynamiek. De recreatievaart zal toenemen vanwege de aanleg van een passantenhaven en de mogelijkheid voor de recreatievaart het knooppunt Weurt te vermijden. Dit laatste is afhankelijk van hoe de bovenstroomse toegang wordt aangelegd. Echter de vlotheid wordt door het realiseren van 2 in- en uitvaaropeningen het meest nadelig beïnvloed. De beroepsvaart dient nu op 2, relatief dicht bij elkaar gelegen locaties, rekening te houden met mogelijke kruisende recreatievaart. Daarbij kunnen schepen op dat moment bezig zijn met het veranderen van vaarhelft vanwege het passeren van de bocht. Onoplettendheid en onkunde van de recreatieschipper kunnen in deze situaties leiden tot onveilige situaties. Het is daarom toch het beste het aantal kruisingen tot een minimum te beperken.

Ten aanzien van de interactie beroeps- en recreatievaart en de beoordeelde varianten "Ruimte voor de Waal" is een nieuwe ontwikkeling aangegeven door Rijkswaterstaat Oost-Nederland. In onderstaand kader is deze nieuwe ontwikkeling aangeduid.

*"Het watersportverbond heeft aangegeven dat indien de nevengeul niet gebruikt kan worden door de recreatievaart om het onveilige punt bij Nijmegen te passeren en er geen sluisje en doorlopende geul komt een oplossing gevonden moet worden om de veiligheid te verbeteren. In overleg met RWS-ON wordt gezocht naar een alternatief, waarbij bijvoorbeeld op de Waal (net achter de rode boeienlijn) aan de noordzijde een soort "fietspad" wordt gecreëerd met zogenaamde recreatiebetonning. RWS-ON wil hier aan meewerken. Doordat successievelijk de rivier overgestoken kan worden en ingevoegd in de recreatiegeul geeft dit alternatief een verbetering in de veiligheid. DVS is gevraagd om RWS te adviseren. Een dergelijke recreatievaargeul heeft een diepte nodig van circa 2m en een breedte van 25m. De morfologische effecten als gevolg van de varianten Dynamiek en de VKV hebben effecten op de aanzanding, die wellicht plaatsvinden in bedoelde recreatiegeul. Hierover dient dan ook nog afstemming plaats te vinden. Ook zal in wet- en regelgeving aanpassing nodig zijn door RWS".*

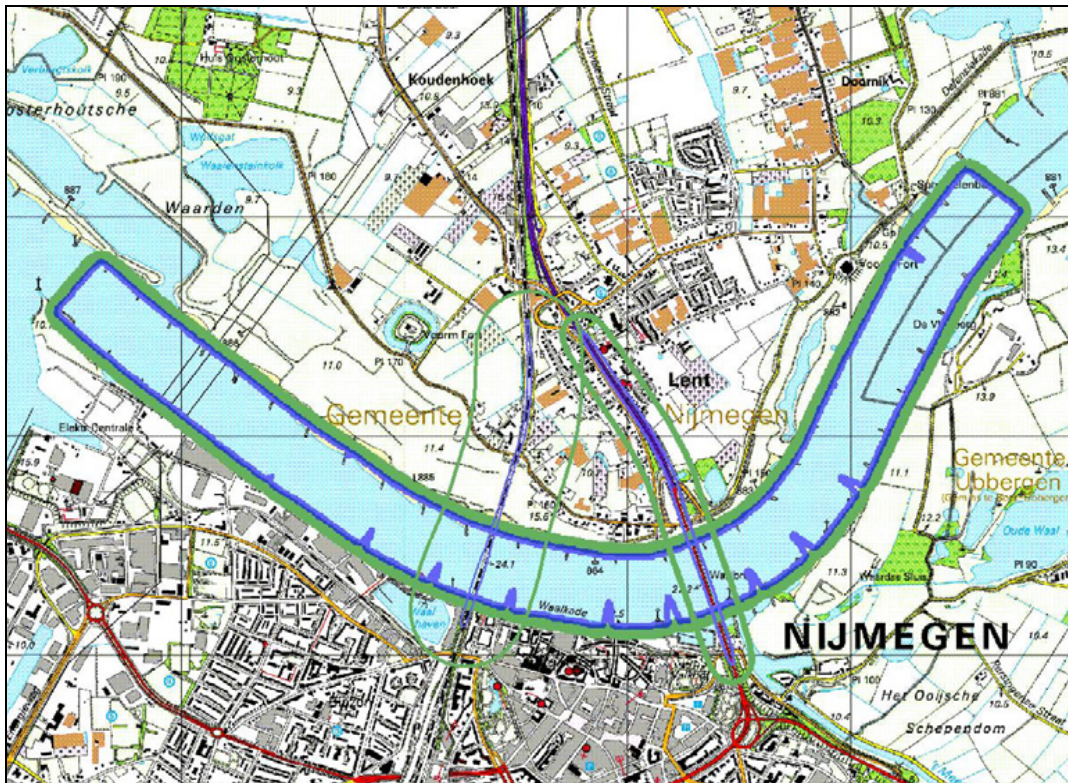
Deze ontwikkeling is verder in de beoordeling van de varianten niet meegenomen in het MER Dijkteruglegging Lent.

#### 4.4 Externe veiligheid

Voor externe veiligheid zijn het plaatsgebonden risico en groepsrisico doorgerekend. Zie voor achtergronden van deze berekening bijlage 1. De resultaten zijn als volgt.

##### *Plaatsgebonden Risico*

Figuur 4.15. laat het plaatsgebonden risico zien van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het water. Behalve voor water zijn ook de plaatsgebonden risicocontouren (voor onderhavig rapport niet relevant) voor het spoor en de weg opgenomen. Het berekende plaatsgebonden risico is lager dan  $10^{-6}$  /jaar. Dit betekent dat geen van de nieuwbouwplannen beperkt wordt door de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico. En dit geldt ook voor het VKV.



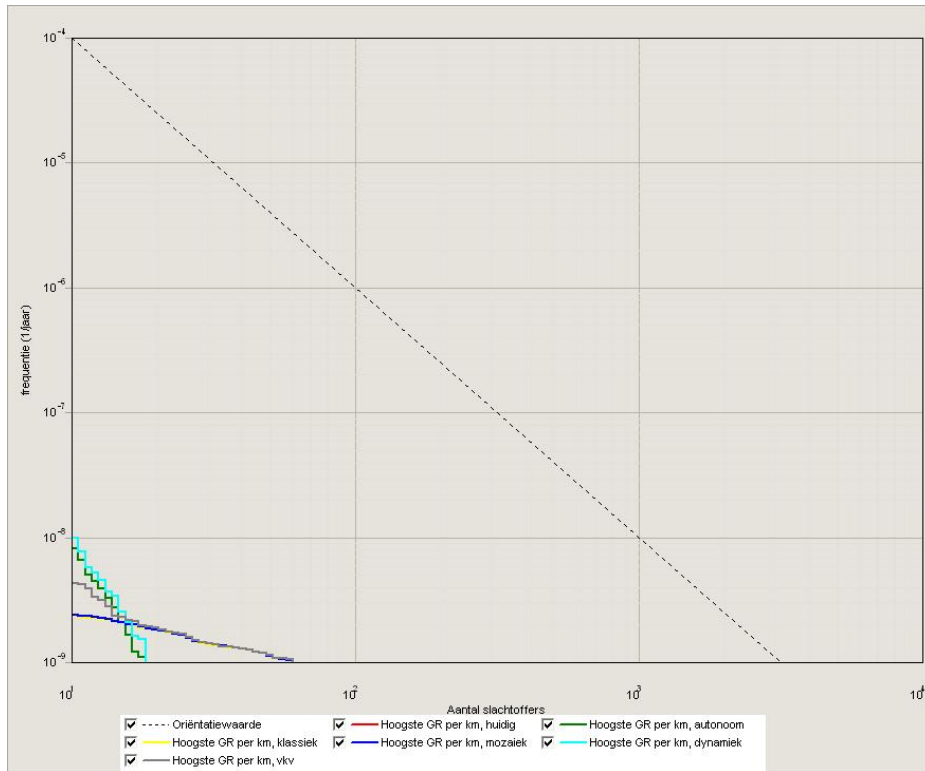
Figuur 4.15: Het plaatsgebonden risico van de weg, het water en het spoor. De contouren zijn over elkaar heen geplot. Groen =  $10^{-8}$ /jaar en blauw =  $10^{-7}$ /jaar. Er is geen  $10^{-6}$ /jaar contour aanwezig

#### Groepsrisico

Voor de modaliteit water is het hoogste groepsrisico voor vier verschillende aanwezigheidsvarianten doorgerekend:

- huidige bevolkingssituatie;
- variant Klassiek;
- variant Mozaïek;
- variant Dynamiek;
- Voorkeursvariant.

Het berekende groepsrisico van het water is weergegeven in de figuur 4.16.



**Figuur 4.16: Het berekende hoogste groepsrisico als gevolg van het vervoer gevaarlijke stoffen over water. Het centrum van het kilometervak voor de varianten autonoom en dynamiek heeft coördinaat (187510;429363). Het centrum van het kilometervak voor de varianten klassiek, mozaïek en vkv heeft coördinaat (186394;429987)**

Zoals uit figuur 4.16 blijkt is het berekende groepsrisico voor het watertransport van alle varianten nihil, dat wil zeggen minder dan 10 slachtoffers. Ten opzichte van de autonome situatie neemt het groepsrisico voor alle varianten toe. Het groepsrisico blijft echter dermate klein dat deze verhoging in groepsrisico niet terug te lezen valt in de normwaarde.



## 5 BEOORDELING VARIANTEN OP BASIS VAN VEILIGHEID EN VLOTHEID

In dit hoofdstuk worden de varianten en de VKV beoordeeld op het veiligheid en vlotheid criterium. Daarbij worden ook mitigerende maatregelen beschreven om negatieve effecten weg te nemen en beter gewogen oordeel over de varianten mogelijk te maken. De zevenpunts-beoordelingsschaal zoals besproken in hoofdstuk 1 wordt hier toegepast.

### 5.1 Realisatiefase

Van directe beperking is bij de variant Klassiek en Mozaïek geen sprake. Alle werkzaamheden vinden plaats in de geul, dit betekent geen fysieke beperking op de vaargeul. Bij variant Dynamiek vindt ontgraving plaats van diverse geulopeningen, dit heeft een beperkte negatieve invloed op het vaarwegverkeer. De VKV is vergelijkbaar met Dynamiek maar in iets mindere mate. Vandaar in tabel 5.1 voor de directe beperkingen resp. "0", "0", "-“ en "-“. Dit negatieve effect is weg te nemen door de geulopeningen uitsluitend de ontgraven vanaf de nevengeul.

De indirecte beperking wordt gemeten aan de hoeveelheid te ontgraven grond, welke afgevoerd worden per schip. In de variant met de grootste hoeveelheid, betekent dit per werkdag 11 schepen die leeg aankomen en vol afvaren. In verhouding tot het totaal van op- en afvaart (orde 380 schepen per dag) is dit aantal relatief beperkt. Er is in dat perspectief geen groot verschil aanwezig tussen de varianten en de VKV. (Alle vier "-“ in tabel 5.1 t.o.v. referentie "0".)

Tabel 5.1: Beoordeling varianten op nautische aspecten in de realisatiefase

Beoordelingscriteria		Referentie	Variant			
		Huidige Situatie en Autonome ontwikkeling	Klassiek	Mozaïek	Dynamiek	VKV
A1	Directe beperking	0	0	0	-	-
A2	Indirecte beperking	0	-	-	-	-

### 5.2 Eindsituatie

#### 5.2.1 Hydraulisch situatie

Bij het beschouwen van de hydraulische situatie is vastgesteld dat de stroomsnelheden dwars op de vaargeul gemeten bij de varianten Klassiek, Mozaïek en VKV binnen de beoordelingseis (uit 'Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de grote rivieren' versie 2.0, 1 september 2008 RWS) vallen. (In tabel 5.2 neutraal "0" voor beide varianten). Bij de variant Dynamiek worden deze stroomsnelheden overschreden bij de benedenstroomse in- uitgang van de nevengeul. Vanuit een praktisch perspectief bekeken is het negatieve effect van de dwarsstroming minder sterk dan de richtlijn suggereert. In tabel 5.2 is dit weergegeven als "-“, een lichte verslechtering voor Dynamiek. Door juiste vormgeving van de geulen in kribben zijn deze effecten mogelijk te verkleinen.

Bovendien is op de rivier iedereen alert op stroom, de beroepsvaart zal hierop anticiperen. Mogelijk vormen de dwarsstromen wel een groter risico voor de recreatievaart.

### 5.2.2 Morfologie

De huidige situatie overschrijdt het maximum toelaatbare aantal dagen, 5 dagen, dat gebaggerd mag worden over 15 km. Om de Waal bevaarbaar te houden vergt de variant Dynamiek een extra bagger inspanning van enkele tienduizenden kubieke meter per jaar tussen raaien 876,6 en 892,0 (15,4 km). Dit betekent met modern materieel, welke een capaciteit heeft van ca. 12.500-15.000 m<sup>3</sup> per dag, een toename van ca. 3 a 4 dagen per jaar. In vergelijking met de huidige situatie betekent dit een toename van 45 à 75% van het aantal dagen dat gebaggerd moet worden. Extra hinder, beperkingen op de vlotheid en meer onveilige situaties zijn te verwachten.

Voor de varianten Klassiek en Mozaïek zijn de morfologische effecten zeer gering dan wel niet aanwezig.

Voor de VKV is er wel verslechtering maar aanmerkelijk minder dan voor de variant Dynamiek. In tabel 5.2 is dit weer gegeven met sterke verslechtering, "--", voor de variant Dynamiek, voor VKV "-" en voor de andere twee varianten "0", gelijk aan de referentie.

### 5.2.3 Overzicht en oriëntatie

Bij gemiddelde omstandigheden zullen bij variant Dynamiek door het vergraven van de oeverlijn op meerdere locaties storings/blinde vlekken ontstaan in het radarsysteem.

Daarnaast heeft het ontgraven een enigszins negatief effect op de oriëntatie.

De zichtlijnen verslechteren niet t.o.v. het referentiemodel, enkel (nieuwe) brugpeilers belemmeren gedeelte het zicht.

Bij extreme omstandigheden ontstaat een beeld (zowel voor oog als radar) waarbij een zekere verwarring kan ontstaan over de te kiezen route als de bocht van bovenstroomse kant wordt benaderd. Het is dan mogelijk dat bij slecht zicht de schipper zich een verkeerd beeld vormt van de situatie en geul invaart. Het schip kan vastlopen op de drempel en dwars gaan liggen of gaan lekken, of hij vaart zich klem onder een brug.

Een dergelijk scenario kan desastreuze gevolgen hebben en is bij alle varianten mogelijk. Bovendien zijn schepen in de afvaart over het algemeen minder vaak beladen dan de opvaart (afzet in Roergebied). Door de beperkte diepgang wordt de kans op invaren vergroot. De drempel- en het maaiveldhoogte bepaald of het schip (ongeladen) bij een oriëntatiefout zich daadwerkelijk vastvaart op drempel of onder brug. De overschrijdingsfrequenties van de waterstand die hoort bij een diepgang van 1,5 meter (ongeladen schip op de drempel) geven aan dat een situatie zich zeker eens per jaar kan voordoen. (Zie bijlage 2) Gezien de ernst van de gevolgen wordt het negatieve effect zwaar gewogen, echter is het onderscheid tussen de varianten minimaal te noemen.

In tabel 5.2 is dit ook tot uiting gebracht in een negatief oordeel, "--", voor alle drie de varianten en de VKV.

#### 5.2.4 Externe veiligheid

Voor externe veiligheid blijkt uit de berekeningen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico dat

- geen van de nieuwbouwplannen wordt beperkt door het plaatsgebonden risico, omdat dit altijd lager ligt dan  $10^{-6}$ ;
- het groepsrisico nihil is.

Het oordeel voor externe veiligheid is voor alle varianten incl. VKV neutraal (0).

#### 5.2.5 Interactie beroeps- en recreatievaart

Met betrekking tot de interactie recreatievaartberoepsvaart wordt de veiligheid in vergelijking met de huidige situatie in alle varianten negatief beïnvloed. Door de aanleg van de nevengeul met diverse recreatieve functies (o.a. passantenhaven) zal het aantal recreatievaartuigen dat de Waal bevaart, al dan niet kruisend, behoorlijk toenemen. Het aantal ontmoetingen met de beroepsvaart neemt toe, en daarmee de kans op ongevallen. Ook de vlotheid op de Waal neemt af doordat de kans groter is dat de beroepsvaart moet anticiperen op de toegenomen recreatievaart. Een extra verbinding stroomopwaarts van de verkeersbrug (het sluisje in variant Dynamiek) helpt niet in het wegnemen van enkele negatieve effecten, het is zelfs mogelijk dat dit de situatie verslechtert. De beroepsvaart dient dan op een derde (Maas Waalkanaal 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> in- uitgang nevengeul) locatie, die relatief dicht bij elkaar gelegen zijn rondom een relatief scherpe bocht, rekening te houden met overstekende en in- en uitvarende recreanten. De variant Mozaïek zal voor de meeste toenames van recreatievaart zorgen door de grote van de passantenhaven. De VKV is vergelijkbaar met de varianten Klassiek en Mozaïek.

In alle varianten zal de recreatievaart toenemen en zullen er vele kruisingen plaatsvinden op de Waal en rondom de bocht bij Lent. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties. In tabel 5.2 is voor de varianten Klassiek en Mozaïek een verslechtering opgenomen (" - ") en voor dynamiek een verslechtering (" --- ").

Tabel 5.2: Beoordeling varianten op nautische aspecten in de eindsituatie

Beoordelingscriteria Scheepvaart – eindsituatie		Referentie	Variant			
		Huidige Situatie en Autonome Ontwikkeling	Klassiek	Mozaïek	Dynamiek	VKV
S1	Hydraulische situatie	0	0	0	-	0
S2	Morfologie	0	0	0	---	--
S3	Overzicht en oriëntatie	0	--	--	--	--
S4	Interactie beroeps- recreatievaart	0	--	--	---	--
S5	Externe veiligheid	0	0	0	0	0
<b>V4</b>	<b>Algehele beoordeling</b>	0	-	-	--	-

De veiligheid voor de beroeps- en recreatievaart (beoordelingscriteria V4 Planstudie Mer Ruimte voor de Waal, Dijkverlegging Lent) verslechtert in de eindsituatie ten opzichte van de huidige situatie met autonome ontwikkeling.

Samenvattend betreft het voor het VKV:

- in de realisatiefase is enig hinder voor de scheepvaart te verwachten door het afvoeren van grond;
- de toekomstige hydraulische situatie verslechtert niet tot nauwelijks voor de scheepvaart;
- een verslechtering voor de veiligheid en vlotheid door morfologische veranderingen is aanwezig door het extra baggerwerk dat nodig is;
- de sterke verslechtering voor het overzicht en de orientatie komt vooral door de toename van verkeerskruisingen en de mogelijke verwarring voor de scheepvaart en de gevaren van het invaren van de nevengeul tijdens hoogwater;
- de interactie beroeps-recreatievaart scoort slecht door de grote toename in recreatievaart.

Geconcludeerd kan worden dat er een algehele verslechtering optreedt voor de scheepvaart en dat mitigerende maatregelen vereist zijn om de veiligheid en vlotheid te kunnen waarborgen.

### 5.3 Mitigerende maatregelen

Om de negatieve effecten teniet te doen, kunnen mitigerende maatregelen worden genomen. De hieronder beschreven maatregelen kunnen voor een deel ook worden opgevat als eisen die gesteld dienen te worden aan het ontwerp. Voor elk criterium zullen de mitigerende maatregelen beschreven worden voor eindsituatie. Voor de realisatiefase zijn hier geen mitigerende maatregelen opgenomen. Een aantal mogelijke maatregelen zijn in paragraaf 5.2 aangegeven. Een uitvoeringsstudie en uitvoeringsplanning zijn wenselijk in een later stadium waar naast emissies ook hinder voor de scheepvaart wordt meegenomen.

Het aantal en de omvang van de te nemen mitigerende maatregelen is ook bepalend voor de tussen de varianten Klassiek, Mozaïek en Dynamiek. Door maatregelen aan de varianten toe te voegen verandert de beoordeling/score van de varianten.

#### 5.3.1 Hydraulische situatie

Zoals aangegeven zal voor de variant Dynamiek nader onderzocht moeten worden of het ontwerp zodanig vorm te geven is dat de gestelde randvoorwaarden, zoals maximale dwarsstroming, niet worden overschreden. Voor de andere varianten zullen er weinig tot geen mitigerende maatregelen nodig zijn.

Mitigerende maatregelen zijn enkel te nemen door het ontwerp van de geulen, kribben, oever- en bodembescherming zodanig te optimaliseren dat de hydraulische situatie minimale overlast geeft aan de scheepvaart. Extra kribben en beschermde oevers behoren tot de mogelijkheid om de hydraulische situatie te verbeteren. Ook het zwaaien van een of meerdere kribben kan de hydraulische situatie verbeteren.

Er moet met de morfologie rekening gehouden te worden. Mitigerende maatregelen om de hydraulische situatie te verbeteren mag niet leiden tot onacceptabele morfologische veranderingen.

### 5.3.2 Morfologie

Om de negatieve effecten omtrent morfologie te minimaliseren zijn soortgelijke maatregelen mogelijk als bij de hydraulische situatie (optimalisatie ontwerp geulen, kribben, oever- en bodembescherming). Hierbij moet gekeken worden of ter plaatse van de (binnen)bocht bij Nijmegen de benodigde baggerinspanning kan worden verkleind en op andere plaatsen de verwachte toename kan worden beperkt.

Ook het verkleinen van het meestromend debiet door de nevengeul zorgt voor verbetering in morfologische veranderingen. Zo is stroomt er in door de nevengeul van de VKV minder water dan bij de variant Dynamiek waardoor de morfologische effecten, lees de toename van baggerwerkzaamheden, minder sterk zijn.

### 5.3.3 Interactie beroepsvaart-recreatievaart

Voor het vergroten van de veiligheid en het verminderen van de interactie tussen beroeps- en recreatievaart, zijn de volgende oplossingen mogelijk:

- niet toestaan van recreatievaart in de nevengeul;
- geen passantenhaven realiseren in de nevengeul;
- bovenstrooms geen tweede in- en uitgang te realiseren.

Ervan uitgaande dat de bovengenoemde punten niet realiseerbaar zijn, kunnen de volgende mitigerende maatregelen worden genomen:

1. Markering, zicht en radar: goede aanduiding, bebording en boeien, van bevaarbare geulen en niet bevaarbare geulen. En op de hoofdvaarweg extra radarpunten bij de nieuwe Waalbrug en het radarsysteem aanpassen op het de nieuwe situatie.
2. Indien een sluis zal worden toegepast in variant Dynamiek, dient er rekening gehouden te worden met o.a. de volgende eisen:
  - veilige, goed gemarkeerde, ruime toegang (vanaf stromend water naar stil water);
  - een beschutte voorhaven met wachtplaatsen waar golfslag en zuigen van passeren schepen in de Waal is gereduceerd;
  - (drijvende) remmingwerken om vast te maken om te wachten. Als de sluis ook operationeel moet zijn bij hoogwater afvoeren (hoeven niet extreme afvoeren te zijn) dienen de remming- en geleidewerken hierop aangepast te zijn;
  - de sluis moet stabiel zijn bij extreem hoge afvoeren.
3. Aanvullende verkeersleiding voor het regelen van de vaart uit het Maas-Waalkanaal en de nevengeul: bij voorkeur moeten de recreanten hier verkeersinformatie krijgen om te voorkomen dat ze op het verkeerde moment de rivier opvaren. Dit zal dan in de verkeerspost moeten gebeuren die tegenover de ingang van de nevengeul naast het Maas-Waalkanaal is gelegen.

Dit vergt naast extra apparatuur ook extra gekwalificeerde bemanning op de verkeerspost. Dit past niet in de huidige functies van de verkeersposten waar het beleid is om zo min mogelijk aanwijzingen te geven. Hiernaast hebben lang niet alle recreatievaartuigen een marifoon aan boord waardoor het niet mogelijk is met hen te communiceren vanaf de verkeerspost. Mogelijke maatregel is het verplichtstellen van een marifoon voor recreatievaart.

Of deze maatregelen binnen dit project haalbaar zijn is onduidelijk en dient verder onderzocht te worden in de uitwerking van het VKV.

Het is zonder nadere kwantitatieve studie van ongevalsoorzaken en gevolgen niet mogelijk om absolute zin te zeggen, dat door het nemen van de mitigerende maatregelen de negatieve effecten volledig teniet worden gedaan. In de beoordeling “na mitigatie” (paragraaf 5.3) is een lichte verslechtering aangegeven.

#### 5.3.4 Overzicht en oriëntatie

##### **Algemeen**

- Goede markering van de nevengeul bij gebruik van de toegang door de recreatievaart, dient deze te worden vormgegeven als een haveningang met lichtopstanden, zodat wettelijk van een haveningang sprake is.
- Goede markering (bebakening en betonning) van de drempel voor de hoofdvaarweg.
- Beperking van visueel- en radarzicht door bomen en struiken, in de (voormalige) uiterwaarden, dient voorkomen te worden.

##### **Voorkomen van invaren nevengeul tijdens hoogwater**

###### *Algemeen*

- Een extra remote radarpost of scanner kan worden geplaatst om verminderd radarzicht te kunnen opheffen. Opmerking daarbij is dat in verband met de aanleg van de 2<sup>e</sup> stadsbrug naar waarschijnlijkheid benedenstrooms van de spoorbrug en bovenstrooms van de 2<sup>e</sup> stadsbrug een extra radarscanner wordt geplaatst. Bij deze keuze dient te worden aanbevolen ook rekening te houden met het ontwerp van de dijkteruglegging en het effect daarvan op het radarzicht.
- Beperken van visueel en radarzicht moet worden voorkomen door geen bomen en struiken toe te staan in de ‘voormalige’ uiterwaard.
- Extra en goede markering van de hoogwatergeul.

###### *In het bijzonder*

In dit achtergronddocument is beschreven dat aanvullende maatregelen nodig zijn om te voorkomen dat een schip, bij hoogwater, over de drempel aan de bovenstroomse zijde van de hoogwatergeul dreigt te varen en zodoende de nevengeul invaart waar gevaarlijke situaties kunnen ontstaan. In bijlage 2 is het resultaat van een verkenning van deze maatregelen gegeven en is tevens een schatting gemaakt van de kans dat een schip de nevengeul invaart. In een nadere afweging van acceptatie van risico's zal moeten worden bepaald of een maatregel in de gebiedsontwikkeling moet worden meegenomen. In de verkenning is ook een kostenindicatie gegeven (zie bijlage 2), die in de PRI raming van de inrichtingsvariant wordt meegenomen.

De mogelijkheden tot een fysieke barrière te creëren voor de scheepvaart tijdens hoogwater zijn onderzocht. Er is een onderscheid gemaakt in een fysieke barrière en een fysieke barrière die ook daadwerkelijk een schip tot stilstand kan brengen. Daarbij is onderscheid gemaakt door middel van criteria zoals invloed op milieu (ecologie, ruimtelijke inpassing) en de beïnvloeding op het stroomprofiel.

In overleg met Rijkswaterstaat (scheepvaartbeheerder) zijn de maatregelen nader beschouwd en zijn de volgende maatregelen als kansrijk bepaald:

- als minimale maatregel wordt extra betonning (bakens en boeien) toegepast (maatregel 2). De kosten bedragen orde € 50.000,= (inclusief bijkomende kosten en BTW);
- hierop aanvullend kunnen waarschuwingkabels worden geplaatst (maatregel 4 in bijlage 2). Deze houden een schip niet fysiek tegen, maar leveren wel een bepaalde weerstand, waardoor de schipper wordt gewaarschuwd. De kosten bedragen orde € 100.000,= (inclusief bijkomende kosten en BTW).
- als vergaande maatregel kan een waarschuwing- en opvangsysteem dat het schip fysiek tegenhoudt door middel van vangkabel/vangnet worden geplaatst (maatregel 8 in bijlage 2). De kosten bedragen orde € 2.700.000,= (inclusief bijkomende kosten en BTW).

### 5.3.5 Externe veiligheid: calamiteitenbestrijding

De beoordeling van externe veiligheid geeft geen aanleiding voor het voorstellen van mitigerende maatregelen. Wel moet er altijd voldoende rekening worden gehouden met de vraag of er voldoende rekening is gehouden met de bereikbaarheid en bestrijding van een incident waarbij uitstroming van een gevaarlijke stof optreedt. Voor de situatie op de rivier de Waal zelf verandert er door de inrichtingsvarianten niets. Ook in de toekomst zal hier het huidige bestrijdingsapparaat zijn functie vervullen (blusboten, verkeersbegeleiding Rijkswaterstaat, etc). Op het land is bij alle varianten het schiereiland en de daar te ontwikkelen activiteiten van belang. In alle inrichtingsvarianten is voor voldoende bereikbaarheid gezorgd: bij de bruggen is voorzien in ontsluitingen voor hulpverleningsvoertuigen, zie ook ontwerp van de inrichtingsvarianten.

## 5.4 Beoordeling varianten na mitigatie

Als nagenoeg alle genoemde mitigerende maatregelen zijn genomen, vallen een aantal negatieve effecten weg. Bovendien kunnen vele negatieve effecten voorkomen worden door het verbieden van recreatievaart in de nevengeul. Echter het niet toestaan van recreatievaart is niet opgenomen in de mitigerende maatregelen doordat recreatievaart op andere vlakken wel positieve effecten heeft voor het (te ontwikkelen) gebied. Als de mitigerende maatregelen worden genomen ontstaat het volgende beeld zoals te zien is in tabel 5.3.

Tabel 5.3: Beoordeling varianten op nautische aspecten na mitigatie, eindsituatie

Beoordelingscriteria Scheepvaart – eindsituatie		Referentie	Variant			
		Huidige Situatie en Autonome Ontwikkeling	Klassiek	Mozaïek	Dynamiek	VKV
S1	Hydraulische situatie	0	0	0	-	0
S2	Morfologie	0	0	0	--	-
S3	Overzicht en oriëntatie	0	-	-	-	-
S4	Interactie beroeps- recreatievaart	0	-	-	--	-
S5	Externe veiligheid	0	0	0	0	0
<b>V4</b>	<b>Algehele beoordeling</b>	0	0	0	-	-

De varianten Klassiek en Mozaïek verschillen niet of nauwelijks in het aantal van en de omvang van de te nemen mitigerende maatregelen. De beoordeling voor de twee varianten is dan ook positiever met de mitigerende maatregelen. De variant Dynamiek scoort nog steeds slechter gezien sommige negatieve effecten niet weg te nemen zijn, daarbij moeten meer omvangrijke mitigerende maatregelen genomen worden. De VKV scoort voor scheepvaart nog steeds negatief, maar is acceptabel.

## Bijlage 1

### Achtergrondinformatie externe veiligheid



## KWANTITATIEVE RISICOANALYSE: WATERTRANSPORT GEVAARLIJKE STOFFEN

Voor het externe veiligheidsonderzoek is het aantal transporten gevaarlijke stoffen van belang alsmede specifieke gegevens met betrekking tot de Waal. Gegevens hieromtrent zijn vastgelegd in de circulaire 'Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen'. Deze risicoatlas is in dit onderzoek gehanteerd. Het vak 76 uit de Risicoatlas geeft de transportdata voor het onderzoeksgebied (Tabel B1.1). Het betreft Vak Waal 2 hectometer 9,2 tot en 28,6.

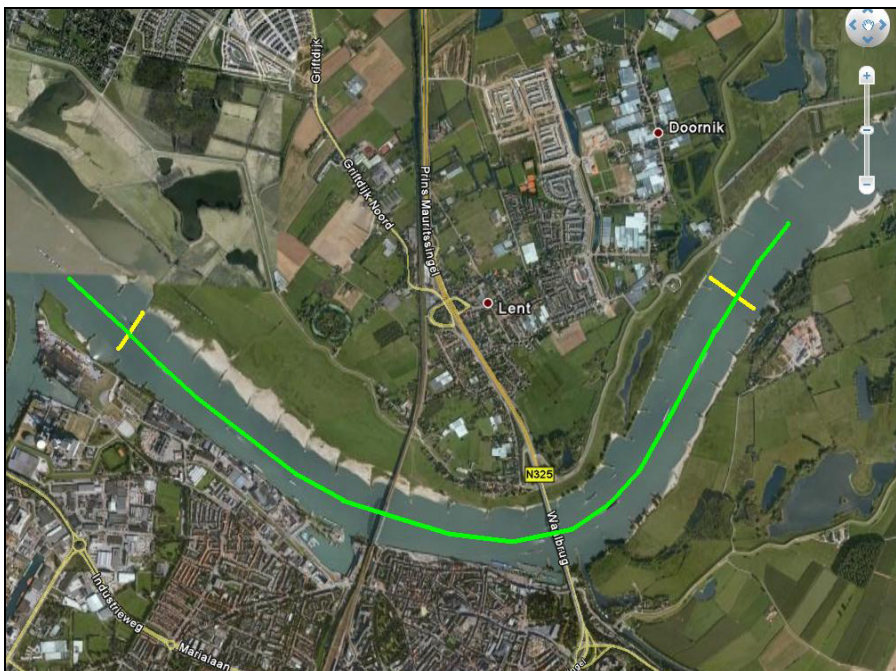
**Tabel B1.1: Invloedsgebied per stofcategorie, op basis van [1]**

Stofcategorie	Omschrijving	Invloedsgebied [ m ]
GF3	Zeer brandbaar gas	90
GT3	Toxisch gas	1.070
LF1	Brandbare vloeistof	35
LF2	Zeer brandbare vloeistof	35
LT1	Zeer licht toxische vloeistof	600

**Tabel B1.2: Scheepstransporten over de Waal in 2007, op basis van [1]. en volgens cRVgs bijlage 2**

Stofcategorie	Omschrijving	Aantal	Aantal cRVgs
GF3	Zeer brandbaar gas	1.195	2.135
GT3	Toxisch gas	9	196
LF1	Brandbare Vloeistof	9.497	9.882
LF2	Zeer brandbare vloeistof	6.764	13.958
LT1	Zeer licht toxische vloeistof	49	146

In het rekenprogramma voor de externe veiligheidsrisico's RBMII komt in de module Water de stofcategorie LF1 niet voor. In het programma van eisen voor een nieuwe externe veiligheid risicoanalyse op binnenvaarwegen van Rijkswaterstaat [1] wordt vermeld dat daarom in RBMII LF1-transporten gemodelleerd moeten worden als 1/13e LF2-transport (dus het aantal LF1 transporten gedeeld door 13 optellen bij het aantal LF2-transporten). Als reden wordt hiervoor aangehaald dat de effecten van de plasbrand gelijk zijn en alleen de kans op ontsteking van LF1-stoffen 13 maal lager is dan van LF2-stoffen. In RBMII zijn voor de huidige situatie daarom 7.495 schepen LF2 per jaar ingevoerd en voor de toekomstige situatie 14.718 schepen LF2.



**Figuur B1.1: Onderzochte vaarroute over de Waal (groen). De gele lijnen markeren de grenzen van het projectgebied ter hoogte van de Waal**

De vaarweg in figuur B1.1 (de Waal) wordt in het programma van eisen [1] getypeerd als bevaarbaarheidsklasse 6 en heeft een gemiddelde breedte van ca. 320 meter. Deze breedte is gebruikt in de berekening. Conform de huidige risicomethodiek moet voor een waterweg de faalfrequentie worden bepaald op basis van casuïstiek.

De faalfrequentie op basis van casuïstiek is een functie van het aantal zware ongevallen over een termijn van 5 jaar en de transport intensiteit. Dit wordt in onderstaand kader nader toegelicht.

#### **Kader: faalfrequentie Waal**

Voor het vervoer van gevaarlijke stoffen over een waterweg moet bij voorkeur gebruik gemaakt worden van locatie specifieke faalfrequenties. Dit staat beschreven in het Programma van eisen [1]. Alle invoergegevens kunnen bij Rijkswaterstaat, dienst verkeer en scheepvaart, opgevraagd worden. Indien het niet mogelijk is om een locatie specifieke faalfrequentie te berekenen, vanwege gebrek aan informatie, dan kan gebruik worden gemaakt van de generieke faalkansen behorend bij de bevaarbaarheidsklasse. De benodigde informatie voor het bepalen van de locatie specifieke faalfrequentie zijn; verkeersintensiteit, ongevalcasuïstiek en trajectlengte van het telvak. Dit resulteert in de volgende vergelijking:

$$F_{N_{4+5}} = \frac{N_{4+5}}{I * T * L}$$

**Met:**

- $F_{N_{4+5}}$  = locatie specifieke faalfrequentie  
 $N_{4+5}$  = aantal zware ongevallen in 5 jaar tijd (scheur in romp of erger)  
 $I$  = verkeersintensiteit per jaar, specifiek vrachtverkeer  
 $T$  = het aantal jaren  
 $L$  = de lengte van het telvak

In de afgelopen 5 jaar zijn op de Waal ter hoogte van Nijmegen vier aanvaringen geweest waarbij de wand van één van de betrokken vrachtschepen is gescheurd. Incidenten waarbij alleen niet relevante schepen beschadigd zijn, zijn buiten beschouwing gebleven. Hierbij moet gedacht worden aan recreatieschepen, onderhoudsschepen e.d. Dit resulteert in de onderstaande berekening.

I	112.500	Vrachtverkeer/jaar (telling CBS Lobith)
T	5	Jaar
L	19,4	Km
$N_{4+5}$	4	Aantal zware ongevallen met vrachtschepen
Fzwaar( $N_{4+5}$ )	$3,67 * 10^{-7}$	/vtg km
Standaard faalkans bij bevaarbaarheidsklasse 6	$4,14 * 10^{-7}$	/vtg km

De berekende faalfrequentie op basis van casuïstiek is  $3,67 \cdot 10^{-7}$  /jaar per transportkilometer. Deze berekende frequenties is net lager dan de standaard ongevalfrequentie. De standaard ongevalfrequentie die RBMII voor dit gedeelte Waal hanteert is  $4,14 \cdot 10^{-7}$  /jaar per transportkilometer. Om onderschatting te voorkomen is de berekening uitgevoerd met de standaard ongevalfrequentie van  $4,14 \cdot 10^{-7}$  /jaar per transportkilometer.

### AANWEZIGHEIDSGEGEVENS

Voor het groepsrisico moeten de relevante bevolkingsgroepen in een gebied langs het watertraject in kaart worden gebracht. Dit gebied is het volledige gebied waarin nog dodelijke slachtoffers kunnen vallen die meetellen voor het groepsrisico. Dit gebied is gelegen tussen het spoor en de 1%-letaliteitgrens. In het rekenprotocol spoor en de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico [4] wordt aangegeven dat het invloedsgebied gelijk is aan de 1%-letaliteitgrens. Voor water is het maximale invloedsgebied 1070 m.

De aanwezigheidsgegevens worden bepaald door personen die in de nabijheid van het water werken, wonen en recreëren. In de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico [4] wordt aangegeven dat de inventarisatie van de aanwezigheidsgegevens primair plaats dient te vinden aan de hand van het vigerende bestemmingsplan. De nauwkeurigheid van de inventarisatie van de bevolking dient aan te sluiten bij de relatieve bijdrage aan het groepsrisico. Voor de inventarisatie van de bevolking binnen de plaatsgebonden risicocontour van  $1 \times 10^{-8}$  per jaar moet een nauwkeurigere inventarisatie van de populatie worden uitgevoerd gebaseerd op basis van het bestemmingsplan.

Voor de inventarisatie buiten de plaatsgebonden risicocontour van  $1 \times 10^{-8}$  per jaar kan volstaan worden met een grove inventarisatie op basis van gebiedstypen en bijbehorende kengetallen zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] en de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico [4] zijn opgenomen.

### Huidige bevolking

Op basis van de bestemmingsplannen zijn de aanwezigheidsgegevens samengesteld (zie Projectnota MER Dijkteruglegging Lent, achtergrondrapport externe veiligheid, bijlage 3). Daarin zijn de volgende functies onderkend:

- wonen;
- bedrijven;
- kantoor;
- winkel;
- horeca;
- maatschappelijke doeleinden.

In de Aanwezigheidsgegevens [2] staat dat 'verkeersdeelnemers' (gebruikers openbare weg en aanwezig op een perron) en gebruikers van openbare ruimten (zoals een park of plein) niet betrokken worden bij groepsrisicoberekening ten behoeve van toetsing aan oriëntatiewaarde of vergunningswaarde.

De woningen zijn vanaf de plankaarten of door middel van luchtfoto's geteld. De vuistregels om van gebruiksfuncties tot aanwezigheidsgegevens te komen zijn gedaan conform de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico [4] en de Aanwezigheidsgegevens [2] (zie tabel 4.2). Een overzicht van de uitgangspunten en aanwezigheidsgegevens zijn opgenomen in het rapport deel 23, "externe veiligheid".

**Tabel B1.2: Aanwezigheidsgegevens conform [2] en [4]**

Functie	Vuistregel aanwezigheidsgegevens
Wonen	2,4 personen per woning/appartement
Bedrijven	1 persoon per 100 m2 bvo 5
Bedrijf (klein)	5 personen per bedrijf
Kantoor	1 persoon per 30 m2 bvo
Winkel (centrum)	1 persoon per 30 m2 bvo
Winkel (klein)	10 per winkel
Horeca (klein)	10 per restaurant/cafetaria/café
Horeca (middel)	50 per restaurant/cafetaria/café
Maatschappelijke Doeleinden	Locatiespecifiek

Conform de Aanwezigheidsgegevens [2] en de Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico [4] is voor de woningen uitgegaan van een aanwezigheid van 50% overdag en 100% 's nacht. Wat betreft de bedrijven en kantoren is uitgegaan van een aanwezigheid van 100% overdag. Conform de Aanwezigheidsgegevens [2] is voor de bedrijven in de nacht uitgegaan van een aanwezigheid van 20%.

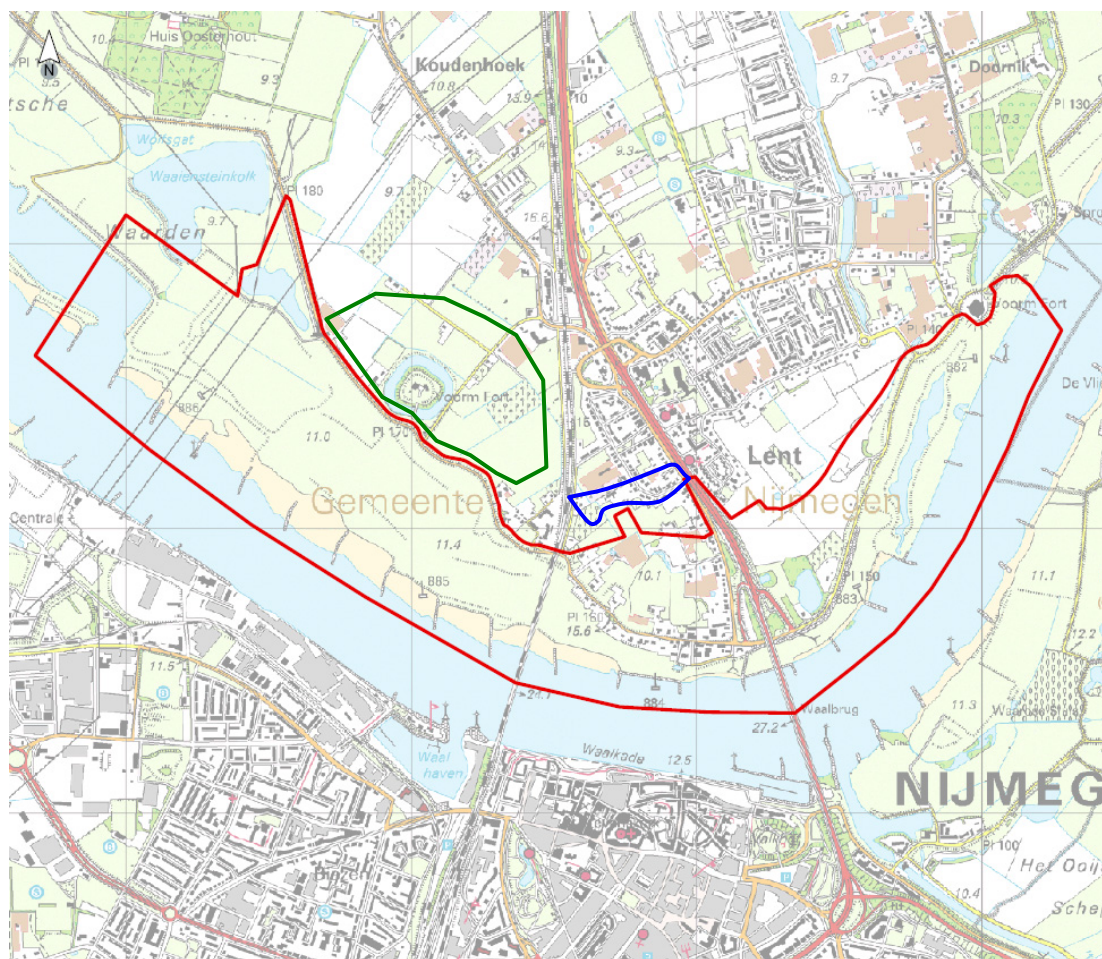
bvo = bruto vloeroppervlak

### Citadel en de Schans

In dit onderzoek zijn de bestemmingsplannen Citadel en de Schans meegenomen in de bevolking. Deze plannen zijn nog niet vastgelegd. Vanwege de praktische overweging dat deze plannen eerder vergund worden dan het beschouwde plan, Ruimte voor de Waal, zijn deze plannen meegenomen. Deze bevolking is niet meegenomen in de huidige bevolking, maar is als een autonome ontwikkeling beschouwd.

Voor de bevolking invoer van Citadel is gebruik gemaakt van het rapport 'Externe veiligheid, spooromgeving Waalspronggebied' van oktober 2008.

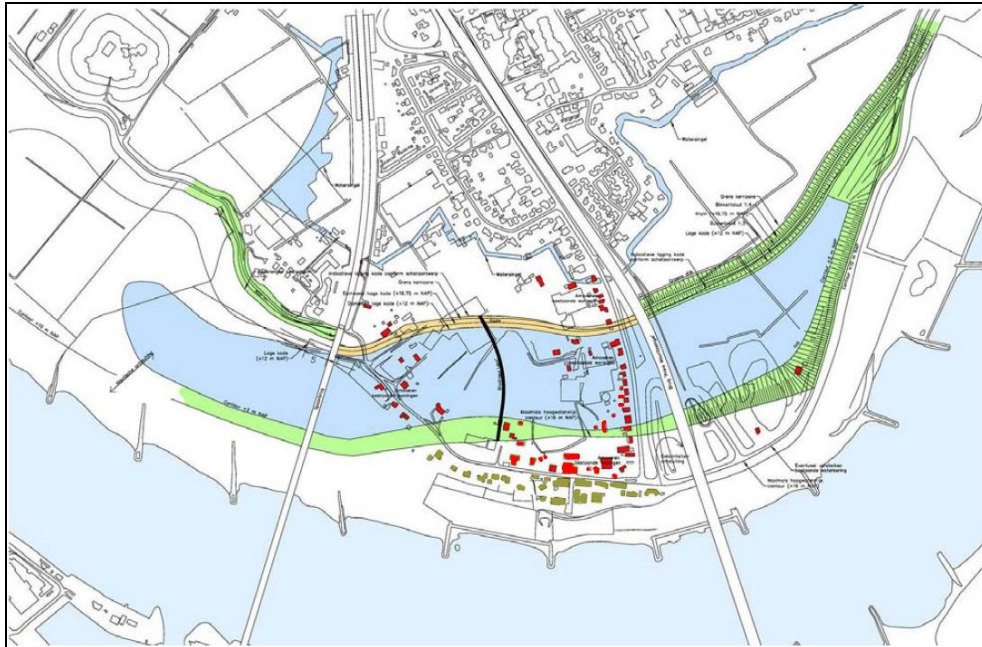
Het aantal woningen van de Schans wordt geschat op 28 woningen per ha. Het betreft ca. 5 ha. Uitgaande van 2,4 personen per woning zijn in dit in totaal 168 personen in de dagperiode en 336 personen in de nachtperiode.



**Figuur B1.3:** Ligging van het plan Citadel (groen) en de Schans (blauw) t.o.v. plangebied (indicatief)

### Plansituatie

Om ruimte voor de Waal te creëren wordt een gedeelte wat nu land is 'teruggegeven' aan de Waal. Hierdoor gaan verschillende woningen geamoveerd worden (de rode woningen in figuur B1.4). Dit is een oude tekening, de vaargeul is niet correct weergegeven. De te amoveren woningen zijn alle gelegen ten noorden van de dijk.



**Figuur B1.4: Overzicht van de planlocatie. De woningen/gebouwen die geamoveerd gaan worden zijn in het rood aangegeven**

Naast het saneren van woning worden onder andere woningen, een evenemententerrein en een wellnesscentrum gerealiseerd. De voorgenomen plannen zijn nog niet volledig vastgelegd. Op dit moment bestaan de plannen uit de volgende vier varianten:

- variant Klassiek;
- variant Mozaïek;
- variant Dynamiek;
- voorkeursvariant.

Alle varianten kennen een eiland dat door water wordt omgeven. Het gedeelte van het eiland dat ten oosten van de spoorbrug over de Waal ligt wordt Stadseiland (Eiland Veur Lent) genoemd en het gedeelte van het eiland dat ten westen van de spoorbrug ligt wordt Westelijk eiland genoemd.

#### Stadseiland (Eiland Veur Lent)

- Alternatief **Stadseiland**: het eiland is een stedelijke stapsteen met gesloten bouwblokken tot 5 lagen hoog op parkeergarages. De blokken bevatten ca. 500 appartementen en kleinschalige bedrijvigheid. De oevers zijn ingericht voor een intensief en gevarieerd recreatief gebruik.
- Alternatief **Parkeiland**: behalve één bouwblok met ca. 100 woningen is het eiland ingericht voor een gevarieerd en intensief recreatief gebruik. Culturele en recreatieve functies, horeca en wellness zijn opgenomen in een groen landschap, dooraderd met paden.
- Alternatief **Watereiland**: de waterdynamiek vormt het eiland; de rivier overspoelt regelmatig de lagere delen van het niet opgehoogde eiland. De woningen drijven of staan op palen. De grens met de nevengeul is diffuus.

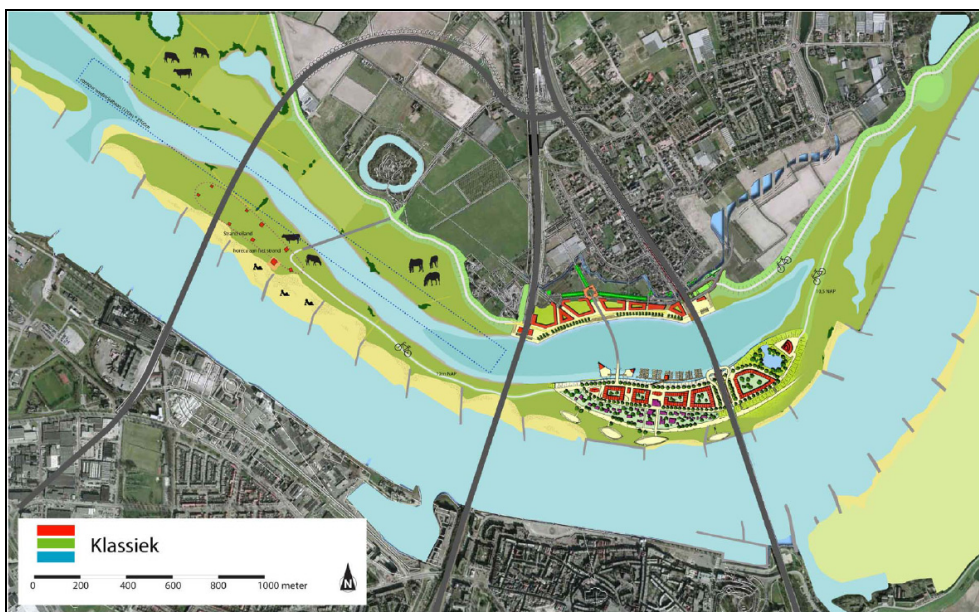
### Westelijk eiland

- **Groot Evenemententerrein:** bevat een groot veld [hooiland] met voldoende ruimte voor een middelgroot evenement/concert, met bijbehorende voorzieningen. Ook voor recreatief medegebruik bijvoorbeeld vliegeren. In de winter buiten gebruik en zonder opstallen.
- Groot evenement: 30.000 personen.
- Festival: 10.000 personen.
- **Klein festivalterrein:** bevat een klein festivalterrein [hooiland] voor circa 1500 - 2.500 bezoekers. Bevat kleine, verplaatsbare zomerhuisjes voor tijdelijk verblijf, die in de winter worden afgebroken en opgeslagen zodat het hele terrein dan weer 'leeg' is. Hele eiland verder 'natuurlijk' met een rondlopend pad en struipaden.

### **Variant Klassiek**

In de variant Klassiek wordt het Eiland Veur Lent geclassificeerd als een 'Stadseiland', waarbij de volgende kenmerken te onderscheiden zijn:

- 4,4 ha evenemententerrein op westkant eiland;
- 0,3 ha haven aan rand bebouwbare grond;
- 3,5 ha nieuw bebouwbare grond/uitgeefbaar terrein, bestaande uit:
- woningen, in totaal circa 500 ( 50% hoogbouw/appartementen (10 laags, 100-120 m2);
- 5% kantoren/diensten à 500 m2, in totaal 1.750 m2 kantoor;
- 1 hotel/congrescentrum (100 bedden) en 1 wellnesscentrum (10% oppervlak).



**Figuur B1.5: Overzicht van de invulling van het plangebied volgens de variant klassiek**

### Uitgangspunten:

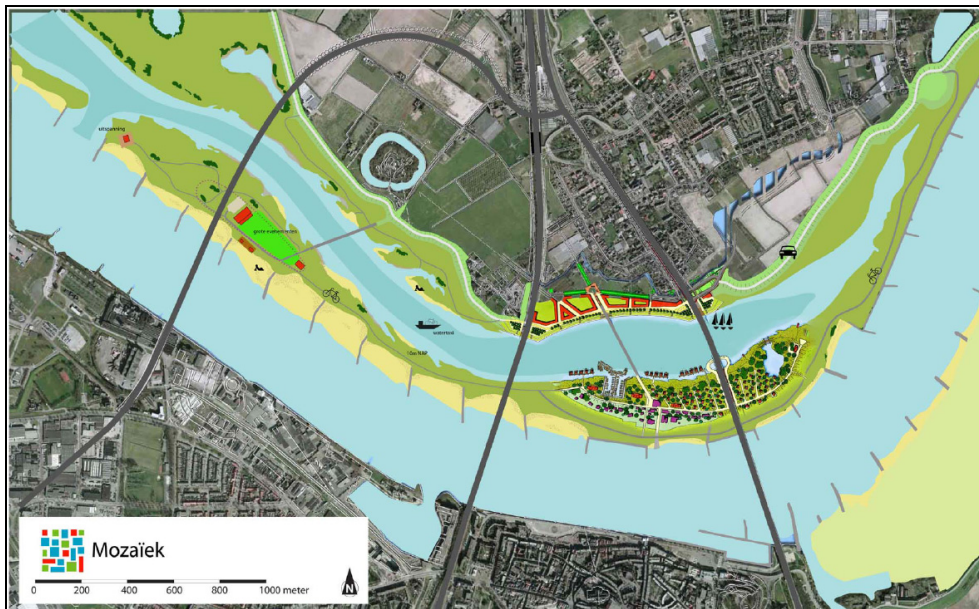
- 12 evenementen met 30.000 personen per jaar (elke evenement duurt 1 dag met 4 uur in de dag- en 4 uur in de nachtperiode) op weekend dagen;
- 12 dagen festival met 10.000 personen per jaar (elke dag 4 in de dag en 4 uur in de nachtperiode) op doordeweekse dagen;
- het stadseiland is opgebouwd uit de volgende functies;

- voor de passantenhaven wordt uitgegaan van recreatiegebied: kampeerbedrijf met 120 personen per ha zoals genoemd in de Aanwezigheidsgegevens [2] die zowel in de dag als nacht periode aanwezig zijn ( $120 \cdot 0,3 = 36$  personen);
- voor de kantoorruimte is uitgegaan van 1 persoon per 30 m<sup>2</sup>. In totaal zijn dat in de dagperiode 58,3 personen;
- 500 woningen à 2,4 personen per woning. In totaal zijn dat 600 personen in de dagperiode en 1.200 personen in de nachtperiode;
- voor het hotel en wellnesscentrum wordt uitgegaan van "hotel horeca groot" volgens de Aanwezigheidsgegevens [2]. Aangenomen wordt dat de dag/nachtverhouding 100% is. In totaal zijn dat 500 personen in de dag- en in de nachtperiode;
- in totaal zijn er op het stadeiland 1.194 in de dagperiode en 1.736 personen in de nachtperiode. Aangenomen wordt dat 4/5 van deze bebouwing zich ten westen van de N325 bevindt en dat 1/5 deel zich ten oosten van de N325 bevindt.

### **Variante Mozaïek**

In de variant wordt het Eiland Veer Lent geïntegreerd als een "Watereiland", waarbij de volgende kenmerken te onderscheiden zijn:

- 4,4 ha evenemententerrein op westkant eiland;
- 0,2 ha bebouwing op westkant eiland (bijv. strandpaviljoen/vrije tijd);
- 0,7 ha drijvende woningen;
- 0,7 ha haven (in pandig);
- 3 ha woonwijk, ca. rond 85 woningen;
- aantal woonboten in de nevengeul maximaal 200.



**Figuur B1.6: Overzicht van de invulling van het plangebied volgens de variant Mozaïek**

Uitgangspunten:

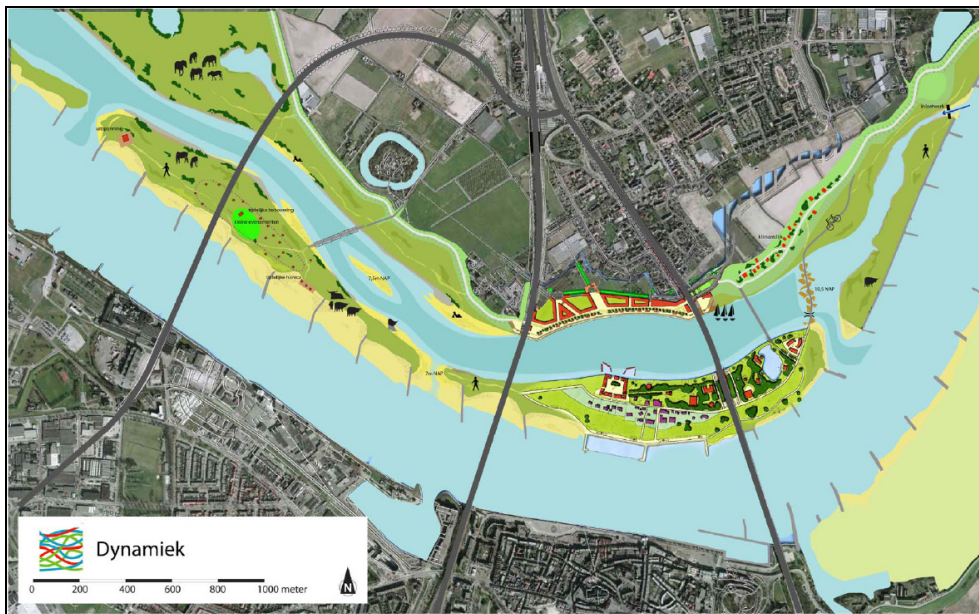
- evenementen met 30.000 personen per jaar (elke evenement 4 uur in de dag en 4 uur in de nachtperiode);
- dagen festival met 10.000 personen per jaar (elke dag 4 uur in de dag en 4 uur in de nachtperiode);
- de 0,2 ha bebouwing op westkant eiland wordt opgesplitst in 2 delen. Het eerste gedeelte bevindt zich direct ten zuiden van het evenemententerrein. Dit deel wordt beschouwd als 1 ha recreatief gebied á 200 personen per ha zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] genoemd wordt voor toeristische plaats. Voor dit eerste gedeelte wordt uitgegaan van 200 personen in de dag en nachtperiode. Het tweede gedeelte bevindt zich in de punt van het westelijke deel van het eiland. Uitgegaan wordt van een horeca-aangelegenheid middelgroot met 50 personen zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] wordt genoemd;
- het stadseiland is opgebouwd uit de volgende functies:
- voor de passantenhaven wordt uitgegaan van recreatiegebied: kampeerbedrijf met 120 personen per ha zoals genoemd in de Aanwezigheidsgegevens [2] die zowel in de dag- als nachtperiode aanwezig zijn ( $120 \times 0,7 = 84$  personen);
- 0,7 ha drijvende woningen. Uitgegaan wordt van 28 woningen per ha. In totaal zijn dat 19,6 woningen met 23,5 personen in de dagperiode en 47,04 personen in de nachtperiode;
- 200 woonboten. In totaal zijn dat 240 personen in de dagperiode en 480 personen in de nachtperiode;
- 85 woningen à 2,4 personen per woning. In totaal zijn dat 102 personen in de dagperiode en 204 personen in de nachtperiode.

In totaal zijn er op het stadeiland afgerond 450 personen in de dagperiode en 815 personen in de nachtperiode. Aangenomen wordt dat 4/5 van deze bebouwing zich ten westen van de N325 bevindt en dat 1/5 deel zich ten oosten van de N325 bevindt.

**Variant Dynamiek**

In de variant Dynamiek wordt het Eiland Veur Lent geclassificeerd als een "Parkeiland", waarbij de volgende kenmerken te onderscheiden zijn:

- 0,8 ha evenemententerrein (klein) op westkant eiland;
- 0,2 ha tijdelijke horeca op westkant eiland;
- 3,5 ha tijdelijke bebouwing op westkant eiland;
- 0,3 ha drijvende woningen, nabij fort Knodsenburg;
- 3,0 ha nieuw bebouwbare grond/uitgeefbaar terrein, zoals:
- 85 woningen;
- 1 wellnesscentrum (bij Kolk van Wijk);
- 1 kleinschalig hotel/congrescentrum;
- kantoren (kleinschalig, hooguit 10 stuks a 500 m<sup>2</sup>);
- een passantenhaven (200 ligplaatsen) (0,7 ha).



**Figuur B1.7: Overzicht van de invulling van het plangebied volgens de variant Dynamiek**

#### Uitgangspunten:

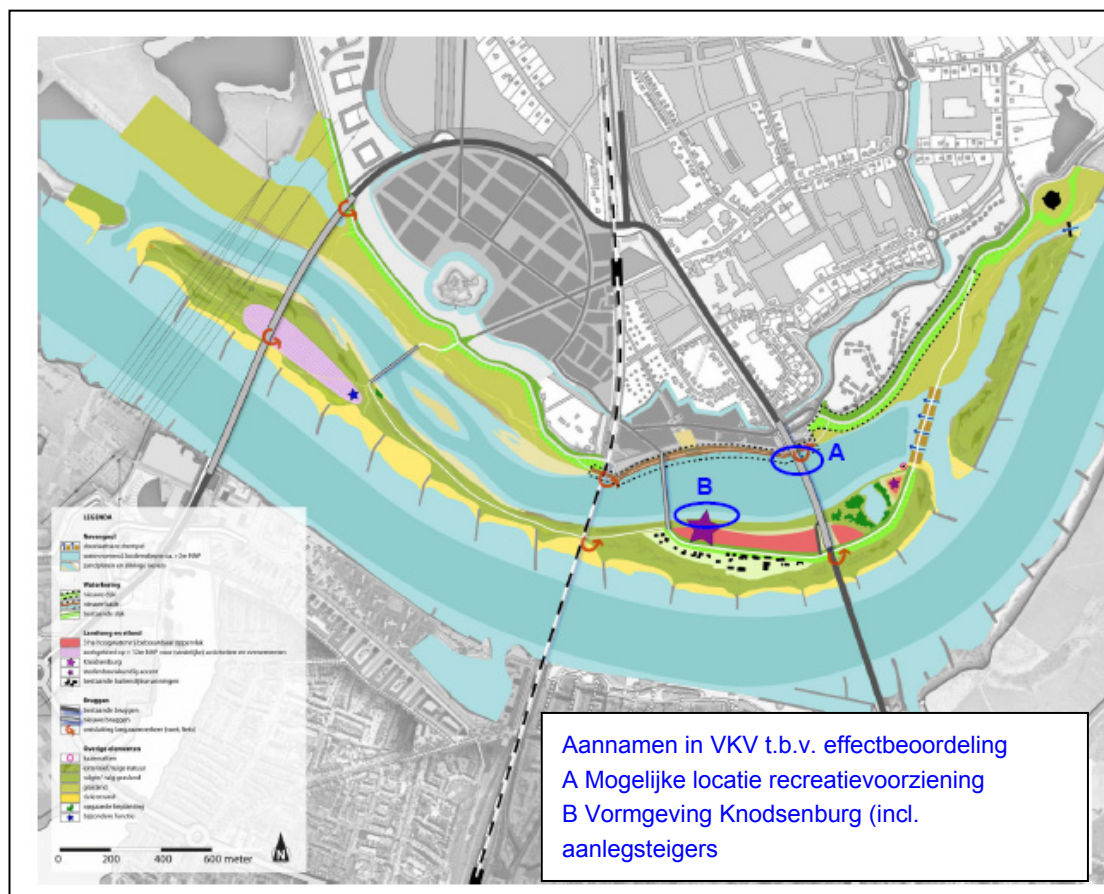
- 12 evenementen met 2.500 personen per jaar (elke evenement duurt 1 dag met 4 uur in de dag- en 4 uur in de nachtperiode) op weekenddagen;
- de 0,2 ha tijdelijke horeca wordt beschouwd als 1 ha recreatief gebied à 200 personen per ha zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] genoemd wordt voor toeristische plaats. Aangenomen wordt dat dit gebied 6 maanden per jaar in gebruik is. Voor dit gebied wordt uitgegaan van een aanwezigheid van 200 personen in de dag en nachtperiode voor de helft van het jaar;
- de 3,5 ha tijdelijke bebouwing op de westkant van het Eiland Veur Lent wordt beschouwd als recreatiegebied kampeerbedrijf met 130 personen zoals genoemd in de Aanwezigheidsgegevens [2]. Aangenomen wordt dat dit gebied 6 maanden per jaar in gebruik is. Voor dit gebied wordt uitgegaan van een aanwezigheid van 455 personen in de dag en nachtperiode voor de helft van het jaar;
- in de punt van het westelijke deel van het Eiland Veur Lent bevindt zich een uitspanning. Uitgegaan wordt van een horeca-aangelegenheid middelgroot met personen 50 personen zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] wordt genoemd;
- 0,3 ha drijvende woningen. Uitgegaan wordt van 28 woningen per ha. In totaal zijn dat 8,4 woningen met 10,08 personen in de dagperiode en 20,16 personen in de nachtperiode;
- het stadseiland is opgebouwd uit de volgende functies;
- voor de passantenhaven wordt uitgegaan van recreatiegebied zoals kampeerbedrijf met 120 personen per ha zoals genoemd in de Aanwezigheidsgegevens [2] die zowel in de dag- als nachtperiode aanwezig zijn ( $120 \cdot 0,7 = 84$  personen);
- 85 woningen à 2,4 personen per woning. In totaal zijn dat 102 personen in de dagperiode en 204 personen in de nachtperiode;
- voor het hotel en wellnesscentrum wordt uitgegaan van 'hotel horeca groot' volgens PGS 1 deel 6. Aangenomen wordt dat de dag/nachtverhouding 100% is. In totaal zijn dat 500 personen in de dag- en in de nachtperiode;
- voor de 5.000 m<sup>2</sup> kantoorruimte is uitgegaan van 1 persoon per 30 m<sup>2</sup>. In totaal zijn dat in de dagperiode 166,7 personen.

In totaal zijn er op het stadeiland afgerond 853 personen in de dagperiode en 788 personen in de nachtperiode. Aangenomen wordt dat 4/5 van deze bebouwing zich ten westen van de N325 bevindt en dat 1/5 deel zich ten oosten van de N325 bevindt.

### Voorkeursvariant

De voorkeursvariant is voornamelijk gebaseerd op de variant dynamiek en in mindere mate op de variant mozaïek. In de voorkeursvariant voor dit MER zijn de volgende kenmerken te onderscheiden.

- een evenemententerrein op westkant eiland. Elk jaar 6 evenementen met 30.000 personen en 6 festivals met 10.000 personen per evenement (elk evenement en festivaldag duurt 4 uur in de dagperiode en 4 uur in de nachtperiode);
- 0,2 ha tijdelijke horeca nabij de oostkant van de ophoging, aan de oostkant van de fietsbrug. Niet permanent bezet.
- de uitspanning nabij Fort Knodsenburg.
- 3,0 ha nieuw bebouwbare grond/uitgeefbaar terrein, zoals:
  - 85 woningen (wordt wel genoemd in VKV);
  - 1 wellnesscentrum (bij Kolk van Wijk);
  - 1 kleinschalig hotel/congrescentrum;
  - kantoren (kleinschalig, hooguit 10 stuks a 500 m<sup>2</sup>);
  - een passantenhaven (200 ligplaatsen) (0,7 ha);
- voor het stadeiland hebben wij verondersteld, dat 4/5 van deze bebouwing zich ten westen van de N325 bevindt en dat 1/5 deel zich ten oosten van de N325 bevindt.



Figuur B1.8: Overzicht van de invulling van het plangebied volgens de Voorkeursvariant

#### Uitgangspunten:

- 6 evenementen met 30.000 personen per jaar (elke evenement 4 uur in de dag en 4 uur in de nachtperiode);
- 6 dagen festival met 10.000 personen per jaar (elke dag 4 uur in de dag en 4 uur in de nachtperiode);
- de 0,2 ha tijdelijke horeca wordt beschouwd als 1 ha recreatief gebied à 200 personen per ha zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] genoemd wordt voor toeristische plaats. Aangenomen wordt dat dit gebied 6 maanden per jaar in gebruik is. Voor dit gebied wordt uitgegaan van een aanwezigheid van 200 personen in de dag en nachtperiode voor de helft van het jaar;
- nabij Fort Knodsenburg bevindt zich een uitspanning. Uitgegaan wordt van een horeca-aangelegenheid middelgroot met personen 50 personen zoals deze in de Aanwezigheidsgegevens [2] wordt genoemd;
- het stadseiland is opgebouwd uit de volgende functies;
- voor de passantenhaven wordt uitgegaan van recreatiegebied zoals kampeerbedrijf met 120 personen per ha zoals genoemd in de Aanwezigheidsgegevens [2] die zowel in de dag- als nachtperiode aanwezig zijn ( $120 \cdot 0,7 = 84$  personen);
- 85 woningen à 2,4 personen per woning. In totaal zijn dat 102 personen in de dagperiode en 204 personen in de nachtperiode;
- voor het hotel en wellnesscentrum wordt uitgegaan van 'hotel horeca groot' volgens de Aanwezigheidsgegevens [2]. Aangenomen wordt dat de dag/nachtverhouding 100% is. In totaal zijn dat 500 personen in de dag- en in de nachtperiode;
- voor de 5.000 m<sup>2</sup> kantoorruimte is uitgegaan van 1 persoon per 30 m<sup>2</sup>. In totaal zijn dat in de dagperiode 166,7 personen.

In totaal zijn er op het stadeiland afgerond 853 personen in de dagperiode en 788 personen in de nachtperiode. Aangenomen wordt dat 4/5 van deze bebouwing zich ten westen van de N325 bevindt en dat 1/5 deel zich ten oosten van de N325 bevindt.

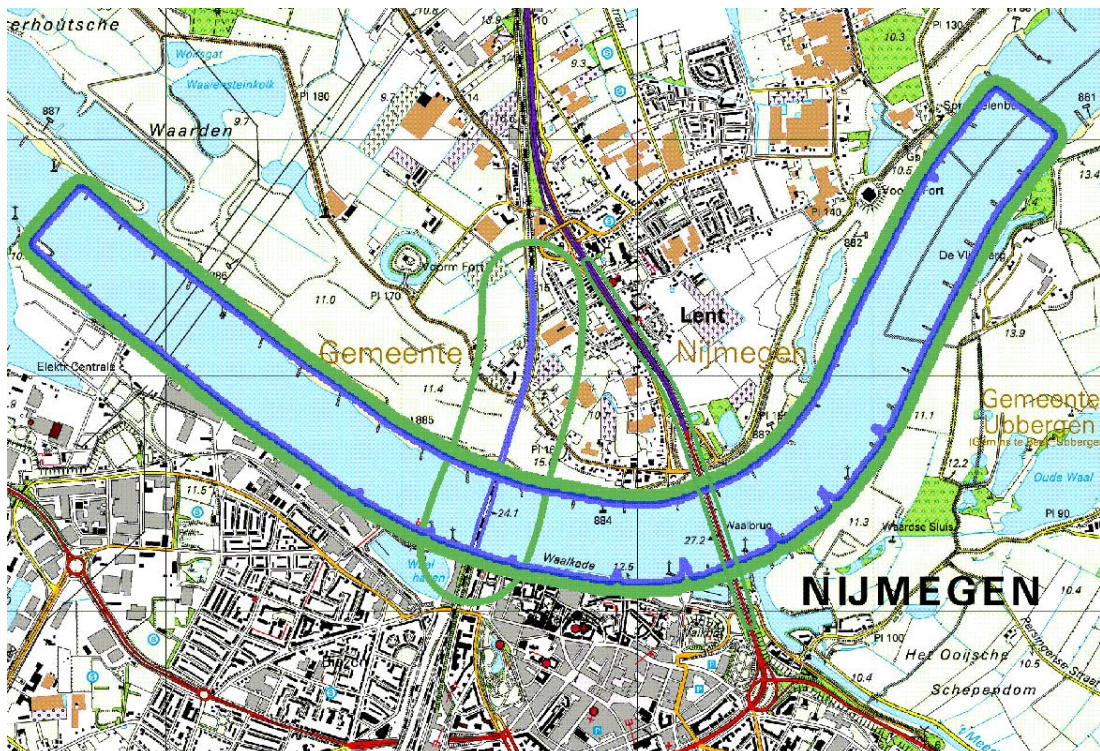
#### RISICOBEREKENINGEN

In RBMII zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- gegevens over de windsnelheidsverdeling en de weerstabiliteit voor Nijmegen zijn ontleend aan het meest nabije weerstation Deelen;
- berekeningen zijn uitgevoerd met RBM II 1.3 build 247;
- de berekening met het RBM II zijn in één traject uitgevoerd. Het bleek niet noodzakelijk het traject op te splitsen.

#### Plaatsgebonden risico

Het berekende plaatsgebonden risico van zowel het water, het spoor en de weg staat in figuur B1.9. In figuur B1.9 is het plaatsgebonden risico van de drie modaliteiten over elkaar heen geplot. Binnen de 10<sup>-6</sup>/jaarcontour mogen geen nieuwe kwetsbare objecten bestemd worden. Voor zowel het water, het spoor als de weg is het berekende plaatsgebonden risico lager dan 10<sup>-6</sup>/jaar. Dit betekent dat geen van de nieuwbouwplannen beperkt wordt door het plaatsgebonden risico van de weg, het water of het spoor. Aangezien geen 10<sup>-6</sup> contour wordt berekend zullen hier binnen ook geen kwetsbare objecten liggen. Dit betreffen alleen de toekomstige plaats gebonden risicocontouren, in de huidige situatie zijn de contouren enkele meters minder breed.



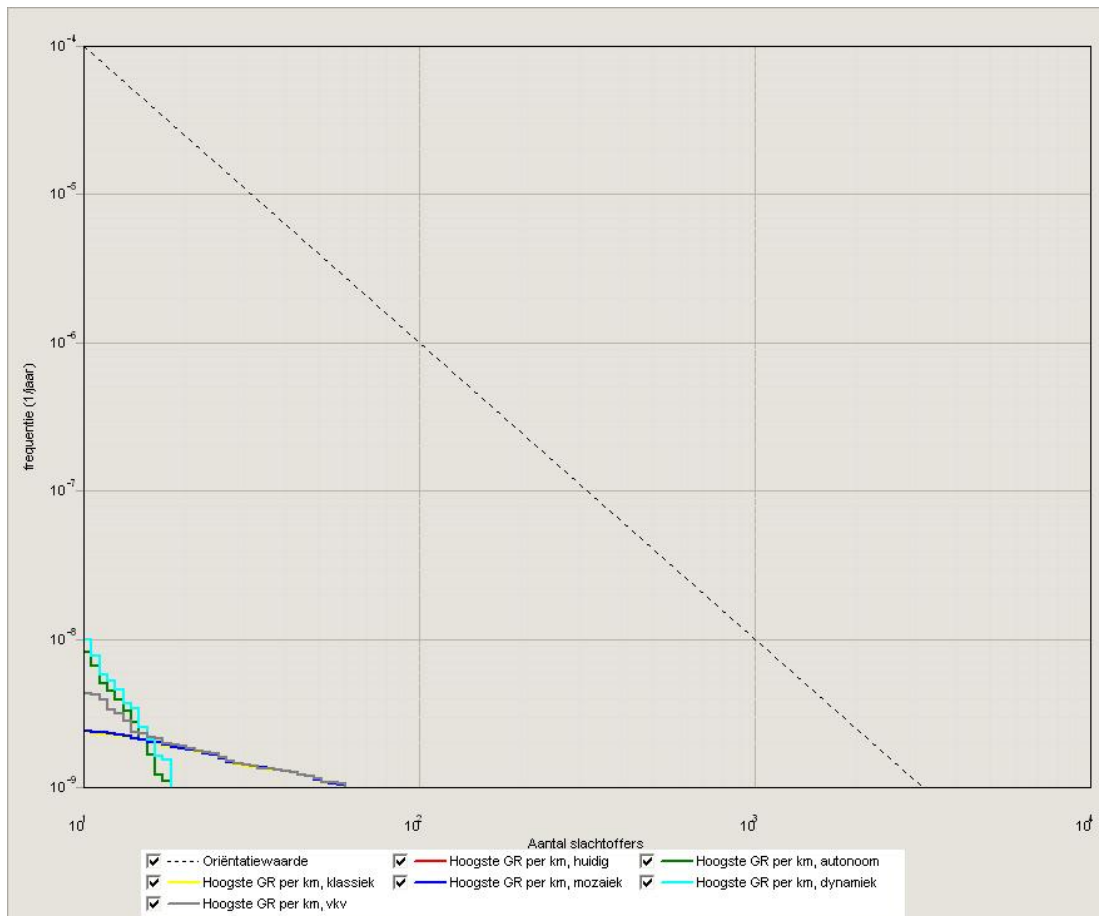
Figuur B1.9: Het plaatsgebonden risico van de weg, het water en het spoor (vervoer 2020/2030 of volgens cRvgs bijlage 2). De contouren zijn over elkaar heen geplot. Groen = 10-8/jaar en blauw = 10-7/jaar. Er wordt geen 10-6/jaar contour berekend

### Groepsrisico

Voor de drie modaliteiten is het groepsrisico voor zes verschillende varianten doorgerekend.

- huidige bevolking, huidig transport;
- autonome bevolking (huidige bevolking + Citadel+ de Schans), toekomstig transport;
- variant Klassiek (autonome bevolking + variant Klassiek), toekomstig transport;
- variant Mozaïek (autonome bevolking + variant Mozaïek), toekomstig transport;
- variant Dynamiek (autonome bevolking + variant Dynamiek), toekomstig transport;
- voorkeursvariant (autonome bevolking + voorkeursvariant), toekomstig transport.

Het berekende hoogste groepsrisico van de modaliteiten water is weergegeven in onderstaande figuur B1.10. Tevens zijn de groepsrisico's van het gehele traject weergegeven en de hoogte van het groepsrisico voor het gehele traject berekend.



**Figuur B1.10: Het berekende hoogste groepsrisico als gevolg van het vervoer gevaarlijke stoffen over water. Het centrum van het kilometervak voor de varianten autonoom en dynamiek heeft coördinaat (187510;429363). Het centrum van het kilometervak voor de varianten klassiek, mozaïek en vkv heeft coördinaat (186394;429987)**

Het berekende groepsrisico voor de huidige situatie is nihil, dat wil zeggen minder dan 10 slachtoffers. Ten opzichte van de autonome situatie neemt het groepsrisico voor alle varianten toe. Het groepsrisico blijft echter dermate klein dat deze verhoging in groepsrisico niet terug te lezen valt in de normwaarde (zie tabel B1.5).

**Tabel B1.5: De berekenende overschrijdingsfactoren**

Variant	Overschrijdingsfactor <sup>6</sup>
	Water (waal)
Huidig	0,0000
Autonoom	0,0000
Klassiek	0,0000
Mozaïek	0,0000
Dynamiek	0,0000
VKV	0,0000

### Groepsrisico gehele traject

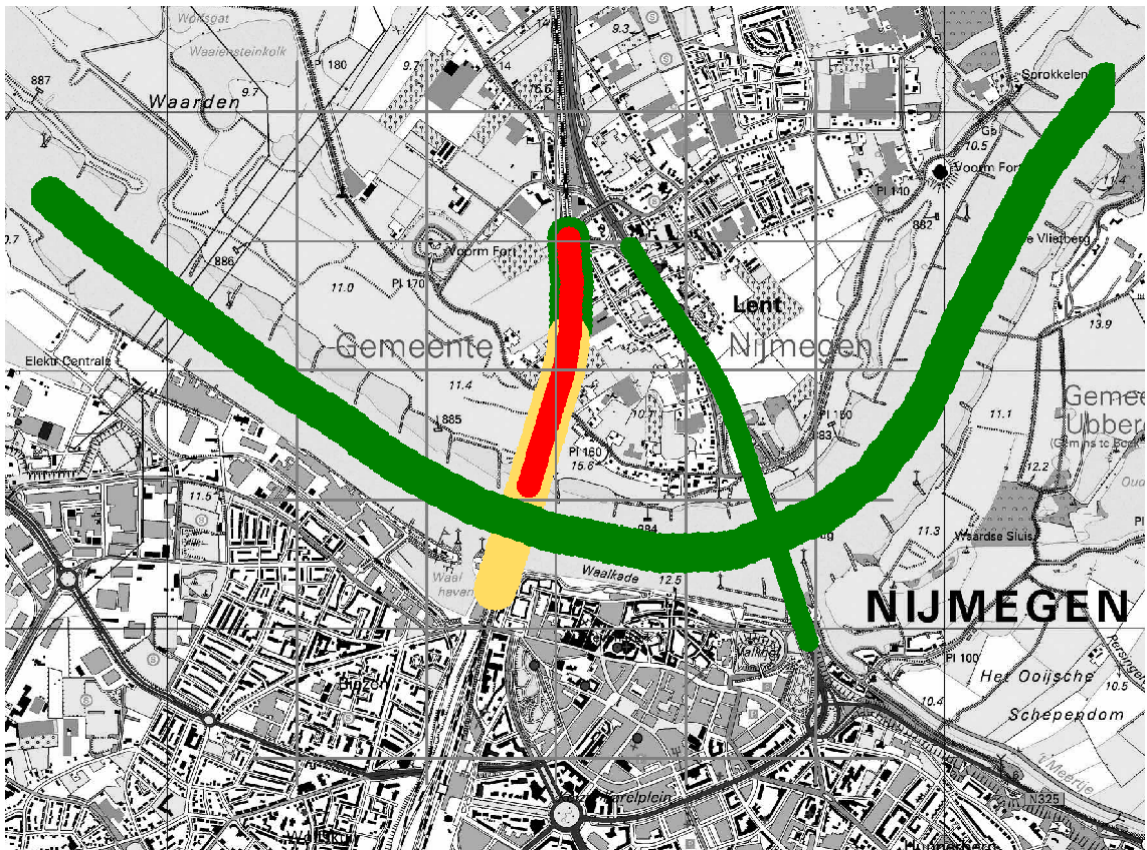
In het Programma van Eisen weg en water wordt gevraagd naar de hoogte van het groepsrisico per kilometer. RBMII presenteert dit groepsrisico in de vorm van bollen op het wegdek, waarbij de kleur aangeeft wat de normwaarde is voor die specifieke locatie. Groen betekent dat de normwaarde een factor 10 kleiner is dan de oriëntatiewaarde. Geel betekent dat de normwaarde lager is dan de oriëntatiewaarde, maar geen factor 10 lager. Rood betekent dat op die locatie het groepsrisico op of boven de oriëntatiewaarde ligt.

Uit de tabel B1.5 blijkt dat de hoogste waarde van het groepsrisico meer dan een factor 10 onder de oriëntatiewaarde ligt voor de Waal en de N325. Het weergeven van de GR-bollen voor iedere situatie op de weg en water identieke afbeeldingen opleveren, derhalve is voor de weg en de Waal één figuur gegeven. Voor het spoor verschilt alleen de huidige situatie van de andere 4 varianten. In figuur B1.11 is dit te zien. De locatie van het GR boven de oriëntatiewaarde verschuift niet als gevolg van de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen.

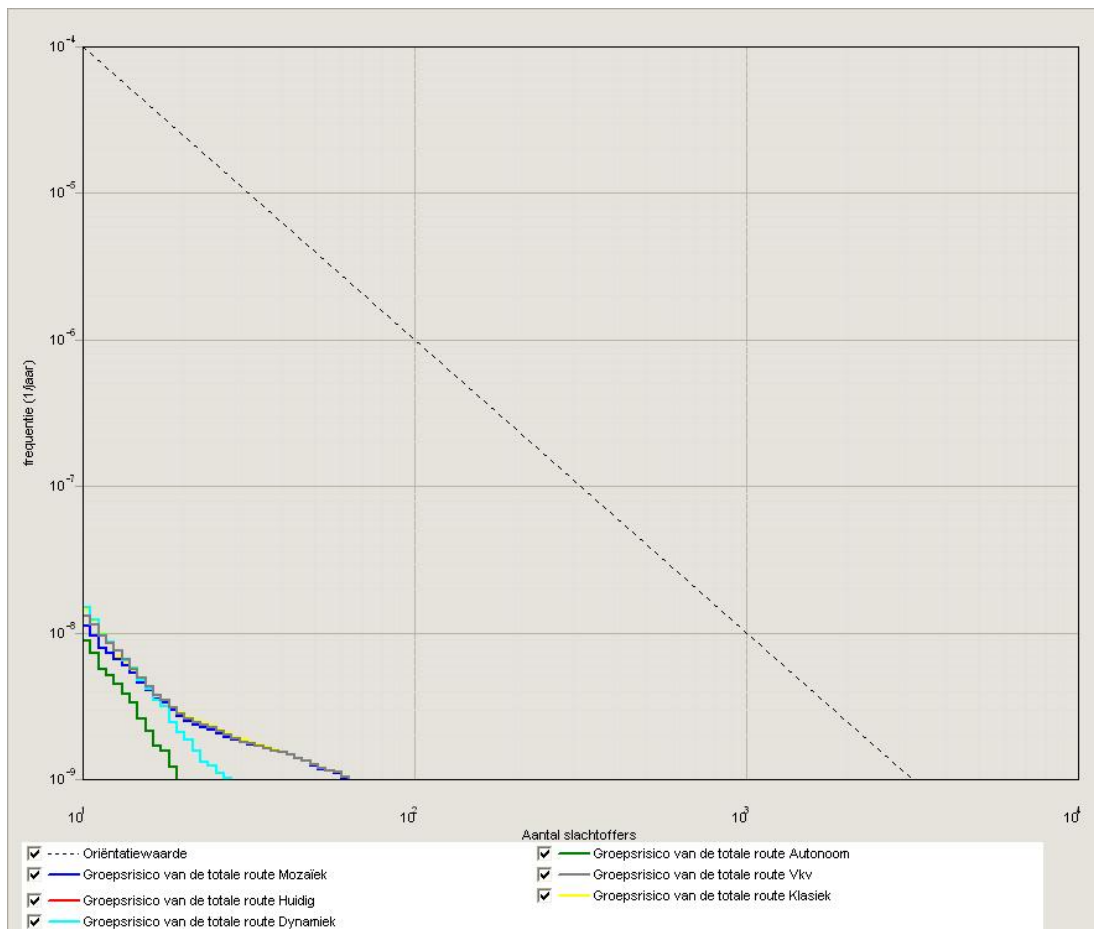
Opbouw van figuur B1.11 de buitenste rand van de bollen is de huidige situatie, de binnenste rand zijn alle toekomstige varianten (autonoom, mozaïek, dynamiek en klassiek).

---

Een overschrijdingsfactor van 0,01 betekent een groepsrisico curve, die gelijk is aan de oriëntatiewaarde.



Figuur B1.11: Hoogte van het groepsrisico voor het gehele traject. Rood = overschrijding van de oriëntatiewaarde van het groepsrisico, geel = tot een factor 10 onder de oriëntatiewaarde, groen = meer dan een factor 10 onder de oriëntatiewaarde



**Figuur B1.12: Het berekende groepsrisico van het GEHELE traject van het water**

## CONCLUSIE

### Plaatsgebonden risico

Binnen de  $10^{-6}$ /jaarcontour mogen geen nieuwe kwetsbare objecten bestemd worden. Voor zowel het water, het spoor als de weg is het berekende plaatsgebonden risico lager dan  $10^{-6}$ /jaar. Uit toetsing aan de normstelling, zoals beschreven in de circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen, blijkt dat het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Waal geen belemmering vormt voor het mogelijk maken van een van de varianten binnen het plan 'Ruimte voor de Waal'.

### Groepsrisico

Het hoogste groepsrisico is voor elke modaliteit berekend. Er is gekeken of het groepsrisico toeneemt voor de varianten ten opzichte van de autonome situatie en/of het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde ligt. Het groepsrisico is voor alle vijf de varianten per modaliteit berekend.

Het berekende hoogste groepsrisico voor het watertransport van alle varianten is nihil. Gesteld kan worden dat het groepsrisico en de verandering hiervan niet relevant is.

## REFERENTIES

- [1] Programma van eisen voor een nieuwe externe veiligheid risicoanalyse op binnenvaarwegen. Dienst Verkeer en Scheepvaart. 10 juli 2009 Delft.
- [2] VROM-document, Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen 1 Deel 6: Aanwezigheidsgegevens. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=22297>. december 2003
- [3] Save-rapport, Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Deventer, 2005.
- [4] Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico. Ministerie van VROM (november 2007).
- [5] *Verwachtingen vervoer gevaarlijke stoffen over weg en water* Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam, november 2003.

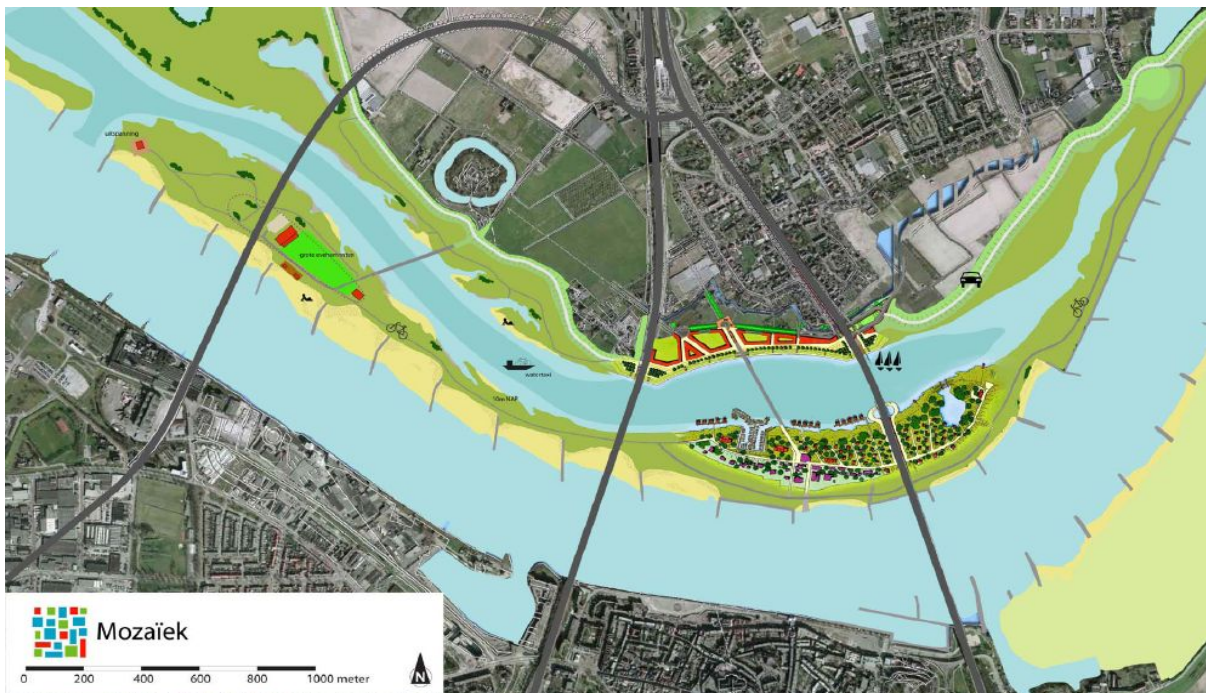
## Bijlage 2

### Maatregelen ter voorkoming invaren nevengeul



## 1. Probleemstelling

Gemeente Nijmegen geeft aan dat het noodzakelijk is om aanvullende maatregelen te treffen om te voorkomen dat een schip over de drempel aan de bovenstroomse zijde van de hoogwatergeul dreigt te varen. In figuur 1 is een van de inrichtingsvarianten die voor Veur-Lent zijn samengesteld geïllustreerd.



Figuur B2.1: Mogelijk toekomstige situatie: variant Mozaïek

In alle inrichtingsvarianten geldt dat bij hoogwater een grote watervlakte ontstaat. Nu blijft voor de scheepvaart de dijk achter de bakens (die op de kribben staan), zichtbaar maar dat zal na realisatie van de hoogwatergeul niet meer het geval zijn. Bij slecht zicht kan het voor schippers moeilijk zijn zich goed te oriënteren op de grote watervlakte. Op dat moment bestaat het risico dat vooral een afvarende schipper een verkeerd beeld vormt, te vroeg naar stuurboord draait, en de nevengeul invaart. Dit is wel een gestuurde situatie, waarbij de schipper mogelijk in tweede instantie nog kan herstellen. Als de schipper toch de geul invaart en niet kan herstellen ontstaat een situatie waarbij het schip bestaande, of nieuw aan te leggen bruggen, passantenhaven en kades in de nevengeul aanvaart. De afstand tot aan de eerste brug is niet voldoende om een schip, dat de rivier afzakt, tot stilstand te brengen.

Naast het verwarrende beeld dat kan ontstaan door de grote watervlakte kan het invaren van de nevengeul mede veroorzaakt worden door een vals radarbeeld tijdens hoogwater. Mogelijk zal de radar niet de kribben en de drempel detecteren maar de oever vlak langs de winterdijk.

De hoogte van de drempel bepaalt of een schip de nevengeul kan invaren of dat deze zich juist klemvaart op de drempel zelf. De hoogte van de drempel is dusdanig, dat eens per jaar een waterstand ontstaat dat het fysiek mogelijk is de geul in te varen (met een ongeladen schip welteverstaan).

In deze bijlage zal eerst een schatting gemaakt worden van de kans dat een schip daadwerkelijk de nevenheul invaart: een beknopte risicoanalyse. Hiernaast wordt er gekeken naar mogelijke oplossingen die gericht zijn op het voorkomen van invaren dan wel het tegen houden van het schip. Vooralsnog is er geen keus gemaakt in letterlijk fysiek tegenhouden van het schip of enkel fysiek (en visueel) te alarmeren. De oplossingen zijn beknopt geformuleerd zonder een beschrijving van alle mogelijke gevolgen voor milieu, landschap, ruimtelijke beleving, etc. Wel is er een overzicht van de verschillende mogelijkheden met een aantal criteria gegeven.

In het algemeen kan worden gesteld dat maatregelen zoals bebording en (uitbreiding van) DRIP (Digitaal Route Informatie Paneel) moeten worden genomen om de veiligheid te vergroten. In deze notitie is met name ingegaan op de aanvullende maatregelen die kunnen worden genomen om invaren te voorkomen.

## 2. Risicoanalyse

Risico is kans maal gevolg. Het gevolg van een aanvaring, bijvoorbeeld het klemvaren van een schip onder een brug is groot qua schade maar ook met mogelijke slachtoffers. Het gevolg kan eventueel door verschillende maatregelen verkleind worden, echter wordt hier niet naar gekeken. Verondersteld is dat deze afdoende zullen zijn. In deze notitie wordt de kans op aanvaring van een object zodanig verkleind dat het risico acceptabel klein is.

Uitgangspunten:

- volgens de effectbeschrijving geeft de variant Mozaïek de hoogste kans tot invaren van de nevengeul, mede doordat het maaiveld wordt “afgetopt” op NAP +11,0m. Deze variant wordt dan ook als uitgangspunt genomen voor deze risicoanalyse;
- de drempel ligt op NAP +10,5m;
- de benodigde waterdiepte van een leeg schip: 1,5 m;
- het aantal scheepsbewegingen westgaande vaart, enkel beroepsvaart: 62.452/jaar;
- groei scheepvaart: 10%;
- aantal lege schepen van westgaande vaart: 90%;
- een drukke dag: 120% van het gemiddelde dagelijks aantal scheepsbewegingen;
- transport verhouding werkweek/weekend 71,4% resp. 28,6%;
- transport verhouding dag/nacht 33% resp. 67%.

In de variant Klassiek wordt de hoogte van de drempel van de geul bepaald door 2 onderdelen: de te handhaven oever en het nieuw aan te leggen fietspad. De oever en het direct daarachter liggende maaiveld heeft een niveau variërend van NAP +10,0 m tot NAP +11,0 m. De bovenkant van het fietspad ligt over de gehele breedte op ongeveer NAP +10,5 m (geen gegarandeerd minimale hoogte). Een ongeladen binnenvaartschip heeft een diepgang van orde 1,5 meter (kleine schepen hebben een kleinere diepgang, orde 1 m).

Dat betekent in deze situatie, met een minimale drempelhoogte van NAP +10,5 m, dat er minimaal een waterstand nodig is van NAP +12 m wil het fysiek mogelijk zijn de nevengeul in te varen. De overschrijdingsfrequentie van deze waterstand is circa eens in de drie jaar (zie tabel 1). Deze frequentie geldt voor de drempel (fietspad), echter doordat de maaiveldhoogtes verschillen is deze frequentie niet overal gelijk.

Op plekken waar sprake is van bijvoorbeeld een maaiveldhoogte van NAP +11,0 m neemt de overschrijdingsfrequentie af tot eens in de 75 tot 100 jaar.

Verder valt op te merken dat bij waterstanden van NAP +12,0 m de gehele breedte van de nevengeul mee stroomt. Een gevulde afvoer, kribvlakken stromen mee, ligt bij 4.000 m<sup>3</sup>/s. Mee stromen van de nevengeul gebeurt bij afvoeren vanaf 4600m<sup>3</sup>/s en hoger.

**Tabel B2.1: Waterstanden kmr 882 en 883 per herhalingstijd**

Herhalingstijd (1/ x jaar)			0.06	0.1	0.54	0.33	1.98	3.83	7.4	14.3	128
Mate van overschrijding(dagen/jaar)			17.48	10	7	3	0.51	0.26	0.14	0.07	0.008
Afvoer (Lobith, m3/s)			4500	5000	5500	6000	7000	8000	9000	10000	13000
Kmr	Ligging	MV									
882	Wijnfort	10-12 m +NAP	10.42	10.81	11.14	11.43	11.91	12.29	12.61	12.92	13.99
883	Wiel Lent	10-11 m +NAP	10.33	10.72	11.07	11.38	11.87	12.26	12.58	12.89	13.95

Eens in de drie jaar staat gelijk aan 0,4 dagen (9,6 uur) per jaar. (Dit is een gemiddelde waarde aangezien een hoogwatergolf normaliter meerdere dagen duurt, maar zich niet elk jaar voor doet.) Met de boven genoemde uitgangspunten passeren, in deze 9,6 uur, circa 81 schepen de nevengeul. Dit zijn potentiële schepen die de nevengeul in zouden kunnen varen.

De volgende aspecten dienen in acht genomen te worden:

- delen van het maaiveld achter de drempel liggen boven NAP +10,5 m waardoor een schip vastloopt op het maaiveld. Dit werkt risicobeperkend; bij waterstanden boven NAP +13,5 m is deze risicobeperking niet meer aanwezig (alle schepen varen over het maaiveld heen);
- de kans dat een schepper de nevengeul in vaart; een foutief oordeel maakt;
- het invaren van de nevengeul heeft grote gevolgen (schade en slachtoffers).

Aangenomen is dat:

- kans schip loopt niet vast op maaiveld: 85%;
- de kans foutief oordeel schipper: maximaal 10-4; deze kans is afgeleid uit de registratie van het aantal ongevallen bij Nijmegen: maximaal 7 per jaar op het totaal aantal passages per jaar = 7:124000=6\*10-5;
- de kans op een daadwerkelijk groot gevolg: 100%.

Van de 81 schepen zullen dan 0,007 schepen per jaar een aanvaring veroorzaken met grote gevolgen. Dit staat gelijk aan een terugkeer frequentie van eens in 145 jaar. Ter vergelijking met de gestelde eisen voor plaatsgebonden en groepsrisico, 10<sup>-6</sup> resp. 10<sup>-4</sup>, is deze kans relevant.

### 3. Algemene aandachtspunten voor mogelijke oplossingen

- De oplossing moet in verhouding staan met de frequentie van optreden en de levensduur van het te beschermen object.
- Fysieke objecten kunnen kunstmatig of natuurlijk zijn. Voorbeelden: buispalen, remming werken, palen met kabels of netten ertussen, bomen, struikgewas, etc.
- Fysieke obstakels zullen invloed op de stroming hebben en dus een zekere opstuwing veroorzaken.

- Als fysieke objecten een waarschuwendende werking hebben moeten ze bij hoog water (ruim) boven het water uitkomen om hun functie te kunnen vervullen.
- Als fysieke objecten uitsluitend bedoeld zijn om een schip in noodgeval te stoppen dan is het afdoende als de objecten tot het wateroppervlak of tot net erboven reiken.
- De fysieke obstakels kunnen een vrijwel gesloten lijn vormen, open lijn of een semi-open lijn. In het laatste geval kunnen de tussenafstanden geoptimaliseerd worden om het passeren te voorkomen. Een open lijn werkt alleen alarmerend en geeft aan dat er een drempel (lage dijk) ligt.
- Een kunstmatige fysieke barrière kan/moet voor de scheepvaart gemarkeerd worden.
- Valse en verwarrende radarbeelden door constructies zien te vermijden dan wel weg te nemen doormiddel van radarreflectie punten.
- Bij overstroming zullen fysiek objecten mogelijk drijfafval opvangen dat opgeruimd dient te worden.
- Van alle beweegbare kunstwerken moet worden bedacht dat ze onderhoud vragen, slechts zelden gebruikt zullen worden en dat ze op dat moment wel moeten functioneren.
- Bij een fysieke barrière ter plaatste van de drempel dan wel in de nevengeul is het wenselijk om het natuurlijke landschap in stand te houden. Dit kan bijvoorbeeld door natuurlijke bedekking of het toepassen van beweegbare objecten / beweegbare kering.
- Mogelijk moeten er meerdere schepen van weerhouden worden om de nevengeul in te varen gedurende een hoogwatergolf.

#### 4. Mogelijke oplossingen

Een aantal mogelijke oplossingen zijn hier kort beschreven olopend van kleine tot grote ingrepen. Combinaties zijn niet benoemd, maar het is goed mogelijk dat dit noodzakelijk is om tot de gewenste situatie te komen.

##### 1. Sectorlichten



Figuur B2.2: Concept sectorlichten

Met sectorlichten kunnen bevaarbare (groen of wit licht) en onbevaarbare (rood licht) geulen worden aangegeven in tijden dat dit nodig is. De lichten werken alarmerend en zijn niet fysiek aanwezig.

De haalbaarheid is discutabel gezien de volgende aandachtspunten:

- een activering- en controlesysteem (computer, mensen, etc) is vereist;
- de lichten moeten voldoende sterk zijn om ook bij daglicht en slechtweer te functioneren;
- bij de plaatsing van de lichten dient rekening gehouden te worden met eventuele obstakels (bomen, andere schepen) tussen het sector licht en de aankomende scheepvaart;
- Strooilicht en of fel licht in de stad is niet wenselijk;
- Er moet toestemming komen voor het plaatsen van installaties aan/op de brug.

## 2. Bakens en boeien



**Figuur B2.3: Concept bakens en boeien**

Het concept bakens en boeien (betonning), zie ook figuur B2.3, werkt alarmerend en geleidend. De bakens en boeien zijn fysiek aanwezig en voor scheepvaart zogenaamd "heilig". Dit concept sluit aan met het bestaande geleidesysteem met verlichting op de kribben.

Bakens (moeten) bij voorkeur voorzien zijn van licht en radar reflectie zodat deze ook 's nachts en op de scheepsradar zichtbaar zijn. Een kleine tussenafstand tussen boeien en bakens werkt ook als een fysieke barrière, maar zal het schip niet tegenhouden.

Eventueel kan hoger op (de drempel) een tweede lijn bakens en contour verlichtingen worden gevormd om de tussenafstand tussen bakens te verkleinen en de bakens zelf hoeven dan minder hoog te zijn. Ook boeien tussen de kribben geven een extra indicatie en verkleinen de fysieke opening tussen de kribben.

Aandachtspunten:

- de boeien kunnen door de lange ketting, afhankelijk van de waterstand, op een andere locatie liggen en drijven. Bakens hebben zomogelijk dan ook de voorkeur;
- de twee lijn van bakens en contour verlichting moet afwijkend zijn van het bestaande geleidesysteem.

### 3. Bomen



**Figuur B2.4: Concept bomen**

Een bomenrij op de drempel, als geïllustreerd in figuur B2.4, is een fysieke maatregel die geleidend werkt en een visuele barrière opwerpt. Met bomen verandert het natuurlijke landschap echter zonder kunstmatige constructies.

Aandachtspunten:

- de bomen moeten enige tijd in het water kunnen staan;
- de bomen hebben gedurende een deel van het jaar geen bladeren, in deze periode moet de dichtheid van de bomen afdoende zijn om opgemerkt te worden;
- radarecho kan beïnvloed worden door de bomen;
- minimale zichtafstanden moeten behouden blijven;
- begroeiing zorgt voor opstuwing van water en heeft invloed op het stroomprofiel door de nevengeul en riviervak.

#### 4. Waarschuwkabels



**Figuur B2.5: Concept waarschuwkabels**

Kabels worden gespannen tussen betonnen hoofden wanneer een hoogwater niveau wordt verwacht dan wel aanwezig is. De (synthetische) kabels vormen geen visuele barrière, zie ook figuur B2.5, maar zorgen voor een fysiek alarmerend systeem waarbij het schip afgeremd wordt. (Energiedissipatie door rek en breuk van de kunststof kabels.)

De kabels kunnen opgeborgen worden in de oever of bodem van de drempel. Deze oplossingen heeft weinig invloed op het stroomprofiel en is redelijk goed landschappelijk inpasbaar.

Aandachtspunten:

- een (uitgebreid) activering- en controlesysteem (computer, mensen, etc) is vereist;
- op het moment van het activeren van het kabelsysteem moeten er geen anderen scheepvaart dan wel recreatievaart in de buurt zijn;
- de kabels moeten tijdens verschillende waterstanden en voor verschillende scheepstypen functioneren;
- een onbekend niet bewezen concept dat een afgeleide is van vangkabels beschreven in optie 8.

## 5. Drijvende band



**Figuur B2.6: Concept drijvende band**

Het drijflichaam ligt aan de oever of in een loods opgevouwen en wordt in het water gelaten tijdens hoogwater. De band wordt opgeblazen, uitgevouwen en aan twee of meerdere vaste punten verankerd. Zie ook figuur B2.6 als illustratie.

De band heeft een alarmerende functie en vormt een aaneengesloten visuele en fysieke barrière maar zal een schip niet tegenhouden. Een felle kleur, waarschuwingslichten en (wellicht) radar reflectie punten kunnen aan de band worden bevestigd en zorgt voor geleiding van de scheepvaart.

Aandachtspunten:

- een (uitgebreid) activering- en controlesysteem (computer, mensen, etc) is vereist;
- de band zal door waterstroming en wind afdrijven en niet recht boven de drempel liggen;
- een onbekend niet bewezen concept dat nog ontwikkeld dient te worden.

## 6. Geleidewerken



**Figuur B2.7: Concept geleidewerken**

Geleidewerken, zoals geïllustreerd in figuur B2.7, op de drempel of aan het hoofd van de kribben is een mogelijke optie. Het geleidewerk vormt een (eventueel aaneengesloten) visuele en fysieke barrière.

Een groot en hoog “hekwerk” kan gezien worden als horizonvervuiling en is dus slecht inpasbaar in het natuurlijke milieu.

Aandachtspunten:

- geleidewerk suggereert voldoende diepte meteen naast het geleidewerk. Geleidewerk op de drempel kan voor een onduidelijk beeld voor scheepvaart zorgen;
- als het geleidewerk ook fysiek schepen dient te keren zal de constructie grote dimensies krijgen;
- minimale zichtafstanden moeten behouden blijven;
- veel onderhoud voor een constructie die zeer weinig gebruikt wordt;
- de vele palen hebben invloed op het stroomprofiel.

## 7. Betonnen hoofden



**Figuur B2.8: Concept betonnen hoofden**

Betonnen hoofden op de drempel vormen een fysieke barrière die schepen fysiek tegen kunnen houden. Zie ook figuur B2.8. De hoofden hoeven niet ver boven het water uit te steken om hun functie te kunnen vervullen.

Voor de landschappelijke inpassing kan men mogelijk begroeiing van de hoofden toepassen, echter blijft dit concept moeilijk inpasbaar door onder andere de relatief grote hoogte van de beton hoofden. Verder wordt het stroomprofiel van de nevengeul (en Waal) sterk beïnvloed.

Aandachtspunten:

- de betonnen hoofden dienen voor de scheepvaart gemarkeerd te zijn;
- minimale zichtafstanden moeten behouden blijven;
- voor de scheepvaart zijn betonnen obstakels over het algemeen gevaarlijker dan andere constructies.

## 8. Vangnet / vangkabels



**Figuur B2.9: Concept vangnet/vangkabels**

Een complexer systeem zou kunnen bestaan uit een controle-, waarschuwing- en een stopstelsel in de vorm van een vangnet dat het schip daadwerkelijk stopt. Zie ook figuur B2.9 ter illustratie (een vergelijkbaar systeem als dat is toegepast bij keersluis te Ravenswaay).

De constatering dat een schip over de drempel vaart kan bijvoorbeeld door optische sensoren op een of meerder plaatsen neer te zetten. Het verkeersbegeleidende systeem (verkeerspost Nijmegen) heeft radar dekking over de rivier en kan een alarm laten afgaan als de radars een schip over de drempel zien varen.

Bij een alarm, mogelijk een tweede lijn met optische sensor en verificatie met bijvoorbeeld CCTV camera's, kunnen vanuit de verkeerscentrale Nijmegen het net of de kabels, al dan niet automatisch, geactiveerd worden. Met een lier worden deze uit hun rustpositie getrokken en over het water voorgespannen om het naderende schip op te vangen.

In rusttoestand kan het net of de kabels op de bodem liggen, onder de brug of aan de oever opgeborgen worden. Het concept is goed landschappelijk inpasbaar.

Aandachtspunten:

- een (uitgebreid automatisch) activering- en controlesysteem (computer, mensen, etc) is vereist;
- op het moment van het activeren van het stopsysteem moet er geen anderen scheepvaart dan wel recreatie vaart in de buurt zijn;
- de kabels/vangnet moeten tijdens verschillende waterstanden en voor verschillende scheepstypen functioneren;
- een vrij nieuw concept waar op dergelijke grote schaal nog weinig tot geen ervaring mee is.

9. Opdrijvende balg



**Figuur B2.10: Opdrijvende balg**

Voorbeeld voor een beweegbare barrière kan zijn een opdrijvend balg (band met ingeweven kabels vormen een vangnet) welke in de drempel is "opgeborgen" en opdrijft indien water over de dijk stroomt. Zie ook figuur B2.10. Dit concept is een variant op het voorgaande concept met een vangnet.

Gedacht kan worden aan een kleine balg die op wordt geblazen, gaat drijven, en op haar plek wordt gehouden door (synthetische) kabels die stevig verankerd zijn aan de bodem. De balg is verstevigd met (synthetische) kabels om het schip op te kunnen vangen. De krachten worden niet naar de oevers afgedragen maar naar de ankers op de bodem van de nevengeul.

De band vormt een fysieke barrière die is staat is om het schip te keren.

Doordat de "band" op de bodem van de nevengeul, mogelijk onderwater, ligt is de constructie redelijk goed landschappelijk inpasbaar.

**Aandachtspunten:**

- een (uitgebreid) activering- en controlesysteem (computer, mensen, etc) is vereist;
- op het moment van het activeren van het stopsysteem moet er geen anderen scheepvaart dan wel recreatie vaart in de buurt zijn;
- de balg moeten tijdens verschillende waterstanden en voor verschillende scheepstypen functioneren;
- een permanente constructie onderwater bemoeilijkt inspectie, onderhoud en kan voor sediment en erosieproblemen zorgen;
- een onbekend niet bewezen concept dat nog ontwikkeld dient te worden.

**Overzicht mogelijke oplossingen**

De tien mogelijk oplossingen zijn in tabel B2.2 op een rij gezet. Verder zijn er voor enkele criteria, die nog nader dienen te worden bepaald, aangegeven of de oplossingen hier aan voldoen.

Er is onderscheid gemaakt in maatregelen die een fysieke barrière vormen en een fysieke barrière die ook daadwerkelijk een schip tot stilstand kan brengen. Onder inpasbaarheid in het milieu vallen landschappelijke en ecologische waarden en zo ook ruimtelijk inpasning.

**Tabel B2.2: Overzicht mogelijke oplossingen en criteria. ( - is onbekend)**

		<i>criteria</i>	<i>alarterend</i>	<i>visuele barrière</i>	<i>fysieke barrière</i>	<i>fysiek tegenhouden</i>	<i>inpasbaar milieu</i>	<i>invloed op stroomprofiel</i>
<b>mogelijke oplossingen</b>	1	sector lichten	Ja	ja	nee	Nee	Ja	nee
	2	bakens en boeien	Ja	ja	nee	Nee	Ja	nee
	3	bomen	nee	ja	ja	Nee	Ja/nee	ja
	4	waarschuwkabels	Ja	nee	ja	Nee	Ja	nee
	5	drijvende band	Ja	ja	ja	Nee	Ja	nee
	6	geleidingwerken	nee	ja	ja	Ja	Nee	Ja/nee
	7	betonnen hoofden	nee	ja/nee	ja	Ja	Nee	ja
	8	vangnet/kabels	nee	nee	ja	Ja	Ja	nee
	9	opdrijvende balg	nee	ja/nee	ja	Ja	ja/nee	ja

In onderstaande tabel zijn de globale kostenramingen gegeven inclusief bijkomende kosten, onvoorzien en BTW):

<b>Maatregel</b>	<b>Kosten (inclusief bijkomende kosten, onvoorzien en BTW)</b>
1 sector lichten	€ 150.000,--
2 bakens en boeien	€ 50.000,--
3 bomen	€ 250.000,--
4 waarschuwingkabels	€ 100.000,--
5 drijvende band	Niet geraamd vanwege beperkte kansrijkheid
6 geleidingwerken	Niet geraamd vanwege beperkte kansrijkheid
7 betonnen hoofden	Niet geraamd vanwege beperkte kansrijkheid
8 vangnet/ kabels	€ 2.700.000,--
9 opdrijvende balg	Niet geraamd vanwege beperkte kansrijkheid

