

Memo UFM met antwoorden van Ary van Spijk – Rijkswaterstaat Zuid-Holland en Nathalie Asselman (WL|Delft Hydraulics)

Aan: Nathalie Asselman (WL Delft Hydraulics); William Veerbeek (Dura Vermeer); Berry Gersonius (Unesco-IHE); Judit Bax, Arij van der Stelt, Edwin van Son, Willem Hermans (Dordrecht, Stadsontwikkeling/stedenbouw); Adriaan Eckhardt (Dordrecht, Ingenieursbureau/buitenruimteontwerp)

Kopie aan: Hans Waals (Waterschap Hollandse Delta), Dick van den Berg (provincie Zuid-Holland), de Wit (RWS), van Spijk (RWS), Ellen Kelder (Dordrecht, projectleider), Sebastiaan van Herk (Willems en Van den Wildenberg, projectcoördinatie), Niek Ooijevaar (Dordrecht, Havenbedrijf), Ronald Kooman (Dordrecht, Stadsontwikkeling/milieu)

Van: Saskia van Walwijk (Dordrecht, Stadsontwikkeling/RO)

Datum: 18 december 2006

Betreft: Eerste serie vragen vanuit WP4 (volgens afspraak d.d. 4 december 2006)

Stromingen in de rivieren rond het Eiland van Dordrecht

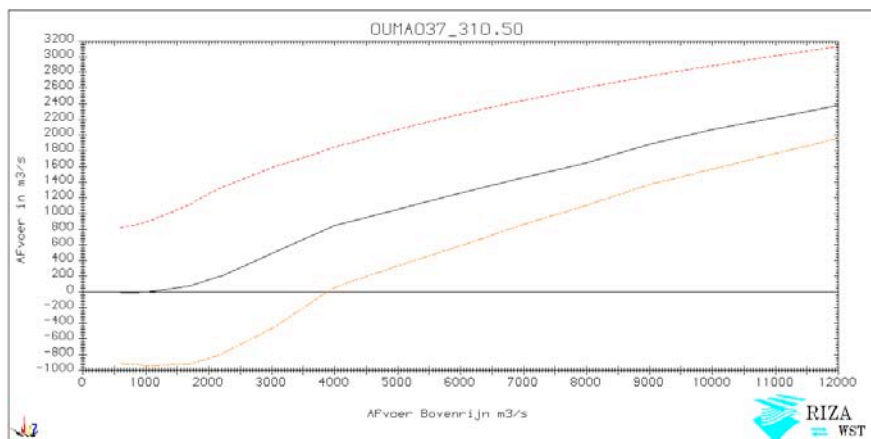


- Onder invloed van de getijden is de stroming in de Dortsche Kil en het Wantij soms de ene, soms de andere kant op. Hoe zit het patroon in elkaar? Hoe hard stroomt het water op welk moment?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

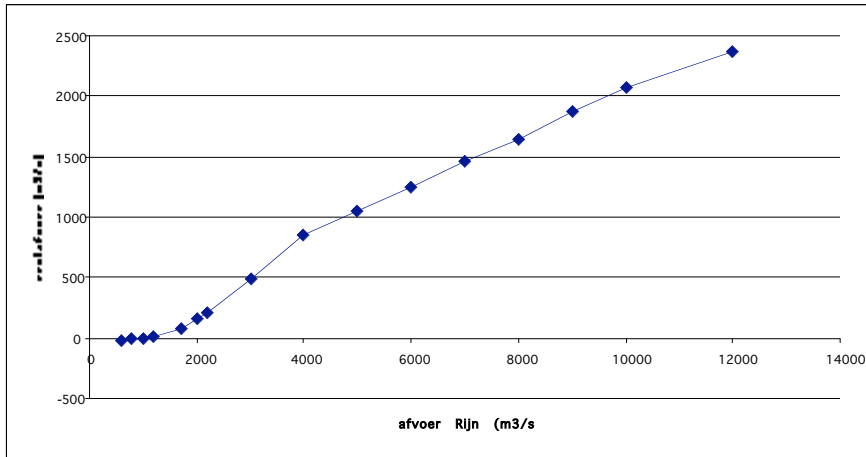
Zoals de vraag al zegt, stroomt het water onder invloed van de getijdewerking een aantal uren de ene kant op en een aantal uren de andere kant op. De grootte van de stroomsnelheden die optreden en de duur van de vloed-/ebstroom is afhankelijk van de doordringing van het getij vanuit zee, de grootte van de

afvoer van de Rijn (en de Maas) en de direct daaraan gekoppelde grootte van de opening van de Haringvlietsluizen. Berekeningen met het één-dimensionale model SOBEK, waarbij als randvoorwaarden zijn gebruikt een gemiddeld getijverloop op zee en verschillende afvoeren van de Rijn met de bijbehorende opening van de Haringvlietsluizen, geven voor de afvoeren bij Dordrecht, splitsing Beneden Merwede – Noord (figuur 1), splitsing Oude Maas – Dordtsche Kil (figuur 2) en Dordtsche Kil – Hollandsch Diep (figuur 3) de resultaten zoals in de onderstaande figuren aangegeven.



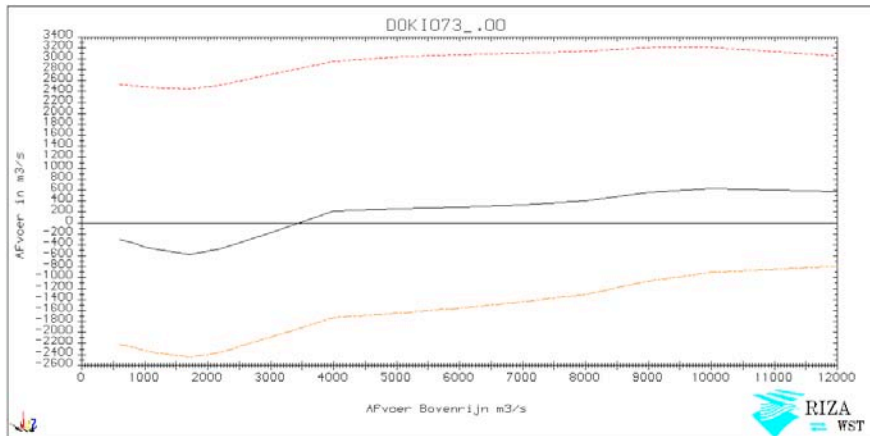
Figuur 1

Figuur 1 geeft een indruk van de grootte van het maximale eb- en 'vloeddebiet' in dit deel van de Oude Maas. Bij afvoeren van de Rijn tot ca. 4.000 m³/s treedt een vloeddebiet op, bij grotere afvoeren treedt uitsluitend een ebdebiet op.



Figuur 2

Over een gehele getijperiode bezien treedt echter altijd een stroming op in de ebrichting (= van de Beneden Merwede naar de Dordtsche Kil). Met andere woorden er is altijd een **reststroom** in westelijke richting. Figuur 2 geeft de restafvoer van dit deel van de Oude Maas afhankelijk van de grootte van de Rijnafvoer.



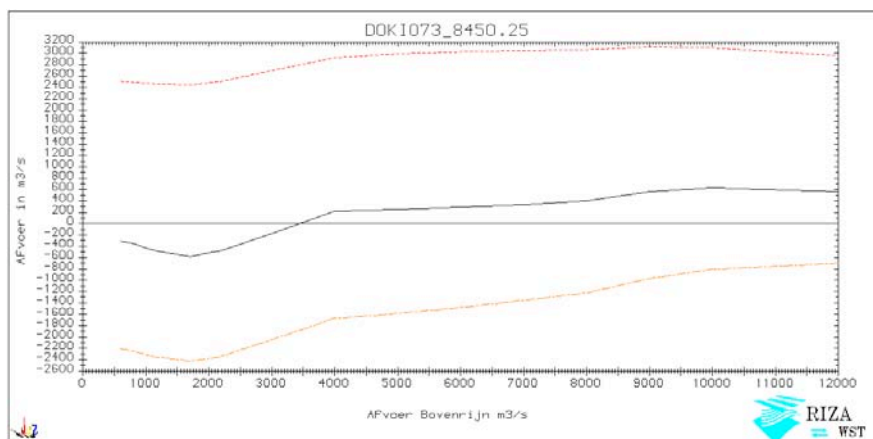
Figuur 3

De grootte van de debieten die door de Dordtsche Kil worden afgevoerd, zijn ook afhankelijk van de grootte van de rivierafvoer en het lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen. Figuur 3 en 4 geven een indruk van de grootte van de **maximale eb- en 'vloeddebieten'** in de Dordtsche Kil afhankelijk van de afvoer van de Rijn en het lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen.

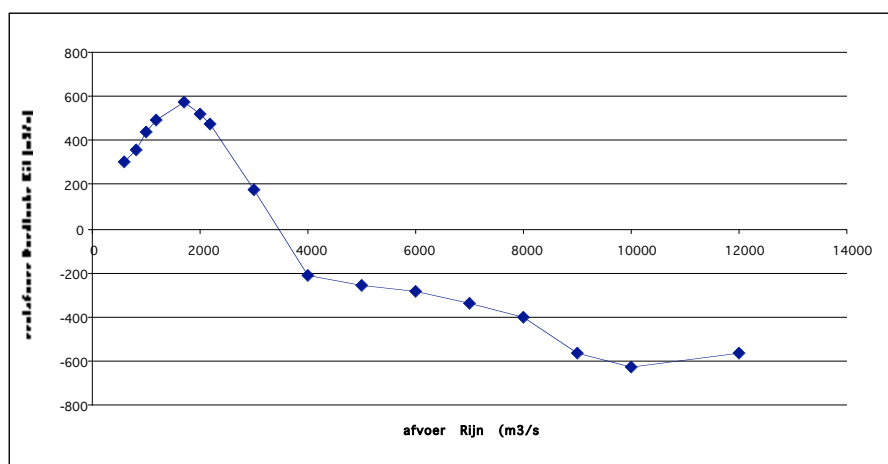
Bij alle afvoeren van de Rijn treedt op de Dordtsche Kil kentering op, dat wil zeggen dat de stroomrichting omdraait. In de figuren is duidelijk te zien dat in alle gevallen het ebdebiet groter is dan het vloeddebiet.

Tot afvoeren van de Rijn van ca 4.000 m³/s is duidelijk de invloed merkbaar van het lozingsprogramma bij de Haringvlietsluizen. Vanaf ca 4.000 m³/s gaat, over een getijperiode gezien, de Dordtsche Kil een belangrijke rol spelen bij de afvoer van het overtollige rivierwater (zie figuur 4).

Tot afvoeren van de Rijn van ca 4.000 m³/s is de restafvoer via de Dordtsche Kil in noordelijk richting. Bij grotere afvoeren is de restafvoer in zuidelijke richting. De opening van de Haringvlietsluizen is nu zo groot, dat de afvoer via de sluisen belangrijker is dan de afvoer via de Maasmond (zie figuur 5).



Figuur 4



Figuur 5

Omdat de stroomsnelheden in feite worden bepaald door de hoeveelheid water die wordt aan-/afgevoerd en de grootte van het doorstroomprofiel van de rivier, treedt lang kentering op in de Dordtsche Kil. Bij zeer hoge afvoeren van de Rijn, groter dan ca 7.500 m³/s, treedt geen kentering meer op en vindt altijd stroming plaats in zuidelijke richting. Tabel 1 geeft een indruk van de grootte van de maximale eb- en vloedstroom in de Dordtsche Kil die optreden bij een gemiddeld getijverloop op zee en een drietal afvoeren van de Rijn.

Naarmate de afvoer van de Rijn toeneemt, neemt de maximale ebstroomsnelheid eerst enigszins toe, om daarna gestaag af te nemen.

Locatie\ maximale stroomsnelheid (m/s)	Afvoer Rijn in m ³ /s					
	800		2200		6000	
	eb	vloed	eb	vloed	eb	vloed
's Gravendeel	0.70	0.78	0.71	0.80	0.16	1.03
Willemsdorp	0.69	0.80	0.69	0.81	0.14	1.04

Tabel 1

De grootte en de richting van de stroming in de Oude Maas is afhankelijk van de grootte van de afvoer van de Rijn en de mate waarin het getij doordringt.

Tabel 2 geeft een indruk van de grootte van de maximale eb- en vloedstroom die optreden bij een gemiddeld getijverloop op zee en een drietal afvoeren van de Rijn. Hierbij moet vermeld worden dat nog geen rekening is gehouden met de open verbinding tussen het Hartelkanaal en de Beerdam. Dit kan vooral voor de maximale snelheden bij Spijkenisse tot andere waarden leiden.

Naarmate de afvoer van de Rijn toeneemt, neemt de maximale ebstroomsnelheid toe. Tijdens de vloedfase van het getij neemt de maximale vloedstroom af. In het riviergedeelte tussen de Beneden Merwede/Noord en de Dordtsche Kil treedt bij hoge afvoeren van de Rijn geen vloedstroom meer op (in de tabel een negatieve vloedstroom, dus een ebstroom).

Locatie\ maximale stroomsnelheid (m/s)	Afvoer Rijn in m ³ /s					
	800		2200		6000	
	eb	vloed	eb	vloed	eb	vloed
Spijkensisse	0.85	0.79	0.98	0.65	0.92	0.69
Goidschalxoord	0.64	0.59	0.74	0.46	0.79	0.44
Dordrecht	0.31	0.19	0.56	0.12	0.90	- 0.46

Tabel 2

- Hoeveel zal het water stijgen in de komende honderd jaar, als gevolg van de klimaatsverandering/stijging van de zeespiegel? Hoe ziet de getijdentabel er over honderd jaar uit? (verschillende locaties uitwerken)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

De effecten van de verwachte *klimatologische veranderingen* en de *morfologische ontwikkeling* zijn onderzocht in het kader van de Integratie Verkenning Benedenrivieren (Rijkswaterstaat 2001(c)).

De klimatologische veranderingen uiten zich in dit geval in een verdere toename van de maatgevende afvoer en een stijging van de zeespiegel. In de genoemde studie zijn de effecten van deze veranderingen apart onderzocht en is het gezamenlijke effect bepaald.

Afhankelijk van het gehanteerde klimaatscenario en de locatie langs de Oude Maas varieert de waterstandsverhoging voor de Oude Maas van 0,03 m tot 0,42 m.

Ten gevolge van de verwachte morfologische veranderingen neemt de waterstand af met 0,01 m bij Dordrecht tot maximaal 0,06 m bij Puttershoek voor 2050.

Het gecombineerde effect voor de Oude Maas is een waterstandsverhoging van 0,06 m bij Dordrecht tot maximaal 0,01 m bij Spijkensisse voor 2015 en resp. 0,40 m tot ca 0,18 m voor 2050.

Afhankelijk van het gehanteerde klimaatscenario varieert de waterstandsverhoging voor de Dordtsche Kil van 0,08 m tot 0,45 m.

Ten gevolge van de verwachte morfologische veranderingen neemt de waterstand niet toe bij 's Gravendeel. Voor het zuidelijke deel van de Dordtsche Kil kan gekeken worden naar de veranderingen bij Moerdijk, hier neemt de waterstand toe met ca 0,05 m voor 2050.

Het gecombineerde effect voor de Dordtsche Kil is een waterstandsverhoging van 0,08 m bij 's Gravendeel voor 2015 en resp. 0,40 m in het noordelijke deel (Dordrecht) tot maximaal ca 0,51 m in het zuidelijke deel (Moerdijk) voor 2050.

- Als er nu een piekafvoer aankomt op de rivier ten gevolge van hevige regenval elders in Europa, wordt rivierwater uitgeslagen naar de Noordzee. Het water stroomt dan erg snel langs Dordrecht. Hoe werkt dit systeem precies – wanneer wordt besloten het water uit te gaan slaan? Hoe gaat dat? Hoe snel stroomt het water dan?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Het 'uitslaan' van water gebeurt niet alleen bij piekafvoeren van de rivier. De enige plaats waar gecontroleerd water kan worden afgevoerd in de Rijn-Maasmonding is bij de Haringvlietsluizen. Verder wordt er alleen water geloosd/gespuid als de waterstand aan de zeezijde lager is dan aan de rivierzijde, anders komt er zout water in het Haringvliet en dat is, tot nog toe, niet de bedoeling. Hoeveel water er geloosd/gespuid (moet) word(t)en is afhankelijk van de grootte van de opening van de spuisluizen en deze is weer direct gekoppeld aan de grootte van de afvoer van de Rijn gemeten bij Lobith twee dagen eerder.

Een korte beschrijving van het lozingsprogramma voor de Haringvlietsluizen (LPH'84):

In het lozingsprogramma voor de Haringvlietsluizen wordt bepaald hoeveel m² de sluisen open moeten staan om het aangevoerde rivierwater te kunnen lozen.

Om deze grootte te bepalen wordt uitsluitend gekeken naar de afvoer van de Rijn bij Lobith. Bij de bepaling welke afvoer van de Rijn moet worden genomen, wordt rekening gehouden met het feit dat het water er 1 - 1,5 dag over doet om in de Rijn-Maasmonding te komen.

Vervolgens wordt met deze afvoer aan de hand van tabellen bepaald hoe groot de spui-openig (m²) moet zijn en vervolgens met welke openingen dit gerealiseerd wordt en hoe hoog de schuiven dan getrokken moeten worden.

De Haringvlietsluizen beschikken per opening over twee schuiven, één aan de zeezijde en één aan de rivierzijde. In principe zijn de rivierschuiven altijd geheven en wordt er dus gespuid met de zeeschuiven.

De sluisen worden geopend op het moment van gelijkwater op het Haringvliet en aan de zeezijde van de sluisen én als de waterstand op het Haringvliet hoger wordt dan aan de zeezijde. Andersom worden de Haringvlietsluizen gesloten, omdat anders zout water het Haringvliet binnenkomt.

Van dit lozingsprogramma kan worden afgeweken in bijzondere omstandigheden, zoals storm, ijsgang, (kwaliteits)calamiteiten in de Rijn-Maasmonding of bovenstrooms op de Rijn of de Maas.

De uitgangspunten bij het opstellen van het lozingsprogramma zijn:

- voor zolang de omstandigheden het toelaten een minimale afvoer langs de Nieuwe Waterweg van 1500 m³/s om zo lang als mogelijk is te voorkomen dat de monding van de Hollandsche IJssel verzilt. Dit in verband met een zoet water inname bij Gouda ten behoeve van peilbeheersing en doorspoeling;
- voor zolang de omstandigheden het toelaten een minimale waterstands bij Moerdijk van NAP ten behoeve van de zeescheepvaart naar het industrieterrein bij Moerdijk.

In grote lijnen ziet het lozingsprogramma er als volgt uit:

- bij afvoeren van de Rijn tot circa 1100 m³/s zijn de sluizen gesloten op de zout- en visriolen na, deze staan alleen open als de buitenwaterstand lager is dan de binnenwaterstand. Via deze riolen wordt dan ongeveer 10 m³/s gespuid;
- bij afvoeren van de Rijn tussen 1100 m³/s en 1700 m³/s staan de sluizen 25 m² open als de buitenwaterstand lager is dan de binnenwaterstand. Op deze manier wordt een doorspoeldebiet voor het westelijk deel van het Haringvliet gehandhaafd van circa 50 m³/s gemiddeld per getij;
- bij afvoeren van de Rijn tussen 1700 m³/s en 3900 m³/s wordt een bepaalde spui-opening ingesteld zodanig dat hoe groter de afvoer van de Rijn des te groter de spui-opening. De bediening is er in dit afvoerbereik op gericht dat er een getijgemiddeld debiet van ± 1500 m³/s over de noordrand (Nieuwe Waterweg en Hartelkanaal) naar zee wordt afgevoerd (i.v.m. zoutbestrijding). De laagwaterstand bij Moerdijk blijft daarbij ruimschoots boven NAP;
- bij afvoeren van de Rijn tussen 3900 m³/s en 9500 m³/s neemt de spui-opening verder toe bij een toename van de afvoer van de Rijn. De bediening is er in dit afvoerbereik op gericht de waterstand van NAP bij Moerdijk te handhaven. Hierdoor zal het restdebiet door de Nieuwe Waterweg langzaam toenemen;
- bij afvoeren van de Rijn groter dan ca 9500 m³/s staan de sluizen helemaal open (6000 m²) als de buitenwaterstand lager is dan de binnenwaterstand;
- tijdens storm blijven de sluizen gesloten zolang de buitenwaterstand hoger is dan de binnenwaterstand;
- bij van gemiddeld getij afwijkende omstandigheden wordt geprobeerd de waterstand bij Moerdijk niet onder NAP te laten komen.

Afhankelijk van de grootte van de afvoer van de Rijn en dus de grootte van de spui-opening van de Haringvlietsluizen, veranderen ook de maximale stroomsnelheden (zie het antwoord bij de eerste vraag)

Het ligt in de bedoeling om medio 2008 het spuiprogramma van de Haringvlietsluizen zodanig aan te passen dat de sluizen ook tijdens vloed voor een deel open staan (volgens 'de Kier'). Dit betekent dat het Haringvliet ten westen van de lijn Middelharnis – monding Spui zout zal worden.

Voor de waterstand in de buurt van Dordrecht betekent dit een verandering van enkele cm's. De stroomsnelheden zullen zo goed als niet veranderen.

- Wat is er bekend over de piekafvoeren op de rivier over honderd jaar? Hoe vaak staat het water naar verwachting hoe hoog?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

De klimaatscenario's waar op dit moment mee gerekend wordt gaan uit van hogere (piek)afvoeren in de winter en lagere afvoeren in de zomer.

De volgende informatie over de klimaatsverandering is afkomstig van de site

www.dow.wau.nl/msa/scenario's/klimaat.htm#figure2 :

Voorspelling van klimaatverandering

Ontwikkelingen in het klimaat (klimaatveranderingen) zijn niet gemakkelijk te voorspellen en zijn gebaseerd op een groot aantal aannames. Gezien de complexiteit van het klimaatsysteem zou de verandering in Nederland anders kunnen zijn dan de verandering op wereldschaal. Op wereldschaal worden voorspellingen gemaakt onder leiding van het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). IPCC is een onderdeel van de Verenigde Naties en brengt iedere 5 jaar een rapport uit over de stand van zaken voor ontwikkelingen in het klimaat. De verwachting van IPCC dat het klimaat zal veranderen is gebaseerd op een continuering van een toename van zogenaamde broeikasgassen in de atmosfeer zonder klimaatbeleidsmaatregelen.

IPCC verwacht in haar meest recente rapportage een mondiale temperatuurstijging tussen 1,4 en 5,8 graden Celsius en een toename van neerslag in de gematigde en noordelijke streken van het noordelijk halfrond. De stijging van de temperatuur betekent smelten van sneeuw en ijsoppervlaktes en leiden tot een stijging van de zeespiegel met gemiddeld 0,5 meter aan het einde van de volgende eeuw (zie tabel).

Het klimaat in de wereld in 2050 op basis van IPCC-rapportage voorjaar 2001 in vergelijking met 1990

--	--

Temperatuur	Toename van 1,4 – 5,8 °C
Neerslag	Toename op noordelijk halfrond
Zeespiegel	Stijging 0,1 – 0,9 meter in de 21e eeuw

Van klimaatverandering wereldwijd naar klimaatscenario's voor Nederland

Om vanuit ontwikkelingen in het mondiale klimaat veranderingen voor het klimaat op regionale schaal (en in Nederland) te bepalen, is het nodig om de reactie van het regionale klimaat op het mondiale klimaat te kennen. Velen zijn van mening dat dit inzicht nog onvoldoende is. KNMI spreekt daarom niet van voorspellingen of verwachtingen maar van scenario's.

De onzekerheid in het voorspellen van regionaal klimaat is nog altijd groot. Binnen deze onzekerheid zijn de modellen beter in staat om temperatuur dan om neerslag te voorspellen. Neerslagvoorspellingen hebben een grotere onzekerheid. Dit kan leiden tot verschillen tussen modellen. In het vervolg worden de veranderingen besproken op basis van twee modellen: een model van KNMI (Nederland) en een model van Hadley Centre (Engeland). Beide modellen hebben berekeningen voor Nederland gemaakt.

Klimaatveranderingen in Nederland zijn o.a. door KNMI ontwikkeld en liggen in het verlengde van IPCC prognoses en van in Nederland gemeten veranderingen gedurende de afgelopen eeuw (zie ook Können et al., 1997). KNMI geeft een stijging in temperatuur voor de periode 2020 – 2050 tot 2 °C in neerslag tot 6% ten opzicht van 1990 (zie onderstaande tabel).

Het klimaat in Nederland in 2050 op basis van gegevens van het KNMI in vergelijking met 1990	
Temperatuur	Stijging van 1 – 2 °C in 2050 en maximaal 4 °C in 2100
Neerslag	Toename van 3 – 6% en 6- 12% in 2100
Seizoen	Nattere winters (6 – 12% toename in 2050 en maximaal 25 % toename in 2100) en drogere zomers; temperatuurstijging zal sterker zijn in de winter dan in de zomer
Extreme neerslag	In de winter toename van 10 – 20% in 2050 en maximaal 40% in 2100 en in de zomer toename van 1 – 2% in 2050 maximaal 4% in 2100 vooral in lokale en zware buien (10-20% hogere intensiteit in 2050 en tot 40% in 2100 in vergelijking met 1990)

Gevolgen voor Nederland op basis van KNMI gegevens	
Waterafvoer	Toename in neerslag in de winter leidt tot hogere gebiedsafvoer en mogelijk hogere wateroverlast na buien.
Winters	Strengere winters worden zeldzamer en korter.
Extremen in temperatuur en neerslag	Extremen in temperatuur en neerslag nemen mogelijk toe in frequentie; neerslag in de zomer krijgt een meer buig karakter
Stormen	Kans op stormen en de intensiteit van stormen neemt toe maar is relatief zeer onzeker

Zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging wordt lokaal versterkt door bodemdaling en kan 25 cm in 2050 en 60 cm in 2100 bedragen.

Wat het effect betreft op de waterstanden wordt verwezen naar het antwoord op vraag 2

- Zeespiegelstijging en piekafvoeren samen: welke kansen op welke waterstanden spelen er over honderd jaar? Wat kunnen de Deltawerken nog aan; wat niet meer; wanneer zijn de grenzen in zicht? Wat betekent dat dan voor Dordrecht/de Drechtsteden?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Na de hoge afvoeren van de Rijn en de Maas in 1993 en 1995, is de zgn. maatgevende afvoer van beide rivieren verhoogd. De maatgevende afvoer is die rivierafvoer die nog veilig door de rivieren afgevoerd moet kunnen worden. Met deze maatgevende afvoer worden de dijken getoetst op hun veiligheid (hoogte, stabiliteit, ...)

Door de verhoging van de maatgevende afvoer zijn ook de bijbehorende maatgevende hoogwaterstanden (MHW) verhoogd. Dit zou betekenen dat eigenlijk in het gehele Nederlandse rivierengebied en in de Rijn-Maasmonding de dijken (weer) verhoogd zouden moeten worden. Om allerlei redenen heeft de regering besloten de oplossingen te zoeken in zodanige 'ruimte voor de rivier' dat de maatgevend waterstanden niet toenemen.

Als alle maatregelen in het kader van 'ruimte voor de rivier' zijn uitgevoerd, moet in principe een afvoer van de Rijn van 16.000 m³/s veilig afgevoerd kunnen worden. Voor de Rijn-Maasmonding is hierbij ook rekening gehouden met de zeespiegelstijging. Deze situatie moet omstreeks 2015 zijn bereikt. Bij het ontwerpen van de maatregelen moet er van uitgegaan worden dat de maatgevende afvoer van de Rijn verder toe zal nemen tot 18.000 m³/s.

(Vraag voor de gemeente zelf: Het Ruimte-voor-de-rivier-verhaal voor Dordrecht/Drechtsteden moet op een rij worden gezet; info hebben we allemaal zelf waarschijnlijk in huis. Globale lijn: opgave bij Dordrecht is het water zo snel mogelijk te laten doorstromen naar zee, d.w.z. obstakels of versmallingen in de rivier zijn niet toegestaan. Een nevengeul/groene rivier over het Eiland van Dordrecht, ten zuiden van de stad, is onderzocht, maar levert weinig waterstandsverlaging op ter hoogte van Gorinchem en is daarom niet gekozen als uit te voeren maatregel in Ruimte voor de Rivier).

- Hebben nevengeulen of groene rivieren in of in de omgeving van Dordrecht zin?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Bij grote rivierafvoeren spelen twee aspecten een rol:

- afvoer van het overtollige water, dit speelt vooral in het rivierengebied en
- berging van het water, dit speelt voornamelijk in de Rijn-Maasmonding

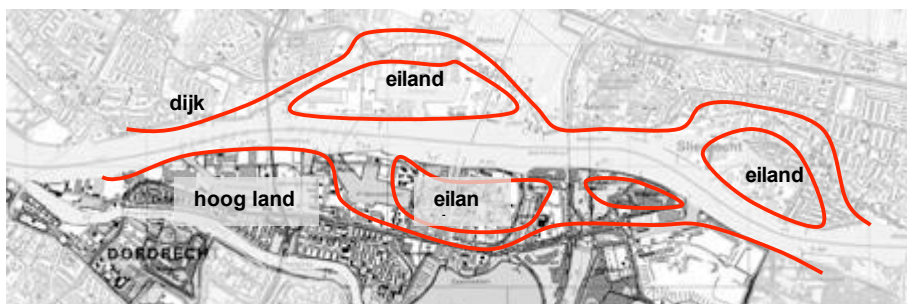
Voor 'Dordrecht' is nu het lastige dat het juist in het overgangsgebied ligt van voornamelijk rivierinvloed en naar voornamelijk getijde-invloed. Dit betekent dat in het gebied ten oosten van Dordrecht een nevengeul/groene rivier zin kan hebben, maar in het gebied ten westen van Dordrecht juist niet. Dit blijkt al uit het feit dat de nevengeul/groene rivier over het Eiland van Dordrecht niet zo veel waterstandsverlagent effect had en een dure maatregel was. Om deze reden heeft de Staatssecretaris destijds deze maatregel geschrapt.

Als we dan kijken naar de Staart bij Dordrecht dan zal een nevengeul/groene rivier niet zo zinvol zijn. Hier moet juist berging gevonden worden en geen betere/snellere afvoer.

- Welke maatvoering moeten dergelijke maatregelen hebben? Op welk schaalniveau zijn dergelijke ingrepen zinvol?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

De maatvoering van een nevengeul/groene rivier hangt af van het beoogde effect dat met de maatregel bereikt moet worden. Daarnaast zijn de andere effecten, die het gevolg van deze ingreep zijn van belang. Bijvoorbeeld het effect op aanzanding in de hoofdriever.



- Heeft het zin om de rivier te verbreden? (Verbreden van de Beneden Merwede is in theorie wel mogelijk, als de beschikbare ruimte tussen de rivierdijken

zou worden benut – zie kaartje).

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Door de rivier te verbreden neemt de afvoercapaciteit toe, waardoor het water sneller/beter afgevoerd kan worden. Uit het vorige antwoord blijkt al dat dit voor de omgeving van Dordrecht niet de meest voor de hand liggende oplossing is. Een ander aspect van het verbreden van de rivier is dat hierdoor aanzandingen op zullen gaan treden waardoor (extra) onderhoudsbaggerwerk noodzakelijk is om de rivier op diepte te houden voor de scheepvaart, maar ook voor de veiligheid om de afvoercapaciteit op peil te houden.

- De historische kaarten van Dordrecht geven een beeld van de stromingspatronen van het ontstaan van de Biesbosch, na de St. Elizabethsvloed in 1421. Wat kunnen we leren van de stromingspatronen? Kunnen deze patronen een inspiratie zijn voor de toekomst?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

De historische kaarten geven het geulenpatroon dat ontstaan is na de St. Elisabethsvloed. In eerste instantie werd vooral door het rivierwater sediment aangevoerd dat in het oosten van de nieuwe binnensee bezonk. In de loop van de jaren werd zoveel sediment afgezet dat in de meest luwe delen verhogingen ontstonden. Tussen deze verhogingen door werd het rivierwater afgevoerd en aan de randen werd steeds nieuw sediment afgezet. Zo ontstond in de loop der eeuwen de Biesbosch met zijn geulen en platen.

Wat opvalt in het geulenpatroon is dat het voornamelijk noordoost-zuidwest is georiënteerd. Dit was ook de richting waarin het rivierwater het snelst kon worden afgevoerd naar het Hollandsch Diep/Haringvliet, waar ruimte genoeg was om het overtollige rivierwater op te vangen en indien nodig te bergen.

- De Biesbosch is ontstaan in een samenspel van rivier en zee-invloed (eb en vloed). Hoe is de verhouding zee-rivier als de zeespiegel een meter hoger staat? Waar ontmoeten zee en rivier elkaar dan en wat betekent dat voor de omgeving van Dordrecht?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Bij stijgende zeespiegel zal ook de waterstand in de Rijn-Maasmonding stijgen, hetgeen betekent dat de invloed van het getij verder en sterker landinwaarts merkbaar zal zijn. Het gebied waar de zee en de rivier elkaar ontmoeten zal hierdoor ook verder landinwaarts verschuiven. Voor de omgeving van Dordrecht betekent dat, dat het (nog) meer onder invloed van de getijbeweging komt te liggen.

- Eb en vloed zijn nu 'gedempt' als gevolg van de afsluiting van het Haringvliet. Welk effect heeft het 'op een kier zetten' van de Haringvlietssluisen? Nu? En over honderd jaar?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Door het beheer van de Haringvlietssluisen volgens 'de kier', waarbij de Haringvlietssluisen, afhankelijk van de afvoer van de Rijn, ook open staan tijdens de vloedperiode, op 'een kier', zullen de *waterstanden* bij Dordrecht niet veranderen. Op het Hollandsch Diep, Moerdijk, zullen de hoogwaterstanden niet/nauwelijks veranderen, de laagwaterstanden worden ongeveer 5 cm lager. Hierdoor neemt de getijslag, het verschil tussen hoog- en laagwater, met ongeveer 5 cm toe.

De maximale stroomsnelheden ten gevolge van 'de kier' zullen met enkele cm's veranderen.

(zie ook het rapport "MER Haringvlietssluisen; over de grens van zout naar zoet; deelrapport De sluisen op een Kier"; ISBN 903694861)

Hoe de situatie over 100 jaar zal zijn, is moeilijk aan te geven omdat de kans bestaat dat dan een nog grotere opening dan 'de kier' zal worden ingesteld.

Bij een grotere opening dan 'de kier' zullen de waterstanden wel merkbaar veranderen. Door de aanwezigheid van het Haringvlietssluisencomplex, zullen echter nooit meer de waterstanden van vóór de Haringvlietssluisen kunnen worden gehaald, omdat door dit complex het verticale oppervlak ter plaatse van de sluis met ongeveer 2/3 is afgenomen. Alleen als het complex helemaal wordt verwijderd, kunnen deze waterstanden misschien weer optreden.

Vaarroutes

- Ten behoeve van de binnenvaart worden de vaarroutes rond Dordrecht op diepte gehouden. Welke diepten zijn dat? Hoe wordt die diepte op peil gehouden? Baggeren en/of natuurlijke processen?

Antwoord AvS/RWS-ZH: (bij de beantwoording is gebruik gemaakt van "Richtlijnen Vaarwegen; RVW 2005"; december 2005; ministerie V&W; ISBN 90-369-3630-6 [1] en "Vaargeulen in beheer bij directie Zuid-Holland; Afmetingen, normen en interventieniveaus"; concept 1 juni 1999 [2])

Volgens de Nota Mobiliteit 2004 maken de vaarwegen rondom Dordrecht (Dordtsche Kil, Oude Maas, Beneden Merwede, Nieuwe Merwede en Hollandsch Diep) deel uit van de hoofdtransportas.

Op Europees niveau is een klasse-indeling gemaakt voor de rivieren, waarbij de afmetingen van de vaargeul zijn bepaald aan de hand van een 'maatgevend schip', dit is de zgn CEMT-klasse (Conférence Européenne des Ministres des Transports). De genoemde vaarwegen rondom Dordrecht zijn ingedeeld in de klasse VIc, dat betekent dat ze geschikt zijn voor 6-bakduwvaart. De tabel geeft de minimale afmetingen van de vaargeul die volgt uit de CEMT-klasse.

Rivier	Gegarandeerde diepgang volgens CEMT-1992 (m)	Bodemligging vaargeul (m t.o.v. NAP) (onderhoudsdiepte)	Breedte vaargeul op OLW ⁴⁾ (m)	Ligging OLW (m t.o.v. NAP)
Oude Maas	4,50	- 5,45 ¹⁾	250	Dordrecht NAP
Beneden Merwede	4,50	- 5,45	240	Werkendam NAP + 0,30 Dordrecht NAP
Nieuwe Merwede	4,50	- 5,30	207	Werkendam NAP + 0,30 Moerdijk NAP + 0,15
Hollandsch Diep	4,50	- 5,65	240	Moerdijk NAP + 0,15
Hollandsch Diep – oversteek Moerdijk	8,40 bij GHW NAP + 0,60	-9,40	100 (bodembreedte)	
Dordtsche Kil	4,50	- 5,45 ^{2)/} - 5,30 ³⁾	250	Dordrecht NAP Moerdijk NAP + 0,15
Dordtsche Kil - zeevaartgeul	8,40 bij GHW NAP + 0,60	-9,40	100 (bodembreedte)	

1) de informatie betreft het gedeelte van de Oude Maas vóór Dordrecht

2) betreft het noordelijke deel van de Dordtsche Kil rekening houdend met OLW Dordrecht

3) betreft het zuidelijke deel van de Dordtsche Kil rekening houdend met OLW Moerdijk

4) OLW = overeengekomen lage waterstand, deze waterstand dient als reductievlak op de benedenrivieren. DE onderscheidingsfrequentie ervan vormt de geleidelijke overgang van die van het OLR-vlak (= overeengekomen lage rivierstand) op de bovenrivieren (ongeveer 20 dagen per jaar) tot die van LLWS (= laaglaagwaterspring) aan de riviermond (definitie uit "Getijtafels voor Nederland 2007")

In het algemeen moeten de meeste vaargeulen rondom Dordrecht (gedeeltelijk) gebaggerd worden om op diepte te blijven. De Dordtsche Kil vormt hierop een uitzondering.

- Welk effect hebben hoge waterstanden en hoge stroomsnelheden op de beroepsvaart? Onder welke omstandigheden wordt de beroepsvaart stilgelegd?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Vooral hoge stroomsnelheden kunnen hinder veroorzaken voor de scheepvaart.

Wat betreft het stil leggen van de scheepvaart staat in [1]: ".....Omdat Nederland, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Duitsland, hoogst zelden hoogwaterstromingen kent.....Met betrekking tot het al dan niet invoeren van beperkingen of stremmingen van de scheepvaart bij extreem hoge waterstanden heeft de minister in februari 1999 een beleidslijn vastgelegd: *Beleidslijn voor de invoering van scheepvaartbeperkingen of stremming bij hoogwater op de Rijn en de Maas*

- Welke eisen stelt de beroepsvaart aan de waterwegen? (Niet alleen water-eisen, maar ook zaken als wel/niet aanleggen langs de vaarweg, afstanden tot kruisingen, vrij te houden zones langs de oevers, oeverbescherming, etc.)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

In [1] worden richtlijnen gegeven ten aanzien van de aspecten die een rol spelen rondom een vaargeul, zoals hydraulische randvoorwaarden, splitsingspunten, zwaaikommen, loswallen en ligplaatsen, kruisende kabels en leidingen, zonering van de oevers (oeverstrook, vrije ruimte en risicocontour)

- Wat is er te zeggen over de relatie tussen beroepsvaart, recreatievaart, stromingen en waterstanden?

Veiligheid

- Wat betekenen de stroomsnelheden op de rivier voor de veiligheid van personen? Onder welke omstandigheden (stroomsnelheden, hoge waterstanden) kan je nog zelf uit het water komen als je er in zou vallen; wanneer wordt je gewoon meegesleurd met de stroom? Welke veiligheidsmaatregelen zijn denkbaar?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Dit hangt allemaal sterk van de persoon af die in het water valt.

Antwoord NAWL:

De doorwaadbaarheid van stromend water wordt uitgedrukt als een functie van het product van de waterdiepte en de stroomsnelheid. De gevonden waarden in de literatuur variëren sterk. Dit is onder meer afhankelijk van het gewicht van de persoon (hoe zwaarder, hoe stabiel), en van de manier waarop de persoon in staat is om zich aan te passen aan het stromende water (denk bijvoorbeeld aan de manier waarop mensen tegen de wind leunen wanneer het hard waait). Over het algemeen kan echter worden gesteld dat de kans om je evenwicht te verliezen in stromend water sterk toeneemt wanneer het product van de waterdiepte en de stroomsnelheid groter wordt dan 0.4 m²/s. Bijvoorbeeld, wanneer de waterdiepte 1 m bedraagt en de stroomsnelheid 0.4 m/s of meer is, is de kans groot dat mensen die door het water proberen te waden hun evenwicht verliezen.

Rijden met auto's is zeker zo gevaarlijk omdat door de opwaartse druk een auto bij zeer geringe dieptes en snelheden al kan gaan glijden of drijven. Bij grotere dieptes kan men door de waterdruk de portieren niet meer openen. Volgens Bas Jonkman van DWW blijkt uit recente studies bij lokale overstromingen in de VS dat rijden door (stromend) water de belangrijke doodsoorzaak is.

Ik denk dat de belangrijkste manier om een gebied veilig te houden wordt gevormd door te proberen stroomsnelheden laag te houden en het hoofdwegennet droog te houden en duidelijk te markeren (zodat je bij geringe waterdiepte in ieder geval nog ziet waar je moet rijden zonder in de sloot naast de weg te belanden). Wat volgens mij het allerbelangrijkste is, is om mensen te informeren over de gevaren. Bij recente overstromingen in o.a. oost Europa is gebleken dat vooral jonge mannen slachtoffer dreigen te worden tijdens een overstroming. Dit komt doordat zij de kracht van het water onderschatten en onnodige risico's nemen.

<Tot hier gekomen>

- Welke relatie is er tussen hoogte van het maaiveld boven het water en type oever in relatie tot veiligheid (hoge kades zijn moeilijk te beklimmen; glooiende oevers lijken veiliger).

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Bij glooiende oevers is er vanzelfsprekend meer ruimte nodig als het maaiveld hoger ligt. Bij glooiende oevers kan men inderdaad ook makkelijker zelf uit het water komen. Hierbij kan ook de aard van de oeverbekleding nog een rol spelen.

- Welke relatie is er tussen de vorm van de oever en veiligheid? (bochtige oevers lijken veiliger dan lange, rechte kades of stenen taluds, omdat er luwe plekken zijn; klopt dat?) (wanneer er gebiedsdelen zijn die af en toe onder water lopen (bv. Wervenpark), waaraan moet dan worden gedacht in verband met veiligheid?)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Bochtige oevers hoeven niet altijd veiliger te zijn: in buitenbochten stroomt het harder dan in een binnenbocht. Als de bochten 'scherp' zijn kunnen benedenstrooms van de bocht vervelende stromingssituaties ontstaan, waardoor de situatie zeker niet veilig is.

Toevoeging NA (WL):

Gevaarlijke stromingen bij "onregelmatigheden" vind je bijvoorbeeld ook bij kribvakken in de rivier en bij de strekdammen op het strand.

- Wat voor vormen van waarschuwingssystemen en reddingsmiddelen zijn denkbaar? Hoe werkt dat elders?

Antwoord NA (WL):

In veel landen maakt men gebruik van hoogwatervoorspellingssystemen (in het engels Flood Early Warning System ofwel FEWS genoemd). Dergelijke systemen zorgen er voor dat alle metingen en voorspellingen m.b.t. neerslag, wind en waterstanden worden gecombineerd en gebruikt in een hydraulisch model om te verwachte waterstanden te voorspellen. RIZA doet dit bijvoorbeeld voor de Rijn. In Engeland doet de Environment Agency dit (de engelse Rijkswaterstaat zeg maar). In Engeland bestaat tevens de mogelijkheid (voor overheden, maar ook voor gewone burgers) om je op deze voorspellingsservice te abonneren. Dit houdt in dat je een bericht ontvangt wanneer hoogwater wordt verwacht. Ik zou me voor kunnen stellen dat zo iets in Nederland ook mogelijk moet zijn. De voorspellingen zijn er. Het systeem zou dan alleen zo moeten worden uitgebreid dat met 1 druk op de knop een sms-je of iets dergelijks wordt gestuurd naar alle abonnees.

- Wat is er bekend over stromingen en recreatievaart, waar het gaat om veiligheid? Waaraan moet worden gedacht/waarmee moet rekening worden gehouden bij het maken van plannen?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Ook hierover is in [1] het nodige te vinden.

Oeverbescherming versus natuurlijke processen

- Wat zou er gebeuren als de oeverbescherming wordt weggehaald – spoelt er dan grond weg? Of wast het juist aan? Wordt de rivier ondieper/slibt de vaargeul dicht? Of niet? Gebeurt overal hetzelfde of juist niet? (verschillen grote rivieren, Wantij, Biesbosch?!)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Als oeverbeschermingen worden weggehaald dan zal zeker de oever afkalven, in ieder geval daar waar veel scheepvaartverkeer is (oeverafslag ten gevolge van golfslag). Daar waar minder (grote) schepen langs varen en het water niet al te hard stroomt is er kans op aanzandingen/-slibbingen (zie het proces in het verleden bij het ontstaan van de Biesbosch). Daar waar kribben zijn aangelegd als oeverbescherming en/of de vaargeul vast te leggen zal in het algemeen sedimentatie op gaan treden of zal minder erosie op gaan treden.

Toevoeging NA (WL):

Langs de Merwede denk ik dat het niet wenselijk is om oeververdediging weg te halen. Bij eventuele geulen binnen het gebied kan men dit wel overwegen. Afhankelijk van de stroomsnelheden die optreden op verschillende plaatsen in de geulen kan een deel (vaak bij de instroom) worden versterkt, terwijl het overige deel een natuurlijke oever kan hebben.

- Welke typen oeverbescherming zijn denkbaar in deze omgeving en waarom moeten/kunnen deze typen wel/niet worden toegepast? (In de stad vaak kades, elders vaak stenen taluds, waarom deze keuzes?)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Het type oeverbescherming dat toe gepast kan worden is o.a. afhankelijk van de omgeving en die functie die daar van belang zijn. Inderdaad zal in stedelijk gebied al gauw een kade en/of stenen oever worden toegepast. Speelt de natuur een belangrijke rol, dan zal eerder een natuurvriendelijke oever worden toegepast, waarbij wel weer het scheepvaartbelang en het beheer/onderhoud van de oever een belangrijke rol spelen.

Toevoeging NA (WL):

Ook de beschikbare ruimte speelt een rol. Natuurvriendelijke oevers nemen meer ruimte in dan kades.

- Baggeren: waarom wel/niet, waar wel/niet? (Info Havenbedrijf?)

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Baggeren zal noodzakelijk zijn/blijven daar waar de vaargeul te ondiep wordt en er dus hinder voor de scheepvaart ontstaat

Ideeën Masterclass European



- Aanleggen van nieuwe waterlopen, nevengeulen, eilanden, maken van hoogteverschillen: welk effect hebben deze ingrepen voor het watersysteem? Welk type ingrepen zijn zinvol uit oogpunt van anders omgaan met water, welke minder of niet? Is het relevant in welke richting een nevengeul wordt aangelegd – parallel aan de rivier of er dwars op? Waarom?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Zoals bij eerder vragen al aangegeven betekent verruiming van het doorstroomprofiel, o.a. door aanleggen van nieuwe waterlopen en nevengeulen dat in de hoofdgeul (de rivier) sedimentatie op zal treden of in het gunstigste geval zal de erosie afnemen. Dit betekent een toename van het onderhoud van de vaargeul (baggeren om voldoende diepte te hebben voor de scheepvaart)

Nevengeulen liggen altijd parallel aan de hoofdriever. Dwars op de rivier wordt gesproken van krekken.

Een aansluiting dwars op de rivier zorgt voor dwarsstromingen in de rivier, die hinder kunnen veroorzaken voor de

beroeps-/pleziervaar. Daarnaast zal de in- en uitstroming ook morfologische effecten hebben die zover kunnen gaan dat de stabiliteit van de oevers 'in de buurt' van de aantakking gevaar loopt door het optreden van ontgrondingen.

Bij een 'parallele' aansluiting zal ook de in-/uitstroming min of meer parallel aan de stroming in de hoofdriever plaats vinden, waardoor een veel rustiger/gunstiger stroombeeld ontstaat

Tekst Erik vragen

- Aanleggen van een grillige oeverlijn: wat betekent dat voor de stromingen in de rivieren? Is dat positief of negatief? Waarom?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Een grillige oeverlijn zorgt voor veel weerstand in de rivier bij de stroming. Dit betekent veel turbulentie in het water waardoor de kans op erosie toeneemt. Met als gevolg een kans op instabiliteit van de oever en mogelijk zelfs (versnelde) afkalving van de oever. Daarnaast zorgt de grotere turbulentie voor een erg onrustig stroombeeld, wat negatieve gevolgen kan hebben voor de (recreatie) scheepvaart



- Aanleggen van een 'getrapte' oeverlijn (treden of terrassen tussen het water en de hoger gelegen delen): wat betekent dat voor de stromingen in de rivieren? En voor de veiligheid? Is dat positief of negatief en waarom?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Een 'getrapte' oeverlijn kan wat negatieve gevolgen hebben voor de stroming in de rivier zodra een 'trede' begint te overstromen. Er ontstaat dan een (dwars)stroming richting de 'trede' die

hinder kan veroorzaken voor de scheepvaart. Voor de veiligheid kan deze vorm gunstig zijn als er meer ruimte ontstaat om water te bergen. Bij een 'slimme' aanleghoogte van de 'trede' zal het effect op de morfologie in de rivier niet merkbaar/acceptabel zijn.



- In het model waarin wordt gekozen voor een centrale 'ruggengraat' of 'life-line' met daaraan gekoppeld modules, wordt een soort dijk aangelegd met aan weerszijden modules die ofwel drijven, ofwel op kolommen staan, ofwel op eilanden. Welke eisen stellen de stromingen in de rivieren aan de verankering van stedelijke functies aan de ruggengraat? Kolommen bijvoorbeeld: hoe moeten die zijn gedimensioneerd (diameter) en hoe gefundeerd om niet scheef te zakken of weg te spoelen? Moet het gebied doelbewust worden

afgegraven, of kan worden volstaan met verwijderen van de

oeverbescherming en spoelt het dan vanzelf weg?

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Vanuit rivierkundig oogpunt bezien moeten de obstakels in de rivier, of dat nu pijlers of eilanden of wat dan ook, zo klein mogelijk zijn als bouwkundig verantwoord, om de effecten op de (maatgevende) waterstanden zo klein mogelijk te houden. Zijn die effecten er toch, dan moeten deze gecompenseerd worden, voor zover die in het werkingsgebied van de 'beleidslijn grote rivieren' optreden.

De funderingen/kolommen/palen die nodig zijn voor de bebouwing moeten in ieder geval zo zijn gedimensioneerd dat ze niet bezwijken onder de druk van hoge waterstanden/stroomsnelheden. Verder moet o.a. ook rekening gehouden worden met het optreden van ijs(schotsen) (vormgeving, maar ook sterkte van de kolommen/palen) en aanvaringsrisico.

Bij het 'vanzelf weg laten spoelen' moet de ontwikkeling in ieder geval in de gaten gehouden worden, om bij het optreden van gevaarlijke situaties (o.a. het optreden van instabiliteit bij teveel erosie) tijdig in te kunnen grijpen.

Ervaringen met bebouwingstypologieën

- Dura Vermeer heeft meerdere typen bebouwing benoemd, die berekend zijn op hoog water (wet-proof, dry-proof, drijvend, etc.). Welke typen zijn er? Wat zijn de voor- en nadelen van elk van deze typen? Welke ervaringen zijn er tot nu toe met deze typen opgedaan in de praktijk?

- Uitgaande van de omstandigheden in Dordrecht: welk type bebouwing is wel of juist niet aan te bevelen op welke plek? (Bijvoorbeeld: geen drijvende woningen langs de vaarwegen/grote rivieren, vanwege de golfslag en de veiligheidseisen).

Antwoord AvS/RWS-ZH:

Het voorbeeld dat gegeven wordt geeft al een belangrijk antwoord op de vraag.



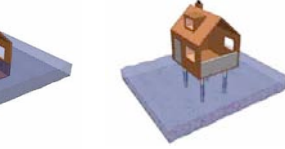
op dijk/terp



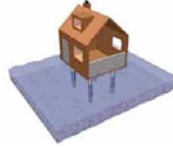
dry-proof



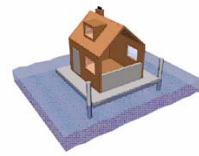
wet-proof



op palen



drijvend



waterkerend