

**AANDACHTSPUNTEN VOOR DE
COMMISSIE WATERBEHEER 21e EEUW**

**W. Walker
M. Pöyhönen
S.A. Rahman**

RAND *Europe*

**Leiden
27 augustus 1999**

RE-99.015

INHOUDSOPGAVE

1. Introductie	2
2. Stappen voor de ontwikkeling van het advies van de Commissie	5
3. Analytisch kader	8
4. Aanpak voor het opstellen van scenario's	11
Appendix A: FDSCs and structural changes in the supply of water	15
Appendix B: FDSCs and structural changes in the demand of water	20
Appendix C: Safety and <i>Overlast</i>	24

1. INTRODUCTIE

De Commissie Waterbeheer 21^e eeuw dient zich bij het adviseren van de overheid te richten op de volgende drie aandachtspunten:

1. Hoe zullen vraag en aanbod van water voor diverse doeleinden (landbouw, scheepvaart, drinkwatervoorziening) zich in de komende 100 jaar ontwikkelen?
2. Wat is de toekomstige situatie met betrekking tot veiligheid en overlast¹?
3. Wat kan de commissie, gebaseerd op het bovenstaande, adviseren op het gebied van de waterinfrastructuur en het watermanagement in de toekomst?

Dit rapport behandelt de eerste twee aandachtspunten. Het beschrijft de zaken die overwogen dienen te worden en stelt een methodologie op voor de aanpak van deze zaken.

Vraag en Aanbod van Water in de Toekomst.

Er zijn gegronde redenen om aan te nemen dat de kenmerken van het aanbod van water in de toekomst aanzienlijk zullen veranderen (d.w.z. de mate waarin water van uiteenlopende kwaliteit beschikbaar is vanuit diverse bronnen op diverse plaatsen op verschillende tijdstippen) en de kenmerken van de vraag naar water (d.w.z. hoeveel water voor uiteenlopende gebruiksdoeleinden wordt er gevraagd op verschillende lokaties op verschillen tijdstippen). Vraag en aanbod van water worden beïnvloed door o.a. klimaatverandering, vervuiling en EU-beleid. Niemand kan echter voorspellen hoe vraag en aanbod van water zich in de toekomst zullen ontwikkelen. Deze onzekerheid kan hanteerbaar worden gemaakt door een aantal aannemelijke toekomstscenario's op te stellen uitgaande van het huidige watermanagement, het huidige beleid op het gebied van watergebruik, en de huidige waterinfrastructuur. Een eerste taak voor deze commissie is dus om op deze wijze een aantal scenario's op te stellen die een beeld geven van de toekomstige vraag en aanbod van water.

Wanneer op deze wijze een beeld is geschetst van de mogelijke toekomstige vraag en aanbod van water, kunnen beleidsmakers het beleid bijstellen om te zorgen dat de juiste hoeveelheid en kwaliteit water beschikbaar zijn op de juiste tijd en op de juiste plaats. Indien vraag en aanbod van water in de toekomst aanmerkelijk afwijken van de huidige situatie, zoals de meeste mensen die ontwikkelingen op het gebied van watergebruik volgen verwachten, dienen de huidige beleidsvormen te worden aangepast en nieuwe

¹ Overlast wordt in dit document gedefinieerd als de economische en fysieke schade, die veroorzaakt wordt door een wateroverschot. De schade die veroorzaakt wordt door een watertekort valt buiten onze definitie van overlast. De economische schade die veroorzaakt wordt door een watertekort beschouwen we als een onbalans tussen vraag en aanbod van water.

beleidsvormen te worden opgesteld. Als voorbeeld nemen we het watergebruik van de agrarische sector. Het aanbod van water in Nederland is, historisch gezien, beheerd vanuit het oogpunt te voldoen aan de vraag naar water vanuit de agrarische sector. De mogelijkheid bestaat dat de vraag naar water uit de agrarische sector in de toekomst afneemt als gevolg van de verschuiving van landbouwactiviteiten naar het buitenland.

Het is ook mogelijk dat de vraag naar water vanuit andere sectoren toeneemt, en zodanig groeit dat niet langer aan de behoefte van de landbouwsector voldaan kan worden. In dat geval zal een nieuw beleid ontworpen moeten worden om het water te verdelen onder de diverse gebruikers.

Veiligheid en Overlast

Er bestaat geen duidelijke definitie voor de term overlast. In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen overlast en veiligheid in de zin dat overlast niet levensbedreigend is; het veroorzaakt materiële schade, e.d. Van overlast is sprake wanneer het waterpeil hoger dan normaal is, maar niet zo hoog dat het de leven van de getroffen wordt bedreigd. Veiligheid en overlast zijn daarom verwante onderwerpen die gezamenlijk behandeld dienen te worden. Elke veiligheidsnorm zal een bepaalde overlast met zich meebrengen; hoe hoger de veiligheidsnorm, hoe minder overlast. (Dit betekent dat een expliciete keuze van een veiligheidsniveau een impliciete keuze van een bepaald niveau van overlast in zich draagt.) Overlast kan beschouwd worden als de acceptabele hoeveelheid schade die zich voordoet binnen een omschreven veiligheidsniveau.

De zaken die betrekking hebben op veiligheid en overlast verschillen op twee punten van de zaken die betrekking hebben op vraag en aanbod van water. Beleidsmakers hebben ten eerste invloed op het niveau van veiligheid, maar hebben minder invloed op vraag en aanbod van water. Het tweede verschil bestaat hierin dat veiligheid en overlast pas van belang worden op het moment dat het watersysteem de hoeveelheid water niet kan verwerken. Situaties waarin de veiligheid bedreigd wordt of waarin sprake is van overlast zijn uitzonderlijk, in tegenstelling tot situaties met betrekking tot het dagelijkse management van vraag en aanbod van water, en dienen daarom behandeld te worden als rampen of als onvoorziene gebeurtenissen. Beleid ten aanzien van veiligheid en overlast, in tegenstelling tot zaken die gerelateerd zijn aan vraag en aanbod van water, staat tevens onder invloed van de publieke opinie. Daarom zijn we van mening dat zaken die betrekking hebben op veiligheid en overlast afzonderlijk behandeld dienen te worden van zaken die betrekking hebben op vraag en aanbod van water.

Er zijn twee aspecten van veiligheid en overlast waar beleidsmakers rekening mee dienen te houden: (1) waaruit bestaat een sociaal en politiek geaccepteerd veiligheidsniveau? en (2) welk beleid wordt gekozen om dit niveau te handhaven? Het vaststellen van een acceptabel veiligheidsniveau is afhankelijk van sociaal geaccepteerde normen over veiligheid en de mate van risico die acceptabel gevonden wordt. Als er nooit iets gedaan zou zijn aan het verbeteren van het veiligheidsniveau, zou er een bepaald veiligheidsniveau bestaan -- we kunnen dit het 'natuurlijk optredend

veiligheidsniveau' noemen. Dit natuurlijk optredend veiligheidsniveau wordt echter al eeuwenlang vanuit sociaal en politiek oogpunt onacceptabel gevonden. Door de eeuwen heen zijn tal van maatregelen getroffen die het veiligheidsniveau verhogen en het risico voor mens en materieel verlagen. De diverse maatregelen die genomen zijn tegen overstroming zijn ontworpen om te voorzien in een veiligheidsniveau dat sociaal en politiek acceptabel is -- we noemen dit de veiligheidsnorm. De eerste taak voor beleidsmakers is het bepalen van een geschikte veiligheidsnorm.

Dammen, dijken en andere veiligheidsmaatregelen zijn ontworpen om te voorzien in een veiligheidsniveau dat voldoet aan de veiligheidsnorm, of deze zelfs overtreft. Rivierdijken in Nederland zijn bijvoorbeeld gebouwd om weerstand te bieden aan overstromingen die eens in de 1250 jaar voorkomen. De berekeningen die de veiligheidsnorm bepalen, zijn gebaseerd op veronderstellingen (modellen voor het watermanagementsysteem) en historische gegevens (over weerpatronen, stromingen en het verloop van rivieren). Als omstandigheden veranderen waardoor deze veronderstellingen niet langer gelden, kan het veiligheidsniveau in werkelijkheid lager uitvallen dan waarin de veiligheidsmaatregelen voorzien -- we noemen dit het 'werkelijke veiligheidsniveau'. De tweede taak voor beleidsmakers is ervoor te zorgen dat het werkelijke veiligheidsniveau niet lager is dan de veiligheidsnorm.

Ten aanzien van overlast dienen beleidsmakers de omstandigheden vast te stellen waarin sprake is van overlast, of mensen al dan niet schadeloos gesteld moeten worden voor de gevolgen van overlast, en in welke vorm en tot op welke hoogte deze schadeloosstelling dient te geschieden. Voordat hier besluiten over genomen kunnen worden, moet meer bekend zijn over overlast: wanneer is er sprake van overlast, en wat is de denkbare frequentie en ernst van overlast in de toekomst.

Het resterende gedeelte van dit rapport is onderverdeeld in drie hoofdstukken. In hoofdstuk 2 wordt een voorstel gedaan voor de stappen die ondernomen moeten worden om het advies van de commissie te ontwikkelen. Hoofdstuk 3 geeft een analytisch kader voor het werk. Hoofdstuk 4 schetst de algemene methode van RAND Europe voor het ontwikkelen van scenario's. Er zijn drie bijlagen met informatie die gebruikt kan worden bij de uitvoering van het werk genoemd in hoofdstuk 2. Appendix A biedt een aantal bouwstenen die gebruikt kunnen worden bij het opstellen van delen van de scenario's die te maken hebben met het aanbod van water: de krachten die van invloed zijn op structurele verandering van het aanbod van water, en de structurele veranderingen die hier het gevolg van zijn. Appendix B biedt een aantal bouwstenen voor de ontwikkeling van de delen van de scenario's die te maken hebben met de vraag naar water: de krachten die van invloed zijn op structurele verandering van de vraag naar water, en de structurele veranderingen die hier het gevolg van zijn. Appendix C behandelt het onderwerp veiligheid en zaken die verband houden met overlast.

2. STAPPEN VOOR DE ONTWIKKELING VAN HET ADVIES VAN DE COMMISSIE

Twee van de zaken waar de Commissie advies over dient uit te brengen hebben betrekking op (1) beleidsveranderingen die nodig kunnen zijn om problemen te voorkomen die bij het afstemmen van vraag en aanbod van water kunnen ontstaan, en (2) de problemen die veroorzaakt worden door overstromingen en overlast. Beleidswijzigingen die noodzakelijk zijn om problemen in de toekomst te voorkomen, kunnen onder de verantwoordelijkheid vallen van beleidsmakers in Nederland die verantwoordelijk zijn voor het waterbeleid, of beleidsmakers -- hetzij op nationaal hetzij op Europees niveau -- die niet direct verantwoordelijk zijn voor water (bv. het Nederlandse Ministerie van Landbouw of beleidsvormers van de Europese Commissie). De beleidswijzigingen kunnen betekenen dat er een nieuwe infrastructuur aangelegd moet worden, dat de huidige organisatie van de waterhuishouding gewijzigd moet worden, etc. Ongeacht de plaats waar de besluitvorming plaatsvindt, of de aard van de besluiten, dient de Commissie systematisch te werk te gaan bij het ontwikkelen van haar aanbevelingen en bij het formuleren van haar advies. In de introductie hebben we een aantal issues geïdentificeerd onder de titels vraag en aanbod van water, en veiligheid en overlast. In dit deel noemen we vijf vragen die betrekking hebben op de diverse zaken en stellen we aan de hand van deze vragen vijf stappen op voor de ontwikkeling van het advies van de Commissie.

- 1 Hoe ziet de vraag en aanbod van water er in de toekomst uit?
- 2 Welk beleid is beschikbaar om het systeem van watermanagement zodanig te veranderen dat de toekomstige vraag en aanbod van water goed op elkaar afgestemd kunnen worden? Wat zijn de kosten en baten van dit beleid?
- 3 Wat is een geschikte veiligheidsnorm?
- 4 Voorziet de bestaande infrastructuur in een veiligheidsniveau dat op zijn minst even hoog is als de veiligheidsnorm? Indien dit niet het geval is, welke beleidswijzigingen zijn er noodzakelijk? Wat zijn de financiële gevolgen en gevolgen voor de veiligheid wanneer de veiligheidsnorm verhoogd of verlaagd wordt?
- 5 Waardoor ontstaat overlast en wat kan er in de toekomst verwacht worden? Welke beleidsstappen kunnen genomen worden om overlast te voorkomen of de gevolgen van overlast te beperken? Op welke wijze moeten de getroffen personen schadeloos gesteld worden?

De methodologische aanpak voor het beantwoorden van bovenstaande vragen is voor iedere vraag verschillend en vereist een afzonderlijk onderzoek. Om de bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden, stellen we de volgende vijf stappen voor. Deze

stappen zijn met elkaar verbonden en dienen allen uitgevoerd te worden (niet noodzakelijkerwijs op volgorde). Stap 3 en 4 zijn nauw met elkaar verbonden en zijn onderling afhankelijk.

Stap 1: Het opstellen van scenario's voor de toekomstige vraag en aanbod van water in Nederland. Aangezien de toekomst erg onzeker is, kan onmogelijk precies voorspeld worden hoe vraag en aanbod van water er uit gaan zien. In plaats daarvan stellen we voor om een reeks scenario's te ontwikkelen die een aantal mogelijke toekomstbeelden betreffende vraag en aanbod van water beschrijven. In deze scenario's moet rekening gehouden worden met veranderingen die van invloed zijn op zowel de vraag als het aanbod van water. Een stijging van het zeewaterpeil kan bijvoorbeeld van invloed zijn op de kwaliteit van het grondwater en daardoor de hoeveelheid bruikbaar grondwater verminderen. Wat de vraag betreft, in Nederland is de landbouw de grootste gebruiker van water en iedere verandering binnen de landbouwsector heeft daarom grote invloed op de vraag naar water. Dit soort ontwikkelingen moet verwerkt zijn in de scenario's zodat deze een realistische beeld kunnen geven van de mogelijke toekomstige vraag en aanbod van water in Nederland. De scenario's vervullen een belangrijke rol bij het vaststellen van de kosten en baten die gepaard gaan bij het voldoen aan de vraag, het aan de orde stellen van veiligheidsaspecten en het sturen van de beleidsvorming.

Stap 2: Het vinden en vaststellen van beleidsvormen voor het beheer en de afstemming van de toekomstige vraag en aanbod van water zoals beschreven in elk van de scenario's en het bepalen van de kosten en baten van deze beleidsvormen. Deze beleidsvormen dienen alle keuzemogelijkheden (waaronder: veranderingen aan de infrastructuur, veranderingen in de wijze waarop de infrastructuur beheerd wordt en veranderingen van de tarieven en wetgeving die van invloed zijn op het watergebruik of het lozen van water) te bevatten. Bij het vaststellen van de kosten en baten dienen de gevolgen van de beleidsvormen onderling vergeleken te worden; hierbij moet gedacht worden aan de doelstellingen van alle betrokkenen (waaronder: de economische gevolgen, gevolgen voor het milieu en de financiële gevolgen).

Stap 3: Het onderzoeken van de consequenties van de diverse veiligheidsnormen. Welke veranderingen in de infrastructuur zijn nodig om de huidige veiligheidsnormen te handhaven onder de toekomstscenario's? Welke kosten en baten zijn verbonden aan het verhogen van de veiligheidsnormen? Zou een lagere veiligheidsnorm sociaal en politiek gezien acceptabel zijn? Ligt het meer voor de hand dat de Nederlandse bevolking de veiligheidsnorm in de toekomst wil handhaven of wil verhogen? In de toekomst zijn mensen wellicht geneigd een lager niveau van veiligheid te accepteren om, bijvoorbeeld, de natuurlijke omgeving in stand te houden. Indien dit het geval is, zou het mogelijk zijn om de kosten voor bescherming tegen overstrooming omlaag te brengen. Om beleidsmakers te kunnen adviseren over de wenselijkheid en aanvaardbaarheid van veranderingen van de veiligheidsnorm dient te worden bepaald in hoeverre mensen risico willen dragen en wat hun opvattingen zijn over veiligheid. Door middel van een onderzoek kan vastgesteld worden wat de algemene houding en opvatting is omtrent veiligheid en overlast. De resultaten van zo'n onderzoek zijn zeer nuttig voor het bepalen van een geschikte veiligheidsnorm in de toekomst.

Stap 4: Deze stap bestaat uit twee delen. Ten eerste moet bepaald worden of de huidige infrastructuur geschikt is om het vastgestelde veiligheidsniveau te bereiken onder de omstandigheden die beschreven staan in de verschillende scenario's. Indien de huidige infrastructuur niet kan voorzien in een veiligheidsnorm onder de voorwaarden, zoals beschreven in de scenario's, zullen extra maatregelen genomen dienen te worden om te kunnen voldoen aan de huidige veiligheidsnorm. Ten tweede dienen de economische en andere gevolgen van een hogere of lagere veiligheidsnorm bepaald te worden. (De sociale en politieke haalbaarheid van het verlagen van de veiligheidsnorm wordt behandeld in Stap 3.)

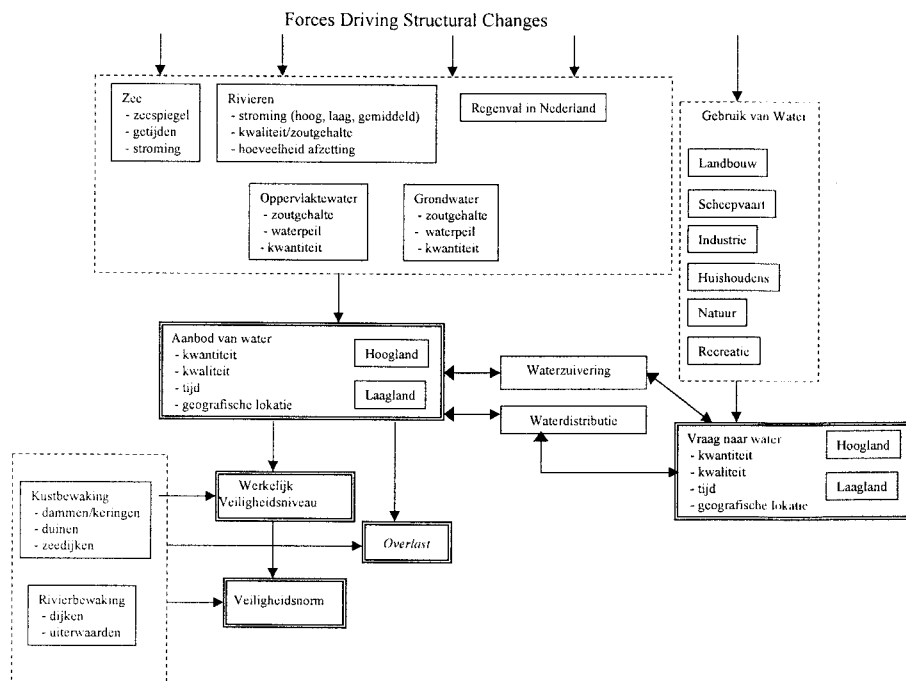
Het is van belang dat scenario's voor de toekomstige vraag en aanbod van water in Nederland (zoals ontwikkeld in Stap 1) gebruikt worden in deze stap bij het bepalen van de geschiktheid van de huidige infrastructuur en de gevolgen die het vaststellen van een lagere of hogere veiligheidsnorm met zich meebrengt. Voor het bepalen van voornoemde zaken dient gebruik te worden gemaakt van een model dat een schatting kan geven van de waarschijnlijkheid van overstroming en de resulterende schade die het verhogen of verlagen van de veiligheidsnorm met zich meebrengt.

Stap 5: Er zijn nog geen duidelijk geformuleerde beleidsvormen die betrekking hebben op overlast. Ook al worden zaken met betrekking tot overlast behandeld in de Stappen 3 en 4 stellen wij voor om overlast in een afzonderlijke stap te behandelen. Overlast brengt schade toe aan bezittingen, maar is niet levensbedreigend. Overlast lijkt steeds vaker voor te komen. Een van de belangrijkste vragen is waarom dit het geval is? Wordt het weer steeds onvoorspelbaarder, is het toeval, of ligt het aan iets anders? Wat is de publieke opinie ten opzichte van overlast? Als er meer bekend is over overlast kunnen verschillende beleidsvormen in overweging worden genomen om overlast te voorkomen of de gevolgen ervan te beperken. Een belangrijk beleidsvraagstuk met betrekking tot overlast is de schadeloosstelling van de betrokkenen. Voor de kwestie van schadeloosstelling dienen situaties die gelden als overlast duidelijk gedefinieerd te worden: wie vergoedt de schade, en wat is de hoogte van de uit te keren bedragen.

3. ANALYTISCH KADER

Om het eens te kunnen worden over de inhoud en gepastheid van de werkzaamheden, zoals die in hoofdstuk 2 zijn voorgesteld, moet men inzicht hebben in zowel het waterbeleid op zich, als in de elementen die van invloed zijn op vraag en aanbod van water, en op veiligheid. Om begrip op dit gebied te bevorderen, maken wij gebruik van het systeemdiagram in Afbeelding 1. Dit systeemdiagram geeft aan wat er zich binnen en buiten het systeem bevindt door: (1) het definiëren van de grenzen van het systeem, en (2) het definiëren van de elementen van het systeem. Een van de voornaamste doelstellingen van het diagram is ervoor te zorgen dat alle aandachtspunten, waar beleidsmakers mee te maken kunnen krijgen, worden meegenomen in het opstellen van scenario's over vraag en aanbod van water in de toekomst.

Afbeelding 1 - Systeemdiagram van water in Nederland



Het systeemdiagram in Afbeelding 1 geeft de drie onderdelen van de waterhuishouding weer: de aanbodzijde, de vraagzijde, en de veiligheid- en overlastzijde. Linksboven in het diagram staan de elementen die het aanbod van water bepalen. Rechtsboven in het diagram staan de elementen die de vraag naar water bepalen. Linksonder staan de elementen die betrekking hebben op veiligheid en overlast.

De systeemgrens vormt de afscheiding tussen het systeem en de omgeving. De eerste stap bij het bepalen van de grens van het systeem is het definiëren van de relevante

uitkomsten. Voor het systeem van vraag en aanbod van water worden de relevante uitkomsten gevormd door de vraag en aanbod van water. Voor het veiligheid- en overlastsysteem, zijn de relevante uitkomsten de veiligheidsnorm, het werkelijke veiligheidsniveau, en de overlast. De relevante uitkomsten zijn weergegeven in de rechthoeken met een dubbele rand. De systeemgrenzen zijn weergegeven door stippellijntjes.

Alle elementen die van invloed zijn op de relevante uitkomsten zouden in het systeem kunnen worden opgenomen. De belangrijkste elementen zijn opgenomen in het systeemdiagram. De belangrijkste elementen binnen het systeem van de vraag naar water, zijn de diverse watergebruikers, zoals de landbouw, de scheepvaart, de natuur, de industrie, huishoudens en recreatie. Binnen het systeem van aanbod van water, zijn de belangrijkste elementen de diverse bronnen (bijvoorbeeld rivierwater dat naar Nederland wordt gevoerd en regen), en wateropslagplaatsen (grondwater, meren, rivieren en kanalen). Dus wordt de grens van het systeem van vraag en aanbod van water zo getrokken dat deze bijkomende elementen van vraag en aanbod worden meegenomen.

Veiligheid en overlast zijn rechtstreeks afhankelijk van het aanbod van water, wat een relevante uitkomst is van het systeem van aanbod van water. Bovendien zijn veiligheid en overlast afhankelijk van de bestaande infrastructuur (bijvoorbeeld dijken en uiterwaarden). Deze elementen vormen tezamen het veiligheidssysteem, dat is aangegeven door het hokje met stippellijnen linksonder in Afbeelding 1. Wij maken onderscheid tussen enerzijds het systeem van veiligheid en overlast, en anderzijds het vraag- en aanbodsysteem, ten einde duidelijk de verschillen aan te geven tussen de eerste twee aandachtspunten waar de Commissie mee te maken heeft.

Het systeemdiagram in Afbeelding 1 is een in hoge mate gestileerde weergave van het watersysteem in Nederland. Het is niet de bedoeling om met dit diagram het technische watersysteem, het waterdistributiesysteem, of de organisatie van de waterhuishouding in Nederland af te beelden. Het diagram is geen weergave van de complexe interactie tussen de elementen van het systeem, noch van het beleid. Het kan niet worden gebruikt om beleidswijzigingen te beschrijven (of dat nu externe wijzigingen zijn, die de landbouw raken, of interne wijzigingen, die rechtstreeks op het water van invloed zijn). Het is puur een heuristisch middel dat moet helpen bij het bepalen van de belangrijkste problemen waar beleidsmakers de komende eeuw mee geconfronteerd kunnen worden. Tevens dient dit diagram als hulpmiddel bij het opstellen van scenario's voor vraag en aanbod van water in de toekomst.

Het systeemdiagram maakt onderscheid tussen de vraag naar en het aanbod van water. De elementen met betrekking tot waterzuivering en waterdistributie (waaronder een aantal diensten die door waterleidingbedrijven en waterschappen worden geleverd) maken deel uit van beide onderdelen van het systeem. Enerzijds creëren deze elementen een vraag naar oppervlakte- en grondwater, en anderzijds dienen zij als toevoerders van een deel van het water dat wordt gebruikt door huishoudens, industrie en landbouw.

Deze elementen brengen de toevoer van water onder in verschillende categorieën, om zo aan de vraag te kunnen voldoen.

Er zijn twee soorten externe factoren die van invloed zijn op de waterhuishouding en die kunnen leiden tot veranderingen in de structuur van het systeem en in de elementen ervan. Deze factoren zijn enerzijds de externe factoren die tot structurele verandering leiden (*Forces Driving Structural Changes*, FDSC), en waar beleidsmakers geen controle over hebben, en anderzijds de beleidswijzigingen (Beleid dat niet rechtstreeks met water te maken hebben, zoals beleid dat de landbouw raakt, wordt beschouwd als externe factor buiten de waterhuishouding die tot veranderingen in het systeem leiden).

De verticale pijltjes boven in Afbeelding 1 moeten aangeven dat de FDSC rechtstreeks van invloed zijn op de elementen van het systeem, en veranderingen in de structuur van het systeem tot gevolg hebben. Eigenlijk zijn zowel de FDSC als de beleidswijzigingen, ontwikkelingen die buiten het systeem plaatsvinden en van invloed kunnen zijn op de structuur van het systeem (en dientengevolge ook op de, voor de beleidsmakers relevante, uitkomsten).

De externe factoren zijn in hoge mate onzeker. Te denken valt aan klimaatsveranderingen en technologische ontwikkelingen, maar ook aan de voorkeuren en het gedrag van de bevolking. *Scenario's* vormen het middel bij uitstek om om te gaan met deze onzekerheden, en ze te beschrijven. Elk scenario is een beschrijving van een mogelijke stand van het systeem in de toekomst. Scenario's voorspellen echter niet wat er in de toekomst *gaat* gebeuren, maar wat er *kan* gebeuren. Daarbij komt dat scenario's geen volledige beschrijving van het toekomstige systeem vormen; ze bevatten slechts factoren die van grote invloed zouden kunnen zijn op de relevante uitkomsten. In het volgende hoofdstuk bespreken wij een aanpak voor het opstellen van scenario's.

4. AANPAK VOOR HET OPSTELLEN VAN SCENARIO'S

Voordat wij onze methodologie voor het opstellen van scenario's toelichten, definiëren wij eerst de gebruikte termen: (1) typen beleid, (2) doelstellingen, (3) relevante uitkomsten, (4) structurele veranderingen, en (5) factoren die leiden tot structurele verandering (FDSC).

1. *Typen beleid* zijn de instrumenten waarover beleidsmakers beschikken en waarmee zij de structuur en de prestaties van het systeem kunnen beïnvloeden. Deze instrumenten kunnen worden onderverdeeld in vier categorieën. *Technisch beleid*: deze beleidsvorm voegt iets toe aan of wijzigt de infrastructuur van het huidige watermanagement (bijvoorbeeld de aanleg van een nieuw kanaal). *Management beleid*: deze vorm van beleid wijzigt de regels die de werking van de infrastructuur bepalen (bijvoorbeeld, het verdelen van waterdistributie over concurrerende gebruikers of regio's). *Prijsbeleid* legt een heffing op het gebruik of het afvoeren van water (bijvoorbeeld verbruiksbelasting). *Regelgevend beleid* beheert het waterverbruik en de waterafvoer door middel van juridische en administratieve maatregelen (bijvoorbeeld quota's en vergunningen).

Een van de taken van beleidsmakers is het anticiperen op veranderingen in het betreffende systeem, en het ontwikkelen en doorvoeren van beleidsvormen die de mogelijke negatieve gevolgen van dergelijke veranderingen kunnen mitigeren of compenseren. Soms kunnen beleidsvormen leiden tot vergaande veranderingen in het systeem (van dezelfde omvang als de structurele veranderingen ten gevolge van de FDSC's). Veranderingen in het systeem die het gevolg zijn van een bepaald type beleid onderscheiden zich van structurele veranderingen in die zin dat zij weloverwogen zijn.

2. Beleid is erop gericht bepaalde *doelstellingen* te behalen (bijvoorbeeld voldoende water voor de landbouw). Voor iedere beleidsdoelstelling worden criteria gebruikt voor het bepalen van de mate waarin beleidsmaatregelen kunnen bijdragen aan het behalen van de doelstellingen. Deze criteria staan in direct verband met de uitkomsten die de waterhuishouding voortbrengt.
3. Deze uitkomsten van de watersysteem, die samenhangen met de doelstellingen, noemen wij *relevante uitkomsten*. De werking van de watersysteem zorgt ervoor dat de relevante uitkomsten bepaalde niveaus bereiken, bijvoorbeeld: een bepaalde hoeveelheid water op een bepaalde plaats, op een bepaald moment, van een bepaald kwaliteitsniveau en een bepaald veiligheidsniveau. De doeltreffendheid van beleid kan worden beoordeeld door de veranderingen te meten die zich ten gevolge van de tenuitvoerlegging van het beleid in de relevante uitkomsten voordoen.
4. Een *structurele verandering* is een vergaande verandering in de structuur van het systeem:
 - In de subsystemen die tezamen het systeem vormen

- In de elementen van de subsystemen
- In de verhoudingen tussen de subsystemen of de elementen van de subsystemen
- In de grenzen van het systeem

Om vast te stellen welke structurele veranderingen van belang zijn en welke niet, moeten wij kijken naar de impact van deze veranderingen op de relevante uitkomsten. Laten wij er bijvoorbeeld van uitgaan dat een hypothetische structurele verandering leidt tot een stijging van 200% van de industriële vraag naar water. Deze stijging van de vraag naar water voor industrieel gebruik is niet aanzienlijk genoeg om veel aandacht aan te besteden, aangezien industrieel water voornamelijk wordt gebruikt voor koelingdoeleinden, en de kwaliteit van het water dus niet zo belangrijk is. Dientengevolge kan er gemakkelijk aan deze stijging in de vraag worden voldaan. Daarentegen zou een structurele verandering met als gevolg een stijging van 20% in de vraag naar water vanuit de landbouwsector veel aanzienlijker zijn. Zowel voor irrigatie als voor het spoelen dient het water van goede kwaliteit te zijn. Een stijging van 20% in deze vraag heeft dus grote gevolgen.

5. De externe factoren die tot structurele verandering leiden (FDSC) zijn factoren die van buitenaf inwerken op het systeem. Deze FDSC kunnen leiden tot veranderingen in het functioneren van een systeem, wat vervolgens kan leiden tot veranderingen in de relevante uitkomsten. Aangezien beleidsmakers geen invloed hebben op de FDSC zullen de resulterende veranderingen niet allemaal wenselijk zijn. Klimaatverandering kan bijvoorbeeld leiden tot een stijging van de zeespiegel, een grotere regenval en verandering van weerpatronen; al deze factoren hebben lagere veiligheidsniveaus tot gevolg -- wat een onwenselijke verandering betekent. Er zijn ook veranderingen die plaats kunnen hebben binnen het systeem (bv. veranderingen binnen de landbouwtechnologie) en die de relevante uitkomsten kunnen veranderen. Beleid kan in sommige gevallen als FDSC aangemerkt worden. Bijvoorbeeld EU-beleid dat invloed heeft op de landbouw in Nederland kan beschouwd worden als een FDSC voor de Nederlandse waterhuishouding. EU-beleid wordt aangemerkt als FDSC omdat beleidsmakers die verantwoordelijk zijn voor de Nederlandse waterhuishouding weinig invloed hebben op de gevolgen van beleidsvoering binnen de EU. Het belang en de effecten van deze externe krachten en interne veranderingen kunnen aangepakt worden door gebruik te maken van scenario's.

Relevante FDSC voor de aanbodzijde van de waterhuishouding zijn: klimaatverandering, stijging van de zeespiegel, verharding van het grondoppervlak in Nederland, en bodemverzakking. Neem het voorbeeld van de verharding van het grondoppervlak. Een van de gevolgen van een toename van het verharde grondoppervlak is dat er minder plaatsen zijn waar regenwater in grondwaterreservoirs kan stromen. En aangezien dit water toch een afvoerplaats moet vinden, zal het uiteindelijk belanden in het rivierenstelsel, waardoor de stroming toeneemt en het risico op overstroming groter wordt. Ook het EU-beleid dat van invloed is op de Nederlandse landbouwsector vormt een relevante FDSC voor de vraagzijde van de waterhuishouding.

FDSC kunnen onderverdeeld worden in twee categorieën:

- Mate van **onzekerheid**
- Mate van **relevantie** van de uitkomsten

Wanneer geen onzekerheid bestaat over een externe kracht die inwerkt op een systeem, of wanneer de effecten van die kracht bekend zijn, zijn de resulterende veranderingen binnen het systeem en de relevante uitkomsten bekend. Wanneer er daarentegen onzekerheid bestaat over de inwerking van een FDSC op een systeem of over het effect dat deze FDSC zal hebben op de structuur van het systeem, zal er ook onzekerheid bestaan over de wijze waarop de relevante uitkomsten veranderen. Daarom is het vanuit het perspectief van beleidsmakers belangrijk om zich te concentreren op de FDSC waar onzekerheid over bestaat.

Hoewel er een grote mate van onzekerheid rond een externe factor kan bestaan, kan die externe factor maar weinig invloed hebben op de uitkomsten die relevant zijn voor de beleidsmaker. De externe factoren die uiterst relevant zijn voor de uitkomsten, zijn de externe krachten die volledig begrepen dienen te worden. Daarom richten scenario's zich op die onzekere externe factoren en onzekere structurele veranderingen welke uiterst relevant zijn voor de uitkomsten en daarom van groot belang voor beleidsmakers.

Hoe kunnen wij de uiterst relevante, de uiterst onzekere factoren en de structurele veranderingen vaststellen? Wij gebruiken het hieronder weergegeven 6-stappenplan. Eerst dienen echter een aantal termen verklaard te worden:

- *Tamelijk zekere veronderstellingen* zijn veronderstellingen over FDSC en structurele veranderingen die zo aannemelijk zijn dat ze beschouwd kunnen worden als zeker of bijna zeker.
- *Onzekere veronderstellingen* zijn veronderstellingen over FDSC en structurele veranderingen die niet aannemelijk genoeg zijn om ze te kunnen beschouwen als zeker of bijna zeker.
- *Relevante veronderstellingen* zijn veronderstellingen die een grote impact (d.w.z. dat ze tot grote veranderingen leiden) hebben op één of meerdere relevante uitkomsten.
- *Irrelevante veronderstellingen* zijn veronderstellingen die weinig of geen impact hebben op de relevante uitkomsten.

De zes stappen die nodig zijn voor het opstellen van scenario's zijn als volgt:

1. Ontwikkelen van een systeemdiagram, definiëren de relevante uitkomsten, en stel de FDSC vast.

2. Vaststellen van de structurele veranderingen.
3. Vaststellen van de veronderstellingen die ten grondslag liggen aan structurele veranderingen.
4. Bepalen welke veronderstellingen onzeker zijn en welke tamelijk zeker zijn, teneinde de onzekerheden te selecteren die in de scenario's moeten worden opgenomen.
5. Bepalen welke structurele veranderingen relevant zijn (d.w.z. de veranderingen die grote impact hebben op de relevante uitkomsten).
6. Opstellen scenario's door het combineren van relevante structurele veranderingen waar onzekere veronderstellingen aan ten grondslag liggen.

Scenario's worden ontwikkeld om beleidsmakers in staat te stellen de eerste twee vragen uit hoofdstuk 2 te behandelen:

- Hoe zien de vraag en het aanbod van water er in de toekomst uit?
- Welk beleid is beschikbaar om vraag en aanbod van water op elkaar af te stemmen?

De scenario's worden ook gebruikt om de vragen over veiligheid te behandelen.

In Appendix A en B, gebruiken we het systeemdiagram uit hoofdstuk 3 om een voorlopige idee te geven van de externe factoren die tot structurele verandering leiden (FDSC), de structurele veranderingen die overeenstemmen met deze FDSC, en het mogelijke effect van deze structurele veranderingen op de relevante uitkomsten (Appendix A behandelt de aanbodzijde van de waterhuishouding; Appendix B behandelt de vraagzijde). De volgende stap bij het opstellen van scenario's is het maken van een meer gedetailleerde beoordeling van het niveau van onzekerheid voor elk van de FDSC en de verwante structurele veranderingen, en de relevantie van deze structurele veranderingen voor het waterbeleid in Nederland.

APPENDIX A

FDESC AND STRUCTURAL CHANGES IN THE SUPPLY OF WATER

A.1 FACTS AND PROBLEM AREAS

The water sources for the Netherlands include rain, rivers, and sea. Table 1 shows the total amounts of water entering the Netherlands during an average year and a very dry year. The water infiltrates into soil to become groundwater and discharges into the river and lake subsystems through the distribution subsystem (i.e., the lakes, canals, and polder water management infrastructure) as surface water. The main function of the treatment and distribution subsystem is to match the supply with the demand – trying to make sure that water in the desired amounts with the desired quality is available at the right times in the right places. The treatment and distribution subsystem also has another important function, namely to keep the land below sea level dry by pumping out the excess water. This subsystem includes the water distribution companies who treat the water to make it drinkable. These companies are here described as **suppliers** of water in connection with the supply of water, since they satisfy the demand for drinkable water. However, they also create a **demand** for water, since they need a source for the water they distribute.

Table 1: Water sources in the Netherlands

	Average year	Very dry year (1976)	Very wet year ²
Rain:	29 100 mln m3 (760 mm)	20 800 mln m3 (539 mm)	41 300 mln m3 (1071 mm) (1998)
Rhine (at the border):	69 300 mln m3	41 500 mln m3	88 100 mln m3 (1995)
Maas (at the border):	7 300 mln m3	3 500 mln m3	10 100 mln m3 (1995)
Other rivers:	3 000 mln m3	1 500 mln m3	

Rivers

Rivers supply almost $\frac{3}{4}$ of the Netherlands' surface water and, along with certain canals, function as the shipping lanes for the inland shipping going from Western Europe to Rotterdam Harbor and the North Sea. The Rhine is the major source of surface water. In an average year, it brings 69,000 million m³ of water into the country – about 63 percent of the country's entire supply of fresh surface water. Its average rate of discharge is about 2200 m³/s measured at Lobith, near where it enters the country from Germany (its maximum observed discharge was 12500 m³/s and its

² The year 1998 had the greatest amount of rainfall since rainfall measurements were begun in the middle of the 19th century. River flows were highest in 1995.

lowest was 620 m³/s). Shortly after entering the Netherlands, the Rhine splits into 3 branches: the Waal, the Neder-Rijn, and the IJssel. The Waal and the Neder-Rijn continue westward, flowing into the Delta near Rotterdam. The IJssel flows north, discharging into the IJssel lakes. The Rhine is partly fed by rain and partly by snowmelt from the Alps. Rain causes the flow in the Rhine to peak during the winter and snowmelt causes another, lower, peak during the summer.

The Maas enters the Netherlands from Belgium near Borgharen, then bends to the west and joins the Delta. Its average discharge rate is about 230 m³/s measured at Borgharen. The Maas is fed by rain and has a relatively high flow during the winter and a low flow during the summer. It supplies about 8 percent of the total surface water, but the quality of its water is on average better than the quality of water from the Rhine. Combined, the Rhine and the Maas provide almost 70 percent of the country's surface water. Smaller rivers (the Overijsselsche Vecht, Roer, Niers, and Swalm) and streams provide another 2 percent of the surface water.

Table 2 shows indicators describing the quality of water in the Rhine and Maas rivers in 1996 and 1989. The quality of water in the rivers varies greatly during the course of a year. Although the water in the Maas is less saline than the water in the Rhine, it is still not of a high enough quality to be used throughout the year. During good periods, the water from Maas is pumped into reservoirs.

Table 2: Water quality indicators for the rivers Rhine and Maas

	Rhine (measured at Lobith)						Maas (measured at Eijsden)					
	1996			1989			1996			1989		
	avg	min	max	avg	min	max	avg	min	max	avg	min	max
Oxygen (mg/l)	10.2	7.3	12.6	9.2	7.1	11.4	8.1	2.9	14.7	8.0	1.8	12.0
Chloride (mg/l)	156	84	240	182	95	321	49	18	109	65	22	171
Phosphate (mg/l)	0.22	0.13	0.51	0.3	0.2	0.4	0.47	0.20	1.20	0.5	0.2	1.2

Rain

Rainfall is another important source of water in the Netherlands. About 27 percent of the water supply in the Netherlands comes from precipitation. Dutch climate is characterized by frequent periods of rain; droughts occur less than once in every ten years. The amount of water being supplied by rain is not, however, exceptionally high. Thus, especially during the summer months, evapotranspiration from vegetated areas is larger than precipitation. The seasonal cycle of precipitation and evapotranspiration leads to moist winters with a surplus of water and dry summers with a deficit of water

(October to March – cumulative surplus of 300 mm; April to September – cumulative deficit of 100 – 150 mm (dry year: 300 mm)).

- Over the last 100 years, the total amount of rain has increased. This may be due to climate change, but it could simply be natural variability.
- The distribution of rain over the course of the year also seems to be changing. Heavier rains are occurring more often and summers are becoming drier.

Lakes (IJsselmeer)

Most lakes in the Netherlands are artificial lakes that have been created by building dikes and dams. Lakes are an essential part of the system for controlling water levels throughout the water system, in providing storage space for fresh water, and for recreation. The largest lake, the IJssellake, was created in the 20th century. There were four reasons for closing off the Zuyderzee and creating the IJssellake: for flood protection, to prevent salination of the land, land reclamation to increase food production, and for storing fresh water.

Groundwater

Groundwater in the Netherlands is usually found quite close to the surface. The groundwater recharge is highly dependent on the local topographical situation. In the highlands, the groundwater recharge is high and the quality of the groundwater is good. There, it is an important source of water for drinking and irrigation. In the lowlands, there is a thin layer of fresh groundwater followed by saline or brackish groundwater. Good quality groundwater can be found in the dunes along the North Sea, and drinking-water companies often pump surface water into the dunes to store it, or to take advantage of the dunes' natural filtration characteristics.

In addition to the salinity problem, groundwater is also threatened by pollution from human activities. During the 1970's, several severely polluted areas were discovered and efforts are being made to clean this soil. Agriculture is the main polluter of both soil and groundwater.

Agriculture and urbanization require efficient drainage systems during wet periods. These drainage systems prevent the recharging of groundwater. At the same time, drinking water and industrial users require larger quantities of groundwater. The excessive use of groundwater for various purposes has led to a serious depletion of groundwater reserves in many areas of the Netherlands, affecting the ecosystem and leading to a drying out of the land (*verdroging*). Since the 1950's, the amount of fresh groundwater has been severely reduced, especially in the major discharge areas.

Sea

25% of the Netherlands is below sea level. The sea level has risen during the last thousand years, and is expected to continue rising in the future. The dunes along the

coast as well as man-made dikes and dams protect the land from flooding by the sea. Dunes form two thirds of the protection line along the coast. However, the dunes and beach are constantly changing due to natural forces and need to be constantly maintained in order to provide the needed protection from the sea.

The currents along the Dutch coast move from south to north, moving sediment from the Rhine to the German Bight. These river sediments are heavily polluted. Since the shipping lanes need to be kept free for shipping, the lanes are regularly dredged. The disposal of the polluted sediment from dredging is a serious problem.

Water distribution companies

Water supply companies produced 1267 mln m³ of drinkable water in 1996 (1097 mln m³ in 1985). Of this, 58% of the water goes to households, 22% to small business, 13% to industry and 7% to other water users. Water supply companies prefer to use groundwater because of its better quality and simpler purification requirements. In 1996, 814 mln m³ of the 1267 mln m³ of drinkable water (64%) came from groundwater and 454 mln m³ (36%) came from surface water. Groundwater is also artificially produced by water distribution companies along the dunes by recharging the groundwater reservoirs with river water. In 1996, 24 mln m³ of water was produced in this way compared to 40 mln m³ in 1985. Generally, the use of groundwater is expected to decrease because of problems with the drying out of the land (*verdroging*). However, increased artificial recharging or other developments can lead to an increased use of groundwater. In the western part of the Netherlands, surface water from rivers is the primary source of water for producing drinking water.

A.2 FDSCs AND STRUCTURAL CHANGES IN THE SUPPLY OF WATER

Table 3 lists possible structural changes in supply of water and the FDSCs that would lead to them.

Table 3: FDSCs and possible structural changes in the supply of water

FDSCs (those shown in bold are the six agreed in project meetings)	Element in the system affected by FDSC	Structural Change	Change in supply
Sea level up (global warming or soil subsidence)	Rivers, lakes, sea	Salinity in rivers increases	Less fresh surface water
	Groundwater	Increase in salinity of groundwater. Changes in soil and groundwater reservoir areas	Less fresh groundwater;
Climate change: Changing weather patterns in Europe (yearly pattern different, heavier storms); Global warming (more melting snow)	Rain, groundwater	The amount of rain in the Netherlands over the year increases, more water infiltrates into soil	More surface water
	Rain	Changes in yearly pattern of rain; dryer summers and wetter winters	Lack of surface water during summers, more surface water during winters
	Lakes, rivers	Heavier storms increase salinity of the water in lakes and rivers.	Less surface water of good quality.
	Rivers	Flows in rivers increase	More surface water
	Rivers	Changes in yearly behavior of rivers	More or less surface water during different times of the year
Hardening of the surface	Rivers, lakes, groundwater	The rate of discharge of the excess water is quicker, the flows of groundwater change.	Possible shortage of groundwater in some locations and excess groundwater in other places.
Pollution (outside or inside the Netherlands)	Rain	Acid rain and similar changes in the quality of rain that affect vegetation	Quality of surface water changes
	Rivers, lakes	Changes in the quality of surface water.	Less surface water of good quality
	Groundwater	Changes in the quality of groundwater	Less fresh groundwater
Policies of creating additional land or infrastructure off the current Dutch coast (e.g., Maasvlakte 2)	Sea	Changes in currents; increased speed of erosion.	Possible changes in quality of surface and groundwater
The need to do business more efficiently, energy price , public pressure for environmentally friendly production	Water distribution companies	Water purchase from other countries	More groundwater
	Water distribution companies	Technological innovations to reduce surface water management costs, i.e., less demand for fresh groundwater	More groundwater

APPENDIX B

FDSCs AND STRUCTURAL CHANGES IN THE DEMAND FOR WATER

B.1. BACKGROUND AND PROBLEM AREAS BY DIFFERENT USERS OF WATER

The main users of water are the agricultural sector, drinking water companies that produce water for households and industry, industry, and shipping. Yearly, 16 000 mln m³ of surface water is abstracted for irrigation, flushing, for industry, and for drinking water. One should also keep in mind that for controlling water levels the excess water needs to be pumped out. Industry and drinking water companies together use around 1200 mln m³ of groundwater annually. Additionally, groundwater is still used in some places for irrigation.

Agriculture

Currently, around 60% of the land in the Netherlands is used for agricultural purposes (around 20 mln ha). The total area used by agriculture has decreased slightly during the 1990s (an average of 300 km² per year). However, since different agricultural activities require different amounts of water, the demand of water is not directly dependent on the area of agricultural land. For example, the land used for grazing has decreased during the 1990s, while the area used for gardens has increased. So, there might have been an increase in demand for water for agricultural purposes, since gardens require more water.

Agriculture is the largest user of surface water when one takes into account the amount of water that is moved from one place to another. This is due to the need to control the water level in the Netherlands through a complex water management system that includes the lakes, major waterways, boezems, and ditches.³ In the beginning of the growing season, excess water needs to be pumped out in order to create good growing conditions and to be able to enter fields with heavy machinery. However, current policy is to retain as much water as possible as a reservoir for dry summer months. During the summer, extra water is needed to maintain water levels and for irrigation. The desired water level is different for arable crops, grasslands, and horticulture.

Approximately 10% of the cultivated land is sprinkled and, depending on the dryness of the year, between 100 and 400 mln m³ of water per year is used for irrigation, with the average being around 200 mln m³. Water for irrigation is taken primarily from the rivers (especially in the lowlands). However, groundwater is still important for

³ Even if all agricultural activities were to end, there would be some control of water levels needed in the lowlands in order to keep the ground dry.

irrigation, especially in the highlands, although the use of groundwater for irrigation is restricted in many provinces. The cultivation of some varieties of vegetables and flowers requires very high quality water. Most of these vegetables and flowers are grown in glasshouses that have either their own water reservoirs or use water produced by drinking water companies.

Salinity is a continuous problem in the lowlands, which threatens crop production. Once salted, the land is unsuitable for agriculture for a long time. During the summer, the water in canals and ditches in the polders is flushed with water from rivers to keep the salinity level low. Increased salinity of the water in the Rhine has created problems, since high-salinity water cannot be used for flushing. During dry years, high salinity levels combined with water shortages cause large losses for agriculture.

Agriculture is one of the main polluters of water and soil because of fertilizers, pesticides and animal waste. The nitrogen discharge has increased from around 10 kgN/ha in 1950 to around 40 kgN/ha in 1990. The nitrate content of groundwater has increased steadily; it was around 30 mgN/l in 1996. The EU limit for the maximum allowed nitrate content in groundwater for human use is 11.3 mgN/l.

Industry

The food, paper, chemical, and steel industries are the major water users. The water used by industry is usually fresh surface water taken from rivers; the water is returned to the rivers after possible cleaning. Industry uses 1200 mln m³ per year of surface water, of which 95% is used for cooling (excluding power plants). There are no restrictions on the amount of the water able to be used by industry, but the companies using the water are required to take measures to prevent pollution.

Industry directly extracts 200 mln m³ of groundwater, about half of which is used for cooling. The industrial use of groundwater is expected to be increasingly restricted in the future. Industry also uses 160 mln m³ per year of water produced by drinking water companies.

Electricity production uses around 10 mln m³ per year of fresh and saline surface water for cooling purposes. The only requirement for this water is that it have a low temperature. After use, the water is returned to the rivers. The higher temperature of the water that is returned and the chemicals added to prevent corrosion reduce the quality of this water. For this reason, new power plants are required to have alternative cooling mechanisms.

Users of drinkable water

The biggest group using drinkable water are households, which used about 740 mln m³ drinkable water in 1994 (58% of water produced by water distribution companies; 132 liter per day per capita). The next biggest groups of drinkable water users are small

business (22%), industry (13%), and other water users (7%). Drinkable water is needed by industry for activities such as food production.

The price of the drinking water was an average NLG 1.70 /m³ in 1994. The price of drinking water is expected to increase in the future due to more stringent quality and environmental requirements. However, there may be also changes in the required quality for the water. Only 2% of the drinking water in the households is really consumed, the rest is used for flushing. Separation of the different types of water used in households could change the price and demand structure considerably.

Shipping

Inland waterways are important channels for transport, and are important for the Dutch economy. 6200 of total of 11000 inland ships in Europe travel under Dutch flag. For shipping, it is essential to have enough water for navigation. In addition to normal changes in the amount of water in rivers, river depths and currents are affected by the withdrawals of water for other purposes and by the loss of water in locks and weirs. Although shipping can suffer if water levels in the rivers are too low, too much water can also cause problems. When water levels are too high, the wakes and other influences of passing ships may lead to dike damage.

Nature and recreation

The past 50 years have considerably diminished environmental values and biodiversity in the Delta region, along the rivers, and in other wetlands. Human actions and extensive agriculture have taken land. Areas with wet land and with nutrition poor soil have become rarer. As a result, species depending on these conditions have become rarer. The changes in groundwater (*verdroging*) have had serious consequences, since 35% of indigenous plants are dependent on a good supply of groundwater. Extensive nature and landscape protection programs have developed over the years.

The Dutch landscape is dominated by water, and water plays a major role in recreation. During weekends almost every Dutchman seems to be strolling along beaches, canals and lakes. There are 25 000 pleasure crafts and linked waterways for them, and about 10% of the population participates in recreational fishing. Water-related recreation is also economically important. Broadly defined, the water recreation sector employs 14 000 people and has a yearly turnover of about 2.3 billion NLG. Tourist income related to water recreation areas increased by 6.2% in the period of 1990--1995. Inland fishing is nowadays a minor sector economically, although it has had major importance in past. Pollution and the construction of weirs, sluices, and reservoirs have been major reasons for its decline.

B.2 FDSCs AND STRUCTURAL CHANGES IN THE DEMAND FOR WATER

Table 4 lists possible structural changes in the demand for water and the FDSCs that would lead to them.

Table 4 - FDSCs and possible structural changes in demand for water

FDSC (those shown in bold are the six agreed in project meetings)	Element in the system affected by FDSC	Structural Change	Change in demand
EU policies , international agreements, national environmental policies, international economic situation, Changes in public values	Agriculture	Possible changes: Changes in crop mix; genetically modified new plants. Change in the area of cultivated land. Changes in the spatial location of agricultural activities.	Less or more fresh surface water and groundwater needed (for irrigation and flushing)
	Industry	Changes in the economic and industrial structure of Dutch industry (e.g., stop paper industry in the Netherlands); changes in spatial location of industry	Less or more water is needed
	Nature and recreation	Changes in nature reserve and recreational areas; change in demand for good quality water around living areas.	More good quality surface water and groundwater is needed.
Climate change (wetter winters, drier summers)	Agriculture	During dry summers more water needed for irrigation.	More fresh water needed in summers.
	Shipping	Dramatically decreased flow in rivers.	Not enough water in rivers for shipping
Sea level up (global warming or soil subsidence)	Agriculture	The discharge of the excess water to the sea becomes more difficult.	Too much surface water.
Energy pricing , the need to do business more efficiently, public pressure for environmentally friendly production motivate technological development	Agriculture	Technological developments to deal with saline water so that flushing is not needed.	Less demand for fresh water for flushing
	Industry	Alternative cooling technologies are developed so that water is not needed.	Less surface water is needed
Policy of self-sufficiency with respect to food is removed	Agriculture	Less agricultural activities	Less demand for water
Population changes; technological household innovations to recycle water; decrease of quality requirements for household water.	Users of drinkable water	Changes in the quantity and quality for the demand of drinking water.	Changes in the demand for drinkable water

APPENDIX C

SAFETY AND OVERLAST

In Section 2, three questions related to safety and *overlast* were formulated:

- What is the appropriate design safety level?
- Will existing infrastructure provide a level of safety that is at least as high as the design safety level in the future? If not, what changes in policies are needed? What are the cost and safety implications of lowering or raising the design safety level?
- Why does *overlast* occur? What policy measures can be taken to reduce the incidence of *overlast*? Once *overlast* occurs, how should the affected people be compensated for the resulting damage?

Section C.1 presents an overview of the water safety system and issues related to safety and *overlast*. Sections C.2, C.3, and C.4 each discuss one of the three questions raised above and present suggestions for answering it.

C.1 WATER MANAGEMENT ISSUES RELATED TO SAFETY AND *OVERLAST*

Dikes (and dunes) protect the land from being inundated by sea water and river water. About 25% of the Netherlands is situated below mean sea level. Without dikes and dunes, 60% of the area would be flooded daily due to flooding along river banks and in the area below sea level. This situation makes the situation vulnerable to storm surges and river floods. Dikes may collapse during high storm surge levels or extreme river discharges and large areas could become inundated. If dikes or dunes in the western part of the Netherlands were to collapse, large areas would be flooded and would remain under water until the dikes could be repaired and the water artificially removed. Unlike many other countries, any excess water on the land in the Netherlands, either coming through storms, flooding or rain, needs to be artificially removed.

Coastal safety

Based on the density of its population and its economic importance, the Government and Parliament have decided that the dikes and dams in Holland have to resist a storm surge occurring once in 10,000 years on the average. They accept inundations by storm surges exceeding this safety level. For the north and southwestern parts of the Netherlands and some Wadden Sea islands, dikes and dunes have to meet the safety standards of 1/4000 and 1/2000 per year. The Delta works are designed according to these standards. In addition to the threat to human life, the threat posed by storm surges is salt water; salt water destroys vegetation and makes the land unsuitable for agriculture for many years.

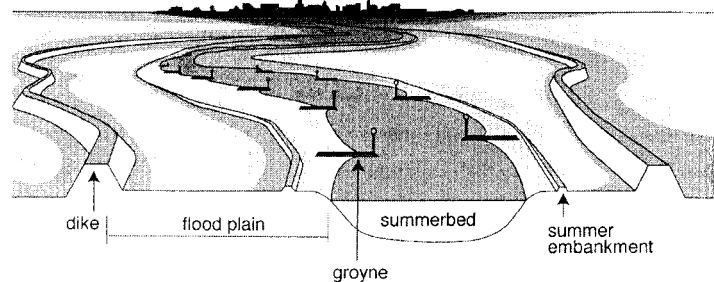
River safety

Much of the land on either side of the rivers in the non-tidal area lies below the average level of the river, or at most only a few meters above it. In its natural state, much of this land would be under water all of the time, or would be subject to frequent flooding. It is kept dry by river dikes. While the primary purpose of a dike is to protect land from flooding, after a dike is built it assumes other values as well. Trees and other botanically valuable plants grow on dike slopes. Over the years, people have built houses and other buildings on the dikes, and many of these structures have come to have historical or scenic significance. An older dike, curving through the landscape or around forests, parks, small lakes, and streams, may be viewed as a valuable part of the Dutch scenery. Preserving these additional values may be inconsistent with a dike's protective purpose or may be expensive to retain when the dike is rebuilt to modern safety standards.

The Netherlands has a sophisticated, intricate river safety system. The major elements of the system are depicted in Figure 2.

For that part of the river system that originates with the Rhine River, dikes are built in relationship to the discharge of the Rhine at Lobith. Statistical techniques have been used to estimate, for any discharge level, its *exceedance frequency*, i.e., the probability that in any particular year that level will be exceeded. The Government and Parliament have decided that the river dikes (in areas vulnerable to river floods) have to resist flows that are expected to occur once in 1250 years on the average. (This 1/1250 probability of flooding per year is the *design safety level*.) The discharge associated with this exceedance frequency is called the design discharge. Given a design discharge, Dutch engineers use mathematical models to compute the water level that can be expected at each dike section. This water level is called the design water level for the dike. There is an implicit assumption that the river level outside the dike will exceed its design water level with the same frequency that the river discharge will exceed its design discharge.

Figure 2 Elements of the River Safety Subsystem



Overlast

Overlast refers to a situation in which there is too much water on the land, which causes material damage and nuisance. It arises because there is more water supply than the drainage system can cope with. The extent of the damage depends on several factors, such as the type of land that is flooded and the time of the year. During the last few years, there have been several incidents of *overlast* that resulted in short-term flooding with large economic consequences. For example, the normal drainage capacity in South Holland is around 55 mm of water per 48 hours. Heavy rains in South Holland in the fall of 1998 produced more than 150 mm of water in 48 hours. Based on past weather statistics, the frequency of over 85 mm of rain per 48 hours in this area is estimated to be once in 100 years. One issue to be addressed is whether the frequencies of heavy rains are increasing, which means that *overlast* situations will occur more often in the future.

C.2 DETERMINATION OF APPROPRIATE DESIGN SAFETY LEVEL

The design safety level is dependent on social values and perceptions about safety. Policymakers need to understand public opinion and take it into account when considering the costs of increasing the design safety level, or the savings from lowering the design safety level. The latter case would arise if people in the future would be more willing to accept risk compared to the level of risk that people were willing to accept in the past. If this were true, it would be possible to reduce the costs of the safety subsystem. However, before any changes can be made to the design safety level, a study to understand the attitudes and perception of people towards the issues of safety would need to be carried out.

Carrying out such a study is not straightforward. First, values and perceptions related to safety are not the same across all cross-sections of society -- different people have different opinions and perceptions about safety depending on their individual circumstances. Furthermore, issues related to safety not only include loss to human life, but also touch on issues having to do with economic and environmental interests. For example, a project to increase the design safety level along river dikes in the late 1980's met with opposition from certain groups because of the perceived adverse environmental and cultural effects of raising the dikes. In order to identify public values and perceptions about safety, it is important to first identify all the issues and criteria that people have in their minds when they consider safety.

There are a variety of research approaches that can be used to assess public opinion. Examples of these approaches include surveys, interviews, and focus groups. Surveys are not the most appropriate approach for assessing public opinion about safety issues because the concepts of risk and values related to safety are very difficult to explain in a short written format, as would have to be done in a survey. A recent study related to the improvement of river dikes used focus groups. Focus groups bring together a group of people with some common interest to discuss a single topic in depth. Focus groups are especially useful for assessing public opinion when there is a wide range of

differing opinions and the goal is to identify all the differences in opinion on a given issue. During the focus group sessions, different techniques can be used to structure the discussion. Sometimes a simple scenario can be used to stimulate discussion, or participants can fill in questionnaires under the guidance of coaches leading the focus groups.

C.3 THE GAP BETWEEN THE DESIGN SAFETY LEVEL AND ACTUAL SAFETY LEVEL

A safety problem occurs when the actual safety level is below the design safety level. If this happens, policymakers need to take measures to increase the actual safety level, or to think about the implications of lowering the design safety level to correspond with the actual safety level. To prevent problems and to be prepared, the policymakers need to think about two types of questions:

1. What can happen to change the actual safety level?
2. What can be done if the actual safety level decreases?

The actual safety level is dependent on the supply of water and the existing water management system (including drainage). The gap between the actual safety level and design safety level is likely to appear when the supply of water changes dramatically. In Appendixes A and B, different issues affecting the supply and demand of water were discussed in connection with creating supply and demand scenarios. Table 5 lists some of the FDSCs that lead to structural changes in the supply or demand side of the water system that would lead to a decrease in the actual safety level.

Table 5: Changes in the supply and demand of water that would affect the actual safety level

FDSC (those shown in bold are the six agreed in the meetings)	Element in the system affected by FDSC	Structural Change	Change in safety or <i>overlast</i>
Global warming (Melting snows in Alps)	Rivers	Flows in rivers increase	Threat to river dikes
Changing weather patterns in Europe	Rivers	Changes in yearly behavior of rivers	Threat to river dikes
	Rain	Changes in yearly pattern of rain; heavier peak rains during the times when there is not enough drainage capacity. More water in rivers and canals	Threat to river dikes Constraints of drainage capacity are met resulting in <i>overlast</i>
	Sea, lakes	Actual safety level along the coast safety system decreases	Threat to dikes and dunes
	Distribution of water	Changes in yearly pattern of rain; drier summers; not enough water in ditches.	Threat to safety structures, e.g., boezems collapse.
Sea level up (global warming or soil subsidence).	Distribution of water	The discharge of excess water becomes more difficult.	Drainage capacities are exceeded resulting in <i>overlast</i>
	Sea	Actual safety level along the coast safety system decreases	Threat to dikes and dunes

After possible changes that can decrease the actual safety level are identified, policymakers need to think of possible measures for reducing or closing the gap between the actual and design safety levels. The possible measures can be divided into two broad categories:

1. Measures to increase the actual safety level by improving the safety infrastructure.
2. Measures to lower the design safety level.

The possible policy actions can be generated by brainstorming, using expert opinions, etc. For policy actions in both categories, a careful impact assessment using mathematical models and cost estimation techniques needs to be carried out to evaluate the implications of these policy actions for all outcomes of interest, such as safety, the economy, and the environment.

C.4 DEVELOPING POLICY MEASURES FOR *OVERLAST*

The issue of *overlast* is similar to the safety issue, but is slightly different. *Overlast* does not result in loss of life, but is a nuisance and causes material loss. This lack of threat for human lives makes the public perceptions and values related to *overlast* different from those related to safety.

It seems that the incidence of *overlast* is increasing. One of the first requirements is to understand the reasons why this is happening. Is the incidence of *overlast* increasing because the weather is becoming more unpredictable, is it simply a run of bad luck, or is it something else? Again, the identification of changes in the supply of water helps to understand the changes in *overlast* in the same way as is described above for safety. For *overlast* to occur, an important element is not only the supply of water, but also the capacity of drainage and the actions that are taken to diminish the consequences. The drainage capacity is dependent, for example, on the capacity of emergency pump stations, the topography, the level of water in rivers and canals (i.e., whether there is a place where to put the excess water), the moisture of the land, the time of day, the direction of the wind, etc.

To create policy options for *overlast*, more needs to be known about the damage that would be caused by excess water in different situations. The factors affecting the extent of economic loss include, for example:

- the time of the year (e.g., excess water on fields in the beginning of the summer can damage the entire crop for the year),
- the type of land covered by water (vulnerability),
- the amount of time the water remains on the land
- the quality of the excess water.

Once an understanding is gained about what creates *overlast* and what are its consequences, policymakers need to identify a “design *overlast* level”, identify policy actions for dealing with *overlast*, and assess the policy actions. The starting step for this is the same as was described for safety issues -- to identify public perceptions and issues

related to *overlast*. After the identification of a “design *overlast* level”, different types of measures can be considered regarding how to reach this level:

- Prevention of *overlast* by improving drainage capacity (i.e., the taxpayers pay).
- Mitigation of the consequences of *overlast*.
- Payment of compensation to those affected by *overlast*. The compensation issues revolves around defining situations that qualify as *overlast*, who should pay for the damage, and how much should be paid?