



## KANSBEREKENING BIJ EFFECTBEOORDELINGEN

# NIEUWE KANSEN VOOR ECOLOGIE

Bij de uitvoering van ecologische effectbeoordelingen wordt de effectbeoordelaar vaak geconfronteerd met onzekerheden. De manier waarop met deze onzekerheden wordt omgegaan, is bepalend voor de kwaliteit van de beoordeling. De beoordelaar kan er bijvoorbeeld voor kiezen het gemiddelde te nemen of uit te gaan van het ergste geval. Een geheel andere manier is het kwantificeren van onzekerheden met kansverdelingen. Het is een methode waarvan tot op heden maar weinig gebruik wordt gemaakt, terwijl die de nodige voordelen biedt.

*Marije van Weperen, Thomas Walder en Ad Ragas*

**D**e basis van ecologische effectbeoordelingen wordt gevormd door voorspellingen. De effectbeoordelingen vormen op hun beurt de basis voor politieke besluiten over projecten die schadelijke effecten kunnen hebben op de natuur. De voorspellingen van door de mens uitgevoerde activiteiten gaan altijd samen met onzekerheden. Dit maakt het tot een belangrijk onderwerp in het beoordelen van de resultaten. De onzekerheden kunnen talrijk zijn. Grofweg gezegd ontstaan onzekerheden door gebrek aan kennis en door de inherente variabiliteit van de natuur.

De effectbeoordelaar moet een manier vinden om met deze onzekerheden om te gaan. Op dit moment gebeurt dat vaak door het maken van worst-case-aannames: uitgaan van het ergste geval. Bij meerdere onzekerheden in een beoordeling ontstaat dan een stapeling van worst-case-aannames. De

### DE AUTEURS

Marije van Weperen (06-24424995, [marijevanweperen@gmail.com](mailto:marijevanweperen@gmail.com)) is in 2010 afgestudeerd voor de studie milieu-natuurwetenschappen aan de Radboud Universiteit Nijmegen. De probabilistische beoordeling van ecologische effecten was het onderwerp van haar afstudeerstage bij ARCADIS. Ze werd begeleid door Thomas Walder (06-27060523, [thomas.walder@arcadis.nl](mailto:thomas.walder@arcadis.nl)), projectleider Rivier en Kust bij ARCADIS Nederland, en Ad Ragas (024-3653284, [a.ragas@science.ru.nl](mailto:a.ragas@science.ru.nl)), universitair docent bij de afdeling Milieukunde van de Radboud Universiteit in Nijmegen en hoogleraar Milieuwetenschappen aan de Faculteit Natuurwetenschappen van de Open Universiteit.



Figuur 1. Overzicht studiegebied.

waarschijnlijkheid dat een gegeven effect optreedt, zou hierdoor kleiner kunnen zijn dan de uitslag doet vermoeden.

Door de onzekerheden zoveel mogelijk te kwantificeren met kans(dichtheids) verdelingen, kan het aantal worstcase-aannames worden verminderd. Een kansverdeling laat de spreiding van de mogelijke waarden zien en welke van die waarden het meest waarschijnlijk zijn. Hoe groter de onzekerheid, hoe breder de kansverdeling. Deze manier van beoordelen wordt de probabilistische effectbeoordeling genoemd. Om een idee te geven hoe een probabilistische effectbeoordeling eruit kan zien, wordt hieronder een fictieve casus uitgewerkt. Onderwerp is het verstoringseffect van waterrecreatie op de aalscholver in het Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer.

### Fictieve casus

In het IJmeer staat de aanleg van een willekeurige nieuwe haven voor kleine boten gepland. Voordat kan worden besloten de aanleg van de haven toe te staan, moeten allereerst de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen worden beoordeeld. Het IJmeer maakt namelijk onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer (Figuur 1). Het IJsselmeergebied – waartoe het Markermeer en IJmeer – behoren is een waardevolle habitat voor vele vogels en een van de belangrijkste watersportgebieden van ons land. In waterrijke gebieden is specifiek de relatie tussen pleziervaart en de verstoringseffecten op vogelpopulaties van belang. Een van de instandhoudingsdoelstellingen van het Markermeer en IJmeer is de aalscholver. Door overlap in ruimte en tijd kan een significant verstoringseffect op

aalscholvers door specifiek zeilboten vanuit de nieuwe haven niet worden uitgesloten. Informatie over de waarschijnlijkheid en omvang van het verstoringseffect ontbreekt echter. Daarom zal nu het verstoringseffect op aalscholvers in het Natura 2000-gebied Markermeer en IJmeer voor deze fictieve casus worden gekwantificeerd met een stappenplan voor de probabilistische effectbeoordeling.

#### Stap 1: Beoordelingsscenario definiëren

De beoordeling start met het omschrijven van de activiteit, het effect en het studiegebied. Als gevolg van de aanleg van een nieuwe haven komen er meer zeilboten op het IJmeer. Kenmerkend voor de zeilboten is dat ze een geringe diepgang hebben en gebiedsgebonden zijn. Aannemend dat de zeilboten een maximale actieradius hebben van 2,5 km en de vaarroute Amsterdam-Lelystad een barrière vormt aan de noordzijde, zullen de zeilboten vanuit de nieuwe haven binnen een bepaald oppervlak van het IJmeer blijven. Voor het gemak noemen we deze oppervlakte in de casus het 'zeilgebied'. Het open water dat voor de zeilboten als vaargebied dient, wordt eveneens als foerageergebied gebruikt door aalscholvers. Het deel van de dag dat de aalscholver foerageert, overlapt met het deel van de dag dat het open water wordt gebruikt door de zeilboten. De aanleg van een nieuwe haven in het IJmeer kan hierdoor extra verstoring op aalscholvers met zich meebrengen. Met een probabilistische beoordeling zal de omvang en kans van dit verstoringseffect worden bepaald.

In de effectbeoordeling worden twee scenario's onderscheiden. In het eerste scenario wordt berekend wat de invloed is van de huidige bootdichtheid in het zeilgebied op de draagkracht van het Markermeer en IJmeer voor aalscholvers. In het tweede scenario wordt vervolgens bepaald hoe dit verandert wanneer de zeilboten vanuit de nieuwe haven erbij komen.

#### Stap 2: Beoordelingseindpunt vaststellen

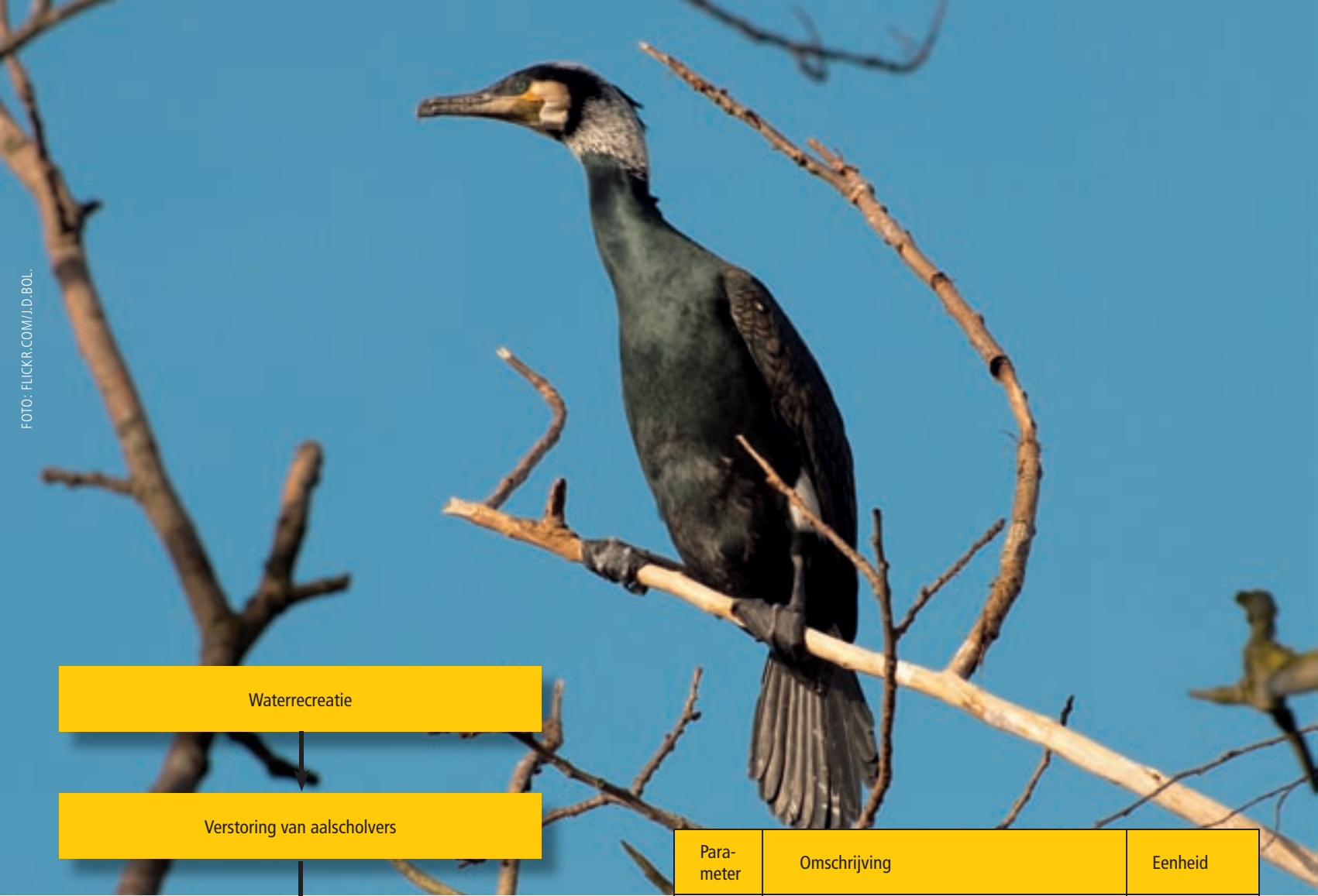
De instandhoudingsdoelstelling voor aalscholvers wordt uitgedrukt in de draagkracht. Draagkracht betekent de maximale populatieomvang die het systeem nog kan dragen. Het beoordelingseindpunt is daarom: de relatieve afname in draagkracht van het Markermeer en IJmeer voor aalscholvers als gevolg van de (extra) verstoring in het zeilgebied door waterrecreatie op een zomerdag tijdens het hoogseizoen.

#### Stap 3: Milieueffectketen opstellen

In de milieueffectketen worden de ecologische relaties aangegeven van activiteit (waterrecreatie), via tussenliggende parameters, tot aan het beoordelingseindpunt (relatieve afname in draagkracht) (figuur 2). De waterrecreatie verstoort een bepaald oppervlak in het zeilgebied en de daar foeragerende aalscholvers. De aalscholvers vluchten voor het dreigende gevaar. Dit kost energie. Om het energieverlies te compenseren, zal de aalscholver extra vis moeten consumeren. Hierdoor kunnen het IJmeer en Markermeer voor minder aalscholvers vis leveren en neemt de draagkracht af.

#### Stap 4: Mathematisch model ontwikkelen

De ecologische relaties worden vervolgens weergegeven in formules. Het casusmodel blijft beperkt tot twee formules met acht modelparameters (Tabel 1).



Figuur 2. De milieueffectketen.

Het verstoord oppervlak in het zeilgebied is afhankelijk van de verstoringsafstand van de aalscholver en de bootdichtheid in het zeilgebied!:

$$A_v = ((d_a)2 \times \pi) \times D_b$$

De relatieve afname in draagkracht ( $P_{af}$ ) is afhankelijk van de extra benodigde hoeveelheid vis door verstoring ( $H_{vis}$ ), het verstoord oppervlak ( $A_v$ ), de oppervlakte van het zeilgebied ( $A_{zeil}$ ) en het Markermeer en IJmeer ( $A_{MIJ}$ ) en de dagelijkse benodigde hoeveelheid vis ( $H_a$ ):

$$P_{af} = \frac{H_{vis} \times A_v \times \frac{A_{zeil}}{A_{MIJ}}}{H_a}$$

Parameter	Omschrijving	Eenheid
$A_v$	Verstoord oppervlak	%
$P_{af}$	Relatieve afname draagkracht	dimensieloos
$A_{zeil}$	Oppervlakte zeilgebied	km <sup>2</sup>
$A_{MIJ}$	Oppervlakte Markermeer en IJmeer	km <sup>2</sup>
$d_a$	Vluchtafstand aalscholver	km/boot
$D_b$	Bootdichtheid zeilgebied	boten/km <sup>2</sup>
$H_{vis}$	Hoeveelheid vis per aalscholver die extra benodigd is door verstoring	g/dag
$H_a$	De dagelijkse benodigde hoeveelheid vis per aalscholver	g/dag

Tabel 1. Modelparameters mathematisch model.

**Stap 5: Gegevens verzamelen**

Voor de oppervlakte van het zeilgebied ( $A_{zeil}$ ) en het IJmeer en Markermeer ( $A_{MIJ}$ ) zijn constante waarden bekend. Maar over de waarden voor de vluchtafstand ( $d_a$ ), de bootdichtheid ( $D_b$ ), de dagelijkse visbehoefte ( $H_a$ ) en de door verstoring extra benodigde hoeveelheid vis ( $H_{vis}$ ) bestaat onzekerheid. Voor deze parameters kan de effectbeoordelaar kansdichtheidsverdelingen opstellen. Locatiespecifieke gegevens, een literatuurstudie en informatie van experts moeten de benodigde gegevens leveren.

1 Platteeuw, M., Spierings, R., Van Hoogenhuizen, R. & Doze, J., 2002. *Watervogels in het IJsselmeergebied verstoord? Modelmatige benadering van verstoring van watervogels door recreatievaart*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. 83p.

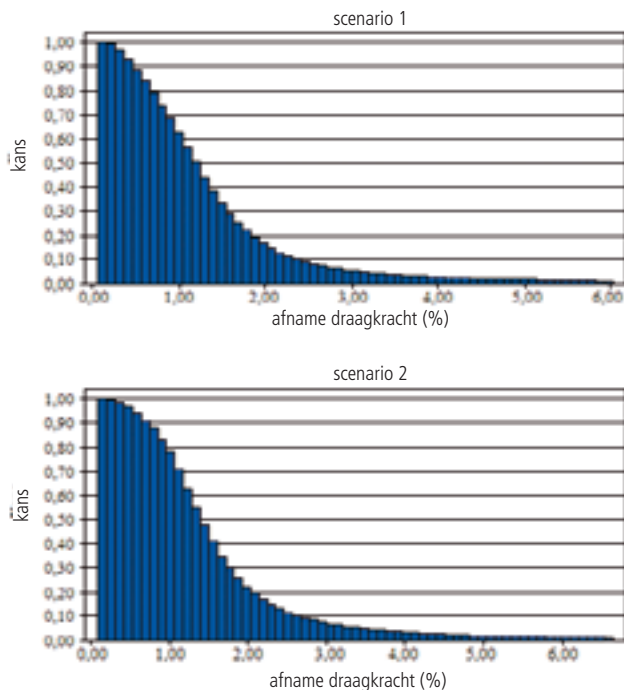
**Stap 6: Kansverdelingen opstellen**

Wanneer voldoende gegevens zijn verzameld, kunnen de kansdichtheidsverdelingen voor de vier onzekere parameters worden opgesteld. Neem bijvoorbeeld de kansdichtheidsverdeling voor de dagelijkse inname van vis door aalscholvers ( $H_a$ ). In de literatuur en op basis van expert judgement zijn een aantal gemiddelde waarden voor de dagelijkse visbehoefte gevonden. Deze waarden blijken normaal verdeeld te zijn, met een gemiddelde van 365 gram vis per dag en een standaarddeviatie van 136 gram vis per dag.

**Stap 7 & 8: Analysemethode selecteren en analyse uitvoeren**

Om de afname in draagkracht voor aalscholvers te modelleren, is een analysemethode nodig. Hier is gekozen voor de Monte Carlo-analyse. Voor het uitvoeren van deze analysemethode is een computerprogramma nodig. In dit programma worden de modelformules, de waarden voor de constante parameters en de kansdichtheidsverdelingen voor de onzekere parameters ingevoerd. Met de Monte Carlo-analyse kan vervolgens voor scenario 1 en 2 een simulatie worden uitgevoerd. Tijdens de analyse wordt voor elke onzekere parameter een willekeurig getal genomen van de kansdichtheidsverdeling. Met die inputwaarden wordt vervolgens het model doorgerekend. Dit proces is 100.000 keer herhaald waardoor 100.000 uitkomsten zijn verkregen. Deze outputwaarden vormen samen een kansverdeling voor de relatieve afname in draagkracht.

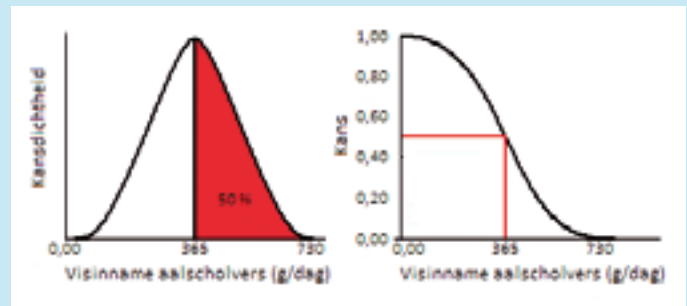
14 TOETS 04 10



**Figuur 3.** Het resultaat van de probabilistische effectbeoordeling. Boven scenario 1 (huidige bootdichtheid zeilgebied) en onder scenario 2 (huidige bootdichtheid zeilgebied + extra zeilboten vanuit nieuwe havens).

**KANSDICHTHEIDSVERDELING VERSUS KANSVERDELING**

Een kansdichtheidsverdeling en een kansverdeling zijn twee manieren waarop kans en omvang van een onzekere parameter kunnen worden weergegeven. Bij een kansdichtheidsverdeling is de oppervlakte onder de grafiek de kans en bij een kansverdeling kun je de kans aflezen op de y-as. Voorbeeld: uit zowel de kansdichtheidsverdeling (links) als de kansverdeling (rechts) in de figuur kan worden afgelezen dat er 50% kans is dat de dagelijkse visinname van aalscholvers 365 g/dag of meer is.



**Stap 9: De resultaten controleren, interpreteren en presenteren**

Dit is de laatste stap in de probabilistische effectbeoordeling. De kansverdelingen voor scenario 1 en 2 zijn nu bekend (figuur 3). Door de extra zeilboten blijkt bijvoorbeeld dat de kans op een afname in draagkracht > 2% gelijk is aan of kleiner is dan 20%. Dit is een toename van ongeveer 5% ten opzichte van de huidige situatie in het zeilgebied. Verder is zichtbaar dat de huidige bootdichtheid in het zeilgebied voor een maximale afname in draagkracht van ongeveer 6,1% kan zorgen. Met de zeilboten vanuit de nieuwe havens erbij wordt dit ongeveer 6,7%. Het ontbreekt alleen nog aan besluitvormingscriteria, waardoor niet kan worden gezegd of dit een significant effect is.

**Toepassing**

De probabilistische effectbeoordeling is niet altijd geschikt om ecologische effecten te beoordelen. Het is aan te raden het beoordelingsproces gewoon te starten met de huidige werkwijze, want die is eenvoudiger en minder tijdrovend. Wanneer deze benadering significant schadelijke effecten niet kan uitsluiten, kan een probabilistische beoordeling van nut zijn. Dit is afhankelijk van de antwoorden op de volgende vragen.

1. Zijn de significant negatieve effecten het resultaat van een opeenstapeling van worstcase-aannames? Een probabilistische effectbeoordeling is niet zinvol bij significant effecten gebaseerd op een beoordeling met weinig onzekerheid.
2. Zijn de resultaten gevoelig voor de besluitvorming? Er hoeft geen extra tijd en geld aan een probabilistische effectbeoordeling te worden besteed wanneer andere effecten dusdanig negatief zijn dat de activiteit toch al geen doorgang kan vinden.
3. Kunnen de onzekerheden worden uitgedrukt met een kansverdeling? Niet alle onzekerheden kunnen worden gekwantificeerd. Bovendien zijn niet altijd voldoende gegevens beschikbaar om een kansverdeling op te



stellen. Het kwantificeren van een aantal kan voldoende zijn voor een probabilistische effectbeoordeling als de rest van de onzekerheden op een andere manier kan worden meegenomen.

4. Is er voldoende tijd en geld aanwezig voor de uitvoering? De methode is vrij complex, waardoor het veel tijd in beslag neemt. Het ontwikkelen van een reëel model kost bijvoorbeeld veel tijd, evenals het verzamelen van gegevens voor de kansverdelingen. In samenspraak met de initiatiefnemer en het bevoegd gezag moet de effectbeoordelaar dus bepalen of de voordelen van een probabilistische benadering opwegen tegen de tijd en kosten die ermee gemoeid zijn.

## Wetgeving en besluitvorming

De Wet milieubeheer lijkt geen belemmering op te leveren voor de probabilistische effectbeoordeling, als de gebruikte werkwijze maar goed wordt gemotiveerd<sup>2</sup>. Echter, de Nederlandse natuurwetgeving vormt waarschijnlijk wel een knelpunt. In Nederland wordt de bescherming van planten en diersoorten geregeld door de Flora- en faunawet en de bescherming van natuurgebieden door de Natuurbeschermingswet. De Europese Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn zijn in beide wetten verwerkt. Het uitgangspunt van deze richtlijnen is het 'Nee, tenzij'-principe. Dit betekent dat onafhankelijk van de voordelen en kosten elk risico op significant negatieve effecten op de beschermde soorten en/of leefgebieden moet worden geëlimineerd of voorkomen. Onder bepaalde voorwaarden kan hiervan worden afgeweken. De risico's zijn toegestaan wanneer een hoger belang in het spel is en de effecten gemitigeerd en/of gecompenseerd kunnen worden. Het nulrisico-principe in de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen en dus ook de Nederlandse natuurwetgeving gaat niet samen met de probabilistische effect-

beoordeling. Bij deze benadering is namelijk vaak een kans – hoe klein deze ook is – op een significant negatief effect aanwezig. 15

Juridisch gezien is het gebruik van probabilistische resultaten in de besluitvorming dus niet toegestaan. Mogelijk kunnen hierop uitzonderingen worden gemaakt wanneer de gebruikte methode goed is onderbouwd. Het is belangrijk dat hierover in de toekomst duidelijkheid komt, bijvoorbeeld door vooraf vast te leggen welke eisen worden gesteld aan de maximale kans en omvang van de schadelijke effecten. Zonder deze besluitvormingscriteria is het niet mogelijk significante effecten van niet-significante effecten te onderscheiden (zie stap 9 in de casus).

## Voordelen

De bovengenoemde knelpunten en de complexiteit van de methode bemoeilijken het toepassen van de methode in de praktijk. Waarom zouden we ondanks deze beperkingen dan toch tijd en energie moeten steken in het probabilistische beoordelen van ecologische effecten? Ten opzichte van de huidige werkwijze heeft de probabilistische effectbeoordeling als voordeel dat het bij voldoende beschikbare gegevens onzekerheid kan kwantificeren met kansverdelingen, waardoor het aantal worstcase-aannames kan worden gereduceerd. Hierdoor kan deze methode een beter beeld geven van de werkelijkheid. Juist voor het beoordelen van ecologische effecten is dit interessant, aangezien ecologische vraagstukken vaak worden gekenmerkt door onzekerheden en vanwege de dwingende regelgeving bij significante effecten. Informatie over de kans en omvang van een ecologisch effect is dan waardevol in de discussie over het doorgaan van een activiteit in of nabij een natuurgebied, en de noodzaak van mitigatie- en/of compensatiemaatregelen. Wanneer bijvoorbeeld de kans op een significant effect heel klein blijkt te zijn, zal er mogelijk minder terughoudendheid zijn in het toestaan van activiteiten. Genoeg redenen dus om in de toekomst meer aandacht aan de probabilistische effectbeoordeling te besteden. ■

<sup>2</sup> Artikel 7.10.1 onderdeel e uit de Wet milieubeheer, Ministerie van VROM, 1979.