

ERASES

ecotoxicologische risico-analyse

Schelde-estuarium:

de parameters

Werkdocument RIKZ/AB-95.834x
B.J. Kater
juni 1995

Werkdocument

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ

Aan
project SCHOON

Van
B.J. Kater
Datum
12 juni 1995
Nummer
RIKZ/AB-95.834x
Onderwerp
ERASES-werkdocument 2

Doorkiesnummer
299
Bijlage(n)
-
Project
SCHOON

Inhoudsopgave

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------|---|
| § 1 | Inleiding | 2 |
| | § 1.1 Het model ERASES | 2 |
| | § 1.2 De betekenis van de parameters | 3 |
| § 2 | De parameterschatting | 4 |
| | § 2.1 Methode | 4 |
| | § 2.2 Parameters | 4 |
| | § 2.3 Verschillen in taxonomische groepen | 6 |
| § 3 | ERDATA | 8 |
| | § 3.1 De database | 8 |
| | § 3.2 De velden | 8 |
| § 4 | Literatuur | 9 |

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 01180-72200
Telefax 01180-16500

§ 1 Inleiding

§ 1.1 Het model ERASES

In het Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1986-1990 is de risicobenadering als beleidskader geïntroduceerd. Uitgangspunt van het milieubeleid is het streven naar een duurzame ontwikkeling waarbij mensen, dieren, planten, ecosystemen en goederen worden beschermd. Het milieubeleid kent voor de concretisering voor deze doelen een twee sporen van beleid, het brongerichte en het effectgerichte beleid. Uitgangspunt van het brongericht beleid is dat onnodige milieuverontreiniging wordt voorkomen. Uitgangspunt van het effectgericht beleid is dat de kans op nadelige effecten voor mensen, dieren, planten, ecosystemen, milieufuncties en goederen verwaarloosbaar is. De risicobenadering treedt niet in plaats van het brongericht beleid, maar vormt de grondslag voor het effectgericht beleid en is de maatlat om de nadelige effecten van milieubelasting te kunnen vaststellen en voorspellen. Voor risico's voor ecosystemen wordt er vooralsnog van uitgegaan dat de functie van het ecosysteem wordt beschermd als er voor 95% van de soorten geen nadelige effecten zijn. (Min. VROM, 1989).

In de afgelopen jaren zijn diverse methodes ontwikkeld om het eco(toxi)cologische risico van stoffen te berekenen uit ecotoxicologische gegevens. Op advies van de Gezondheidsraad (1988) wordt in Nederland een aangepaste versie van de "Methode van Straalen" toegepast om de concentratie van contaminanten te schatten waarboven er een reële kans op effecten op ecosystemen bestaat.

In de context van milieubescherming in Westerschelde gaat het bij risico analyse om de relatie tussen de concentratie van een verontreinigende stof in het water en de kans op een onacceptabele ecologische schade.

In het kader van het project SCHOON (product KK4, SCHOON, 1995) wordt een instrumentarium ontwikkeld wat op basis van de "Inverse methode van Straalen" het ecotoxicologisch risico berekend (Kater, 1995). Dit risico wordt gedefinieerd als de kans dat een willekeurig organisme in (een deel van) de Westerschelde effect ondervindt van een bepaalde concentratie. Het instrumentarium is gekoppeld aan het waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium (WL, 1991; Kater, 1994). Daarmee wordt het mogelijk om bij het berekenen van beleidsopties op het gebied van waterkwaliteit (bijvoorbeeld Lefèvre et al., 1995) ook uitspraken te doen omtrent het effect van een alternatief op het ecosysteem.

In dit werkdocument wordt aangegeven hoe de parameters die in het model gebruikt worden zijn geschat.

§ 1.2 De betekenis van de parameters

Om het effect van de waterkwaliteit op het ecosysteem in een risico uit te drukken moet als eerste gekozen worden voor het soort effect waarnaar gekeken gaat worden. In het huidige model zijn twee opties: sterfte en reproductie. Voor iedere stof (totaal vier) en iedere optie (totaal twee) moeten een set van twee parameters geschat worden, totaal dus zestien parameters.

De set van twee parameters bestaat uit het gemiddelde van alle in de literatuur gevonden geen-effectconcentraties (NEC) behorende bij de gekozen stof en optie, en de bijbehorende standaarddeviatie.

Bij de keuze voor NEC-sterfte berekent het model bij de gegeven concentratie in het water de kans dat organismen van een willekeurige soort in de Westerschelde kunnen sterven, oftewel het percentage soorten waarvan organismen in de Westerschelde kunnen sterven.

Bij de keuze voor NEC-reproductie berekent het model bij de gegeven concentratie in het water de kans dat organismen van een willekeurige soort in de Westerschelde verminderd kunnen gaan reproduceren, oftewel het percentage soorten waarvan organismen in de Westerschelde verminderd kunnen gaan reproduceren.

§ 2 De parameterschatting

§ 2.1 Methode

Uit de database ERDATA (zie § 3) zijn alle literatuurgegevens geselecteerd met betrekking tot de NEC's voor sterfte en voor reproductie. Per soort zijn de gegevens gemiddeld, om te zware weging van één soort te voorkomen. Verder is er geen rekening gehouden met het voorkomen van de diverse groepen. De data zijn geëxporteerd als ASCII file en vervolgens geïmporteerd in een spreadsheet van LOTUS-123 (LOTUS, 1993). Met behulp van de macro in dit spreadsheet wordt de frequentieverdeling van de natuurlijke logaritmen berekend. Uit het spreadsheet kunnen vervolgens gemiddelde en standaarddeviatie worden geschat, die beide als invoer voor het model dienen. Er wordt geen schatting uitgevoerd wanneer er minder dan vijf waarnemingen zijn (Van Straalen, 1991).

§ 2.2 Parameters

Tabel 1 geeft de gevonden gemiddelde geen-effect concentraties (NEC) weer voor reproductie.

Tabel 1: De NEC voor reproductie.

| stof | aantal waarnemingen | gemiddelde | deviatie |
|---------|---------------------|-------------|-------------|
| Koper | 7 | 3.10 (22.2) | 1.00 (2.72) |
| Zink | 10 | 4.41 (82.3) | 1.02 (2.75) |
| Chroom | 6 | 6.06 (428) | 1.41 (4.10) |
| Cadmium | 14 | 5.46 (235) | 1.64 (5.16) |

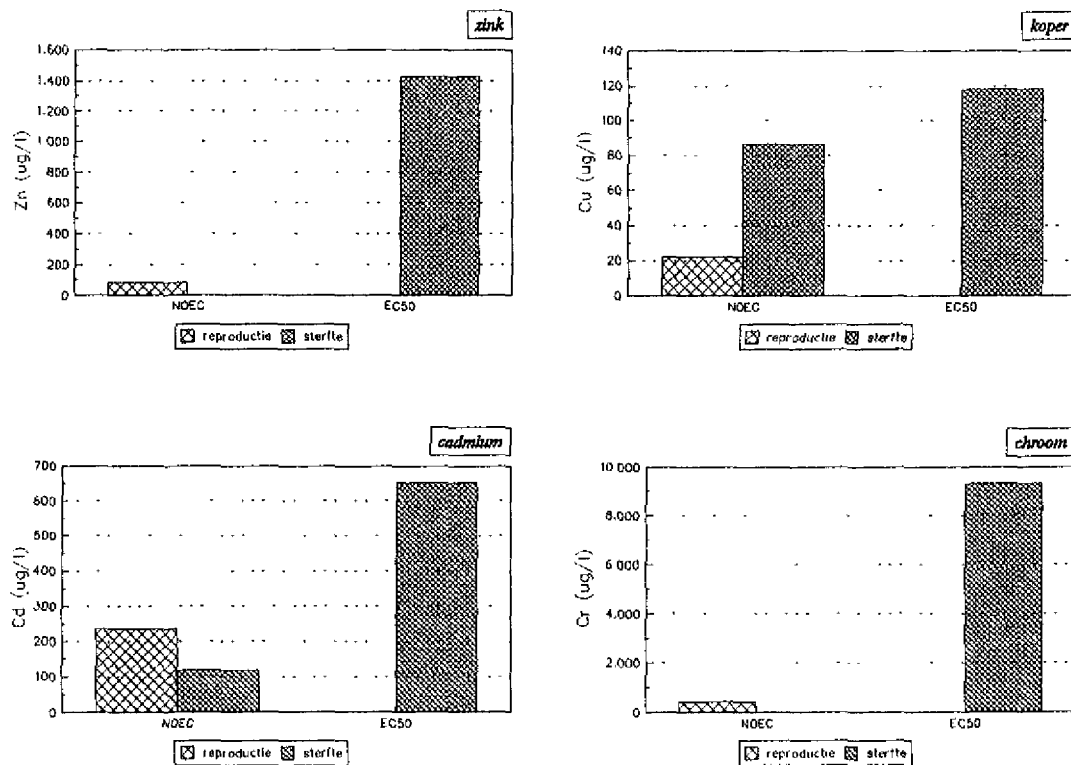
Tabel 2 geeft de gevonden gemiddelde geen-effect concentraties (NEC) weer voor sterfte. Voor zink en chroom waren er niet voldoende waarnemingen om het gemiddelde en de standaarddeviatie voor modeldoeleinden te mogen schatten.

Tabel 2: De NEC voor sterfte.

| stof | aantal waarnemingen | gemiddelde | standaarddeviatie |
|---------|---------------------|-------------|-------------------|
| Koper | 8 | 4.46 (86.5) | 0.872 (2.39) |
| Zink | 4 | - | - |
| Chroom | 3 | - | - |
| Cadmium | 7 | 4.93 (138) | 1.64 (5.16) |

Voor ieder metaal is een histogram gemaakt met NEC-waarden voor reproductie en voor sterfte. Daarbij zijn ter illustratie ook de concentraties weergegeven waarbij in laboratorium experimenten 50% van de organismen sterfte (EC50-sterfte) of verminderde reproductie ondervond (EC50-reproductie)

Op theoretische gronden kan verondersteld worden dat de effectconcentratie oploopt wanneer de volgende reeks wordt beschouwd: NEC-reproductie, NEC-sterfte, EC50-reproductie, EC50-sterfte (=LC50). Figuur 1 laat zien dat dit het geval is voor zink, koper en chroom. Cadmium heeft een lagere NEC voor sterfte dan voor reproductie. Dit verschil is echter niet significant (t-test, $p=0.435$). Het effect dat voor cadmium de NEC voor sterfte lager is dan de NEC voor reproductie is ook vastgesteld door Scholten et al. (1991) bij onderzoek aan de mossel *Mytilus edulis*. De andere drie door hun genoemde organismen (*Artemia salina*, *Nitocra spinipes* en *Crassostrea gigas*) vertonen dit verschijnsel niet.



Figuur 1: De NEC's en EC50's voor reproductie en sterfte voor de vier metalen.

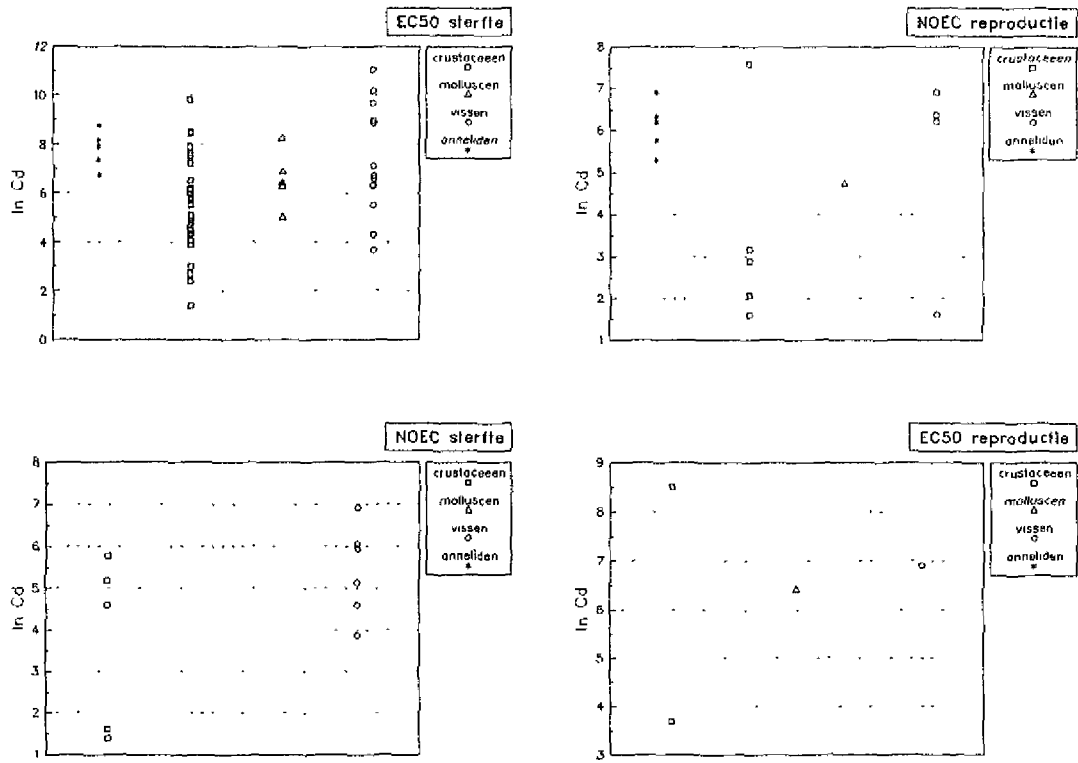
§ 2.3 Verschillen in taxonomische groepen

In de database ERDATA (zie § 3) is per organisme tevens de taxonomische groep vermeld. Voor het schatten van de parameters zijn de gegevens van alle organismen bij elkaar genomen en niet gekeken of de taxonomische groepen van elkaar verschillen. Doel van deze paragraaf is na te gaan of de verschillen tussen de taxonomische groepen groot zijn. Wanneer dit wel het geval is wordt het belangrijk na te gaan of ieder groep voldoende in de dataset vertegenwoordigd is. De analyse is uitgevoerd voor één metaal: cadmium.

Figuur twee laat voor de vier combinaties van effectparameters en testparameters zien wat de effectconcentraties binnen de diverse taxonomische groepen zijn. De figuur laat zien dat er een grote variatie aan gevoeligheid van organismen bestaat, maar dat er geen duidelijke verschillen tussen de gekozen taxonomische groepen lijkt te bestaan. Dit is ook gevonden door Scholten et al. (1991), die de analyse deels aan dezelfde dataset hebben gedaan.

Of deze aanname terecht is is getest met een variantie analyse (aan de voorwaarden voor de anova is voldaan). Voor drie van de vier combinaties bleken de groepen niet significant te verschillen, namelijk de NEC's voor reproductie ($p=0.109$) en sterfte ($p=0.113$) en voor de EC50 voor reproductie ($p=0.981$). De variantie analyse liet zien dat er in de combinatie EC50 sterfte wel minimaal twee groepen waren die significant van elkaar verschillen ($p=0.012$). Met de Tukey-Kramer post hoc comparison test zijn de groepen met elkaar vergeleken. Er bleken twee groepen significant van elkaar te verschillen, namelijk de crustaceeën en de vissen ($p=0.029$).

Op basis van deze resultaten wordt de gekozen aanpak, namelijk alle organismen "op één hoop vegen" en de taxonomische groepen niet wegen, ondanks één set met significante verschillen, niet verworpen.



Figuur 2: De NEC's en EC50's van cadmium voor verschillende onderscheidde groepen.

§ 3 ERDATA

§ 3.1 De database

Voor het model ERASES is de database *erdata* opgezet met toxiciteitsgegevens. Uit deze gegevens wordt het gemiddelde en de deviatie geschat, welke parameters in het model zijn. De database is opgebouwd in het programma *paradox* (PARADOX, 1992).

Als basis voor de database zijn de gegevens uit Scholten et al (1991) genomen. Deze database is aangevuld met gegevens uit recente literatuur. De database *erbaslit* geeft de literatuurgegevens waarnaar in *erdata* verwezen wordt. Ook deze database is in *paradox* gebouwd.

§ 3.2 De velden

De database *erdata* kent de volgende velden:

1. waarde

De concentratie van de stof in $\mu\text{g}/\text{l}$ die het effect veroorzaakt.

2. stof

De stof die het effect veroorzaakt.

3. organisme

De latijnse naam van het organisme waaraan het effect is gemeten.

4. levenstadium

Het levensstadium van het organisme waaraan het effect is gemeten: adult, juveniel, naupli, embryo.

5. groep

De groep waartoe het organisme behoort.

6. effect op

Parameter waarvan het effect gemeten is: reproductie of sterfte.

7. effectparameter

Parameter waarvan het effect gemeten is: no-effect-concentration (NEC) of concentratie waarbij de helft van de populatie effect ondervindt (EC50).

8. tijd

Tijd gedurende welke het organisme aan de stof is blootgesteld.

9. chloride

Chloridegehalte in promillen gedurende het experiment.

10. temperatuur

Temperatuur in graden Celcius gedurende het experiment.

11. verwijzing

Korte literatuurverwijzing. De volledige referentie is te vinden in de database *erlitbas*.

§ 4 Literatuur

Gezondheidsraad 1988

Advies inzake ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen.

Kater, B.J. 1994

De operationalisatie van het waterkwaliteitsmodel Schelde-estuarium. Rapport RIKZ-94.006. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Middelburg.

Kater, B.J. 1995

ERASES: ecotoxicologische risico analyse Schelde-estuarium: het model. Werkdocument RIKZ-AB/95.835x. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Middelburg.

Lefevre, F.O.B., van Eck, G.T.M., Holland, A.M.B. & Kater, B.J. 1995

Effecten van het beleid op de kwaliteit van water en bodem van de Westerschelde. concept-rapport RIKZ-95.026. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Middelburg.

LOTUS 1993

Lotus 1-2-3, release 3.4a. Lotus development corporation.

Ministerie van VROM 1989

Nationaal milieubeleidsplan, Nota Tweede Kamer 1988-1989, 21 137, nr. 5, SDU uitgeverij 's Gravenhage.

PARADOX 1992

Paradox version 4.0. Dorland International, Inc.

Scholten M.C.T., Schobben H.P.M., Kaag N.H.B.M., Bowmer C.T. & Stronkhorst J. 1991

De berekening van maximaal toelaatbare risico-niveaus voor stoffen in zoute wateren. Rapport R91/268. TNO Delft.

SCHOON 1995

Product-definities Kwaliteit Scheldes, dd 27 maart 1995. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee. Middelburg.

Straalen N.M. 1991

Oecotoxicologische risico-evaluatie. In: Leerboek Oecotoxicologie, ed: N.M. van Straalen & J.A.C. Verkleij. VU Uitgeverij, Amsterdam.

WL 1991

Waterkwaliteitsmodel Westerschelde. concept-rapport T257. Waterloopkundig Laboratorium. Delft.