

Probabilistische Humane Risicoanalyse in Bodemsanering

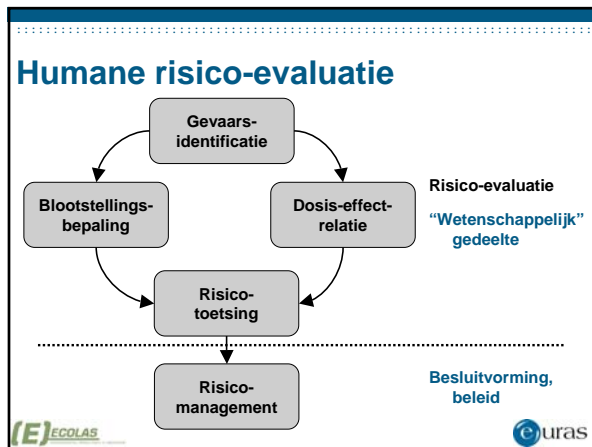
Frederik Verdonck, K. Maes,
A. Vandercappellen, H. De Lembre,
P.A. Vanrolleghem & M. Vangheluwe

(E)ECOLAS **e**uras

Inhoud

- Probleemstelling
- Doelstelling
- Denken vanuit onzekerheid
- Methodologie probabilistische analyse
 - Karakterisatie van onzekerheid en variabiliteit van inputs
 - Propagatie van onzekerheid en variabiliteit door modellen
- Voorbeelden/toepassingen
- Conclusies


(E)ECOLAS **e**uras



Probleemstelling

- Huidige aanpak is deterministisch:
 - “puntwaarden”
 - Onzekerheid -> voorzorgsprincipe -> conservatisme / worst-case
- Nadelen:
 - Niet zo realistisch (vereenvoudiging)
 - Niet zo transparant (onduidelijk hoe conservatief)

Voorbeeld
Lichaamsgewicht = 70 kg



Voorbeeld
Drinkwaterverbruik = 2 m³/dag

(E)ECOLAS **e**uras

Probleemstelling

- **Klassieke tijdperk:** beroep op magisch-religieuze gronden
- **Moderne tijdperk:** beroep op rationale en wetenschappelijke gronden
- **? Post-moderne tijdperk ?:** beroep op rationale en wetenschappelijke gronden in onzekerheidsperspectief

} Denken vanuit zekerheid

} Denken vanuit ONzekerheid

(E)ECOLAS **e**uras

Probleemstelling



Tom Janssen

Het moderne tijdperk

(E)ECOLAS **e**uras

Doelstelling



- **Denken vanuit ONzekerheid** in de risicoanalyse bij bodemverontreiniging
- **Hoe onzekerheidsanalyse** in de risicoanalyse bij bodemverontreiniging?

(E)ECOLAS

euras

Gefaseerde aanpak (OVAM, 2004)

Conservatisme
Onzekerheid

- **Fase 1:**
 - Initiële informatieverzameling
 - Vlier-Humaan
- **Fase 2: verdere verfijning**
 - meten van concentraties in planten, leidingwater,...
 - wegen met grote onzekerheid of conservatisme
- **Fase 3: verdere verfijning**
 - gedetailleerde, dynamische modellering;
 - metingen van biomerkers en effectmerkers;
 - modellering van interne blootstelling

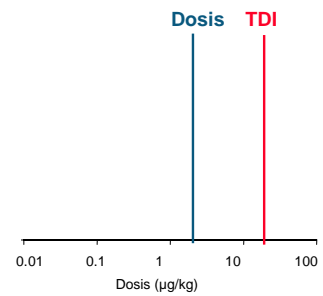
Realisme

Vlier Humaan



(E)ECOLAS

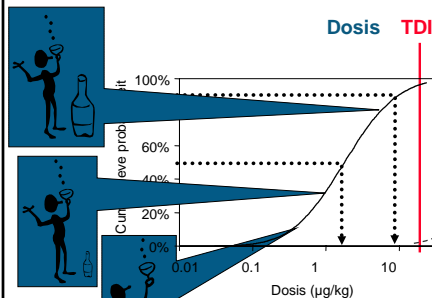
euras



$$RisicoIndex = \sum \frac{Dosis}{TDI}$$

(E)ECOLAS

euras



(E)ECOLAS

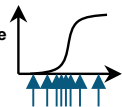
euras

Variabiliteit en onzekerheid

- **Variabiliteit:**
 - werkelijke variaties, beschrijft de hele distributie
 - kan niet gereduceerd worden

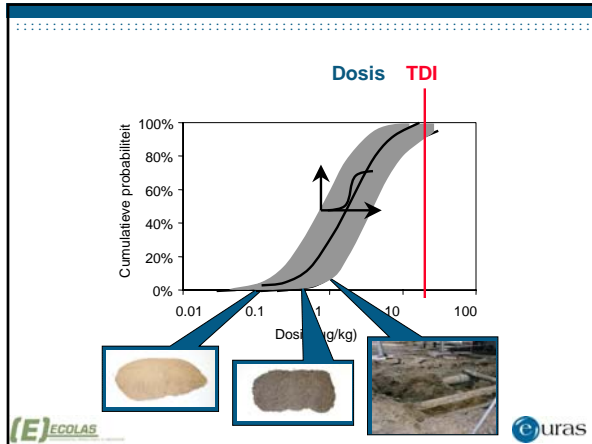
Vormen:

- **Inter-individuele:**
 - lichaamsgewicht
 - bodemingestie
 - drinkwaterverbruik
 - verbruik fruit en groenten, melk, vlees,...
- **(Temporele)**
- **(Ruimtelijke: minder belangrijk gezien site-specifiek)**



(E)ECOLAS

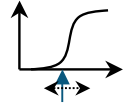
euras



Variabiliteit en onzekerheid

Onzekerheid:

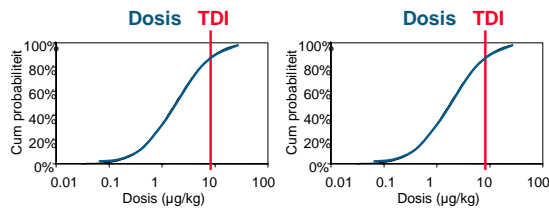
- beschrijft **1 waarde** uit de hele distributie
- kan **wel** gereduceerd worden door meer info



Vormen:

- Kwantificeerbaar
 - "Gekende" onwetendheid:
 - Verdelingcoëfficiënt organische koolstof – water (Koc)
 - Lengte, breedte, hoogte kruipkelder
 - "Sampling" onzekerheid
 - Meetfouten
 - Modelonzekerheid
 - Ongekende onwetendheid

Variabiliteit ↔ Onzekerheid



➤ **10%** van de blootstellingdosissen zal TDI overschrijden

➤ **10%** kans (mogelijkheid) dat blootstellingdosis TDI overschrijdt

Inhoud

- Probleemstelling
- Doelstelling
- Denken vanuit onzekerheid
- Methodologie probabilistische analyse
 - Karakterisatie van onzekerheid en variabiliteit van inputs
 - Propagatie van onzekerheid en variabiliteit door modellen
- Voorbeelden/toepassingen
- Conclusies

Karakterisatie van onzekerheid en variabiliteit

➤ Kwantificatie onzekerheid en variabiliteit nodig om alle parameters?

Nee, alleen de gevoeligste/belangrijkste volstaan:

- Sensitiviteitsanalyse
- Expert kennis/ervaring

Voorbeelden:

Belangrijk zijn:

- bodemingestie
- dimensie kruipruimte
- ...

Minder belangrijk zijn:

- volumefractie water in bodem
- ...

Karakterisatie van onzekerheid en variabiliteit

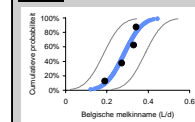
➤ Sommige parameters zijn onzeker EN variabel?

Oplossing:

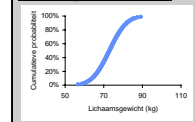
- Beide tegelijk kan, maar meestal volstaat
- Overwegend onzeker
- Overwegend variabel

Voorbeelden:

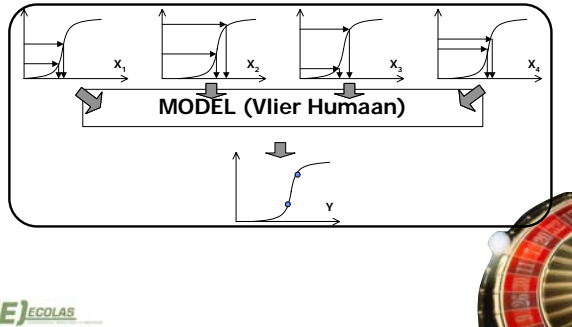
Beide:



Overwegend variabel:

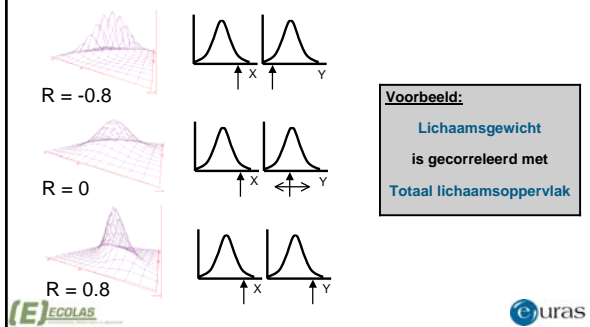


Monte Carlo analyse



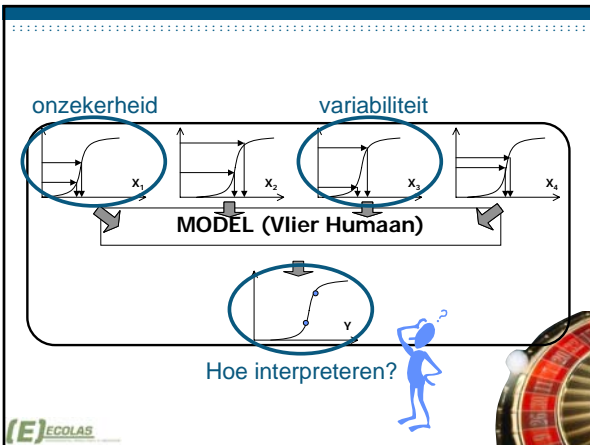
(E)ECOLAS

Karakterisatie van onzekerheid en variabiliteit: belang van correlaties

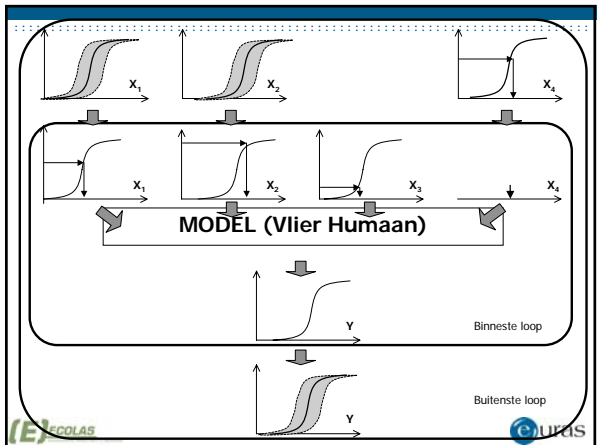


(E)ECOLAS

curas



(E)ECOLAS

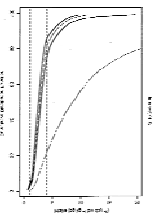


(E)ECOLAS

curas

Toepassingen

- Probabilistische risico's van dioxine-achtige substanties in de Belgische dioxinecrisis (Vrijens et al., 2002)



- VlierHumaan:

- Vele toepassingsmogelijkheden
- Echter, softwarepakket is niet flexibel genoeg



(E)ECOLAS

curas

Beschrijvend bodemonderzoek

- Stelplaats in Oost-Vlaanderen
- Historische verontreiniging
- Stoffen: Cr, Cd, Cu, Zn, PAK
- Type V: industrie



- Inhalatie bodemdeeltjes/stof
- Ingestie bodemdeeltjes/stof
- Dermaal bodemdeeltjes/stof
- Inhalatie binnen/buitenlucht

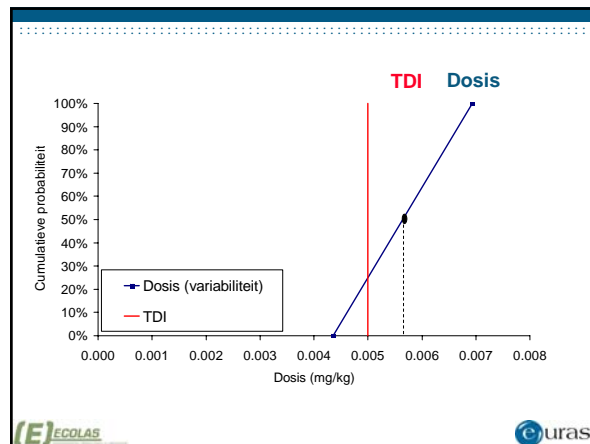
(E)ECOLAS

curas

| Parameter VlierHumaan | Vlier-Humaan | "Onder-grens" | "Boven-grens" |
|---|--------------|--------------------------------------|---------------|
| Lichaamsgewicht (kg) | 70 | 51 | 100 |
| Bodemingestie (kg/d) | 5.4e-5 | Niet mogelijk door softwarebeperking | |
| Fractie bodem in binnenstof (-) | 0.8 | 0.2 | 0.85 |
| Tijdfracties zomer/winter binnen/buiten (-) | ... | Onzekerheid << | |
| Fractie geabsorbeerd bij ingestie (-) | | Niet mogelijk door softwarebeperking | |
| Bodemconcentratie (mg/kg) | 11300 | Onzekerheid << | |

Variabiliteit: Lichaamsgewicht (kg), Bodemingestie (kg/d)
 Onzekerheid: Fractie bodem in binnenstof (-), Tijdfracties zomer/winter binnen/buiten (-), Fractie geabsorbeerd bij ingestie (-), Bodemconcentratie (mg/kg)

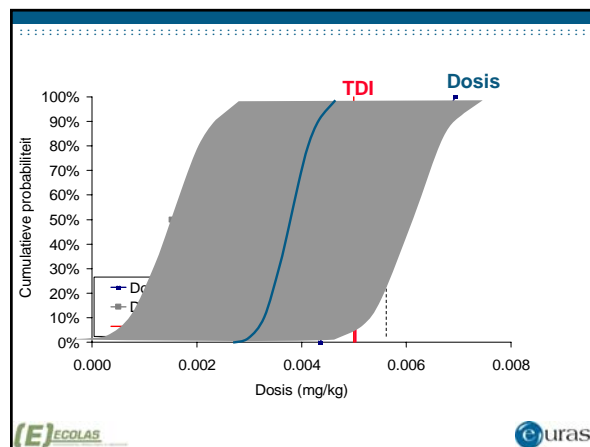
Simulatie 1: standaard VlierHumaan
Simulatie 2: ondergrens variabiliteit
Simulatie 3: bovengrens variabiliteit



| Parameter | Vlier-Humaan | "Onder-grens" | "Boven-grens" |
|---|--------------|--------------------------------------|---------------|
| Lichaamsgewicht (kg) | 70 | 51 | 100 |
| Bodemingestie (kg/d) | 5.4e-5 | Niet mogelijk door softwarebeperking | |
| Fractie bodem in binnenstof (-) | 0.8 | 0.2 | 0.85 |
| Tijdfracties zomer/winter binnen/buiten (-) | ... | Onzekerheid << | |
| Fractie geabsorbeerd bij ingestie (-) | | Niet mogelijk door softwarebeperking | |
| Bodemconcentratie (mg/kg) | 11300 | Onzekerheid << | |

Variabiliteit: Lichaamsgewicht (kg), Bodemingestie (kg/d)
 Onzekerheid: Fractie bodem in binnenstof (-), Tijdfracties zomer/winter binnen/buiten (-), Fractie geabsorbeerd bij ingestie (-), Bodemconcentratie (mg/kg)

...
Simulatie 4: ondergrens onzekerheid
Simulatie 5: bovengrens onzekerheid



Conclusies

- > Evolutie naar **denken vanuit onzekerheid** (ook in de risicoanalyse bij bodemverontreiniging?)
- > **Monte Carlo analyse** of beperkte onzekerheidsanalyse zijn nuttige ondersteuning voor beleidsbeslissers
 - Zijn realistischer
 - Kunnen onnodige saneringskosten vermijden
 - Tonen graad van conservatisme/onzekerheid

Providing high quality services
 to the field of risk assessment.

EURAS

PEOPLE & SERVICES

Rijvisschestraat 118, Box 3,
 9052 Gent, Belgium

Tel.: +32 (9) 257 13 99
 Fax: +32 (9) 257 13 98

info@euras.be
 www.euras.be