



BIOMATH
Department of Applied Mathematics,
Biometrics and Process Control

Integratie van investerings- en werkingskosten voor waterzuivering met behulp van modelsimulaties


Ingmar Nopens en Peter A. Vanrolleghem

3 december, 2004
Facultaire Thema Namiddag FBW

UGent-Biomath, Coupure 653, 9000 Gent, Belgium (e-mail Ingmar.Nopens@biomath.UGent.be)

Overzicht


- Probleemstelling
- Kosten in waterzuivering
- Modelsimulatie
 - Steady state
 - Dynamisch
- Conclusies

BIOMATH 

3 december, 2004 - 2/21

Overzicht


- **Probleemstelling**
- Kosten in waterzuivering
- Modelsimulatie
 - Steady state
 - Dynamisch
- Conclusies

BIOMATH 

3 december, 2004 - 3/21

Probleemstelling (1)


- **EU Kaderrichtlijn Water**
 - Nieuwe installaties
 - Aanpassen/uitbreiden bestaande installaties
- **Wereldwijd**
 - 1.2 miljard mensen geen toegang tot drinkbaar water
 - 2.4 miljard mensen geen basis sanitaire voorzieningen
- **Voor ontwikkelingslanden (Oost en Centraal Europa)**
 - Grote populatie in grote steden
 - Streven naar centralisatie van RWZ
 - Europa = milieutechnologieleverancier
 - Streven naar globaal sterke concurrentiepositie

BIOMATH 

3 december, 2004 - 4/21

Probleemstelling (2)


- **Wat gaat dit kosten?**
 - Investerings, werking
- **Ontwerp en bedrijfsvoering (traditioneel)**
 - Empirische vuistregels
 - Conservatieve veiligheidsmarges
 - Overdimensionering
 - Hoge kost
 - Performantie niet altijd optimaal
 - Alternatief: modelsimulatie
 - Lagere veiligheidsmarge
 - Lagere kost

BIOMATH 

3 december, 2004 - 5/21

Overzicht

- Probleemstelling
- **Kosten in waterzuivering**
- Modelsimulatie
 - Steady state
 - Dynamisch
- Conclusies


BIOMATH 

3 december, 2004 - 6/21

Kosten in waterzuivering

- **Investeringskosten**
 - Kostfuncties (vaak machtsfuncties):


$$\text{investeringskost} = A (\text{ontwerpparameter})^n$$
 - Voorbeelden ontwerpparameters:
 - volume (beluchter)
 - oppervlakte (nabezinker)
 - debiet (pomp)
 - zuurstofcapaciteit (beluchtingsysteem)
 - Functies in literatuur voor verschillende onderdelen
 - Oppompen influent, biologie, bezinking, recycle, effluenteenhed

BIOMATH 

3 december, 2004 - 7/21

Kosten in waterzuivering


- Vb. investeringskost van een nabezinker

BIOMATH 

3 december, 2004 - 8/21

Kosten in waterzuivering

- investeringskostendistributie


BIOMATH 

3 december, 2004 - 9/21

Kosten in waterzuivering (2)

- **Werkingskosten**
 - Kostfuncties (vaak machtsfuncties):

$$\text{werkingskost} = A (\text{eenheidskost})^n$$
 - Vaste kosten
 - Werking en onderhoud – personeel (manuren)
 - Vaste energiekosten
 - Variabele kosten
 - Energie voor pompen, beluchten
 - Slibbehandeling
 - Chemicaliën
 - Effluentbelasting

BIOMATH 

3 december, 2004 - 10/21

Kosten in waterzuivering (3)

- **Totale kost**

Net present value (NPV)

$$NPV = \sum_{k=1}^N IC_k + \left(\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right) \sum_{k=1}^N OC_k$$

IC_k = Investeringskost per eenheid k
 OC_k = werkingskost per eenheid k
 N = aantal eenheden (k)
 i = interestvoet
 n = aantal jaren


↻ afhankelijk van tijd en ruimte

BIOMATH 

3 december, 2004 - 11/21

Overzicht

- Probleemstelling
- Kosten in waterzuivering
- **Modellsimulatie**
 - Steady state
 - Dynamisch
- Conclusies

BIOMATH 

3 december, 2004 - 12/21

Modellsimulatie

- **Wiskundig beschrijven van processen**
 - Mathematische vertaling van fysische/biologische processen
 - Vb. substraatverbruiksnelheid, biomassa productie, bezinkingssnelheid, massabalansen,...
 - Graad van detail bepaalt accuraatheid model
 - Modellen beschikbaar in literatuur
- **Doorrekenen met de computer**

3 december, 2004 - 13/21

Modellsimulatie

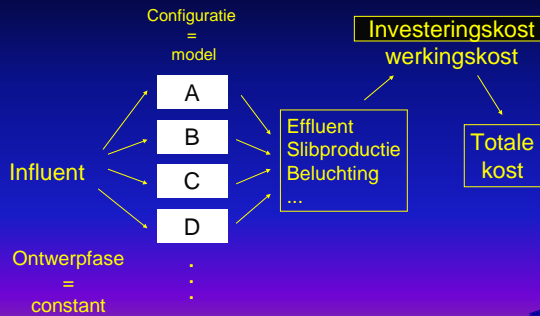
- **Eenvoudig te koppelen aan kostfuncties**
- **Voordelen tov empirische aanpak**
 - Eenvoudige vergelijking dmv scenario-analyse
 - Optimaal ontwerp
 - Optimale bedrijfsvoering
 - Inschatten van effluentkwaliteit, slijbproductie, ...
 - Nodig voor berekenen van variabele werkingskosten
 - Geen conservatieve marges bij ontwerp
 - Opvangen door dynamische simulaties

 kostenminimalisatie

3 december, 2004 - 14/21

Modellsimulatie

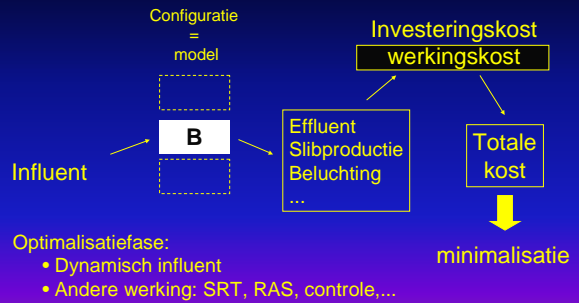
- **Scenario's - screening**



3 december, 2004 - 15/21

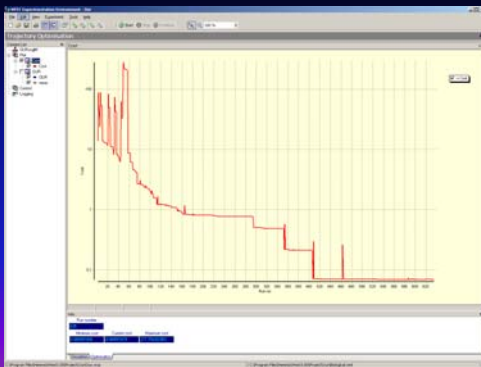
Modellsimulatie

- **Scenario's**



3 december, 2004 - 16/21

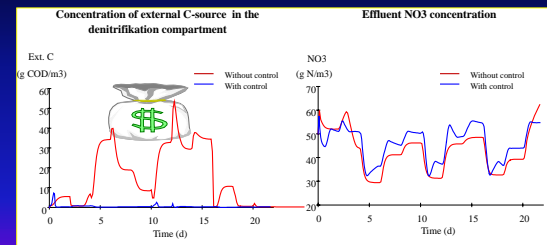
Minimalisatie



3 december, 2004 - 17/21

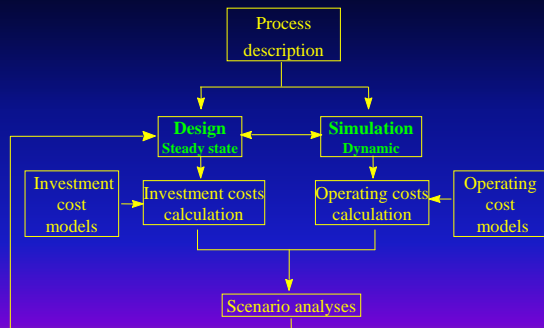
Modellsimulatie

- **Vb. C-dosering voor denitrificatie**



3 december, 2004 - 18/21

Modelgebaseerde procedure



3 december, 2004 - 19/21

BIOMATH 

Overzicht

- Probleemstelling
- Kosten in waterzuivering
- Modellsimulatie
 - Steady state
 - Dynamisch
- Conclusies

3 december, 2004 - 20/21

BIOMATH 

Conclusies

- Enkel investeringskosten beschouwen
 - Duur
 - Niet-optimaal
- Dynamische modellsimulatie nodig voor inschatten werkingskosten
- Modelgebaseerde procedure krachtige tool voor:
 - Kostenberekening
 - Kiezen tussen ontwerpstrategieën
 - Optimalisatie van beste ontwerp
- Kan kostenplaatje aanzienlijk reduceren

3 december, 2004 - 21/21

BIOMATH 