UNIVERSITEIT GENT

BIOMATH
Department of Applied Mathematics, Biometrics and Process Control

Scharnieren van “Emissie” naar “Immissie”

Het belang van de integrale aanpak van de waterketen

Peter A. Vanrolleghem et al.

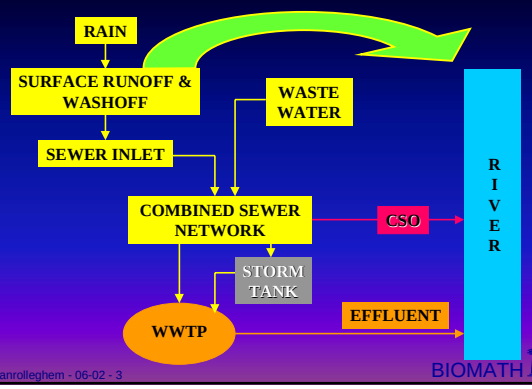
Zuiveringsbeheer in Oost-Brabant op een scharnierpunt ?
Boxtel, 6 juni 2002

RUG-Biomath, Coupure 653, 9000 Gent, Belgium (e-mail Peter.Vanrolleghem@rug.ac.be)

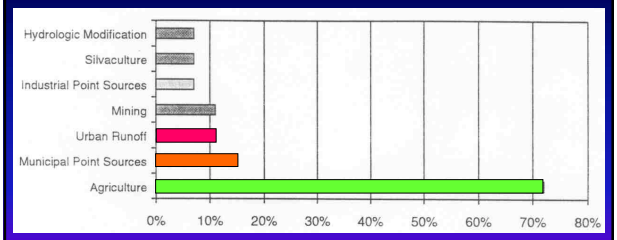
Inhoud

- Scharnieren van de wetgeving (EU - USA)
- Gevolgen voor het stedelijk waterbeheer
- Een mogelijke aanpak:
  - een visie voor 2015
  - moeilijkheden
- Eerste stappen in die richting (3 gevallenstudies):
  - Infrastructuur afvalwatertransport en -zuivering Brussel
  - Immissiegebaseerde Real-time Controle aanpak te Tielt
  - GREAT-ER waterkwaliteitsbeheer van het Rupelbekken

Het geïntegreerd stedelijk watersysteem

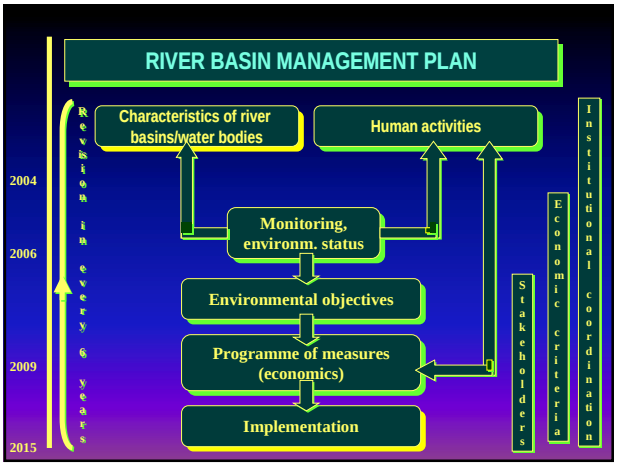


Bijdragen aan negatieve effecten op rivierkwaliteit 1990-1991 (US EPA, 1994)



EU-WFD / US-TMDL

- EU Richtlijn Water (EU Water Framework Directive)
  - º2000 (in voorbereiding sinds 1996)
  - Vele richtlijnen (º1975) worden erin geïntegreerd
  - (Nog) geen concrete invulling, (Nog) niet coherent Working Groups werken hieraan
  - Achieve “Good Status” and “No deterioration” biologisch, morfologisch, fysico-chemisch
  - Bekken-gebaseerd (Rijn, Donau, …)
  - Stakeholder participation
  - Strikt tijdsschema



US-TMDL

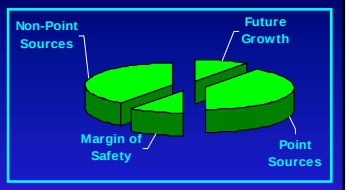
- Onderdeel van de Clean Water Act (1972)
- TMDL = Total Maximum Daily Load
  - berekening van de hoeveelheid vervuiling die in een ontvangende waterloop mag geloosd worden met naleving van de gestelde waterkwaliteitsnormen
  - vergunningsgever bepaalt de toegelaten vervuiling
  - toewijzing van de toegelaten vervuiling aan punt- en diffuse lozingen (stakeholder participation in 1970 !)
  - houdt rekening met seizoenvariaties en veiligheidsmarge
  - moet toekomstige groei toelaten (duurzaamheid in 1970 !)
  - bekken-gebaseerd

US-TMDL

- Eerste 30 jaar van Clean Water Act: vooral technologisch gebaseerde normen/wetten voor puntvervuilingen worden geïmplementeerd
- Waterkwaliteitsgerichte wetten (immissie !) werden niet opgevolgd tot einde jaren '90
- Milieu-organizaties gaan hiervoor een rechtszaak aan tegen de US-EPA eind jaren '90
- Uitspraken in Californië in 2000 ==> TMDL-koorts

US-TMDL

- Essentiële componenten:
  - TMDL
  - Toewijzing van vervuiling (incl. huishoudelijke vuillast en landbouw)
  - Veiligheidsmarge (conservatief)
  - Toekomstvisie



- Implementatieplan
- Monitoring programma

US-TMDL

- De toekomst van TMDL:
  - TMDL wordt her-bepaald op basis van "best science today"
  - Monitoring als input om TMDL's bij te stellen
  - "Pollutant trading" tussen bv. industrie/landbouw is toegelaten indien de handel verifieerbaar is
  - Markten voor "vuilvracht-handel" worden gecreëerd
  - Depositie vanuit de lucht en transport over lange afstand zullen ook in rekening gebracht worden
  - Onderlinge verbanden tussen lucht-, water- en vaste vervuiling worden erkend

Gevolgen voor het beheer

- Schaal:

1 WZI of 1 rioolstelsel

↕

Geïntegreerde aanpak op rivierbekken-niveau
(overstijgt organisaties, landsgrenzen)

⇒ Reorganisatie (andere spelers, eg. landbouw)
⇒ Invoer van Geografische Informatie Systemen

Gevolgen voor het beheer

- Kwaliteitscriteria:

Chemische indicatoren (NO_3, CZV, P_{tot})

↕

Ecologische kwaliteit
(bio-diversiteit, biotische index)

⇒ Kennisopbouw (nog meer multi-disciplinair)
⇒ Andere (technische) beheersmaatregelen nodig

Visie voor 2015

- Geïntegreerd data- & kennisbeheer
  - GIS-systemen
  - Kennis-banken (modellen, regels)
- Onderhandelingen tussen de “Stakeholders”:
  - Waterkwaliteitsbeheerders
  - Landbouw & Industrie (Pollutant trading ?)
  - Bevolking & Overheid (European Environmental Agency ?)
- Geïntegreerd operationeel beheer
  - Veel meer informatie - Automatische Meetstations
  - Veel meer aangrijpingspunten - Real-time sturing

Moeilijkheden

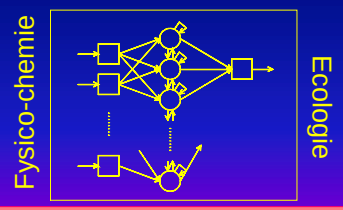
- Veelheid aan disciplines vereist
- Relatie fysico-chemie --> ecologie
- Hoeveelheden benodigde data/kennis zijn enorm
- Modellen zijn niet adequaat
  - niet compatibel voor verschillende deelsystemen
  - procedure voor modelbouw is te log/veeleisend
  - verschillende simulatoren nodig
  - berekeningen zijn te traag
- Onzekerheid is groot, maar blijft zelf onbe(re)kend
- Aantal aangrijpingspunten voor beheer is heel groot

Eerste stappen voor oplossingen

- Veelheid aan disciplines vereist
- Relatie fysico-chemie --> ecologie
- Hoeveelheden benodigde data/kennis zijn enorm
- Modellen zijn niet adequaat
  - niet compatibel voor verschillende deelsystemen
  - procedure voor modelbouw is te log/veeleisend
  - verschillende simulatoren nodig
  - berekeningen zijn te traag
- Onzekerheid is groot, maar blijft zelf onbe(re)kend
- Aantal aangrijpingspunten voor beheer is heel groot

Relatie Fysico-chemie / Ecologie

- Black box aanpak
  - RIVPACS (UK, multi-variate regressie)
  - Neurale netwerken



Getraind met waterkwaliteitsdata

UNIVERSITEIT GENT

BIOMATH

Department of Applied Mathematics, Biometrics and Process Control

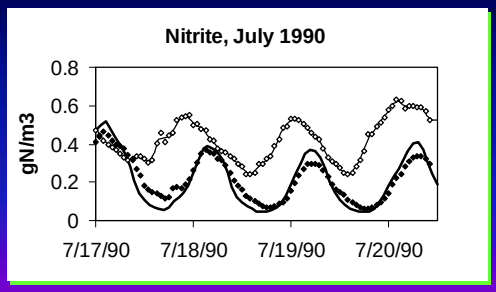
River Water Quality Model No. 1 RWQM1

Peter A. Vanrolleghem et al.

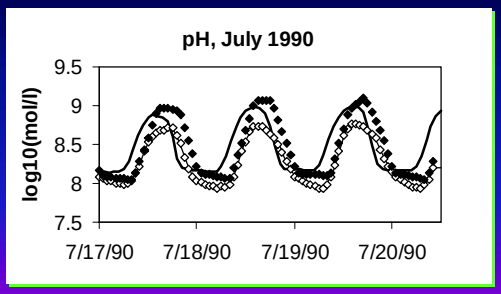
IWA Scientific and Technical Report No. 12

RUG-Biomath, Coupure 653, 9000 Gent, Belgium (e-mail Peter.Vanrolleghem@rug.ac.be)

RWQM1 voor Glatt rivier (Zwitserland)



RWQM1 voor Glatt rivier (Zwitserland)



Integrale modellering: Simulatoren

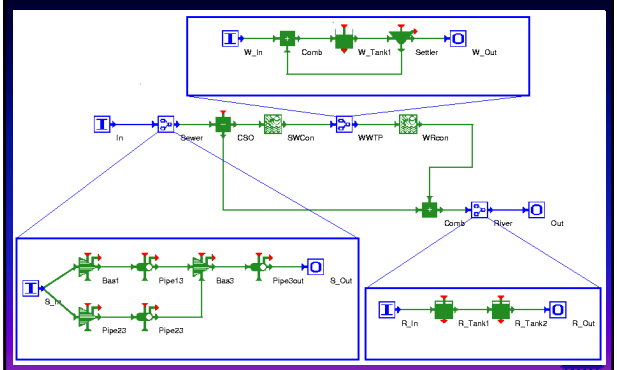
- Manuele sequentiële simulatie
  - file transfers
  - file formaten
  - geen interactie tussen deelsystemen mogelijk
- SYNOPSIS (Schuetze, 1998)
  - koppelingsroutines tussen simulatoren riool/WZI
- Integrated Catchment Simulator (ICS)
  - verbindt MOUSE, STOAT & MIKE11 simulatoren
  - organiseert communicatie tussen simulatoren
  - te veel overhead ==> traag

Integrale Modellering: WEST-IUWS

- Integrated Urban Wastewater System in WEST®
- WEST® (Hemmis NV, Kortrijk, België)
  - state-of-the-art simulator (vergelijkbaar met SIMBA)
  - open (eigen modellen inbrengen)
  - hierarchisch modelleren
  - parameterschattingsroutines

  - bevat state-of-the-art modellen voor WZI
  - bevat RWQM1 voor riviermodellering
  - bevat KOSIM-model voor rioolstelsel

Integrale Modellering: WEST-IUWS

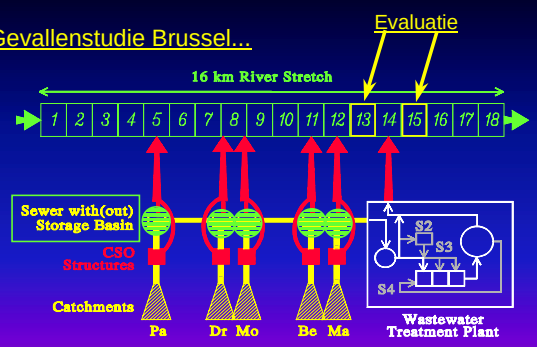


Inhoud

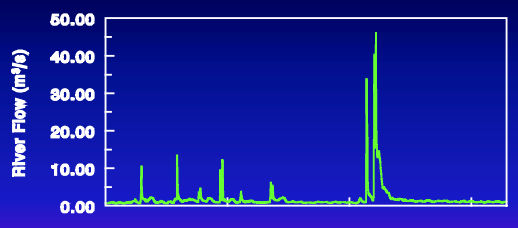
- Scharnieren van de wetgeving (EU - USA)
- Gevolgen voor het stedelijk waterbeheer
- Een mogelijke aanpak:
  - een visie voor 2015
  - moeilijkheden
- Eerste stappen in die richting (3 gevallenstudies):
  - Infrastructuur afvalwatertransport en -zuivering Brussel
  - Immissiegebaseerde Real-time Controle aanpak te Tielt
  - GREAT-ER waterkwaliteitsbeheer van het Rupelbekken

Integraal Stedelijk Waterbeheer

Gevallenstudie Brussel...



Effect van 2 ontwerp-opties op Rivierwaterkwaliteit

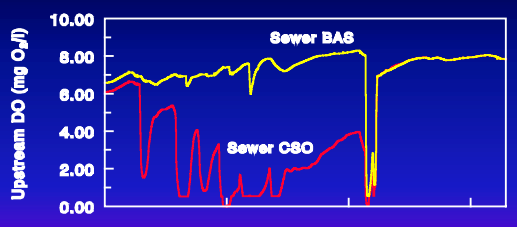


Eén grote en verschillende kleine regengebeurtenissen in de zomer van 1986

BIOMATH

Rivierwaterkwaliteit (zuurstof)

Stroomafwaarts CSO, Stroomopwaarts WZI

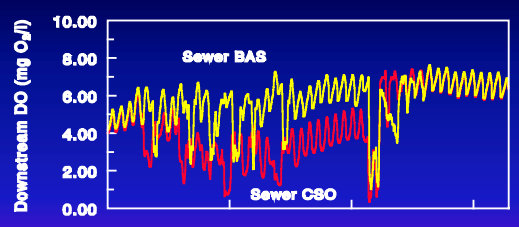


Duidelijk positief effect van bekkens (BAS) in rioolsysteem !

BIOMATH

Rivierwaterkwaliteit (zuurstof)

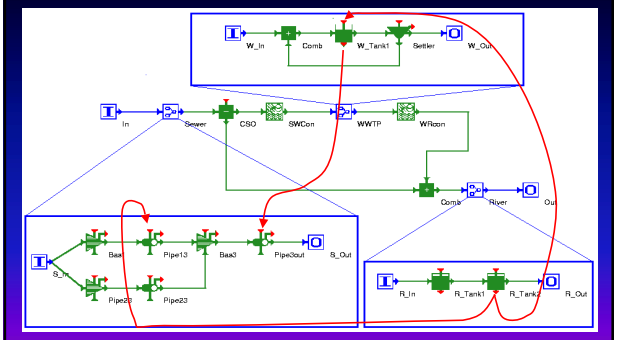
Stroomafwaarts CSO, Stroomafwaarts WZI



Positief effect van bekkens is gereduceerd door de lagere WZI-efficiëntie onder de toegenomen belasting uit de bekkens

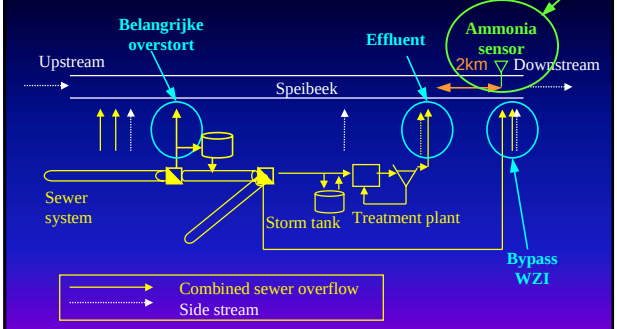
BIOMATH

Integraal Stedelijk Waterbeheer: RTC



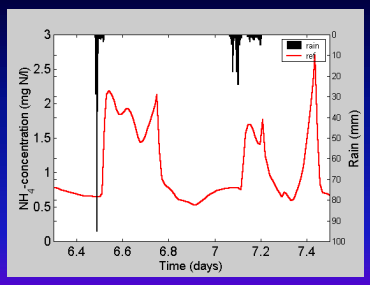
BIOMATH

Gevallenstudie: Systeem Tielt



BIOMATH

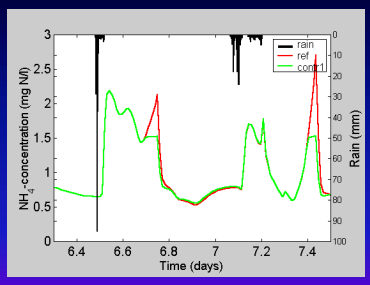
Immissie-gebaseerde regeling: Resultaten



Referentie

BIOMATH

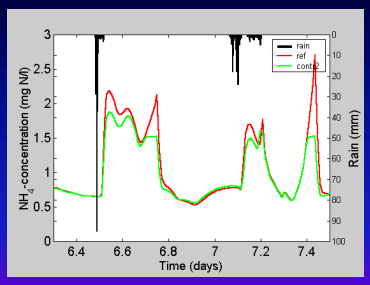
Immissie-gebaseerde regeling: Resultaten



Controle-acties ter hoogte van WZI

BIOMATH

Immissie-gebaseerde regeling: Resultaten

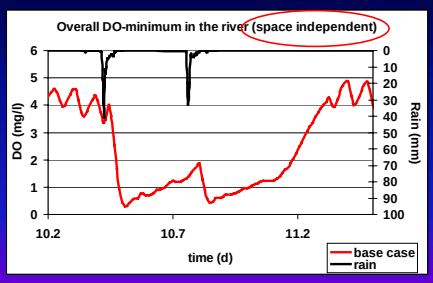


Controle-acties ter hoogte van WZI en rioolstelsel

BIOMATH

Immissie-gebaseerde regeling: Resultaten

Evaluatie nevendoelstellingen (zuurstof)

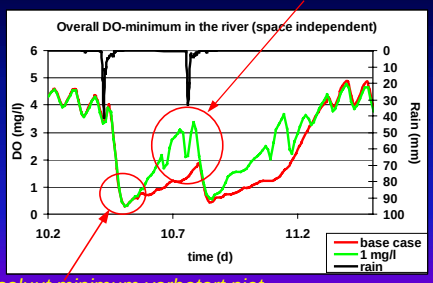


BIOMATH

Immission based control: Results

Evaluatie nevendoelstellingen (zuurstof)

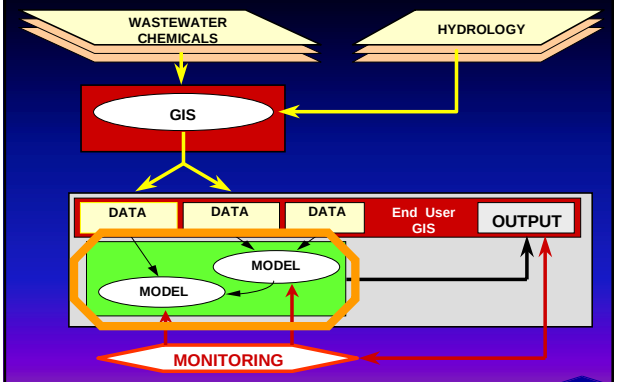
Snellere herstel



Absoluut minimum verbetert niet

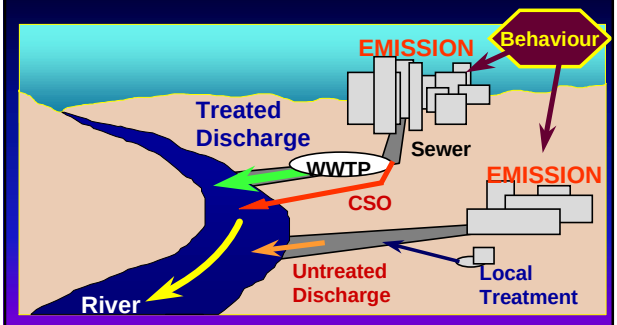
BIOMATH

GREAT-ER: overzicht



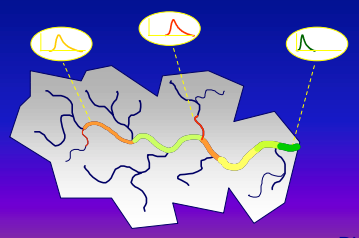
BIOMATH

Deterministisch Model



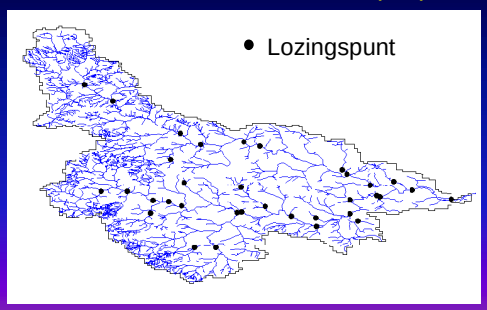
Analyse

- directe GREAT-ER **simulatieresultaten**
  geografisch gerefereerde concentratiedistributies



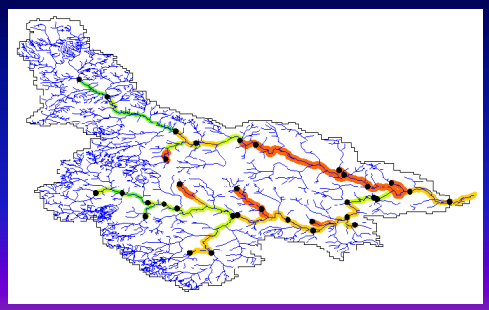
GREAT-ER Validatie

Rivierbekken in Yorkshire (UK)

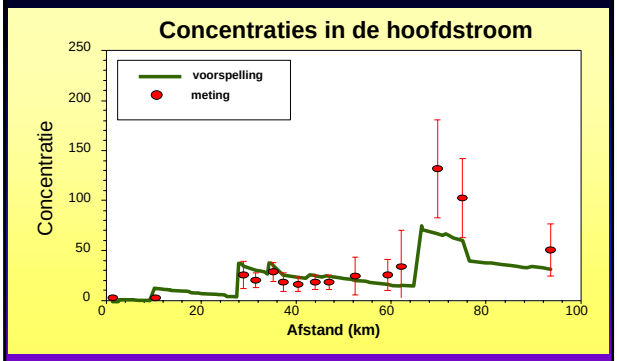


GREAT-ER Validatie

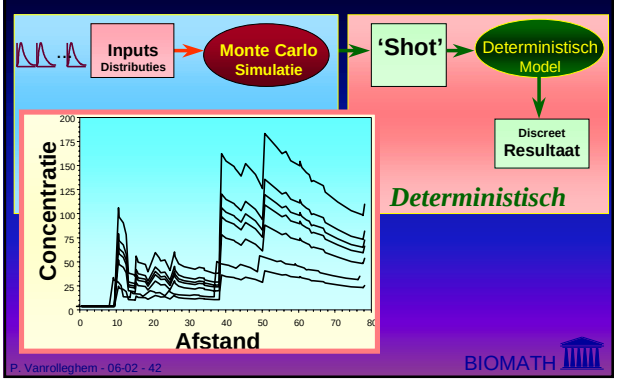
Concentraties in de riviersecties

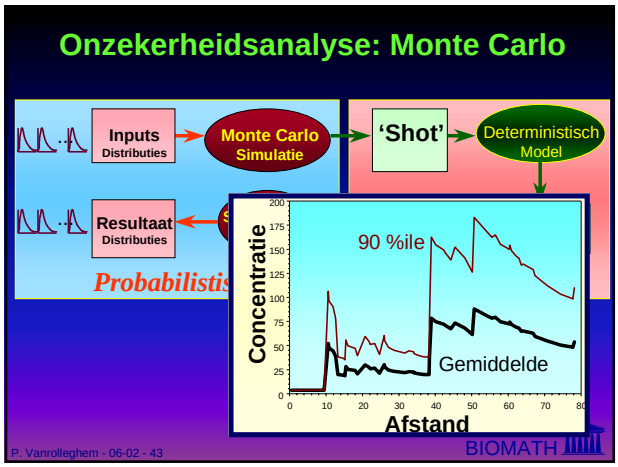


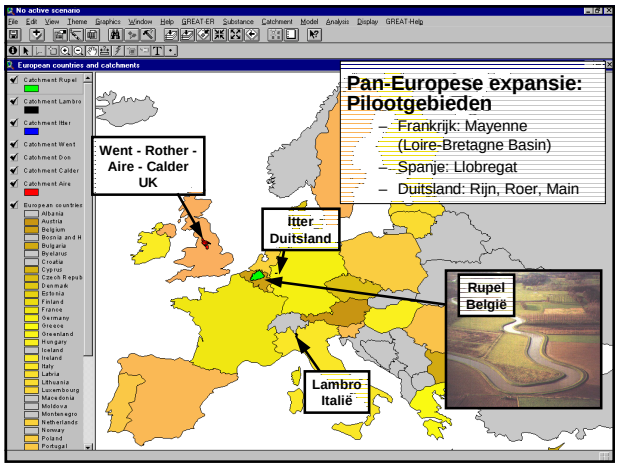
GREAT-ER Validatie

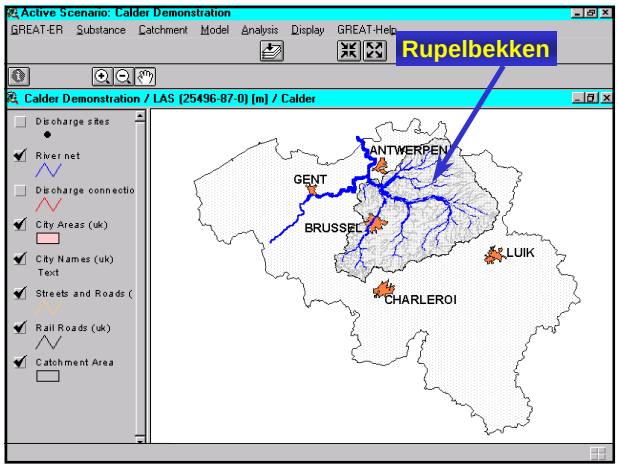


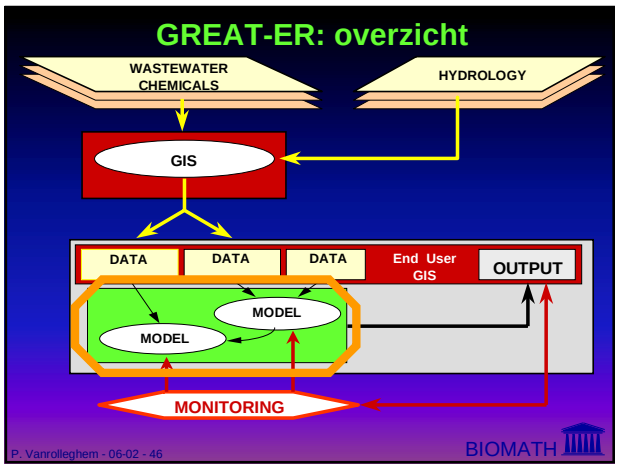
Onzekerheidsanalyse: Monte Carlo

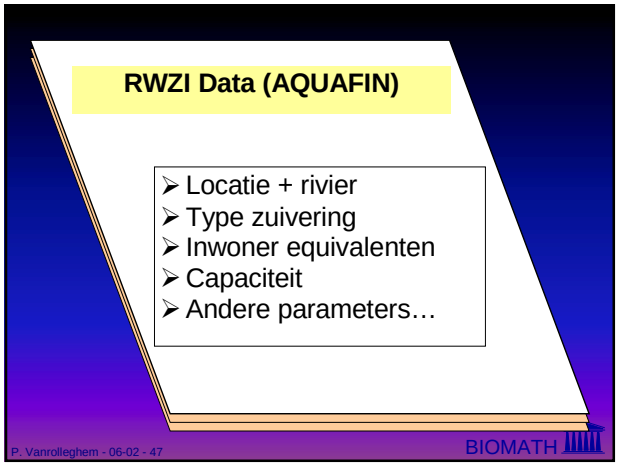


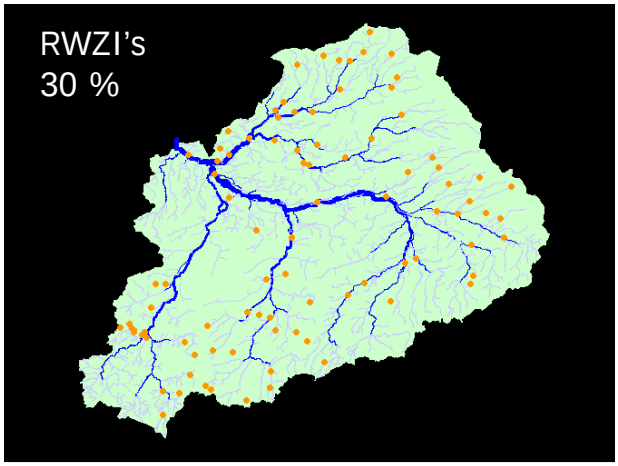

Onzekerheidsanalyse: Monte Carlo
Inputs
Distributies
Monte Carlo
Simulatie
'Shot'
Deterministisch
Model
Resultaat
Distributies
Probabilistis
Concentratie
90 %ile
Gemiddelde
Afstand
P. Vanrolleghem - 06-02 - 43
BIOMATH


Pan-Europese expansie:
Pilootgebieden
– Frankrijk: Mayenne
(Loire-Bretagne Basin)
– Spanje: Llobregat
– Duitsland: Rijn, Roer, Main
Went - Rother -
Aire - Calder
UK
Itter
Duitsland
Rupel
België
Lambro
Italië


Active Scenario: Calder Demonstration
Rupelbekken
Calder Demonstration / LAS (25496-87-0) [m] / Calder
ANTWERPEN
GENT
BRUSSEL
LUIK
CHARLEROI


GREAT-ER: overzicht
WASTEWATER
CHEMICALS
HYDROLOGY
GIS
DATA
DATA
DATA
End User
GIS
OUTPUT
MODEL
MODEL
MONITORING
P. Vanrolleghem - 06-02 - 46
BIOMATH


RWZI Data (AQUAFIN)
➢ Locatie + rivier
➢ Type zuivering
➢ Inwoner equivalenten
➢ Capaciteit
➢ Andere parameters…
P. Vanrolleghem - 06-02 - 47
BIOMATH


RWZI's
30 %

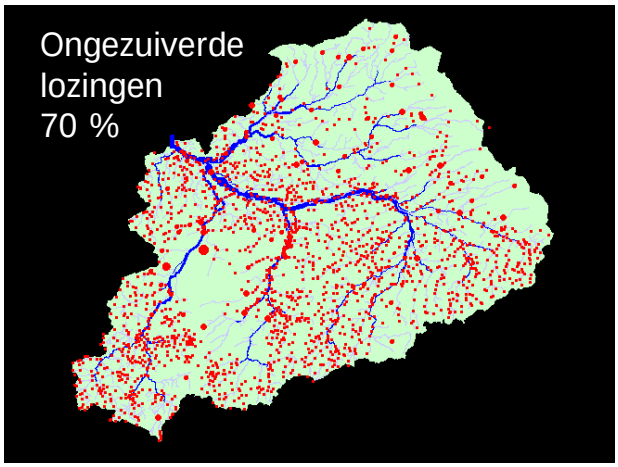
Ongezuiverde Emissies (VMM)

- Locatie van de lozingen
- Inwoner equivalenten

Waterkwaliteitsdata (VMM)

- DO
- BOD, COD
- NH_4^+, NO_3^-
- PO_4^{3-}

BIOMATH



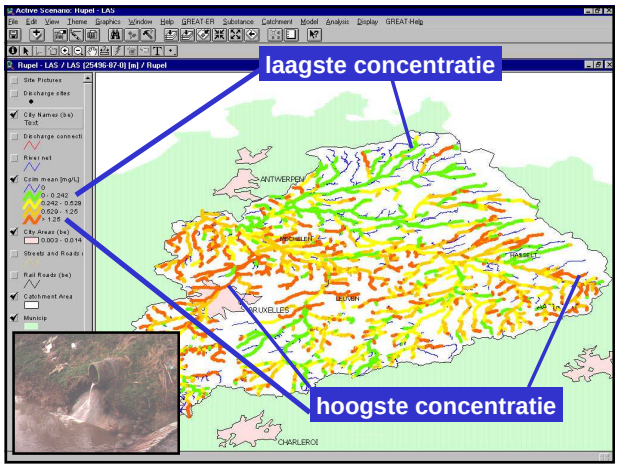
Hydrologische Gegevens (AMINAL + AWZ)

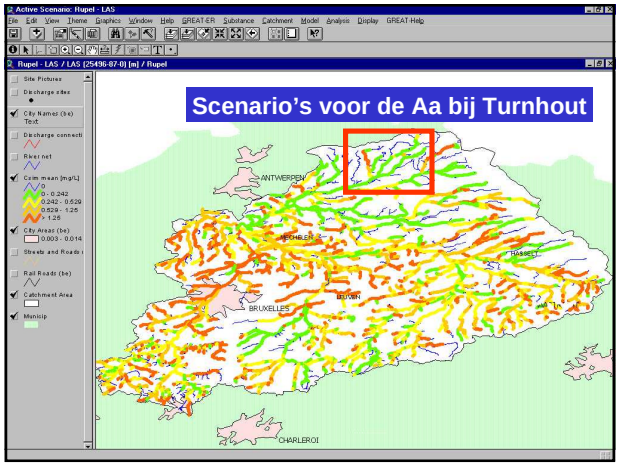
Meetstation:
- Debiet tijdreeksen
- Diepte
- Breedte
- Snelheid

} indirect

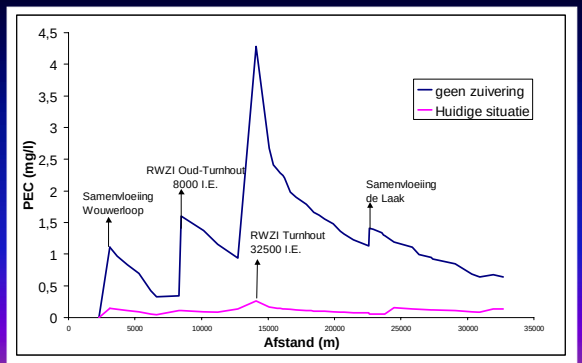
Digitaal rivier netwerk:
- Ligging op kaart

BIOMATH

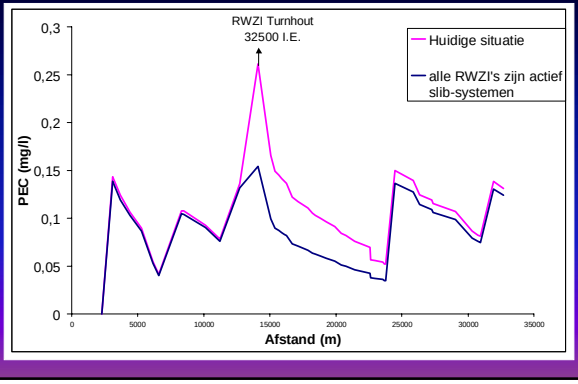




Scenario 1: Geen zuivering



Scenario 2: Oxydatiebed <-> Actief slib



Take home

- Scharnieren van de wetgeving (EU - USA)
- Gevolgen voor het stedelijk waterbeheer
- Een mogelijke aanpak:
  - een visie voor 2015 (GIS, kennis, pollutant trading)
  - moeilijkheden
- Eerste stappen in die richting (3 gevallenstudies):
  - Infrastructuur afvalwatertransport en -zuivering Brussel
  - Immissiegebaseerde Real-time Controle aanpak te Tielt
  - GREAT-ER waterkwaliteitsbeheer van het Rupelbekken

BIOMATH

Take home: Moeilijkheden

- Veelheid aan disciplines vereist
- Relatie fysico-chemie --> ecologie
- Hoeveelheden benodigde data/kennis zijn enorm
- Modellen zijn niet adequaat
  - niet compatibel voor verschillende deelsystemen
  - procedure voor modelbouw is te log/veeleisend
  - verschillende simulatoren nodig
  - berekeningen zijn te traag
- Onzekerheid is groot, maar blijft zelf onbe(re)kend
- Aantal aangrijpingspunten voor beheer is heel groot

BIOMATH