

Hydraulica:

Startpunt voor Calibratie van Waterzuiveringsmodellen

Peter Vanrolleghem, Bob De Clercq en Filip Coen

BIOMATH, Universiteit Gent, België



Probleemstelling

Conversiesnelheden r_A hangen af van de concentraties aan:

- ✓ Substraten ($S_S, S_{NH}, S_{NO}, X_S, S_{A\dots}$)
- ✓ Actieve Biomassa ($X_{BH}, X_{BA}, X_{PAO}, \dots$)

die zelf worden bepaald door de elementaire massabalansen

$$\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{uit}C_{uit} + r_A V$$

die gelden voor een klein volume-element ...



Probleemstelling (cont'd)

De vraag stelt zich

- 1) hoeveel van dergelijke volume-elementen in ogenschouw moeten genomen worden, en
- 2) welke nauwkeurigheid de metingen/schattingen van volume en debieten moeten hebben

voor adequate beschrijving van de dynamica van een reactor

*Afwijkingen op deze basiselementen van de massabalans
leiden onherroepelijk tot grote voorspellingsfouten*



Wat Theorie

Het “*tanks-in-serie model*”:

Koppeling van ideaal gemengde tanks wordt verondersteld de hydraulica van een reactorsysteem adequaat te beschrijven

- ✓ sterk ingeburgerd in de waterzuiveringsmodelbouw,
- ✓ beschrijving met eenvoudige differentiaalvergelijkingen,
- ✓ equivalent met de beschrijving door partieel differentiaalvergelijkingen van het advectie/dispersie type die in riool- en riviermodellen sterk doorgang hebben gevonden.



Activiteit voor de Modelbouwer:

Bepaal het aantal tanks nodig voor de beschrijving van de reactor

1. Empirische vergelijking (Chambers and Thomas, 1985) :

$$N = \frac{7.4}{WH} L Q_{in} (1+r)$$

met :

L = lengte aeratietank (m) ;

W = breedte aeratietank (m) ;

H = diepte aeratietank (m) ;

Q_{in} = gemiddelde influentdebiet (m³/s) ;

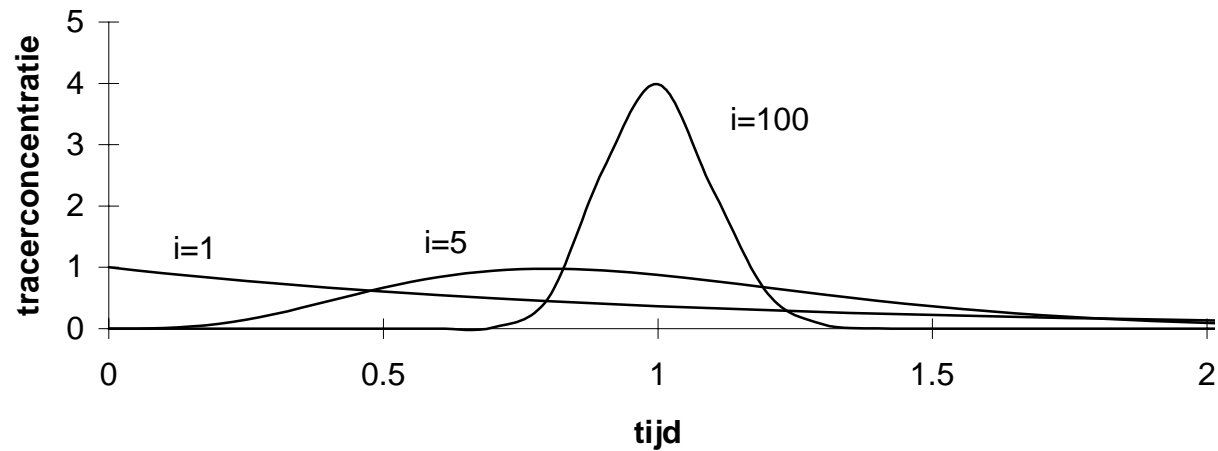
r = recycle ratio (-).

2. Experimentele bepaling: “INERTE TRACER TEST”



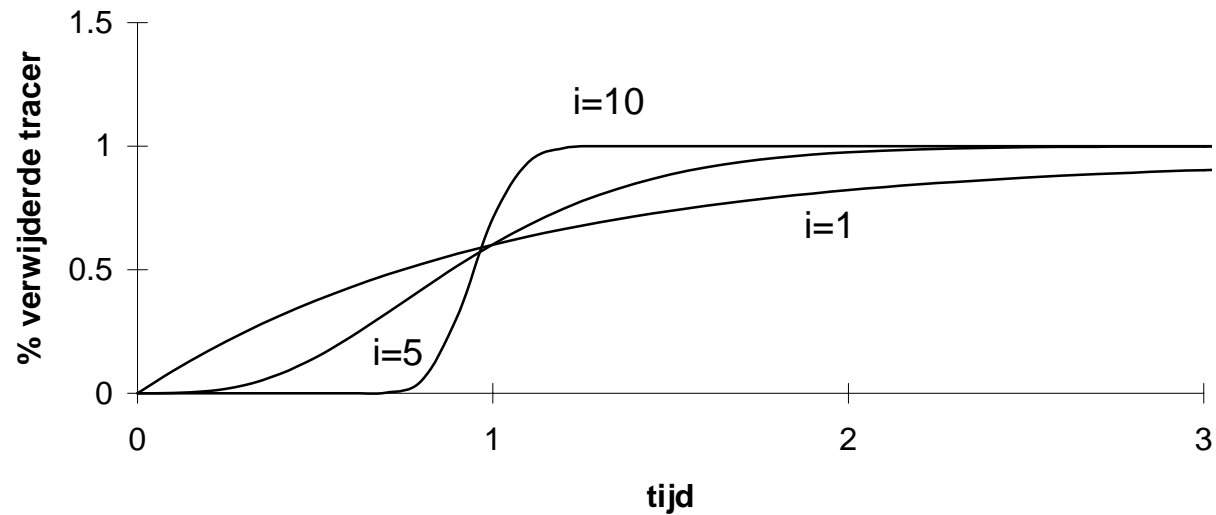
De klassieke Levenspiel figuurtjes

Systeemrespons op pulsinjectie: C-curve



De klassieke Levenspiel figuurtjes (cont'd)

Systeemrespons op pulsinjectie: F-curve



Inerte Tracer Tests

Neem een inerte verbinding die,
na toevoeging aan de reactor op puls- of stap-wijze,
nauwkeurig terug te vinden is in de reactor
zodat de respons van het reactorsysteem kan geïnterpreteerd
worden in termen van aantal tanks in serie
Tracers voor vloeistof, gas en slibfase zijn beschikbaar



Inerte Tracer Tests: Voorbeelden

1) Vloeistof:

- ✓ Zout ⇒ conductiviteit
- ✓ Bromide ⇒ Br-electrode
- ✓ Lithium ⇒ Laboratoriumanalyse
- ✓ Rhodamine WT ⇒ Fluorescentie

2) Gas:

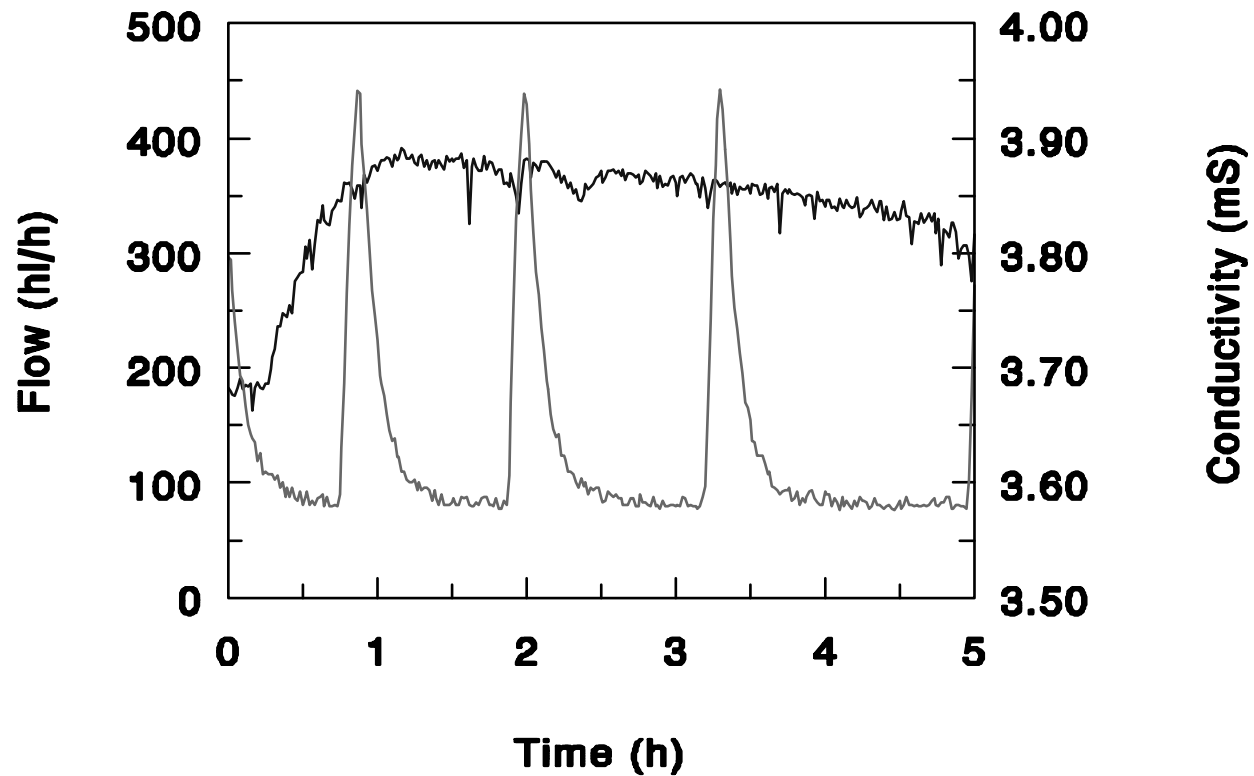
- ✓ Helium ⇒ Gasanalyse

3) Slibfase:

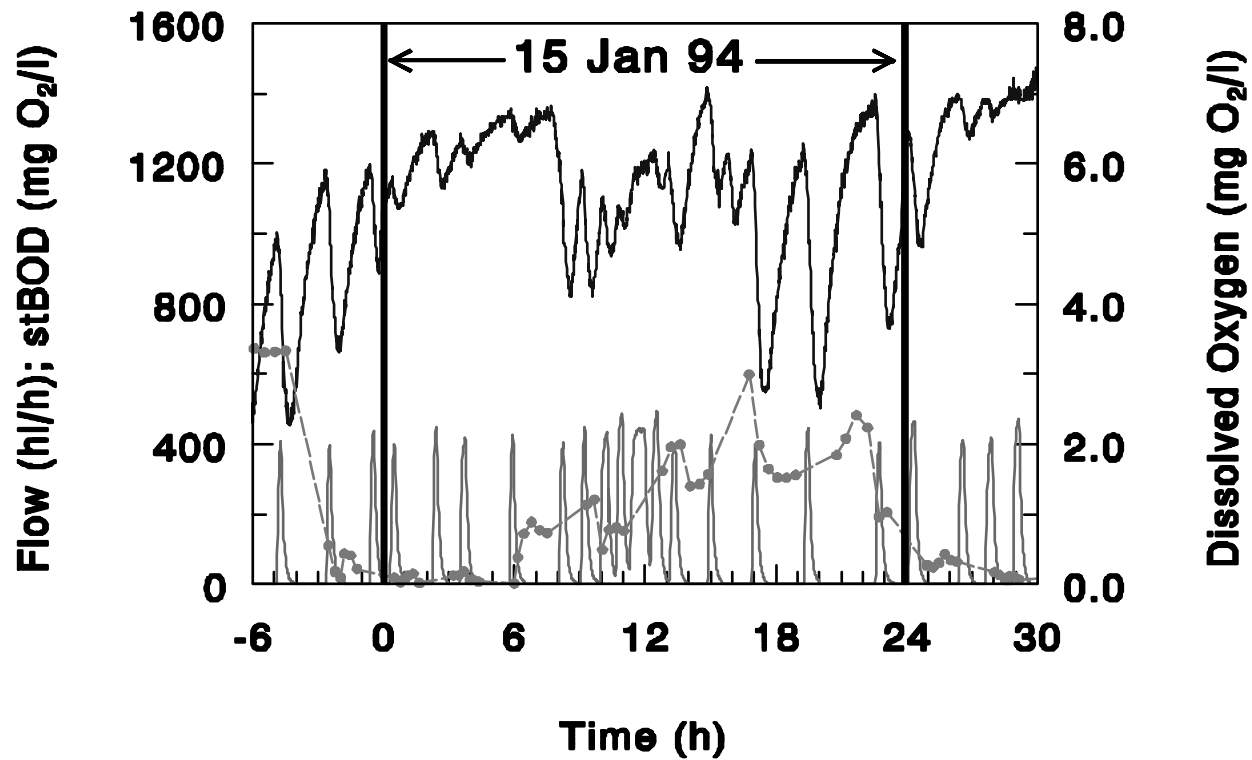
- ✓ Pyreen ⇒ Laboratoriumanalyse
- ✓ Mangaan ⇒ Laboratoriumanalyse
- ✓ Sporen ⇒ Microbiologische analyse



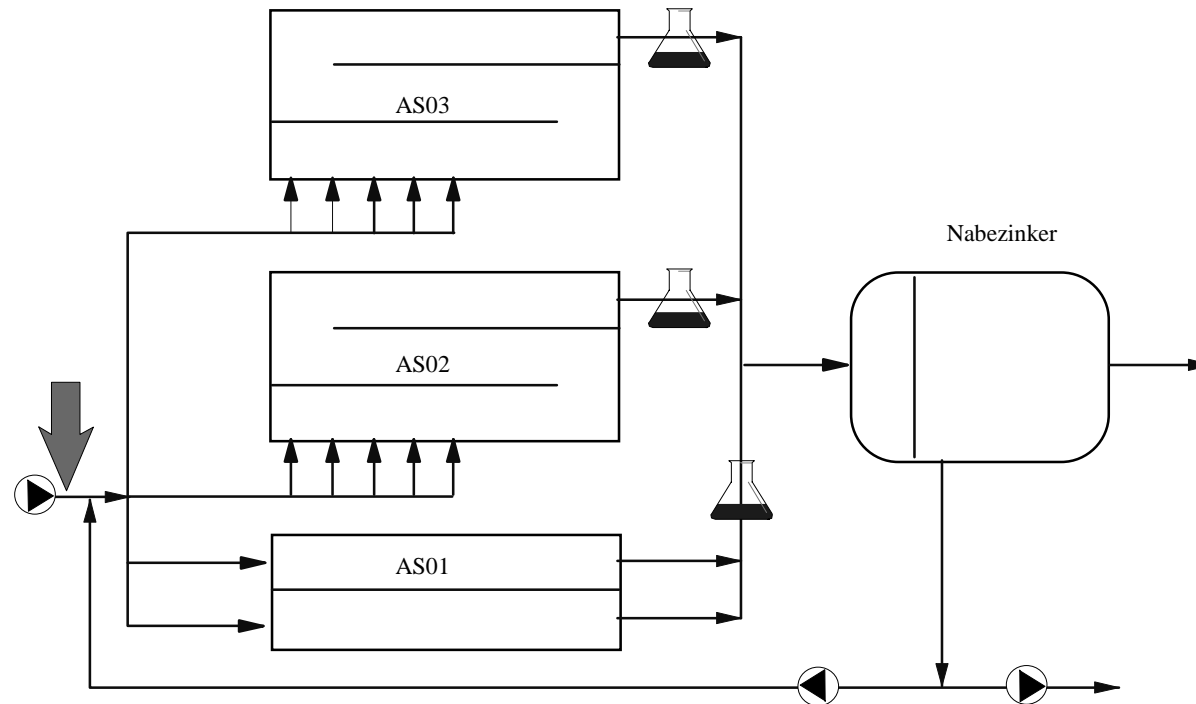
*Praktisch Voorbeeld 1:
Maria Middelaars: Conductiviteit $\Rightarrow N=2$*



Praktisch Voorbeeld 1:
Maria Middelaars: Conductiviteit $\Rightarrow N=2$



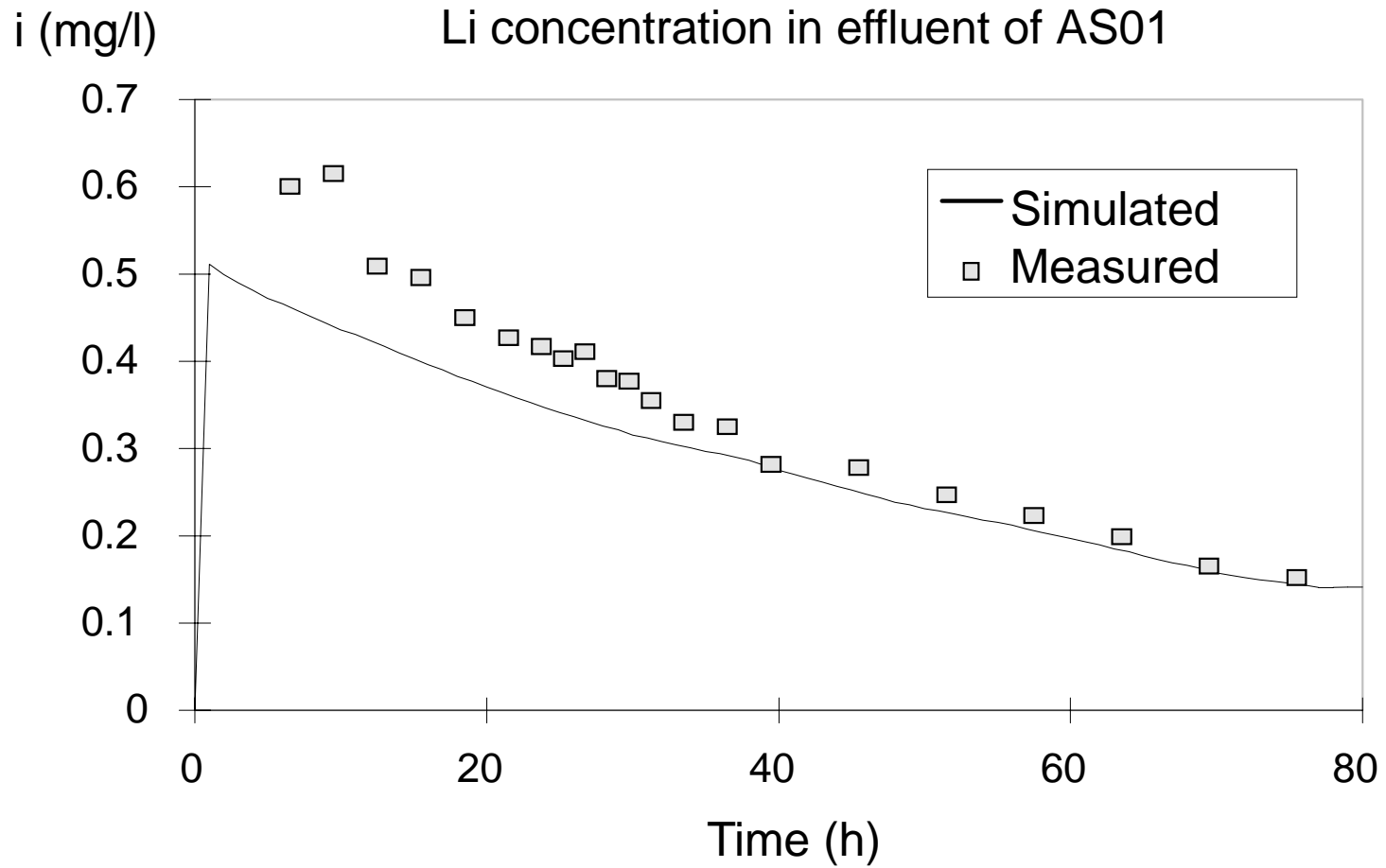
Praktisch Voorbeeld 2: Industriële Waterzuivering: Lithium $\Rightarrow N=3 \times 2$



$$V = 2 \times 3050 \text{ m}^3 \text{ en } 2 \times 950 \text{ m}^3; Q_{in} = 110 \text{ m}^3/\text{h}, Q_{rec} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

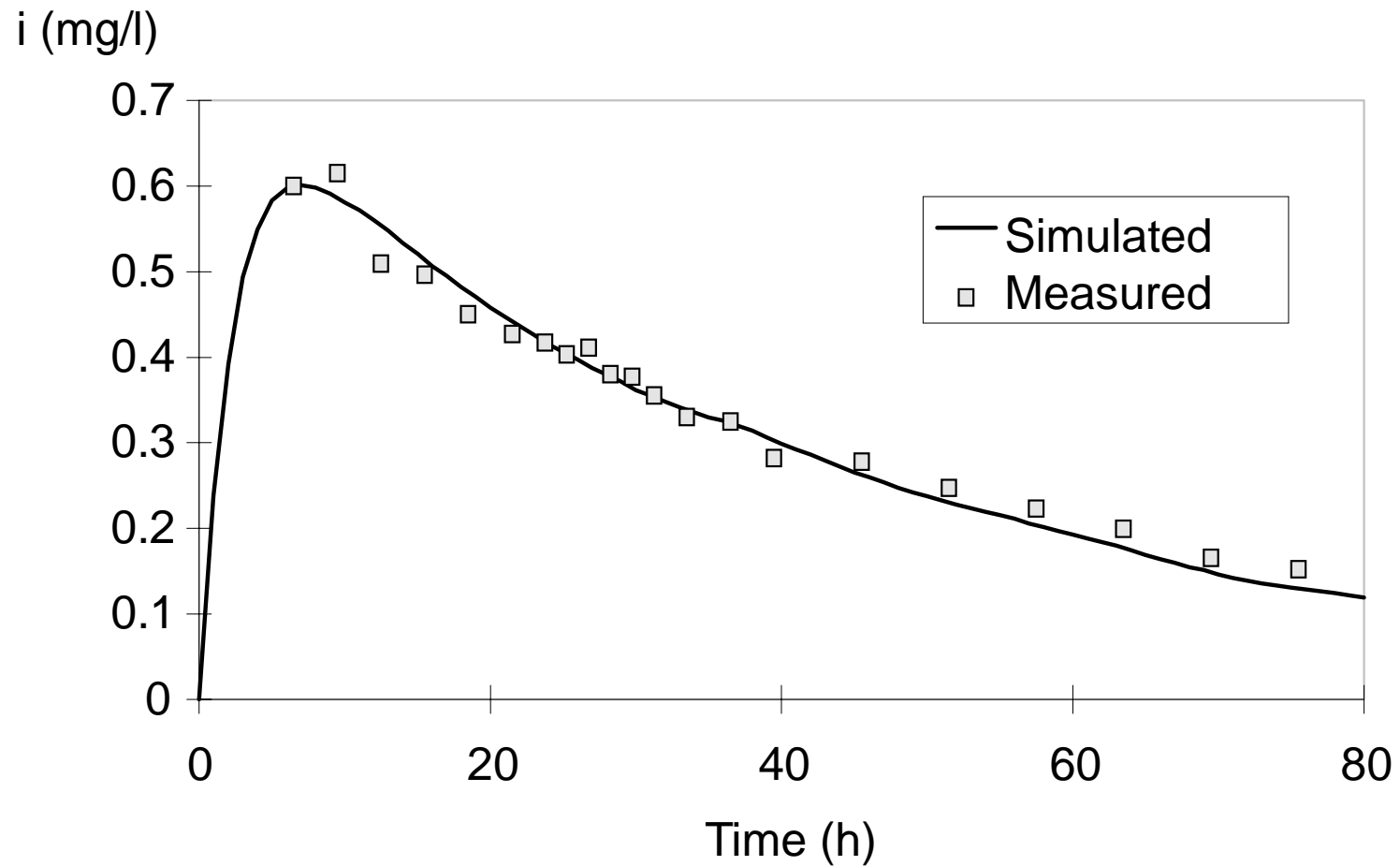


Best fit: $N=1$

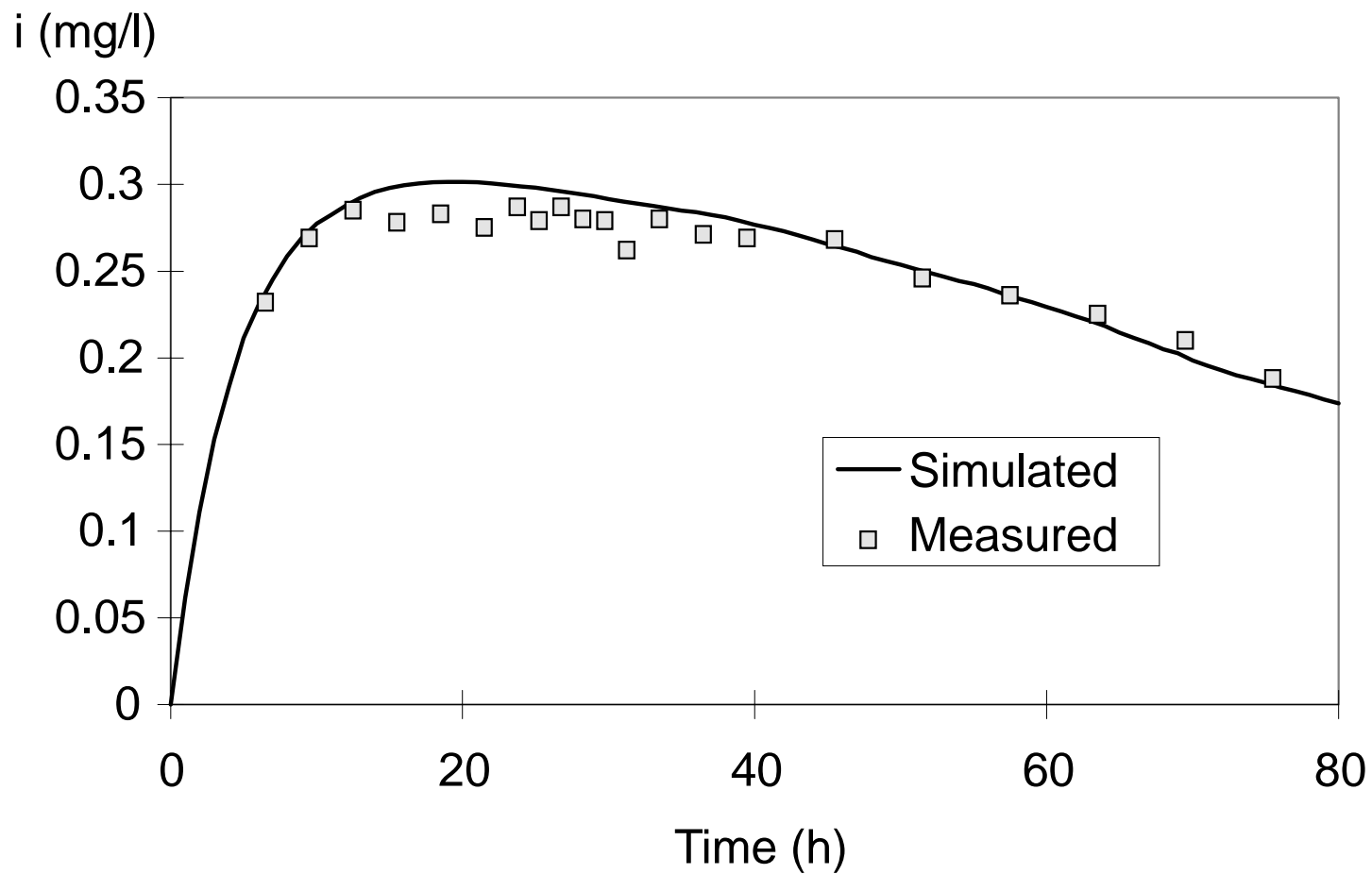


Best fit $N=2: V_1 \neq V_2$

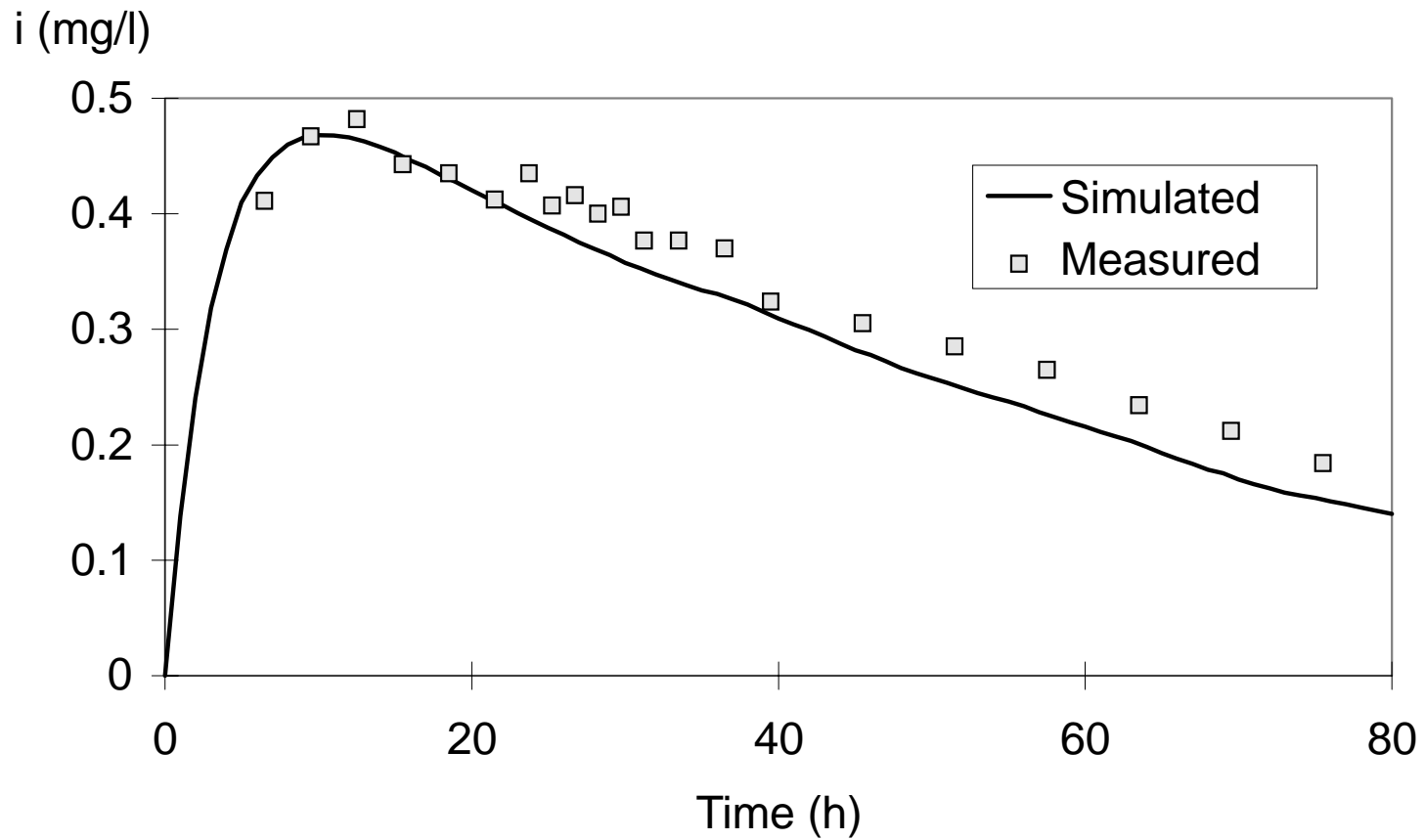
Li concentration in effluent of AS01



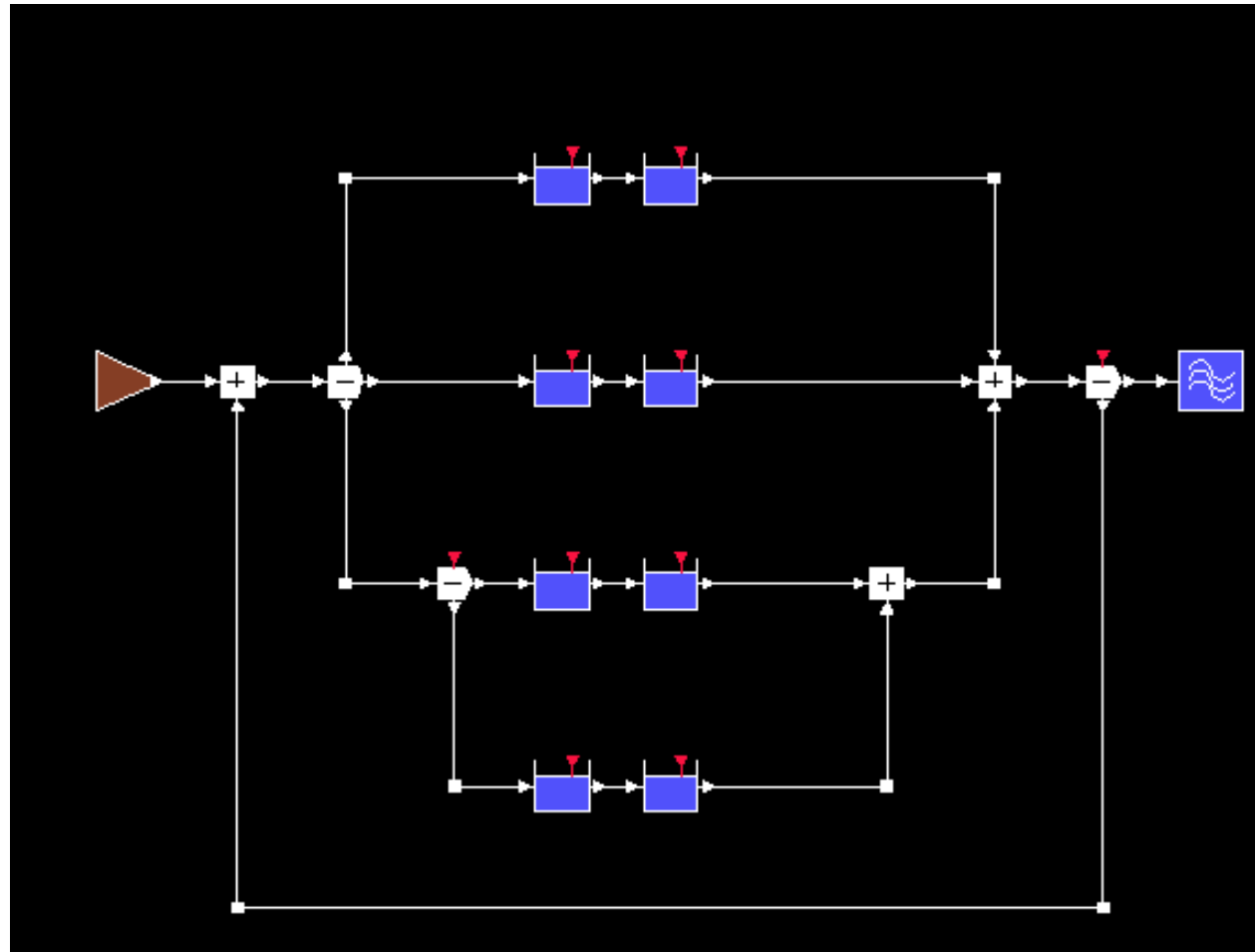
Li concentration in effluent of AS02



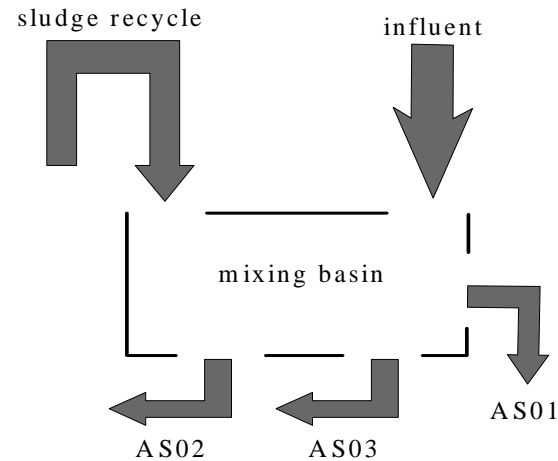
Li concentration in effluent of AS03



Implementatie in Simulator



Niet ideale menging retour/influent

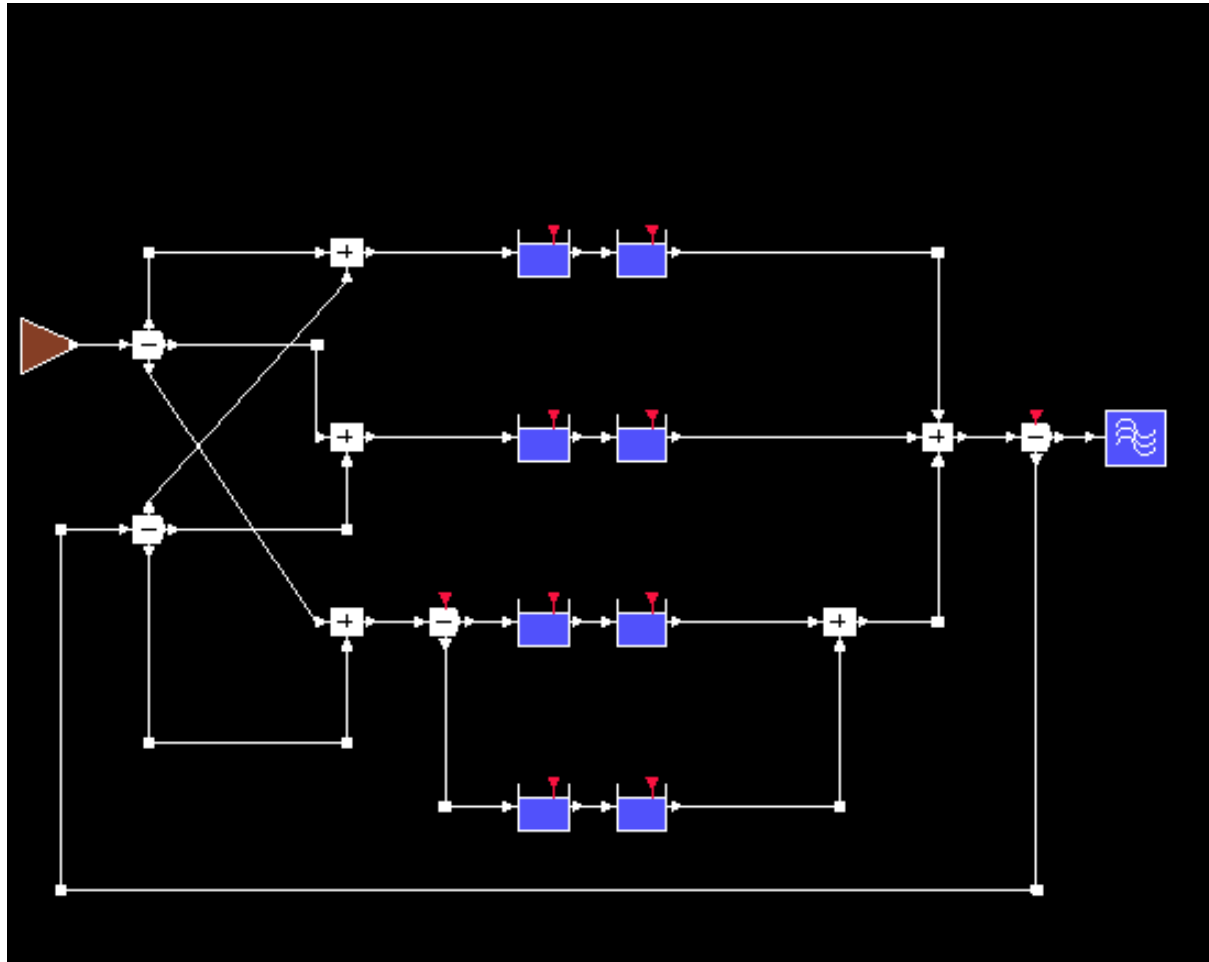


Uit massabalansen/concentraties volgt:

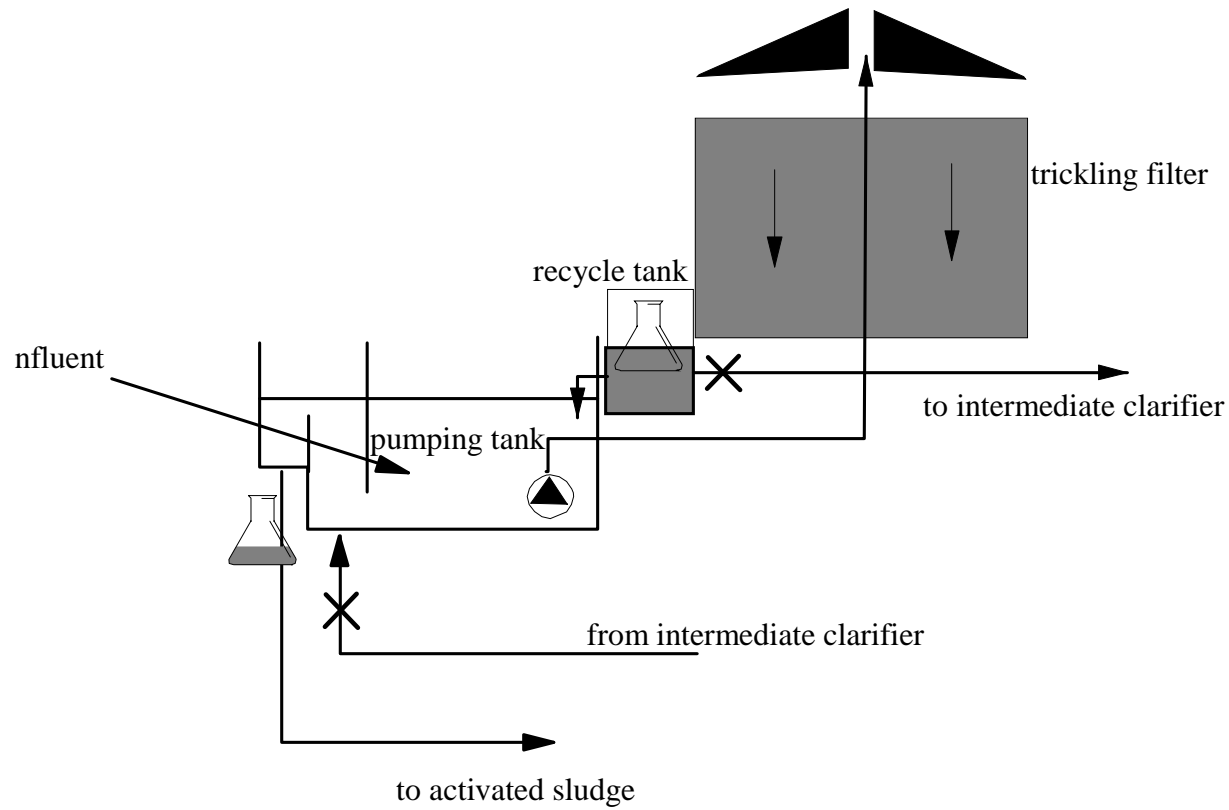
	AS01	AS02	AS03
influent fractions f_{in}	0.36	0.24	0.4
sludge fractions f_{sl}	0.345	0.31	0.345



Implementatie in Simulator



Praktisch Voorbeeld 3: Trickling Filter: Lithium $\Rightarrow N=2+2$



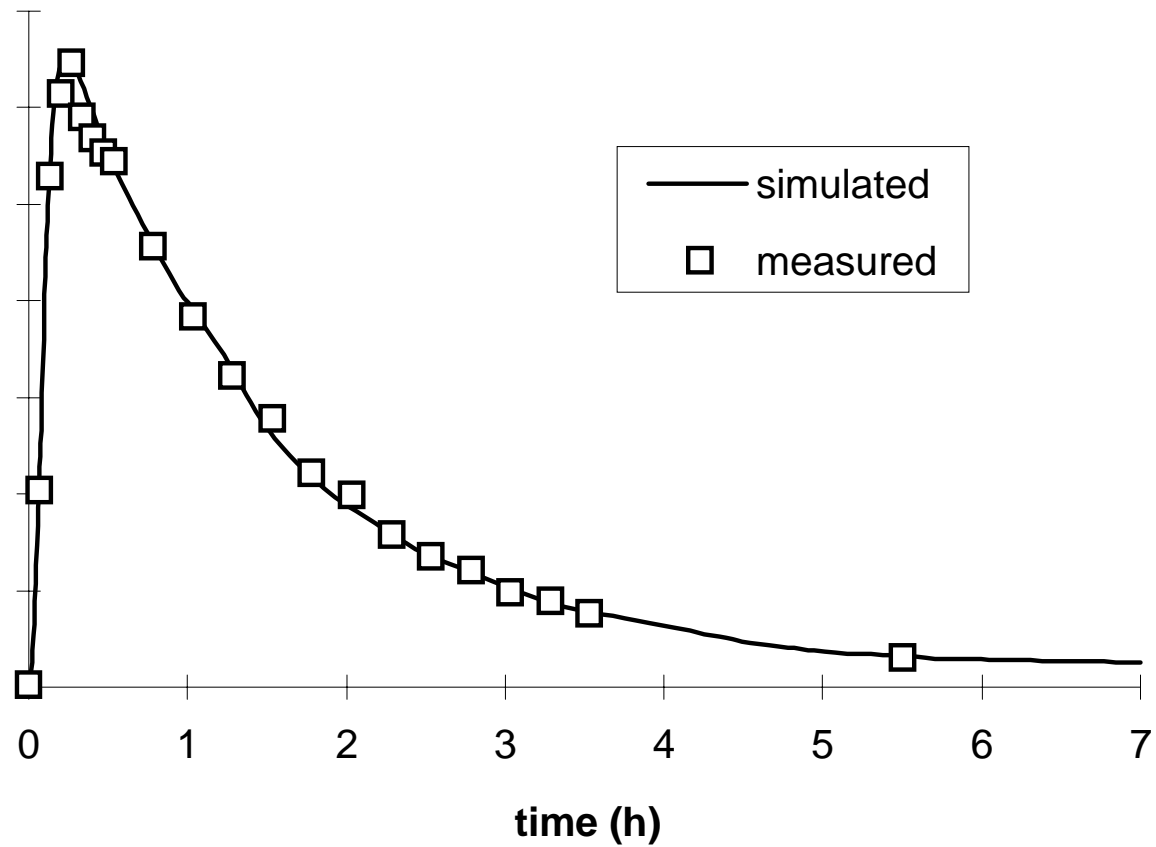
Praktisch Voorbeeld 3: Trickling Filter: Lithium $\Rightarrow N=2+2$

Aanpak:

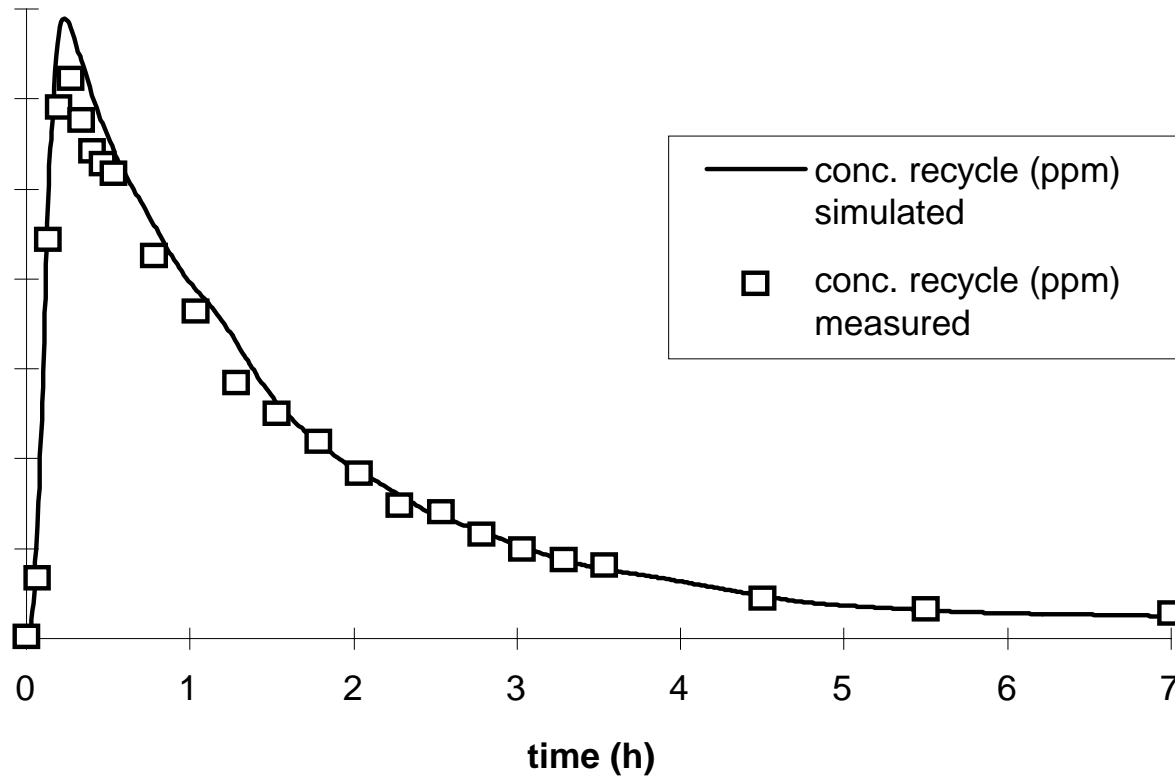
- 1. Inschatting van wat op de TF gepompt wordt uitgaande van een Li-balans over de pomp-put*
- 2. Opstelling van mengmodel voor pompput*
- 3. Evaluatie van mengeigenschappen van TF zelf*



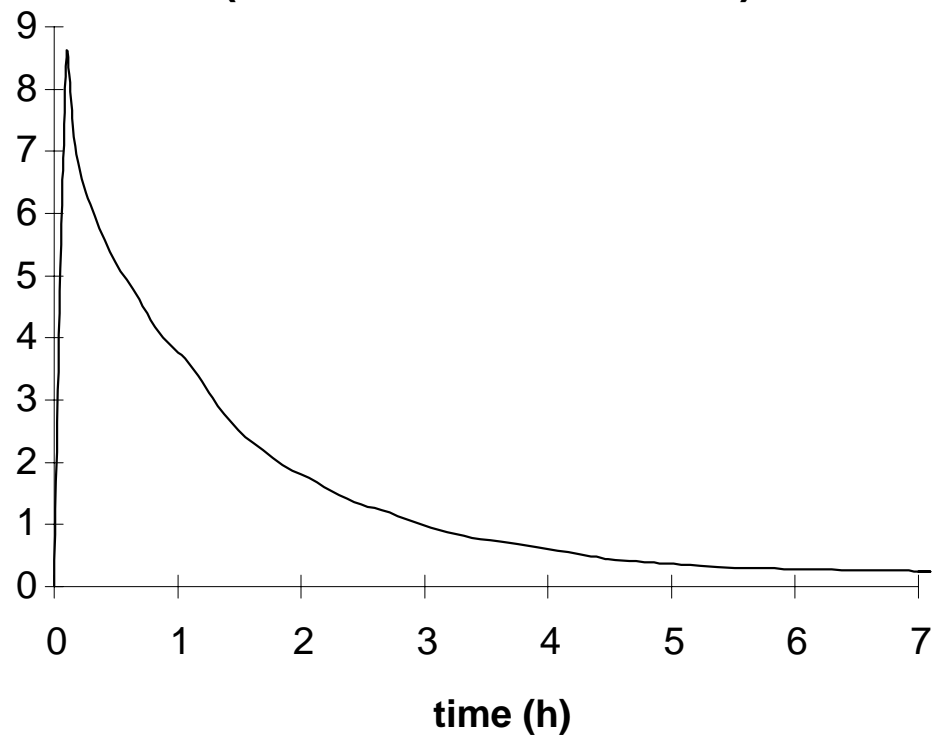
concentration of Li (ppm) in the effluent



concentration of Li (ppm) in recycle pit



**concentration of Li (ppm) in the pumping tank
(active volume = 74 m³)**



Hydraulisch model van de Trickling Filter



Conclusies

Technieken zijn beschikbaar:

Tracer test:

- ✓ 3x hydraulische verblijftijd,
- ✓ 20-50 meettijdstippen
- ✓ numerieke interpretatie nodig vanwege retourstromen
- ✓ extra metingen (DO, MLSS) kunnen extra info opleveren
- ✓ non-equal volume nodig voor adequate beschrijving

Empirische aanpak ook mogelijk

