



Van pompen naar rivieren en kanalen

14 maart 2019, Jorn Baayen

Van pompen naar kanalen

Klaudia heeft laten zien hoe de pomppanning kan worden geoptimaliseerd op een verantwoorde manier.

Maar hoe houd je rekening met hydrodynamica van de panden tussen de pompen?



Van pompen naar kanalen

De uitdaging

Voor de hydrodynamica van de panden geldt:

$$\Delta H \approx - \frac{Q|Q|}{RC^2A^2}$$

met waterstand H , debiet Q , hydraulische radius $R = R(H)$, doorsnede $A = A(H)$, wrijvingscoëfficiënt C .



Van pompen naar kanalen

De uitdaging

Voor de hydrodynamica van de panden geldt:

$$\Delta H \approx - \frac{Q|Q|}{RC^2A^2}$$

met waterstand H , debiet Q , hydraulische radius $R = R(H)$, doorsnede $A = A(H)$, wrijvingscoëfficiënt C . Nietlineaire vergelijking \Rightarrow nietconvexe optimalisatie.

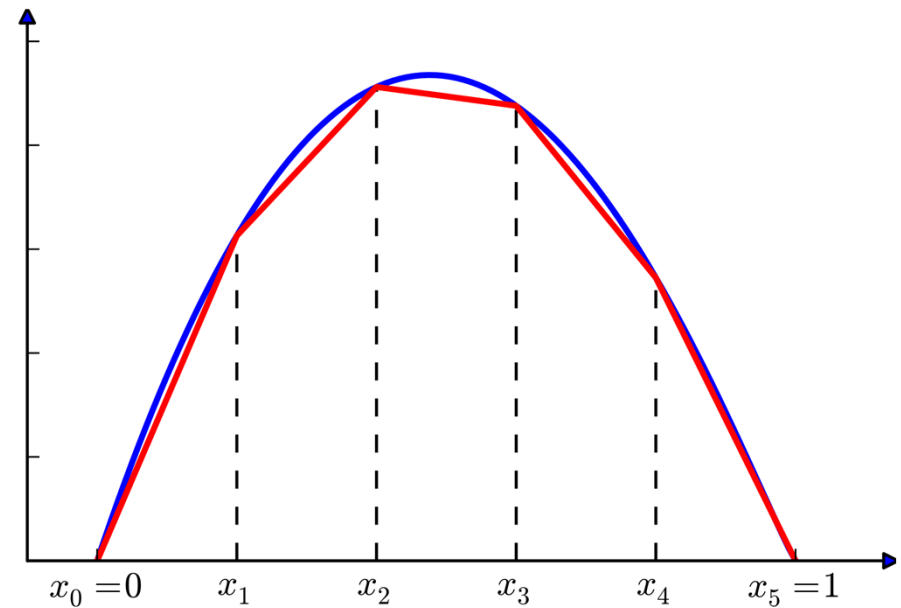


Van pompen naar kanalen

Benadering met piecewise linear functies

Per rekenpunt $6(n + 1)$ integrale beslisvariabelen nodig om de actieve stukjes bij te houden.

Als we 3 stukjes nemen, zijn dat 24 integrale beslisvariabelen per rekenpunt, per tijdstap.



Van pompen naar kanalen

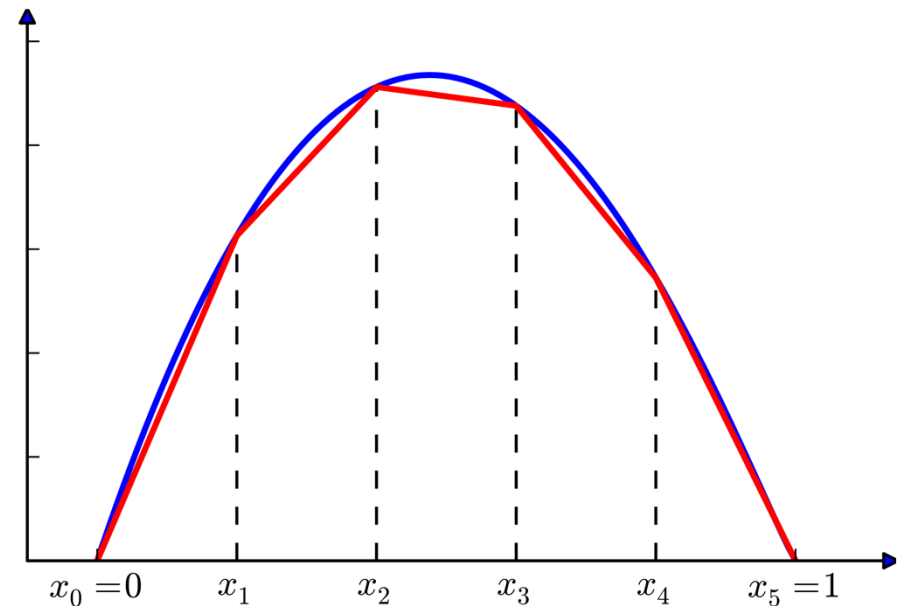
Benadering met piecewise linear functies

Per rekenpunt $6(n + 1)$ integrale beslisvariabelen nodig om de actieve stukjes bij te houden.

Als we 3 stukjes nemen, zijn dat 24 integrale beslisvariabelen per rekenpunt, per tijdstap.

Optimalisatie van een Q-H-Q-H-Q schema over een horizon van 12 uur met een tijdstap van 15 minuten duurt ...

±1 dag*



* Met state-of-the-art mixed integer solver Gurobi op een Intel Core i5 met 4 cores.

De oorzaak van de slechte performance is het “instorten” van de niet-lineaire functie als de integer constraints worden relaxed.

Van pompen naar kanalen

Homotopie

De homotopie-methode (Baayen, Piovesan, & vanderWees, 2018) optimaliseert de Saint-Venant vergelijkingen in een handomdraai.

Met een horizon van 12 uur, tijdstappen van 15 minuten, en één streefpeildoel zijn de reketijden als volgt*:

Aantal rekenpunten	5	10	100	200
Homotopie v1	0,10 s	0,25 s	8,39 s	22,76 s
Homotopie v2 (KISTERS solver)	0,07 s	0,16 s	5,55 s	15,47 s

* Gemiddelden van 50 optimalisatie-runs op een Intel Core i5 met 4 cores. Directe implementatie zonder RTC-Tools.

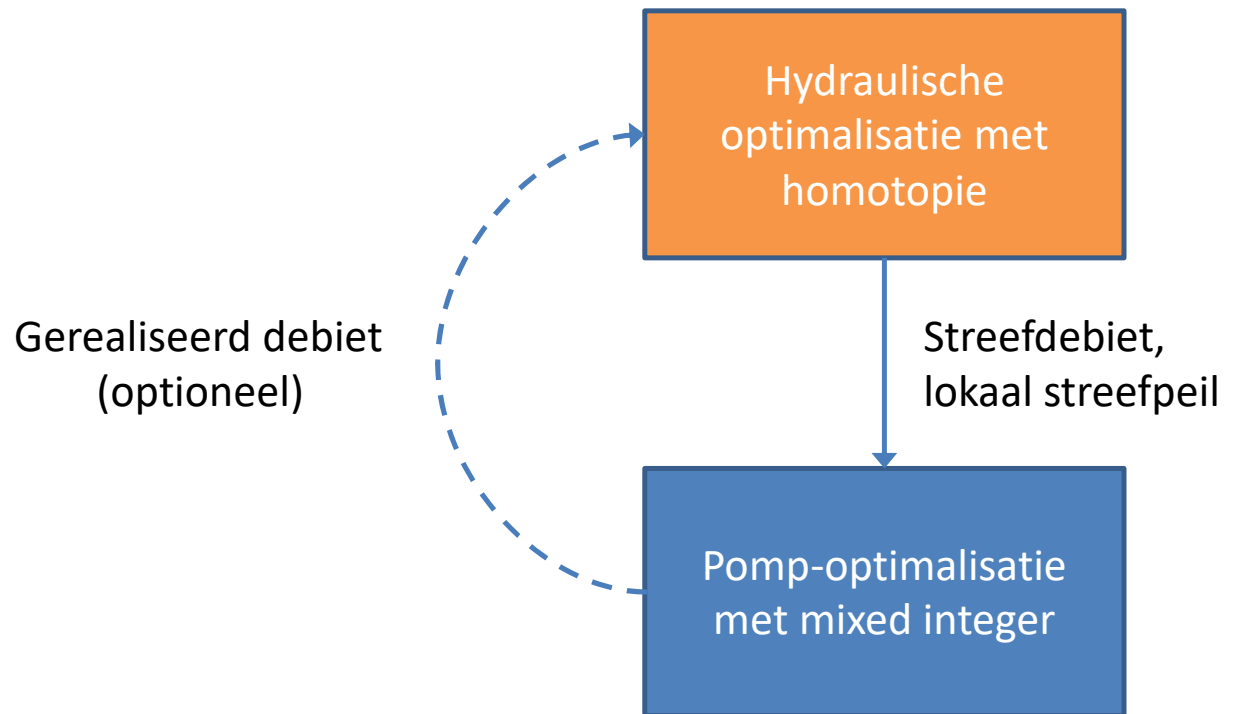
Versie 1 van de homotopie-methode draait operationeel bij Rijnland en bij Noorderzijlvest.



Van pompen naar kanalen

Architectuur met pompen én kanalen

- Snel
- Stabiel
- Universeel inzetbaar
- “Best of both worlds”



Meer informatie:

jorn.baayen@kisters-bv.nl

KISTERS Nederland B.V.

Piet Mondriaanplein 13-31

NL-3812 GZ Amersfoort

Phone +31 6 33881175

jorn.baayen@kisters-bv.nl

<http://water.kisters.eu>

File name:

Creation date: 2019-03

Presentation date:

Author: Jorn Baayen

Speaker: Jorn Baayen