



Zandwindmolen

Ontwerp pijpleiding voor lange afstanden

Edwin de Hoog
e.dehoog@royalihc.com
e.dehoog@tudelft.nl

Zandwindmolen: Lange hydraulisch transport pijpleidingen

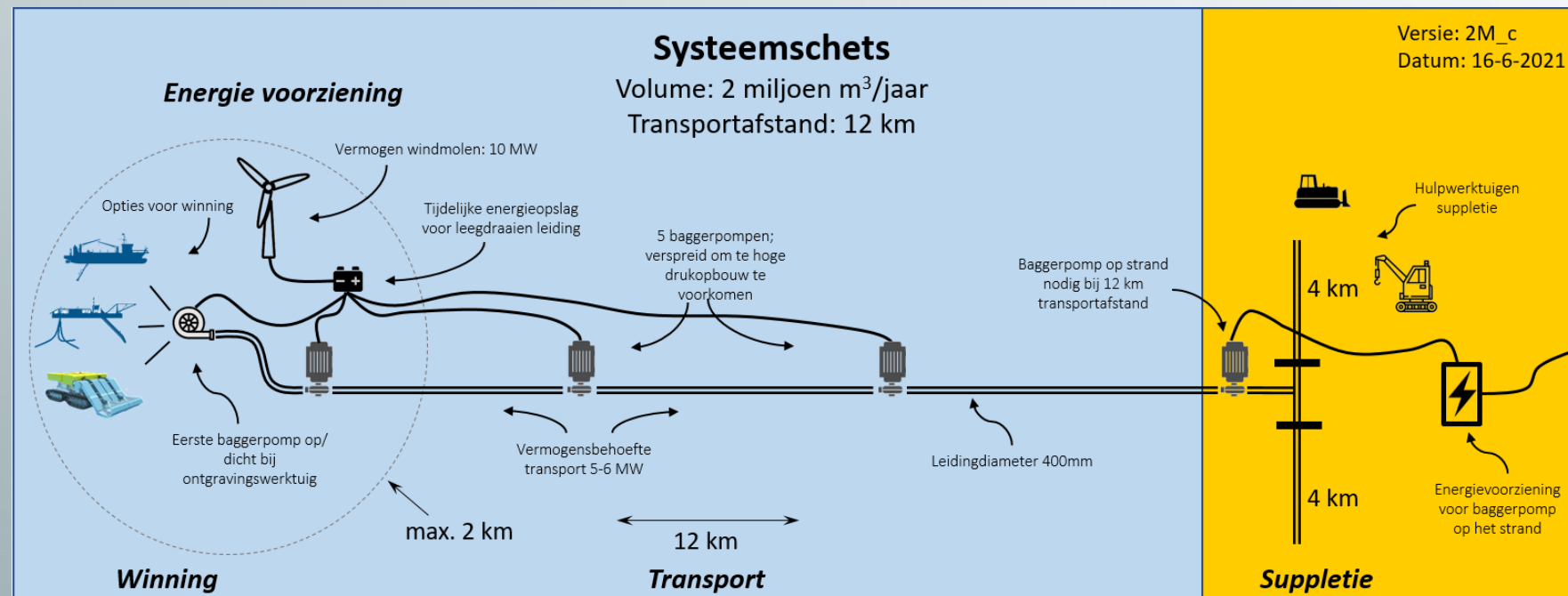


Lange afstanden, uitdagingen:

- Pomp positionering
- Groter risico op verstoppingen
- Dichtheidsgolven (tijdsdomein variaties)

Zandwindmolen specifiek:

- Automatisering
- Variabele energie toevoer (tijdsdomein variaties)
- De wind kan wegvallen

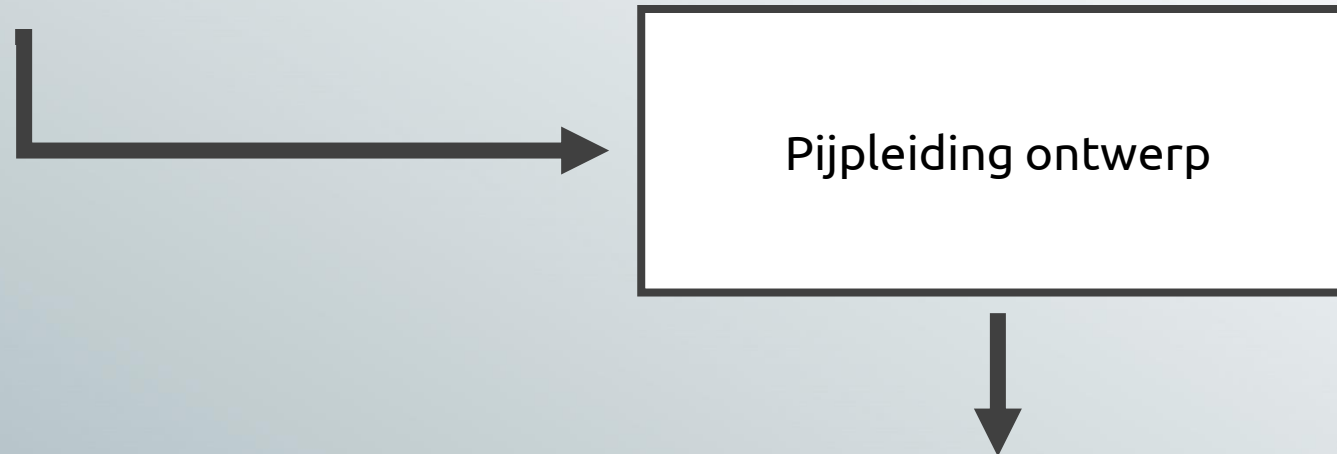


Stap 1: Bepalen systeem parameters

Hoe lang moet de pijpleiding zijn?

Hoe grof is het zand?

Hoeveel zand moet er doorheen stromen?



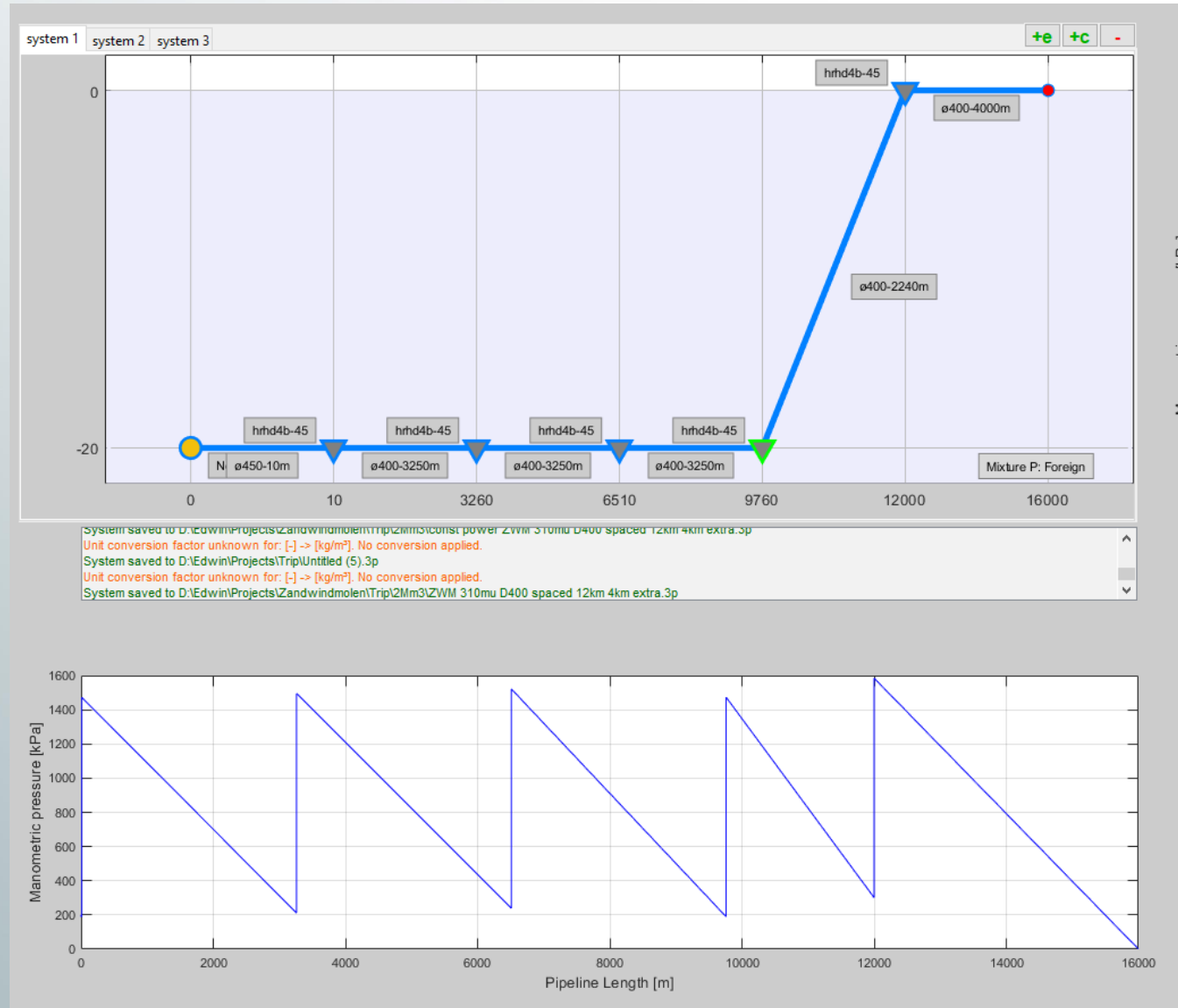
- Pijpleiding diameter
- Totaal benodigd vermogen (geleverd door de windmolen)
- Aantal pompen
- Pomp positionering
- Mengselsnelheid

Stap 2: Pomp posities en vermogen

Een pomp voegt druk toe

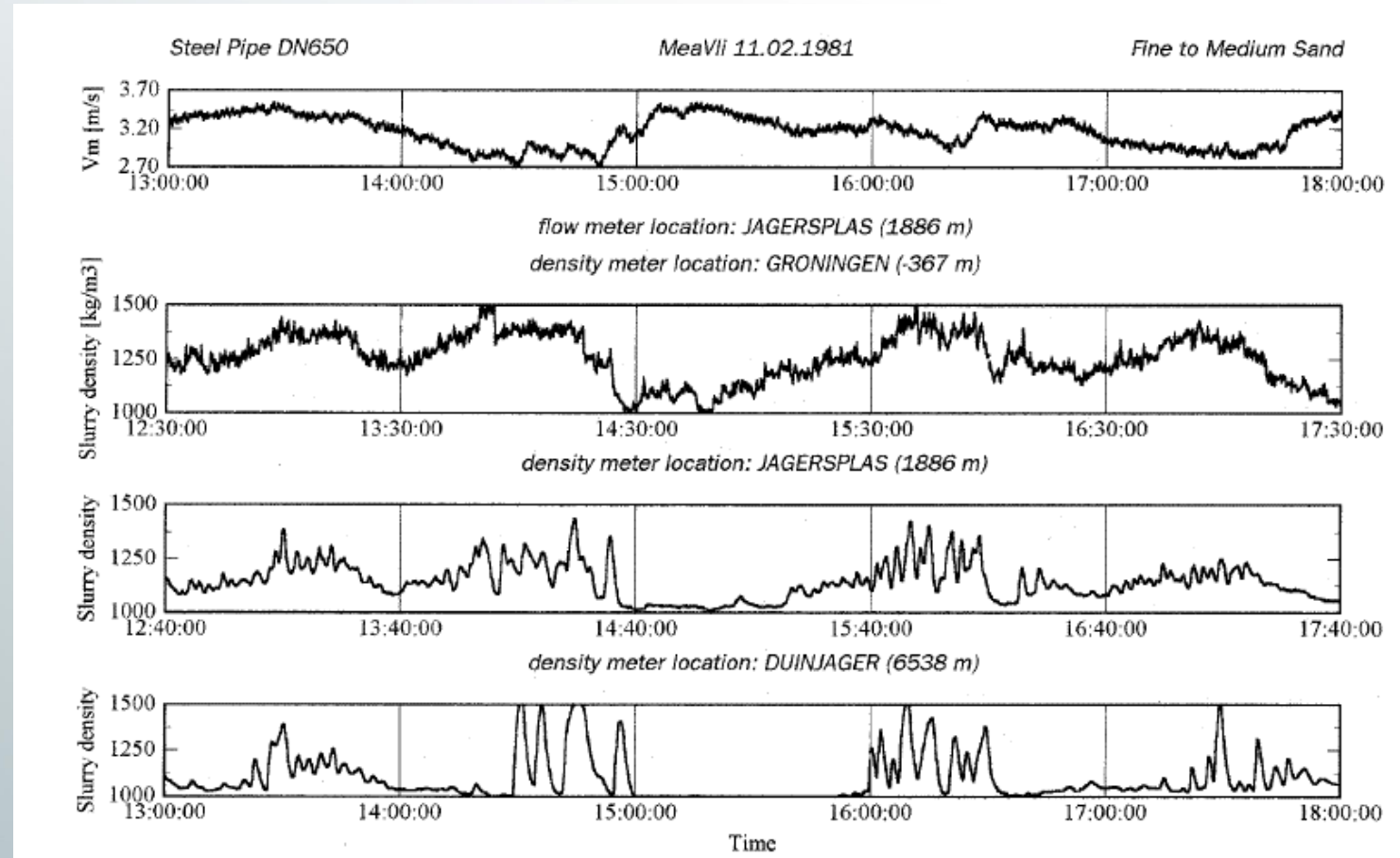
Het mengsel verliest druk door weerstand

Opeen volgende pomp heeft voldoende voordruk nodig om cavitatie te voorkomen



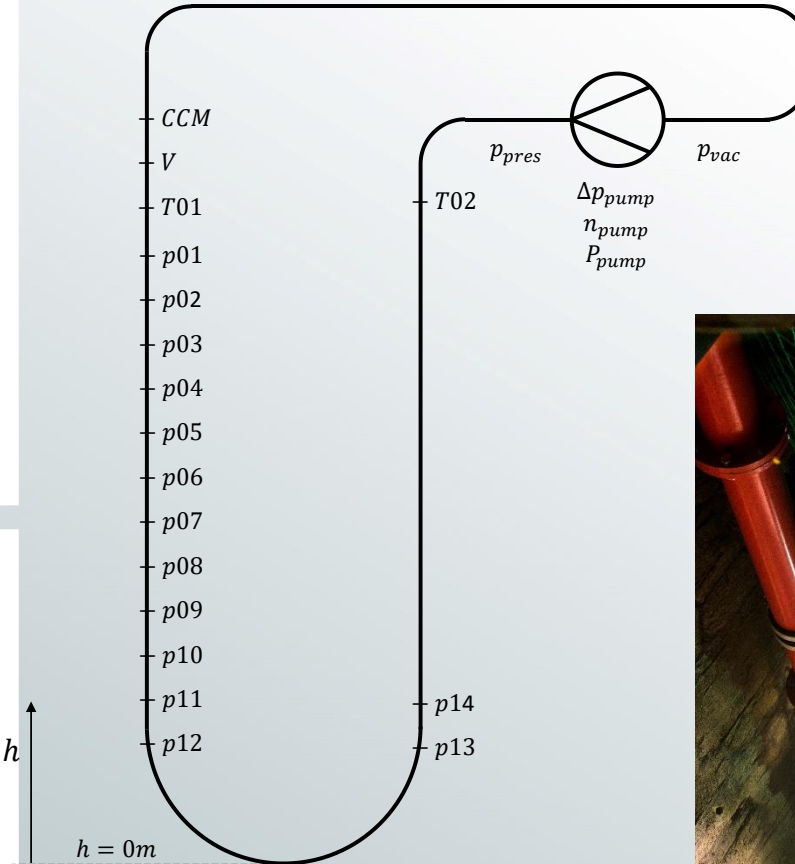
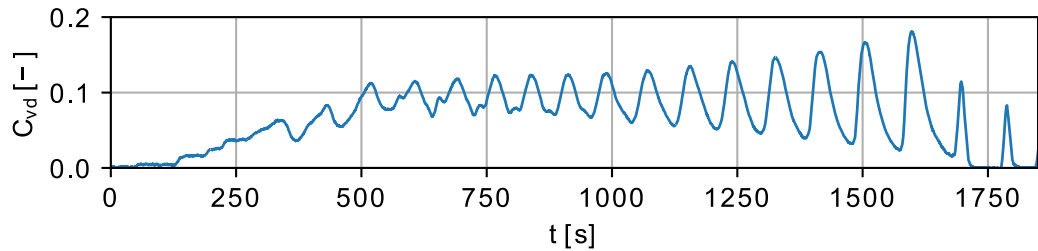
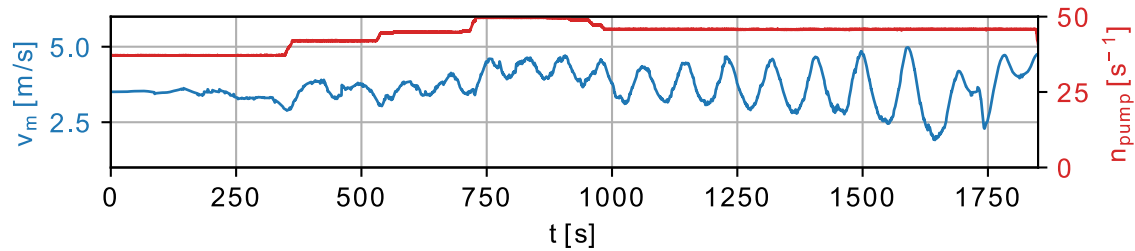
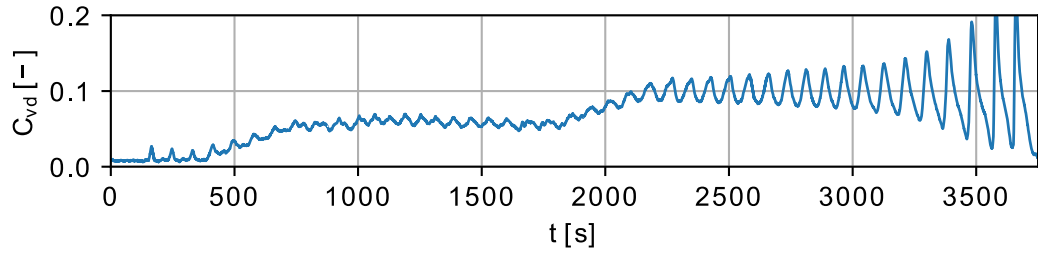
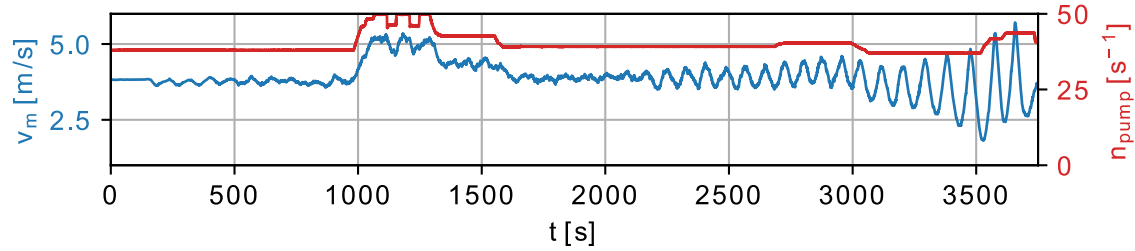
Stap 3: Tijdsdomein ontwerp

- Variaties in de zand concentratie kan leiden te lage snelheden in de pijpleiding
- Lage snelheden leiden tot dichtheidsgolven en uiteindelijk verstoppingen
- De pomp beïnvloed het mengsel, het mengsel de pomp.
- Hoe gaan we om met de variërende energie toevoer van de windmolen, en de energie vraag van het systeem?



Matousek (1996), *J. Hydrol. Hydromech.* 44(6), 396-409

Stap 3: Tijdsdomein ontwerp

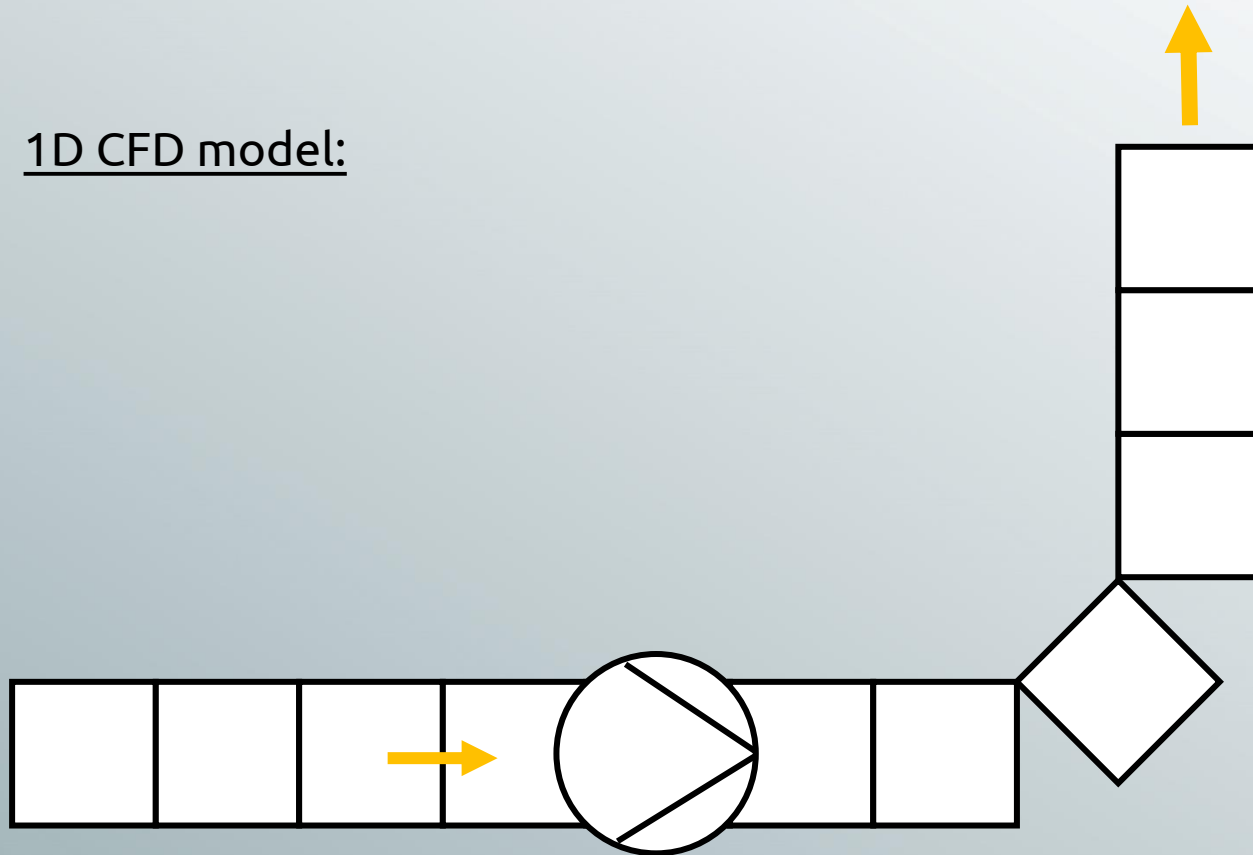


~320 m verticaal systeem:



Stap 3: Tijdsdomein ontwerp

1D CFD model:



In elke "cell" zit de volgende informatie:

- Zand concentratie
- Hoeveelheid water
- Zand deeltjes snelheid (hangt af van concentratie)
- Water snelheid
- Systeem druk
- Weerstands drukverliezen
- Etc.

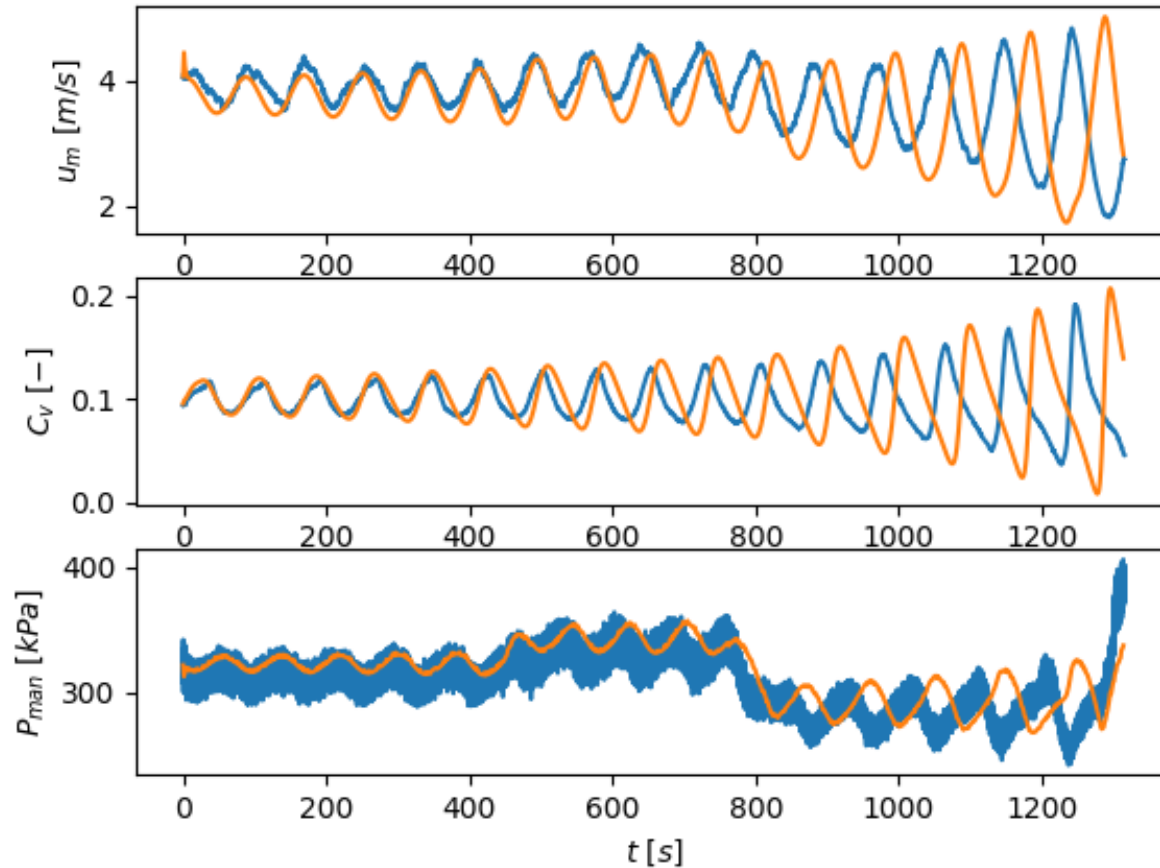
Wat kan het model?

- Versnellen en vertragen ($F=m*a$)
- Pomp druk middels een pomp curve
- Interactie tussen het mengsel en de pomp (wederzijds)

Stap 3: Tijdsdomein analyse



Blauw: data
Oranje: 1D CFD
simulaties

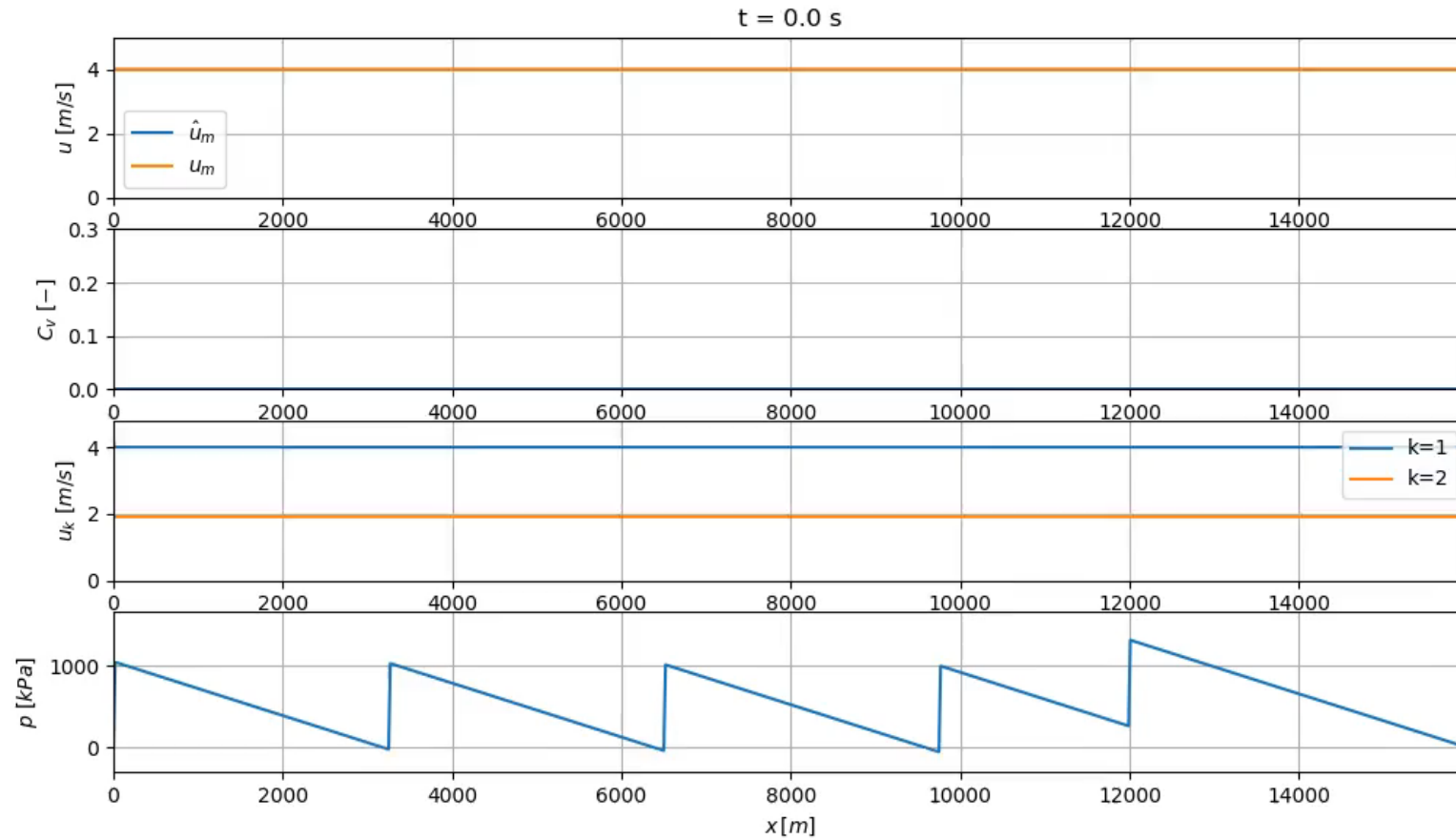


Mengselsnelheid

Concentratie

Pompdruk

Stap 3: Tijdsdomein ontwerp



t [s]

Vervolg werk voor de Zandwindmolen:

Middels de 1D simulaties:

- Analyseren variaties in gevraagd pijpleiding vermogen door variërende zand concentraties
- Ontwerpen regelsysteem en regelstrategie om systeem stabiliteit te behouden
- Ontwerpen van energie buffers