Model Predictive Control of a Sewer System

June 14, 2018

Group 1030

Jacob Naundrup Pedersen Thomas Holm Pilgaard

Department of Electronic Systems Aalborg University Denmark





Group 1030

Diskussion/Konklusion

Introduktion

Kloakker og rensningsanlæg generelt

Problem formulering

System beskrivelse

Løsninger og begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

Preissmann

Implementering

Initialisering

Simulering

Display

Kontrol

Linearisering

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusion

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark 52



Typisk opbygning af kloak ledning

Agenda

Group 1030

Kloakker og

rensningsanlæg generelt

Problem formuler

System beskrivel

Løsninger og

begrænsning

Modellering

Preissma

Implemente

Initialiseri

Simuleri

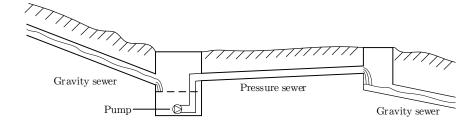
Dienlay

Kontro

Lineariserin

IVIFO

Diekussion/Konklusio





Tilstande i kloakken

Agenda

Group 1030

Kloakker og rensningsanlæg generelt

System beskrivelse

Modellering

Simulering

▶ Aerob \rightarrow $O_2 \rightarrow H_2O$



Tilstande i kloakken

Agenda

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg generelt

Doobless francis

System beskrivelse

Cystem besidive

Løsninger og

begrænsnin

Modellering

Struktu

Preissman

Implementer

Initialiseri

Simulerin

Dioplay

Kontrol

Lineariseri

MPC

Resulta

Diskussion/Konklusion

▶ Aerob
$$\rightarrow$$
 $O_2 \rightarrow H_2O$

► Anaerob \rightarrow $SO_4^{-2} \rightarrow H_2S$

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Tilstande i kloakken

Agenda

Group 1030

Kloakker og rensningsanlæg generelt

Modellering

Kontrol

▶ Aerob
$$\rightarrow$$
 $O_2 \rightarrow H_2O$

► Anaerob
$$\rightarrow SO_4^{-2} \rightarrow H_2S$$

► Anoxisk
$$\rightarrow NO_3^- \rightarrow N_2$$



Udfordringer ved spildevands rensning

Agenda

Group 1030

Kloakker og rensningsanlæg generelt

- ▶ Virksomheds besøg ved Fredericia Spildevand og Energi A/S.
 - Større udledninger uden varsel



Udfordringer ved spildevands rensning

Agenda

Group 1030

Kloakker og rensningsanlæg generelt

Diskussion/Konklusion

- ▶ Virksomheds besøg ved Fredericia Spildevand og Energi A/S.
 - Større udledninger uden varsel
 - Problemer for aerobe bakterier



Udfordringer ved spildevands rensning

Agenda

Group 1030

Kloakker og

rensningsanlæg generelt

Diskussion/Konklusion

- ▶ Virksomheds besøg ved Fredericia Spildevand og Energi A/S.
 - Større udledninger uden varsel
 - Problemer for aerobe bakterier
 - ► Andre forstyrelser



Problem formulering

Agenda

Group 1030

Problem formulering

Diskussion/Konklusion

How can a simulation environment be constructed, which mimic the behavior of a real sewer system, where MPC is utilized as the control scheme to obtain stable sewage output such that optimal performance can be obtained from a WWTP.



Udgangspunkt i et virkeligt setup

Agenda

Group 1030

ntroduktio

Kloakker og

Darblana farmanianian

System beskrivelse

System Deskriveise

begrænsninge

Modellering

. . .

0.....

Preissman

Implementer

Initialiserin

Simularia

Dississi

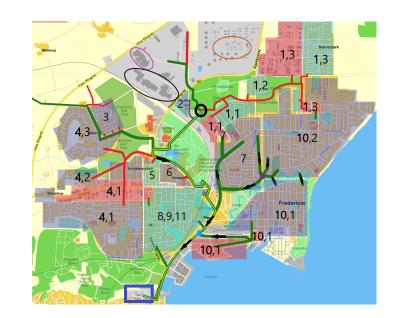
Kontrol

Lineariserin

IVIFC

Resultat

Diskussion/Konklusio





Udgangspunkt i et virkeligt setup

Agenda

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gen

Problem formulering

System beskrivelse

Løsninger og begrænsninge

Modellerina

Simuleri

Oli diktai

Implementer

Initialiserin

Simulerin

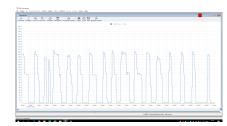
Display

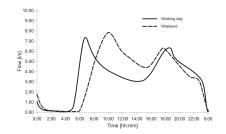
Lineariserir

Diskussion/Konklusion

▶ Data fra industri.

► Flow profiler af beboelse og mindre industri.







Group 1030

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Kontrol

Resultat

► Indsættelse af tank.



Group 1030

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

- ► Indsættelse af tank.
- ► Afgrænse simulering til enkelt kemisk component.



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og reneningeanlæg gene

Problem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

Preissmann

Implementer

Initialisering

Cinculation

Simulering

Diopidy

Lineariseri

D

Diskussion/Konklusion

- ► Indsættelse af tank.
- ► Afgrænse simulering til enkelt kemisk component.
- ► Runde kloak rør.

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og

D. I.I. / I.I.

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Struktur

Preissman

Implementerin

Initialisering

Simulering

Diantou

Kontrol

Lineariserin

Resulta

Diskussion/Konklusion

- ► Kloak ledning.
- ► Transport af concentrat i kloak ledning.
- Sammenkobling af kloakledninger.
- ► Tank.

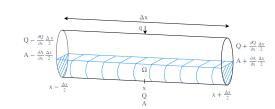


Group 1030

Modellering

Kontrol

Resultat





Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gene

Problem formulering

System beskrivel

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulerino

Oli uktui

Preissmann

Implementeri

Initialiserir

Simulari

D: 1

Kontrol

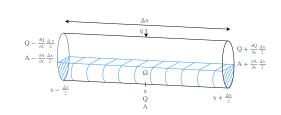
Lineariserir

WII O

....

Diskussion/Konklusion

$$\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{gA} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + \frac{\partial h}{\partial x} + S_f - S_b = 0$$





Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gene

Problem formuler

System beskrivel

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

Preissman

Implementer

I - M - M - - - -

IIIIIIIIIIIIII

Simule

Dienlay

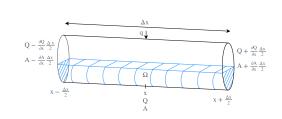
Display

Kontro

Lineariserir

D

Diskussion/Konklusion





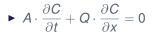
Transport af koncentrat

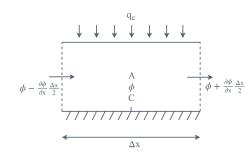
Agenda

Group 1030

System beskrivelse

Modellering







Transport af koncentrat

Agenda

Group 1030

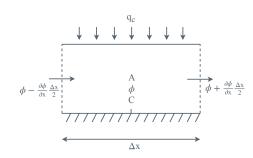
System beskrivelse

Modellering

Kontrol

$$A \cdot \frac{\partial C}{\partial t} + Q \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = 0$$

► Afhænger af kendt A og Q.





Sammenkobling af kloak ledninger

Agenda

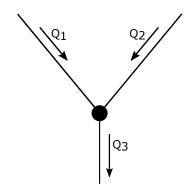
Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Simulering

$$\blacktriangleright \ Q_3 = Q_1 + Q_2$$





Sammenkobling af kloak ledninger

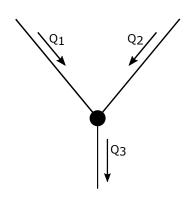
Agenda

Group 1030

Modellerina

$$\blacktriangleright \ \textit{Q}_3 = \textit{Q}_1 + \textit{Q}_2$$

$$C_3 = \frac{C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2}{Q_1 + Q_2}$$





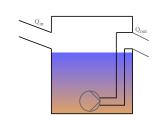
Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Kontrol

Resultat





Group 1030

ntroduktion

rensningsanlæg gen

Problem formulering

System beskrivel

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Drainamann

Preissmann

Implementer

Initialisering

Simulerii

Display

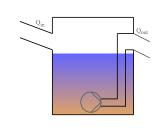
Kontrol

Lineariseri

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusio





Group 1030

ntroduktio

rensningsanlæg gene

Droblem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

truktur

Preissmann

Implementaria

Initialiserin

Simulerin

Dioplay

Kontrol

Lineariseri

IVII O

Resulta

Diskussion/Konklusion

► Intialisering

► Opsætning af komponenter.



Group 1030

ntroduktio

rensningsanlæg gene

Problem formulering

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

WOOGCHCIII

Simulering Struktur

Otruktur

Preissmann

Implementer

Initialisering

Simulerin

Dioplay

Kontro

Lineariserir

Resulta

Diskussion/Konklusion

- Opsætning af komponenter.
- ► System i steady state.



Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Struktur

Kontrol

- Opsætning af komponenter.
- ► System i steady state.
- ► Simulering



Group 1030

System beskrivelse

Struktur

Kontrol

- ► Opsætning af komponenter.
- ► System i steady state.
- ▶ Simulering
- Iterativ beregning af komponenterne



Group 1030

Introduktio

rensningsanlæg gene

Problem formulering

System beskrivels

Løsninger og

.....

Modellerir

Struktur

Preissmann

Implementer

Implementerin

initialisering

Simulerii

Display

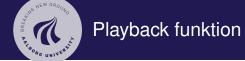
Kontroi

Lineariseri

Resulta

Diskussion/Konklusion

- Opsætning af komponenter.
- System i steady state.
- ► Simulering
- ► Iterativ beregning af komponenterne
- Gennemgang af resultat



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og

Droblam formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simularina

Struktur

roinamana

Implementerin

total etternion

Initialisering

Simulerin

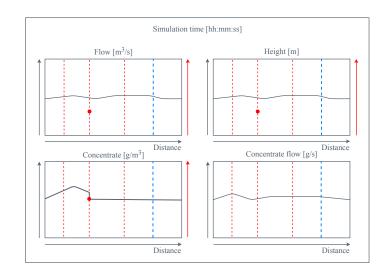
Kontrol

Lineariserin

MDO

Resultat

Distance is a //www.lib.





Preissmann basic

Agenda

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og reneningeanlæg gene

Problem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

.....

Modellering

Simuleri

Struktur

Preissmann

Implemente

Initialiser

Simulerin

Dienlay

Kontrol

Lineariseri

MPC

Resulta

Diskussion/Konklusion

- ► Kinematisk bølge aproksimering.
- ► Fyldningsgrad kurve for rør.



Preissmann basic

Agenda

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og

Droblem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulerin

Ou dittoi

Preissmann

Implementer

Initialisering

Simularin

Dienlay

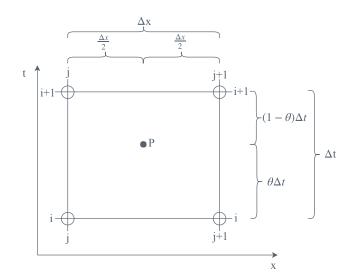
Kontrol

Linearisering

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusion





Preissmann iteration

Agenda

Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg geni

Problem formulering

System beskrivel

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulemin

Struktur

Preissmann

Implementer

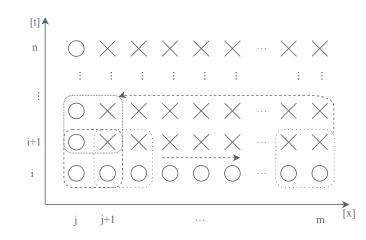
Simulering

12.

Linearisering

Resulta

Diskussion/Konklusion





Preissmann stabilitet

Agenda

Group 1030

ntroduktion

rensningsanlæg gene

Problem formuler

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simuleri

Preissmann

Fielssillali

Implement

Initialise

Simule

Display

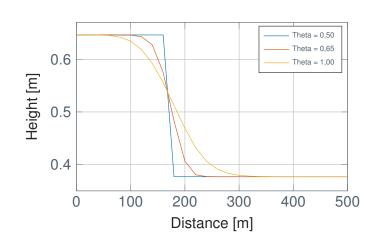
Kontrol

Lineariserin

Resultat

Dieloneiee/Keeldonie

Ubetinget stabilitet





Group 1030

ntroduktior

Kloakker og

Doubles from Joseph

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Preissmann

Implemente

Initialiaarina

Simulering

Display

Kontrol

Linearia

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusion

► Indikation af præcision

Courant's tal

Agenda

Group 1030

Introduktion

Kloakker og

rensningsanlæg gene

Problem formule

System beskrivelse

Løsninger og

bogiconoming

Modellering

Simulerin

Struktu

Preissmann

Implemente

Implementen

Simuleri

Display

Kontrol

Lineariserin

MPG

riesuita

Diskussion/Konklusion

► Indikation af præcision

$$C_r = \frac{\sqrt{g \cdot \overline{\mathsf{H}}} \cdot \Delta t}{\Delta x}$$

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

Introduktio

Kloakker og

Problem formularing

System beskrive

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Jiiiiuleiii

Preissmann

Implementaring

Initialisering

Simulering

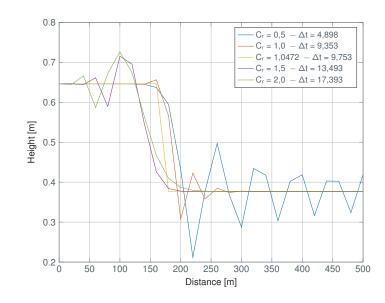
Display

Lineariserir

MPG

Resultat

Diskussion/Konklusion





Group 1030

Introduktio

Kloakker og

Problem formularing

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Oteraletrae

Preissmann

Implementering

Initialisering

Simulering

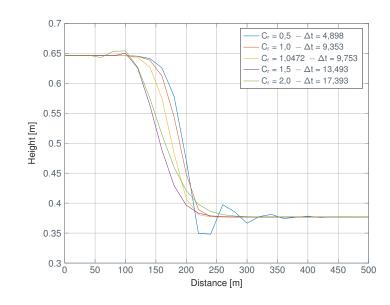
...

Lineariserin

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusio





Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Implementering

- ► Implementation
- ► Kontrol
- Resultater
- ▶ Diskussion
- ► Konklusion



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og

Droblem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulerin

Struktur

Preissmann

Implementering

Initialiserir

Simulering

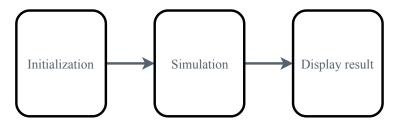
Kontrol

Lineariserir

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusio



Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

Initialisering

Diskussion/Konklusion

1. Pipe

- ▶ Length [m]
- Sections (Number of sections the pipe should be split in to)
- ► S_b (Slope) [‰]
- ► ∆x = Length/Sections [m]
- Diameter [meter]
- Theta (parameter used in Preissmann scheme)
- $Q_f[m^3/s]$
- Side/lateral inflow present
- Section location in data

2. Tank

- Size [m³]
- ► Height [m]
- ▶ Area = Size / Height [m²]
- ► Maximum outflow [m³/s]
- Section location in data



Group 1030

Kloakker og

Problem formulering

System beskrivelse Løsninger og

Modellering

Cincolonia

Struktur

Implementerin

Initialisering

Simulering

Kontrol

Linearise: MPC

Resulta

Diskussion/Konklusio

▶ Rør specifikationer

Fields	length		■ Dx		⊞ d	H Theta	■ Qf	\coprod side_inflow	data_location data_location
1	700	35	20	0.0030	0.9000	0.6500	0.9730	0	1
2	303	15	20.2000	0.0030	0.9000	0.6500	0.9730	0	3
3	27	2	13.5000	0.0030	1	0.6500	1.2843	1	4
4	155	8	19.3750	0.0041	1	0.6500	1.5014	0	5
5	295	14	21.0714	0.0122	0.8000	0.6500	1.4386	0	6
6	318	15	21.2000	0.0053	0.9000	0.6500	1.2932	1	7
7	110	5	22	0.0036	0.9000	0.6500	1.0658	1	8
8	38	2	19	0.0024	1	0.6500	1.1487	1	9
9	665	30	22.1667	0.0030	1	0.6500	1.2843	1	10
10	155	7	22.1429	8.0000e-04	1	0.6500	0.6632	0	11
11	955	47	20.3191	0.0029	1.2000	0.6500	2.0415	1	12
12	304	15	20.2667	0.0030	1.2000	0.6500	2.0764	0	13
13	116	5	23.2000	0.0021	1.2000	0.6500	1.7373	1	14
14	283	12	23.5833	0.0017	1.4000	0.6500	2.3463	1	15
15	31	2	15.5000	0.0019	1.4000	0.6500	2.4805	1	16
16	125	6	20.8333	0.0021	1.6000	0.6500	3.7075	0	17
17	94	4	23.5000	0.0013	1.5000	0.6500	2.4609	0	18
18	360	18	20	0.0046	1.6000	0.6500	5.4872	1	19
19	736	38	19.3684	0.0012	1.6000	0.6500	2.8026	0	20

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Initialisering

Kontrol

► Tank specifikationer

Field 📤	Value
ize size	90
Height	10
area	9
Q_out_max	0.9730
data_location	2



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gene

Problem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

....

Simulerin

- ·

Preissmani

Implementeri

Initialisering

Simulerin

Display

Diopio

Kontrol

MDC

Resulta

Diskussion/Konklusion

► System specifikationer

Fields	type type	⊞ component	⊞ sections
1	'Pipe'	1	35
2	'Tank'	1	1
3	'Pipe'	18	245
4	'Total'	20	281



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og reneningsanlæg gene

Droblem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

Modellering

Otendatus

Preissmann

Implementer

Initialisering

Simulerin

Display

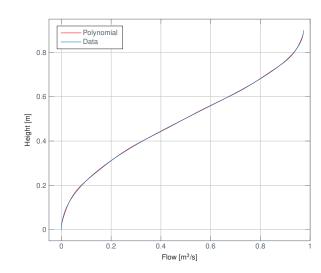
Kontrol

Kontroi

Linearisering

Resultat

Diskussion/Konklusion





Group 1030

Modellering

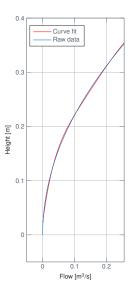
Initialisering

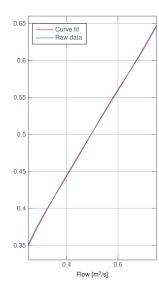
30

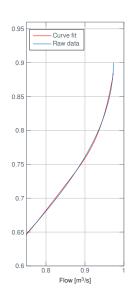
52

Kontrol

Resultat





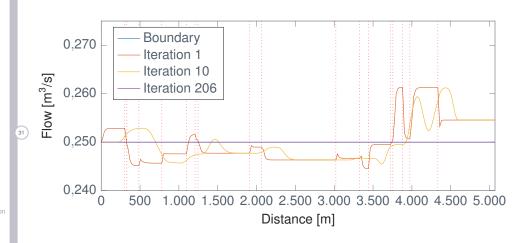




Group 1030

Modellering

Initialisering





Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gener

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Cimularia

Simulerin

Preissmann

Implementer

Initialisering

muaisenn

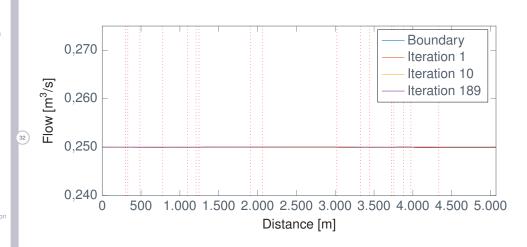
Dienlay

Kontrol

Lineariserin

....

Diskussion/Konklusi





Group 1030

ntroduktio

Kloakker og

Problem formularing

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Cimularina

Preissmann

Implementeri

Initialiearin

Simularing

Display

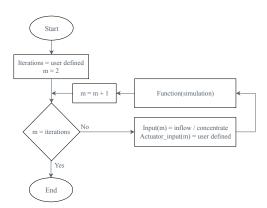
Kontrol

Lineariserin

Resulta

Diskussion/Konklusion

► Itererer igennem rør og tank for hvert tidsskridt



ntrol

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

ntroduktio

Kloakker og rensningsanlæg genere Problem formulering

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Preissmann

Implementering

Initialisering

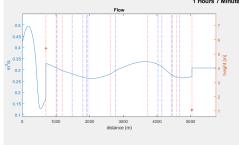
Display

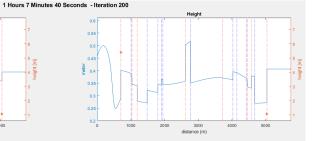
Kontrol

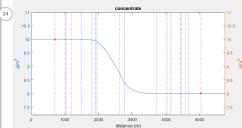
Lineariserin

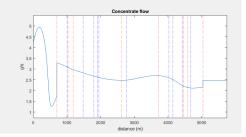
Resultat

Diskussion/Konklusion









Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

Linearisering

Linearisering af ulinear model

Opstilles på state space form

$$\frac{\partial A(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial Q(x,t)}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial A(h)}{\partial h} \frac{\partial h(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial Q(h)}{\partial h} \frac{\partial h(x,t)}{\partial x} = 0$$
 (2)

(1)

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

Modellerina

Linearisering

- Priessmann scheme
- Opsat på matrix og vektor form

$$\left[\underbrace{\frac{1}{2\Delta t}\frac{\partial A}{\partial h} - \frac{\theta}{\Delta x}\frac{\partial Q}{\partial h}}_{a} \underbrace{\frac{1}{2\Delta t}\frac{\partial A}{\partial h} + \frac{\theta}{\Delta x}\frac{\partial Q}{\partial h}}_{b}\right] \begin{bmatrix} h_{j+1}^{i+1} \\ h_{j+1}^{i+1} \end{bmatrix} =$$

$$- \left[\underbrace{\frac{-1}{2\Delta t}\frac{\partial A}{\partial h} - \frac{(1-\theta)}{\Delta x}\frac{\partial Q}{\partial h}}_{c} \underbrace{\frac{-1}{2\Delta t}\frac{\partial A}{\partial h} + \frac{\theta}{\Delta x}\frac{\partial Q}{\partial h}}_{d}\right] \begin{bmatrix} h_{j}^{i} \\ h_{j+1}^{i} \end{bmatrix}$$

(3)

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

ntroduktion

rensningsanlæg gene

Problem formulering

System beskrivels

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

Preissman

Implementer

Initialiseri

Simularin

Dienlay

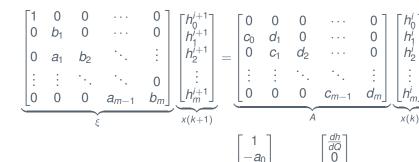
Kontrol

Linearisering

MPC

Resultat

Diskussion/Konklusion



(4)

 B_d

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark

52



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gene

Svetom hoekrivals

Løsninger og

Modellering

Modellerin

Simulerin

Struktur

Preissmann

Implementer

Initialisering

Simularia

Disalan

Linearisering

MPG

Resultat

Diskussion/Konklusion

- ► e Inflow
- ▶ f Reducering af højden i tank
- ▶ g Højden i det efterfølge rør

$$\underbrace{\begin{bmatrix} b_{1,2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & a_{2,1} & b_{2,2} \end{bmatrix}}_{\xi} \underbrace{\begin{bmatrix} h_{1,2}^{i+1} \\ h_{tank}^{i+1} \\ h_{2,1}^{i+1} \\ h_{2,1}^{i+1} \end{bmatrix}}_{\chi(k+1)}$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} d_{1,2} & 0 & 0 & 0 \\ e & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_{2,0} & d_{2,1} \end{bmatrix}}_{A} \underbrace{\begin{bmatrix} h_{1,2}^{i} \\ h_{2,0}^{i} \\ h_{2,1}^{i} \\ h_{2,1}^{i} \end{bmatrix}}_{\chi(k)} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -f \\ 0 & g \\ 0 & 0 \end{bmatrix}}_{B} \begin{bmatrix} h_{0}^{i+1} \\ u_{tank} \\ h_{2,1}^{i} \end{bmatrix}$$

(5)

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Linearisering

Resultat

- ► Samligning af ulinear og linear model
- ► System setup
- ► Sinus input

Туре	Components	Sections
Pipe	1	35
Tank	1	1
Pipe	18	227
Total	20	263





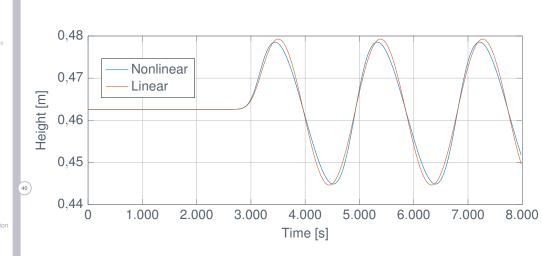
Group 1030

Modellering

Kontrol

Linearisering

Resultat





Group 1030

ntroduktion

rensningsanlæg gene

Problem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsning

Modellering

. . . .

Simulerin

Struktur

Preissmann

Implementering

Initialisering

Simulering

Disalan

Kontro

Lineariserir

MPC

Resulta

Diskussion/Konklusion

- ► Cost function
 - ► Begrænset til minimiere af output
- ▶ Constraints
 - ▶ Højde
 - Kontrol input
- ► Linear model



Group 1030

Modellering

Kontrol

MPC

- ▶ Bestemmelse af Prediction horizon
 - Flow profiler
 - ► Industri
- ▶ Begrænsning af Prediction horizon
- ► System setup
- ► Forstyrrelse input

Fields	type type	component	⊞ sections
1	'Pipe'	1	5
2	'Tank'	1	1
3	'Pipe'	1	5
4	'Total'	3	11





Group 1030

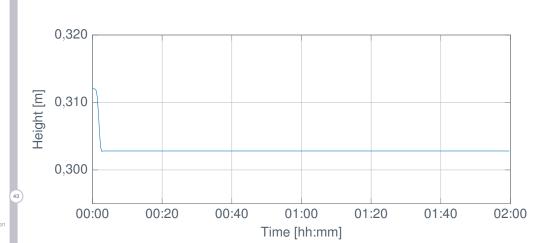
System beskrivelse

Modellering

Kontrol

MPC

Resultat







Group 1030

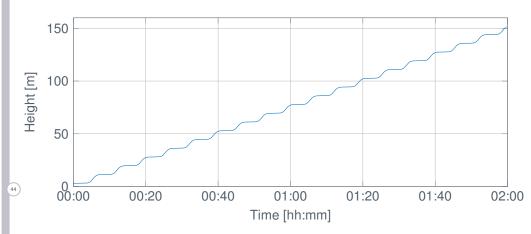
System beskrivelse

Modellering

Kontrol

MPC

Resultat





Group 1030

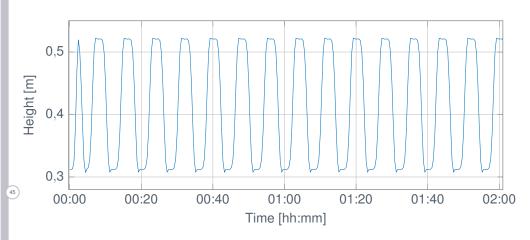
System beskrivelse

Modellering

Kontrol

MPC

Resultat





Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Kontrol

Resultat

•	System	setup
---	--------	-------

► Flow profiler

Type	Component	Sections
Pipe	1	35
Tank	1	1
Pipe	17	207
Tank	1	1
Pipe	1	38
Total	21	282



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og rensningsanlæg gene

Problem formule

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsninger

Modellering

Simulering

Struktur

Preissmann

Implemente

Initialise

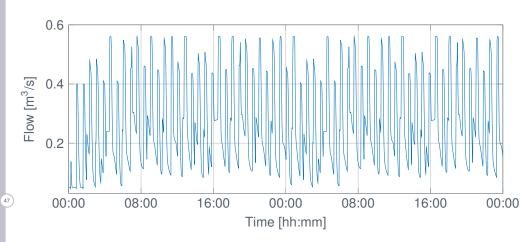
Simuleri

Display

Kontrol Linearisering

Resultat

Diskussion/Konklus





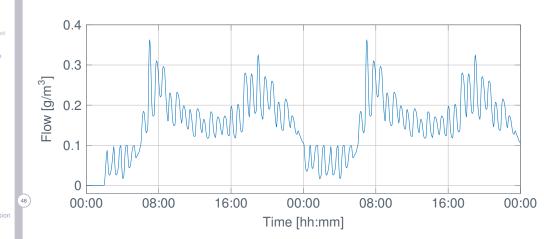
Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Kontrol

Resultat





Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Simulering

Resultat

- ▶ Over dimensioneret tank
- ► Konstant output af tank





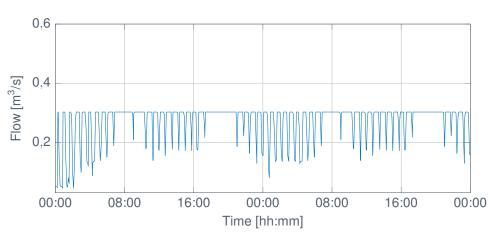
Group 1030

System beskrivelse

Modellering

Kontrol

Resultat





Group 1030

ntroduktion

Kloakker og

Doubles of second size

System beskrivelse

Løsninger og

begrænsning

Modellering

Simulei

Droinomo

Implementeri

Initialiaarina

0: 1

Simulerin

Display

Kontro

Lineariserin

Resultat

Diskussion/Konklusion

► Courant's number

► Model reduction

52

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark



Group 1030

ntroduktion

Kloakker og reneningeanlæg gene

Droblem formularing

System beskrivelse

Løsninger og

....

Modellering

Simulering

Ou untui

FIEISSIIIdilli

Implementerin

Initialisering

Simulerin

Disalas

Kontrol

Lineariserin

MPC

Resultat

_...

Diskussion/Konklusion

► Simulering

► MPC

Dept. of Electronic Systems Aalborg University Denmark