



Tissø Forum

Vandindvinding

Møde 19. februar 2019, Kalundborg Forsyning

Kl. 17.00

Velkomst v. Jakob Beck Jensen, fmd. for TMU.
Intro til Tissø II v. Pernille Ingildsen, Kalundborg Forsyning
Herefter rundvisning

Kl. 18.15

fælles

Introduktion til og status på modellering af Tissø området
v/DHI og Kalundborg Forsyning. Herefter spørgsmål og
drøftelse

Kl. 19.15

Introduktion til Idekatalog v/Kalundborg Kommune

Kl. 19.30

Tak for i aften

Styring af Tissø Stemmeværk

Tissø Forum, Kalundborg Forsyning, 19.2.2019



Indsigt i det foreløbige arbejde med ny styring af Tissø stemmeværk



Torsten V. Jacobsen og Claus B. Pedersen, DHI

Tissø Forum

Kalundborg Forsyning, 19.2.2019

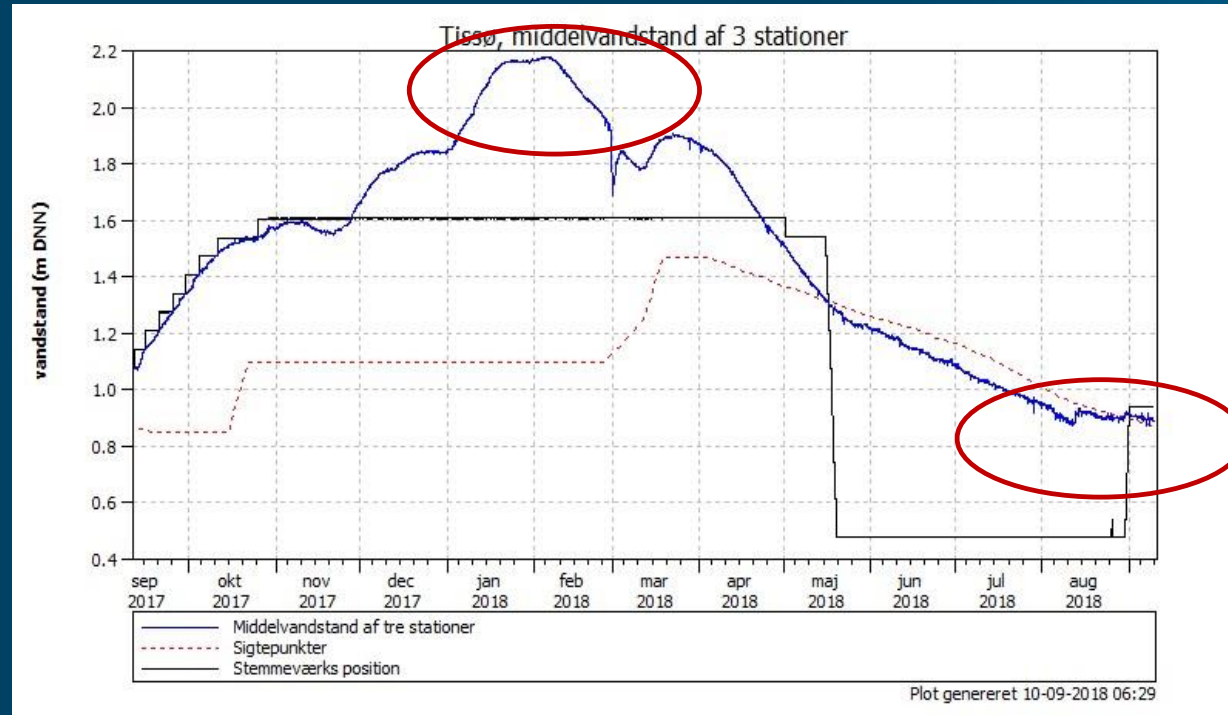
1. Velkomst
2. Udgangspunkt, kriterier og ny styring
3. Hvorfor en model ? – lokal/fuld model
4. Data og kalibrering
5. Spørgsmål
6. Nye styringer
7. Fremadrettet arbejde
8. Spørgsmål

Styring af Tissø Stemmeværk - udgangspunkt

Kan styring af nuværende stemmeværk løse problemerne ?

Hvilken rolle spiller indvindingen ?

Stemmeværket kan følge sigtepunktskurven, men hvad med højvande/lavvande ?



Højvande (> 2.0 m) :

- Ukontrolleret vandføring
- Dræn- og afvandingsproblem
- Oversvømmelse
- Reserve til senere på året

”Normal” sæsonvarierende søvandstand

Lavvande (< 1.0 m) :

- Ukontrolleret vandføring
- Minimumsflow, N. Halleby Å
- Indvinding
- Potentiel konflikt

Styring af Tissø Stemmeværk

Formål

At undersøge mulige styringer for Tissø stemmeværk og teste hvilken der er mest robust og bedst tilgodeser (prioriterede) interesser/kriterier.

Forslag til en forbedret, praktisk mulig regulering af stemmeværket

Styring af Tissø Stemmeværk

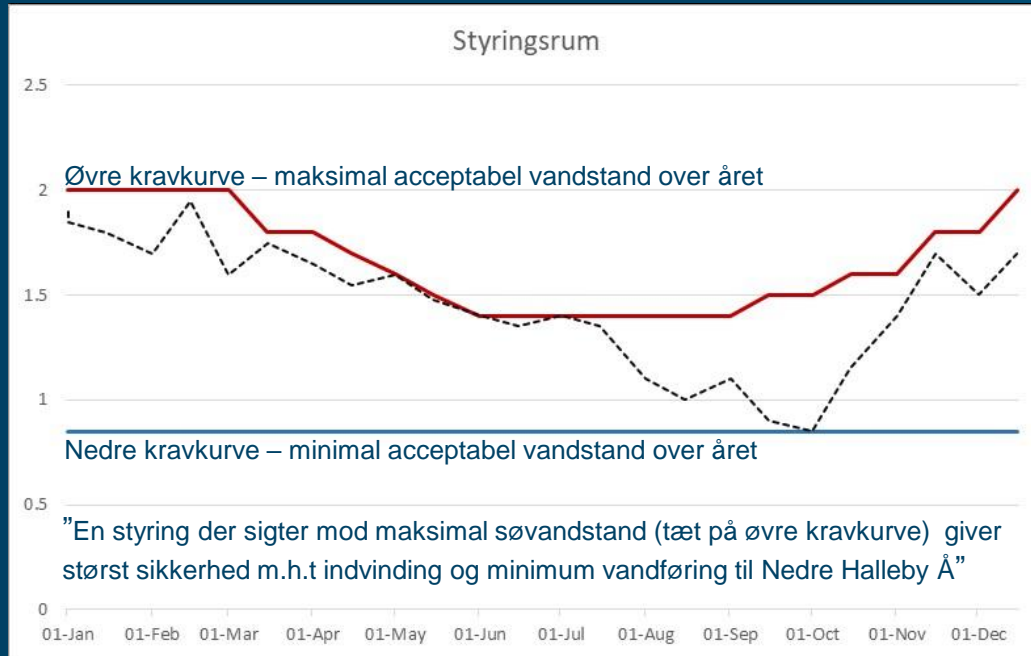
Styringskriterier – seneste version

	Hensyn	Målsætning/krav
Kriterie 1	Indvinding	Nuværende 3,5 mill. m ³ /år Øges til 5,0-7,0 mill m ³ /år
Kriterie 2	Fugle, yngleperiode	Hmax : 1.60 m, April-Juli, tørlagte fugleøer (krav)
		Hmin: 1,90 m, November-Marts, oversvømmede øer (krav)
		Hmax: 1,6 m, Juli-November, (ønske)
Kriterie 3	Fisk, gydning, opvækst og opgang	Qmin: 0,5 m ³ /s (krav hele året),
		Qmin: Sep-Jan, 0,7 m ³ /s (krav)
		Qmin: Sep-Jan, 1,5 m ³ /s (krav)
Kriterie 4	Flora	Hmin-Hmax, Uændrede vandstandsforhold, sæsonvariation (ønske)
Kriterie 5	Tørlagt landbrugsjord, Tissø bredejere	Hmax: 2,0 m, Marts-Maj (krav)
		Hmax: 2,0 m Maj-marts (ønske)
Kriterie 6	Undgå oversvømmelse af roklub	Hmax: 2,0 m, . hele året (krav)

Styring af Tissø Stemmeværk

DHIs fremgangsmåde og løsning

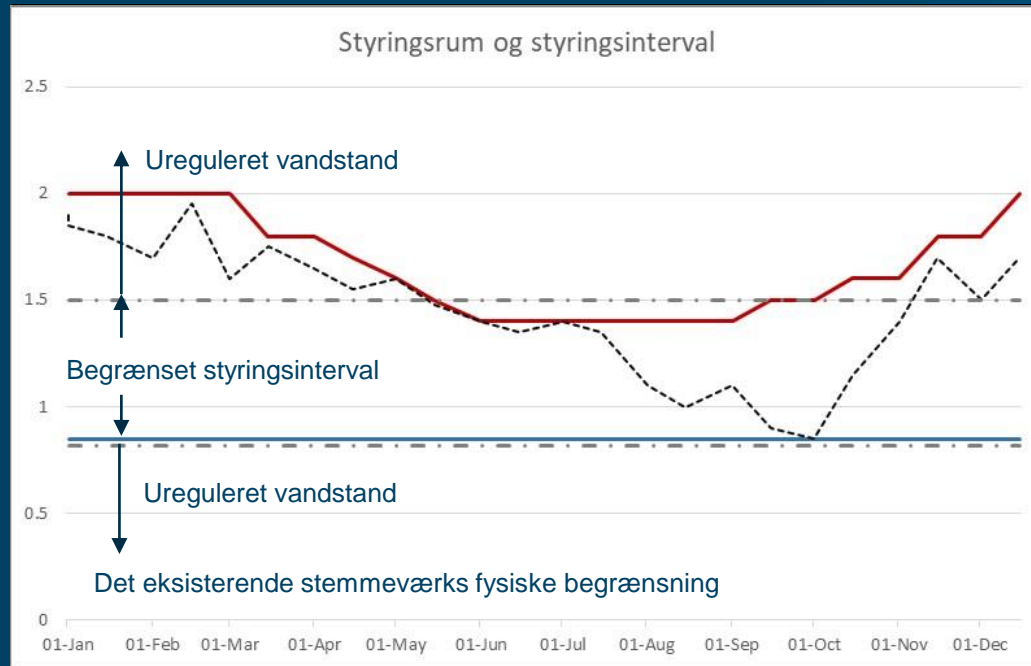
Styringsrum i stedet for sigtepunktskurver – principskitser



Styring af Tissø Stemmeværk

DHIs fremgangsmåde og løsning

Styringsrum og styringsinterval



Modelværktøj

Hvorfor en hydraulisk model af opland, sø, vandløb og stemmeværk ?

- Kan opstilles og kalibreres til at simulere vandstande og vandføringer i sø og vandløb
- Kan inkludere stemmeværket og beskrive dets funktion/styring
- Kan simulere lange perioder (klimaændring og klimavariation)
- Kan køre med forskellige styringer
- Kan hjælpe med at teste performance

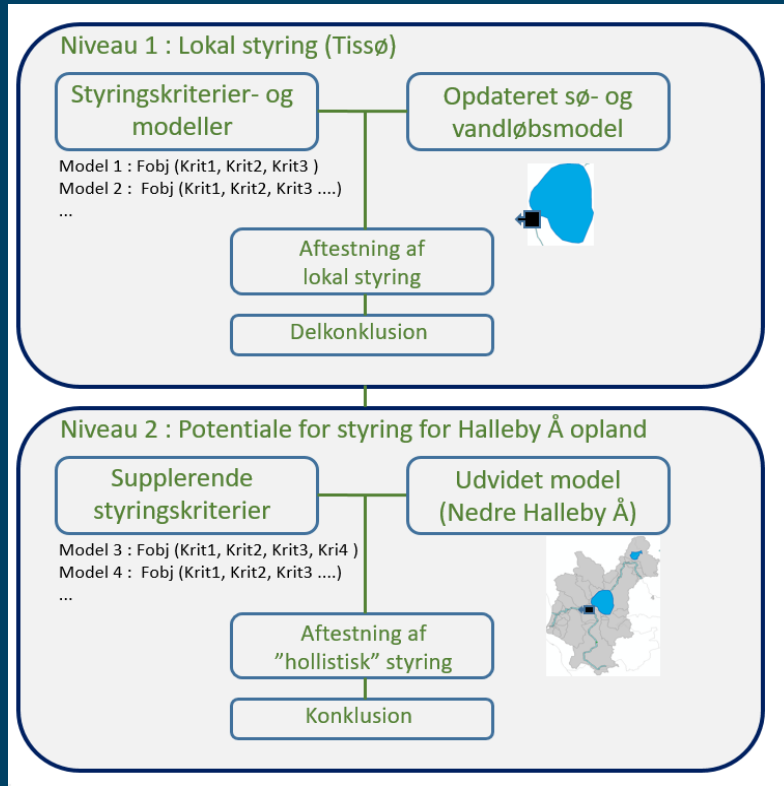
En forsimplet, men nyttig model af det virkelige sø-vandløbssystem

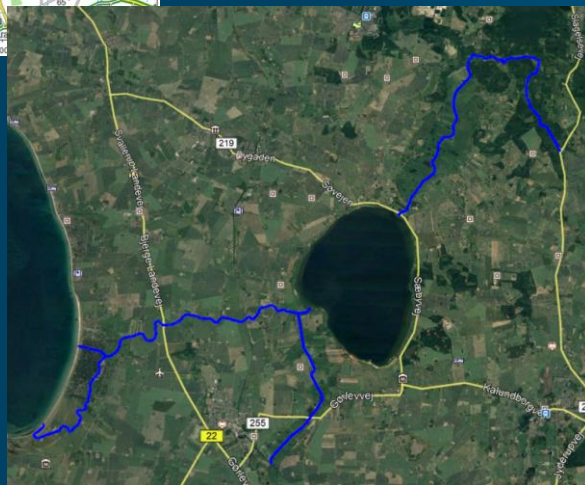
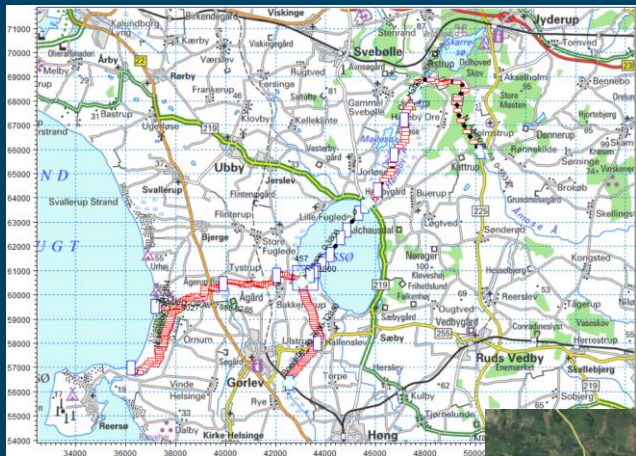
Kalibrering skal sikre god overensstemmelse imellem model og målinger

Modelanalyse kan afdække muligheder og begrænsninger før ændringer af stemmeværket iværksættes.

Styring af Tissø Stemmeværk

DHIs fremgangsmåde og løsning – lokal/fuld model





2001 model opdateres og udbygges

Beskriver H og Q

- Tilstrømning, Åmose Å
- Nedbør-afstrømningsmodel
- Øvre og Nedre Halleby Å
- Tissø
- Stemmeværk
- Storebælt havvandstand
- Udbygges med oversvømmelses-kort langs Nedre Hallby Å

Modelopstilling og kalibrering

Data anvendt ved model kalibrering

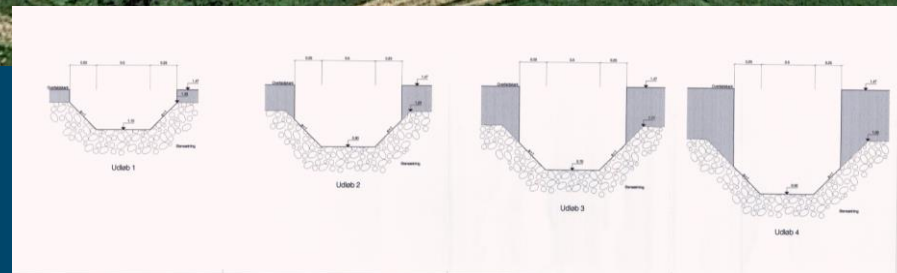
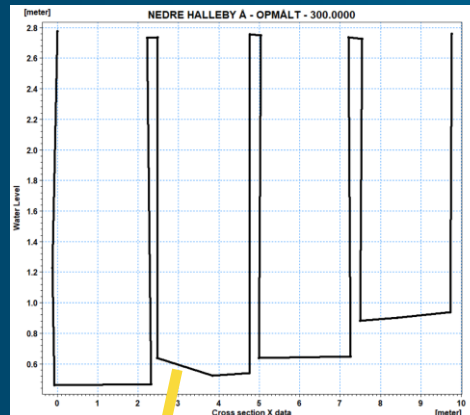
- Tværsnitsopmålinger af Nedre Halleby Å 2015
- Vandstande for 55.08 og 55.11 hhv. op- og nedstrøms stemmeværk
- Vandføring for station 55.11
- Målte positioner af automatisk port
- Design tegning af omløb ved stemmeværk
- Tidligere hydraulisk og hydrologisk model af Tissø, Nedre Halleby Å samt opland

Styring af Tissø Stemmeværk Den Hydrauliske Model

Tre faste slug ca. 2.25 bredde med overløb
i 1.47 meter opstrøms Tissø

En automatisk port. Opereres med 6 cm ad-
gangen hver 6 time afhængig af søvandstanden

Et 60 meter langt sideoverløb med 4 udsparringer

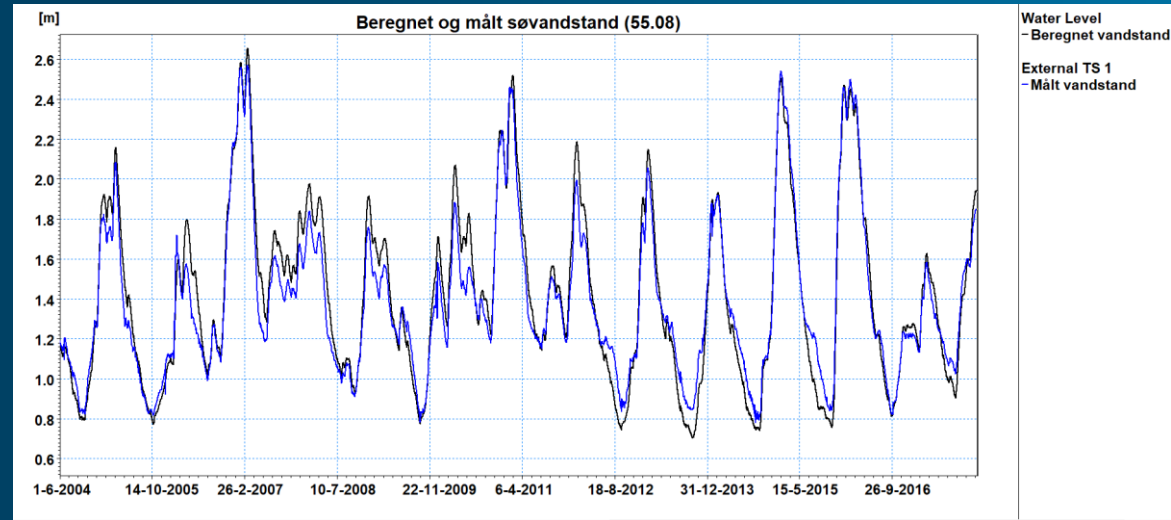
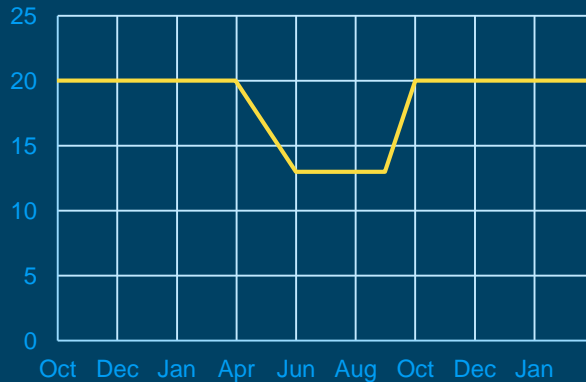


Styring af Tissø Stemmeværk

Kalibrering

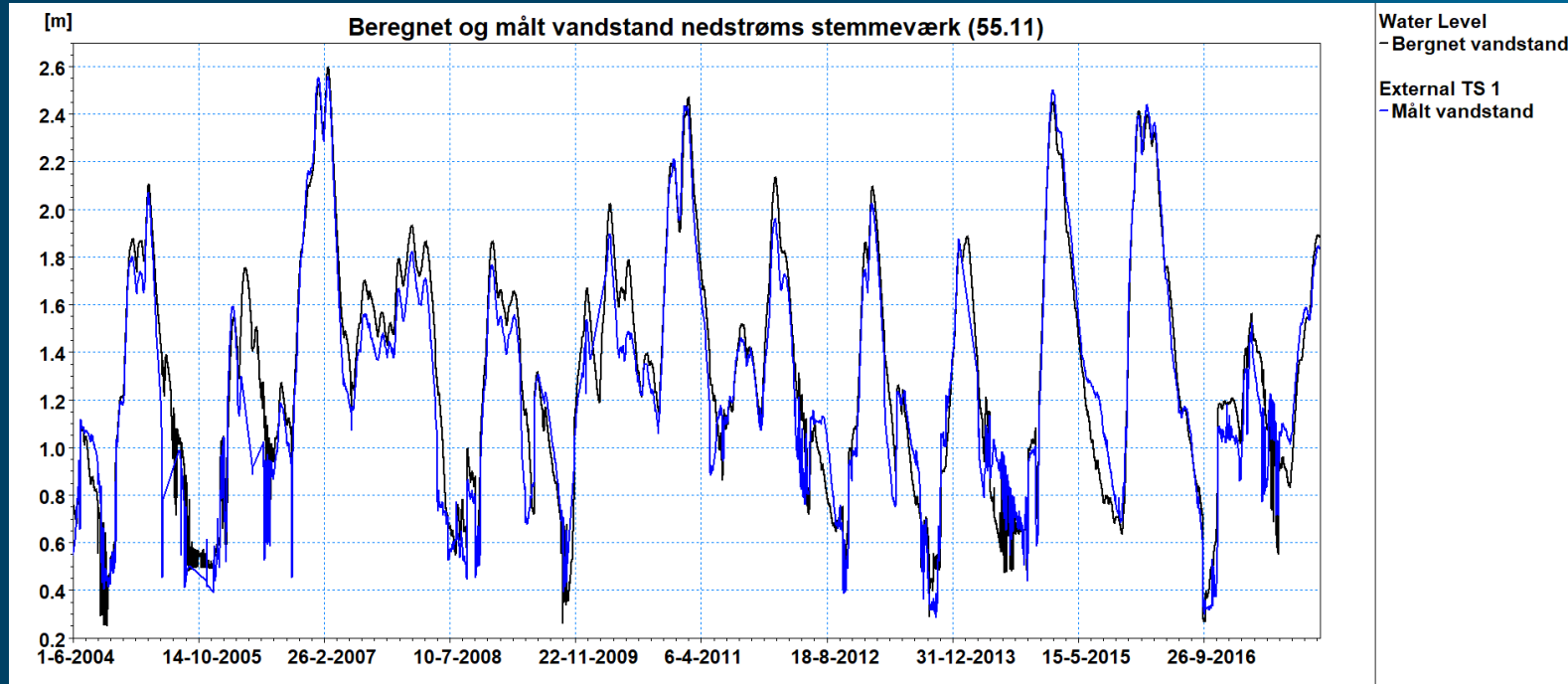
- Vandstande opstrøms og nedstrøms stemmeværk, hhv. 55.08 og 55.11
- Vandføring nedstrøms stemmeværk 55.11
- Målte positioner af den automatiske port
- Tidsvarierende Manning tal

Årlig variation af Manning Tal



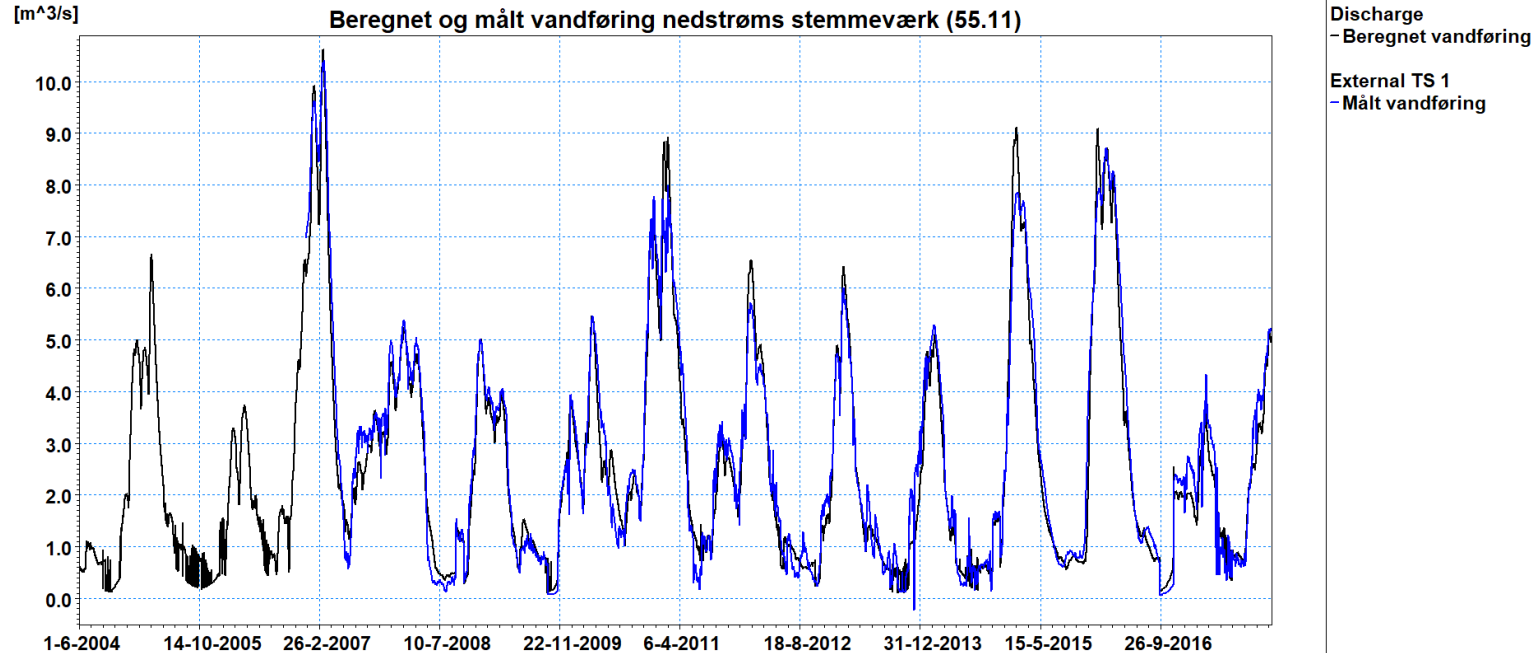
Styring af Tissø Stemmeværk

Kalibrering



Styring af Tissø Stemmeværk

Kalibrering



Styring af Tissø Stemmeværk

Kalibrering

- God overensstemmelse mellem beregnet og målte vandstande
- God overensstemmelse mellem beregnet og målt vandføring
- God overensstemmelse mellem evaluering af kriterier baseret på beregninger og målinger
- Færdig kalibreret – klar til anvendelse

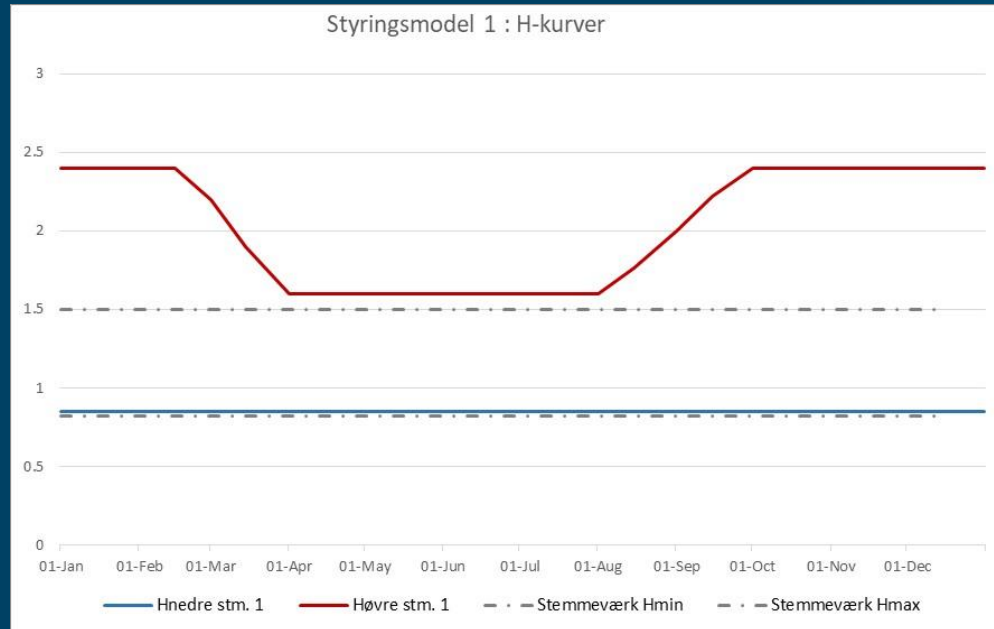
Spørgsmål ?

Styring af Tissø Stemmeværk

Styringsmodel

Styringsmodel 1 :

Indvinding prioriteres højest efterfulgt af øvrige interesser



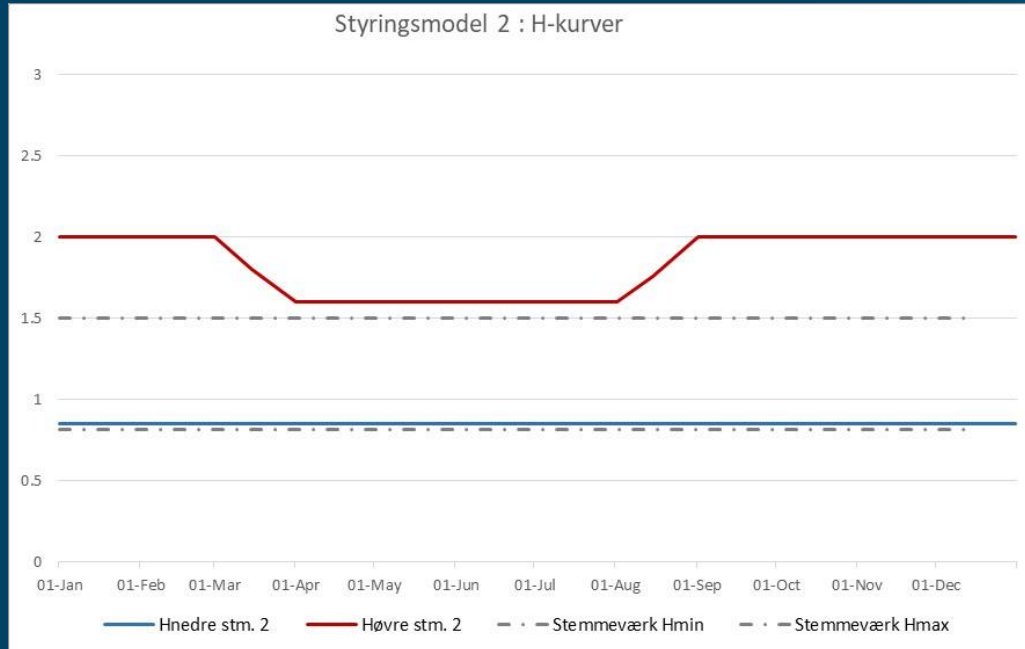
Vandspejlskote(m)	Indvinding	Min. vandføring
H < 0,5 m	0	100 %
0,5 m < H < 0,8 m	100 %	100 %
0,8 m < H	100 %	100 %

Styring af Tissø Stemmeværk

Styringsmodel

Styringsmodel 2 :

Indvinding prioriteres højest efterfulgt af øvrige interesser



Vandspejlskote(m)	Indvinding	Min. vandføring
H < 0,75 m	0 %	100 %
H < 0,8 m	65 % 3,2 mill m ³ /år ud af 5,0 mill m ³ /år (Max. 360 m ³ /time)	100 %
0,8 m < H	100 % 5,0 mill m ³ /år ud af 5,0 mill m ³ /år (Max 192.000 m ³ /14 dage)	100 %

Styring af Tissø Stemmeværk

Performance evaluering - aftestning af mulige styringsmodeller

Styringernes performance måles i :

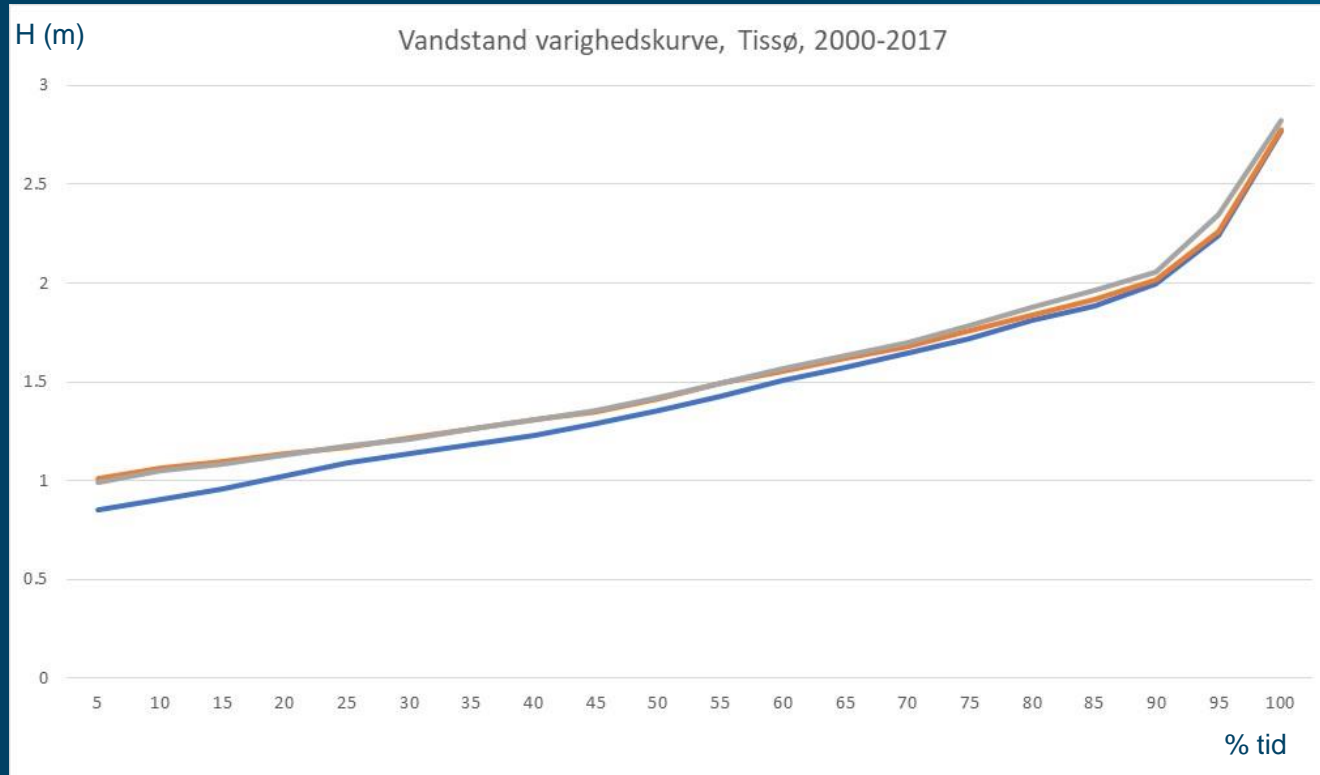
% tid med manglende opfyldelse af de enkelte kriterier

Forventes at stige ved :

- Trinvis step 1), 2) og 3) aftestning v.hj.a modellen
- Ved stigende indvindingsmængde
- Ved restriktiv øvre vandstands-kravkurve
- Indskrænket styringsinterval

Styring af Tissø Stemmeværk

Kriterier evalueret 2000-2017, vandstand varighedskurve Tissø



Styring af Tissø Stemmeværk

Performance evaluering - aftestning af mulige styringsmodeller

Vandføringen i Halleby Å og vandstanden i Tissø varierer over år og årstider :

- 1) Klimavariabilitet – tørre og våde år. Indeholdt i historisk observerede klima og hydrometri data (seneste 20-30 år og meget gerne inklusiv 2018)
- 2) Klimaændringer – fremskrivning af forventede ændringer, f.eks 2050 eller 2100
- 3) Sekvenser af efterfølgende tørre eller våde vintre/somre

Hvor godt fungerer styringsmodellen i dag (1) ?

Hvor godt fungerer styringsmodellen i en fremtid med klimaændringer (2) ?

Hvor robust er styringen i forhold til flerårige tørre/våde år (3) ?

Styring af Tissø Stemmeværk

Måling af effektivitet- aftestning af mulige styringer

Niveau 1 : Historisk

Opstrøms rand, vandføring Bromølle, 55.01, 2000-2017

Nedbør-afstrømningsmodel (NAM), oplandet fra Bromølle til Storebælt + Tissø
- Nedbør, potentiel fordampning, temperatur - DMI grid (2000-2018)

Styring af Tissø Stemmeværk

Måling af effektivitet- afestning af mulige styringer

Niveau 2 : Historisk tidsserier fremskrevet med klimaændring

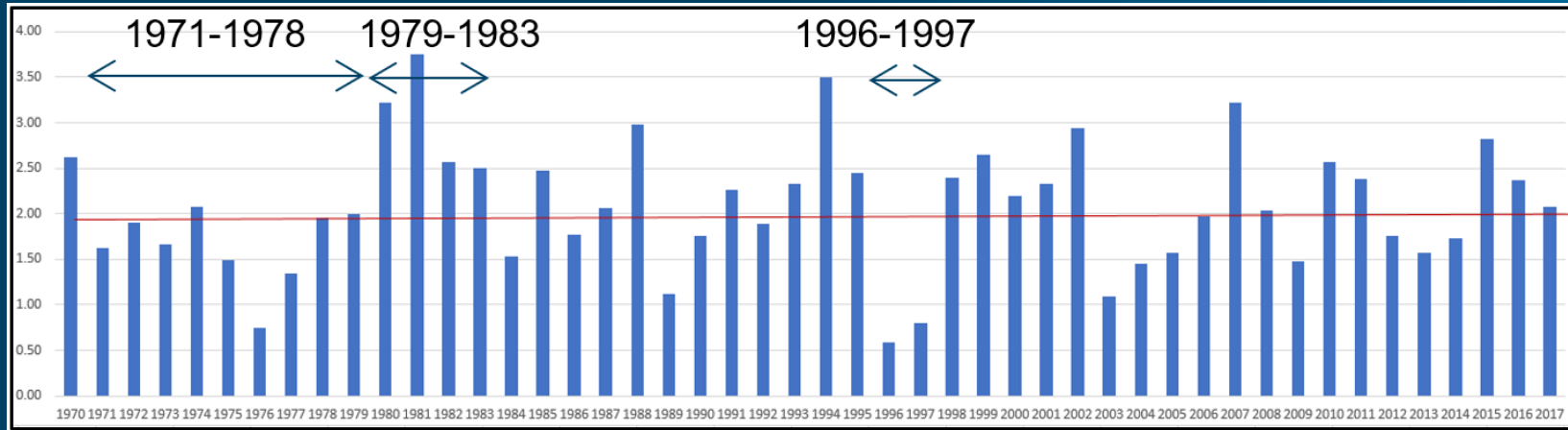
Måned	Nedbør (faktor)	Temperatur (C)	Pot. Evap. (faktor)
Januar	1,36	3,9	1,20
Februar	1,12	3,4	1,17
Marts	1,19	3,5	1,00
April	1,11	2,9	1,05
Maj	1,10	2,1	1,05
Juni	1,19	2,3	1,13
Juli	1,05	2,2	1,11
August	0,95	2,8	1,27
September	1,00	2,8	1,13
Oktober	1,14	3,0	1,05
November	1,14	3,3	1,07
December	1,27	3,2	1,19

Styring af Tissø Stemmeværk

Måling af effektivitet- aftestning af mulige styringer

Niveau 3 : Klimændring og klimavariabilitet

Års middel afstrømning ved 55.11 Bromølle (1970-2018)



1971-1978 : Længste flerårige periode med vandføring på eller under normalen.

1996-1997 : To år med laveste vandføring

1979-1983 : længste flerårige periode med afstrømning på eller over normalen

1971-1997 : kritisk klimavariabilitet, skærpet aftestningsgrundlag

Model udbygges for Nedre Halleby Å

Oversvømmelseskort tilføjes

Styring med evt. inddragelse af nedstrøms forhold

Fremadrettet arbejde

Styring af eksisterende stemmeværk (evaluering i forhold til kriterier)

- Effekt af ændret styring af stemmeværk
- Effekt af forbedret styring af port/omløb for at sikre minimumsvandføringer
- Effekt af at ændre stemmeværk/omløb
- Effekt ved klimaændringer
- Effekt ved klimaændring og klimavariabilitet

Under overvejelse:

- Mulige fysiske ændringer vedrørende Nedre Halleby Å (ide katalog)
- Effekt af ændret kapacitet af Nedre Halleby Å
- Effekt af ændringer ved Flasken og Sukkerkanalen – lukket eller åben
- Analyse i forhold til Storebælt vandstand og stormflod – oversvømmelse
- M.fl.

Resultater tilgængelige ved Tissø Forum møde den 4.april

Spørgsmål ?



Forslag til Idekatalog fra Tissø Forums workshop 5. december 2018

- Højvandslukker i Sukkerkanalen
- Udløb til Storebælt sikres
- Evt. pumpeløsning
- Automatiske stemmeværk
- Sukkerkanalen – montering af kontraklapper
- Jordbank/jordfordeling
- Afsaltningsanlæg
- Evaluering af tilladelse ca. hvert 10. år
- Reetablere de gamle søer til at håndtere våde perioder fx Møllesøen
- Vådgøre Store Åmosen
- Delvist gensvinge Nedre Halleby Å → mere bredareal og dermed mindre oversvømmelse