

Kystvandråd Ringkøbing Fjord

# Slusemodellen

Morten Holtegaard Nielsen  
21. april 2023

**MARINE SCIENCE & CONSULTING**

---





## Om MHN og MS&C

- Videnskabelig forskning og forskningsbaseret rådgivning
- Hydraulik og fysisk oceanografi
- Tværfaglige, virkelige og anvendte problemstillinger
- Universiteter og forskningsinstitutioner (DK, DE, USA, Grønland osv.)
- Selvstændig siden 2016
- De danske farvandes hydrografi, især Storebælt, Lillebælt og Øresund



Eksperthøring i Folketingets Transportudvalg d. 20. maj 2021



# Slusemodellen

- Beregning af gennemstrømning og saltholdighed i fjorden
- Input til LLEs model
- 2017 og 2019
- Kapacitet (scenarier)
- Vurdere anvendelse af pumpeløsning





# Slusemodellen

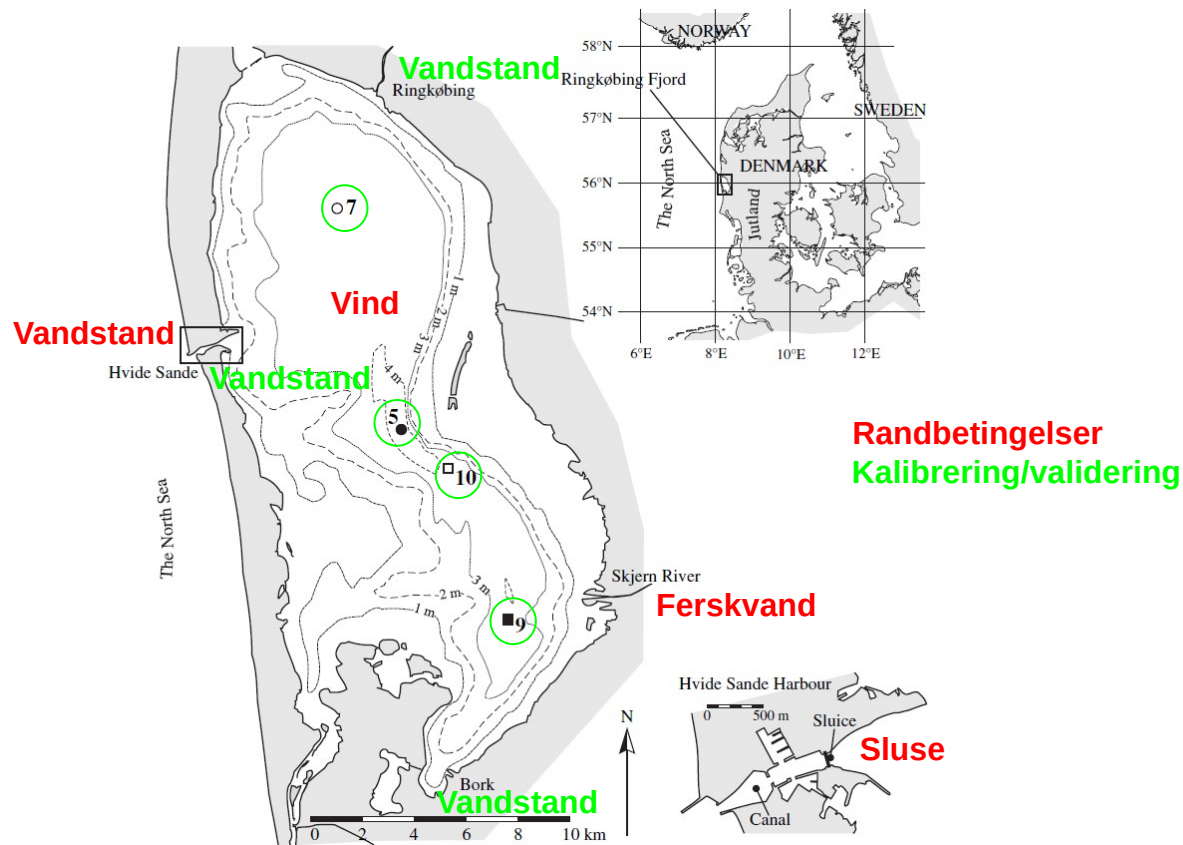
Gennemstrømning afhængig af

- Antal og åbningsgrad af sluseporte
- Vandstande i Nordsøen og fjorden mv.
- En del af en større fjordmodel





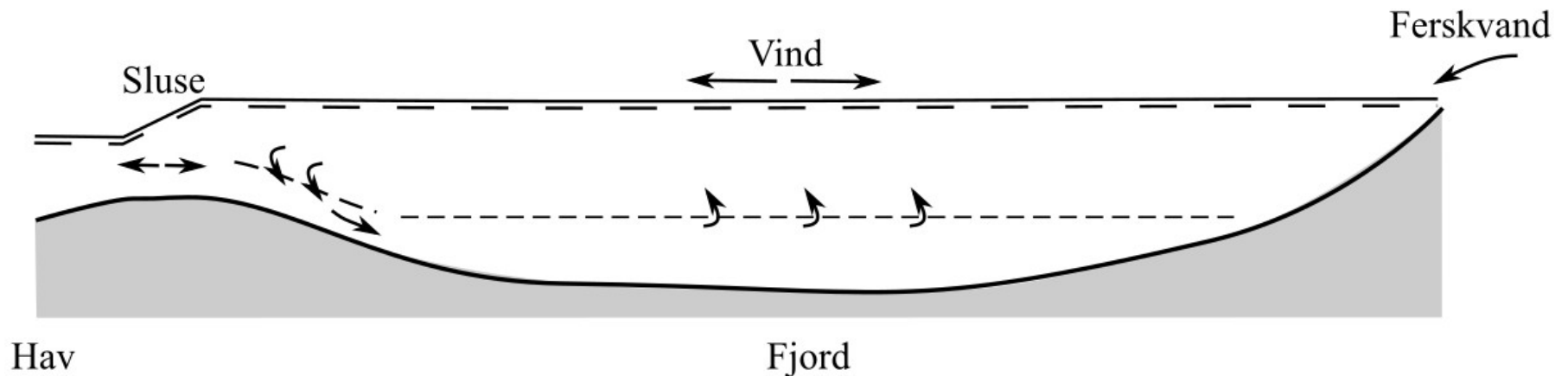
# Ringkøbing Fjord-modellen



- Baseret på beskrivelse af processer
- Input: vandstand, vind, ferskvandsafstrømning, slusepraksis
- Output: udveksling med Nordsøen, salt, lagdeling, vandstande
- Nielsen et al. (2005) "A simple model for volume and stratification ..."



# Ringkøbing Fjord-modellen



- Lille dybde
- Stort overfladeareal
- Udveksling gennem slusen (fjordvand ud, havvand ind)
- Tilstrømning af ferskvand
  
- Blanding pga. vind og tung bundstrøm
- Horisontalt velblandet
- Mulighed for vertikal lagdeling (risiko for iltsvind)
- Vandstandsvariation i fjorden

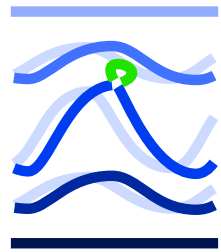


# Slusemodellen

Gennemstrømningen er afhængig af

- Vandstand på havsiden
- Vandstand på fjordsiden
- Antal og åbningsgrad af sluseporte
- Energitab i havn og kanal
- Saltholdigheder og periode

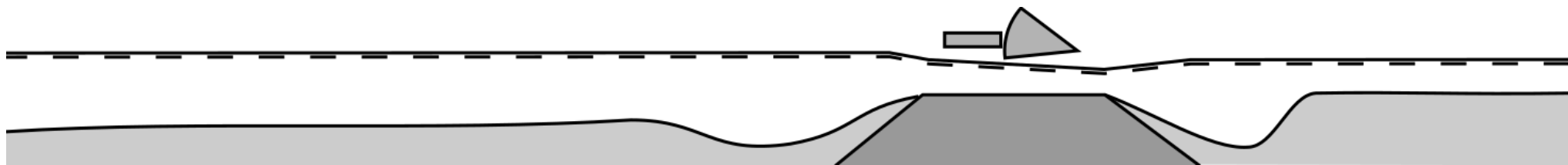




# Slusemodellen

Gennemstrømningen er afhængig af

- Vandstand på havsiden
- Vandstand på fjordsiden
- Antal og åbningsgrad af sluseporte
- Energitab i havn og kanal
- Saltholdigheder og periode
- Bevarelse af energi og volumen (Nielsen et al., 2005)

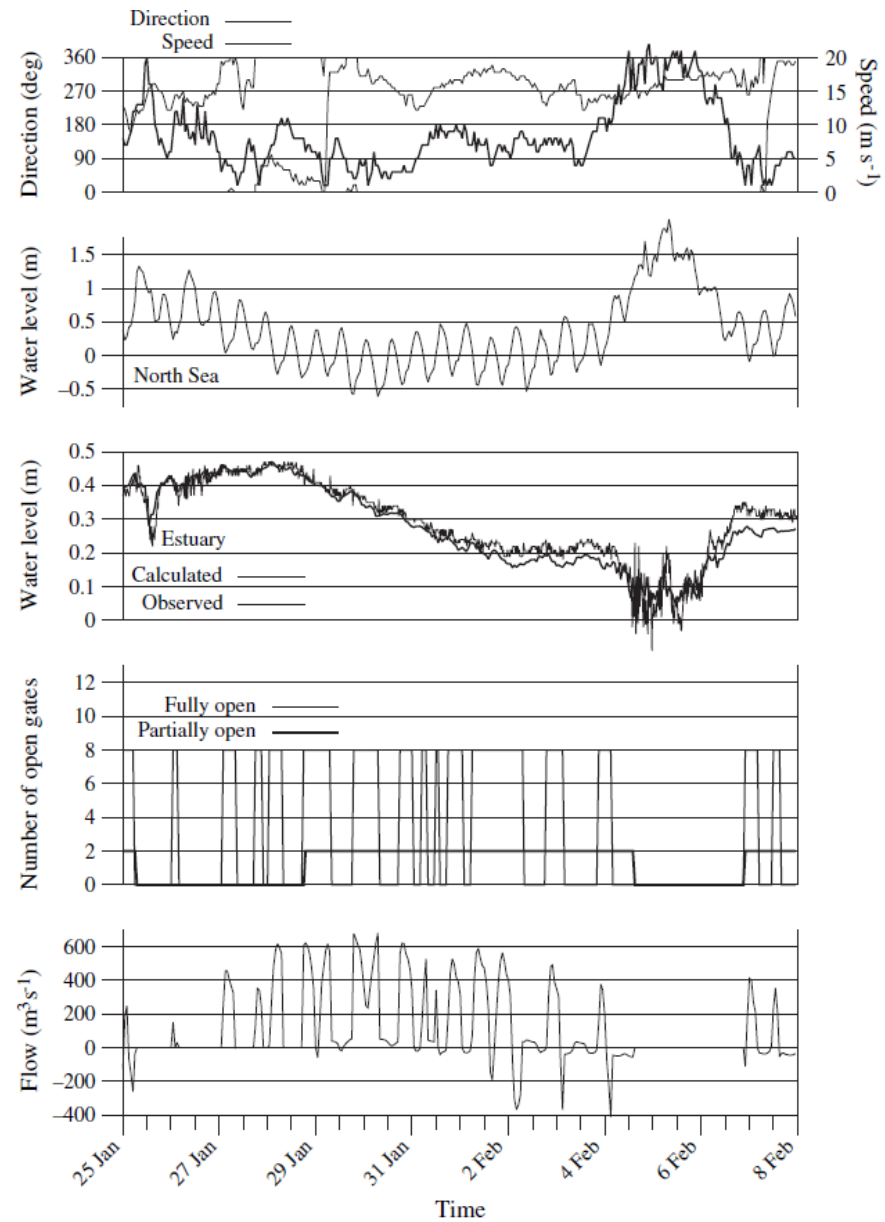


$$\left\{ z + \frac{\alpha V^2}{2g} \right\}_1 = \left\{ z + \frac{\alpha V^2}{2g} \right\}_2 + \frac{L}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \Delta H_f + \Delta H_c$$



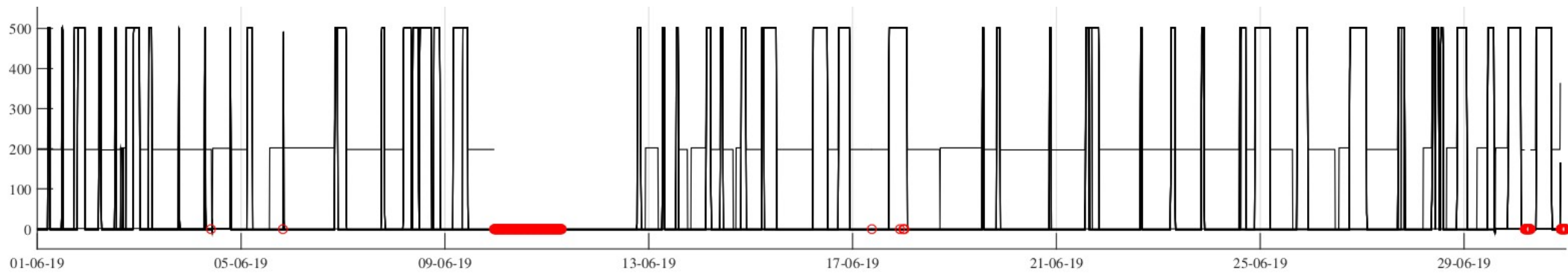
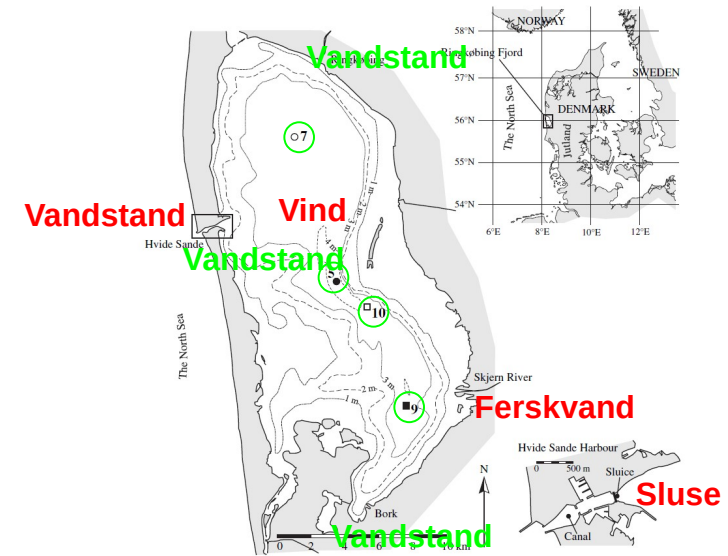


# Ringkøbing Fjord-modellen



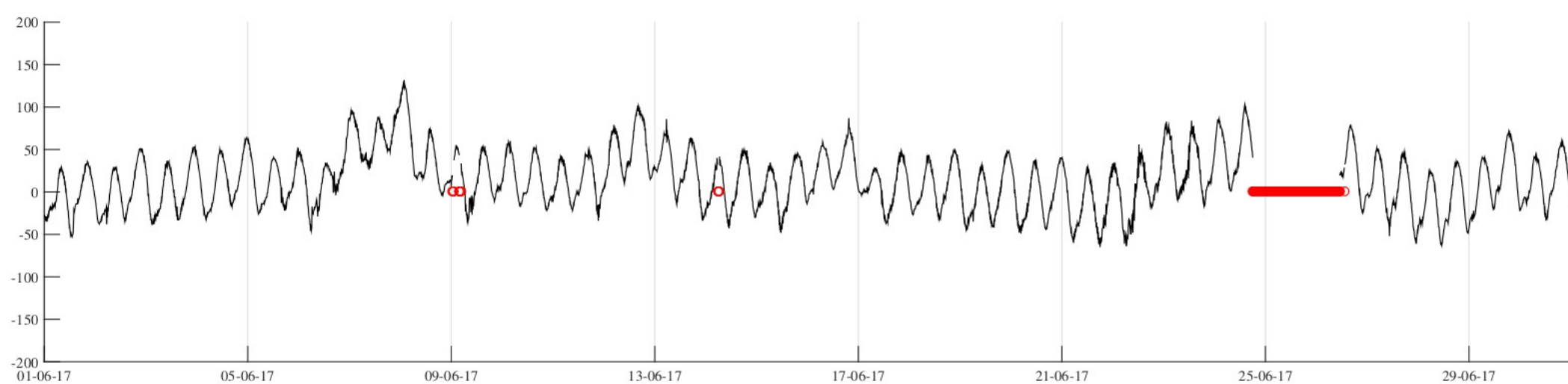
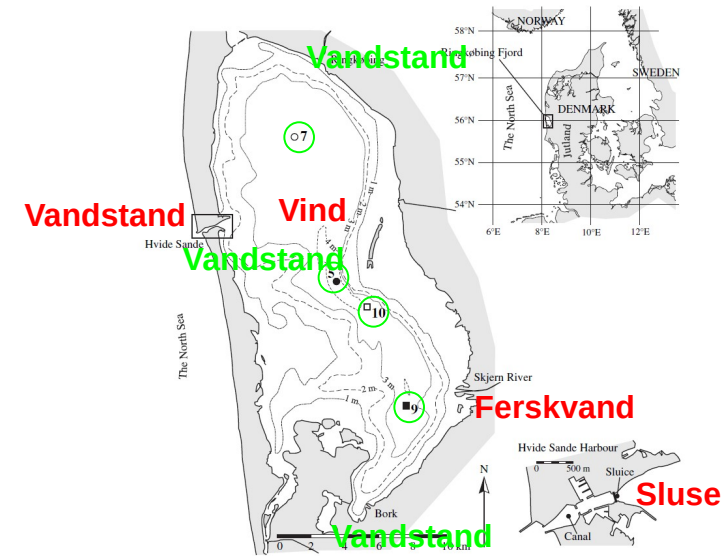
# Randbetingelser

- Vandstand
- Vind
- Ferskvandstilførsel
- Slusepraksis



# Randbetingelser

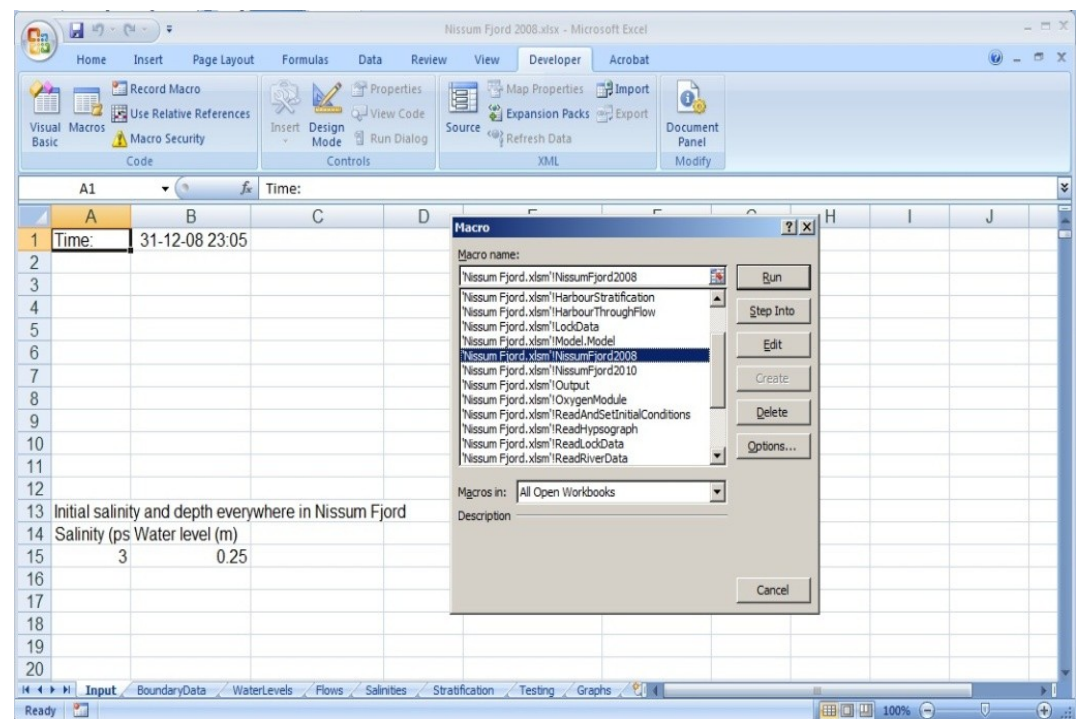
- Vandstand
- Vind
- Ferskvandstilførsel
- Slusepraksis





# Kørsel med modellen

- Implementeret i LibreOffice Calc (MS Excel)
- Køres vha. makroer
- Hurtig adgang til randbetingelser og resultater





# Slusekapacitet

Hensyntagen til

- Strøm i havn og kanal
- Erosion og stabilitet af bygværk
- Salinitet i fjorden
- Vandstand i fjorden

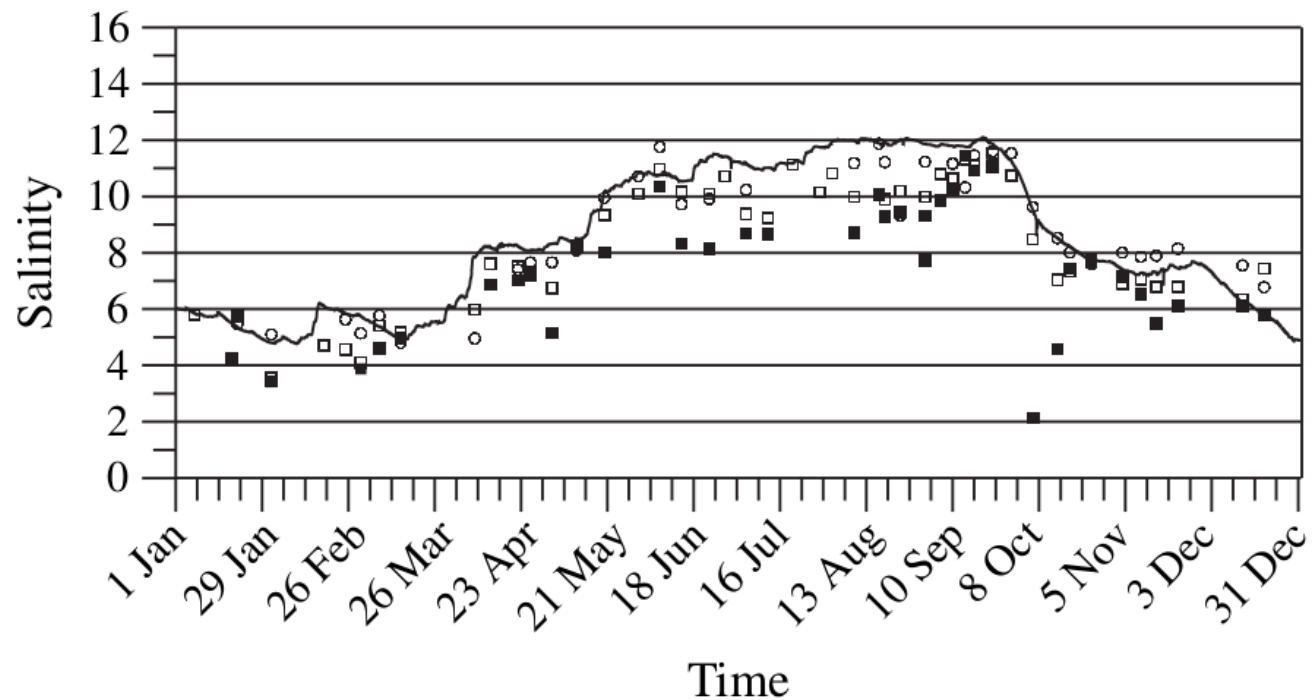




# Scenarier

Ændringer af

- Slusepraksis
- Vandstand
- Vind
- Ferskvandsafstrømning

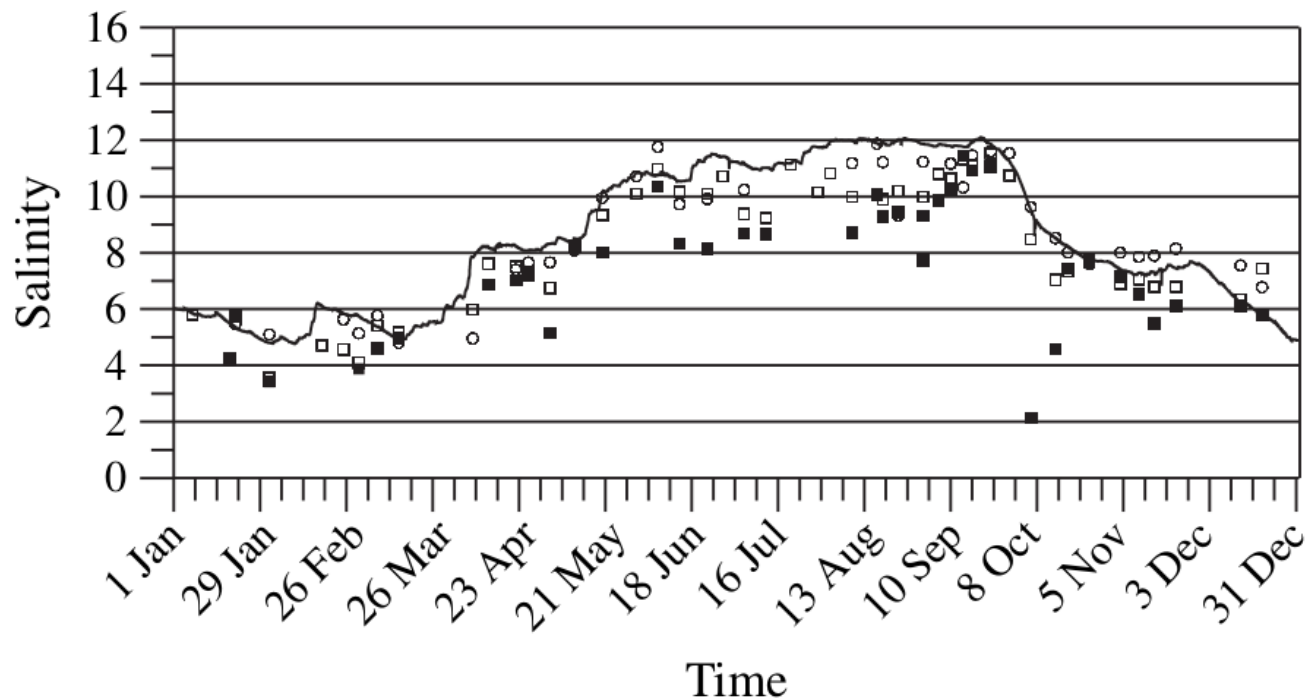


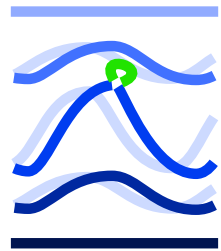


# Eventuel pumpeløsning

Udstrømning til dels uafhængig af vandstande og sluse

- Muligheder?
- Virkninger?
- Omkostninger?





# Tak for opmærksomheden!

Kommentarer, spørgsmål mv. modtages gerne.  
Referencer fremsendes på opfordring.

Morten Holtegaard Nielsen  
Marine Science & Consulting ApS  
E-mail: [mhn@msandc.dk](mailto:mhn@msandc.dk)  
Phone: +45 5369 0888  
Website: [www.msandc.dk](http://www.msandc.dk)  
Network: [LinkedIn](#)