

# DK-model2009

- Opdatering 2005 - 2009

## *Kalibrering og validering*

Anker Lajer Højberg, GEUS

0 50 km

# Disposition

- Kalibrering/valideringsstrategi
- Kalibreringsmål
- Nøjagtighedskriterier
- Resultater
- Diskussion

# Strategi

- Dynamisk invers kalibrering (PEST)
  - Ikke del af modelsystemet, optimering ”bag om” skallen
- Split sample
  - Kalibrering 2000 – 2003
  - Validering 2004 – 2007
- Observationsdata
  - Pejlinger
    - Observationer fra ~20.000 indtag
    - Tidsserier
    - Enkelt observationer
  - Vandløbsafstrømning
    - Observationer fra ~200 stationer
    - Daglige værdier
    - Generelt stationer  $\geq 50$  km<sup>2</sup>



# Kalibreringsmål

Sammensat af krav til modellens evne til at simulere pejlinger og vandføringer

## Potentialer

- Dynamik i pejletidsserier
- Det generelle trykniveau i modellag
- Rumlig variation i trykniveau indenfor et modellag

## Vandløb

- Samlede vandbalance i vandløb ( $F_{bal}$ )
  - Dynamik i vandløb ( $R^2$ )
  - Vandbalance i sommerperiode ( $F_{balS}$ )
- Fokus på at kunne simulere små og store vandløb lige godt

# Nøjagtighedskriterier

## Potentialer

- Root mean squared:

$$\frac{RMS}{s_{obs}} \leq \beta_2; \quad \beta_2 = 2 \Rightarrow RMS \leq 4,5m$$

Konservativ akvifer simulering  
(Sjællandsmodel RMS = 5,25 m)

$$\frac{RMS}{\Delta h_{max}} \leq \beta_3; \quad \beta_3 = 0.05 \Rightarrow RMS \leq 4,8m$$

'hi-fi simulering

- Middelfejl

$$\frac{ME}{\Delta h_{max}} \leq \beta_1; \quad \beta_1 = 0.025$$

Konservativ akvifer simulering

# Nøjagtighedskriterier

## Vandføringer

- Middel  $R^2 \geq 0,65$
- Maks. 25% af stationerne må have en  $R^2 < 0,60$
- Middel Fbal  $< 10\%$
- Maks 25% af stationerne må have en Fbal  $> 20\%$
- Samme kriterier for alle stationer

# Resultater

## Potentialer

Delmodel	Middelfejl – ME (m)		RMS (m)		Indtag med pejlinger
	Kriterium	Resultat	Kriterium	Resultat	
Område 1 - Sjælland	2,45	-1,53	4,89	4,05	3399
Område 2 - Sydhavsøerne	1,90	1,27	3,80	2,34	169
Område 3 – Fyn	2,37	2,55	4,73	5,40	661
Område 4 - Sønderjylland	2,19	-0,49	4,37	5,03	1770
Område 5 - Midtjylland	3,86	-0,11	7,73	4,48	2658
Område 6 - Nordjylland	1,41	-0,09	3,55	3,84	1837

- Krav til potentialer generelt overholdt

# Resultater

## Afstrømninger

Delmodel	Antal	Kalibrering			Validering		
		R <sup>2</sup>	Fbal (%)	FbalS (%)	R <sup>2</sup>	Fbal (%)	FbalS (%)
Område 1 – Sjælland	24	0,74	-8	28	0,68	3	35
Område 2 - Sydhavsøerne*	16	0,59	-33	-40	0,51	-19	0
Område 3 – Fyn	22	0,39	4	20	0,23	22	50
Område 4 – Sønderjylland	30	0,42	5	10	0,21	10	19
Område 5 - Midtjylland	58	0,33	5	-5	0,14	10	-7
Område 6 - Nordjylland	33	0,47	5	1	0,42	12	1
<b>Kriterium</b>		<b>0,65</b>	<b>10</b>	<b>ej opstillet</b>	<b>0,65</b>	<b>10</b>	<b>ej opstillet</b>

\*Område 2 – sydhavsøerne benyttet som proxy-basin test

- Krav til Fbal generelt overholdt for kalibreringsperioden (dog IKKE område 2)
- Krav til R<sup>2</sup> generelt IKKE overholdt



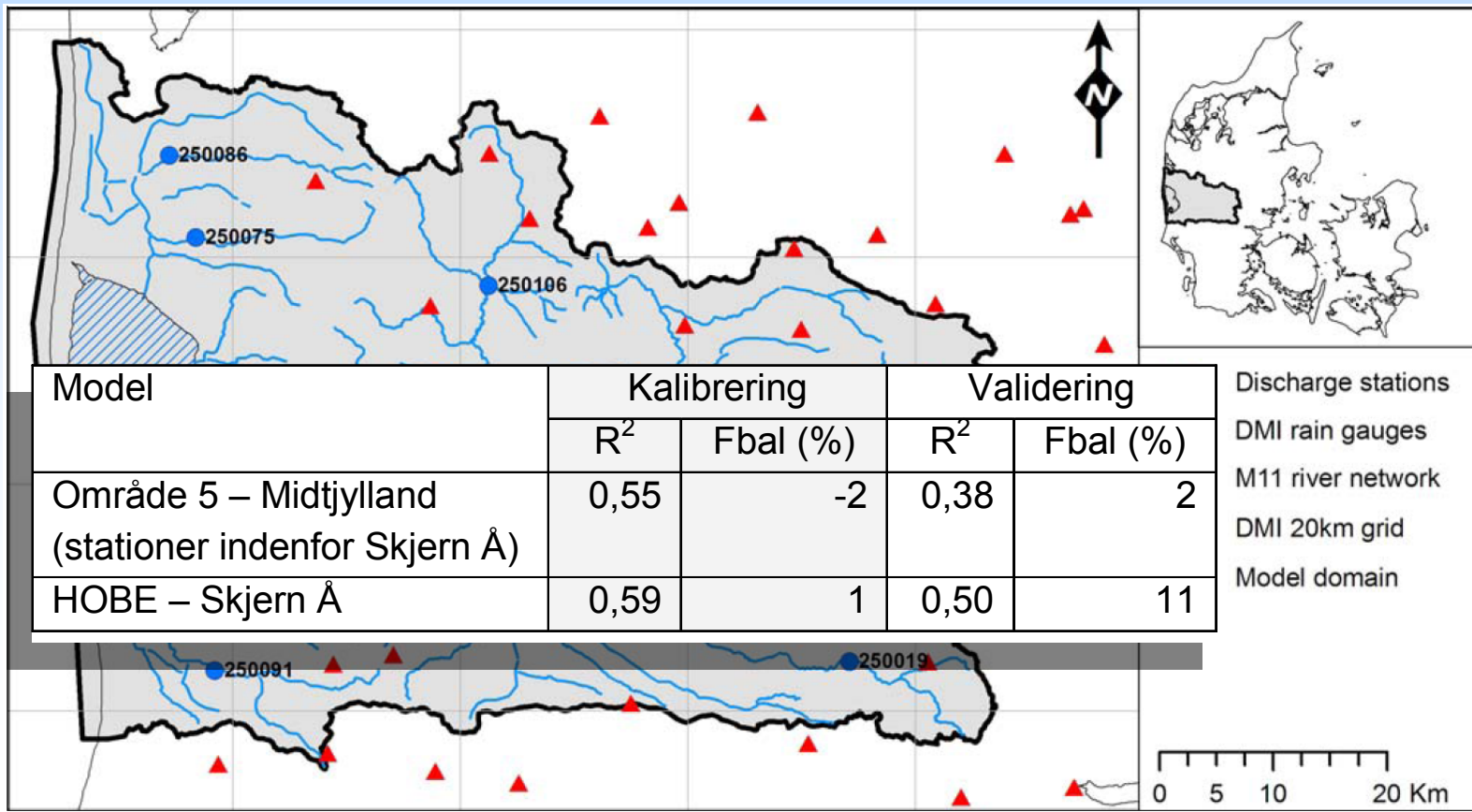
# Resultater - Vurderinger

- Pejlinger
  - Ny hydrostratigrafisk model + detaljering af grids har resulteret i bedre simulering af pejlinger
- Vandføringer
  - Fbal
    - Generelt indenfor de opstillede nøjagtighedskriterier
  - Dynamik
    - Dårlig
- Mulige årsager til dårlig dynamik
  - Manglende lokal tilpasning af modeller
  - Vandbalanceproblemer
    - Erfaringer fra DK-model2003

# Tilpasning til lokale forhold

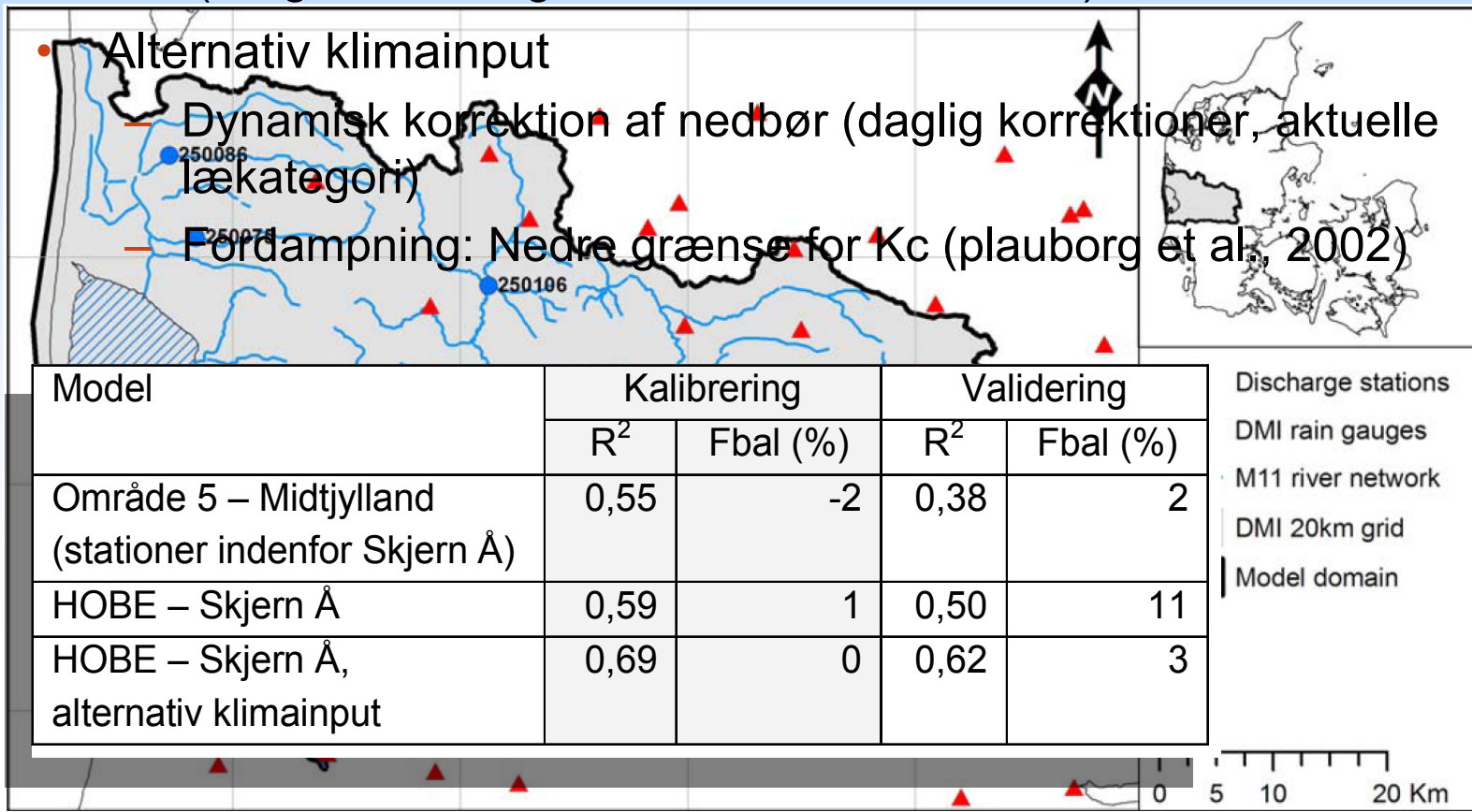
HOBE (Hydrological observatory) (<http://www.hobecenter.dk>)

- Center for hydrologisk proces studier: Skjern Å opland
- Modelstudie (Stisen et al., special issue in vadose zone journal)



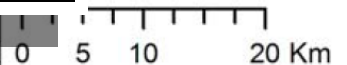
# Alternativt klimainput

- Klimainput i DK-model2009
  - Standard korrektion af nedbør (månedsmiddelværdier for hele landet)
  - Fordampning: Øvre grænse for Kc (plauborg et al., 2002) (tidligere erfaringer viste overskud af vand)



Model	Kalibrering		Validering	
	R <sup>2</sup>	Fbal (%)	R <sup>2</sup>	Fbal (%)
Område 5 – Midtjylland (stationer indenfor Skjern Å)	0,55	-2	0,38	2
HOBE – Skjern Å	0,59	1	0,50	11
HOBE – Skjern Å, alternativ klimainput	0,69	0	0,62	3

Discharge stations  
 DMI rain gauges  
 M11 river network  
 DMI 20km grid  
 Model domain



# Resultater - Konklusion

- Der er et akut og bydende nødvendigt behov for analyse af vandbalanceproblematikken og udvikling af en operationel løsning
  - Har ikke været muligt at få dette finansieret ☹️ - der arbejdes videre herpå
- Det er muligt at opnå en bedre lokal/regional tilpasning af modellen ved anvendelse af lokale/regionale observationsdata, men
  - Der er behov for vurdering af andre forhold, specielt hvorledes regional/lokal heterogenitet i de hydrauliske egenskaber kan tilgodeses.

