



**GEUS**

[www.geus.dk](http://www.geus.dk)

*Hydrologidag 2012, Odense, 24 oktober 2012*

# **DK-model i overvågningen**

**Anker Lajer Højberg**

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)

# Indhold

- Indledning
- Kort om DK-model
- DK-model i overvågning
  - Eksempler
- Diskussion
- Konklusion

# Monitering & modellering

## Forskning

- Monitering og modellering er supplementære ikke separate discipliner
  - Interpolation/ekstrapolation
  - Konceptuel forståelse
  - Tolkning af data
  - Kvalitetssikring af data
  - Optimering af stationsnettet

## Praksis

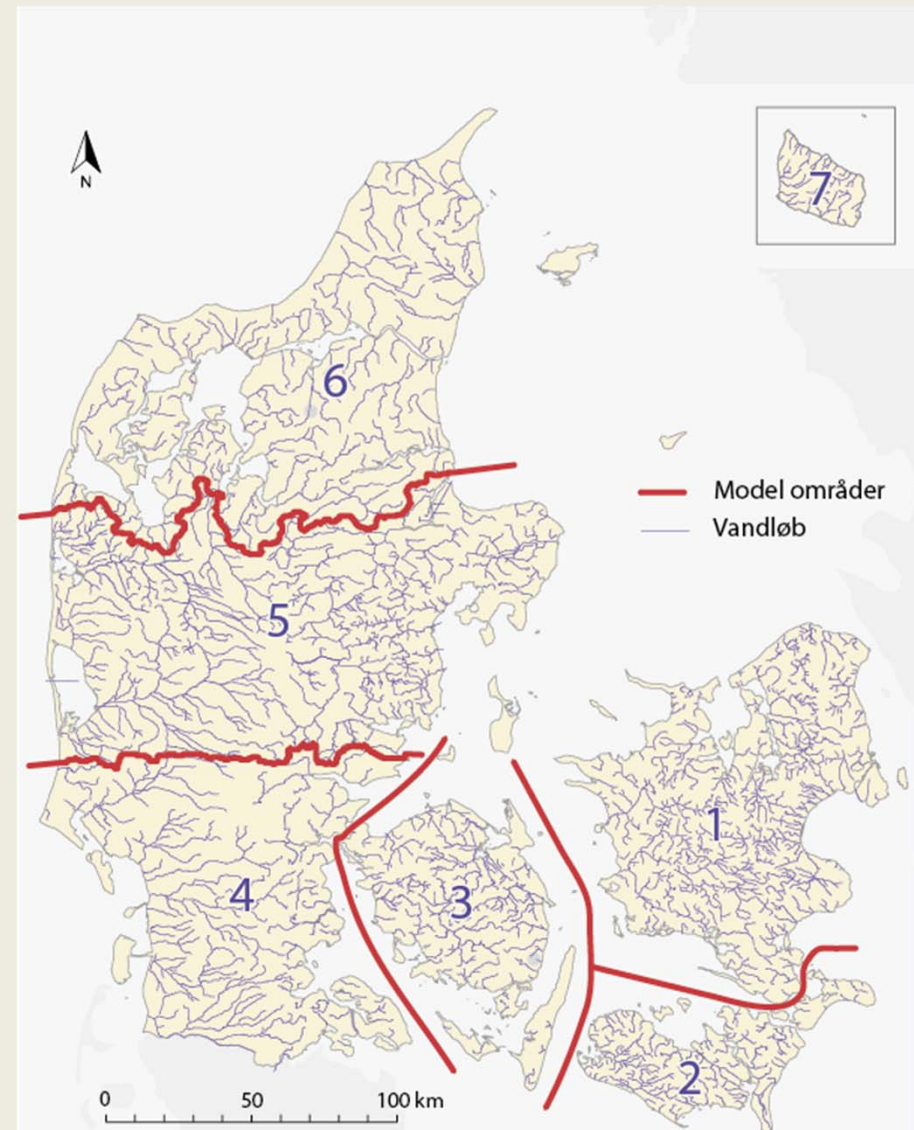
- Generel tankegang: monitering skal give input til model
- Kombination af monitering og modellering stadig sparsom og primært gennemført for detaljerede småskala studier

## Nationalt

- Modelstrategi
  - Fokus på kombination
  - Model skal binde de forskellige aktiviteter sammen – overvågning og forvaltning
  - Ikke udmøntet endnu

# DK-model

- Indhold
  - Hydrologisk (computer)model
  - Beskrivelse af grundvand og overfladevand
  - Geologisk og hydrologisk viden og data, nationale databaser, grundvandskortlægning
- Formål
  - Nationale/regionale analyser
  - Vandbalance, grundvandsdannelse og -strømning på oplands- og gv-forekomst niveau
  - National reference model
  - Startpunkt for detailmodeller
  - Ramme til nyttiggørelse af lokal viden på national skala

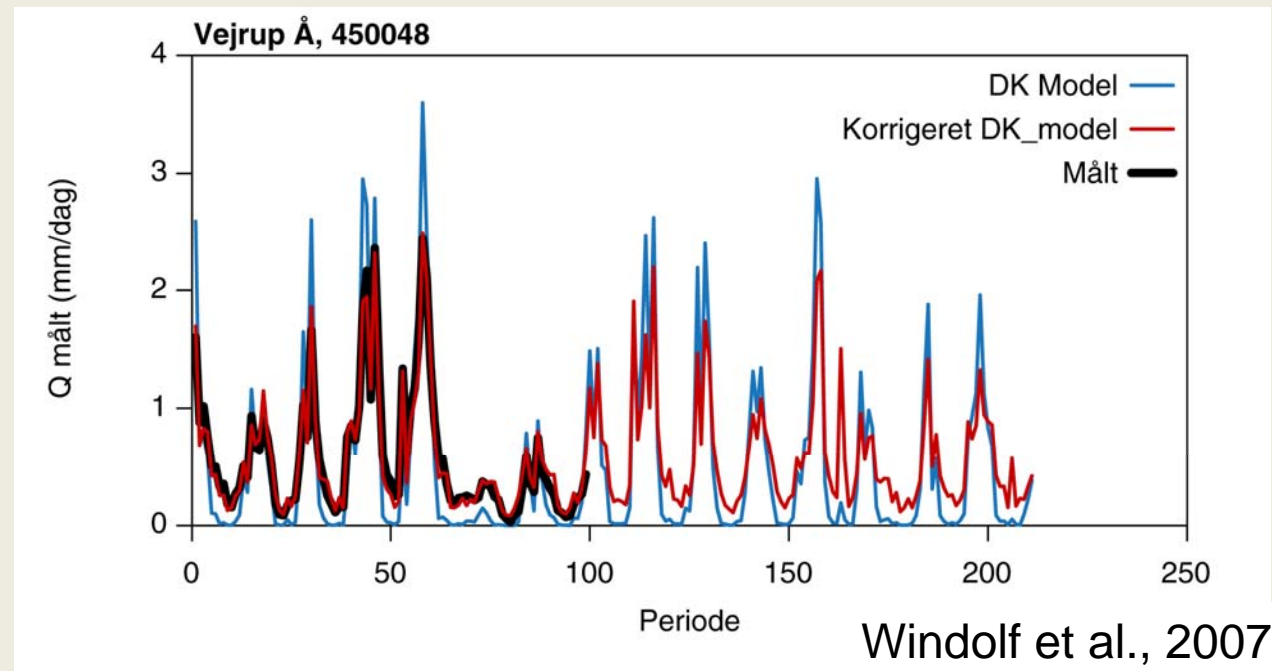


[www.vandmodel.dk](http://www.vandmodel.dk)

## DK-model i overvågning - Vandløbsafstrømning

- Interpolation/ekstrapolation af tidsserier
- Estimering af afstrømning fra umålte oplande

Kombination af DK-model og målte data til etablering af korrektionsværdier for beregnet afstrømning



2007

- Overvågning af 57 % af afstrømning
- DK-model 94 % af afstrømning

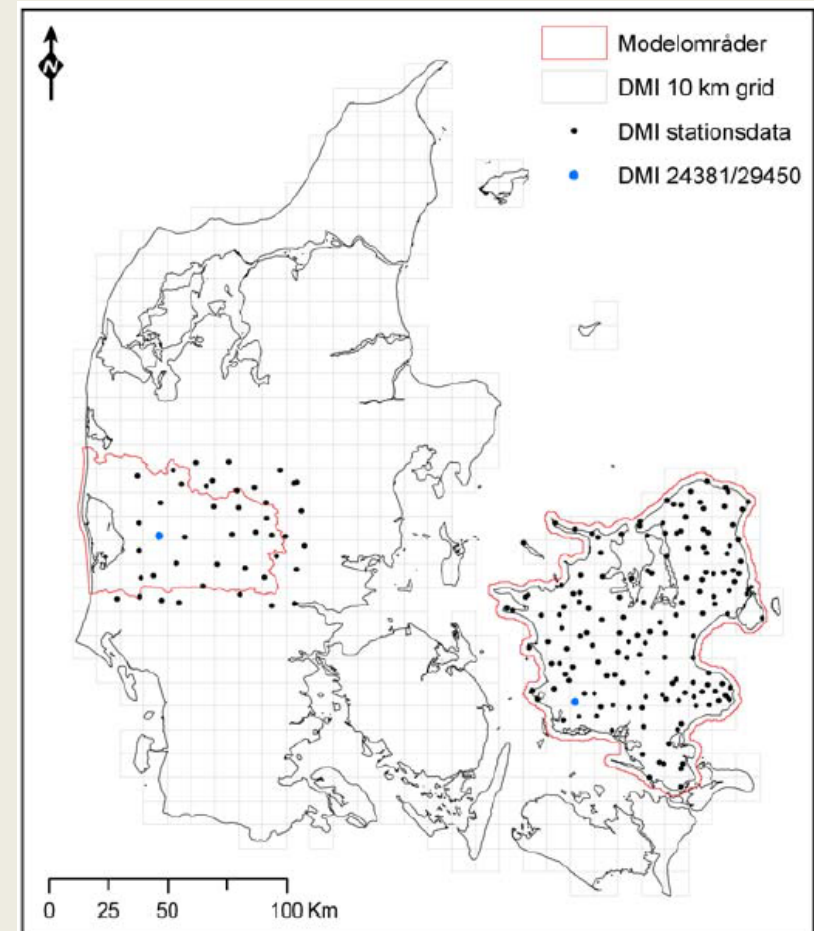
# Vandbalanceprojekt

DJF, GEUS, DMU og DMI

- Forskellige hypoteser
  - nedbørkorrektion
    - Standard korrektion
    - Dynamisk korrektion
  - reference fordampning
- Anbefalinger
  - Anvendelse af dynamisk korrigeret nedbør
    - produkt snart tilgængeligt fra DMI
    - Inkluderet i seneste kalibrering af DK-model

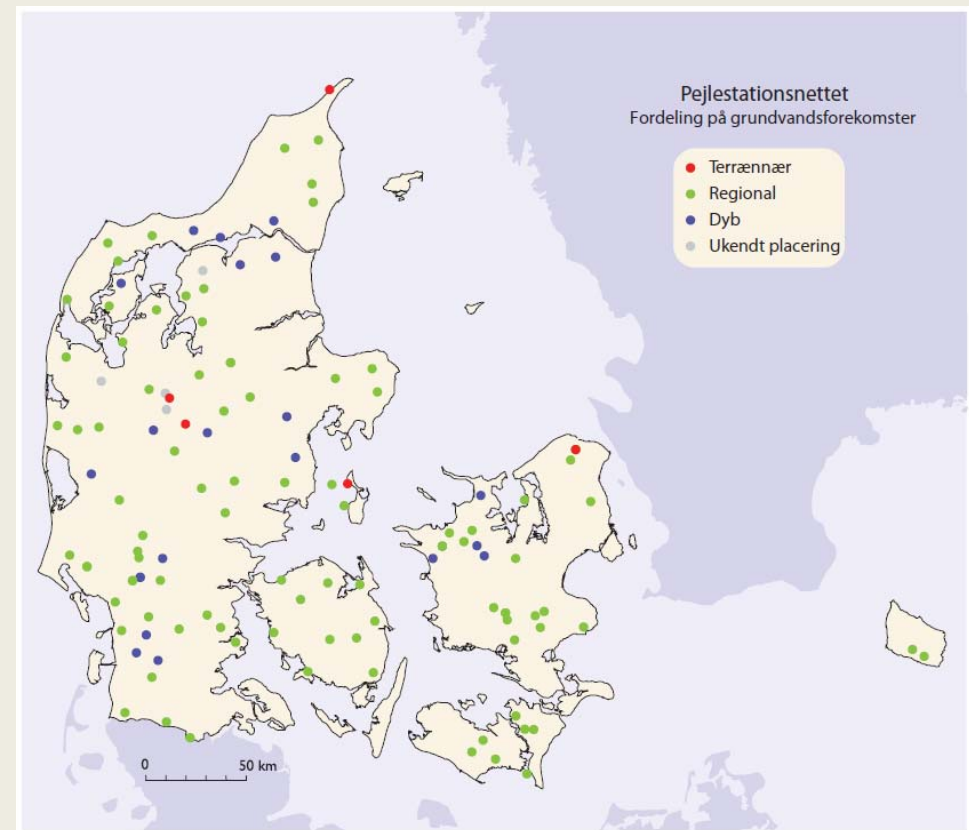
[http://vandmodel.dk/xpdf/77-2011\\_vandbalance.pdf](http://vandmodel.dk/xpdf/77-2011_vandbalance.pdf)

DK-model:  
Ringkøbing Fjord og Sjælland



# Design af nationale pejlestationsnet

- 383 grundvandsforekomster udpeget i DK
- Nationale overvågningsprogram indeholder 124 indtag til overvågning af kvantitet
- Hvordan sikres en repræsentativ overvågning?

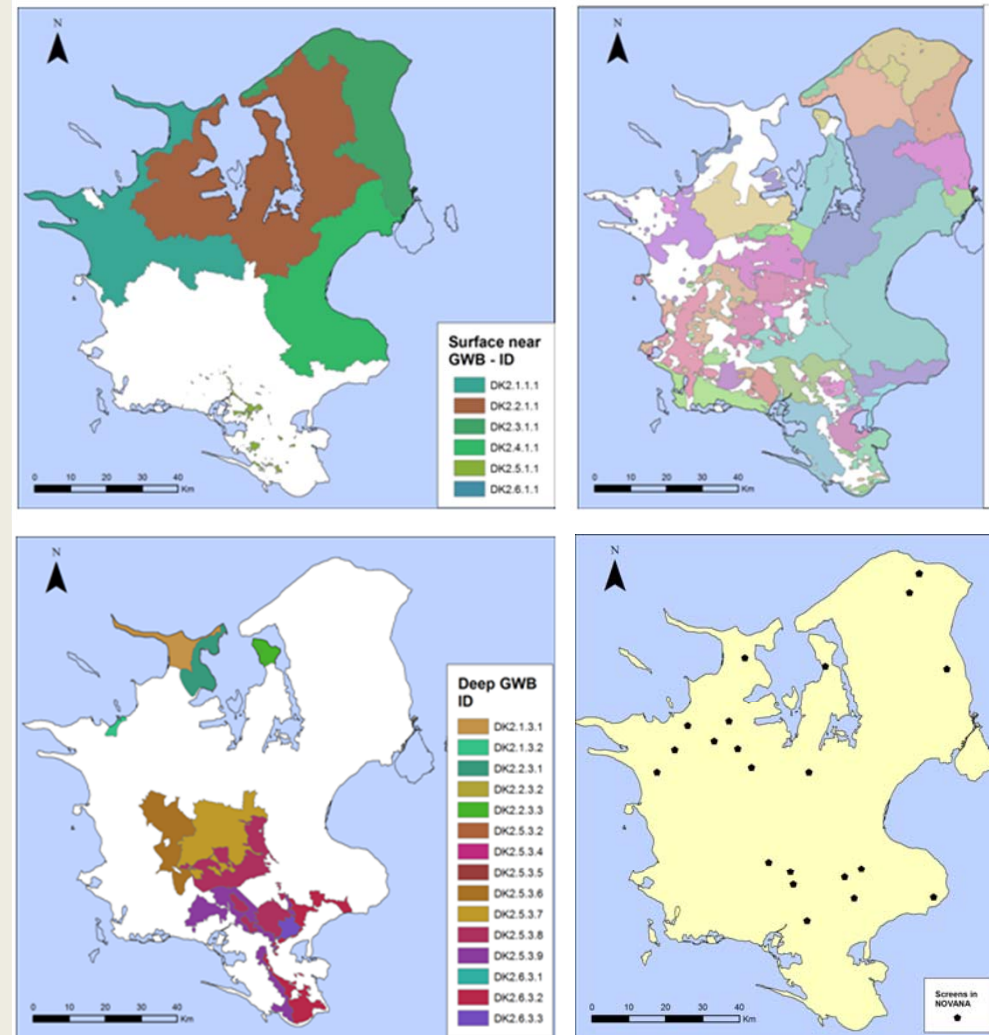




# Pejlestationsnet - analyse

## Indledende analyse

- Kan/hvordan anvendes DK-model ved design af nationale pejlestationsnet
- Test: Sjælland
  - 69 grundvandsforekomster
  - 3 niveauer
  - 25 monitoreringsindtag

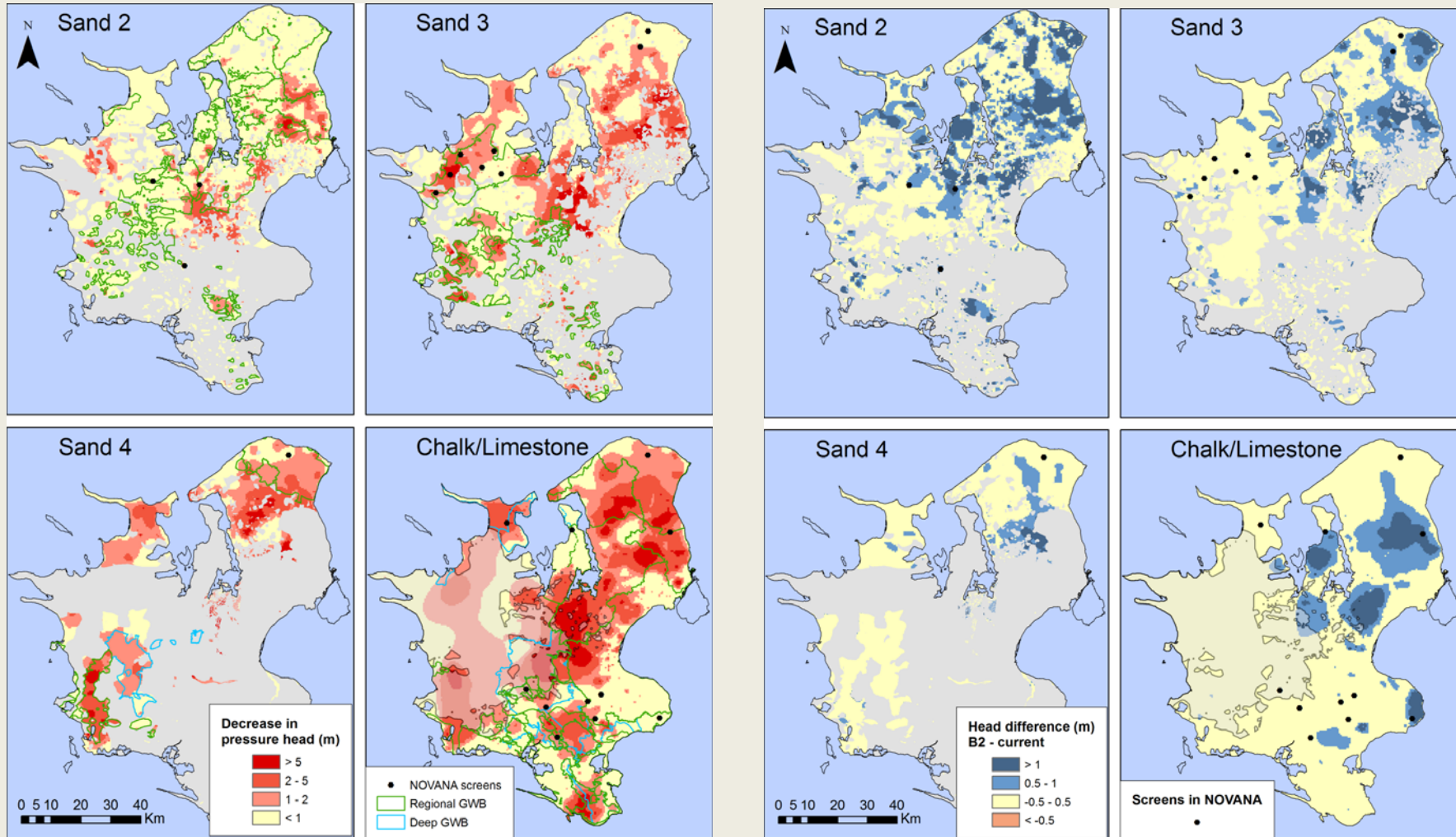




# Pejlestationsnet - analyse

- Test af model
- Opstil kriterier for hvad der skal monitoreres
  - Langtidspåvirkning af indvindinger
    - Maksimal sænkning af grundvand over 30 år
    - Sænkning efter 10 år
  - Effekt af klimavariationer
    - Maksimal ændring af grundvandsstand ved to emissionsscenarier: A2 og B2
- Simulering med/uden indvinding og input fra klimamodel
- Kategorisering af påvirkningerne
- Kombination af påvirkede områder, observationslokaliteter og grundvandsforekomster

# Påvirkninger



Maksimal grundvandssænkning over 30 år

Påvirkning af grundvandsstand ved B2 scenarium

# Påvirkninger

- Opdeling af påvirkning i kategorier

	Sænkning i GVS fra indvinding		Ændring i H pga. klimaforandring
	Maks	> 10 år efter start indvinding	
<b>Low</b>	< 1	< 0.1	< ± 0.5
<b>Medium</b>	1 – 5	0.1 – 0.25	± 0.5 - ± 1.0
<b>High</b>	> 5	> 0.25	> ± 1.0

- Optimal placering
  - Indvinding: stor effekt af indvinding
  - Klimavariationer: lille påvirkning fra indvindinger
  - Klimaændringer: stor effekt af klimaforandring, lille påvirkning fra indvinding

- De 25 indtag er placeret i 14 ud af 69 grundvandsforekomster
- Variation mellem indtag indenfor én grundvandsforekomst
- 8 ud af 25 indtag viser ringe effekt mht. både indvinding og klima
- Repræsentativ overvågning?
- Kommer an på hvad man ønsker at observere

ID	Model layer	Drawdown		Impact by climate	GWB
		Total	> 10 years		
216.625_5	3	Medium	Low	Medium	?
216.625_1	8	Medium	Low	Medium	?
204.397_2	1				2.1.2.4
203.90_1	5	Medium	Low	Low	2.1.2.4
204.397_1	5	High	Medium	Low	2.1.2.4
191.102_1	10	Medium	Low	Low	2.1.3.1
192.11B_1	10	Low	Low	Low	2.2.2.11
197.166_1	5	Medium	Medium	Low	2.2.2.13
197.334_1	5	Medium	Low	Low	2.2.2.13
197.476_2	5	Low	Low	Low	2.2.2.13
205.336_1	5	Low	Low	Low	2.2.2.13
205.342_1	3	Low	Low	Medium	2.2.2.2
206.1237_1	3	Low	Low	Medium	2.2.2.6
182.402_1	5	Low	Low	Low	2.3.1.1
182.319_1	10	Medium	Low	Low	2.3.2.1
194.129B_1	10	Medium	Low	High	2.3.2.1
182.317_1	7	Low	Low	Low	2.3.2.3
187.1057_1	5	Medium	Low	Medium	2.3.2.6
217.163_1	10	Low	Low	Low	2.4.2.1*
217.206_1	10	Low	Low	Low	2.4.2.1*
216.272_1	10	Medium	Low	Low	2.5.2.32
216.529_1	10	Medium	Low	Low	2.5.2.32
217.474_1	10	Low	Low	Low	2.5.2.32
221.278_1	10	Medium	Low	Low	2.5.2.37*
218.343_1	10	Low	Low	High	2.6.2.11

# Diskussion

Anvendelse af model giver mulighed for kobling af forventede effekter og aktuelle overvågningslokaliteter

## Nogle udfordringer

*Teknisk* – beskrivelse af variation indenfor og mellem grundvandsforekomster

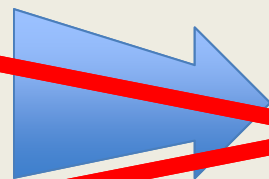
*Administrative*

~~"God tilstand"~~

~~"Repræsentativ"~~

~~"Sikker"~~

~~"Optimal"~~



~~$x, y, z, t$   
 $P(X = x)$~~

Behov for præcisering af formål og acceptabelt usikkerhedsniveau

# Konklusion

- Kombineret anvendelse af modellering og monitorering kan styrke kvaliteten af overvågningen
  - Men modellering kan ikke erstatte observationer
  - Er ikke en envejs proces: monitorering -> modellering
- Eksempler
  - Afstrømning fra umålte oplande
  - Vandbalancestudie – kobling mellem nedbør, fordampning og afstrømning
  - Design af monitoreringsnetværk
- For den nationale overvågning er der behov for en national ensartet tilgang – anvendelse af national model opbygget på ensartet måde
- For overvågning af lokale forhold kan der være behov for opstilling af lokale modeller

# Konklusion

For bedre sammenspil mellem monitorering og modellering er der behov for:

- Omsætte generelle krav til specifikke målsætninger for overvågningen
  - Hvorfor skal der monitoreres?
  - Hvad skal der monitoreres?
  - Hvilken sikkerhed skal der være?
- Gælder IKKE kun national overvågning men enhver overvågning
  
- Tekniske udfordringer der kræver udvikling af metoder
  - ikke tilstrækkeligt at forbedre model, der er også behov for forbedring af modelanvendelse



# Læs mere

## Modellering og monitorering:

Højberg et al. (2006) Use of Models to Support the Monitoring Requirements in the Water Framework Directive. *Water Resources Management*, 21(10), 1649-1672, <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-006-9119-y>

Jørgensen, L. F., J. C. Refsgaard, and A. L. Højberg (2007), Joint use of monitoring and modelling, *Water Science and Technology*, 56 (8), 21-29. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2007.596>

Jørgensen, L. F., J. C. Refsgaard and A. L. Højberg (2007), The inadequacy of monitoring without modelling support, *Journal of Environmental Monitoring*, 9 (9), 931-942. <http://dx.doi.org/10.1039/b7066117c>

## Vandbalanceprojekt:

Refsgaard et al. (2011) Vandbalance i Danmark - Vejledning i opgørelse af vandbalance ud fra hydrologiske data for perioden 1990-2010. GEUS rapport 2011/77 [http://vandmodel.dk/xpdf/77-2011\\_vandbalance.pdf](http://vandmodel.dk/xpdf/77-2011_vandbalance.pdf)

Stisen et al. (2012) On the importance of appropriate precipitation gauge catch correction for hydrological modelling at mid to high latitudes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16, 1-20, 2012. doi: 10.5194/hess-16-1-2012

## Afstrømning fra umålte oplande:

Windolf et al. (2007) I Bøgestrand, J. (red.) 2009: Vandløb 2007. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 108 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 711 <http://www.dmu.dk/Pub/FR711.pdf>

Windolf et al. (2011) A distributed modelling system for simulation of monthly runoff and nitrogen sources, loads and sinks for ungauged catchments in Denmark. *J. Environ. Monit.*, 2011, 13, 2645

## Analyse pejlestationsnet:

Højberg A.L. & Juhler R.K. (2011) Preliminary analyses of network for groundwater level monitoring. GEUS rapport 2011/140 [http://vandmodel.dk/xpdf/140-2011\\_monitoringnetwork.pdf](http://vandmodel.dk/xpdf/140-2011_monitoringnetwork.pdf)