



ATV møde: Onsdag den 16. november 2011, DTU



# Anvendelse af DK-model til indvindingstilladelser

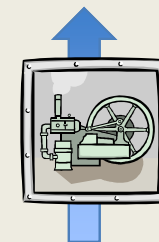
Anker Lajer Højberg

- Introduktion
- Kort om DK-model
- Vurderinger ved indvindingstilladelser
- Kombination med andre metoder

# Udfordring

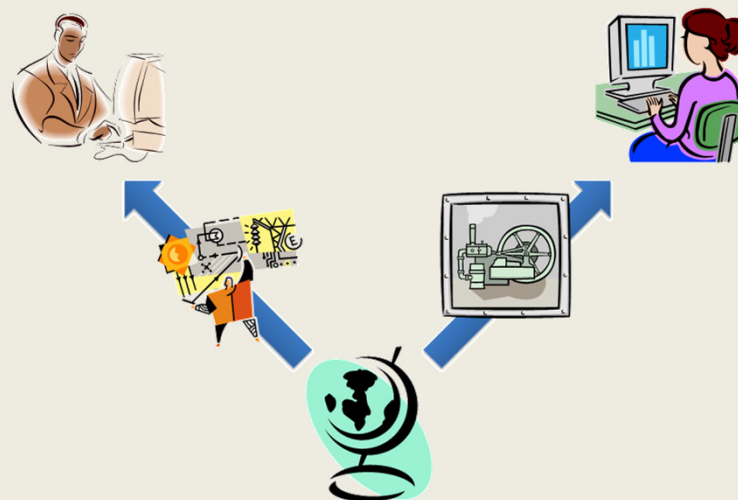


- Teknisk løsning
- Vandforvaltning sker på flere administrative niveauer og fysiske skalaer
- Forskellige behov mht. typer af information og fremstilling af resultater
- Vigtigt at forvaltningen er konsistent på tværs af administrative skel og skala



# Udfordring

- Teknisk løsning
- Vandforvaltning sker på flere administrative niveauer og fysiske skalaer
- Forskellige behov mht. typer af information og fremstilling af resultater
- Vigtigt at forvaltningen er konsistent på tværs af administrative skel og skala



- Hvorfor ikke bare bruge DK-modellen?

# DK-model

## Overordnet formål

- Opstille model til vurdering af vandbalancen og grundvandsdannelse på overordnet oplandsniveau/grundvandsforekomst under hensyntagen til arealanvendelse, klimavariationer og indvindingsstrategi

## Hensigter

- Anvendes som reference model på stor skala
- Udgangspunkt i forbindelse med nye detailkortlægninger, -modeller
- Ramme for samlet opdateret viden om det hydrologiske og hydrogeologiske system

# Opdatering 2005 - 2009

## Overordnet formål

- At tilvejebringe en hydrologisk model på nationalt niveau, hvis opbygning og detaljering er konsistent på tværs af tidligere modeller og administrative skel og tilgodeser tolkningerne i de tidligere lokalmodeller udviklet af amterne

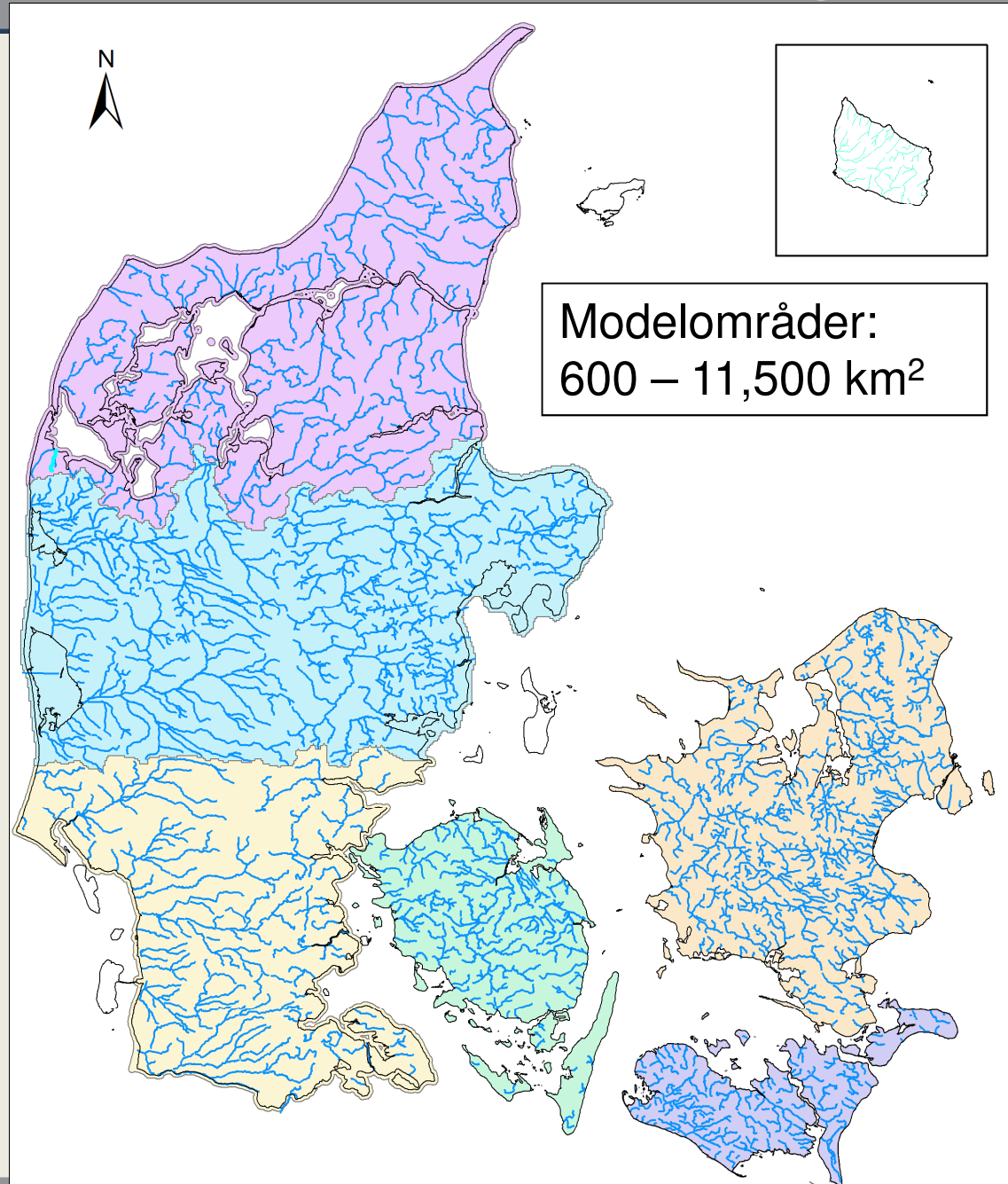
## Hensigter

- Konsensus om geologisk/hydrostratigrafisk koncept og anvendt data
- Konsensus om input data til hydrologisk model
- Gennemskuelig model

# DK-model

Koblet grundvands-  
overfladevandsmodel (MIKE  
SHE/MIKE11)

- 3D grundvandsstrømning
- Simplificeret UZ beskrivelse (2 Layers)
- Markvanding
- 2D overfladisk afstrømning
- Dræn
- 1D vandløbsafstrømning (routing)
- Strømningsmodel
  - 500 m grids
  - 8 – 15 beregningslag
  - Daglige tidsskridt
- Kalibrering
  - Inverse kalibrering (PEST) mod grundvandspotentiale og vandløbsafstrømning



# DK-model

## Klima

- DMI klimagrid
  - 10 km x 10 km nedbør (dynamisk korrigeret)
  - 20 km x 20 km temperatur, EP, vindhastighed

## Geologi/hydrogeologi

- Oprindelig baseret på landsdækkende tolkning (1 x 1 km<sup>2</sup>)
- Opdateret (2005 – 2009) på basis af gennemgang af >50 modeller opstillet af amterne
- Geologi model i 100 m x 100 m
- Ingen underopdeling af lithologi

## Indvindinger

- Udtræk fra Jupiter
- Alle indvindinger medtaget, antaget ligelig fordeling af indvinding mellem indtag på kildepladser

## Vandløb

- Udvælgelse i samråd med tidligere amter
- Fra tidligere modelopsætninger
- Opmålinger
- Homogen vandløbslækage

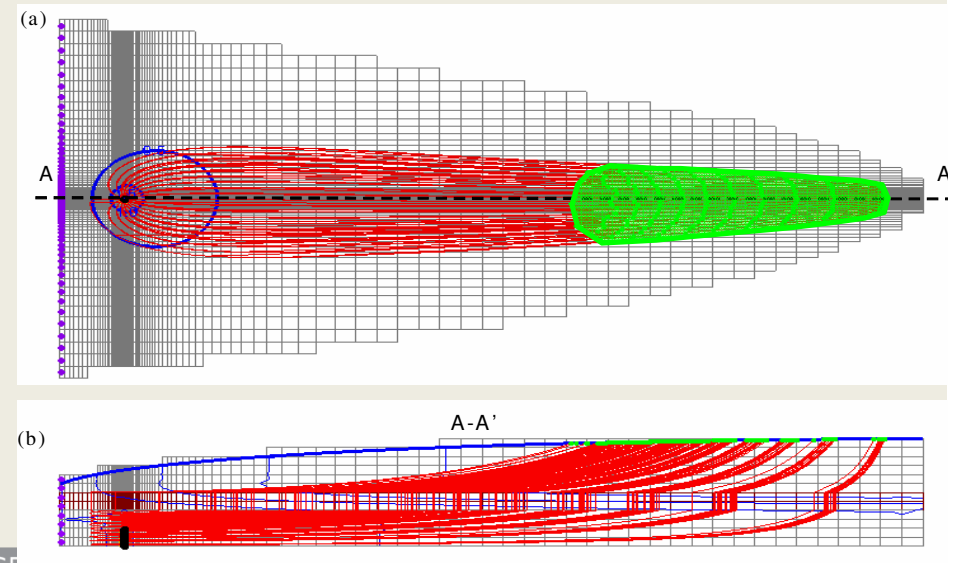
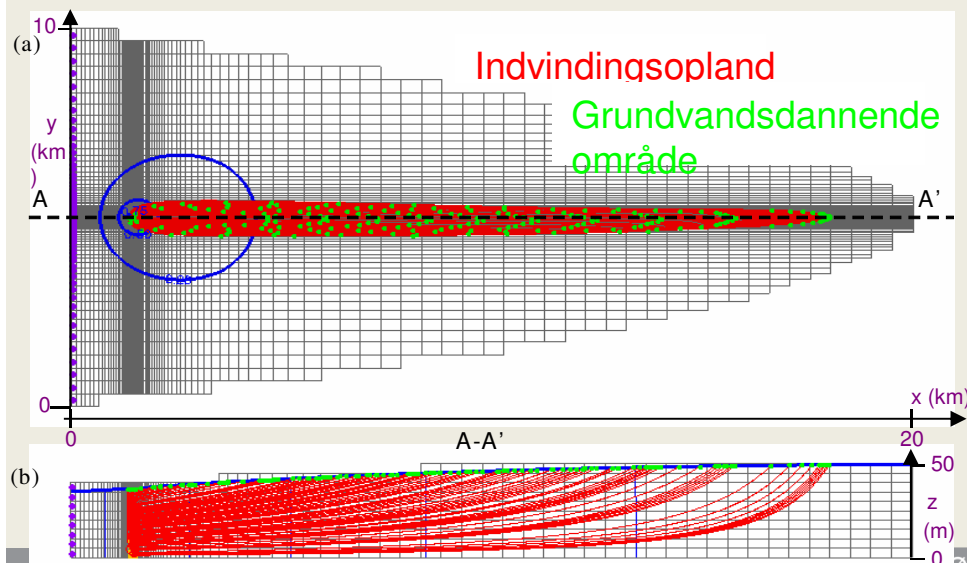
# Indvindingstilladelser

- Generelle krav ved vurdering af indvindingstilladelser:
  - Indvindingsoplande
  - Grundvandsdannende oplande
  - Ændret potentialeforhold
  - Ændringer i vandføring
  - Påvirkning af søer



# Indvindingsoplande

- Er bestemt af gradientretninger
  - Er man i stand til at beskrive potentialeforhold med acceptabel sikkerhed og i fornøden detalje kan modellen anvendes
  - Overordnet styret af geologi samt kvantitet og kvalitet af input- og observationsdata
- Generelt godt datasæt til kalibrering og vurdering
- Observationer afspejler ikke altid geologiske strukturer der kan være betydende for udformningen af indvindingsoplande



# Indvindingsoplande

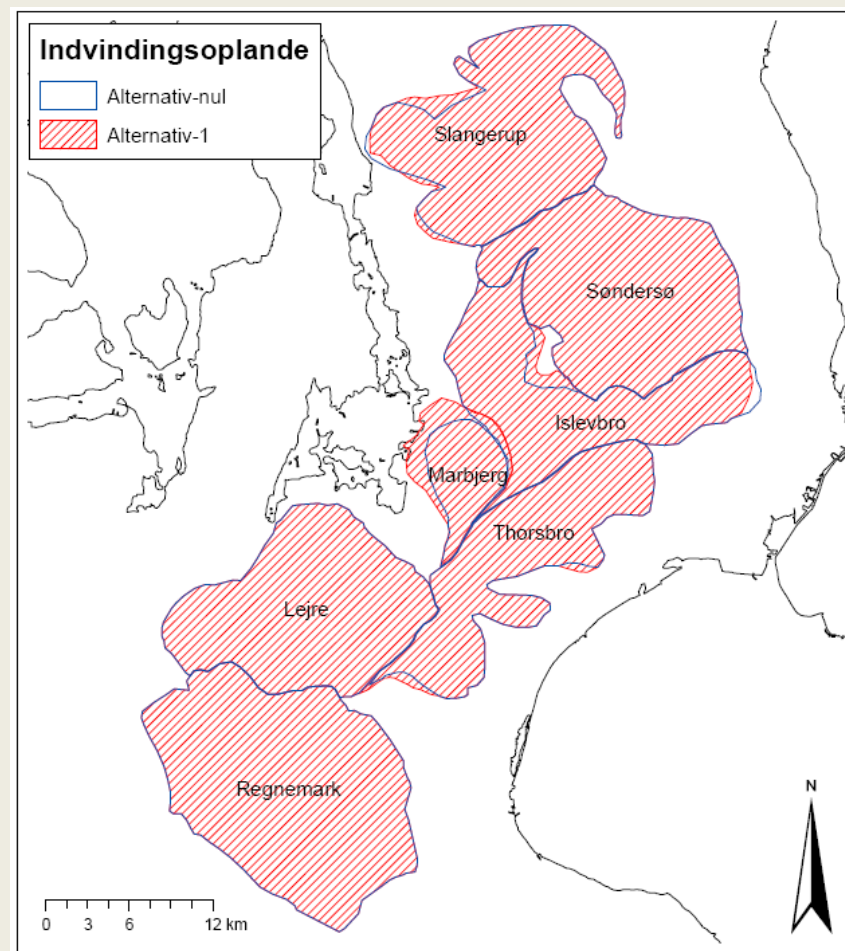
- DK-model
  - Geologi er en kombination af lokale modeller og national tolkning.
    - Hvor lokalmodeller er indlagt burde geologiske strukturer være ok, men der kan være betydende heterogenitet
    - i øvrige områder bør den vurderes
  - Data fra Jupiter - kvalitet og detaljering af data i model er som i Jupiter
    - Sørg for at data i Jupiter er opdateret og KS'et
  - Detaljering
    - Gridceller er 500 m x 500 m, hvilket er den mindste detaljering der kan opnås i DK-modellen
  - Præcision
    - DK-model er kalibreret for store modelområder og ikke til lokale forhold
    - Heterogenitet indenfor lithologisk enhed ikke medtaget

# Indvindingsoplande

- Vurdering
  - DK-model kan generelt anvendes i nuværende form til bestemmelse af indvindingsoplande i forbindelse med screening, men følgende bør vurderes:
    - Geologiske grundlag (national tolkning/lokal model)
    - Betydning af heterogenitet
    - Kalibrering/valideringsresultat baseret på lokale data
  - Kan være nødvendigt med detaljering i modelopsætning hvis fordeling af indvinding ikke stemmer overens med detaljering i Jupiter (årlige indvindingsdata, antaget ligeligt fordelt mellem boringer på klideplads)
  - Rekalibrering til lokale data med detaljering af indvindingsdata kan være nødvendigt, eventuelt detaljering af grid

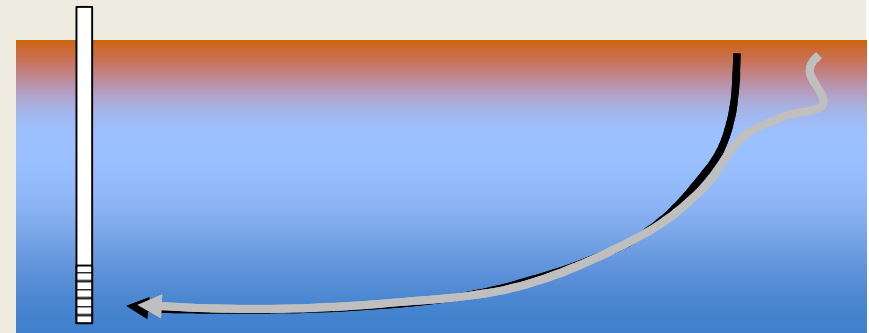
# Indvindingsoplande – KE kildepladser

- DK-model styrke
  - Der skal ikke opstilles randbetingelser, som vil påvirke udformningen af indvindingsoplande
  - Dynamik mellem indvindingsopland medtages



# Grundvandsdannende oplande

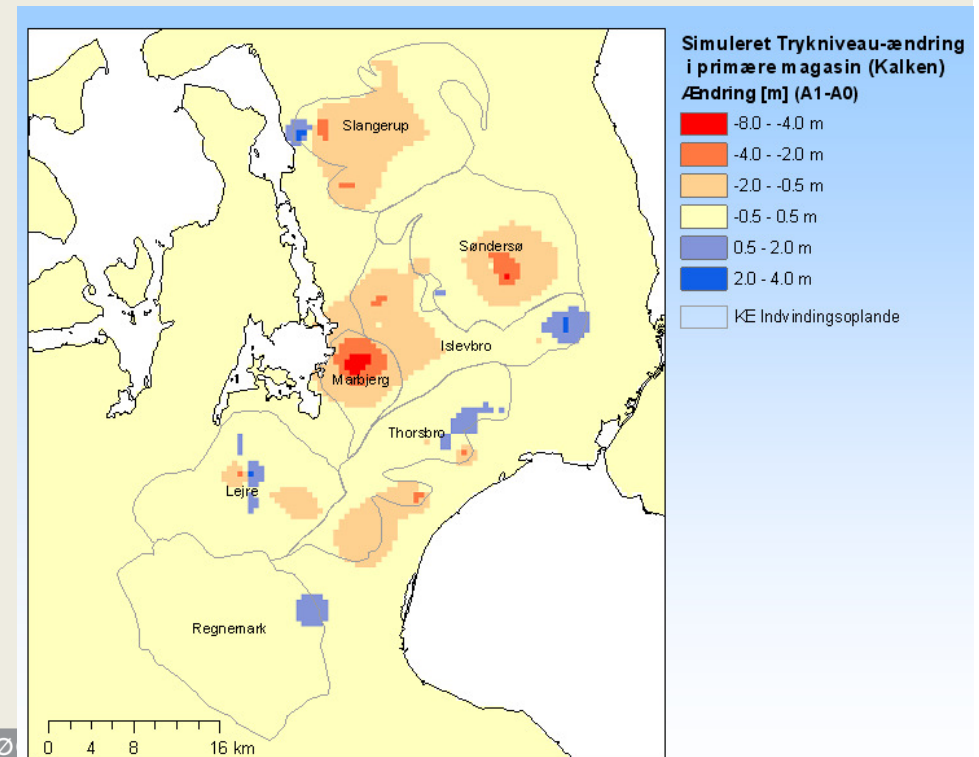
- Bestemt af samme forhold som indvindingsoplande, men beskrivelsen af den umættede zone er specielt kritisk
  - Geologisk tolkning
  - UZ beskrivelse i model
- DK-model
  - Geologisk tolkning -> som for indvindingsoplande
  - UZ-beskrivelse: Vandbalance komponent, beskriver fordampning/infiltration, men ikke strømningsveje (der antages en lodret strømning i UZ til SZ)
- Vurdering
  - Som for indvindingsoplande
  - Usikkerhed pga. simpel UZ beskrivelse generelt mindre end usikkerhed pga. geologisk viden generelt



# Ændret potentiale

- Korttidsvariationer styret af magasintal (generelt mindre interessant)
- Langtidsvariation styret af geologi/strukturer og procesbeskrivelse
- Modeller generelt bedre til at beskrive ændringer end faktiske størrelser

- DK-model
  - Dybe magasiner
    - Geologiske strukturer som indvindingsoplande
    - Flest observationsdata
    - Processer er lineære, generelt ikke et problem



# Ændret potentiale

- DK-model
  - Øvre magasiner
    - Geologi som indvindingsoplande
    - Hængende vandspejl beskrives ikke
    - Dynamik i den umættede zone er ikke beskrevet
    - Der anvendes dræn til beskrivelse af kunstig dræning og mindre vandløb, er indlagt i hele modelområdet, kan have betydning for beskrivelse af ændringer i det øvre magasin
- Vurdering
  - I det omfang betydende geologisk strukturer er beskrevet kan DK-model anvendes til beskrivelse ændringer i de dybde magasiner
  - Simulerede ændringer i de øvre magasiner er mere kritisk, resultat bør derfor vurderes grundigt
  - Rekalibrering til lokale data med detaljering af indvindingsdata kan være nødvendigt, eventuelt detaljering af grid
- Vurdering af påvirkning på vådområder/moser på lokal skala kræver en mere detaljeret procesbeskrivelse, f.eks. Richards ligning – stiller store krav til data
- Generelt mangler der data til verificering af modellen i de øvre magasiner, påvirker alle modeller
- ! Ofte stilles krav til simulering af få cm ændring i øvre magasiner

# Ændret vandføring

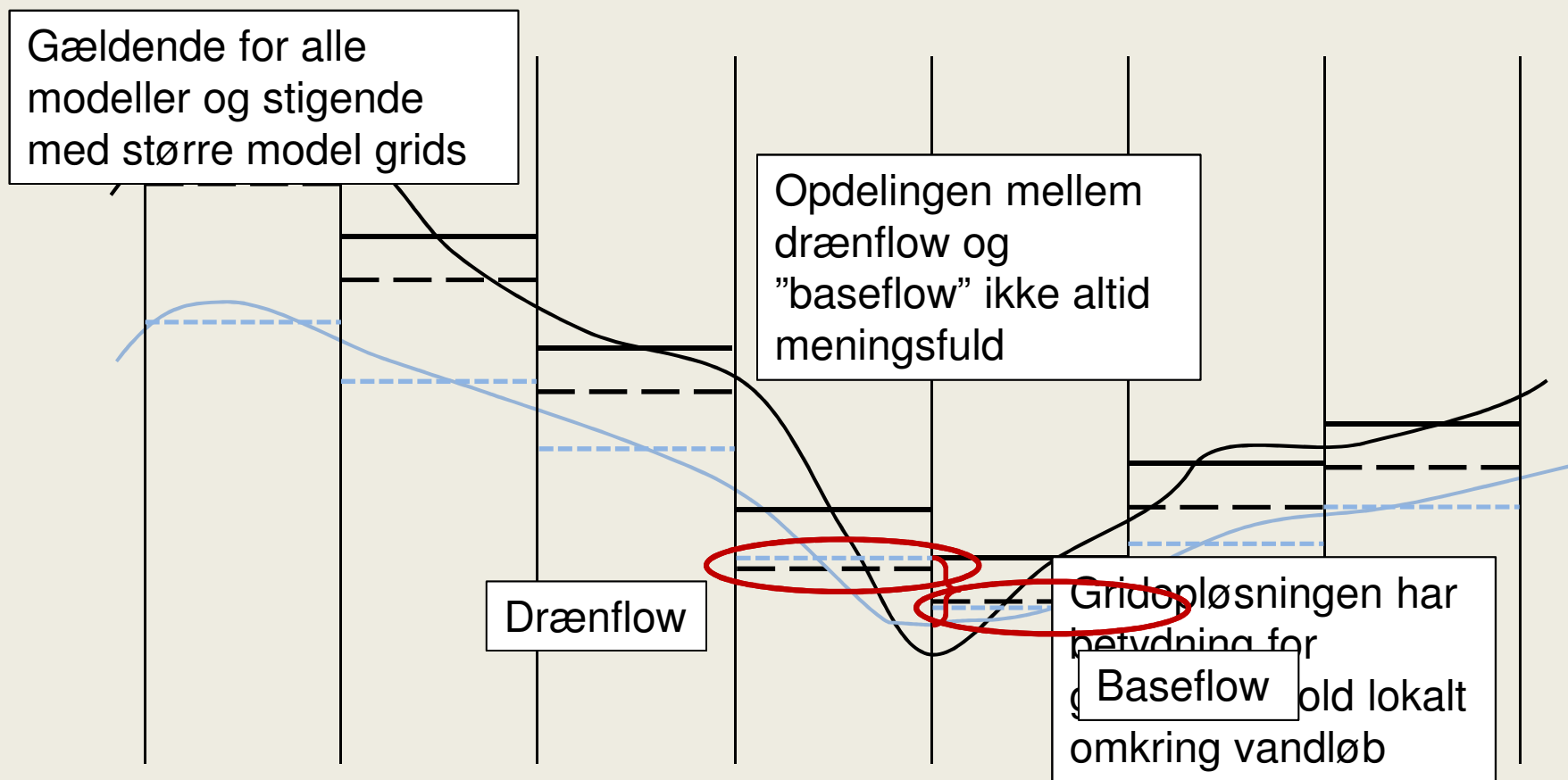
- Vandføring består af:
  1. Overfladisk afstrømning
  2. Grundvands- vandløbsinteraktion
  3. Drænafstrømning

og styres af

- Terrænhældning og jordens ruhed
- Gradient forskel mellem grundvand og vandløb samt hydraulisk egenskab af magasin og vandløbsbund
- Placering og effektivitet af dræn



# Vandføring



# Ændret vandføring

- DK-model
  - Topografisk opløsning som grid: 500 m x 500 m
  - Homogen antagelse omkring vandløbsbund
- Vurdering
  - DK-model giver en fornuftig beskrivelse af vandføring og vandbalance på oplandsskala  $\sim 25 \text{ km}^2$  og større
- Minimumsvandføringer og ændringer heri er generelt svære at simulere
  - Test af tidligere version af DK-model for Sjælland
    - Simuleret indvindingspåvirkning af medianminimum testet mod observerede data for 3 oplande:  $dQ_{\text{obs}}/dQ_{\text{sim}} = 1, 2, 4$
- Kan lokalmodeller gøre det bedre? Sandsynligvis, ville kræve
  - Beskrivelse af heterogenitet af hydrauliske egenskaber
  - Kalibrering til lokale data
  - Alternative procesbeskrivelser?
- Der er sjældent historiske data til verificering

# Sammenfatning

- Lokal tilgang vs. direkte anvendelse af DK-model
  - Viden om geologisk heterogenitet kan indlægges i model
  - Detaljeret KS af input data (indvinding og pejlinger)
  - Gridopløsning (topografisk opløsning, opløsning af modelresultater)
  
- Modellering generelt
  - Manglende procesforståelse og opskalering heraf for overfladenære processer samt grundvand- overfladevandsinteraktion
  - Manglende viden om heterogenitet i vandløbslækage
  - Manglende observationer til verificering af model for de sekundære magasiner
  - Manglende data til verificering af modellens simulering af indvindingspåvirkninger
  
- En model med en finere opløsning giver ikke bedre resultater medmindre der er data og viden til at underbygge denne skala