

# Kvælstof modellering på national skala

## – nye nationale N-retentionskort

GEUS, DCE og DCA, Aarhus Universitet og DHI

Seniorforsker, Anker Lajer Højberg, GEUS



# Disposition

- Baggrund for projektet
- Ramme for problem og projektløsning
- Beskrivelse af modeludvikling
- Særlige udfordringer
- Forventede resultater

# Baggrund for projektet

## Modelstrategiprojekt – NST

“Implementering af modeller til brug for Vandforvaltningen”

### Formål

- Implementere modelværktøjer til brug for vandforvaltningen, herunder vandplanlægningen og vandmiljøovervågningen
- Videreudvikling af eksisterende modelsystemer

Modelværktøjer som grundlag for nationalforvaltning

Oplandsmodel til belastning og virkemidler

- Udvikling af ny generation af retentionskort

# Kvælstof kredsløb – 1990-2010

• <u>Gennemsnits tal 1990-2010</u>	1000 t N/år
• N udvaskning rodzonen:	212
• <u>N reduktion i grundvand:</u>	<u>124</u>
• N brutto udledning til overfladevand:	86
• <u>N brutto udledning fra punktkilder:</u>	<u>11</u>
• N brutto udledning til overfladevand:	97
• <u>Retention i overfladevand:</u>	<u>22</u>
• N belastning til marine områder:	75

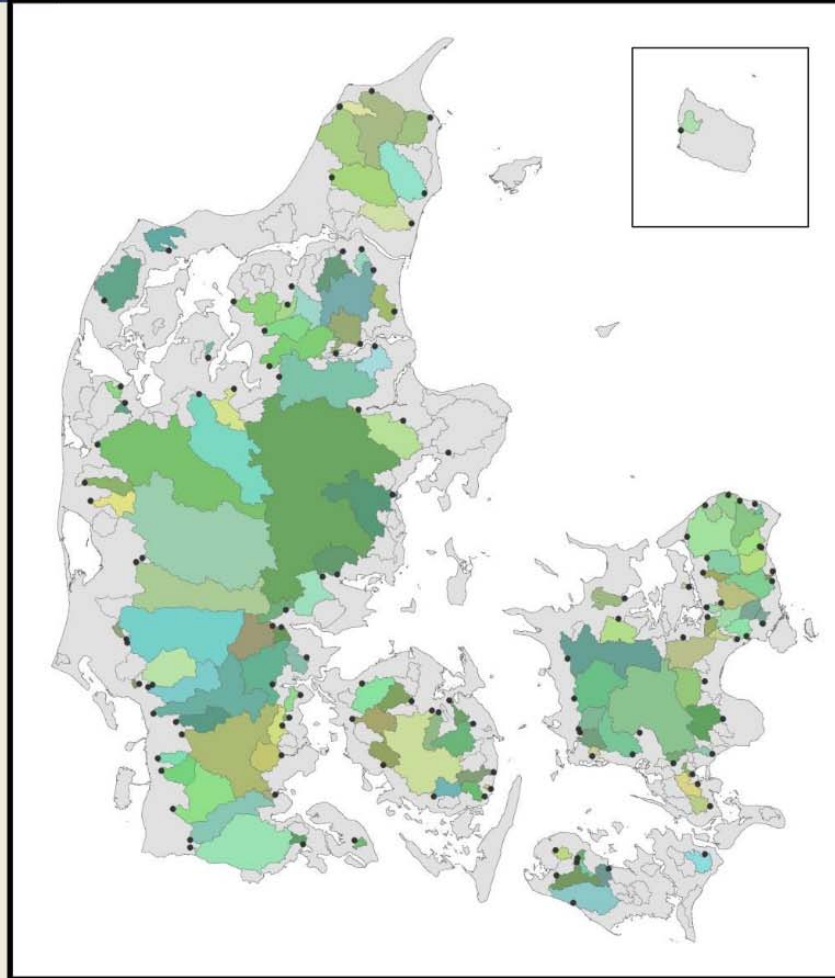
## N-retentionskort

Observationer af nitrat fra ca. 1/2 af landets areal

- Øvrige del skal estimeres

Eksisterende retentionskort baseret på:

- Simuleret udvaskning og målinger i vandløb
- Modelberegninger
- Differentieret regulering stiller krav til estimering af retention på mindre skala



# Oplandsmodel til belastning og virkemidler

## Formål

Udvikling af værktøj/kort der for hele landet giver mulighed for en distribueret:

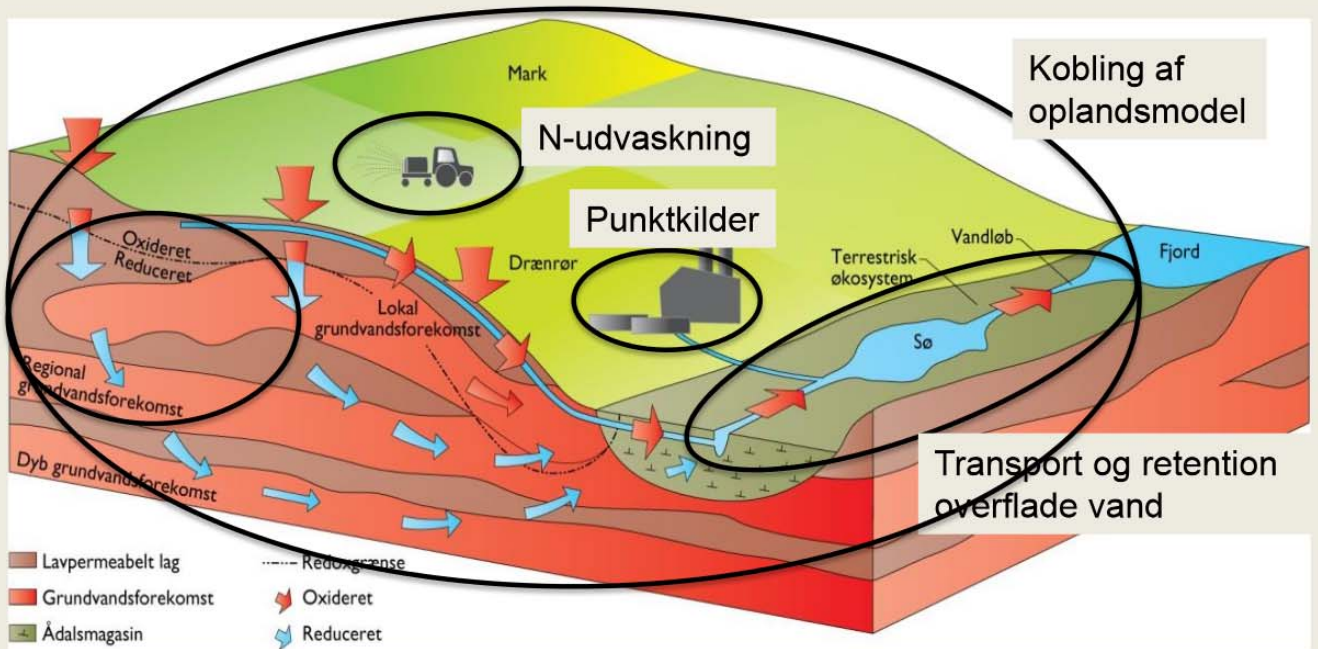
- Beregning af vandafstrømning og belastning af kvælstof (og P) fra "jord til fjord" – ny koblet grundvands -og overfladevands oplandsmodel
- Placering af virkemidler og vurdering af effekt
- Ny generation af N-reduktionskort - "Jord til Fjord"

## Projekt begrænsninger

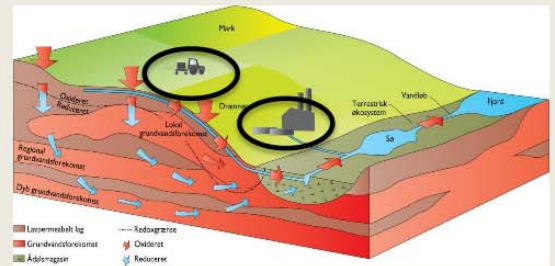
Skal være udviklet til anvendelse i 2. vandplansperiode -> Tager udgangspunkt i eksisterende værktøjer, der kun i begrænset omfang kan nås at videreudvikles

Der gennemføres ikke nye undersøgelser eller indsamles nye data i projektet -> skal etableres på nuværende viden

# Oplandsmodel til belastning og virkemidler



# N-kilder



## N-Udvaskning

- Mark: Landsdækkende beregninger med NLES model
  - Statistisk model til beskrivelse af N-udvaskning fra landbrugsarealer (anvendt i VMP midt- og slutevalueringer, grøn vækst)
  - Udvasning for perioden 1990 – 2011
  - Rumlig fordeling afhængig af datagrundlag, fra 2003 på markblokniveau
  - Disaggregeres til dagsniveau med Daisy
- Øvrige arealer
  - Typetal: natur, skov, hegn, parker, etc
- Typeoplade (1990 – 2011)
  - NLES beregninger i typeoplade med detaljeret data for hele perioden til understøttelse af nationale beregninger i periode med data af grovere detaljering
- N-markbalance (registerdata 2005 – 2011)
  - Resultater sammenholdes med NLES beregninger

## Punktkilder

- National database



# Transport og reduktion i grundvand

## Grundvandsstrømninger

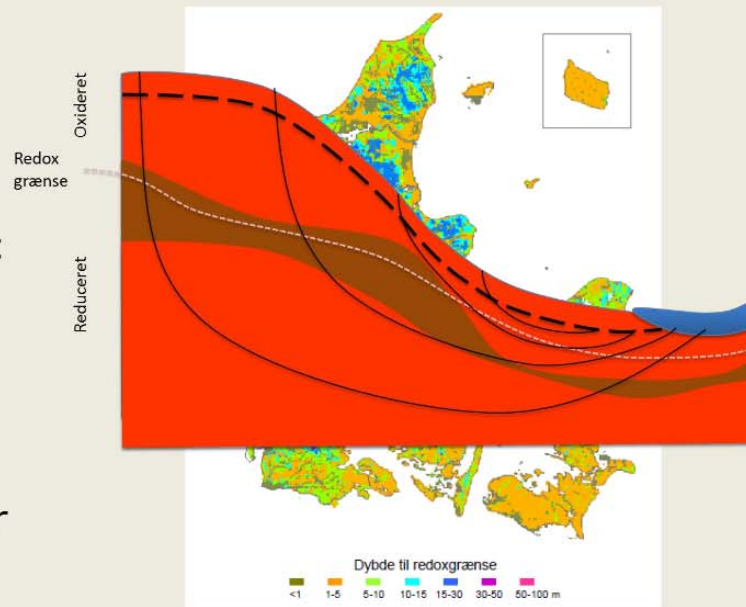
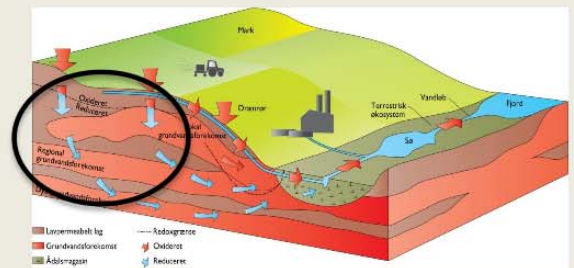
- Partikelbanesimuleringer med den Nationale Vandressource Model (DK-model)

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

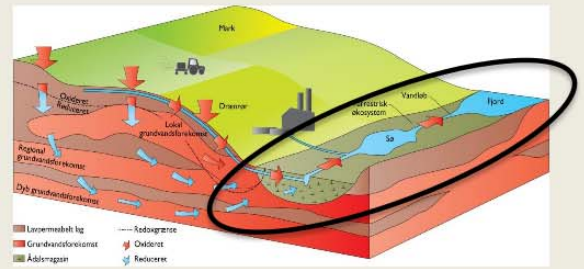
- Beskrivelse af ferskvandets kredsløb på landjord for hele DK
- Opstart i 1996, løbende opdateret med nye data og viden

## Redoxgrænse

- Nationalt kort over dybden til redoxgrænsen
  - Baseret på ~12.000 observationer og geologisk tolkning
  - Opdateres i projektet



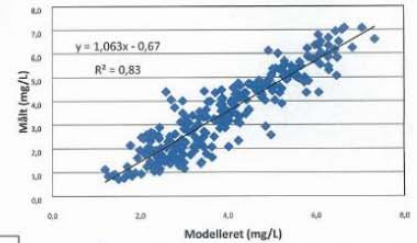
# Retention i overfladevand



Nuværende anvendelse i DK-QNP model:  
 Simple statistiske årsmodeller og omsætningsrater (kg N/ha).

### Kvælstof model for søer.

Vindolf et al., 1996) på uafhængige data fra Bryrup Langsø, 1990-2010.



$$N_{lake} = (N_{pool} - F_{nret} * N_{pool}) / (LakeVol + Q_{load}(i)) \text{ , mg N/l}$$

Hvor .....

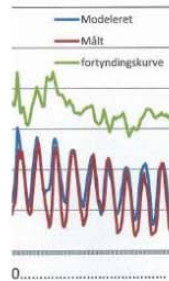
- $N_{lake}$  er koncentration af N i søen slutningen af måned (i)
- $N_{pool}$  er mængden af N tilført søen i måned (i) tillagt mængden af N i søen ved slutningen af måned (i-1)
- $LakeVol$  er søens vandvolumen (konstant) og  $Q_{load}$  er vand tilført fra opland det i måned (i)

$$F_{nret} = \text{Alfa} * \text{Theta}^{(T-20)}$$

- Alfa = 0.455 (+/- 0.074 C.L.)
- Theta = 1.087 (+/- 0.014 C.L.)
- T er månedstemperatur i søen

Windolf, J., Jeppesen, E., Jensen, J.P. & Kristensen, P. (1996): Modelling of Seasonal Variation in Nitrogen Retention and In-lake Concentration. A Four-Year Mass Balance Study in 16 Shallow Danish Lakes. - *Biogeochemistry* 33: 25-44.

edlige koncentrationer af total N i Bryrup Langsø. Nederst er også indlagt 'fortyndingskurven'. Altså den kvælstofkoncentration, der ville have været, hvis ingen af de indgående danske søer var indgået i



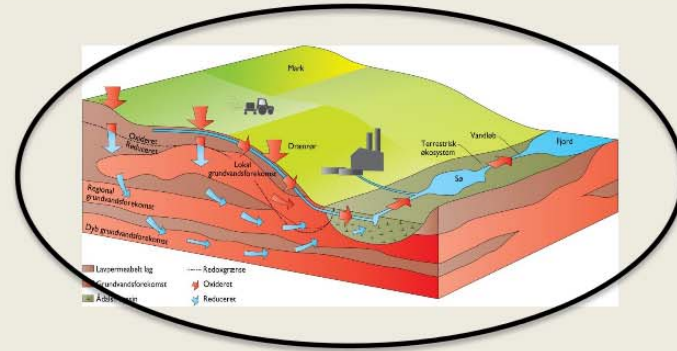
## Nye modeller til modelkonceptet (månedstidsskridt):

- Validering og kalibrering af sømodel på nye massebalancer for større søer (typer).
- Ny metode for mindre søer (NOVANA)
- Udvikling af model for vandløb (litteratur).
- Udvikling af model for retablerede vådområder (VMPII overvågning, mv.)

# Kobling af oplandsmodel

## Kobling af modelberegninger i GIS

- Kobling af model beregninger på deloplandsniveau
- Massebalance indenfor delopland
  - Tilført: Grundvand, punktkilder, fra opstrøms vandløb
  - Fjernelse: Retention i overfladevand og virkemidler
- Nitrat routes gennem vandløbssystem
- National implementering, kalibrering af redoxgrænse og N-omsætning, test mod observationer (N-målinger fra ca. 200 stationer)



# Etablering af retentionskort

Oplandsmodellen kalibreres mod målt N-transport

- Baseret på sammenligning mellem observerede og simulerede N-transport justeres retention i grundvand og overfladevand
  - Grundvand: justering af redoxgrænse for reduktion i grundvandszonen
  - Overfladevand: kalibrering af retentionsparametre
  - Overfladenær: konceptuel tilgang

Endelig retentionskort beregnes på baggrund af en "klimanormaliseret" periode

# Modeltest ....

Måledata fra 1990-2011

## 17 små oplande



## Kalibrering 1990-2011

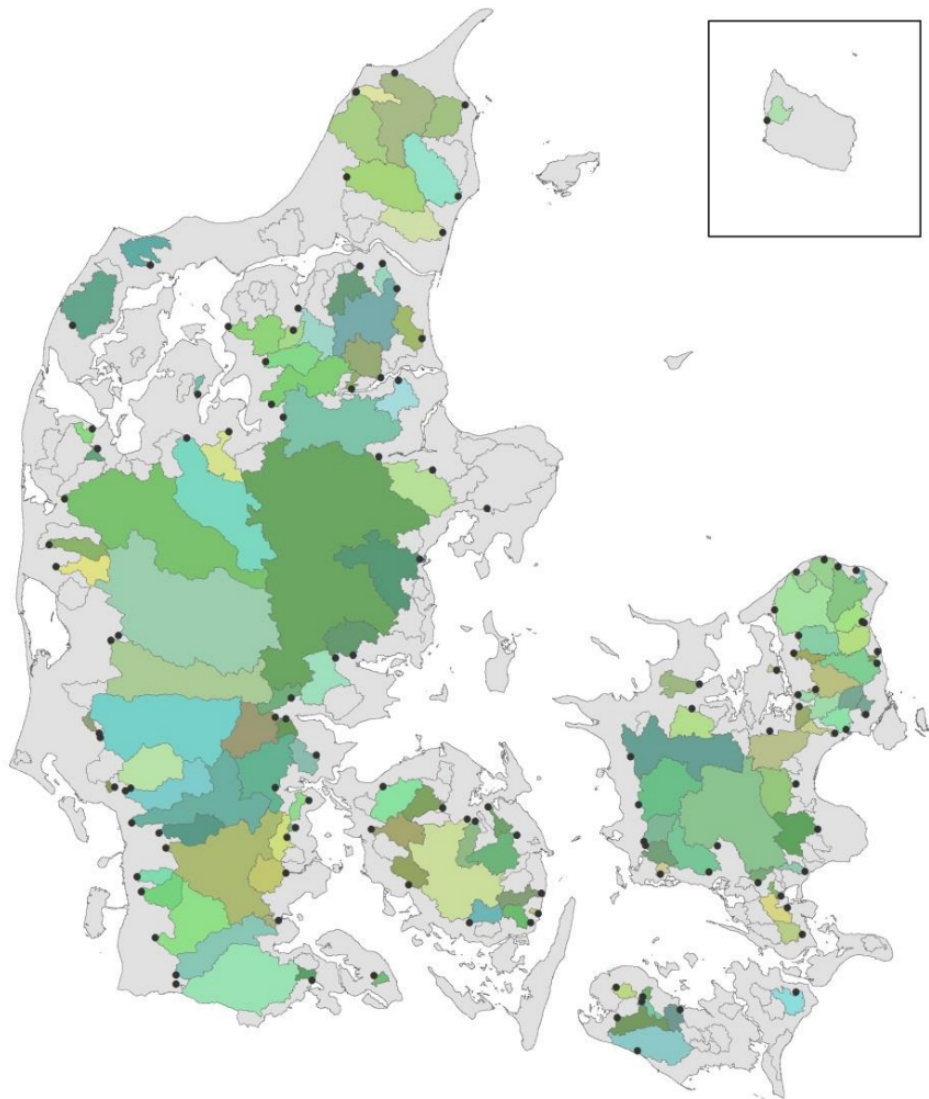
### Kystnært

169 målestationer

Ca. 115 stationer med  
kontinuerte målinger  
siden 1990 (QNP)

### Opstrøms stationer

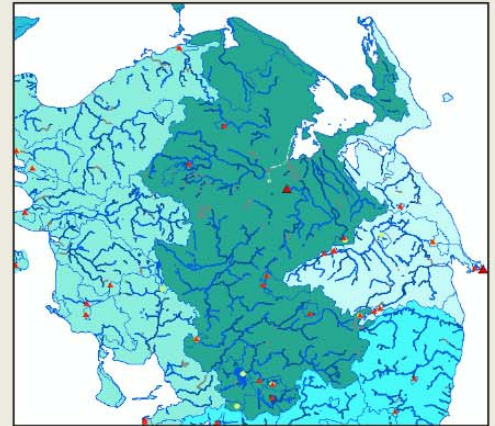
~30 målestationer inde i  
landet anvendes også til  
kalibrering



# Pilotmodel og virkemiddelanalyse for hovedopland

Pilotmodel med fokus på

- Integreret stoftransport
- Virkemidler – vandstande og dynamik i vandløb og ådale
- Større detalje (dræn, vandløb....)
- Demonstration af virkemiddelsanalyse



Bidrager med

- National / lokal tilgang, bl.a. i forbindelse med estimering af usikkerhed
- Fordele og ulemper som vandplanværktøj
- Klimatilpasning – vandplan synergi

# Særlige udfordringer

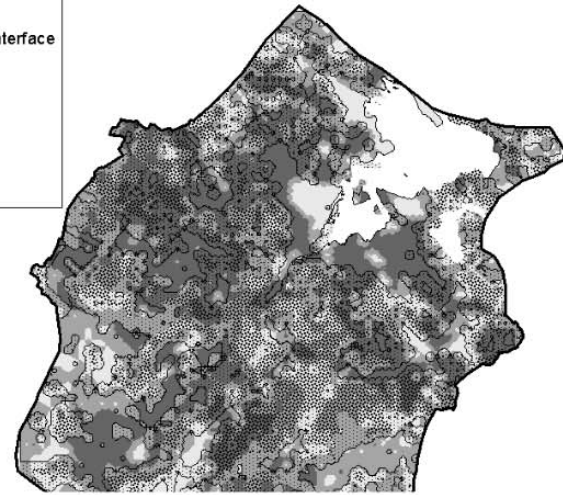
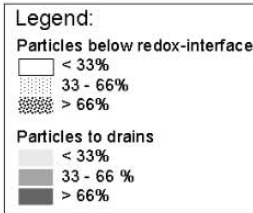
- En stor del af den nitrat der forlader rodzonen reduceres i grundvand (~2/3 på landsplan)
  - Store rumlige forskelle afhængig af grundvandsstrømninger og redoxgrænse, der generelt er dårligt kendt pga. få observationer
- Reduktion i lavbundsområder og ådale kan lokalt være betydelige
  - Kendskab til reduktion og rumlig variation generelt begrænset
- Lokale dræningsforhold generelt ukendt
- Resultater vil være behæftet med usikkerhed
  - Videnshuller (procesforståelse og beskrivelse heraf), behov for data og feltstudier samt modeludvikling
  - Usikkerhed i observationer og del-modelresultater (udvaskning, grundvand, overfladevand)
- Der er begrænsning på hvor lille skala resultater kan anvendes på



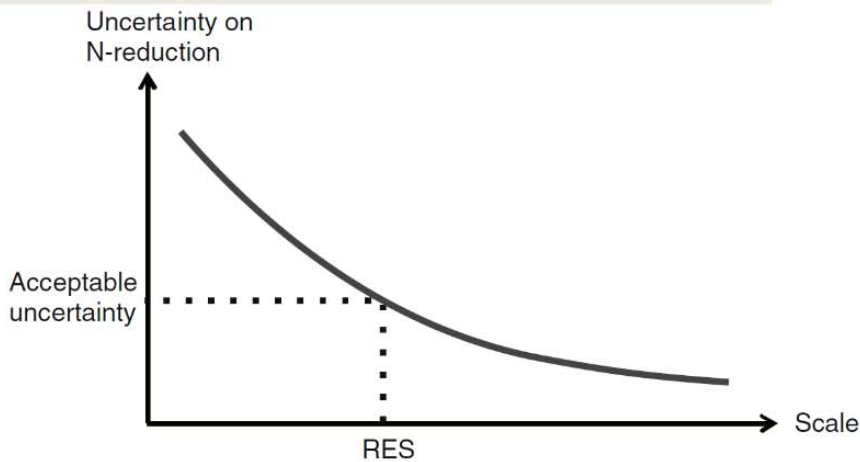
# Usikkerhed og skala

Det er teknisk muligt at gennemføre beregninger på vilkårlig lille skala

Usikkerhed generelt stigende med faldende arealstørrelse



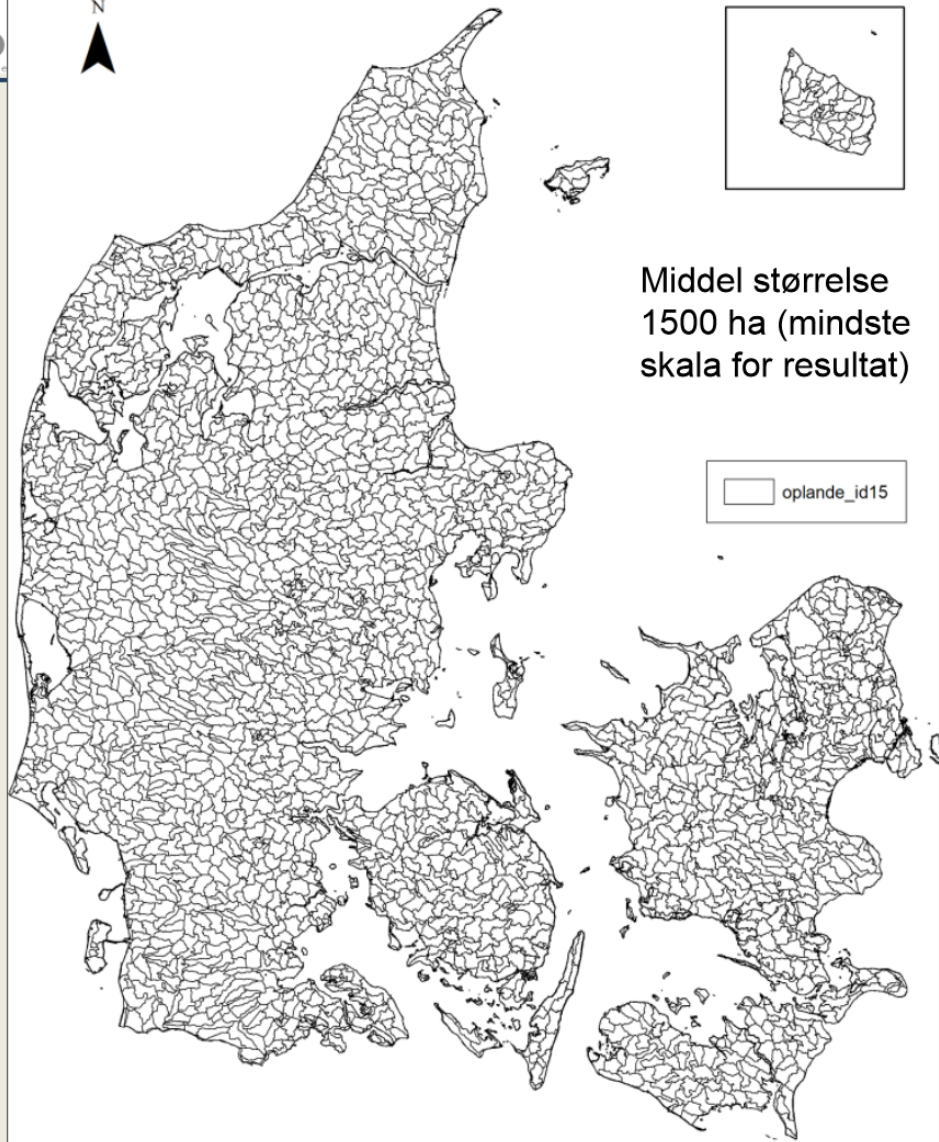
**Vi kan kun estimere usikkerheden på den skala hvorpå vi har observationer**



- Anvendelig skala er en afvejning mellem behov for lokale estimater og acceptable fejlmargien i udpegning af korrekte områder



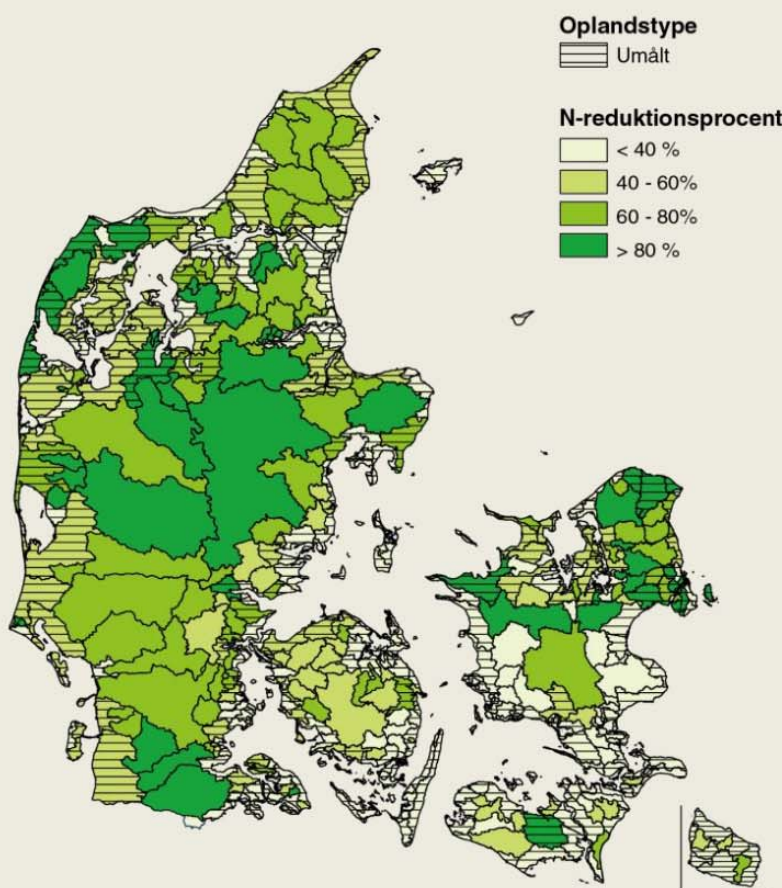
Middel størrelse  
1500 ha (mindste  
skala for resultat)



## Polygontema til beregninger

- Deloplande med middel areal på 1500 ha udgør beregningsenhederne i oplandsmodellen (ID15)
  - Deloplandsstørrelse svarer til mindste oplande hvorfra der eksisterer observationsdata
- Ingen differentiering indenfor deloplande
- Skala for præsentation af resultater baseres på usikkerhedsvurdering
  - Usikkerhed forventes at variere mellem forskellige landsdele

# Eksisterende nitrat reduktionskort



# Produkter

- National N-udvaskning fra rodzonen
- N-markoverskud
- Nationale kort der på polygonbasis viser
  - middel af nitrat reduktionspotentialet i grundvandszonen
  - variationen i nitrat reduktionspotentialet i grundvandszonen indenfor polygonet
  - gennemsnit af kvælstof retentionspotentialet i overfladevandssystemet
  - middel af den samlede reduktion fra polygonet (landarealet) til kysten
  - usikkerheden i de estimerede reduktionspotentialer fra jord til fjord.
- Oplandsmodel (GIS-baseret) til beregning af N transport og omsætning baseret på de udviklede retentionskort.
- Detaljeret dynamisk pilotmodel for Odense Å med analyse af betydningen af opløsning, detaljeringsgrad og dynamik i relation til virkemidler og usikkerhed