



AARHUS  
UNIVERSITY

# *Hvordan beregnes den kvælstofudvaskning, der ligger til grund for N retentionskortet 2024.*

Christen Duus Børgesen.

Senior forsker, Ph.D

Institut for Agroøkologi, AU



AARHUS  
UNIVERSITY



GEUS

Foto. Jens Bonderup Kjeldsen AU



N retentions kort. Angiver N udvaskningen og retentionen ( N tilbageholdelsen/ omsætningen) fra marken til grundvand og til udløb til havet.

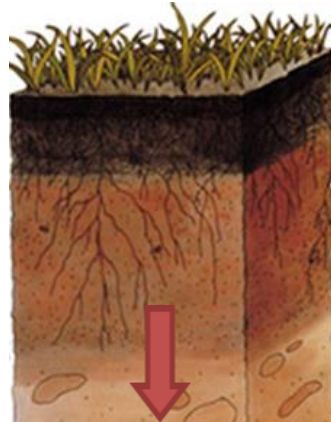
## En del af den landsdækkende Kvælstofmodel.

Beregner nitratudvaskning fra marker med NLES5 modellen og med typetal for ikke landbrug ( Byer, natur, skove, veje)

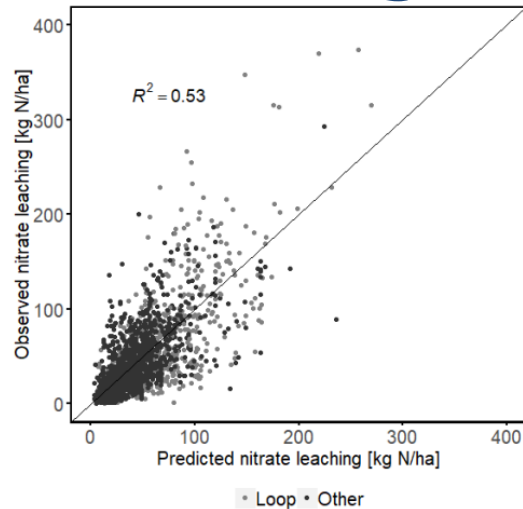




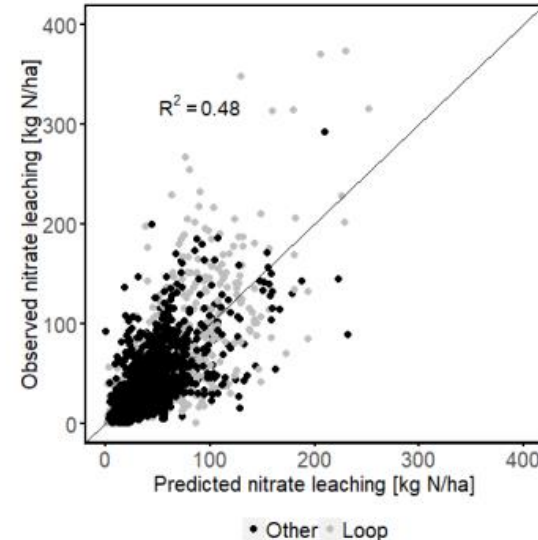
# NLES5 bygger på målinger i marken (2053 markforsøg)



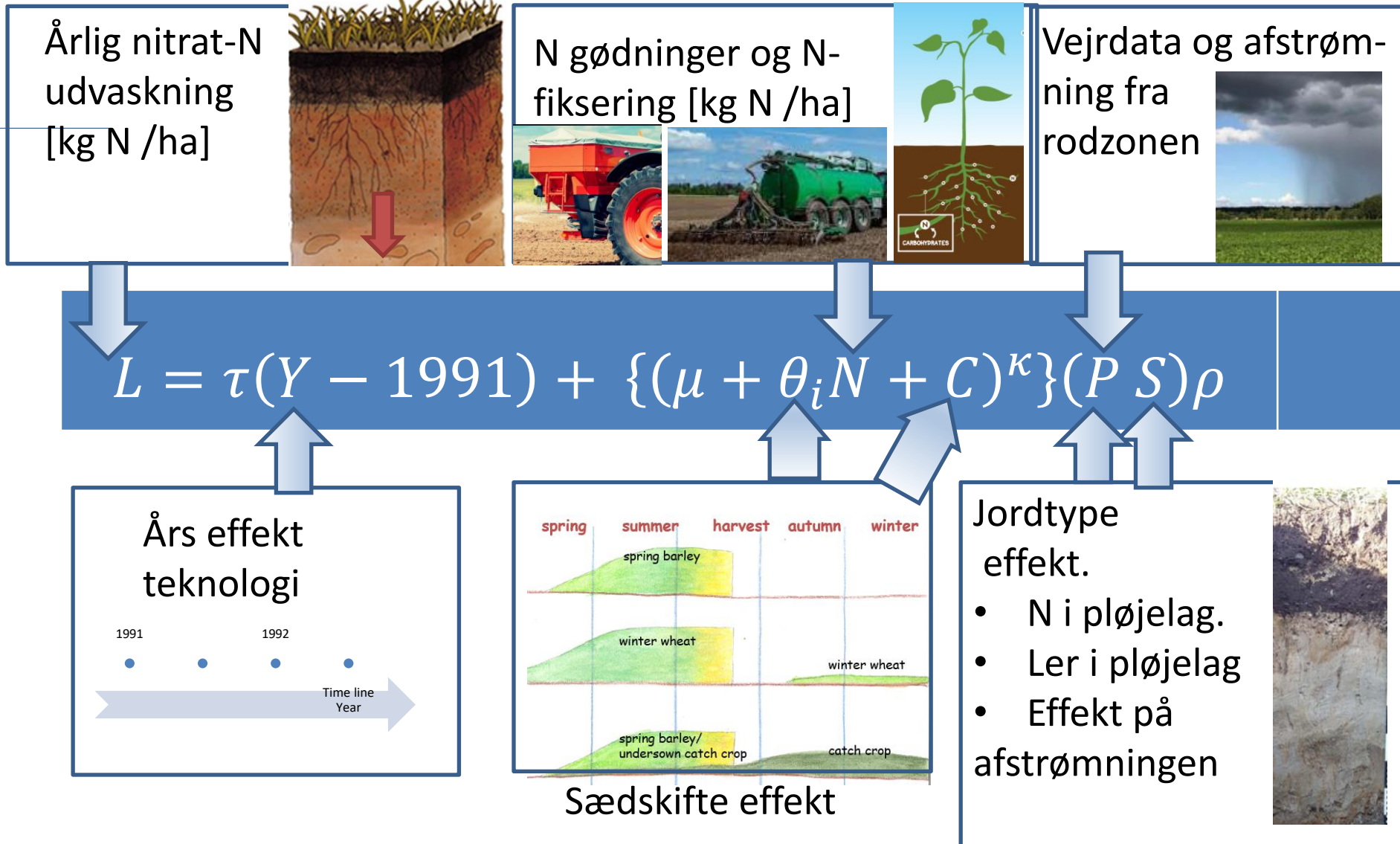
## Kalibreringsdata



## Krydsvalidering



# NLES5 modellen udviklet ud fra målinger



# Metode anvendt i nitrat udvaskningsberegninger

## Landsdækkende Databaser (1990-2021)

### Bedriftsdata

- Gødningsforbrug
- Efterafgrødeareal

### Markdata

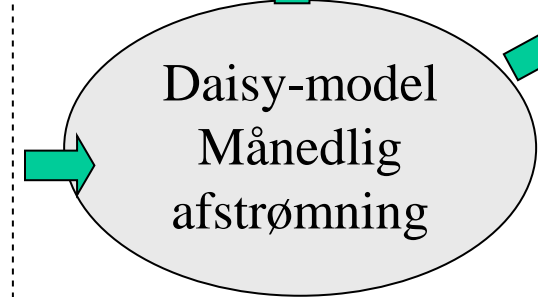
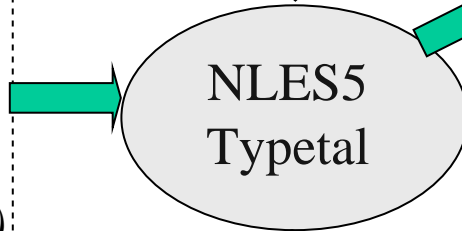
(Skala: Sogn, markblok, Markkort)

- Arealanvendelse
- Jordbundsdata
- Vanding
- Efterafgrøder (fra 2019)

### Regionale data

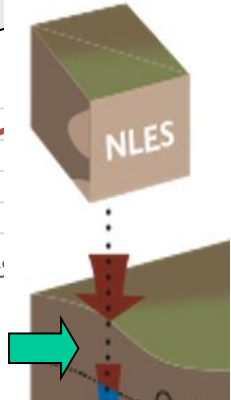
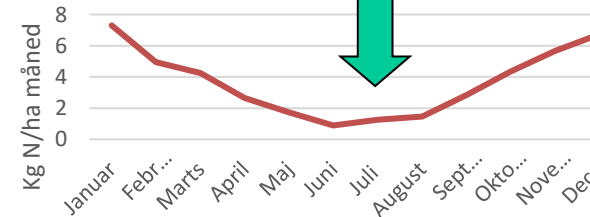
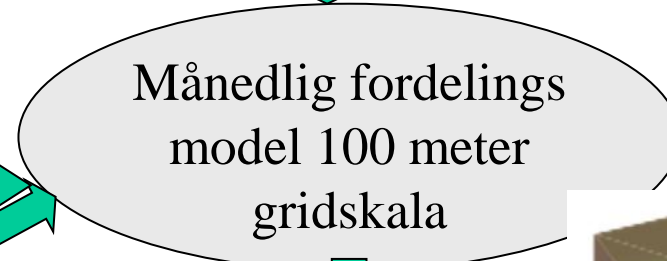
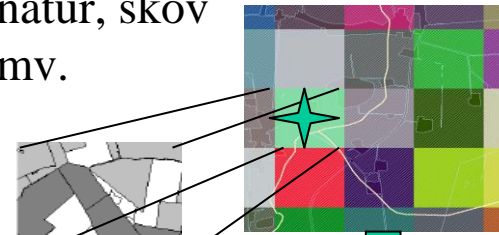
- Daglige vejrdata (1989-2022).  
10 km dmigrid skala
- Udbytter årlige
- Jordtype fordeling på 10 km dmigridskala

## Modelberegninger

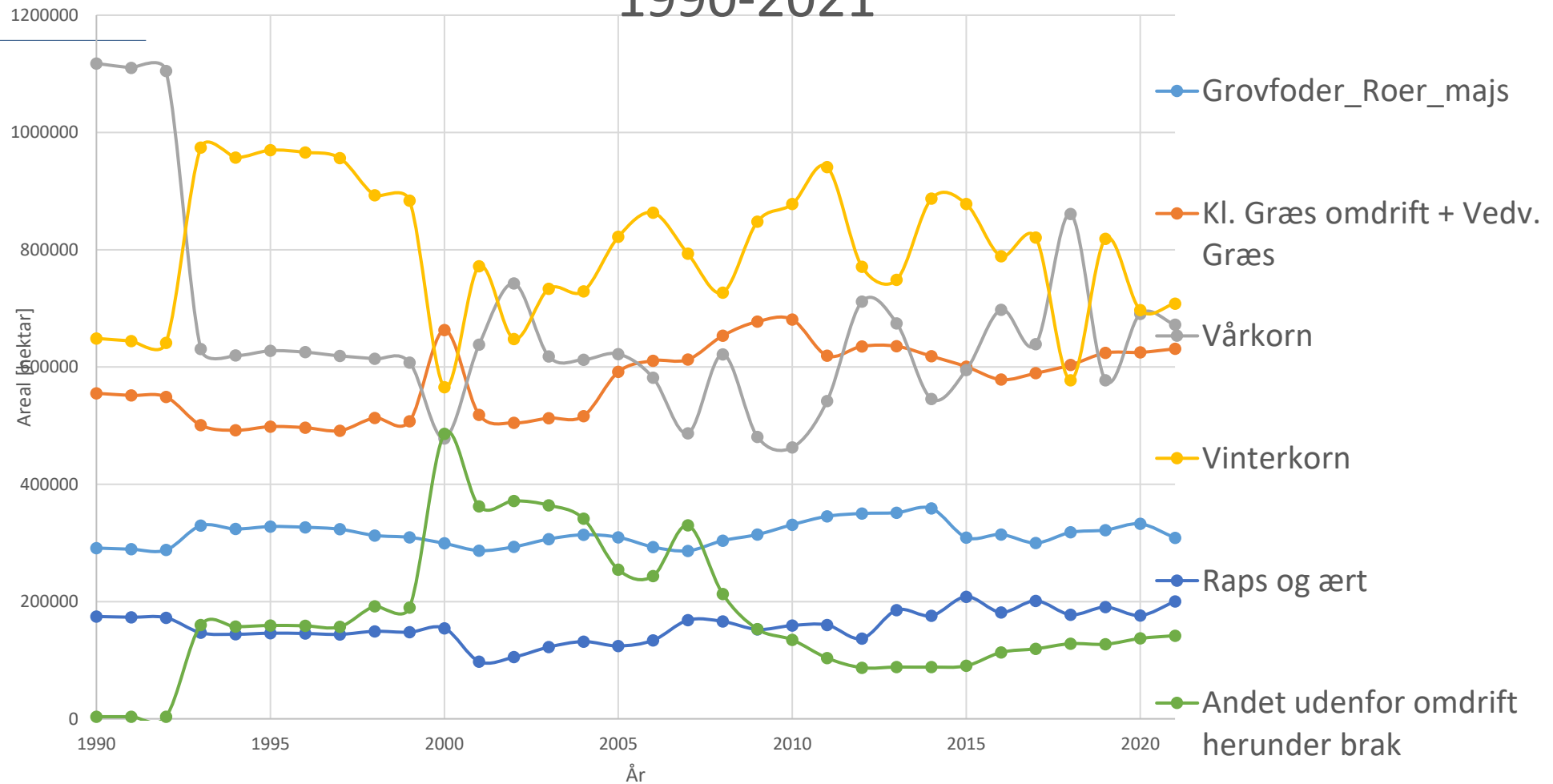


## Årlig nitratudvaskning

Marker, byer, natur, skov mv.

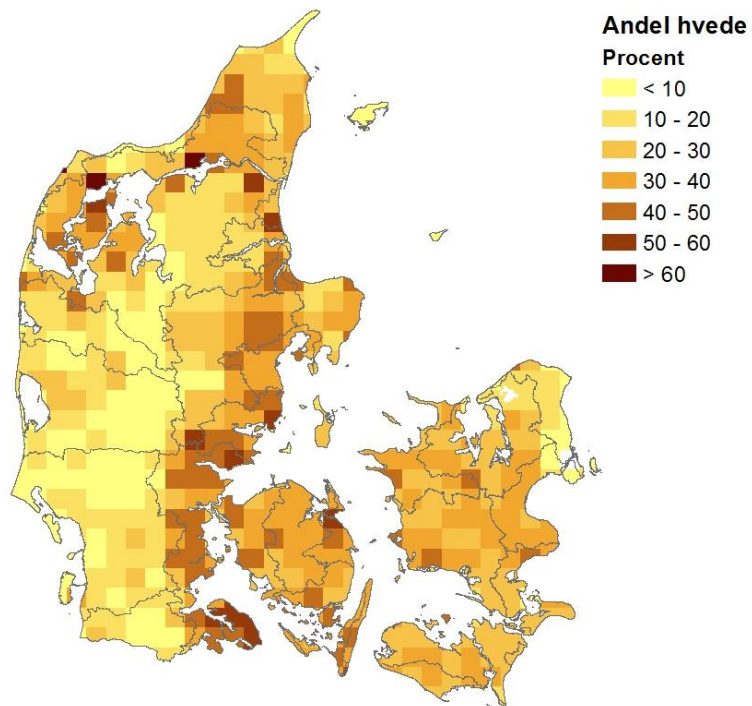


# Arealanvendelse på landbrugsarealet i Danmark 1990-2021

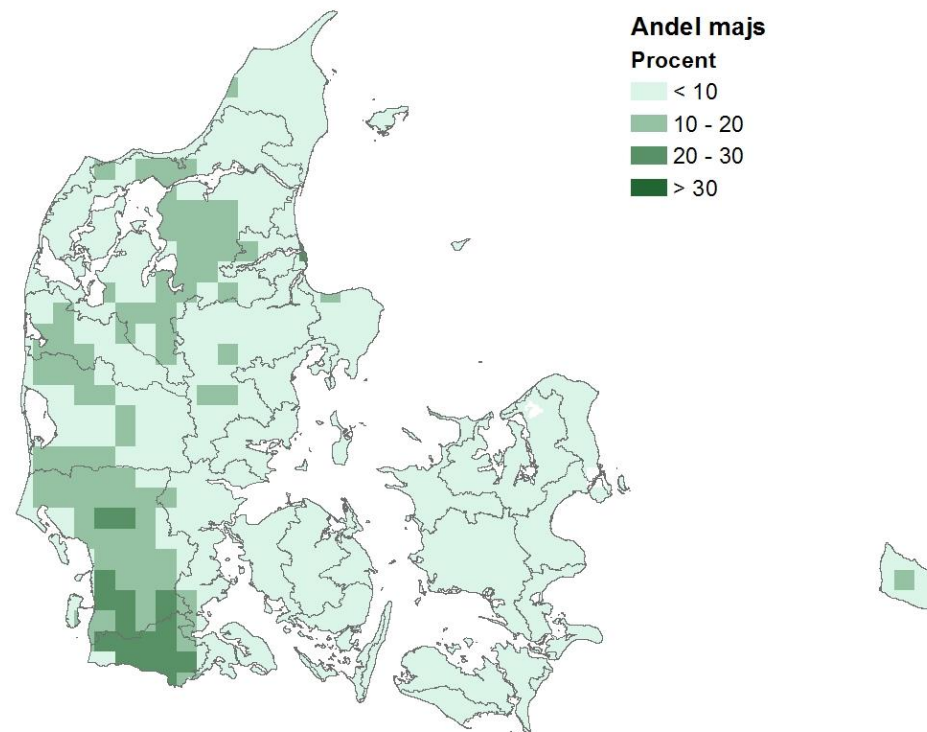


# Afgrøder 2011 [% af landbrugsareal]

## Vinterhvede

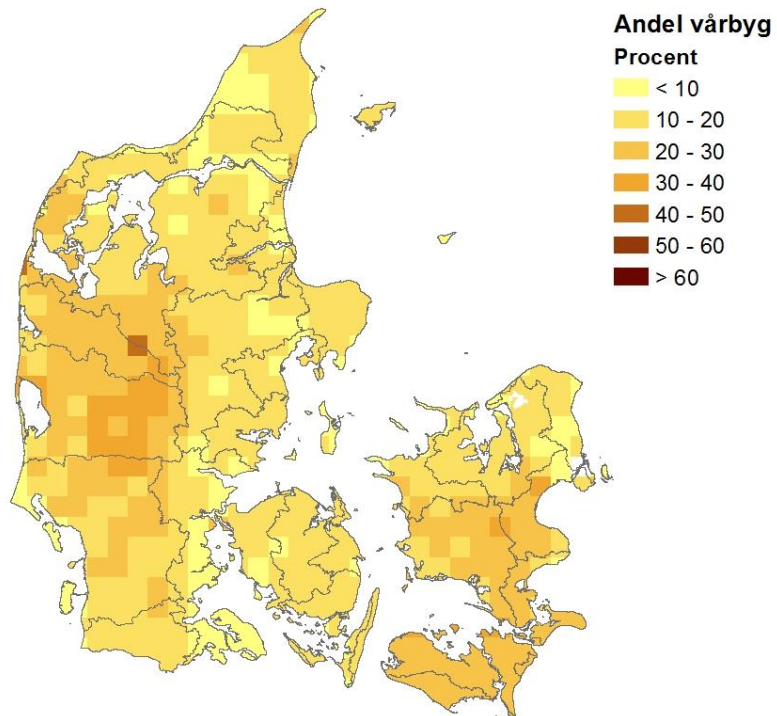


## Majs

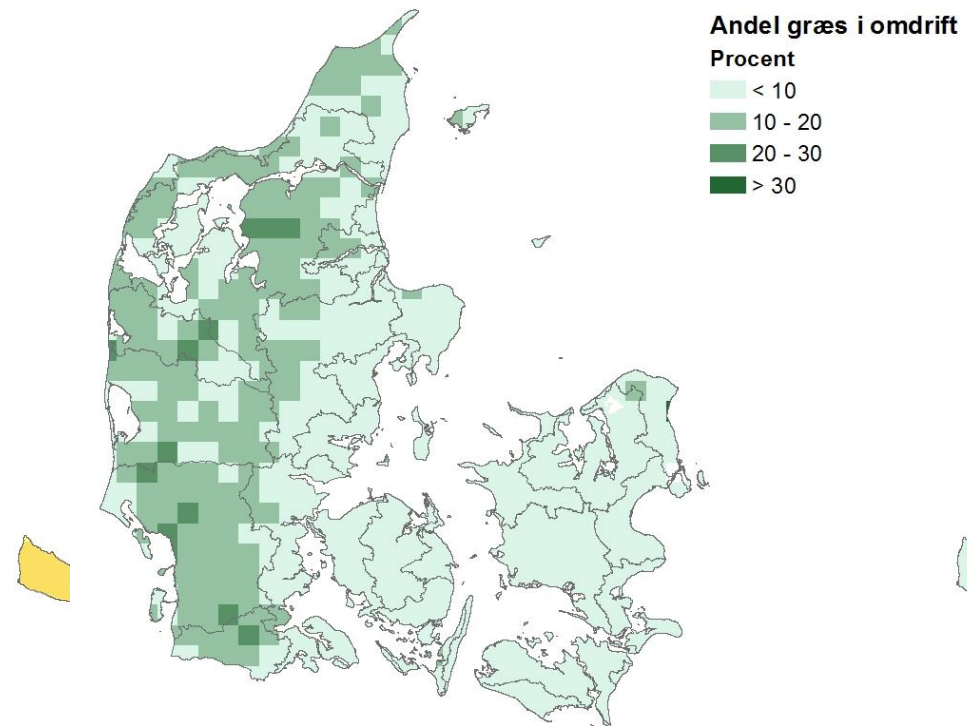


# Afgrøder 2011 [% af landbrugsareal]

## Vårbyg

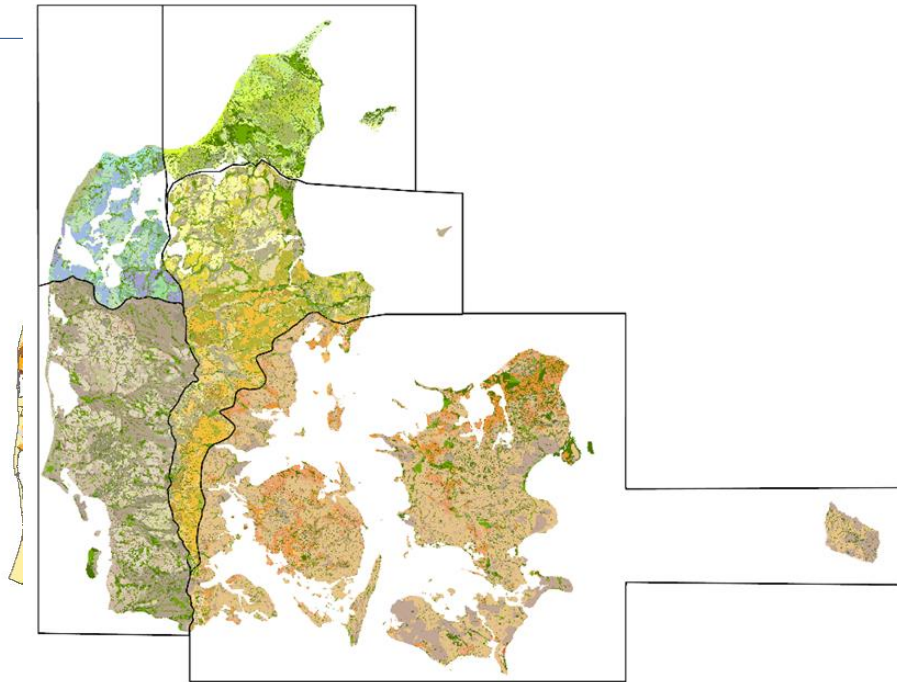


## Græs i omdrift





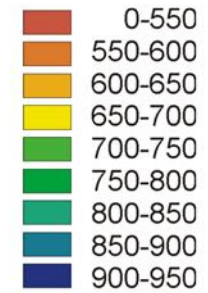
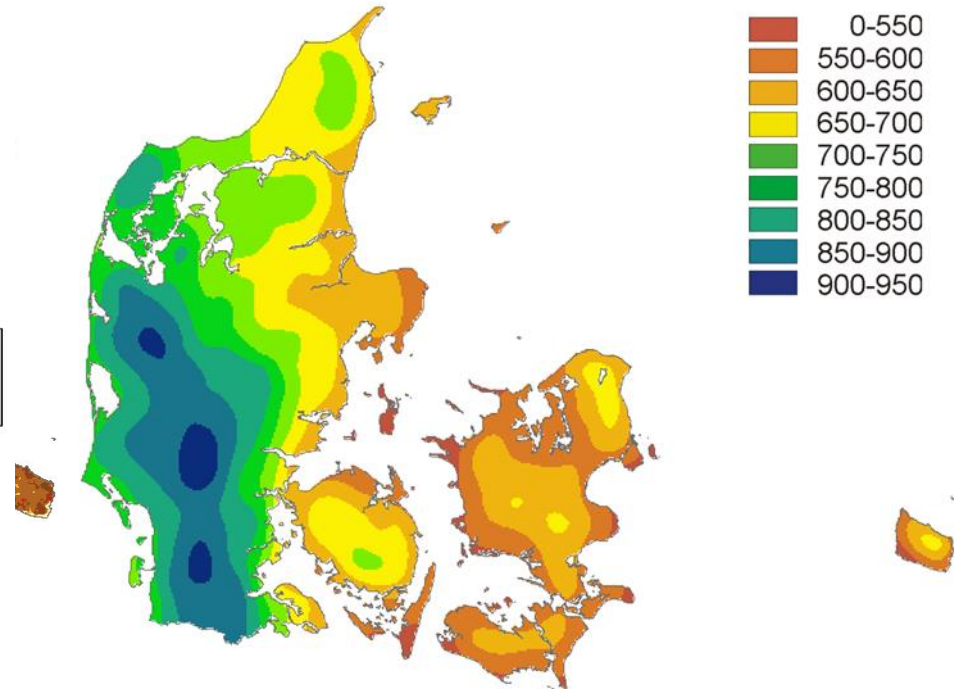
# Jordbundstyper



Soil profile descriptions	Georegion ØST DK	Georegion MIDTJYLLAND	Georegion VESTJYLLAND	Georegion NORDJYLLAND	Georegion THY
Freshwater gyttja	MS 1-4-4	MS 1-3-4	ES 1-1-1	ES 1-1-1	ES 1-1-1
Freshwater peat	DS 1-4-4	DS 1-3-4	FS 1-1-1	HS 1-1-7	DS 1-3-4
	ML 4-7-7	ML 1-5-7	ML 1-4-5	ES 1-1-1	ES 1-1-1
	DS 4-4-4	ML 4-5-7	DS 1-3-1	HS 1-1-7	HS 1-1-3
	ML 4-4-4	DS 4-3-4	DS 1-3-1	DS 1-4-4	MS 1-4-6
	ML 4-7-7	MS 4-3-4	ML 4-4-5	HS 1-1-1	MS 4-4-6
	DS 4-4-4	ML 4-5-7	DS 4-3-1	HS 1-4-7	ML 4-5-7
	ML 6-7-7	DS 4-3-4	ML 4-4-5	DS 4-4-4	DS 4-3-4
	ML 7-7-7	ML 6-7-7	DS 4-3-1	YS 1-3-3	ML 6-7-7
			TS 1-1-1	YS 4-3-3	

Postglacial layers: FS = Freshwater sand, HS = Saltwater sand, ES = Aeolian sand - Lateglacial layers: TS = Freshwater sand

# Årlig nedbør 1961-1990 [mm/år]

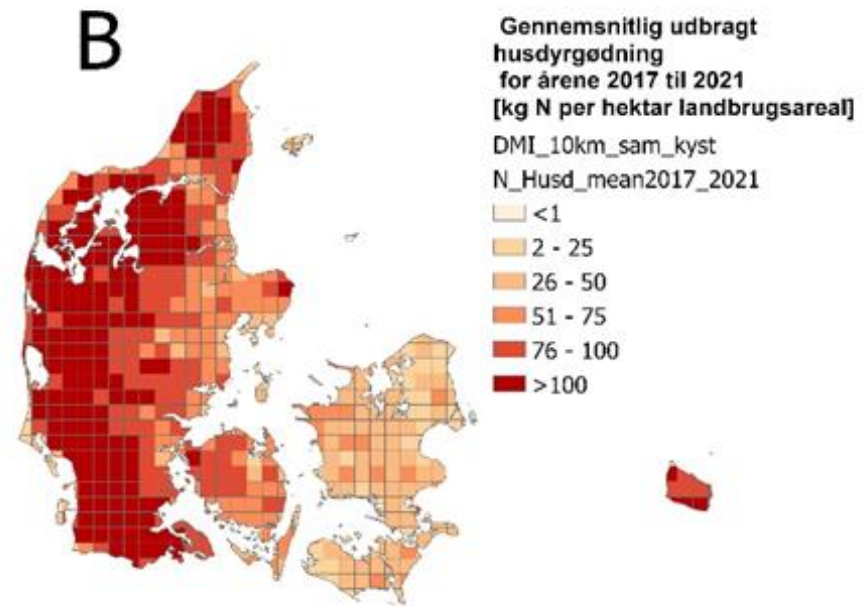
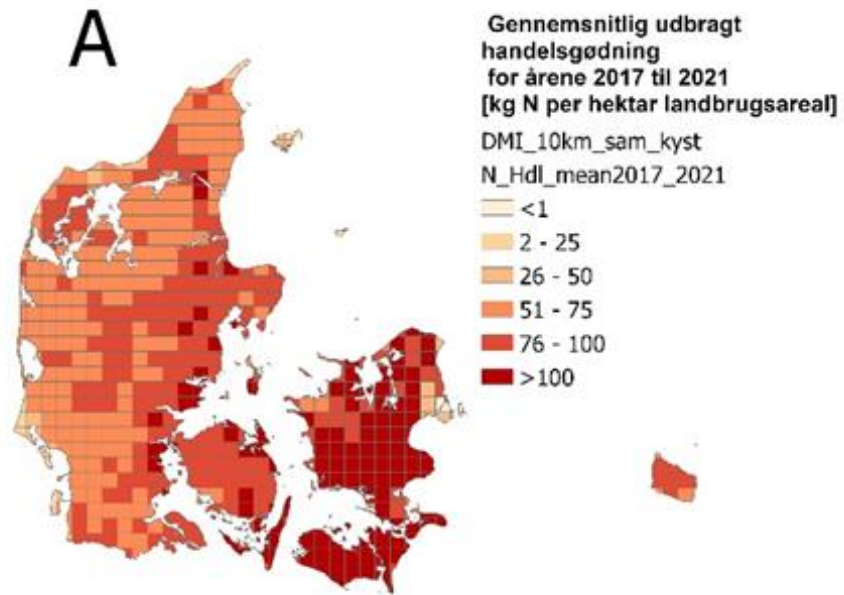




# N Gødskning fordelt i landet [kg N/ha]

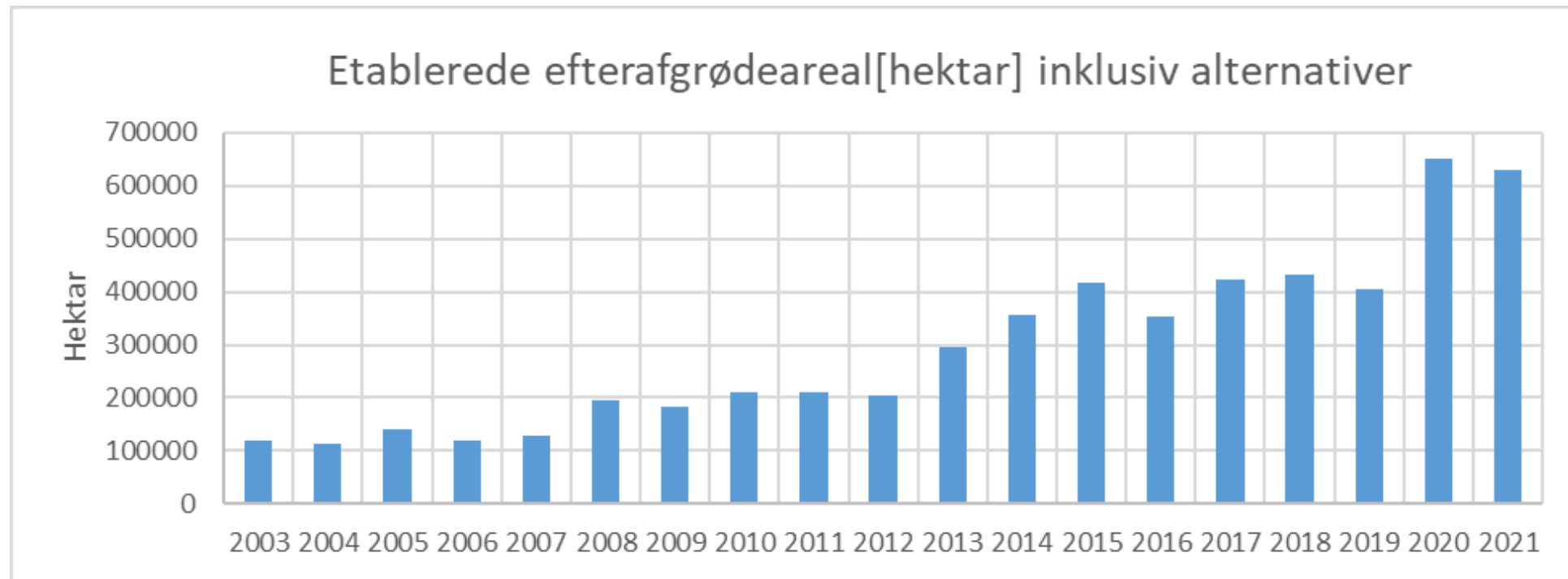
## Handelsgødning

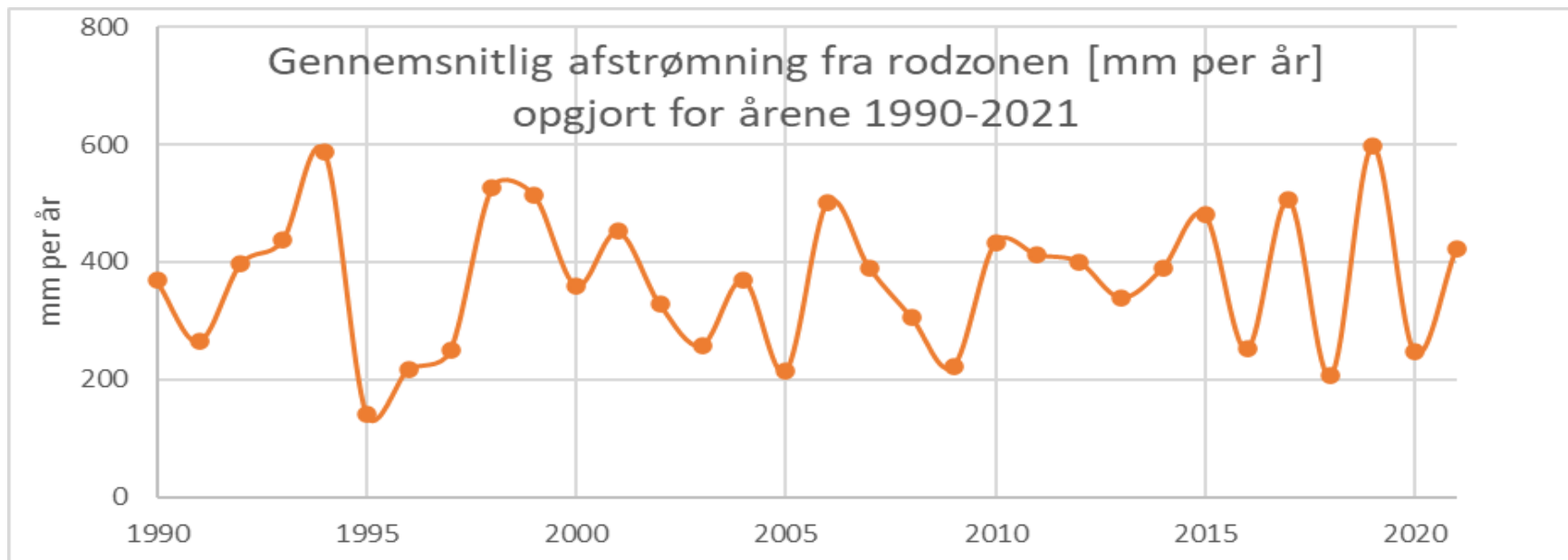
## Husdyrgødning



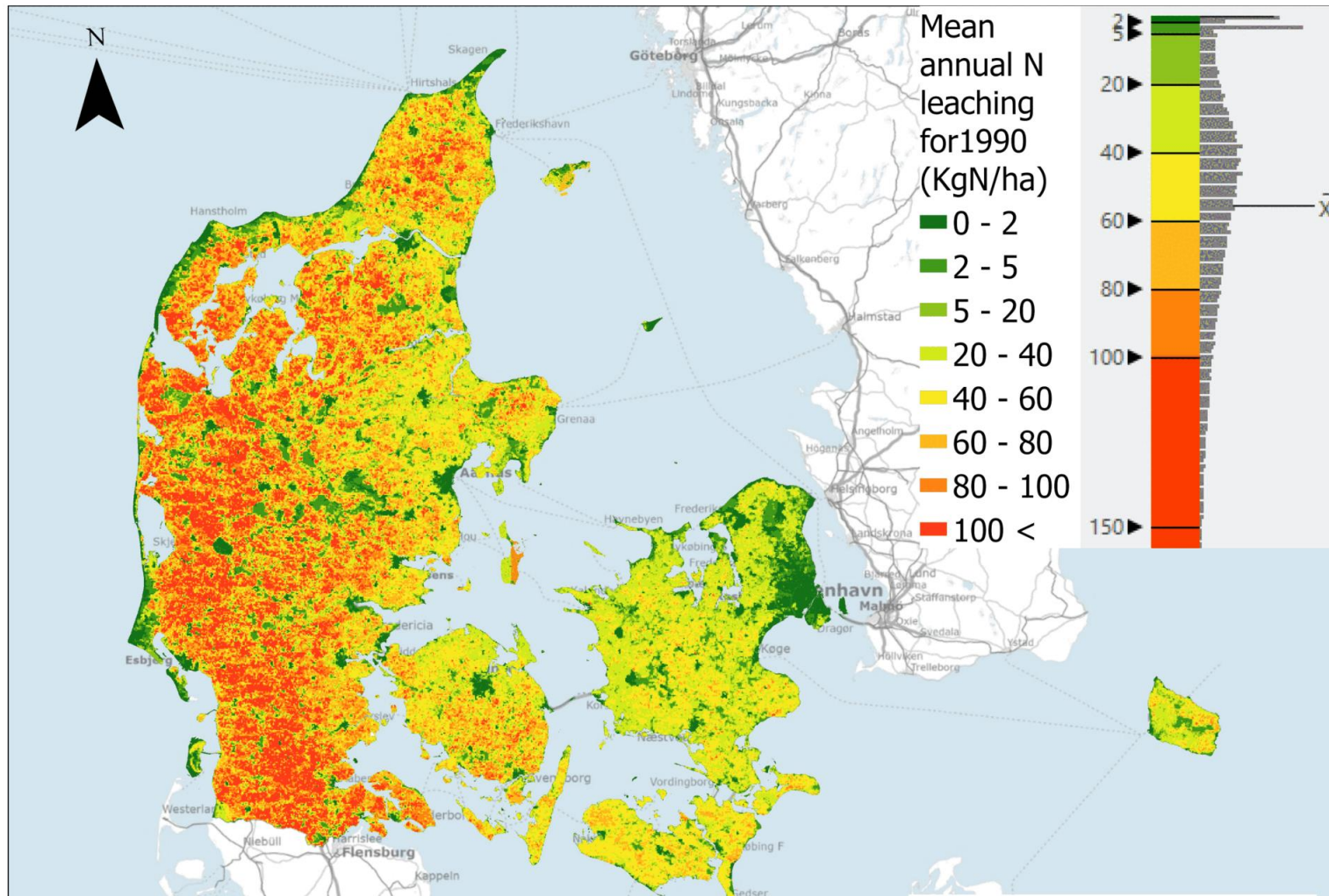


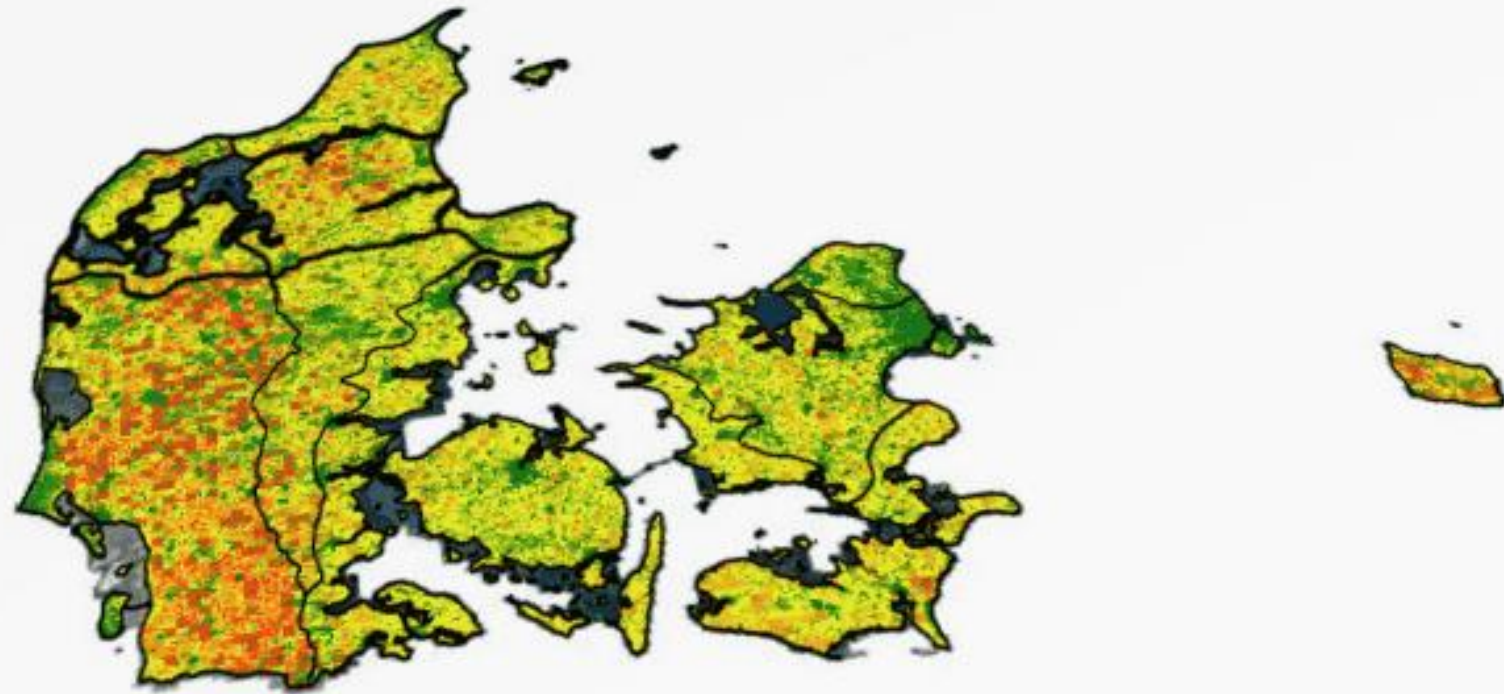
# Etablerede efterafgrøder inklusiv alternativer fra 2003-2021





# Årlig nitratudvaskning [kg N/ha]





Plantekongres, 8. - 9. januar 2025, Herning

# Beregning af det nye kvælstof-retentionskort

Seniorforsker, Anker Lajer Højberg, GEUS



  
G E U S

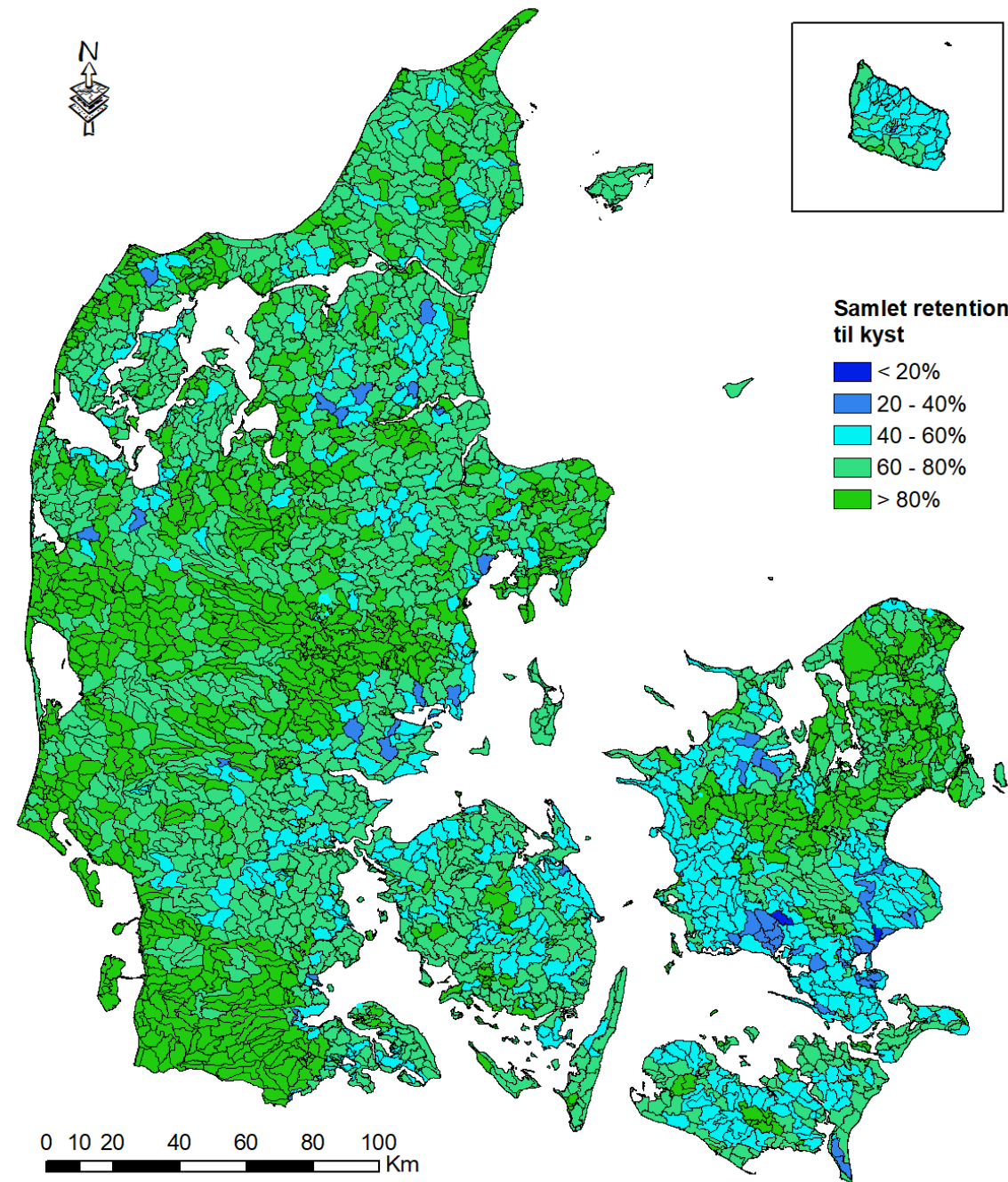


Foto: Emil Skole Henriksen & Anne Hasselholt

# Status

## Nationale kvælstofretentionskort

- N-retention beregnet for deloplande på  $\sim 15 \text{ km}^2$ 
  - N-retention grundvand
  - N-retention overfladevand
  - Samlet N-retention, mark til kyst
- Retentionsprocenten angiver middel retentionen inden for oplandet
- Erkendt at der er store variationer inden for oplandene





# Forbedret kvælstof-retentionskortlægning

## Nationale retentionskort

- Samlet retention fra rodzone til kystvande + opdelt på grundvand og overfladevand
- Mindre geografisk opløsning end nuværende kort (ID15)
- Kvantificering af usikkerhed på den samlede retention

## Understøtte

- Ny reguleringsmodel for bedriftsnær regulering af landbrugets kvælstoftab
- Prioritering af arealer

**Partnere: GEUS, AU (DCE og DCA)**



# Nationale Kvælstof Model (NKM)

## Udvaskning NLES5 model

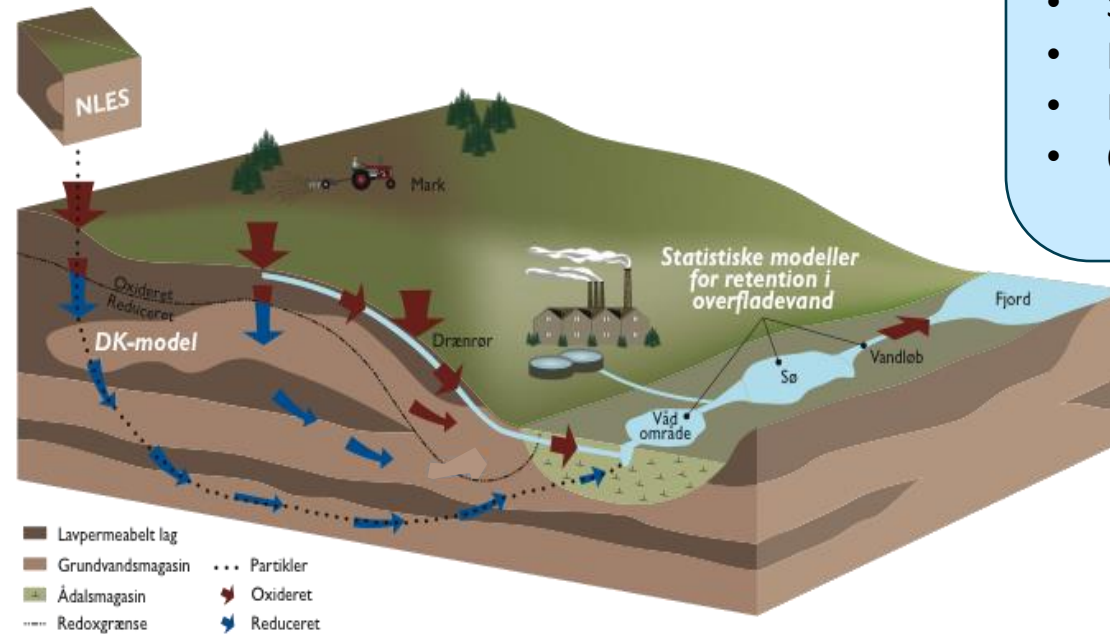
- Opdateret datagrundlag
- Opdateret afstrømning
- Landbrugsdata 1990-2021
- Månedsudvaskning beregnet med en nyudviklet model

## Grundvand

- Opdateret beskrivelse af undergrund
- Forbedret beskrivelse af dræntransport
- Ny geokemisk model for omsætning af nitrat
- Detaljering af geografisk opløsning

## Overfladevand

- opdaterede og nye modeller (udvidet datasæt og nye målinger)
- Små og store vandløb
  - Små og store søer
  - Konstruerede vådområder
  - Mini-vådområder
  - Oversvømmede arealer



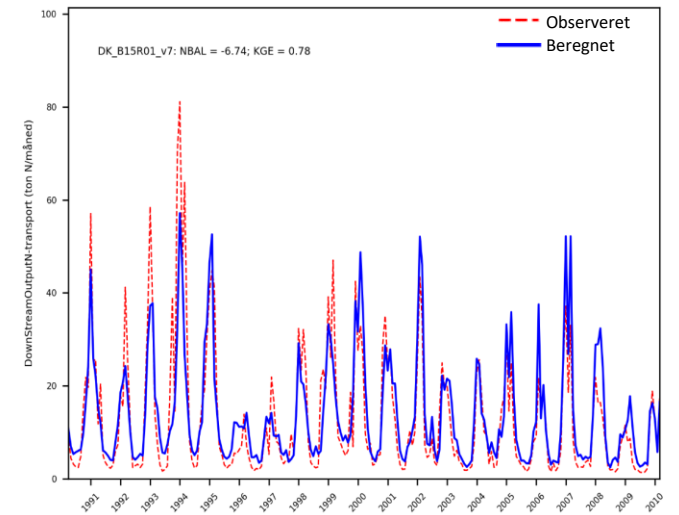
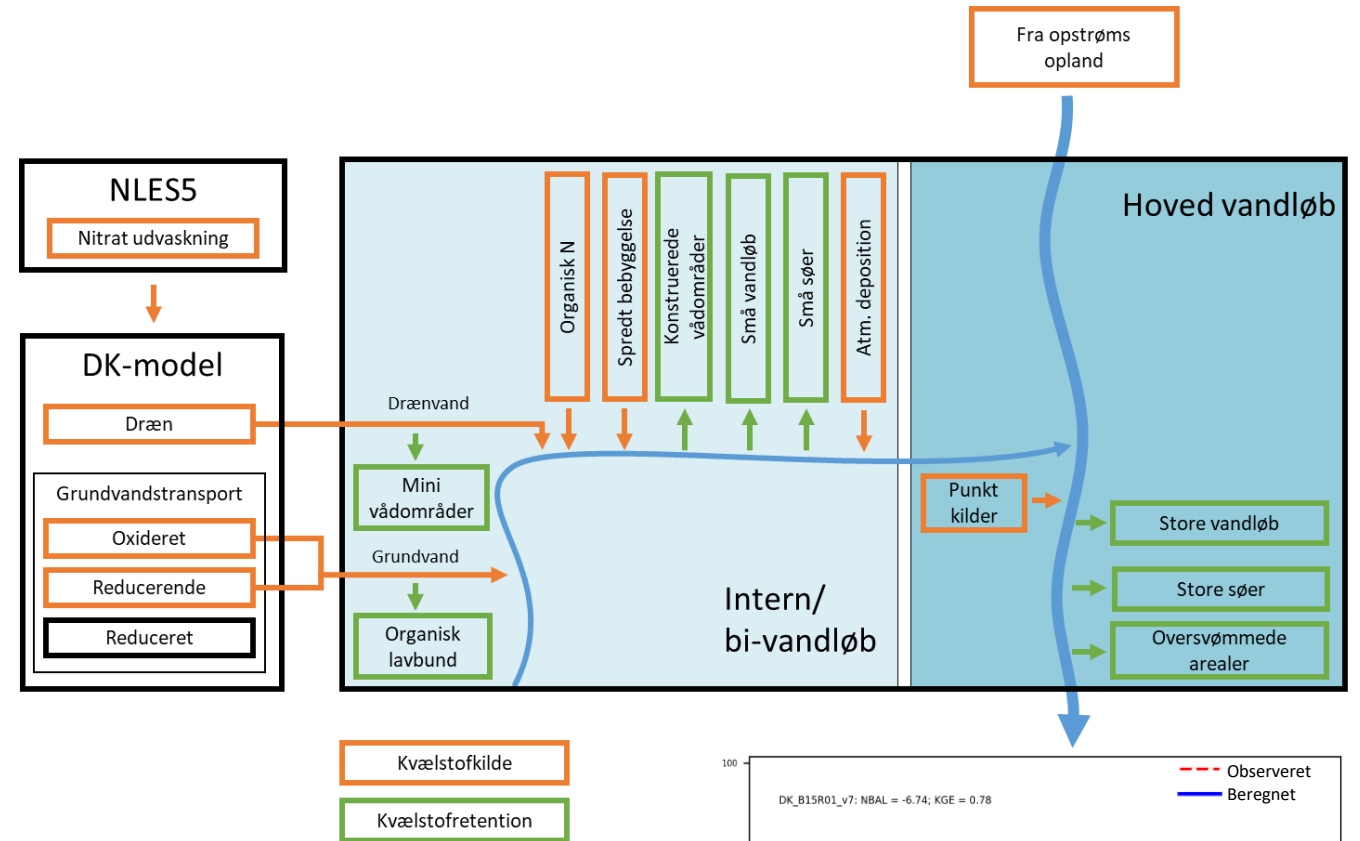
Kobling af modeller for

- N-udvaskning
- Grundvands- og dræntransport samt omsætning
- Omsætning i overfladevand

Beskriver den samlede transport og retention fra rodzone til havet

# NKM beregninger

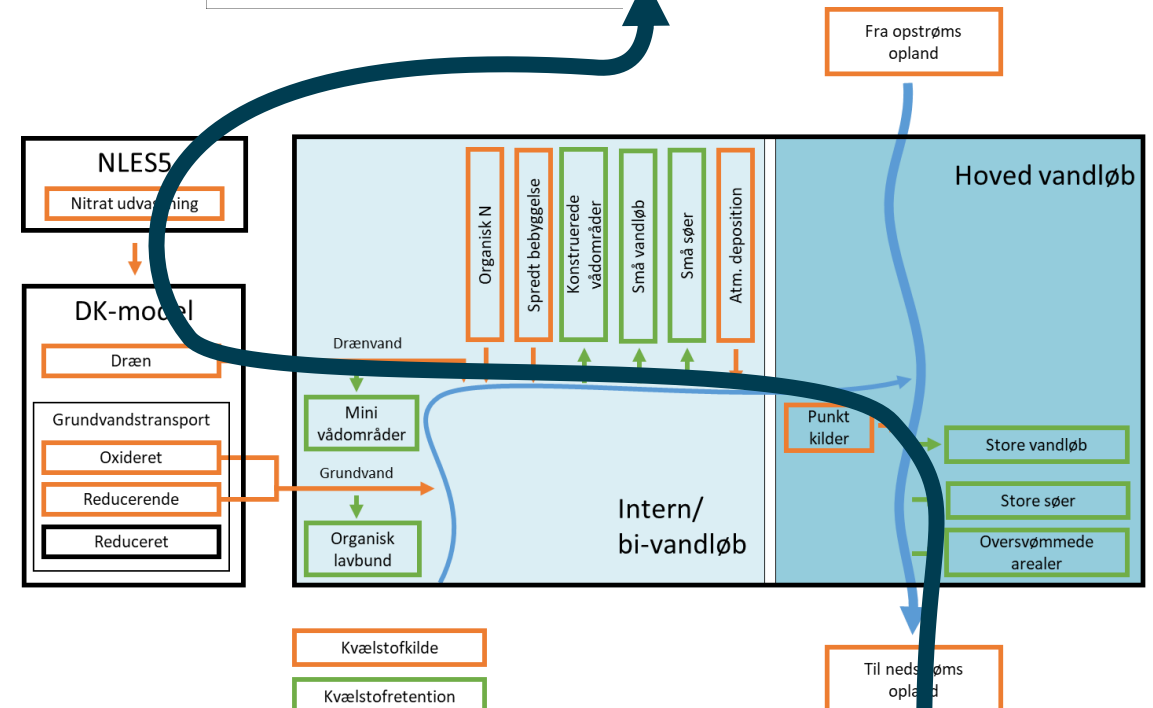
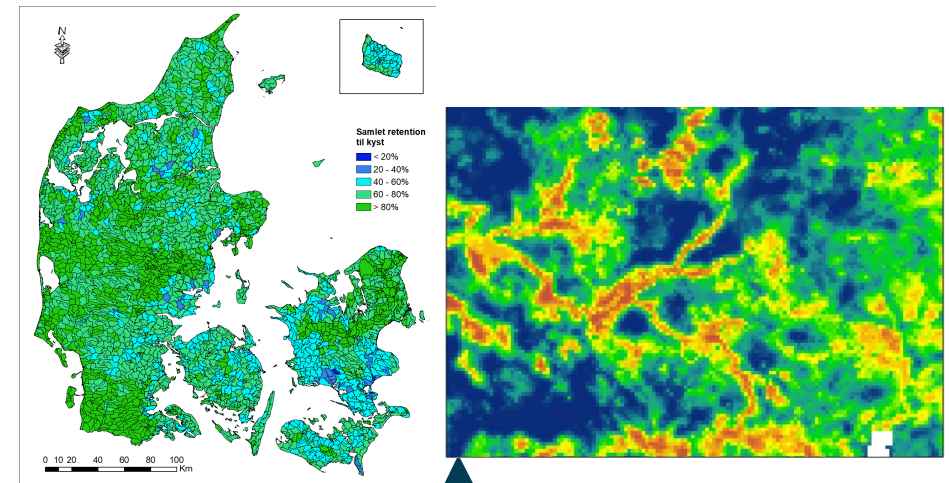
- Beregning af måneds N-transport til havet
  - Sammenholdelse med observerede data



# NKM beregninger

- Opdeling og omsætning i
  - Dræntransport
  - Grundvandstransport
  - Overfladevandstransport
- Etablering af retentionskort

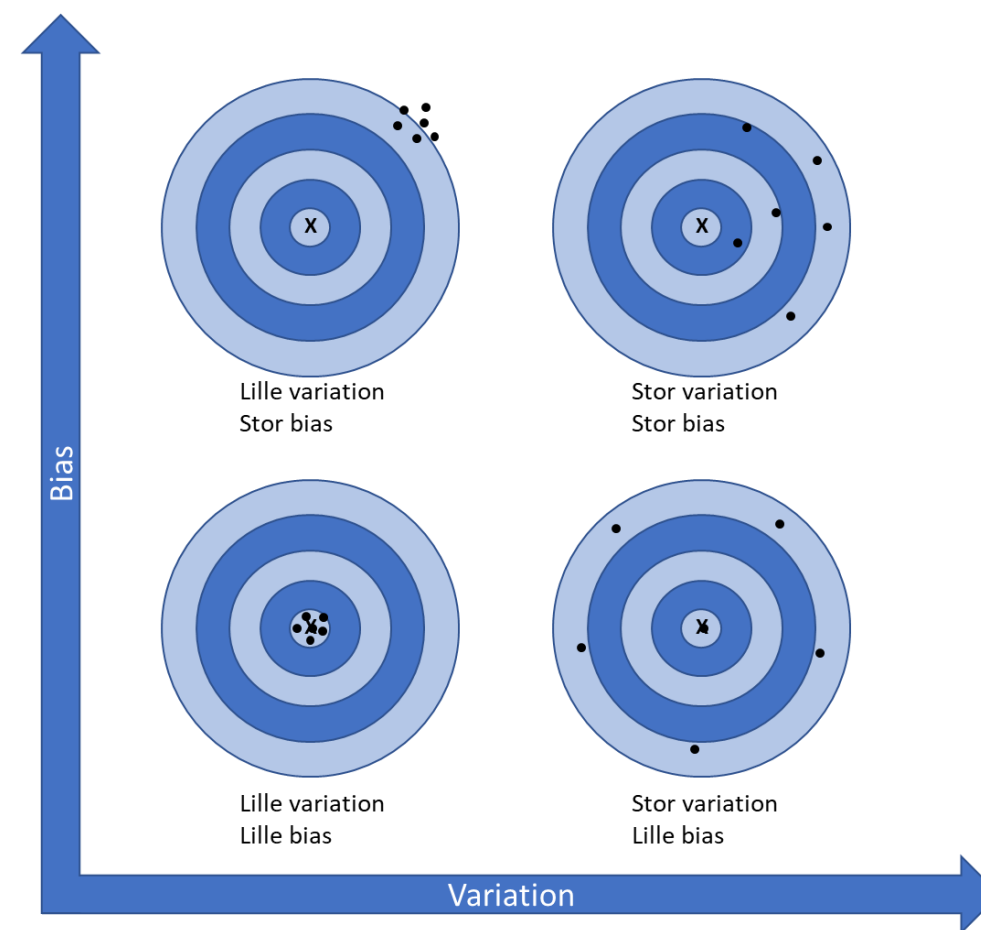
## Retentionskort Skala og usikkerheder



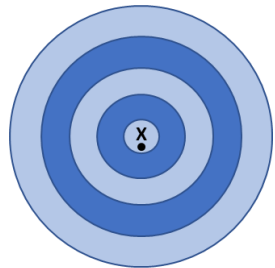
# Usikkerhed: Bias og variation

## Flere mål for usikkerhed

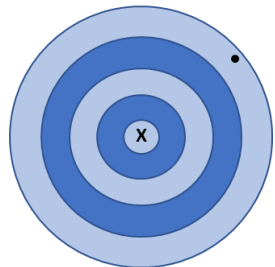
- Bias: Hvor langt er resultaterne fra den sande værdi
- Variation: Hvor meget påvirkes resultaterne af manglende kendskab (usikkerhed) på de indgående data og parametre



# Bias

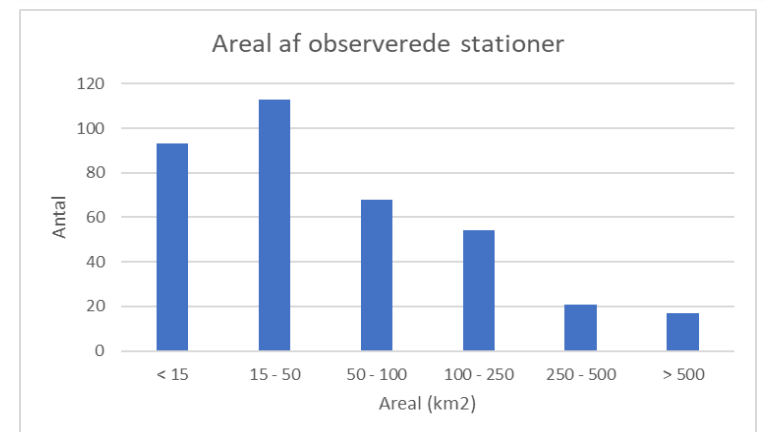
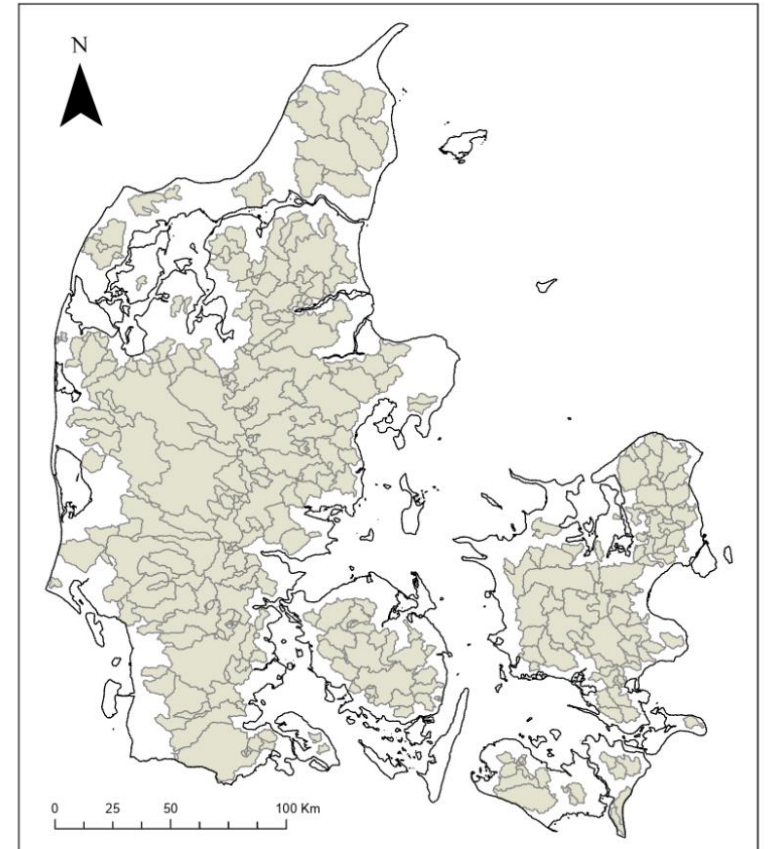


Lille bias



Stor bias

- Bias vurderes på basis af observationer (overensstemmelse mellem observeret og beregnet kvælstoftransport)
- Vurderes på samme skala som observationer

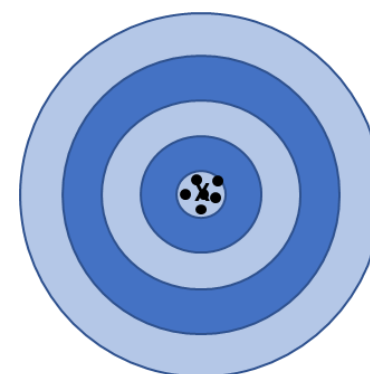
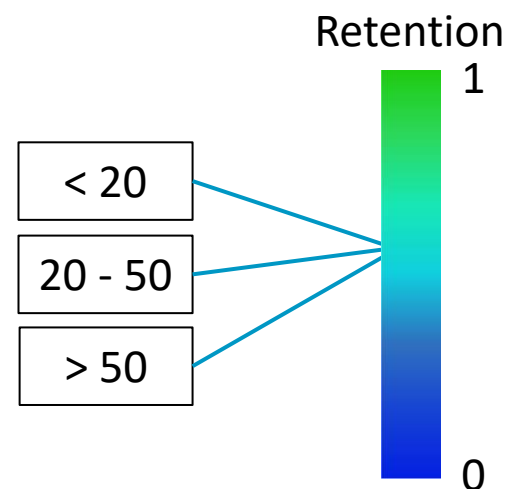


# Variation

Variation på bestemmelsen af N-retentionen afhænger af

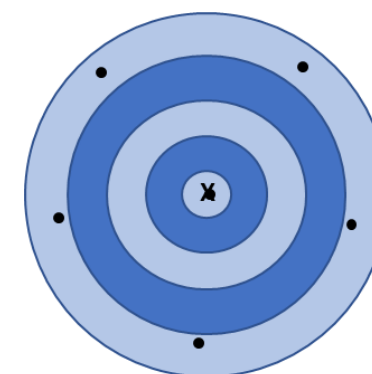
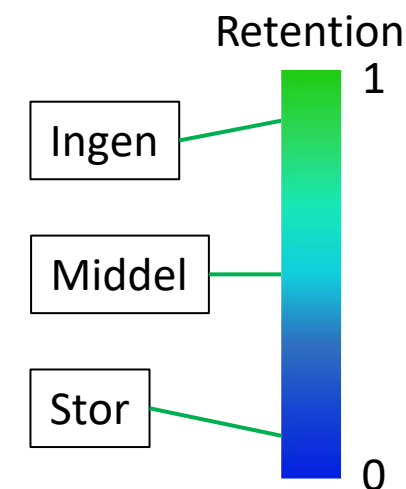
- Hvor stor betydning de fysiske og biogeokemiske forhold har for den samlede retention
- Hvor godt vi kender disse forhold

Antal lappedykkere



Lille variation

Dræning



Stor variation

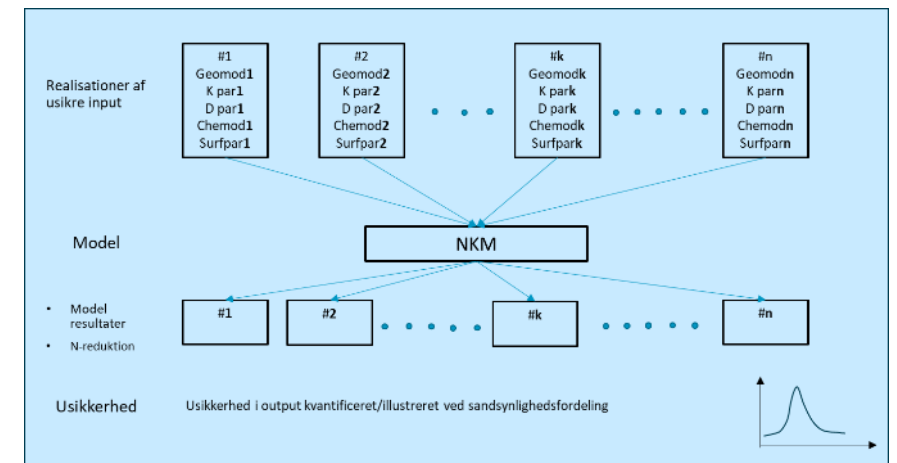
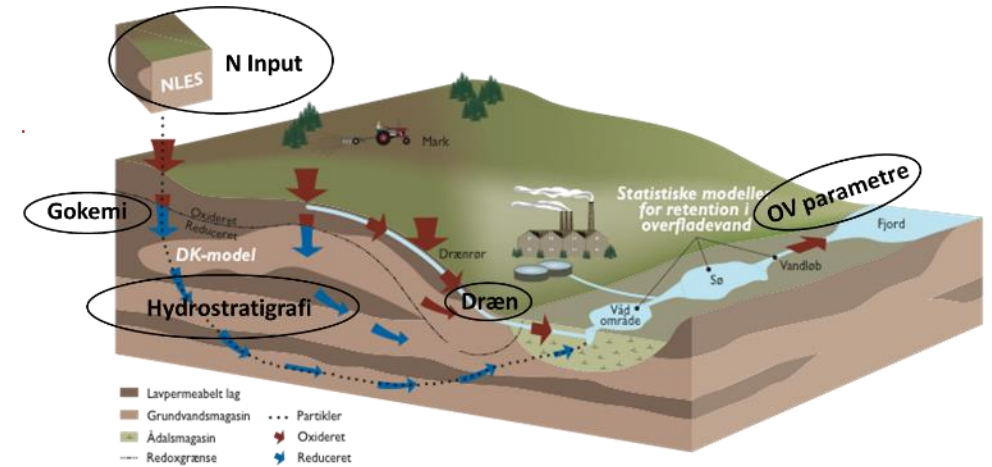
# Usikkerheder på modelstruktur og parametre (variation)

## Usikkerhedskilder

- N-udvaskning
- Struktur i undergrunden (hydrostratigrafiske model)
- Hydrologiske parametre
- Geokemiske parametre
- Omsætningsparametre for overfladevandsmodeller

## Kvantificering

- Monte Carlo simulering
- Afvikling af et stort antal realisationer (lige sandsynlige modeller)
- Analyse af resultater på tværs af realisationerne





# Udfordringer – mindre skala

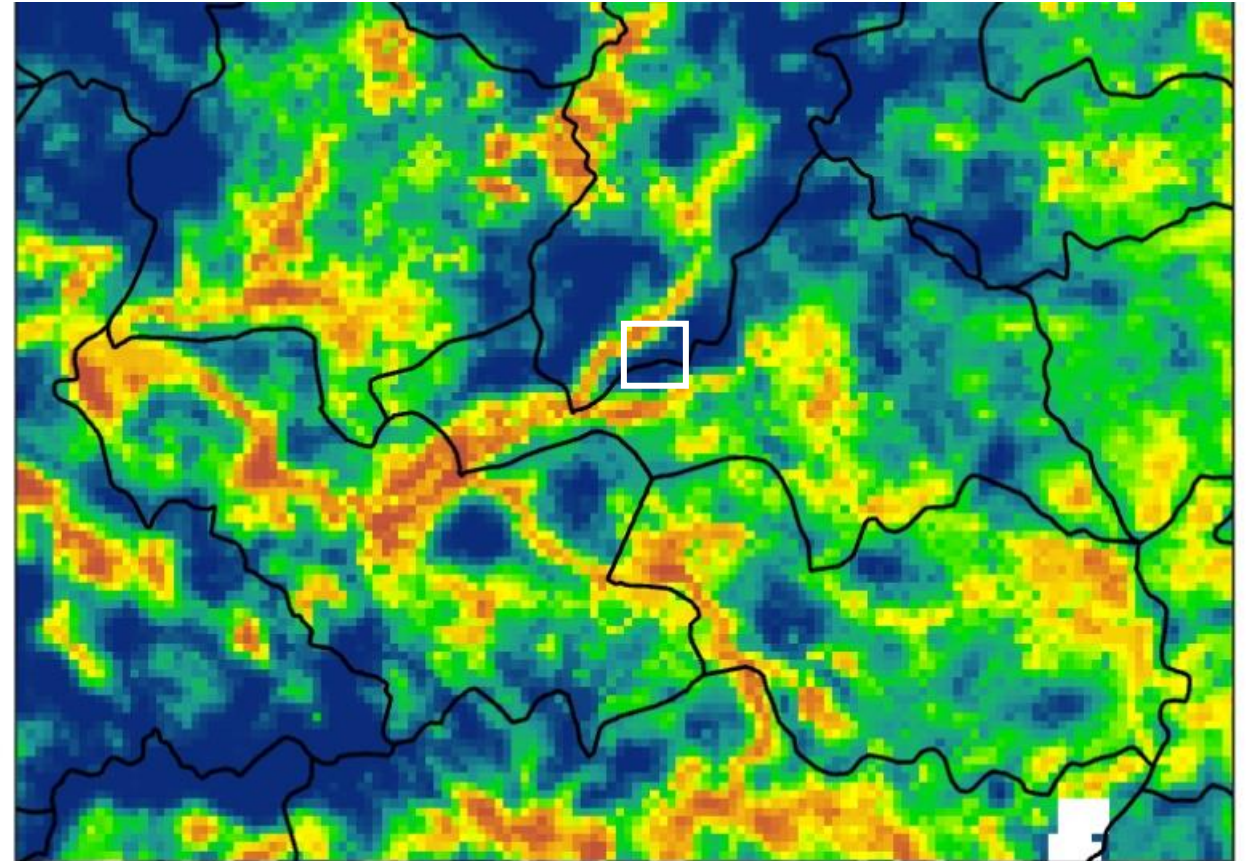
Jo mindre skala for modelresultater, des mere vil resultaterne være påvirket af den geografiske opløsning af input data

- Model beregninger gennemføres på 100 x 100 m grids
  - Sande usikkerhed kan ikke bestemmes på gridskala
    - Opløsning af input data er ofte mindre
    - Sande usikkerhed på input ikke kendt
    - Geografisk misforhold ved processering af data
    - Numeriske fejl
- Det er ikke muligt at estimere den sande usikkerhed for hvert modelgrid
- Der er behov for aggregering før anvendelse af resultater

# Afgrænsning af arealer

- Aggregering af resultater over et prædefineret areal har tidligere været benyttet
  - Fordele: Nemt at forstå og implementere
  - Ulemper: Forskelle udglattes

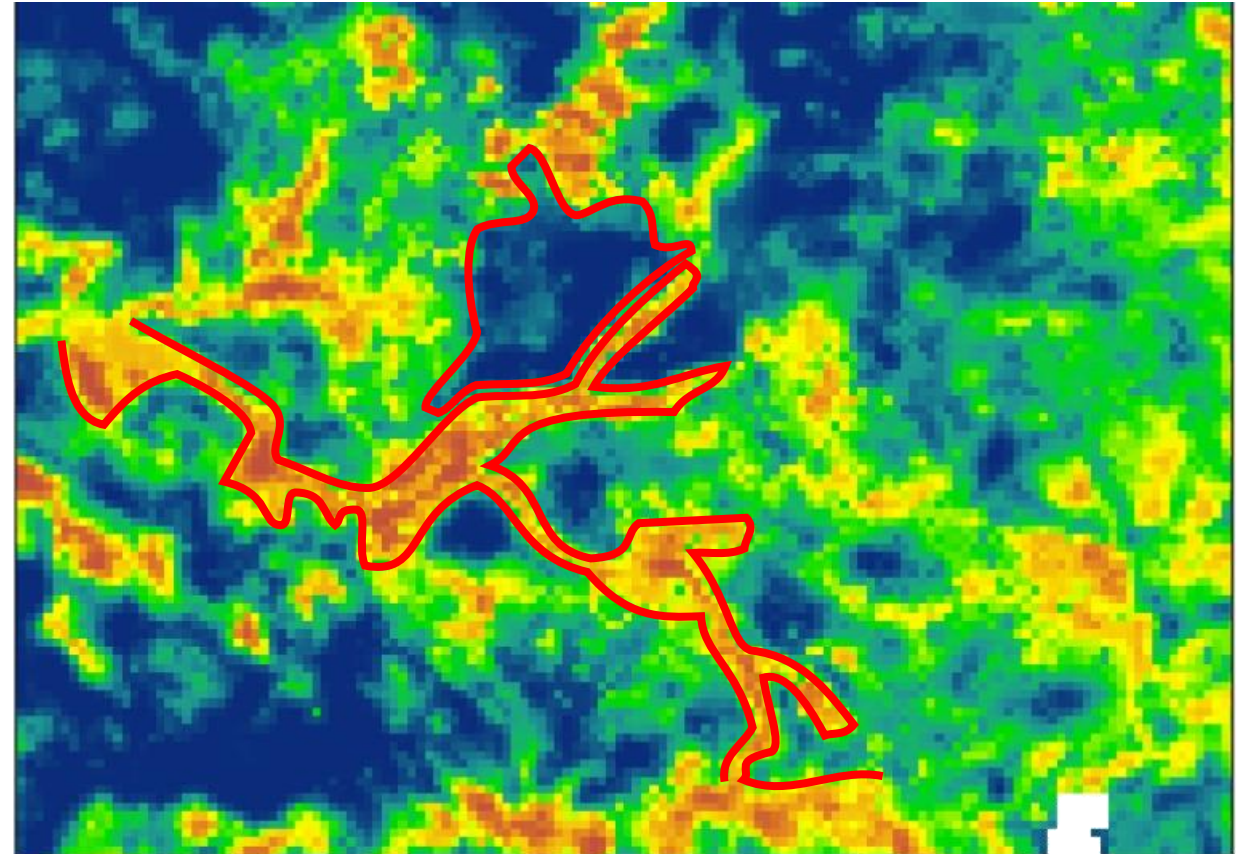
Test datasæt



# Afgrænsning af arealer

- Aggregering ved "region growing"
  - Identificér nabogrids der er sammenlignelig og gruppér disse
  - Strukturelle variationer beholdes

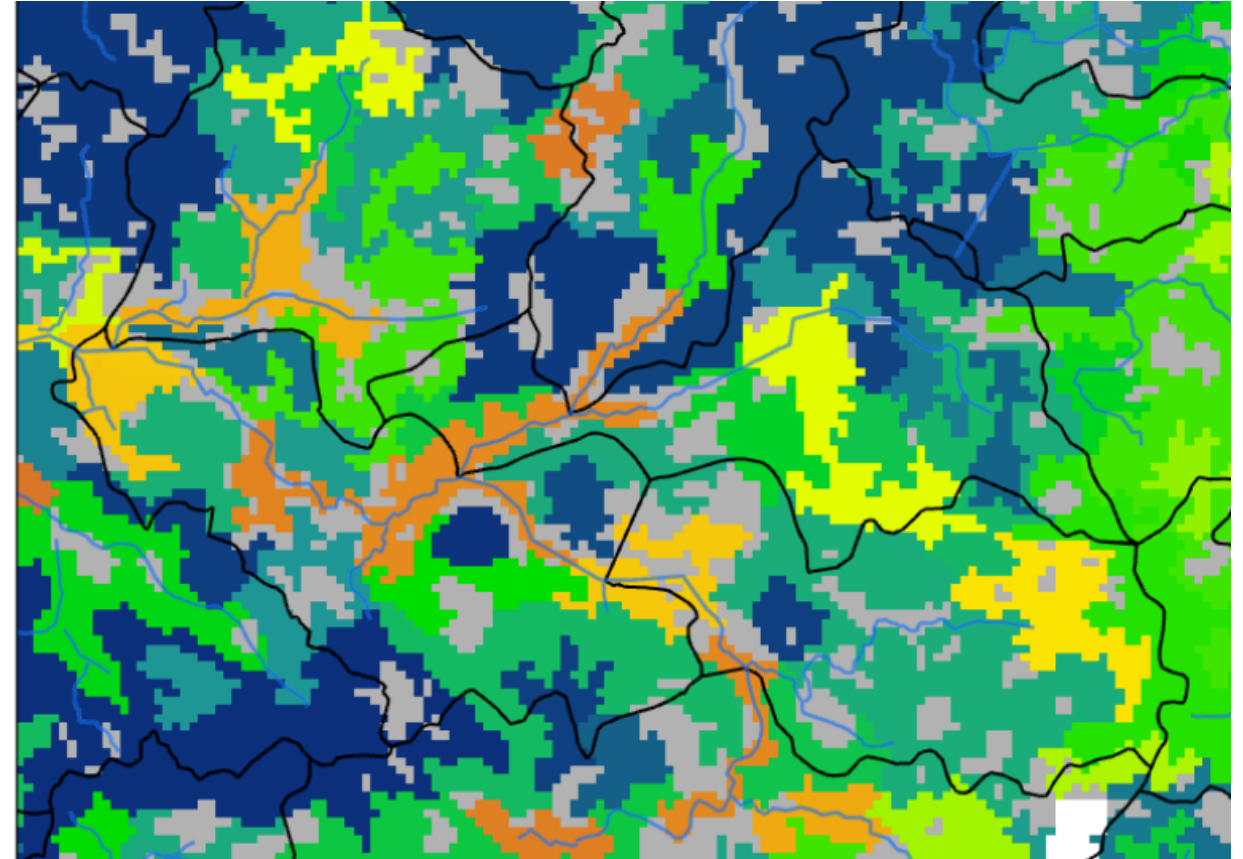
Test datasæt



# Afgrænsning af arealer - udfordringer

- Hvordan defineres kriterier for sammenlignelig
- Des striksere kriterier, des
  - sikre udpegning
  - flere grids vil ikke blive grupperet
- Håndtering af områder med stor heterogenitet (grå arealer), hvor grids ikke kan grupperes med andre

Test datasæt



# Opsummering

- Nye kvælstof retentionskort udvikles på ny skala
  - Afgrænsning af sammenhængende arealer med sammenlignelig retention
  - Størrelse af afgrænsede arealer vil være meget varierende
  - For hvert areal bestemmes en variation af retentionen
- For nogle arealer vil variationen i retentionen være stor og usikkert bestemt, for disse arealer vil variationen i retentionen være stor
- Udvikling af retentionskort for grundvand, overfladevand og samlet retention fra rodzone til hav. Skala for de tre retentionskort vil være forskellige

