



Markvanding – hvor stor er ressourcen?

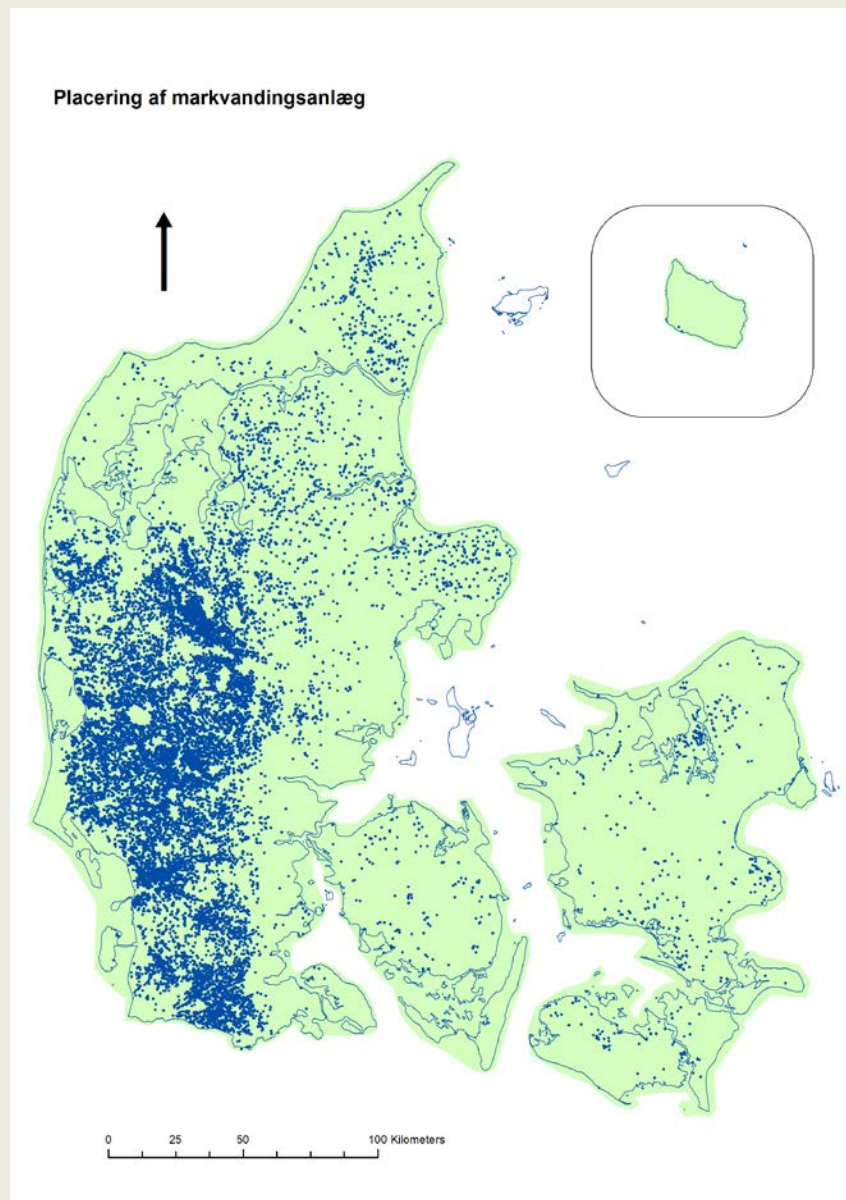
Hans Jørgen Henriksen, GEUS

De nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet

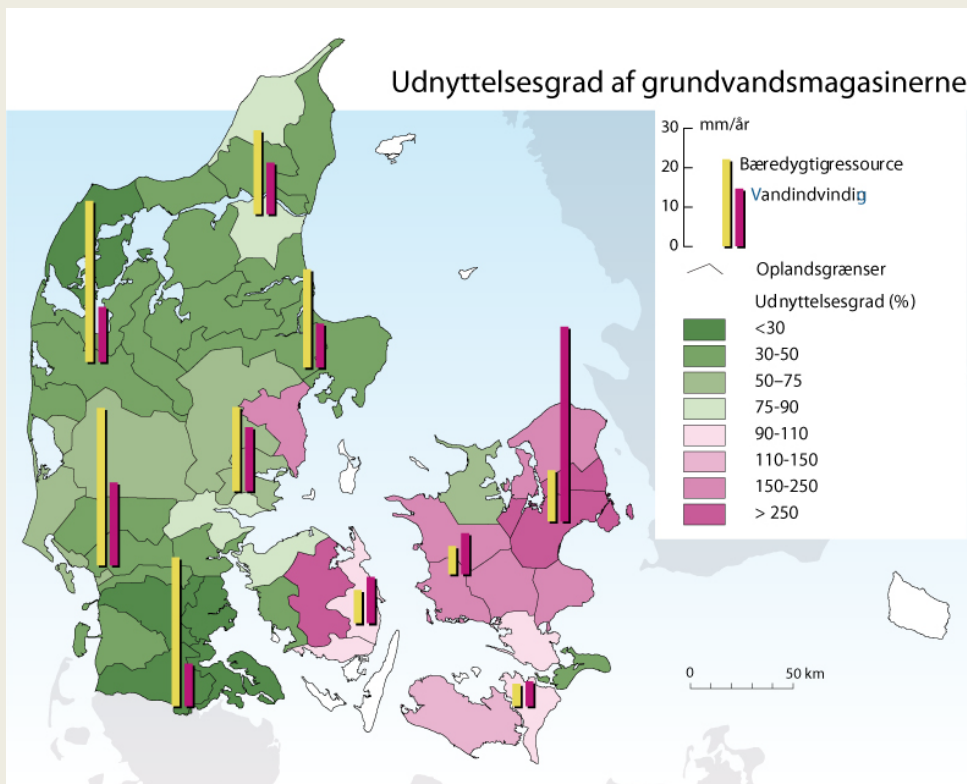
Hydrologidag 2015. Tema Grundvand-Overfladevand. 29/10 Hotel H.C. Andersen, Odense

Indhold

- Seneste ressourceopgørelse (kort historisk opsamling)
- Nye økologiske flow indikatorer til vurdering af vandløbs-påvirkning fra DCE
- Fin tuning af markvandings simulering (ny baseline mellem "højt" og "lavt" scenarie)
- Resultater af nye markvandings-beregninger for Jylland
- Markvanding. Hvor stor er ressourcen?
- Undersøgelsesbehov



Seneste ressourceopgørelse



- **Ferskvandets kredsløb:**
 - bæredygtig vandindvinding vurderet på grundlag af 4 simple indikatorer med DK model
(Henriksen et al. 2008; Olsen et al. 2013)
- **Vandplan 1:**
 - *Indikator 1 og 4 anvendt med lidt forskelligt modelgrundlag*
(GEUS rapport 2013/30)
- **Vandområdeplaner (Vandplan 2):**
 - Nye økologiske flow indikatorer og hydrologisk regime variable for planter, smådyr og fisk
(GEUS rapport 2014/74; GEUS rapport 2015/29)

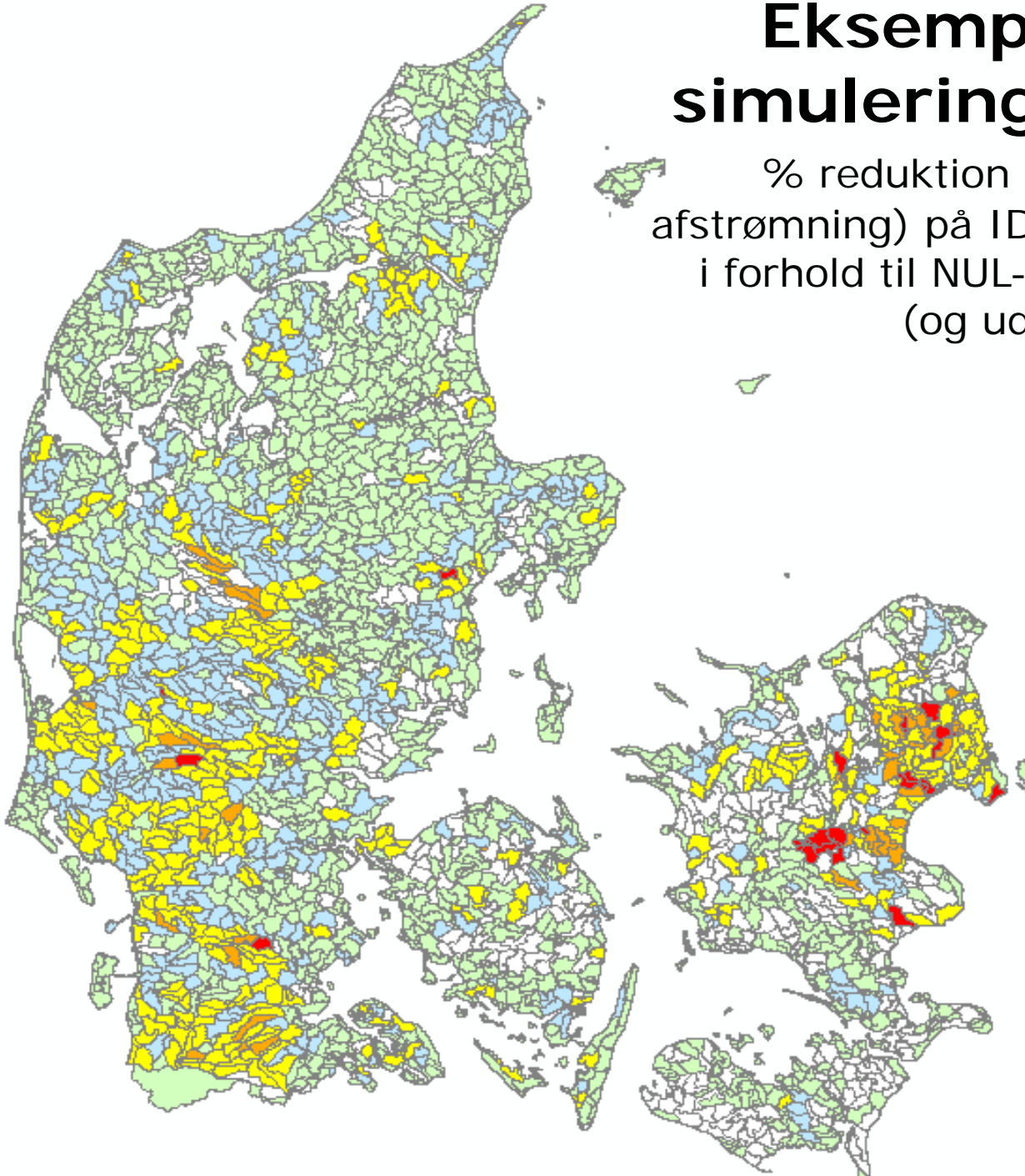
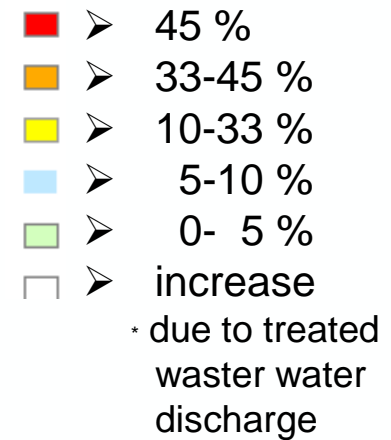
Karakteristika for markvanding:

Udnyttelsesgrad varierer meget fra år til år:

1992, 1996, 2008 har relativ høj udnyttelsesgrad, andre år udnyttes kun ca. ½ delen af tilladelsen.

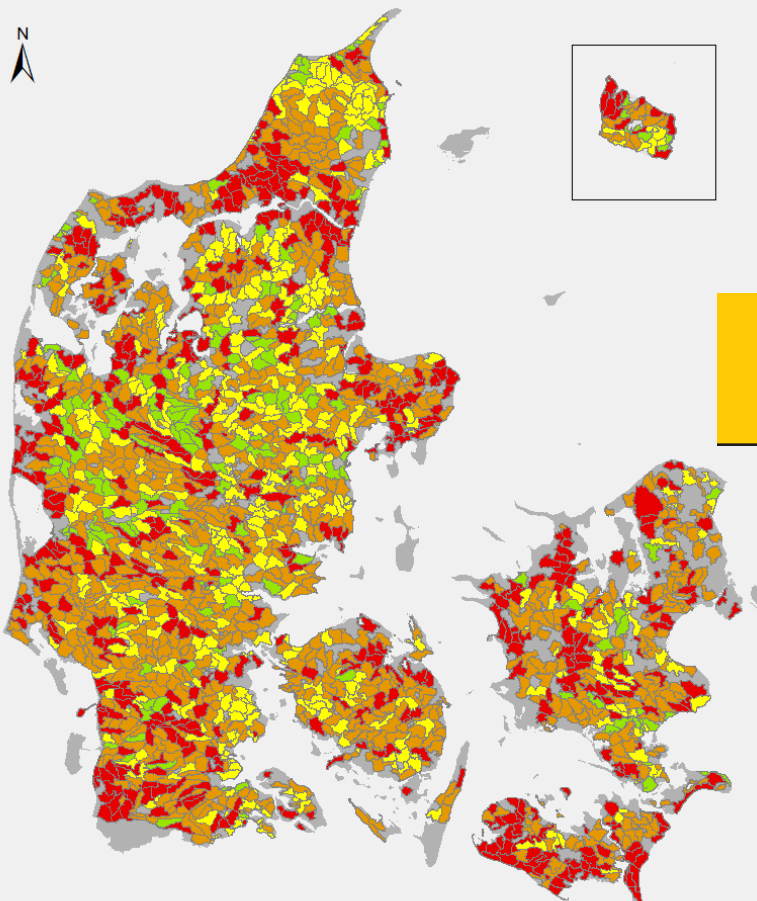
Eksempel på model- simulering fra Vandplan2

% reduktion af Q_{mm} (median min afstrømning) på ID15 niveau for højt scenarie i forhold til NUL-scenarie uden indvinding (og uden spildevand)



ID15 skala ~ 15 km²

Nye økologiske flow indikatorer fra DCE



Slyngningsklasse **Sin** (1-4):
 1: udrettede vandløb =>
 4: meandrende vandløb

Fysisk index (**Sin** – smådyr og fisk) + 6 hydrologiske regime variable:

- **Q90n** low flow ekstremitet (=Q90/Q50) (smådyr)
- **Fre1, Fre25** and **Fre75** : antal hændelser over Q50 (smådyr), Q25, og under Q75 (fisk og planter);
- **Dur3** varighed af hændelser over 3xQ50 (planter)
- **BFI** base flow index (fisk) **R2=0,34-0,49**

$$DVFI_{EQR} = 0.217 + 0.103 * Sin + 0.020 * Q_{90n} * Fre_1 \quad (\text{smådyr})$$

$$DVPI_{EQR} = 0.546 + 0.020 * Fre_{25} - 0.019 * Dur_3 - 0.025 * Fre_{75} \quad (\text{planter})$$

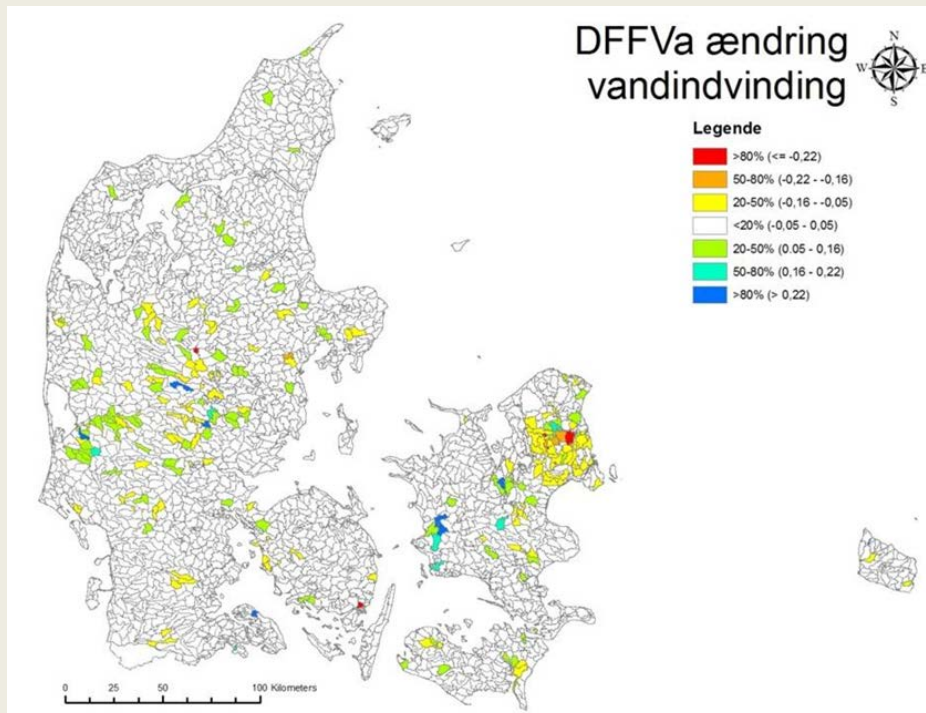
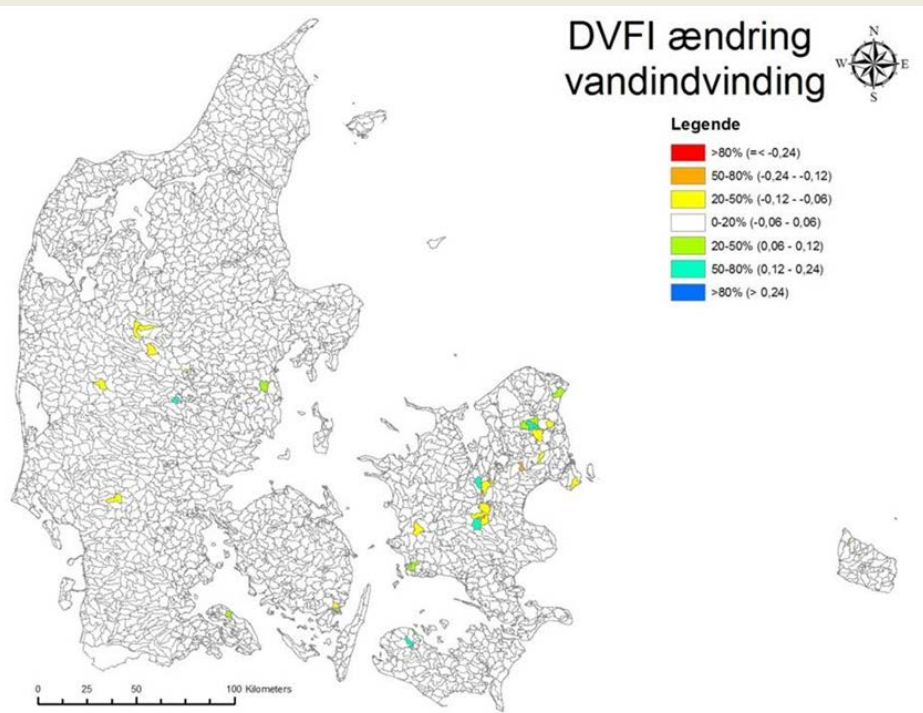
$$DFFVa_{EQR} = 0.811 * BFI + 0.058 * Sin + 0.050 * Fre_{25} - 0.319 - 0.0413 * Fre_{75} \quad (\text{fisk})$$

⇒ EQR værdier der angiver den økologiske tilstand (typisk: 0 – 1)

Tilstand	DVFI	DVPI	DFFVa
Høj tilstand	> 1,00	> 0,70	> 0,94
God tilstand	0,71 – 1,00	0,50 – 0,70	0,72 – 0,94
Moderat	0,57 – 0,71	0,35 – 0,50	0,40 – 0,72
Ringe	0,43 – 0,57	0,20 – 0,35	0,11 – 0,40
Dårlig	< 0,43	< 0,20	< 0,11

Med. Min. Q resulterede i lav forklaringsgrad (R2=0.15)

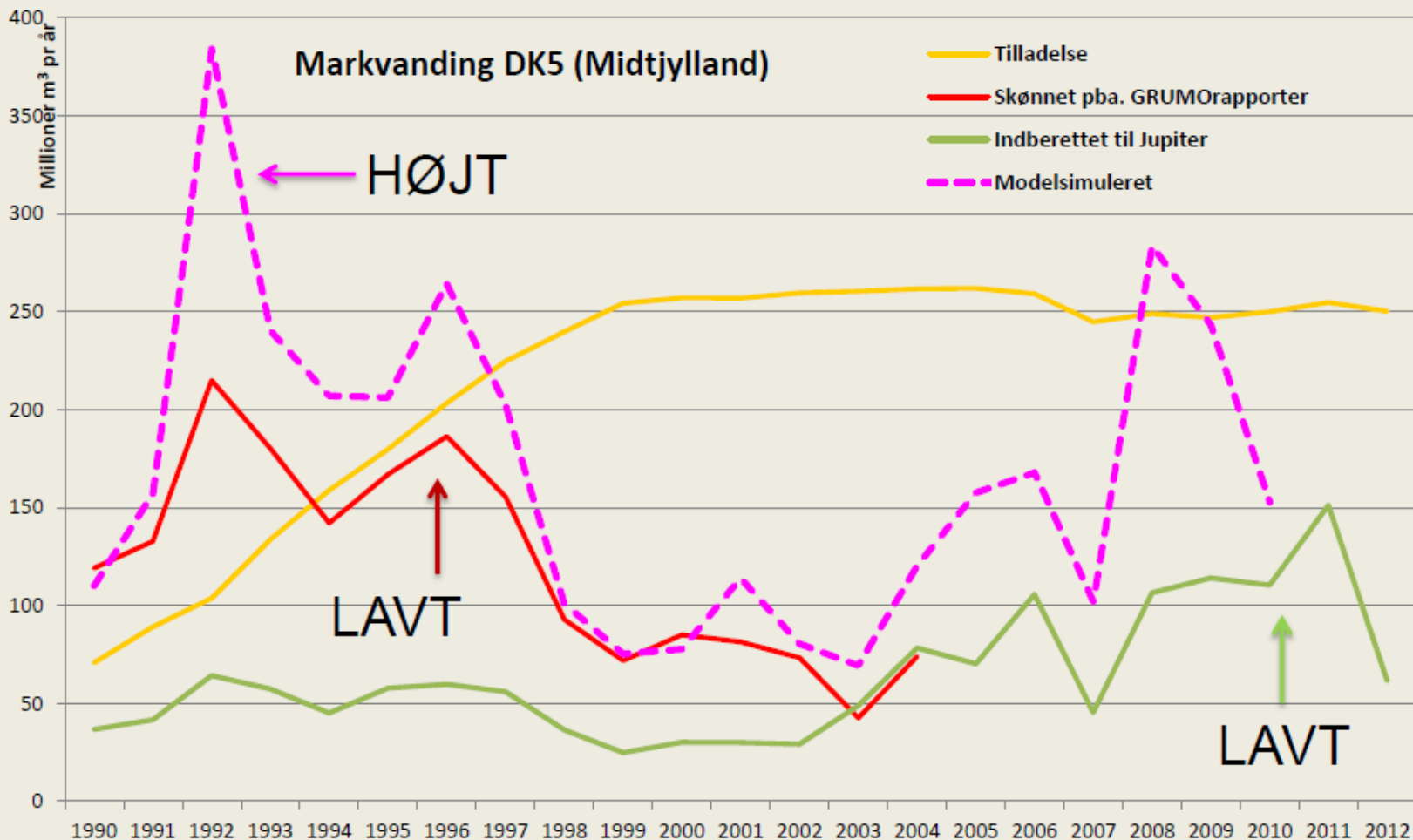
Modelsimulerede ændringer i DVFI (smådyr) og DFFVa (fisk) – højt scenarie



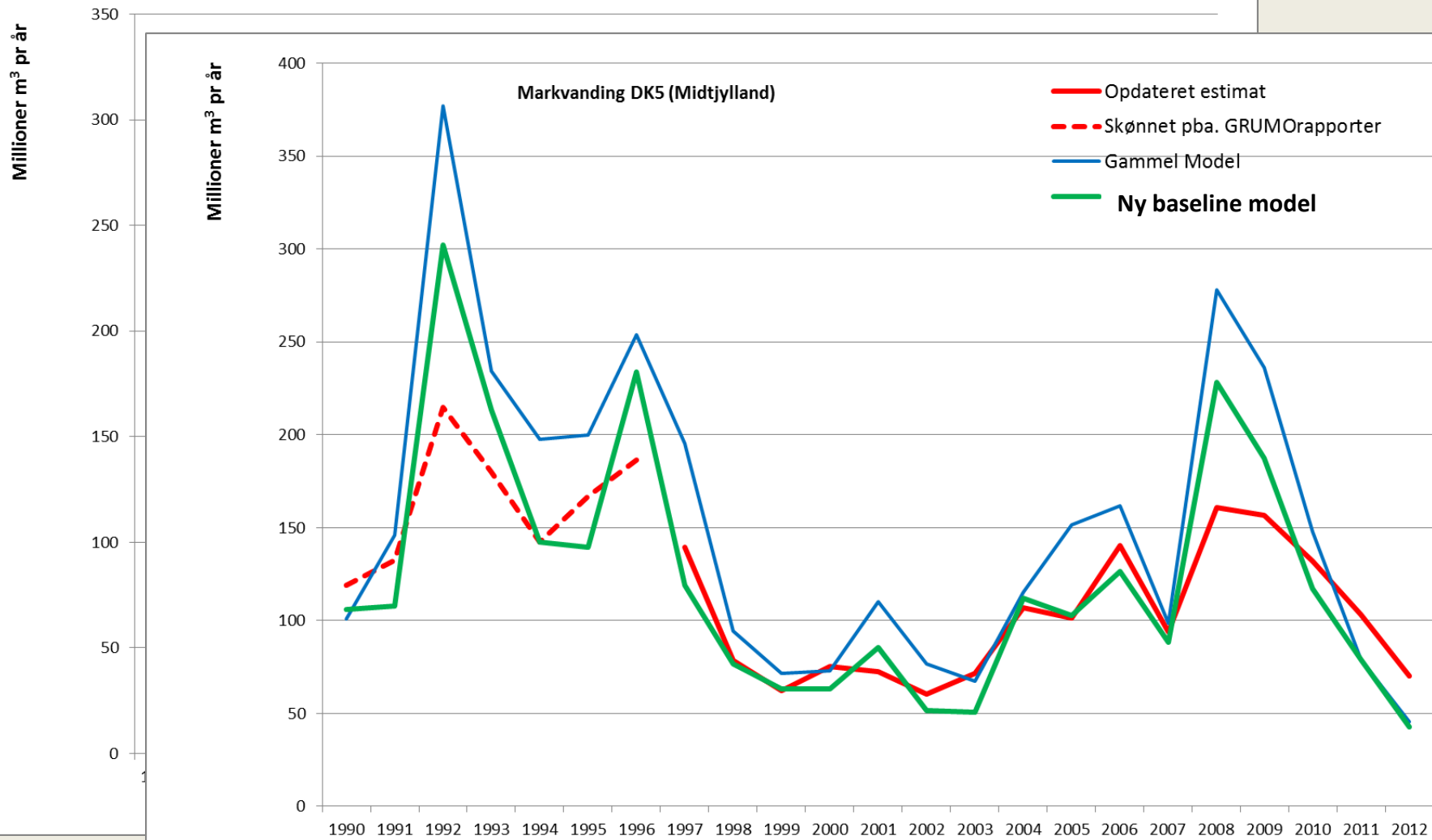
Røde ID15 oplande: > 80 % sandsynlighed for reduceret økologisk tilstand (fx god -> moderat)
Orange: 50-80 % sandsynlighed og,
Gule: 20-50 % sandsynlighed for reduceret økologisk tilstand (med en klasse ned)
Grønne og blå: Forbedret tilstand ved indvinding

Sandsynlighed for at tilstand skifter fra høj/god til moderat/ringe/dårlig tilstand	DVFI Max reduktion af EQR værdi	DVPI Max reduktion af EQR værdi	DFFVa Max reduktion af EQR værdi
80 %	0,24	0,23	0,22
50 %	0,12	0,11	0,16
20 %	0,06	0,03	0,05

Fin tuning af markvanding i DK model (højt og lavt scenarie)

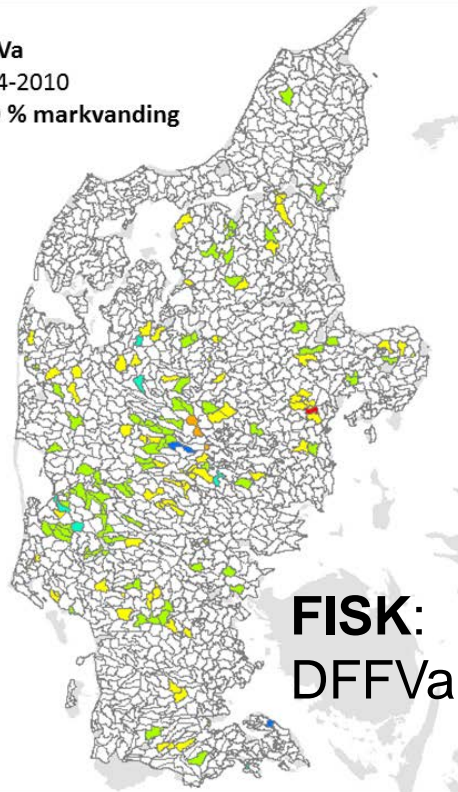


Resultater af fin tuning i område 4 og 5



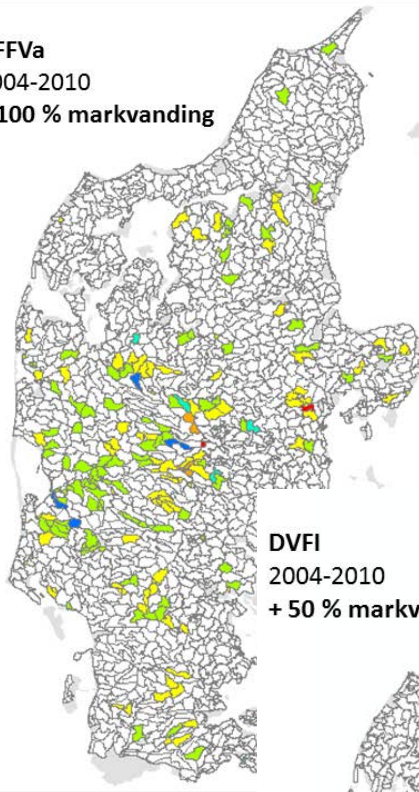
Simulerede ændringer for fisk og smådyr

DFFVa
2004-2010
+ 50 % markvanding

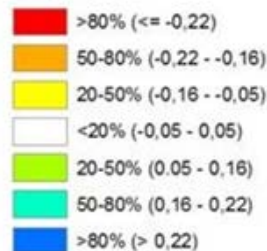


FISK:
DFFVa

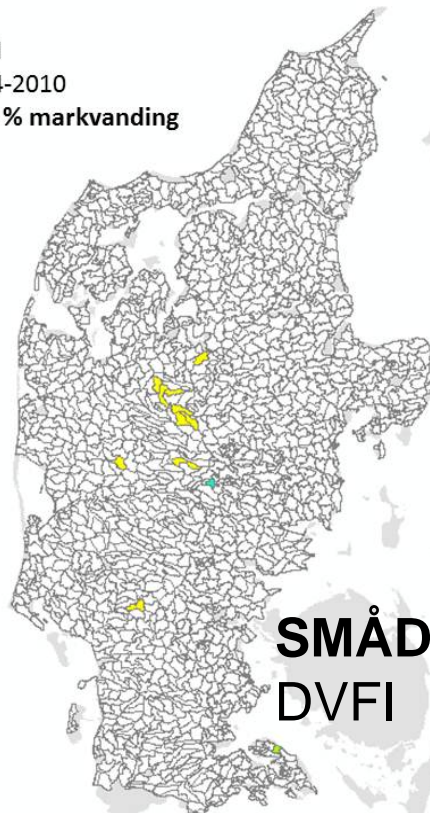
DFFVa
2004-2010
+ 100 % markvanding



Legende



DVFI
2004-2010
+ 50 % markvanding



SMÅDYR:
DVFI

DVFI
2004-2010
+ 100 % markvanding



- Ny baseline scenario og +25, +50 and +100 % øget markvanding
- Kort over ændringer i DVFI og DFFVa i forhold til NUL scenariet

Antal ID15 oplande med tilstandsforsringelse ved øget markvanding

Tabel 1 Antal ID15 oplande med sandsynlig tilstandsforringelse for DVFI for 2004-2010

DVFI 2004-2010 (antal ID15)	Baseline (nuværende indiv.)	+25 % markvanding	+ 50 % markvanding	+ 100 % markvanding
20-50 % sandsynlighed	3	5	10	14
50-80 % sandsynlighed	0	0	0	0
>80 % sandsynlighed	0	0	0	0

EQR reduceret >0,24 (rød ~ >80 %), 0,12-0,24 (orange ~ 50-80 %) og 0,06-0,12 (gul ~20-50 % sandsynlighed)

Tabel 2 Antal ID15 oplande med sandsynlig tilstandsforringelse for DFFVa for 2004-2010

DFFVa 2004-2010 (antal ID15)	Baseline (nuværende indv.)	+25 % markvanding	+ 50 % markvanding	+ 100 % Markvanding
20-50 % sand- synlighed	58	64	72	88
50-80 % sandsynlighed	0	0	2	2
>80 % sandsyn- lighed	1	1	1	2

EQR reduceret >0,22 (rød ~ >80 %), 0,16-0,22 (orange ~ 50-80 %) og 0,05-0,16 (gul ~20-50 % sandsynlighed)

Gule
Orange
Røde

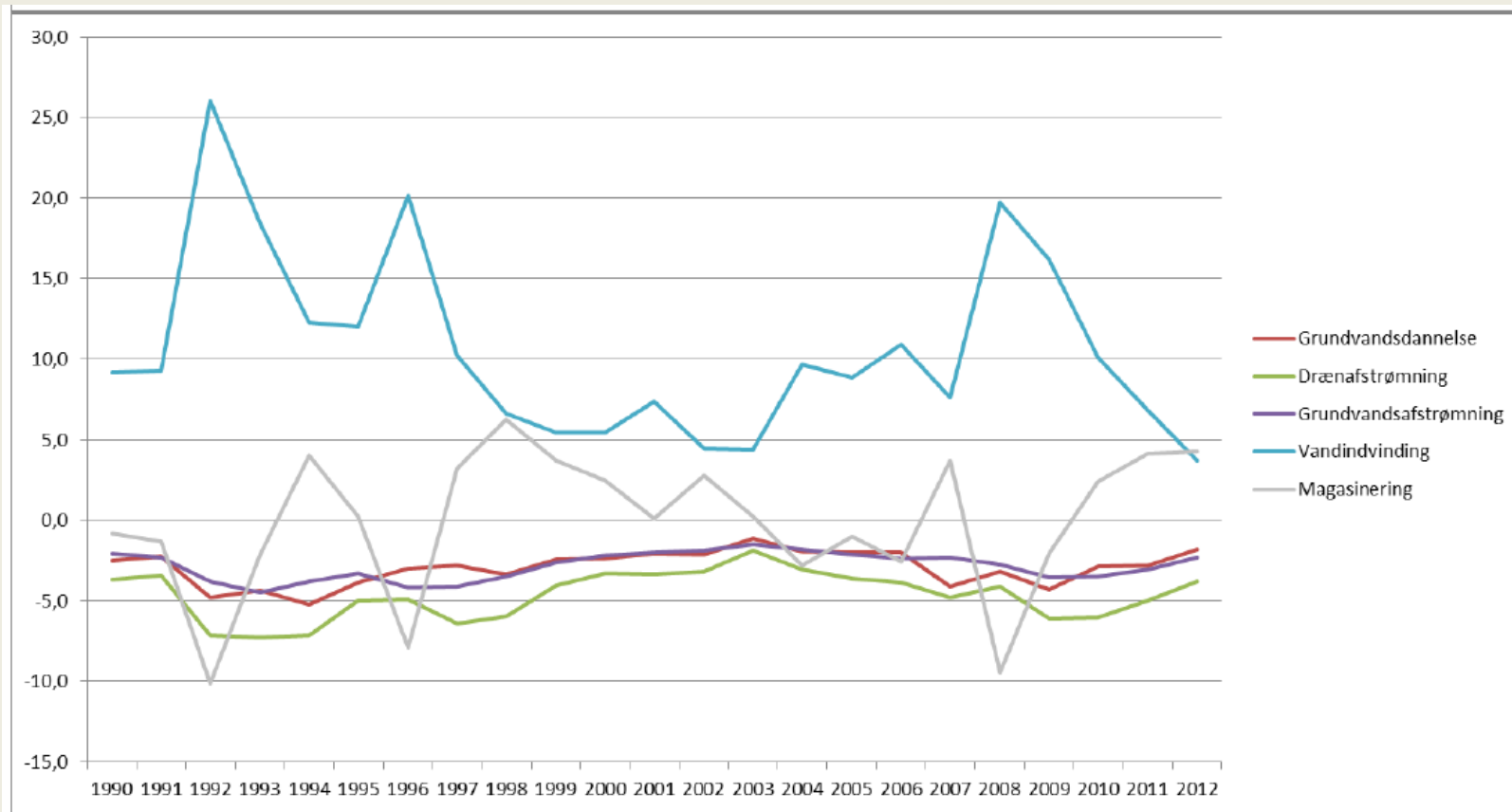
Smådyr

Gule
Orange
Røde

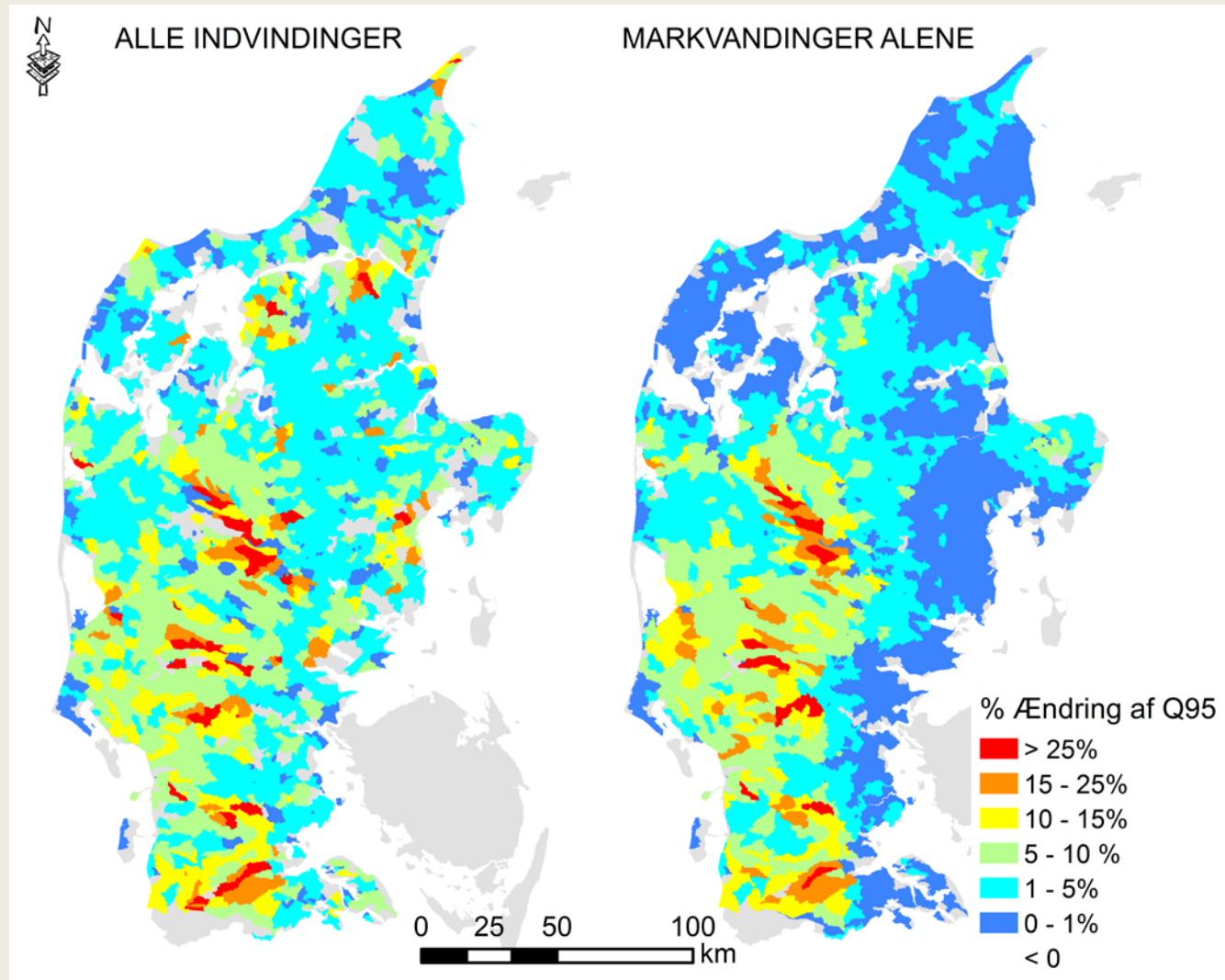
Fisk

Ændring i vandbalance som følge af øget markvanding (fra baseline til 100 % øget markvanding)

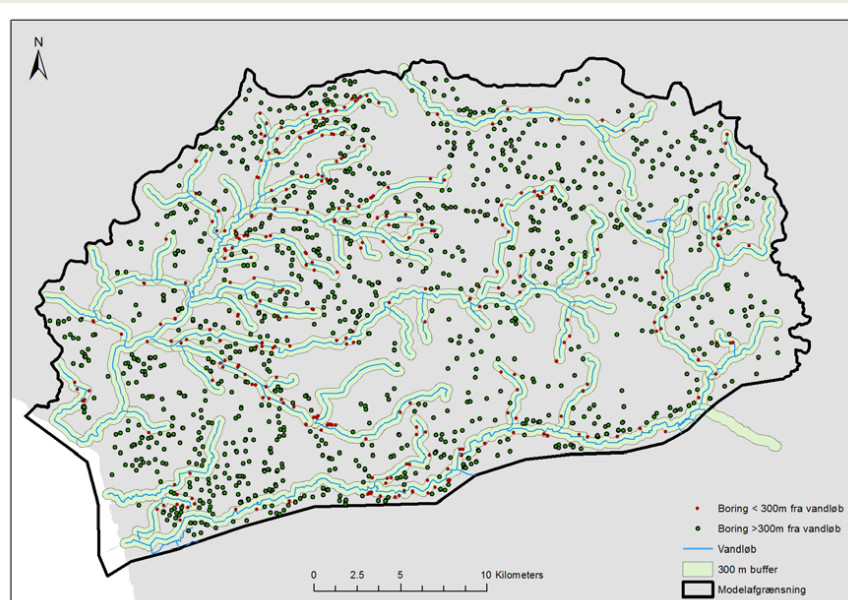
Midtjylland (område 5) – mm/år



Ændring i minimumsafstrømning (Q95) (reduktion ved nuværende i forhold til nul scenariet)



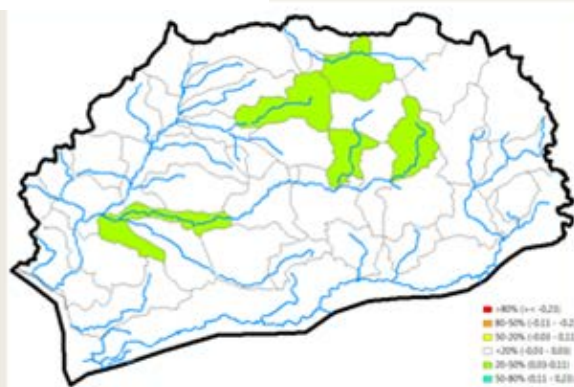
Sneum å – Submodel. Vurdering af usikkerhed og flytning af boringer



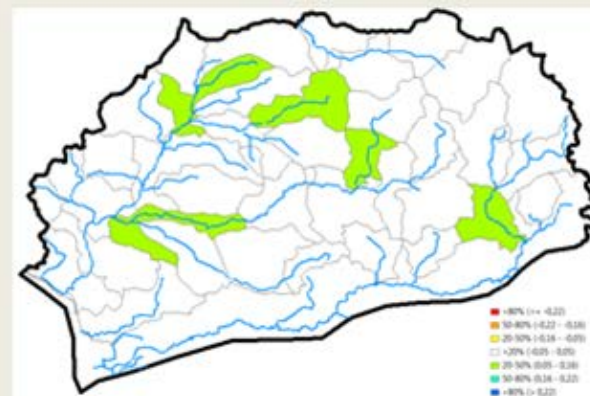
- Flytning af markvandingsboringer til > 300 m fra vandløb
- Der ses en forbedret tilstand med 20-50 % sandsynlighed for forbedret tilstandsklasse (grøn), for en del ID15 oplande ved et dette tiltag
- Submodel 100x100 m, sted-specifikt kalibreret Sneum å havde kun svagt forbedret prædiktions-evne og samme resultat (> 50 % p)



DVFI flyt boringer >300 m



DVPI flyt boringer >300 m



DFFVa flyt boringer >300 m

Markvanding, hvor stor er ressourcen og hvilke undersøgelser skal der til?

- De nye økologiske flow indikatorer viser, at **der ikke vil være væsentligt flere oplande**, der påvirkes i negativ retning som følge af øget markvanding
- **Potentielt set er der gode muligheder** for øget markvanding i Vest- og Sydjylland (da akvifer bæredygtigheden generelt er god i området)
- Frekvenser, varigheder og ekstremiteter er svære at modellere. Disse usikkerheder bør reduceres gennem **målrettet kalibrering** og en forbedret modelbeskrivelse af den **terrænnære hydrologi og geologi**, herunder inddragelse af differentierede areal/afgrøde data mm. til forbedrede følsomhedsanalyser
- Behov for inddragelse af **klimaeffekter** (fx tilladelsesscenarie og/eller dynamiske tilladelser fra år til år) samt en nøjere belysning af **modelusikkerheden på de nye biologiske kvalitetselementer**, fordi der er stor usikkerhed forbundet med at oversætte de hydrologiske forhold til biologisk trivsel

Tak for opmærksomheden!

Mere information

GEUS rapport 2015/29:

<http://www.geus.dk/DK/water-soil/water-management/Documents/29-2015-GEUS-rapport-markvanding-WEB.pdf>

GEUS rapport 2014/74 incl. appendices:

<http://www.geus.dk/DK/water-soil/water-management/Sider/Vandforvaltnings-modeller.aspx>

DK model:

www.vandmodel.dk

ATV møde 5/11/2015 DGI byen, KBH:

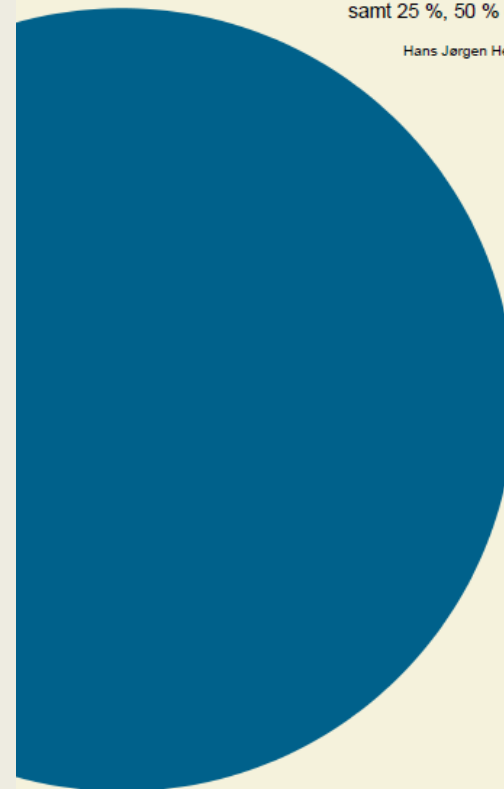
Vandindvindingens påvirkning af ferskvandsressourcen – Water Footprint, vandbalance og miljøindikatorer (ATV Jord og Grundvand)

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT 2015/29

Analyse af øget vandindvinding til markvanding

Vandløbspåvirkning på ID15 niveau for nuværende markvanding samt 25 %, 50 % og 100 % øget markvanding

Hans Jørgen Henriksen, Simon Stisen, Lars Trolborg
Xin He & Lisbeth Flindt Jørgensen



DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND,
ENERGI-, FORSYNINGS- OG KLIMAMINISTERIET