

# **SYNERGIER OG TRADE-OFFS I AREALFORVALTNINGEN: EN ØKOSYSTEM TJENESTETILGANG**

Mette Termansen<sup>1</sup>, Berit Hasler<sup>2</sup>

1 – Københavns Universitet, Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi (IFRO)

2 – Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, sektion for samfundsvidenskab og geografi





Tak til  
Projekt team

Århus Universitet, Miljøvidenskab:

Gregor Levin, Marianne Zandersen, Doan  
Nainggolan,

Københavns Universitet, Fødevare og  
Ressource Økonomi:

Niels Strange, Thomas Lundhede, Raphael  
Filippelli



# PRÆSENTATIONEN IDAG

- 1) Indsigt i hvordan miljøøkonomer har arbejdet med økosystemtjenester i en dansk sammenhæng
- 2) Status over hvorlangt vi er nået med modeludvikling på national niveau



UDVIKLING OG AFPRØVNING AF METODE  
TIL MODELLERING AF ØKOSYSTEMTJENESTER  
OG BIODIVERSITETSINDIKATORER

- med henblik på kortlægning af synergie og konflikter ved arealtiltag

Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 226

2017

# EU: TARGET 2 UNDER THE BIODIVERSITY ACTION PLAN:

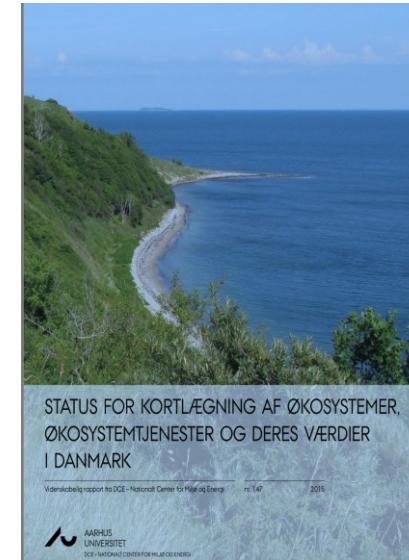
“ MAINTAIN AND RESTORE ECOSYSTEMS AND THEIR SERVICES

**Action 5: Improve knowledge of ecosystems and their services in the EU**

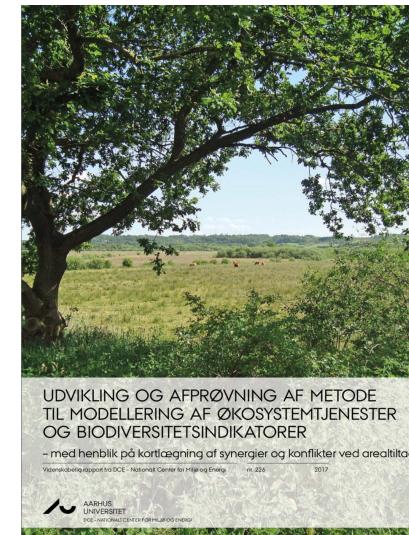
Member States, with the assistance of the Commission, will map and assess the state of ecosystems and their services in their national territory by 2014, assess the economic value of such services, and promote the integration of these values into accounting and reporting systems at EU and national level by 2020.”

# DANSK KONTEKST OG RESPONS

Member States, with the assistance of the Commission,  
will map and assess the state of ecosystems and their  
services in their national territory by 2014,



assess the economic value of such services, and promote  
the integration of these values into accounting and  
reporting systems at EU and national level by 2020.



# ES SOM ET REDSKAB TIL AREAL- PLANLÆGNING

Arealer er knappe ressourcer

Mennesker værdsætter mange tjenester fra disse arealer

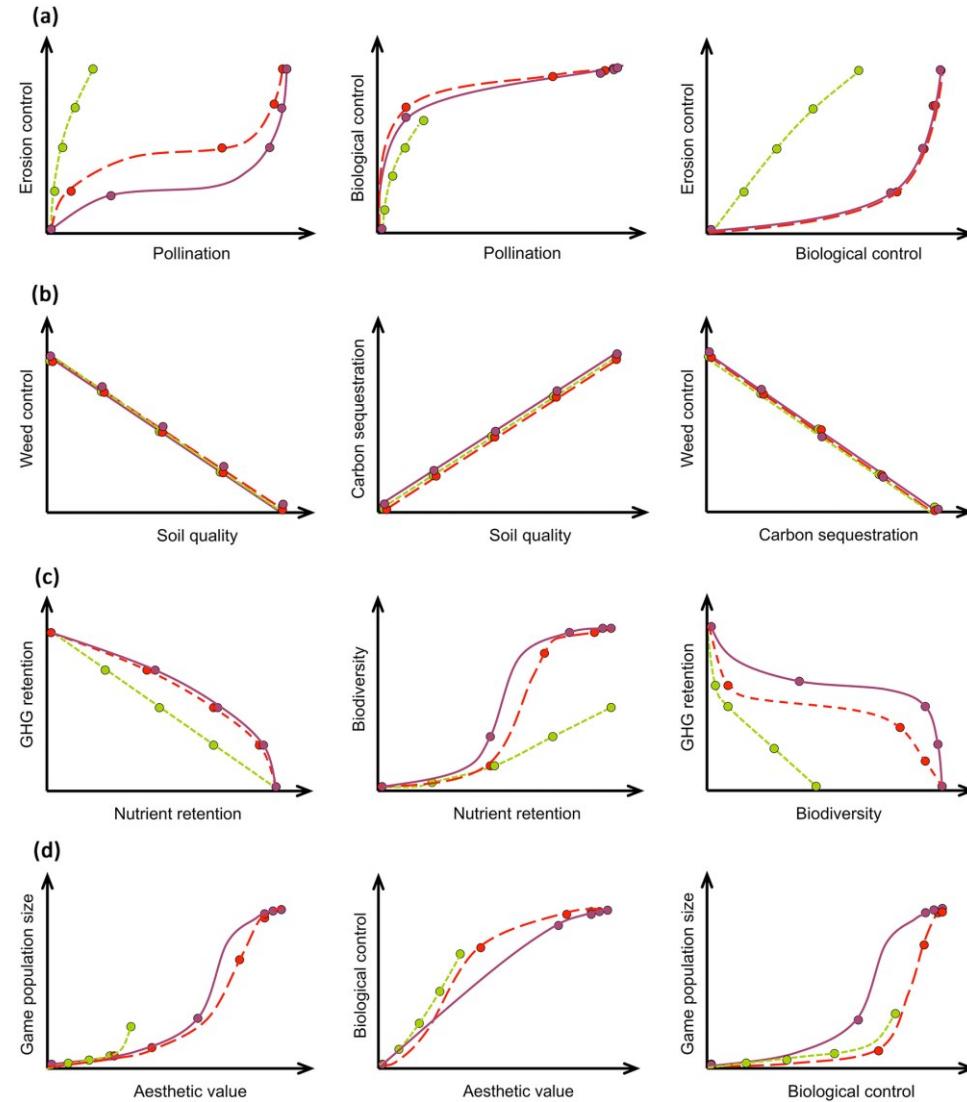
Arealforvaltning mhb. på en tjeneste påvirker andre tjenester

Potentialet for at levere en tjeneste afhænger af geografi og det omkringlæggende landskab

Værdien af tjenesterne afhænger af vores præferencer og hvor tjenesterne leveres

# ES – ET REDSKAB TIL AREALPLANLÆGNING

Trade-off/  
Synergi analyser  
Som biofysiske relationer

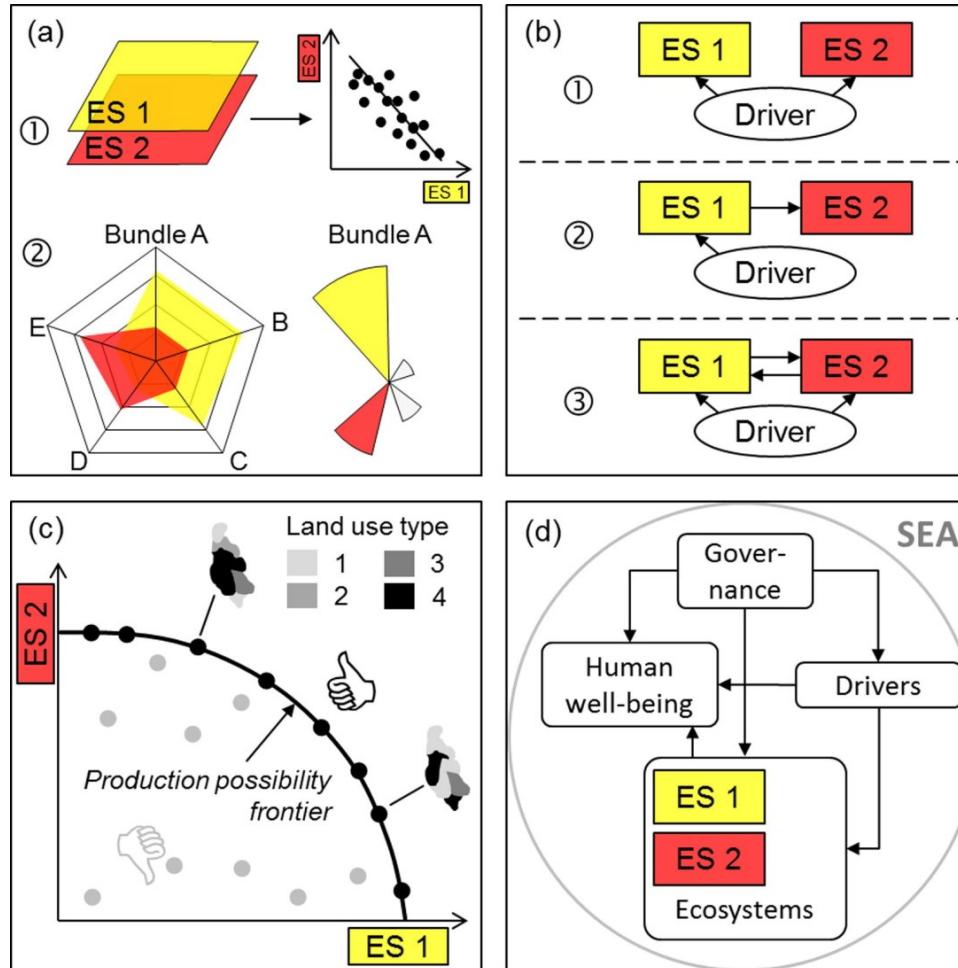


Lindborg et al (2017). How spatial scale shapes the generation and management of multiple ecosystem services. *Ecosphere*

# ES – ET REDSKAB TIL AREALPLANLÆGNING

- Trade-off / synergি analyser

til økonomiske analyser



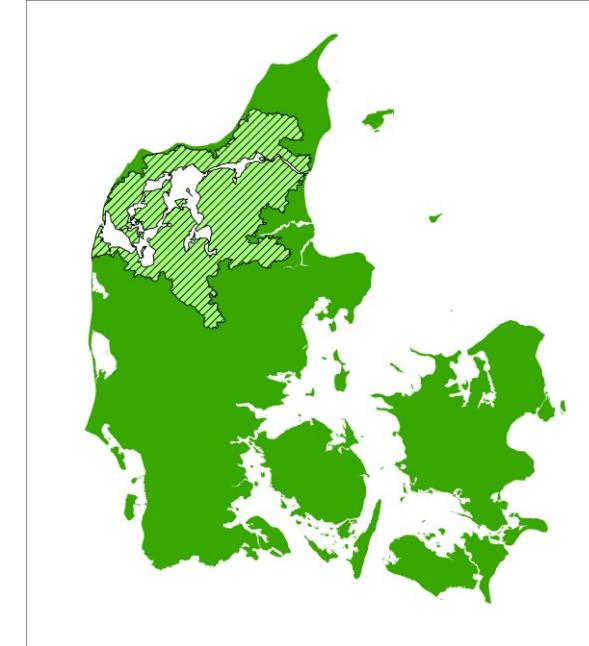
Cord et al. (2017) Towards systematic analyses of ecosystem service trade-offs and synergies: Main concepts, methods and the road ahead, *Ecosystem Services*, Volume 28, Part C,

# MODELUDVIKLING



Limfjordens opland:  
7600 km<sup>2</sup> areal land  
1500 km<sup>2</sup> vand

# NATIONAL MODEL

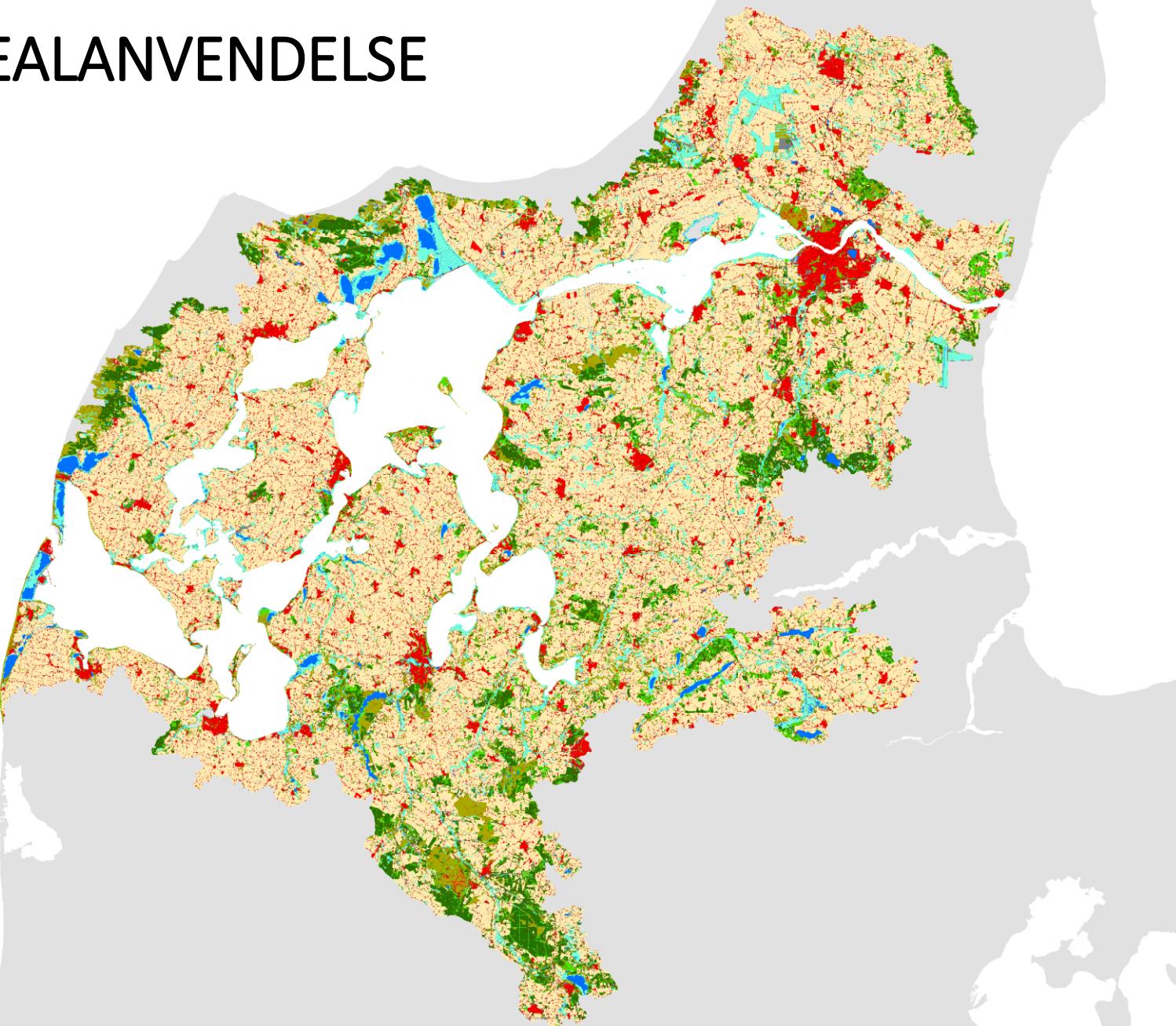


Danmarks areal, landbrug  
26334 km<sup>2</sup>

# AREALANVENDELSE

Arealanvendelse

- ikke defineret
- omdriftsareal
- urban
- løvskov
- nåleskov
- tør natur
- sø og vandsløb
- infrastruktur
- fugtig-våd natur



# DK TILGANG I MODELUDVIKLING

## Scenario tilgang:

- Optimal allokering af arealanvendelse for forskellige tjenester (services)
- 1%, 3% og 5% af landbrugsarealer indenfor omdrift samt produktionskov, udtages til natur eller skovrejsning

## Økosystem tjenester:

- Fødevarer, træproduktion, jagt
- Vandkvalitetsregulering, klima, rekreation

## Biodiversity Indicators:

- Artsbeskyttelse, habitatstruktur, habitat sammenhæng (forbindelse)

# SAMLET EVALUERING: SCENARIE-EFFEKT MATRICE

	ÆNDRING I ES OG BIODIVERSITETSINDIKATORER								
SCENARIER	$\Delta E S 1$	$\Delta E S 2$	$\Delta E S 3$	.	.	.	.	$\Delta B 1$	$\Delta B 2$
ES1 Scenario									
ES2 Scenario									
ES3 Scenario									
.									
.									
B1 Scenario									
B2 Scenario									

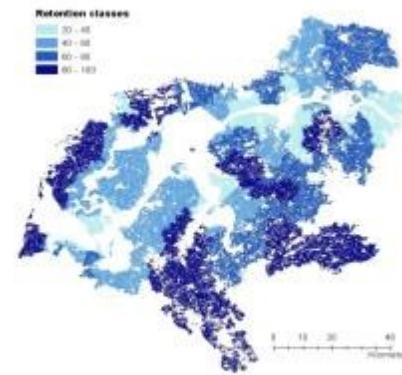
Trade-offs/synergier

Sideeffekter  
(Co-benefits)

# OPTIMAL AREALANVENDELSE FOR FORBEDRET VANDKVALITET

Faktorer der bestemmer fysiske ES:  
jordtype, arealanvendelse, hydrologi

Faktorer der bestemmer monetær værdi af ES:  
ved skyggepris (omkostningsbestemt):  
N-indsatskrav, produktivitet og  
indtjeningsniveau landbrug



N Retention

Konrad, MT, Andersen, HE, Gyldenkaerne, S & Termansen, M 2017, 'Synergies and trade-offs in spatially targeted water quality and climate change mitigation policies', *Land Economics*, vol. 93, no. 2, pp. 309-327.

# VÆRDISÆTNING AF FORBEDRET VANDKVALITET

Oplandsmodel til omkostningsminimering (TargetEconN)

$$\text{Min } \sum_i \text{Cost} (X_i * P(LU_i))$$

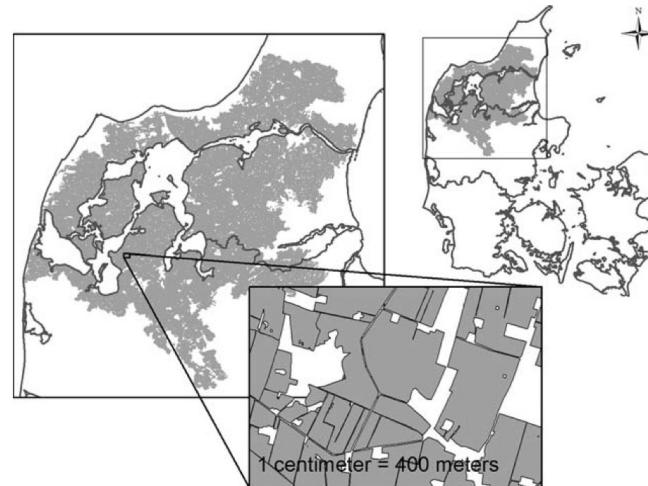
ST

$$\sum_i X_i * R_i * (L_i - E_i) \leq \text{Indsatskrav } T$$

$$X_i = 1 \text{ or } X_i = 0$$



Laveste omkostning til at opnå indsatskrav



Afgrøder (LU<sub>i</sub>)

Økonomisk afkast (P<sub>i</sub>)

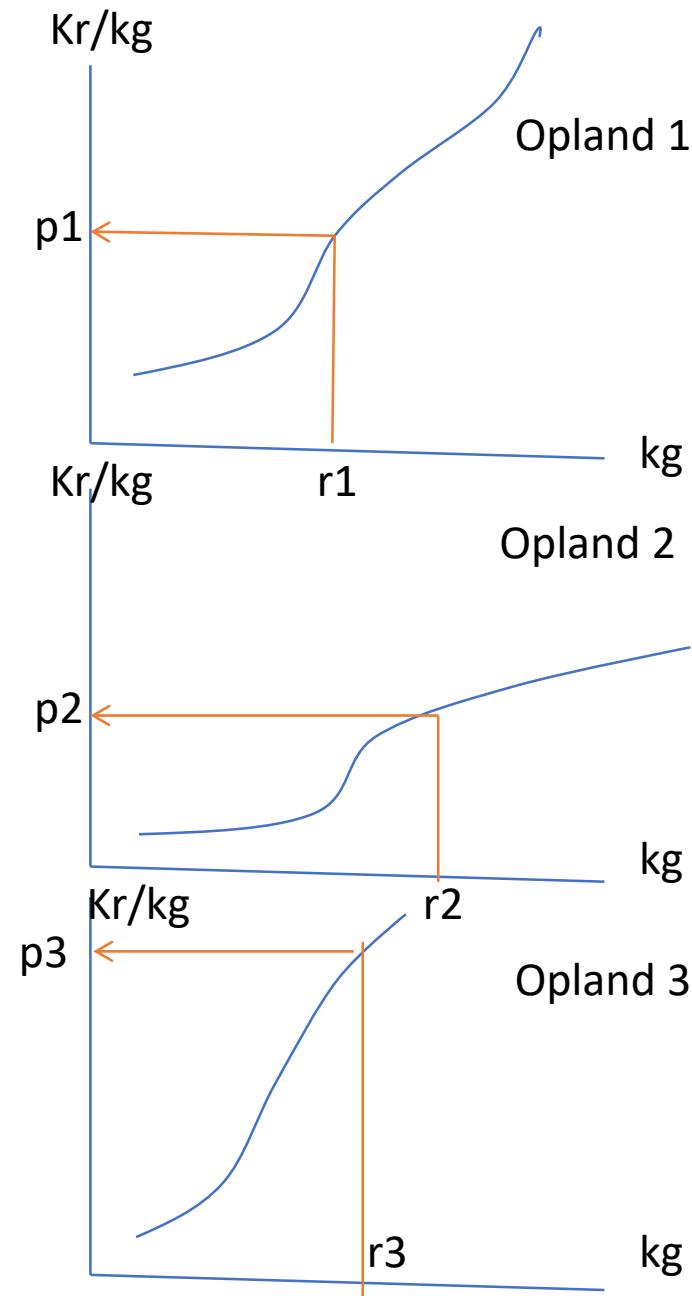
Udvaskning (L)

Retention, (R<sub>i</sub>)

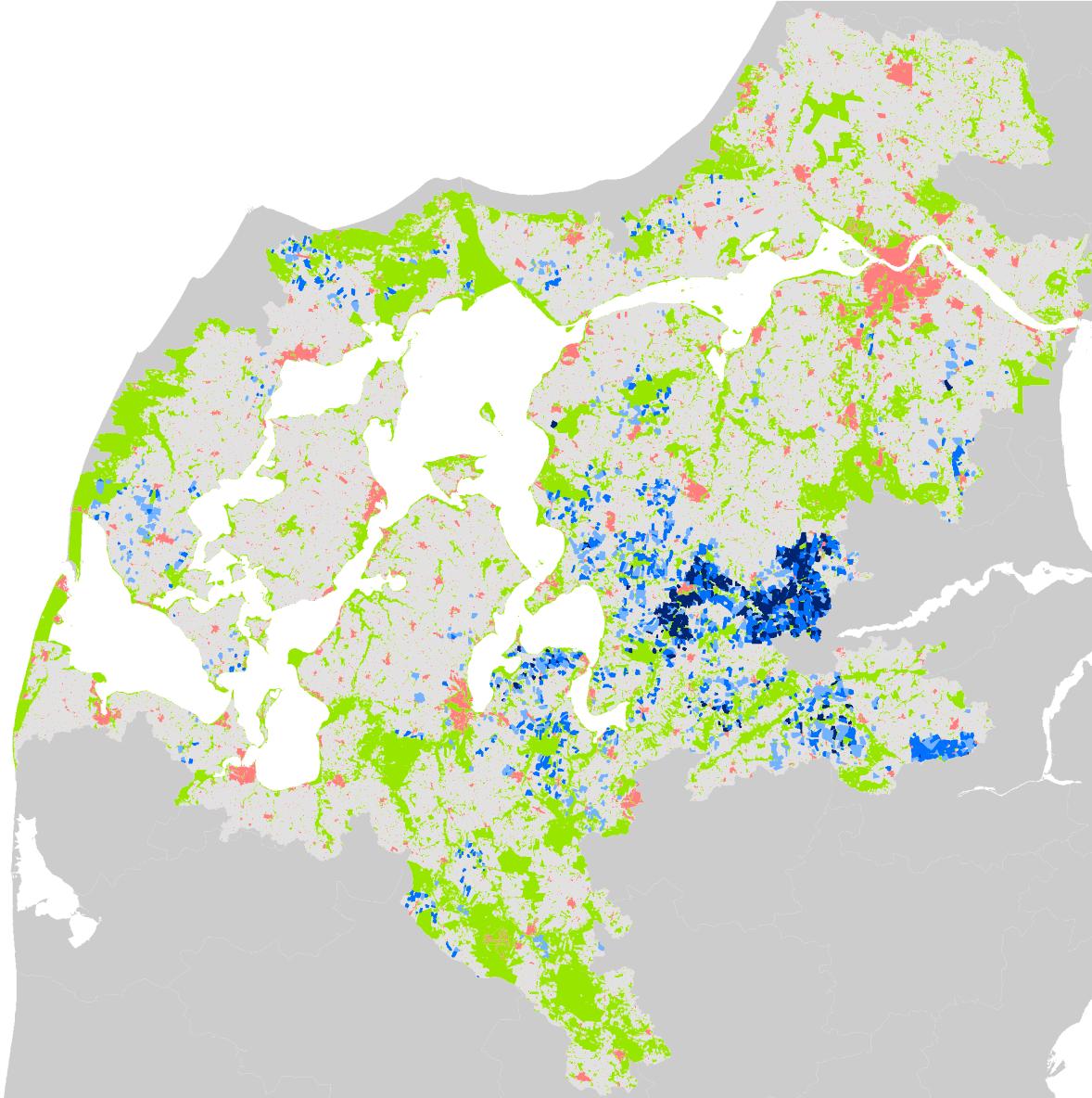
Effekt af udtag (E<sub>i</sub>)

# SKYGGEPRIS

TargetEconN: identificerer marginalomkostningerne ved reduktion af tilførsler af næringstoffer til vandmiljøet ved det politisk bestemte niveau for indsatskrav (reduktioner i N og P tilførsler til vand)



# VANDKVALITET, LIMFJORDSMODEL



# OPTIMAL AREALANVENDELSE OG KLIMAREGULERING

ES: Klimaregulering: binding af kulstof i jord og biomasse, ændringer i GHG emissioner fra landbrug

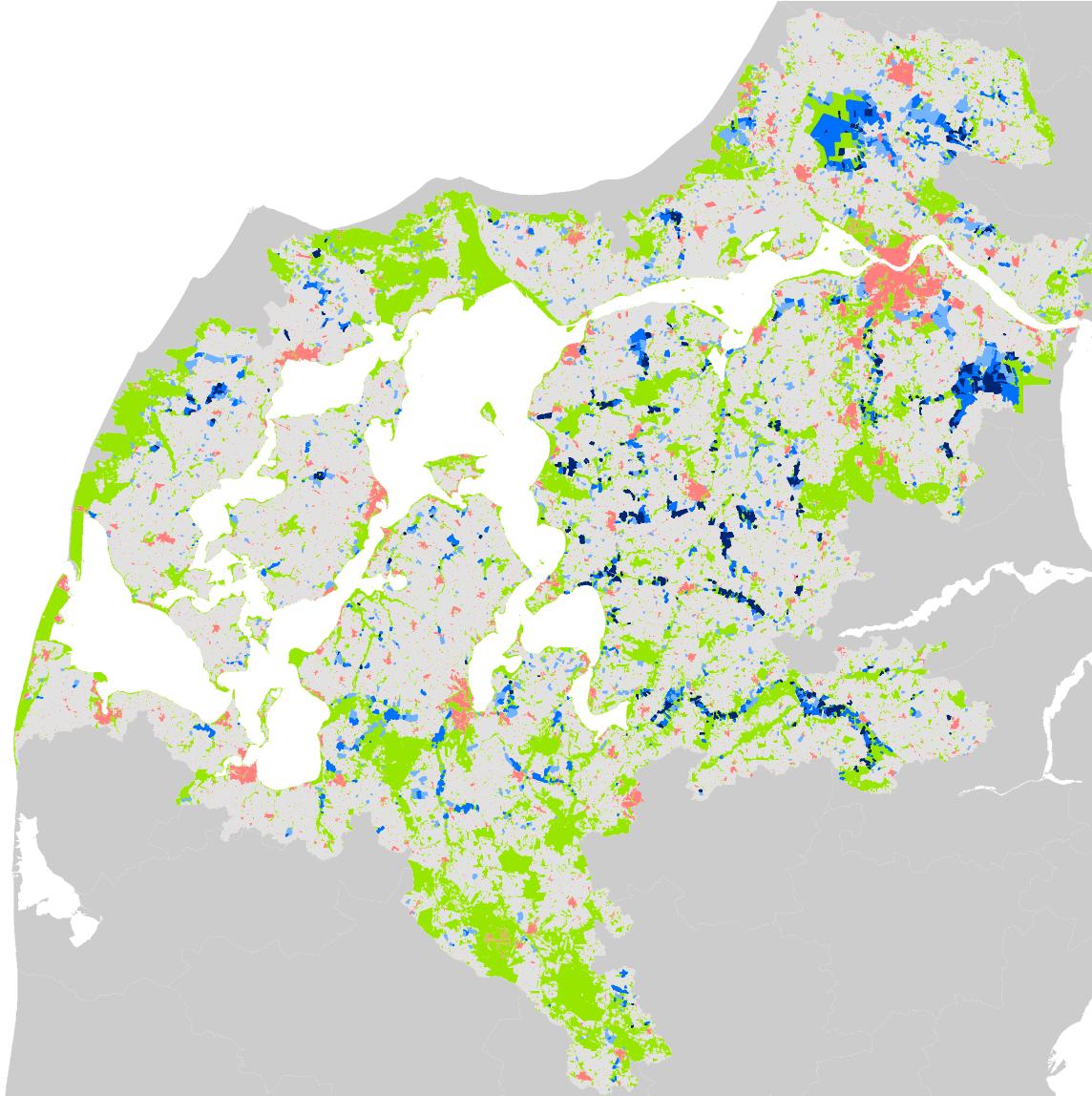
Faktorer der bestemmer ES fysisk:

Jordtype, afgrøder, organisk indhold i jorden, skovtilvækst (produktivitet)

Faktorer der bestemmer den økonomiske værdi:

Danske målsætninger for GHG reduktioner  
Alternative muligheder for reduktion

# KLIMA, LIMFJORDSMODEL



# AREALANVENDELSE TIL FORBEDRING AF REKREATIVE TJENESTER (ES)

ES: besøg til rekreative arealer

Faktorer der bestemmer allokering:

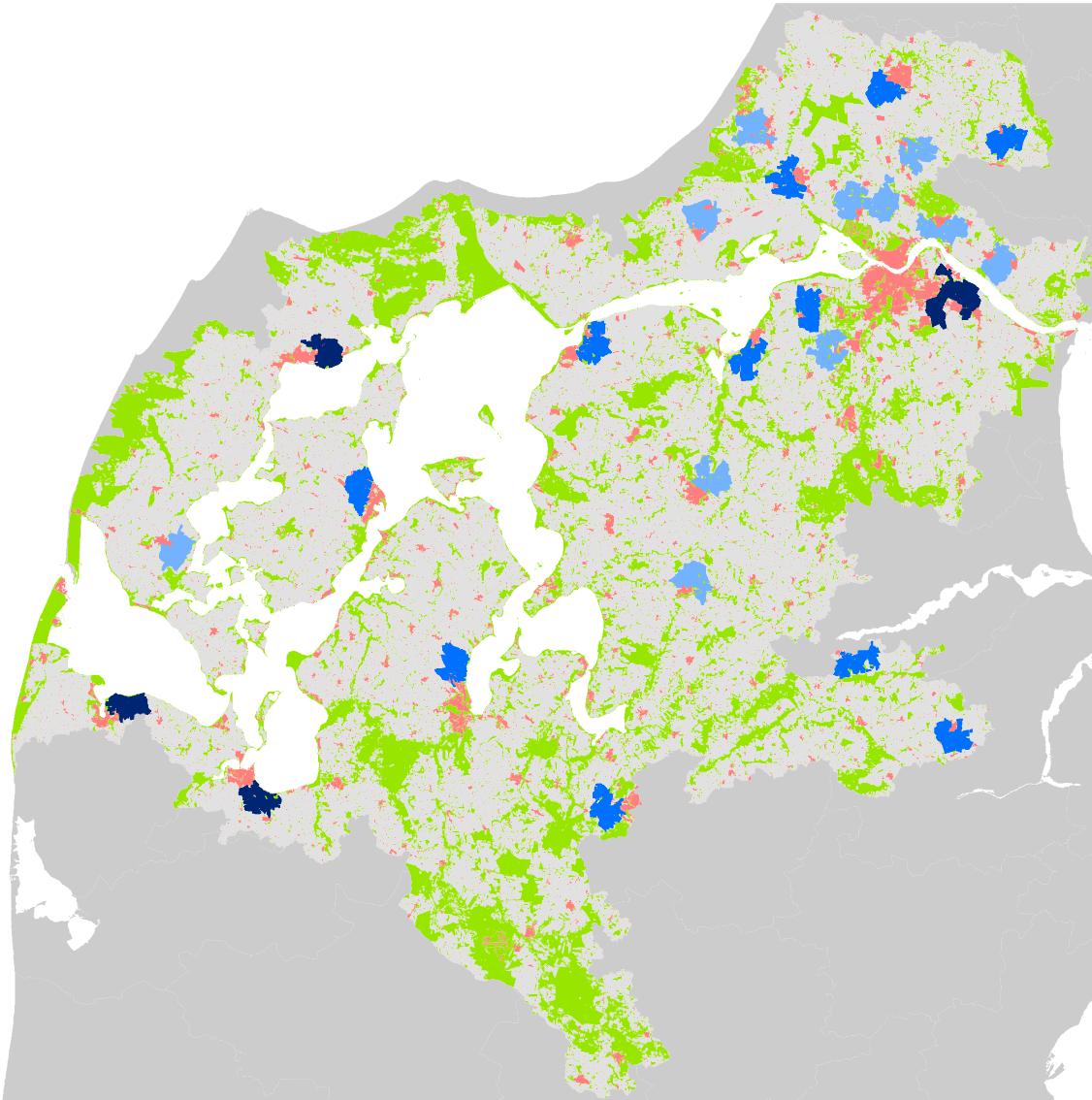
Rumlig fordeling af individer/befolkningen

Rumlig fordeling af eksisterende rekreative områder

Faktorer der bestemmer den økonomiske værdi:

Afstand til der hvor folk bor, rekreativ adfærd, transportomkostninger, områdernes karakteristika, præferencer for karakteristika

# REKREATION, LIMFJORDSMODEL



Arealanvendelse

urban

intensivt landbrug

lysåben natur, ekstensivt landbrug, skov

Arealudtag ved:

5 %

3 %, 5 %

1 %, 3 %, 5 %

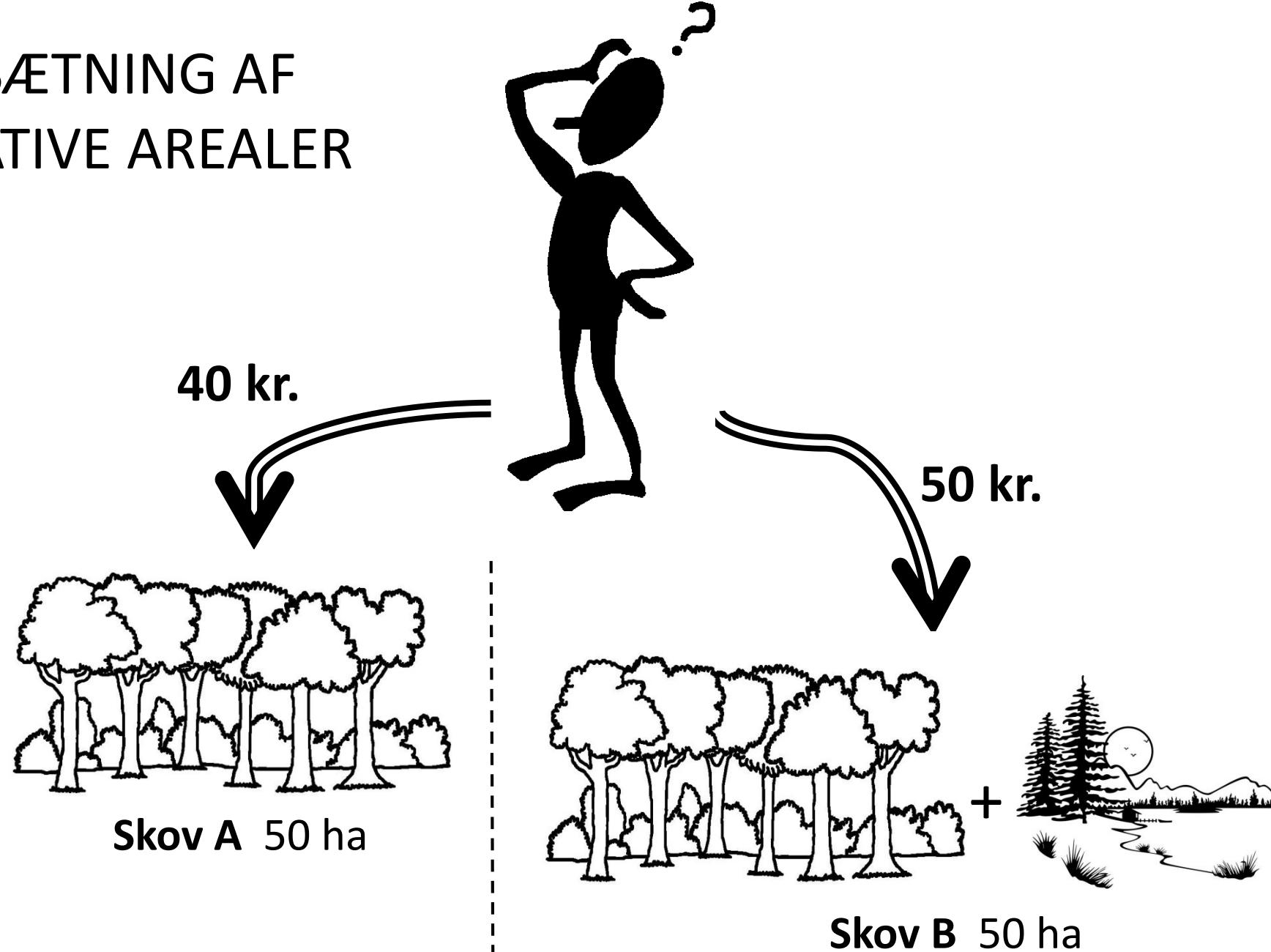
0

5

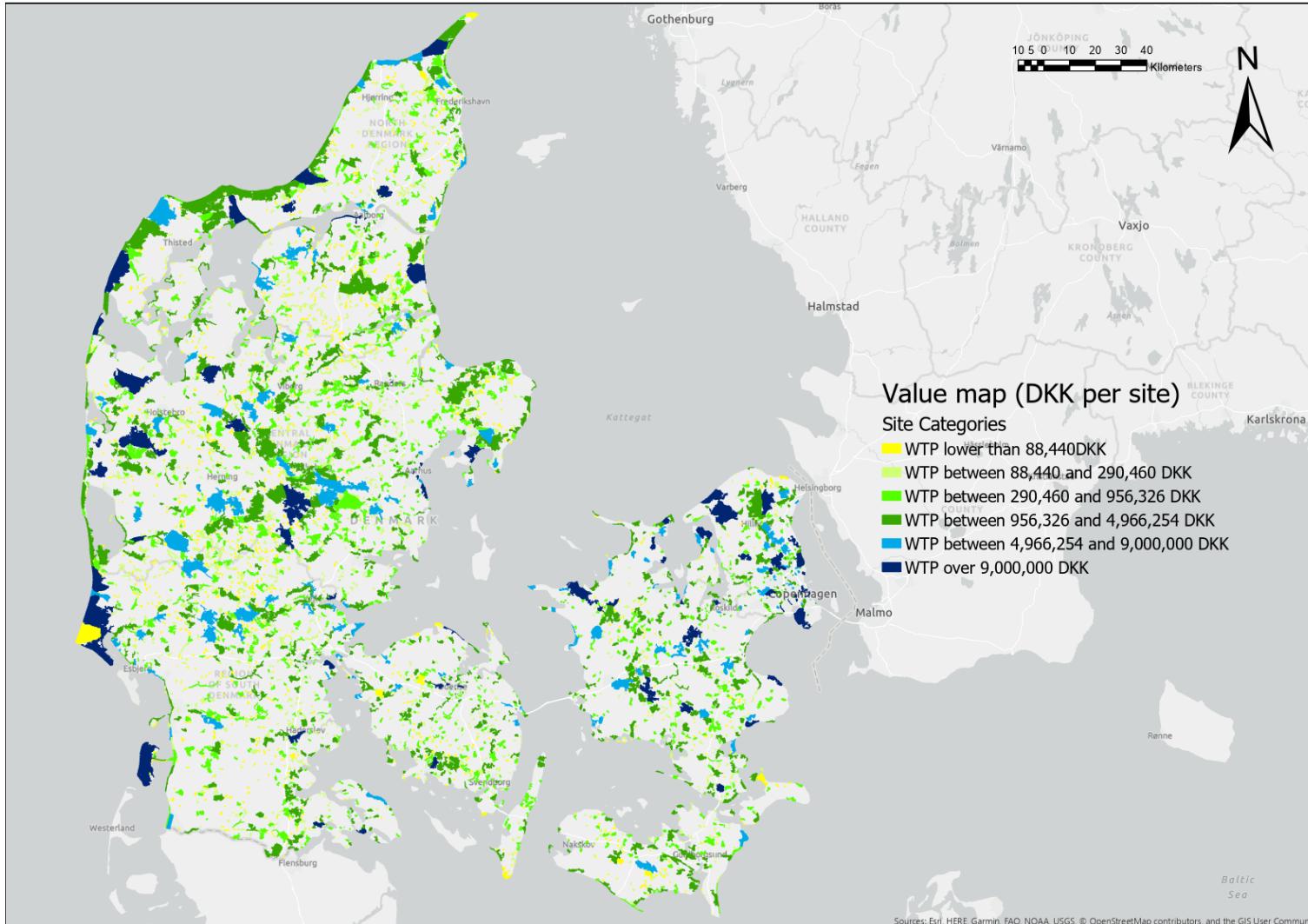
10

20 kilometer

# VÆRDISÆTNING AF REKREATIVE AREALER



# RANDOM UTILITY MODEL: VALG MELLEM OMRÅDER VÆRDIKORT



# AREALANVENDELSE TIL FORBEDRING AF BIODIVERSITET

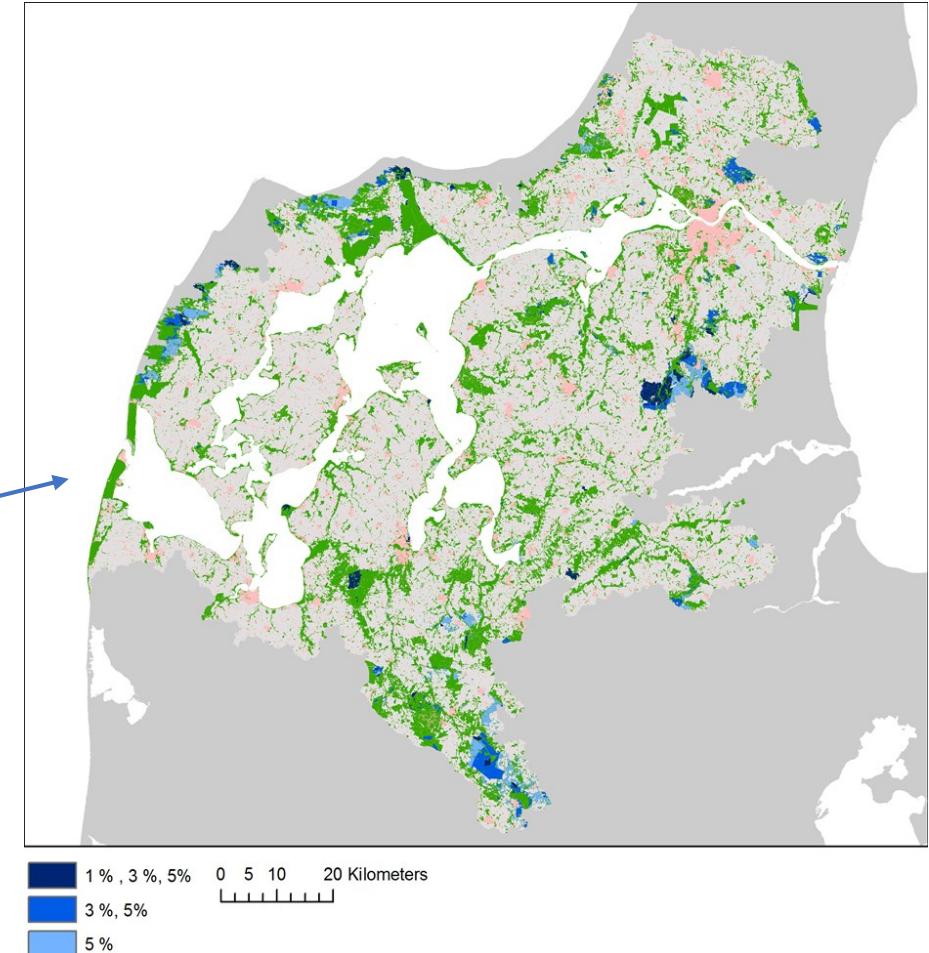
Udpegning af hotspots for rødlistede arter

Nationalt biodiversitetstkort (Ejrnæs et al, 2015)

Faktorer til bestemmelse af indikator-værdi

Dækning for 383 sjældne arter

Anvendt til at bestemme placering



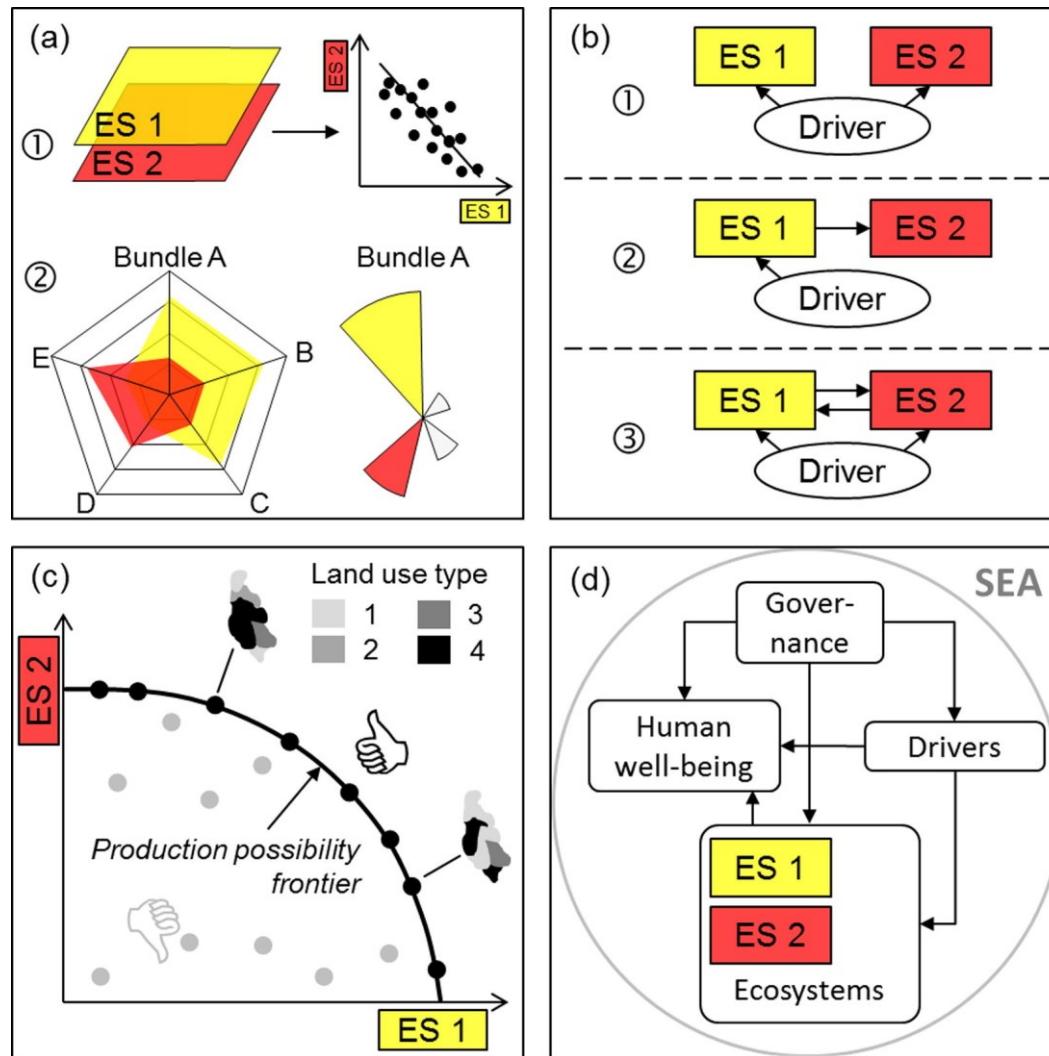
# OPSUMMERING LIMFJORDEN

7 ES/B effekter:

4 ES/B scenarios:

Vandkvalitet  
Klimaregulering  
Rekreation  
Biodiversitet hotspots

Vandkvalitet  
Klimaregulering  
Rekreation  
**Fødevarer**  
**Tømmer**  
**Jagt**  
Biodiversit-hotspot



# Synergies og trade-offs:

## Scenarie-effect matrix

	Ændring i ES & BIODIVERSITET INDIKATORER									
SCENARIE	$\Delta E S 1$	$\Delta E S 2$	$\Delta E S 3$	.	.	.	.	.	$\Delta B 1$	$\Delta B 2$
ES1 Scenarie				↑	↑					
ES2 Scenarie										
ES3 Scenarie			←					→	Co-benefits	
.										
.										
B1 Scenarie									Trade-offs/synergier	
B2 Scenarie										

1%

## Monetære enheder (mio. dk)

## Ikke-Monetære enheder

Scenarier	Ændring i destinationsgod							
	Ændring i produktion	Ændring i kæstudsledning i Umorden	Ændring i kulturlandsby	Ændring i rekreation	Ændring i bægværdi	Tjenester total	(MAC/km²)	Ændring i destinationsgod
Vand	-11,6	N/A	86,5	8,2/0,9	1,5	0,28	85,77	1
Klima	-22,7	-6,2	6,2	124,4/13,7	3,0	0,44	105,6	1
Rekreation	-25,6	-2,8	6,3	15,2/1,7	20,1	0,32	13,1	0
Biodiversitets-hotspot	-0,5	-8,7	0,2	0,4/0,04	N/A	0,02	-9,8	100

5%

Scenarier	Monetære enheder (mio. dk)						Ikke-monetære enheder	
	Endring i biodiversitet	Endring i klima	Endring i landbruget	Endring i vand	Endring i kulturlandskap	Endring i rekreation	Totalt nytte	Endring i Dansk miljøgård
Vand	-58,4	N/A	240,0	40,6/4,4	12,5	1,4	236/200	6
Klima	-124,4	-29,4	27,5	453,2/49,9	17,8	2,2	347/-57	5
Rekreation	-88,2	-14,1	54,5	81,1/8,9	107,3	1,8	142/70	5
Biodiversitets-hotspot	-3,0	-40,3	14,2	2,4/0,3	N/A	0,1	-27/-29	100

# KONKLUSION 1. STUDIE



Gevinster fra målretning

Synergier fra sideeffekter

- 1) Rumlig heterogenitet økosystem tjenester (flow)
- 2) Co-korrelation økosystem tjeneste flow
- 3) Specificering af arealanvendelses-tiltag
- 4) Rumligt samspil/afhængighed

## POLICY IMPLIKATIONER!

Når potentialet for en økosystem tjeneste er størst på  
små specifikke små arealer:

Målretning kan være efficient - sideeffekter kan være  
begrænsede

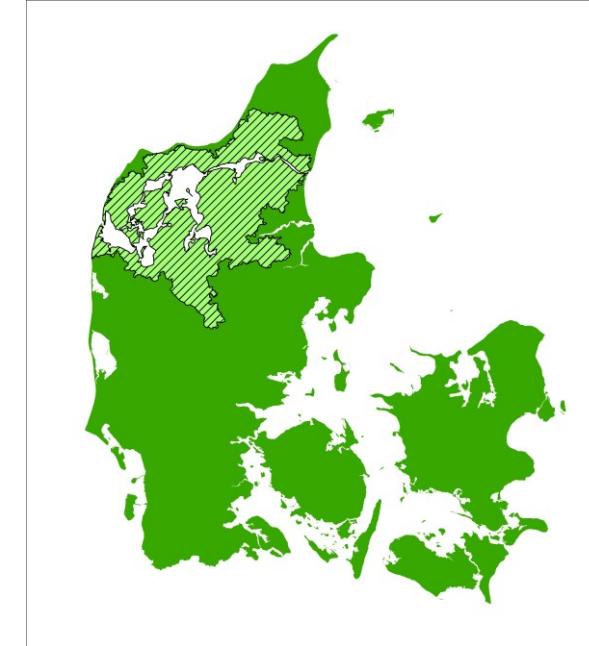
Når sideeffekter er større end effekterne fra målretning:  
Optimer over flere økosystem tjenester

# MODELUDVIKLING



Limfjordens opland:  
7600 km<sup>2</sup> areal land  
1500 km<sup>2</sup> vand

# NATIONAL MODEL



Danmarks areal, landbrug  
26334 km<sup>2</sup>

## UDVIKLING AF NATIONAL MODEL

Forbedret datagrundlag for tilstand og økonomi på skovarealerne

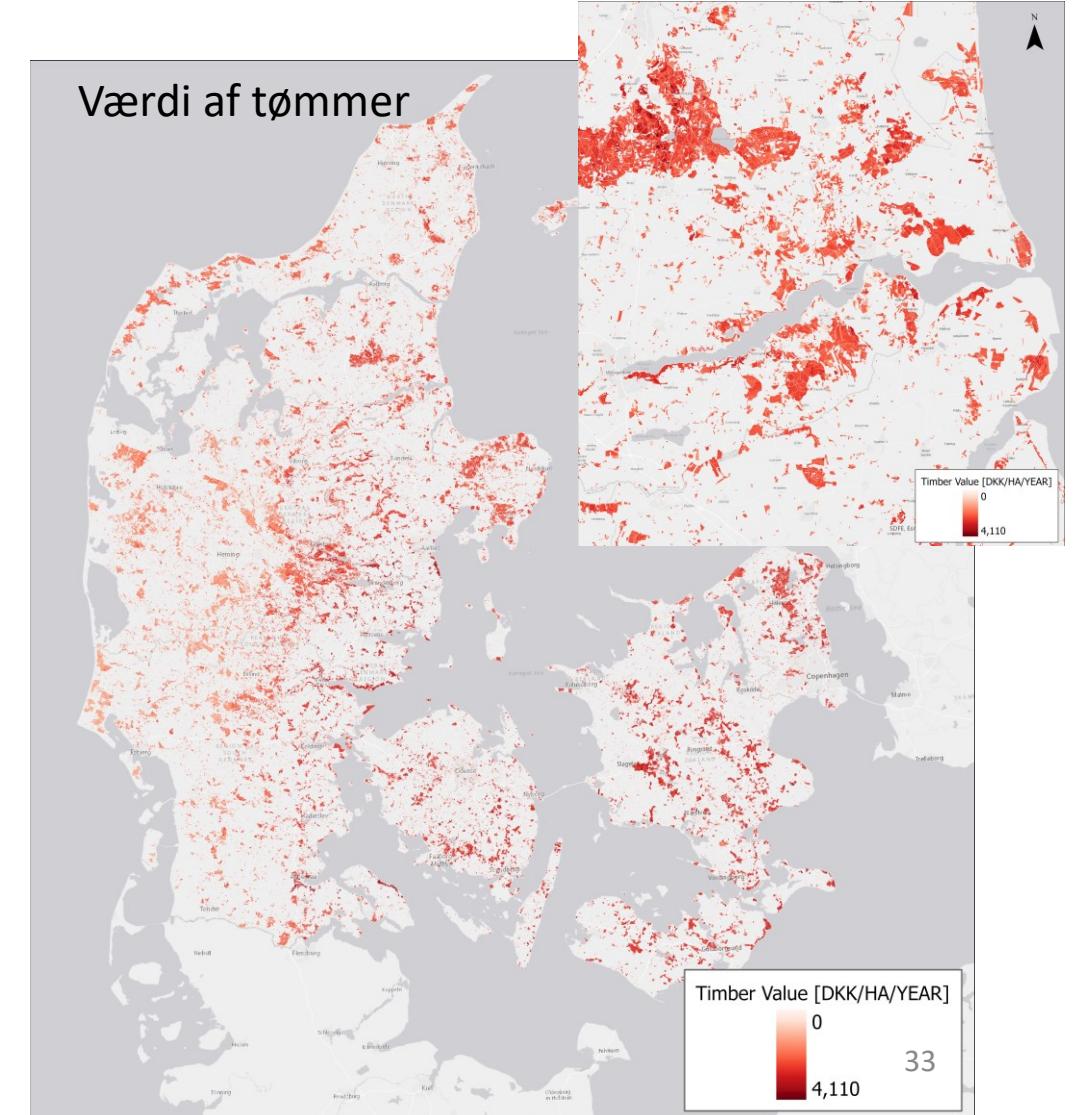
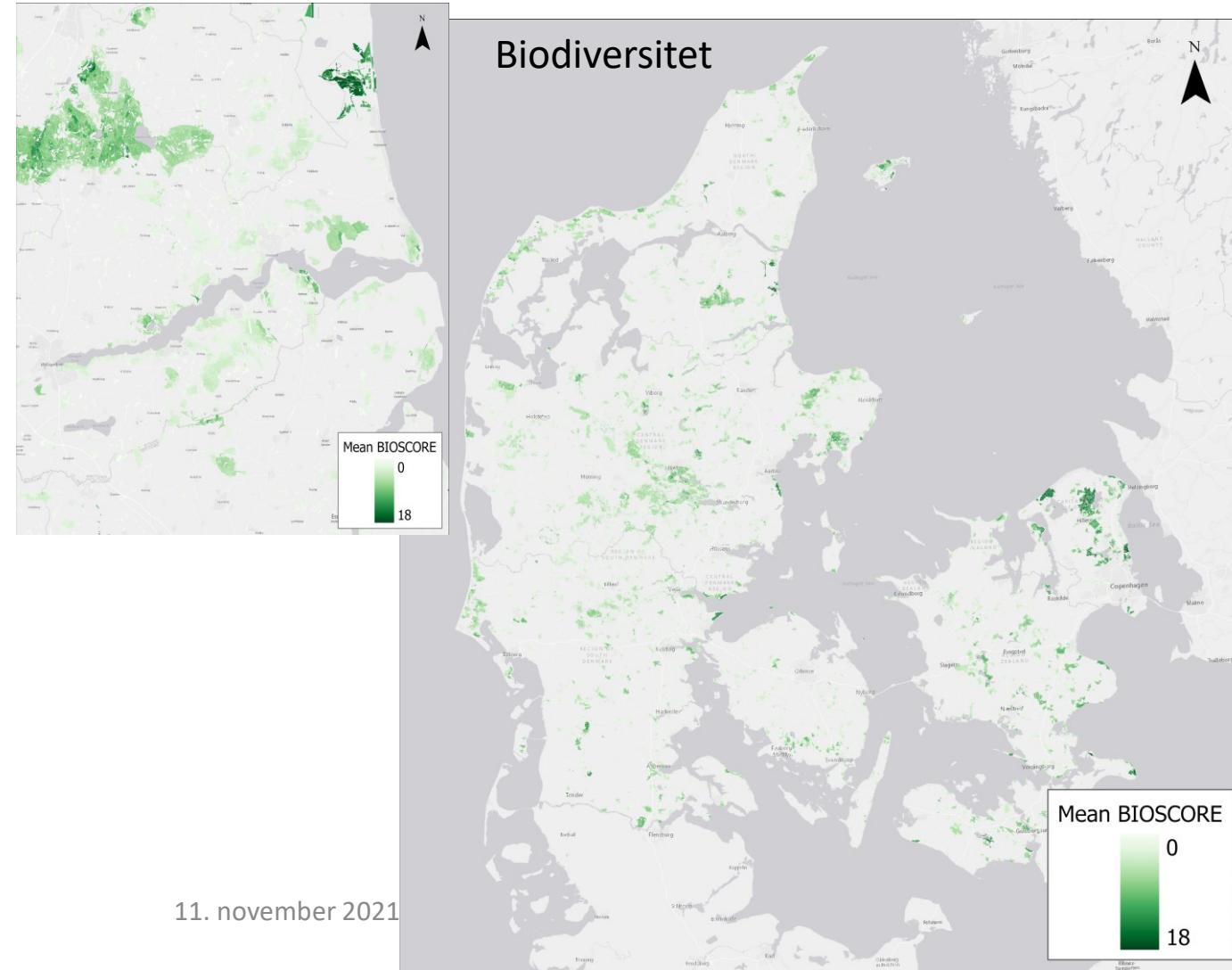
Opdatering af datalag på landbrugsarealer

Inkludering af biodiversitetspotentiale på landbrugsarealer

Inkludering af fosfor påvirkning af vandkvalitet

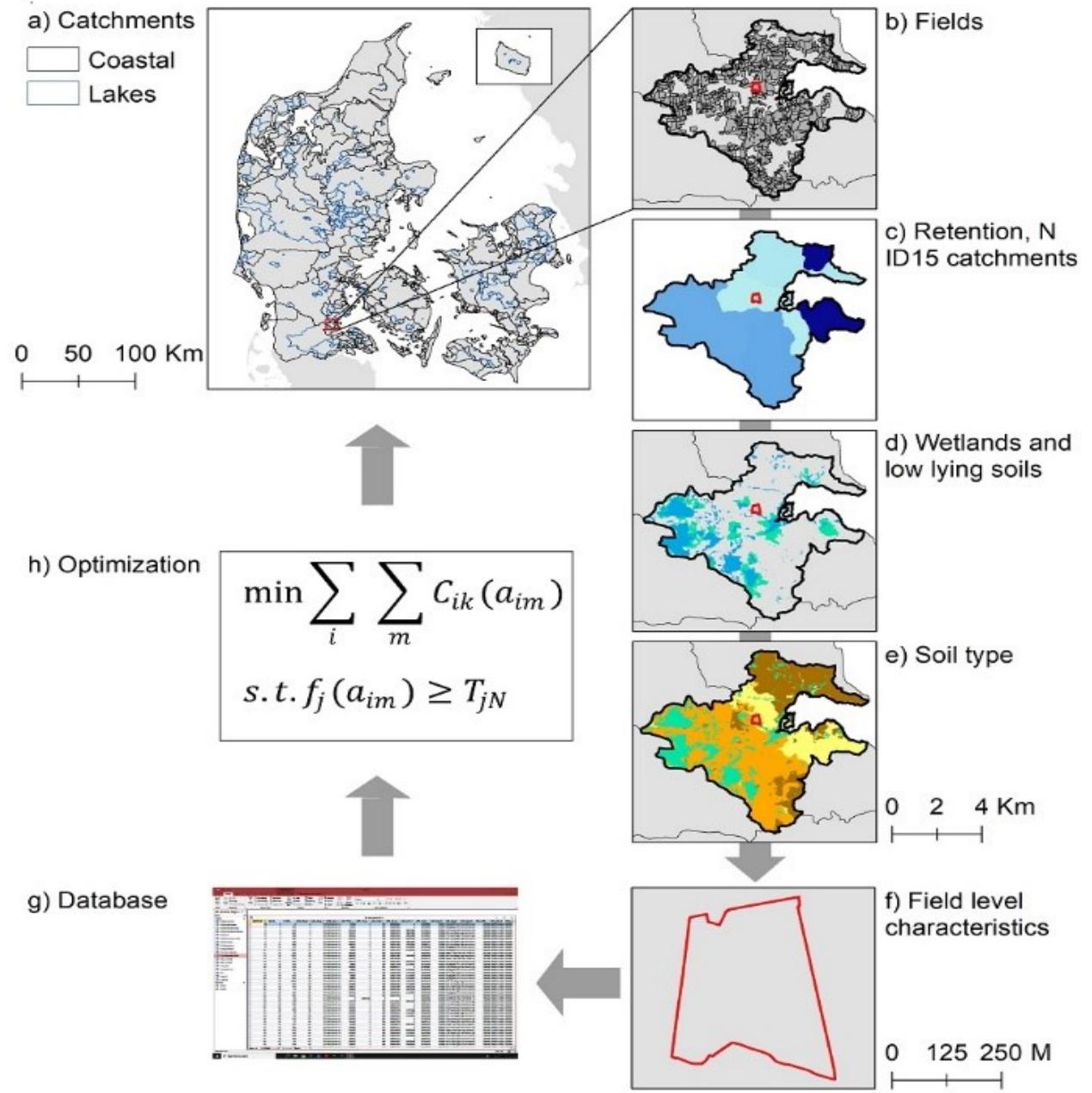
# BIODIVERSITET OG OMKOSTNINGER, SKOVE:

Opdelt skovene i homogene driftsenheder, på baggrund af stående biomasse og træart.



# OPDATERING AF DATA FOR LANDBRUGS-AREALERNE

Arbejder på markniveau og har opdateret data så de dækker 5 års produktion og økonomidata, samt de seneste data for udvaskning og retention.

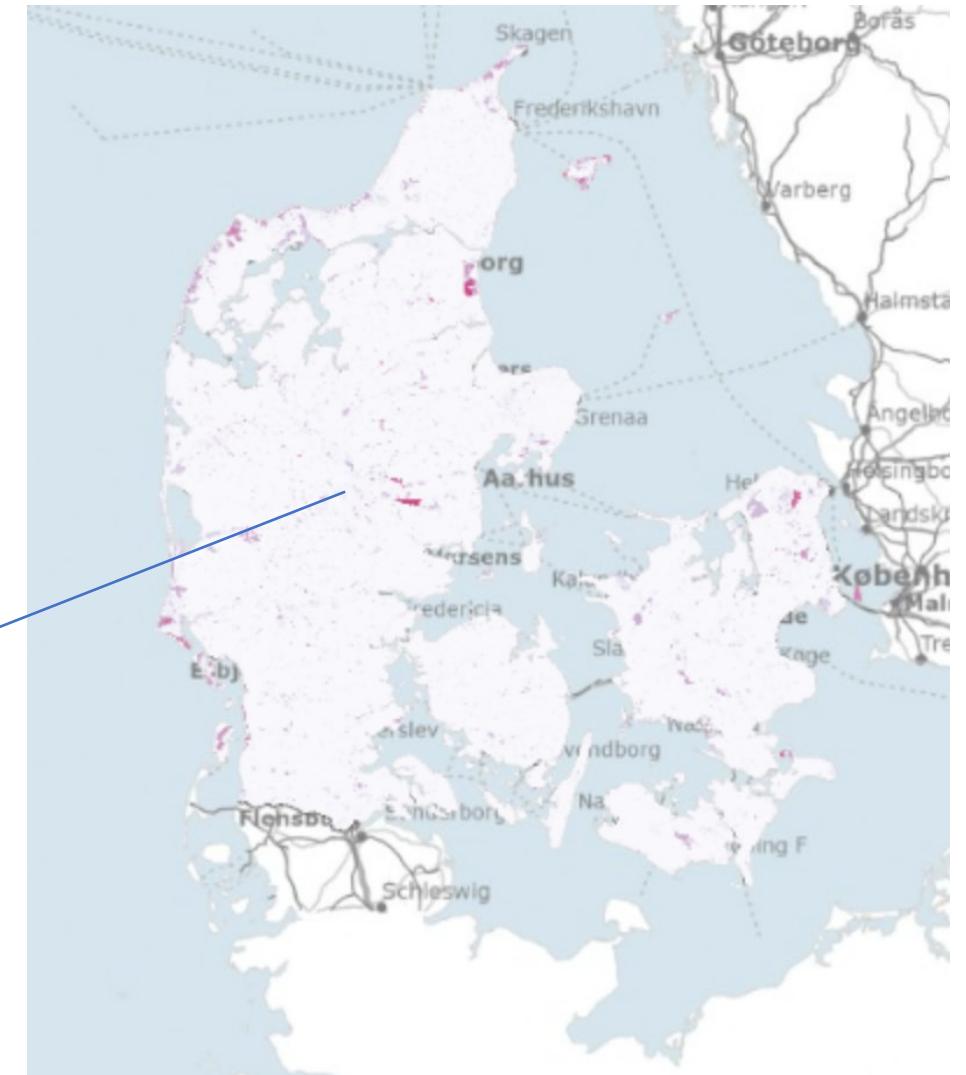
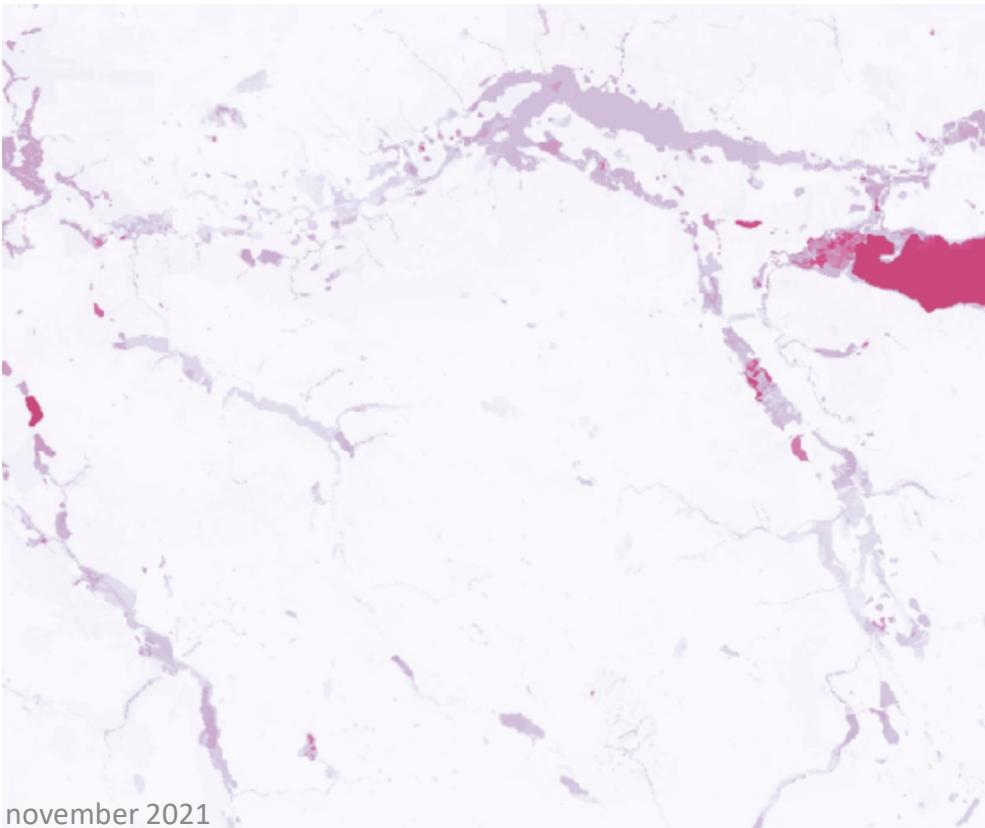


# DANSK NATUR INDIKATOR

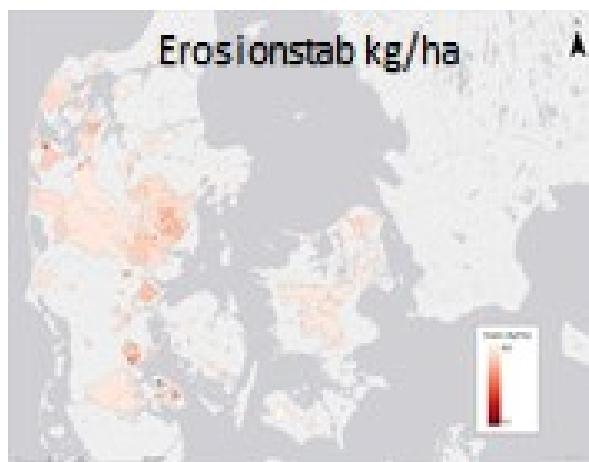
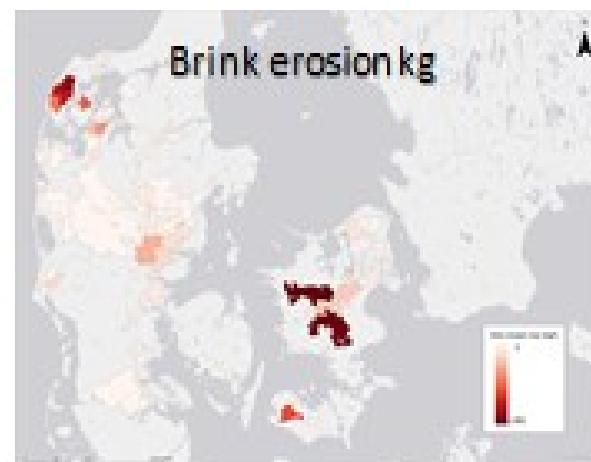
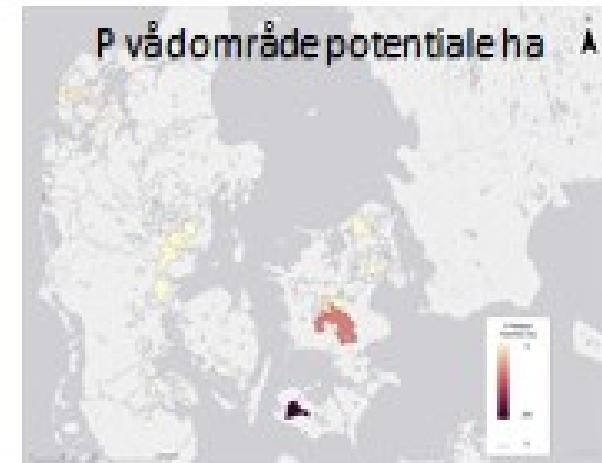
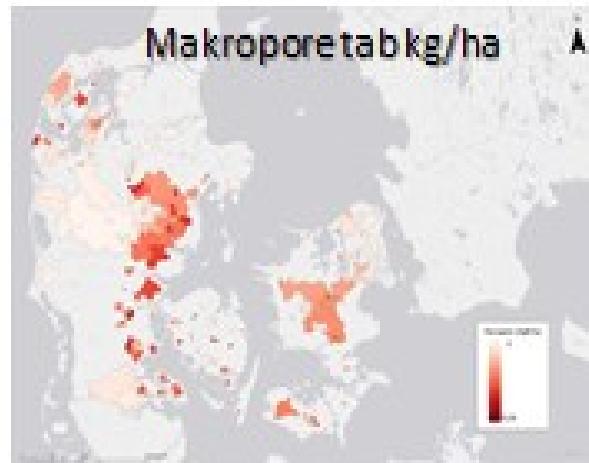
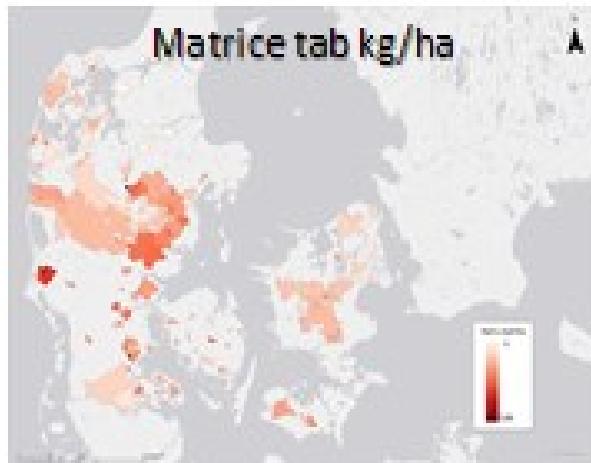
(naturindikator.dk)

Udviklet af BioScience, AU, på baggrund af arts specifikke data,  
kortlægning af biologiske processer og beskyttelses status.

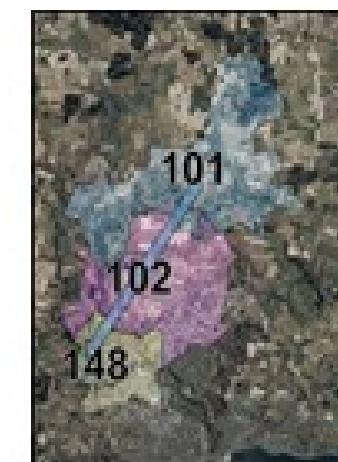
Vi anvender DNI som indikator for hvor potentialet ved  
udtag af landbrugsjord.



## DATA FOR FOSFORTAB

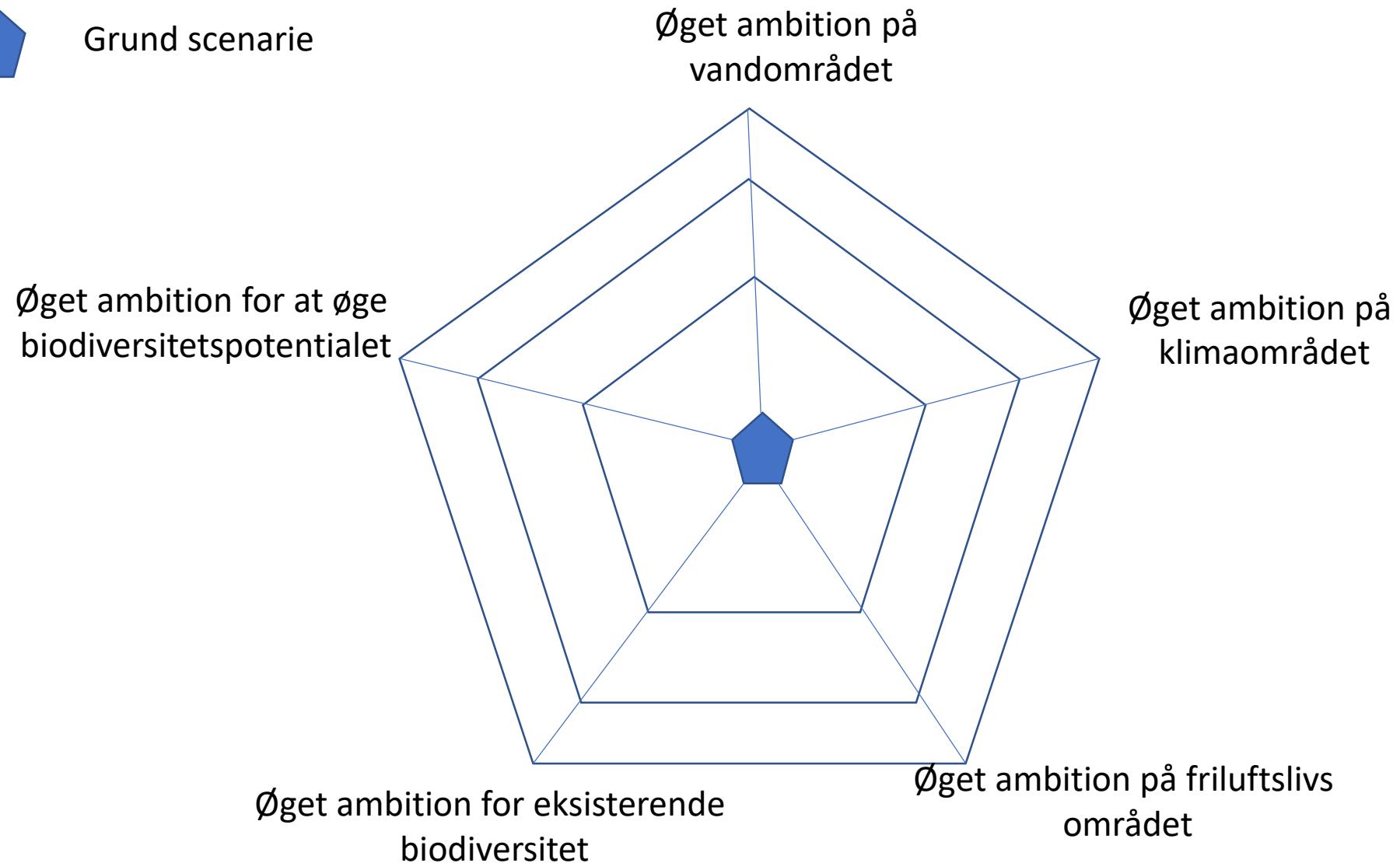


Søer i  
kæde,  
Retention





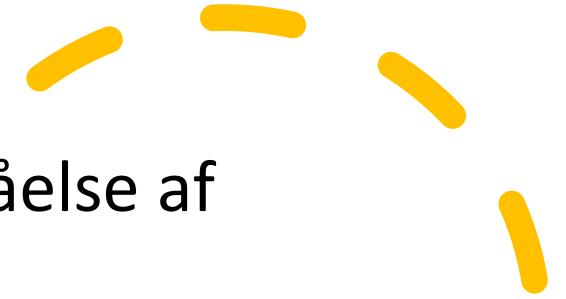
Grund scenarie



# Planlagte scenarier



**Grund scenarie** med opnåelse af  
moderat forbedring af  
økosystemtjenesterne  
  
vandkvalitet,  
klimaeffekter,  
biodiversitet beskyttelse,  
biodiversitets potentialer  
friluftsliv

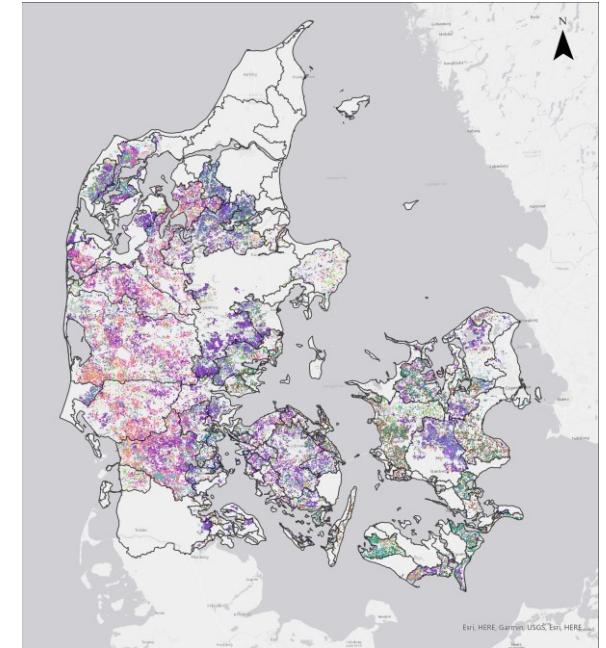
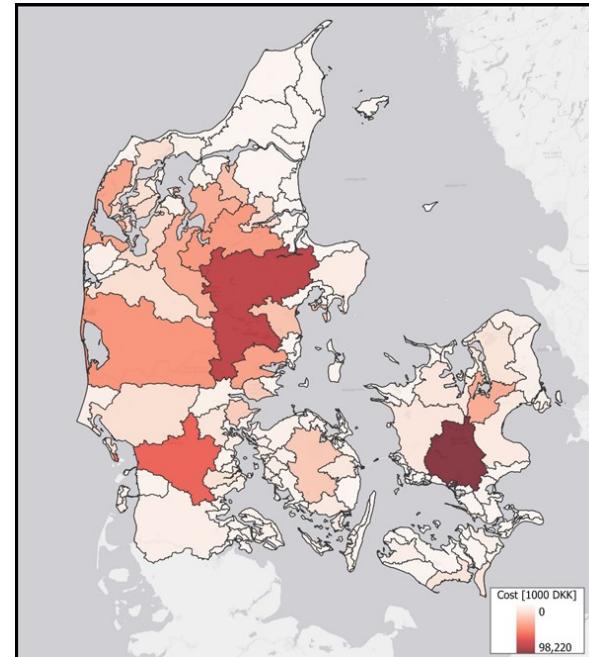


# Scenarie resultater



11. november 2021

Kortlægning af optimale indsatsområder:



Eksempel: fosfor, kvælstof

Merværdi ved koordinering fosfor og kvælstof; for fuldt  
indsatskrav 5% reduktion.

# Potentialer for anwendung



Data og modellering på mark- og skovbeovnsningsniveau:

Muligt at vurdere om potentialet for at øge økosystemtjenesterne er størst på relativt små specifikke arealer.

Udvikle og fremme politikker der øger målretning.

Når sideeffekter er store skal disse indtænkes i politik tiltag.

Optimer over flere økosystemtjenester. Den nationale model kan understøtte hvordan det bedst opnås.