



Det druknede landskab – Klima og kvælstofudledning

Gitte Blicher-Mathiesen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Referencer:

<https://dce2.au.dk/pub/TR184.pdf>

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_250-299/TR295.pdf

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_600-699/SR646.pdf

Klima og kvælstofudledning

Klima, vandafstrømning, tørke og kvælstofudledning

Øget ferskvandsafstrømning giver **øget kvælstofudledning** til kystvande.

Mere nedbør efterår og vinter giver **øget kvælstofudledning**

Signifikant øget trend for Nord- Vest og Sønderjylland.

Tørke med lave kvælstofudbytter giver **øget kvælstofudledning**

Med indlandsklima i Østdanmark og begrænset mulighed for at markvande, er der højere risiko for tørke her end i Jylland.

Rapport fra EU's Miljøagentur

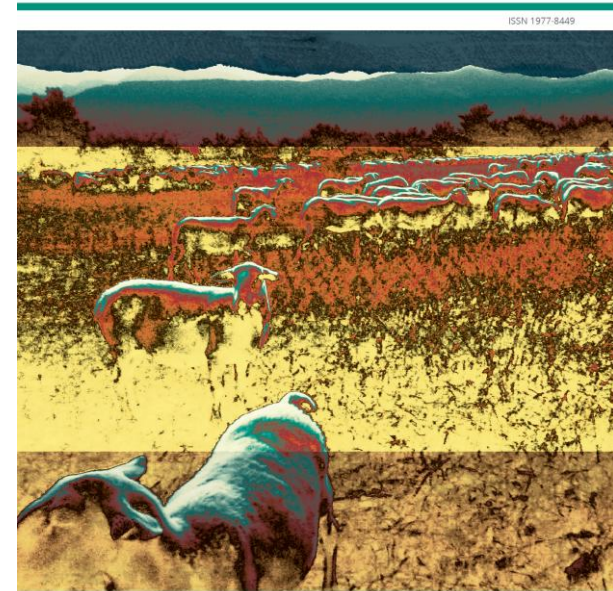
EEA Report | No 04/2019

Climate change adaptation in
the agriculture sector in Europe

Nøgle pointer fra denne rapport

Ændringer i klimaet

- allerede nu påvirkes landbrugsproduktionen **negativt** i Europa og det vil fortsætte i fremtiden
- har måske også lokalt positive effekter med længere vækstsæsoner til gavn for plante produktionen
- antal af ekstreme vejfænomener stiger og påvirker med lavere plantevækst



Climate change impacts on the agricultural sector in Europa

Boreal region

- Increase in heavy precipitation events
- Increase in precipitation
- Increasing damage risk from winter storms
- Increase in crop yields

Atlantic region

- Increase in heavy precipitation events
- Increasing risk of river and coastal flooding
- Increasing damage risk from winter storms

Continental region

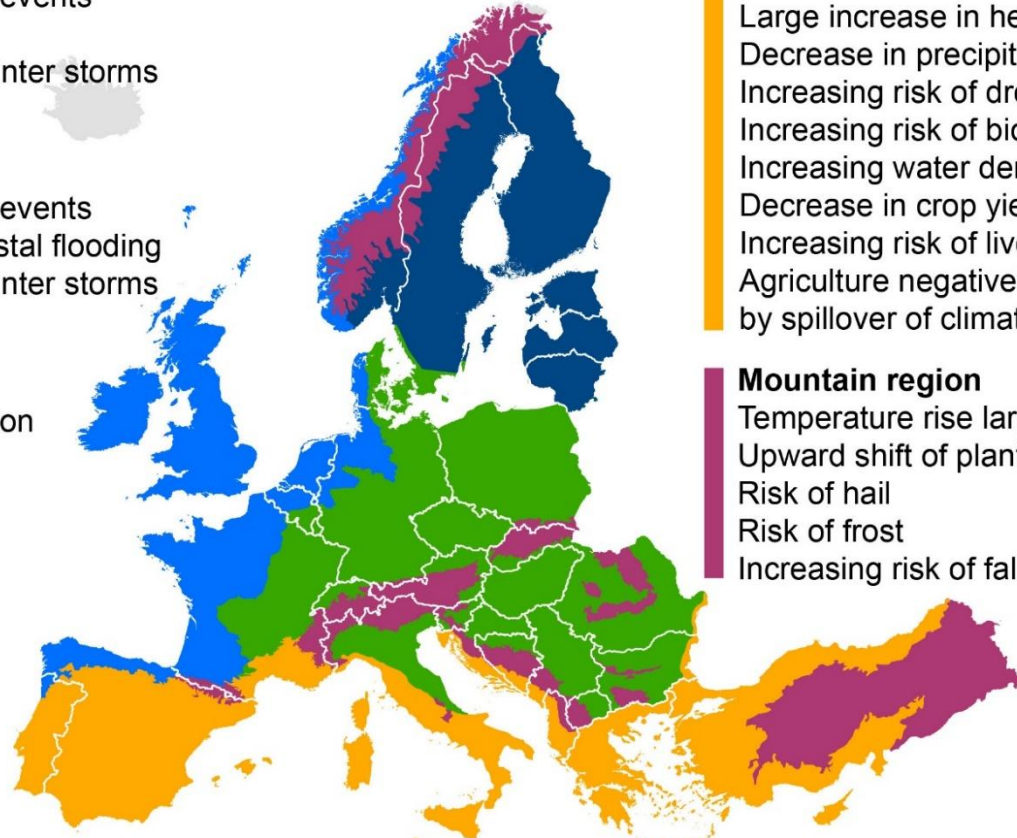
- Increase in heat extremes
- Decrease in summer precipitation
- Increasing risk of river floods

Mediterranean region

- Large increase in heat extremes
- Decrease in precipitation
- Increasing risk of droughts
- Increasing risk of biodiversity loss
- Increasing water demand for agriculture
- Decrease in crop yields
- Increasing risk of livestock production
- Agriculture negatively affected by spillover of climate change outside Europe

Mountain region

- Temperature rise larger than European average
- Upward shift of plant and animal species
- Risk of hail
- Risk of frost
- Increasing risk of falls and landslides



Climate change impacts on the agricultural sector in Europa

Boreal region

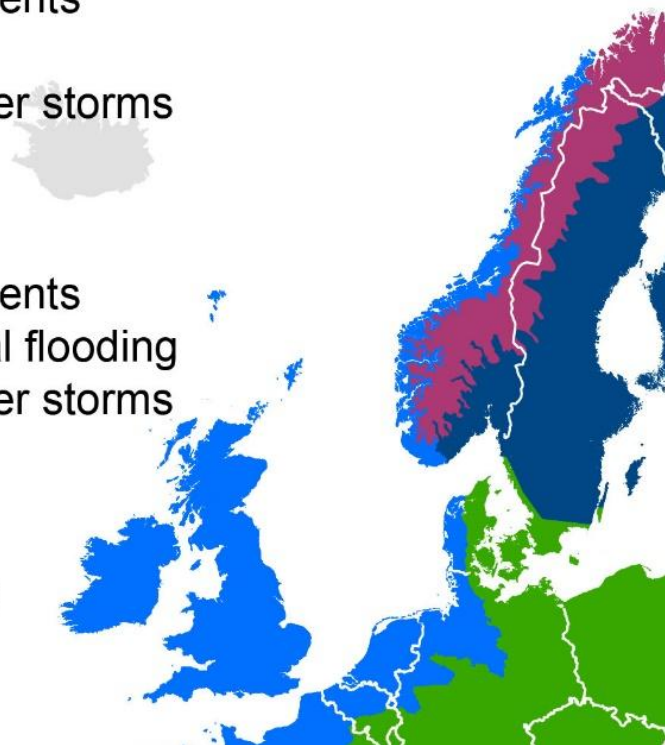
- Increase in heavy precipitation events
- Increase in precipitation
- Increasing damage risk from winter storms
- Increase in crop yields

Atlantic region

- Increase in heavy precipitation events
- Increasing risk of river and coastal flooding
- Increasing damage risk from winter storms

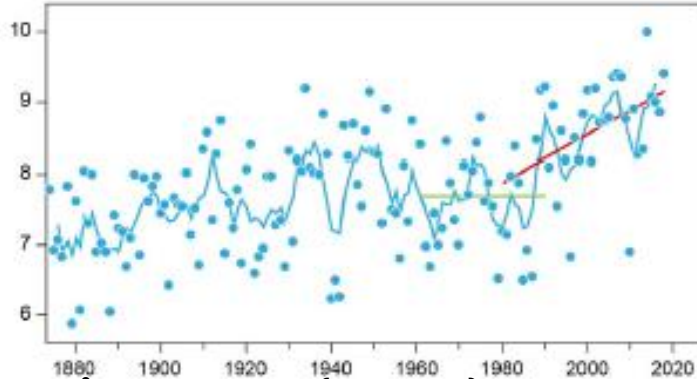
Continental region

- Increase in heat extremes
- Decrease in summer precipitation
- Increasing risk of river floods

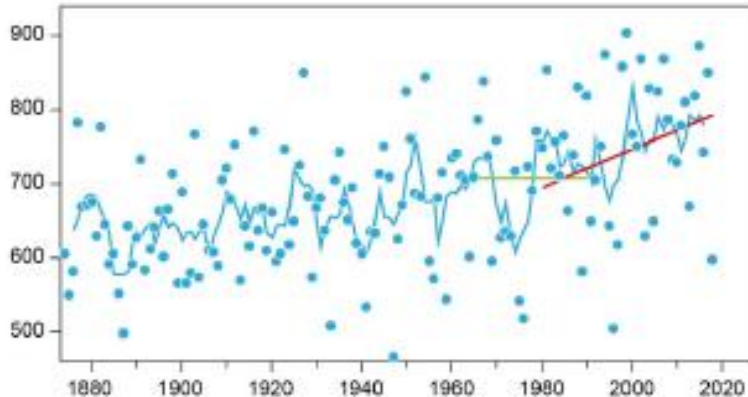


Trend i temperatur og nedbør i Danmark

Årlig middeltemperatur (°C)



Årlig nedbør (mm/år)



I de sidste 50 år er den globale årlige temperatur øget med 0.8 °C

I Danmark med 1.5 °C som giver længer vækstsæson og varmere vintre.

I den samme periode er årlig nedbør øget med 100 mm, mest om vinteren.

Siden 1980 er middel årlig temperatur øget med 0.3 °C pr år og nedbør med **25 mm pr decade**

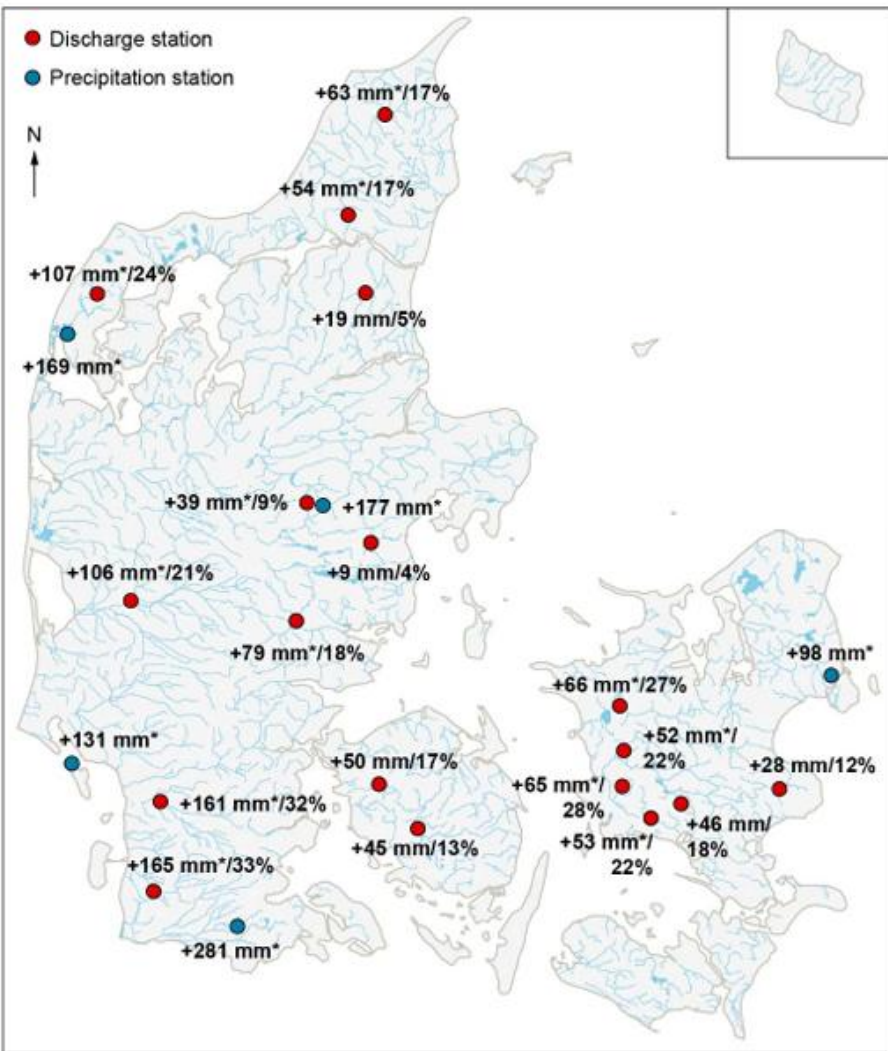
Legende:



Middel for 1960-1990



Løbende middel for 5 år



Udvikling i målt afstrømning viser **signifikant øget afstrømning** for 12 ud af 18 vandløbsoplande i perioden 1935-2015.

Størst stigning i Vest og Sydjylland.

vandafstrømning

Vandafstrømning

2023 404 mm

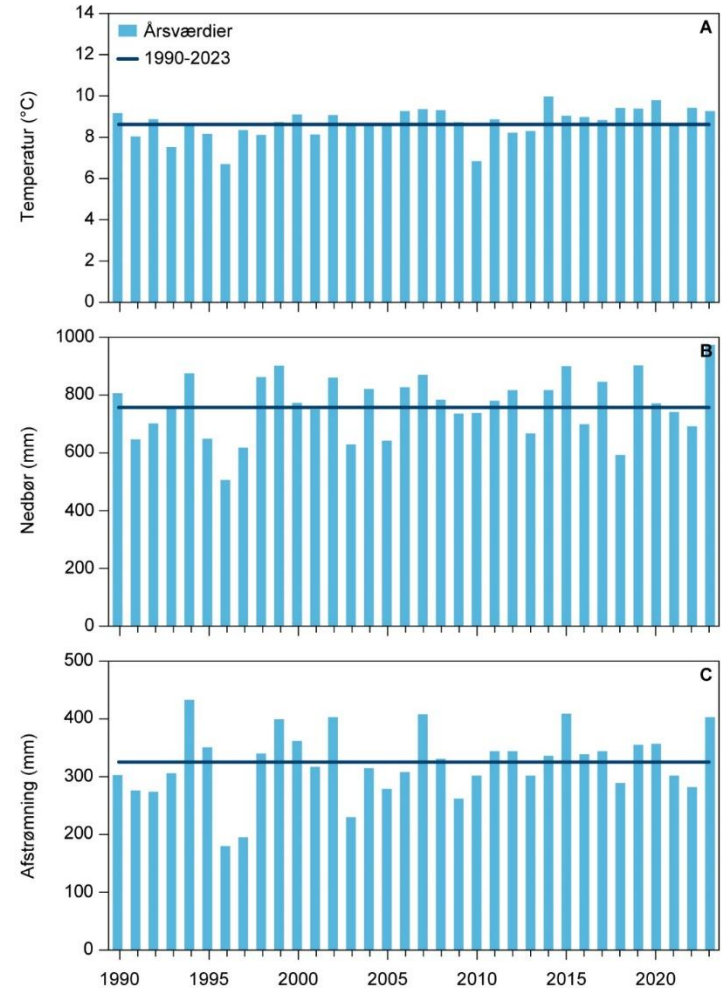
2022 283 mm

90-22 321 mm

03-22 323 mm

2023 er 26 % højere end gennemsnittet (siden 1990)

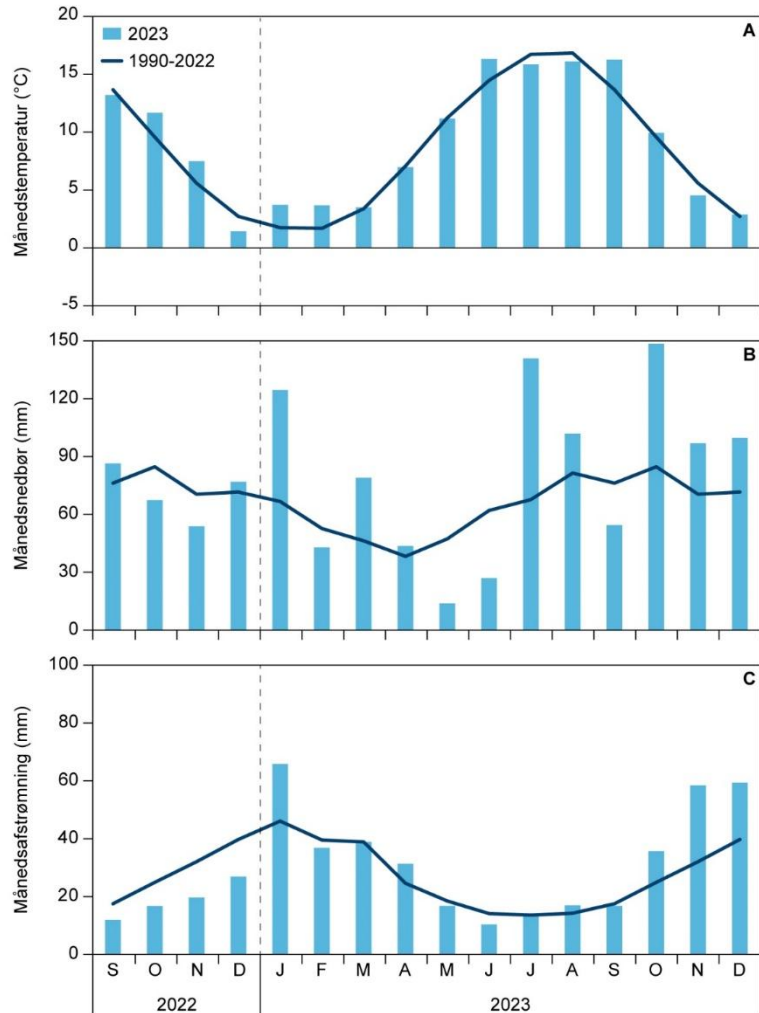
Nedbør 2023 er rekord høj for DK siden 1874
Afstrømning 2023, er 5. højest afstrømning siden 1990
1994 har afstrømning = 434 mm



Månedsvariation



Afstrømningen i november er rekord siden 1990



AARHUS
UNIVERSITET

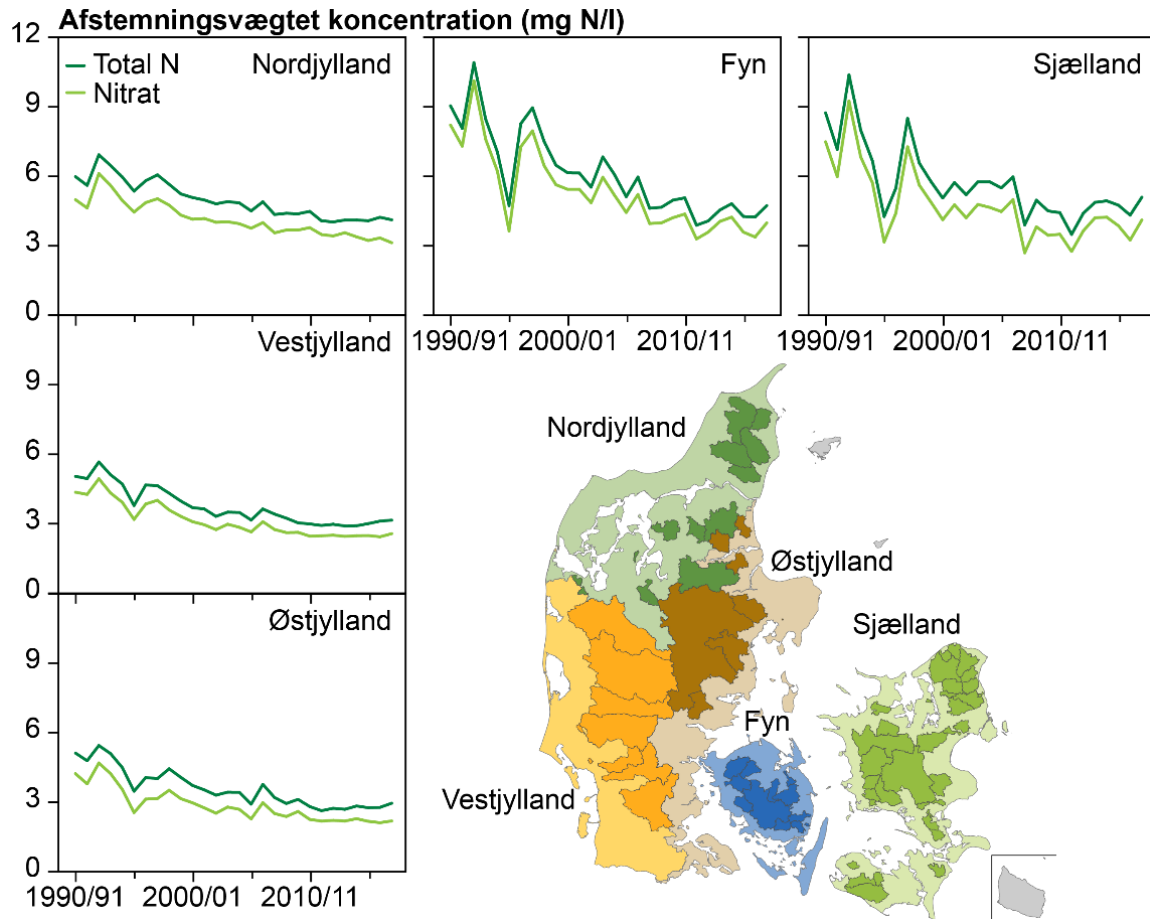
DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Afstrømning og kvælstoftransport for målte vandløb i NOVANA

Store regionale forskelle

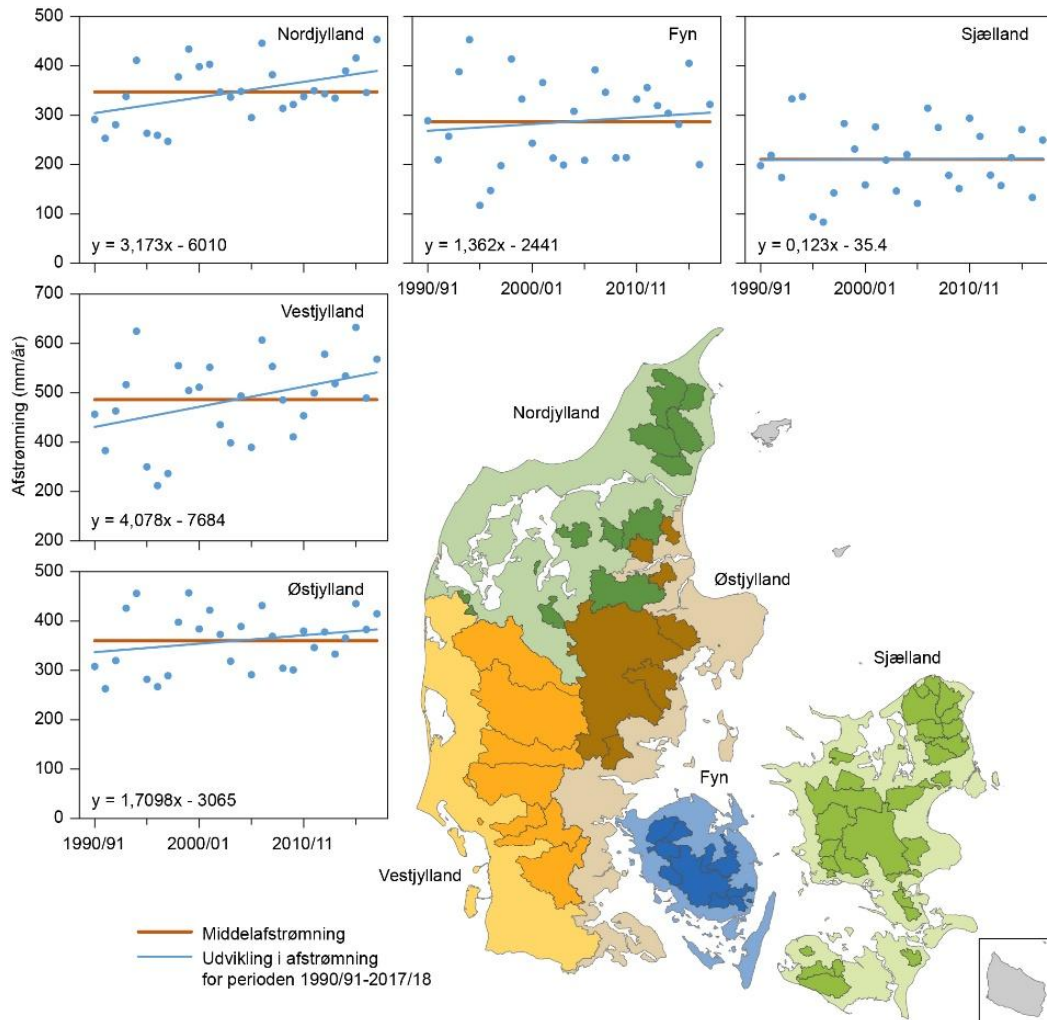
- Lav årlig variation i Jylland
- Stor årlig variation på Øerne

Vandets transportvej via dræn har en betydning.

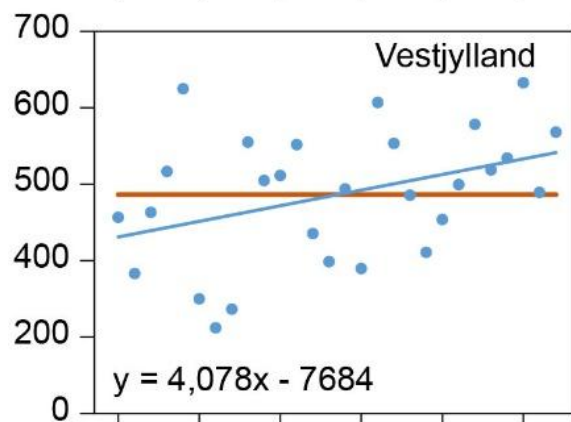
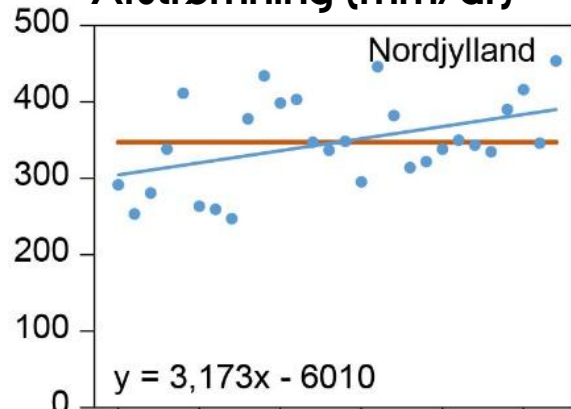


Mørk farve udgør målte vandløbsoplande

Udvikling i afstrømning for 5 regioner i landet

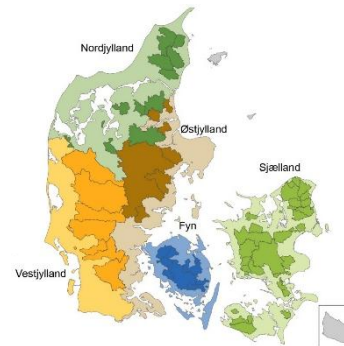


Afstrømning (mm/år)

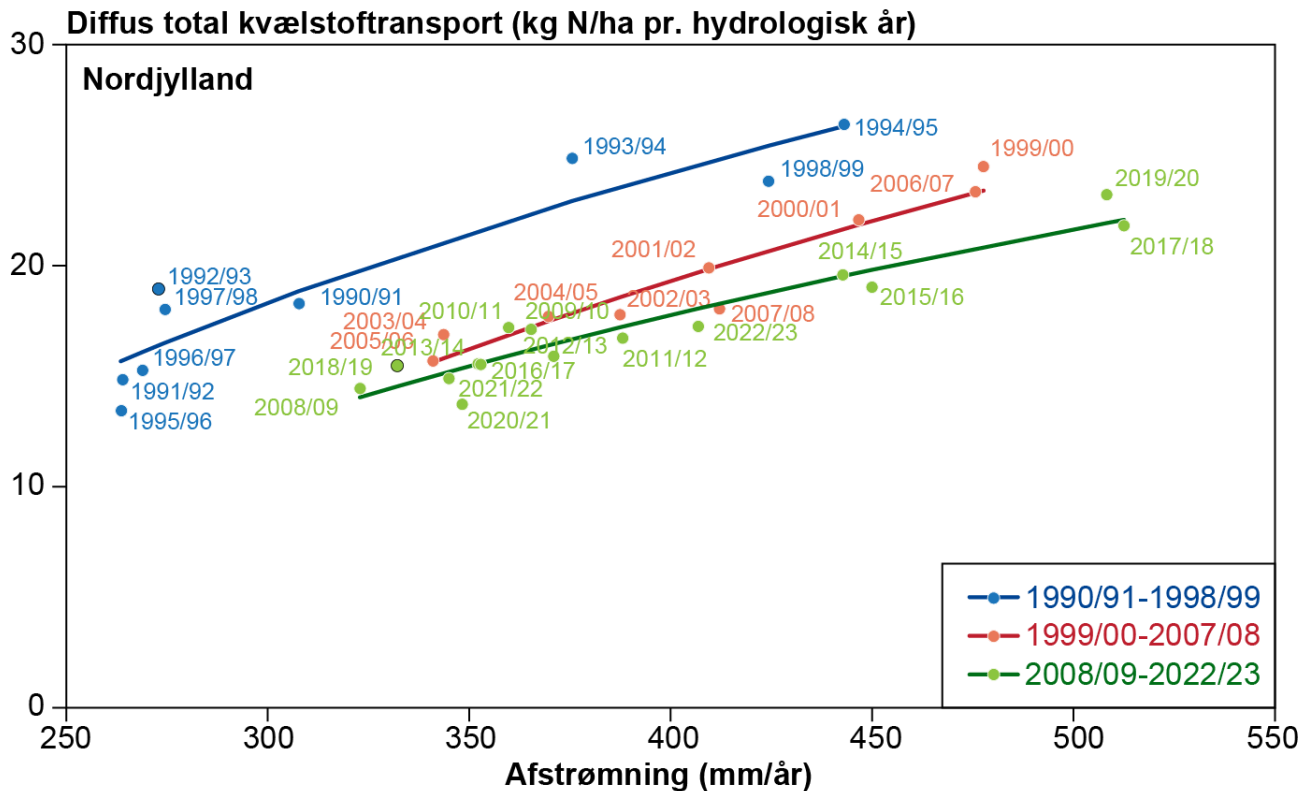


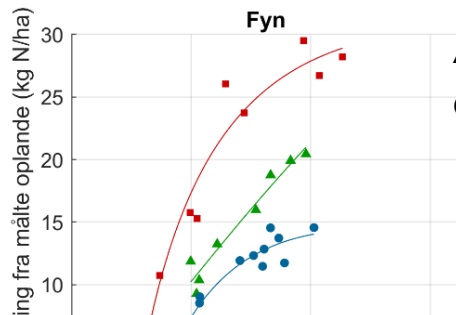
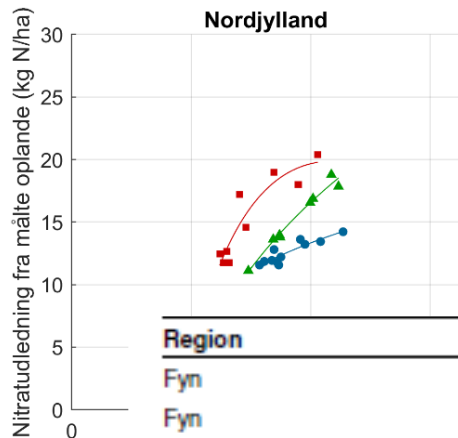
— Mean discharge
 — Trend in discharge 1990/91-2017/18

	Linear reg.		Mann-Kendall	
	Trend (mm/år)	95 % CL	Trend (mm/år)	95 % CL
Nordjylland	3.2 ^{**}	2.6	3.5 [*]	3.3
Vestjylland	4.1 [*]	3.9	4.6 [*]	4.5
Østjylland	1.7 ^{NS}	0.6	1.9 ^{NS}	2.0
Fyn	1.4 ^{NS}	4.2	1.4 ^{NS}	5.0
Sjælland	0.1 ^{NS}	3.4	0.02 ^{NS}	4.0
*: p<0.05, **:p<0.01				



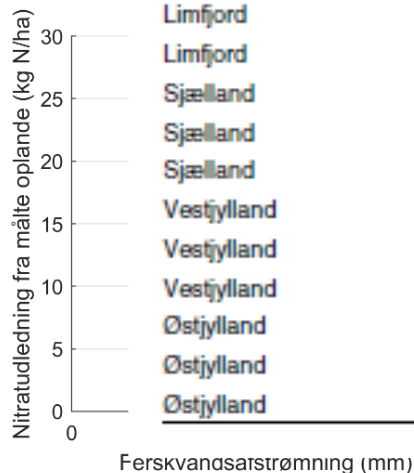
Sammenhæng mellem vandafstrømning og målt diffus kvælstoftransport





Alle relationer mellem afstrømning og den diffuse kvælstofudledning har høj forklaringsgrad, R^2 på 0,74-0,98

■ 1990/91-1998/99



Ferskvandsatstrømning (mm)

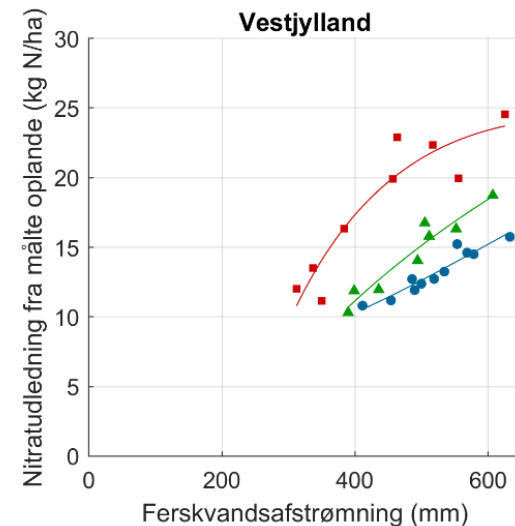
Region	periode	ligning	r^2
Fyn	1990/91-1998/99	$-89.046 + 20.194 \cdot \ln(q)$	0,942
Fyn	1999/00-2006/07	$-84.000 + 18.021 \cdot \ln(q)$	0,948
Fyn	2007/08-2017/18	$-50.456 + 11.267 \cdot \ln(q)$	0,860
Limfjord	1990/91-1998/99	$-93.262 + 19.553 \cdot \ln(q)$	0,887
Limfjord	1999/00-2006/07	$-114.010 + 22.384 \cdot \ln(q)$	0,981
Limfjord	2007/08-2017/18	$-64.350 + 13.523 \cdot \ln(q)$	0,898
Sjælland	1990/91-1998/99	$-58.221 + 14.105 \cdot \ln(q)$	0,913
Sjælland	1999/00-2006/07	$-54.036 + 12.427 \cdot \ln(q)$	0,947
Sjælland	2007/08-2017/18	$-34.284 + 8.232 \cdot \ln(q)$	0,808
Vestjylland	1990/91-1998/99	$-117.166 + 22.807 \cdot \ln(q)$	0,879
Vestjylland	1999/00-2006/07	$-116.968 + 21.750 \cdot \ln(q)$	0,944
Vestjylland	2007/08-2017/18	$-84.250 + 16.035 \cdot \ln(q)$	0,841
Østjylland	1990/91-1998/99	$-94.066 + 18.884 \cdot \ln(q)$	0,828
Østjylland	1999/00-2006/07	$-104.340 + 19.864 \cdot \ln(q)$	0,932
Østjylland	2007/08-2017/18	$-43.273 + 9.110 \cdot \ln(q)$	0,735

Ferskvandsafstrømning (mm)

Øget kvælstofudledning ved øget afstrømning

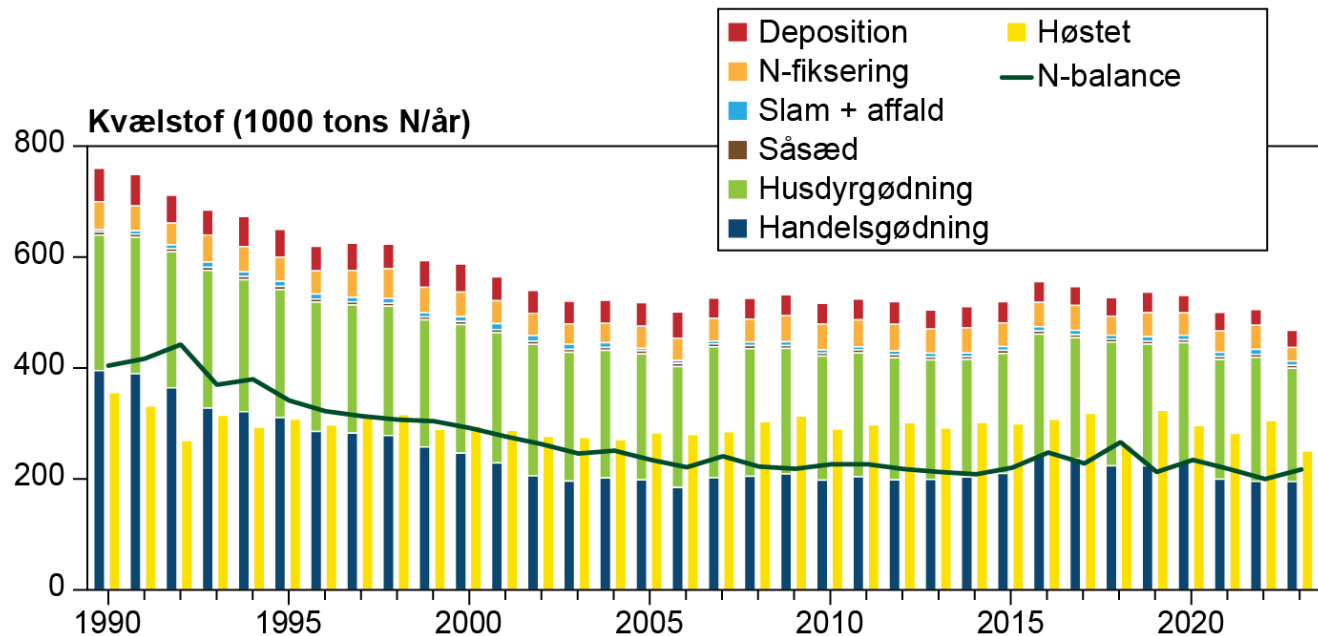
Region	periode	ligning	R ²
Nordjylland	2007/08-2017/18	$13,5 \cdot \ln(q) - 64,4$	0.898
Vestjylland	2007/08-2017/18	$16,0 \cdot \ln(q) - 84,3$	0.841

Prognose for øget total N-udledning i 2027 ift. 2018 med trend for øget afstrømning						
	Middel	Trend	9 år	Tilførsel 2018	9 år, 2027	Stigning
	mm/år	mm/år	mm	(kg N/ha)	(kg N/ha)	(%)
Nordjylland	348	3.2	29	14.8	15.8	7.2
Vestjylland	486	4.1	37	15.0	16.1	7.8

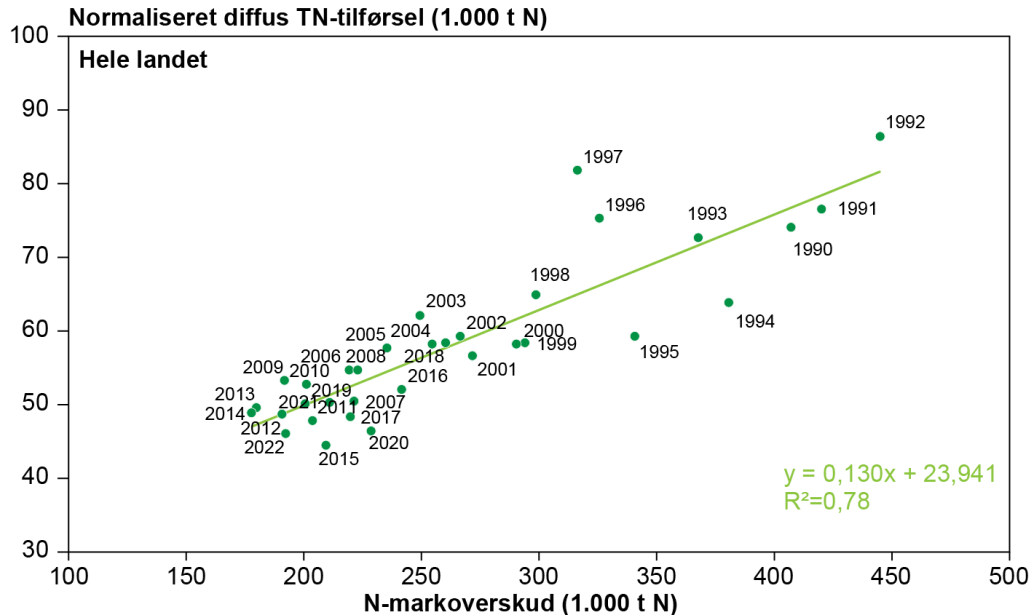


For de tre tørkeramte år 1992, 2018 og 2023

41.000 - 54.000 ton mindre N høst



Simpel sammenhæng mellem kvælstofmarkoverskud og den afstrømningsnormaliserede diffuse kvælstofudledning



Højere kvælstofmarkoverskud giver øget kvælstofudledning:

8.400 og 5.300 ton N i de hydrologiske år 1992/93 og 2018/19

Denne sammenhæng er dog forholdsvis simpel. Der er flere forhold der også påvirker kvælstofudledning, nedbørens fordeling over året, flere efterafgrøder mv.



Status, mål belastning, baselineeffekt og indsatsbehov i VP3 genbesøg



Statusbelastning (2019-2021) 55.800 t N

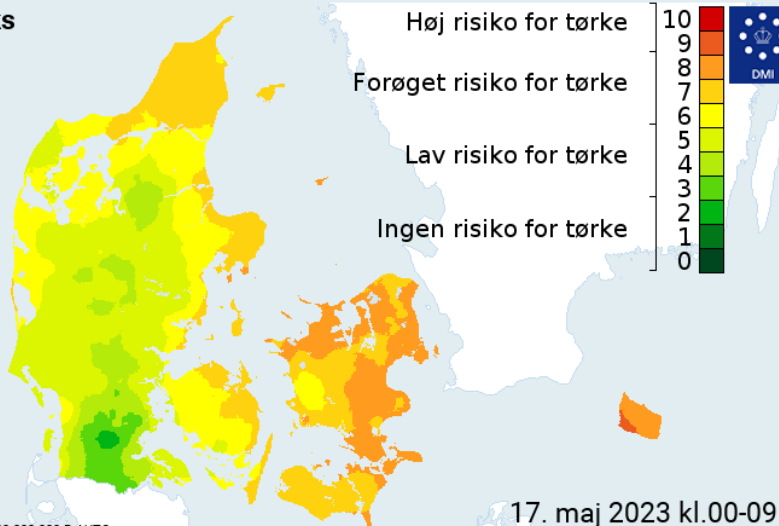
Udledning efter korrektion for
baseline 52.100 t N

Reduktion 13.800 tN=
Indsatsbehov

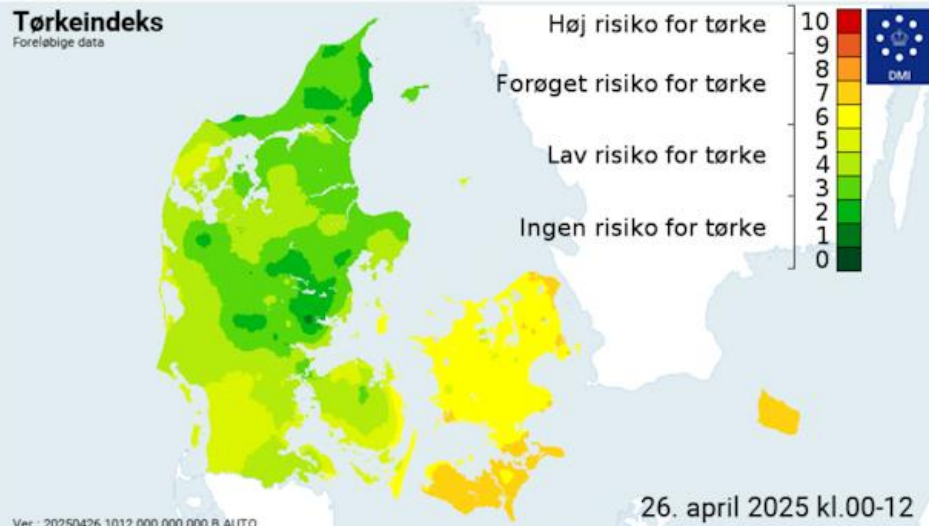
Målbelastning for at opfylde VRD 38.300 t N

Tørke i 2023 og 2025 – vådt forår og sommer i 2024

Tørkeindeks
Foreløbige data



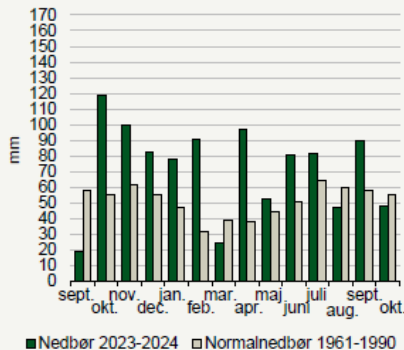
Tørkeindeks
Foreløbige data



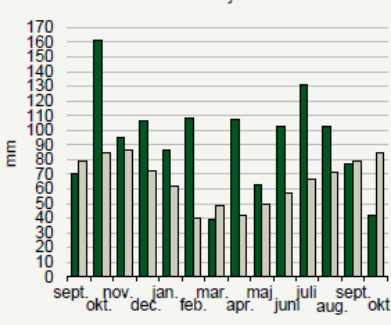
Ver.: 20230517 0726 000 000 000 B AUTO

Ver.: 20250426 1012 000 000 000 B AUTO

Nedbør Øerne



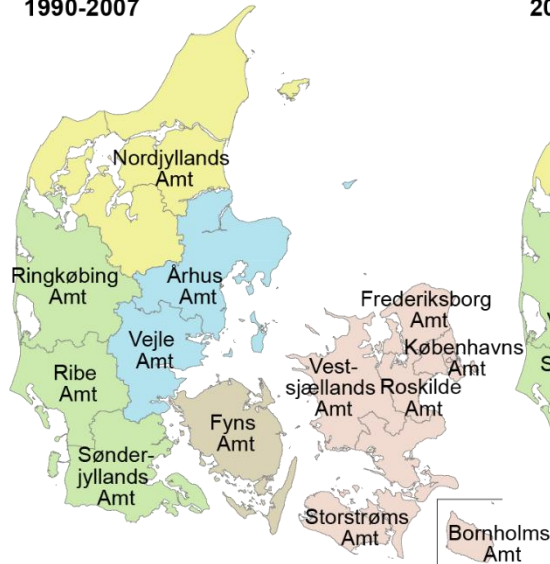
Nedbør Jylland



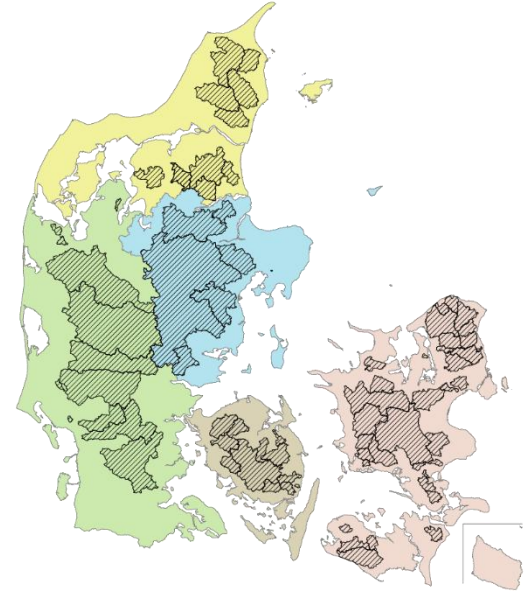
Regioner med opgjort kvælstof høst og markbalancer

Målte udledning til vandløb - målte vandløbsoplande med kursiv

1990-2007



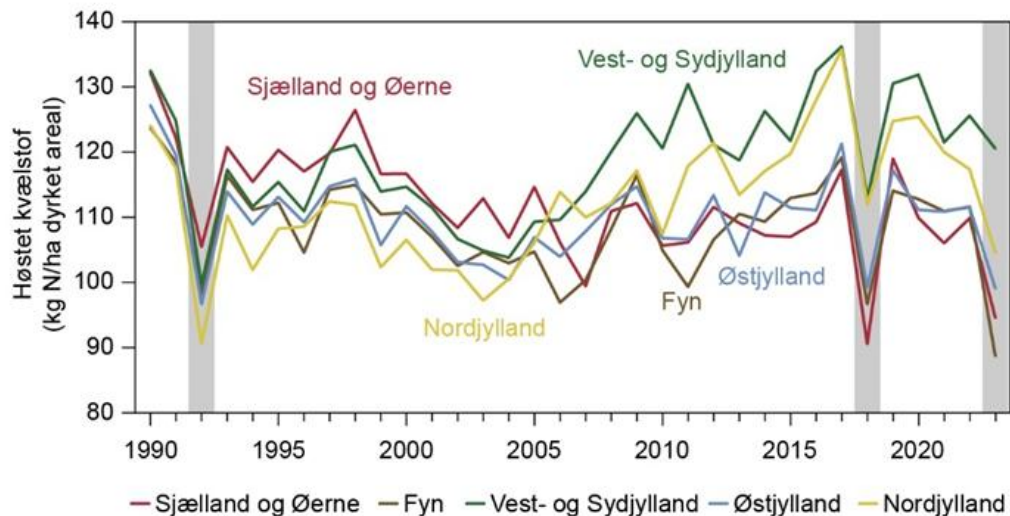
2008-2023



Tørkeramte kvælstofudbytter i 1992, 2018 og 2023 (grå skygge på figur)

– alle fem regioner er ramt.

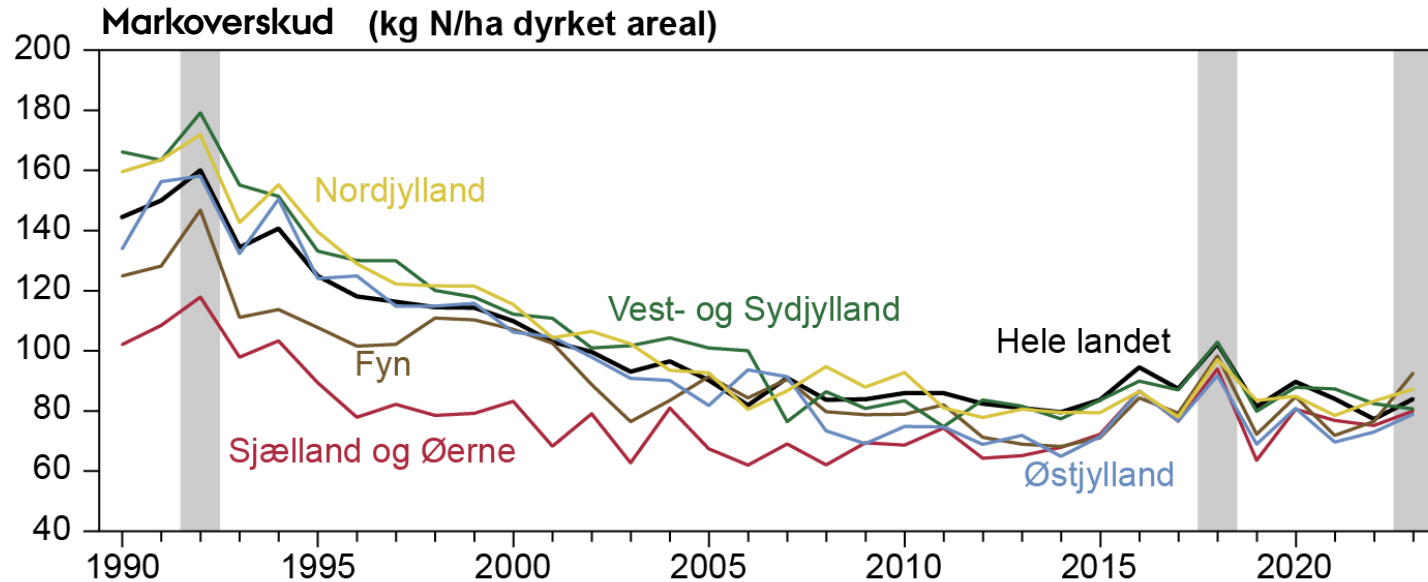
I 2018 var Sjælland hårdest ramt, i 2023 var det Østjylland og Øerne



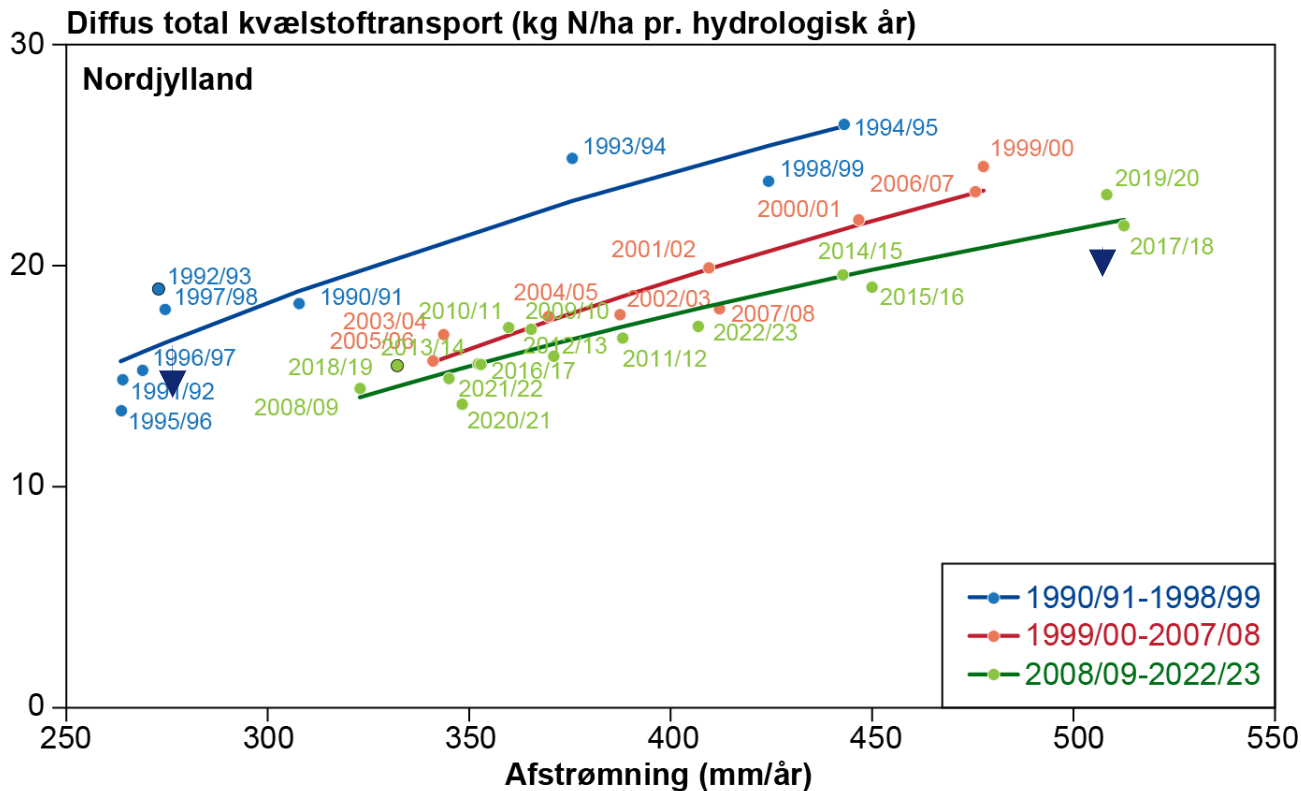
Vest- og Sønderjylland kan vande mere og har mere græs og majs, der evt. kan indhente tørke stress

Tørkeramte kvælstofoverskud i 1992, 2018 og 2023 (grå skygge på figur)
– alle fem regioner er ramt.

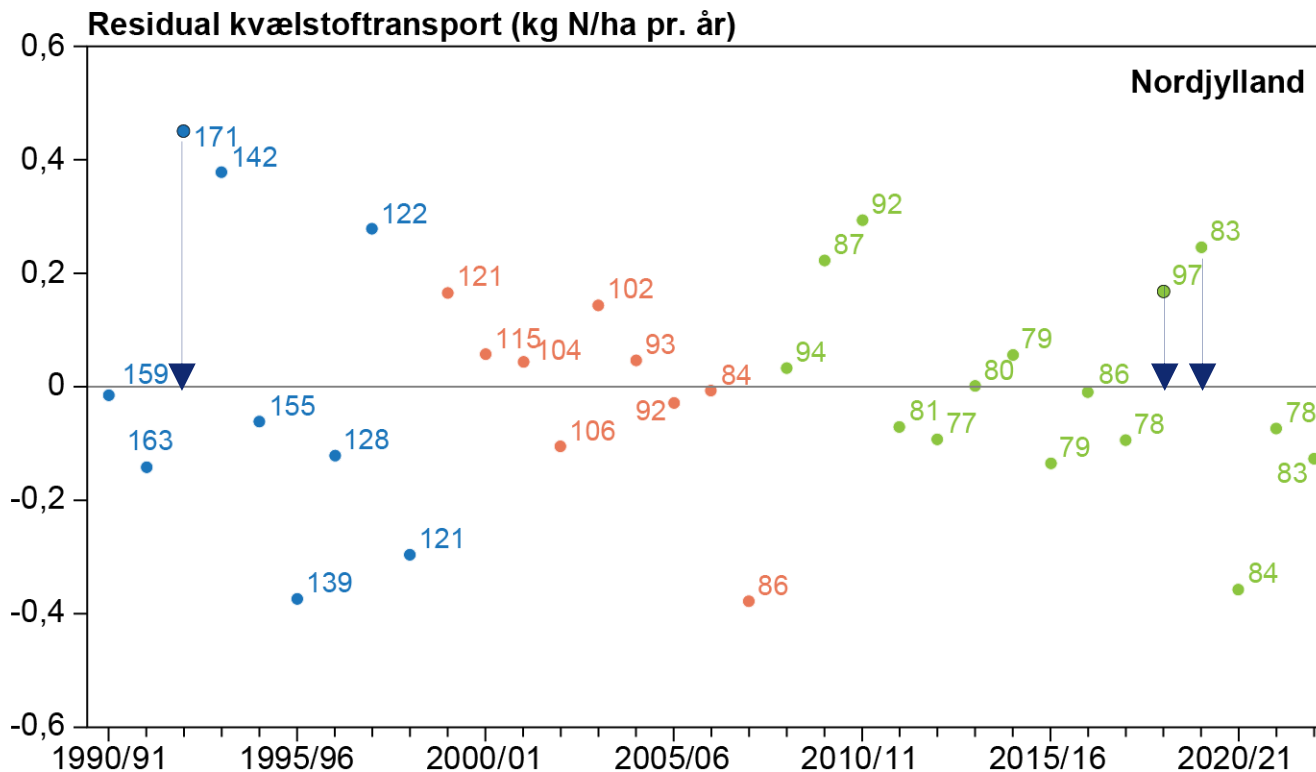
I 2018 var Sjælland hårdest ramt, i 2023 var det Østjylland og Øerne



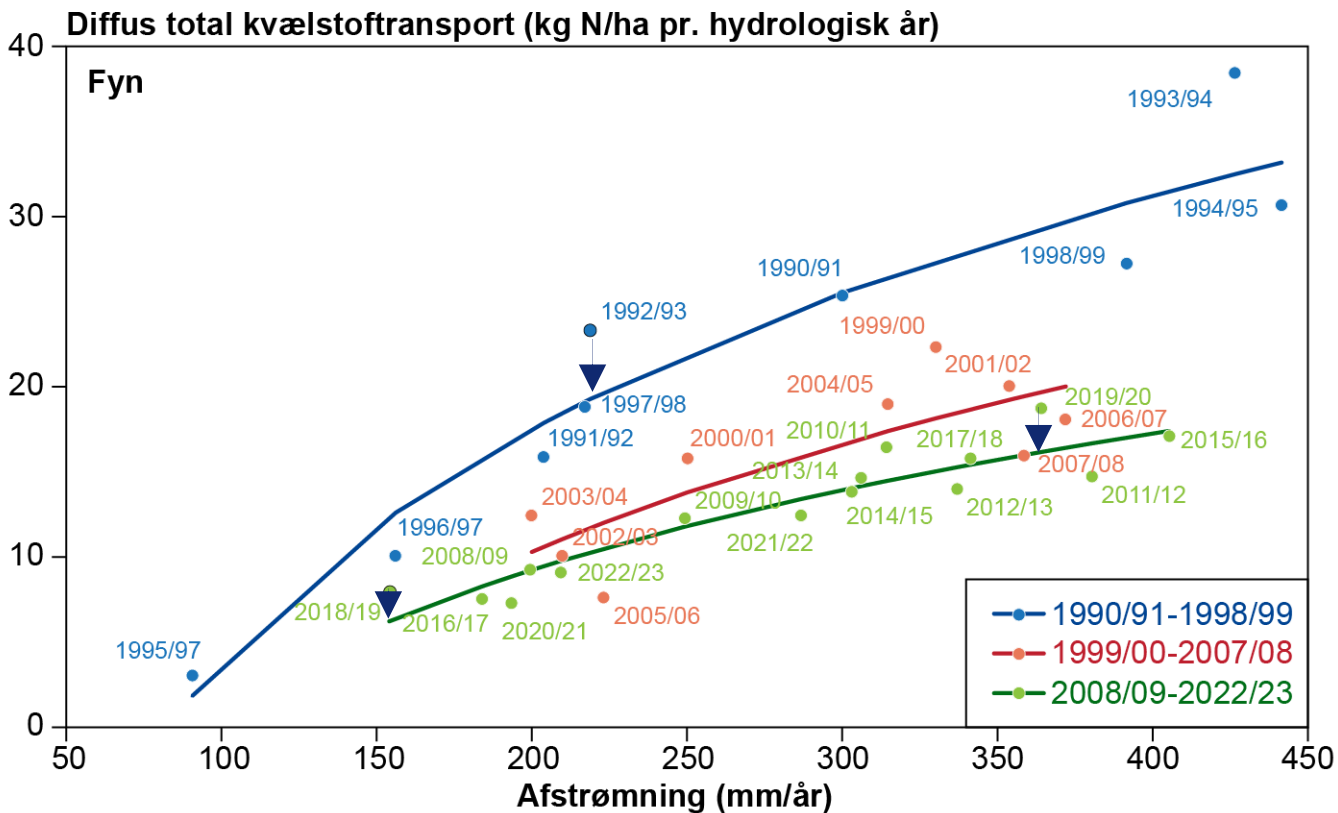
Sammenhæng mellem vandafstrømning og målt diffus kvælstoftransport



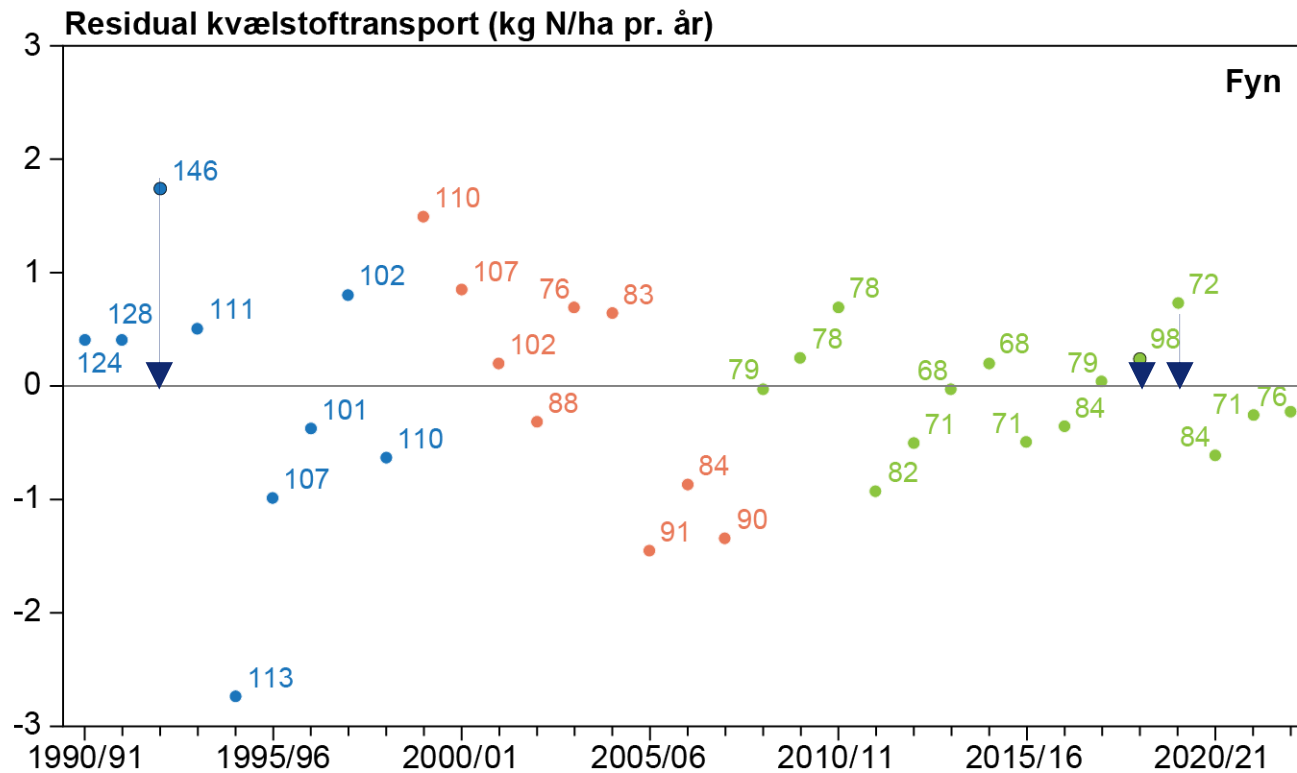
Afvigelsen mellem årets observation og den beregnede regressionslinje – den er større i år med tørkeramt kvælstofudbytter



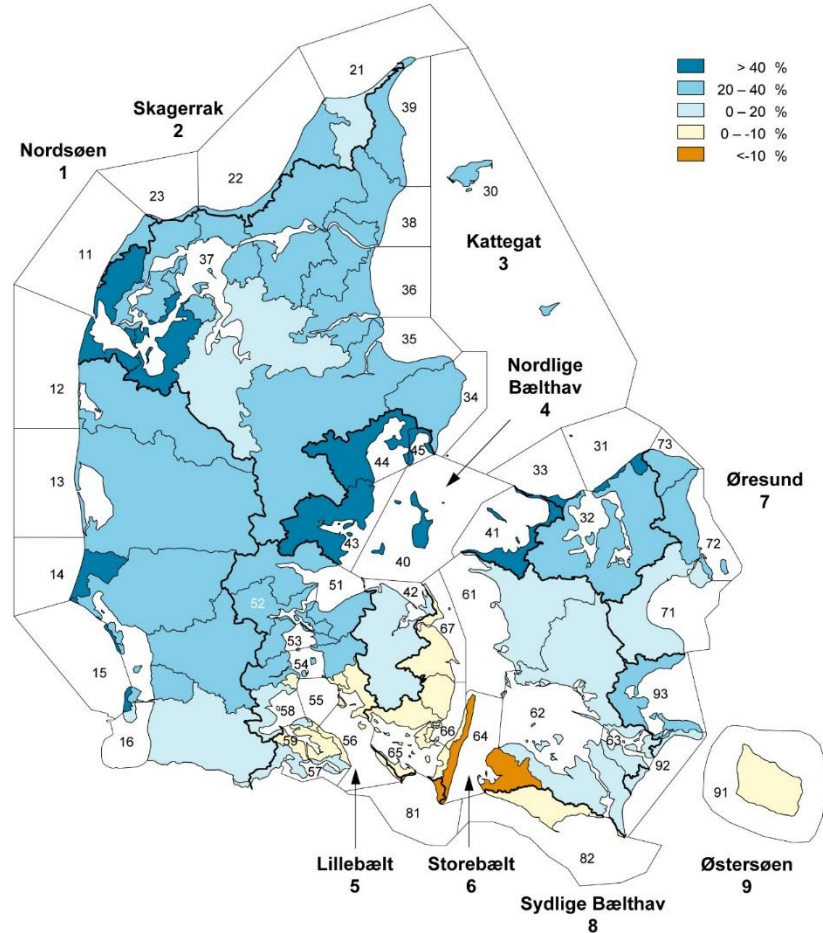
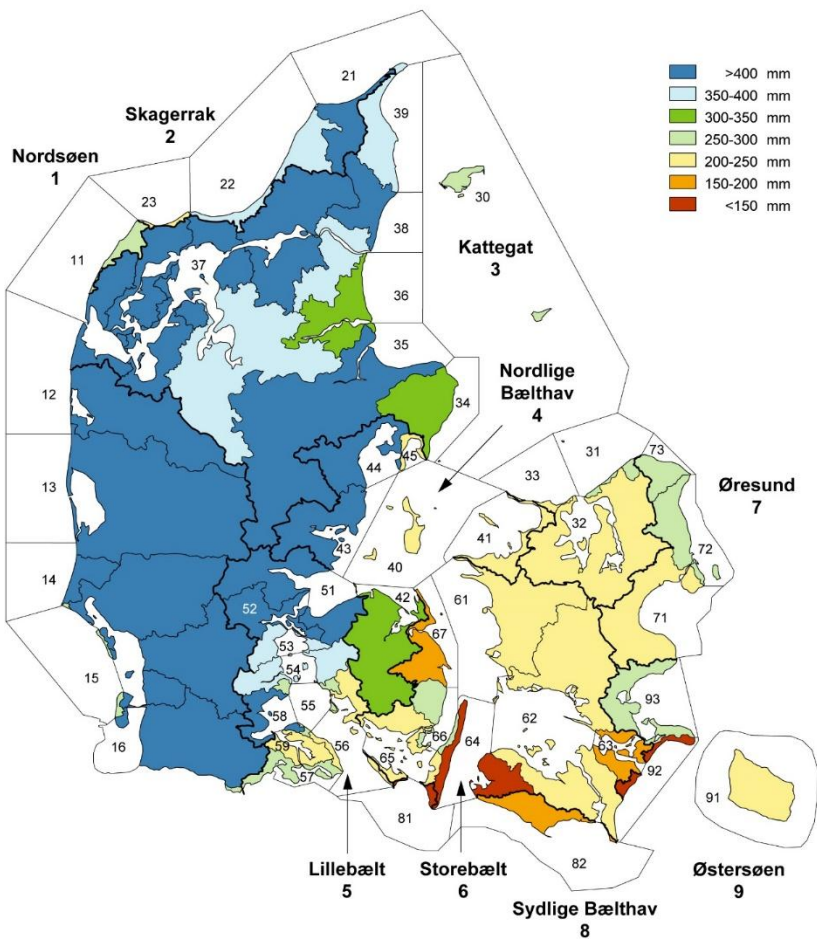
Sammenhæng mellem vandafstrømning og målt diffus kvælstoftransport



Afvigelsen mellem årets observation og den beregnede regressionslinje – den er større i år med tørkeramt kvælstofudbytter



Vandafstrømning i 2023



Konklusion: Klima og kvælstofudledning

Øget ferskvandsafstrømning giver **øget kvælstofudledning** til kystvande.

Mere nedbør efterår og vinter giver **øget kvælstofudledning**
Signifikant øget trend for Nord- Vest og Sønderjylland.

Tørke med lave kvælstofudbytter giver **øget kvælstofudledning**
Med indlandsklima i Østdanmark og begrænset mulighed for at markvande, er der højere risiko for tørke her end i Jylland.



Climate change impacts on the agricultural sector in Europa

Boreal region

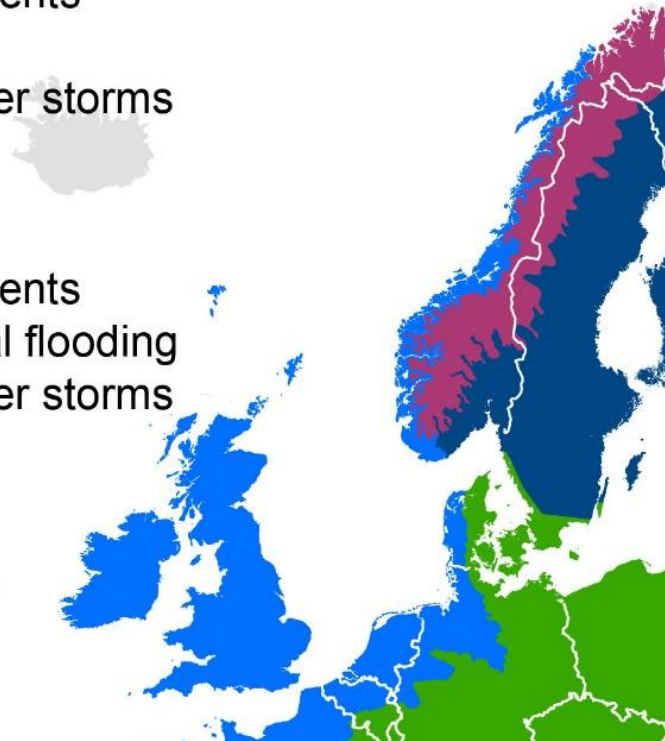
- Increase in heavy precipitation events
- Increase in precipitation
- Increasing damage risk from winter storms
- Increase in crop yields

Atlantic region

- Increase in heavy precipitation events
- Increasing risk of river and coastal flooding
- Increasing damage risk from winter storms

Continental region

- Increase in heat extremes
- Decrease in summer precipitation
- Increasing risk of river floods





AARHUS
UNIVERSITET

Tak for opmærksomheden