

Hvorfor torsken flytter ut av Lofotbassenget

Maud Alix

*Forskningsgruppe Reproduksjon og utviklingsbiologi
HI, Forskningsstasjonen Austevoll, Norge*

Olav Sigurd Kjesbu

*Avdeling Marine økosystemer og ressurser
HI, Bergen, Norge*

FosFor årskonferanse 2024

3. desember 2024

Stavanger, Norge



Foto: Maud Alix / Havforskningsinstituttet

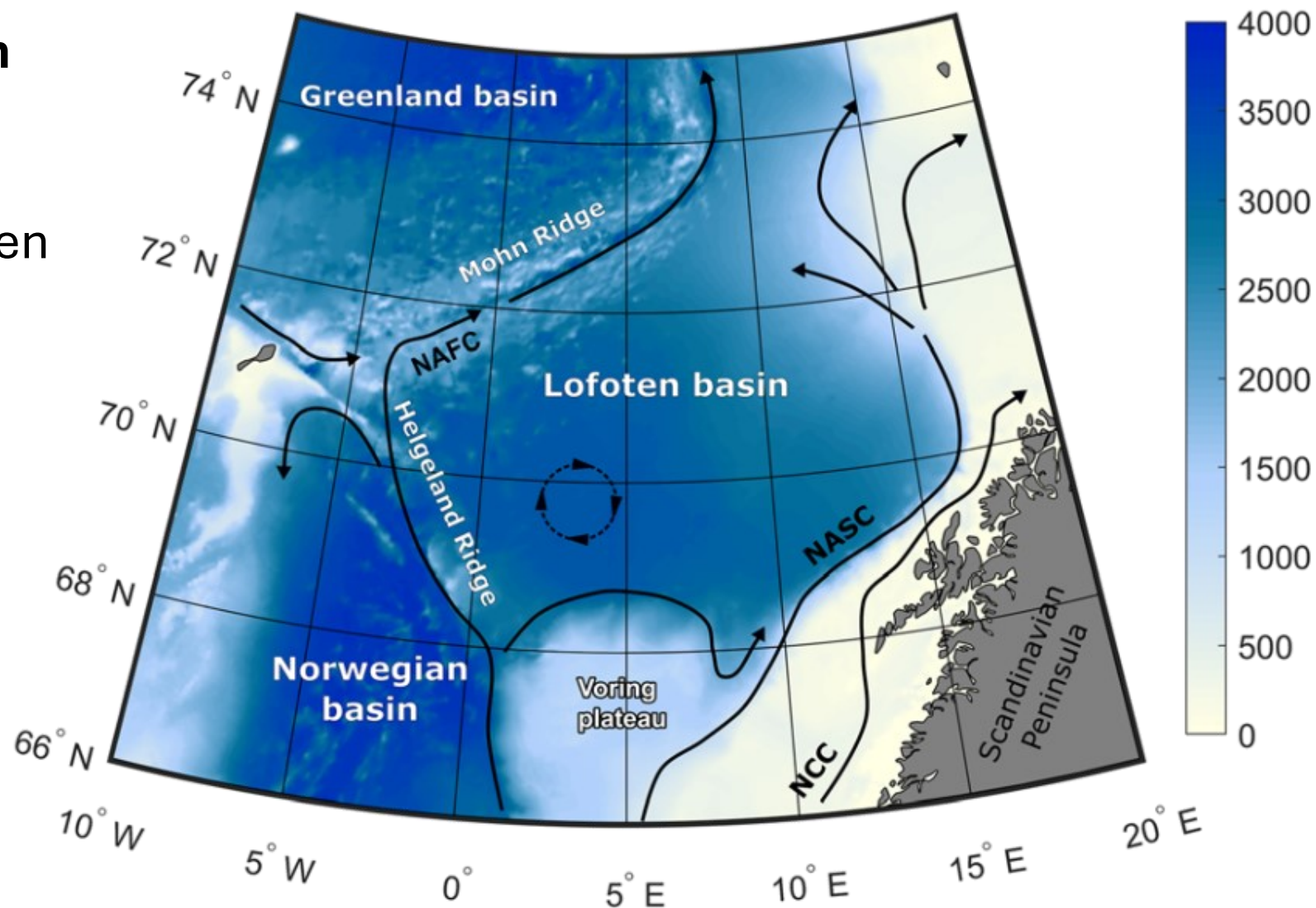
Hva er Lofotbasseng

Området strekker seg fra **Lofoten** og **Vesterålen** ut i **Norskehavet**

Dypt område (flere hundre til tusen meter – maks. 3250 m)

Marine strømmer

- NAFC/NASC: Den norske Atlanterhavsstrømmen – **varme vannmasser**
- NCC: Den norske kyststrømmen - brakkvann



Viktigste **gyteområdet** for **Skrei**
(optimale miljøforhold)

Nordøstarktisk torsk - Skrei



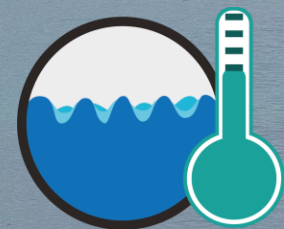
Barentshavet – dybde < 500 m

Dietten endres med alder:

- 5-20 cm: små krepsdyr (krill)
- 20-100 cm: fisk (lodde)
- 100-160 cm: fisk (torsk, hyse)

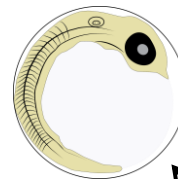
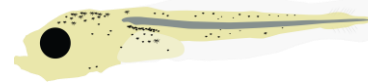
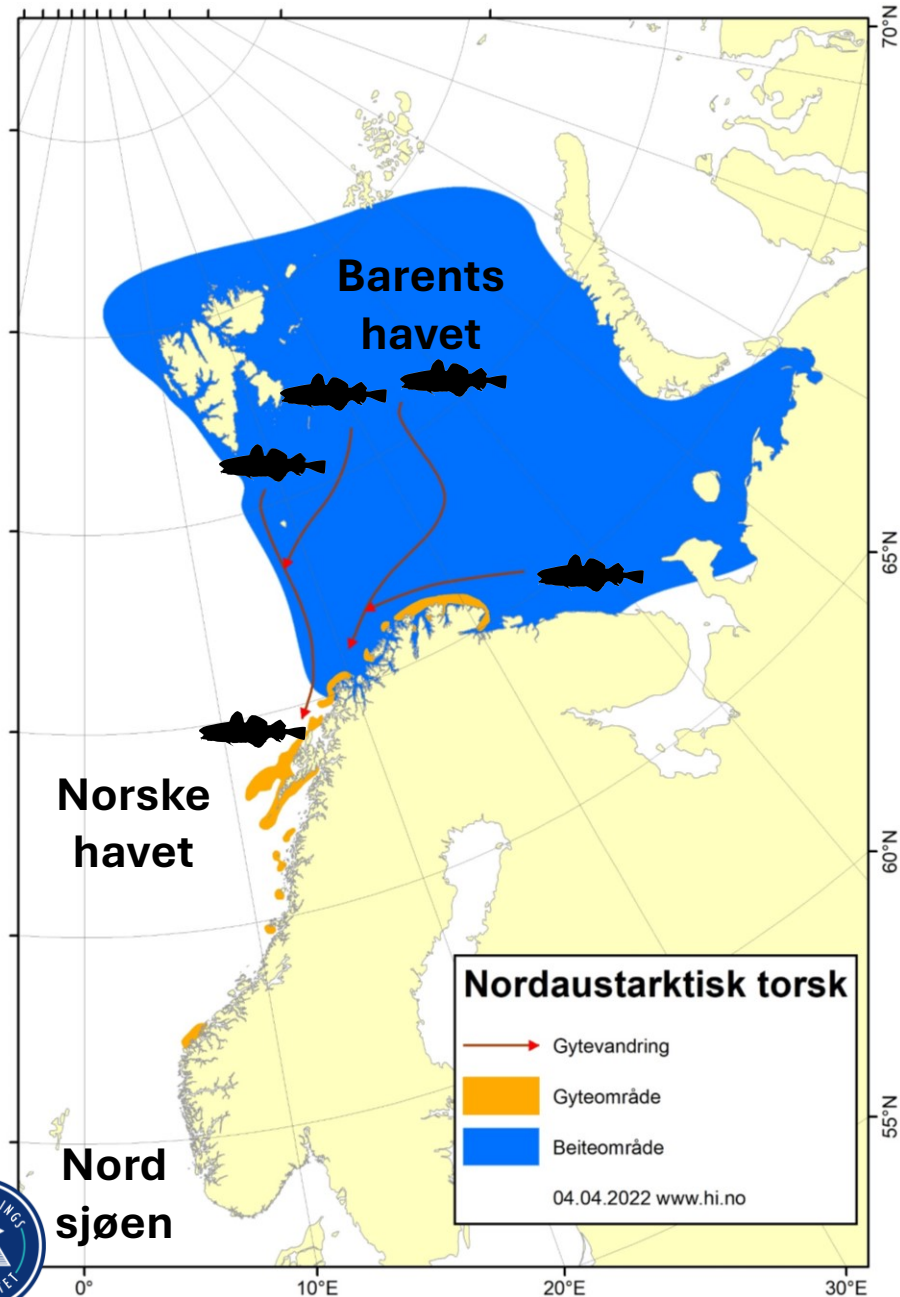


Gytevandring – Gyting om vinteren/våren – ca. 15 ganger, hver 3. dag (millioner av egg)



-0,5 til 11°C avhengig av livsstadiet

Nordøstarktisk torsk og reproduksjon



Hunntorsk

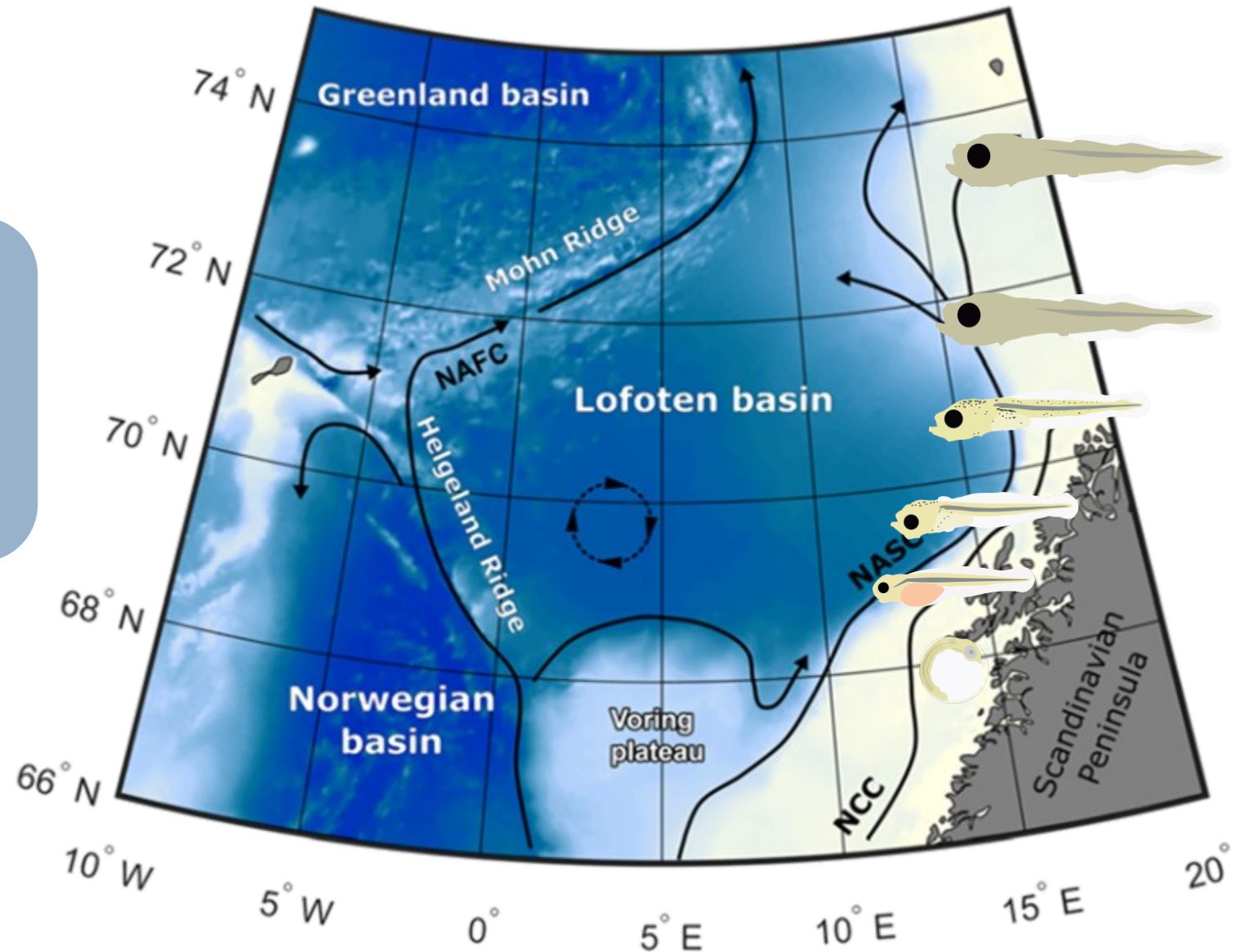
Gyting
februar til april

Høstjevndøgn

Utvikling av
eggstokkene

Nordøstarktisk torsk – tidlige livsstadiene

Havstrømmene fører med seg egg og larver av skrei opp til Barentshavet



Hvorfor torsken forflytter seg nordover?

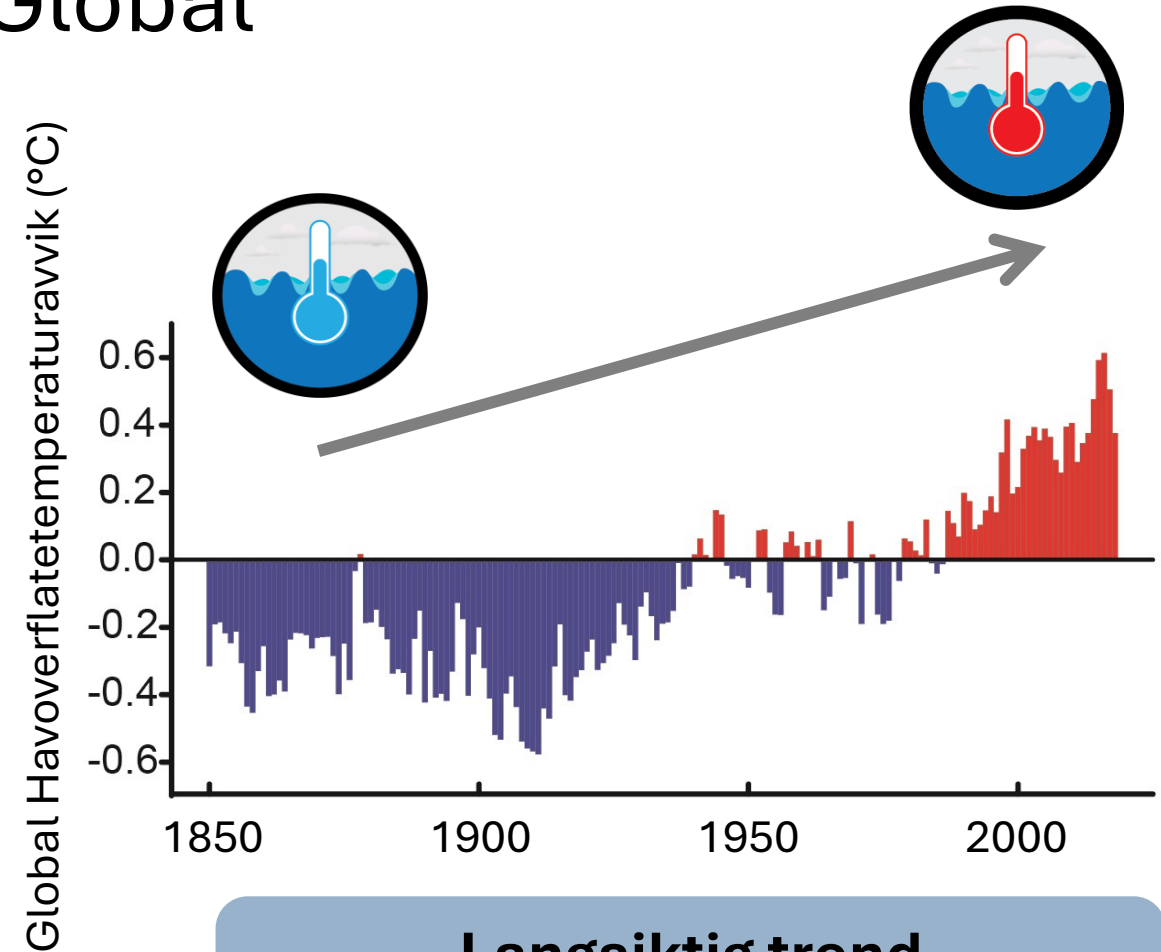


Foto: Maud Alix/ Havforskningsinstituttet



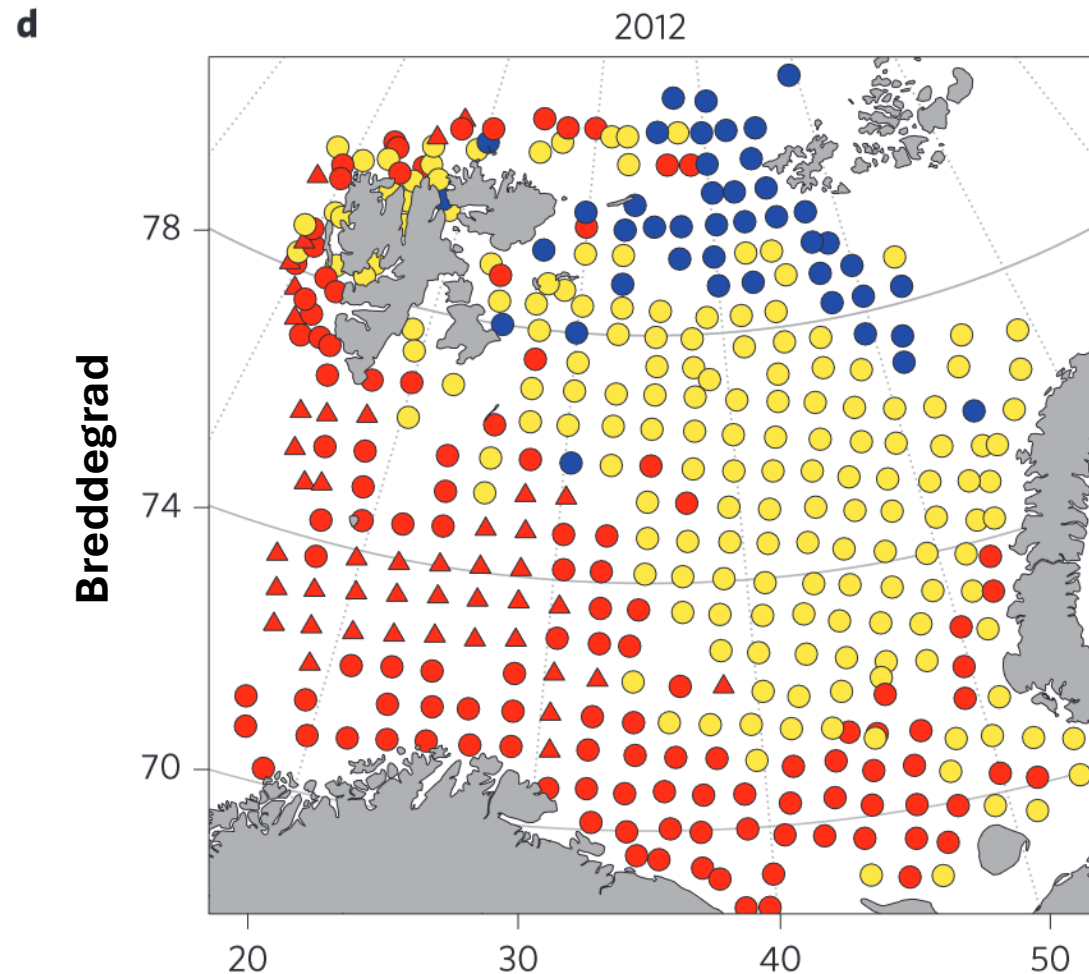
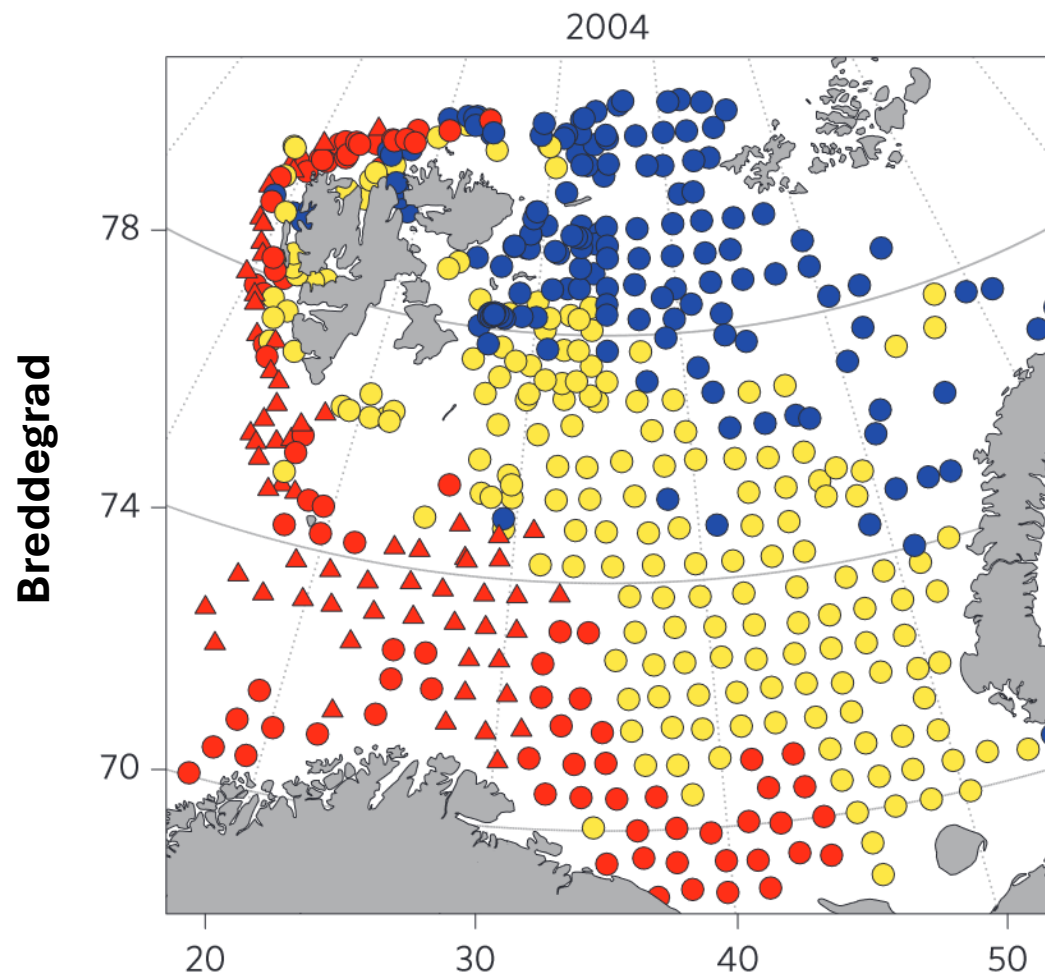
Pågående klimaendringer

Global



**Langsiktig trend
Havoverflatetemperaturavvik**

Klimaendringer og nordover flytting hos fisk

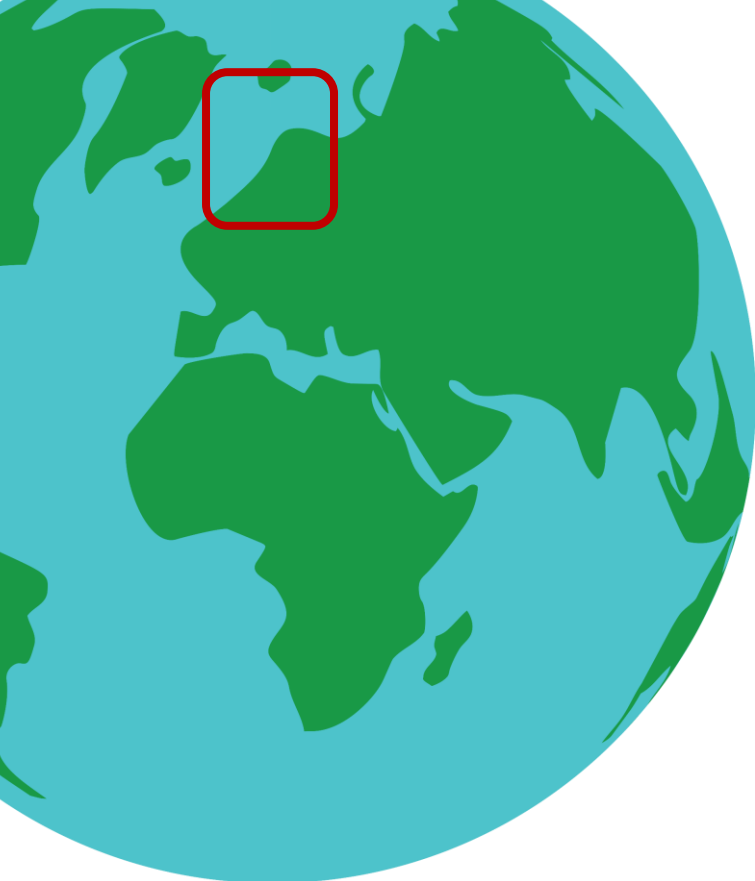


● Atlantiske

● Sentrale

● Arktiske

Endring i den romlige fordelingen av fiskesamfunn: boreale samfunn ekspanderer nordover

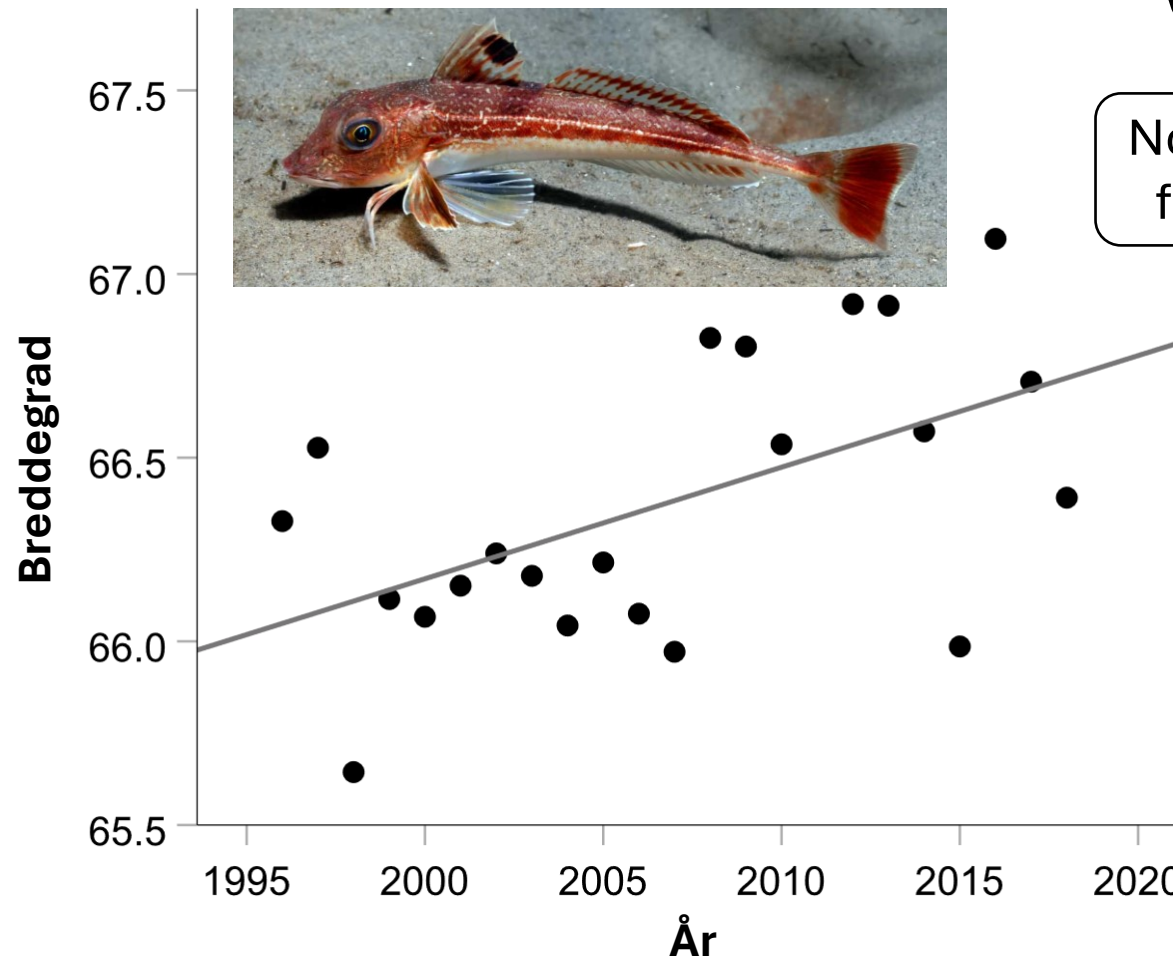


Klimaendringer og nordover flytting hos fisk

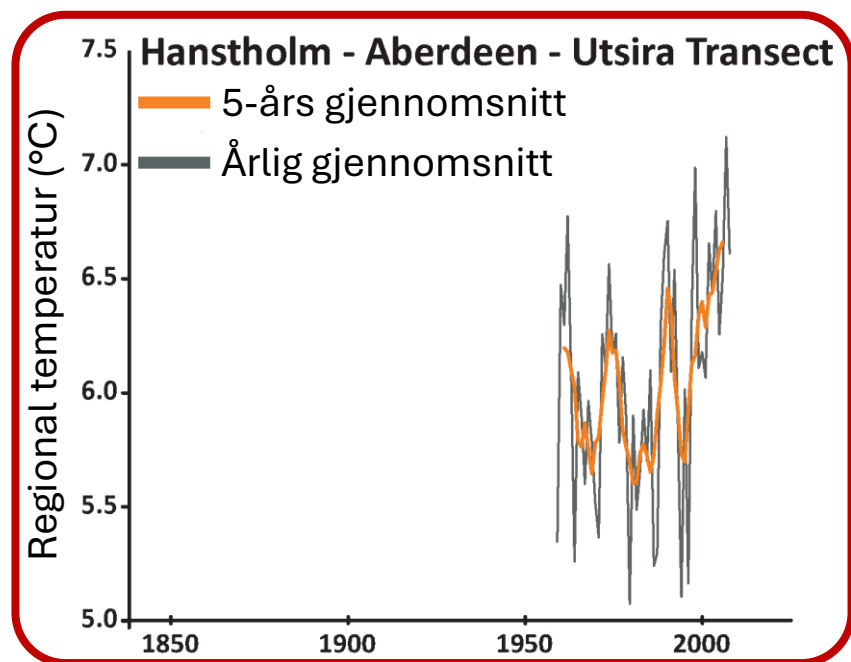
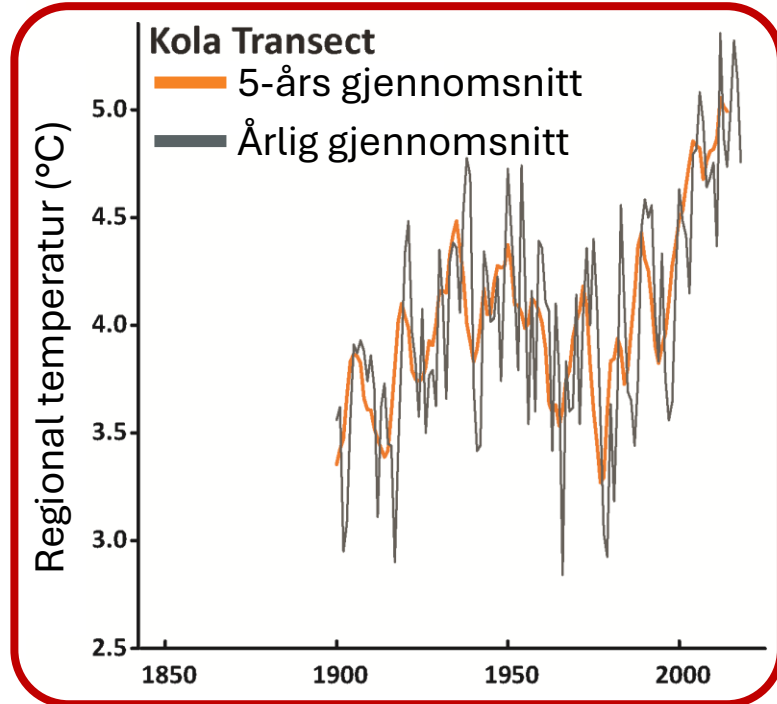
Knurren i Island



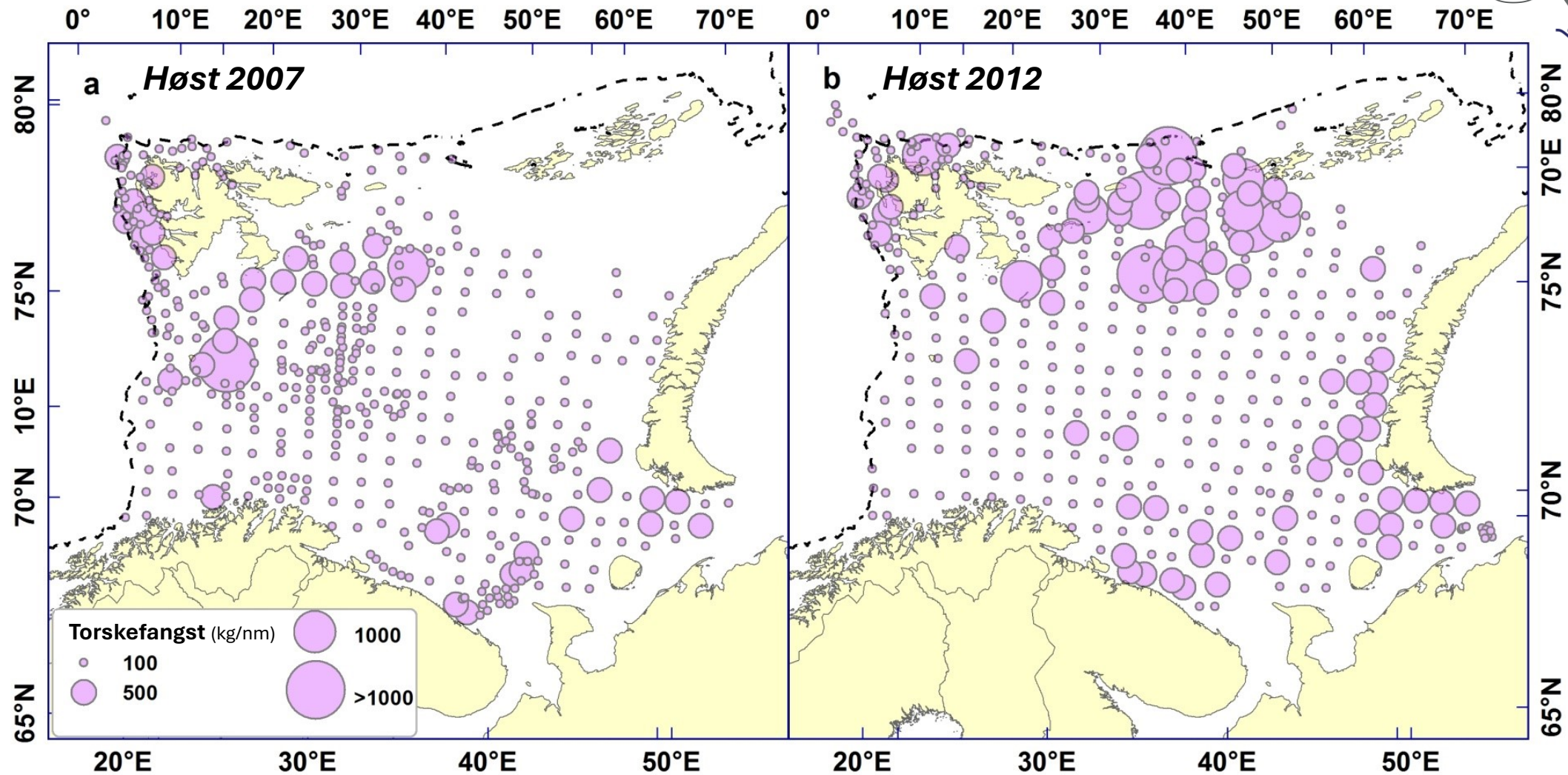
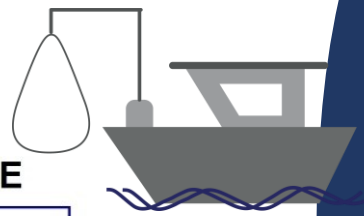
Nordover
flytting



70 % av de 82 artene ble forventet å **bevege seg nordover** ettersom temperaturen økte i de **subarktiske havområdene**

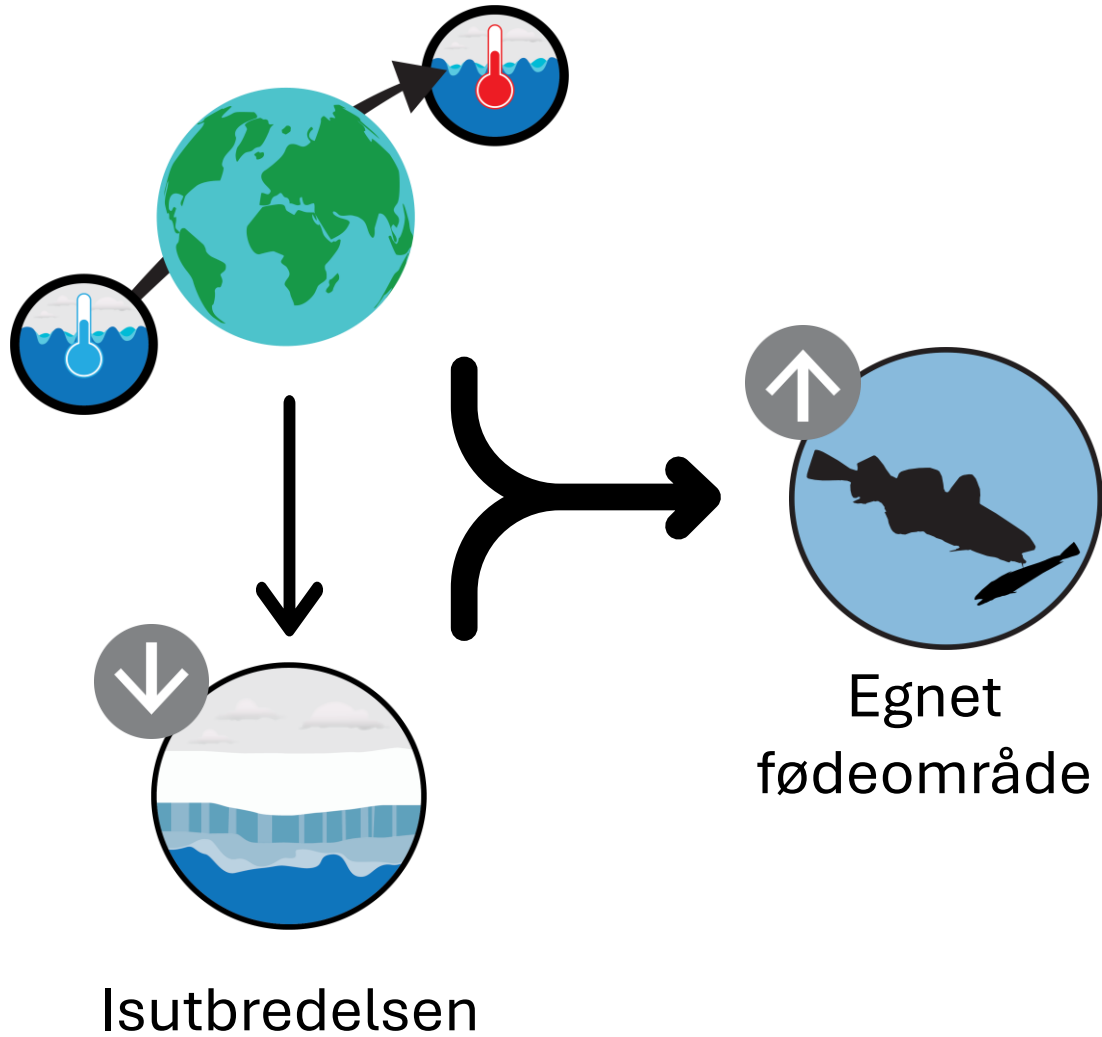


Nordover flytting i Barentshavet

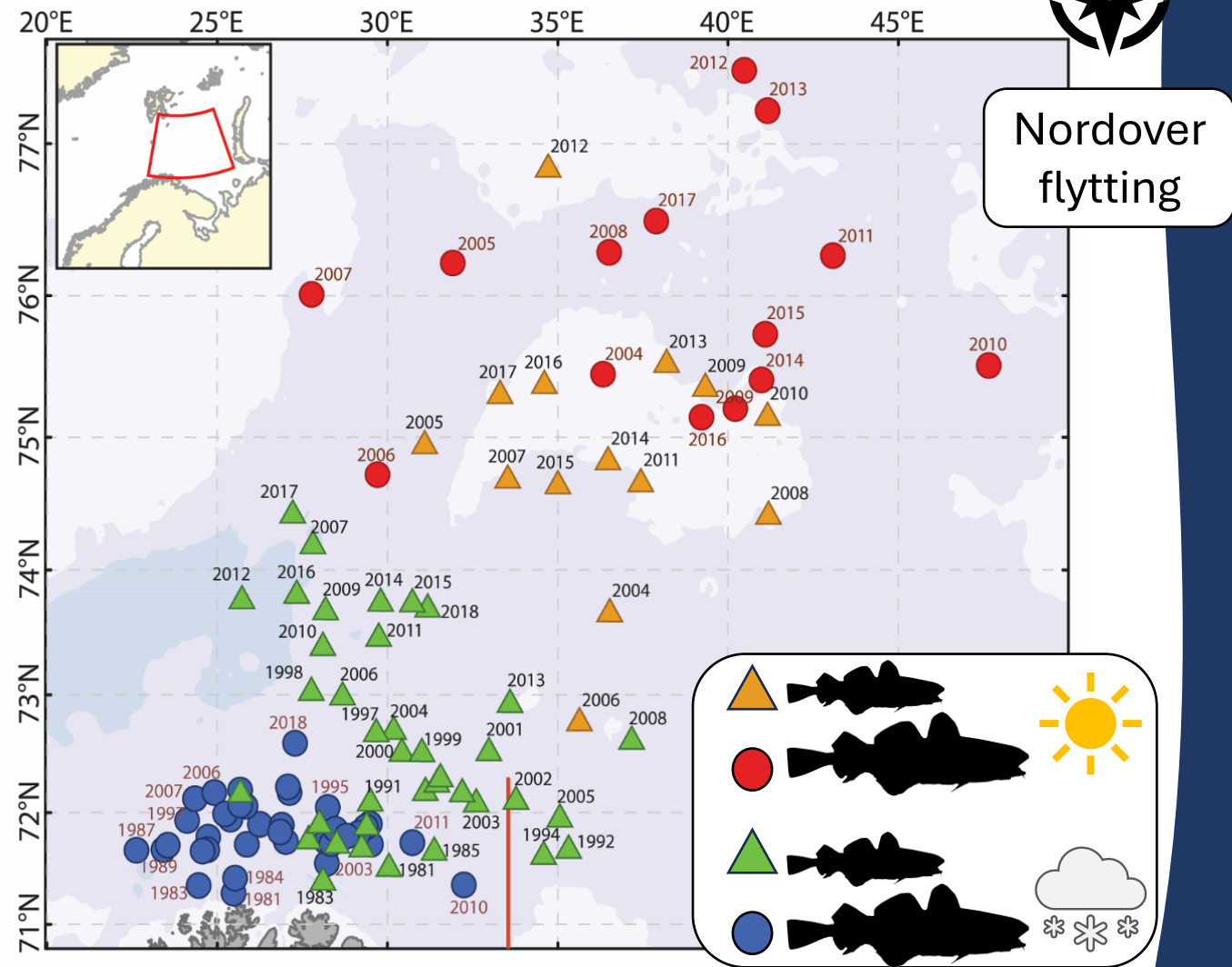


Torsk har utvidet seg nord- og østover
i Barentshavet

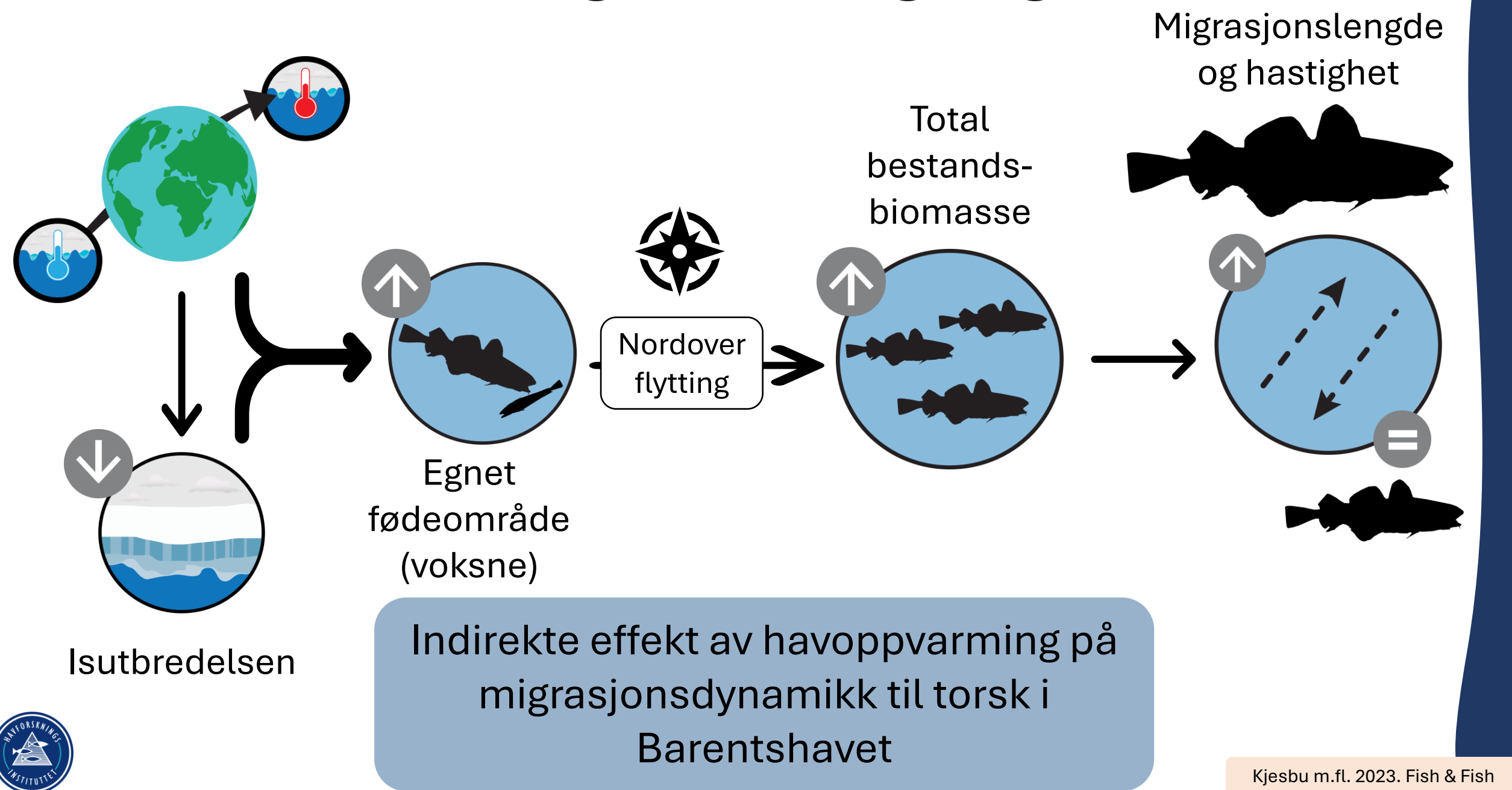
Migrasjon og utvidet egnet fødeområde (SFA)



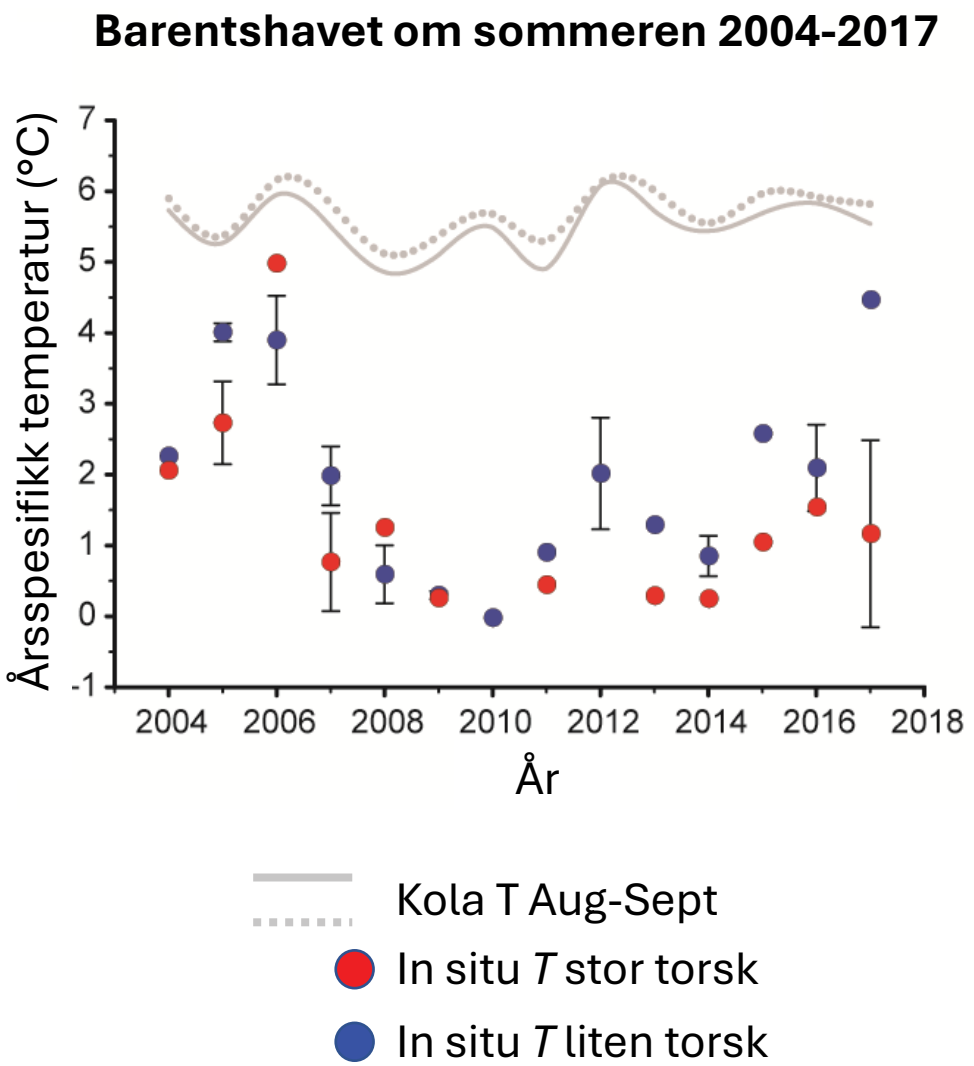
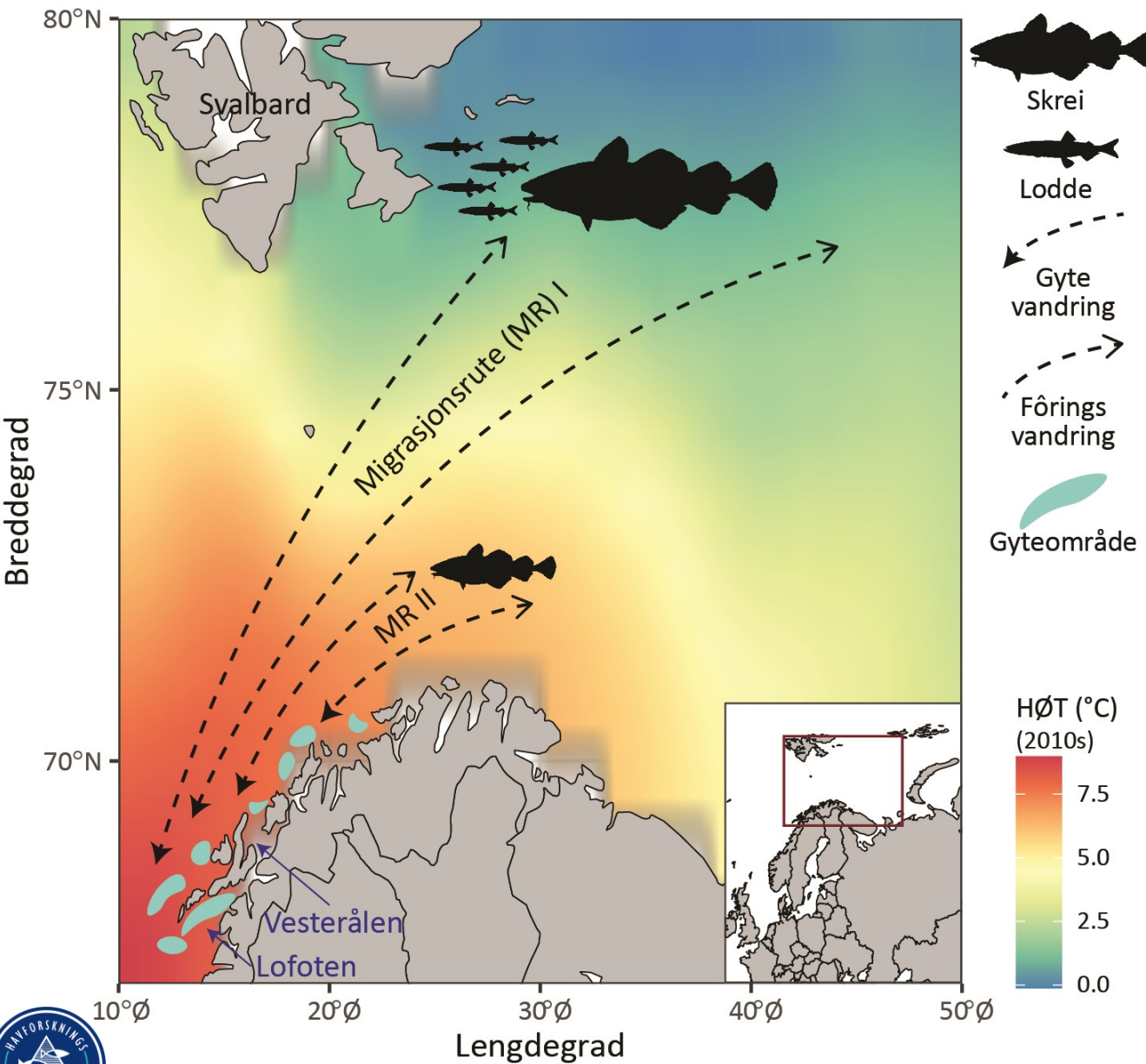
Gytevandring blir generelt lengre

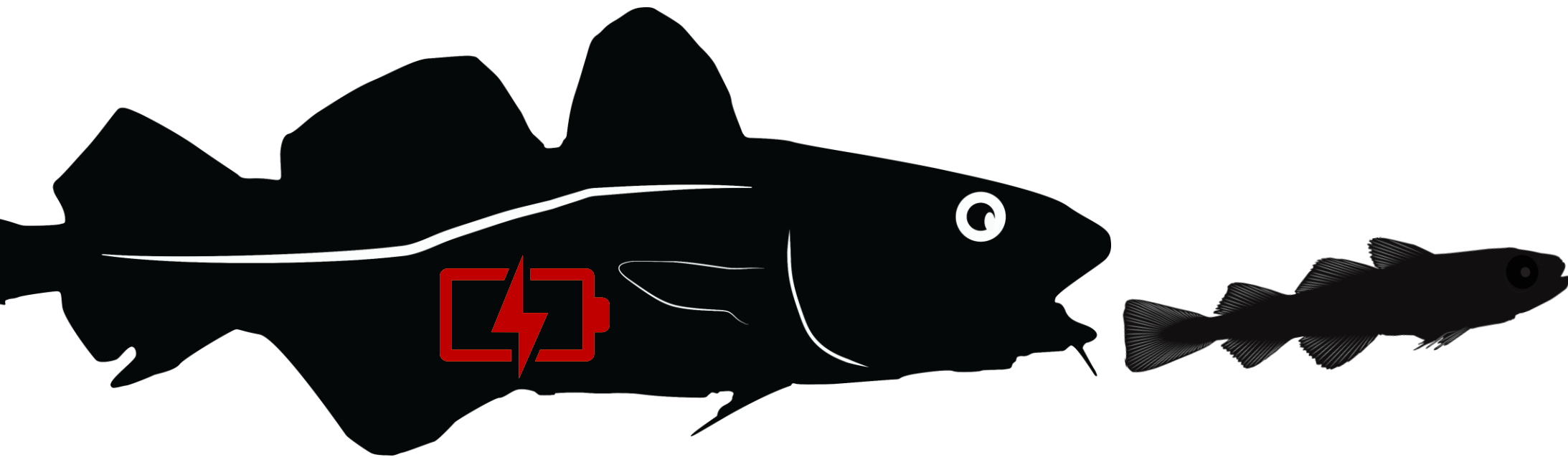


Større torsk svømmer generelt lenger og raskere

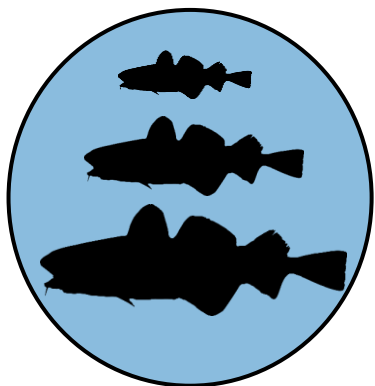


De større torskene opplever kjøligere temperaturer

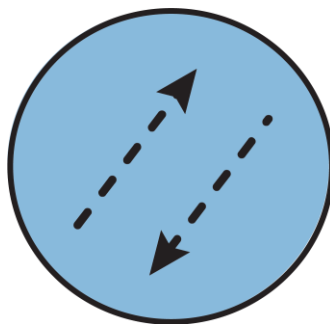




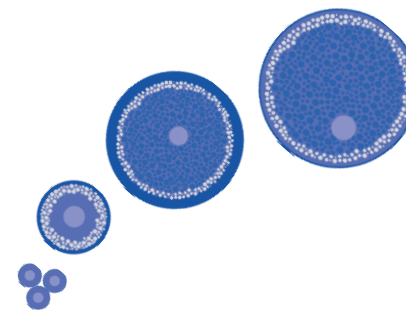
Vekst



Lengre og raskere
gytevandring



Reproduksjon

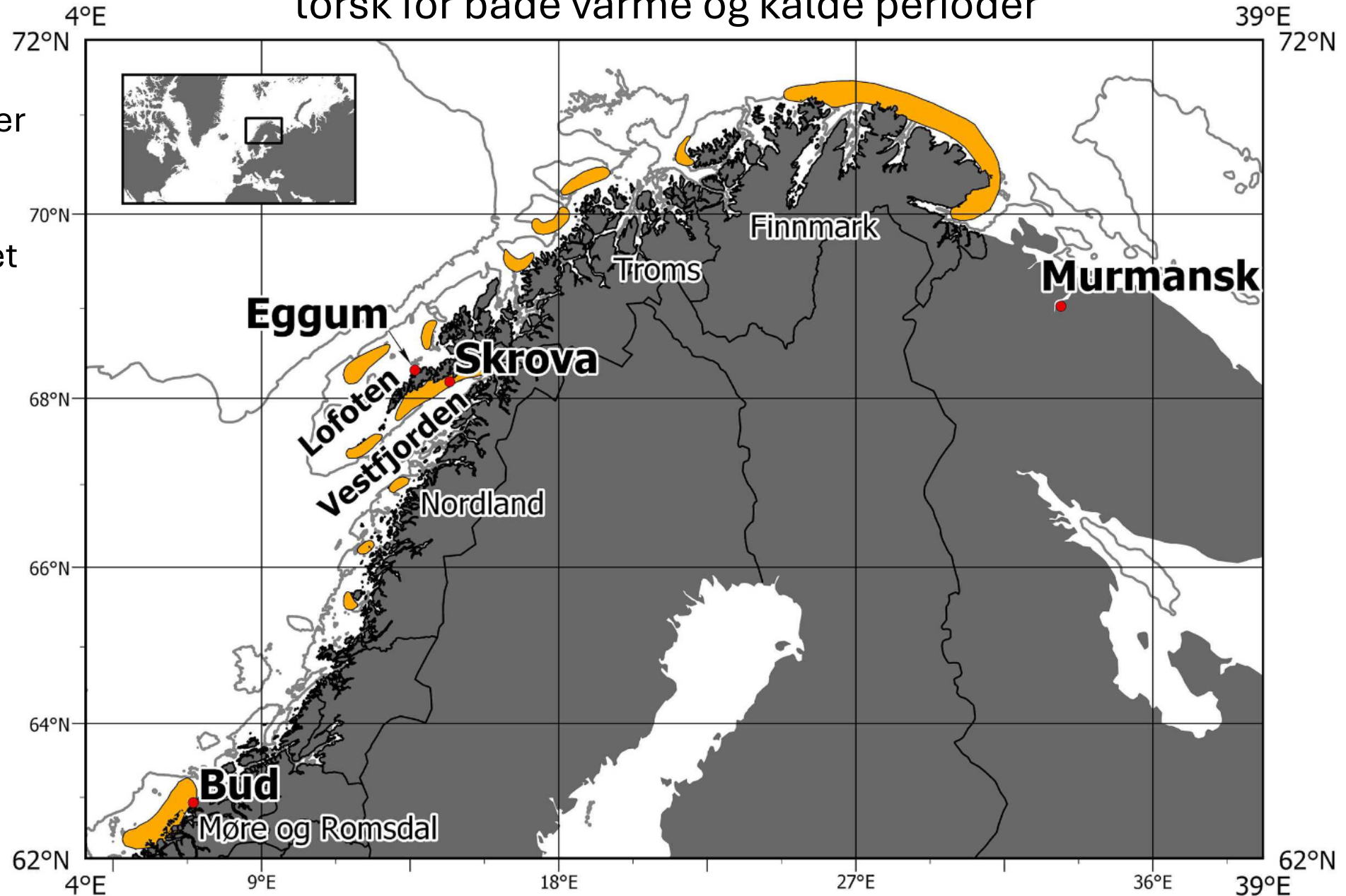


Gyteområder hos Skrei

Fysiske habitatbeskrivelser
for høyintensiv gyting:

- 4-6 °C
- 34,0–34,9 saltholdighet
- 50 – 150 m dybde

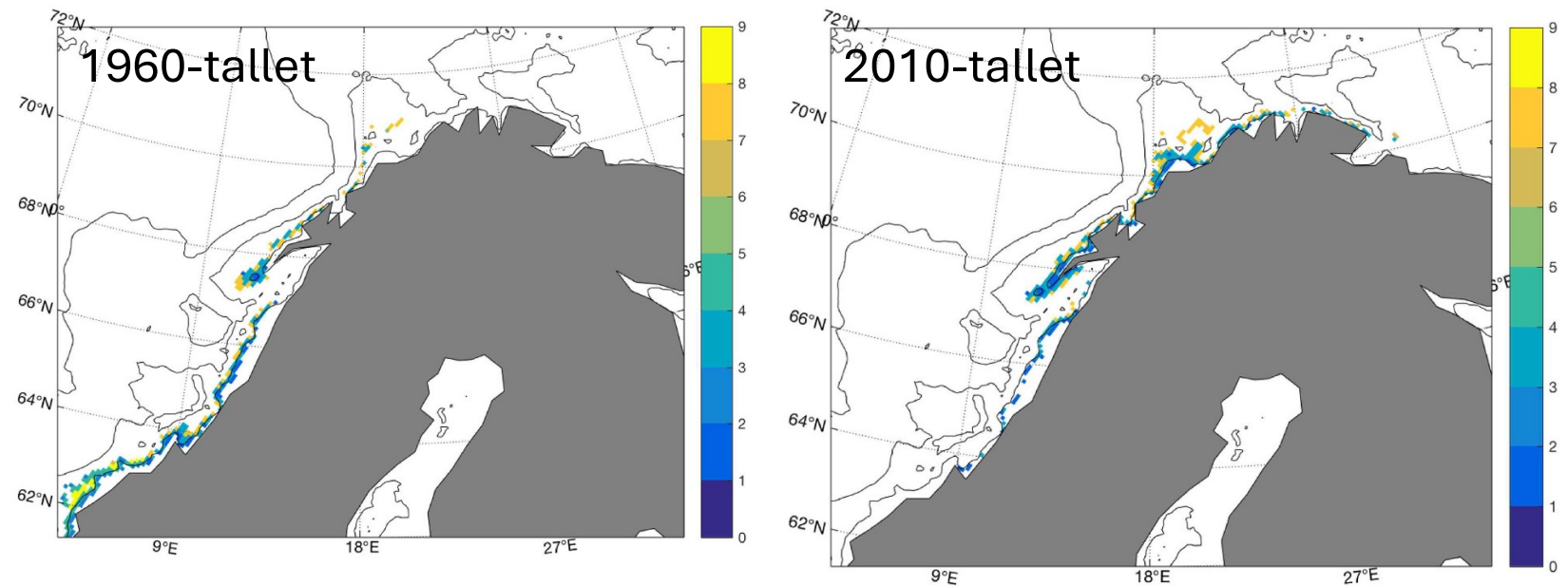
Fordeling av gyteområder for nordøstarktisk
torsk for både varme og kalde perioder



Gyteområder hos Skrei

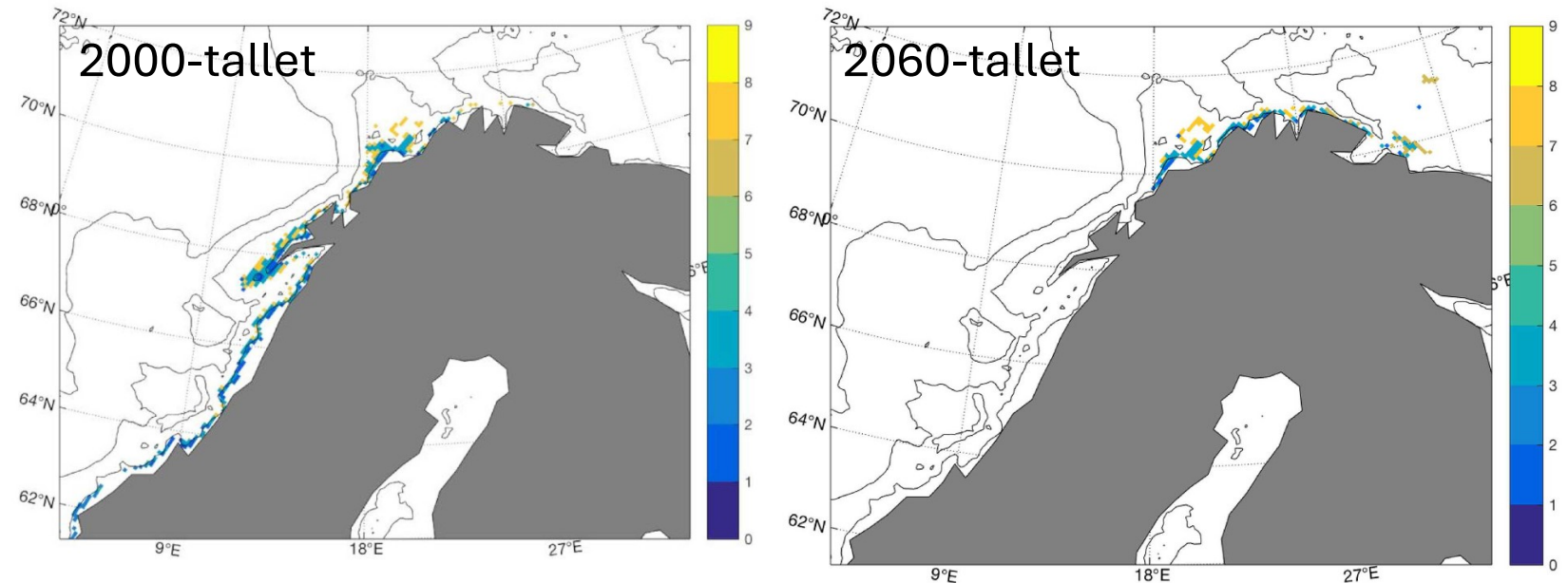
Fysiske habitatbeskrivelser
for høyintensiv gyting:

- 4-6 °C
- 34,0–34,9 saltholdighet
- 50 – 150 m dybde

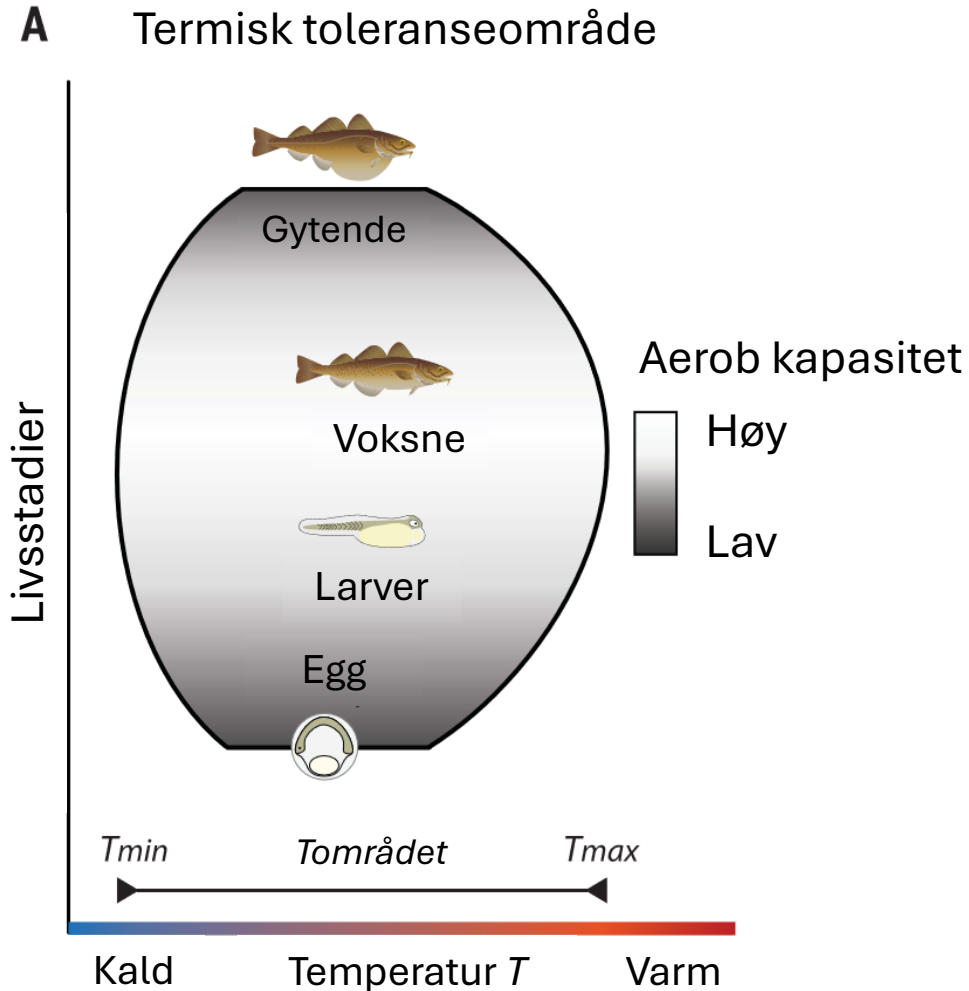


Volumer av vannmasser som tilsvarer fysiske habitatbeskrivelser

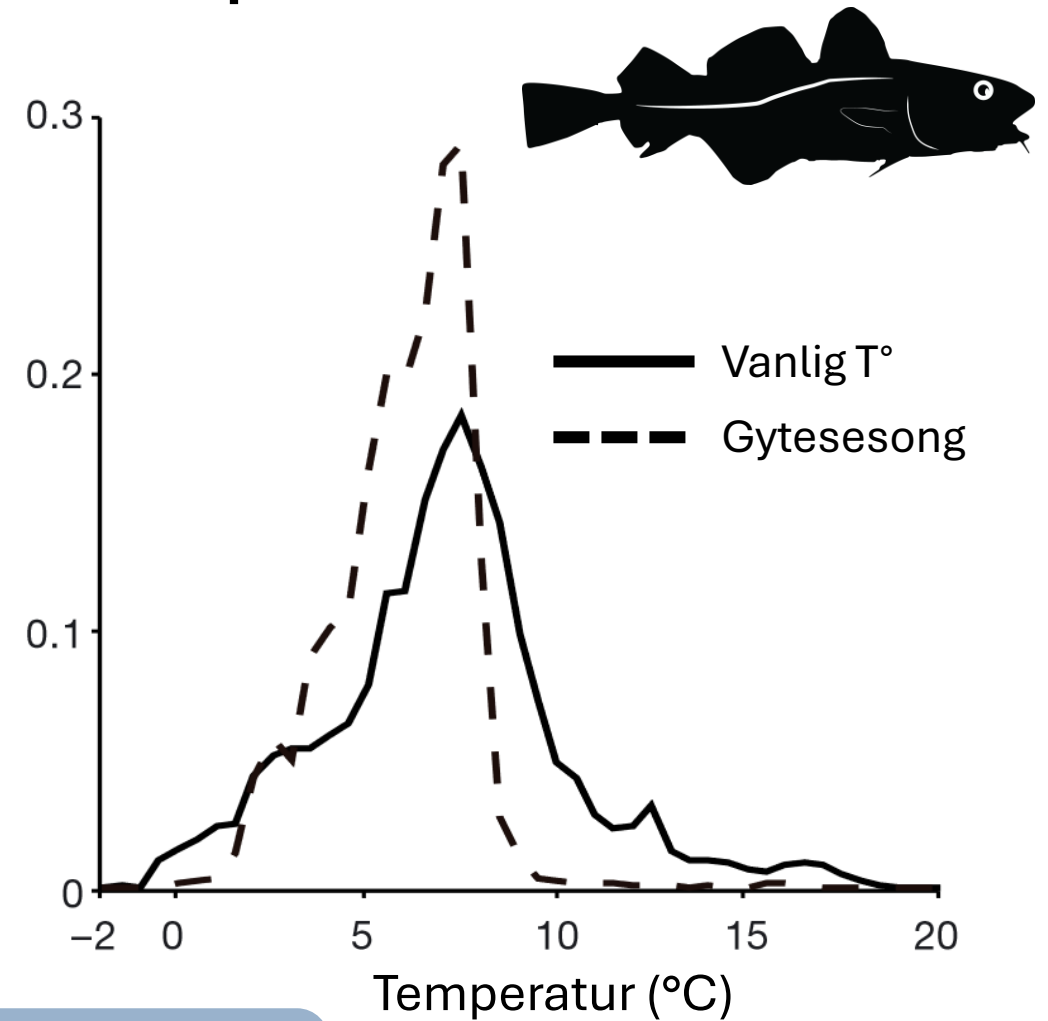
Modellen indikerer at
gyteområder vil flyttes
nordøst med nye
lokaliteter langs den
russiske kysten nær
Murmansk innen 50 år



Modning og eggkvalitet ved ulike temperaturer

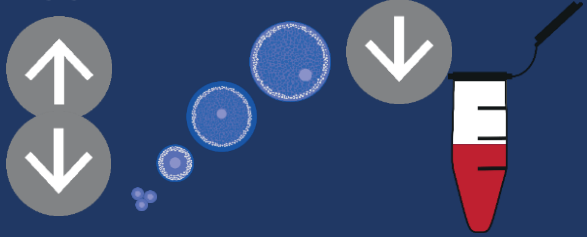


Temperaturområdet hos torsk

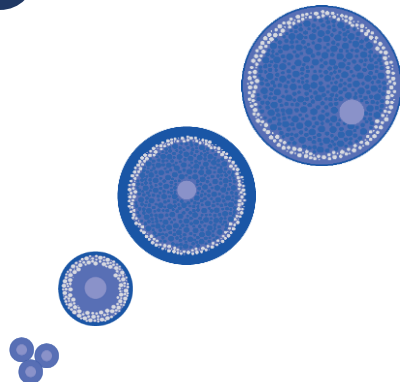
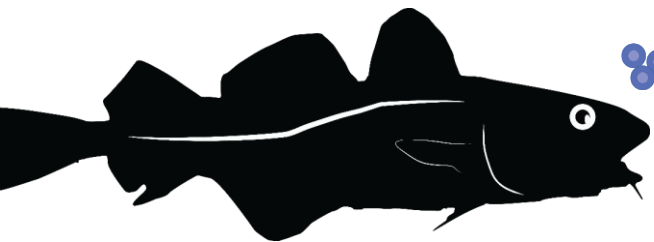
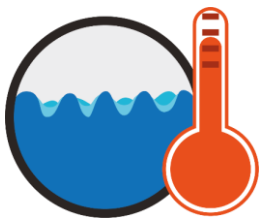


Gytende fisk og embryoer har et smalere termisk toleranseområde

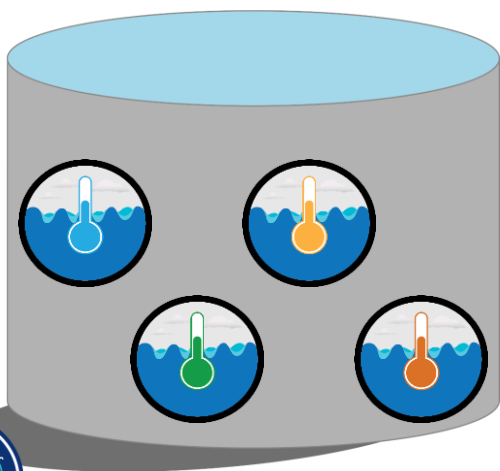
Eggstokkvekst Hormoner



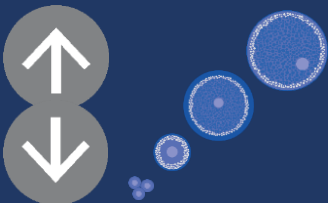
Modning/gyting ved temperaturer over 10 °C (9,6 °C) har **en tydelig negativ effekt** på flere reproduktive responser



Hvordan påvirker ulike temperaturer torskens reproduksjon, gyting og tidlige livsstadier?



Eggstokkvekst



Hormoner



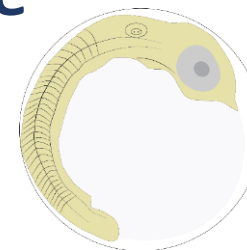
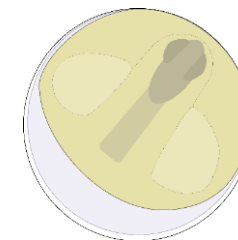
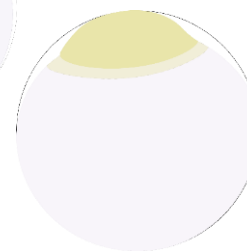
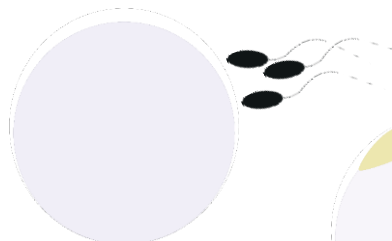
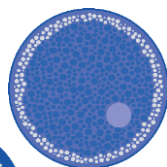
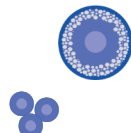
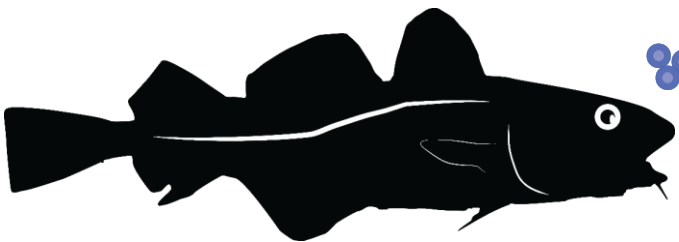
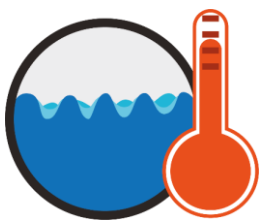
Endringer i tidspunktet for gyting



Sperm hastighet



Eggstørrelse



Hvordan påvirker ulike
temperaturer torskens
reproduksjon, gyting og tidlige
livsstadier?



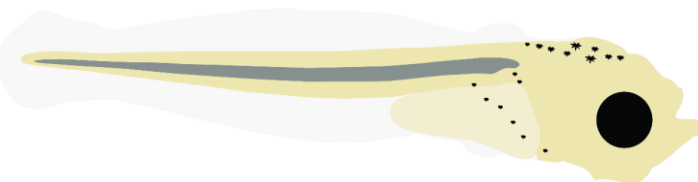
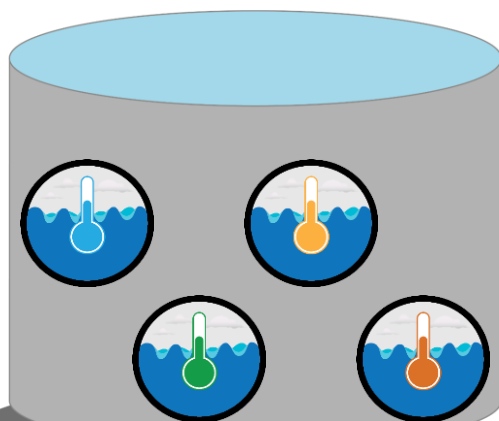
Befruktning



Utviklingssuksess

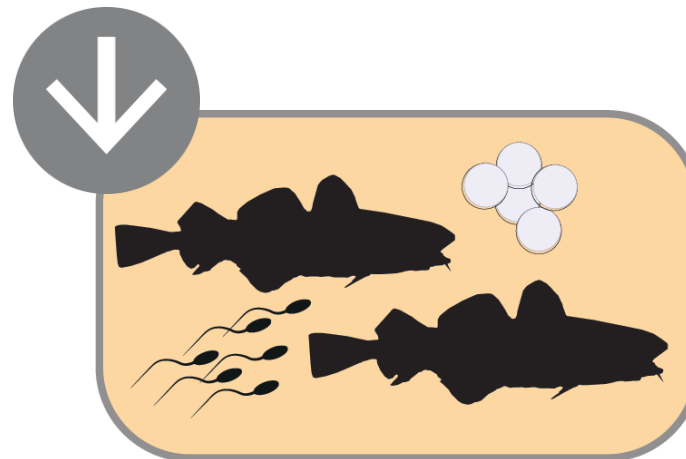
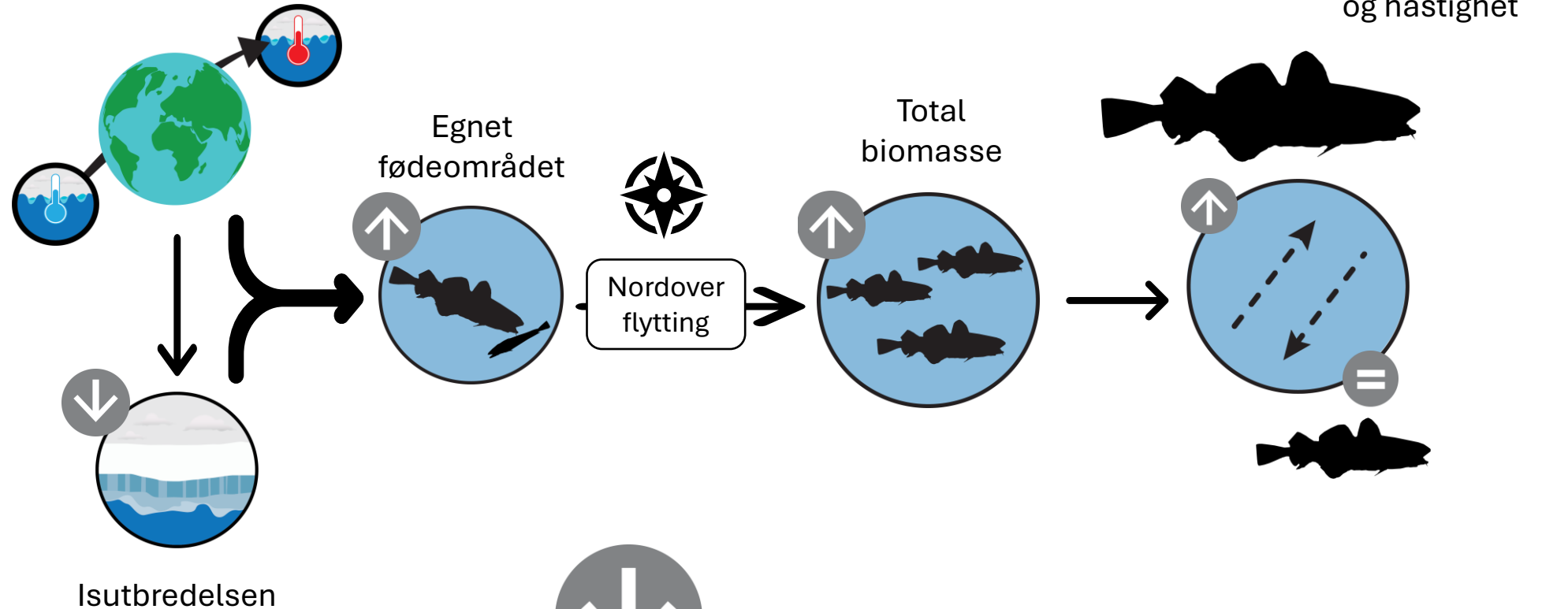


Larvestørrelse



Hvorfor torskene forflytter seg nordover?

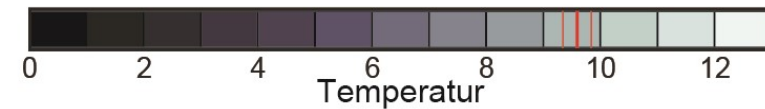
Indirekte effekt av klimaendringer



Direkte effekt av klimaendringer

- Nedgang i egnede forhold for gyting

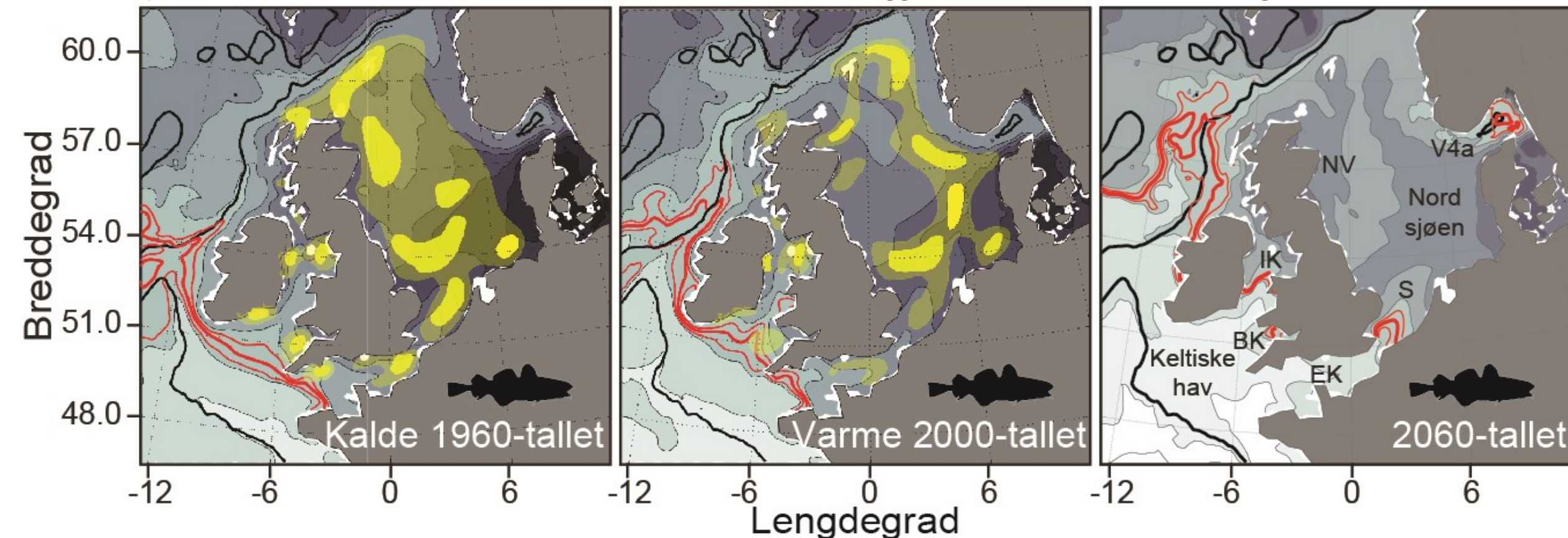
Et annet eksempel: Nordsjøtorsk?



Simuleringer fra tidligere og fremtidige
Bunntemperatur i mars

Nedgang i konsentrasjoner av
torskeegg

Simulering: Sårbare gyteområder i
det irsk-keltiske hav og den
engelske kanalen



Direkte effekter av klimaendringer på
gyteområder til torsk i Nordsjøen

Referanser



- Campana, S. E., Stefánsdóttir, R. B., Jakobsdóttir, K., & Sólmundsson, J. (2020). Shifting fish distributions in warming sub-Arctic oceans. *Scientific Reports*, 15.
- Dahlke, F. T., Wohlrab, S., Butzin, M., & Pörtner, H.-O. (2020). Thermal bottlenecks in the life cycle define climate vulnerability of fish. *Science*, 369(6499), 65–70. <https://doi.org/10.1126/science.aaz3658>
- Fedorov, A. M., Raj, R. P., Belonenko, T. V., Novoselova, E. V., Bashmachnikov, I. L., Johannessen, J. A., & Pettersson, L. H. (2021). Extreme Convective Events in the Lofoten Basin. *Pure and Applied Geophysics*, 178(6), 2379–2391. <https://doi.org/10.1007/s00024-021-02749-4>
- Fossheim, M., Primicerio, R., Johannessen, E., Ingvaldsen, R. B., Aschan, M. M., & Dolgov, A. V. (2015). Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature Climate Change*, 5(7), 673–677. <https://doi.org/10.1038/nclimate2647>
- Holt, R. E., Bogstad, B., Durant, J. M., Dolgov, A. V., & Ottersen, G. (2019). Barents Sea cod (*Gadus morhua*) diet composition: Long-term interannual, seasonal, and ontogenetic patterns. *ICES Journal of Marine Science*, 76(6), 1641–1652. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz082>
- Kjesbu, O. S., Bogstad, B., Devine, J. A., Gjøsæter, H., Howell, D., Ingvaldsen, R. B., Nash, R. D. M., & Skjæraasen, J. E. (2014). Synergies between climate and management for Atlantic cod fisheries at high latitudes. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 111(9), 3478–3483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1316342111>
- Kjesbu, O. S., Sundby, S., Sandø, A. B., Alix, M., Hjøllø, S. S., Tiedemann, M., Skern-Mauritzen, M., Junge, C., Fossheim, M., Thorsen Broms, C., Søvik, G., Zimmermann, F., Nedreaas, K., Eriksen, E., Höffle, H., Hjelset, A. M., Kvamme, C., Reecht, Y., Knutsen, H., ... Huse, G. (2022). Highly mixed impacts of near-future climate change on stock productivity proxies in the North East Atlantic. *Fish and Fisheries*, 23, 601–615. <https://doi.org/10.1111/faf.12635>
- Kjesbu, O. S., Alix, M., Sandø, A. B., Strand, E., Wright, P. J., Johns, D. G., Thorsen, A., Marshall, C. T., Bakkeplass, K. G., Vikebø, F. B., Skuggedal Myksvoll, M., Ottersen, G., Allan, B. J. M., Fossheim, M., Stiansen, J. E., Huse, G., & Sundby, S. (2023). Latitudinally distinct stocks of Atlantic cod face fundamentally different biophysical challenges under on-going climate change. *Fish and Fisheries*, 24(2), 297–320. <https://doi.org/10.1111/faf.12728>
- Righton, D., Andersen, K., Neat, F., Thorsteinsson, V., Steingrund, P., Svedäng, H., Michalsen, K., Hinrichsen, H., Bendall, V., Neuenfeldt, S., Wright, P., Jonsson, P., Huse, G., van der Kooij, J., Mosegaard, H., Hüsey, K., & Metcalfe, J. (2010). Thermal niche of Atlantic cod *Gadus morhua*: Limits, tolerance and optima. *Marine Ecology Progress Series*, 420, 1–13. <https://doi.org/10.3354/meps08889>
- Sandø, A. B., Johansen, G. O., Aglen, A., Stiansen, J. E., & Renner, A. H. H. (2020). Climate change and new potential spawning sites for Northeast Arctic cod. *Frontiers in Marine Science*, 7, 28. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00028>
- Sundby, S., & Nakken, O. (2008). Spatial shifts in spawning habitats of Arcto-Norwegian cod related to multidecadal climate oscillations and climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 65(6), 953–962. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn085>
- Van der Meeren, T., Alix, M., Asplin, L., & Falkenhaus, T. (2024). Bestilling av forvaltningsråd knyttet til gyting i merd hos oppdrettstorsk ulike deler av året. Rapport fra Havforskningsinstituttet 2024.
- www.hi.no/hi/temasider/arter/torsk-nordarktisk-skrei

Tusen takk! Spørsmål??

