

Landskapsperspektiv på trofiska kaskader och skiften i kustens födovävar

IALE-konferens 26 nov 2025

Professor Johan Eklöf

Institutionen för ekologi, miljö och botanik

Stockholms universitet

johan.eklof@su.se



Stockholms
universitet



[@eklof.bsky.social](https://twitter.com/eklof.bsky.social)

Lagarbete



Prof Britas Klemens Eriksson
Groningen University, Netherlands



Docent Ulf Bergström



Dr Agnes Olin

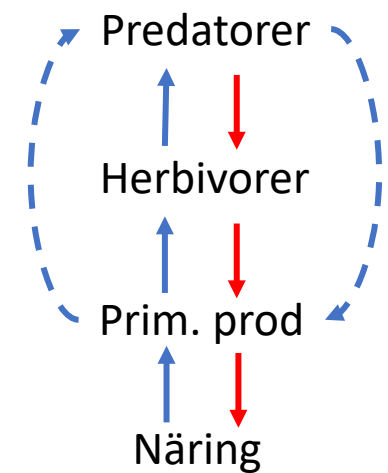
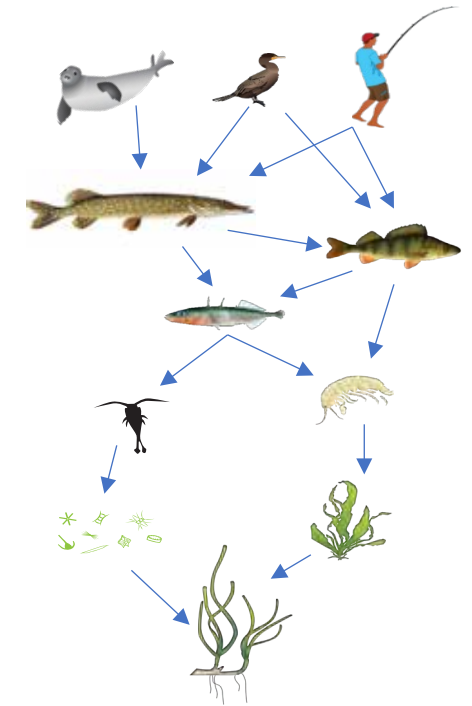


Dr Serena Donadi

Institutionen för akvatiska resurser, SLU

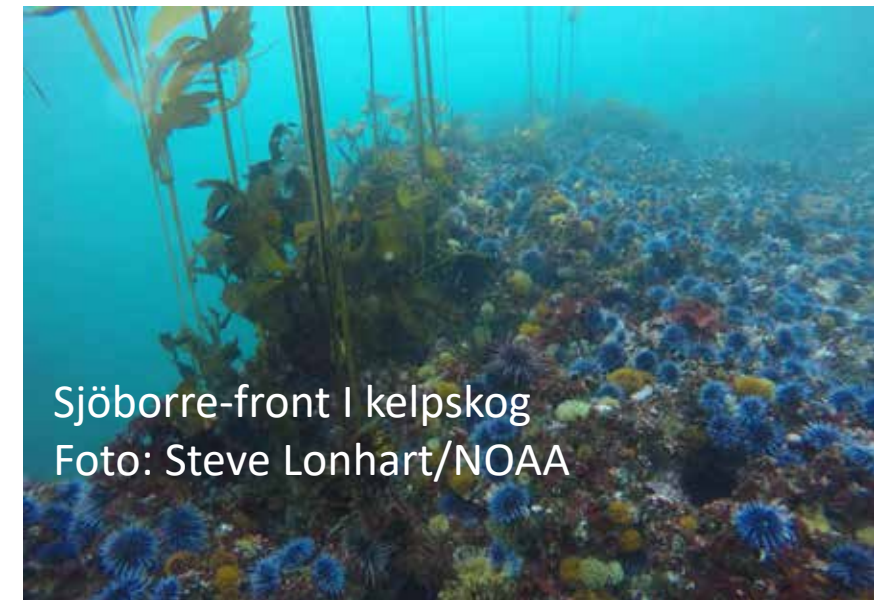
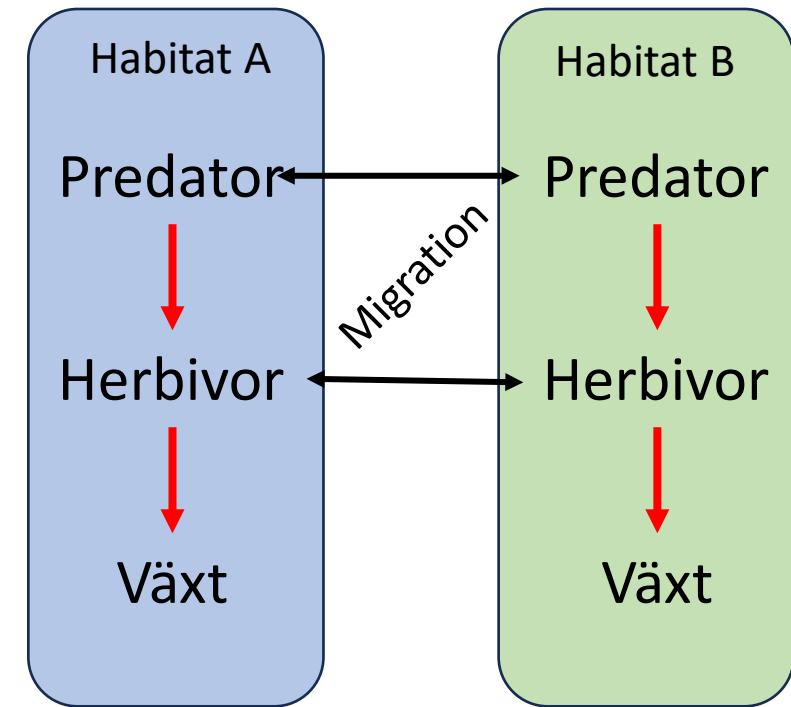
Bottom-up vs top-down

- Primärproduktion bottom-up-reglerad (ljus, temperatur, näring, vatten, etc.) → övergödningssparadigm inom förvaltning
- Predatorer kan reglera abundans och biomassa av herbivorer, och indirekt sett gynna primärproducenter = trofiska kaskader
- Produktivitet reglerar antal trofinivåer, både produktivitet och konsumtion reglerar biomassor



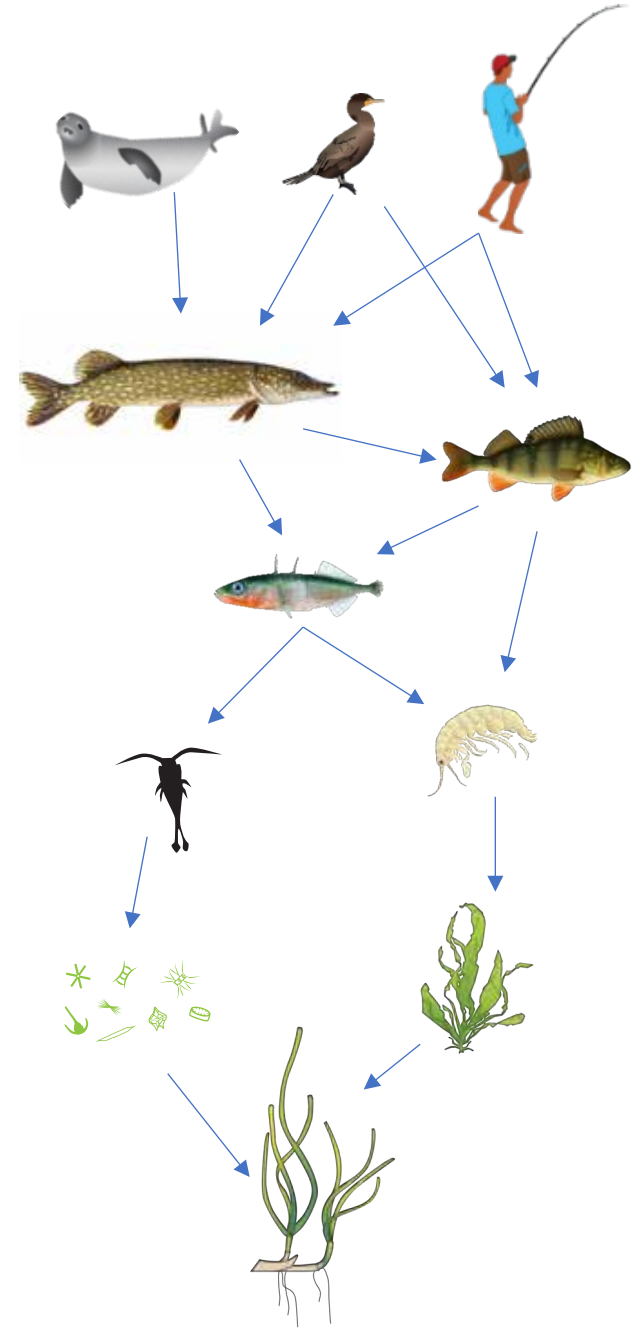
Rumsligt perspektiv?

- Klassiska födovävs-studier och –teorier ignorerade rumsliga aspekter (skala, migration, etc.) – men organismer/populationer är mobila
- Idag vet vi att migration
 - generellt sett *försvagar* lokala trofiska interaktioner
 - som sker directionellt och pulsartat kan *kraftigt öka* top-down-kontroll i mottagande ekosystem
 - kan *triggas av* lokala ökningar av konsumenter som överkonsumerar byten och därför migrerar (“consumer fronts”) och leda till rumsliga skiften



Hur kan rumsliga perspektiv hjälpa oss bättre förstå kustens födovävar?

1. Trofiska kaskader i olika rumsskalor
2. Rumsliga regimskiften i födovävar
3. Betydelsen av konnektivitet för ekosystemet tålighet mot miljöförändring

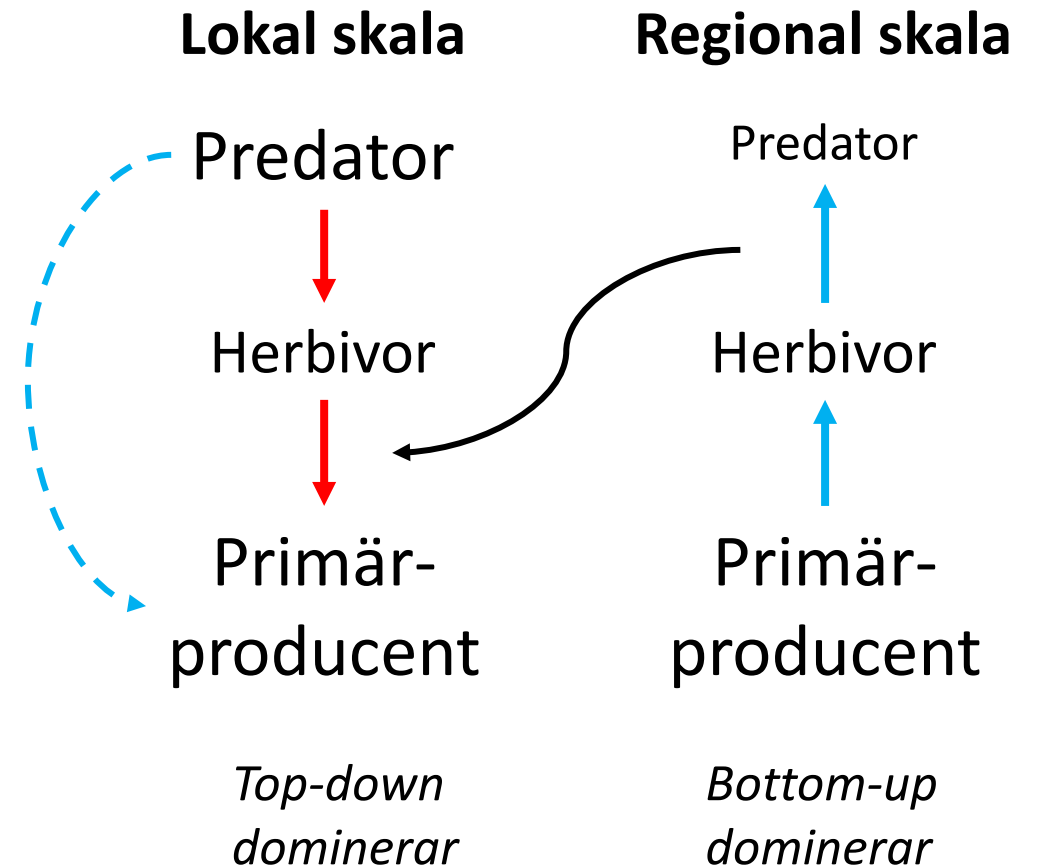


1. Rumsliga skalor av födovävsinteraktioner

1. Basal trofisk kaskad
2. Skal-beroende interaktioner
3. **Tvärskaliga interaktioner?**
("cross-scale interactions")

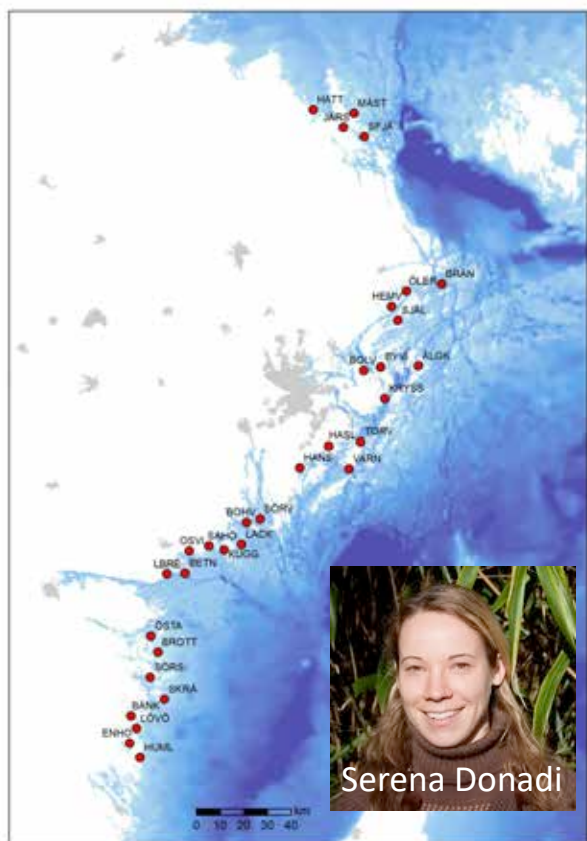
Exempel i litteraturen:

- Spridning av skogsbränder
- Mutationer och sjukdomsresistens/spridning
- Individuella finansbeslut och marknadssvängningar

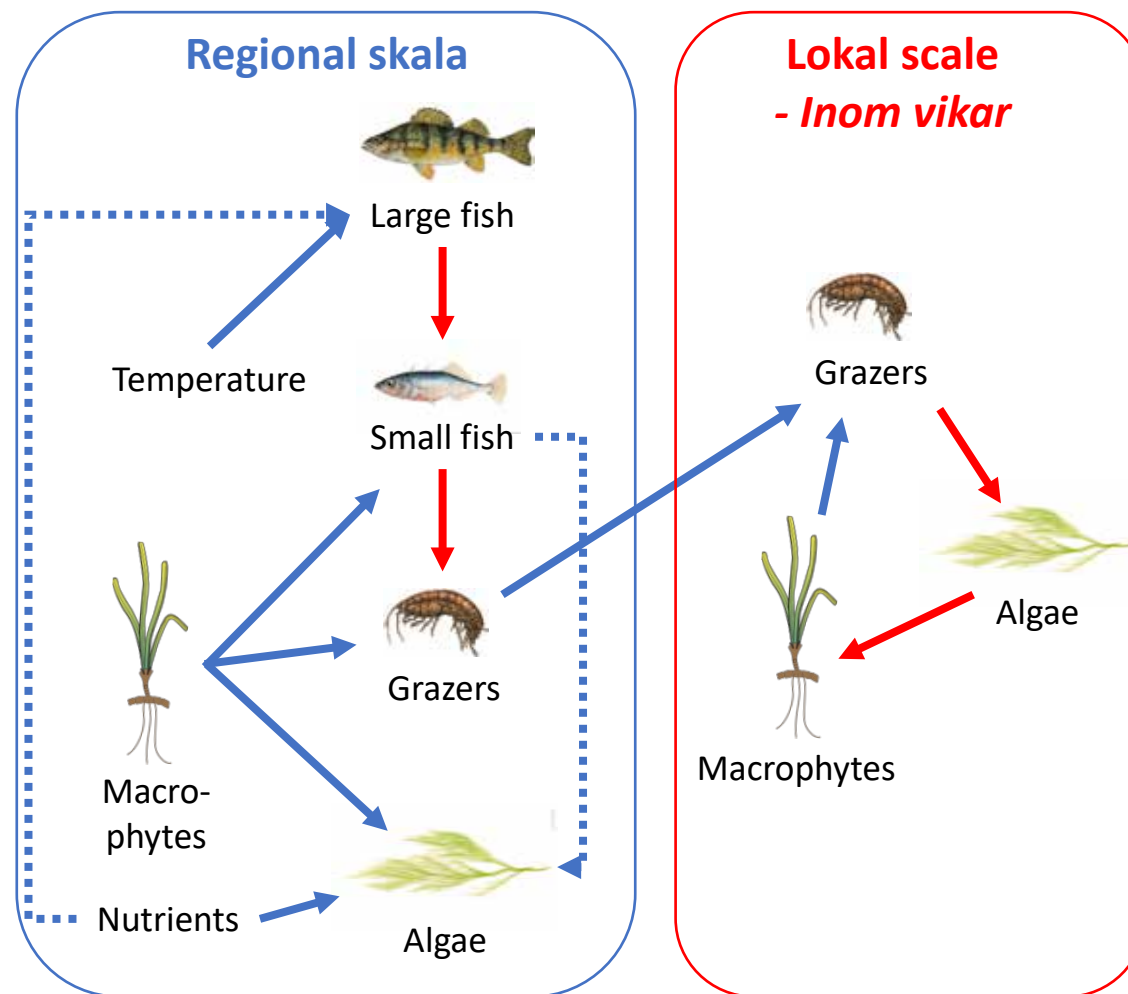


Test med empirisk data

Fältdata från
32 grunda vikar



Serena Donadi



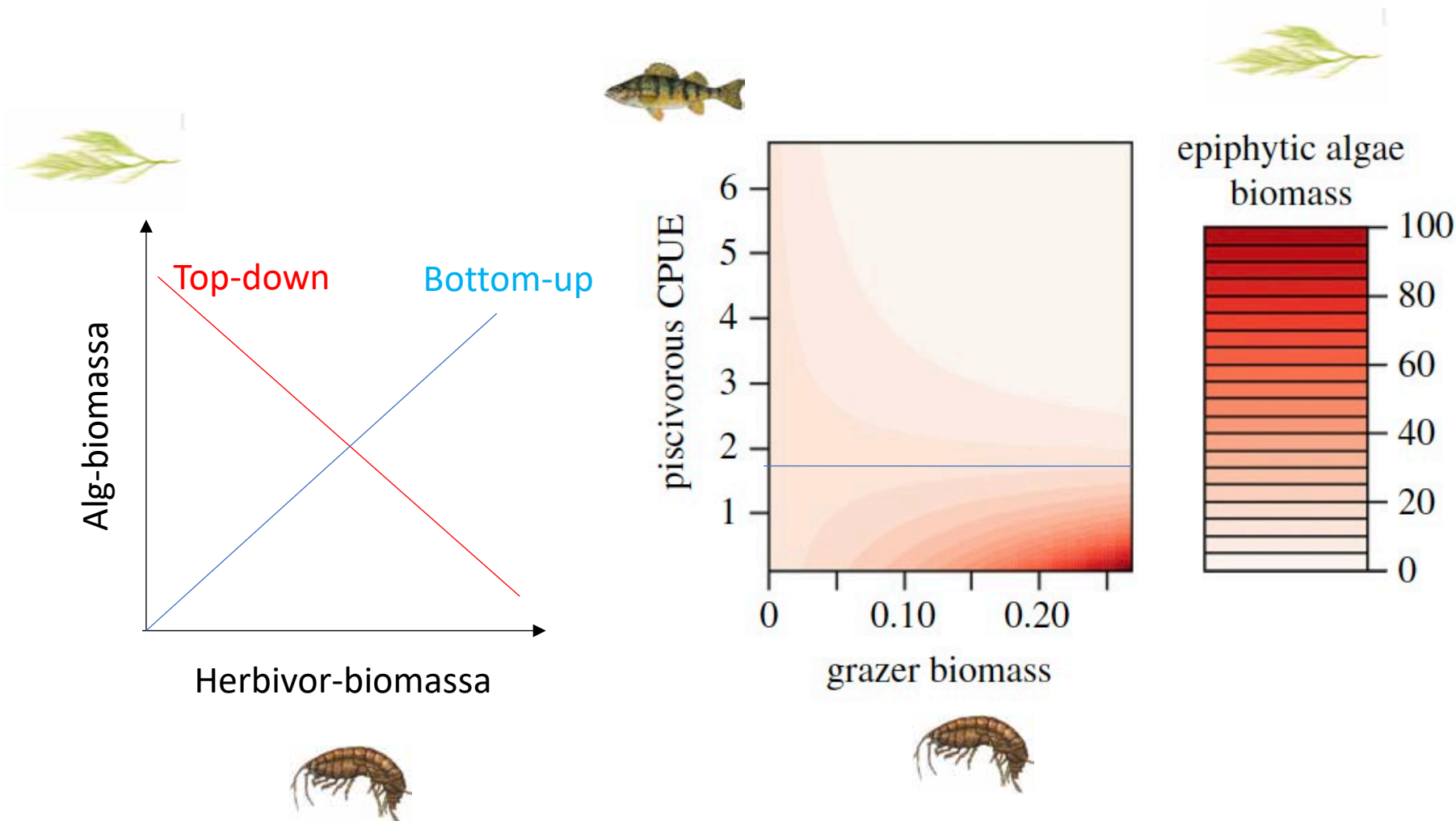
Best-fitting piecewise path model

→ Positive effect

→ Neg. effect

- Både bottom-up och top-down-reglering på regional skala
- Trofiska interaktioner på regional skala påverkar trofiska interaktioner på lokala skala

Tvärskalig interaktion



Tvärskalig interaktion

- variation i rovfisk-biomassa på regional skala påverkar relationen mellan herbivorer och alger på lokal skala
- Brytpunkt vid ca 2kg rovfisk/nät

Regionala födovävar → lokala födovävar

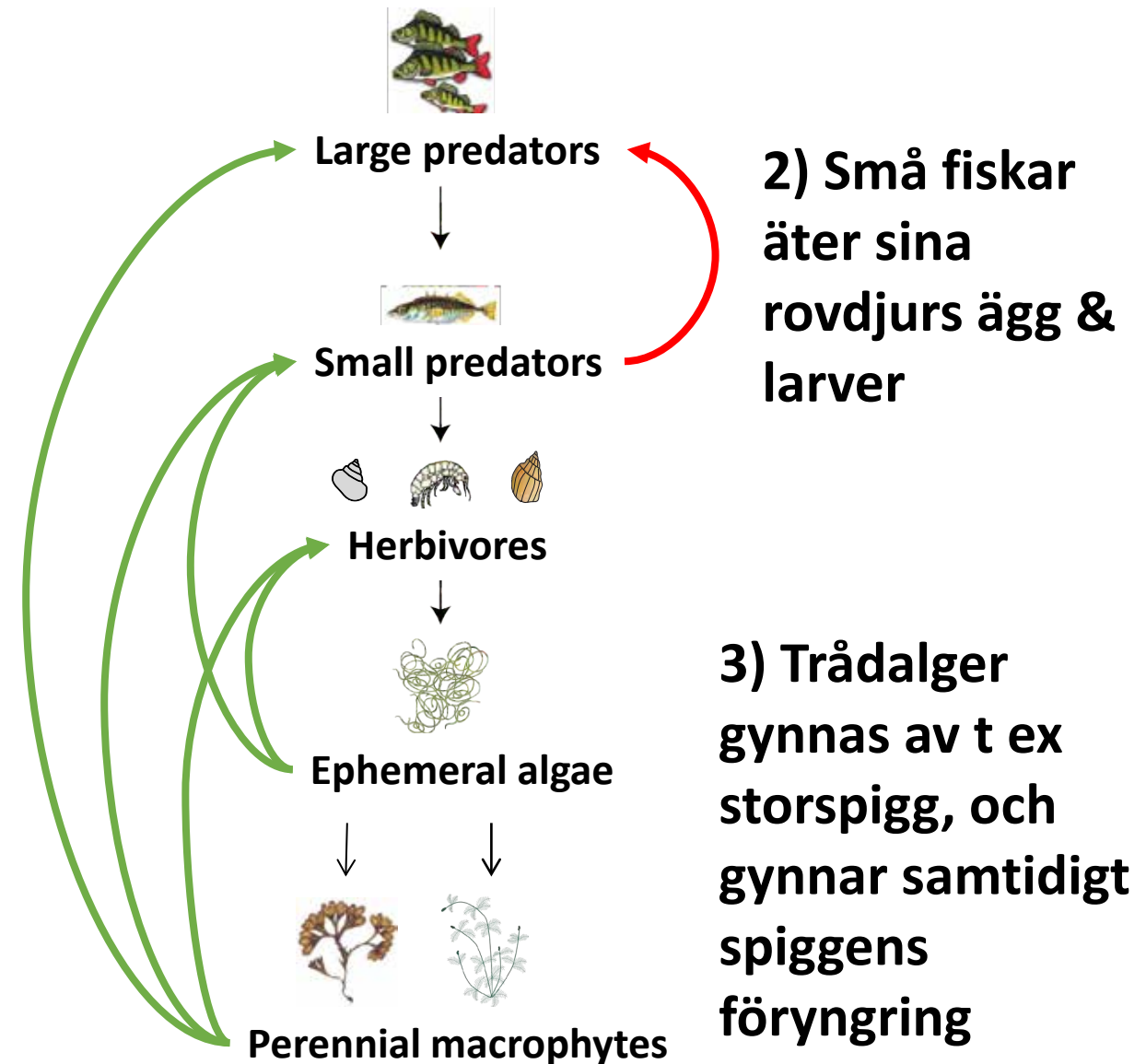
An underwater photograph showing a large number of small, silvery fish swimming in a shallow, clear water environment. The seabed is covered with green seagrass and patches of reddish-brown coral or anemones. The water is slightly hazy, and the lighting is natural, suggesting a daytime scene.

2. Födovävar och rumsliga regimskiften

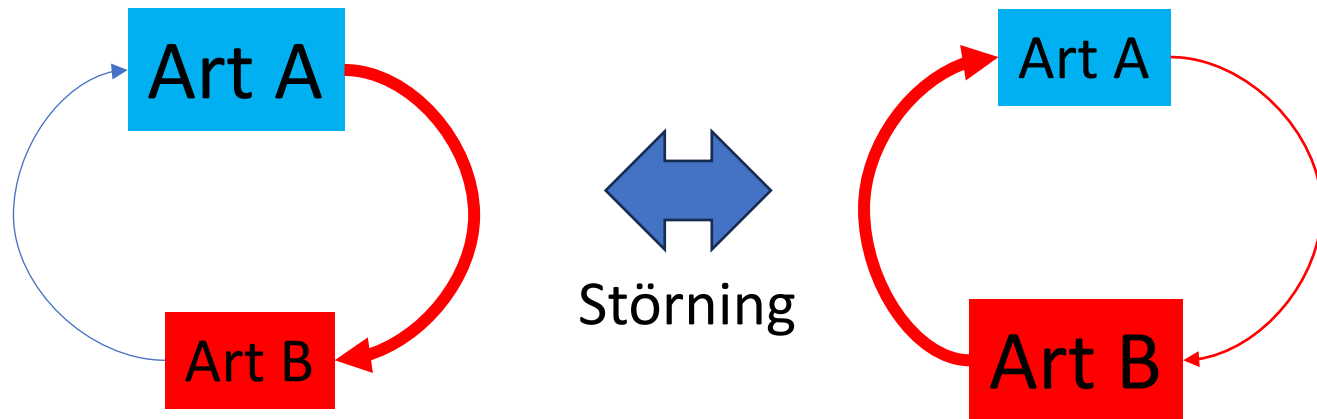
Feedback-mekanismer

Trofiska kaskader en del av större och mer komplexa nätverk av interaktioner, som inkluderar feedback-mekanismer (återkopplingar)

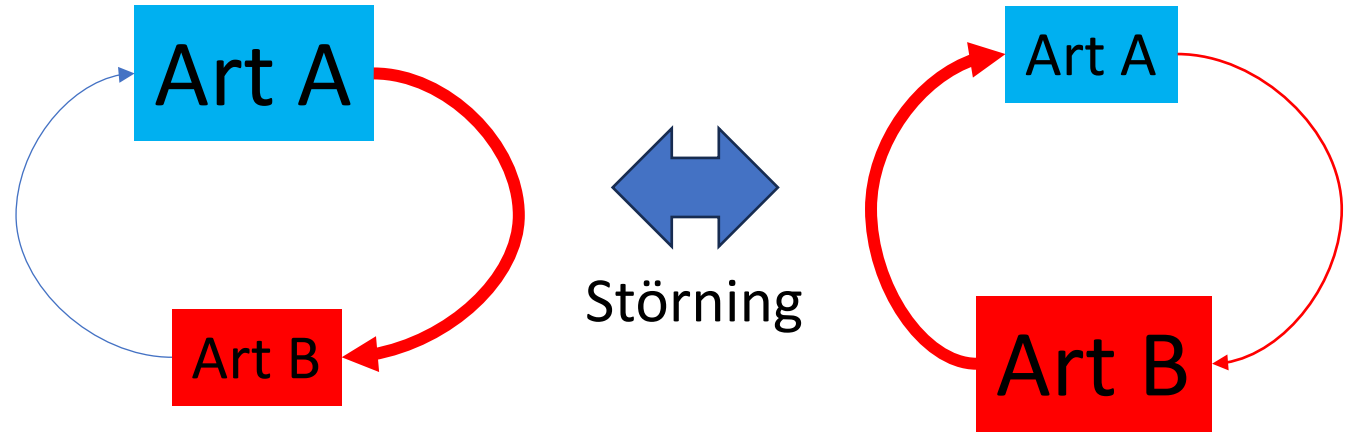
1) makrofyter som gynnas av adult rovfisk utgör samtidigt barnkammare för juvenil rovfisk



Regimskiften



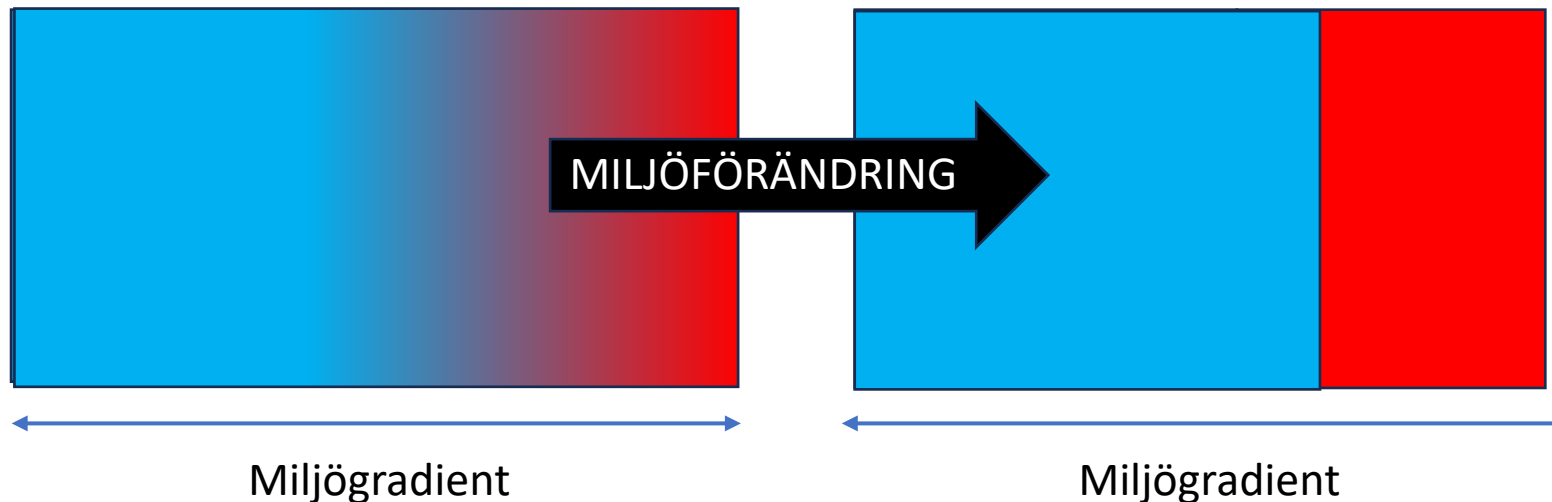
Regimskiften



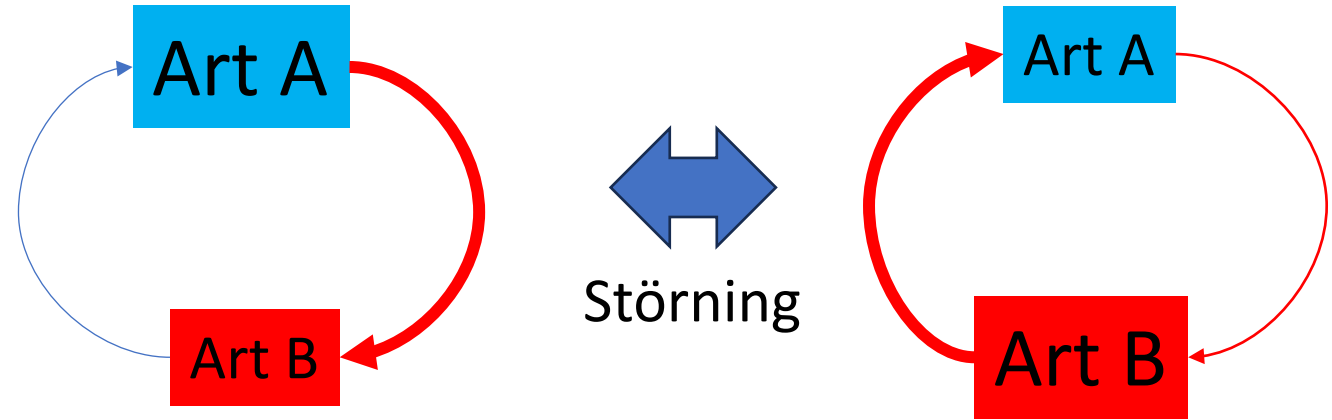
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- brytpunkt, plötslig transition



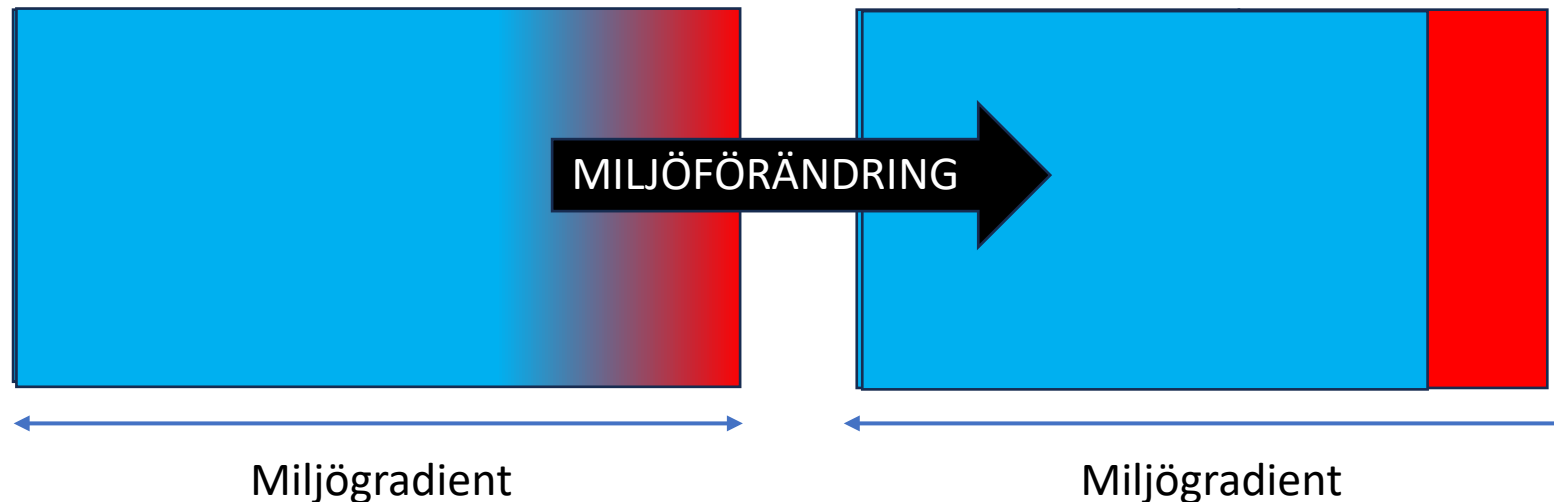
Regimskiften



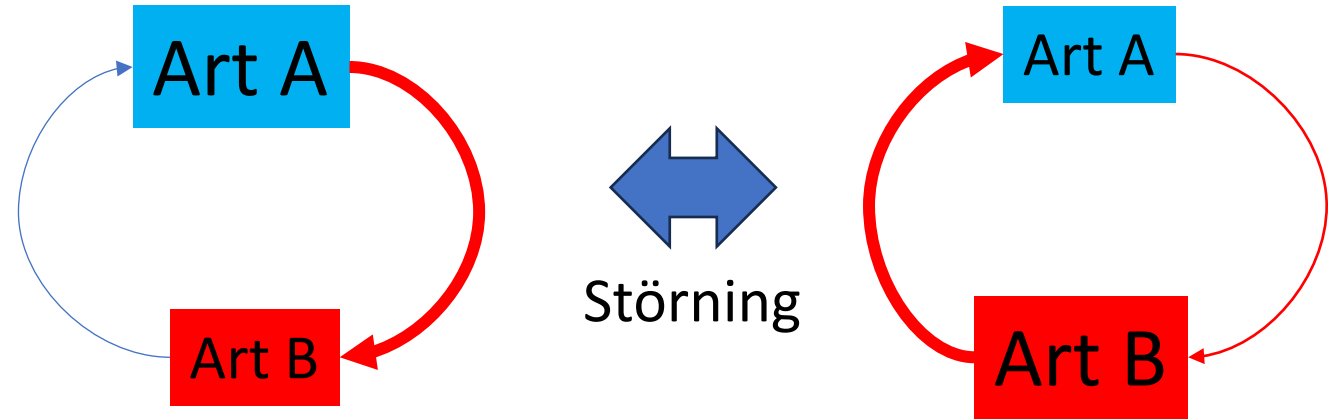
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- brytpunkt, plötslig transition

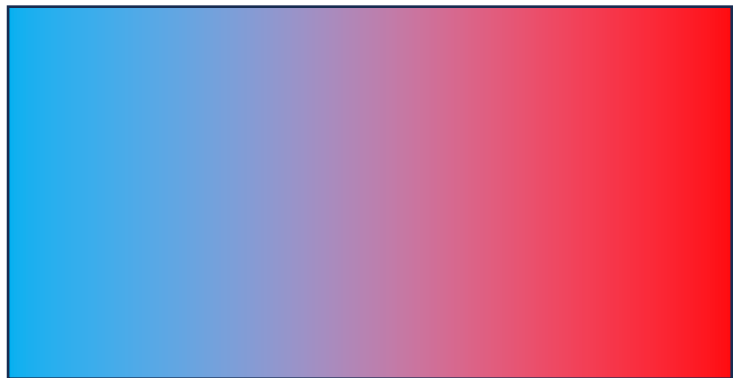


Regimskiften



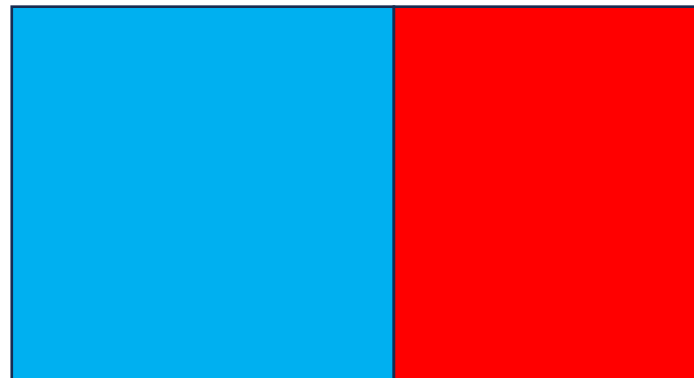
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition



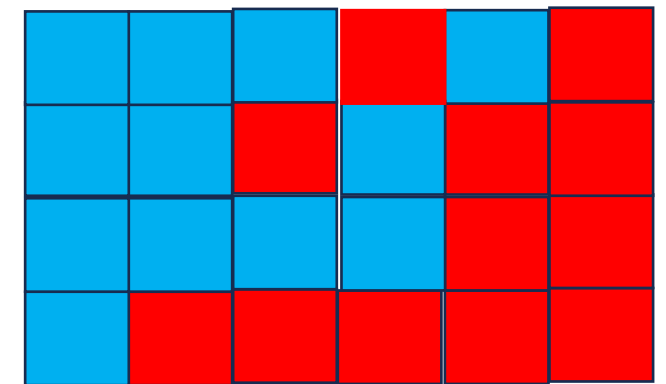
Miljögradient

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- Plötslig transition



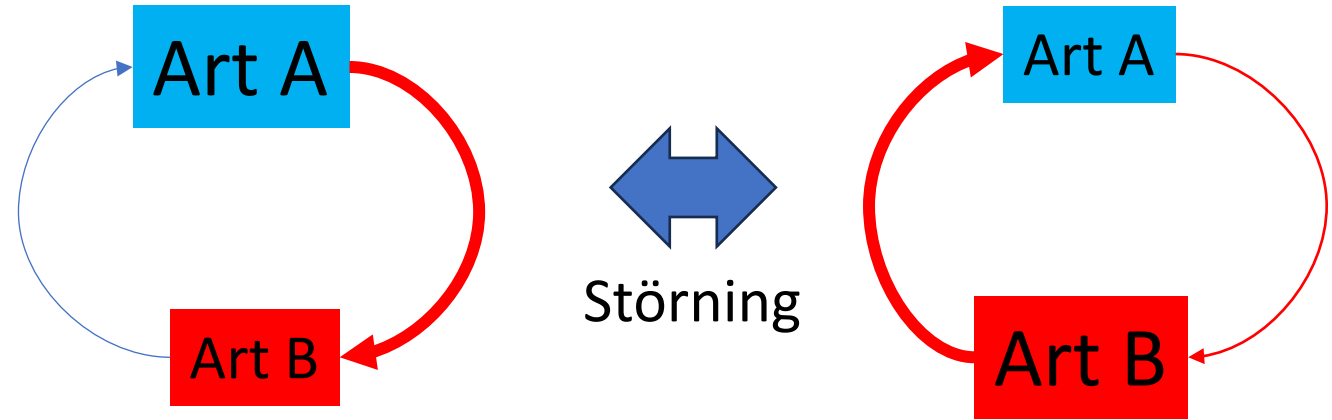
Miljögradient

C) Med lokal feedback och rumslig dynamik
- Lokal bistabilitet, regional gradvis transition



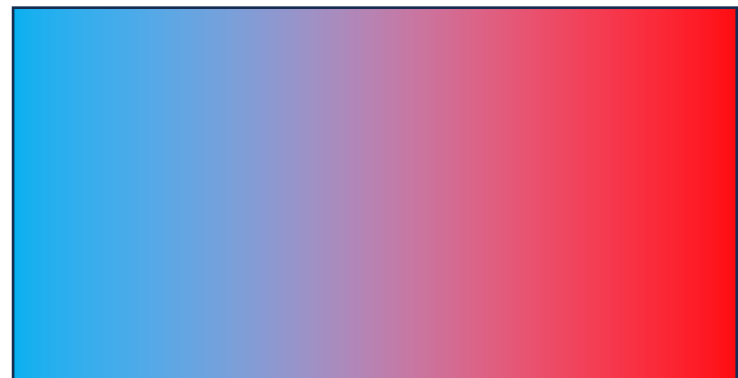
Miljögradient

Regimskiften



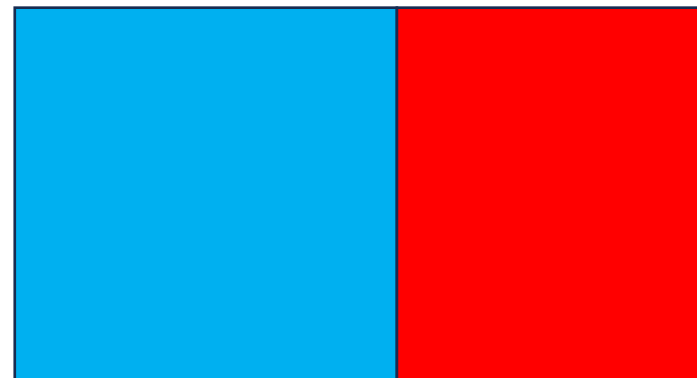
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition



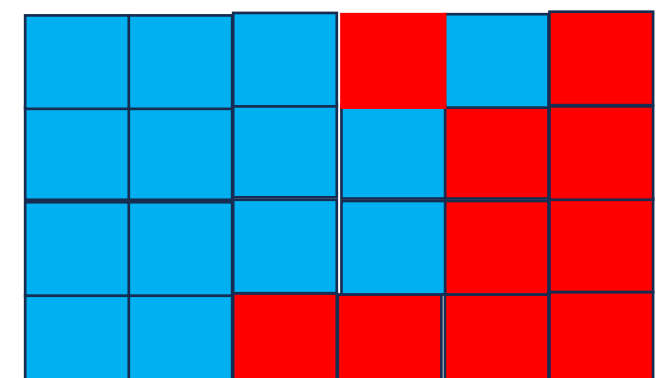
Miljögradient

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- Plötslig transition



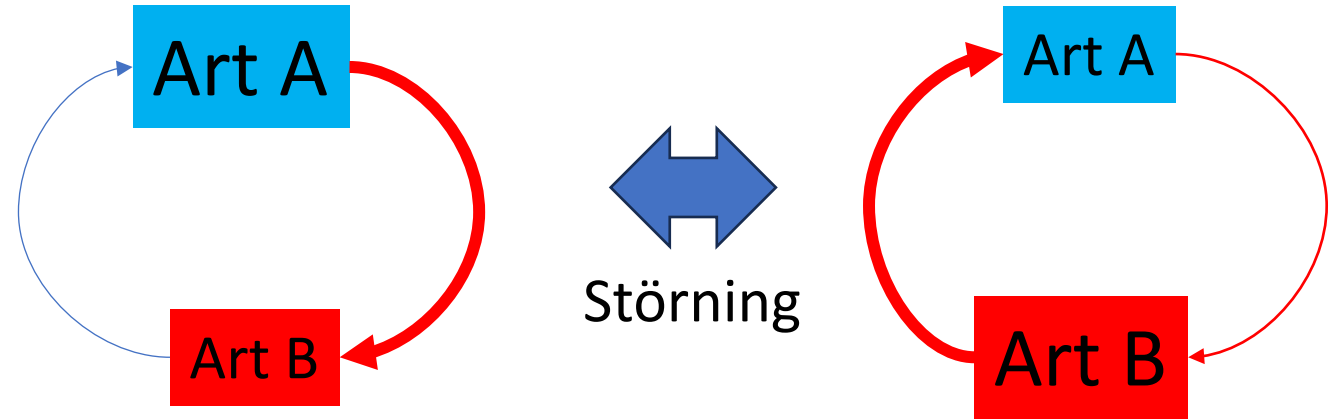
Miljögradient

C) Med lokal feedback och rumslig dynamik
- Lokal bistabilitet, regional gradvis transition



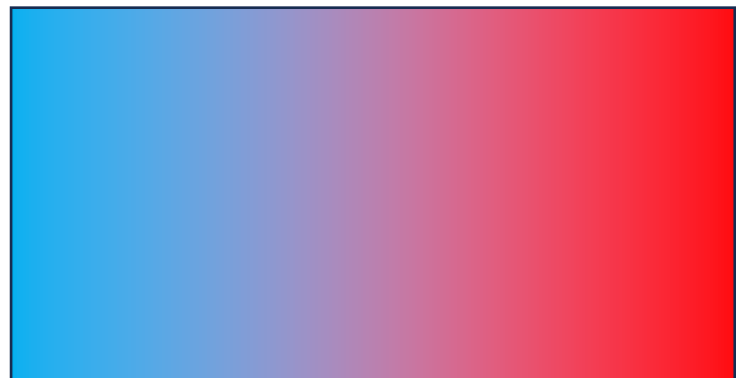
MILJÖFÖRÄNDRING

Regimskiften



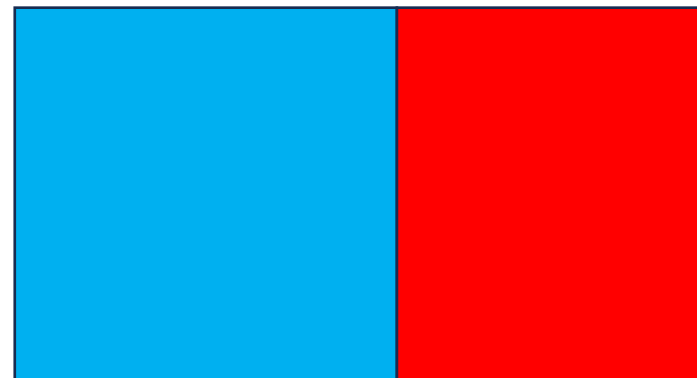
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition



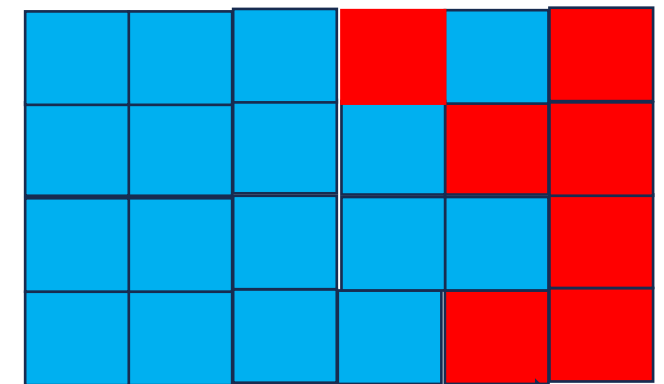
Miljögradient

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- Plötslig transition



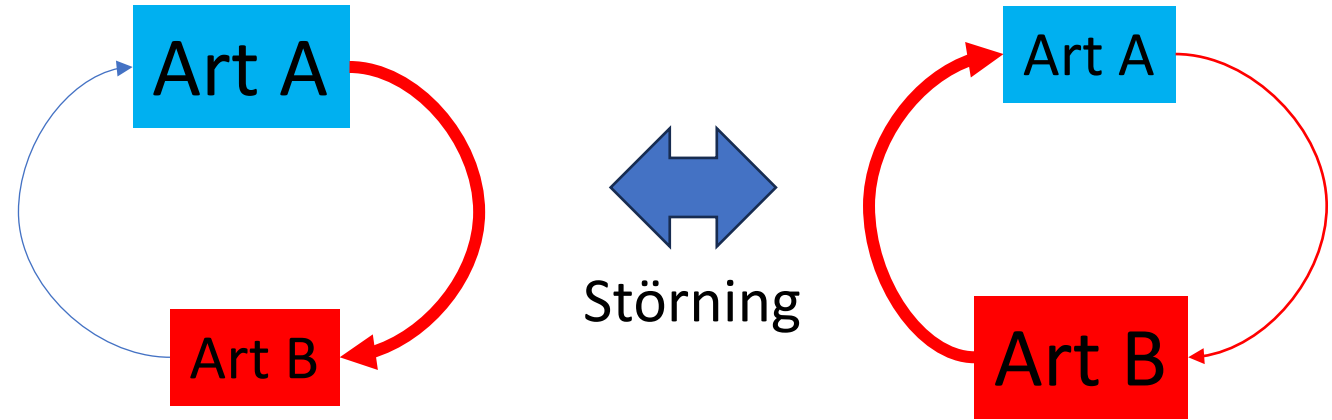
Miljögradient

C) Med lokal feedback och rumslig dynamik
- Lokal bistabilitet, regional gradvis transition



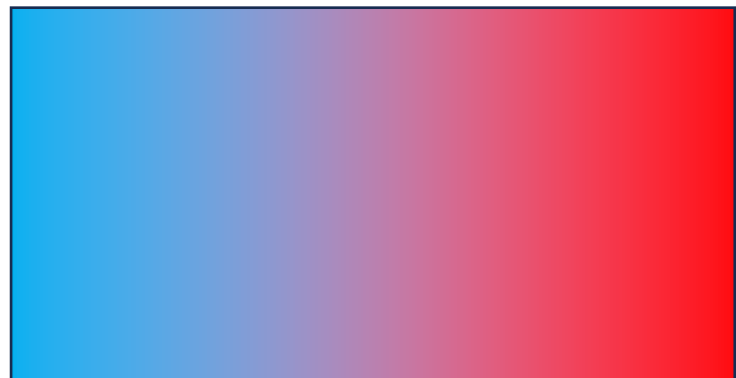
MILJÖFÖRÄNDRING

Regimskiften



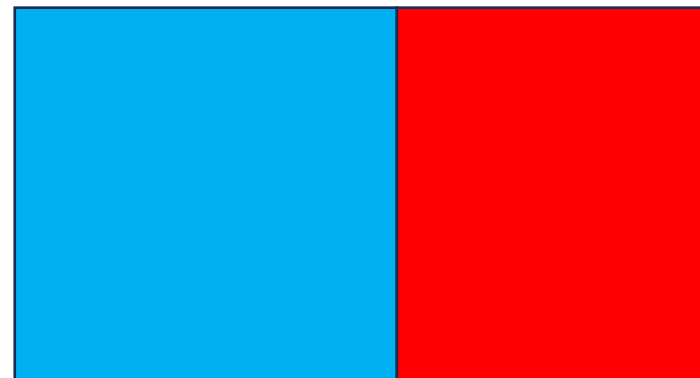
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition



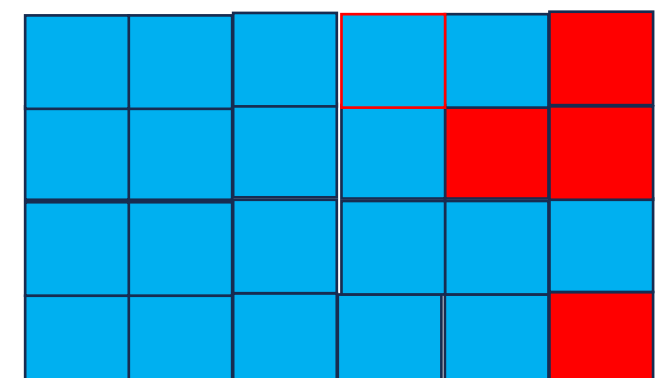
Miljögradient

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- Plötslig transition



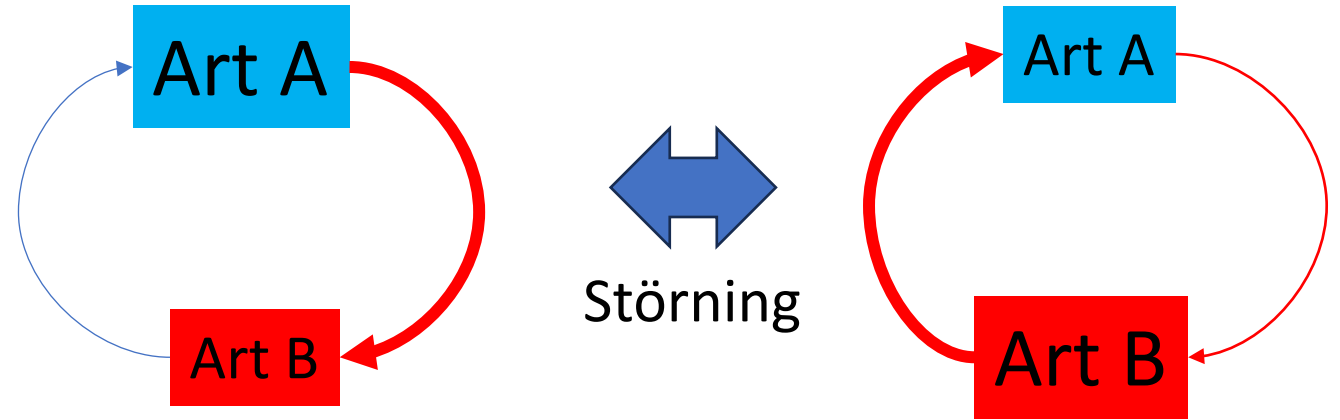
Miljögradient

C) Med lokal feedback och rumslig dynamik
- Lokal bistabilitet, regional gradvis transition



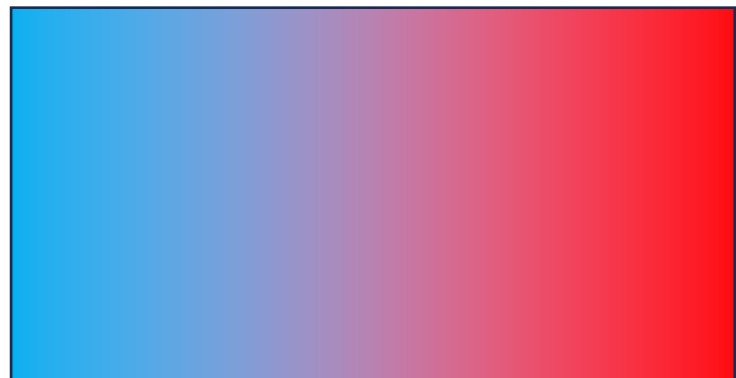
MILJÖFÖRÄNDRING

Regimskiften



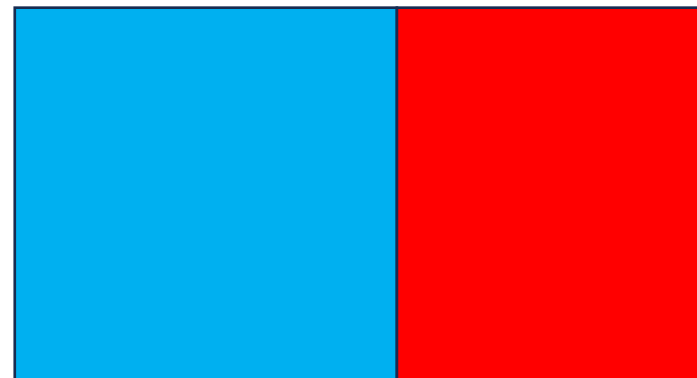
Rumsliga aspekter

A) Utan feedback och rumslig dynamik
- gradvis transition



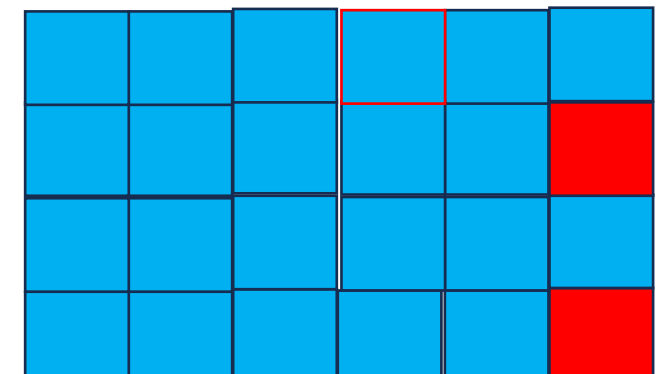
Miljögradient

B) Med feedback, utan rumslig dynamik
- Plötslig transition



Miljögradient

C) Med lokal feedback och rumslig dynamik
- Lokal bistabilitet, regional gradvis transition

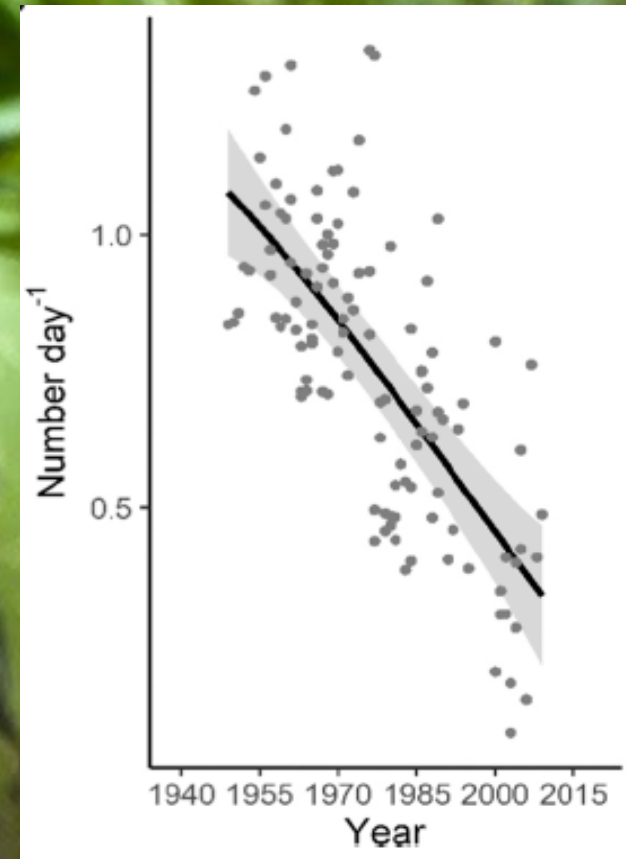


MILJÖFÖRÄNDRING

Fallstudie: skifte i kustfiskbestånd

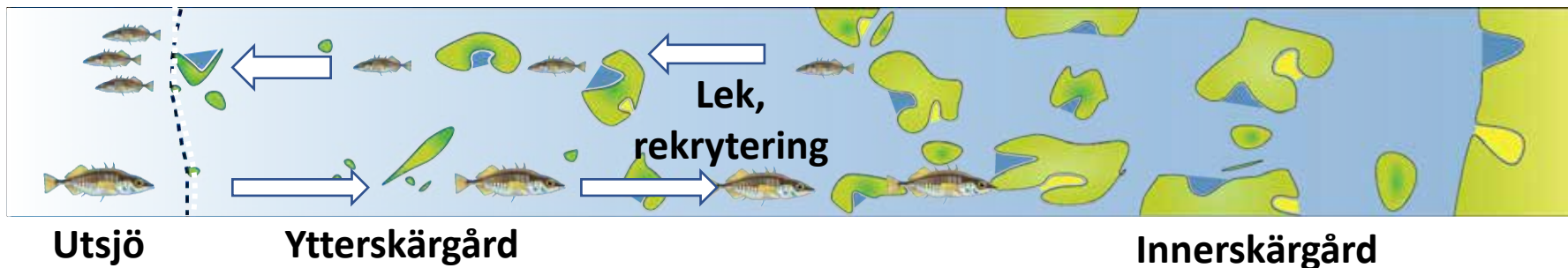
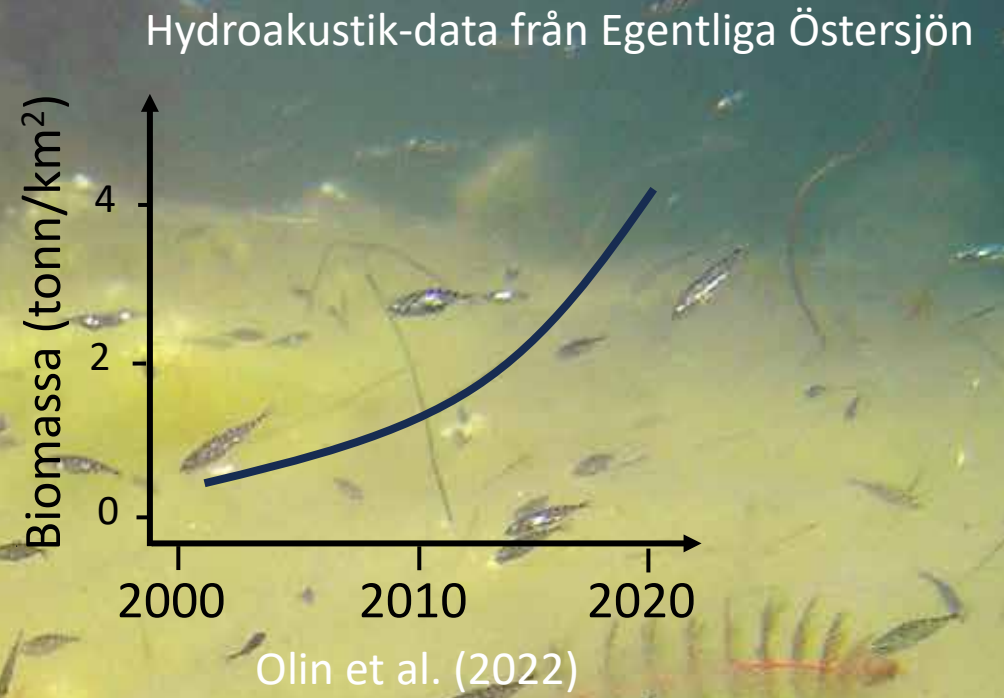


Pike (*Esox lucius*)



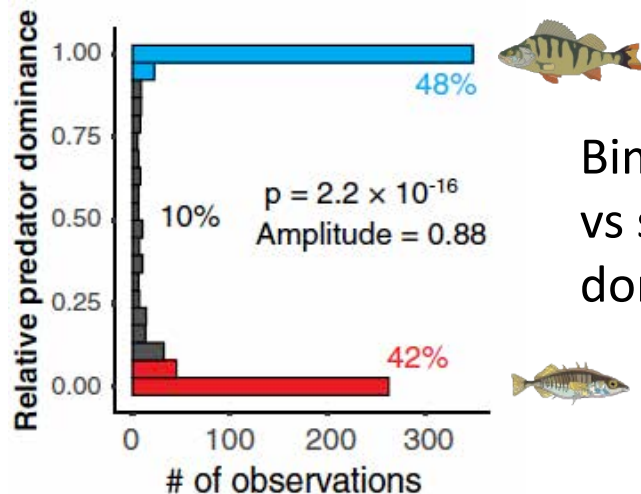
Bergström et al. (2022)

- CPUE av gädda (*Esox lucius*) minskar längs hela ostkusten
- Abborre (*Perca fluviatilis*) växer snabbare men har hög mortalitet



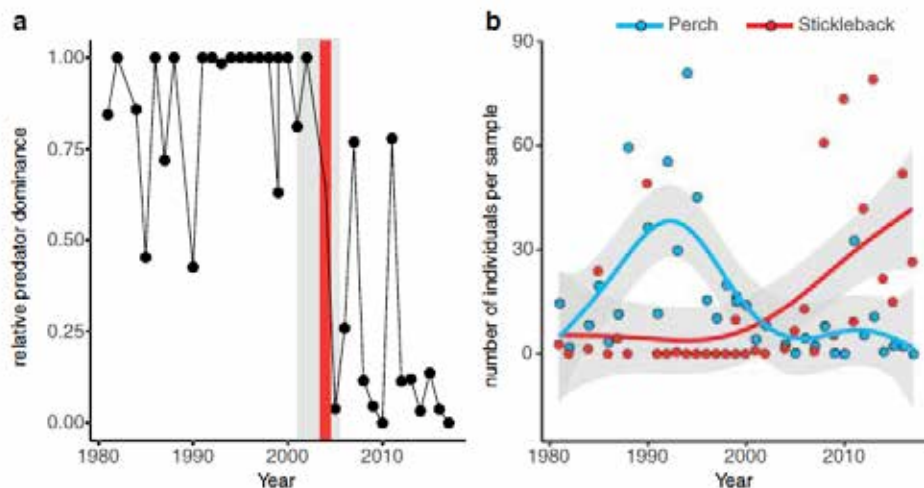
Spiggvågen

Analys baserad på >13 000
provtagningar av juvenil fisk i 486
vikar längs 1200 km kust under
1979-2017



Bimodal predator-
vs storspigg-
dominans

Lokala brytpunkter över tid



1979-1999

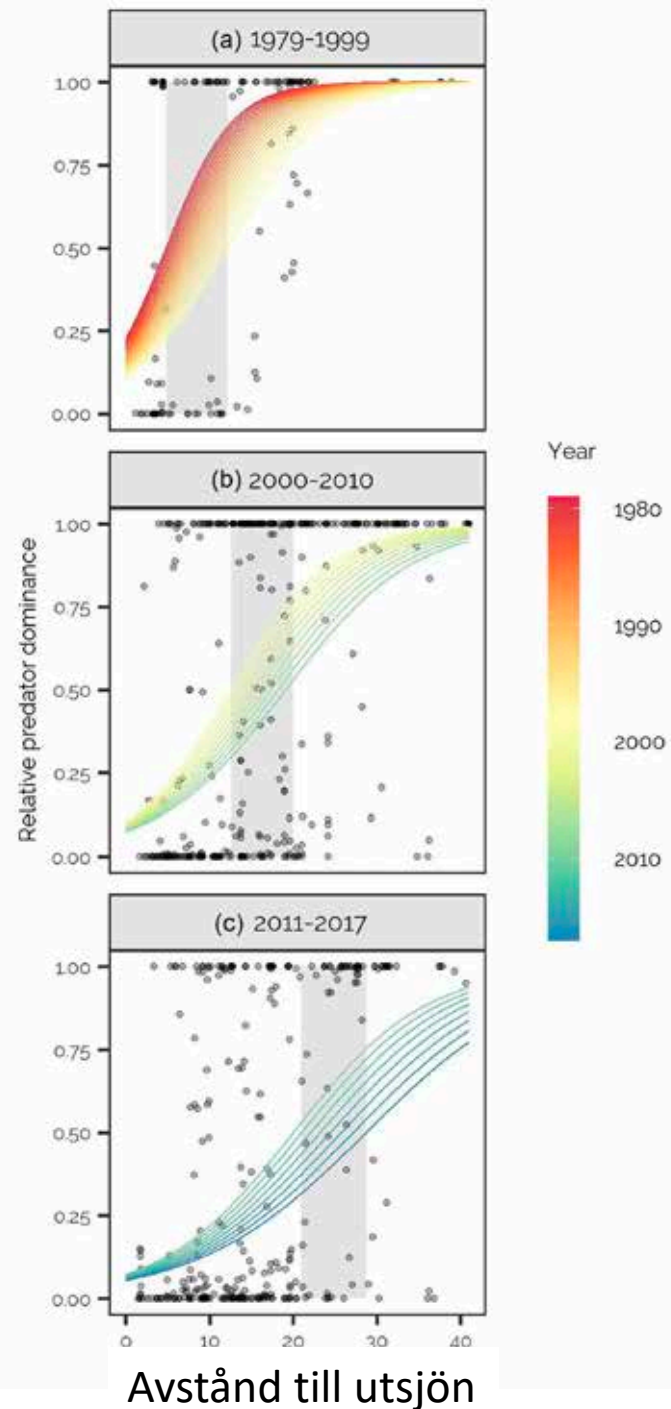
-spiggdominans i
ytterskärgården, spatiell
brytpunkt vid ca 7km

2000-2010

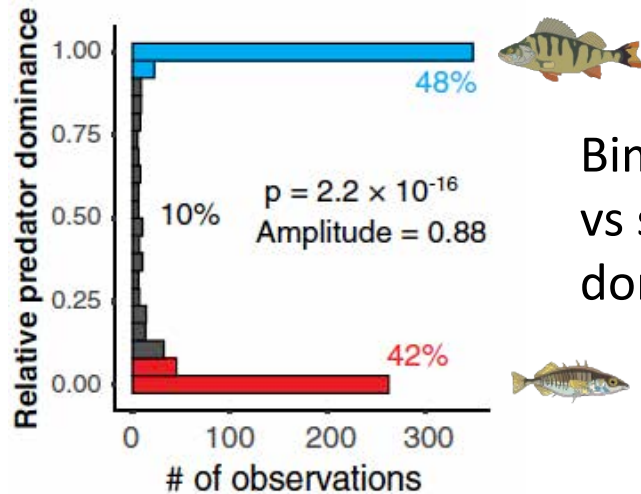
- än mer spigg-
dominans, brytpunkt vid
ca 15km

2010-2017

- än mer spigg-
dominans, brytpunkt vid
ca 24 km
- även en del inner-
skärgårdsvikar
spiggdominerade

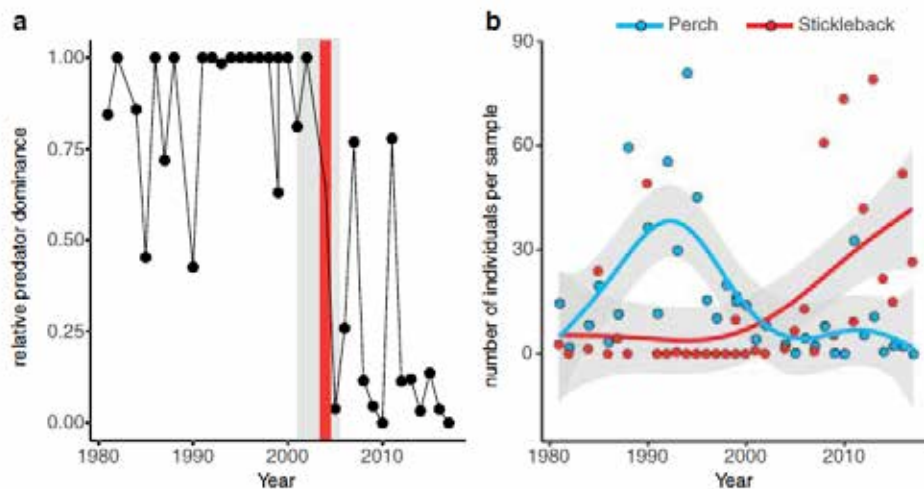


Spiggvågen

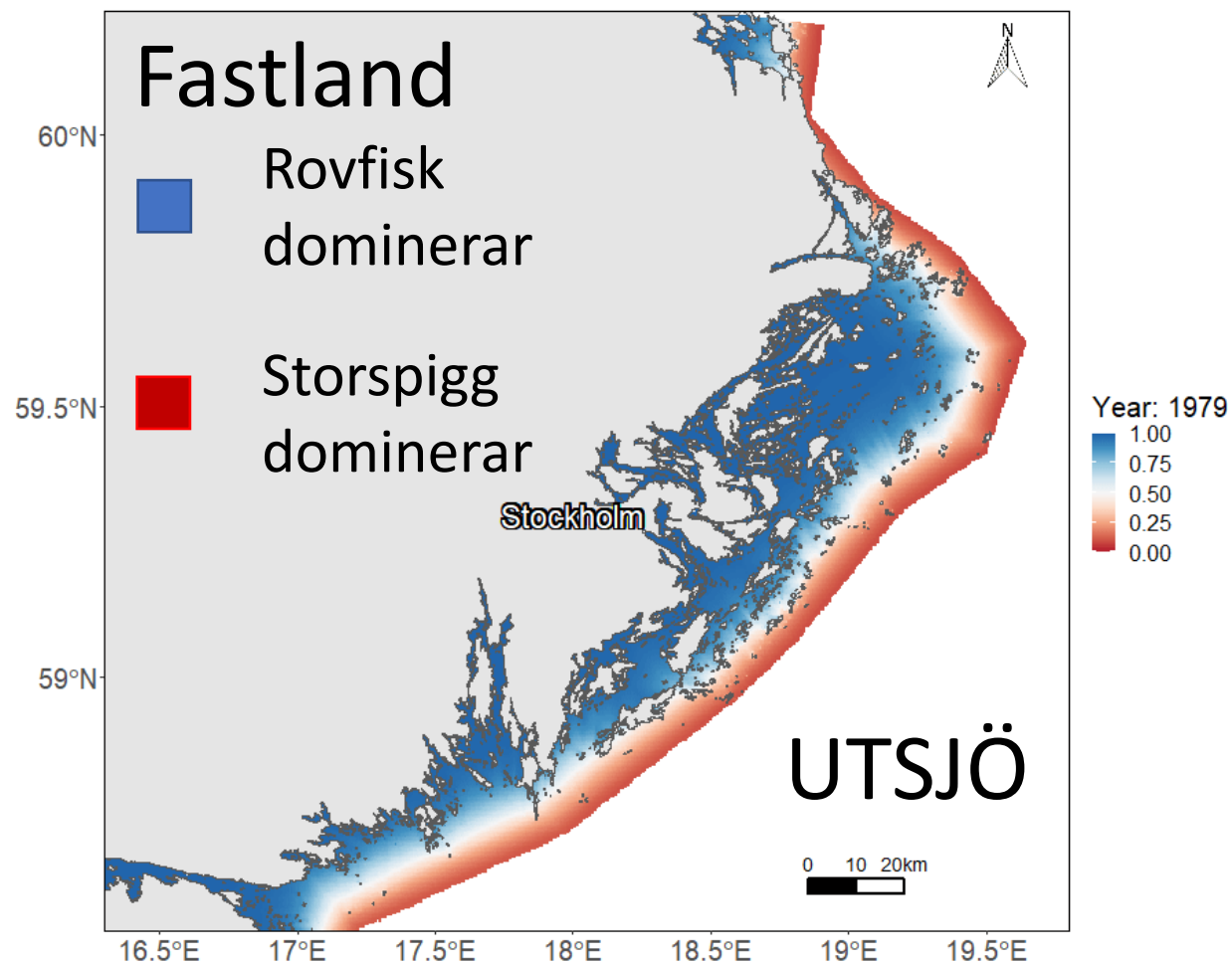


Bimodal predator-
vs storspigg-
dominans

Lokala brytpunkter över tid



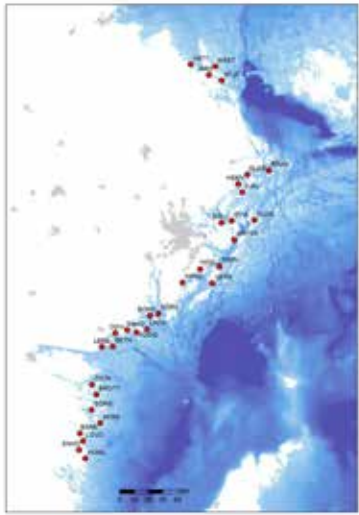
Analysis based on >13 000 late summer samplings of juvenile fish from 486 bays, along 1200 km coastline, during 1979-2017



Ett rumsligt regimskifte mellan lokal rovfisk- och spigg-dominans, som sprider sig ca 1km/år

The Stickle-(Feed)-Back

→ - effect ($p < 0.05$)
→ + effect ($p < 0.05$)



Vår
Adult rovfisk



Sommar
Juvenil rovfisk



% ROTADE
VÄXTER

+0.49

$R^2=0.42$

-0.45

$R^2=0.55$

VÅG-
EXPONERING

+0.29

+0.61

Juvenil storspigg

$R^2=0.38$

Adult storspigg

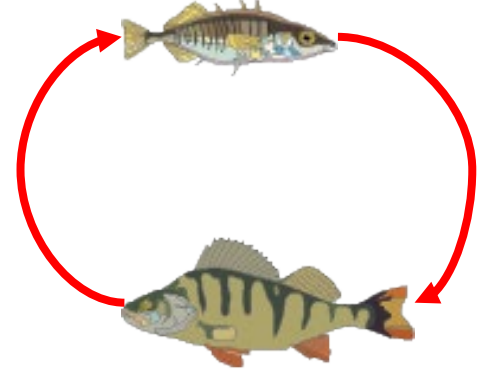
-0.53

+0.31

% BOTTENVEGETATION

Faller en, faller alla?

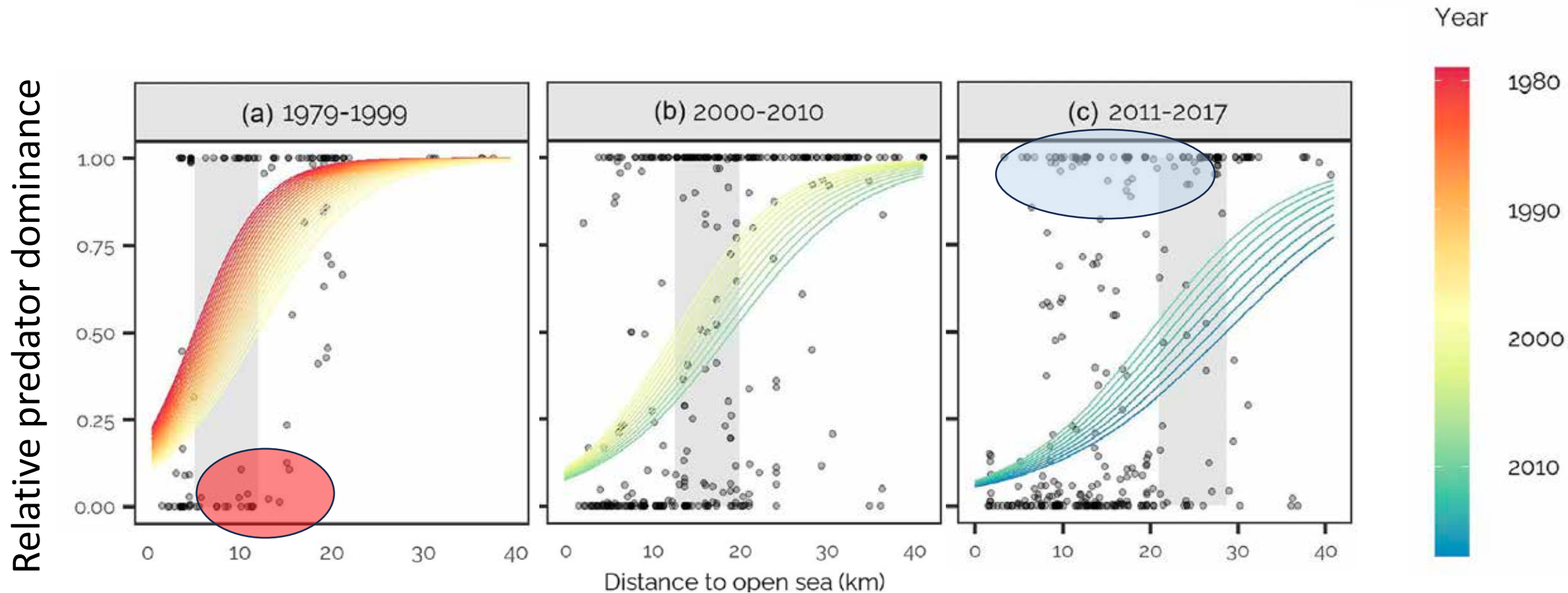
- Spatio-temporalt skifte i relativa abundanser som liknar teoretiska förutsägelser om rumsliga regimskiften
- Stark lokal feedback-mekanism – rovfiskar och spiggar äter varandra
- Persistens? Troligt att spiggökningen *bidrar* till minskning av rovfisk, men inte att den fullt ut låser ekosystemet i ett icke önskvärt tillstånd



3. Betydelsen av konnektivet för rovfisk- vs spigg-dominans

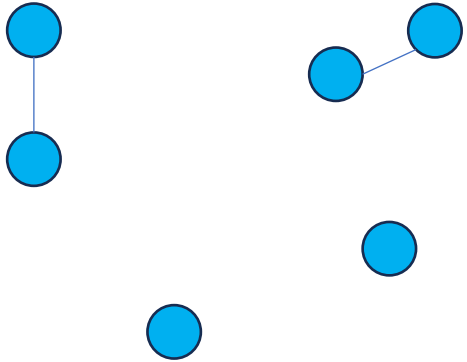


Varför är vissa vikar/områden mer eller mindre tåliga?

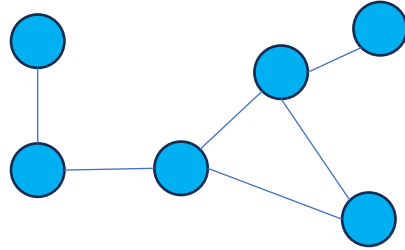


Konnektivitet – ett ”dubbel-eggat svärd”

A) Låg konnektivitet



B) Hög konnektivitet



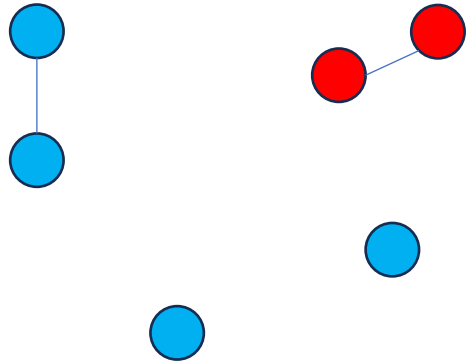
Exempel: Spridning av smittsam sjukdom 

Exempel

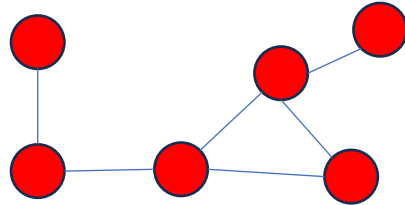
- Invasiva arter
- Pandemier
- Politiska regimskiften

Konnektivitet – ett dubbel-eggat svärd

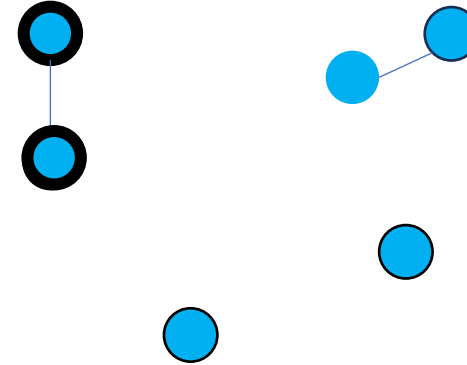
A) Låg konnektivitet



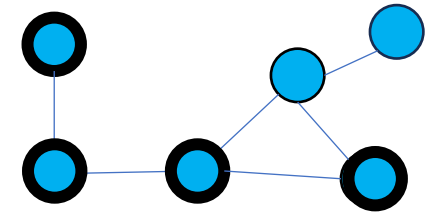
B) Hög konnektivitet



A) Låg konnektivitet



B) Hög konnektivitet



Exempel: Spridning av smittsam sjukdom ●

Spridning av tålighet ●
– t ex informationskampanjer

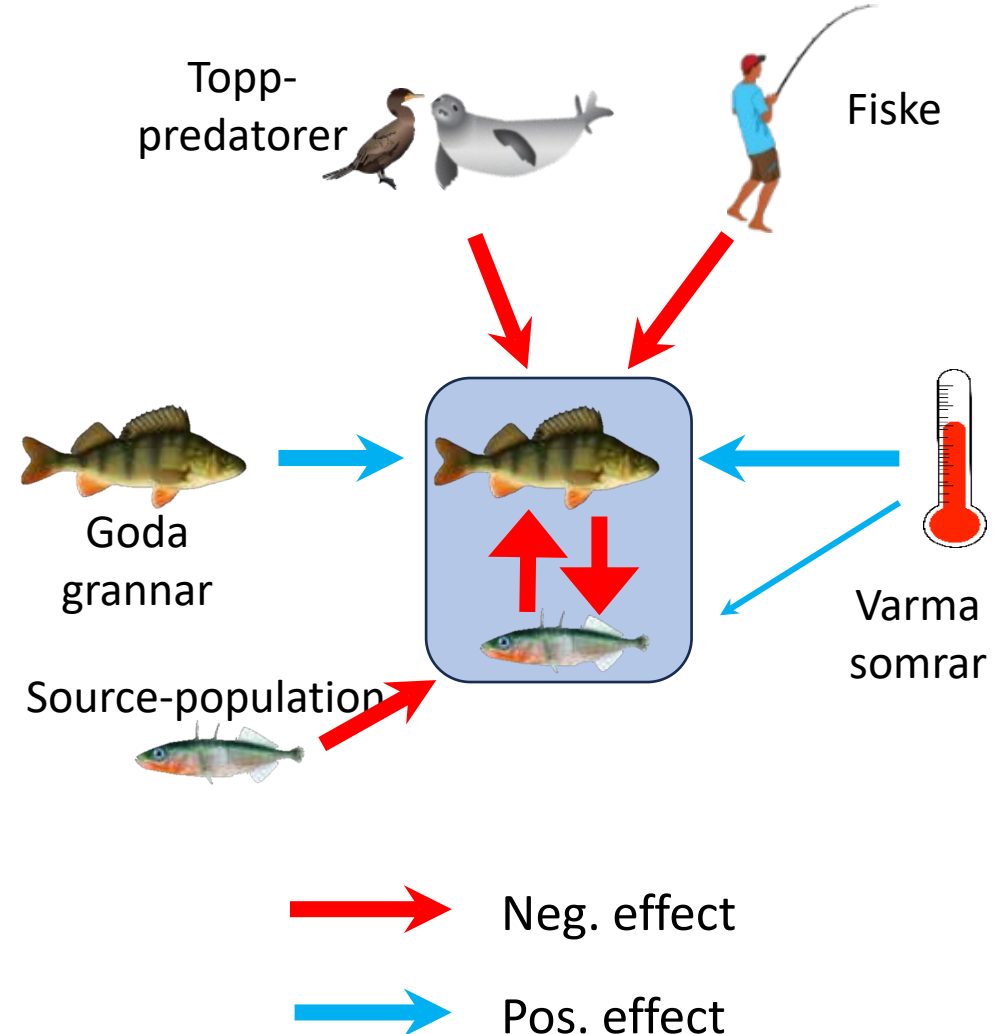
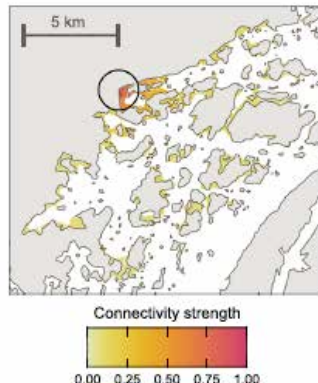
Exempel

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| • Invasiva arter | - kontroll av inhemska predatorer |
| • Pandemier | - spridning av informationskampanjer |
| • Politiska regimskiften | - spridning av motståndsrörelser |

Betydelsen av rovfisk- och spigg-konnektivitet?

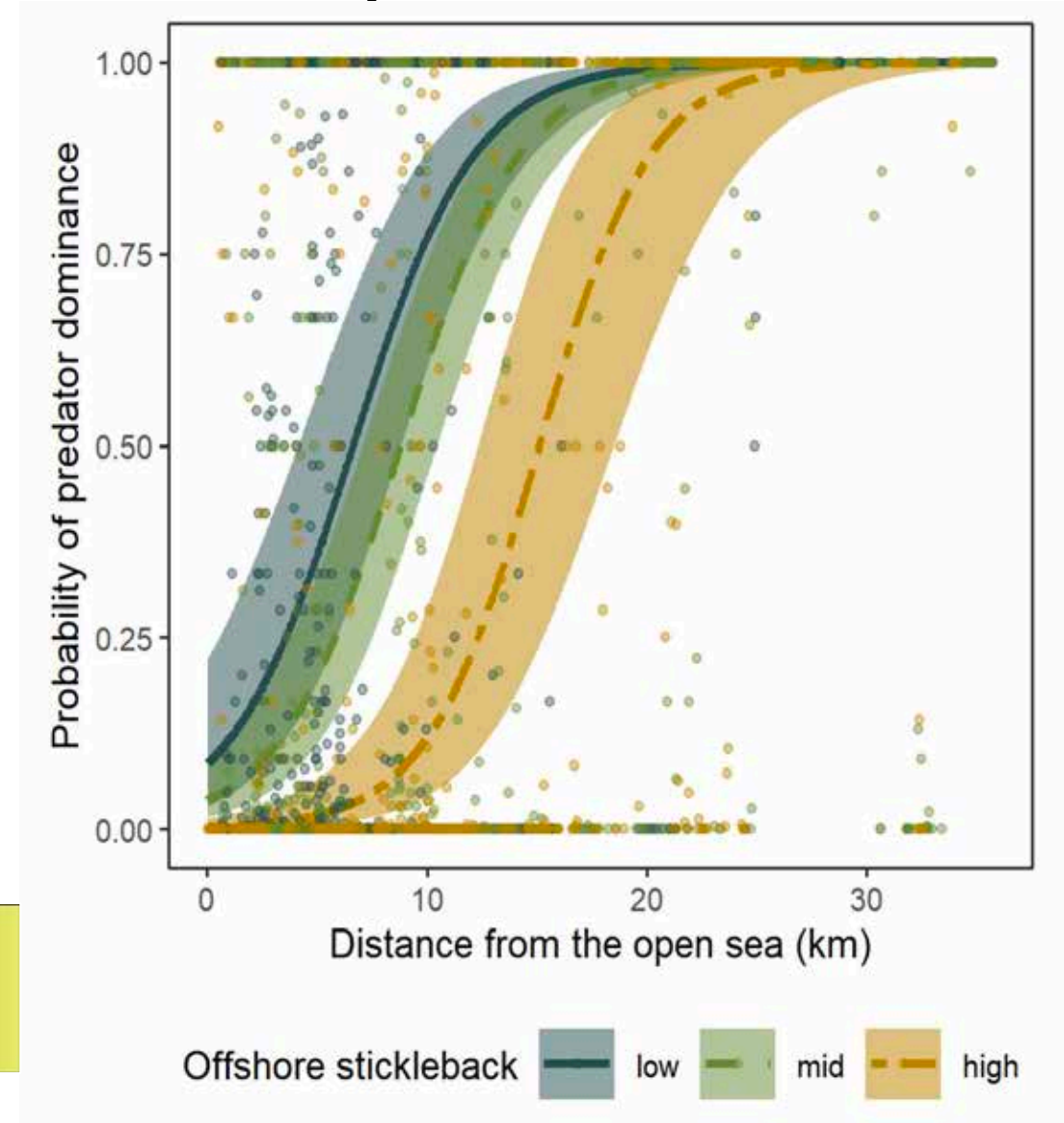
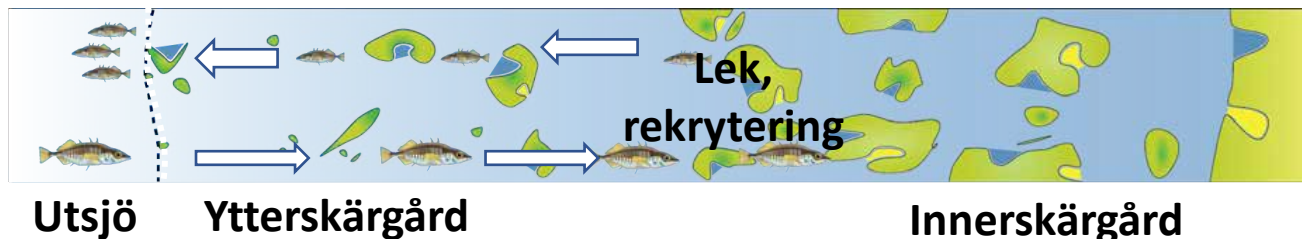
- Troliga påverkansfaktorer

- 1) “Grannsamverkan” – konnektivet → tålighet
- 2) Source-sink-dynamik: # storspiggar i utsjön
- 3) Fisketryck - minskande
- 4) Ökande predation från gråsäl och skarv
- 5) Varma(re) somrar gynnar rovfiskens föryngring?



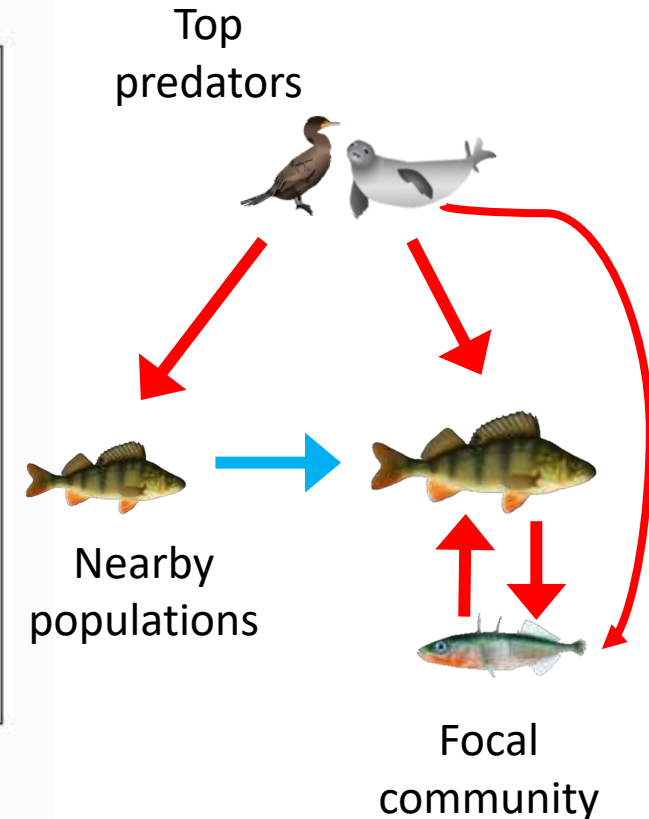
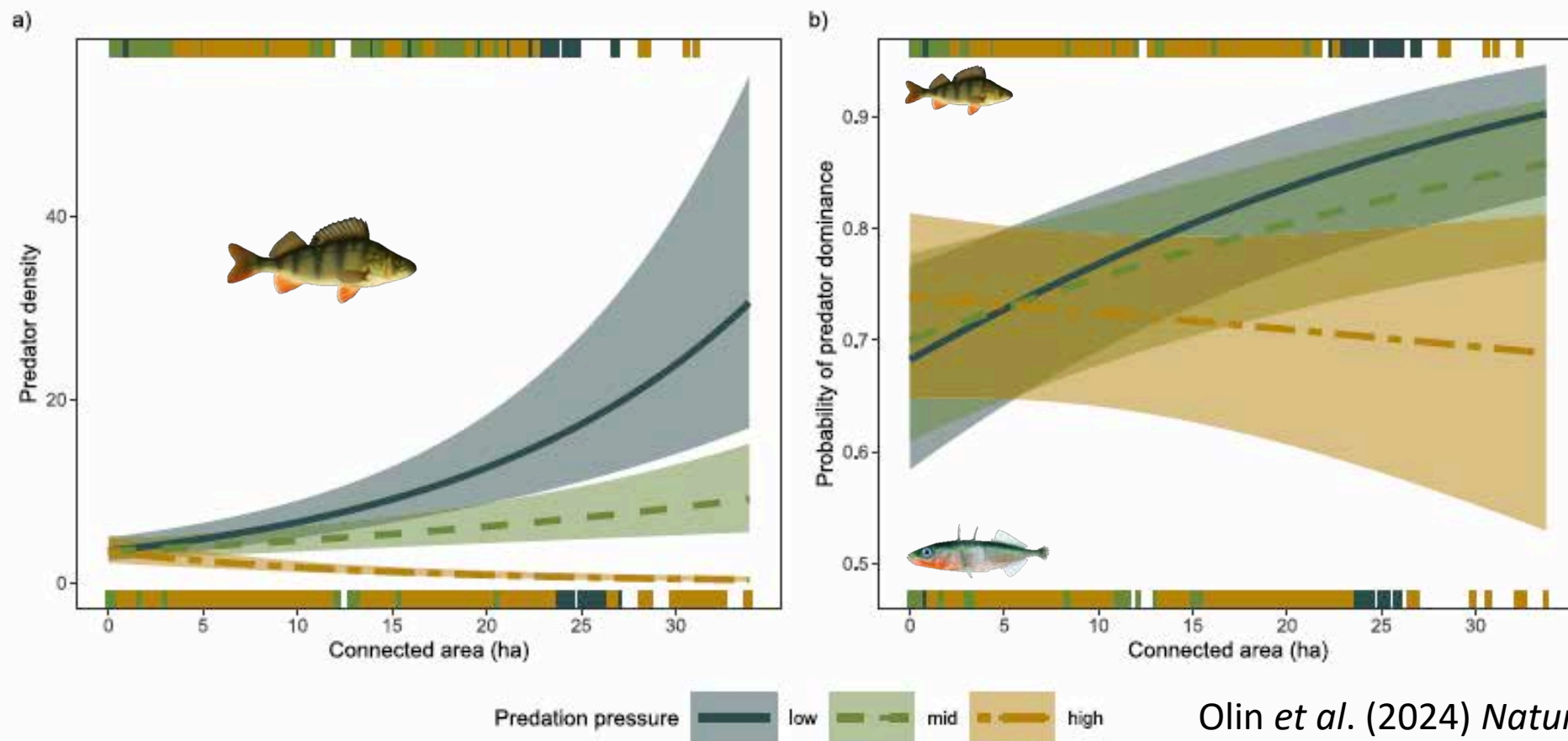
Spigg i utsjön → kust – source-sink-dynamik

- Starkaste förklaringsvariablerna är antal spiggar i utsjön (source) samt avstånd till utsjön
- Mer spigg i utsjön → mer spigg och högre sannolikhet för spiggdominans i grunda vikar
- Sannolikhet för spigg-dominans minskar med avstånd från utsjön (0-40km) = konnektivitet



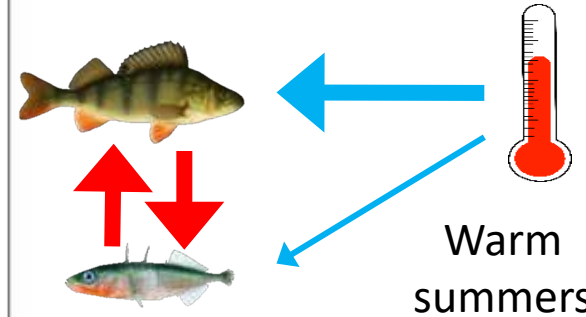
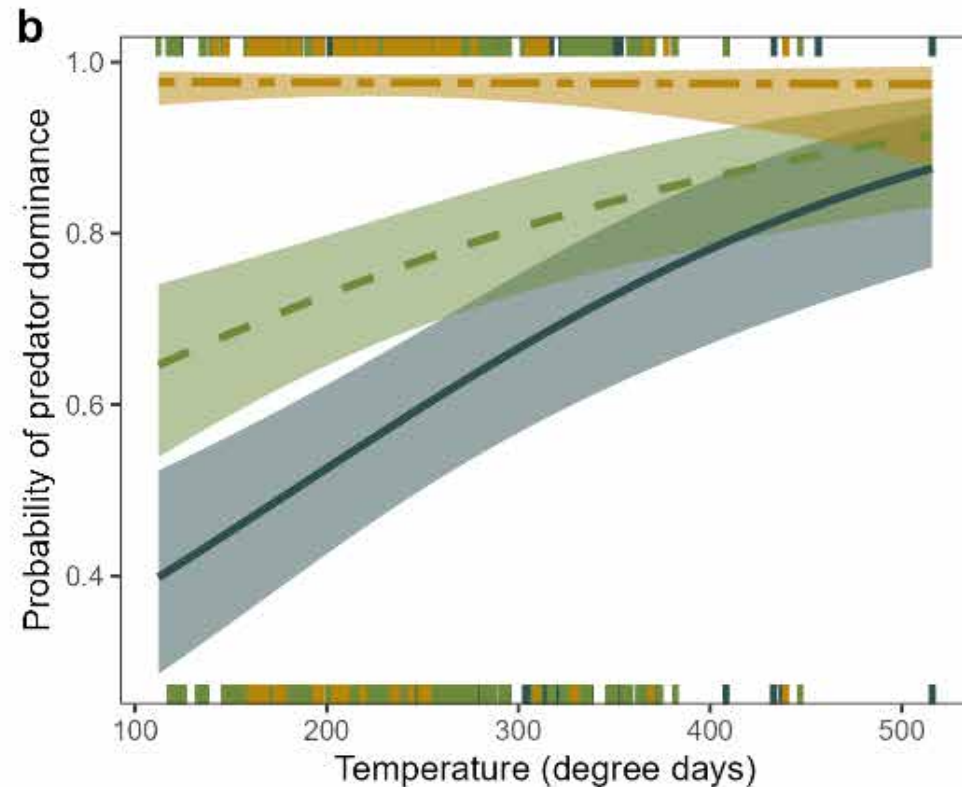
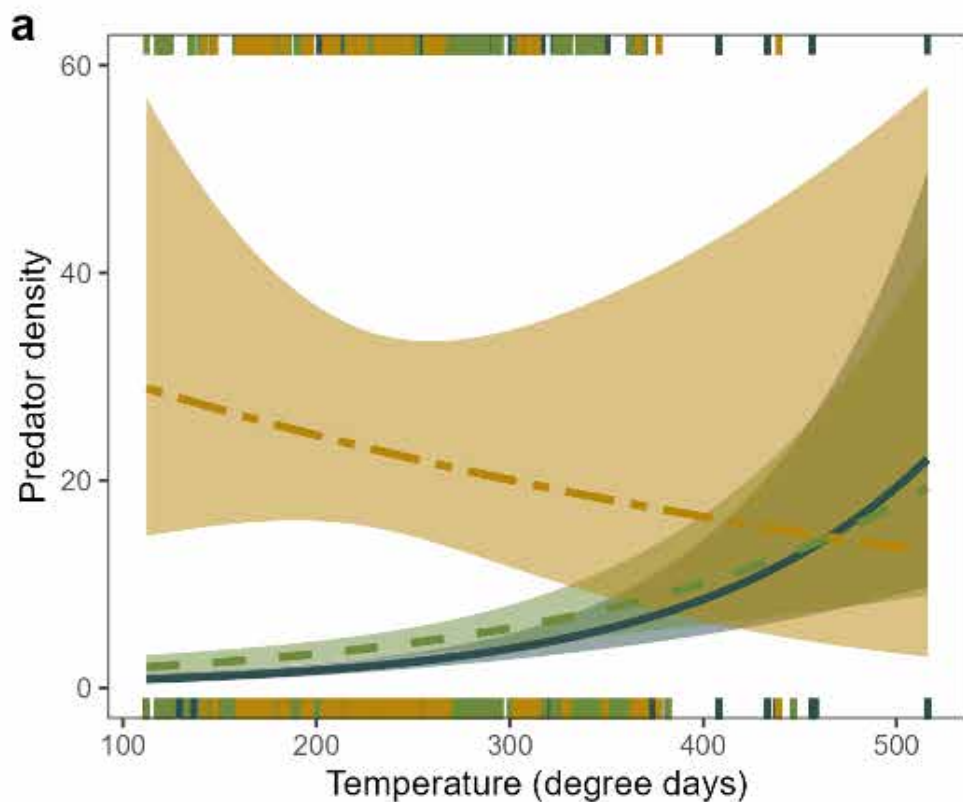
Rovfisk: Interaktion mellan konnektiviteten och estimerad predation från topp-predatorer

- Hög konnektivitet ökar antalet rovfiskar och deras relativa dominans, men högt predationstryck från gråsäl och skarv minskar denna effekt
- Skarvpredation påverkar även storspigg, men effekten på rovfisk starkare



Varmare somrar *gynnar* rovfisk-dominans

- Ökar rekrytering, speciellt i ytterskärgårdssomården/exponerade kuststräckor, där vinningen av att växa snabbt är störst



Distance from open sea — short — mid — long

Kustens landskap – ett rumsligt nätverk

- Både predator-bytes-interaktioner och produktivitet påverkar kustens födovävar och olika trofinivåers abundans/biomassa
- Trofiska interaktioner (inkl. kaskader) är skalberoende
- Trofiska interaktioner och skiften i födovävar har en stark rumslig komponent, och spridning påverkas både av konnektivitet samt av det lokala ekosystemet
 - bekräftar teoretiska modeller om rumsliga regimskiften
 - implikationer för var och när olika åtgärder ska sättas in

Tack!



Agnes Karlsson



Emil Kraft



Sara Westerström



Örjan Bodin



M. Mancilla Garcia



Susa Niiranen



Anna Christiernsson



Ulf Bergström



Agnes Olin



S. Donadi

FORMAS 

BalticWaters
2O₃O



Swedish
Research
Council

Havs
och Vatten
myndigheten

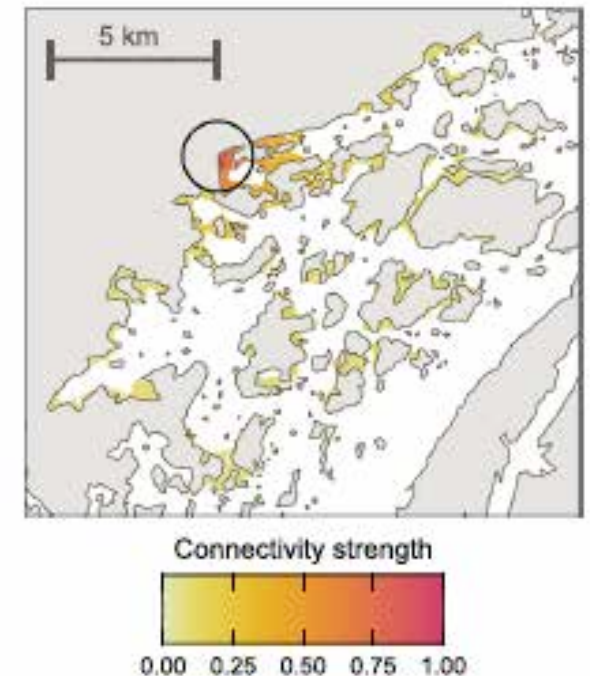
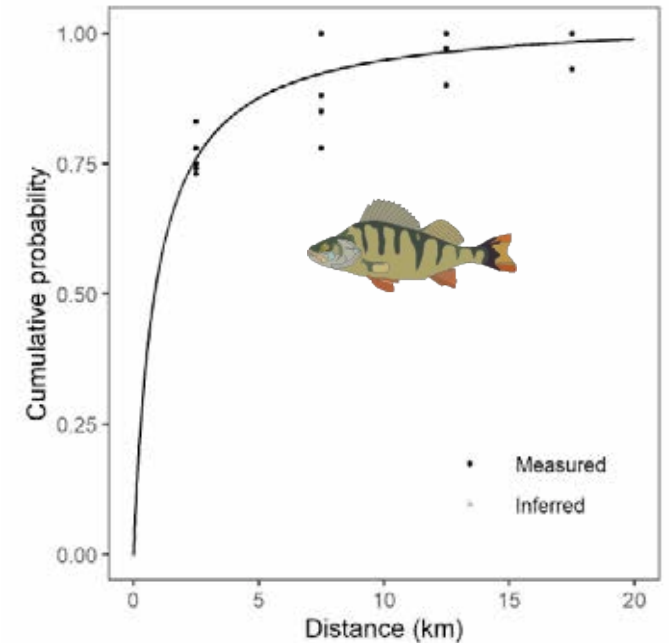


Find me on BlueSky
@eklof.bsky.social

Beräkning av rovfisk-konnektivitet

- Rumslig definiering av rekryteringsområden baserat på djup (<3,5m) och vågexponering
- Konnektivitet baserat på vetenskap om rovfiskens migration från mark-recapture-studier (<15km för abborre, 10 km för gädda)

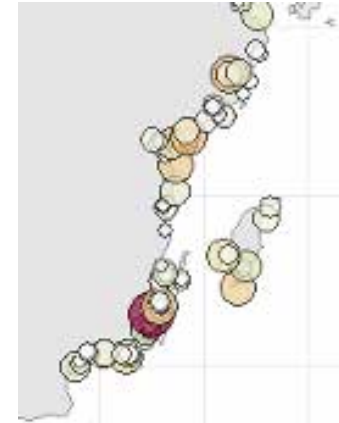
➔ Beräkning av konnektivitet för samtliga provtagna vikar: summan av (yta x negativ effekt av avstånd)



Beräkning av säl- och skarv-predation



- Metod baserad på Östman et al. 2012
- Rumslig och temporal data på gråsälars ruggningsplatser (årlig data) och skarvars kolonier (2006, 2012): position, antal individer
- Forageringsavstånd (60km säl, 20km skarv); distance-decay-funktion
- Fisk-konsumtion per individ och år: 1750kg för säl, 357 kg för skarv
- Årligt predationstryck: summa per 1km²



Karta:
skarvkolonier
Inkl storlek
längs svenska
sydostkusten

