

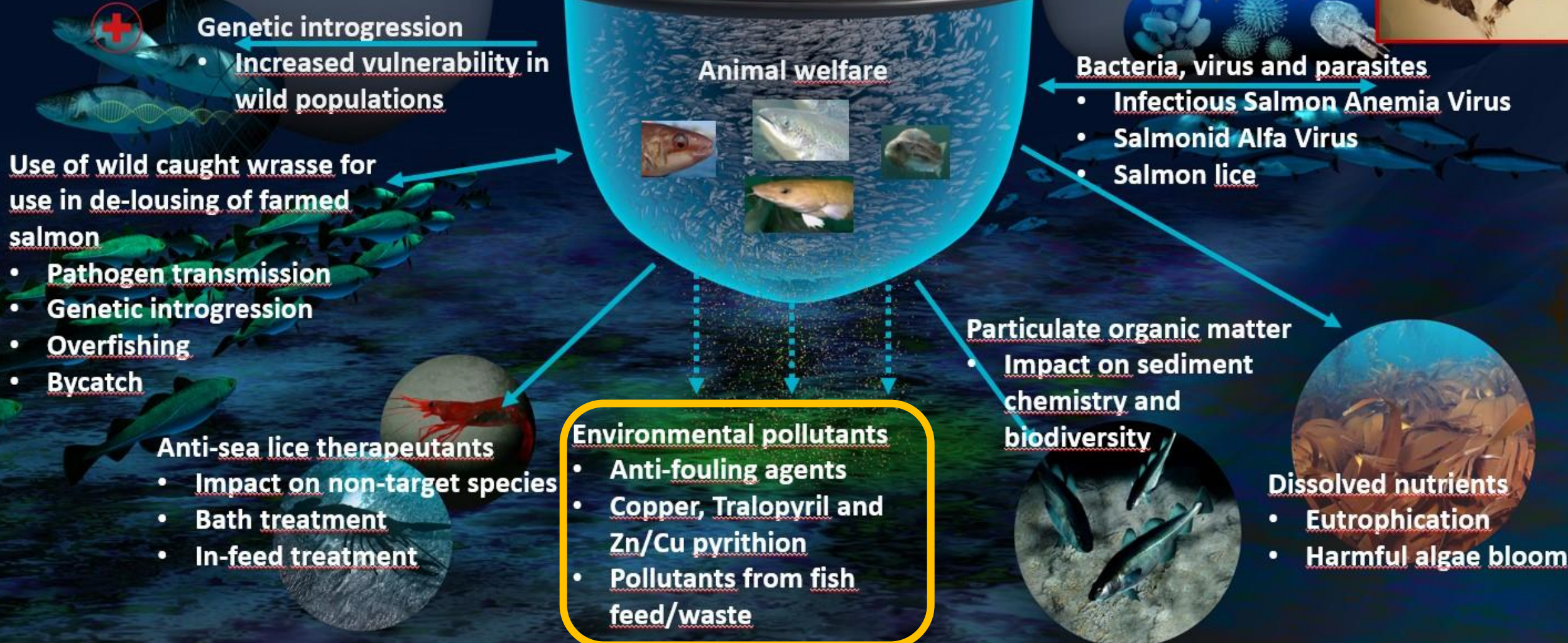
# Miljøgifter fra oppdrettsnæringa

Bjørn Einar Grøsvik





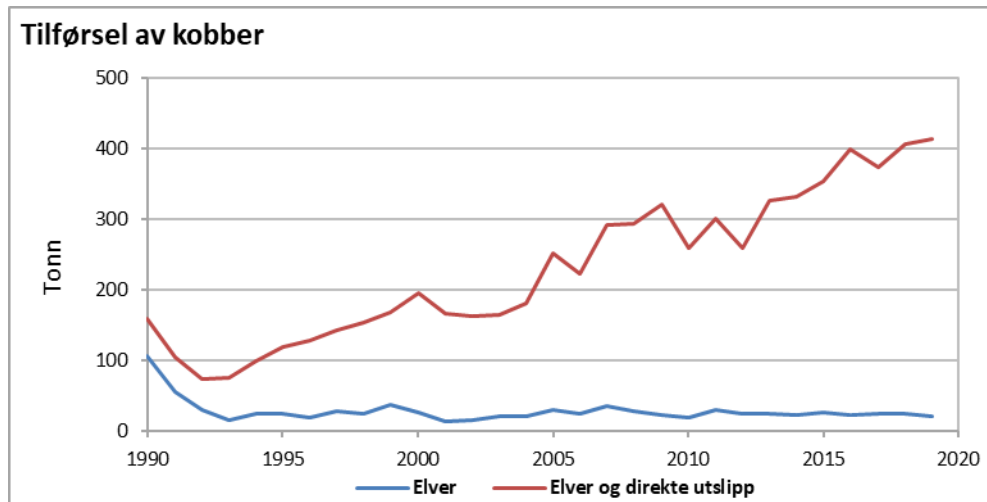
# Environmental impact and animal welfare in fish farming



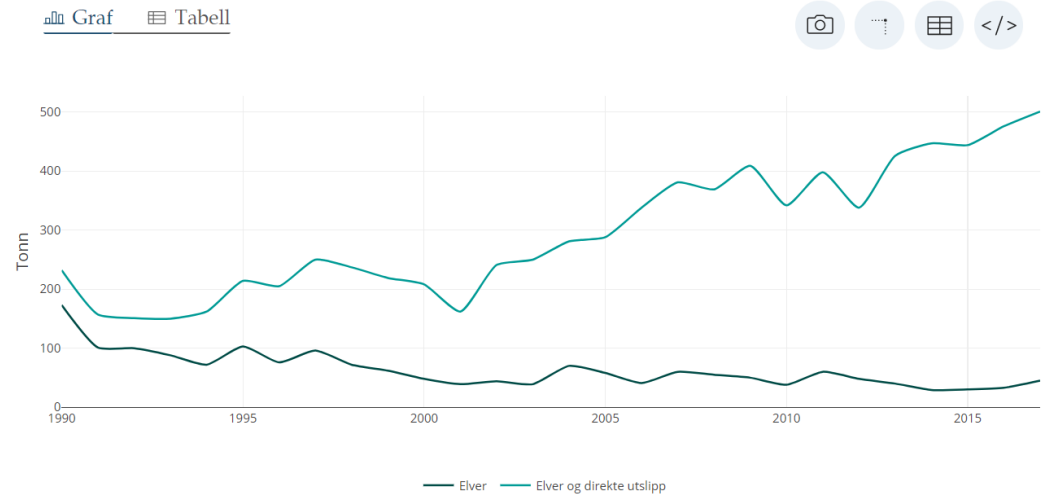


# Tilførselsprosjektet

## Tilførsel av kopar til Nordsjøen

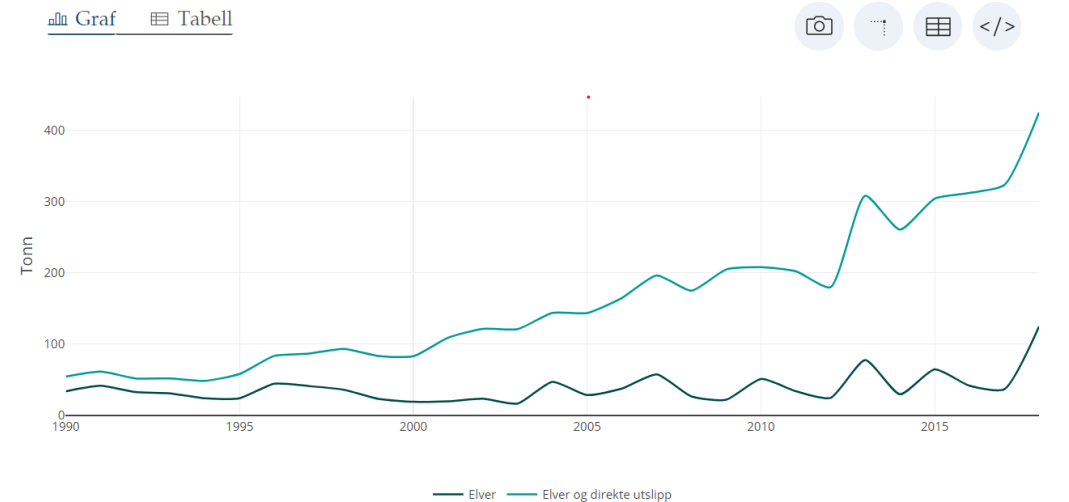


## Tilførsel av kobber til Norskehavet



Kilde : Norsk institutt for vannforskning (Niva)

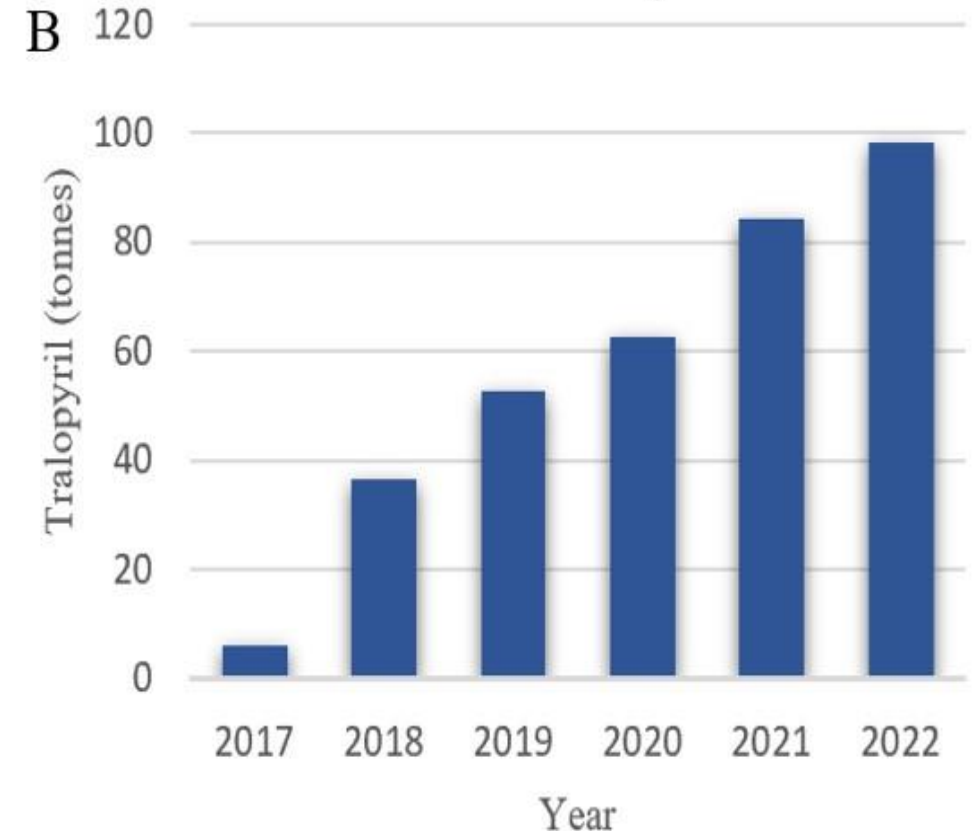
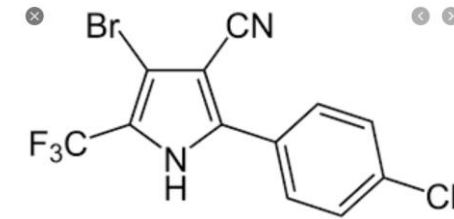
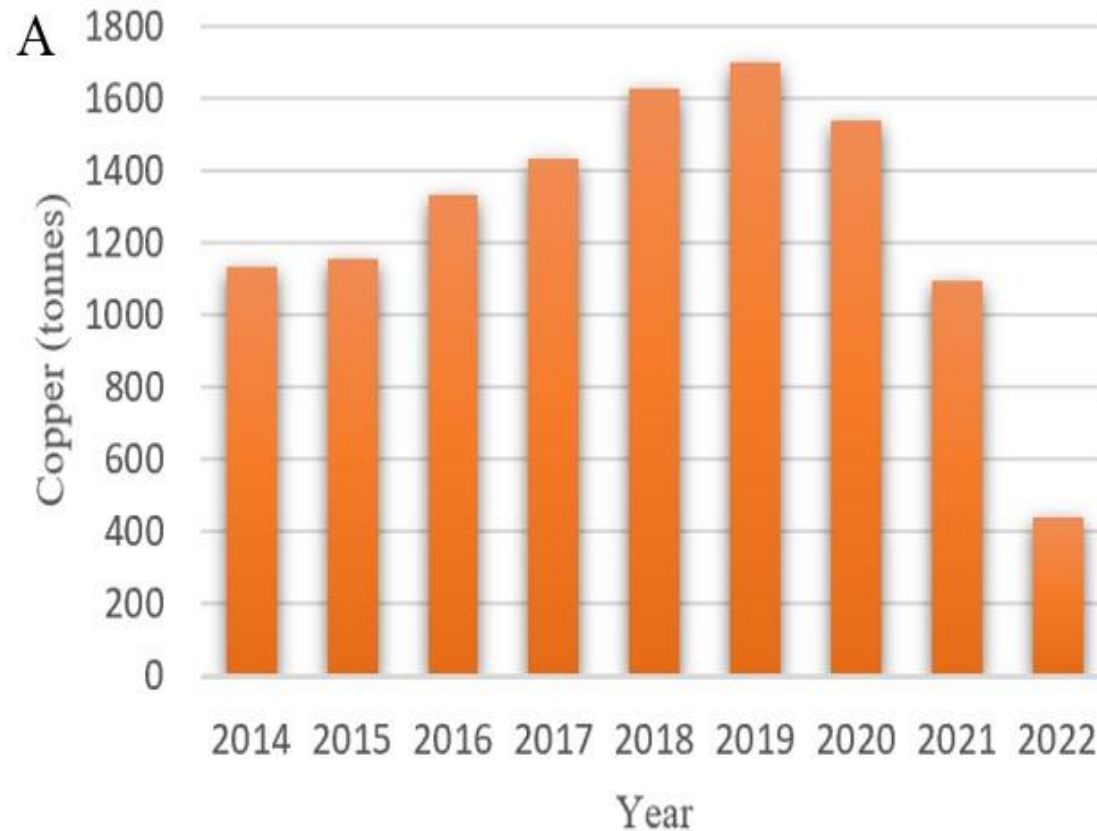
## Tilførsel av kobber til Barentshavet



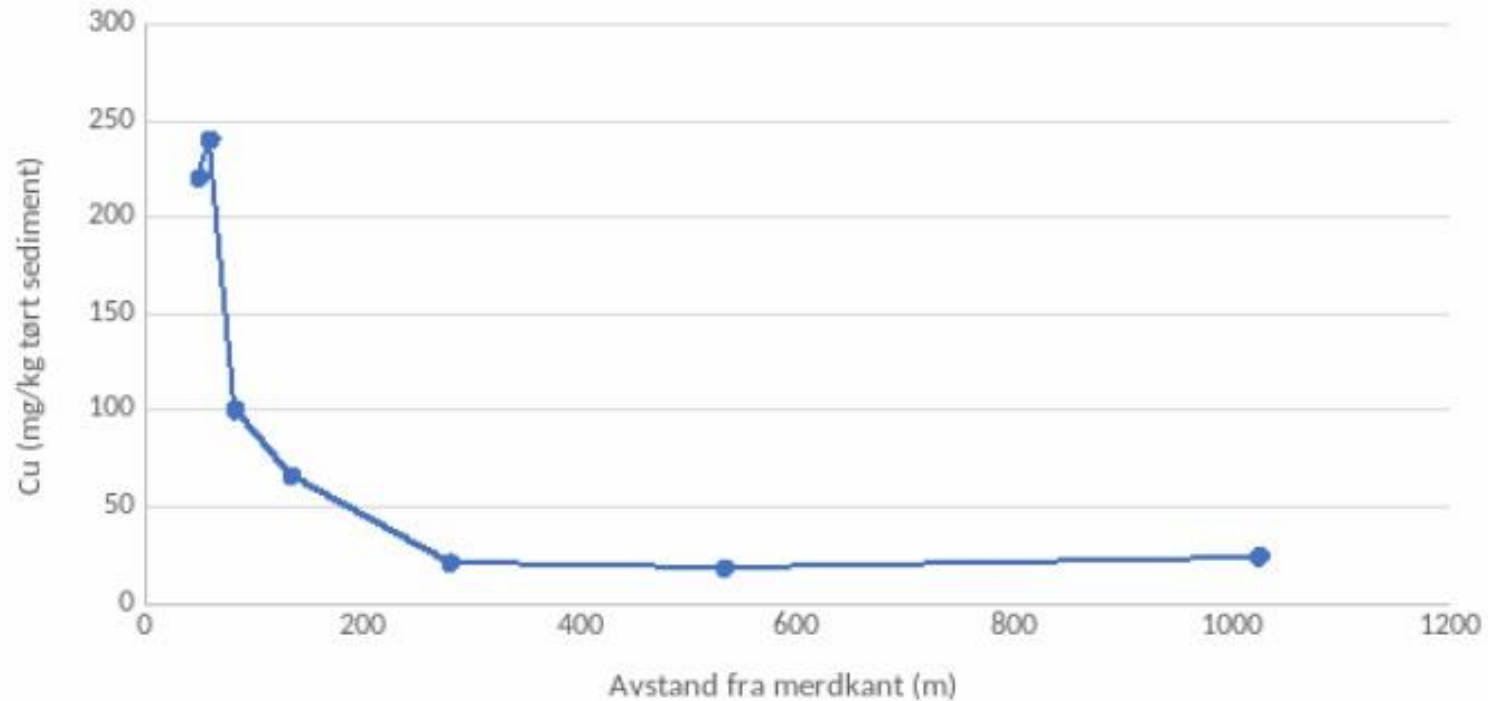
Kilde : Norsk institutt for vannforskning (Niva)

# Use of copper and tralopyril in Norwegian aquaculture

Copper(I)oxide ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )



# Copper levels in sediment below netpens with distance to fish farm



Copper level in sediment in transect from fish farm.

EQS sediment: 84 mg/kg dw

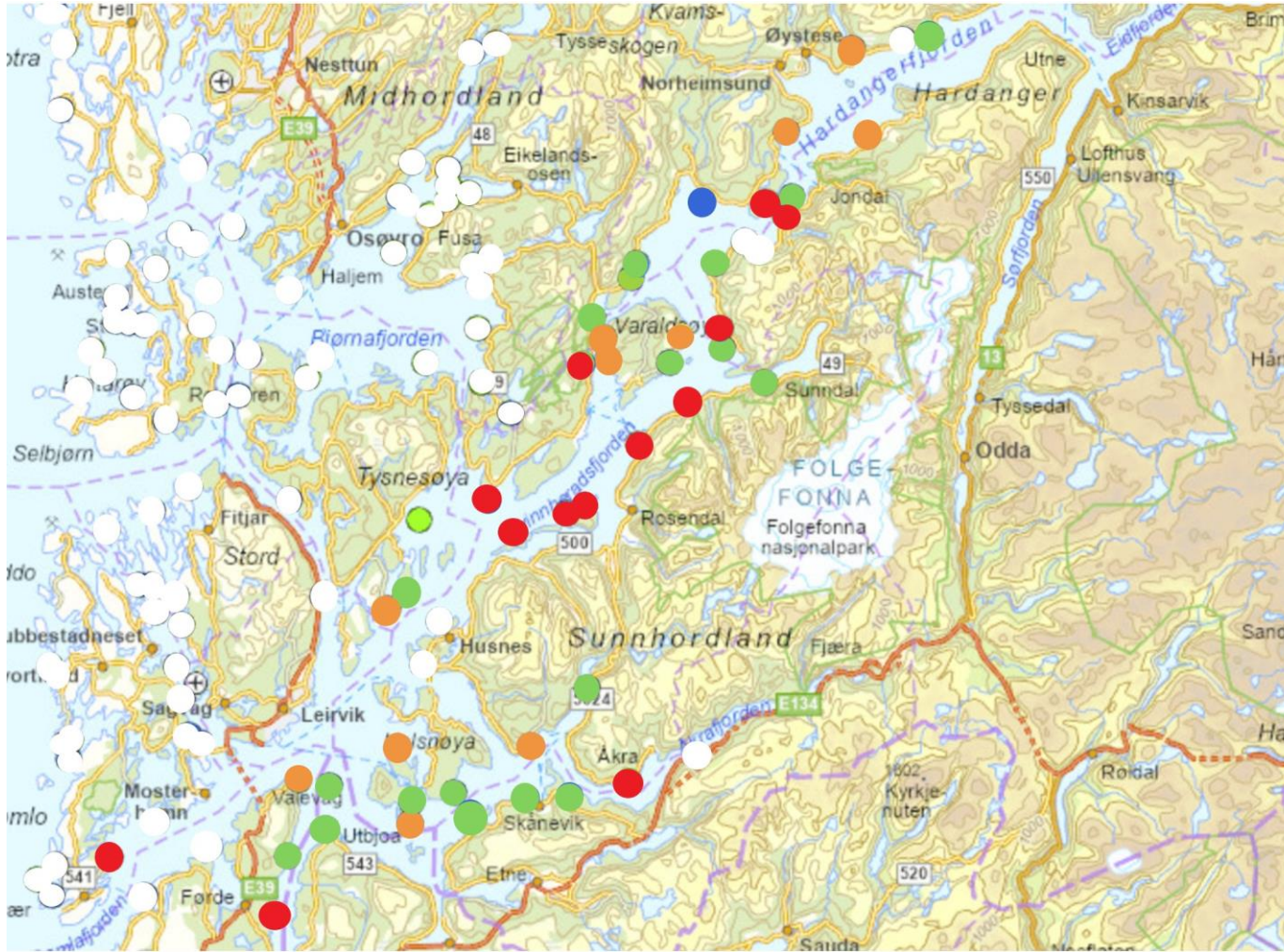
Grøsvik et al., 2022

# Tilstandsklassar for miljøgifter i sediment

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
		Ingen toksiske effektar	Kroniske effektar ved langtidseksponering	Akutte toksiske effektar ved korttidseksponering	Omfattande toksiske effektar
Cu i sediment (mg/kg) (TS)	< 20	20-84	84-147	84-147	> 147
Cu i kystvatn (µg/l)	< 0,3	0,3-2,6	<2,6	2,6-5,2	>5,2
Zn i sediment (mg/kg) (TS)	< 90	90-139	139-750	750-6690	>6690
Zn i kystvatn (µg/l)	< 1,5	1,5-3,4	3,4-6	6-60	>60
PCB7 (mg/kg) TS	-	< 4,1	4,1-43	43-430	> 430



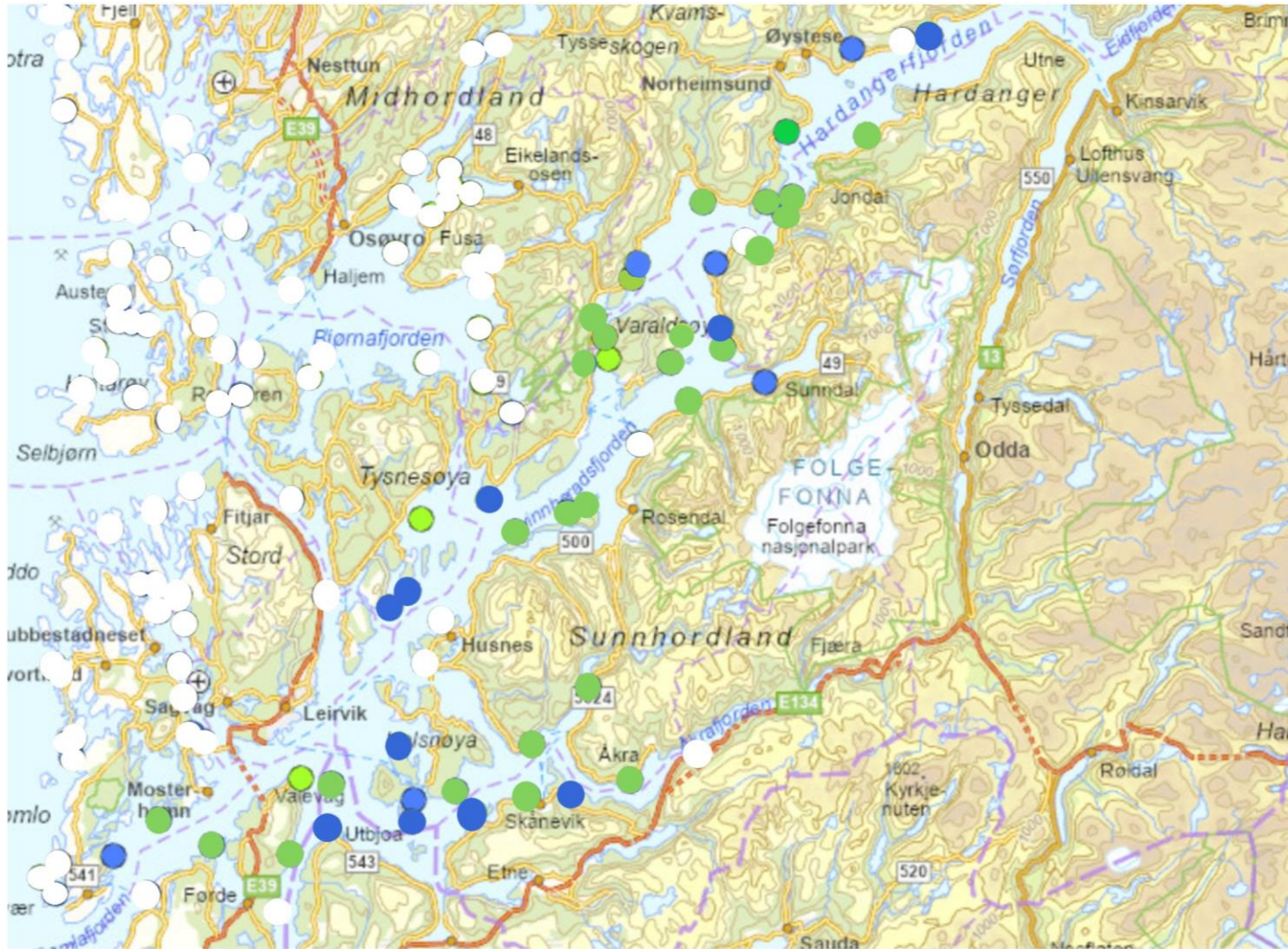
# Kobber i sediment målt ved siste C-undersøkelser (Nærmeste punkt)



Navn på stoff	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kobber <sup>3)</sup>	mg/kg TS	0 - 20	20 - 84		84 - 147	> 147



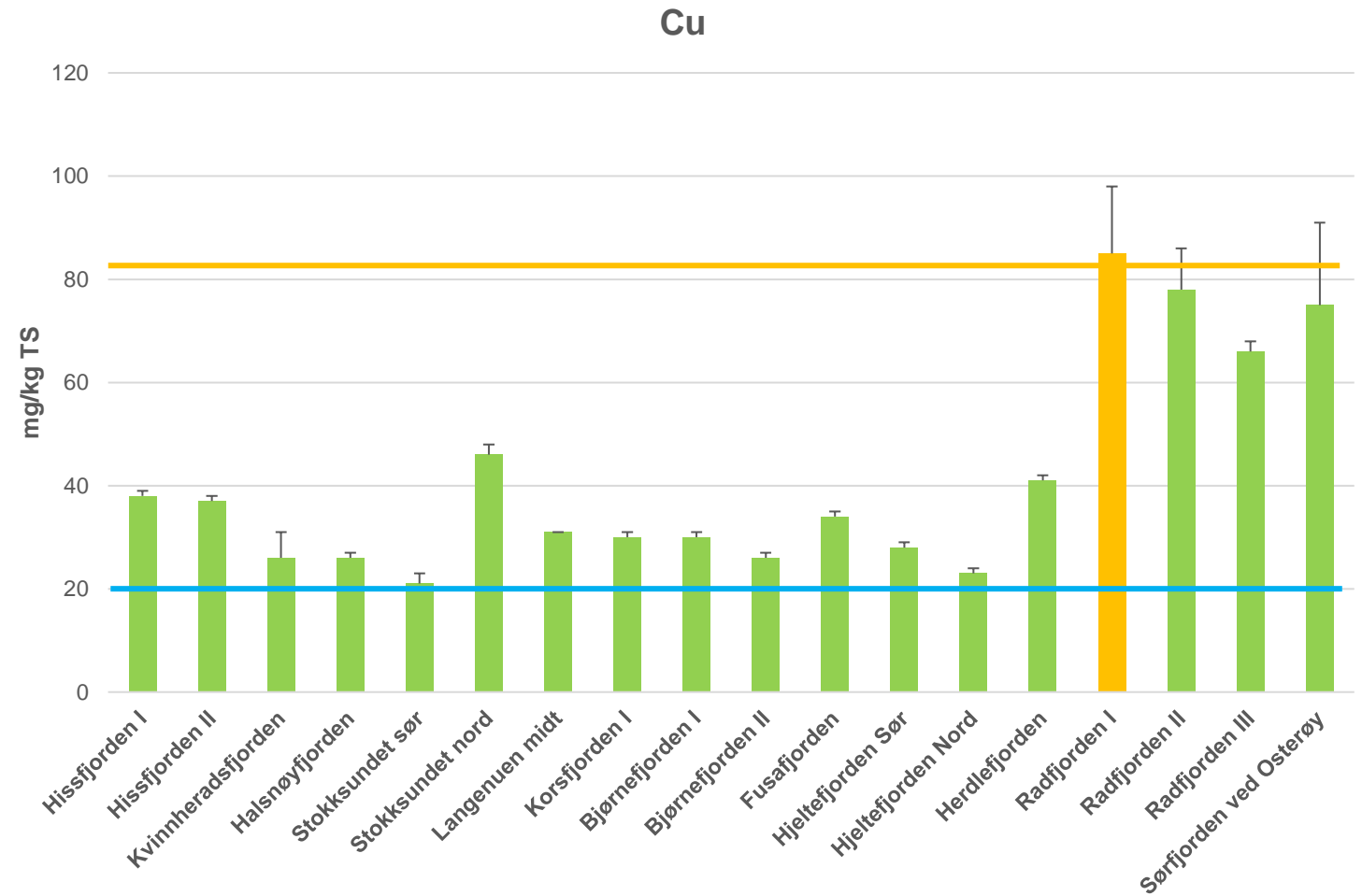
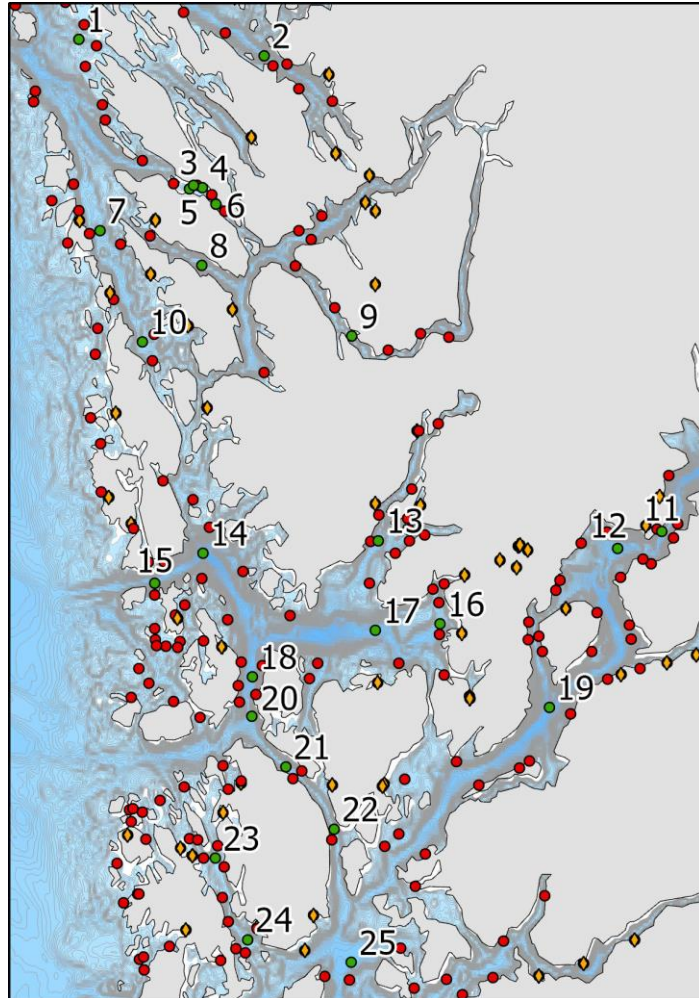
# Kobber i sediment målt ved siste C-undersøkelser (C2- fjernpunkt ved 500 m)



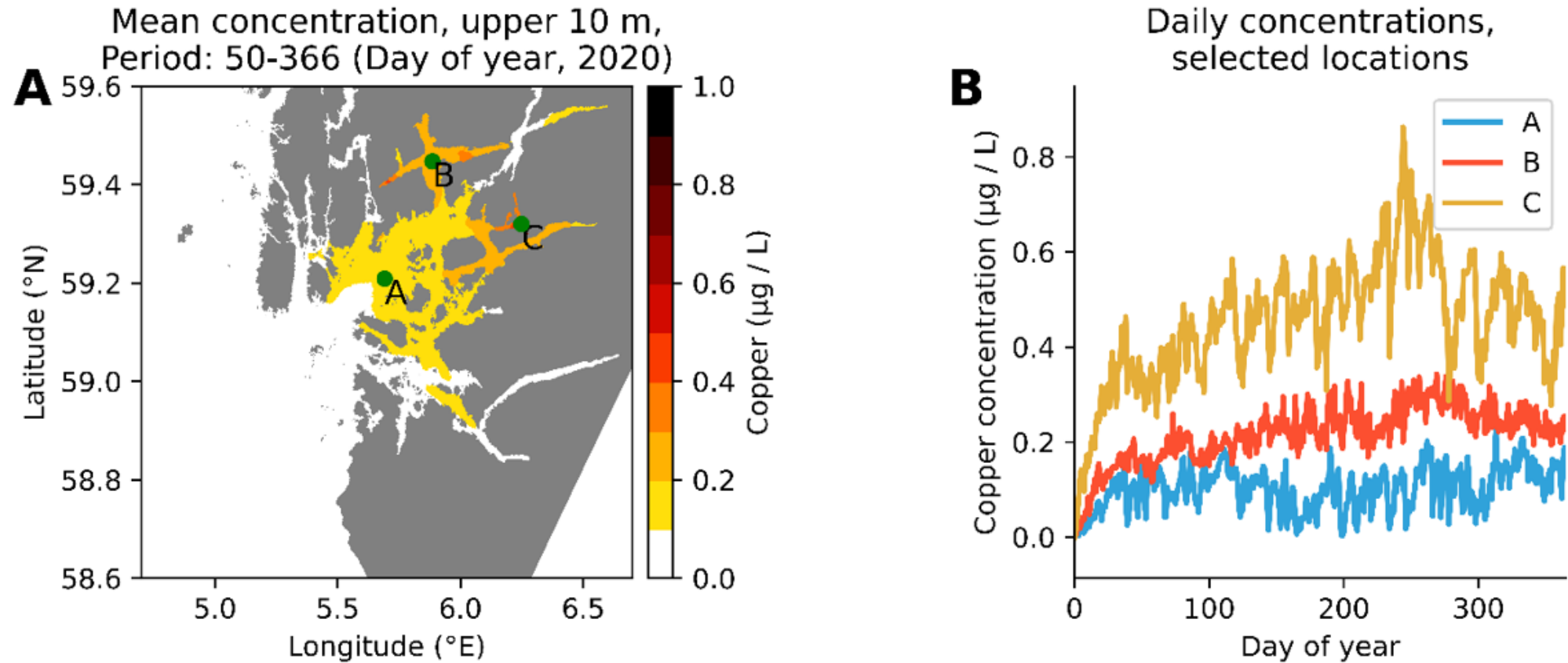
Navn på stoff	Enhet	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
		Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kobber <sup>3)</sup>	mg/kg TS	0 - 20	20 - 84		84 - 147	> 147



# Cu i sediment i fjernsona, 2024

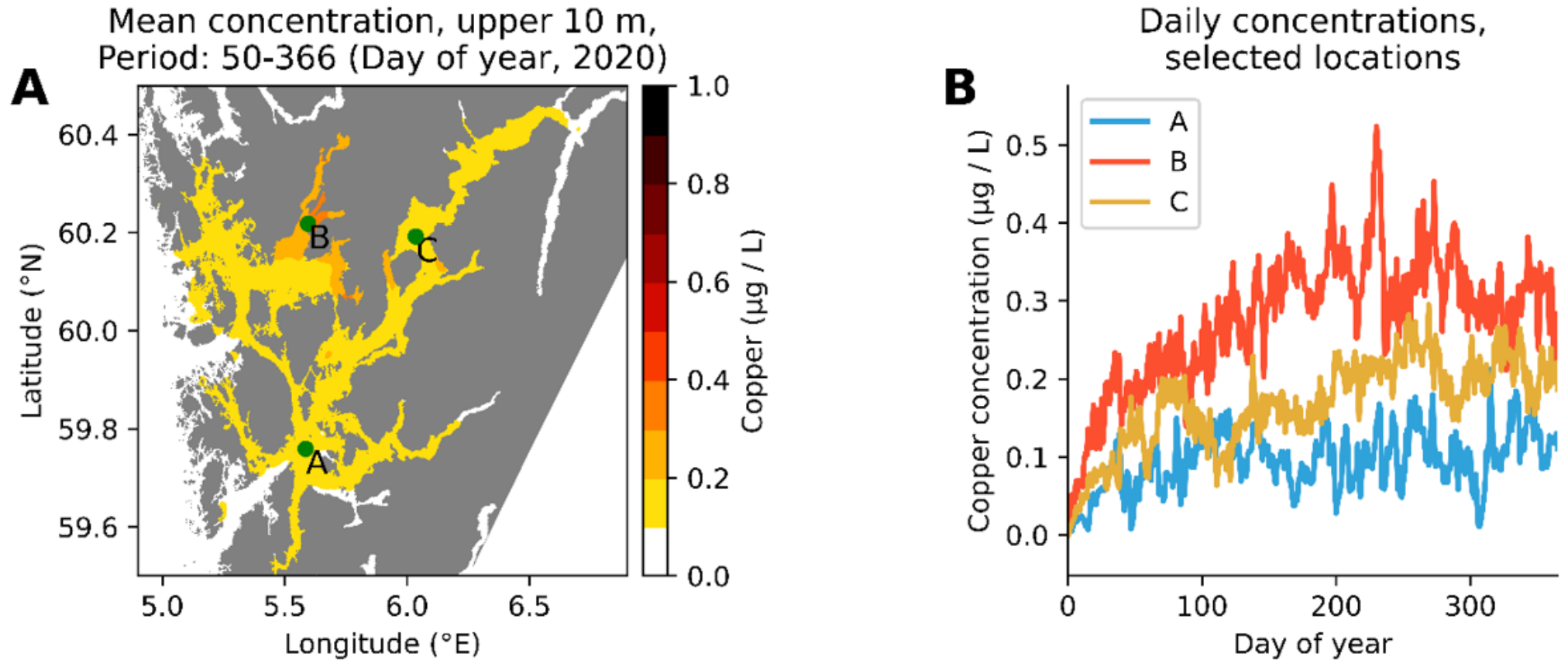


# Simulert koparkonsentrasjon i PO2



**Figur 4.** Simulert kobberkonsentrasjon i produksjonsområde 2.

# Simulert koparkonsentrasjon i PO3



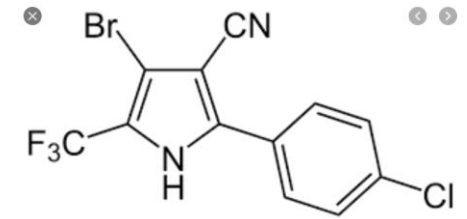
**Figur 5.** Simulert kobberkonsentrasjon i produksjonsområde 3.



# Mekanismer og fareklassar

## Tralopyril

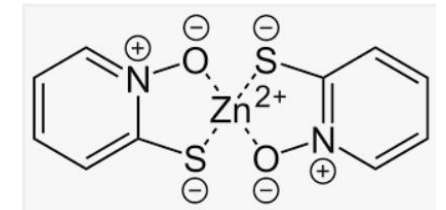
- Brukt som antigroemiddel i oppdrett, men også på skip > 25 m
- Halveringstid ca 9 t i sjø avhengig av temperatur og lys
- Kan klassifiserast som PFAS (OECD sin definisjon)
- Mekanisme: Hemmar energimetabolisme i mitokondria
  - Fareklassar:
    - R23/25: Giftig ved inhalering og inntak
    - R50/53: Svært giftig for akvatiske organismer; kan gi langtids alvorlege effektar i akvatisk miljø
    - R55: Giftig for fauna
    - R57: Giftig for bier



Miljøkvalitetsstandard (ferskvatn) 2 ng/l

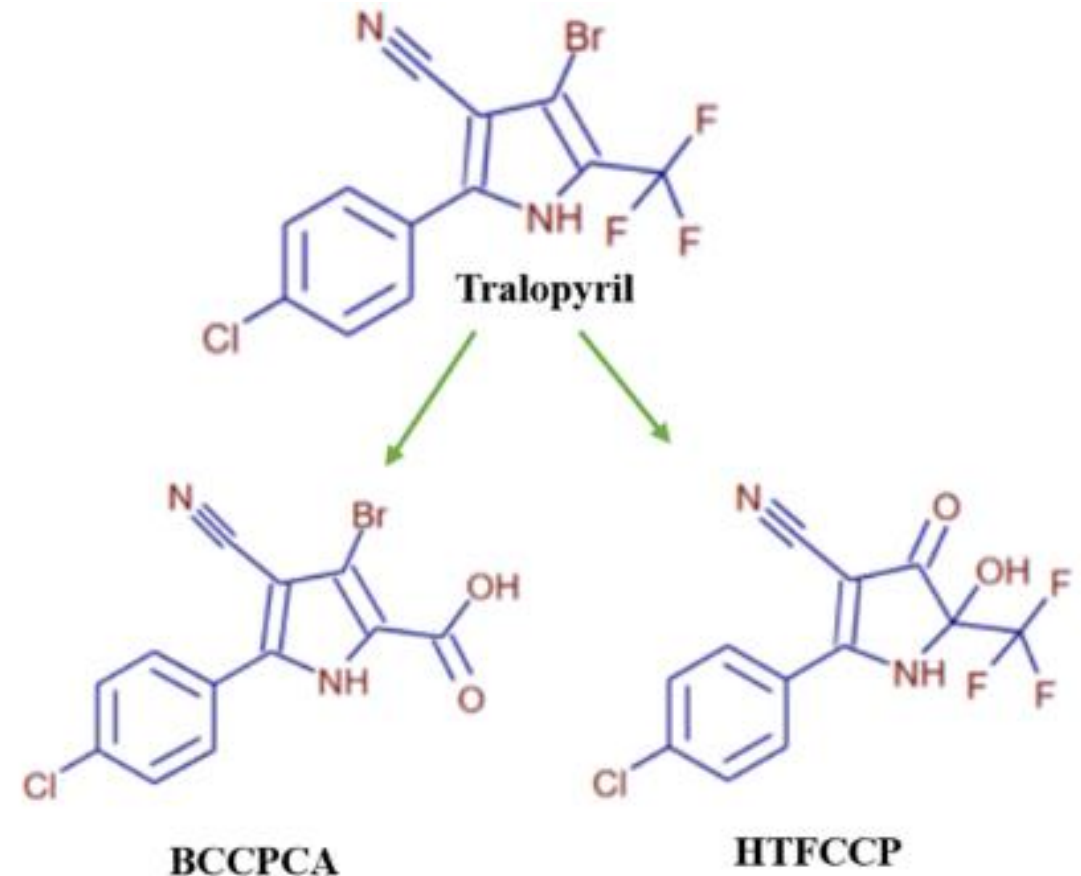
## Zn pyrithion og Cu pyrithion

- Mekanisme: Hemmar energimetabolisme i mitokondria og membrantransport
- I sjøvatn blir sink pyrithion raskt bytta ut med kopar til kopar pyrithion
- Estimert følsomhet for 5 % av artar i pelagisk miljø er 0,2 nM

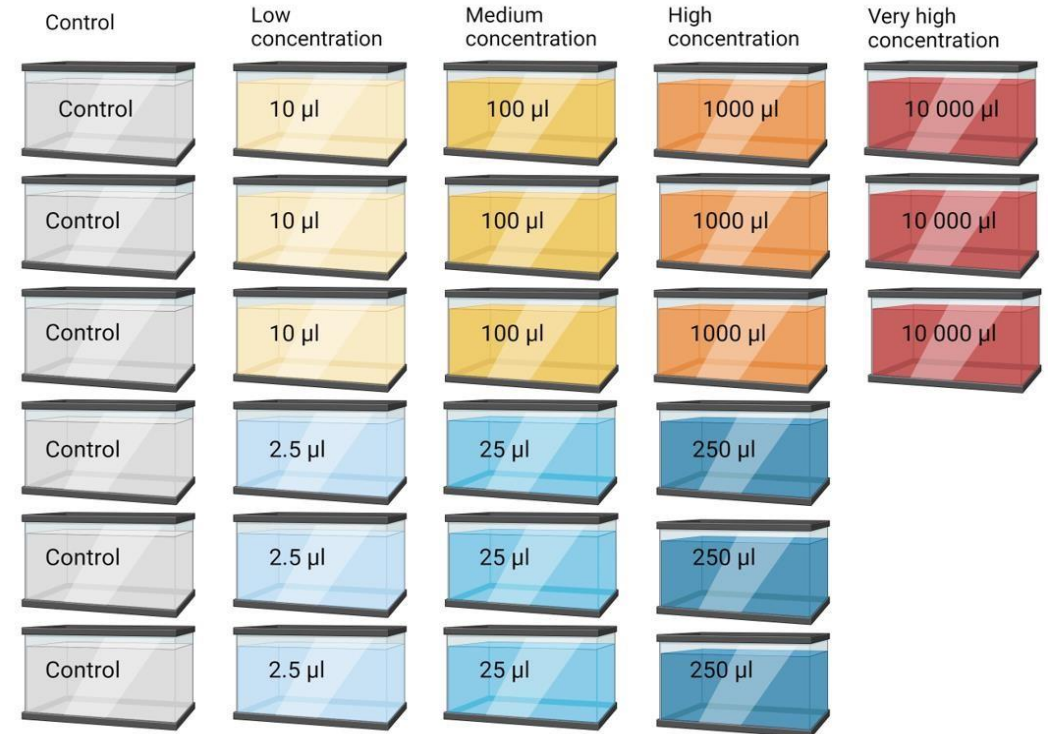


# Transformation of tralopyril in seawater

- 3-bromo-5-(4-chlorophenyl)-4-cyano-1*H*-pyrrole-2-carboxylic acid (BCCPCA)
- 2-(4-chlorophenyl)-5-hydroxy-4-oxo-5-(trifluoromethyl)-4,5-dihydro-1*H*-pyrrole-3-carbonitrile (HTFCCP)



# Dose-respons forsøk med blåskjel eksponert for Cu og tralopyril



Copper concentrations (10, 100, 1000 and 10 000 µg/L)



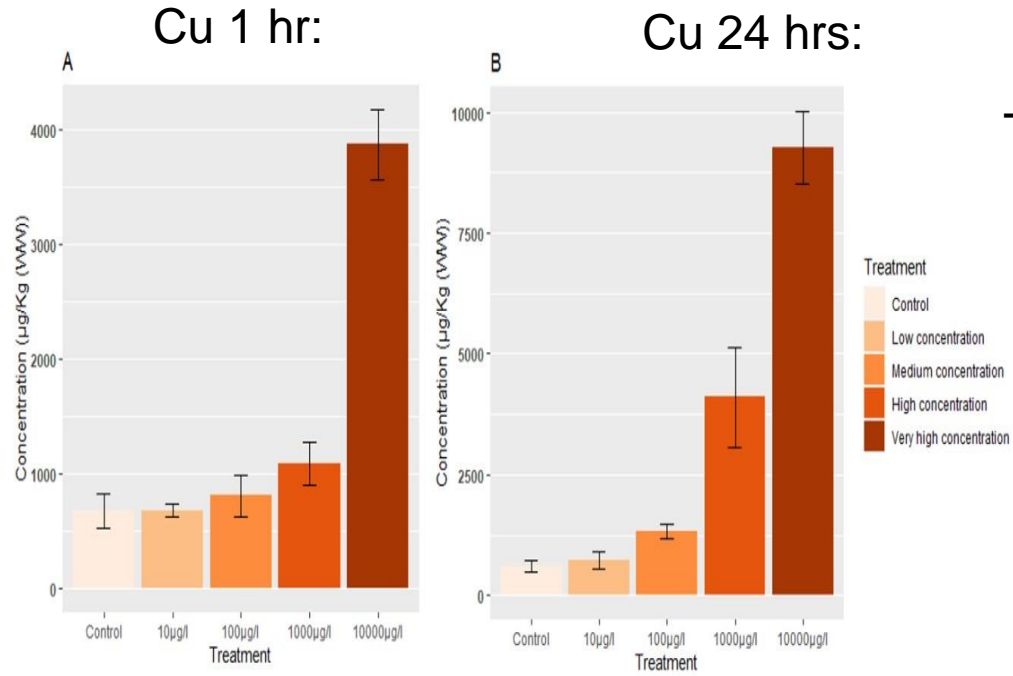
Tralopyril concentrations (2.5, 25 and 250 µg/L )



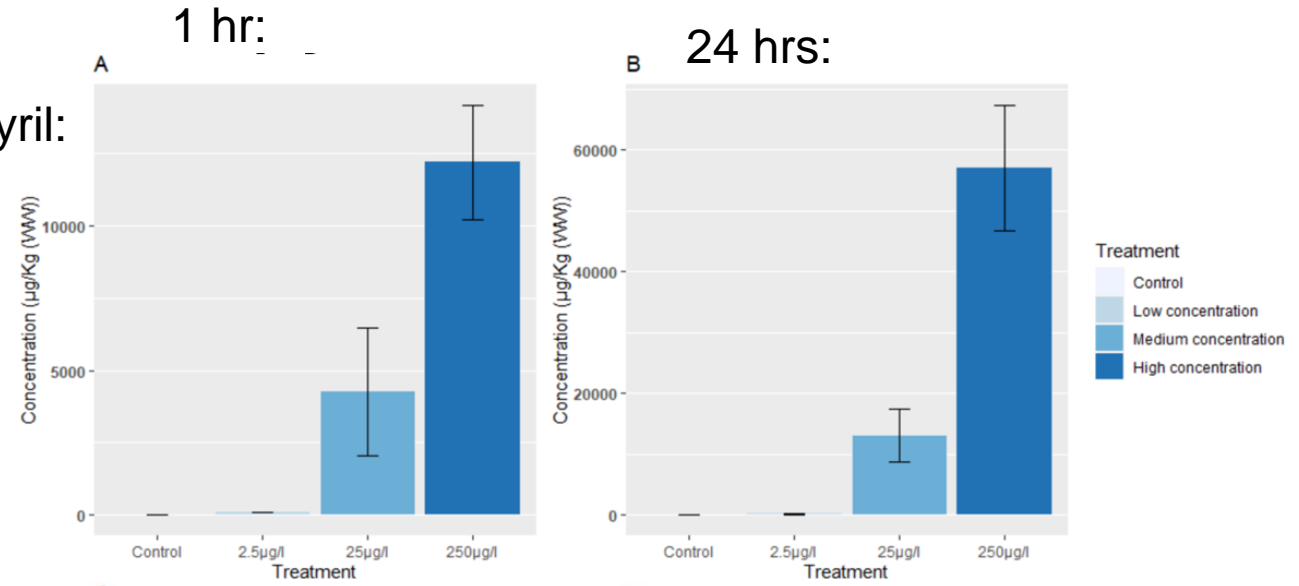
- Aklimatisering 6 veker
- Varighet: 1- og 24- timar
- 3 dagar recovery før prøvetaking



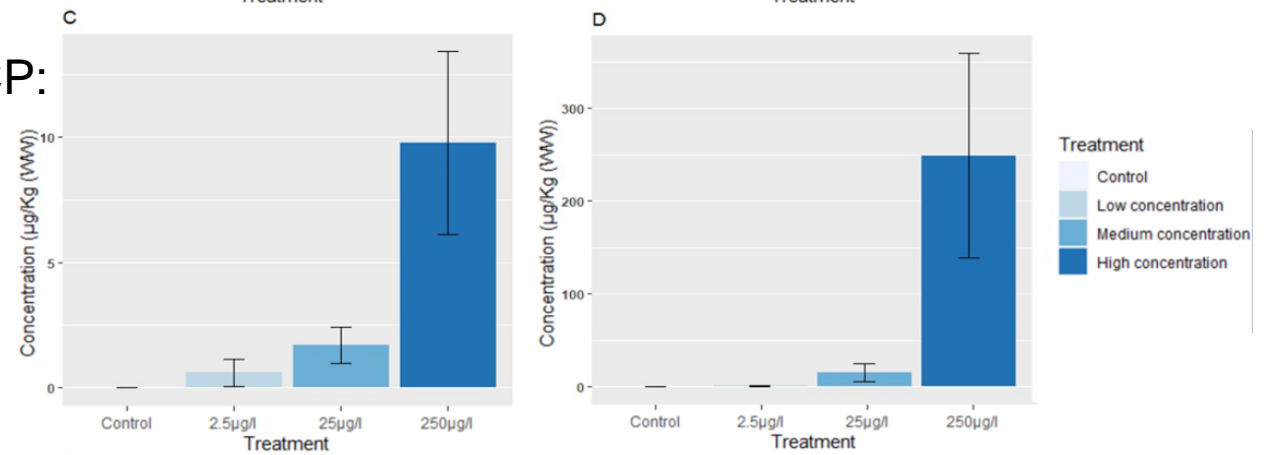
# Bioaccumulation



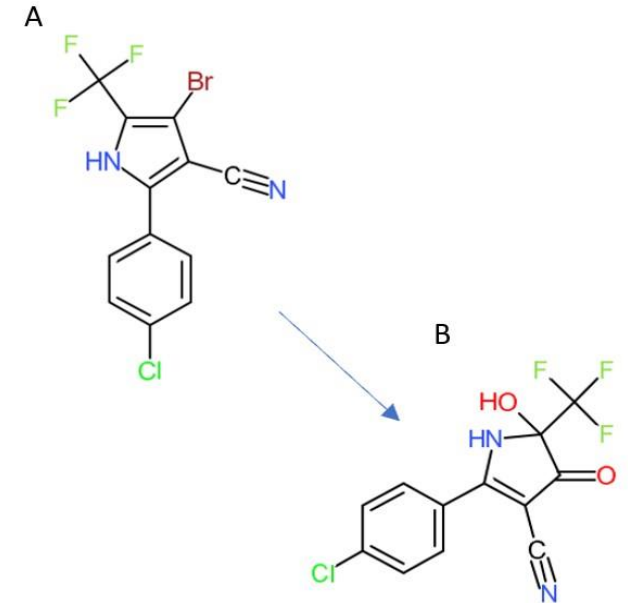
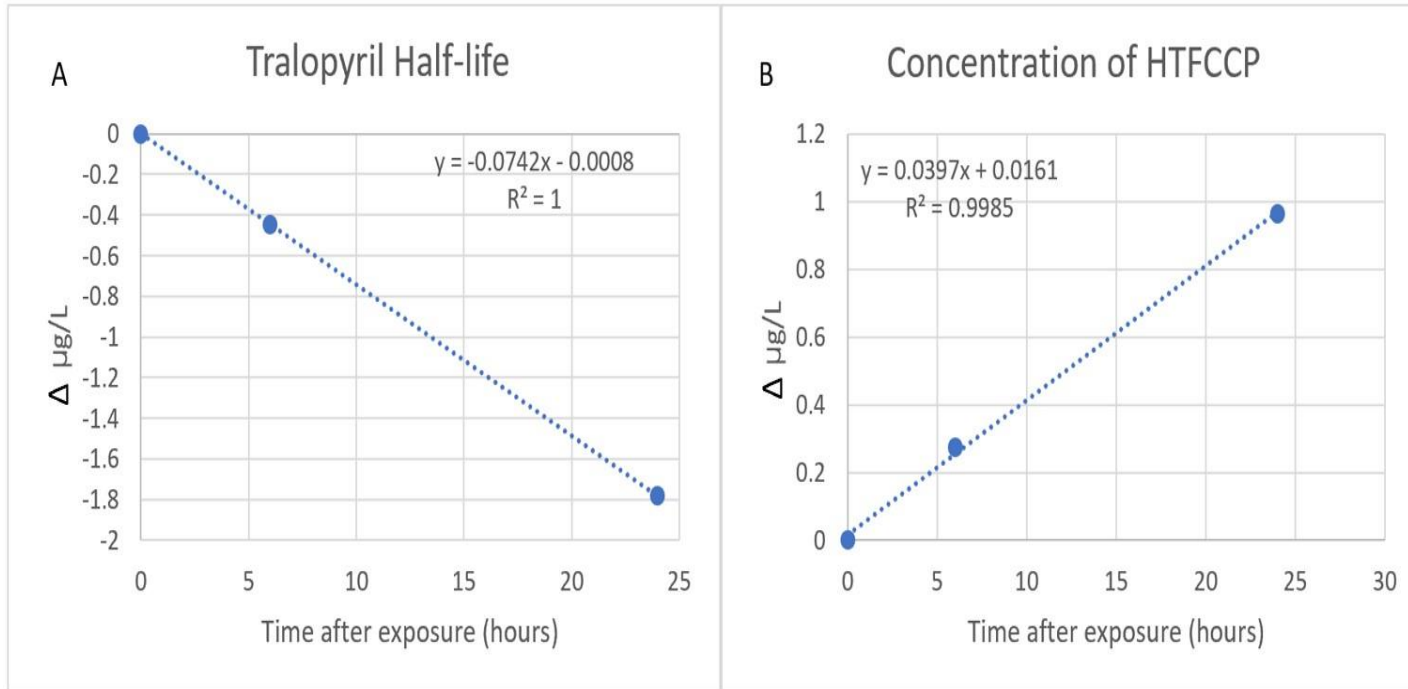
**Tralopyril:**



**HTFCCP:**



# Tralopyril and the transformation product HTFCCP



- 2-(4-chlorophenyl)-5hydroxy-4-oxo-5-(trifluoromethyl)-4,5-dihydro-1H-pyrrole-3-carbonitrile (HTFCCP)

# Field measurements

Blue mussels growing on netpens:

- Tralopyril: 4186-5236 ng/g
- HTFCCP 99-122 ng/g

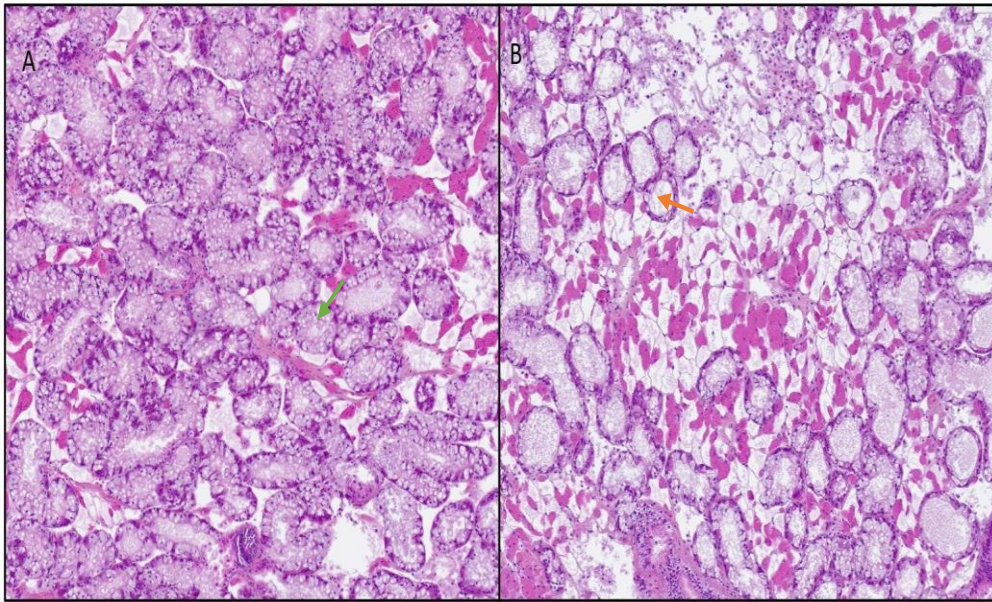
Blue mussels approx. 2.5 km from fish farm:

- Tralopyril: 0.5-1.2 ng/g



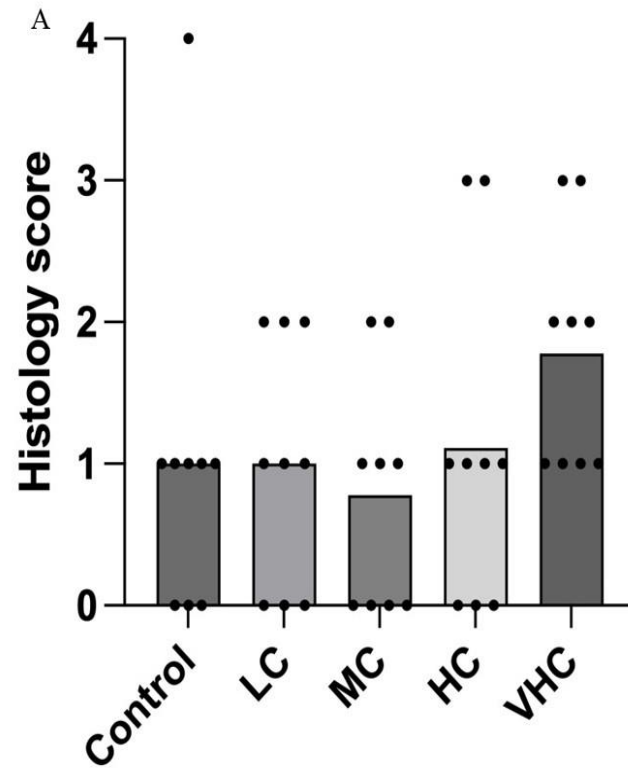


# Atrophy in digestive gland tubules

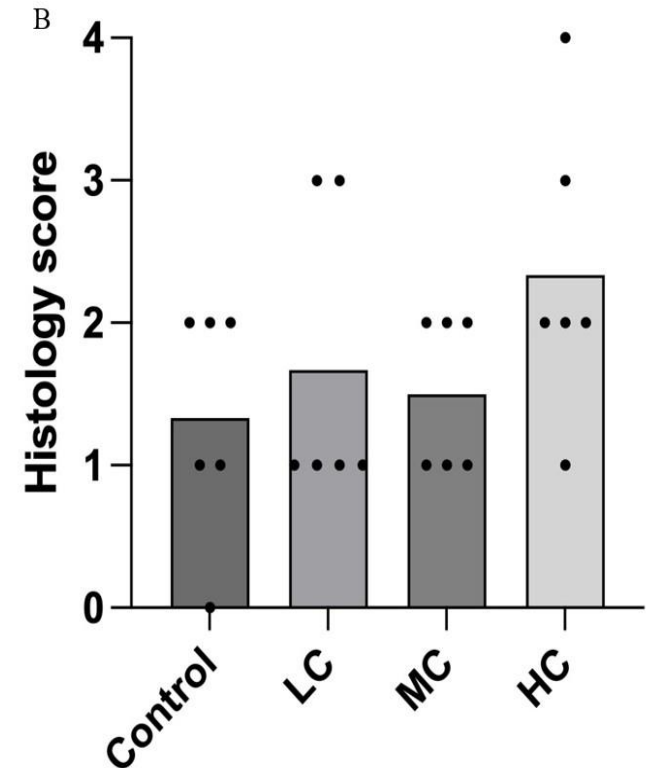


Control

Exposed

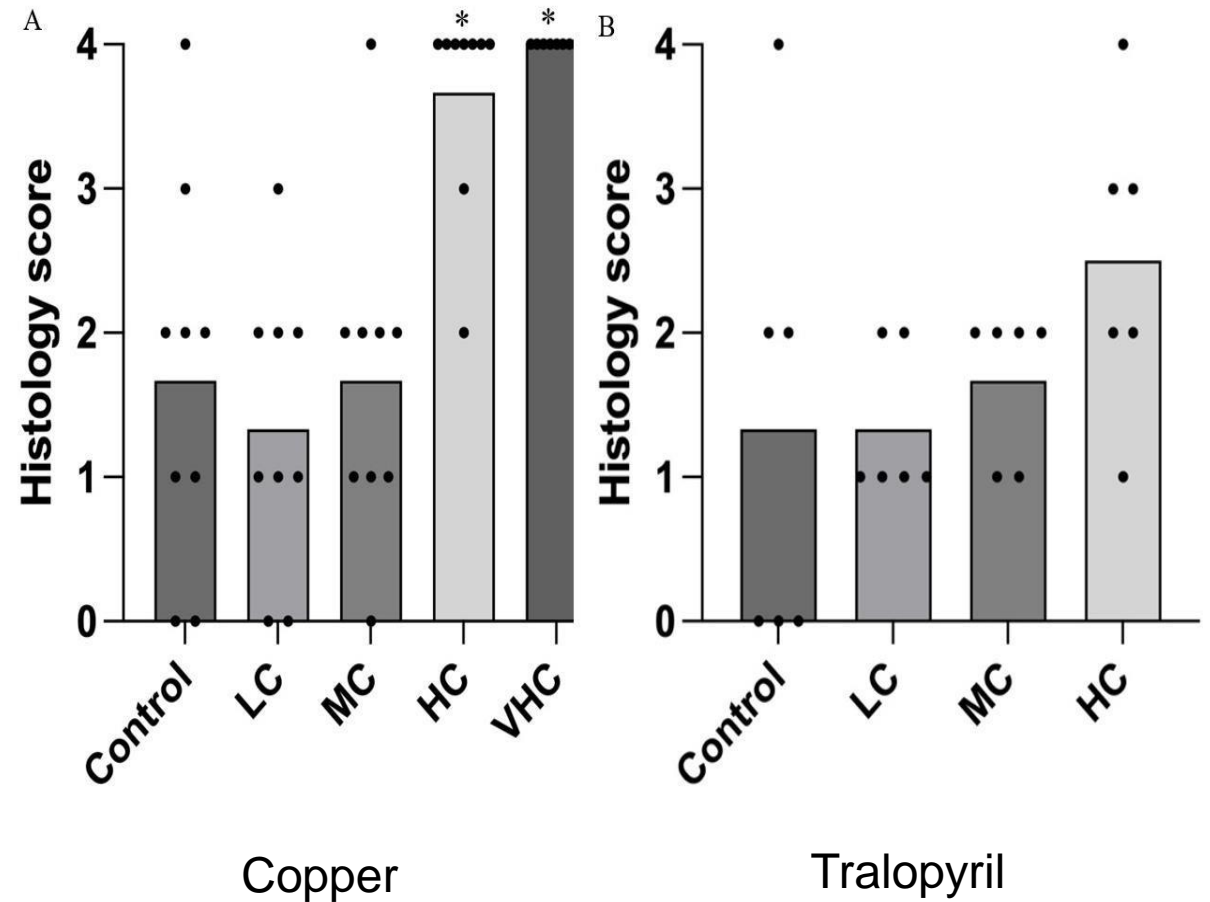
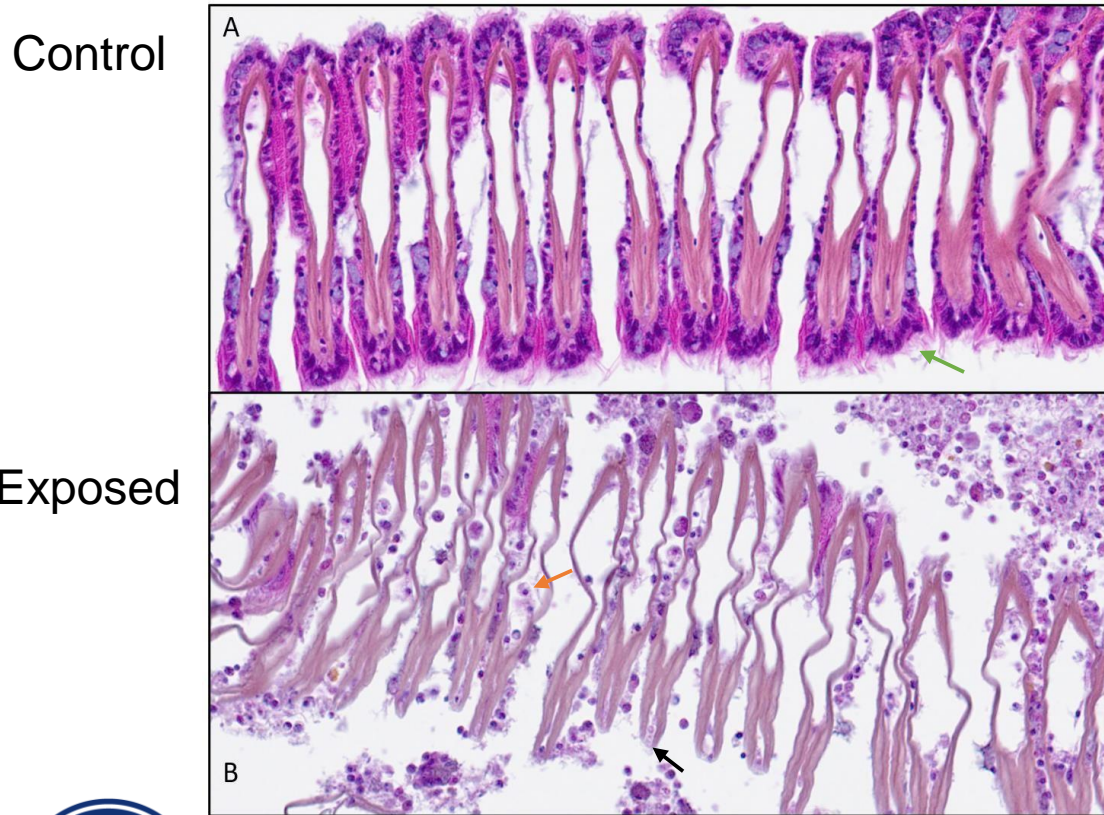


Copper

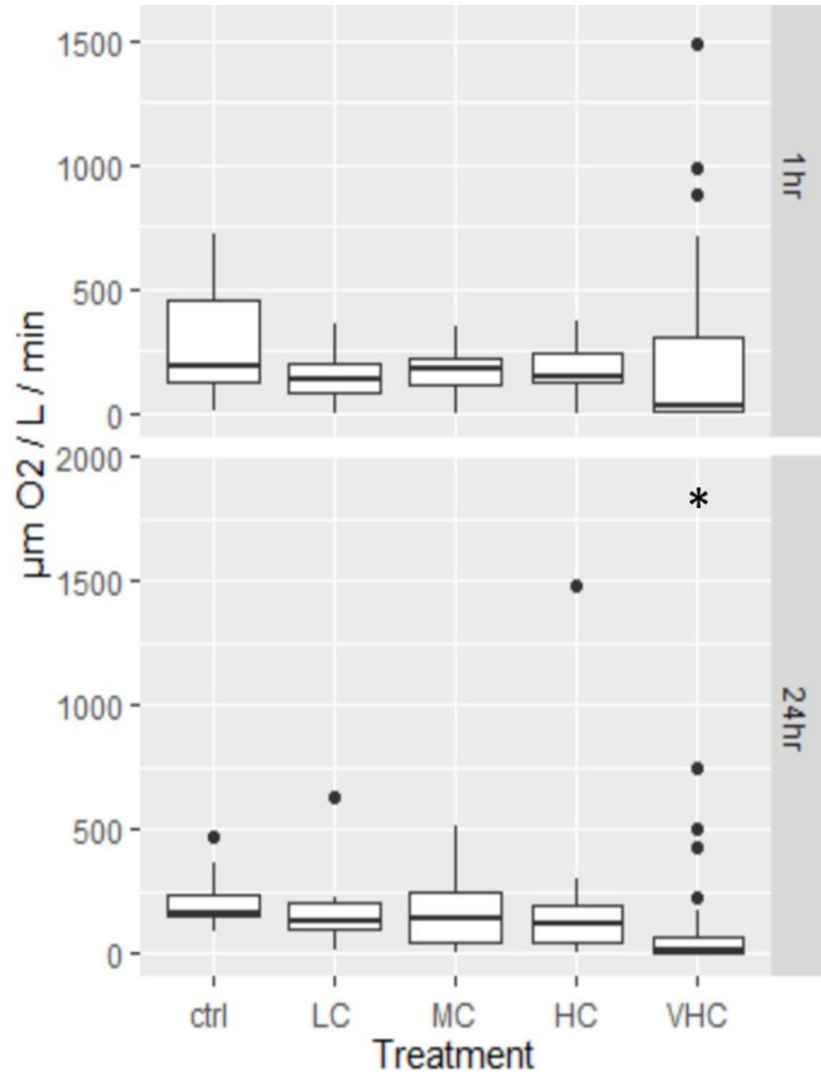


Tralopyril

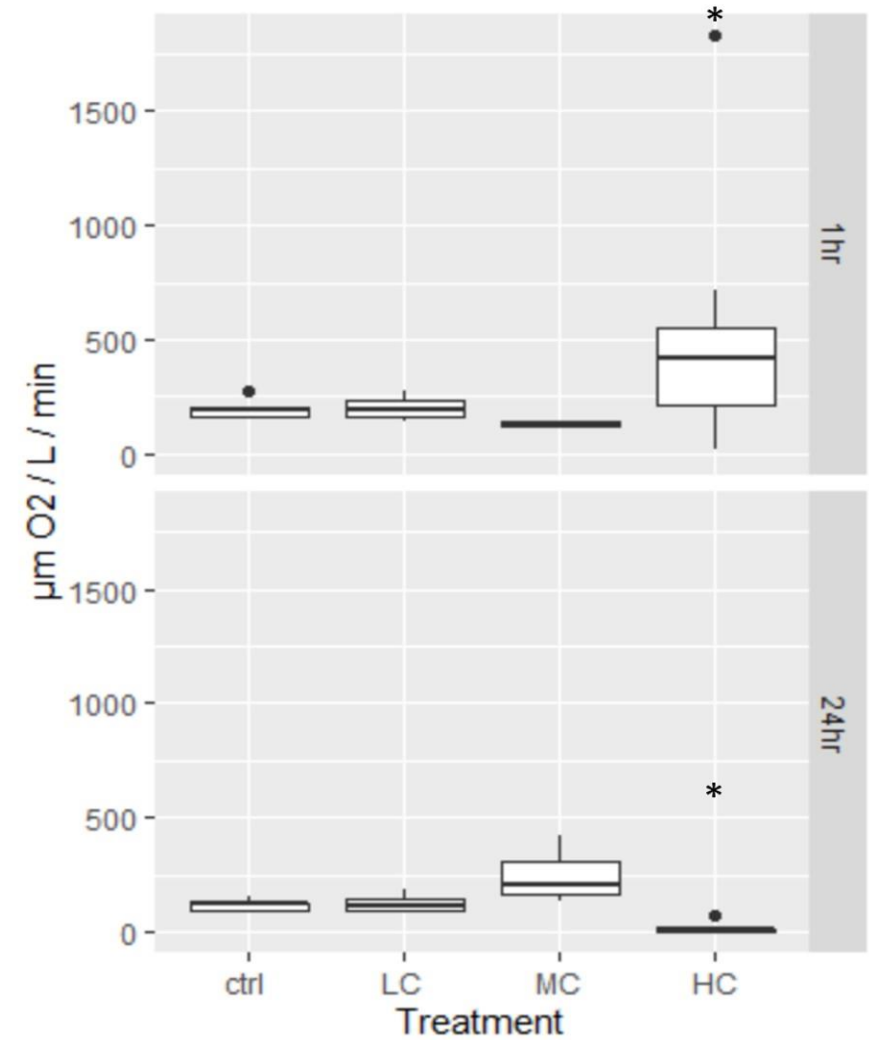
# Haemocytic infiltration in gills



# Oxygen metabolism



Copper



Tralopyril



# Oversikt over utslipp av utvalgte stoff gitt fôrforbruk per 1000 tonn og fôrspill på 8 %

Miljøgift	Øvre grenseverdi i fôr	Gjennomsnitt fullfôr i 2021	Andel som går gjennom laksen	Utslipp gitt fôrforbruk på 1000 tonn gitt 8 % forspill
Hg	0,2 mg/kg	0,022 mg/kg	0,59	14 g
Cu	25 mg/kg	10,9 mg/kg	0,79	8,8 kg
Cd	1,0 mg/kg	0,12 mg/kg	0,95	114 g
Zn	180 mg/kg	168 mg/kg	0,68	119 kg
ΣDDT	50 µg/kg	4,7 µg/kg	0,57	2,8 g
ΣKlordan	20 µg/kg	1,1 µg/kg	0,67	0,8 g
HCB	1,0 µg/kg	1,0 µg/kg	0,57	0,6 g
PCB6	30 µg/kg	3,4 µg/kg	0,46	1,7 g
PBDE7	Ikke fastsatt	0,35 µg/kg	0,58	0,21 g



Basert på fôrrapport (Sele et al., 2022) og retensjonsdata, Havforskningsinstituttet.

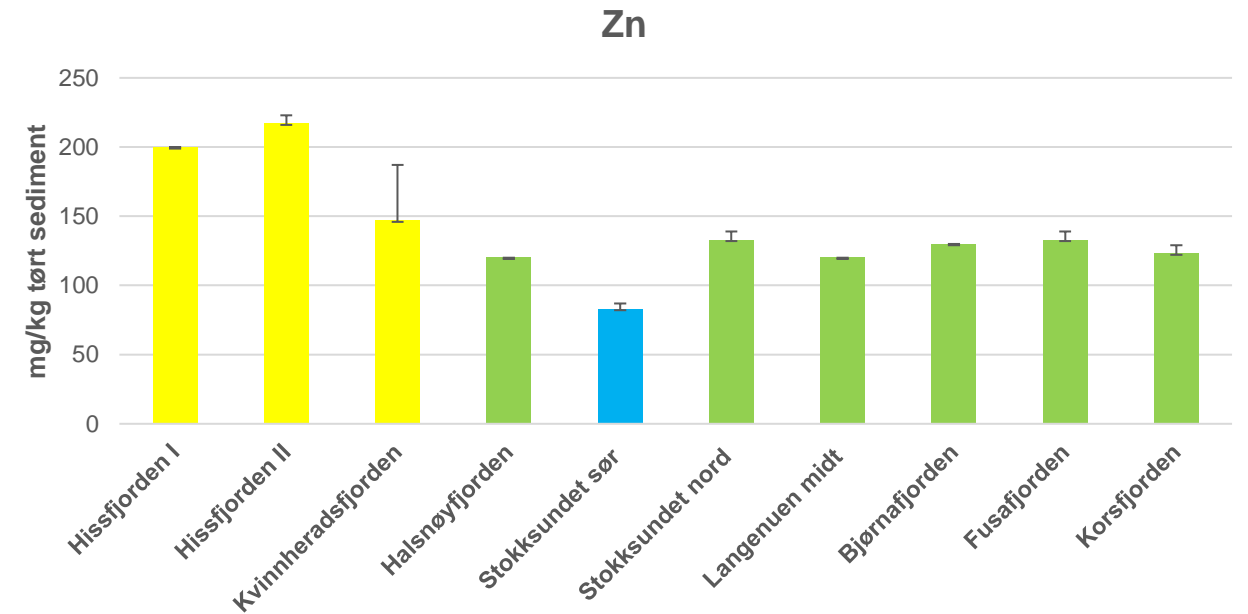
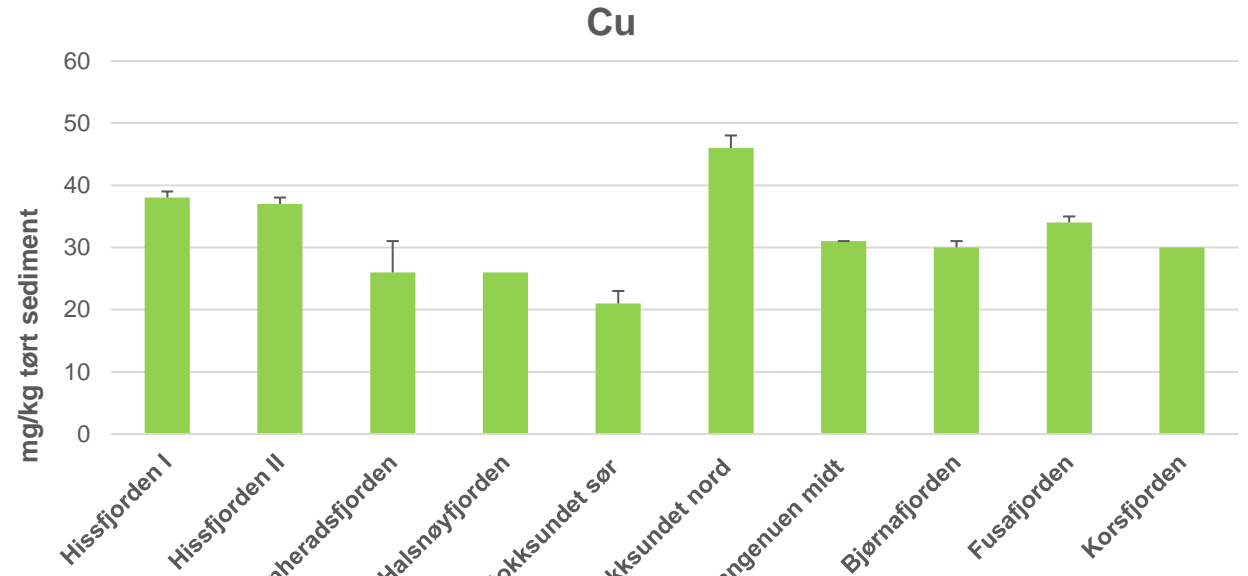
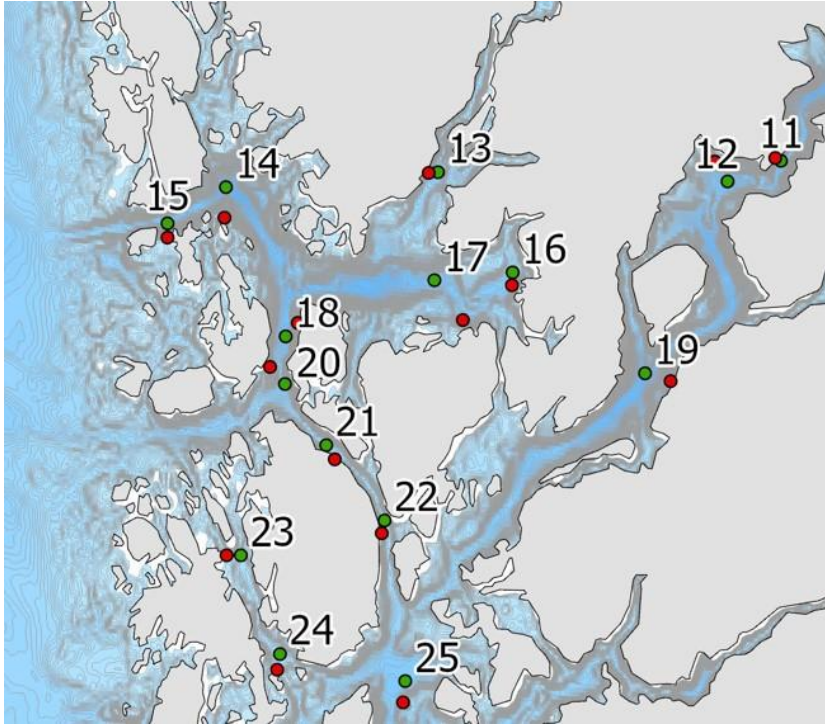


# Innrapportert fôrforbruk totalt i 2023 (tonn)

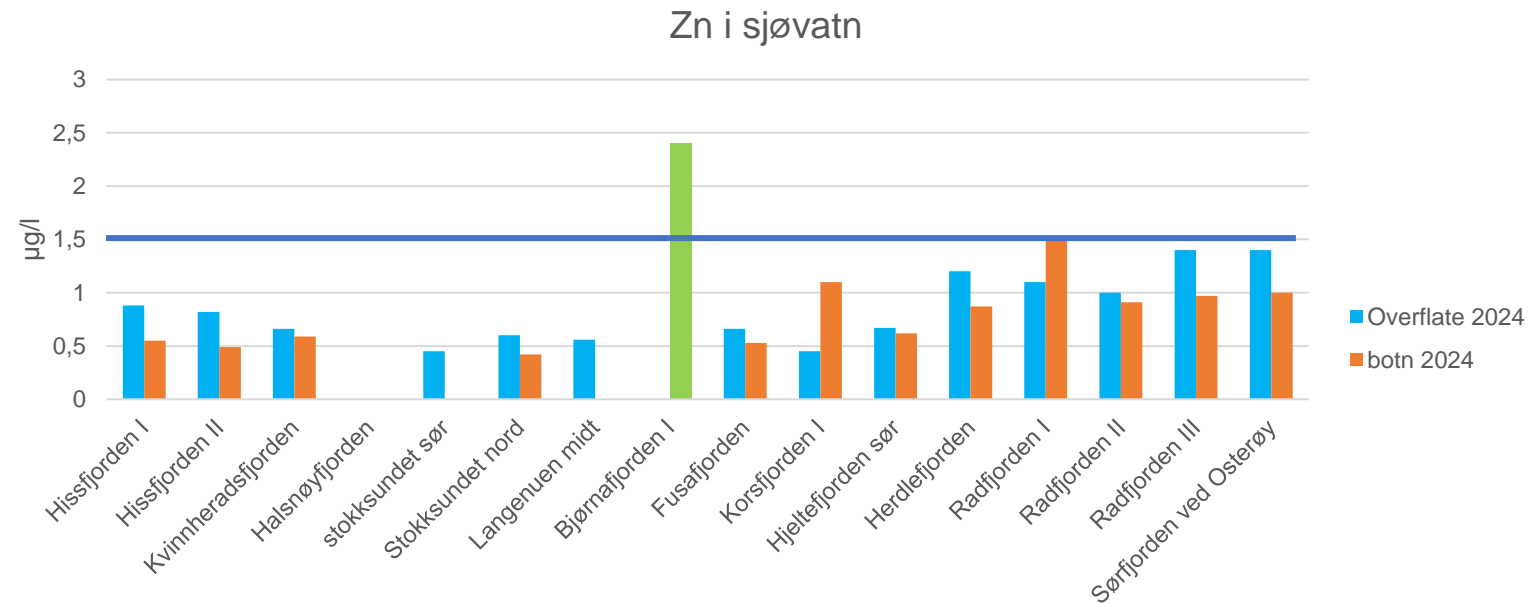
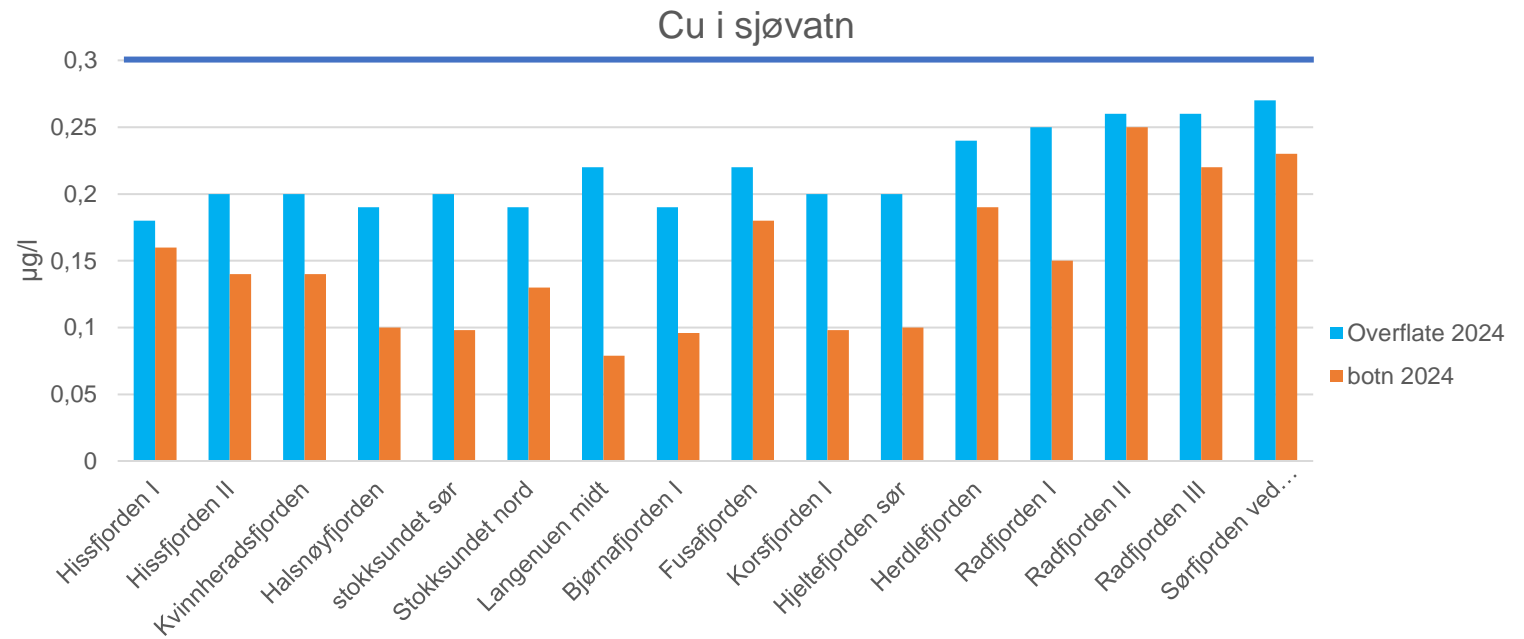
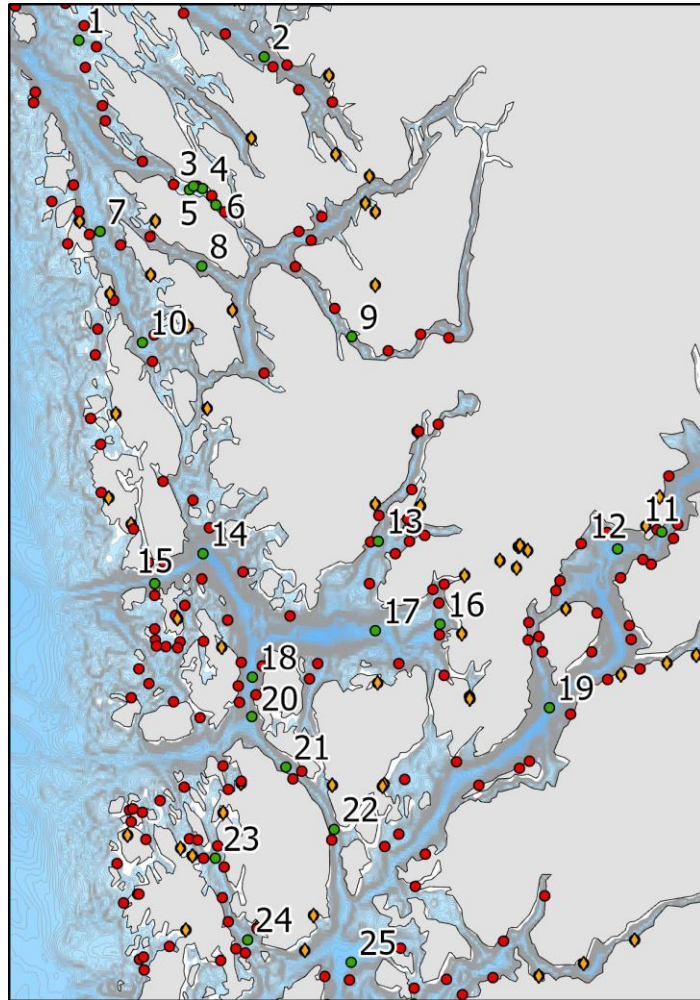
Produksjonsområde:	Laks	Regnbueøret	Totalt	Delt på tusen	Cu (kg)	Zn (kg)
Område 1: Svenskegrensen til Jæren	14626	0	14626	14,626	129	1740
Område 2: Ryfylke	111817	0	111817	111,817	984	13306
Område 3: Karmøy til Sotra	201299	15190	211013	211,013	1857	25111
Område 4: Nordhordland til Stadt	144350	90816	215943	215,943	1900	25697
Område 5: Stadt til Hustadvika	110486	16811	123210	123,21	1084	14662
Område 6: Nordmøre og Sør-Trøndelag	321833	87	321915	321,915	2833	38308
Område 7: Nord-Trøndelag med Bindal	167778	0	167778	167,778	1476	19966
Område 8: Helgeland til Bodø	205446	0	205446	205,446	1808	24448
Område 9: Vestfjorden og Vesterålen	192581	0	192581	192,581	1695	22917
Område 10: Andøya til Senja	168618	0	168618	168,618	1484	20066
Område 11: Kvaløy til Loppa	105184	0	105184	105,184	926	12517
Område 12: Vest-Finnmark	149650	0	149650	149,65	1317	17808
Område 13: Øst-Finnmark	11015	0	11015	11,015	97	1311
Stamfisk, forskning og undervisning	31657	4537	34770	34,77	306	4138
<b>Totalt</b>	<b>1936341</b>	<b>127441</b>	<b>2033566</b>	<b>2033,566</b>	<b>17895</b>	<b>241994</b>



# Sink og kopar i sediment i fjernsona, 2024

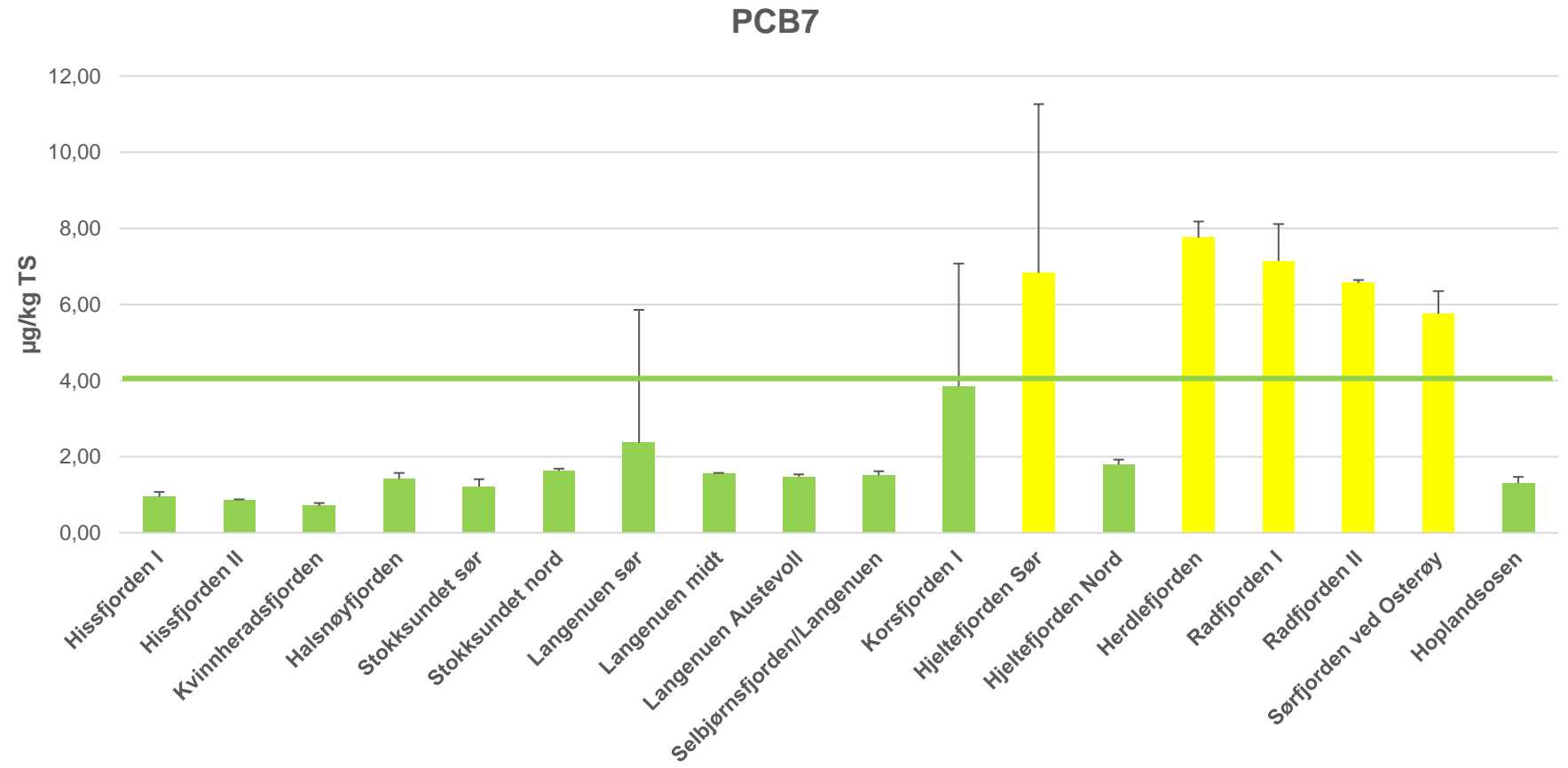
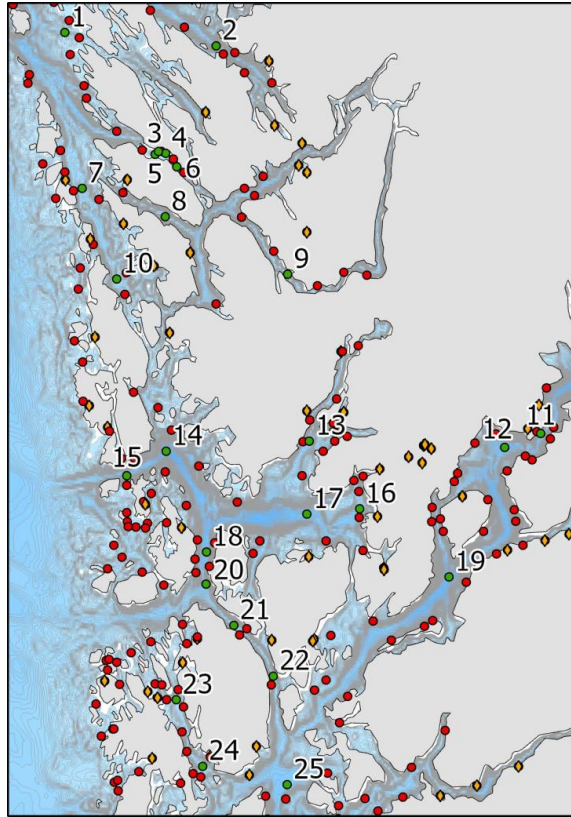


# Cu og Zn i sjøvann, 2024





# SumPCB7 i sediment, 2023

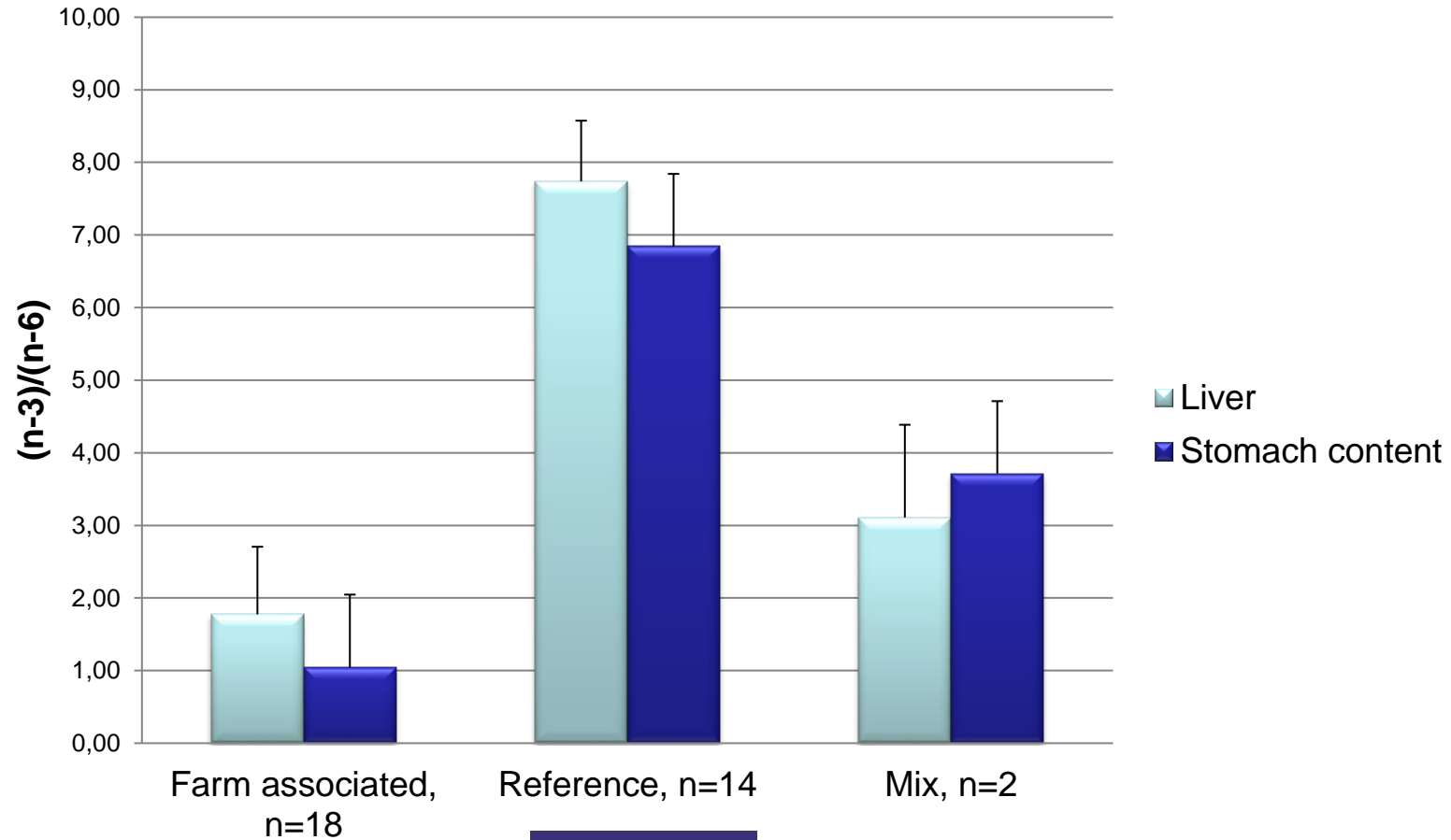




# Saithe and cod feeding under a fish farm compared to fish from a reference site



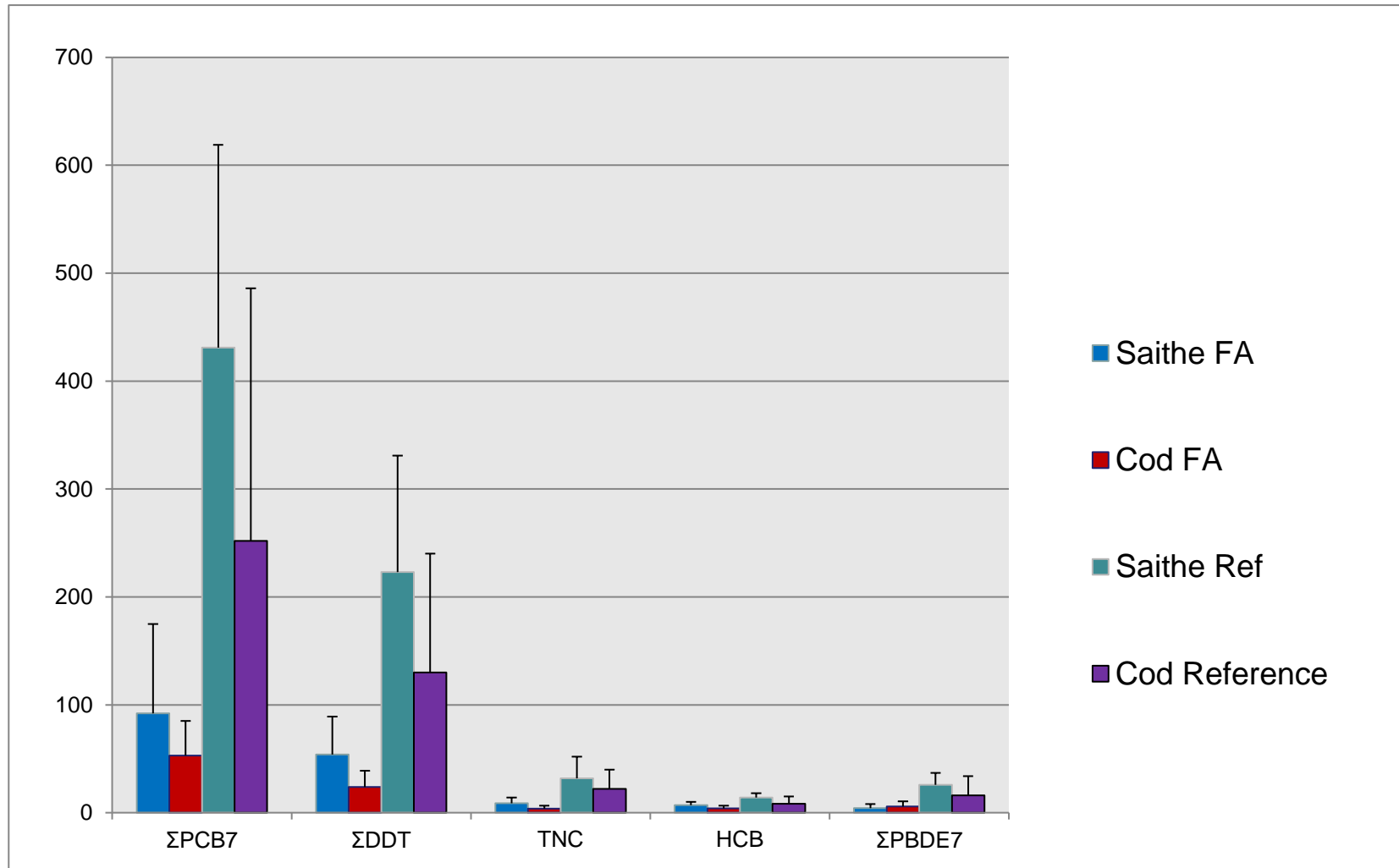
# $(n-3)/(n-6)$ in farm associated vs reference



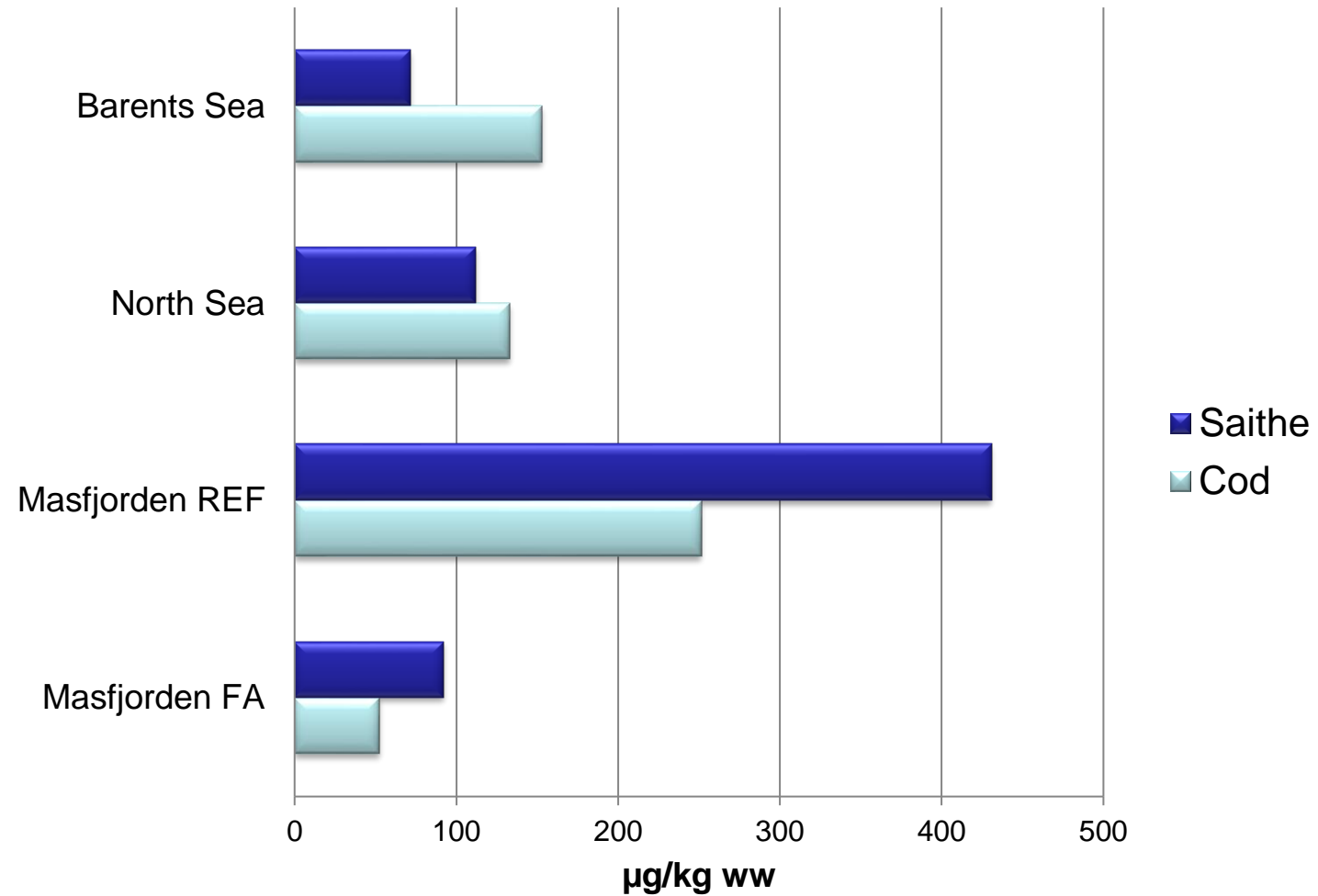
Pellets

Myctophidae and shrimp

# Saithe feeding under a fish farm contained lower levels of persistent organic pollutants in liver compared with saithe feeding on natural feed



# Levels of PCB in fish liver





# Konklusjon antigroemiddel

- Framleis auke i kopar i sediment i fjernsona til oppdrettsanlegg i Vestland
- Forsøk med tralopyril viser kort halveringstid, ca 9 timar i sjøvatn ved 12°C og nedbryting til ei de-brominert form
- I forsøk med blåskjel eksponert for kopar ser vi sterkast dose-respons på genuttrykk i fordøyelseskjertel
- I forsøk med blåskjel eksponert for tralopyril verkar tralopyril meir potent på oksygen metabolisme, gjelle histologi og genuttrykk i gjeller
- Vi treng meir kunnskap om påverknader på miljøet etter bruk av tralopyril/Econea og Zn/Cu pyriithion
- Bør unngå spyling og mekanisk slitasje på nøter impregnert med pesticid
- Giftfrie alternativ som reinsing av nøter ved robotteknologi bør erstatte bruken av pesticid som antigroebehandling



# Konklusjon miljøgifter frå fôret

- Store mengder sink frå fôret blir sluppe ut frå opne merdar.
- Organiske miljøgifter i lever av fisk som beiter under oppdrettsanlegg har vist lågare nivå enn det som vart målt i fisk frå referanseområdet. Dei generelle bakgrunnsnivåa av tungt nedbrytbare organiske framandstoff i fjordsystemet er sannsynligvis den viktigaste årsaka til nivåa av organiske miljøgifter i villfisk og ikkje fôrspel frå oppdrettsanlegget



# Takk for oppmerksomheten!



Samarbeidspartnarar:

Aasim M. Ali, Dina Emilie Kristiansen, Tomasz Furmanek, Antonio G. Aguera, Tore Strohmeier, Pia Kupka Hansen, Vivian Husa, Ellen Sofie Grefsrud, Pål Næverlid Sævik