

# Tittel på oppgave:

Gradient i torskens (*Gadus Morhua*) kondisjonsfaktor, miljøvariable og mikrobiota (med fokus på slektene *Nitrosopumilus* og *Sulfurovum*) i indre Oslofjord samt effekt av miljøvariable og mikrobiota på lengdejustert torskevekt

## Beskrivelse<sup>1</sup>:

Det er fanget flere tynne og syke torsk (*Gadus morhua*) i Bærumsbassenget i indre Oslofjord de siste årene. Det er færre torsk som fanges og de blir ikke like store. Det er tidligere funnet antydninger til en økende gradient i torskens kondisjonsfaktor (k-faktor) fra Bærumsbassenge mot Ildjernet. Næringsalter og organisk C tilføres fjorden i store mengder. I Nord-Norge ble det observert at mye organisk C minker og øker antallet av henholdsvis arken *Nitrosopumilus* og bakterien *Sulfurovum*. Arken står bak det meste av produksjonen av B12-vitaminer i havene, et vitamin som er viktig for torsken. I oppgaven ble det sett etter om det er en romlig gradient blant miljøvariabler, mikrobiota og deres effekt på lengdejustert torskevekt. Gradienten i torskens k-faktor ble også testet for statistisk signifikans<sup>2</sup>. Ansatte og studenter ved NMBU<sup>3</sup> utførte vekt- og lengdemålinger av torsk i tre soner fra Bærumsbassenget til Ildjernet. Torsken ble fanget mellom 2019 – 2022, i 20 ruser som ble satt ut to ganger per fangstsesong i hver sone. I desember 2022 ble det tatt opp sedimenter fra bunnen av fjorden, på to grunne og to dype steder, i hver sone. For å oppnå mest mulig sammenlignbarhet ble kun torskedata fra september til desember brukt. Basert på sedimentene ble flere miljøvariable og antallet individer blant mikrobiotiske genera bestemt. Det ble funnet en romlig gruppering av miljøvariablene og mikrobiologien som var signifikant på tvers av datasettene (Figur 1). Grupperingene ble gjort med k-means, og signifikans ble testet med Fishers eksakte test. Redokspotensialet var den eneste miljøvariablen som hadde en positiv effekt på andel *Nitrosopumilus*, ifølge generalisert lineær modellering (GLM) (Figur 2). Effekten var kun ved Ildjernet og rett utenfor Bærumsbassenget. For *Sulfurovum* var effekten motsatt i alle soner (Figur 2). Hovedkomponentanalyse (PCA) på miljøvariablene dannet grunnlag for prediktorene i GLM-analysen. Det var kun fra Ildjernet til området rett utenfor Bærumsbassenget, at forskjell i k-faktor, som var økende, var statistisk signifikant. Testene Dunns og Kruskal-Wallis ble brukt, hvor kun Dunns viste signifikans. Torskevekt hadde en liten positiv effekt av økt redokspotensiale. For C, S og Fe var effektene motsatt. Det var en liten negativ effekt på torskevekt som følge av økt andel *Nitrosopumilus* (Figur 3). Disse effektene fra miljøvariablene og *Nitrosopumilus* var signifikante kun når torskevektdata fra 2022 ble inkludert. For testing av miljøvariablenes og mikrobiotaens effekt på torskevekt ble det utført PCA på hvert datasett, hvorfra hovedkomponentene ble brukt som prediktorer i lineære regresjonsmodeller. Modellen med mest støtte i dataene, ble valgt med Akaikes Informasjonskriterium (AIC). Blant modellene ble også andelen *Nitrosopumilus* og *Sulfurovum* brukt som prediktorer. Generelt kan resultatene i oppgaven være tilfeldige grunnet få målinger. En grov oversikt over hovedfunnene kan sees av Figur 4.

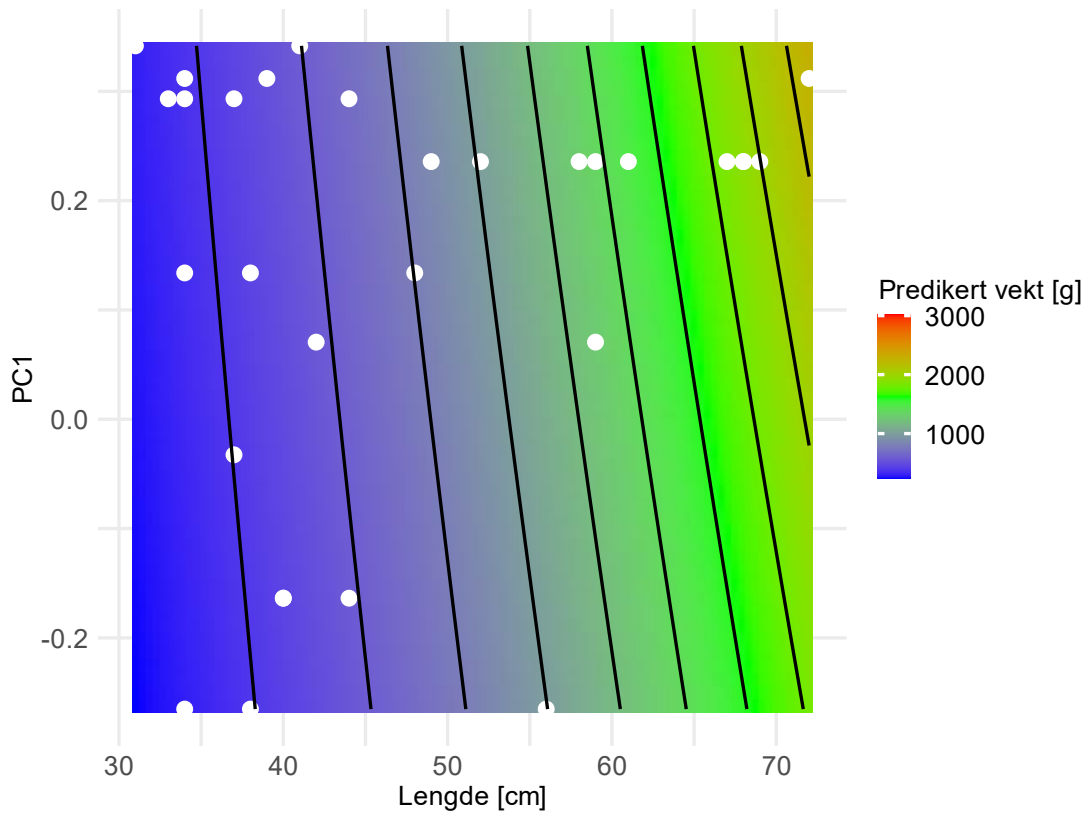
---

<sup>1</sup> Denne rapporten er gjengitt basert på masteroppgaven med samme tittel. Innholdet vil derfor være veldig likt. Figurene og figurtekstene er gjengitt med minimal redigering/ending. Forfatter av denne rapporten er den samme som for masteroppgaven.

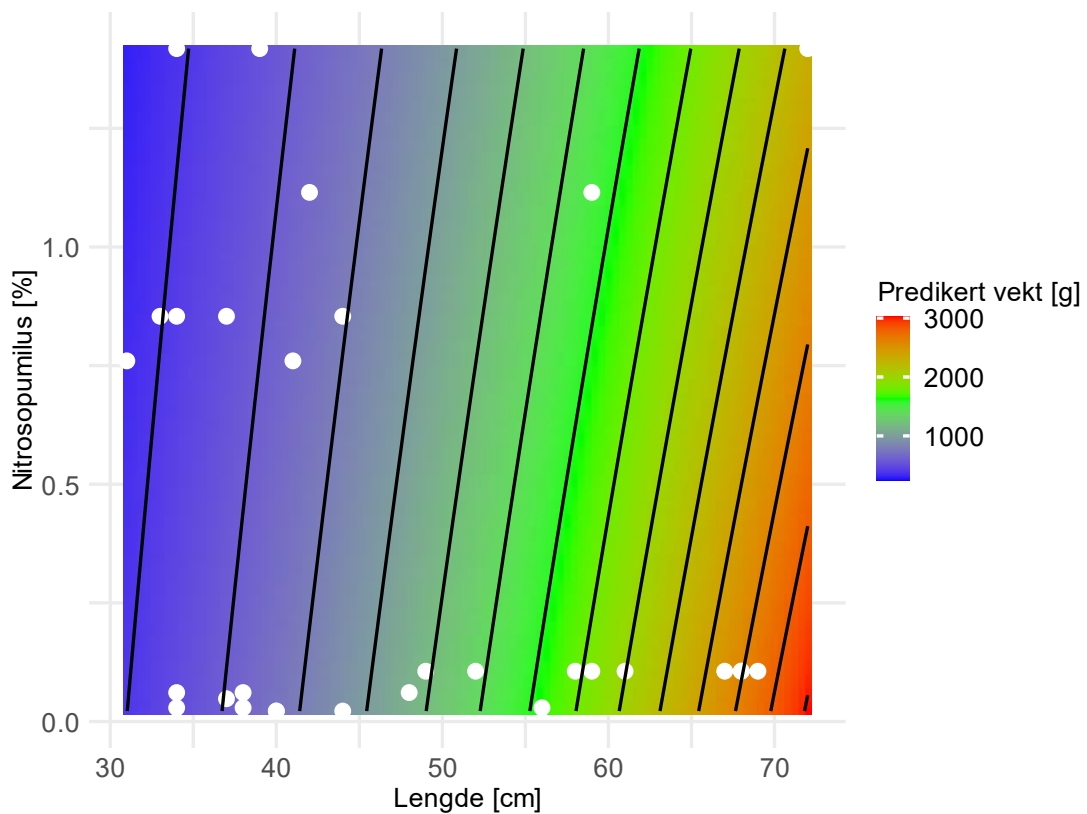
<sup>2</sup> Signifikansnivået i oppgaven ble satt til  $\alpha = 0,05$ .

<sup>3</sup> Norges miljø- og biovitenskapelige universitet



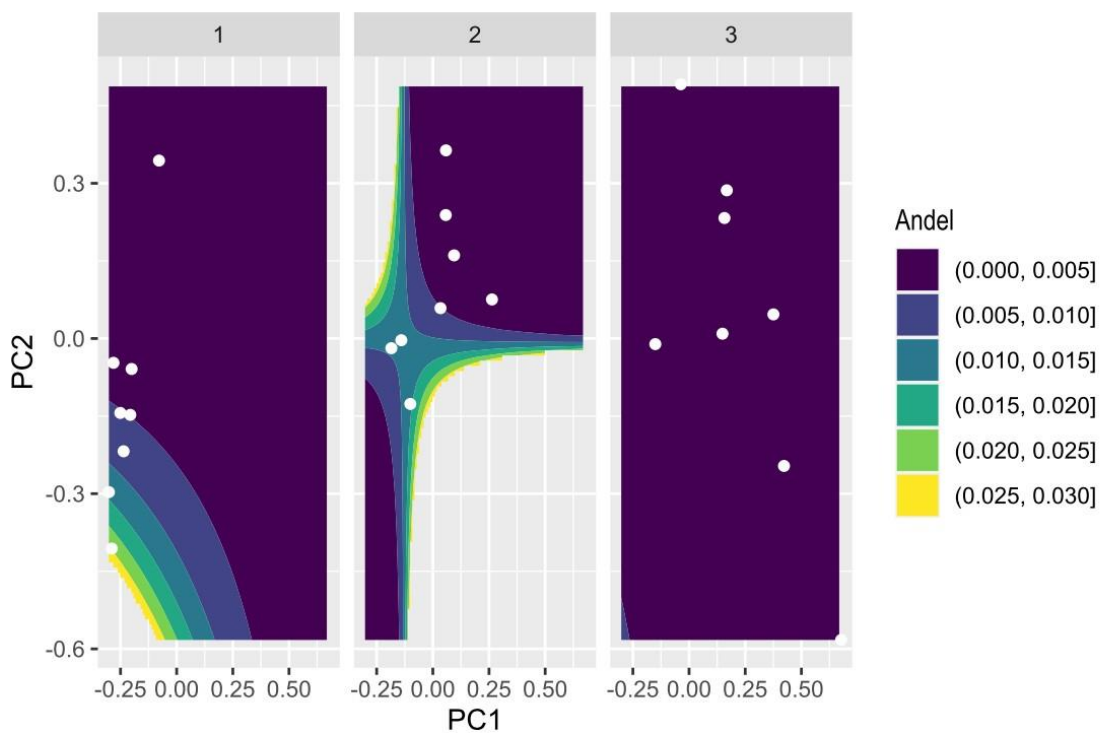


(a)

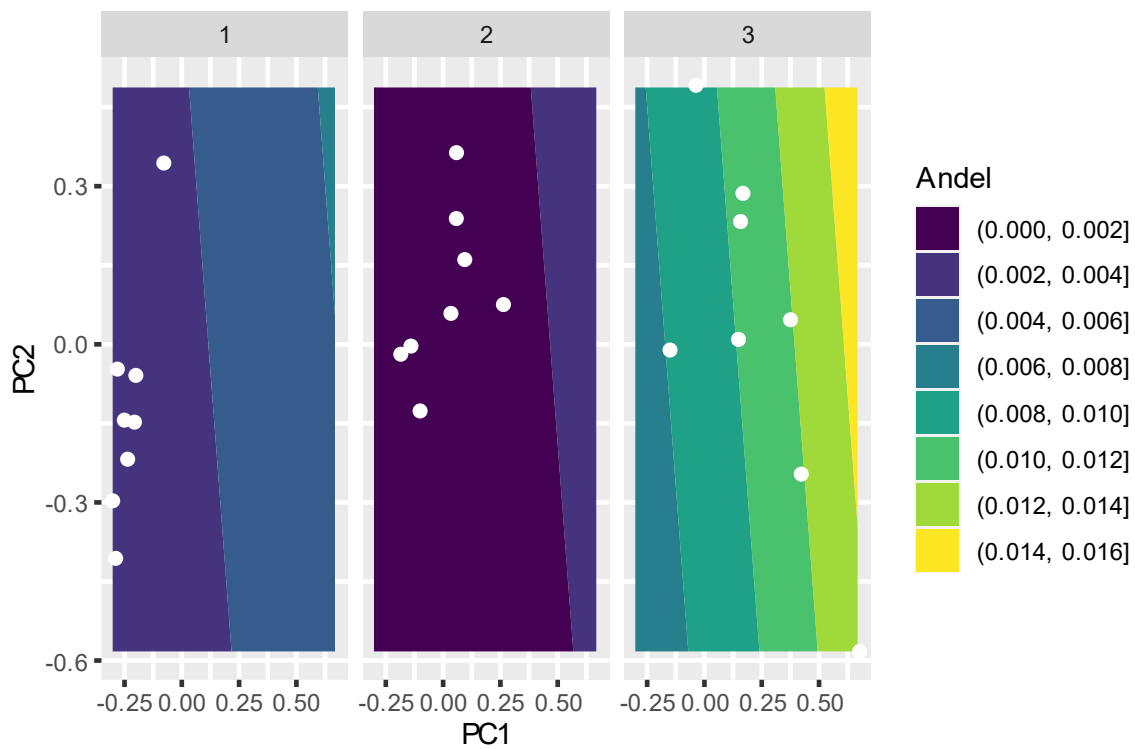


(b)

Figur 2: Predikert torskvekt basert på valgt lineær regresjonsmodell. Prediktorer i modellen: (a) første hovedkomponent (PC1) og (b) Nitrosopumilus. I modellen summeres disse leddene sammen. Hovedkomponenten følger fra PCA av miljøvariable.

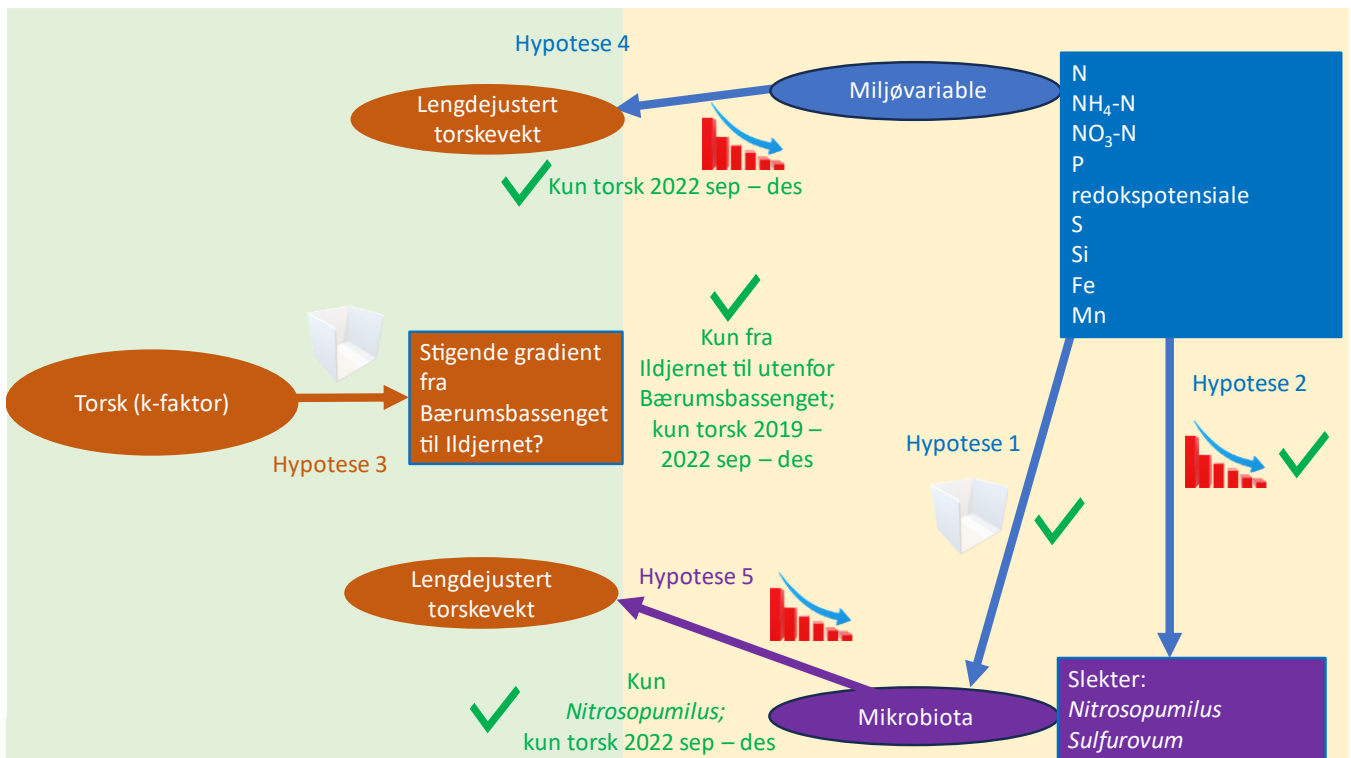


(a)



(b)

Figur 3: Predikert andel av (a) Nitrosopumilus og (b) Sulfurovum i sone 1 - 3. Prediksjonene var basert på en generalisert lineær modell (GLM). Modellen består av en interaksjon mellom sone og de to første hovedkomponentene (PC1 og PC2), fra en PCA av miljøvariablene. De hvite prikkene viser de ulike scoringene for PC1 og PC2.



Figur 4: Grov oversikt over hovedfunn, i forbindelse med hypoteser som ble utforsket i oppgaven. Det hvite romsymbotet indikerer at det ble sett etter en romlig sammenheng i hypotesen. Symbolet for stolpediagram indikerer at det ble sett etter en økning eller reduksjon i hypotesen. Grønt avhukingsmerke indikerer at hypotesen ble bekreftet. Grønn tekst beskriver under hvilke betingelser hypotesene ble bekreftet