



Høgskolen i **Hedmark**

Campus Evenstad

Anvendt økologi og landbruksfag

Mari Hagenlund

Effekten av næringstilgang og havtemperatur på bestandsstørrelsen av krykkje (*Rissa tridactyla*), i tre norske kolonier.



Bacheloroppgave

Utmarksforvaltning

2011

Samtykker til utlån hos biblioteket:  JA  NEI

## Sammendrag:

Sjøfugl trues fra mange kanter, og den stadige nedgangen av mange av våre norske sjøfuglarter tegner et mulig dystert fremtidsbilde. Hva som forårsaker denne nedgangen er ikke sikkert, men flere faktorer som overfiske, bifangst i fiskeredskaper, oljeutslipp, klimaendringer, matmangel, og en kombinasjon av disse, blir undersøkt som mulige faktorer.

En av de artene som har hatt den mest radikale tilbakegangen er den lille pelagiske måkefuglen, krykkje (*Rissa tridactyla*), som har hatt en bestandsnedgang på opptil 80 % i noen norske hekkelokaliteter i løpet av de siste tiårene.

I denne studien har jeg forsøkt å undersøke om variasjoner i næringstilgang og havtemperatur har hatt en effekt på bestandsstørrelsen av krykkja i Norge. For å gjennomføre dette undersøkte jeg om det fantes en sammenheng mellom bestandstall av tobis (*Ammodytes marinus*) og norsk vårgytende sild (*Clupea harengus*), med nedgangen hos krykkje i tre norske kolonier: Runde, Sklinna og Vedøy/Røst. Videre undersøkte jeg hvorvidt det fantes noen korrelasjon mellom årlige variasjoner i havtemperatur, og bestandsvariasjoner i de tre krykkjekoloniene. Undersøkelsene ble gjort ved hjelp av tidsserier på bestandstall av krykkje, tobis, sild, og havtemperatur fra mai måned i tidsrommet 1980 – 2005.

Mine resultater viste en signifikant negativ effekt av økende havtemperatur på krykkjekoloniene, og en sammenfallende signifikant negativ effekt av minkende tobisbestand. Unntaket var kolonien Vedøy/Røst som kun viste en trend i sammenheng med minkende tobisbestand. Når det gjaldt sammenhengen med tall av sild, fant jeg en negativ respons i de tre krykkjekoloniene ved økende sildestamme.

## **Abstract:**

Seabirds face many different threats, and the continuing decline in many of our Norwegian seabird species paints the picture of a grim future. The cause for this decrease is not yet certain, but several factors, like overexploitation from fisheries, by-catch in fishing equipment, oil spills, environmental changes, food-shortage, or a combination of some or all of these factors, are being treated as possible factors.

One of the species that has had the most radical decrease is the small, pelagic seagull, the black-legged kittiwake (*Rissa tridactyla*), which has had a population decline of up to 80 % in some norwegian colonies over the last decades.

With this study I wanted to investigate whether variations in food abundance and ocean temperature had any effect on the Norwegian population of black-legged kittiwakes. To do this I examined if there was a connection between population estimates for sandeel (*Ammodytes marinus*), and Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*), with the population size of the black-legged kittiwake in three Norwegian colonies; Runde, Sklinna, and Vedøy/Røst, in the time period 1980-2005.

The results showed a significant decrease in the population of kittiwake, with an increase in the population of herring, and a significant positive correlation in the colonies with increasing amounts of sandeel. The exception was Vedøy/Røst, which only showed a trend in correlation with sandeel abundance. The study further showed a significant negative correlation in the population of kittiwakes with increasing ocean temperatures.

## **Forord:**

Å skrive en oppgave om sjøfugl fra en innlandshøgskole har ikke bare vært en enkel prosess. Allikevel er det dette emnet som har vært, og er, min store interesse.

Gjennom de siste 20 årene har jeg sett hvordan måker og andre sjøfugl sakte, men sikkert har forsvunnet fra en øy kalt Gåsvær på Helgelandskysten, hvor jeg har tilbrakt mange somre. Her, hvor det var et yrende fugleliv i min barndom, finnes det nå knapt noen titalls måkepar igjen som sjelden går til hekking. ”Måshågjen” som tidligere var hvit av hekkende måker med et øredøvende leven fra måkeskrik, er nå tom.

Å se denne forandringen så tydelig gjorde at jeg ville forsøke å skrive denne oppgaven for å prøve å finne noen av grunnene til at det går så dårlig med våre sjøfugler. Krykkja er den lille måken jeg husker fra barndommen min som nå ikke lenger finnes på Gåsvær og representerer det jeg frykter skal skje med de andre måkefuglene.

Prosessen har vært lang, krevende, og frustrerende, men over alt annet har den vært lærerik. Det at jeg valgte å skrive denne oppgaven har gitt meg muligheten til å selv jobbe med overvåkningen av disse fantastiske fuglene på fuglefjellet Runde, og jeg har lært så mye om deres liv og prosessene som ligger bak.

Til slutt vil jeg takke alle de som har gitt mye av sin tid og kunnskap for å hjelpe meg til å realisere denne oppgaven;

Først og fremst retter jeg en stor takk til min veileder Odd Reidar Fremming som alltid har hatt svar på alle spørsmål, og for rask og uvurderlig veiledning under hele prosessen. Takk til SEAPOP og NINA for deres forskning på sjøfugl i Norge. Denne forskningen har vært uvurderlig for oppgaven min. Takk til Alv Ottar Folkestad, og alle på Runde Miljøsentor for hjelp med informasjon under mitt arbeid der, og til Are Folkestad fra NIVA, for informasjon om deres pågående prosjekt, samt litteraturltips. En stor takk må også rettes til Marius Hassve, Linn og Birgitta Hagenlund, og Einar Pettersen som har vært en stor hjelp med korrekturlesning og råd hele veien.

Tusen takk for at dere gjorde denne oppgaven mulig.

Evenstad 2011

Mari Hagenlund

## Innhold

1.0 Innledning .....	5
2.0 Områdebeskrivelse .....	9
2.1 Runde .....	10
2.2 Sklinna .....	10
2.3 Vedøy/ Røst .....	10
3.0 Metode .....	12
3.1 Tidsserier krykkje: .....	12
3.1.2 Feltmetodikk: .....	12
3.2 Datagrunnlag havtemperatur .....	13
3.3 Datagrunnlag sild og tobis: .....	14
3.4 Statistiske analyser .....	15
3.4.1 Variasjon i bestandsstørrelse på krykkje fra 1980 til 2005. ....	15
3.4.2 Krykkje og havtemperatur .....	15
3.4.3 Krykkje, sild og tobis .....	15
4.0 Resultater .....	17
4.1 Variasjon i bestandsstørrelse på krykkje fra 1980 til 2005. ....	17
4.2 Krykkje og havtemperatur .....	19
4.3 Krykkje, sild og tobis .....	21
5.0 Diskusjon .....	23
5.1 Havtemperatur .....	23
5.2 Tobis .....	26
5.3 Sild .....	28
6.0 Konklusjon .....	31
Referanser .....	32

## 1.0 Innledning

Tilstanden for den norske hekkfuglbestanden av sjøfugl er nå svært kritisk. En jevn negativ trend over mange år har ført til sterk nedgang hos de fleste artene, og noen steder gjenstår bare 10 % av de opprinnelige koloniene (SEAPOP, 2010). Situasjonen er dramatisk, og tilsier at om ikke utviklingen endres, kan flere av våre sjøfuglarter stå i fare for å bli utryddet i løpet av noen få generasjoner (Hafstad, 2007).

Langvarig tilbakegang med svak reproduksjon for de fleste sjøfuglarter i Norge, kulminerte i en av de dårligste hekkesesongene på mange år i 2008. Selv om hekkesesongen 2009 var noe bedre enn de senere årene, er situasjonen svært alvorlig for flere av våre viktigste sjøfuglarter. De artene som viser den sterkeste tilbakegangen er arter som livnærer seg pelagisk, det vil si arter som henter næringen sin langt til havs. Samtlige av disse artene er oppført som truede på den norske Rødlisten (Artsdatabanken, 2010). En av de artene som har blitt sterkest påvirket er krykkja (*Rissa tridactyla*). Krykkja er en spesialisert pelagisk måkefugl, som har hatt en nedgang på opptil 80 % i visse hekkelokaliteter i løpet av de siste tiårene (SEAPOP, 2010).

Krykkja, den minste av våre måkefugler, er en utpreget marin art med tilholdssted langt til havs utenom hekketiden. Den er en kolonihekkende og sosial art, og som den eneste av våre måker hekker den hovedsakelig i fuglefjell (Cramp & Simmons, 1985). Den kan imidlertid også benytte andre utilgjengelige formasjoner, for eksempel vinduskarmer og lignende, som tilbyr beskyttelse mot predasjon. Krykkja, som mange andre sjøfugler, er en K-selektert art, med en høy levealder og lav reproduksjon. De blir vanligvis kjønnsmodne når de er 3 til 4 år gamle, og lever i gjennomsnitt 12 år (Hjeljord, 2008). Krykkja legger 2-3 egg som i gjennomsnitt ruges 29 dager. Hekkingen starter mellom begynnelsen av mai, til midten av mai, mye avhengig av temperatur, næring og tilstedeværelse av varme og kalde havstrømmer (Johansen, 1977). Der krykkja opptrer i fuglefjell finnes den ofte i blandede kolonier med andre fugler, for eksempel lomvi (*Uria aalge*), havsule (*Sula bassana*), og alke (*Alca torda*). Til forskjell fra de andre artene, selekterer krykkja ofte de laveste partiene av fuglefjellet (Cramp & Simmons, 1985). Krykkja har en sirkumpolar utbredelse over hele Nordatlanten, og i Norge finner man de største koloniene først og fremst nord for polarsirkelen. En finner likevel spredte kolonier hele veien fra sørvestlandet til Finnmark (Johansen, 1977).

Krykkja er en pelagisk overflatebeitende fugl, og søker ofte næring i store flokker, i avstander fra 6 til 60 km fra kolonien (Cramp & Simmons, 1985). Næringen består for det meste av småfisk og evertebrater, men også av fiskeavfall og skalldyr når dette er tilgjengelig. De voksne fuglene kan ha en diett av småfisk på 15-20 cm, mens ungene er avhengige av allerede fordøyd mat fra foreldrene (Barrett, 2007). Fiskearter i krykkjas diett inkluderer blant annet tobis (*Ammodytes marinus*), sild (*Clupea harengus*), og torsk (*Gadus morrhua*) (Cramp & Simmons, 1985).

Den første registrerte reproduksjonssvikten i Norge skjedde i kolonien på Runde i Møre og Romsdal i 1971 (Johansen, 1977). Krykkja har siden 1980 blitt gjenstand for en ekstensiv overvåkning i regi av Norsk Institutt for Naturforskning (NINA).

Overvåkingen har vist en radikal tilbakegang i alle fastlandskoloniene, og kun 16 % av den opprinnelige krykkjekolonien på Runde gjensto i 2005. Også koloniene på Sklinna i Nord-Trøndelag, og Røst i Nordland, har siden 1980 blitt redusert med henholdsvis 80 % og 50 % (Lorentsen, 2006).

Det er generell enighet om at årsaken til den dramatiske bestandsnedgangen hos pelagiske sjøfugl skyldes matmangel med overfiske og klimaforandringer som de utløsende faktorene (Norsk Institutt for Naturforskning, 2009). De viktigste næringsdyrene for pelagiske sjøfuglarter er blant annet krill (*Meganyctiphanes norvegica*), sild, lodde (*Mallotus villosus*), og tobis. Disse næringsdyrene finnes som oftest i konsentrerte stimer i havområder med en høy produksjon (SEAPO, 2009). Tobis er en liten ålelignende fisk som tilbringer vinteren nedgravd i sanden i dyphavet, før den opptrer i store stimer i mars/april. På denne tiden kommer den ut av sanden for å beite dyreplankton (Havforskningsinstituttet, 2009), og finnes da i hovedsak på grunne sandbanker enten nær kysten eller ute på fiskebankene (Svensen, s.a.), hvor den er lett tilgjengelig for overflateplukkende sjøfugl. Tobis brukes som fôr i oppdrettsnæringen og har i senere tid blitt den arten som fiskes i størst omfang til industrielt bruk i Nordsjøen (Rindorf et.al., 2000). Tobis er et viktig næringsdyr for flere arter fordi den spiller en helt sentral rolle som bindeledd i havøkosystemet ettersom den livnærer seg av plankton, og igjen blir konsumert av høyere trofiske nivåer (Frederiksen et. al., 2004). Overfisket av tobis kan således ha hatt stor påvirkning på sjøfuglbestandene (Furness, 2003). Fisket av tobis i Nordsjøen ble stoppet i 2006 på grunn av kritisk lave bestandsnivåer, men er nå åpnet for fiske igjen (Fiskeridirektoratet, 2010).

På grunn av tilsvarende overfiske i 1950-60 årene har også norsk vårgytende sild hatt en sterk nedgang i bestandsstørrelsen. Sildestammen kollapset fullstendig rundt 1970, noe som førte til full stans i sildefisket i 1972. Fisket ble senere startet opp igjen med innskrenkede kvoter, og bestanden begynte igjen å øke mot normal bestandsstørrelse rundt 1990 (Store Norske Leksikon, s.a.). Silda utgjør en viktig matkilde for de høyere trofiske nivåene gjennom året, spesielt i larvestadiet. Norsk vårgytende sild har opp gjennom årene hatt mange forskjellige gyteplasser i Norge, men ”hovedgyteplassen” har holdt seg noenlunde konstant utenfor Møre-kysten siden 1950. Etter gyting driver egg og larver i de øvre vannmassene langs norskekysten med Den norske kysthavstrømmen (Figur 1) helt til de når Barentshavet hvor silda tilbringer 3 til 4 år før den drar tilbake for å gyte selv. Den norske kysthavstrømmen blir da i perioden mai-juni et bevegelig matfat av plankton og fiskeyngel, og disse drivende larvene og yngel utgjør en stor del av dietten til flere sjøfugl- og fiskearter (Dragesund et. al., 2008).

De artene som er mest sårbare for effektene av overfiske er små, spesialiserte, overflate-spisende sjøfugl. Slike arter spesialiserer seg på en fødestrategi som har en høy energikostnad. Dette etterlater lite ekstra energi til å utvide tiden de bruker på å furasjere utover det vanlige (Furness, 2003). Krykkja har en strategi hvor den lever helt på yttergrensen av sitt energibudsjett da både den lille størrelsen, fødestrategi, flyvemetode (konstante vingeslag), og det at en av foreldrene alltid oppholder seg ved redet, har en høy energikostnad, og gir lite ”spillerom” i det daglige energibudsjettet. Denne strategien gir krykkja liten mulighet til å klare et bytte i fødevalg, spesielt om den nye arten er mindre fangbar slik at krykkja må bruke ekstra tid og energi på å furasjere. Dette ble også undersøkt i en studie hvor man forsøkte å rangere ulike sjøfuglarter etter deres sårbarhet for endringer i tobismengde som et resultat av hver arts energikostnader. De artene som viste høyest sårbarhet var terner og krykkje (Furness & Tasker, 2000).

I tillegg representerer det industrielle fisket farer på andre måter. Bifangst i garn, liner og lignende tar livet av titusener av sjøfugl hvert år, og det målrettede fisket kan forandre forholdet mellom diverse arter, og i verste fall føre til utkonkurrering av arter som er viktige for høyere trofiske nivåer (Barrett et. al., 2007).

Noe annet som er verdt å nevne er den nye nulltoleransen for å hive fiskeavfall fra båter. Dette var tidligere en stor matkilde for flere sjøfugl som nå er borte. Dette kan allikevel både være positivt og negativt da den ekstra matkilden av avfall fra dypvannsfisk ofte



inneholder mye miljøgifter som sjøfuglene ellers ikke ville fått i seg fra overflatefisk (Furness, 2003).

I tillegg til problemene med overfiske mener forskere at flere arter av sjøfugl kan bli rammet indirekte av klimaendringer (Direktoratet For Naturforvaltning, 2010). Ifølge NORKLIMA, et prosjekt som undersøker klimaendringer og konsekvenser i Norge, kan klimaendringene få konsekvenser, ikke bare for enkeltarter, men også for hele økosystemer. Den økende havtemperaturen kan føre til at bestander av fisk som Atlanterhavstorsk, og sild, flytter leve- og gyteområdene sine til kaldere områder (NORKLIMA-Klimaendringer og konsekvenser for Norge, 2010).

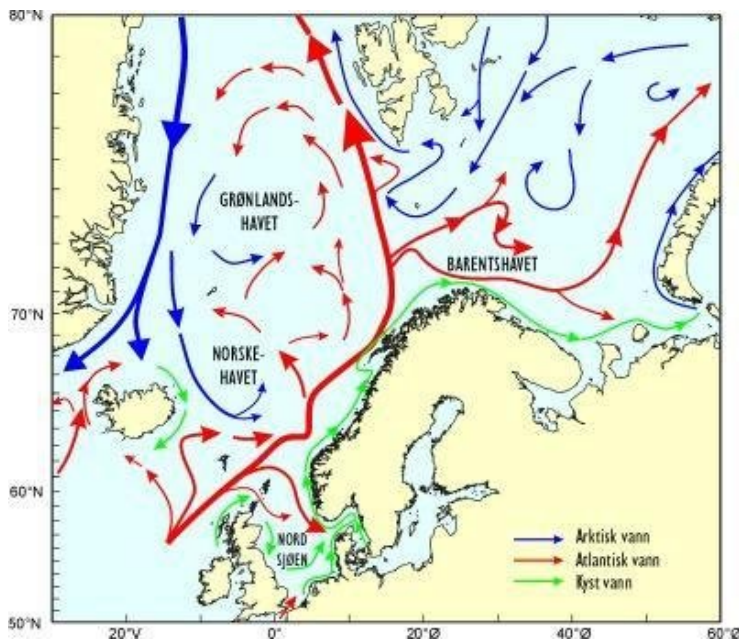
En annen art som kan bli påvirket av endringer i havtemperaturen er hovedmatkilden til blant annet yngel av tobis, raudåte (*Calanus finmarchicus*). Raudåte utgjør mellom 50 % og 90 % av den samlede biomassen av dyreplankton og er derfor en av de viktigste matkildene for flere pelagiske fiskearter i våre farvann (Sundby, 2004). Ved starten av våroppblomstringen trekker raudåta opp fra sine overvintringsområder i dypet, og følger i Den norske kysthavstrømmen, hvor den beiter på planteplankton. Det er i denne perioden raudåta er spesielt tilgjengelig for fisk og andre marine arter, og den utgjør hoveddelen av føden hos den norske silda. Denne dyreplanktonarten er spesielt sårbar for temperaturendringer, og vi vet ikke hvordan den vil bli påvirket av en fortsatt stigende havtemperatur (Sundby, 2004).

I tillegg kan den endrede havtemperaturen føre til at vi får en forskyvning i artssammensetningen, ved at vi kan få en innføring av mer sørlige arter av både plankton og fisk. I verste fall kan de utkonkurrere opprinnelige arter. Videre er det også forventet at en økning i havtemperaturen kan endre, og i verste fall minske Den norske kysthavstrømmen. Disse endringene i havøkosystemet kan føre til endrede levevilkår for sjøfugl både i form av endret artssammensetning og endrede byttedyrhabitat (NORKLIMA-Klimaendringer og konsekvenser for Norge, 2009).

Denne studien vil undersøke om faktorer som endring i bestanden av sild og tobis, samt økning i havtemperatur, kan være årsaken til den kraftige nedgangen av krykkjebestanden i Norge. Studien tar for seg krykkjekoloniene på Runde, Sklinna og Vedøy/Røst i perioden 1980 til 2005, og undersøker om det er en sammenheng mellom næringstilgang av tobis og sild, samt endring i havtemperatur, og bestandsstørrelsen av krykkje i disse koloniene.

## 2.0 Områdebeskrivelse

Alle de tre krykkjekoloniene i denne studien, Runde, Sklinna og Vedøy/Røst (Figur 2) er typiske fuglefjell med bratte klipper som huser hundretalls av andre sjøfugl. Fuglefjellene ligger typisk lengst mulig ut mot åpent hav, hvor fuglene har kortest mulig distanse for sine næringsøk. Koloniene ligger jevnt fordelt langs Norskekysten; Møre, Nord-Trøndelag, og Lofoten (Store Norske Leksikon, 2010). Kysten av Norge, og spesielt Nord-Norge, har høy biologisk produksjon av næringsdyr, og dermed en høy forekomst av hekkeområder for sjøfugl (SEAPOP, 2009). I hekketiden skyldes dette først og fremst tilstedeværelsen av Den norske kysthavstrømmen (Figur 1), som fungerer som en transportåre for næringsrike plankton, fiskeegg og larver langs norskekysten. I denne strømmen finnes også en stor del av hovedbyttedyret til mange høyere trofiske nivåer; raudåta, som opptrer her i store mengder under våroppblomstringen (Sundby, 2004). Den norske kysthavstrømmen starter i Skagerrak, og følger så kysten helt opp til Barentshavet. Havstrømmen har en lav salinitet (saltinnhold), ettersom den på veien langs kysten stadig får tilført ferskvann fra elver og bekker som renner ut i fjordene (Institute of Marine Research, 2007). Den er derfor et yndet leveområde for flere arter av plankton som igjen tjener som næringsgrunnlag for høyere trofiske nivåer (Havforskningsinstituttet, 2009).



**Figur 1:** Atlanterhavsstrømmen illustrert med røde piler, og Den norske kysthavstrømmen illustrert med grønne piler (Havforskningsinstituttet, 2010).

## 2.1 Runde

Runde (62°23'55"N 05°37'37"Ø) er en øy på 6,2 km<sup>2</sup> i Herøy kommune, Møre og Romsdal. Øya har sparsom vegetasjon og foruten om to skogfelt på øst- og nordsiden, består det meste av øya av gressbakker og myrområder. Fuglefjellet på Runde ligger på vestsiden av øya, og består av tre fuglefredningsområder. I tillegg er myrområdene fredet av botaniske hensyn. Også 100 km<sup>2</sup> av havområdet rundt, og noen nærliggende øyer kalt Grasøyane er fredet for ferdsel. Over 240 fuglearter har blitt observert på Runde, noe som gjør Runde til det mest artsrike fuglefjellet i Norge. Faste hekkfugler inkluderer lomvi, alke, havhest (*Fulmarus glacialis*), havsule, teist (*Cepphus grylle*) og toppskarv (*Phalacrocorax aristotelis*) (Store Norske Leksikon, s.a.). Bestanden av krykkje på Runde er en av de større i Norge, og det ble anslått et antall på 100 000 hekkende par i 1926 (Johansen, 1977). Bestanden har siden gått kraftig ned, og er nå bare 16 % av hva den pleide å være (Lorentsen, 2009).

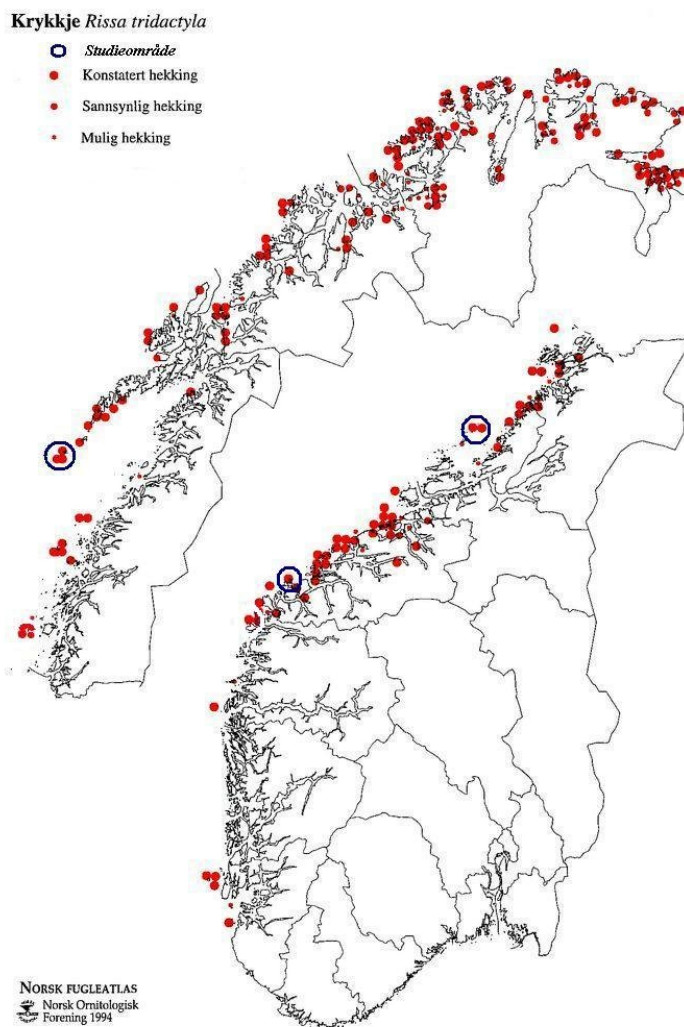
## 2.2 Sklinna

Sklinna (65°12'0,10080"N 10°59'20,360"Ø) er den ytterste øygruppen i Nord-Trøndelag, Leka kommune. Sklinna er et komplett fugleparadis for hekkende sjøfugl og inneholder mange av de viktigste sjøfuglartene som lomvi, lundefugl (*Fratercula arctica*), krykkje, teist og stormfugler. I tillegg har Sklinna Norges største bestand av toppskarv. Øyene og skjærene tilbyr gode hekkeplasser for alle fugleartene med bratte fjellsider til krykkje, steinurer til lomvi og alke, og bakker hvor lunden foretrekker å hekke. De mest værutsatte øyene og holmene har lite eller ingen vegetasjon, mens de større er preget av røsslyngheier, jonsokblom, og noe nitrogenkrevende planter (Nygård et.al., 2006). Krykkjebestanden på Sklinna er relativt sparsom, og viser store variasjoner fra år til år. Bestanden var på litt over 100 par i 1980, men den kraftige nedgangen har gjort at det i 2005 bare var rundt 20 par igjen på øya (Nygård et.al., 2006).

## 2.3 Vedøy/ Røst

Røst (67°30'26,2"N 12°3'3,7"Ø), ligger ytterst i Lofoten i Nordland fylke, og består av hundrevis av små, flate øyer. Røst har fire fuglefjell: Vedøy, Ellefsnyken, Trenyken og

Heryken, som huser flere hundre tusen sjøfugl. Blant disse er lunde, lomvi, skarv, krykkje og alke, samt noen stormfugler som havsvale (*Hydrobates pelagicus*) og stormsvale (*Oceanodroma leucorhoa*). Det at Røst ligger så langt til havs gjør at klimaet er kjølig om sommeren, mens vintrene er milde takket være Golfstrømmen. Røst og havområdene rundt er vernet både som landskapsvernområde og naturreservat (Store Norske Leksikon, 2010). Røst er også beskrevet som en av de største sjøfugllokalitetene, med en relativt stor og stabil krykkjekoloni som har bestått av 10-100 000 par, men etter en lang nedgang gjenstår nå bare en femdel av den opprinnelige kolonien (Lorentsen, 2009).



**Figur 2:** Utbredelseskart for krykkje langs norskekysten med inntegnet studieområde, Runde, Sklinna og Vedøy/Røst i blå sirkler fra sør til nord (Norsk Ornitologisk Forening, 1994).

## 3.0 Metode

### 3.1 Tidsserier krykkje:

Overvåkningen av krykkje ble utført i tidsrommet 1979-83, av Det nasjonale sjøfuglprosjektet (SEAPOP, 2009). Siden 1988 har denne overvåkningen blitt overført og videreutviklet av Det nasjonale overvåkningsprogram for hekkende sjøfugl. I 1995 ble Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl dannet som en sammenslåing av overvåkningen av både hekkende og overvintrende sjøfugl. Overvåkningen ble siden lagt under programmet SEAPOP (Seabird Populations), som nå har de tradisjonelle oppgavene med å overvåke og publisere rapporter om situasjonen i alle sjøfugllokalitetene (SEAPOP, 2009). Dataene fra overvåkningen er gitt i tall som prosent av gjennomsnittsbestand av krykkje i årene 1980 til 2005. De illustrerer derfor ikke de faktiske tallene på hekkende krykkje for hvert år, men heller forandringen i koloniens bestandsstørrelse fra år til år.

#### 3.1.2 Feltmetodikk:

Tidsseriene på krykkje har blitt samlet og publisert av personell fra NINA og SEAPOP. Jeg jobbet selv for SEAPOP og NINA på Runde i 2010 hvor jeg fikk opplæring i deres metodikk, og var med på å utføre overvåkning av sjøfuglbestandene. Nedenfor følger feltmetodikken deres. Metodene er hentet fra et upublisert feltheft jeg fikk utdelt ved opplæring.

Ettersom de fleste krykkjekolonier er for store til å utføre totaltelling av hele kolonier, er den mest brukte metoden å anvende prøveflater som er representative for kolonien. For å gjøre prøveflatene så representative som mulig, er det anbefalt å tilfeldig velge flere mindre prøveflater spredt utover hele kolonien, heller enn å bruke få, men store prøveflater.

Overvåkningen blir utført ved at det blir tatt bilder av de utvalgte prøveflatene ved begynnelsen av hekkeperioden; noe som gjør det mulig å dokumentere eksisterende reir, sitteplasser og lignende, og de forandringene som skjer ved disse gjennom sesongen.

Den første undersøkelsen bør bli utført i perioden slutten av mai til midten av juni ettersom det da er sannsynlig at de fleste fuglene har påbegynt hekkingen. Man bruker så fotografiene av prøveflatene for å merke av:

1. Reir med tilsynelatende rugende fugler
2. Andre reir med fugl
3. Påbegynte reirplasser
4. Reir uten tilsyn
5. Sitteplasser

Hvert okkuperte område avmerkes og nummereres på fotografiet, og dataene blir så ført inn på et skjema som skal benyttes gjennom hele sesongen.

Den etterfølgende overvåkingen innebærer hyppige besøk til kolonien. Anbefalingen er at dette gjøres hver 2-3. dag. Man anvender da fotografiene og skjemaet fra den innledende undersøkelsen for å sjekke alle reirene på nytt. Dette gir en muligheten til å registrere eventuelle forandringer i status og merke av nye reir som har kommet til. Disse besøkene fortsetter man med gjennom hele sesongen hvor alle forandringer blir registrert; som eventuelle ungers alder og størrelse, tomme reir, og flyvedyktige unger som har forlatt reiret. Det siste besøket burde gjøres så tett opptil det tidspunktet man regner med at ungene er flyvedyktige som mulig. Man regner da med at alle store og medium store unger som er igjen vil klare å forlate reiret. Om det fortsatt er mange små unger igjen, anbefales det å besøke prøveflaten igjen en uke senere.

For å regne ut produktiviteten til kolonien ved slutten av sesongen benytter man tallet på de ungene som ble flyvedyktige, delt på antallet ferdigbygde reir (Folkestad, 2010).

### 3.2 Datagrunnlag havtemperatur

Havforskningsinstituttet har 8 faste hydrografiske stasjoner langs norskekysten, som med jevne mellomrom måler vannets temperatur og salinitet. Stasjonene har vært i bruk siden 1935, og alle målinger av havtemperatur ble før 1992 utført med et vendetermometer med en nøyaktighet på 0,01 °C. Stasjonene har siden blitt utstyrt med sonder for måling av vanntemperatur, trykk og salinitet (Havforskningsinstituttet, s.a.). Jeg valgte å benytte målinger fra kun én stasjon for å unngå avhengighet mellom dataene.

Mine data for havtemperatur mellom 1980 og 2005 har jeg hentet fra målestasjonen BUD utenfor kysten av fiskeværet Bud i Møre og Romsdal. Her møter salt atlantisk vann fra Den norske atlantehavsstrømmen Den norske kyststrømmen langs Møre (Figur 3). Dette området er også i skrivende stund gytehabitatet for den norske vårgytende silda, noe som er årsaken til at jeg valgte å benytte målinger nettopp fra denne stasjonen (Institute of Marine Research, 2008). Stasjonen har vært i bruk siden 1946, men observasjoner mangler i tidsrommet 1954-71 (Havforskningsinstituttet, s.a.). Verdiene som blir benyttet er gjennomsnittstemperaturen fra mai måned i hvert år, ettersom dette er i begynnelsen av hekkeperioden.



**Figur 3:** Oversikt over hydrografiske stasjoner i Norge (Havforskningsinstituttet, s. a.).

### 3.3 Datagrunnlag sild og tobis:

Statistisk Sentralbyrå har fullstendige tall på fangst, etter fisk per fiskeslag i Norge fra 1977 til og med 2008 i rund vekt/tonn (Statistisk Sentralbyrå, 2009). Jeg benyttet deres funksjon for å laste ned fangststatistikk i Norge for de to fiskeartene sild og tobis fra 1980 til 2005 som mål på bestandsmengde (Statistisk Sentralbyrå, 2009). Dette kan være en vesentlig feilkilde, da det er blitt benyttet fangsstatistikk som ikke nødvendigvis avspeiler de faktiske bestandstallene. Dette fordi de er påvirket av kvoter og av hvilke fiskearter



som anses som økonomisk attraktive i det aktuelle tidsrommet (Forskning, 2010). Det beste ville nok ha vært å ha data fra bestandsanalyser og vitenskapelige tokt. Dessverre har det meste av dataene som finnes blitt samlet inn med fokus på fiskerinæringen, og ikke bestandsovervåkning. Fangsstatistikk var derfor de eneste tilgjengelige dataene for meg.

### 3.4 Statistiske analyser

#### 3.4.1 Variasjon i bestandsstørrelse på krykkje fra 1980 til 2005.

Jeg benyttet en enkel lineær regresjonsmodell i Rcmdr-pakken i programmet R (R Development Core Team, 2009) med år som forklaringsvariabel og prosent av gjennomsnittsbestand for hver av koloniene som responsvariabel. Dette ga meg muligheten til å undersøke om det var en signifikant variasjon i krykkjas bestandsstørrelse for hver av koloniene i tidsrommet 1980 til 2005. Resultatene visualiserte jeg i punktdiagrammer som gjør det mulig å se på spredning og mønster i variasjonen.

#### 3.4.2 Krykkje og havtemperatur

For å analysere om det fantes en korrelasjon mellom endringer i havtemperaturen fra 1980 til 2005 og nedgangen i de tre krykkjebestandene Runde, Sklinna og Røst, benyttet jeg en multippel lineær regresjonsanalyse i Rcmdr (R Development Core Team, 2009).

Multippel regresjon gir muligheten til å se på flere variabler samtidig. Dette gjør man ved å legge inn alle forklaringsvariablene, for så å fjerne de som ikke har en signifikant sammenheng med responsvariabelen (prosent av gjennomsnittsbestand krykkje). Alle de tre koloniene ble lagt inn i samme modell, noe som gjorde det mulig å se om noen av responsvariablene hadde en signifikant korrelasjon med forklaringsvariabelen havtemperatur.

#### 3.4.3 Krykkje, sild og tobis

For å undersøke hvorvidt bestandssvingninger av de ulike fiskeartene har en effekt på bestandene av krykkje på Runde, Sklinna og Røst benyttet jeg en multippel lineær regresjon, som beskrevet over, i Rcmdr i R (R Development Core Team, 2009) for hver av koloniene. Dette ga meg muligheten til å se de ulike faktorene opp mot hverandre og til å undersøke om det var en statistisk signifikant sammenheng mellom noen av variablene.



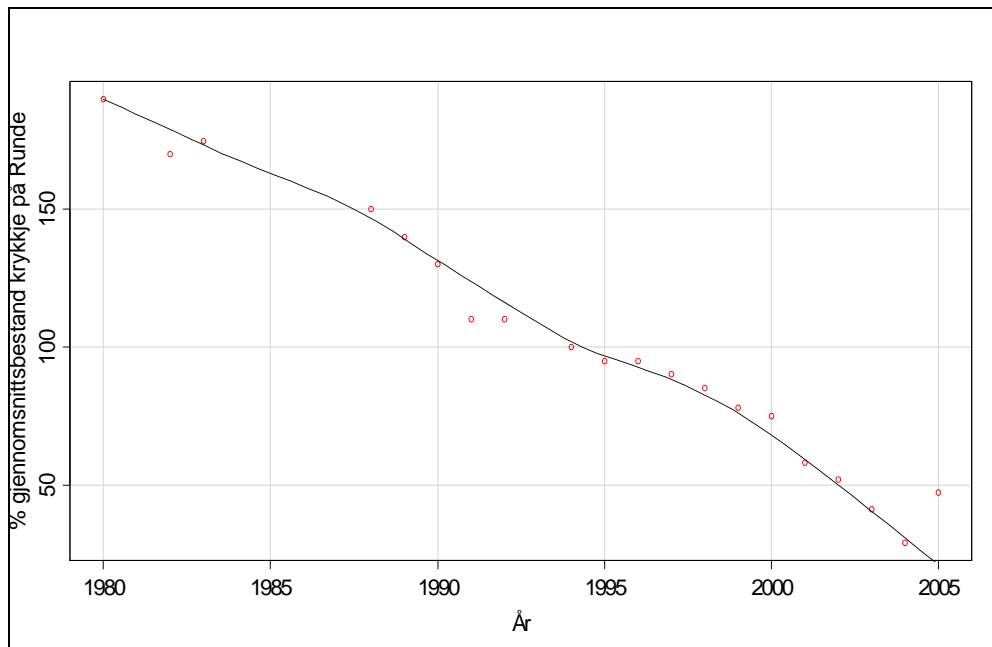
Jeg valgte å utføre èn analyse for hver av koloniene heller enn å samle alle koloniene under èn, for å kunne se om det var noen forskjeller i grad av påvirkning, avhengig av koloni.

Resultatene er gitt i tabeller som F-,  $R^2$  og signifikansverdier, samt visualisert i figurer.

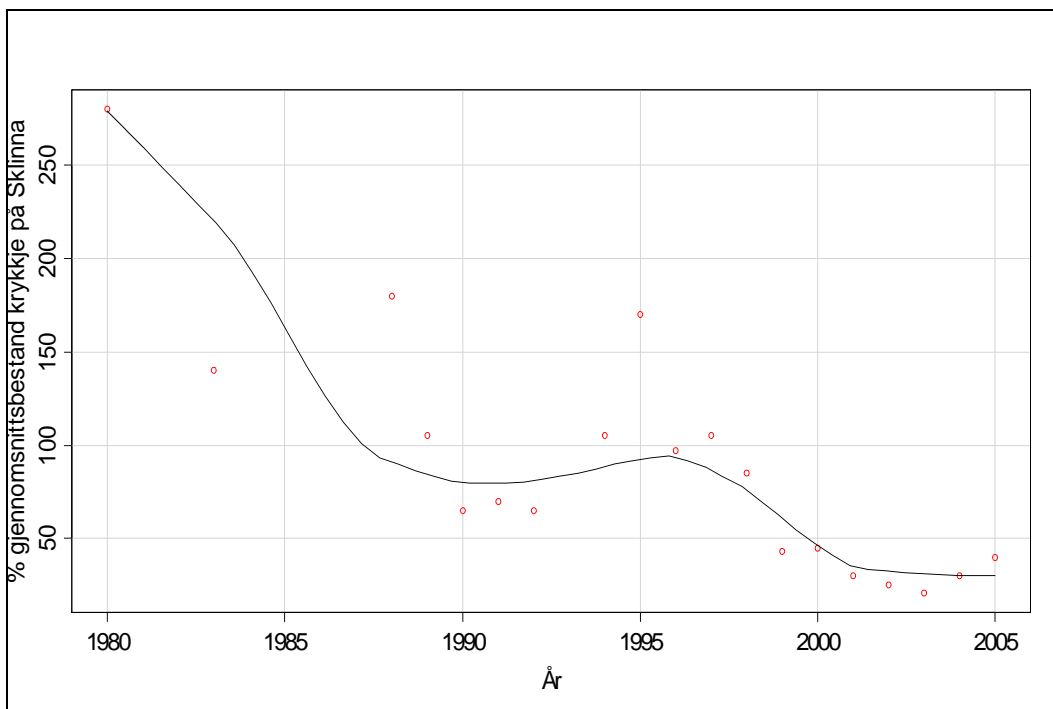
## 4.0 Resultater

### 4.1 Variasjon i bestandsstørrelse på krykkje fra 1980 til 2005.

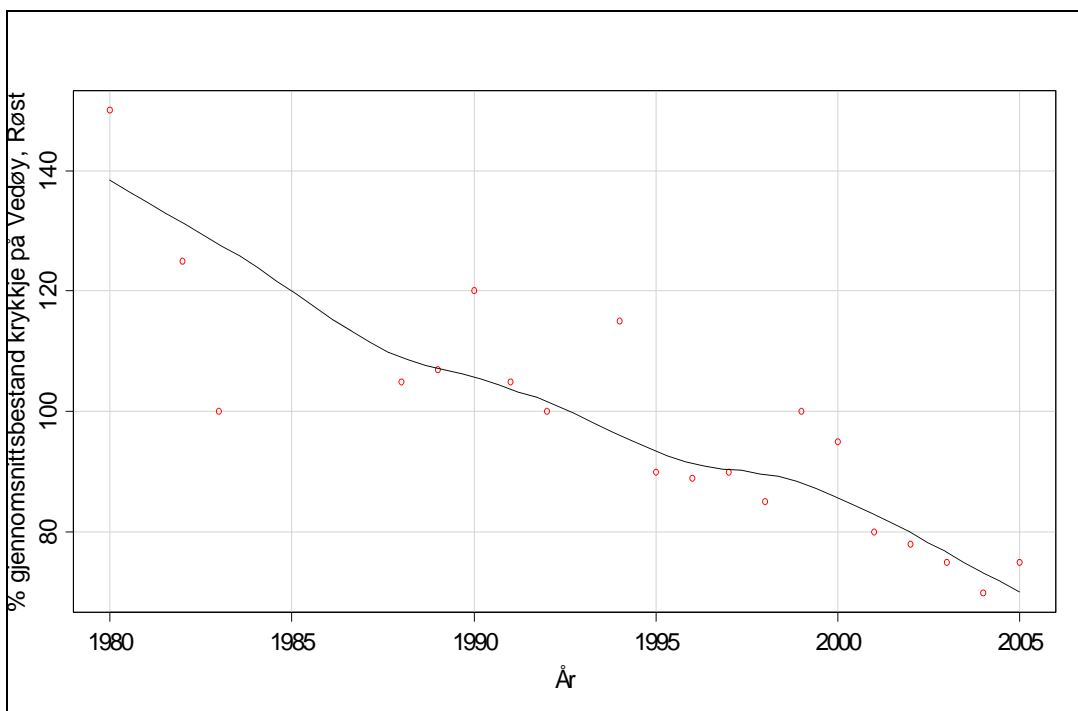
Alle de tre koloniene Runde, Sklinna og Vedøy/Røst viste en signifikant nedgang i bestandsstørrelse fra 1980 til 2005 (Figur 4, 5, og 6,  $p < 0,001$ ). Både Runde ( $F_{1,18} = 778$ ,  $p < 0,001$ , Figur 4), og Vedøy/Røst ( $F_{1,18} = 53,7$ ,  $p < 0,001$ , Figur 6) viste en ganske jevn nedgang med lite spredning over dette tidsrommet, mens kolonien Sklinna ( $F_{1,17} = 30,7$ ,  $p < 0,001$ , Figur 5) viste en mye høyere spredning og mer ujevn nedgang over det samme tidsrommet. Kolonien Vedøy/Røst som er den største kolonien, hadde også den minste nedgangen i det samme tidsrommet (Figur 6).



**Figur 4:** Prosent av gjennomsnittsbestand av krykkje på Runde fra 1980 til 2005.



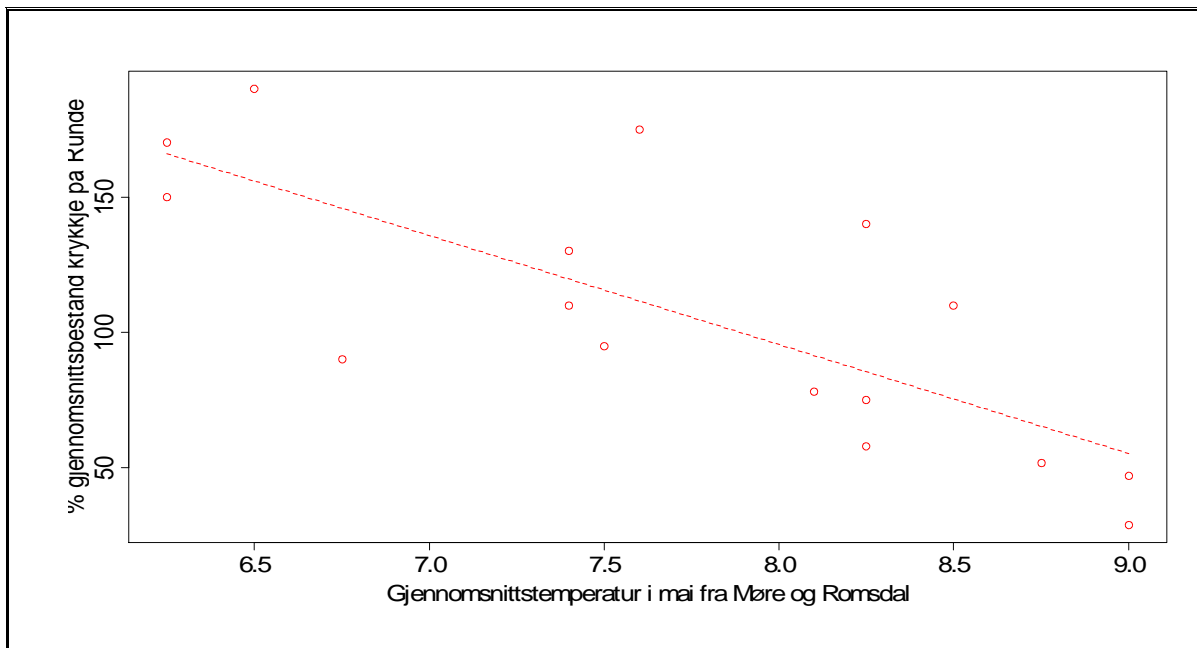
**Figur 5:** Prosent av gjennomsnittsbestand av krykkje på Sklinna fra 1980 til 2005.



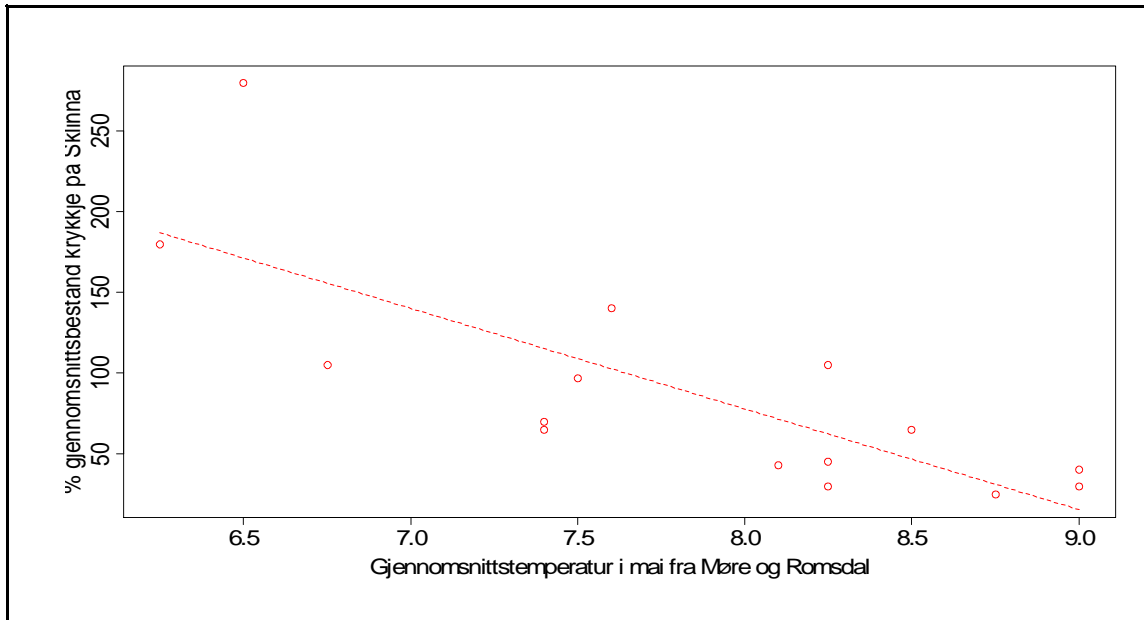
**Figur 6:** Prosent av gjennomsnittsbestand av krykkje på Vedøy/Røst fra 1980 til 2005.

## 4.2 Krykkje og havtemperatur.

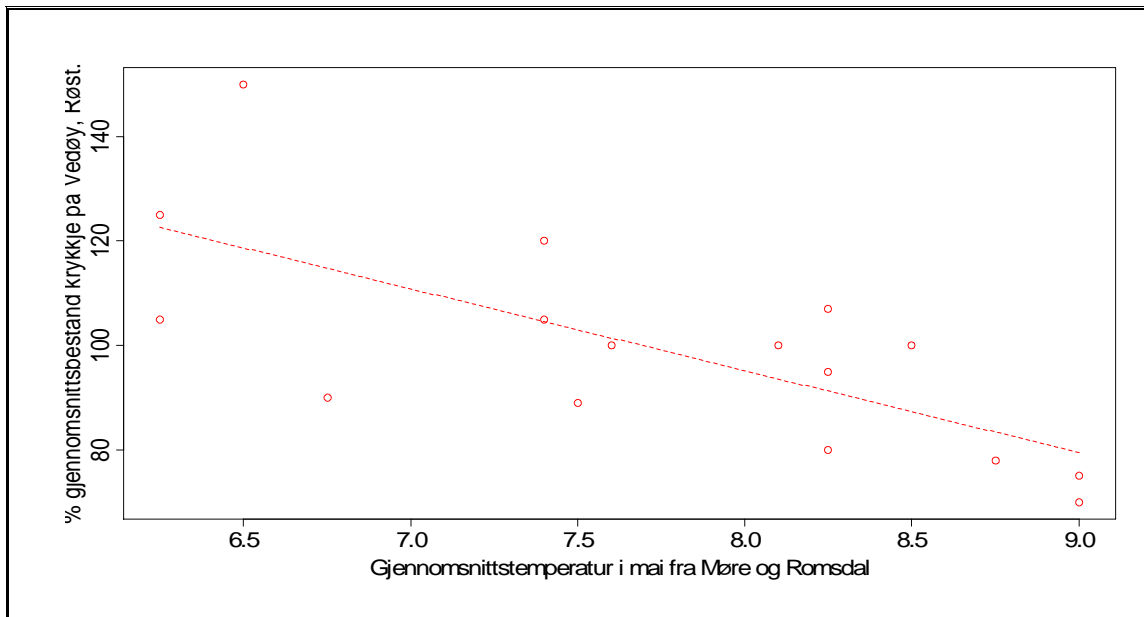
Gjennomsnittsbestanden av krykkje på Runde viser en signifikant korrelert nedgang med økende gjennomsnittshavtemperatur ved målestasjonen BUD i Møre og Romsdal fra 1980 til 2005 ( $F_{1,14}=19,2$ ,  $P < 0,001$ , Figur 7). Den samme korrelasjonen viser seg også i koloniene på Sklinna ( $F_{1,13}=20,87$ ,  $P < 0,001$ , Figur 8) og Vedøy/Røst, med en noe svakere tendens på Vedøy/Røst ( $F_{1,14}=14,55$ ,  $P=0,002$ , Figur 9) i forhold til de andre koloniene.



**Figur 7:** Sammenhengen mellom prosent av gjennomsnittsbestand av krykkje på Runde, og gjennomsnittshavtemperatur i mai måned fra målestasjonen BUD i Møre og Romsdal 1980 til 2005.



**Figur 8:** Sammenhengen mellom prosent av gjennomsnittsbestanden av krykkje på Sklinna, og gjennomsnittshavtemperatur i mai måned fra målestasjonen BUD i Møre og Romsdal 1980 til 2005.



**Figur 9:** Sammenhengen mellom prosent av gjennomsnittsbestanden av krykkje på Vedøy/Røst, og gjennomsnittshavtemperatur i mai måned fra målestasjonen BUD i Møre og Romsdal 1980 til 2005.

### 4.3 Krykkje, sild og tobis.

Bestanden av krykkje viste en nedgang i alle koloniene ved økende sildemengde, og en oppgang ved økende tobismengde (Tabell 1, 2, og 3). Det var en signifikant negativ korrelasjon mellom krykkjebestanden på Runde og variabelen sildemengde, og en signifikant positiv korrelasjon for variabelen tobismengde (Tabell 1). Det samme viste seg for krykkjebestanden på Sklinna (Tabell 2). Krykkjekolonien på Vedøy/Røst viste en svakere sammenheng med variabelen tobismengde med en p-verdi på så vidt over 0,05, men hadde en signifikant negativ korrelasjon med variabelen sildemengde (Tabell 3).

**Tabell 1:** Resultater fra multippel regresjonsanalyse, utført i Rcmdr, av effekten av variablene sildemengde og tobismengde på krykkjebestanden på Runde.

#### Koloni: Runde

	<i>Estimat</i>	<i>Standardfeil</i>	<i>F - verdi</i>	<i>P- verdi</i>
<b>Krysningspunkt</b>	1,457e+02	1,261e+01	11,6	< 0,001
<b>Sildemengde</b>	-1,511e-04	2,292e-05	-6,6	< 0,001
<b>Tobismengde</b>	1,984e-04	6,975e-05	2,8	0,001

**Tabell 2:** Resultater fra multippel regresjonsanalyse, utført i Rcmdr, av effekten av variablene sildemengde og tobismengde på krykkjebestanden på Sklinna.

**Koloni: Sklinna**

	<i>Estimat</i>	<i>Standardfeil</i>	<i>F - verdi</i>	<i>P - verdi</i>
<b>Krysningspunkt</b>	1,148e+02	2,811e+01	4,1	< 0,001
<b>Sildemengde</b>	-1,584e-04	4,848e-05	-3,3	< 0,001
<b>Tobismengde</b>	3,650e-04	1,419e-04	2,6	0,020

**Tabell 3:** Resultater fra multippel regresjonsanalyse, utført i Rcmdr, av effekten av variablene sildemengde og tobismengde på krykkjebestanden på Vedøy/Røst.

**Koloni: Vedøy/Røst**

	<i>Estimat</i>	<i>Standardfeil</i>	<i>F - verdi</i>	<i>P - verdi</i>
<b>Krysningspunkt</b>	1,146e+02	6,576e+00	17,4	< 0,001
<b>Sildemengde</b>	-5,751e-05	1,195e-05	-4,8	< 0,001
<b>Tobismengde</b>	7,671e-05	3,638e-05	2,1	0,050

## 5.0 Diskusjon

### 5.1 Havtemperatur

Resultatene mine viste at det var en signifikant nedgang i alle tre kolonier av hekkende sjøfugl ved økende havtemperatur i sammenfallende år. Selv om dette ikke nødvendigvis tilsier at havtemperatur påvirker krykkje, er det sannsynlig at havtemperatur kan ha en indirekte effekt på flere måter, og det er liten tvil om at klimaendringene i stor grad vil ha konsekvenser for sjøfugl.

Klimaendringer vil ikke bare påvirke havtemperaturen; også salinitet, havstrømmer, og turbulens vil bli påvirket. Alle disse faktorene har direkte påvirkning på sjøfuglenes byttedyr, og dermed indirekte effekt på sjøfugl (Loeng, 2008). Konsekvenser av økt havtemperatur kan føre til at sammensetningen av arter endres, ved at det kommer til mer varmekjære arter fra sør. Selve produksjonen av dyreplankton kan også forandres. Generelt sett kan høyere temperatur være en positiv faktor for fisk, men det kan også føre til at noen arter vil forflytte seg lenger nordover og til nye leveområder der det er en mindre, eller en annen type byttedyr enn det de er tilpasset til (Loeng et.al, 2010). Disse endringene kan føre til mange problemer for sjøfuglene. Hvis salinitet, havstrømmer og turbulens endrer seg kan dette muligens påvirke hvor byttedyrene vil befinne seg både vertikalt og geografisk. Dette, kombinert med en endret byttedyrsammensetning, eller at noen originale arter forflytter seg fra sine opprinnelige områder, kan kreve en høy tilpasningsdyktighet hos sjøfuglene om de fortsatt skal klare å forsyne på tross av endringene. Andre problemer kan oppstå om sjøfuglenes byttedyr blir utkonkurrert av nye arter som tidligere har hatt en sørligere utbredelse. Om disse nye artene er mindre fangbare, har lavere næringsinnhold eller ikke er tilgjengelige i hekketiden kan dette føre til vanskeligheter både for krykkjas voksenoverlevelse og hekkesuksess.

Forskere fra USA, Mexico og Portugal har påpekt en annen mulig trussel mot havøkosystemet grunnet klimaendringer (Kahru et.al., 2011). Tidsserier laget ved hjelp av satelittfoto viser at våroppblomstringen av fytoplankton i Arktis finner sted tidligere og tidligere for hvert år, og spesielt i områdene ved Barentshavet. Noen steder skjer våroppblomstringen så tidlig som 50 dager før gjennomsnittet, og denne endringen er tillagt den stadig økende havtemperaturen (Kahru et.al., 2011). Hvis dette er et fenomen som kommer til å fortsette kan det få store konsekvenser. Flere dyrearter er direkte eller



indirekte avhengige av algeoppblomstringen, og dette gjelder også mest sannsynlig krykkja, da denne lever av fisk som tiltrekkes av våroppblomstringen i hekketiden (Forskning, 2011). Om arter som livnærer seg av planteplankton, for eksempel raudåte, ikke klarer å tilpasse seg til en tidligere blomstring, kan det i verste fall bli et sammenbrudd i næringskjeden fra dyreplankton til fisk, og til slutt i de høyere leddene etter hvert som deres næringsgrunnlag svikter (Kahru et.al., 2011). Det er vanskelig å vite på forhånd om de forskjellige artene etter hvert vil klare å tilpasse seg til denne endringen. De r-selekterte artene med kort generasjonstid og mange avkom (Storaas & Punsvik, 1996), for eksempel plante- og dyreplankton vil kanskje ha en større mulighet for raske tilpasninger til dette fenomenet. Krykkja derimot er en K-selektert art med lang generasjonstid, noe som kan gjøre det vanskeligere for denne arten å gjennomføre raske endringer i sin livshistorie etter endringer i miljøet.

En studie utført i Nordsjøen peker på en annen mulig negativ effekt av økende havtemperatur. Denne studien undersøkte påvirkningen av variasjoner i vinterhavtemperatur på tobis, og de fant at en økt vinterhavtemperatur ga både en direkte negativ effekt på egg og larver av tobis, og en indirekte effekt på ettårig tobis (1+gruppe) (Arnott & Ruxton, 2002). En høy vinterhavtemperatur resulterte den påfølgende våren i en negativ effekt på 1+gruppe tobis, muligens grunnet negativ påvirkning på byttedyr, eller grunnet høyere predasjon fra predatorfisk, for eksempel sild som responderer positivt på høyere temperaturer (Arnott & Ruxton, 2002 ; Dragesund et.al., 2008). Høy vinterhavtemperatur ga også en dårlig rekruttering hos årets yngel av tobis (0-gruppe), muligens ved en direkte negativ innvirkning på utvikling av egg og larver, og muligens en indirekte nedre og opp effekt ved påvirkning av yngelens byttedyr, raudåte (Arnott & Ruxton, 2002). Som nevnt er raudåta spesielt sårbar for temperaturendringer da dens utbredelse i all hovedsak blir styrt av temperatur. Foreløpig vet vi ikke hvordan en fortsatt stigende havtemperatur kommer til å påvirke denne viktige dyreplanktonarten (Sundby, 2004).

Den samme negative påvirkningen av høy vinterhavtemperatur på tobis ble funnet ved en studie utført på oseanografiske forandringers påvirkning på sjøfugl i Nordsjøen. Her fant de også en sammenheng hvor en lav hekkesuksess hos krykkja sammenfalt med de årene tobisen ble negativt påvirket (Frederiksen et.al., 2004).

En annen faktor ved økende havtemperatur som kan være særdeles negativ for sjøfuglene ble observert gjennom et forstudium av forskere fra Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), og NINA, på Runde i 2010. Dette forstudiet sammenholdt informasjon fra sjøfuglovervåkingen på Runde med observasjoner fra satellitter og målestasjoner. Målet var å undersøke årsaken til at selv om lundefugl hadde en god hekkeaktivitet i 2010, var overlevelsen til ungene etter klekking i slutten av mai lik null. Ved hjelp av satellittbilder fra NIVA kunne man samtidig observere at Den norske kysthavstrømmen dreide langt ut fra kysten ved Nordfjord, og at overflatevannet fra kyststrømmen ble transportert ut med en avstand på over 100 km fra Runde. Den store avstanden fra koloni til den næringsrike kysthavstrømmen kan ha gjort at lundefuglen var ute av stand til å frakte mat tilbake til ungene. Til motsetning fra den dårlige hekkesesongen for lundefugl i 2010 var 2009 et godt år med stor overlevelse, og ved undersøkelse av satellittbilder så forskerne fra NIVA og NINA at kyststrømmen dette året fulgte kysten forbi Stadt og inn til Runde (Folkestad et.al., 2011).

Som tidligere nevnt foretar krykkja næringsøk med en avstand på 6 til 60 km fra kolonien, og ifølge Cramp & Simmons (1985) vil de sjelden dra lenger enn 16 km fra land eller 27 km fra nærmeste koloni under hekkeperioden. De K-selekterte sjøfuglene blir sent kjønnsmodne, får få unger, og lever lange liv (Hjeljord, 2008). De vil derfor ofte forlate egg og unger under dårlige forhold heller enn å risikere deres egen sjanse til å få reproduisert på et senere tidspunkt (Barrett et. al., 2007). Under mitt arbeid på Runde i 2010, det samme året satellittbildene viste at kysthavstrømmen dreide langt ut fra Runde, observerte jeg at krykkja påbegynte hekkingen, men kort etter påbegynt ruging forlot de fleste fuglene eggene sine, og oppga hekkingen. Dette kan tyde på at den maksimumsavstanden på 60 km, som ble beskrevet av Cramp og Simmons (1985), i likhet med lundefuglen, gjorde det umulig for krykkjene å få fraktet mat tilbake til ungene. Det kan også tenkes at den store avstanden til næringen i kysthavstrømmen kan ha tvunget krykkjene til å forlate eggene, eller på annen måte oppgi hekking for å livnære seg selv. Dette blir støttet opp om i en studie utført på Isle of May i Sørøst-Skottland hvor de, ved hjelp av sendere festet på koloniens krykkjer, kalkulerte en maksimumsavstand for krykkjenes næringsøk til  $73 \pm 9$  km (Daunt et.al., 2002). Om denne avstanden blir bestemt av energikostnader, eller nødvendigheten av å returnere med mat til ungene er ikke kjent.

Hva denne endringen i posisjonen til kysthavstrømmen skyldes, og hvorvidt dette er et naturlig periodisk fenomen eller om dette er en ny hendelse skapt av klimaendringer er ikke sikkert. Ettersom krykkja har en høy voksenoverlevelse, lever lenge og ikke blir kjønnsmoden før i 3-4 års alderen (Hjeljord, 2008), vil en svikt i hekkesuksess som oftest ikke påvirke bestanden før det er gått 3 til 4 år. Midlertidige endringer i posisjonen til kysthavstrømmen vil derfor ikke ha mye å si for bestanden av krykkje, men om strømmen ofte flytter seg langt fra land, eller endringen blir varig kan bestanden påvirkes på sikt.

Hvorvidt klimaendringene vil ha en positiv eller negativ effekt i det marine økosystemet på lang sikt er usikkert og effektene må bli undersøkt som en helhet på tvers av økosysteminteraksjoner for å si noe om hvilken effekt det vil ha på de ulike artene. Menneskelig påvirkning av økosystemet, som overfiske, forurensning og lignende vil øke faren for en større negativ effekt av klimaendringene på sjøfugl (Loeng, 2008).

## 5.2 Tobis

Krykkjebestandene på Runde og Sklinna hadde en signifikant positiv korrelasjon med tobismengde, og det var en lik trend på Vedøy/Røst, men denne var ikke signifikant. Vedøy/Røst er den største kolonien, med den minste nedgangen i prosent sammenlignet med de andre koloniene i studieperioden, og det er kanskje derfor denne kolonien viser mindre sammenheng med variasjoner i tilgjengeligheten av tobis. En annen mulig grunn for at nedgangen har vært mindre her er at denne kolonien ligger lengst nord, hvor det kanskje finnes andre tilgjengelige byttfisk, eller er en annen byttedyrsammensetning. Silda gyter vanligvis langs kysten av Vestlandet i februar/mars. Sildeyngelen driver deretter oppover langs norskekysten utover sommeren, og når som regel Lofoten i mai. Dette er omtrent det samme tidspunktet som klekkingen av lundefuglungene på Vedøy/Røst, og sildeyngelen er derfor lundefuglens viktigste næringsgrunnlag for en vellykket hekking (Hjeljord, 2008). Det er da mulig at dette også er et viktig næringsgrunnlag for krykkja på Vedøy/Røst, og at den ikke avhenger like sterkt av tobis i hekketiden som koloniene lenger sør.

Undersøkelsen av sammenhengen mellom bestandsvariasjonen hos krykkje og bestandstall av tobis viste at en økende tobismengde sammenfalt med en positiv oppgang i bestanden av krykkje. Dette betyr ikke nødvendigvis at økende tobismengde påvirker

krykkja positivt. Det er mulig at de begge blir påvirket positivt av en tredje faktor. Det er allikevel sannsynlig at den norske krykkjebestanden vil påvirkes sterkt av tilgangen til tobis, ettersom denne i all hovedsak er krykkjas hovedføde.

Flere uavhengige studier har vist at krykkjas heksesuksess avhenger sterkt av mengde tilgjengelig mat i hekketiden (Barrett et. al., 2007; Frederiksen et.al., 2005; Furness, 2003; Rindorf et.al., 2000). Den norske krykkjas hovedføde, tobis, er som nevnt hovedmålet for det største èn-arts, industrielle fisket i Nordsjøen (Rindorf et.al., 2000), og blir fisket hovedsakelig som fôr til oppdrettsnæringen. Fangst av tobis har økt dramatisk fra lave nivåer, til tall på rundt en million tonn i året på slutten av 80-tallet (Frederiksen et.al., 2004).

Det er ikke bare det industrielle fisket som er en trussel for tobis. Også økende havtemperatur er en negativ faktor for bestanden av tobis som diskutert i kapittelet over, og i tillegg er det mulig at en økende sildestamme kan representere en trussel i form av økt predasjon (Barrett, 2007).

Selv om krykkja kan benytte seg av mange typer næring som ulike fiskearter, krill og fiskeavfall, lever krykkja langs norskekysten hovedsakelig av tobis. Tobis trekker opp til havoverflaten under våroppblomstringen for å livnære seg av dyreplankton, og er da en lett tilgjengelig byttfisk (Frederiksen et.al., 2005). Fangbarheten kan også tenkes å ha mye å si for hvilke arter som blir foretrukket som bytte. Tobis finner man som oftest på grunt vann, og det er mulig at dette gjør den lettere tilgjengelig for overflateplukkende fugl (Svensen, s.a.). Det er også mulig at den har en atferd som gjør den lettere fangbar. Den norske vårgytende silda har et forsvarssystem som gjør at den går i tett stim som beskyttelse under angrep (Barrett, 2007). Om tobis mangler et slikt forsvarssystem er det mulig at dette også kan være noe av grunnen til at denne fisken blir preferert.

Den sterke preferansen av tobis er spesielt tydelig i hekketiden da opptil 90 % av fisken krykkja fanger består av tobis (Cramp & Simmons, 1985). Mye av grunnen til denne preferansen er sannsynligvis at denne fisken er tilgjengelig i store mengder under hekkeperioden, men også fordi ungene er avhengige av allerede fordøyd mat fra foreldrene, eller fisk som er liten nok til at ungene klarer å spise den hel. Tobis opptrer i flere forskjellige årsklasser i vår-sommer perioden, og det er mulig at denne tilgjengeligheten av småfisk i ulike størrelser, til forskjellige perioder av hekketiden gjør den til et yndet næringsvalg. Dette vises i krykkjas diett da den gjerne prefererer ettårige

tobis (1+ gruppe) under rugetiden, men skifter over til å velge årets yngel av tobis (0-gruppe) da ungene blir klekkes (Frederiksen et.al., 2005). En annen grunn til dette skiftet kan være forårsaket av den kompliserte livshistorien til tobis. Tobis tilbringer mesteparten av livet nedgravd i sanden og utenom gytetiden i desember- januar vil de sjelden forlate sandbunnen. Den neste aktive tiden forekommer i vår-/sommerperioden, men selv da vil de kun forlate sanden for å spise i dagslys (Rindorf et.al., 2000). Her er det kanskje mulighet for å se en sammenheng med krykkjas fødestrategi, da tidligere studier viser at krykkja kun jakter i dagslys (Daunt et.al., 2002). Som beskrevet spiser krykkja hovedsakelig 1+ gruppe tobis fram til ungene klekker rundt juni. Dette sammenfaller også med livshistorien til den eldre tobisen da den i dette tidsrommet foretar et bytte fra en pelagisk levende fase, til en fase nedgravd i sanden, samtidig som tobis av 0-gruppe nå er tilgjengelig fra årets gyting (Frederiksen et.al., 2005). Dette byttet kan gjøre krykkja spesielt sårbar for årlige variasjoner i tobisens livshistorie. En for tidlig topp av 1+ gruppe tobis, med en påfølgende framskyndet fase hvor tobisen er nedgravd i sanden før 0-gruppen blir tilgjengelig kan føre til en kritisk situasjon for krykkja. Enda verre hvis det er forsinket eller dårlig rekruttering av 0-gruppe tobis det året (Rindorf et.al., 2000). Dersom dette skulle skje kan det at krykkja lever helt på yttergrensen av sitt energibudsjett gjøre den spesielt sårbar. Dette fordi den har lite energi etterlatt i budsjettet til å foreta et bytte i næringsvalg dersom tobisen skulle bli utilgjengelig.

### 5.3 Sild

Til tross for at sild inngår i krykkjas diett, viste mine resultater at bestanden av krykkje gikk ned når sildestammen økte. Dette kunne bety at krykkja påvirkes direkte av sildebestanden, men det er mer sannsynlig at årsaken til dette er at sild har en effekt på krykkjas byttedyr i en nedeffekt og opp-effekt, og således en indirekte effekt på krykkjebestanden.

Norsk vårgytende sild spiller en nøkkelrolle i havøkosystemet som predator av plankton, fiskeegg og fiskelarver, og som føde for høyere trofiske nivåer. I likhet med tobis, driver sildearver med Den norske kysthavstrømmen og utgjør derfor en stor del av matkilden til flere marine arter i vår-/ sommermånedene (Institute of Marine Research, 2007). I motsetning til tobis har en høy vintertemperatur vist seg å være særdeles positiv for å gi en sterk årsklasse av sild det påfølgende året (Dragesund et.al.,2008).

Norske fiskere har opplevd at mengden av norsk vårgytende sild har variert sterkt over de siste 100 årene. Den første registrerte nedgangen i 1950 ble tilskrevet dårlige forhold for sildeelarver, men i 1960 og utover ble silda i stort omfang gjenstand for det industrielle fisket som stadig økte, og i sammenheng med at bestanden allerede var i en lav reprodutiv fase fikk man en storstilt kollaps i bestanden (Dragesund et.al.,2008).

Etter 1980 derimot, har bestanden av norsk vårgytende sild tidoblet seg, og dette sammenfaller med nedgangen hos krykkja. Dietten til krykkje i områdene rundt Barentshavet består hovedsakelig av lodde, og her har en økning i sildestammen mest sannsynlig vist seg å spille en sentral rolle i flere kollaps hos den lokale loddestammen siden 1980-tallet (Barrett, 2007), grunnet predasjon fra ung sild på loddelarver (Dragesund et.al., 2008).

En studie undersøkte denne effekten, og hvilken påvirkning dette hadde på bestanden av krykkje i en koloni på Hornøya i Finnmark. Det viste seg at i de årene der det var en stor sildestamme var det lite tilgang på lodde, og en lavere hekkesuksess hos krykkja. Begge artene er rike på proteiner og energi, men sildas tendens til å gå i tette stimer under angrep kan muligens ha gjort den mindre fangbar, og dermed medført en høyere energikostnad for de furasjerende krykkjene (Barrett, 2007). Det motsatte ble funnet i en studie fra Alaska, hvor en økt bestand av stillehavssild (*Clupea pallasii*) førte til høyere hekkesuksess. Allikevel gikk denne suksessen på bekostning av foreldreinvesteringen. At det var en positiv korrelasjon her kan være fordi silden i dette området finnes nær land på grunt vann, hvor den kan ha vært lett tilgjengelig for krykkja (Jodice, et. al., 2006) og dette kan ha veid opp for den ekstra kostnaden ved å fange sild i stedet for lodde. Silda langs Norskekysten finnes i hovedsak i dypere, åpen sjø (Barrett, 2007), og er kanskje ikke innen rekkevidde for den furasjerende krykkja. Om silda da beiter ned loddelarvene, men selv befinner seg utenfor rekkevidde, kan dette muligens resultere i dårligere næringstilgang for de krykkjene som livnærer seg av lodde.

Om det er en økende sildestamme som har medvirket til kollaps av loddestammen, og dermed nedgang i kolonien av krykkje på Hornøya, tror jeg det er sannsynlig at det samme kan være tilfellet langs resten av Norskekysten, med predasjon fra ung sild på larver og egg av tobis som fører til mangel på krykkjas hovedbyttedyr. En annen løsning er det faktum at sild responderer positivt på en økende havtemperatur, mens tobis blir

påvirket negativt av den samme faktoren, og at det er dette som viser seg i resultatene mine.

En ting som er viktig å ta hensyn til med tanke på å undersøke næringsgrunnlaget til forskjellige krykkjekolonier er at det er store både lokale og tidsmessige forskjeller i hvilke næringsdyr som er dominerende i dietten til krykkja (Furness & Tasker, 2000). Som tidligere diskutert er tobis spesielt viktig for krykkja i hekketiden, og er antageligvis avgjørende for en vellykket hekking i flere kolonier. Dette er mest sannsynlig både fordi den er i riktig størrelse til å føre ungene, og opptrer i store mengder på riktig tidspunkt (Frederiksen et.al., 2005). Når det gjelder voksenoverlevelsen til krykkja tror jeg det er lite sannsynlig at tobis er avgjørende. Dette fordi en voksen krykkje, som ikke er bundet til å returnere med fisk av riktig størrelse til kolonien, kan ha et mye bredere valg både av type næring og furasjeringsområde. Derimot virker det høyst sannsynlig at tilgang på tobis i hekketiden er en avgjørende faktor for hekkesuksessen i de fleste kolonier og dermed for krykkjebestanden på sikt.

Det andre aspektet er geografiske forskjeller i hvilke næringsdyr som er dominerende i dietten. Lokale forskjeller i forekomst av næringsdyr kan gjøre at det for eksempel er sildeyngel som er det prefererte næringsvalget i hekketiden i visse kolonier. Yngel av blant annet sild driver nordover med kysthavstrømmen mens de vokser, og kan derfor forekomme ved de ulike koloniene til forskjellige tider, og i forskjellige størrelser (Dragesund et.al., 2008). Et godt eksempel er viktigheten av de drivende sildeynglene for lunden på Røst. Her ankommer 0-gruppen av årets sildeyngel Røst omtrent på samme tidspunkt som ungene klekkes, og er avgjørende for lundens hekkesuksess. Lundens på Røst responderer derfor godt på år med høy vinterhavtemperatur, mens kolonier både lenger sør og nord som ikke avhenger like sterkt av sild har bedre hekkesuksess i år med lavere havtemperatur (Hjeljord, 2008). Kanskje livnærer også krykkjekolonien på Røst sine unger på sildeyngel, og at det er derfor denne kolonien har hatt en svakere nedgang? Disse geografiske og tidsmessige forskjellene er derfor viktige å ta hensyn til når man skal prøve å sammenligne ulike kolonier for å undersøke ulike påvirkende faktorer.

## 6.0 Konklusjon

Mine resultater viste at en negativ respons hos de tre krykkjekoloniene sammenfalt i tid både med en økende sildestamme, og en økende havtemperatur. Dette virker sannsynlig, da sild responderer positivt på en økning i havtemperatur, og at disse to faktorene da kan henge sammen. I tillegg kan økt havtemperatur påvirke tobis negativt, noe som gjør det enda mer sannsynlig at krykkja kan ha en negativ respons av en økning i havtemperatur.

Det virker heller ikke mindre sannsynlig at resultatene viste en signifikant positiv sammenheng mellom krykkje og tobis i de fleste koloniene, da dette er hovedføden til deler av krykkjebestanden langs Norskekysten.

Flere scenarioer er her mulig for å illustrere hvordan disse ulike faktorene kan henge sammen. En økende havtemperatur kan føre til en stor sildestamme. Dette kan da føre til økt predasjon på tobislarver og -egg, som igjen gir matmangel i hekketiden til krykkja. I tillegg reagerer tobis med svake årsklasser i år med høye vinterhavtemperaturer som ytterligere kan forsterke effekten av predasjonen.

Havet er et enormt økosystem med utallige interaksjoner mellom arter og miljø som vi enda ikke har oversikten over. En endring i en tilsynelatende liten del av dette komplekse systemet, kan føre til vekselvirkninger helt opp til toppen av næringskjeden, noe vi hittil har liten mulighet til å forutse.

Mange studier har forsøkt å finne årsaken, og undersøke hva konsekvensene kan bli av den stadige nedgangen hos våre sjøfugler, og det er ikke mangel på funn av diverse påvirkende faktorer. For å utrede sammenhenger mellom enkeltfaktorene mener jeg at det er nødvendig med tverrsektorielle undersøkelser, hvor havøkosystemet, og artene som er tilknyttet dette, blir sett som en helhet for å finne eventuelle løsninger, og få en reell forvaltningsplan for fremtiden.



## Referanser

- Arnott, S. A., & Ruxton, G. D. (2002). Sandeel recruitment in the North sea: demographic, climatic and trophic effects. *Marine ecology progress series*, 238: 199 - 210.
- Artsdatabanken. (2010). *Norsk Røddliste for arter 2010*. Trondheim: Artsdatabanken.
- Barrett, R. T. (2007, November 8). Food web interactions in the southwestern Barents Sea: black - legged kittiwake *Rissa tridactyla* respond negatively to an increase in herring *Clupea harengus*. *Marine ecology progress series*, 349: 269 - 276.
- Barrett, R. T., Kees, C., Anker-Nilssen, T., Chardine, J. W., Furness, R. W., Hüppopp, S., Garthe, S., Leopold, M., Montevecchi, W. A., Veit, R. (2007). Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES journal of marine science*, 64: 1675 - 1691.
- Cramp, S., & Simmons, K. E., (1985). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East, and North Africa. The birds of the Western Palearctic*. Volume 3, Waders to gulls. New York: Oxford University Press.
- Daunt, F., Benvenuti, S., Harris, M. P., Dall'Antonia, L., Elston, D. A., & Wanless, S. (2002). Foraging strategies of the black- legged kittiwake *Rissa tridactyla* at a North sea colony: evidence for a maximum foraging range. *Marine ecology progress series*, 245: 239 -247.
- Direktoratet For Naturforvaltning. (2010). *Vil samarbeide om sjøfugl*. Hentet januar 9, 2011 fra <http://www.dirnat.no/content/500041077/Vil-samarbeide-om-sjofugl>
- Dragesund, O., Østvedt, O. J., & Toresen, R. (2008). *Norwegian spring spawning herring: history of fisheries, biology and stock assesment*. Trondheim: Havforskningsinstituttet.
- Fiskeridirektoratet. (2010). SAK 33/2010, *Regulering av fiske etter tobis i 2011*.Oslo.
- Folkestad, A. O., (2010). *Nøkkellokalitet (key – site) arbeid i SEAPOP*. Upublisert feltheft.

Folkestad, A., Folkestad, A. O., & Hareide, N. R. (2011). *Prosjektbeskrivelse*. Upublisert materiale.

Forskning. (2010). *Krangler om overfiske*. Hentet desember 12, 2010 fra <http://www.forskning.no/artikler/2010/november/271753>

Forskning. (2011). *Havet våkner tidligere*. Hentet mars 16, 2011 fra <http://www.forskning.no/artikler/2011/mars/281581>

Frederiksen, M., Wanless, S., Harris, M. P., Rothery, P., & Wilson, L. J. (2004). The role of industrial fisheries and oceanographic change in the decline of North sea black - legged kittiwakes. *Journal of applied ecology* 41: 1129 - 1139.

Frederiksen, M., Wright, P., Harris, M., Mavor, R., Heubeck, M., & Wanless, S. (2005). Regional patterns of kittiwake *Rissa tridactyla* breeding success are related to variability in sandeel recruitment. *Marine ecology progress series* 300:201-211.

Furness, R. W. (2003). Impacts of fisheries on seabird communities. *Scientia Marina*, 67: 33 -45.

Furness, R. W., & Tasker, M. L. (2000, August 28). Seabird- fishery interaction: quantifying the sensitivity of seabirds to reductions in sandeel abundance, and identification of key areas for sensitive seabirds in the North sea. *Marine ecology progress series*, 202: 253 - 264.

Havforskningsinstituttet. (s.a.). *Fast hydrografisk stasjon BUD*. Hentet april 10, 2010 fra <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner/dato.php?stid=5866&year=2010>

Havforskningsinstituttet. (s.a.). *Faste hydrografiske stasjoner langs norskekysten*. Hentet april 10, 2010 fra <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner/>

Havforskningsinstituttet. (2009). *Jakten på sydebukker*. Hentet mars 6, 2010 fra [http://www.imr.no/publikasjoner/andre\\_publikasjoner/kronikker/2009/jakten\\_pa\\_sydebukker/nb-no](http://www.imr.no/publikasjoner/andre_publikasjoner/kronikker/2009/jakten_pa_sydebukker/nb-no)

Havforskningsinstituttet. (2009). *Kyst og havbruk - Forvaltning av kysten*. Trondheim: Havforskningsinstituttet.

Hjeljord, O. (2008). *Viltet biologi og forvaltning*. Oslo: Tun Forlag.

- Institute of Marine Research. (2007). *The Norwegian Coastal Current – Oceanography and Climate*. Trondheim: Tapir academic press.
- Jodice, P. G., Roby, D. D., Suryan, R. M., Irons, D. B., Turco, K., Brown, E., Thedinga, J., Visser, H. (2006). Increased energy expenditure by a sea bird in response to higher food abundance. *Marine ecology progress series*, 306: 283 - 293.
- Johansen, O. (1977). *Reproduksjonsøkologi hos Rissa tridactyla*. Bergen: Universitetet i Bergen.
- Kahru, M., Brotas, V., Manzano - Sarabia, M., & Mitchell, B. G. (2011). Are phytoplankton blooms occurring earlier in the arctic? *Global Change Biology*, 17: 1733 - 1739.
- Loeng, H. (2008). *Klimaendringer i Barentshavet - Konsekvenser av økte CO<sub>2</sub> - nivåer i atmosfæren og havet*. Norsk polarinstitutt, Rapportserie 126.
- Loeng, H., Ottersen, G., Svenning, M. A., & Stien, A. (2010). *Effekter på økosystemer og biologisk mangfold - Klimaendringer i norsk Arktis. NorACIA delutredning 3*. Tromsø: Havforskningsinstituttet.
- Lorentsen, S. H. (2006). *Det nasjonale overvåkningsprogrammet for sjøfugl. Resultater tilogmed hekkesesongen 2006*. NINA rapport 203: Trondheim.
- NORKLIMA - Klimaendringer og konsekvenser for Norge. (2010). *Kan varsle fiskebestander*. Oslo: Norges Forskningsråd.
- NORKLIMA - Klimaendringer og konsekvenser for Norge. (2009). *Klimaendret sjøfugl på Svalbard*. Oslo: Norges Forskningsråd.
- Norsk Institutt for Naturforskning*. (2009). Hentet november 20, 2010 fra <http://www.nina.no/Aktuelt/Artikkel/tabid/945/smId/873/ArticleID/248/Default.aspx>
- Norsk Ornitologisk Forening*. (1994). Hentet mars 2, 2011 fra [http://www.birdlife.no/fuglekunnskap/fugleatlas/index.php?taxon\\_id=4676&vis=kart](http://www.birdlife.no/fuglekunnskap/fugleatlas/index.php?taxon_id=4676&vis=kart)
- Nygård, T., Einvik, K., & Røv, N. (2006). *Sklinna - Fugleøya lengst ute i havet*. NINA rapport nr. 6: Trondheim.

- R Development Core Team. (2009). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for statistical computing.
- Rindorf, A., Wanless, S., & Harris, M. P. (2000). Effects of change in sandeel availability on the reproductive output of seabirds. *Marine ecology progress series*, 202: 241 - 252.
- SEAPOP. (2009). *Åpent hav*. Hentet august 2, 2010 fra <http://www.seapop.no/no/spread/open-sea/>
- SEAPOP. (2010). *Sjøfugl i Norge 2009. Resultater fra Seapop Programmet*. Trondheim: NINA.
- Statistisk Sentralbyrå. (2009). Hentet januar 2, 2010 fra [http://www.ssb.no/fiskeri\\_havbruk/](http://www.ssb.no/fiskeri_havbruk/)
- Statistisk Sentralbyrå. (2009). Hentet januar 2, 2010 fra [http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default\\_FR.asp?Productid=10.05&PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=10](http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?Productid=10.05&PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=10)
- Store Norske Leksikon. (s.a). *Fuglefjell*. Hentet oktober 4, 2010 fra <http://www.snl.no/fuglefjell>.
- Store Norske Leksikon. (s.a.). *Runde*. Hentet november 14, 2010 fra <http://snl.no/Runde>
- Store Norske Leksikon. (2010). *Røst*. Hentet mars 3, 2011 fra <http://snl.no/R%C3%B8st>
- Store Norske Leksikon. (s.a.). *Sild*. Hentet november 14, 2010 fra [snl.no: http://www.snl.no/sild](http://www.snl.no/sild)
- Storaas, T. & Punsvik, T. (1996). *Viltforvaltning*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Sundby, S. (2004). *Havklima og raudåte - to sentrale faktorer for produksjonen av fisk i Nordatlanteren*. Miljørapport 2000: Havforskningsinstituttet.
- Svensen, R. (s.a.). *Silen, en grunnstein*. UW photo. Hentet mars 14, 2011 fra [http://artikler.uwphoto.no/Artikler/Silen\\_en\\_grunnstein.htm](http://artikler.uwphoto.no/Artikler/Silen_en_grunnstein.htm)