

1.3

Hvordan vil makroalgesamfunnene langs norskekysten påvirkes av økt sjøtemperatur?

Makroalger vokser i en relativt smal sone langs vår kyst. Dette er høyproduktive områder med en artsrik assosiert fauna. Konkurransen om en ledig plass med gode lysforhold er sterk i dette samfunnet, som også er utsatt for store naturlige variasjoner i fysiske faktorer og sårbart overfor menneskeskapte påvirkninger.

Vivian Husa

vivian.husa@imr.no

Henning Steen

henning.steen@imr.no

Per Arvid Åsen

peraasen@kristiansand.kommune.no

Agder naturmuseum og Botaniske hage

Den geografiske utbredelsen av makroalger i verden er hovedsakelig bestemt av sjøtemperaturer. De fleste alger har relativt begrenset toleranse for lave og høye temperaturer, og er ikke tilpasset raske endringer i temperaturen slik landplanter er. Langs kysten av Norge har vi en gruppe arter som finnes langs hele kystlinjen (såkalt pansektorale arter), og langs sør- og vestlandskysten har vi et betydelig innslag av sørlige arter. Dette er arter som har sitt hovedutbredelsesområde sør for våre kyster, der lave sommer- eller vintertemperaturer setter en markert nordlig grense for vekst og reproduksjon. Vi har også en mindre gruppe av nordlige arter, som har sin sørlige utbredelse langs norskekysten begrenset av hvor høye sommertemperaturene blir. En del av de mer temperatursensitive algeartene som vokser langs sør- og vestlandskysten trenger ikke inn i Skagerrak på grunn av for lave vintertemperaturer eller høye sommertemperaturer i dette området.

En prognostisert oppvarming av sjøvanet langs europeiske kyster, som følge av naturlige eller menneskeskapte klimændringer, vil sannsynligvis føre til raske endringer i utbredelsen av marine arter. De siste ti årene har vi hatt en betydelig økning i frekvensen av varme somre og

milde vintre langs kysten av Sør- og Vestlandet. Særlig årene 1997, 2002 og 2006 har utpekt seg med uvanlig høye sommertemperaturer, og de høye temperaturene har holdt seg langt utover høsten.

Et mer eksotisk samfunn?

Den mest logiske effekten av økte sjøtemperaturer langs en temperaturgradert kyst som norskekysten, er at sørlige, varmekjære arter vil ekspandere i nordlig retning og få et større totalt utbredelsesområde, mens nordlige, kaldtvannsarter vil tvinges nordover. Denne effekten er vist for en rekke indikatorarter de siste årene, særlig for dyrearter i fjæresonen, langs kysten av De britiske øyer.

Undersøkelser av endringer i samfunnsstruktur og artsrikdom i makroalgesamfunn på 22 stasjoner i sjøsonen i Sogn og Fjordane fra 1994 til 2004, har vist en signifikant økning i andelen sørlige arter, som tidligere var sjeldne i dette området (Figur 1.3.1 og 1.3.2). Økningen i forekomsten av sørlige algearter skyldes sannsynligvis flere år med høyere temperaturer enn tidligere, og støtter opp om teorien om at de sørlige artene vil bre seg nordover dersom temperaturen langs kysten øker. De fleste makroalger reproducerer om sommeren og høsten i våre færvann, og sommer- og høsttemperaturene kan være en avgjørende faktor for reproduksjonspotensialet til de mer varmekjære artene.

I løpet av de siste årene har en funnet to nye arter på vestlandskysten; *Hypoglossum hypoglossoides* og *Haraldiophyllum bonnemaisonii*. Dette er arter som finnes på De britiske øyer og må regnes som

Figur 1.3.1

Den prosentvise andelen av sørlige algearter har hatt en betydelig økning på 22 lokaliteter i Sogn og Fjordane i perioden 1994–2003/2004.

The percentage share of southern seaweed species has increased significantly at 22 sites in Sogn and Fjordane in the period 1994–2003/2004.

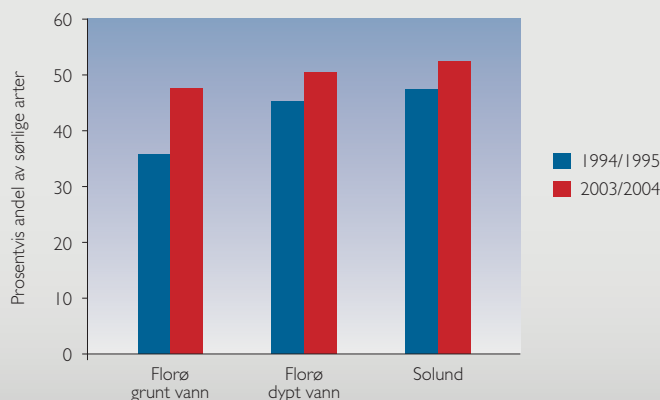


Foto: Vivian Husa

*Rhodophyllis divaricata**Cutleria multifida**Acrothrix gracilis**Haraldiophyllum bonnemaisonii**Hypoglossum hypoglossoides***Figur 1.3.2**

Eksempler på relativt sjeldne arter som har hatt en økt forekomst i Sogn og Fjordane de siste ti årene. De to nederste artene er nye sørlige immigranter i Norge.

Southern species with an increased abundance in Sogn and Fjordane in the last decade. The two latter species are recent southern immigrants to Norway.

naturlige immigranter til Norge (Figur 1.3.2). Flere slike naturlige migrasjoner fra sørlige områder kan forventes dersom sjøtemperaturene forsetter å stige. Det kan gi en mer artsrik algeflora langs norskekysten i årene som kommer.

Tåler tangen i fjæresonen høye temperaturer?

Våre tangarter er tilpasset et liv i fjæresonen, og har derfor høy toleranse overfor raske og store endringer i de fysiske faktorene. Artene som vokser nederst i fjæresonen har lavere toleranse for høye temperaturer, enn artene som vokser øverst.

Mange ekstremt varme sommerdager med lav vannstand midt på dagen kan likevel bli en påkjenning for tangartene i fjæresonen. Dette ble observert sommeren 2002, da en god del planter i den øverste delen av tangbeltet visnet bort i varmen. I mai 2006 ble et lignende fenomen observert

langs kysten av Vestlandet da grisetang, blæretang og spiraltang visnet bort, særlig langs sørvestvendte svaberg (Figur 1.3.3). Normalt vil tangartene i fjæresonen raskt reetablere seg etter slike episodiske forstyrrelser.

Hva med tareskogen?

Økte sjøtemperaturer kan vise seg å få fatale konsekvenser for tareskogen langs kysten vår. De fleste av våre tarearter er tilpasset et relativt kaldt klima og har markerte øvre toleransegrenser for temperatur. Nyere undersøkelser av utbredelsen av tarearter langs kysten av Irland viser at stortare, sukkertare og butare har forsvunnet fra en rekke lokaliteter i de seinere årene, noe som mest sannsynlig skyldes økte sjøtemperaturer. Fra England er det rapportert en markert nedgang i butarepopulasjonene langs sørkysten (MARCLIM-prosjektet). Også i Norge ser vi tegn på at tarepopulasjonene kan være skadelidende på grunn av de høye sommertemperaturer.

Butare

Butaren er den mest temperaturfølsomme tarearten i Norge. Den har en nordlig utbredelse og trives best på ekstremt bølgeeksponerte lokaliteter. I Norge vokser den som et belte over stortaren langs hele kysten, men finnes ikke øst for Mandal i Skagerrak. Butarens østligste kjente lokalitet i Skagerrak har tradisjonelt vært Års-

Figur 1.3.3

Belter med død tang på Eidsnes i Osterfjorden i mai 2006.
Belts of dead Fucus species at Eidsnes in the Osterfjord in May 2006.



Foto: Vivian Husa

holmane ved Mandal, men nå finnes den ikke lenger her. En undersøkelse gjennomført sommeren 2006, viser at butaren nå er forsvunnet fra mange lokaliteter i Vest-Agder, i områdene vest for Mandal, der den på 1970-tallet var en dominerende art, mens det ikke har vært registrert tilsvarende tilbakegang for arten langs vestlandskysten (Figur 1.3.4). I Havika på Lista ble det observert butare sommeren 2005, men den var borte høsten 2006. Butarens sørlige utbredelsesgrense langs de europeiske kyster har tradisjonelt fulgt 16 °C-sommerisotermen (august), og butareplan-

tene dør ved temperaturer over 16–17 °C. Flere varme somre (Figur 1.3.5 og 1.3.8) i løpet av siste tiårsperiode er sannsynligvis årsaken til at butare nå har redusert østlige utbredelse på sørlandskysten.

Sukkertare

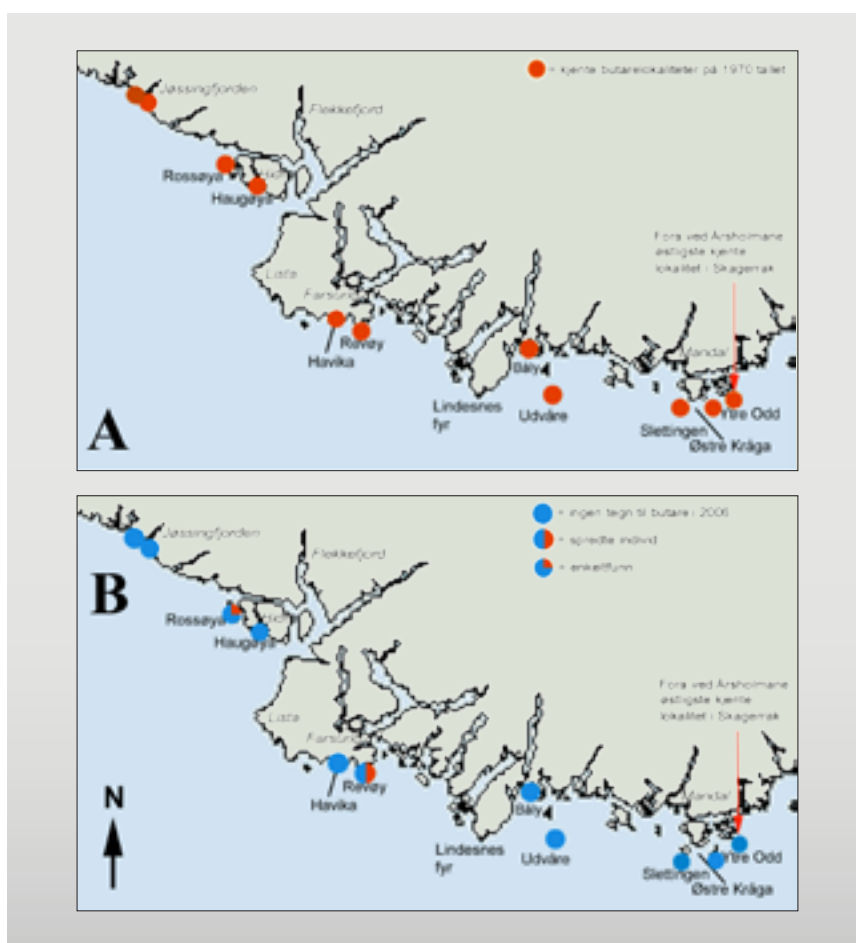
I løpet av de siste ti årene har populasjonene av sukkertare i Skagerrak hatt en dramatisk nedgang. Årsaken til denne nedgangen er fremdeles uklar, men mye tyder på at direkte temperatureffekter har vært en medvirkende faktor til taredøden i området. Tradisjonelt har sukkertarens

utbredelse på begge sider av Atlanterhavet, vært begrenset til områder med en gjennomsnitts sommertemperatur (august) på 19°C, eller lavere. I Europa går derfor den sørlige grensen for utbredelsesområdet ved nordkysten av Portugal.

Vekstforsøk med sukkertare i Arendalsområdet fra oktober 2005 til september 2006 viste at voksne sukkertareplanter hadde normale vekstrater og høy overlevelse fra måned til måned (>75%), med unntak av i juli og august 2006, da overlevelsen av planter nær overflaten ble redusert til under

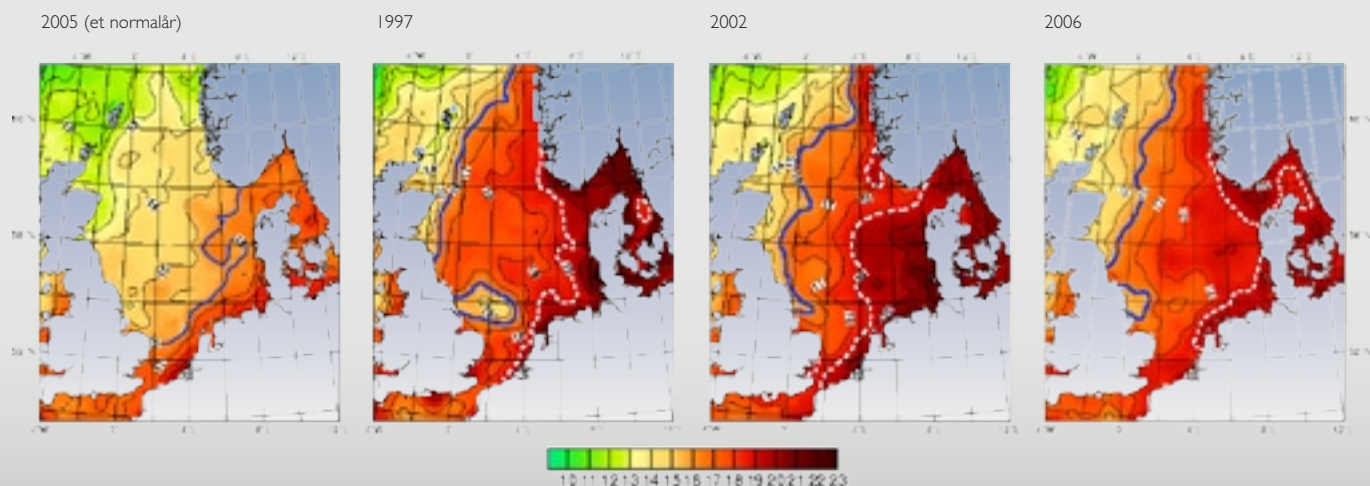
Figur 1.3.4

A. Utbredelsen av butare i Skagerrak på 1970-tallet. Rød pil indikerer den tradisjonelt østligste lokaliteten for butare i dette området. B. Utbredelsen av butare på gjenbesøkte lokaliteter i 2006.
A. The distribution of Dabber locks (*Alaria esculenta*) in the Skagerrak area in the 1970s. The red arrow indicates the southern distribution. B. The distribution of Dabber locks on sites revisited in 2006.



Figur 1.3.5

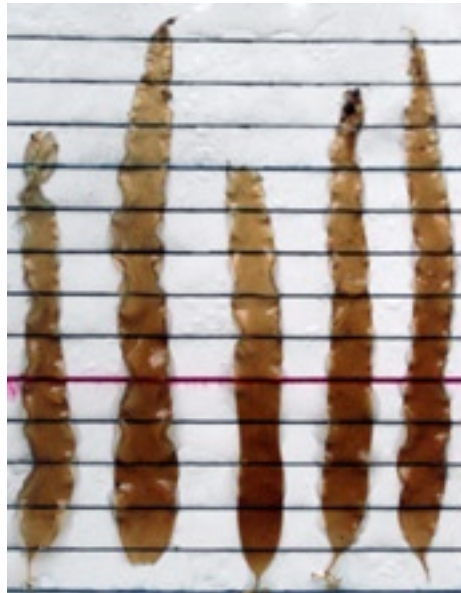
Gjennomsnittlige havoverflatetemperaturer i en normal sommer (august 2005) og i de tre varmeste årene det siste tiåret (modifisert figur fra BSH, Tyskland). Blå prikket linje = isotermer som indikerer grensen for vannmasser med normaltemperaturer < eller > 16 °C (tradisjonell utbredelse av butare). Hvit linje = isotermer som indikerer grensen for vannmasser med normaltemperaturer < eller > 19 °C (tradisjonell utbredelse av sukkertare). Sea surface temperatures in a normal summer (August 2005) and in the three warmest summers the last decade (Modified figure from BSH, Germany). Blue dotted line = the isotherm which normally defines water with a temperature of < or > 16 °C (traditional distribution of Dabber locks). White line = the isotherm which normally defines water with a temperature of < or > 19 °C (traditional distribution of Sugar kelp).



20%. I slutten av august var alle de overlevende plantene i en dårlig forfatning, og hadde mistet mesteparten av bladet sitt.

Direkte nedslag av sporer på kunstig substrat i felt ble registrert i perioden november 2005–mars 2006, etterfulgt av spiring av kimplanter som i juni 2006 hadde en gjennomsnittslengde på ca. 10 cm. Flesteparten (99%) av disse rekruttene døde i løpet av sommeren 2006, og de som overlevde fram til september 2006 hadde da redusert blad og var begrodd med epifytter (Figur 1.3.6). I tillegg ble 12 små sukkertareplanter som var forkultivert i kar, festet på tau og plassert ut i sjøen i henholdsvis august og september 2006. I august, da sjøtemperaturen på lokaliteten varierte mellom 18,5 og 22 °C, døde 10 av 12 planter i løpet av en fireukersperiode, og veksten hos plantene som overlevde var minimal i denne perioden. I september, da sjøtemperaturen varierte mellom 15,7 og 18 °C, overlevde 12 av 12 planter med en tilvekst på rundt 5 cm per plante i samme tidsrom.

I juni 2006 ble det observert mange nye sukkertarerekrutter i en naturlig populasjon i Grønsfjorden i vestlige del av Skagerrak, men i september samme år var disse i en dårlig forfatning med bleike blader (Figur 1.3.7). Disse observasjonene tyder på at høye sjøtemperaturer, som for eksempel gjennom sommeren 2006, sannsynligvis nedsetter livsbetingelsene for arter som sukkertare og butare. Særlig viktig for overlevelsen av tareplanter synes å være antall dager med ekstremt høye temperaturer. Som vi ser på Figur 1.3.8 har antall dager med høye temperaturer i overflatelaget i Skagerrak stadig vært økende de siste tiårene.



Figur 1.3.6
Sukkertarerekrutter i juni 2006 (venstre) og september 2006 (høyre).
*Recruits of sugar-kelp (*Saccharina latissima*) in June (left) and September 2006 (right).*

Foto: Henning Steen

Normalt vil taren raskt rekruttere og reetablere seg etter forstyrrelser, men det kan tenkes at gjentatte episoder med svært høye temperaturer over tid vil redusere populasjonenes evne til å reetablere seg. På mange lokaliteter i Skagerrak som tidligere var dominert av sukkertare, har det i løpet av de senere årene etablert seg et tett teppe med trådformede alger, med betydelige innslag av introduserte arter. Dette vil kunne hindre at sukkertaren reetablerer seg dersom miljøforholdene skulle bli bedre.

Fingertare og stortare

Fingertaren vokser i et belte over stortaren på eksponerte lokaliteter, men kan vokse dypere dersom stortaren mangler. Det foregår per i dag ingen overvåking av utbredelsen av fingertare i Norge. Stortaren utgjør langt på vei det viktigste tarehabitattet langs norskekysten. Den danner tette

skoger med et rikt dyreliv ned til 20-30 m dyp. Det er ikke rapportert om mindre forekomster av stortare nå enn tidligere langs kysten av Sør-Norge. På kysten nord for Trøndelag er for det meste tareskogen nedbeitet av grønne kråkeboller. Stortaren trives best på bølgeeksponerte lokaliteter, og vil derfor i mindre grad være utsatt for høye temperaturer enn sukkertare, som har sin største utbredelse i mer bølgebeskyttede områder, der vannmassene er mer utsatt for oppvarming om sommeren. Er sommeren ekstremt varm kan imidlertid også sjøtemperaturene i de mer åpne kystavsne bli for høye, noe som kan ha vært årsaken til de uvanlig store mengdene med ilandskylt stortare, som ble observert langs vestlandskysten etter den varme sommeren i 2002 (Figur 1.3.9). Det er mulig at høye temperaturer svekker tareplantene, slik at de lettere løsner når høststormene kommer. Selv om tareskogen raskt vil reetablere seg etter slike forstyrrelser, kan det føre til en overvekt av yngre planter i populasjonen, som har et mindre artsrikt samfunn av påvekstalger og tilknyttede dyr enn populasjoner med høyere innslag av eldre tareplanter.

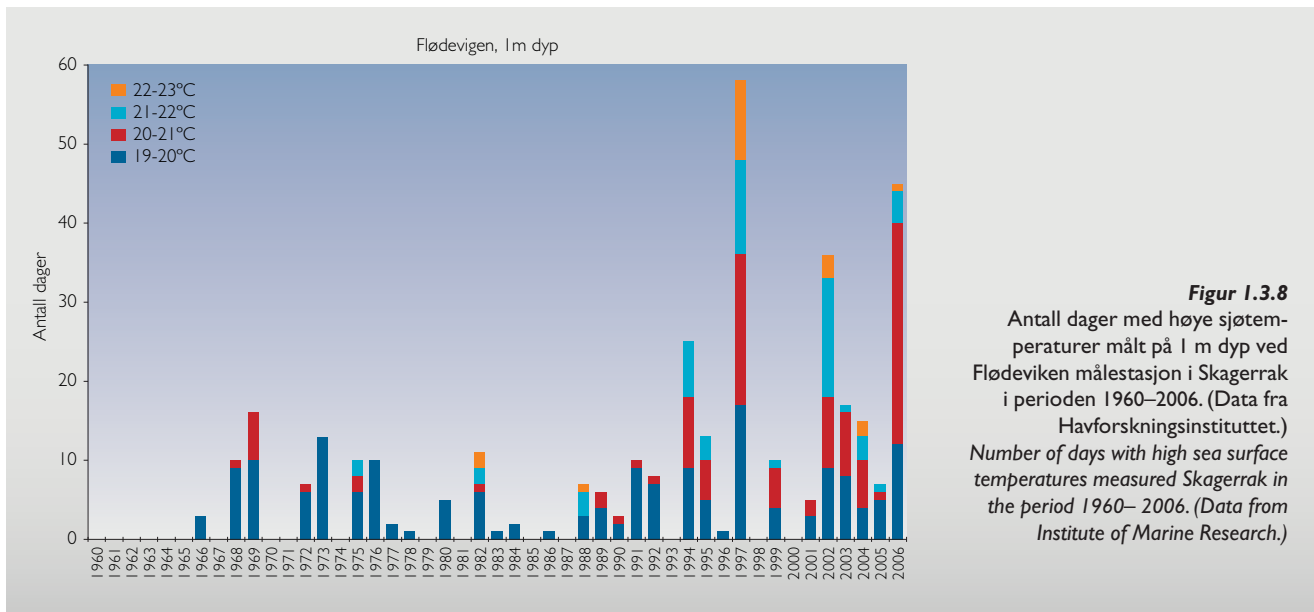
Hva vil skje dersom temperaturen i kystvannet fortsetter å øke?

Det er vanskelig å forutsi hvordan temperaturutviklingen i havet vil bli i tiden framover, men klimaforskere er stort sett enige om at temperaturene fortsatt vil øke i de nærmeste årene. Ifølge britiske forskere



Figur 1.3.7

I juni 2006 var det rikelig med rekrutter av sukkertare i Grønsfjorden, men i september samme år var de i en dårlig forfatning.
In June 2006 there was plenty of sugar kelp recruits in Grønsfjorden, but by September 2006 they were in a bad condition.



vil en økning på 4 °C i gjennomsnittlige sommertemperaturer føre til at stortare, butare, fingertare og sukkertare forsvinner fra Spania, den franskatlantiske kyst, sørlige deler av De britiske øyer, Nordsjøen og sørlige deler av Norge. Tareskogen vil da sannsynligvis i enkelte områder i Nord-Europa bli erstattet av den mer varmetolerante tarearten *Laminaria ochroleuca*, som i dag trives langs sørlige europeiske kyster, og den introduserte stillehavstaren *Undaria pinnatifida*.

En annen varmekjær tare i våre farvann er draughtare. Dette er en opportunistisk ettårig art som vokser raskt og hurtig koloniserer ledig substrat. Draughtaren tåler temperaturer mellom 5 og 25 °C, og vi finner den derfor i dag bare enkelte steder på Vestlandet. Observasjoner fra de siste års tareovervåking langs vestlandskysten tyder på at denne arten er i ferd med å bli langt vanligere enn tidligere.

Det har imidlertid vist seg å være svært vanskelig å spå hva slags samfunnsstruktur man vil få etter en betydelig og langvarig endring av miljøforholdene. I California har man foretatt en langtidsstudie av flora og fauna i et område der temperaturen økte med ca. tre grader på grunn av utslipp av kjølevann fra et atomkraftverk. Etter ti år kunne man konkludere med at man ikke fikk de forventede endringer i distribusjonen av sørlige og nordlige arter. Imidlertid hadde man fått omfattende og uventede

endringer i makroalgensamfunnene, der de store habitatdannende tareartene ble erstattet av mindre økologisk viktige arter. Den forhøyede temperaturen førte også til en økning i mengden av beiter, noe som igjen fikk sekundære effekter på algensamfunnene.

Vi vet ennå for lite om hvilken betydning tareskogen har som oppvekstområde og gyteområde for kommersielt viktige arter, og hvilken rolle den spiller for å opprettholde artsrikdommen i kystsonen. Dersom sommertemperaturene skulle bli så høye at våre tarearter forsvinner fra kysten av Sør-Norge vil det være ekstra ille, fordi vi allerede har en lang kystlinje nord for Trøndelag som er nedbeitet av kråkebolle. Den eneste trøsten er at den grønne kråkebollen, som er den viktigste beiteren på tare i nord, heller ikke tåler høye temperaturer særlig bra og derfor sannsynligvis vil trekke lenger nordover.

Impact of increased seawater temperatures on macro algal communities

In the last decade there has been an increased frequency of warm summers and mild winters, and the seawater temperature is predicted to increase in the future. A study of the macro algal abundance in the Sogn and Fjordane area shows an increased temporal frequency of southern species, supporting the hypothesis that increased temperatures will expand the distribution area of southern species. The Skagerrak area has been particularly exposed to high temperatures in the recent warm summers, and this might have influenced the distribution of kelp species, such as Sugar kelp (*Saccharina latissima*) and Dabber locks (*Alaria esculenta*).

A 'worst case scenario' with an increase of 4 °C in seawater temperatures will exclude the most important kelp species from most of north European shores and the south coasts of Norway.



Figur 1.3.9
 Mengder av tare skylt i land på vestsiden av Karmøy. Kelp wreck at the west side of Karmøy, Rogaland.