

## Faktaark 3

# Landskapet endrer seg

Hva skjer når jordsmonnet varmes opp og tregrensen flytter seg?



Foto: Bård Løken/SAMFOTO.

De viktigste vegetasjonssonene i Arktis er den polare ørkenen, tundraen og den nordlige barskogen.

Den polare ørkenen er den nordligste arktiske sonen og utgjør en stor del av Arktis. Denne sonen karakteriseres av åpne områder med goldt landskap som har svært lite vegetasjon.

Tundrasonen derimot, er karakterisert av små buskvekster og mer frodig vegetasjon.

Varmere klima vil føre til at skogene utvider seg inn på den arktiske tundraen – og tundraen vil utvide seg i retning av den polare ørkenen.

I dag utgjør tundraen i sommerhalvåret leveområdet for reinsdyr og for millioner av trekkfugler. Dette leveområdet vil bli kraftig redusert når skogene utvider seg i retning av tundraen samtidig som havet stiger.

### Temperaturen øker

Den gjennomsnittlige lufttemperaturen over østlige Grønland, Skandinavia og Nordvest-Russland har økt med om lag én grad de siste 50 årene. Innen 2090 er det forventet at årsmiddeltemperaturen øker med om lag 3 grader i Skandinavia og Øst-Grønland, om lag 2 grader på Island og 6 grader i de sentrale havområdene i arktis. Gjennomsnittlig vintertemperaturer er forespeilet å øke med 3-5 grader i de fleste landområdene og med opptil 6 grader i Nordvest-Russland. Med økte temperaturer øker også lengden på vekstsesongen. Modellberegninger for trær antyder en vekstsesong i 2070-2090 som er 20-30 dager lengre enn i dag for trær nord for 60. breddegrad.

### Trær beveger seg oppover og nordover

Observasjoner tyder på at tregrensen i Nord-Sverige har beveget seg oppover med inntil 60 meter i forrige århundre. Forespeilet oppvarming vil høyst sannsynlig føre til at barskogen beveger seg nordover. Også historisk kjenner vi til slik respons på oppvarming, og nå er det forventet at furuskogen i de nordlige områdene vil

invadere det lavere skogbeltet med bjørk, mens bjørketrænes grense er forespeilet å bevege seg oppover i høyde og nordover.

### Varmere - og flere insekter

Skogbruk er allerede påvirket av klimaendringer - og påvirkningene vil sannsynligvis bli sterkere i framtiden. Varmere vintre er forventet å føre til økt insektskade på skogene. Europeisk furusagflue har allerede gjort stor skade på skogen i den russiske delen av den arktiske regionen som Norge tilhører.

Mange av de tilpasningene som gjør arktiske arter i stand til å overleve i dette kalde miljøet, begrenser også evnen deres til å konkurrere med arter som invaderer leveområdene deres på grunn av klimaendringene. De raske klimaendringene som er forventet, gjør at det blir ekstra vanskelig å tilpasse seg. Derfor blir førstevalget for arktiske dyr og planter når klimaet blir varmere, å forflytte seg.

Etter hvert som mer sydlige arter forflytter seg opptil 1000 kilometer nordover, vil disse svært sannsynlig overta områdene for arktiske arter som ikke har noen steder å forflytte seg på grunn av havområdene i nord. Mose og lav er blant de artsgruppene som det kommer til å bli mindre av etterhvert som oppvarmingen

fortsetter. Arktis har 600 mosearter og 2000 lavararter, dette er flere arter enn noe annet sted i verden.

### Overraskende ørken?

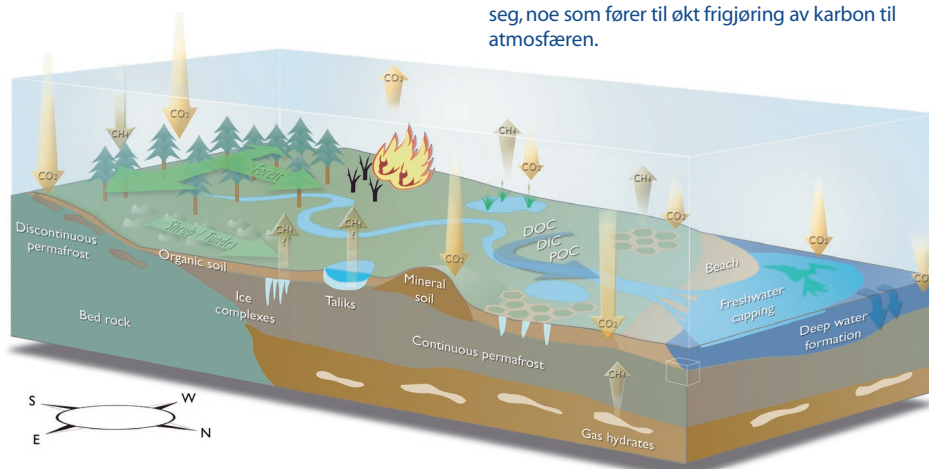
Siden klimaendringer påvirker mange variabler, er det vanskelig å forutsi effektene på miljøet - spesielt på lang sikt. Mens det er stor enighet om at temperaturen vil øke og at nedbørmengden vil øke, vet man ikke om den økte nedbørmengden vil utjevnes av økt fordampning på grunn av høyere temperatur.

Hvis ikke mengden nedbør øker nok til å utjevne den økte fordampningen, kan resultatet bli ørkendannelse. Størrelsen på arealer med tint permafrost og drenering av vann som følge av dette, vil også ha betydning. Mens vi nå har en situasjon der bare den øvre delen av permafrosten smelter, kan det aktive laget i permafrosten bli tykkere i framtiden. Det er meget sannsynlig at dette vil skje i deler av Arktis, og områder som ikke var dekket av is for 10.000 år siden, har jordsmonn på toppen av permafrosten som er spesielt mottakelig for erosjon og uttørring. Denne prosessen vil sannsynligvis på sikt føre til at noen områder først blir grønnere og deretter ørken.

Skjematisk illustrasjon av hvordan karbonsyklusen i Arktis forandrer seg når klimaet blir varmere. For eksempel absorberer den nordlige barskogen til venstre CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, og dette opptaket er forventet å øke, selv om skogbranner og insektskader vil gjøre skader i noen områder. Økt mengde oppløst organisk og uorganisk karbon vil

også bevege seg fra tundraen til dammer, innsjøer, elver og hav.

Merk deg at pilene ikke er tegnet proporsjonalt med karbonstrømmen. Illustrasjonen omfatter bare nær framtid. På lang sikt kan fortsatt oppvarming tørke ut sjøer og dammer, og fuktigheten i jordsmonnet kan bli for liten eller for høy til at skogene kan utvide seg, noe som fører til økt frigjøring av karbon til atmosfæren.



### Motvirkende krefter

Når vi får mindre tundra og mer skog, vil dette forandre jordoverflatens evne til å reflektere sollys. Trærne skygger for snø som under andre forhold kunne reflekterte solstrålene, og dette vil føre til at overflaten blir varmere, noe som vil forsterke den globale oppvarmingen.

Økt oppvarming øker igjen mengden skog, og skog lagrer mer karbon enn tundra. Samtidig tar tundra opp mer karbon enn den polare ørkenen.

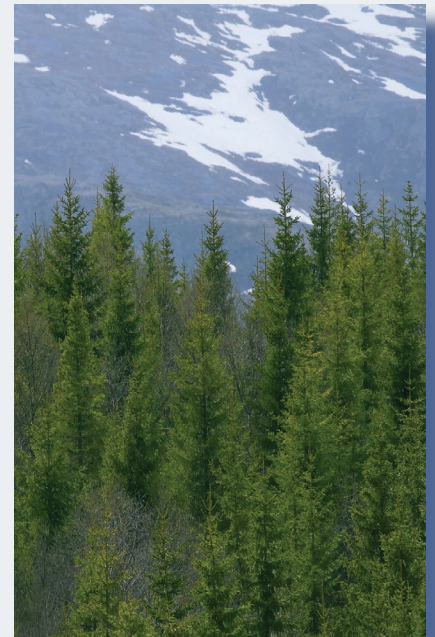
Men oppvarming bidrar også til frigjøring av lagret karbon når permafrost tiner. Man er derfor usikre på hva nettoeffekten av minsket refleksjon av sollys, økt opptak av karbon og samtidig frigjøring av karbon vil bli. Nye studier antyder imidlertid at den oppvarmende effekten vil utkonkurrere klimaeffekten av økt karbonopptak.



## Tidligere varme perioder og skog

Nye studier i Sibir har konkludert med at det var trær over hele den russiske delen av Arktis i den varme perioden jorda hadde noen få tusen år etter slutten av forrige istid, for om lag 8000-9000 år

siden. Rester av frose trær som fortsatt finnes i disse områdene er klare bevis på at et varmere Arktis gjorde at trær vokste lengre nord enn i dag.



## Skogene i nord

Områder i sentrale og østlige Sibir og nordvestlige Nord-Amerika har de største områdene med naturlig skog på planeten. Tre av fire land med størst skogarealer er i Arktis: Russland, Canada og USA. Skogområder i Arktis representerer om lag 31 prosent av verdens skog - og dekker om lag 17 prosent av jordens landområder.

Barskogene i nord spiller en viktig rolle i vannkretsløpet, og klimaendringer kan forandre slike viktige funksjoner.

## Utfordringer for etablering av skog

Selv om skogområder strekker seg nordover i retning av den arktiske tundraen, er det ikke gitt at forholdene er slik at de innvandrede artene greier å etablere seg der. Uansett vil trærne oppleve en tilpasningsperiode for vekstvilkårene eventuelt blir optimale. Urtørring kan bli et problem fordi trær trenger mer vann enn tundra dekket kan tilby. Vi ser for eksempel at Alberta-gran som er den mest utbredte barskogarten i Nord-Amerika, responderer positivt på oppvarming i fuktig klima. De samme trærne trives dårlig i tørt klima.

Forskning i Alaska og Brooks Ranges har sett på 1500 store trær som vokser på ulike typer underlag, og observasjonene viser at

mer enn 40 prosent responderer negativt på klimaendringer. Om lag 30 prosent responderer positivt.

Amerikansk svartgran er rammet av endret temperatur på flere måter. Når fotosyntesen foregår tidlig på våren mens jorda fortsatt er frosset, vil trærne tørke ut og nålene skades. I tillegg kommer en serie effekter på skog som skyldes at permafrost tiner, at nye våtmarksområder blir etablert, eller at overflaten eroderes.

## Endringer pågår

Mange klimapåvirkninger er i ferd med å bli tydelige i barskogen i Nord-Amerika: Forskere observerer redusert vekst hos enkelte arter og i enkelte områder. Samtidig kan vi se økt vekst andre steder.

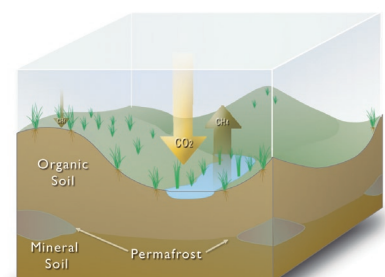
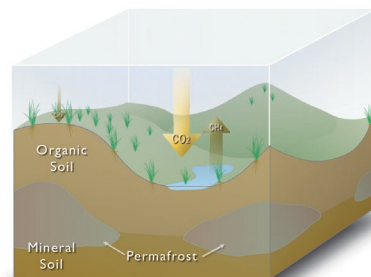
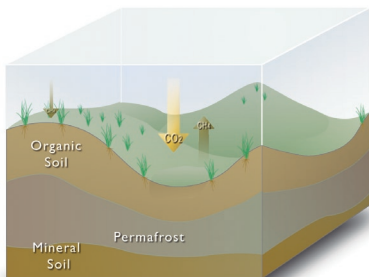
Flere insekter og flere skogbranner kommer høyst sannsynlig som følge av varmere klima. En konsekvens av slike hendelser kan være invaderende nye arter. Økte problemer med barkbiller og larver i gran - og observert og forventede skogbranner i Eurasia - er to viktige eksempler. I unormalt varme somre kan barkbillen gjennomføre livssyklusen sin på halve tiden, og dermed vil populasjonene øke dramatisk. Dette har nylig skjedd i Alaska. Normalt vil trærnes kvaeproduksjon kunne hemme billeangrepene, men når trær er

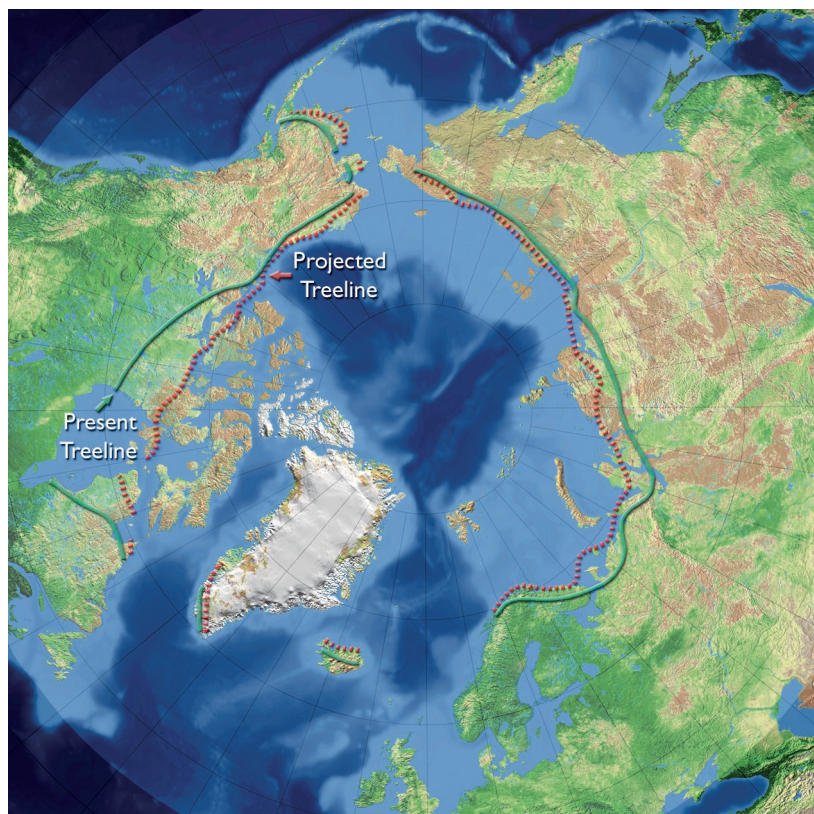
rammet av klimastress på grunn av varme og tørke, øker sjansen for at barkbillen kan gjøre skade.

## Skogbranner

Brann er en viktig påvirkningsfaktor i nordlige skoger, og de økologiske effektene av brannene sprer seg og overskygger påvirkninger fra vind, sykdom og insekter. Områder som brenner i vestlige Nord-Amerika, er doblet de siste tretti årene, og brannene er ventet å øke med opp til 80 prosent de neste 100 årene i oppvarmingsscenarier. Økt forekomst av skogbranner vil øke utslippene av CO<sub>2</sub> og sotpartikler til atmosfæren.

Nord-Norge, Sverige og Finland har områder med ikke-sammenhengende permafrost og små høyder og dammer. Disse områdene har karakteristisk vegetasjon (venstre), og etter hvert som klimaet varmes opp, tiner permafrosten og de våte områdene utvider seg. Mer produktiv vegetasjon tar opp mer CO<sub>2</sub>, men større arealer med vann frigjør også mer metan (midten). Til slutt (høyre) tiner permafrosten helt, og balansen mellom metanfrigjøring og CO<sub>2</sub>-opptak vil da variere med drenering og nedbør.





Tregrensen forflytter seg nordover.

## ACIA:

### Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)

er en utredning der de åtte arktiske landene - Canada, Danmark, Finland, Island, Norge, Russland, Sverige og USA - har gjennomført en omfattende vurdering og analyse av hvilke konsekvenser klimaendringer vil kunne ha for miljø og samfunn i Arktis. Det fire-årige prosjektet er gjennomført i regi av Arktisk Råd, og 250 forskere har deltatt.

## CICERO Senter for klimaforskning:

### CICERO Senter for klimaforskning

ved Universitetet i Oslo har av ACIA Norge fått i oppdrag å utvikle en rekke formidlingstiltak i forbindelse med lanseringen av resultatene fra ACIA-arbeidet. Tiltakene er gjennomført med støtte fra Miljøverndepartementet.

Følgende faktaark er en del av de norske formidlingstiltakene innenfor ACIA-utredningen:

- Hva skjer med klimaet?
- Krise for dyr på isen
- Landskapet endrer seg
- Livsgrunnlaget er truet
- Klimaendringer påvirker bygninger og farbarhet
- Økt temperatur gir nye muligheter

## For mer informasjon:

Vil du vite mer om ACIAs arbeid og om klimaendringer i arktiske områder, ta kontakt med CICEROs informasjonsavdeling, tlf. 22 85 87 50

[www.cicero.uio.no](http://www.cicero.uio.no)  
[www.acia.uaf.edu](http://www.acia.uaf.edu)