

# Klimaendringer på Svalbard: effekter på naturmangfold og konsekvenser for den fremtidige naturforvaltningen

Endre Tvinnereim • Elisabeth Angell • Erik W. Kolstad • Ole A. Brekke • Stehn Mortensen



Uni Research Rokkansenteret, Stein Rokkan senter for flerfaglige samfunnsstudier, har en todelt publikasjonsserie.

Publikasjonsserien redigeres av et redaksjonsråd bestående av forskningsdirektør og forskningsledere.

I rapportserien publiseres ferdige vitenskapelige arbeider, for eksempel sluttrapporter fra forskningsprosjekter.

Manuskriptene er godkjent av redaksjonsrådet, normalt etter en fagfelleevaluering.

Det som utgis som notater er arbeidsnotater, foredrag og seminarinnlegg. Disse godkjennes av prosjektleder før publisering.

ISSN 1503-0946

Uni Research Rokkansenteret  
Nygårdsgaten 112  
5008 Bergen  
Tlf. 55 58 50 00  
E-post: [rokkansenteret@uni.no](mailto:rokkansenteret@uni.no)  
<http://rokkan.uni.no/>

# **Klimaendringer på Svalbard:**

## **effekter på naturmangfold og konsekvenser for den fremtidige naturforvaltningen**

**Delprosjekt: De samfunnsmessige aspektene av  
klimaendringer på Svalbard**

ENDRE TVINNEREIM, ELISABETH ANGELL,  
ERIK W. KOLSTAD, OLE ANDREAS BREKKE  
OG STEHN MORTENSEN

STEIN ROKKAN SENTER FOR FLERFAGLIGE SAMFUNNSSTUDIER

UNI RESEARCH AS, BERGEN

APRIL 2016

**Notat 3 - 2016**

# Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Modellering av fysiske klimaendringer på Svalbard</b> .....	<b>4</b>
2.1 Observerte klimaendringer.....	4
2.2 Klimafremskrivninger.....	7
2.3 Eksisterende regionale klimascenarier .....	9
2.4 Spørsmål som krever mer forskning .....	10
<b>3 Samfunnmessig sårbarhet for klimaendringer</b> .....	<b>11</b>
3.1 Naturlig sårbarhet.....	11
3.2 Samfunnsøkonomisk sårbarhet .....	13
3.3 Institusjonell sårbarhet.....	14
3.4 Spørsmål som trenger mer forskning .....	15
<b>4 Hvilke effekter kan klimaendringene få for næringslivet på Svalbard?</b> .....	<b>16</b>
4.1 Næringslivet på Svalbard .....	17
4.1.1 Gruvedrift.....	18
4.1.2 Reiselivsnæringen .....	19
4.1.3 Høyere utdanning og forskning.....	20
4.1.4 Andre næringer .....	21
4.2 Næringers sårbarhet og klimatilpasning.....	22
4.3 Spørsmål som trenger mer forskning .....	23
<b>5 Effekter av endringer i næringsgrunnlaget</b> .....	<b>24</b>
5.1 Befolkning .....	24
5.2 Forhold til andre land .....	25
5.3 Klimatiltak og etterspørsel etter fossile brennstoffer .....	28
5.4 Spørsmål som trenger mer forskning .....	29
<b>6 Oppsummering av spørsmål som krever mer forskning</b> .....	<b>30</b>
<b>7 Litteraturliste</b> .....	<b>31</b>

# 1 Innledning

Svalbard er en øygruppe i Nordishavet som er en del av kongeriket Norge, uten status som kommune eller fylke. Den største øyen er Spitsbergen (37 814 km<sup>2</sup>), hvor også det meste av menneskelig aktivitet er lokalisert. Det totale landarealet er på 61 022 km<sup>2</sup>, som tilsvarer om lag 16 prosent av det totale landarealet til kongeriket Norge.

I alt 98 prosent av landarealet på Svalbard er villmarkspregede naturområder. Hele 65 prosent av landarealet er vernet, med i alt syv nasjonalparker, seks naturreservat, 15 fuglereservat og et geotop-verneområde (SSB 2014:4). Landarealet øker også som følge av ismeltingen. Om lag 60 prosent av landarealet er dekket av større og mindre isbreer, men disse minsker i størrelse hvert år, og nytt land dukker opp. Middelttemperaturen på Svalbard har økt kraftig de siste årene, fra -7 i 1980 til -3 i 2013.

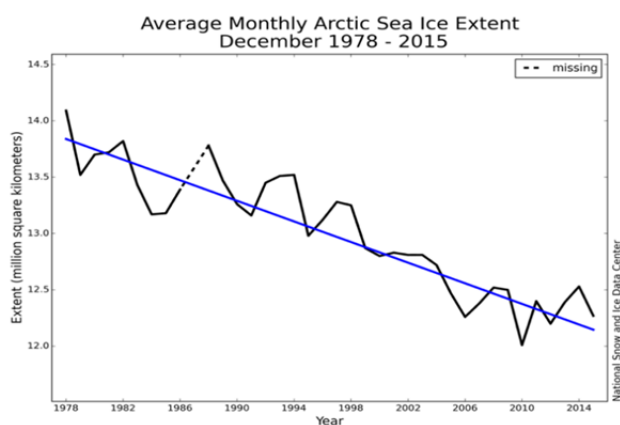
Utslipet av klimagasser på Svalbard har de siste årene ligget på om lag 200 000 tonn CO<sub>2</sub>. Lokal energibruk basert på kull og gruvedriften gjør at Svalbard har et høyt klimautslipp pr beboer på om lag 75 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (SSB 2014: 5) mot ca. 11 tonn pr innbygger på fastlandet.

## 2 Modellering av fysiske klimaendringer på Svalbard

### 2.1 Observerte klimaendringer

Klimaet på Svalbard og i Arktis generelt er i rask endring. Dette er eksemplifisert ved Figur 1, som viser den nedadgående trenden i havis i Arktis.

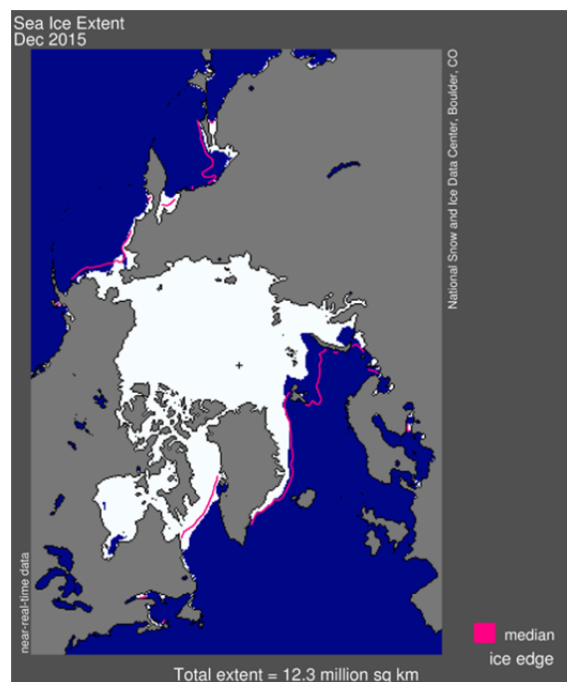
Figur 1. Total havisutbredelse i Arktis i desember for perioden 1978–2015.



Den blå kurven viser den langsiktige trenden. Kilde: National Snow and Ice Data Center, USA

For Svalbard sin del er det signifikant at mye av den langsiktige nedgangen spesielt gjelder for Barentshavet og Framstredet. Desember 2015 er et eksempel på det, som vist i Figur 2.

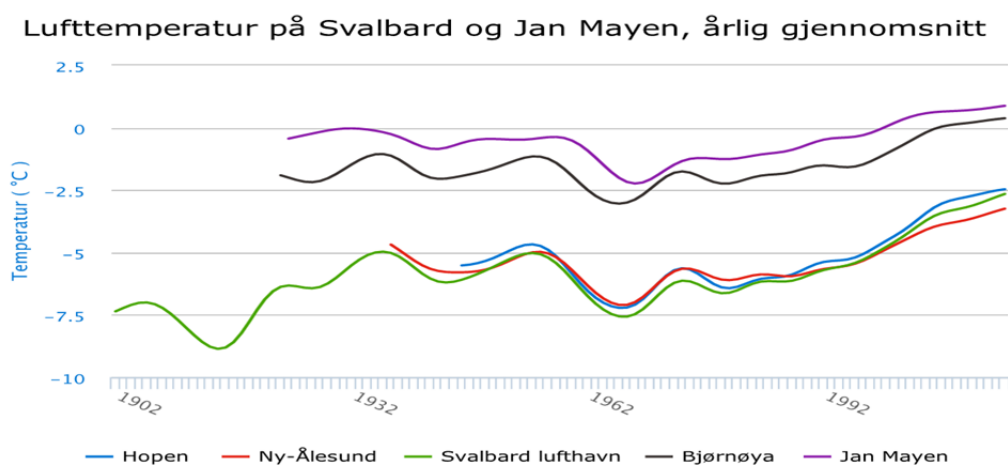
Figur 2. Havisutbredelse i desember 2015.



Medianen for perioden 1978–2015 er vist med en rosa kurve. Kilde: National Snow and Ice Data Center, USA

Det er tydelig at Svalbard ikke var omringet av havis den måneden, slik øygruppen vanligvis er midtvinters. Dette ga seg naturlig nok til kjenne i form av temperaturavvik. På Svalbard Lufthavn var desember 2015 den 61. måned på rad i en oppsiktsvekkende rekke med temperaturer høyere enn normalt. Figur 3 viser årlig middeltemperatur siden ca. år 1900.

Figur 3. Årsmiddeltemperaturer for meteorologiske stasjoner på Svalbard.



Kilde: mosj.no

Temperaturøkningen på Svalbard er ikke unik for de siste tiårene. På Bjørnøya, som ligger ca. 220 km sør-sørøst for Sørkapp, har det blitt gjort observasjoner mer eller mindre sammenhengende siden 1922, og den økende temperaturen er tydelig fra ca. 1960, som vist på Figur 3. Den samme tendensen er tydelig både i Ny-Ålesund og på Hopen (ca. 210 km øst for Sørkapp).

Svalbard har altså opplevd en ekstrem økning i temperaturen gjennom de siste drøyt 50 årene, og det er lite som tyder på at denne trenden vil avta (Førland, Benestad, Hanssen-Bauer, Haugen, & Skaugen, 2011). De største temperaturendringene globalt i løpet av det kommende århundret er forventet å inntreffe i Arktis, grunnet den mekanismen som kalles «arktisk forsterkning». Kort sagt kan dette forklares med at havisen fungerer som et isolasjonslag mellom det relativt sett varme havet og den mye kaldere luften. Dersom havisen forsvinner, er det fritt frem for luften å varmes opp nedenfra av havet, og resultatet blir en voldsom temperaturøkning. Screen & Simmonds (2010) skriver:

The rise in Arctic near-surface air temperatures has been almost twice as large as the global average in recent decades—a feature known as ‘Arctic amplification’. Increased concentrations of atmospheric greenhouse gases have driven Arctic and global average warming; however, the underlying causes of Arctic amplification remain uncertain. [...] [T]he Arctic warming is strongest at the surface during most of the year and is primarily consistent with reductions in sea ice cover. Changes in cloud cover, in contrast, have not contributed strongly to recent warming. Increases in atmospheric water vapour content, partly in response to reduced sea ice cover, may have enhanced warming in the lower part of the atmosphere during summer and early autumn. We conclude that diminishing sea ice has had a leading role in recent Arctic temperature amplification. The findings reinforce suggestions that strong positive ice–temperature feedbacks have emerged in the Arctic, increasing the chances of further rapid warming and sea ice loss, and will probably affect polar ecosystems, ice-sheet mass balance and human activities in the Arctic.-

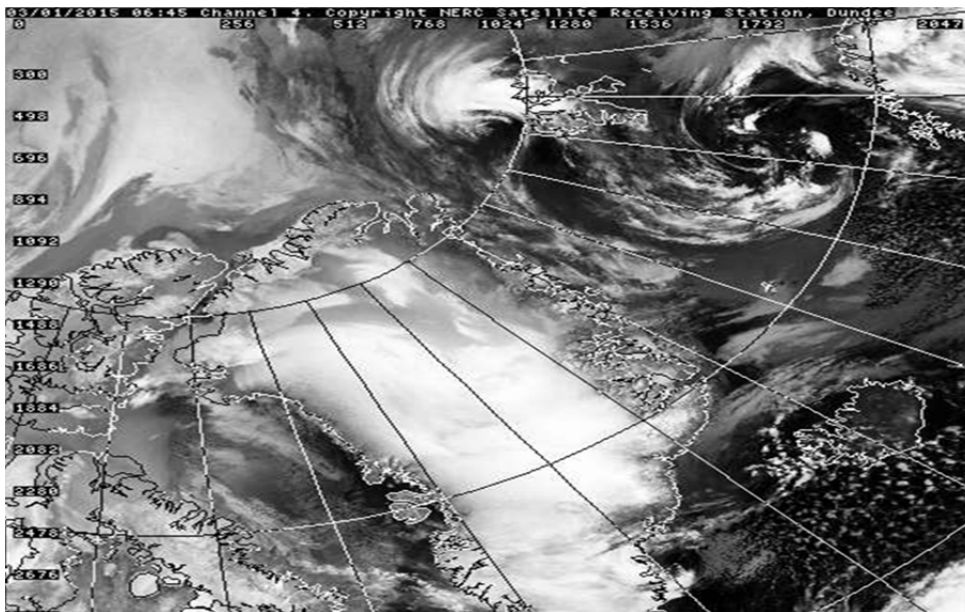
En tilleggsårsak til den arktiske forsterkningen er at temperaturen i Arktis i utgangspunktet er lavere enn i tropene. Dette gjør at en gitt temperaturøkning fører til at mer energi blir strålt ut per enhet oppvarming i tropene enn i Arktis, eller for å sitere Pithan og Mauritsen (2014):

Climate change is amplified in the Arctic region. Arctic amplification has been found in past warm and glacial periods, as well as in historical observations and climate model experiments. [...] [T]he largest contribution to Arctic amplification comes from a temperature feedbacks [sic]: as the surface warms, more energy is radiated back to space in low latitudes, compared with the Arctic. This effect can be attributed to both the different vertical structure of the warming in high and low latitudes, and a smaller increase in emitted blackbody radiation per unit warming at colder temperatures.



Havisen rundt Svalbard har minket dramatisk de siste tiårene, for det meste på grunn av økt varmetransport i havet fra sør (Onarheim, Smedsrud, Ingvaldsen, & Nilsen, 2014). Dette er som nevnt en av de viktigste årsakene til den observerte temperaturendringen. I tillegg har reduksjonen i havis blant annet ført til at polare lavtrykk har blitt observert nord for Svalbard, senest i januar 2015, som vist i Figur 4. Polare lavtrykk kan kun dannes over åpent hav, og nye områder har derfor åpnet seg opp for polare lavtrykk ettersom havisen har trukket seg tilbake.

Figur 4. Et polart lavtrykk nord for Svalbard 3. januar 2015.



Bildet er lastet ned fra Dundee Satellite Receiving Station i Storbritannia.

En reduksjon av havisen rundt Svalbard fører, i tillegg til en direkte oppvarming av luften som en følge av økt varmeoverføring fra havet, og en økt sannsynlighet for polare lavtrykk, til en betydelig økning i fordampningsraten fra havoverflaten, og dermed til høyere sannsynlighet for nedbør. Nedbøren på Svalbard har da også økt, til dels betydelig, i løpet av det siste århundret (Førland et al. 2011).

## 2.2 Klimafremskrivninger

Fremskrivninger ved hjelp av klimamodeller antyder klart at den arktiske oppvarmingen og tilbaketrekningen av havisen forventes å fortsette (Koenigk et al. 2013; Stroeve et al. 2012). Det har vært antydning at Nordpolen kan bli isfri om sommeren allerede ved midten av dette århundret (Liu, Song, Horton, & Hu 2013; Massonnet et al., 2012; Overland & Wang 2013). Denne utviklingen vil føre til store videre endringer på Svalbard.

Klimamodellene er et uvurderlig hjelpemiddel i arbeidet med å fremskrive klimascenarioer. Samtidig er det hevet over tvil at det er store mangler ved klimamodellenes representasjon av havisen i Arktis. Mange av modellene har en urealistisk positiv havis-bias (for mye is) i Barentshavet og området rundt Svalbard i deres representasjon av dagens klima (Holland, Serreze & Stroeve 2010; Maslowski, Clement Kinney, Higgins & Roberts 2012). Dette fører til at mange klimamodeller overestimerer omfanget av den forventede oppvarmingen rundt Svalbard, fordi initialtilstanden er altfor kald (Kolstad & Bracegirdle, 2008). Faktisk er dette et så stort problem at fremskrivninger med klimamodeller ikke kan brukes direkte til å gi fornuftige estimater for fremtidige klimaendringer.

Årsaken til den positive havis-biasen i Barentshavet har mest sannsynlig med modellenes horisontale (Maslowski et al., 2012) og vertikale (Timmermann et al. 2005) oppløsning å gjøre. Det kreves en høy oppløsning for å reprodusere tilførselen av varme havmasser fra lenger sør i Atlanteren, som i stor grad dikterer havisutbredelsen i Barentshavet (Arthun, Eldevik, Smedsrud, Skagseth & Ingvaldsen 2012).

Det finnes noen ulike strategier som er brukt for å redusere de negative virkningene av klimamodellenes bias. Vi skal gå gjennom disse punktvis:

1. Bracegirdle & Stephenson (2012) brukte en lineær regresjonsmodell for å vekte klimamodellene etter deres bias. Med andre ord fikk hver modell en gitt vekt, som var mindre dersom modellens bias var stor, og større dersom modellens bias var mindre. Denne metoden gjorde at den estimerte oppvarmingen i Barentshavsområdet ble redusert med opptil 6 grader i løpet av dette århundret, noe som etter all sannsynlighet er mer realistisk enn den «rå» oppvarmingen fra modellene.
2. Bruyère, Done, Holland, & Fredrick (2013) brukte en modell for biaskorleksjon, hvor modellenes gjennomsnittlige bias (med hensyn på det observerte klima) i løpet av en 20-årsperiode (de brukte 1975–1994), blir kompensert for i modellens fremtidsprosjeksjoner, hvorpå disse blir nedskalert ved hjelp av en regional atmosfæremodell (Rummukainen, 2010).
3. Et alternativ til biaskorleksjon av globale klimamodeller er å bruke en regional modell som består av koblede modeller for atmosfære, hav og havis, der randbetingelsene hentes fra globale klimamodeller. Denne strategien ble brukt av Koenigk, Döscher, & Nikulin (2011), og gav et mer realistisk isdekke i Arktis.

Det er imidlertid problemer med alle disse metodene. Den første metoden er en ren statistisk vektning, og tar ikke hensyn til modellenes kvalitet utenfor Arktis. De to siste metodene lider begge under det faktum at det brukes regionale modeller som ikke samhandler med resten av kloden.

Den mest robuste metoden for å fremskaffe realistiske klimafremskrivninger for Svalbard synes å være å bruke en global modell med høy oppløsning i Arktis. En fornuftig strategi kan være å benytte en global modell med variabelt gitter, som

Model for Prediction Across Scales (MPAS) (Skamarock et al. 2012), som er under utvikling.

En annen utfordring, som gjelder alle lokale klimafremskrivninger, er at den modelleringen som skal gjøres i stor grad avhenger av de spesifikke behovene. Som et eksempel kan vi nevne Hordaland. Vestlandets geografi er preget av høye fjell og lange, smale fjorder. De lokale klimatiske variasjonene er store; det er kun 100 km i luftlinje mellom Haukeland i Masfjorden og Vivali i Eidfjord, men den normale årsnedbøren er på henholdsvis 3537 og 840 mm, en enorm forskjell over en kort geografisk avstand. Dette innebærer at behovene for informasjon om klimaendringer varierer sterkt mellom de ulike delene av fylket. I prosjektet HordaKlim, som er ledet av Erik Kolstad ved Uni Research Klima, er målet å levere nye og oppdaterte nedskalerte klimadata og skreddersy disse til kommuner i Hordaland slik at det blir lettere for dem å tilpasse seg klimaendringene. En viktig del av prosjektet dreier seg om å kommunisere med kommunene for å kartlegge disse behovene. Man skulle tro at en tilsvarende tilnærming ville ha vært relevant for Svalbard. Det vil si å kartlegge behovene for informasjon om fremtiden, for så å utvikle et modellsystem som egner seg best mulig til å dekke disse behovene.

## 2.3 Eksisterende regionale klimascenarier

Scenarier for Svalbard ble utarbeidet gjennom NordACIA-prosjektet rundt 2010. Øseth (2010) konkluderer med 11 nøkkelfunn basert på studier av klimaendringer i et regionalt perspektiv. Av disse 11 er det særlig tre funn som direkte berører samfunnsmessige konsekvenser.

- Nøkkelfunn 9: Infrastrukturen i nord er utsatt
- Nøkkelfunn 10: Naturbaserte næringer får nye muligheter og utfordringer og
- Nøkkelfunn 11: Samfunnet kan og må tilpasse seg.

En egen rapport ser på nedskalerte klimamodeller for det 21.århundre der også Svalbard er tatt med (Førland red 2009). Vi har ikke hatt tilgang til nyere modeller, de kommer først senere i løpet av våren 2016. Klimascenariene for Svalbard (Førland (red) 2009) er oppsummert nedenfor i Tabell 1 og tekstboks.

### Tabell 1 og tekstboks. Tidligere klimascenarier for Svalbard.

**Tabell 8.** Beregninger av endringer i års- og årstidsverdier for temperatur og nedbør fra ulike nedskaleringer. Lyseblå skravur indikerer endring fra 1961–1990 til 2071–2100. Verdiene i tabellen indikerer intervall for geografiske forskjeller, og gir ikke noe estimat for usikkerhet. Det må presiseres at intervallgrensene er basert på ulik detaljeringsgrad i de ulike nedskaleringene.

		Svalbard			Nord-Norge						
		1981–2010	1961–1990	1961–1990	1981–2010	1961–1990	+ 70 år	1961–1990	1961–1990	1961–1990	1961–1990
		2021–2050	2071–2100	2071–2100	2021–2050	2021–2050		2071–2100	2071–2100	2071–2100	2071–2100
Utslippsscenario		IS92a	B2	A1B	IS92a	Flere	Flere	B2	A1B	A1B	Flere
Referanse		A	A	B	A	C	D	A	E	B	C
Temp (°C)	År	1,5–4	3–8	-	1–2	1,9–2,3	2–3	2,5–3,5	2,7–3,2	-	3,4–4,2
	Vår	1,5–4	2–6	6–7	1–1,5	2,1–2,6	2–3	2,5–3,5	2,9–3,3	4–7	3,8–4,7
	Sommer	1–1,5	2–4	2–3	1	1,2–1,6	1,5–2,5	1–2	2,0–2,2	3–4	2,2–2,9
	Høst	2–6	4–8	4–6	1–2	1,9–2,3	2,5–4	2,5–4	3,1–3,5	3–7	3,4–4,1
	Vinter	2,5–8	4–8	6–10	1–2,5	2,3–2,8	2,5–4	2,5–4,5	2,7–3,6	4–11	4,2–5,3
Nedbør (%)	År	10–20	10–40	-	0–10	8,3–10,4	10–20	20–30	11,6–13,6	-	15,3–19,0
	Vår	5–20	10–40	0–30	0–10	5,0–9,5	5–20	20–30	10,0–11,2	5–20	9,1–17,4
	Sommer	0	10–30	10–15	0	7,2–10,5	10–20	10	11,5–12,7	10–15	13,2–19,2
	Høst	10–20	10–40	5–20	0	11,6–14,3	10–20	10–20	18,2–23,3	5–20	21,2–26,3
	Vinter	10–40	0–40	20–50	10–20	6,9–8,5	10–20	20–40	5,5–6,8	10–30	12,7–15,6

**A:** Nedskalering med NorACIA regional klimamodell (se kapittel 4 i denne rapporten)

**B:** Empirisk statistisk nedskalering for NorACIA (se kapittel 4 i denne rapporten)

**C:** Middelfremskrivning «M» for ensemble av nedskaleringer (Hanssen-Bauer et al. 2009, se kapittel 5 i denne rapporten).

**D:** Kombinert analyse av RCM-simulering for åtte globale klimamodeller (Haugen & Iversen 2008)

**E:** Kombinert analyse av RCM-simulering for to globale klimamodeller (RegClim 2005)

**Temperatur:** På Svalbard er økningen i årstemperatur ca 3 grader C i sørvest og ca. 8 grader C i nordøst. Den beregnede oppvarmingen er minst om sommeren og største høst og vinter. ...oppvarmingen i Svalbard-området stort sett ligger i området 2–4 grader C. En vesentlig økning i lufttemperaturen er også beregnet i havområdet mellom Svalbard og Novaja Semlja – spesielt i perioden september–mai. Økningen er størst i områder hvor havisen er erstattet med åpent vann.

**Nedbør:** Økningen i årsnedbør ligger... mellom 10 og 40% på Svalbard, med minst økning i sør og sørvest, og kraftigst økning i nord og nordøst. Beregningene indikerer også en vesentlig prosentvis økning i antall tilfeller av kraftig nedbør (> 20 mm/dag). Det er imidlertid verdt å merke seg at det er relativt få dager med nedbør som overstiger 20 mm i Nord-Norge og spesielt i Svalbard-området. ... Også intensiteten vil øke i slike ekstreme nedbørsperioder.

**Vind:** Estimatenes for endringer i vindforholdene er usikre, og det er store avvik mellom beregninger basert på forskjellige modeller. ... havområdene mellom Svalbard og Novaja Semlja kan få en økning i maksimal vindhastighet på mer enn 10%.

**Snø:** ...snømengden kan øke... også over store deler av Svalbard. Årsaken er at selv om snøsesongen blir kortere i et varmere klima, vil dette kompenseres av en kraftig økning i vinternedbør som snø i disse områdene.

**Havnivå:** Her er det ikke konkretisert tall for Svalbard, pga. stor usikkerhet

Kilde: Førland (2009), s. 49, Tabell 8.

## 2.4 Spørsmål som krever mer forskning

- Fremtidig forskning bør utvikle en global modell med høy oppløsning i Arktis, f.eks. ved hjelp av et variabelt gitter.
- Hvilke typer fremskrivninger og hvilke parametre er mest nyttige for lokale myndigheter i planlegging for fremtidige klimaendringer? (Bygge på HordaKlimastudiene.)

## 3 Samfunnsmessig sårbarhet for klimaendringer

Når det er snakk om samfunnsmessige virkninger av klimaendringer er sårbarhet et ofte brukt begrep. Aall (2011a, 2011b, 2009) splitter sårbarhet i tre:

*Naturlig sårbarhet*, som er klimaparametere slik som nedbør, temperatur, vind og effektparametere slik som avrenning, havnivå og stormflo og indikerer klimapåvirkning på naturen.

*Samfunnsøkonomisk sårbarhet* indikerer samfunnets eksponering for klimapåvirkning, f.eks. omfang og tap av dyrket og dyrkbar jord, kvalitet på og nivå på drift og vedlikehold av fysisk infrastruktur, lokalisering av bygg og infrastruktur.

*Institusjonell sårbarhet* sier noe om en organisasjons institusjonelle kapasitet til å utvikle og gjennomføre en strategi for klimatilpasning, og kan innebære tilgang på kompetanse, administrativ kapasitet, økonomiske ressurser, kunnskap, verktøy og virkemidler til å gjennomføre klimatilpasning.

Med en slik typologisering av sårbarhet vil en få fram at samfunnets klimasårbarhet er en sumeffekt av hvordan både klimaet og samfunnet endrer seg. Også NordACIA-prosjektet benytter en slik tredeling av sårbarhet (Buanes et al. 2009b) samt i en studie av klimaendringer i Hammerfest der nettopp sårbarhet og tilpasningskapasitet er vektlagt (Angell og Stokke 2012 og 2014).

Aall (2011a og 2011b) benytter en rekke ulike indikatorer for å vurdere hver av disse typene sårbarheter. En utfordring er å ha et datagrunnlag som gjør det mulig å operasjonalisere mulige utviklingstrender, dette gjelder for den samfunnsøkonomiske sårbarheten men i enda større grad for den institusjonelle sårbarheten. Videre påpeker Aall (2011a) at både vurderingen av risiko og vurderingen av usikkerhet er fundamentalt i hvordan sårbarheten skal framstilles og i neste omgang for hvordan en tilpasning til denne sårbarheten skal vurderes.

### 3.1 Naturlig sårbarhet

Det er utarbeidet ROS-analyse for Svalbard (Sysselmannen 2013), med plan om revisjon i 2015. Den offentlige versjonen er referert til her. Det er valgt ut tre hovedkategorier i omtalen (naturhendelser, store ulykker og alvorlige, tilsiktede handlinger), med tilhørende risikoområder. Til hvert risikoområde er det utarbeidet tiltak for å redusere risiko. Nedenfor er risikoområdene der det argumenteres direkte med klimaargumenter, uthevet, de øvrige som er tatt med er de risikoområdene som mer indirekte er relatert til klimaspørsmål. I ROS-analysen er det også med risikoområder som ikke er tatt med her fordi de ikke er relatert til klimaspørsmål, f.eks. influensapandemier.

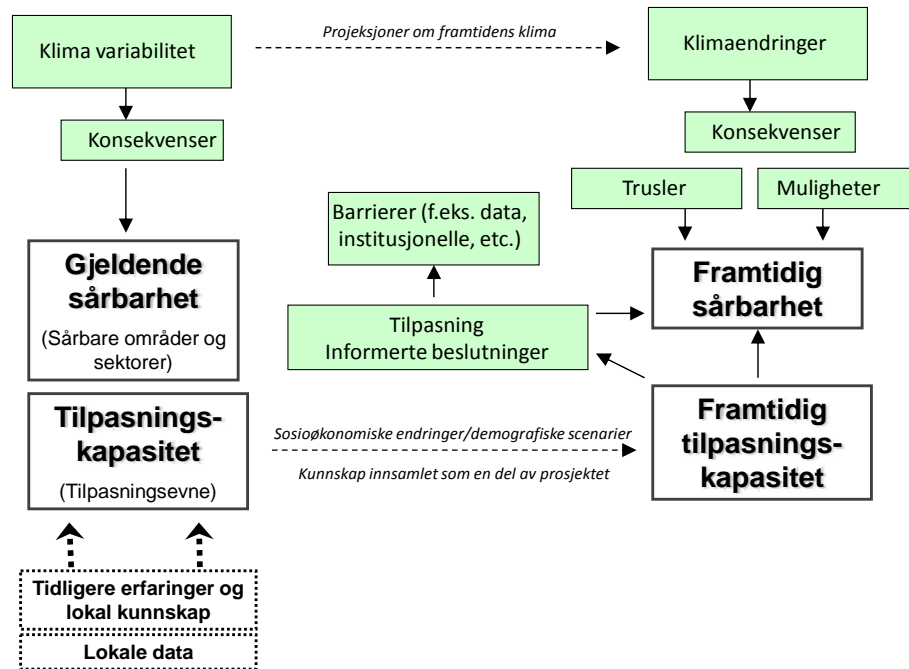
- Naturhendelser
  - **Ekstremvær**
  - Flom
  - Skred
  - Solstorm
- Store ulykker
  - Akutt forurensing
  - Luftfartsulykker
  - **Sjøfartsulykker**
  - Skred- og breulykker
- I tillegg er det med: Kritiske infrastrukturer og kritiske samfunnsfunksjoner
  - Energi

ROS-analysen har også et kapittel som omtaler de mest sentrale aktørene med beredskapsansvar. (Syssemmannen, Longyearbyen sykehus, Longyearbyen lokalstyre, Longyearbyen Røde kors hjelpekorps, Svalbard kirke, lufttransport og Avinor.)

Selve ROS-analysen omtaler direkte klimaendringer noen få steder, under risikoområdet ekstremvær og under sjøfartsulykker. Slik vi forstår det er klimaendringer relevant og mer indirekte omtalt flere andre steder, det gjelder det som er skrevet om flom, skred, solstorm, akutt forurensning, luftfartsulykker, skred- og breulykker og energi. Svalbards beliggenhet, med arktisk klima, gjør jo at det røffe klimaet er og har vært en faktor som har vært høyt i bevisstheten, særlig i spørsmål rundt beredskap. Om risikoområdene som er trukket fram i ROS-analysen skal relateres til de tre sårbarhetsbegrepene overfor vil dette i første rekke dreie seg om naturlig sårbarhet og samfunnsøkonomisk sårbarhet. I liten grad ser det ut for at risiko og sårbarhet er vurdert i forhold til forventninger om framtidig klima og klimaendringer.

I CoastAdapt-prosjektet ([www.coastadapt.com](http://www.coastadapt.com)) ble det utviklet en modell som ble brukt som felles mal og grunnlag for sårbarhetsanalyser i casene som var med. For Norges del var Hammerfest kommune case (Angell og Stokke 2012 og 2014). Denne modellen viser på venstre side tilpasningskapasitet og sårbarhet i forhold til gjeldende situasjon. Høyre side forsøker å illustrere faktorer som må trekkes inn for framtiden, framtidig sårbarhet og tilpasningskapasitet. Utgangspunktet er forventede klimaendringer, her vil (ulike) scenarier være sentralt. Hvilke konsekvenser vil de ulike scenariene kunne ha? Hvilke trusler, muligheter og barrierer kan identifiseres? Hva kan det gi av forventet framtidig sårbarhet og forventet framtidig tilpasningskapasitet?

Figur 5. Modell for gjeldende og framtidig sårbarhet og klimatilpasningskapasitet



Kilde: CoastAdapt-prosjektet.

### 3.2 Samfunnsøkonomisk sårbarhet

Vi vil her særlig se på hvilke effekter klimaendringer vil kunne ha på infrastrukturen på Svalbard. Økonomiske effekter behandles i neste kapittel.

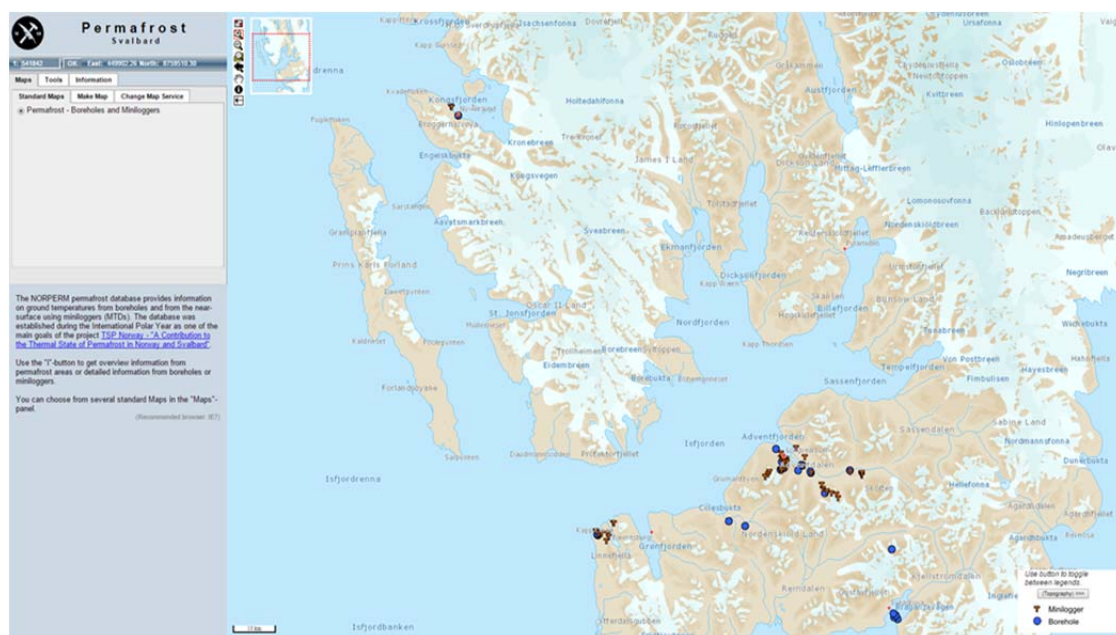
Den generelle akademiske litteraturen på klimatilpasning i arktiske strøk viser til at Arktis er sårbar overfor smeltende permafrost, erosjon i kystområder, havnivåstigning og økning i sykdommer. En litteraturgjennomgang påpeker at sårbarheten i arktiske områder blir sett på som størst i studier som omhandler globale temperaturfremskrivninger. På den annen side har samfunnsvitenskapelige og humanistiske studier påvist stor evne til tilpasning blant mennesker som bor i Arktis (Ford et al. 2015).

Internasjonal litteratur på feltet er bare delvis tilpasset Svalbards situasjon. For eksempel er manglende lokal medbestemmelsesrett sett på som et problem i Norden og Russland når det gjelder samfunnsmessig tilpasning til klimaendringer (Ford et al. 2015). Det vises også til sosioøkonomiske forskjeller og urbefolkningsproblematikk. Om lag 80 prosent av studiene på feltet handler om urfolk (Ford et al. 2015). Dette er ikke relevant for Svalbard, som ikke har en urbefolkning og som heller ikke blir regnet som et livsløpssamfunn. Haverosjon er

også et større problem andre steder enn Svalbard (f.eks. Alaska), selv om det også på Svalbard kan være en utfordring i gitte områder.

Derimot er både havnivåstigning og smeltende permafrost potensielle problemstillinger. Havnivåstigning kan føre til skader på veier, flyplasser, bebyggelse og energiforsyning. Smeltende permafrost kan også skade slik infrastruktur, samtidig som det kan gjøre fjellpartier ustabile og øke faren for ras og steinsprang (Norges Geologiske Undersøkelser, 2009).

*Figur 6: Eksempel på oversikt over NGUs borehull og miniloggere for monitorering av permafrost.*



Kilde: NORPERM; [http://geo.ngu.no/kart/permafrost\\_svalbard/](http://geo.ngu.no/kart/permafrost_svalbard/)

### 3.3 Institusjonell sårbarhet

En institusjonell sårbarhet for Svalbard ligger i overgangen fra ensidig industristed/«company town» til et mer diversifisert og normalisert samfunn med en grad av lokalt selvstyre. Denne overgangen kan ha ført til at oppgaver som tidligere ble utført av Store Norske ikke ble overført til de nye myndighetene.

Ett eksempel kan være avdekket i forbindelse med skredulykken i Longyearbyen i desember 2015. Svalbardpostens redaktør, Eirik Palm uttalte til NRK at rutiner for å vurdere farer f.eks. ved skred forsvant i overgangen fra at det var et ansvar Store Norske fulgte opp til at oppgaver ble overført til Svalbard lokalstyre (Moe 2015).

Etter ulykken har Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utvidet snøskredvarslingen på Svalbard som en prøveordning (NVE, 2016). NVE har også igangsatt arbeid for å kartlegge naturfarer for områder med fast bosetting samt



vurdering av sikringstiltak. Konsekvenser for arealplan og mulig fortetting av bebyggelsen vil også bli vurdert (Longyearbyen lokalstyre 2016).

Justis- og beredskapsdepartementet har bestilt en evaluering av det skredforebyggende arbeidet, beredskapsforberedelser og håndteringen av innsatsen under skredulykken (JD 2016).

### 3.4 Spørsmål som trenger mer forskning

- Vi trenger mer forskning på havnivåstigning, men usikkerhetsintervaller gjør det vanskelig å produsere fremskrivninger som kan ligge til grunn for konkret handling. Hva trenger samfunnet klimafremskrivninger til? En mulighet her er å bygge videre på erfaringer fra HordaKlim-prosjektet.
- Hvilke bidrag kan studiet av Svalbard yte til den akademiske litteraturen om samfunnsmessig tilpasning til klimaendringer i Arktis?
- Hvordan skiller ensidige industristeder/«company towns» seg fra vanlige kommuner når det gjelder beredskap for klimarelaterte og andre negative hendelser? Hvordan kan man sikre erfaringsoverføring og kontinuitet i plan- og beredskapsarbeidet?
- Studere modeller (best practices) for hvordan framtidige forventede klimaendringer kan innarbeides i samfunnsplanleggingen. Svalbard vil være særlig interessant som et studieobjekt i denne sammenheng fordi store klimaendringer forventes.

## 4 Hvilke effekter kan klimaendringene få for næringslivet på Svalbard?

Beliggenheten tatt i betraktning har Svalbard en relativt mangfoldig økonomi med forskning, turisme og kulldrift. Kulldrift og virksomheten til Store Norske Spitsbergen Kulkompani AS (SNSK, heretter Store Norske) er historisk sett den fremste årsaken til bosetting på Svalbard og Longyearbyen, der så godt som alle i norsk området bor. Longyearbyen var tidligere et ensidig industristed og «company town» der Store Norske hadde ansvar for hele samfunnet, og bosetting var avhengig av å ha arbeid i bedriften. Fra 1980-tallet er dette gradvis endret. Store Norske har nå primært fokus på prosjektering og utvinning av kull, mens forvaltningsoppgavene er overtatt av lokale selvstyremyndigheter. Siden 1980-tallet har det også vokst fram flere næringer og tjenestetilbud. Dette viser tabell 2 nedenfor. Fortsatt står bergverk for flest årsverk (345 årsverk i 2013). Bygg og anlegg, varehandel, hotell og restaurant, transport og kommunikasjon, undervisning, helse og sosialtjenester er også viktige næringer. I tillegg viser tabellen at antallet studenter har vært økende det siste tiåret. Studenttallene er tatt med nederst i tabellen selv om de vanligvis ikke regnes med i sysselsettingsstatistikk (dersom de ikke samtidig har lønnet arbeid) (Bjørnsen og Johansen 2013, 2014).

Svalbardsamfunnet har også endret seg, i retning av andre lokalsamfunn på fastlandet, både når det gjelder bredden i tjenestetilbudet og ved at det er innført lokaldemokrati, der innbyggerne velger representanter til lokalstyret. Likevel er arbeid fortsatt en sentral grunn til at folk bor på Svalbard. Myndighetene har ikke lagt til rette for at Longyearbyen skal være et livsløpssamfunn, der en bor hele livet, men et familiesamfunn, slik at de som jobber der kan ha med sine familier. Det innebærer at det er barnehage og skole, samt familieboliger (Bjørnsen og Johansen 2013, 2014).

Tabell 2. Årsverk i Longyearbyen og Svea etter næringsgrupper for 2004–2013.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Jordbruk, skogbruk og fiske</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bergv.drift og utvinning</b>	286	338	384	484	440	396	367	384	404	345
<b>Industri og kraft- og vannforsyning</b>	10	10	13	12	31	35	30	33	33	30
<b>Bygge- og anleggsvirks</b>	226	242	205	222	184	169	159	169	208	211
<b>Varehandel. Rep av kjøretøyer og hush.app</b>	94	105	94	116	106	108	100	106	107	120
<b>Hotell- og restaur.virksomhet</b>	109	112	109	114	157	111	115	154	154	177
<b>Transport og kommunikasjon</b>	190	198	217	227	196	183	172	181	189	195
<b>Eiend.drift, forretn.mess./fin</b>	85	103	140	110	100	84	90	97	127	89
<b>Off.forvaltning</b>	137	135	145	113	77	85	95	101	93	92
<b>Undervisn., helse- og sosialtjenester</b>	116	123	132	176	212	227	182	201	226	224
<b>Andre sosiale og personlige tjenester</b>	11	10	20	25	57	64	54	49	61	60
<b>SUM ekskl. studenter</b>	1264	1376	1459	1597	1560	1460	1363	1474	1601	1544
<b>Studenter</b>	126	126	113	145	122	119	120	151	172	175
<b>Sum inkl. studenter</b>	1390	1502	1572	1742	1682	1579	1483	1625	1773	1719

Kilde: Tabell 2.1 s 34 i Bjørnsen og Johansen 2014, etter Bedriftsundersøkelsen og Statistisk sentralbyrå. Merk at SSBs statistikkbank gir noe lavere tall, vi har ikke forsøkt å finne forklaringen på dette. Derfor er det konsekvent brukt tallene fra Bjørnsen og Johansen (2013, 2014), og vi forstår det slik at disse er konsistente. Tallene her er basert på SSBs standard næringsgruppering (SN) fra 2002.

## 4.1 Næringslivet på Svalbard

Bjørnsen og Johansen (2014, s. 38 og tidligere års studier) benytter seg av en modell med en todeling av næringslivet, såkalt basisnæringer og avledede næringer. Basisnæringene er de næringene som genererer inntekter utenfor regionen og er igjen splittet opp i fem:

- bergverks- og petroleumsvirksomhet
- romrelatert virksomhet, forskning og undervisning
- studenter
- offentlig forvaltning og service og
- reiseliv.

På tross av nedbemanninger i kulldriften, har sysselsettingen på Svalbard økt de senere årene. De største næringsveiene på Svalbard var i 2014 bergverks- og gruvedrift (351 årsverk), overnattings- og serveringsvirksomhet (245 årsverk), bygg – og anlegg (215 årsverk) og undervisning (162 årsverk). I 2014 ble det totalt utført 1629 årsverk på Svalbard, en økning på 2,2 prosent fra 2013 (SSB)

### 4.1.1 Gruvedrift

Utvinning av kull har lenge vært basisnæringen i Svalbards økonomi, og har inntil nylig hatt det største antall årsverk. Sysselsettingen har variert mye, med et tidligere bunnpunkt i 1998 (med 200 ansatte). Nedgangen har hatt sammenheng med dårlig lønnsomhet, redusert aktivitet og omstilling der samfunnsoppgaver er overført til offentlig sektor, og transport, forpleining og anleggsarbeid er skilt ut fra Store Norske. I 2001 åpnet Svea Nord-gruven og det førte igjen til økt aktivitet og sysselsetting. En brann i gruven i 2005 førte til en midlertidig stans, men produksjonen var øktende fram til 2007 (Bjørnsen og Johansen 2014:45f).

Lave markedspriser på kull og lave fraktrater har fra 2014 medført store økonomiske utfordringer for Store Norske, med nedbemanning høsten 2014 som resultat (SNSK, 2014). Kulldriften ble redusert til et minimum. Store Norske ble i 2015 tilført 500 millioner kroner fra staten, der 295 millioner kroner går til kjøp av eiendom og 205 millioner kroner ble gitt som lån (Prop.1S Svalbardbudsjettet 2015–16).

Store Norske står overfor store omstillingsutfordringer. Bedriftens fremtid vil være avhengig av politiske beslutninger. I februar 2016 foreslo regjeringen stopp i driften i Svea-gruven som konsekvens av den dårlige markedssituasjonen (Prop. 52S, 2016). Åpning av Lunckefjell-gruven er også innstilt. Store Norske hadde 206 ansatte ved

slutten av 2015 (Prop. 52S, 2016). Nye anslag tilsier at sysselsettingen i selskapet vil falle til rundt 100 mot slutten av 2016 (Mogård og Eilertsen 2016).

I den russiske bosettingen var gruvedriften en viktig næringsvei fram til slutten på 1990-tallet. I dag er gravene i Pyramiden ca. 50 km fra Longyearbyen blitt museum, og sysselsetter tre personer. Det drives fremdeles gruvedrift i Barentsburg, men også her er virksomheten sterkt redusert.

Omsetningen fra kulldriften på Svalbard har sunket kraftig de siste årene. Fra 2013 til 2014 sank omsetningen med 24,2 prosent til 973 millioner kr. Kulldriften har også relativt sett fått mindre betydning som næringsvei. Mens bergverksdrift og utvinning utgjorde 62,5 prosent av den totale omsetning på Svalbard i 2008, var andelen ned i 27,2 prosent i 2014. Veksten i transport og lagring, teknisk tjenesteyting og overnattings- og serveringsvirksomhet har likevel bidratt til å redusere fallet i samlet omsetning, som i hovedsak skyldes kulldriften. Økte investeringer i andre næringer enn kulldrift indikerer en større satsning på et mer differensiert nærings- og samfunnsliv.

#### 4.1.2 Reiselivsnæringen

I 2013 omsatte reiselivsnæringen på Svalbard for vel 250 millioner kr og stod for vel 200 av de totalt 1500 årsverkene på Svalbard. Antallet gjestedøgn i Longyearbyen har økt fra vel 43 000 i 1999 til 107 000 i 2013 (SSB, 2014:14). Det er særlig norske (80 %) og europeiske turister som besøker Svalbard.

Fra 2013 har Norwegian operert en direkterute til Svalbard. Vel 75.000 passasjerer ankom Svalbard lufthavn i 2013. Cruisetursime har også økt en del i perioden. Både i form av cruiseskip som går til Svalbard, og i form av ekspedisjonscruise som tar med turister på 4–7 dagers tokt rundt øygruppen (SSB 2014).

Turismen kan ha sterkt negative effekter på det arktisk–alpine miljøet på øygruppen, noe som har ført til utarbeidelsen av en forvaltningsplan for turisme (Kaltenborn 2000).

Den økte cruiseturismen rundt Svalbard har også ført med seg at stadig flere områder av øygruppen frekventeres av mennesker, og gjort dyrelivet mindre skjermet fra menneskelig virksomhet. Mens cruiseturistene gikk i land på rundt 100 forskjellige steder i 2000, gikk de i 2013 i land på 220 ulike steder (SSB 2014:15)

En studie blant 13 lokale turistbedrifter viser at de ikke prioriterer strategisk planlegging for en fremtid med endrede værforhold (Kelman et al. 2012). Turistnæringen på Svalbard er preget av små og mellomstore bedrifter. (Kelman et al. 2012).

«less ice in the Arctic Ocean might make the region more accessible to cruise ships, permitting larger volumes of tourists to reach Svalbard and perhaps to spend time in Longyearbyen» (Kelman et al., 2012:102).

Klimaendringene har også potensielt negative effekter på kulturminner på Svalbard (Kelman et al., 2012) (se også Haugen og Mattson 2011, UNESCO 2009).

**Reiseliv** er ikke en avgrenset næring men mange av næringene har reiselivsaktiviteter. Tilreisende legger igjen penger i en rekke virksomheter gjennom varer og tjenester som de etterspør. Feriereiser utgjør ca. 60 prosent av gjestedøgnene, og har vært økende, andelen kurs og konferanser har også økt, på bekostning av yrkesreiser (Bjørnsen og Johansen 2014).

Det er nylig utarbeidet en masterplan for reiseliv for Svalbard (Reiselivsplanen 2015). Denne ser på reiseliv for Svalbard med et bredt utgangspunkt. Planen har identifisert fokusområder og formulert problemer og potensial knyttet til reiselivets videre utvikling på Svalbard. Visjon, mål og strategier utformes og det defineres innsatsområder og hvordan dette skal tas videre. Planen uttrykker et klart ønske om å satse videre på reiseliv, men har ikke vært opptatt av hvordan klimaendringer kan påvirke reiselivsnæringen. Det brukes imidlertid begrepet «bærekraft» der også miljø inngår. Et utgangspunkt i planen er dog at Svalbards natur og klima er en viktig premiss i reiselivsnæringen.

#### 4.1.3 Høyere utdanning og forskning

Romrelatert virksomhet, forskning og undervisning har vært i kraftig vekst siden Universitetssenteret på Svalbard (UNIS) ble etablert i 1993. Flere andre FoU-virksomheter er også lokalisert der, Kongsberg Satellite Service AS (SvalSat), CO2-laboratoriet, Norsk polarinstitutt (NP), Eiscat, Meteorologisk institutt, Svalbard museum og Studentsamskipnaden (Bjørnsen og Johansen 2014).

Universitetssenteret på Svalbard (UNIS) ble grunnlagt i 1993, som en stiftelse opprettet av UiT, NTNU, UiB og UiO. I 2002 ble UNIS omgjort til et statlig aksjeselskap under Kunnskapsdepartementet. Antallet studenter har økt kraftig de senere årene, og nærmere 500 studenter er tilknyttet universitetssenteret i dag, de fleste utenlandske (SSB 2014).

Bjørnsen og Johansen (2013 og 2014) argumenterer for å betrakte **studenter** som en basisnæring, ved at de bidrar i den lokale økonomien med sitt konsum, ved hjelp av lån og stipend fra Statens lånekasse for utdanning, andre lån, oppsparte midler eller gaver, inntekter utenfor Svalbard og deltidsarbeid på Svalbard. Gjennomsnittlig er studentene på Svalbard mellom to uker til seks måneder av gangen, andelen studenter som blir værende lengre (tar hele semester eller hele grader) har også økt. Det rekrutteres studenter fra mange land, f.eks. er 36 nasjoner representert i

2014. Utenom norske studenter kom det flest fra de øvrige nordiske land, Tyskland og Storbritannia (op.cit.).

#### 4.1.4 Andre næringer

**Offentlig forvaltning og service** deles gjerne inn i to kategorier, statlig virksomhet og lokal virksomhet. De statlige oppgavene defineres utfra Svalbardtraktaten og den norske suvereniteten. Lokalstyrets virksomhet er knyttet til offentlig tjenester og administrasjon. Det er gradvis bygd opp en lokal folkevalgt organisasjon på Svalbard og disse har tatt over flere oppgaver som tidligere ble utført av Stor Norske.

**Avledet virksomhet** er de næringene som produserer varer og tjenester for det lokale markedet, lokalbefolkningen og lokalt næringsliv. Avledet virksomhet er for en stor del lokale ringvirkninger av basisnæringene på Svalbard. . Basisnæringene har likevel noe ulike effekter lokalt, avhengig av hvor mye basisnæringene benytter det lokale næringslivet. Bjørnsen og Johansen (2014) beregner ved hjelp av multiplikatorer hvor mye den enkelte basisnæringen gir av avledede aktiviteter, dette summeres så opp og gir det samlede antallet i avledet virksomhet (jf. Tabell 3). Nedenfor tar vi med en framskrivning for basisnæringene og avledede virksomheter samlet, for perioden 2013–2018. Merk imidlertid at antallet sysselsatte i bergverk er langt lavere enn i disse framskrivningene (se avsnitt 4.1.1).

*Tabell 3. Antall årsverk i basisnæringene og avledet virksomhet i hovedalternativet 2013–2018.*

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Vekst i prosent
<b>Statlig virksomhet</b>	109	109	109	109	109	109	0
<b>Lokalstyret</b>	170	167	166	158	155	152	-10,9
<b>FoU</b>	160	165	170	175	180	186	15,9
<b>Studenter</b>	175	180	186	191	197	203	15,9
<b>Bergverk</b>	345	324	255	241	241	230	-33,5
<b>Reiseliv</b>	191	191	191	191	191	191	0
<b>Sum basis</b>	1151	1137	1077	1065	1073	1070	-7
<b>Avledet virksomhet</b>	568	632	565	523	523	518	-8,8
<b>Totalt Longyearbyen og Svea</b>	1719	1769	1642	1589	1597	1589	-7,6

Longyearbyen og Svea Kilde: Tabell 4.3 i Bjørnsen og Johansen 2014, side 61

En viktig forutsetning for basisnæringene på Svalbard er at de er sterkt påvirket av politiske beslutninger, og de fleste er direkte finansiert over offentlige budsjetter. Etter at denne framskrivningen ble gjort har Store Norske hatt økte økonomiske utfordringer og står overfor store omstillingsbehov. Som nevnt ble de tilført 500 mill. kroner i 2015. FoU er i stor grad offentlig finansiert og slik avhengig av de årlige budsjettene, også antallet studenter er avhengig av offentlig finansiering. Imidlertid medfører den økende interessen fra utenlandske forskningsmiljø til at det er mer enn norske forskningspenger som landes på Svalbard. Offentlig virksomhet, både den statlige virksomheten og lokalstyret er også direkte offentlig finansiert over statsbudsjettet. Reiseliv er ikke i samme grad direkte offentlig finansiert. Både ferie- og fritidsmarkedet og kurs- og konferansemarkedet er konjunkturavhengig, imidlertid vil politiske beslutninger som regulerer ferdsel på Svalbard for tilreisende kunne ha stor betydning for hvordan dette markedet utvikler seg videre. F.eks. er det innført miljøbasert NOx-forbud, utvidet forbud mot bruk av tungolje på skip slik at cruiseskip med tungolje om bord ikke kan gå innenfor nasjonalparker. Det er også en utvidet losplikt for skip langs kysten av Svalbard (Masterplan for Svalbard). Våren 2016 skal det legges fram en ny stortingsmelding om Svalbard.

Svalbard næringsforening har i samarbeid med Longyearbyen Lokalstyre tatt initiativ til å få utarbeidet en strategisk næringsplan for Svalbard, planen forelå i april 2014, og har et 20–30 års perspektiv (Svalbard Næringsforening, 2014). Vekstpotensialet anslås for de neste 15–20 årene til å være mellom 220–700 årsverk, der FoU står for størstedelen, (100–300 årsverk). Det er ikke lagt inn vekst, men heller ingen reduksjon innen gruvedrift. Under delkapitlet nye næringer er det tre punkt: støttefunksjoner til olje og gassnæringen, marine ressurser inkludert fiskeri og fangst og «annen virksomhet», med et vekstanslag på mellom 10–100 årsverk.

## 4.2 Næringers sårbarhet og klimatilpasning

Denne delen vil basere seg på mer generelle betraktninger rundt basisnæringene, klimaendringer etter foreliggende scenarier og næringenes klimamessige sårbarhet.

Klimamessig er bruken av kull som energikilde kontroversiell. F.eks. var representanter fra norske miljøorganisasjoner negative til at Store Norske fikk økonomisk hjelp fra staten i 2015 til omstilling. For eksempel skrev Truls Gulowsen fra Greenpeace på Twitter at «reell politikk for omstilling kan ikke utsettes til neste krise» (23.4.2015). Forutsatt forventet endring i temperatur, nedbør, vind og snø (naturlig sårbarhet) kan det tenkes kullnæringen kan bli påvirket i forhold til mer ekstremvær, f.eks. ved frakting av personell (til Svea) og ved utskipping av kull. Imidlertid er kullnæringens framtidige sårbarhet mer knyttet til om og evt. hvilke restriksjoner myndighetene vil legge på næringen utfra klimautslipp ved bruken av



kull. Dette er et eksempel på en institusjonell sårbarhetsfaktor. Når kullnæringen i tillegg har økonomiske utfordringer vil de stå overfor store omstillingsbehov på flere tunge områder samtidig.

**FoU næringen** har vokst på Svalbard. I forhold til forventet endring i temperatur, nedbør, vind og snø (naturlig sårbarhet) kan FoU-infrastrukturen bli mer sårbar, slik at ekstremvær øker slitasjen og ødelegger installasjoner som er bygd opp. Det kan også gjøre påvirke rekrutteringen av FoU-personell til Svalbard. Klimaovervåkning i Arktis er en del av FoU-aktivitetene som drives, og mer fokus på klima kan gjøre det lettere å få i stand mer FoU, og slik sett økte denne næringen i framtiden.

Når det gjelder antallet **studenter**, vil framtidig antall i stor grad være avhengig av hvilke studietilbud og hvor mange studieplasser som er tilgjengelig. Forventede endringer i temperatur, nedbør, vind og snø (naturlig sårbarhet) kan sikkert påvirke hvor attraktivt det er å studere på Svalbard og hvor lenge den enkelte ønsker å bli værende, og vil trolig slå ut begge veier. Studentene er neppe mer sårbare for slike faktorer enn andre tilreisende. Økt oppmerksomhet på klima og klimaendringer kan påvirke interessen for disse spørsmålene og dersom utdanningstilbudet som gis på Svalbard legger til rette for dette, kan det øke studenters interesse av å komme til øya.

**Reiseliv** eller turisme er den eneste av basisnæringene på Svalbard som også er omtalt i NorACIA-prosjektet (f.eks. Buanes et al. 2009, Øseth 2010), der naturbaserte næringer drøftes i forhold til klimatilpasning. Det forventes økende turisme til Svalbard. Klimaendringer med høyere temperatur gir forventning om redusert is i fjordene, det kan gi økt tilgjengelighet, og lengre sesonger. I scenariene forventes økt cruisevirksomhet, med flere passasjerer og økt bruk av landstigningslokaliteter. Dette kan igjen føre til nye utfordringer knyttet til miljøslitasje og slitasje/ødeleggelser av kulturminner. Økt skipstrafikk, både cruisetrafikk og annen trafikk kan medføre økte utfordringer knyttet til beredskap ved ulykker og utslipp. Forventet hyppigere forekomster av ekstremvær forsterker beredskapsutfordringene. Høyere temperaturer vil medføre at vintersesongen blir kortere, og det kan ha betydning for hvor lang periode snøskuterturismen kan pågå. Myndighetene kan gi pålegg og restriksjoner til

#### 4.3 Spørsmål som trenger mer forskning

- Hvordan kan økt tilgjengelighet, kombinert med nye naturfarer, påvirke reiselivsnæringen på Svalbard?

## 5 Effekter av endringer i næringsgrunnlaget

Hvilke endringer i befolkningssammensetning og bosetting kan forventes som resultat av klimaendringene på Svalbard? Hvilke effekter kan forandringene i næringsgrunnlag og befolkning få for Norges forhold til andre land som har underskrevet Svalbardtraktaten, og da særlig Russland?

### 5.1 Befolkning

Svalbard er et av de tynnest befolkede områdene i verden, med 0.04 innbyggere pr km<sup>2</sup> (SSB 2014: s.4). Bosettingen på Svalbard er i all hovedsak konsentrert om to lokalsamfunn: nordmenn i Longyearbyen og ukrainere og russere i Barentsburg. Også de fleste av de øvrige utenlandske statsborgerne er bosatt i Longyearbyen. Det er også omtrent 25 fastboende i Ny-Ålesund. Pr 1. juli 2015 var det 2667 personer registrert bosatt på Svalbard. De fleste, 2189, bodde i de norske bosettingene.

Det har vært en klar nedgang i bosettingen på Svalbard de siste 25 årene. Nedgangen gjelder først og fremst den russiske og ukrainske bosettingen, den norske bosettingen har derimot økt i samme periode.

Kulldriftens dominerende stilling i Svalbardsamfunnets næringsstruktur har bidratt til at den mannlige befolkningen er i klart flertall på Svalbard. Nesten 6 av 10 voksne er menn. Aldersmessig er det en klar overvekt av personer i alderen 25–44 år, og nesten ingen over 70. Det er også svært få ungdommer på Svalbard.

For mange er tilknytningen til Svalbard midlertidig, og knyttet til konkrete arbeidsoppdrag. Det viser seg igjen i husholdningsstrukturen, der enpersonshusholdninger dominerer. Men det er også flere familier bosatt på Svalbard, 25 % av husholdningene er på 3 eller flere personer.

Om lag 20 % av befolkningen flytter inn og ut hvert år, og Svalbard blir gjerne betegnet som et «rotasjonssamfunn». Likevel er det også en viss stabilitet i bosettingen. Om lag ¼ av voksne bosatte i 2014 hadde flyttet til Svalbard før 2005. Det er særlig ansatte i gruvedriften og i lokalforvaltningen som har lang botid.

Veksten i den norske bosettingen på Svalbard skyldes for en del ekspansjonen i nye næringsveier i tillegg til kulldriften. Det gjelder særlig reiselivsnæringen og høyere utdanning og forskning. I siste instans er imidlertid befolkningsutviklingen i den norske delen av Svalbard avhengig mer av norsk statlig politikk enn av beslutninger tatt av private eller offentlige aktører på Svalbard.

## 5.2 Forhold til andre land

Svalbardtraktaten ble underskrevet i 1920 av landene Danmark, Frankrike, Irland, Italia, Japan, Nederland, Norge, Storbritannia, Sverige og USA. Russland er ett av flere land som senere har sluttet seg til traktaten, som nå omfatter 40 land (Jakobsen, 2009). Traktaten gir Norge suverenitet over Svalbard. Samtidig skal alle lands borgere ha samme rett til å utnytte naturressursene og øygruppen skal ikke militariseres.

Jakobsen (2009) hevder at spørsmålet om hvorvidt traktaten også omfatter de maritime sonene utenfor territorialfarvannet er uavklart. Dersom traktaten gjelder kontinentalsokkelen, har andre land enn Norge et krav på å kunne utnytte de økonomiske ressursene i dette større området. Om den ikke gjelder, har Norge full myndighet i disse havområdene, som ellers på norsk kontinentalsokkel. Norsk fiskevernsonene ble opprettet i 1977 rundt Svalbard, men Russland bestrider denne (Osflaten, 2012).

Et kjernesporsmål angår hvorvidt Svalbardtraktaten er begrenset til den økonomiske sonen rundt øygruppen (12 nautiske mil) eller hele kontinentalsokkelen rundt øygruppen (opptil 200 nautiske mil). Havretten har siden 1920 forandret seg betraktelig, med innføring av begreper som økonomiske soner og kontinentalsokkel. Norge har i tråd med denne utviklingen utvidet sitt territorialfarvann til 12 nautiske mil og fiskevernsonene på 200 nautiske mil. Imidlertid er det et tolkningssporsmål om traktatpartnernes rettigheter gjelder kun på land eller også i farvannene rundt Svalbard. Persson (2014) hevder at Norge må dele kontroll også over havområdene med andre land som har underskrevet Svalbardtraktaten, med henvisning til at traktaten «ger de icke-diskriminerande rättigheterna samma geografiska omfattning som Norges suveränitet» (28). Imidlertid er en løsning på dette spørsmålet ikke nært forestående.

Dette spørsmålet vil bli mer aktuelt dersom større havområder rundt Svalbard blir tilgjengelige for fiske, olje/gass, gruvedrift på havbunnen eller annen type næringsvirksomhet. Som Osflaten (2012) skriver:

Svalbardtraktaten er i år 92 år gammel og norsk håndhevelse av deler av traktaten møter kritikk fra de andre traktatpartnerne. Det vil si at en ennå ikke har oppnådd konsensus blant traktatpartnerne om tolkningen av den. Selv om uenigheten har et juridisk uttrykk ligger det i stor grad nasjonale særinteresser bak og hvert land har sin egen agenda i Svalbardspørsmålet. På tross av dette har ikke denne uenigheten manifestert seg i alvorlige internasjonale kriser. Dette kan derimot forandre seg hvis Svalbard og tilhørende havområder blir gjenstand for enda større økonomiske interesser (29).

Samtidig kan det bli mindre aktuelt dersom fornybar energi vokser og fossil energi stagnerer, som resultat av en kombinasjon av teknologisk innovasjon/utbredelse og nye reguleringer av klimagassutslipp som følge av Paris-avtalen av desember 2015.

For eksempel viser en studie av «ubrennbart karbon» at det internasjonale togradersmålet innebærer at arktiske olje- og gassressurser ikke blir utvunnet i typiske scenarier (McGlade and Ekins, 2015). Om dette skrur til ytterligere, til 1,5 grader innen 2100, som vedtatt i Paris, blir fremtiden for olje- og gassutvinning i Barentshavet og rundt Svalbard enda mer usikker.

Selv om kulldriften er lite lønnsom, har Russland en «sterk interesse av et solid nærvær på Svalbard,» noe som er sikkerhetspolitisk begrunnet (Osflaten, 2012: 29). Radikale krefter støtter økte russiske krav på Svalbard, noe som fikk sitt uttrykk da visestatsminister Dmitrij Rogozin avla et uoffisielt og uautorisert besøk på Svalbard i april 2015 (NTB 2015, Barents Observer 2015).

Kullutvinning vil også i de kommende årene være den viktigste økonomiske virksomheten Russland bedriver på Svalbard. Men ifølge Aleskandr Portsel ved Murmansk tekniske statsuniversitet er utsiktene for videre vekst innen kull usikre etter hvert som stadig større deler av russiskeide grunneiendommer vernes av miljøhensyn. Samtidig foreligger det strenge krav til hvor mye kull som må produseres for at gruvedriften skal være sikkerhetsmessig forsvarlig (120 000 tonn årlig, hvorav 40 000 tonn går til eget bruk).

De fleste gruvearbeiderne er også ukrainske statsborgere. Et mulig forskningsspørsmål kunne da være hvorvidt deres ukrainske tilhørighet er kan forvanske arbeidet med å opprettholde en stadig mer krevende gruvedrift med mål om å sikre Russlands geopolitiske interesser, samtidig som det i dag eksisterer store sikkerhetspolitiske spenninger mellom Russland og Ukraina. Norge har ved en rekke anledninger foreslått at Russland skulle avvikle sin gruvevirksomhet og sende spesialistene hjem. Ifølge Russlands konsul til Svalbard har man sett seg nødt til å motsette seg slike oppfordringer hvert eneste år siden 1993 (Portsel 2012:8).

Et mulig fremtidig stridsspørsmål kan dermed være av økonomisk/miljømessig art. Norge kan, med støtte av bl.a. EU, ha interesse av å unngå full utnyttelse av fossile ressurser både på land og i havet rundt Svalbard, gitt at disse ressursene ikke er økonomisk drivverdige og/eller kommer i konflikt med internasjonale klimamål (McGlade og Ekins, 2015). Samtidig kan Russlands sterkere vektlegging av sikkerhetspolitikk over økonomi føre til at landet ønsker mer utvinning enn det Norge gjør. Å tillate russisk utvinning mens norsk utvinning holdes tilbake kan bli en umulig situasjon for norske myndigheter.

På motsatt side kan miljøpolitiske krav bli sett som «et fordekt forsøk på å presse Russland bort fra Svalbard» (Jørgensen, 2013: 340). Russland har tradisjonelt lagt mindre vekt på klimaspørsmål enn de fleste OECD-land (Henry and Sundstrom, 2010). Russiske myndigheter har også tolket internasjonale klimatiltak som en mulig trussel mot landets olje- og gassavhengige økonomi (Kokorin og Korppo 2013). En

russisk analyse, utformet av det ikke-statlige Rådet for forsvars- og utenrikspolitikk, anbefaler at Russland går offentlig ut og fordømmer Norges linje, som angivelig har vært å fortrenge Russland fra Svalbard. Rapporten ser på økte norske miljøkrav som et slikt «påskudd» for å innskrenke muligheten for russisk næringsvirksomhet i området. Denne typen forsøk på å redusere russisk aktivitet på Svalbard ville dermed være i strid med Svalbardtraktaten (Fedorov 2001).

En russisk doktoravhandling (Nabok 2013) fremhever hvordan Svalbards status i mange år har vært preget av lange avstander til sivilisasjonen og et ugjestmildt klima for dem som ønsker å bo der. Isforholdene har begrenset tilgangen for sivile skip og fremmede lands fartøy. Nabok påpeker at ismelting i Arktis i senere år har økt tilgangen til og dermed også interessen for dette området hos langt flere land enn det som før har vært tilfellet. Denne utviklingen må ifølge forfatteren ses i direkte sammenheng med global oppvarming og et ønske om å utvinne ressurser som olje og gass.

Nabok finner at disse forholdene i sin tur vil kunne føre til et høyere konfliktnivå på Svalbard. Siden Russland og Norge har nokså ulike tilnærminger til hvordan man skal organisere utvinning av naturressurser i Svalbard-regionen, mener Nabok det er avgjørende å vie dette problemkomplekset mer oppmerksomhet: Russlands geopolitiske stilling, som det største av de arktiske landene, krever en fornyet forståelse av hvilken rolle de arktiske områdene burde spille for Russlands utvikling, der Russland i større grad blir nødt til å ivareta sine sentrale nasjonale interesser på Svalbard, slik som militær sikkerhet og adgang til viktige fiskeriområder, olje- og gassforekomster (Nabok 2013).

Portsel viser til at i 2007 fikk Svalbard besøk av et statlig arbeidsutvalg, ledet av daværende visestatsminister S.E. Narysjkin. Som en forløper til Rogozins besøk gjennomførte han demonstrativt et statlig kommisjonsmøte på norsk territorium. Som et motsvar mot Norges forslag om å sende hjem russiske spesialister, ble Norge her forelagt økte russiske budsjettbevilgninger til kullutvinning, som med tiden skulle fases ut til fordel for fiskeforedling, turisme og forskningsvirksomhet. Narysjkin understreket at besøket var utelukkende geopolitisk motivert: «Svalbard er for oss et strategisk punkt som gir oss mulighet til å være til stede i den vestlige delen av Arktis. Ifølge avtalens forføyninger er vi forpliktet til å drive næringsvirksomhet her. Gjennom statlig finansiering av infrastruktur ønsker vi å finne frem til de formene for virksomhet som kan drifte seg selv» (gjengitt i Portsel 2012:5).

Russiske investeringer, strategier og satsninger på Svalbard har i liten grad gitt tilfredsstillende resultater, mener Portsel. I likhet med Fjodorov mener han tydelig å kunne observere en tendens fra norsk side til å motarbeide russiske statsborgeres

videre aktivisering både på Svalbards fastland og i de omkringliggende farvannene. Han mener også at det mest anvendte «påskuddet» for denne utviklingen er miljøvern, og skriver: «Ingen er uenig i at naturen på Svalbard er sårbar og at man må være svært varsom når man driver næringsvirksomhet her. Men som G.D. Olejnik [tidligere formann for det som før het Den føderale komiteen for nordområdene og urfolk] bemerker: 'den stadig økende rollen økologi nå spiller i fremveksten av dagens konflikter er meget urovekkende'» (Portsel 2012:19).

### 5.3 Klimatiltak og etterspørsel etter fossile brennstoffer

Menneskeskapte klimaendringer har store konsekvenser for naturmiljøet og på samfunn og infrastruktur. Effekten er ekstra sterk i Arktis. Samtidig har tiltak for å redusere klimagassutslipp og øke bindingen i karbonlagre (*mitigation*) også en effekt på samfunnet så vel som på naturen selv. Særlig gjelder dette sektorer, selskaper og samfunn som er bygd opp rundt produksjon og forbrenning av fossile ressurser som kull, olje og gass. Siden brenning av kull er den største kilden til klimagassutslipp historisk, er begrensninger på fossil energibruk en viktig strategi for å redusere global oppvarming. Dette har i sin tur ført til at land som eksporterer fossil energi har krevd kompensasjon i internasjonale klimaforhandlinger.

I norsk politikk har begrensninger på olje- og gassproduksjon som klimatiltak vært foreslått i den akademiske debatten (Fæhn et al., 2014) men ikke vunnet frem politisk. Imidlertid vedtok Stortinget i 2015 at Statens Pensjonsfond Utland («oljefondet») skulle selge seg ut av kull. Dette uttrekket er understøttet av debatten om karbonbudsjetter og «ubrennbart karbon» (McGlade and Ekins 2015; Meinshausen et al. 2009). Internasjonalt har også flere universitets- og pensjonsfond valgt å selge sine verdipapirer i kull.

Samtidig har kullprisen stadig gått nedover etter finanskrisen i 2008–09. Veksten i Kinas etterspørsel har avtatt, delvis grunnet miljøkrav. USA har fått en oppsving i produksjonen av fossil gass, noe som også har ført til lavere etterspørsel. USA eksporterer derfor mer kull til Europa, noe som har bidratt til lavere europeiske kullpriser.

Kull fra Svalbard er derfor i en vanskelig markedssituasjon. Regjeringen skriver følgende i forbindelse med fremtidsutsiktene for Store Norske:

Det Internasjonale energibyrået IEA og ulike markedsaktører peker på at de lave prisene og svake markedsutsiktene for kull skyldes bl.a. fallende forbruk av kull i USA og EU, utflating av forbruksveksten i Kina og overproduksjon globalt, og at denne situasjonen forventes å vedvare og bli forsterket av klimapolitikk og økt konkurranse fra fornybar energi (Prop. 52S, 2016:1–2).

Klimahensyn er dermed en av flere grunner til at kullindustrien på Svalbard går en usikker fremtid i møte. Norske myndigheter har derfor i en årrekke støttet andre måter å opprettholde bosetningen på.

#### 5.4 Spørsmål som trenger mer forskning

- Nedskalering av fremtidige energiscenarier for norske arktiske forhold. En slik studie vil kunne antyde hvor stor plass kull fra Svalbard vil kunne ha i fremtidige karbonbudsjetter (Meinshausen et al., 2009). Scenarier for forskjellige energipriser og med/uten karbonfangst og -lagring kan være relevante.
- Effekter av et 1.5-gradersmål for arktiske fossile ressurser, både kull på Svalbard og olje og gass i Barentshavet.
- Muligheter for sammenfallende norske og russiske økonomiske interesser på og rundt Svalbard, og mulige økonomiske konflikter (jf. Osflaten 2012).

## 6 Oppsummering av spørsmål som krever mer forskning

- Fremtidig forskning bør utvikle en global modell med høy oppløsning i Arktis, f.eks. ved hjelp av et variabelt gitter.
- Hvilke typer fremskrivninger og hvilke parametre er mest nyttige for lokale myndigheter i planlegging for fremtidige klimaendringer? (Bygge på HordaKlim-studiene.)
- Vi trenger mer forskning på havnivåstigning, men usikkerhetsintervaller gjør det vanskelig å produsere fremskrivninger som kan brukes som grunnlag for handling. Hva trenger samfunnet klimafremskrivninger til? Besvarelser på dette spørsmålet vil kunne bygge på HordaKlim-piloten.
- Hvilke bidrag kan studiet av Svalbard yte til den akademiske litteraturen om samfunnsmessig tilpasning til klimaendringer i Arktis?
- Hvordan skiller ensidige industristeder/«company towns» seg fra vanlige kommuner når det gjelder beredskap for klimarelaterte og andre negative hendelser? Hvordan kan man sikre erfaringsoverføring og kontinuitet i plan- og beredskapsarbeidet?
- Studere modeller (best practices) for hvordan framtidige forventede klimaendringer kan innarbeides i samfunnsplanleggingen. Svalbard vil være særlig interessant fordi store klimaendringer forventes.
- Nedskalering av fremtidige energiscenarier for norske arktiske forhold. En slik studie vil kunne antyde hvor stor plass kull fra Svalbard vil kunne ha i fremtidige karbonbudsjetter (Meinshausen et al., 2009). Scenarier for forskjellige energipriser og med/uten karbonfangst og –lagring kan være relevante.
- Effekter av et 1.5-gradersmål for arktiske fossil ressurser, både kull på Svalbard og olje og gass i Barentshavet.
- Muligheter for sammenfallende norske og russiske økonomiske interesser på og rundt Svalbard, og mulige økonomiske konflikter (jf. Osflaten 2012).



## 7 Litteraturliste

- Aall, C. (red.) (2011a): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur*. Delrapport 3: Egne analyser av sårbarhet overfor klimaendringer belyst med eksempler fra ulike kommuner. Vestlandsforskning Rapport nr. 1/2011. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Aall, C. (red.). (2011b): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur*. Sluttrapport. Vestlandsforskningsrapport nr. 4/2011. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Aall, C. et al. (2009): *Lokal sårbarhet for klimaendringer*. Vestlandsforskningsrapport nr. 6/2009. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Angell, E. og K.B. Stokke (2012): *Climate changes – Vulnerability and adaptation – The Coast Adapt-project in Hammerfest*. Norut Alta Report 2012:3
- Angell, E. og K.B. Stokke (2014): «Vulnerability and adaptation capacity in Hammerfest– Norway»» *Ocean and Coastal Management*. Vol 94 p 56–65.
- Barents Observer (2015): *Strong Norwegian reaction to Rogozin's Svalbard tour*. Barents Observer, <http://barentsobserver.com/en/politics/2015/04/strong-norwegian-reaction-rogozins-svalbard-tour-18-04> (lastet 11.2.2016).
- Bjørnsen, H.M. og S. Johansen (2013): *Samfunns- og næringsanalyse for Svalbard 2013*. Norsk institutt for by- og regionsforskning, rapport 2013:26.
- Bjørnsen, H.M. og S. Johansen (2014): *Samfunns- og næringsanalyse for Svalbard 2014*. Norsk institutt for by- og regionsforskning, rapport 2014:26..
- Bracegirdle, T.J. og Stephenson, D.B. (2012): «Higher precision estimates of regional polar warming by ensemble regression of climate model projections» *Climate Dynamics*, 39, 2805–2821. doi:10.1007/s00382-012-1330-3
- Bruyère, C.L., J.M. Done, G.J. Holland og S. Fredrick, (2013): «Bias corrections of global models for regional climate simulations of high-impact weather» *Climate Dynamics*, 1–10. doi:10.1007/s00382-013-2011-6
- Buanes A., J.Å. Riseth og E. Mikkelsen (2009a): *Effekter på folk og samfunn. Klimaeninger i norsk Arktis*. NorACIA delutredning 4. Norsk Polarinstitut, Rapportserie 131
- Buanes A, J.Å. Riseth og E.Mikkelsen (2009b): *Tilpasning og avbøtende tiltak. Klimaeninger i norsk Arktis*. NorACIA delutredning 5. Norsk Polarinstitut, Rapportserie 132

- Fedorov A. (2001): *Interesy Rossii na Severe Evropy: V tsjom oni?* [Russlands interesser i Nord-Europa: Hva består de i?]. SVOP – Rådet for utenriks- og forsvarspolitik] (lastet 11.2.2016).
- Ford, J.D., G. McDowell og T. Pearce (2015): «The adaptation challenge in the Arctic» *Nature Clim. Change* 5: 1046–1053.
- Fæhn, T., C. Hagem, L. Lindholt et al. (2014): *Climate policies in a fossil fuel producing country-demand versus supply side policies.*
- Førland, E.J. (red) (2009): *Klimautvikling i Nord-Norge og på Svalbard i perioden 1900–2100.* Klimaendringer i norsk Arktis – NorACIA delutredning 1. Rapportserie 135.
- Førland, E.J., R. Benestad, I. Hanssen-Bauer, J.E. Haugen og T.E. Skaugen (2011): *Temperature and Precipitation Development at Svalbard 1900–2100.* Advances in Meteorology, 2011. doi:10.1155/2011/893790.
- Haugen, A. og J. Mattsson (2011) «Preparations for climate change's influences on cultural heritage.» *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 3.4:386–401.
- Henry, L.A. og L.M. Sundstrom (2010): Russia and the Kyoto Protocol: from hot air to implementation? In: Harrison K and Sundstrom LM (eds) «Global commons, domestic decisions: the comparative politics of climate change» *MIT Press*, 105–137.
- Holland, M., M. Serreze og J. Stroeve (2010): «The sea ice mass budget of the Arctic and its future change as simulated by coupled climate models» *Climate Dynamics*, 34, 185–200.
- Jakobsen, K.G. ( 2009): *Gjelder Svalbardtraktaten også økonomisk sone og kontinentalsokkel?*
- Justis- og beredskapsdepartementet (JD). (2016): Oppdragsbrev nr. 2: Evaluering – *Skredulykken på Svalbard i desember 2015.*
- Jørgensen, J.H. (2013): «Hvor normalt kan Svalbard bli? Et lite stykke Russland i møte med norsk forvaltning» *Nordisk Østforum* 27: 327–351.
- Kaltenborn, B.P. (2000): «Arctic–Alpine Environments and Tourism: Can Sustainability be Planned?» *Mountain Research and Development* 20: 28–31.
- Kelman, I., T. Rauken og G. Hovelsrud (2012): *Local Business Perceptions of Weather Impacts on Tourism in Svalbard, Norway.* Northern Review.

- Koenigk, T., L. Brodeau, R. Graversen, J. Karlsson, G. Svensson, M. Tjernström, K. Wyser (2013): «Arctic climate change in 21st century CMIP5 simulations with EC-Earth» *Climate Dynamics*, 40, 2719–2743. doi:10.1007/s00382-012-1505-y
- Koenigk, T., R. Döscher, og G. Nikulin (2011): «Arctic future scenario experiments with a coupled regional climate model» *Tellus A*, 63, 69–86. doi:10.1111/j.1600-0870.2010.00474.x
- Kokorin A og A. Korppo (2013): *Russia's Post-Kyoto Climate Policy. Real Action or Merely Window-Dressing*. Fridtjof Nansen Institute.
- Kolstad, E.W. og T.J. Bracegirdle (2008): «Marine cold-air outbreaks in the future: an assessment of IPCC AR4 model results for the Northern Hemisphere» *Climate Dynamics*, 30(7–8), 871–885.
- Liu, J., M. Song, R.M. Horton og Y. Hu (2013): «Reducing spread in climate model projections of a September ice-free Arctic» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (31), 12571–12576. doi:10.1073/pnas.1219716110
- Longyearbyen lokalstyre. (2016): *Informasjon fra møter med Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)*. <http://www.lokalstyre.no/informasjon-fra-moeter-med-norges-vassdrags-og-energidirektorat-nve.5835242-209814.html> (lastet 26.2.2016).
- Maslowski, W., J. Clement Kinney, M. Higgins og A. Roberts (2012): «The future of Arctic sea ice» *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 40, 625–654.
- Massonnet, F., T. Fichefet, H. Goosse, C.M. Bitz, G. Philippon-Berthier, M. Holland, og P.-Y. Barriat (2012): «Constraining projections of summer Arctic sea ice» *The Cryosphere*, 6(6), 1383–1394. doi:10.5194/tc-6-1383-2012
- McGlade, C. og P. Ekins (2015): «The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 [deg]C» *Nature* 517: 187–190.
- Meinshausen, M., N. Meinshausen, W. Hare, et al. (2009): «Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 C» *Nature* 458: 1158–1162.
- Moe, A. (2015): «– Rutinene med å undersøke fare forsvant for flere år siden» NRK Troms nettsider. [http://www.nrk.no/troms/\\_-rutinene-med-a-undersoke-fare-forsvant-for-flere-ar-siden-1.12750500](http://www.nrk.no/troms/_-rutinene-med-a-undersoke-fare-forsvant-for-flere-ar-siden-1.12750500) (lastet 25.2.2016).
- Mogård, L.E. og M. Eilertsen. (2016): *Vil redde bosettinga på Svalbard*. NRK Troms nett, 26.2.2016. <http://www.nrk.no/troms/vil-redde-bosettinga-pa-svalbard-1.12821951>
- Nabok, S.D. (2013): *Arkipelag Sjpitsbergen v resursnoj politike Rossii i Norvegii v XX veke* [Øygruppen Svalbard i russisk og norsk ressurspolitikk i det 20. århundre] <http://search.rsl.ru/ru/catalog/record/5542580>

- Norges Geologiske Undersøkelse. (2009): *NORPERM permafrost database*.
- NTB (2015): *Sanksjonsrammet russer på Svalbard-besøk*. [http://www.nrk.no/urix/\\_-sanksjonsrammet-russer-pa-svalbard-besok-1.12317281](http://www.nrk.no/urix/_-sanksjonsrammet-russer-pa-svalbard-besok-1.12317281) (lastet 11.2.2016).
- NVE (2016): *Snøskredvarsler for Nordenskiöld land på Svalbard*. <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-hydrologi/snoskredvarsler-for-nordenskioldland-pa-svalbard/> (lastet 26.2.2016).
- Onarheim, I.H., L. H. Smedsrud, R.B. Ingvaldsen og F. Nilsen (2014): *Loss of sea ice during winter north of Svalbard*. Tellus A; Vol 66.
- Osflaten A. (2012): *Svalbardtraktaten: norsk handlingsrom i lys av russisk Svalbardpolitikk*.
- Overland, J.E., og M. Wang (2013): «When will the summer Arctic be nearly sea ice free?» *Geophysical Research Letters*, 40(10), 2097–2101. doi:10.1002/grl.50316
- Persson, V. (2014): *Iskallt begär: Svalbardtraktaten–Vem har rätt till Svalbards olja?*
- Pithan, F. og T. Mauritsen (2014): «Arctic amplification dominated by temperature feedbacks in contemporary climate models» *Nature Geoscience*, 7(3), 181–184.
- Portsel, A.K. (2012): *Rossija ostajotsja na Sjpitsbergene* [Russland blir værende på Svalbard], *Arktika i Sever* (9), <http://narfu.ru/upload/iblock/6a4/03.pdf>
- Proposisjon 52S. (2016): *Endringer i statsbudsjettet 2016 under Nærings- og fiskeridepartementet* (Store Norske Spitsbergen Kulkompani AS– rammer for kullvirksomheten). Tilråding fra Nærings- og fiskeridepartementet 5. februar 2016, godkjent i statsråd samme dag.
- Proposisjon 1S (2015–2016) Svalbardbudsjettet (2016): Justis- og beredskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-sva-20152016/id2455596/>
- Reiselivsplan (2015): Masterplan Svalbard mot 2025 etter «hvitebok for reisemålsutvikling». Sysselmannen
- Rummukainen, M. (2010): «State-of-the-art with regional climate models» Wiley Interdisciplinary Reviews: *Climate Change*, 1, 82–96.
- Screen, J.A. og I. Simmonds (2010): *The central role of diminishing sea ice in recent Arctic temperature amplification*. *Nature*, 464, 1334–1337. doi:[http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7293/supinfo/nature09051\\_S1.html](http://www.nature.com/nature/journal/v464/n7293/supinfo/nature09051_S1.html)
- Skamarock, W.C., J.B. Klemp, M.G. Duda, L.D. Fowler, S.-H. Park og T.D. Ringler (2012): *A Multiscale Nonhydrostatic Atmospheric Model Using Centroidal Voronoi Tessellations and C-Grid Staggering*. *Monthly Weather Review*, 140(9), 3090–3105. doi:10.1175/MWR-D-11-00215.1

- Statistisk Sentralbyrå. (2014): *Dette er Svalbard 2014*. (<http://ssb.no/svalbard>)
- Strategisk næringsplan for Svalbard 2014. <http://www.lokalstyre.no/strategisk-naeringsplan.331278.no.html>
- Stroeve, J.C., V. Kattsov, A. Barrett, M. Serreze, T. Pavlova, M. Holland og W.N. Meier (2012): *Trends in Arctic sea ice extent from CMIP5, CMIP3 and observations*. *Geophysical Research Letters*, 39, L16502. doi:10.1029/2012GL052676
- Svalbard Næringsforening. (2014): *Strategisk næringsplan for Svalbard 2014 – Sentrum i det nye Arktis*. <http://www.lokalstyre.no/strategisk-naeringsplan.331278.no.html> , lastet 26.2.2016.
- Syssemmannen (2013): Svalbard Risiko-og sårbarhetsanalyse. Offentlig versjon, <http://www.syssemmannen.no/Nyheter/Risiko-og-sarbarhet-er-analysert/>
- Timmermann, R., H. Goosse, G. Madec, T. Fichefet, C. Ethe og V. Duliere (2005): «On the representation of high latitude processes in the ORCA-LIM global coupled sea ice–ocean model» *Ocean Modelling*, 8(1), 175–201.
- Øseth, E. (2010): *Klimaendringer i norsk Arktis – Konsekvenser for livet i nord*. Norsk Polarinstitutt Rapportserie 136.
- SNSK (2014): Årsberetning <http://www.snsk.no/arsberetning-og-regnskap.148181.no.html>
- Årthun, M., T. Eldevik, L.H. Smedsrud, Ø. Skagseth og R.B. Ingvaldsen (2012): «Quantifying the influence of Atlantic heat on Barents sea ice variability and retreat» *Journal of Climate*, 25(13), 4736–4743.