



**VESTLANDSFORSKING**



**VF-rapport 15/03**

# **Indikatorer for vurdering av lokal klimasårbarhet**

**Sogndal/Oslo**

**Carlo Aall, Ingrid T. Norland**

# VF Prosjektrapport

<b>Rapport tittel</b> Indikatorer for vurdering av lokal klimasårbarhet	<b>Rapportnr.</b> 15/03
	<b>Dato:</b> 01.12.03
	<b>Gradering:</b> Åpen
<b>Prosjekt tittel</b> Sosioøkonomiske effekter av klimaendringer i Norge	<b>Antall sider:</b> 130
	<b>Prosjektnr.:</b> 2204
<b>Forskere</b> Carlo Aall og Ingrid T. Norland	<b>Prosjektansvarlig</b> William Lafferty (ProSus)
<b>Oppdragsgiver</b> ProSus, finansiert av Norges Forskningsråd via CICERO	<b>Emneord</b> Klimaeffekt, institusjonell endring, indikatorer, drivhuseffekten
<b>Sammendrag</b> <p>Rapporten presenterer en todelt modell for lokale klimasårbarhetsindikatorer: et grovmasket indikatorsett basert på nedskalering av globale og nasjonale data med formål å klassifisere kommuner etter antatt klimasårbarhet, og en mer detaljert og nedenfra-og-opp indikatormodell ment til bruk i de kommunene som er antatt å være mest sårbare. Dette siste settet er ment å brukes i lokale beslutninger omkring klimatilpasning..</p>	
<b>Andre publikasjoner fra prosjektet</b> <p>Teigland, J. (2002): <i>Sosioøkonomiske effekter av ekstremt vær i Norge - en studie av effekter i tid og rom av nyttårsorkanen 1992</i>. VF-rapport 2/02. Sogndal: Vestlandsforskning.</p> <p>Teigland, J. (2002): <i>Hvordan vær og klima påvirker reiselivs- og rekreasjonsatferd - en internasjonal kunnskapsoversikt</i>. VF-rapport 11/02. Sogndal: Vestlandsforskning.</p> <p>Aall, C., Groven, K. (2003): <i>Institusjonell respons på klimaendringer. Gjennomgang av hvordan fire institusjonelle systemer kan bidra i arbeidet med å tilpasse samfunnet til klimaendringer</i>. VF-rapport 3/03. Sogndal: Vestlandsforskning.</p> <p>Teigland, J. (2003): <i>Klimaendring og norsk reiseliv. Er sommerturismen på Vestlandet klimafølsom?</i> VF-rapport 6/03. Sogndal: Vestlandsforskning.</p> <p>Lindseth, G. (2003): <i>Climate Adaptation and Mitigation Strategies at the Regional and Local Level of Governance: Key Aspects and Considerations for Climate Adaptation in Norwegian Municipalities</i>. Oslo: ProSus.</p>	
<b>ISBN nr</b> 82-7480-136-9  <b>ISSN:</b> 0806-8992	<b>Pris</b>  150 kr

## **Forord**

Rapporten inngår i et tverrinstituttprosjekt ”Climate Change in Norway: An Analysis of Economic and Social Impacts and Adaptations”, og er gjort som et underoppdrag for forskningsprogrammet ProSus ved Senteret for utvikling og miljø, Universitetet i Oslo.

Takk til Karl Georg Høyen og Kyrre Groven ved Vestlandsforskning, Lars Otto Næss og Guri Bang ved CICERO og Torill Hanssen-Bauer ved Meteorologisk institutt for nyttige innspill.

Sogndal 22.12.03

Carlo Aall

Oslo 22.12.03

Ingrid T. Norland

# Innhold

<b>LISTE OVER TABELLER .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTE OVER FIGURER .....</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>7</b>
<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>14</b>
<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>22</b>
<b>2. INSTITUSJONER OG KLIMATILPASNING.....</b>	<b>27</b>
2.1 KLIMA, INSTITUSJONELL SÅRBARHET OG OM DET Å BINDE SAMMEN DET GLOBALE OG DET LOKALE .....	27
2.2 LOKALE INSTITUSJONELLE SYSTEMER.....	32
2.3 LOKAL MILJØVERNFORVALTNING SOM NØKKELINSTITUSJON.....	34
<b>3. KLIMAMODELLER OG USIKKERHET.....</b>	<b>39</b>
3.1 GLOBALE KLIMAMODELLER .....	39
3.2 REGCLIM – SCENARIEUTVIKLING FOR NORDEN .....	40
3.3 MULIGHETER FOR LOKAL NEDSKALERING.....	43
<b>4. SKISSE TIL ET LOKALT INDIKATORSYSTEM FOR KLIMATILPASNING.....</b>	<b>50</b>
4.1 MILJØ- OG BÆREKRAFTINDIKATORER .....	50
4.2 NORSKE FORSØK MED LOKALE MILJØ- OG BÆREKRAFTINDIKATORER .....	55
4.3 FORSØK PÅ Å UTVIKLE LOKALE INDIKATORER PÅ KLIMAOMRÅDET.....	59
4.4 OPPBYGGING AV ET LOKALT INDIKATORSYSTEM FOR KLIMATILPASNING .....	66
<b>5. GJENNOMGANG AV KONKRETE INDIKATORER.....</b>	<b>71</b>
5.1 NATURLIG FYSISK SÅRBARHET.....	71
5.2 NATURLIG BIOLOGISK SÅRBARHET .....	83
5.3 SAMFUNNSØKONOMISK SÅRBARHET I FORHOLD TIL KLIMAPOLITIKK .....	90
5.4 SAMFUNNSØKONOMISK SÅRBARHET I FORHOLD TIL KLIMAENDRINGER .....	94
5.5 INSTITUSJONELL SÅRBARHET .....	102
<b>6. DRØFTING AV FORUTSETNINGER FOR BRUK AV DET FORESLÅTTE INDIKATORSYSTEMET .....</b>	<b>107</b>
6.1 EN TODELT INDIKATORMODELL .....	107
6.2 PÅ TVERS OG PÅ LANGS – OM KOBLINGEN MELLOM NASJONALE OG LOKALE SÅRBARHETSVURDERINGER.....	113
6.3 SAMSPILL- OG SUMEFFEKTER .....	115
6.4 LOKAL KLIMAPOLITIKK SOM FØRE-VAR POLITIKK.....	117
6.5 OM BRUK AV INDIKATORMODELLEN I LOKALT KLIMAARBEID .....	120
<b>REFERANSER .....</b>	<b>123</b>

## LISTE OVER TABELLER

Tabell 1: Aktuelle klimaparametere, og justeringsmuligheter, ved nedskalering av sårbarhet for klimaendringer på kommunenivå .....	49
Tabell 2 Typiske forskjeller mellom "ovenfra-og-ned" og "nedenfra-og-opp" baserte indikatorsystemer .....	54
Tabell 3 Eksempler på sårbarhetsindikatorer hentet fra "Environmental Vulnerability Index" (Kaly mfl 2003) .....	55
Tabell 4 Eksempel på lokalt klimaregnskap generert av SFTs klimakalkulator: Sogndal kommune for år 2000, tonn CO <sub>2</sub> -ekvivalenter.....	59
Tabell 5 Forslag til lokale indikatorer for klimatilpasning (O'Brien mfl 2003) .....	64
Tabell 6: Eksempel på andel dyrka mark etter erosjonsrisikoklasser på kommunenivå (Nannestad kommune).....	79
Tabell 7: Forholdet mellom fysiske prosesser og klimapådriv – forslag til indikatorer.....	81
Tabell 8: Indikatorer for overvåking av det biologiske mangfoldet (Direktoratet for naturforvaltning).....	85
Tabell 9 En rangering av ulike sektors økonomiske bæreevne til å tåle klimaavgifter og/eller gjennomføre egne klimatilta (lavest indeks indikerer mest sårbare næringer).....	91
Tabell 10 Andel sysselsatte innen ulike næringer, eksempel for Sogndal (2001).....	92
Tabell 11 Utslipp av karbondioksid fra transport etter utført transportarbeid (Holtskog og Rypdal 1997) .....	93
Tabell 12 Utslipp av klimagasser fra transport per person for Norge (1999) og Sogndal (2000), tonn CO <sub>2</sub> -ekvivalenter per person og år .....	93
Tabell 13 Næringer som er særlig sårbare for klimaendringer.....	95
Tabell 14 Forslag til lokale indikatorer for næringer som er særlig sårbare for klimaendringer .	97
Tabell 15 Mulige utslag av klimaendringer med relevans for transportsektoren (Fjeld mfl 2002)	98
Tabell 16 Oppsummering av konsekvensvurdering for transportformer av mulige klimaendringer. Høyere tall indikerer større negativ konsekvens (etter Fjeld mfl 2002).....	99
Tabell 17 Eksempel på sårbarhetsindikatorer for ledningsnett, rørsystemer og damanlegg .....	100
Tabell 18 Bygningstyper i faresonen ved store snølaste (Lisøe mfl 2000) .....	101
Tabell 19 Forslag til indikatorer for lokal institusjonell sårbarhet med relevans for arbeidet med klimatilpasning.....	104
Tabell 20 Eksempel på bruk av indikatorer for institusjonell sårbarhet .....	106
Tabell 21 Risikomatrix for å sortere ut klimamessige høyrisiko kommuner .....	109
Tabell 22 Skille mellom overnfra-og-ned indikatorer ("regionale indikatorer") og nednfra-og-opp indikatorer ("lokale indikatorer") .....	109
Tabell 23 Kunnskapsgrunnlaget for de foreslåtte sårbarhetsindikatorene (jf foregående tabell)	113
Tabell 24 Samfunnsøkonomisk sårbarhet i forhold til klima .....	116

## LISTE OVER FIGURER

Figur 1 Prinsippmodell for lokale klimasårbarhetsindikatorer .....	25
Figur 2 Oppløsningsgraden i de globale klimamodellene .....	40
Figur 3 Dynamisk nedskalert klimamodell, med oppløsningsgrad på 55x55 km <sup>2</sup> .....	42
Figur 4 Projisert endring i årsmiddeltemperatur på 50 år: Resultater fra dynamisk og empirisk nedskalering av MPI (Hanssen-Bauer 2003).....	42
Figur 5: Relativ endring i avrenning, perioden 2030-2049 sammenliknet med perioden 1980-1999 (Roald mfl. 2002; Skaugen mfl. 2003).....	46
Figur 6: Endring i snøens vanninnhold (mm) pr. 1.april, for perioden 2030-2049 sammenliknet med perioden 1980-1999 (Roald mfl. 2002). .....	46
Figur 7: Regional fordeling av relative endringer i gjennomsnittlige ekstremverdier av ekstremnedbør (Pm), varighet én dag. Svart søyle innebærer ingen endringer (Skaugen mfl. 2002). .....	47
Figur 8: PSR-modellen for miljøindikatorer (OECD 1994).....	51
Figur 9: "Kalde" og "varme" indikatorer (MacGillivray og Zadek 1995).....	53
Figur 10: Flomkart fra USA, her med kartutsnitt fra Teton County.....	61
Figur 11: Norsk eksempel på beredskapskart for stein- og snøskred .....	62

Figur 12: Struktur for planlagt informasjonstjeneste om beredskapsarbeid.....	63
Figur 13: Eksempel på karbasert fremstilling av regionale variasjoner i klimadata, her med eksempelet varighet av dager med snø ("vinterdager") .....	64
Figur 14 Eksempel på kartbasert fremstilling av regionale variasjoner i tilpasningsevne og sårbarhet, her med eksempel for vinterturisme .....	65
Figur 15 Sammenhenger mellom klima og samfunn som grunnlag for utforming av en lokal klimatilpassings indikatormodell .....	67
Figur 16: Grunnleggende modell for analyse av lokal sårbarhet i et endret klima .....	71
Figur 17: Elvestrekk klassifisert som flomutsatte (strekninger for flomsonekartlegging).....	73
Figur 18: Oversikt over kartlagte kvikkleireområder .....	76
Figur 19: Kartlagt skredfare på landsbasis .....	78
Figur 20: Eksempel på kartblad over kartlagt erosjonsfare ved høstpløying.....	79
Figur 21: Eksempel på 10 års flomsonekart for Elverum nord .....	82
Figur 22: Internettbasert kartverktøy for skredfare .....	83
Figur 23 Endringer i vekstsesongens lengde i løpet av perioden 1982 til 1999 (Høgda mfl 2001) 86	
<b>Figur 24:</b> Endring i forekomst av moser mellom to registreringsrunder med 5-års mellomrom på 1990-tallet (Økland mfl 2001).....	87
Figur 25 Eksempel på lokalt biomangfoldskart.....	90
Figur 26 Sammenhengen mellom "ovenfra-og-ned" og "nedenfra-og-opp" .....	108
Figur 27 Vurdering av usikkerhet og forskjeller i grunnlag for begrunnelse av utslippsreducerende tiltak og klimatilpassning.....	117

## Sammen drag

Rapporten inngår i et tverrinstituttprosjekt som gjennomføres i samarbeid med CICERO (Universitetet i Oslo), Vestlandsforskning, ProSus (Universitetet i Oslo) og SNF (Stiftelsen for næringslivsforskning, Bergen). Innenfor rammene av dette prosjektet er det definert et eget delprosjekt som gjelder den institusjonelle dimensjonen knyttet til klimatilpasning. *Formålet* med det prosjektet som rapporteres her er todelt: å gi en begrepsmessig spesifisering av ”institusjonell sårbarhet” og ”tilpasning” med hensyn til norske forhold; dernest å utvikle en indikatorbasert modell for vurdering av lokal risiko og sårbarhet i forhold til fremtidige klimaendringer og fremtidig nasjonal klimapolitikk. Med ”klimapolitikk” mener vi virkemidler og tiltak for å redusere utslipp av klimagasser.

### *Todelt indikator tilnærming*

Vi har tatt utgangspunkt i de relativt grovmaskede vurderingene som alt er gjort innenfor forskningsprogrammet ”Regional Climate Development Under Global Warming” (RegClim) og et parallelt indikatorarbeid ved CICERO. I vårt arbeid har vi forsøkt å belyse tre forhold:

- Hvordan påvirker klimaendringer direkte og indirekte et lokalsamfunn?
- Hvordan påvirker tiltak for å redusere utslippene av klimagasser et lokalsamfunn?
- Hvilken institusjonell kapasitet har et lokalsamfunn til å bøte på negative effekter som skyldes klimaendringer og tiltak for å redusere utslippene av klimagasser?

Prosjektet har til hensikt å utvikle egne indikatorer for å beskrive disse forholdene. Denne typen indikatorer har i internasjonal litteratur fått betegnelsen *sårbarhetsindikatorer*. For å belyse disse spørsmålene på en best mulig måte skiller vi mellom *tre kategorier* av lokale sårbarhetsindikatorer:

1. naturlig fysisk og biologisk sårbarhet
2. samfunnsøkonomisk sårbarhet i forhold til klimapolitikk og klimaendringer
3. institusjonell sårbarhet

Det er *summen* av disse som skal si noe om lokalsamfunnets samlede sårbarhet. Når det gjelder institusjonell sårbarhet, har vi valgt å konsentrere oss om *politiske* systemer – dvs. kommunen som politisk og administrativt organ – der indikatorer i seg selv kan være redskap for styrking av institusjonell kapasitet samtidig som de retter mer spesifikt søkelys mot kapasiteten til å gjennomføre lokale klimatilpasningstiltak. De sentrale institusjonelle systemene er: kommunal planlegging, kommunal miljøvernforvaltning og kommunalt beredskapsarbeid.

Hensikten med å utvikle sårbarhetsindikatorer er å gi et mer operasjonelt grunnlag for å gjøre risiko- og sårbarhetsvurderinger. Vi har skilt mellom en ovenfra-og-ned og nedenfra-og-opp indikator tilnærming. Den første tilnærmingen innebærer at man bruker tilgjengelig nasjonal statistikk og resultater fra nedskalering av

globale klimamodeller til å gjøre en første grovsortering av den samlede sårbarheten for norske kommuner. Her bruker vi et begrenset antall *regionale indikatorer*. Den andre tilnærmingen forutsetter at man tar i bruk en rekke supplerende *lokale* indikatorer basert på innhenting av lokale data.

Det er flere grunner for en todeling som beskrevet over. En første grov rangering av kommuner ut fra lokal sårbarhet kan brukes i tre sammenhenger. I en *nasjonal* sammenheng kan en slik rangering brukes til å drøfte det faktiske behovet for klimatilpasningstiltak, fordi man da får frem lokale ”ekstremer” som gjerne blir kamuflert i generelle nasjonale eller landsdelsvurderinger. Videre kan en slik rangering gi grunnlag for *allokering* av statlige ressurser til klimatilpasningstiltak. I tredje instans kan denne formen for ovenfra-og-ned rangering brukes til å *vekke interessen lokalt* for å ta opp spørsmålet om klimatilpasning og få fram sammenhengen mellom sårbarhet i forhold til klimaendringer og klimatiltak.

Mens ovenfra-og-ned tilnærmingen kan ha en instrumentell funksjon i forhold til gjennomføring av en nasjonal klimapolitikk, har en slik tilnærming klare begrensninger i en *lokal* politisk sammenheng. Da må man ha indikatorer som er mer følsomme for situasjonen lokalt, og som også kan fange opp mindre endringer over tid lokalt. De lokale indikatorene vil være en kombinasjon av tre typer indikatorer:

- ”nye” kvantifiserte indikatorer basert på genuine lokale data
- lokale justeringer av foreliggende regionale indikatorer ut fra skjønn eller mer presise faglige vurderinger
- mer omfattende lokale vurderinger for å lokalisere konkrete sårbare områder eller fysiske objekter, som ofte ender opp med lokale sårbarhetskart

Nedenfra-og-opp tilnærmingen er derfor i mindre grad et rent indikatoroppsett, i den forstand at det her mer er tale om å etablere en tematikk for lokale undersøkelser enn å presentere en fullstendig liste med kvantifiserbare indikatorer. Nedenfra-og-opp tilnærmingen er ment brukt i de antatte ”høy-risiko”-kommunene identifisert gjennom den første ovenfra-og-ned tilnærmingen, og er videre ment å kunne styrke beslutningsgrunnlaget i lokale beslutningsprosesser.

### *Sårbarhetsmatrise*

Vi kan binde sammen de to tilnærmingene ved hjelp av en såkalt *sårbarhetsmatrise*. Dette gjør vi ved først å bruke et mindre utvalg indikatorer – de såkalte ovenfra-og-ned avledede indikatorene – for å rangere kommuner ut fra antatt risiko for å oppleve store *negative* konsekvenser av klimaendringer og/eller klimatiltak. Langs den ene akse har vi ført opp indikatorer for problemskaping (altså den naturlige og den samfunnsmessige sårbarheten), mens den andre akse har indikatorer for evne til problemløsning (altså institusjonell sårbarhet). Størst risiko oppstår ved kombinasjonen av lav institusjonell kapasitet (eller høy institusjonell sårbarhet) og kombinasjonen av høy naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet (med hensyn til både klimaendringer og klimatiltak).

Et eksempel på et klimatisk høyrisikosamfunn kan være reiselivsdestinasjoner i områder som har investert i vintersportsanlegg, som kan bli marginale når det



gjelder antall dager med sikkert snødekke, og som i tillegg har dårlig utbygd kollektivtransporttilbud og stor andel av tilreisende med fly og personbil. Her vil man være utsatt for en dobbel klimamessig risiko: knyttet til endringer av klimaet (mindre snø) og mulig nedgang i turiststrømmen som følge av økte drivstoffavgifter.

### *Regionale og lokale sårbarhetsindikatorer*

I tabellen under har vi sortert mellom ovenfra-og-ned indikatorer ("regionale indikatorer") og nedenfra-og-opp indikatorer ("lokale indikatorer"). Vi har lagt vekt på at de foreslåtte regionale indikatorene er lett tilgjengelige; i mange tilfeller er de også tilgjengelige på Internett som kommune- eller fylkesvise tall. Det er viktig å ha klart for seg at indikatorene er valgt ut med tanke på at de først og fremst skal si noe om relasjonene mellom natur og samfunn på den ene siden og *kommunale* institusjoner; det siste i motsetning til "sivile" institusjoner knyttet til frivillige organisasjoner og det lokale næringslivet. Et endelig utvalg av og en endelig sortering mellom regionale indikatorer og lokale indikatorer bør basere seg på en mer detaljert vurdering omkring datatilgang og – viktigst – en utprøving av indikatorene i praksis for å finne ut hvor god resonans de lokale indikatorene har i en lokal beslutningssammenheng.

**Tabell A** Forslag til regionale indikatorer og lokale indikatorer for vurdering av lokal klimasårbarhet

<b>Indikatorhoved-/undertema</b>	<b>Regionale indikatorer</b>	<b>Lokale indikatorer</b>
<i>Naturlig fysisk sårbarhet</i>		
– Flom	– Klimabestemte indikatorer	– Lokale justeringer av klimadata – Kartlegging av sårbare områder
– Storm/stormflo		
– Skred		
– Erosjon		
<i>Naturlig biologisk sårbarhet</i>		
– Økosystemeffekter	– Endringer i vekstsesongens lengde	– Endring i forekomst av arter – Endring av biotoper
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimapolitikk</i>		
– Næringsvirksomhet	– Andel sysselsatte innen risikonæringer med særlig høye utslipp av klimagasser per enhet av verdiskaping	– Mer finmasket sysselsettingsstatistikk – Grundigere vurdering om faktisk sårbarhet i de faktiske bedriftene
– Infrastruktur	– Utslipp per person av klimagasser fra mobile kilder	– Fordeling av utslipp per transportmiddel – Justering av lokale utslipp (særlig for fly og båt)
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimaendringer</i>		
– Næringsvirksomhet	– Andel sysselsatte innen risikonæringer som er særlig utsatt for virkninger av klimaendringer	– Mer finmasket sysselsettingsstatistikk – Grundigere vurdering om faktisk sårbarhet i de faktiske bedriftene
– Infrastruktur: transport	– Regional sårbarhetsvurdering for transportinfrastruktur gjort i forbindelse med Nasjonal transportplan	– Lokale vurderinger omkring sårbarhet for ulike transportsystemer.
– Infrastruktur: ledninger	– Lengde avløpsledning per innbygger	– Lokale vurderinger omkring ledningsnett, kraftledninger og

		dammagasin
– Infrastruktur: bygninger	– Endring i nedbør som snø	– Andelen bebyggelse lokalisert i "fareområder" for ras, flom, nedbør o.a.
<i>Institusjonell sårbarhet</i>		
– Økonomisk evne	– Skatteinntekt per innbygger – Befolkningsfremskrivning	– Lokale vurderinger omkring fremtidig økonomisk utvikling
– Kompetansemessige forutsetninger	– Stillingsdel som kommunal miljøvernleder	– Gjennomføring av miljøopplæring som del av folkevalgtopplæringa
– Proaktiv evne	– Lønnsutgifter til funksjonen "fysisk planlegging, kulturminnevern, natur og nærmiljø"	– Status for relevante kommunale planer (miljøvernplan, klimaplan, risiko- og sårbarhetsanalyse o.a.)
– Reaktiv evne	– Årsverk til funksjonen "forebygging av branner og andre ulykker"	– Gjennomføring av årlige beredskapsøvelser
– Gjennomføringsevne	– Netto driftsutgifter til funksjonen "fysisk planlegging, kulturminner, natur og nærmiljø" per innbygger.	– Andel søknader om tiltak i LNF-område som ble innvilget ved dispensasjon – Kommunalt tilsyn med at ansvarlig utførende i byggesaker følger godkjent kontrollplan – Systematisk gjennomføring av miljøkonsekvensvurderinger i saksbehandlingen – Andelen søknader om tiltak i fareområde som ble innvilget ved dispensasjon.

Tabellen over inneholder indikatorer som i hovedsak fremstiller en *relativ* sårbarhet. Poenget er å få frem *lokal* variasjon i forhold til et *nasjonalt gjennomsnitt*, for eksempel andelen av "klimapolitisk sensitive" næringer *i forhold til* et landsgjennomsnitt. Da vil for eksempel ensidige industrikommuner der industrien har særlig store klimagassutslipp komme ut som relativt sett mer sårbare enn et landsgjennomsnitt. Bare i enkelte tilfeller vil det være tale om en form for *absolutt* sårbarhet, i hovedsak for vurderinger av den naturlige sårbarheten – for eksempel sårbarhet for skred eller flom, der det kan være aktuelt å operere med noen absolutte sårbarhetsgrenser.

### *Sårbarhetsvurderinger*

Ved å ta i bruk de regionale indikatorene kan man utvikle ulike "Norgeskart" som gjør oss i stand til å identifisere mer eller mindre sårbare kommuner på et overordnet nivå. Ved å ta i bruk de lokale indikatorene og gjøre lokale justeringer og vurderinger i de antatt mest sårbare kommunene, vil man komme frem til *lokale* risikokart og mer detaljerte sårbarhetsvurderinger. Disse er så ment å inngå som underlag for ulike former for lokale beslutninger.

I utgangspunktet kan man tenke seg to typer analyser med grunnlag i vår indikatormodell:

- på *langs*, dvs. innen én sektor (for eksempel landbruk)
- på *tvers*, dvs. for samtlige sektorer og temaer

Den første tilnærmingen er naturlig nok minst omfattende, mens den siste innebærer en samlet vurdering (på tvers) av alle sektorer: altså en vurdering av den samlede sårbarheten lokalt. Denne siste type analyse vil nødvendigvis kreve en kritisk vurdering av bl.a. sum- og samspilleffekter mellom de sektorvise sårbarhetsvurderingene.

### *Usikkerhet*

Inngangen til å bruke vår modell er at de regionale indikatorene lar seg operasjonalisere. Det er disse som skal gi grunnlag for å vurdere hensiktsmessigheten av å gjennomføre mer detaljerte sårbarhetsvurderinger lokalt med tanke på å få frem lokale indikatorer. Med dagens kunnskapsstatus er det ikke mulig å gjennomføre en komplett ”på tvers”-analyse. Det er også usikkert om hvor langt man i praksis vil kunne komme med en ”på tvers”-analyse innenfor flere sektorer.

Det er knyttet stor usikkerhet til det foreslåtte indikatorsystemet. For det første er det den grunnleggende usikkerheten knyttet til spørsmålet om klimaendringer faktisk finner sted; og i neste omgang hvor stor denne endringen vil være. Dernest kommer spørsmålet om hovedtrekkene i den geografiske *fordelingen* av klimaendringer. Videre er det klart at for enkelte tema mangler vi kunnskap om årsak-virkningsforhold når det gjelder eventuelle effekter av klimaendringer. Dette gjelder særlig økosystemeffekter, eller det vi over har kalt den naturlige biologiske sårbarheten. Videre er det spørsmålet om nedskalering av regionale ned til lokale klimavariasjoner, der det i mange tilfeller ikke foreligger pålitelige data.

### *Sårbarhetsvurderinger i forbindelse med kommunal planlegging*

Indikatormodellen har som mål – i siste instans – å kunne inngå i en *lokal* beslutningssammenheng. I dette ligger også en funksjon i dialogen mellom det lokale og overnasjonale; altså signaler ”oppover” i systemet. Den konkrete sammenhengen der vår indikatormodell fremstår som mest relevant er til å bedre beslutningsunderlaget i den *langsiktige planleggingen* lokalt. Dette skjer i praksis innenfor rammene av kommunal planlegging etter plan- og bygningsloven, og omfatter tre institusjonelle systemer som fremstår som særlig relevante i sammenheng med sårbarhetsvurderinger omkring klima og klimapolitikk: i) kommunal planlegging; ii) kommunal miljøvernforvaltning og iii) beredskapsarbeid. Den lokale planleggingen vi tenker på i denne sammenhengen kan ta ulik form og inneholde ulike elementer:

- tekstdelen av kommuneplanen
- geografiske kommunedelplaner
- tematiske kommunedelplaner (for eksempel miljøvernplan, klimaplan o.a.)
- arealdelen, som igjen gir rammer for reguleringsplanlegging
- konsekvensutredninger

Kommunal planlegging inneholder også et viktig *prosesselement* som gjelder hvordan og i hvilken grad innbyggere og lokale interessenter trekkes inn i

planarbeidet, ut over de minimumskravene som plan- og bygningsloven setter opp. Et annet element som er svært viktig i denne sammenhengen er *grensesnittet* mellom kommunal planlegging og beredskapsplanlegging. De fylkesvise beredskapsavdelingene har uttale- og i noen sammenhenger innsigelsesrett i forhold til kommunale planer. Videre gjennomføres det kommunale risiko og sårbarhetsvurderinger (ROS) som det er naturlig å koble tett opp til den kommunale planleggingen.

#### *Lokal miljøvernkompetanse som avgjørende faktor*

Det er etter vår vurdering viktig å fremheve at den *kommunale miljøvernpolitikken* normalt vil ha en *nøkkelrolle* i denne sammenhengen. Det synes rimelig å hevde at klimatilpasning vil ha størst gjennomslagskraft lokalt hvis tilpasning settes inn i en klimapolitisk sammenheng. Hvis ikke kan klimatilpasning lett bli redusert til sivilt beredskapsarbeid og noen koblinger til arealplanlegging (for eksempel unngå å legge boliger i flomsoner og lignende). Ikke minst er det viktig med en slik kobling for å utløse mulige synergieffekter mellom en utslippsorientert og tilpasningsorientert klimapolitikk. En rekke norske foregangskommuner har de siste årene tatt opp utfordringen om å utvikle en egen kommunal klimapolitikk. Erfaringer med arbeidet med kommunale klimahandlingsplaner så vel som arbeidet med det langt videre anlagte Lokal Agenda 21-arbeidet og arbeidet med en bærekraftig utvikling viser at stillingen som kommunal miljøvernleder er helt avgjørende for spørsmålet om hvorvidt kommunen skal engasjere seg mer aktivt i miljøpolitikken. Det synes rimelig å anta at potensialet for et mer omfattende engasjement lokalt også når det gjelder klimatilpasning er avhengig av hvorvidt kommunene har stillingsressurser til overordnet og sektorovergrepene miljøvernarbeid; i praksis spørsmålet om kommunene har tilsatt en egen miljøvernrådsgiver.

#### *Lokal klimatilpasning som føre-var politikk*

Selv om man forutsetter at det er en rimelig grad av sikkerhet når det gjelder spørsmålet om klimaendringer faktisk eksisterer, og i tilfelle at menneskeskapte utslipp av klimagasser er en viktig utløsende årsak, vil klimatilpasning alltid være sterkt knyttet til spørsmålet om usikkerhet. Dette vil også være en usikkerhet av prinsipiell karakter, som nær sagt umulig vil kunne reduseres fullt ut. Den prinsipielle usikkerheten gjelder spørsmålet om hvordan klimaendringer vil slå ut lokalt. Fordi variasjonen vil kunne være såpass stor og det vil være umulig å si sikkert hvordan klimaendringer vil slå ut lokalt, vil en hver form for lokal klimapolitikk måtte forholde seg til to former for grunnleggende usikkerhet: en *faglig* usikkerhet som gjelder hvordan lokalsamfunnet vil bli rammet av klimaendringer, og en *politisk* usikkerhet som gjelder hvordan lokalsamfunnet vil bli "rammet" av fravær eller tilstedeværelse av nasjonale klimapolitiske tiltak vedtatt i henhold til internasjonale klimapolitiske avtaler. Samlet gir dette grunnlag for å hevde at lokal klimapolitikk derfor i praksis må være en føre-var orientert politikk.

*Føre-var prinsippet*s grunnleggende dimensjon er *usikkerhet*, og at usikkerheten skal komme *miljøet* til gode. Usikkerhet gjelder på flere områder: det gjelder både usikkerhet om årsak-virkningsforhold og usikkerhet omkring omfanget av negative miljøeffekter som følge av menneskelige inngrep. For at føre-var

prinsippet skal komme til anvendelse knytter det seg videre et krav om at usikkerheten skal gjelde miljøproblemer av *irreversibel* karakter.

Det er ikke innlysende *hvordan* føre-var-prinsippet skal anvendes i praksis. Én mulig tilnærming er å vise til føre-var prinsippet i en argumentasjon for kommunal planlegging som et sentralt virkemiddel i forhold til både utslippsreduksjoner og klimatilpasning. I dette ligger nødvendigvis også at kommunen må *gjøres i stand til* å gjennomføre de samme planprosessene, noe som ikke minst dreier seg om å sette av tilstrekkelige administrative og økonomiske ressurser – i første omgang til det å gjøre lokale *sårbarhetsvurderinger*; i neste omgang til å forholde seg til slike vurderinger ved å gjennomføre ulike tilpasninger.

Det lokale forvaltningsnivået *kan* nok settes i stand til nær sagt "alene" å gjøre lokale sårbarhetsvurderinger – gitt de begrensningene som gjelder usikkerhet omtalt over – men det er utenkelig at det lokale forvaltningsnivået kan ha ansvaret alene for å tilpasse seg de risikobildene som bringes frem gjennom de lokale sårbarhetsvurderingene. Den formen for føre-var problematikk lokalsamfunn i realiteten står overfor *betingelser i praksis et sterkt og forpliktende samarbeid på tvers av ulike sektorer og mellom ulike forvaltningsnivå*. Det er derfor umulig å se for seg et konkret lokalt engasjement uten en forpliktende og like omfattende nasjonal politikk på dette området. Erfaringer fra snart ti med forsøk på å sette Agenda 21 høyt på den kommunale miljøpolitiske dagsorden understreker dette poenget, og tilsier samtidig at man nok bør innstille seg på relativt moderate ambisjoner når det gjelder forventninger om lokal innsats koblet opp mot en forpliktende nasjonal oppbakking.

#### *Videre arbeid*

Rammene for vårt arbeid tillater ikke en fullstendig operasjonalisering av indikatormodellen. Det ligger heller ikke innenfor prosjektet å prøve ut modellen. Dette er en oppgave som bør følges opp etter at vårt prosjekt er avsluttet. Forhåpentligvis er vår indikatormodell så langt utviklet at det er relativt kort vei å gå fra modellutvikling til modellutprøving, for dermed å ha et grunnlag for å mene noe mer kvalifisert om indikatormodellen faktisk evner å bidra i arbeidet med å styrke norske kommuners innsats i arbeidet med å tilpasse seg klimaendringer.

## Summary

This report is part of a joint institute project that is carried out in collaboration with CICERO (University of Oslo), Western Norway Research Institute, ProSus (University of Oslo) and SNF (Institute for Research in Economics and Business Administration, Bergen). Within the scope of this project, a separate sub-project is defined concerning the institutional dimension of climate adaptation. *The purpose* of the project reported here is twofold: to provide a conceptual clarification of "institutional vulnerability" and "adaptation" with reference to Norwegian circumstances; and secondly, to develop an indicator based model for assessment of local risk and vulnerability with regard to future climate changes and future national climate policies. By "climate policies" we mean strategies and measures to reduce emission of climate gases.

### *Dual indicator approach*

Our starting point has been the relatively wide-meshed assessments that have already been made within the research programme "Regional Climate Development Under Global Warming" (RegClim) and a parallel indicator project at CICERO. In our work we have tried to highlight three issues:

- How do climate changes affect a local community directly and indirectly?
- How do measures to reduce the emission of climate gases affect a local community?
- What institutional capacity does a local community have to alleviate the negative effects of climate changes and measures to reduce the emission of climate gases?

In international literature, these kinds of indicators have been labelled *vulnerability indicators*. To clarify these issues in the best possible way we have distinguished between *three categories* of local vulnerability indicators:

1. natural physical and biological vulnerability
2. socio-economic vulnerability with regard to climate policies and climate changes
3. institutional vulnerability

The *sum* of these indicators will say something about the total vulnerability of a local community. Concerning institutional vulnerability, we have chosen to focus on political systems – i.e. the municipality as a political and administrative body – where indicators would be a tool in it self for strengthening of the institutional capacity, at the same time as indicators more specifically will focus on the capacity to carry out local climate adaptation efforts. The key institutional systems are then: municipal planning, municipal environmental administration and municipal civil protection and emergency planning.

The purpose of developing vulnerability indicators is to give a more operational basis for making risk and vulnerability assessments. We have distinguished between a top-down and a bottom-up indicator approach. The first approach

means that we use available national statistics and results from down-scaling of global climate models to make a first rough ranking of the total vulnerability for Norwegian municipalities. Here we use a limited number of *core indicators*. The second approach entails the use of a number of supplementary *local* indicators based on the collection of local data.

There are a number of reasons for a dual approach as outlined above. A first preliminary ranking of municipalities based on local vulnerability can be used in three contexts. In a *national* context such a ranking can be used to discuss the actual need for climate adaptation measures, because it shows local "extremes" that are often camouflaged in general national or regional assessments. Moreover, such a ranking can provide a basis for the *allocation* of state resources to climate adaptation measures. Thirdly, this kind of top-down ranking can be used to *stimulate local interest* in raising questions about climate adaptation, and point to the connection between vulnerability with respect to climate changes and climate measures.

While the top-down approach may have an instrumental function with regard to the implementation of national climate policies, such an approach has obvious limitations in a *local* political context. In these cases, there is a need for indicators that are more sensitive to the local situation and are also capable of registering smaller local changes over time. The local indicators will be a combination of three types of indicators:

- "new" quantified indicators based on real local data
- local adaptations of existing core indicators in accordance with judgement or more precise scientific assessments
- more extensive local assessments to identify concrete vulnerable areas or physical objects, often resulting in local vulnerability maps

Bottom-up approaches are thus to a smaller extent a straight forward indicator layout, in the sense that it is more a matter of establishing themes for local investigations than to present a complete list of quantifiable indicators. Bottom-up approaches are intended for use in the assumed "high risk" municipalities identified in the initial top-down analysis, and are additionally intended to strengthen the decision base in local decision making processes.

#### *Vulnerability matrix*

The two approaches can be connected through a so-called *vulnerability matrix*. For this purpose we first use a smaller selection of indicators – the so-called top-down derived indicators – to rank municipalities according to assumed risk of extensive *negative* consequences of climate changes and/or climate measures. Along one axis we have placed indicators of problem causes (i.e. natural and social vulnerability), while the other axis shows indicators of problem solution (i.e. institutional vulnerability). The highest risk arises from the combination of low institutional capacity (or high institutional vulnerability) and a combination of high natural and socio-economic vulnerability (with regard to both climate changes and climate measures).

An example of climatic high-risk societies would be travel destinations in areas that have invested in winter sports facilities, which may be marginal with regard to the average number of snow days, and that in addition have poorly developed public transportation and a large proportion of travellers by plane and private car. In such cases the local community is exposed to a double climatic risk: connected to climate changes (less snow) and a possible reduction in tourism as a consequence of increased fuel taxes.

### *Regional and local vulnerability indicators*

In the table below we have distinguished between top-down indicators ("regional indicators") and bottom-up indicators ("local indicators"). We have stressed that the suggested core indicators should be easily available; in many cases they are even available on the Internet as municipal or county statistics. It is also important to keep in mind that these indicators have been selected primarily because they should say something about the relationship between nature and society on the one hand and *municipal* institutions on the other; the latter in contrast to "civil" institutions related to non-governmental organisations and local businesses. The final selection of indicators and a more final distinction between regional and local indicators should be based on a more detailed assessment of data access and – most importantly – testing of the indicators in practice to find out how well the local indicators resonate in a local decision making context.

**Table A** Suggested core indicators and local indicators for assessment of local climate vulnerability

<i>Indicator main/sub themes</i>	<i>Regional indicators</i>	<i>Local indicators</i>
<i>Natural physical vulnerability</i>		
- Floods	- Climate dependent indicators	- Local adjustments of climate data
- Storm/storm tide		- Mapping of vulnerable areas
- Landslides/avalanches		
- Erosion		
<i>Natural biological vulnerability</i>		
- Ecosystem effects	- Changes in the length of the growing season	- Changes in the range of species in evidence - Changes in biotopes
<i>Economic vulnerability to climate policies</i>		
- Business and industry	- Number of employees in risk industries with particularly high emissions of climate gases per unit of created value	- More fine-meshed employments statistics - More thorough assessments of actual vulnerability in relevant businesses
- Infrastructure	- Emissions per person of climate gasses from mobile sources	- Emissions distributed on the different means of transportation - Adjustments of local emissions (especially for airplanes and boats)
<i>Socio-economic vulnerability to climate changes</i>		
- Business and industry	- Number of employees in risk industries that are particularly exposed to	- More fine-meshed employment statistics - More thorough



	the effects of climate changes	assessment of actual vulnerability in relevant businesses
- Infrastructure: transportation	- Regional vulnerability assessment for transportation infrastructure carried out in connection with the National transportation plan	- Local assessments of vulnerability for different transportation systems
- Infrastructure: pipelines and mains system	- Length of drainage pipe per inhabitant	- Local assessments of water mains, electric supply mains and water reservoirs
- Infrastructure: buildings	- Changes in precipitation in the form of snow	- Proportion of buildings localised in risk areas of avalanches, landslides, floods, precipitation etc.
<i>Institutional vulnerability</i>		
- Economic resources	- Tax revenues per inhabitant - Population prognoses	- Local assessments of future economic development
- Human resources	- Personnel resources as municipal administrator for the protection of the environment	- Implementation of environmental education as part of training programme for elected politicians
- Proactive ability	- Salary expenditures for the function "physical planning, protection of cultural heritage, nature and local environment"	- Status for relevant municipal plans (environmental plan, climate plan, risk- and vulnerability analysis etc.)
- Reactive ability	- Man-labour-years for the function "prevention of fires and other accidents"	- Implementation of annual emergency drills
- Implementation capacity	- Net operational expenditures on the function "physical planning, cultural heritage, nature and local environment" per inhabitant	- Proportion of applications regarding actions in LNF-areas <sup>1</sup> that were granted exemption - Municipal control with responsible constructors in building cases to ensure compliance with established control plans - Systematic implementation of environmental consequence analyses in local administration - Proportion of applications regarding actions in risk areas that were granted exemption

---

<sup>1</sup> Regulated agriculture, nature and outdoor recreation-areas in the municipal plan.

The table above contains indicators that for the main part describe *relative* vulnerability. The point is to highlight *local* variations compared to *the national average*, e.g. in the proportion of "climate sensitive" businesses *compared to the national average*. Thus for instance predominantly industrial communities where the industry discharges particularly large amounts of climate gases will emerge as relatively more vulnerable than the national average. Only in special cases will it be a matter of *absolute* vulnerability, primarily regarding assessments of natural vulnerability – for instance vulnerability to landslides or flood, where it may be possible to apply some absolute vulnerability criteria.

### *Vulnerability assessments*

By applying the core indicators we can develop different "maps of Norway" that enable us to identify more or less vulnerable municipalities on a national level. By applying local indicators and making local adjustments and assessments in the most vulnerable municipalities identified, we can develop *local* risk maps and more detailed vulnerability assessments. These are intended to provide a basis for different kinds of local decisions.

As a starting point, we can identify two types of analyses with a basis in our indicator model:

- vertical, i.e. within one sector (for instance agriculture)
- horizontal, i.e. for all sectors and issues

The first approach is by definition the least comprehensive, while the latter entails a complete assessment across all sectors, i.e. an assessment of total local vulnerability. This latter type of analysis will necessarily require a critical assessment of e.g. sum- and synergy effects between different sectoral vulnerability assessments.

### *Uncertainty*

The premise for applying our model is that it is possible to operationalize the regional indicators. The regional indicators form the basis for deciding whether or not it is useful to carry out more detailed vulnerability assessments locally in order to produce local indicators. With the knowledge available today it is not possible to carry out a complete "horizontal" analysis. It is also uncertain how far it is possible to get in practice with a "horizontal" cross sectional analysis.

There is considerable uncertainty in connection with the proposed indicator system. First of all, there is the basic insecurity with regard to the issue of whether or not climate changes are actually taking place; and secondly, how extensive this changes will be. Then comes the question of the main aspects of the geographical *distribution* of climate changes. Moreover, it is clear that for some of these issues we lack knowledge about the causal relationship with regard to possible effects of climate changes. This is particularly true for ecosystem effects, or what we have called natural biological vulnerability. Lastly, there is the issue of down scaling of regional down to local climate variation, where in many cases no reliable data are available.

### *Vulnerability assessments in connection with municipal planning*

In the final analysis, the object of the indicator model is to contribute to a local decision making context. This includes also giving signals "upwards" towards regional and national levels and governance. The context where our indicator model seems to be most relevant is in improving the basis for decision-making in *long term local planning*. In practice, this is conducted within the framework of municipal planning under the planning and building act, and comprises three institutional systems that appear to be particularly relevant to vulnerability assessments of the climate and climate policies: i) municipal planning; ii) municipal environmental protection administration and iii) emergency planning. Relevant local planning in this area may take different forms and contain different elements:

- the text part of the municipal plan
- geographical municipal sector plans
- thematic municipal sector plans (e.g. environmental protection plan, climate plan etc.)
- the area plan, which again provides the framework for regulation plans
- consequence analyses

Municipal planning also contains an important *process* element regarding how and to what degree inhabitants and local interests are involved in the planning process, beyond the minimum requirements outlined in the planning and building act. Another important element in this context is the *interface* between municipal planning and emergency planning. The county emergency administration has the right to speak and in some cases to object to municipal plans. Furthermore, municipal risk and vulnerability assessments (ROS) are carried out, which should be naturally linked closely to municipal planning processes.

### *Local environmental protection competence as decisive factor*

In our opinion, it is important to emphasise that municipal environmental policies normally will play *a key role* in this context. It seems reasonable to argue that climate adaptations will have greater effect locally if adaptations are put into a climate policy context. Otherwise, climate adaptation may easily be reduced to a matter of civil emergency planning with some ties to area planning (e.g. to avoid placing new houses in flood zones etc.). Such a connection is particularly important to reap the benefits of possible synergy effects between emission oriented and adaptation oriented climate policies. In recent years a number of Norwegian pioneer municipalities have accepted the challenge of developing their own local climate policies. Experiences from the work with municipal climate action plans as well as the implementation of the much more comprehensive Local Agenda 21 and work with sustainable development shows that the position of municipal environmental protection administrator is decisive for the issue of whether or not the municipality will get more actively involved in environmental policy. It seems reasonable to assume that the potential for more extensive local involvement also with regard to climate adaptation depends on whether or not local authorities have personnel resources for overriding and cross-sectional

environmental protection activities; in practice a question of whether or not the local authorities have appointed an environmental protection adviser.

### *Local climate adaptation as a precautionary policy*

Even if we assume that there is a reasonable degree of certainty with regard to the question of *whether or not* climate changes actually are taking place, and furthermore, that man-made emissions of climate gases are an important causal factor, climate adaptation will always be strongly linked to the issue of uncertainty. This uncertainty is also of a fundamental nature, which it would be almost impossible to remove completely. This fundamental uncertainty concerns the issue of local effects of climate changes. Since variations may be considerable, and since it will be impossible to predict with certainty the local impact of climate changes, any kind of local climate policy will have to deal with two types of basic uncertainty: the scientific uncertainty regarding the local effects of climate changes, and the political uncertainty regarding how the local community will be affected by the absence or presence of national climate policies implemented in accordance with international climate policy agreements. In sum, this gives us a basis for arguing that local climate policy in practice therefore should be a precaution-oriented policy.

The basic dimension of *the precautionary principle* is *uncertainty*, and that this uncertainty should favour *the environment*. Uncertainty applies to a number of areas: it applies both to the uncertainty regarding cause-effect relationships and uncertainty with respect to the extent of negative environmental effects as a consequence of human activity. For the precautionary principle to be applied, there is a further requirement that the uncertainty should pertain to environmental problems of an *irreversible* nature.

It is not obvious *how* the precautionary principle should be applied in practice. One possible approach is to point to the precautionary principle in an argument for municipal planning as a crucial instrument with regard to both reduced emissions and climate adaptation. This necessarily implies that local authorities must *be enabled* to carry out these planning processes, and to a large extent this is a matter of setting aside adequate administrative and financial resources – firstly to carry out local vulnerability assessments, and secondly to act upon such assessments by implementing various adaptations.

The local administrative level probably *could* be enabled to carry out local vulnerability assessments “alone” so to speak – given the limitations concerning the uncertainty described above – but leaving the responsibility of adapting to the risk scenarios that result from local vulnerability assessments to the local administrative level alone, is unthinkable. The kind of precautionary problems that local communities actually face, in practice require a strong and binding cooperation across different sectors and different administrative levels. It is therefore impossible to picture concrete local commitment without a binding and equally comprehensive national policy in this area. Experiences from almost ten years’ efforts to put Agenda 21 high on the local environmental policy agenda illustrate this point, and at the same time suggest that we should settle for relatively moderate ambitions concerning expectations of local involvement linked to binding national support.

### *Further work*

The scope of our project does not permit a complete operationalisation of the indicator model. Nor is it within the boundaries of the project to test the model in practice. This task should be followed up after the completion of our project. Hopefully, our indicator model is so far developed that there is a relatively short way from model development to model testing, and thus a basis for a more qualified opinion on whether or not the indicator model is actually capable of contributing to the task of strengthening the efforts of Norwegian municipalities to adapt to climate changes.

# 1. Innledning

Rapporten inngår i tverrinstituttprosjektet ”Climate Change in Norway: An Analysis of Economic and Social Impacts and Adaptations”, et prosjekt ved CICERO som gjennomføres i samarbeid med Vestlandsforskning, ProSus (Universitetet i Oslo) og SNF (Stiftelsen for næringslivsforskning, Bergen). Innenfor rammene av dette prosjektet er det definert et eget delprosjekt som gjelder den institusjonelle dimensjonen knyttet til klimatilpasning.

Tverrinstituttprosjektets mål er å utvikle et begrepsmessig rammeverk som egner seg til å studere hvordan institusjonelle strukturer kan fremme og hindre klimatilpasning. Det er videre definert tre delmål for instituttprosjektet:

1. Å utvikle et analytisk rammeverk for å studere institusjonell klimatilpasning i Norge.
2. Å identifisere institusjonelle strukturer som er viktige i å fastlegge potensialet for å gjennomføre klimatilpasning på lokalt nivå.
3. Å identifisere nøkkelfaktorer som fremmer og hindrer realiseringen av et slikt potensiale.

Flere delprosjekter gjennomført innen instituttprosjektet har tatt utgangspunkt i en oppfatning at det *lokale* nivået er viktig i klimapolitikken (Aall og Groven 2003, Lindseth 2003, Næss 2003). Dette kan i utgangspunktet synes som et paradoks, all den tid klimaproblemet forstås som et *globalt* fenomen, og klimapolitikk gjerne knyttes til *internasjonale* politiske prosesser. Likevel er det flere forhold som underbygger at også det lokale nivået er viktig. Et sentralt poeng er det som i den internasjonale klimatilpasningslitteraturen betegnes som ”the issue of up- and downscaling”. I dette ligger at de faktiske effektene av klimaendringer lett kan ”kamoufleres” om man ikke har et tilstrekkelig lokalt fokus. Det er store lokale variasjoner i effekter av klimaendringer. Dette bestemmes ut fra hvordan klimaendringene slår ut, hvor sårbar naturen er, hvor sårbar infrastruktur og andre elementer i samfunnet er, og hvilken evne man lokalt har til å forebygge og rette opp skader som følge av klimaendringer (Wilbanks og Kates 1999, Agder 2001, Næss 2003). Et beslektet poeng knytter seg til spørsmålet om ”oversetting”. Det er ikke bare effektene av klimaendringer som er lokale. Enhver kilde til utslipp av klimagasser har en konkret lokalitet, og det må derfor i prinsippet lokale tiltak til for å redusere utslippene.

Det å fremheve disse to poengene er selvsagt ikke det samme som å si at arbeidet med å redusere utslippene utelukkende er et lokalt ansvar. Her trengs det selvsagt – kanskje også først og fremst – også tiltak på regionalt, nasjonalt og internasjonalt nivå. Poenget her er den sentrale funksjonen det lokale nivået kan ha i å *oversette* det globale klimaproblemet til noe som kan fattes av hver enkelt; altså det å binde et globalt problem sammen med effekter og mottiltak slik disse oppleves lokalt (Høyen og Aall 1995, Aall 2000). Det lokale nivået har med andre ord en helt avgjørende rolle i å *sikre legitimitet og oppslutning om klimapolitikken*, i tillegg til at det lokale nivået også i enkelte sammenhenger kan ha en rolle som *utformer og iverksetter* av slike tiltak (Groven og Aall 2002).

Innenfor tverrinstituttprosjektet har Næss (2003) drøftet institusjonsbegrepet og sett dette i forhold til arbeidet med klimatilpasning. Lindseth (2003) har gjennomgått internasjonale og i noen grad norske erfaringer i arbeidet med klimapolitikk og klimatilpasning innenfor lokal forvaltning. Aall og Groven (2003) har gått dypere inn i materien når det gjelder norske kommuners erfaringer med klimatilpasning, og identifiserer fire såkalte tverrgående institusjonelle systemer som antas å være sentrale i det videre arbeidet med klimatilpasning på lokalt nivå: miljøforvaltning, beredskapsarbeid, kommunal planlegging og forsikring.

*Formålet* med delprosjektet som rapporteres her er todelt:

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– Å gi en begrepsmessig spesifisering av ”institusjonell sårbarhet” og ”tilpasning” med hensyn til norske forhold.</li><li>– Utvikle en indikatorbasert modell for vurdering av lokal risiko og sårbarhet i forhold til fremtidige klimaendringer og fremtidig nasjonal klimapolitikk.</li></ul> |
|--|

Med ”klimapolitikk” mener vi virkemidler og tiltak for å redusere utslipp av klimagasser. Rapporten forholder seg til alle de tre delmålene for instituttprosjektet gjengitt over, men da som en utdyping av delmål (1) ut over det som alt er gjort av Næss (2003) og Lindseth (2003), og et forsøk på å operasjonalisere ytterligere delmål (2) og (3) i forhold til det som alt er gjort i Aall og Groven (2003).

Til grunn for arbeidet vårt ligger følgende forestilling: gjennom å kjenne karakteren og omfanget av en fremtidig impuls (i vårt tilfelle endringer i klimaet og innføring av klimatiltak) skal vi kunne si noe om hvordan nåtilstanden (i vårt tilfelle natur og samfunn) kan bli endret. Disse sammenhengene skal så fremstilles ved hjelp av *indikatorer*.

Begrepet *indikator* kommer fra det latinske verbet *indicare*, som betyr å peke ut eller proklamere. Vi bruker verbet *indikere* og en *indikasjon* i et mer daglig språk. Det viser til en framstillingsform for noe, men uten at alle sider ved dette kommer fram. Formålet er forenkling av mer komplekse fenomener og sammenhenger. Vi knytter følgende definisjon til begrepet *indikator* (Macgillivray 1995; Adrianse 1993; Mitchell 1996): en indikator er et forenklet uttrykk for komplekse fenomener og sammenhenger i en form som gjør det mulig å kvantifisere disse. Indikatorer brukes for å oppnå, lette eller fremme kommunikasjon omkring slike fenomener og sammenhenger, men på en måte som gjør at vesentlige egenskaper ved disse ikke går tapt. Det gir en indikator tre hovedfunksjoner: (1) forenkling, (2) kvantifisering, og (3) kommunikasjon. Den overordnede funksjonen er *kommunikasjon*, som forenkling og kvantifisering derved brukes for å oppnå. Poenget er ikke måling eller registrering. Til det har vi data og statistikk. Kommunikasjon dreier seg om relasjoner mellom sender og mottaker. Innenfor ett og samme fenomen kan det ikke utvikles ett indikatorsett som kommuniserer like effektivt til alle grupper. For noen vil indikatorene til og med kunne være meningsløse eller helt uforståelige. Dette understreker at indikatorer må utvikles i relasjon til de gruppene av aktører det primært skal oppnås kommunikasjon med (Høyer og Aall 2002).

I vårt tilfelle skal vi utvikle indikatorer som skal beskrive mulige lokale konsekvenser av klimaendringer og klimapolitikk. For å kunne fremstille dette

ved hjelp av indikatorer den typen komplekse sammenhenger vi retter oss inn mot her, må vi forutsette at det fins tilstrekkelig kunnskap for formålet å fremstille indikatorer om følgende forhold:

1. Den lokale variasjonen i nåsituasjonen for naturgitte og samfunnsøkonomiske forhold.
2. Årsak-virkning mekanismer for hvordan klimaendringer og klimatiltak kan påvirke natur og samfunn.
3. Lokale variasjoner i klimapådriv.
4. Hvilke fremtidige nasjonale klimavirkemidler og klimatiltak som kan bli gjennomført.
5. Hvordan impulsen (jf punkt 3 og 4) vil kunne endre nåsituasjonen lokalt.

Gitt at vi ønsker å komme frem til kvantifiserbare indikatorer, må vi oppfatte punktene over som et sett med *forutsetninger* for å utvikle en modell for vurdering av lokal risiko og sårbarhet i forhold til fremtidige klimaendringer og fremtidig nasjonal klimapolitikk. Hvis én av forutsetningene ikke er til stede vil vi heller ikke fullt ut kunne nå en ambisjon om kvantifiserbare indikatorer, men vi må nøye oss med antydninger av forhold som kan være relevante for den lokale sårbarheten.

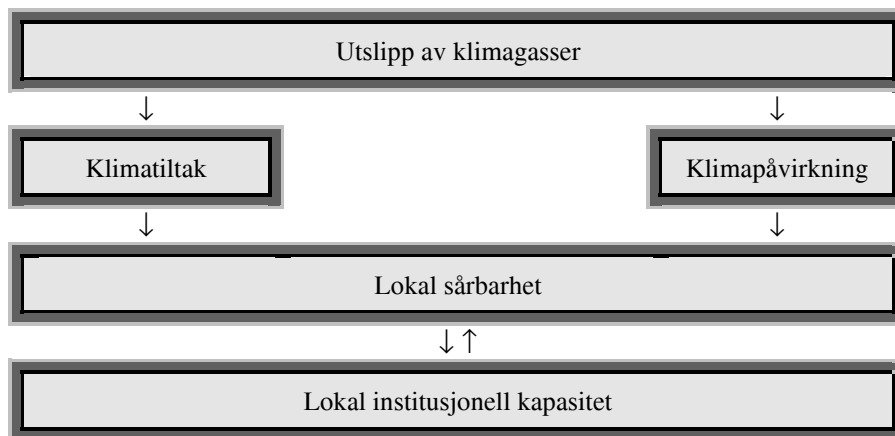
Parallelt med vårt prosjekt har CICERO arbeidet med et tematisk sett nært beslektet prosjekt: ”Climate Change Vulnerability in Norway: Socio-economic Perspectives on Policies and Impacts” finansiert av forskningsprogrammet Samfunnsfaglige Studier av Energi, Miljø og Teknologi (SAMSTEMT). SAMSTEMT-prosjektet har en noe annerledes tilnærming enn vår, men dreier seg også om å utvikle klimasårbarhetsindikatorer på et lavere nivå enn det nasjonale. Forskjellen består i at man i SAMSTEMT-prosjektet stanser ved det *regionale* nivået, i betydningen av at man baserer seg i all hovedsak på indikatorer som kan nedskaleres fra nasjonale datasett og nasjonale (eller globale) klimamodeller. Disse bygger i stor grad på nedskaleringer gjort innenfor forskningsprogrammet ”Regional Climate Development Under Global Warming” (RegClim). Videre gis indikatorene bare med ”kommune” som minste geografiske enhet. Det er heller ikke lagt vekt på å utvikle egne indikatorer for institusjonell sårbarhet.

Vi vil i denne rapporten bygge videre på arbeid som allerede er gjort innen CICEROs SAMSTEMT-prosjekt. Samtidig indikerer foreløpig *respons fra kommuner* på presenterte fremtidsscenarioer fra CICEROs prosjekt med hensyn til lokal klimasårbarhet at det er behov for å utvikle en mer *lokalt* orientert indikatoremodell (O'Brien mfl 2003). Vi har tatt utgangspunkt i de relativt grovmaskede vurderingene som alt er gjort innenfor RegClim. I vårt arbeide har vi forsøkt å belyse tre forhold:

- Hvordan påvirker klimaendringer direkte og indirekte et lokalsamfunn?
- Hvordan påvirker tiltak for å redusere utslippene av klimagasser et lokalsamfunn?
- Hvilken institusjonell kapasitet har et lokalsamfunn til å bøte på negative effekter som skyldes klimaendringer og tiltak for å redusere utslippene av klimagasser?



Prosjektet har til hensikt å utvikle egne indikatorer for å beskrive disse forholdene. Denne typen indikatorer har i internasjonal litteratur fått betegnelsen *sårbarhetsindikatorer* (Kaly mfl 2003). Hensikten med å utvikle sårbarhetsindikatorer er å gi et mer operasjonelt grunnlag for å gjøre risiko- og sårbarhetsvurderinger. Figuren under illustrerer de sammenhenger vi er ute etter å få frem.



**Figur 1** Prinsippmodell for lokale klimasårbarhetsindikatorer

Vi ønsker altså å etablere indikatorer som viser lokale samfunnsøkonomiske konsekvenser av klimaendringer og gjennomføring av klimapolitiske virkemidler, samtidig som vi også ønsker at indikatorene skal få frem den institusjonelle kapasiteten lokalt til å møte disse utfordringene. Vi velger å konsentrere oss om kommunen som politisk og administrativt organ der indikatorer i seg selv kan være redskap for styrking av institusjonell kapasitet samtidig som de retter direkte søkelys mot kapasiteten til å gjennomføre lokale klimatilpassingstiltak. De sentrale institusjonelle systemene vi retter oss inn mot er kommunal planlegging, kommunal miljøvernforvaltning og kommunalt beredskapsarbeid.

For å sy sammen vår rapport med det arbeidet som nå er gjort innenfor SAMSTEMT-prosjektet vist til over, har vi forsøkt å etablere en todelt tilnærming til det å etablere og ta i bruk et sårbarhetsindikatorsystem:

- ovenfra-og-ned tilnærming
- nedenfra-og-opp tilnærming

En første ovenfra-og-ned tilnærming innebærer at man bruker tilgjengelig nasjonal statistikk og resultater fra nedskalering av globale klimamodeller til å gjøre en første grovsortering av den samlede sårbarheten for norske kommuner. Nedenfra-og-opp tilnærmingen er så ment brukt i de antatte "høy-risiko"-kommunene identifisert gjennom den første ovenfra-og-ned tilnærmingen. Betegnelsen nedenfra-og-opp henspiller på to forhold: at dataene i større grad er lokale (i motsetning til nasjonale data og nedskalering av globale modeller), og at indikatorene er ment brukt i kommunale beslutningsprosesser og til dialog fra kommunens side "oppover" i beslutningssystemet.

Nedenfra-og-opp tilnærmingen er i mindre grad en indikatormodell, i den forstand at man her mer etablerer en tematikk for lokale undersøkelser enn å presentere kvantifiserbare indikatorer. Et annet viktig skille mellom de to tilnærmingene, er at den siste er ment brukt innenfor lokale beslutningsprosesser, mens ovenfra-og-

ned tilnærmingen mer er ment å ha en ”varslingsfunksjon” overfor aktuelle kommuner og som grunnlag for nasjonale beslutninger og prioriteringer.

En måte å sy sammen de to indikatortilnærmingene på er å etablere en *risikomatrikse*, der man vurderer den lokale sårbarheten i forhold til klimaendringer og klimatiltak opp mot den lokale institusjonelle kapasiteten. Høy sårbarhet kombinert med lav institusjonell kapasitet medfører en høy samlet risiko lokalt, mens lav sårbarhet og høy institusjonell kapasitet medfører at lokalsamfunnet sannsynligvis har en tilsvarende lavere risiko for å oppleve negative effekter.

Rammene for vårt arbeid tillater ikke en fullstendig operasjonalisering av indikatormodellen. Det ligger heller ikke innenfor prosjektet å prøve ut modellen. Dette er en oppgave som bør følges opp etter at vårt prosjekt er avsluttet. Forhåpentligvis er vår indikatormodell utviklet så langt at det er relativt kort vei å gå fra modellutvikling til modellutprøving, noe som igjen vil gi oss grunnlag for å mene noe mer kvalifisert om indikatormodellen faktisk evner å bidra i arbeidet med å styrke norske kommuners innsats i arbeidet med å tilpasse seg klimaendringer.

Rapporten er inndelt i *fem hoveddeler*. I første del gir vi en nærmere gjennomgang av institusjonsbegrepet, med vekt på å klargjøre vårt fokus på relevante lokale institusjonelle systemer. Vi drøfter *så* de foreliggende globale klimamodellene med tanke på muligheter og begrensninger som ligger i å nedskalere disse til regionalt og lokalt nivå. I den *tredje* hoveddelen drøfter vi ulike erfaringer med å utvikle lokale indikatormodeller på miljøområdet generelt og spesielt når det gjelder klimapolitikk og klimatilpasning. Sist i det samme kapitlet gir vi en generell omtale av vårt forslag til indikatorsystem. I den *fjerde* hoveddelen gjør vi så en konkret gjennomgang av indikatormodellen, før vi i det *siste* kapitlet drøfter muligheter og begrensninger for å ta i bruk vår indikatormodell i en beslutningssammenheng.

## 2. Institusjoner og klimatilpasning

### 2.1 Klima, institusjonell sårbarhet og om det å binde sammen det globale og det lokale

Det er i dag stor internasjonal enighet om at klimaendringene vi allerede ser og forventer i framtida kan karakteriseres som *ekstraordinære* - i betydningen at menneskeskapte klimapådriv i form av utslipp av klimagasser bidrar til en gradvis oppvarming av atmosfæren. En oppvarming av atmosfæren gir nye globale og regionale mønstre med hensyn til temperatur, nedbør og vind. Norge er et langstrakt land med store regionale og lokale forskjeller med hensyn til både naturgitte og samfunnsmessige forhold, og følgelig vil norske lokalsamfunn oppleve klimaendringene på ulike måter. De 434 kommunene bidrar også i ulik grad til utslipp av klimagasser, og vil dermed i ulik grad være *sårbare* for en nasjonal klimapolitikk for reduksjon av utslipp. Ved å karakterisere klimaendringene som ekstraordinære, sier vi samtidig at eksisterende institusjoner og strukturer som i dag håndterer klimarelaterte hendelser lokalt, ikke nødvendigvis vil ha tilstrekkelig kapasitet til å håndtere framtidige klimaendringer.

I en global sammenheng synes det rimelig å hevde at Norge er lite sårbar for klima som risikofaktor (altså både eksisterende klimavariasjoner og effektene av en mulig fremtidig klimaendring), fordi Norge har en relativt sett lav institusjonell sårbarhet og klimapåvirkningen ventelig vil være relativt liten sammenlignet med andre og langt mer utsatte deler av verden. Samtidig vet vi at ekstreme værbegivenheter har medført store kostnader, både for samfunnet og for enkeltpersoner. Vi vet også at det er store lokale variasjoner i hvordan et endret klima vil kunne slå ut. I tillegg kommer det at klimatilpasning er så godt som fraværende i den norske klimadebatten. Det er derfor mange forhold som tilsier at det likevel er viktig å få frem mer kunnskap om klimatilpasning i en norsk sammenheng, og at fokuset da bør rettes mot lokale variasjoner i sårbarhet overfor klimaendringer og betingelser for å bringe inn det lokale nivået i arbeidet med klimatilpasning.

Burton mfl (2002) gir med bakgrunn i erfaringer fra en rekke land to begrunnelser for å fokusere på klimasårbarhet: 1) det kan øke oppslutningen om utslippsreducerende tiltak; og 2) det kan gi grunnlag for gjennomføring av tiltak for klimatilpasning. Begge argumentene synes relevante i en norsk sammenheng. Det virker særlig interessant å *kombinere* de to argumentene og sette dem inn i en *lokal* sammenheng. Altså at fokus på *lokal* klimasårbarhet ut fra ønsket om å styrke motivasjonen for å gjennomføre både *lokale* utslippsreducerende tiltak og *lokale* klimatilpasningstiltak. Det er mange eksempler internasjonalt, etter hvert også i Norge, på at det lokale forvaltningsnivået tar til dels meget radikale klimapolitiske initiativ, men det er lite dokumentasjon på at initiativene har medført mer omfattende tiltak lokalt (Groven mfl 1999, Teigland og Aall 2002). Selv om det også er et økende antall internasjonale eksempler på å sette klimatilpasning på dagsorden også i en lokal sammenheng, er det så godt som *ingen* eksempler på at de to tilnærmingene blir kombinert; altså utslippsreduksjon og klimatilpasning (Lindseth 2003). Samtidig synes det klart at det er mange argumenter for at en slik kobling nettopp bør gjøres lokalt (Aall og Groven 2003).

Det er sterke koblinger mellom en utslippsreduserende og tilpasningsorientert klimapolitikk, både gjensidig forsterkende og potensielt motstridende, som innebærer at det kan være store gevinster ved en sterk samordning av disse to nært beslektede politikkområdene. Det synes rimelig å hevde at det nettopp er på det *lokale* forvaltningsnivået at denne type sterke og institusjonelle koblinger er mulig å få til (Aall og Groven 2003), da det er lokalt de utslippsreduserende tiltakene vil måtte settes i verk og hvor reelle klimaendringer og effekter av disse nødvendigvis vil oppleves.

Det lokale forvaltningsnivået er brakt direkte inn i arbeidet med globale miljøproblemer gjennom kapittel 28 i FNs handlingsplan for en bærekraftig utvikling – *Agenda 21* – som fikk sin offisielle tilslutning under FN konferansen om miljø og utvikling i Rio de Janeiro i 1992. Lokal Agenda 21 har ved flere anledninger blitt pekt på som en av de få positive resultatene som har kommet ut av Agenda 21 (Lafferty mfl 2002). Det andre overordnede initiativet som kom ut fra Rio-konferansen var *Klimakonvensjonen*. Selv om denne ikke adresserer det lokale forvaltningsnivået, har kommuner internasjonalt vist et økende engasjement innen klimapolitikken (Adger mfl 2002, Groven og Aall 2002, Young 1998). I mange tilfeller er også kommunenes klimaarbeid koblet nært til arbeidet med Lokal Agenda 21 (Groven mfl 1999, Lindseth 2003).

Begrepet *institusjonell kapasitet* er mye brukt i forbindelse med utviklingsprosesser, i betydningen å styrke offentlige institusjoner i utviklingsland<sup>2</sup>. I dette ligger særlig det å sikre en kritisk masse og nivå av menneskelige og fysiske ressurser (bygninger og annen fysisk infrastruktur), kompetanse, økonomiske ressurser og tilstrekkelige styringsmessige virkemidler. I den senere tiden har begrepet også kommet til anvendelse i miljøsammenheng, knyttet til miljø- og utviklingsarbeid (se Segnastam 1999) og i forbindelse med spørsmålet om klimatilpasning (Næss 2003, Lindseth 2003).

Healey mfl (2003) oppsummerer i en artikkel om lokale innovasjonsprosesser den teoretiske forståelsen av begrepet institusjonell kapasitet. Hun viser til at begrepet er brukt av flere forfattere for å identifisere kvaliteter som ser ut til å styrke lokale innovative prosesser, og peker på at tre typer ressurser er sentrale når man skal beskrive institusjonell kapasitet lokalt (Amin & Thrift 1995, Wilkinson and Appelbee 1999)<sup>3</sup>:

- kunnskapsressurser
- nettverksressurser
- mobiliseringsevne

Med *kunnskapsressurser* mener de blant annet type kunnskap som deltakere i institusjonen har tilgang til og graden av åpenhet i forhold til nye ideer. Med *nettverksressurser* mener de blant annet utvalg av nettverksaktører

---

<sup>2</sup> I en kommentar til "World Health Report 2000" uttalte for eksempel daværende bistandsminister Anne Kristin Sydenes at "Styrking av institusjonell kapasitet har lenge vært et sentralt begrep i norsk bistand" <http://odin.dep.no/odinarkiv/norsk/dep/ud/2000/taler/032001-090046/index-dok000-b-n-a.html>.

<sup>3</sup> Healey (2003) bruker betegnelsene "knowledge resources", "relational resources" og "mobilisation capabilities".

(”stakeholders”) som er involvert og graden av integrering av ulike nettverk i institusjonen. Med *mobiliseringsevne* mener det blant annet repertoaret av mobiliseringsteknikker og tilstedeværelse av det de betegner som ”critical change agents”.

Healey mfl (2003) har en *indikatortilnærming* i sitt forsøk på å konkretisere spørsmålet om institusjonell kapasitet. Indikatorer har ofte vært knyttet til begrepet institusjonell kapasitet, og da på to måter: 1) for å *beskrive* ”nivået” på den institusjonelle kapasiteten, og 2) som et *tiltak* for i seg selv å *styrke* den institusjonelle kapasiteten. Utfordringen når det gjelder den første tilnærmingen er at det å utvikle den institusjonelle kapasiteten dreier seg vel så mye om kvalitet som kvantitet, slik at numeriske indikatorer alene lett kan være villedende. I begge tilfeller bringes spørsmålene om hva indikatorer er og hva de kan brukes til inn.

Historien bak det å utvikle og ta i bruk indikatorer viser et nært slektskap til en bredere samfunnsdebatt omkring hvordan forstå og hvordan forme og styre samfunnet. På den ene siden har man en *positivistisk* forståelse som gjelder både hva slags kunnskap som anses som vitenskapelig og hvordan og i hvilken grad man kan ”styre” samfunnet. Den positivistiske vitenskapsforståelsen sier at man skal gjøre det samme i samfunnsvitenskapene som i naturvitenskapene: å søke objektive og allmenne lovmessigheter som kan testes ved iakttagelser. Kjennskapen til slike lovmessigheter gir muligheter for å forutsi effekter av bestemte inngrep i det sosiale på samme måte som i naturen. Den praktiske betydningen av den empiriske samfunnskunnskapen er derfor at den kan omsettes til instrumentell og ”teknisk” kunnskap som kan fungere effektivt i forhold til gitte mål; den vitenskapelige kunnskapen øker vårt ”tekniske” herredømme både over natur og samfunn. Målet er å etablere samfunnsvitenskapene som en slags sosial ingeniørkunst. Her er indikatorer et nødvendig verktøy (Høyser og Aall 2002).

Mot en slik bakgrunn framtrer indikatorsystemer lett som en form for ”*analytisk fix*” (Stirling 1999). Det var tilfelle før, men gjelder også i dag når systemene markedsføres som allmenne analytiske skjemaer for løsning av grunnleggende samfunnsproblemer knyttet til miljø og bærekraft. I tilknytning til diskusjonen om miljø og bærekraftig utvikling er det nettopp satt fokus på begrensningene ved ”*teknisk fix*” (Høyser 2000). Det er en begrensning som ikke oppheves ved å lansere en annen form for ”fix”, i dette tilfelle den analytiske. De er begge like mye forankret i positivismen.

Den positivistiske vitenskapsforståelsen ble utsatt for sterk kritikk. I dag er det en allmenn oppfatning at den er avvist, i alle fall som vitenskapsfilosofisk posisjon, selv om den lever i beste velgående som vitenskapelig praksis. Det ble også til en bredere samfunnskritikk, som blant annet kom til å rette seg mot kvantifisering av sosiale forhold og den samfunnspolitiske vektleggingen av kvantitative data og sammenhenger. Ettersom indikatorer nettopp er kvantitative og forenklede uttrykk for komplekse sammenhenger både i natur og samfunn er de sårbare for denne typen kritikk. Men på samme måten som i den vitenskapelige praksisen, lever positivismen i beste velgående som politisk praksis. Ikke minst er kombinasjonen av nyliberalistisk økonomisk tenkning og positivismen ganske så framtrepende. Det har bidratt til å gi en situasjon der de etablerte økonomiske indikatorene består, mens alternativene indikator på miljøområdet dukker opp og forsvinner igjen (Høyser og Aall 2002).

Positivismestriden utspant seg innenfor mange vitenskaplige kunnskapsfelt, så også innenfor feltet *teori om samfunnsplanlegging*. Indikatorer har alltid hatt en sentral plass i den operative samfunnsplanleggingen, både i dens overgripende former og innenfor bruken av mer avgrensede analyseverktøy. De har derimot ikke en like selvfølgelig plass innenfor alle de modellene som er utviklet for hvordan planlegging bør foregå, det vi gjerne kaller den normative planleggingsteorien. Idealet i etterkrigstiden var den rasjonalistiske planleggingen, eller det som i den senere debatten blir kalt *synoptisk* planlegging<sup>4</sup>. Den har følgende mønster (Amdam og Veggeland 1998):

1. Formulering av klare og entydige mål.
2. Analyse av alle mulige handlingsalternativer som kan realisere målene. Fullstendig oversikt over alle handlingsalternativene er både mulig og nødvendig.
3. Analyse av alle framtidige konsekvenser av alle handlingsalternativer (konsekvensanalyse).
4. Valg av det handlingsalternativet som mest entydig leder mot det forutbestemte målet.

Modellen bygger på et positivistisk kunnskapssyn. Den rasjonalismen det henvises til er i første rekke teknisk-instrumentell. En nøyaktig, kvantifiserbar kunnskap, som er målrettet frambrakt, plasseres instrumentelt inn i en rasjonalistisk analyse- og beslutningskjede. Gjennom hele kjeden, så vel som på hvert enkelt ledd, har indikatorene en sentral plass.

Med kritikken fulgte lanseringen av en rekke alternative planleggingsmodeller. Først kom den *inkrementalistiske*. Den bygde på tanken om kortsiktige mål, små skritt av gangen, justering av kursen underveis og stadig improvisasjon på stedet. På norsk ble det til ”små-skritt”planlegging. Fra en helt annen kant kom senere den *kommunikative* planleggingen, det som på 1990-tallet ble omtalt som ”the communicative turn in planning theory”. Det ble til og med til *kollaborativ* planlegging (Healey 1997). Det bygger på Jürgen Habermas sin teori om kommunikativ rasjonalitet og handling, som et alternativ til den synoptiske teknisk-instrumentelle rasjonalitet. Sentralt står tvangsløs kommunikasjon og diskusjon mellom et mangfold av deltakere, og at de mange deltakerne i planleggingsprosessen fører en reell argumentasjon som *direkte* påvirker innhold og utfall (Amdam og Amdam 2000). Det er medvirkning i planleggingen i sin mest ytterliggående form.

I begge de alternative modellene – den inkrementalistiske og den kommunikative – har indikatorer *liten* interesse. I det første tilfelle fordi det bare er snakk om små skritt og justering underveis. I det andre fordi den kommunikative rasjonalitet representerer en helt annen forståelse enn indikatorenes teknisk-instrumentelle. Vi kan nok utvikle indikatorsystemer gjennom rent kommunikative prosesser. Det siste tiåret har da også gitt oss en rekke eksempler på denne typen utviklingsforsøk, ikke minst når det gjelder lokale bærekraftindikatorer (Høyer og Aall 2002). Likevel unngår man ikke det kritiske spørsmålet om hva slags

---

<sup>4</sup> Synoptisk = et systematisk/tabellarisk oppsett av faktorer i rekkefølge

planleggings- og beslutningssystem indikatorene skal plasseres inn i. Når dette skal være fullstendig kommunikativt – i innhold og utfall – er det vanskelig å se hvilken rolle de skal spille.

Fra en tredje kant leveres det gjennom 1980- og 1990-tallets *postmodernisme* en enda mer fundamental kritikk. Mens den kommunikative representerer en annen form for rasjonalitet, avviser postmodernismen begrepet om rasjonalitet overhodet. Den bygger på en oppfatning av at samfunnet består av en interagerende mangfoldighet av livsformer, kulturer, forståelsesformer og språkspill. Dette mangfoldet verken kan eller bør bli ensrettet og samlet gjennom noen form for konsensus, heller ikke gå opp i noen høyere enhet (Amdam og Veggeland 1998). Det er en oppfatning som ikke bare gjør det av med det fundamentale grunnlaget for indikatorer, men også tanken om planlagte samfunnsendringer gjennom samfunnsplanlegging. I tillegg gjør det av med selve idéen om en global bærekraftig utvikling som er felles for alle mennesker, nå og i framtiden.

Det er lett å se indikatorenes plass innenfor den synoptiske, ikke like lett når det gjelder den inkrementelle og kommunikative planleggingen. Med den ganske entydige plasseringen innenfor positivismen og teknisk-instrumentell rasjonalitet er vi samtidig i en situasjon der den synoptiske planleggingen normalt betraktes som et tilbaketrukket stadium. Dette er likevel bare de rendyrkede posisjoner. Det er behov for nyanser. Den amerikanske planleggingsteoretikeren Barclay Hudson (1979) framhever at vi må spille på mange strenger. Hans metafor er instrumentet *SITAR*: Synoptisk (S); inkrementell (I); transaktiv (T); advokat (A) og radikal (R) planlegging. Vi trenger synoptisk planlegging for å holde de langsiktige mål for øye, og for å utvikle en systematikk i relasjonene mellom mål og midler. Vi trenger det inkrementelle for å sette fokus på detaljene, og for å få fram nødvendigheten av de små skritt og eventuelle justeringer av kursen underveis. Gjennom den transaktive planleggingen legges det vekt på gjensidig læring og dialog med dem planleggingen berører. Det er et annet begrep for kommunikativ planlegging. I advokatplanleggingen gjør de som planlegger seg til talsmenn for svake grupper i samfunnet. Kommende generasjoner og folk i fattige land er eksempler på nettopp slik svake grupper og interesser som bør fremmes I en klimasammenheng, delvis til fortrensel for alle de andre hensynene som ivaretas gjennom synoptiske og transaktive prosesser. Med den radikale planleggingen fremmes det radikale samfunnsendringer. Det er rimelig å se for seg behovet for et slikt perspektiv I forhold til de mer dramatiske konsekvensene av klimaendringer, som økning av havnivået nær sterkt befolkede lavtliggende land i den tredje verden.

Det er etter hvert en lang historie som viser at det dessverre ikke blir mer bærekraft av *flere* indikatorer (Høyer og Aall 2002). Men det er verdt å minne om at det heller ikke blir mer bærekraft av *færre* indikatorer. I sin teori om *risikosamfunnet* understreker den tyske sosiologen Ulrich Beck (1992; 1997) betydningen av de senmoderne formene for miljørisiko som vi verken kan se, smake, lukte eller føle. Det er en type problemer som selvfølgelig er produsert ved hjelp av naturvitenskap, men som også bare kan oppdages og uttrykkes med den samme vitenskapens analyseverktøy. Utslipp av radioaktivitet er et eksempel. Klimagasser et annet. Utfordringen omkring de "usynlige" miljøproblemene forsterkes av at virkningene – den egentlige miljørisikoen - kan ligge mange

generasjoner fram i tid. Situasjonen er svært så forskjellig fra industrisamfunnets klassiske miljøproblemer med store og lett registrerbare opphopninger lokalt av akutte forurensningsproblemer. Beck understreker nødvendigheten av å få radioaktiviteten til å klø – ”*make radioactivity itch*”. Her er indikatorer til uvurderlig hjelp. De kan tjene som konkrete bærere av det usynlige og utydelige, av det som ligger langt fram i tid og av det som gjerne får betegnelsen "globalt" – til forskjell fra en forestilling om en motsats med betegnelsen "lokalt". Det sentrale her er at indikatorer kan være selve mekanismen for å oversette de "moderne" miljøproblemene – som klimaendringer – til en fattbar og lokal kontekst (Falkheden 1999, Høyer og Aall 2002).

## 2.2 Lokale institusjonelle systemer

Vi skal altså studere klimaendringer og klimapolitikk som utfordringer for institusjonell endring der vårt fokus er det lokale. Dette skal vi gjøre ved å komme frem til indikatorer som kan beskrive lokale samfunnsøkonomiske konsekvenser av klimaendringer og gjennomføring av klimapolitiske virkemidler, samt den institusjonelle kapasiteten lokalt til å møte de utfordringene som da kan oppstå. Summen av konsekvenser og institusjonell sårbarhet utgjør den lokale sårbarheten for klimaendringer. Det er videre en forutsetning at vi som sagt skal konsentrere oss om *politiske* systemer, som gjør at kommunen som politisk og administrativt organ blir sentral. Vi legger dermed to tilnæringer til det å koble indikatorer og institusjonell sårbarhet til grunn for modellutviklingen;

1. det er et mål i seg selv å utvikle lokale klimaindikatorer ut fra antagelsen at det i seg selv vil styrke den institusjonelle kapasiteten i arbeidet med klimatilpasning; og
2. det er et mål å utvikle indikatorer som også sier noe mer spesifikt om den institusjonelle kapasiteten når det gjelder å gjennomføre tiltak lokalt for klimatilpasning.

Rent konkret vil vi ta utgangspunkt i en første vurdering av ulike tverrsektorielt orienterte institusjonelle systemer som er vurdert å ha høy relevans for arbeidet lokalt med klimatilpasning (Aall og Groven 2003)<sup>5</sup>:

- Sivil beredskap
- Kommunal planlegging og bygningskontroll
- Miljøvernforvaltning

Av de ovenfor undersøkte institusjonelle systemene er sivil *beredskap* det som i størst grad arbeider direkte med klimatilpasning – riktignok uavhengig av en eksplisitt klimapolitisk referanse - og som samtidig har en viktig del av sin aktivitet lokalt.

For å få gjennomført de nødvendige utslippsreduksjoner og klimatilpasninger må man tenke sektorovergripende og tverrsektorielt. Med et lokalt utgangspunkt

---

<sup>5</sup> Aall og Groven (2003) hadde i tillegg med et fjerde institusjonelt system: forsikring. I og med at vårt fokus er mot lokale *politiske* systemer vil vi her se bort fra forsikring som ett av de sentrale institusjonelle systemene; og derfor konsentrere oss om de tre første systemene.



framstår *kommuneplanlegging* som det helt sentrale institusjonelle systemet for samordning av ulike sektorer ut fra overordnede målsettinger. Videre er det sterke koblinger mellom overordnet arealplanlegging og den mer detaljerte *byggningskontrollen*, som gjelder den konkrete plasseringen og utformingen av bygninger. I vår forståelse av byggningskontroll har vi også inkludert kommunalt tilsyn med egenkontrollen hos ansvarlig foretak (entreprenøren).

Det siste av de tre institusjonelle systemer – *miljøvernforvaltningen* – er valgt ut fra en antagelse om at en miljøpolitisk referanse vil være viktig for å styrke arbeidet med klimatilpasning. Det vil også lett kunne oppstå samspilleffekter mellom tiltak for utslippsreduksjoner og klimatilpasning. Da er det viktig å se i sammenheng de to politikkområdene.

Alle de tre institusjonelle systemene har en blanding av *reaktive* og *proaktive* handlingselementer. I praksis framstår den sivile beredskapen som det mest reaktivt orienterte systemet, selv om det også her er sterke ambisjoner om å fungere proaktivt i forhold til trusler mot samfunnsikkerheten som kan knyttes til klimaendringer.

De tre systemene er også i ulik grad *handlingsorienterte*. Kommunal planlegging og i særdeleshet miljøvernforvaltningen inneholder sterke fortolkningsorienterte elementer, i den forstand at det innenfor disse to systemene er mange aktiviteter som dreier seg om tolkning og formidling av kunnskap; i mange tilfeller også formidling av verdibaserte oppfatninger og holdninger.

I tillegg til de tre tverrsektorielle institusjonelle systemene, er det en lang rekke *sektorielle* systemer som har større eller mindre relevans i forhold til spørsmålet om klimatilpasning. Det vil si institusjonelle systemer som har sitt virkeområde innenfor en klart definert sektor, som transport, landbruk osv. Hvilke systemer som er relevante styres i stor grad av lokale forhold, som sammensetning av næringslivet, bosetningsmønster- og tetthet, type infrastruktur, grad av bymessig preg og naturtype og naturgrunnlag. Sektorinstitusjoner knyttet til *forvaltning av naturressurser* vil i de fleste tilfeller være viktige, der de mest sentrale er institusjoner innen fiskeri, skogbruk og landbruk. Videre vil sektorielle institusjoner som gjelder forvaltning av *fysisk infrastruktur* (veier, havner, linjenett osv) være viktige (Aall og Groven 2003, Groven 2003).

Det er sivil beredskap og kommunal planlegging som er mest ”aktive” lokalt når det gjelder klimatilpasning. For den sivile beredskapen gjelder det særlig beredskap i forhold til flom og skred; i noen grad også i forhold til ekstrem vind. For kommunal planlegging og byggningskontroll er aktiviteten mindre synlig, men også her er hovedfokuset på flom og skred, i noen grad også ekstrem vind (Aall og Groven 2003, Groven 2003). Felles for disse to institusjonelle systemene er imidlertid at aktiviteten i liten grad er koblet eksplisitt til den klimapolitiske debatten og spørsmålet om menneskeskapte klimaendringer (Aall og Groven 2003). Dette er aktiviteter som forholder seg til de umiddelbare problemstillingene knyttet til naturkatastrofer, uten at det er refleksjoner omkring mulige bakenforliggende årsaker til de samme naturkatastrofene. Dette forholdet kan gjøre det problematisk å få gjennomslag for en sterkere grad av proaktiv innretning i det lokale klimatilpasningsarbeidet. Hovedtyngden av innsatsen innen sivil beredskap, kommunal planlegging og byggningskontroll som kan karakteriseres som klimatilpasning er da også av mer reaktiv karakter (Aall og

Groven 2003). Innsats i forhold til mer langsiktige klimatiske betingede endringer, som endringer i temperatur, snøforhold og vegetasjon er heller ikke satt på dagsorden innenfor disse to systemene.

### 2.3 Lokal miljøvernforvaltning som nøkkelinstitusjon

Vi har over trukket fram tre tverrsektorielle institusjonelle systemer som er særlig relevante lokalt når det gjelder klimatilpasning. Det er likevel én av disse som fremstår som en *nøkkelinstitusjon* lokalt: *miljøvernforvaltningen*.

Miljøvernforvaltningen er en nøkkelinstitusjon på flere måter: for det *første* fordi den åpenbart er sentral når det gjelder håndtering av miljøproblemer, *dernest* fordi det er her ”forbedringspotensialet” er størst. Selv om det i dag pågår flere prosesser innen miljøvernforvaltningen som har en indirekte relevans i en klimatilpassingssammenheng, i første omgang tiltak for å redusere utslipp av klimagasser, er det klart at et genuint klimatilpassingsarbeid er så godt som *fraværende* i norsk miljøvernforvaltning (Aall og Groven 2003). En viktig årsak til dette er oppfatningen av at Norge ut fra naturgitte og samfunnsmessige forhold bare i begrenset grad vil bli rammet av klimaendringene. En annen årsak kan være at det av enkelte aktører blir sett på som uheldig å sette spørsmålet om klimatilpasning høyt på dagsorden, fordi man da er redd for å miste fokus på det å gjøre noe med årsakene til klimaendringene.

De kritiske faktorene når det gjelder muligheten for at miljøvernforvaltningen kan spille en sentral rolle lokalt i arbeidet med klimatilpasning er den administrative *kapasiteten* og den miljøpolitiske *kompetansen* i kommunene. Disse faktorene er kritiske ikke minst fordi den institusjonelle kapasiteten som ble bygget opp på 1990-tallet gjennom reformen ”Miljøvern i kommunene” (MIK) nå er i ferd med å bli bygget ned.

#### *Reduksjon i den kommunale miljøvernkompetansen*

Andelen kommuner med miljøvernledere har gått kraftig ned de seneste årene. Siden ”toppåret” i 1994 der om lag 95 prosent av kommunene hadde tilsatt en miljøvernleder (da var det fortsatt en ordning med øremerkede overføringer) hadde andelen gått ned til om lag 75 prosent i 2000. I 1996 opphørte ordningen med øremerkede overføringer til stillingen som kommunal miljøvernleder. Fra 1996 til 2000 hadde 27 prosent av kommunene lagt ned stillingen som kommunal miljøvernleder, mens 31 prosent hadde redusert eller slått sammen stillingen med andre funksjoner, slik at bare 28 prosent av kommunene (91 kommuner) hadde tilsatt en person i full tid som utelukkende arbeider med miljøspørsmål (Bjørnæs 2002). Det er for øvrig det samme antallet kommuner (men ikke de samme kommunene) som ble med i utviklingsprogrammet ”Miljøvern i kommunene” (MIK, 1988-1991) som banet veien for reformen med samme navn. Det er rimelig å anta at trenden har fortsatt slik at andelen kommuner med en person som er tillagt et spesielt ansvar for miljøvern i 2003 trolig er i nærheten av 60 prosent. Det kommunale miljøvernet er dermed også en *kritisk* faktor i den samlede lokale institusjonelle kapasiteten når det gjelder å håndtere spørsmålet om klimatilpasning.

Erfaringene fra MIK-perioden, det vil si perioden fra 1990 til 1997 da norske kommuner hadde tilbud om øremerkede overføringer til stillingen som kommunal

miljøvernleder, viser at det å ha en tilstrekkelig administrativ kapasitet og en relevant miljøvernkompetanse lokalt kan utløse stor aktivitet på miljøvernområdet (Jansen 1991, Hovik og Johnsen 1994, Naustdalslid 1994, Aall 2000, Hovik 2000, Aall mfl 2001). Dette er erfaringer som vil være relevante for arbeidet med klimatilpasning; et forhold som også er dokumentert gjennom nylig gjennomførte studier av forsøk med kommunal klimaplanlegging – riktignok *uten* at spørsmålet om klimatilpasning var satt på dagsorden (Groven og Aall 2002).

#### *Formal og organisatorisk kompetanse*

De erfaringene MIK-arbeidet har brakt frem og som i denne sammenheng er avgjørende, kan oppsummeres i følgende seks punkter. Poenget her er at for alle seks punkter er den avgjørende faktoren hvorvidt kommunene har tilsatt en person med et særlig ansvar for miljøvern.

- Tilføre kommuneorganisasjonen ny formalkompetanse og organisatorisk kompetanse.
- Sette miljøvern på den lokale dagsorden.
- Fortolke miljøproblemer i en lokal kontekst.
- Mobilisere til lokal innsats i miljøvernarbeidet.
- Endre den kommunale praksisen i en mer miljøvennlig retning.
- Endre den kommunale rollen fra det å bare være struktur til også å være en aktør i miljøpolitikken.

Styrking av kommunenes *kompetanse* på miljøvernområdet var et sentralt mål for MIK-reformen, noe som omfattet både formalkompetanse og organisatorisk kompetanse.

*Formalkompetanse* omfatter først og fremst en teknisk og naturvitenskapelig kompetanse som gjelder hvordan man kan forstå og beskrive miljøtilstanden og miljøtiltak. Etablering av stillingen som kommunal miljøvernleder besatt av en person med naturfaglig kompetanse er den mest åpenbare måten en kommune kan styrke sin formalkompetanse på miljøvernområdet. Det er imidlertid også eksempler på at kommuner har gjennomført relativt omfattende skoleringsopplegg for både administrativt og folkevalgt nivå. Et eksempel er den såkalte ”Politikerskolen i miljølære” utviklet ved Tingvoll Videregående skole som innebærer at folkevalgte deltar på én eller flere møter der de får innføring i ulike miljøspørsmål og mulighet til på fritt grunnlag å diskutere miljøspørsmål (Aall 1996).

Den *organisatoriske* kompetansen omfatter kunnskap og erfaringer om bruk av formelle og uformelle styrings- og planleggingsformer og kunnskap om hvordan man kan iverksette miljøvernpolitikk. Det er viktig å kjenne til de mulighetene som ligger i eksisterende miljøvernpolitiske virkemidler. Det er viktig å kjenne til og kunne forholde seg til eksisterende kunnskapsmiljøer på miljøområdet, som fylkesmannens miljøvernavdeling, miljødirektoratene, relevante høyskole- og forskningsmiljøer og frivillige miljøorganisasjoner. Videre er det viktig å ha kompetanse om hvordan man kan forholde seg til nærmiljøet, frivillige organisasjoner og andre lokale aktører som er viktige samarbeidspartnere for å

sikre oppslutning om og iverksetting av den kommunale miljøvernpolitikken. Dette er momenter som også gjelder i forhold til arbeidet med klimatilpasning. En annen dimensjon ved den organisatoriske kompetansen er behovet for en *internasjonal* organisatorisk kompetanse. Dette omfatter kunnskap om internasjonale miljøvernavtaler og deltakelse i internasjonale nettverk, som ikke minst framstår som viktig i arbeidet med klimatilpasning og klimapolitikk mer generelt (Aall 2000).

### *Miljøvern på den lokale dagsorden*

En viktig og umiddelbar effekt av at kommunene tilsatte en miljøvernleder var, som naturlig kan være, at miljøspørsmål ble satt høyere på dagsorden, både innen kommuneorganisasjonen og generelt i lokalsamfunnet. I flere tilfeller var nok det at kommunene valgte å tilsette en miljøvernleder et *resultat* av at miljøspørsmål var høyt på dagsorden, men det er også klart at i mange andre tilfeller var den kommunale miljøvernlederen en utløsende faktor for økt debatt lokalt omkring miljøspørsmål. Et klart eksempel på dette var den store oppblomstringen av ulike informasjonstiltak og holdningsskapende arbeid på miljøområdet (Jansen 1991).

Det at en kommune har administrativ kapasitet og kompetanse til å arbeide med miljøvern påvirker ikke bare forekomsten av den lokale miljødebatten, men *innholdet* blir naturlig nok også påvirket. Man styrker muligheten til å *fortolke* miljøproblemene i en *lokal* kontekst. Dette er særlig viktig i forhold til det vi gjerne betegner som globale miljøproblemer. Lokal fortolkning har vist seg å være helt avgjørende for å utløse lokal handling i forhold til utpregede globale miljøproblemer som klima, energiforbruk og biologisk mangfold (Turner 1993, Høyer og Aall 1995). Det virker også høyst rimelig at oppslutning lokalt om mer omfattende tiltak for klimatilpasning vil kreve en tilsvarende lokal fortolkning av klimaproblemet, ikke minst i forhold til mer gradvise og langsiktige økosystemendringer som kan utløses av klimatiske endringer (Aall og Groven 2003).

*Lokal mobilisering* har vært en sentral oppgave i det lokale miljøvernarbeidet, også før MIK-reformen startet, og da i regi av de såkalte nærmiljøforsøkene (Høyer 1998). En viktig effekt av MIK-reformen var da også økt lokal mobilisering omkring miljøspørsmål, ikke minst når Lokal Agenda 21 kom på dagsorden i kommunene (Lafferty mfl 1998, Bjørnæs 2002). Lokal mobilisering vil ventelig være avgjørende i arbeidet med klimatilpasning forstått både som oppslutning om og direkte bidrag til lokale tiltak for klimatilpasning (Aall og Groven 2003).

### *Endret kommunal praksis*

Med *endret kommunal praksis* mener vi det å ta i bruk nye arbeidsformer og teknikker som sikter seg inn på å redusere miljøbelastningen. MIK-reformen var tydelig på dette feltet ved at den kommunale praksisen har blitt endret særlig på tre områder (Jansen 1991, Aall 2000):

- En oppblomstring av nye og “myke” tiltaksområder i form av ulike informasjons- og holdningsskapende tiltak.
- En økende aktivitet av planarbeid på miljøvernområdet.

- En viss økning når det gjelder å ta i bruk ulike styringsverktøy på miljøområdet.

Den økte aktiviteten når det gjelder informasjons- og holdningsskapende tiltak er alt omtalt over. Den økte aktiviteten når det gjelder *planlegging* besto først av at et stort antall kommuner under MIK-programmet og i den første fasen av selve MIK-reformen laget egne miljøvernplaner med betegnelsen "Miljø- og naturressursprogram". Disse besto da gjerne av en statusdel som beskrev miljøtilstanden lokalt og en strategisk del som inneholdt mål innenfor hele bredden av miljøvernpolitikken. Ofte var disse planene bare fremmet som uavhengige planer, og koblinger til kommunens økonomiplan og kommuneplan var lite utviklet – det vil si at selve iverksettelsesdelen gjerne var svakt utviklet (Aall 1996). Utover på 1990-tallet skjedde det imidlertid en utvikling av den kommunale miljøvernplanleggingen på tre områder: økt vekt på formell forankring i plan- og bygningsloven, utprøving av ulike styringsteknikker for å styrke evaluering av hvorvidt vedtatte mål og planer blir fulgt opp, og utarbeiding av tematisk avgrensede og mer handlingsorienterte miljøvernplaner (Aall 2000).

Siden starten på 1990-tallet har det vært mange forsøk med å ta i bruk *styringsverktøy* rettet inn mot evaluering av hvorvidt planer og vedtak på miljøvernområdet blir fulgt opp, forstått både som interne kommunale styringsverktøy og nye rutiner for resultatrapportering fra kommune til stat (Aall 2000). Verktøy som *bærekraftindikatorer*, *miljørevisjon* og *retningsanalyse* blir prøvd ut og er etter hvert i noen grad tatt i bruk av kommunene. Denne typen verktøy kan bidra til å gjøre den kommunale miljøvernpolitikken mer gjennomslutlig, og legger dermed i prinsippet grunnlaget bedre til rette for økt medvirkning lokalt, samtidig som grunnlaget for den interne organisasjonslæringen i kommunen styrkes. Videre kan denne typen styringsverktøy bidra til en årsaksorientering og dermed styrking av en eksplisitt innretning mot bærekraftig utvikling i miljøvernpolitikken (Aall 1996).

### *Kommunal miljøvernplanlegging*

Mot slutten av 1990-tallet skjer det også en overgang fra den tidlige formen for tematisk satt "altomfattende" til mer *avgrensede* miljøvernplaner. Eksempler på dette er transportplaner, biologisk mangfoldplaner, kulturlandskapsplaner, Lokal Agenda 21 planer, energiplaner og – som siste tilvekst – lokale klimahandlingsplaner. I denne sammenhengen er naturlig nok de lokale klimahandlingsplanene mest relevante, selv om de til sammen om lag 30 forsøkene altså *ikke* berører temaet klimatilpasning (Groven og Aall 2002). Om vi legger til grunn erfaringene kommunene har vunnet gjennom klimaplanlegging spesielt og de mer allmenne erfaringene kommunene har fått gjennom de øvrige formene for kommunal miljøvernplanlegging, enten dette har skjedd i form av separate planer eller som tematisk innretning eller på annen måte integrert i den ordinære kommuneplanleggingen, skulle det være et rikt monn av erfaringer å dra veksler på for å kunne utvikle en egen målrettet form for lokal planlegging som gjelder klimatilpasning. Om vi i tillegg tar med andre relevante planerfaringer utenom det kommunale miljøvernet, nemlig de mer spredte erfaringer som gjelder proaktiv planlegging innen sivil beredskap og arealplanlegging som forsøker å ta hensyn til risikovurderinger når det gjelder ras og flom, blir erfaringsgrunnlaget relativt godt. Det som gjenstår er å se erfaringene i sammenheng, for eksempel

ved å gjennomføre egne planleggingsforsøk med fokus eksplisitt mot temaet lokal klimatilpasning.

### *Kommunen som miljøpolitisk aktør*

En av de kanskje viktigste erfaringene fra det siste tiåret med kommunalt miljøvernarbeid, er at enkelte foregangskommuner som får tilført tilstrekkelige ressurser og der den lokale politiske interessen er til stede, har evnet å utvikle seg fra hovedsakelig å være struktur for gjennomføring av nasjonal miljøvernpolitikk til også å kunne opptre som en *selvstendig miljøpolitisk aktør* (Aall 2000). Dette er en erfaring som også gjelder mer spesifikt i klimapolitikken, og som er dokumentert både i Norge og andre land (Groven mfl 1999, Teigland og Aall 2002, Groven og Aall 2002). Samtidig er det klart at når kommunene tar skrittet fra struktur til aktør, utfordres gjerne også den nasjonale miljøvernpolitikken. Hvis det ikke samtidig utvikles et forpliktende samarbeid mellom stat og kommune, vil kommunene fort ”møte veggen” i form av motstridende statlige signaler. På den ene siden kan kommuner oppfordres av den statlige miljøvernforvaltningen til å utforme en radikal miljøpolitikk som i enkelte sammenhenger kan være mer ambisiøs enn den gjeldende statlige politikken. Men når den lokale (ambisiøse) miljøpolitikken blir begrenset av statlig sektorpolitikk innen for eksempel samferdsel og energi, blir resultatet fort at den kommunale politikken reduseres til ren symbolpolitikk (Kleven 1997, Aall mfl 1999). Den til dels massive erfaringen i Norge og andre land når det gjelder Agenda 21-arbeidet, og det manglende samspillet mellom lokale og nasjonale Agenda 21-prosesser, illustrerer dette dilemmaet til fulle (Lafferty 2001). Selv om kommunene gjennom lokal miljøvernplanlegging og lokale Agenda 21-prosesser i enkelte tilfeller klarer å få til en rimelig høy grad av horisontal integrering av miljøhensyn i eksisterende lokale institusjoner, vil en manglende *vertikal* integrering ofte føre til at de vesentlige endringene i en mer miljøvennlig retning uteblir (Aall 2000). I arbeidet med lokal klimatilpasning er dette en særdeles viktig og helt avgjørende lærdom å ta med seg (Groven og Aall 2002).

### 3. Klimamodeller og usikkerhet

#### 3.1 Globale klimamodeller

Scenarier for framtidige klimaendringer beregnes ved hjelp av kompliserte globale modeller som integrerer endringer i atmosfære, hav og havis. Modellene begynner i fortid, og baserer seg her på registrerte endringer i klima og klimapådriv (dvs. konsentrasjonen av klimagasser og partikler i atmosfæren). For beregninger av framtidig klima benyttes scenarier fra FNs internasjonale klimapanel, IPCC, som avla sin foreløpige siste rapport i 2001. De ulike scenariene som presenteres representerer utfallet av ulike økonomiske, sosiale og miljømessige paradigmer. Kyoto-protokollen er i disse beregningene utelatt på grunn av manglende ratifisering.

Både Second Assessment Report (IPCC 1995) og Third Assessment Report (IPCC 2001) gir grunnlag for generering av generelle sirkulasjonsmodeller, dvs globale klimamodeller med oppløsning på noen få hundre kilometer. Dette er gjort i to sentrale europeiske organisasjoner: Max-Planck Instituttet (MPI, Tyskland) og Hadley Centre (UK). MPI har utvikla en global klimamodell som kobler simuleringer mellom atmosfære, hav og havis over flere hundre år, og som beskriver klimaendringer i store trekk. MPI baserer seg bl.a. på utslippsscenarioet "IS92a" fra Second Assessment Report<sup>6</sup>. IS92-scenariene er basert på antagelser om befolkningsvekst, økonomisk vekst, arealbruk, teknologiske endringer, energitilgjengelighet og sammensetning i forbruk av energibærere. IS92a er et "mellomliggende" utslippsscenario og regnes som "beste estimat" for hvordan utslippsforløpet vil bli i mangel av aktive tiltak for utslippsreduksjoner og middels økonomisk vekst, altså "business as usual" (Kolshus 2001). Scenarioet anslår en doubling av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonene i atmosfæren innen 2100, med et årlig utslipp i 2100 på omkring 20 milliarder tonn karbon per år (GtC/år). Til sammenligning er dagens utslipp i overkant av 7 GtC/år.

*Hadley Centre* baserer seg bl.a. på utslippsscenarioet "A2" fra Third Assessment Report<sup>7</sup>. Dette forespeiler en delt eller fragmentert verden hvor underliggende faktorer er en styrking av regionale kulturelle identiteter, høy befolkningsvekst, og med liten bekymring for eventuelle negative konsekvenser av rask økonomisk vekst (Kolshus 2001). Mennesker, idéer og kapital er mindre mobile, og spredning av teknologi vil foregå relativt sakte. Befolkningsveksten vil være høy (15 milliarder i år 2100), og inntekten per innbygger vil være lav (noe over US\$ 7.000 i år 2050). Regioner med god tilgang på energi- og mineralressurser vil utvikle relativt ressursintensive økonomier, mens andre regioner prioriterer å redusere importavhengigheten gjennom teknologisk innovasjon og ressurseffektivisering. Energibehovet vil primært bli dekket av fossile ressurser og kjernekraft, men fornybare ressurser vil likevel stå for mer enn 20 % av primær energitilgang i år 2100.

---

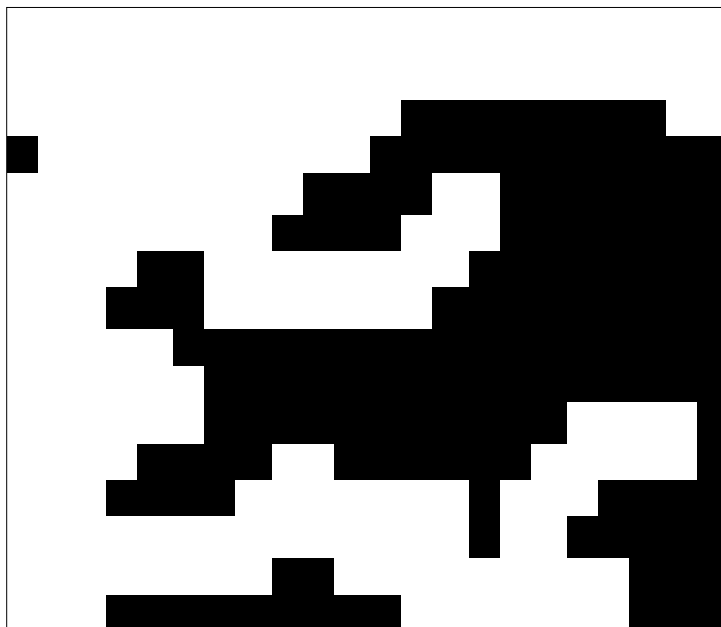
<sup>6</sup> Metoden de benytter benevnes ECHAM4/OPYC3

<sup>7</sup> Baserer seg på metoden HadAM3h

### 3.2 RegClim – scenarieutvikling for Norden

De globale klimamodellene fra MPI og Hadley Centre mangler topografiske detaljer for Skandinavia, og oppløsningsgraden på datamaterialet er på omtrent 300x300 km<sup>2</sup>. Som *Figur 2* viser, gir dette nesten ubrukelige data med hensyn til vurdering av klimaeffekter lokalt i Norge.

**Figur 2** Oppløsningsgraden i de globale klimamodellene



RegClim<sup>8</sup> er et koordinert forskningsprosjekt for utvikling av scenarier for klimautviklingen i Norden, omliggende havområder og deler av Arktis ved en global oppvarming. Det er et mål å kunne angi usikkerheter knyttet til scenariene og til fysiske prosesser som er viktige for klimaet i våre områder. En hensikt med prosjektet er å nedskalere eksisterende globale modeller til mer detaljerte klimascenarier for vår region. En regional klimasimulering dekker typisk visse tidsperioder fra det globale eksperimentet, og to hovedmetoder blir benyttet til denne nedskaleringen - empirisk og dynamisk nedskalering.

*Empirisk (statistisk) nedskalering* baserer seg på å: 1) finne historiske sammenhenger mellom sirkulasjons- og temperaturmønstre som strekker seg over store område, også kalla storskala klimamønstre, og lokal klimastatistikk; og 2) bruke prognoser av storskala klimamønstre fra klimamodellene og de historiske sammenhengene til å lage framtidsscenarier for norske forhold. Empirisk/statistisk nedskalering baserer seg dermed på forutsetningene om at de sammenhengene en finner mellom storskala klimamønstre og lokalklima ut fra historiske data også holder for framtida, og sammenhengene bare kan nyttes for de stedene der en i dag har lange og gode tidsserier som beskriver lokalklimaet. Eksempler på storskala klimamønstre som virker inn på norsk klima er:

- *Storskala lufttrykk*; det er klare sammenhenger mellom variasjoner i mønstre for storskala lufttrykk over Nord-Atlanteren og variasjoner i det norske

---

<sup>8</sup> *Regional Climate Development Under Global Warming*; finansiert av Norges Forskningsråd.

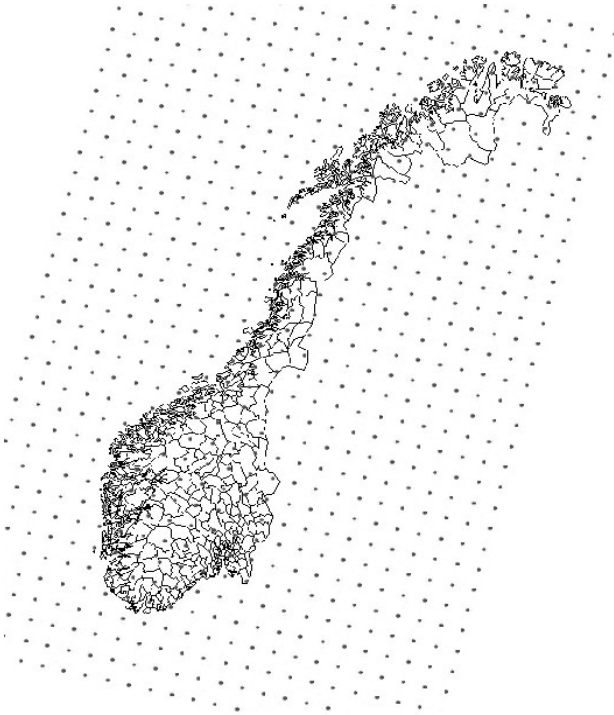


klimaet. Eksempel på dette er fenomenet ”Den nordatlantiske oscillasjon” (NAO). NAO kan beskrives som en indeks og gi klare indikasjoner for lokalklima i Norge, men det er i dag stor usikkerhet knyttet til hvordan NAO vil endre seg i framtida, og dermed hvilken innvirkning den vil ha på norsk klima.

- *Sjøtemperatur*; Golfstrømmen, spesielt, har stor betydning for klimaet i Norge. Men det eksisterer usikkerhet med hensyn til betydningen av overflatetemperatur. DNMI/met.no har funnet innvirkning på kystklimaet vinterstid. Sjøtemperatur i områda øst i Nord-Atlanteren har stor innvirkning på norsk klima.
- *Isutbredelse i Arktis*; utbredelse av sjøis i Arktis påvirker klimaet i Norge, men foreløpige resultater har stor usikkerhet.
- *Vind og temperatur i 5000 moh.*

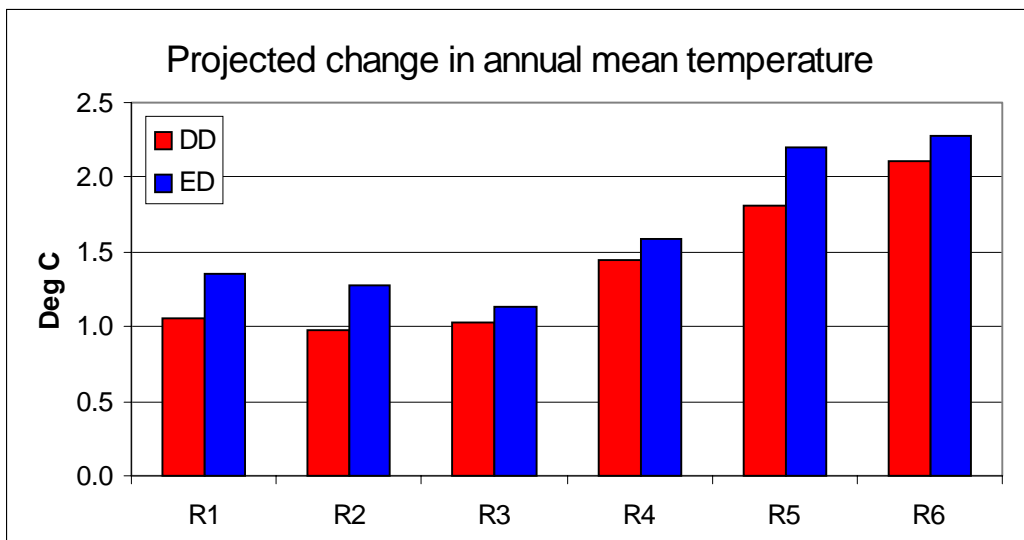
Basert på reelle temperatur- og nedbørsdata fra om lag 50 målestasjoner fra hele landet, har man innen RegClim ved hjelp av empirisk nedskalering framstilt temperatur og nedbørsscenarier for perioden 1860-2050. Man har bl.a. foretatt empirisk nedskalering av totalt 17 ulike globale klimamodeller (Hanssen-Bauer 2003), for utvalgte stasjoner i Nord-Europa, noe som har gitt til dels ulike scenarier for Norge.

Ved *dynamisk nedskalering*, eller regional modellering som det også kalles, blir det nytt et klimamodell som i prinsippet er ganske lik den globale, men som begrenser beregningene til et bestemt geografisk område der den har høyere oppløsning. Metoden baserer seg på en regional numerisk atmosfæremodell med høy oppløsning som blant annet beskriver topografiske forhold (norske fjell etc.), sammen med data fra den globale klimamodellen, som dermed gir en *regional klimamodell*. Man fokuserer dermed på klimaprosesser og sammenhenger mellom værfaktorer i regionen (som også ligger til grunn for dagens værvarsling), framfor fragmenterte punkt og målinger som i empirisk nedskalering. Dynamiske modeller har en oppløsningsgrad på om lag  $55 \times 55 \text{ km}^2$ , og gir dermed om lag 130 verdipunkt på landsbasis (se *Figur 3*). Lokalklimatiske særtrekk grunnet topografiske forhold blir i mindre grad fanget opp av den dynamiske modellen, enn i de empiriske beregningene som baserer seg på faktiske statistiske mønstre. Usikkerheten er først og fremst knyttet til områder med store topografiske forskjeller, dvs. i fjorder og daler, mer enn i kyst- og høyfjellsstrøk.



**Figur 3** Dynamisk nedskalert klimamodell, med oppløsningsgrad på 55x55 km<sup>2</sup>

Empirisk og dynamisk nedskalering gir noe ulike estimater for ulike regioner i Norge. *Figur 4* under illustrerer hvilke forskjeller som er identifisert ved nedskalering etter de to metodene, på området endring i årlig gjennomsnittstemperatur.



**Figur 4** Projisert endring i årsmiddeltemperatur på 50 år: Resultater fra dynamisk og empirisk nedskalering av MPI (Hanssen-Bauer 2003)<sup>9</sup>

<sup>9</sup> "R1, ...R6" viser til seks ulike regioner i Norge.

Dynamisk nedskalering av MPI og Hadleys globale klimascenarier innen RegClim, har gitt til dels svært ulike scenarier for Norge. Forskjellene kan hovedsaklig knyttes til ulike lavtrykk/høytrykksbaner i Nord-Atlanteren.<sup>10</sup> Nedskaleringene gir ulike regionale utslag innen Norge, spesielt for nedbør, og representerer dermed forskjeller som gir ulikt grunnlag for sårbarhetsvurdering. Mens en nedskalering av Hadley-modellen predikerer at økt vinternedbør vil bli særlig framherskende på Østlandet, gir nedskalering av MPI-modellen det motsatte resultatet: vi kan få økt vinternedbør særlig på Vestlandet (Hanssen-Bauer 2003). Prediksjoner for vind og temperatur er derimot ikke så forskjellige.

Generelt er det knyttet stor usikkerhet til klimascenariene, grunnet usikkerhetsmomenter i alle ledd (Hanssen-Bauer 2003; Førland mfl 2000):

- *interne variasjoner i klimasystemet*: uavhengig av diskusjonen om kring menneskeskapte klimaendringer, gir intern variasjon i det globale klimaet en naturlig uforutsigbar variabilitet;
- *usikkerhet om endringer i klimapådriv*: antagelsene om framtidig aerosol aktivitet, vulkanaktivitet (naturlig pådriv) og framtidige utslipp av klimagasser og partikler (menneskeskapt pådriv) er usikre;
- *feil og mangler i klimamodellene*: manglende kunnskap om sammenhengene mellom naturlig/menneskeskapt pådriv og endringer i klima (prosessene), mangelfulle beskrivelser av prosesser og dårlig oppløsning i de globale modellene bidrar til stor usikkerhet om kring selve klimamodellene; og
- *svakheter (feil og mangler) ved teknikkene for nedskalering*: metodene for beregning av regionale klimamodeller er stadig under utvikling og utprøving.

### 3.3 Muligheter for lokal nedskalering

De regionale klimascenariene må ikke sees på som værvarslinger for framtida, men *estimer* over mulige framtidige endringer i temperatur, nedbør, vind og ekstremvær i Norge. Ved forbedring og ytterligere integrering av globale klimamodeller og teknikker for nedskalering, vil nye og forbedrede estimer bli presentert. Likevel, det finnes i dag et offisielt klimascenario for Norge som indikatormodellen kan ta utgangspunkt i, men modellen vil også kunne tilpasses nye klimascenarier og beregninger.

Klimascenariet for Norge fra RegClim som i dag har fått mest oppmerksomhet bygger på en dynamisk nedskalering av den globale MPI-modellen. Denne klimamodellen er blant de som gir relativt moderate endringer sammenlignet med andre, og som reproducerer dagens klima i Norge bedre enn noen av de andre modellene (dvs. at man ved dynamisk nedskalering av modellen for i dag får resultater nært opp til den faktiske situasjonen). Likevel synliggjør beregningene for perioden 2030-2050 klare endringer for Norge. Med en oppløsningsgrad på 55x55 km<sup>2</sup>, gir ikke det ”dynamiske” scenariet verdier for alle kommuner, og for å kunne trekke prediksjonene for klimaendringer inn i indikatormodellen, har vi behov for å gjøre ytterligere nedskaleringer av materialet. Som del av

---

<sup>10</sup> Modellene projiserer også for ulike tidsperioder (MPI: 2030-2049 og Hadley: 2071-2100), men dette tilskrives ikke størst betydning i forhold til forskjellene som oppstår mellom de regionale nedskaleringene (Personlig meddelelse, Eirik Førland, RegClim 2003).

SAMSTEMT-prosjektet har CICERO valgt å beregne verdier for alle kommuner ved å finne middelveidien mellom de nærliggende verdipunktene<sup>11</sup>. Denne svært grove interpolasjonsmetoden tar dermed til en viss grad hensyn til topografiske forhold, dvs. storskala topografiske former, men ikke særtrekk i hver kommune. Dette ble vurdert som vanskelig å gjøre i et ”ovenfra-og-ned”-perspektiv. Metoden kan dermed gi til dels store ”feil”.

Spørsmålet er om det vil være mulig å nedskalere RegClims beregninger ved hjelp av *lokale data* eller mer *kvalitative vurderinger* av lokalklimatiske forhold i kombinasjon med scenariet med en oppløsningsgrad på 55x55 km<sup>2</sup>. Dette er en tung metodisk diskusjon som vi ikke vil kunne gå i dybden på i denne rapporten. Men det er klart at lokale beregninger lett kan øke usikkerheten i materielt ytterligere (jfr. beskrivelse av usikkerhet over). Vi vil likevel antyde hvilke klimaparametre som det potensielt vil være hensiktsmessig å forsøke å nedskalere lokalt. Alternativet er å bruke de beregnede mellomverdiene på kommunenivå.

En lokal justering av klimadata basert på kvalitativ ”synsing” omkring de etablerte scenariene må ikke framstilles som vitenskapelige fakta. Vi kan heller ikke si hvordan dette kan gjøres i detalj før det er prøvd ut praksis, siden det avhenger av tilgjengelig informasjon og kompetanse lokalt. Det vil følgelig heller ikke være enkelt å benytte denne type justeringer i en komparativ sammenheng.

Likevel vil vi understreke at det at man forsøker å foreta lokale vurderinger og evt. justeringer av de offisielle klimascenariene, kan ha en verdi i seg selv. Andre klimaeffektprosjekter gir tilbakemelding om en klar lokal interesse for klimascenariene (Bang mfl (in progress); O’Brien mfl 2003), samtidig som man registrerer at man lokalt ikke synes scenariene fanger opp lokale forhold godt nok til at de finner prediksjonene relevante å bruke i praksis. Klimascenariene burde ta hensyn til topografiske variasjoner som er bestemmende for det lokale klimaet. I motsetning til en ”ovenfra-og-ned” tilnærming til nedskalering av klimadata som blir gjort innen SAMSTEMT-prosjektet, vil en ”nedenfra-og-opp” tilnærming kunne bidra nettopp til større mobilisering lokalt. Klimascenarier er i utgangspunktet et vanskelig felt, ved at det er snakk om prediksjon og beregninger belastet med stor usikkerhet, og som ikke skal regnes som værvarslinger, men skal likevel potensielt danne grunnlag for lokal tilpasning og prioriteringer. Ved lokal diskusjon omkring de fremsatte klimascenariene kan man øke både forståelsen for og selve identifiseringen med spørsmålet om klimaendringer.

I vårt oppsett av sårbarhetsindikatorer for klimaendringer vil vi foreslå at man i den første nedskaleringen av sårbarhet i norske kommuner benytter nedskalerte RegClim-data basert på CICEROs tilnærming, mens man i fase to lokalt forsøker å foreta egne justeringer som diskutert ovenfor.

Klimaparametrene kan grupperes i tre grupper:

- temperatur
- nedbør
- vind

---

<sup>11</sup> Gjennomført av Bård Romstad og Heather Tompkins ved Cicero.

Ekstremvær inngår som særtilfeller innen hver kategori. Det knytter seg ulik grad av usikkerhet til prediksjonene innen hver kategori, samt mulighetene for å nedskalere datamaterialet til kommunenivå uten å gjøre materialet mer eller mindre uegnet som grunnlag for lokale sårbarhetsvurderinger.

### *Temperatur*

I tillegg til å være utslag av storskala temperaturvariasjoner, så følger temperatur høydemetrene over havet på lokalt nivå<sup>12</sup>. *Lapse raten* - målet på hvor mye temperaturen endrer seg med høyden – er i de nederste kilometrene av atmosfæren i gjennomsnitt ca 0,65 grader/100m (dvs. at temperaturen avtar oppover)<sup>13</sup>. Temperaturen avtar mindre ved fuktig luft og mer ved tørr luft.

Med utgangspunkt i verdiene i det nærmeste ”verdipunktet”, kan man ut fra lokale beregninger av høydeforskjeller kanskje finne frem til egne temperaturverdier.<sup>14</sup> I kommuner med store interne høydeforskjeller, vil det også være aktuelt å beregne temperaturverdier for flere punkter i kommunen. Det er likevel kanskje mest sannsynlig at temperaturer kan justeres ved hjelp av mer kvalitative vurderinger, der man legger vekt på relative forskjeller mellom områder, basert på en kombinasjon av forskjeller i høydemetre og lokalkunnskap om normalt værutslag lokalt.

### *Nedbør*

Lokale nedbørsmengder er ikke bare utslag av regionale nedbørsfelt, men også de topografiske forholdene lokalt. Som for temperatur, vil det for enkelte kommuner ideelt sett være relevant å beregne også nedbør for flere lokaliteter, grunnet store forskjeller innad i kommunen. Først og fremst er det utsatthet for regnfront eller regnskygge som blir justeringsfaktorene som kan trekkes inn. Det vil være vanskelig å kvantifisere disse lokale forskjellene, så her vil det eventuelt være snakk om *relative* forskjeller som beskrives kvalitativt basert på lokal erfaring.

Meteorologisk institutt (DNMI/met.no), i samarbeid med NVE, arbeider med å justere/nedskalere resultater fra dynamisk nedskalering ved å bruke lokale observasjoner. Det er utarbeidet et eget scenario for vannføring for perioden 2030-2049, for blant annet å kunne studere endringer flommønster (Roald mfl. 2002; Skaugen mfl. 2002). Årsverdier og sesongverdier er beregnet for alle nedbørsfelt i Norge, og har en oppløsning på 1x1 km<sup>2</sup>.<sup>15</sup> Som *Figur 5* viser, gir disse beregningene indikasjoner på klare regionale forskjeller. Prosjektet gir også beregninger for mulig endring i nedbør som snø (se *Figur 6*), med samme oppløsningsgrad. Dette er klimaberegninger som for eksempel kan trekkes inn i lokale vurderinger av sårbarhet (fase 2), dersom mer detaljerte beregninger etterspørs.

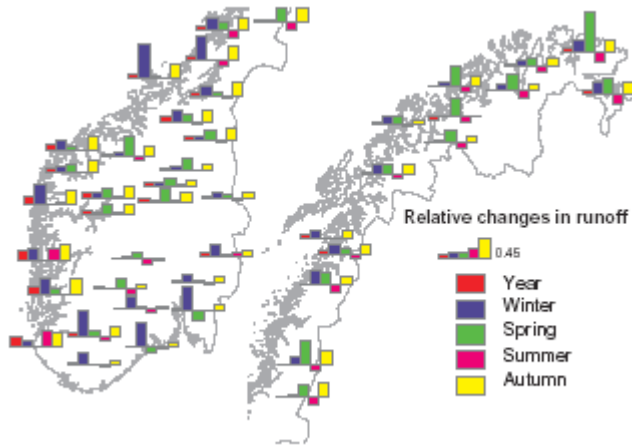
---

<sup>12</sup> Med unntak av situasjoner med *inversjon*, der temperaturen stiger med høydemeterne.

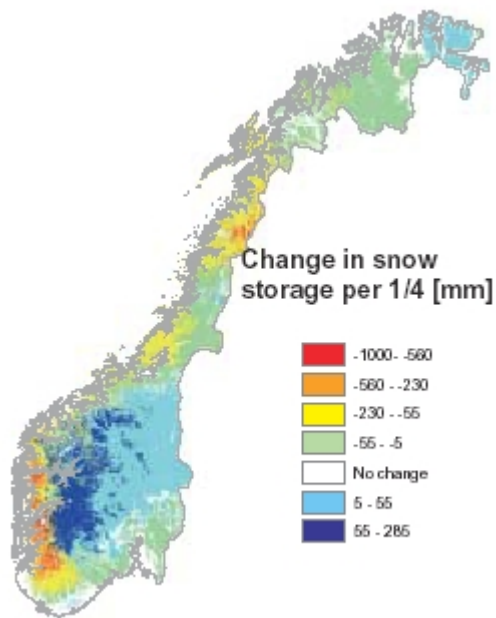
<sup>13</sup> <http://met.no/index.shtml>

<sup>14</sup> Gjennomsnittets høyde per kommune finnes i Statens kartverks Arealstatistikk: <http://www.statkart.no/IPS/?module=Articles:action=Article.publicShow:ID=451>

<sup>15</sup> Vha HBV-modellen: hydrologisk modell for avløp av nedbør i bestemte nedbørsfelt.

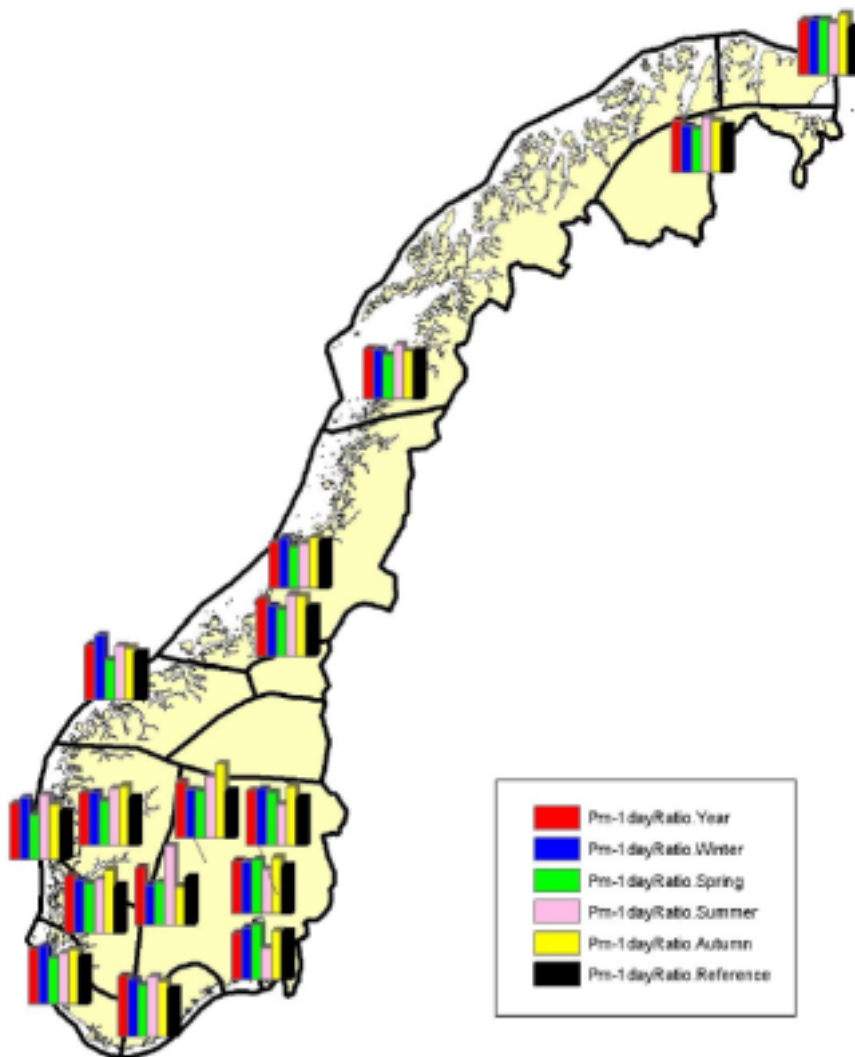


**Figur 5:** Relativ endring i avrenning, perioden 2030-2049 sammenliknet med perioden 1980-1999 (Roald mfl. 2002; Skaugen mfl. 2003)



**Figur 6:** Endring i snøens vanninnhold (mm) pr. 1.april, for perioden 2030-2049 sammenliknet med perioden 1980-1999 (Roald mfl. 2002).

Det har også blitt beregnet prediksjoner for endret hyppighet (1 og 5 dagers varighet) og intensitet av ekstremnedbør, for utvalgte målestasjoner (Skaugen mfl. 2002). Siden det er knyttet relativt stor usikkerhet til beregninger av ekstremvær, blir disse klimaparametrene oppgitt i relativ endring fra dagens normal (se Figur 7).



**Figur 7:** Regional fordeling av relative endringer i gjennomsnittlige ekstremverdier av ekstremnedbør (Pm), varighet én dag. Svart søyle innebærer ingen endringer (Skaugen mfl. 2002).

Disse beregningene kan gi vesentlig bedre estimater enn CICEROs middelveidier basert på scenariet med oppløsningsgrad 55x55 km<sup>2</sup>. Ved bruk av disse beregningene lokalt, kan man f.eks. foreta egne vurderinger av det lokale mønsteret som blir beskrevet (*verifisere, falsifisere eller justere*), på bakgrunn av lokalkunnskap om eksisterende nedbørs- og avrenningsmønstre. For endring i nedbør som snø blir i tillegg temperaturvurderinger nyttige å trekke inn. På den måten kan man redusere faren for at scenariene lokalt blir oppfattet som irrelevante eller for unyanserte for bruk i lokal kontekst.

### Vind

Det knytter seg større usikkerhet til beregningene av endringer i vind, og da spesielt tilfeller av ekstremvind (både maksimum styrke og frekvens). De regionale klimamodellene har vanskelig for å simulere de sterkeste vindene (Haugen og Nordeng 2001) siden tidsoppløsningen i beregningene ikke er liten nok til at ekstremvind, som ofte bare kan vare fra mellom ti minutter til et par

timer, blir fanget opp. Samtidig er det spesielt endring i *hyppigheten* av ekstremvind som er interessant å trekke inn ved en lokal sårbarhetsvurdering. I klimascenariene som blir presentert i dag, blir prediksjonene for økning i frekvens av ekstremvind beregnet ut fra sannsynlige sammenhenger mellom gjennomsnittlig økning i temperatur og vind.<sup>16</sup>

For området utenfor Stadt, som det predikeres størst endring i middelvind om høsten, beregnes det en økning opp mot 30 prosent i hyppigheten av vind rundt 20 m/s. Ellers viser beregninger at sterke vinder som i dagens klima kun forventes oversteget en gang i året, vil kunne opptre mer enn dobbelt så ofte utenfor kysten av Troms og Finnmark, og noe sjeldnere enn dobbelt så ofte for resten av kysten (RegClim 2002).

De nye standardene for snø- og vindlaster som er utviklet av Standard Norge (tidligere Norsk Byggestandardiseringsråd) i samarbeid med DNMI/met.no, er utviklet med henblikk på best mulig lokal tilpasning til lokalklimatiske forhold.<sup>17</sup> Standarden inkluderer derfor kommunevise referansevindhastigheter beregna på bakgrunn av data fra 70-100 målestasjoner og trykkmålinger.<sup>18</sup> Referanseverdien oppgir gjennomsnittlig vindhastighet (m/s) i løpet av en periode på ti minutt, med gjentaksintervall på 50 år, og målt 10 meter over bakken i det standarden kaller ”flyplassterreng” (stor åpen flate). I tillegg inkluderer standarden regler for hvordan kommuneverdiene kan justeres med hensyn til:

1. *terrengtype* (”*terrengruhetsgrad*”); standard retningslinjer som vektlegger topografi og høyde over havet, og gir dermed vindverdier tilpasset topografi; og
2. *vindretning*; basert på åtte retningssektorer spesifikke for regionen (ca. 20 regioner på landsbasis).

Dette gjør det mulig å beregne vindhastigheter for daler, fjorder, bratte fjellsider i le, bykjerne/tettbygd strøk etc., samt overgangssoner mellom de ulike terrengruhetskategoriene. Standarden og retningslinjene som kan bestilles hos Norsk Standard<sup>19</sup>, kan dermed kanskje benyttes til å lokaltilpasse scenarier for intensiteten i ekstrem vind. *Frekvens* av ekstremvind vil det derimot være vanskelig å vurdere lokalt, utover å bruke de eksisterende nedskaleringene av mellomverdier (som allerede gjort av CICERO).

Ved presentasjon av scenarier, er det vel å merke ikke absoluttverdiene som er det interessante, men endringsgraden fra dagens normal. Det kan derfor være nyttig å begrense bruken av absolutte verdier når man oppgir endring, men heller for eksempel vektlegge prosentvis endring fra dagens situasjon. Det kan være vanskelig å forstå implikasjonene av x mm endring i nedbør per måned, mens når man sier at nedbøren vil øke med for eksempel 20 prosent kan det være lettere å relatere til dagens situasjon. For ikke å forvirre mer enn nødvendig, kan det i noen tilfeller kanskje også være hensiktsmessig å foreta en ytterligere *relativering* av

---

<sup>16</sup> Temperaturøkning tilsier mer energi i atmosfæren, som dermed kan gi utslag i mer vind (og mer regn). Forholdet mellom temperatur og vind vokser eksponentielt.

<sup>17</sup> Erfaringene fra 1992-orkanen på Nord-vestlandet viste at de eksisterende standardene ikke var tilstrekkelige for de faktiske forholdene i enkelte områder.

<sup>18</sup> Informasjon fra Rune Sandvik, Standard Norge (05.11.03)

<sup>19</sup> Se [www.standard.no](http://www.standard.no)



prediksjonene, for eksempel etter i hvilken grad endringene er ”svært store”, ”store”, ”middels” eller ”små” (for eksempel i forhold til landsgjennomsnittet). Vi har derimot ikke gjort videre spesifisering av denne type kategorisering når vi presenterer bruk av klimaparametre i sårbarhetsvurderinger.

**Tabell 1:** Aktuelle klimaparametere, og justeringsmuligheter, ved nedskalering av sårbarhet for klimaendringer på kommunenivå

	Parameter	Enhet	Lokale justeringer
Temperatur	Frost/tinedager	Antall dager endring/mnd	Ja
	Vekstsesong	Antall dager endring/år	Ja
Nedbør	Frekvens av ekstrem nedbør	Antall dager endring/mnd	Nei
	Nedbørsintensitet	Antall mm endring/6 timer	Ja
	Nedbør som snø	Antall mm endring/mnd	Ja
Vind	Vindintensitet	Antall m endring/sek	Ja
	Frekvens av ekstrem vind	Antall dager endring/mnd	Nei

## 4. Skisse til et lokalt indikatorsystem for klimatilpasning

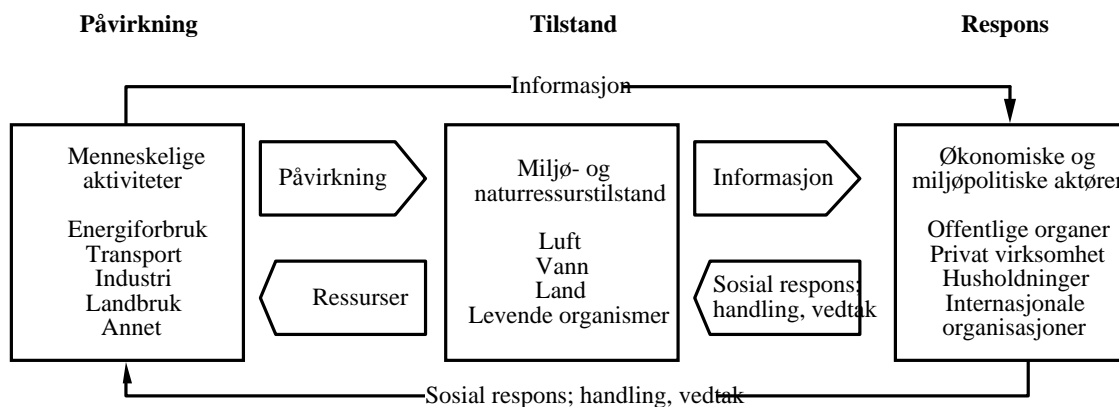
### 4.1 Miljø- og bærekraftindikatorer

Vår ambisjon er å skissere et indikatorsystem som i en eller annen forstand er *lokalt*, og vi i den anledning bygge på en omfattende litteratur som omtaler ulike varianter av lokale miljø- eller bærekraftindikatorer. Dessverre er det en heller beskjeden litteratur som omhandler erfaringer med *bruken* av de samme indikatorsystemene (Høyen og Aall 2002). Det vil derfor være avgjørende å få testet ut forslaget til indikatorsystem for klimatilpasning før en eventuell endelig anbefaling av en gitt type system kan gis.

På alle nivåer har det siden begynnelsen av 1990-tallet pågått en stor aktivitet internasjonalt for å utvikle indikatorer som er ment å formidle innholdet i og kravene til en bærekraftig utvikling. I et kompendium utgitt i 1995 av det kanadiske "International Institute for Sustainable Development" er det gitt en nærmere presentasjon av 270 miljø- og bærekraftindikatorinitiativ fra 29 land med samtlige verdensdeler representert (Hardi mfl. 1995). Siden er listen blitt atskillig lengre. Felles for de ulike indikatorinitiativene er at de ofte er meget konkrete og detaljerte, og at alle forsøker å selge sin fortolkning av begrepet bærekraftig utvikling som den "rette" (Høyen og Aall 2002).

#### *Årsak-virkning tilnærming*

Et sentralt metodisk grep i mange av de eksisterende miljø- og bærekraftindikatorsystemene er den såkalte *PSR-modellen* (OECD 1994). Norge vært langt fremme i å utvikle denne typen indikatorsystemer (Høyen og Aall 2002). Indikatorene knyttes til ulike ledd i en sammenhengende årsaks-virkningskjede: menneskelig aktivitet *påvirker* (P = pressure) miljøet, og dette gjenspeiles i endret *miljøtilstand* (S = state). Samfunnets *respons* (R) for å hindre disse endringene eller for å utbedre miljøskader utgjør det tredje leddet i kjeden. Det er illustrert i figuren under. I tillegg til de tre typene opererer OECD med en fjerde; *prestasjonsindikator* (P = performance - "indicators for use in performance evaluation"). Dette er utvalgte og/eller aggregerte påvirknings-, tilstands- og responsindikatorer med hensikt å evaluere effektene eller ytelsen til OECD-landenes miljøpolitikk og miljøhandlinger ("environmental performance reviews"). Senere er det innlemmet et femte ledd i denne typen modell: *miljøvirkningene* (I = impacts). Det innebærer at den opprinnelige modellen etter hvert er blitt til den fem-leddete *PSIRP*, men fortsatt langs en sammenhengende årsaks-virkningskjede (Bossel 1999).



**Figur 8:** PSR-modellen for miljøindikatorer (OECD 1994)

Det er utviklet en rekke miljøindikatorsystemer basert på PSR-modellen, og da i hovedsak på nasjonalt nivå (se for eksempel Miljøverndepartementet 1992; OECD 1994; Nordisk Ministerråd 1994). Den er etter hvert også brukt som modell på lavere geografiske nivåer, spesielt på kommunenivå, og da for bærekraftsspørsmål istedenfor mer avgrensede fysiske miljøspørsmål. Begge utvidelsene av anvendelsesområdet har medført problemer. På kommunalt nivå har PSR-modellen gjerne blitt vurdert som alt for komplisert. Isteden for en fullt utviklet modell har man forsøkt å utvikle ulike former for forenklinger, men som likevel bygger på den grunnleggende årsak-virkningskjeden. Den enkleste versjonen består i at man i tillegg til de klassiske miljøtilstandsbeskrivelsene også tar med indikatorer som beskriver miljøtiltak og ulike former for påvirkningsindikatorer uten en så streng systematikk som det PSR-modellen legger opp til. Denne formen for tilpasninger er for eksempel utviklet innenfor det europeiske "Sustainable Cities" programmet (Alberti 1993) og det norske Miljøbyprogramet (SFT 2000).

#### Lokale bærekraftindikatorer

Et spesielt trekk på 1990-tallet er den omfattende aktiviteten for å utvikle *lokale* bærekraftindikatorer. Det har vært et internasjonalt fenomen - en ny trend i indikatorutviklingen så og si. MacGillivray og Zadek (1995) mener at det er på det lokale nivået man kan vise til vesentlige framskritt de siste årene, også ved at indikatorene faktisk er tatt i bruk i konkrete beslutningsprosesser. Et viktig, men også kritisk trekk i framveksten av det store antallet lokale bærekraftindikatorer er at denne utviklingen i mange tilfeller har skjedd i prosesser med *folkelig deltakelse*, MacGillivray og Zadek (1995) viser til mange positive erfaringer, spesielt i England. Men folkelig deltakelse er i seg selv ingen garanti for suksess (Brugmann 1997, Stirling 1999). Deltakelse må også omfatte bruken av indikatorene og innhenting av erfaringene om bruken, ikke bare utviklingen av indikatorene. Her er det altså ikke så mye å vise til.

Et annet kritisk spørsmål er indikatorenes *faktiske* bærekraftinnhold. Ikke minst i England er det mange eksempler på indikatorsystemer med høyst ulik oppfatning av global bærekraftig utvikling, og som gjerne ligger langt fra en faglig forsvarlig oppfatning (Høyer og Aall 2002). Det kan være aktuelt med medvirkning også når det gjelder utvikling av lokale indikatorer om klimatilpasning, og på samme måte

som påpekt over er det da viktig å veie opp innspill fremkommet gjennom medvirkningsprosesser opp mot innspill fra fagekspertise.

#### *Bruken av lokale indikatorer*

Indikatorer kan tenkes brukt i mange ulike sammenhenger. Det kan være for å tydeliggjøre en framtidig utviklingsretning, å gi et godt bilde av utviklingen i en tilstand, eventuelt å holde regnskap med effektene av tiltak og handling. Normalt vil det være snakk om flere typer *analyser* (Høyen og Aall 2002). Én kategori gjelder rent *informerende* analyser:

- Indikatorer for å registrere og overvåke utviklingen i en tilstand, for eksempel miljøtilstand ("miljøovervåking").
- Indikatorer for å tydeliggjøre utviklingsretning ("retningsanalyse").
- Indikatorer for å sammenligne egen prestasjon med andre ("benchmarking").

En annen kategori er analyser som er ment å inngå i *formelle beslutningsprosesser*:

- Indikatorer for å rapportere oppover i et beslutningssystem ("rapportering").
- Indikatorer for å tydeliggjøre konsekvenser av planlagte tiltak og handlinger ("konsekvensvurdering").
- Indikatorer for å registrere og evaluere effektene av gjennomførte tiltak og handlinger ("evaluering").

I prinsippet kan man tenke seg alle disse formene for analyse i en klimatilpassingssammenheng, men i første omgang fremstår "*miljøovervåking*" som den analyseformen det er viktigst å få på plass først. Det synes rimelig å påstå at det å ha oversikt over tilstanden lokalt, altså hvor sårbart lokalsamfunnet er i forhold til klimaendringer, er en inngang til de andre formene for analyse.

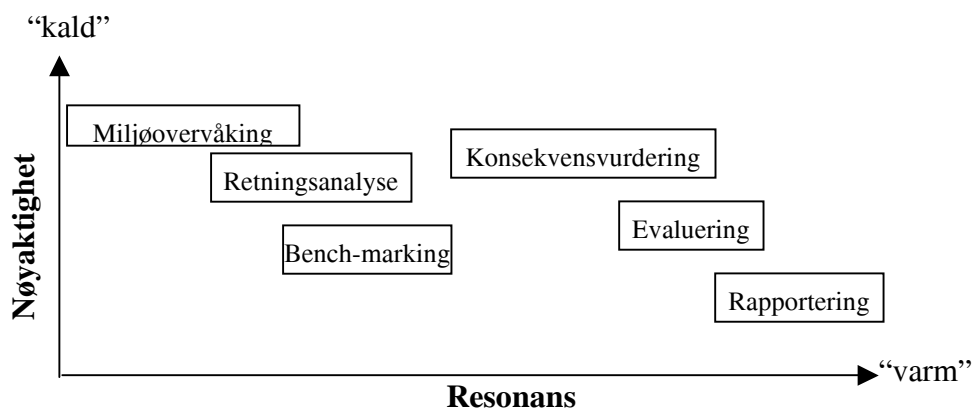
De ulike analysene vil normalt rette seg inn mot ulike målgrupper, og vil også kunne ha ulike krav med hensyn til type informasjon, eller rettere sagt nøyaktighet i den informasjonen indikatorene skal formidle, noe vi kommer tilbake til under. Det går imidlertid et hovedskille mellom analyseformene listet opp over: De tre første er mer informerende uten innebygde forutsetninger om å inngå i formelle beslutningssystemer, mens de tre siste er ment som nettopp å inngå i formelle beslutninger. Vi kan derfor skille mellom hvilke *styringsmessige* sammenhenger indikatorene skal inngå i, det vil si om de er (Høyen og Aall 2002):

- Indikatorer for offentlig *informasjon og debatt*: det vil si til holdningsskapende arbeid rettet mot ulike lokale aktører.
- Indikatorer for *politisk* styring: det vil si med folkevalgte som den viktigste målgruppen og brukt i overordnede sammenhenger der det gjøres viktige og mer prinsipielt orienterte politiske avveininger.
- Indikatorer for *administrativ* styring: det vil si der det i større grad er administrasjonen som er hovedaktøren (for eksempel ved konsekvensvurderinger av ulike utbyggingsalternativ) men der folkevalgte

bringes inn for å sanksjonere det administrasjonen har gjort, eventuelt for å fatte mindre og mer detaljerte politiske avgjørelser.

### *Kalde og varme indikatorer*

Kombinasjonen av dimensjonene ”analysetype” og ”styringsmessige sammenhenger” gir en rekke ulike former for bruksområder som varierer langs en skala om teknisk nøyaktighet og én skala som gjelder det vi kan betegne som *resonans*. Hvis indikatorene er ment å motivere til handling, ikke bare være rent informerende, er det ikke nok at den er nøyaktig; informasjonen må også skape *resonans* for eller hos den tiltenkte målgruppen. Målgruppen må forstå informasjonen og bli motivert til å utlede handling på bakgrunn av denne informasjonen. Det kan i denne sammenhengen skilles mellom *kalde* og *varme* indikatorer (MacGillivray og Zadek 1995). De ”kalde” er i sin rendyrkede form faglig detaljerte og krevende, men er for kalde til at de skaper resonans hos aktuelle målgrupper. De ”varme” gir denne resonansen, men er til gjengjeld upresise eller lite dekkende for de sammenhengene de inngår i. I figuren under har vi vist hvordan de ulike analyseformene kan relateres til ulike grader av resonans. Poenget her er gjennom idealtipekategorier å vise hvordan disse relasjonene *kan* opptre. I praksis vil man finne store variasjoner og overlapp.



**Figur 9:** ”Kalde” og ”varme” indikatorer (MacGillivray og Zadek 1995)

### *Ovenfra-og-ned og nedenfra-og-opp*

Et viktig skille når det gjelder lokale indikatorsystemer går på det vi kan kalle et vertikalt perspektiv: det vil si hvorvidt systemene er tenkt ”*ovenfra-og-ned*” eller ”*nedenfra-og-opp*”. Disse to hovedmodellene av lokale indikatorsystemer har ulikheter både når det gjelder teknisk utforming og bruksområder (jf tabellen under). Den første kategorien er gjerne typisk ”kalde” systemer utformet for å gi heller grove vurderinger av regional variasjon på et nasjonalt nivå. Motsatt er den andre kategorien indikatorsystemer mer preget av å være ”varme” og mer detaljerte på et lavere geografisk nivå, fordi disse gjerne er ment å inngå i en lokal beslutningssammenheng.

**Tabell 2** Typiske forskjeller mellom ”ovenfra-og-ned” og ”nedenfra-og-opp” baserte indikatorsystemer

	Datagenerering	Indikatorer	Bruksområde
”Ovenfra-og-ned”	Nasjonal statistikk brutt ned på fylkes- eller kommunenivå	Ofte ”kalde” indikatorer og standardiserte data.	Informasjon og debatt Rapportering fra kommune til stat Nasjonale statusvurderinger
”Nedenfra-og-opp”	Lokale data evt. supplert med nasjonal statistikk	Ofte ”varme” indikatorer med liten grad av standardiserte data.	Politisk og administrativ styring lokalt Lokal rapportering og konsekvensvurdering

Også her vil det i praksis være overlapp. Et konkret eksempel er KOSTRA (KOMMune-STat-RApportering). Dette er et nasjonalt informasjonssystem som gir informasjon om kommunal og fylkeskommunal virksomhet. Systemet er ”nedenfra-og-opp” i den forstand at dataene i hovedsak er generert lokalt og ved at de blir brukt i lokale beslutningsprosesser og som grunnlag for å sende styringssignaler ”oppover” i forvaltningssystemet fra kommunene. Samtidig er systemet sterkt preget av en ”ovenfra-og-ned” tilnærming, i den forstand at staten har pålagt kommunene å rapportere oppover i systemet etter en bestemt metodikk, og at staten selv bruker KOSTRA-data til overvåking av kommunal virksomhet innenfor ulike sektorer. Skillet mellom en ”ovenfra-og-ned” og ”nedenfra-og-opp” tilnærming viser seg også i noen av de få forsøkene som har vært på å utvikle lokale klimatilpasningsindikatorer, noe vi skal komme tilbake til.

#### Sårbarhetsindikatorer

Sårbarhetsindikatorer er et relativt nytt begrep anvendt i en miljø- og bærekraftsammenheng (Moss og Brenkert 2001). Denne typen indikatorer ble først tatt i bruk innen *økonomien* som et virkemiddel for å forutse finansielle kriser<sup>20</sup> og innen *utviklingsarbeid* for å vurdere sårbarhet på nasjonalt nivå i forhold til fattigdom og fattigdomsdrivende forhold som tørke og lignende<sup>21</sup> (Evans 2000, Briguglio 1992, Kelly og Agder 2000). På *miljøområdet* er sårbarhetsindikatorer først og fremst utviklet i tilknytning til spørsmålet om klimaendringer (se for eksempel Yamada mfl 1995).

Sårbarhet som inngang til utvikling av *bærekraftindikatorer* ble første gang tatt opp i forbindelse med ”The Global Summit on Small Island Developing States” (SIDS) i Barbados, 1994 (Kaly mfl 2003). I 2003 ble det lagt frem en egen metodikk med betegnelsen ”Environmental Vulnerability Index”, og det ble presentert beregninger av i alt 54 indikatorer for 235 land. Indikatorerne er gruppert etter hvilken type sårbarhet det er tale om: meteorologisk, geologisk, biologisk og menneskeskapt (antropogen). I tillegg inneholder systemet et antall indikatorer som beskriver naturtilstanden (jf tabellen på neste side).

De ulike forsøkene på å utvikle sårbarhetsindikatorer på miljøområdet viser at det er et slektskap med PSR-modellen. Man tar med både tilstands- og

<sup>20</sup> International Monetary Fund (IMF) har utviklet et system som består av fire indikatorgrupper: "Indicators of external and domestic debt", "indicators of reserves adequacy", "financial soundness indicators" og "corporate sector indicators" (se [www.imf.org/external/np/exr/facts/vul.htm](http://www.imf.org/external/np/exr/facts/vul.htm)).

<sup>21</sup> Slike indikatorsystemer er bl.a. tatt i bruk av verdens helseorganisasjon (WHO), jf for eksempel [www.who.int/disasters/repo/5507.pdf](http://www.who.int/disasters/repo/5507.pdf).

påvirkningsindikatorer (jf de fire første kategoriene i tabellen under) i tillegg til noen former for responsindikatorer (jf kategorien ”country characteristics” i tabellen under), men man benytter ikke samme logiske årsak-virkning oppsett som i PRS-modellen. Det nye i forhold til tradisjonelle miljø- eller bærekraftindikatormodeller er imidlertid at man tar med ”naturlige” påvirkningsindikatorer, som ”antall skred” og ”forekomst av ekstremvær”, i tillegg til at tilstandsindikatorene blir utvidet med mer generelle økosystemindikatorer (som ”temperatur” og ”nedbør”).

**Tabell 3** Eksempler på sårbarhetsindikatorer hentet fra ”Environmental Vulnerability Index” (Kaly mfl 2003)

Category	Indicator	Category	Indicator
Meteorological threats	– Sea Temperature	Country characteristics (cont.)	– Percent of land area less than 10 meters above sea level
	– High winds		– Percent of land area below 10 meters in elevation within 2 kilometers of coast
	– Dry periods		– Number of known endemic species per square kilometers land area
	– Wet periods		– Number of land and sea borders shared with other countries
	– Heat spells		– Distance to nearest continent
	– Cold spells	Antropogenic threats	– Density of people in coastal areas
Geological threats	– Volcanoes		– Population density
	– Earthquakes		– Population growth
	– Tsunamis		– Loss of natural cover
	– Mean percent annual change of area of ice		– Pesticides use
	– Number of slides		– Fertilizer use
Biological threats	– Number of reported organism outbreaks per square kilometers land area		– Wastewater
	– Total tonnage of freight imported per year per square kilometers of land area		– Production wastes
	– Number of species introduced since 1900 per square kilometers land area		– Waste treatment
	– Endangered species		– Number of spills of oil and hazardous substances
	– Number of species known to have become extinct		– Toxic industries
	– Percentage of natural and regrowth vegetation cover remaining		– Number of vehicles per square kilometers of land area
	– Intensive farming (tonnage produced per year per square kilometers land area)		– Maximum 24 hour SO <sub>2</sub> concentration
	– Percent of fisheries stocks over-fished		– Percentage of population with access to safe sanitation
	– Number of known species which migrate outside the territorial area		– Water use
	Country characteristics		– Total land area
– Ratio of length of shoreline or land border to total land area			– Number of new fisheries stocks or expanded fisheries efforts added to the country
– Altitude range (highest point subtract the lowest point in country)			– Deep mining (tones/year)
			– Surface mining (tones/year)
			– Percent of terrestrial zone set aside
		– Percent of marine zone set aside	
		– Number of war or civil strife years over the last 50 years within the territory	
		– Environmentally related legislation with regulations	
		– Area of land engaged in the agriculture or field testing of any genetically modified organisms	
		– Annual number of international tourists multiplied by the average length of stay in the country / land area	

## 4.2 Norske forsøk med lokale miljø- og bærekraftindikatorer

Et nylig avsluttet prosjekt med utvikling og utprøving av bærekraftindikatorer for kommunesektoren gir noen erfaringer som gjelder *nedenfra-og-opp* type indikatorbaserte systemer anvendt på nettopp miljøområdet (Aall mfl 2002). Noen sentrale erfaringer er:

- For at indikatorer skal få innflytelse på utviklingen lokalt er det avgjørende at bruken av indikatorer kobles til eksisterende styringssystemer.
- For ytterligere å skape lokalt eierskap til indikatorene og bruken av disse er det viktig å koble valg av konkrete lokale indikatorer til eksisterende lokale målformuleringer.
- Samtidig er det viktig å ha noen føringer på et minimum av standardiserte indikatorer som skal gjøre det mulig å gjøre sammenligninger mellom kommuner og gi et noenlunde ensartet bilde ved rapportering ”oppover” i systemet. En måte å løse dette på er å skille mellom et sett standardiserte kjerneindikatorer, og så åpne for lokal variasjon gjennom valg av et større antall tilleggsindikatorer.
- Videre har det i praksis vist seg helt avgjørende å ha en tilstrekkelig administrativ kompetanse og kapasitet i kommunen på miljøområdet for å kunne få til noe ”nytt” når det gjelder mer systematisk arbeid i det kommunale miljøvernarbeidet. Mer konkret dreier dette seg om hvorvidt kommunene har tilsatt en person med et klart definert ansvar for overordnet miljøvernarbeid: en miljøvernleder eller tilsvarende.

Et sentralt element i oppfølgingen av reformen ”miljøvern i kommunene” (MIK-reformen) var tiltak for å styrke styringsdialogen mellom stat og kommune. Viktig i så måte var utforming av et rundskriv om statlige forventninger til den kommunale miljøvernpolitikken (rundskriv T-937 fra 1993), flere prosjekter med målsetning om å utvikle kommunale miljøindikatorer og nye rutiner for rapportering fra kommune til stat på miljøvernområdet. De tre mest sentrale prosjektene var:

- En *utredningen* gjennomført av de tre miljødirektoratene.
- Et større utviklingsprosjekt med utprøving av miljøindikatorer i noen forsøkskommuner (det såkalte *Buskerudprosjektet*).
- Den omfattende satsingen fra Miljøverndepartementets side på *Miljøbyprogrammet*.

I samarbeid med SFT og Riksantikvaren ledet Direktoratet for naturforvaltning en *utredning* som skulle komme frem til et indikatoroppsett basert på gjeldende statlige styringssignaler på miljøvernområdet. Den opprinnelige tanken var å utvikle et styringssystem som skulle sikre etterleving av statlige miljømål gjennom bedre mulighet for statlig etterprøving og kontroll. I rapporten fra utredningsarbeidet ble det opprinnelige ambisjonsnivået om å bruke et indikatorsystem som verktøy for statlig målstyring av kommunene redusert. Arbeidet ble isteden presentert under overskriften ”Idésamling for kommunalt miljøvern”, og det ble understreket i innledningen at ”*Idésamlingen skal ikke brukes som et statlig rapporteringssystem*” (Direktoratet for naturforvaltning m.fl. 1996, s. 3). Idésamlingen presenterer isteden et indikatoroppsett – et meget omfattende sådan – med en gjennomgang av 45 nasjonale miljømål innenfor de fem prioriterte satsningsområdene for kommunalt miljøvernarbeid gjengitt i rundskriv T-937. Det er gitt forslag til i alt 140 kommunale miljømål og 280 miljøindikatorer gruppert innenfor de samme fem satsningsområdene. Direktoratene understreker at forslagene må forstås som *miljøindikatorer* - og at



de ikke pretenderer å gi et bærekraftperspektiv på det kommunale miljøvernarbeidet.

I *Buskerudprosjektet* gjennomførte de tre miljødirektoratene i perioden 1992-96 relativt omfattende forsøk med utvikling og utprøving av miljøindikatorer i seks kommuner. Sentralt i prosjektet var utvikling av et indikatorsystem som var ment å skulle tjene tre formål (Fylkesmannen i Buskerud 1997; Wang 1997):

- være et verktøy for *samordnet rapportering* fra kommune til stat på miljøvernområdet til erstatning for ulike eksisterende og lite samordnede rapporteringssystemer
- være et verktøy for *kommunal miljøstyring*
- være et verktøy for *sammenligning* mellom kommuner på miljøvernområdet

Buskerudprosjektet startet ut fra et rent statlig initiativ finansiert av statlige myndigheter, men det fikk etter hvert en parallell kommunal utløper initiert av prosjektkommunene. Bakgrunnen var et ønske om å reddyke målsettingen som gjaldt utvikling av kommunale styringsindikatorer, som igjen skyldtes det prosjektkommunene oppfattet som et "løftebrudd" fra de statlige myndigheter midtveis i prosjektet. Kommunene var rekruttert til prosjektet med et løfte om å bidra til å utvikle et system som skulle komme *istedenfor* rådende rapporteringssystemer på miljøvernområdet. Midtveis i prosjektet ble det imidlertid gjort klart fra statlige myndigheters side at det systemet man ønsket å utvikle nok skulle komme *i tillegg til* eksisterende lovpålagte rapporteringssystemer.

På grunn av den todelingen prosjektet etter hvert fikk, ble det utviklet *to* indikatorforslag: ett som gjaldt kommunal rapportering til statlige myndigheter og ett som rettet seg inn mot ønsket om bedre kommunale styringsindikatorer på miljøvernområdet. Forslaget som gjaldt kommunal *rapportering til statlige myndigheter* inneholder ca 50 miljøindikatorer utledet fra nasjonale mål og retningslinjer. I sluttrapporten er det antydning at 32 av indikatorene bør være felles for alle kommuner, 8 kan tilpasses lokale forhold mens 12 av de utprøvde indikatorene blir foreslått sløyfet fordi de er for arbeidskrevende å ta i bruk eller av andre grunner uhensiktsmessig å bruke (Fylkesmannen i Buskerud 1997, vedlegg 4, s 2). I en tidlig fase av prosjektet la man opp til en tredeling av indikatorene i tråd med PSR-modellen. Etter negative tilbakemeldinger fra kommunene ble imidlertid denne tilnærmingen forlatt, og man valgte isteden å sortere indikatorene i ulike miljøtema. Indikatorene ble delt inn i ti tema tilsvarende Miljøverndepartementets ti resultatområder, for senere å bli redusert til seks.

Det andre indikatorforslaget som primært var rettet inn mot *kommunal styring*, skilte seg ut gjennom å bringe inn supplerende temaer av typen: "Kompetanse og holdninger", "miljøarbeid i egen organisasjon" og "næringsutvikling". For de øvrige temaene skilte de til sammen om lag 90 indikatorene seg i liten grad fra de "statlige" indikatorene. I sammendraget i sluttrapporten fra det kommunale delprosjektet ble det likevel gitt anbefalinger som skilte seg vesentlig fra den statlige delen av prosjektet. Her ble det anbefalt et sterkt fortettet indikatorsystem med 14 kjerneindikatorer med utspring i to kjerne tema: "Ressurs- og energiforbruk" og "miljøkvalitet".

Til tross for en relativt omfattende forsøksvirksomhet, som også ble aktivt støttet av representanter fra de tre direktoratene, har anbefalingene fra prosjektet i liten grad blitt fulgt opp. Det er ikke utformet noen form for statlig veileder eller rundskriv som tar opp i seg anbefalingene. Heller ingen av prosjektkommunene har i etterkant tatt i bruk systemene (Høyer og Aall 2002). I sluttrapportene fra prosjektet blir det pekt på hindringer for å ta i bruk indikatorene, noe som også kan forklare hvorfor anbefalingene fra prosjektet i så liten grad er fulgt opp. Erfaringene fra forsøkene kan sammenfattes i følgende punkter (Fylkesmannen i Buskerud 1997; Wang 1997):

- Begrepet bærekraftig utvikling og Lokal Agenda 21 er lite drøftet i kommunene, og bærekraftig utvikling er i begrenset grad grunnlag for praktisk politikk og tilsvarende lite synlig i kommunenes styringsdokumenter.
- For å gjøre diskusjonen om bærekraftig utvikling konkret og forståelig må indikatorene tilpasses den enkelte kommunes behov.
- Indikatorer må også tilpasses kommunenes ulike roller som myndighetsutøver, tjenesteprodusent og samfunnsutvikler.
- En virkningsfull bruk av bærekraftindikatorer forutsetter utvikling av et verdigrunnlag og en betydelig politisk og administrativ prioritering.
- Integrasjon av bærekraftindikatorer i sentrale styringsdokumenter som kommuneplan, økonomiplan og årsmelding er helt avgjørende.

Ett av målene med *Miljøbyprogrammet* var å utvikle metoder for å beskrive miljøtilstanden i byer (Miljøverndepartementet 1995). På bakgrunn av dette utviklet Miljøverndepartementet i 1995 et forslag til ti miljømål med 26 tilhørende indikatorer som var ment å være en metode for å beskrive en bærekraftig byutvikling (SFT 2000). Det er utarbeidet et omfattende veiledningsmaterieell med referanse til erfaringer fra Miljøbyprogrammet. Ved avslutningen av programmet ga Statens forurensningstilsyn også ut en veileder som beskriver metodikken bak indikatorene (SFT 2000). I tillegg er det forsøkt bygget opp en systematikk med grunnlag i PSR-modellen. Forslaget til indikatorer fra 1995 fikk mye oppmerksomhet i programperioden, og det ble lagt stor vekt på at kommunene skulle prøve ut de foreslåtte indikatorene. Det er derfor slående at *erfaringer* med bruken av indikatorene er helt fraværende både i det omfattende dokumentasjons- og erfaringsmaterialet som er lagt fram underveis og ved avslutningen av programmet. Selv om det er gitt ut en egen veileder om Miljøbyindikatorene er det ingen referanser til indikatorene i de fem hovedrapportene fra programmet.

Det gjenstår å se om typen indikatoroppsett som er omtalt over vil bringe oss nærmere systemer av lokale bærekraftindikatorer som vil bli brukt i varige politiske og administrative styringsprosesser horisontalt innen kommunen og vertikalt mellom kommune og stat. Sporene etter et tiår med utvikling av de mer avgrensede og enklere miljøindikatorene gir ikke de beste forhåpninger (Høyer og Aall 2002). En undersøkelse fra 2000 viser at bare åtte prosent av norske kommuner oppgir at de hadde tatt i bruk miljøindikatorer og miljøstyringssystemer (Bjørnæs 2002).

### 4.3 Forsøk på å utvikle lokale indikatorer på klimaområdet

Hva har vi så å bygge på av mer spesifikke erfaringer på klimaområdet? Vi vil trekke frem erfaringer på tre områder som vi mener er særlig relevante når det gjelder etablering av systemer som omfatter lokale klimatilpasningsindikatorer:

- lokal klimaplanlegging;
- lokal beredskapsplanlegging; og
- nedskalering av nasjonale og globale klimamodeller.

I Norge fins det godt utviklede eksempler innen alle disse tre områdene, men bare innenfor det første området er det gjennomført mer omfattende og systematisk innsamling av praktiske erfaringer (Groven og Aall 2002). Innenfor beredskapsplanlegging og nedskalering av nasjonale og globale klimamodeller er det mer tale om metodeutvikling og spredte erfaringer fra forsøksvirksomhet (Aall og Groven 2003).

Innenfor alle de tre områdene kan utviklingen av indikatorsystemer plasseres innenfor en ovenfra-og-ned tilnærming. Indikatorene tar utgangspunkt i nasjonale, i mange tilfeller også globale datasett, og forsøker så ved hjelp av ulike teknikker – herunder også justering med lokale data - å skalere ned dataene til lokalt nivå. En sentral teknikk er gjerne fremstilling av *kart* som viser regional og lokal variasjon, i mange tilfeller med nøyaktighet helt ned på kommunenivå.

#### *Lokal klimaplanlegging*

Statens forurensningstilsyn i samarbeid med Statistisk sentralbyrå har utviklet et beregningsverktøy som gjør det mulig å regne ut fylkes- og kommunevise oversikter over utslippene av klimagasser (jfr. tabellen under).

Beregningsmodellen er tilgjengelig på Internett. Det er gjennomført forsøk med utvikling av lokale klimahandlingsplaner i et trettitalls norske kommuner og fylkeskommuner, der utarbeiding av lokale klimaregnskap inngikk som et utgangspunkt for de lokale planprosessene.

**Tabell 4** Eksempel på lokalt klimaregnskap generert av SFTs klimakalkulator: Sogndal kommune for år 2000, tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter

Kilde	Utslipp	
Stasjonær forbrenning	Industri	1 102
	Annen næring	1 504
	Husholdninger	597
	Annen stasjonær forbrenning	0
Prosessutslipp	Industri	0
	Deponi	18 663
	Landbruk	13 130
	Andre prosessutslipp	355
Mobile kilder	Person- og varebiler	13 908
	Lastebiler og busser	5 468
	Moped og MC	104
	Skip og båter	902
	Fly	702
	Andre mobile kilder	1 892
<b>Totale utslipp</b>	<b>58 328</b>	

Framveksten av klimapolitikk som et klart uttrykt kommunalt politikkområde er uløselig knyttet til framveksten av kommunale klimaplaner de siste par årene, men det bygger også på tidligere erfaringer med lokal energiplanlegging og samordnet transport- og arealplanlegging fra 1980- og 1990-tallet. De første eksemplene på lokale klimaplaner utarbeidet av norske kommuner er Bergen (1997), Kristiansand (1998), Oppland (1998) og Fredrikstad (2000). En gjennomgang av i alt et trettitalls forsøk med lokal energi- og klimaplanlegging i perioden 2000-01 viser at kommunene representerer et viktig potensial i forhold til å bidra til oppfyllelse av de norske klimaforpliktelsene (Groven og Aall 2002). En gjennomgang av tiltak foreslått i de kommunale klimaplanene antyder et reduksjonspotensial tilsvarende om lag 1/3 av de nasjonale forpliktelsene etter Kyoto-protokollen (Selvig 2001).

To hindringer er særlig tydelige når det gjelder å få til vesentlige bidrag fra kommunene i arbeidet med å redusere klimagassutslipp: foregangskommuner opplever at det kommunale handlingsrommet er for *lite*, blant annet på grunn av manglende horisontal integrering på nasjonalt nivå av klimahensyn i viktige sektorer som energi og transport, mens situasjonen for de resterende kommunene er at det tilgjengelige handlingsrommet blir utnyttet *for dårlig* (Groven og Aall 2002). Tilsvarende erfaringer er gjort blant annet i Nederland (Coenen og Menkveld 2002).

Det er videre knyttet noen viktige forutsetninger til det å utløse et potensial for kommunal innsats i klimapolitikken. Det vil ventelig være avgjørende om kommunene får statlig støtte til klimaplanlegging i første omgang, og videre støtte til gjennomføring av lokale klimatiltak. Videre er det avgjørende at miljø- og klimapolitikk blir satt tilstrekkelig høyt på den lokalpolitiske dagsorden og at kommunene har god nok administrativ kapasitet og miljøfaglig kompetanse (Groven og Aall 2002). Også her er det gjort tilsvarende erfaringer fra andre land (Collier 1997, Betsil 2001, Coenen og Menkveld 2002). Nedgangen i antallet kommuner som har fast ansatt miljøvernleder kan vise seg å være en alvorlig hindring for sterkere involvering av kommunene i klimapolitikken (Groven og Aall 2002).

### *Lokal beredskapsplanlegging*

Kommunene er fundamentet i samfunnets operative kriseberedskap (NOU 2001). Ved kriser som kommunen ikke klarer å håndtere selv, kan kommunen be fylkesmannen om assistanse, eller fylkesmannen kan på eget initiativ samordne krisehåndteringen. Sentrale kommunale oppgaver i krisesituasjoner er bl.a. å opprettholde kommunale funksjoner, informere, bistå politiet og gjennomføre oppryddingsaksjoner, i tillegg til oppgaver som er lagt til brannvesenet og helse- og sosialsektoren.

I løpet av 1990-tallet endret beredskapsarbeidet i Norge karakter fra å være krigsorientert til å bli mer sivilt orientert. Dette må vi se i lys av tre forhold: den sikkerhetspolitiske situasjonen etter at jernteppet falt; utvikling av en stadig mer kompleks og sårbar infrastruktur; og to omfattende naturkatastrofer på første halvdel av 1990-tallet (nyttårsorkanen i 1992 og storflommen på Østlandet i 1995) (Aall og Groven 2003).

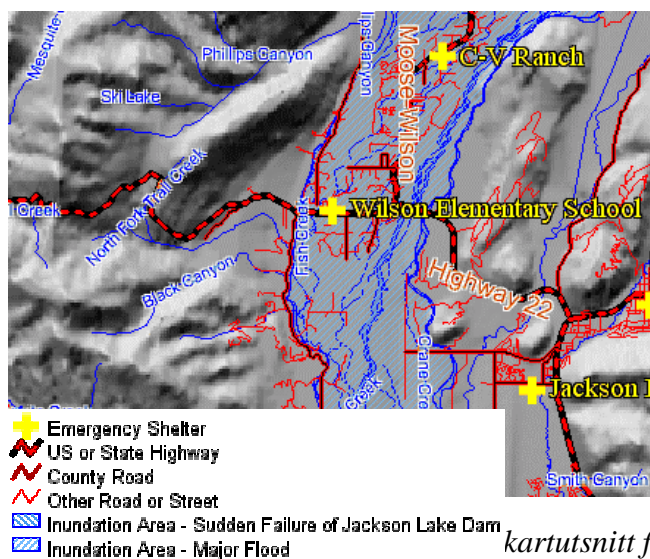
St.meld. nr. 17 (2001-2002): ”Samfunnssikkerhet. Veien til et mindre sårbart samfunn”, som skisserer grunnlaget for dagens beredskapspolitikk, gir bare en summarisk omtale av klimaendring som samfunnssikkerhetsproblem. Likevel opplyser Direktoratet for sivil beredskap (DSB) at dette er et tema myndighetene er opptatt av, og som DSB har ambisjoner om å generere forskning rundt.

*Kommunenes beredskapsarbeid er særlig knyttet til planlegging.*

Beredskapshensyn skal innarbeides både i den ordinære arealplanleggingen, gjennom risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) og kriseplanlegging. ROS er et viktig verktøy i dette arbeidet, som redskap for å kartlegge uønskede hendelser det kan være aktuelt å forebygge eller planlegge tiltak mot, og som grunnlag for kriseplanlegging og øvrig planlegging. ROS er likevel ikke lovpålagt på miljøområdet, slik tilfellet er for sosial- og helseområdet. Undersøkelser utført for DSB tyder på at én av ti kommuner mangler ROS, mens mindre enn halvparten av kommunene med ROS har fattet politisk vedtak om oppfølging av risiko- og sårbarhetsanalysen (Aall og Groven 2003).

*Frivillige humanitære organisasjoner* spiller en viktig rolle i beredskaps- og samfunnssikkerhetsarbeidet gjennom sin deltakelse i norsk redningstjeneste og gjennom ulykkesforebyggende arbeid. De fungerer i mange tilfeller som bindeledd mellom befolkning og offentlige strukturer, og har dermed en medvirkningsfunksjon.

I flere land er det eksempler på nasjonale beredskapsstrategier knyttet til naturkatastrofer som systematisk involverer også det *regionale* og *lokale* forvaltningsnivået. Det antakelig best utviklede systemet finnes i USA (Aall og Groven 2003). Et viktig element i det å involvere et lokalt forvaltningsnivå er synliggjøring av risiko. Her er *kartbaserte* verktøy et sentralt stikkord. Figuren under viser et eksempel på kartutsnitt som forsøker å synliggjøre flomfare. Til kartet er det knyttet stedfaste registerbaserte opplysninger slik at du kan klikke på der du bor, og få mer detaljert informasjon om ekstremvær, skredfare, flomfare o.a.



*kartutsnitt fra Teton County*<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Generert ut fra en nasjonal karttjeneste laget av Federal Emergency Management Agency, lagt ut på [www.fema.gov/mit/tsd](http://www.fema.gov/mit/tsd).

Tilsvarende kartbasert informasjon er under utvikling også i Norge, bl.a. i regi av Arealisprosjektet (skred) og NVE (flom), jf. eksempel under. For deler av Norge finnes det nå kart tilgjengelig på Internett som viser faresoner for stein-, snø- og kvikkleireskred, og der man ut fra et Norgeskart som viser hvilke områder som er kartlagt kan klikke seg ned til sin egen kommune og videre ned til nivå med enkeltbygninger (blir nærmere omtalt i kapittel 5). Karttjenestene framstår imidlertid ikke som direkte knyttet til det praktiske beredskapsarbeidet i den forstand at de ligger på foreløpige og underordnede (og relativt vanskelig tilgjengelige) sider<sup>23</sup>.



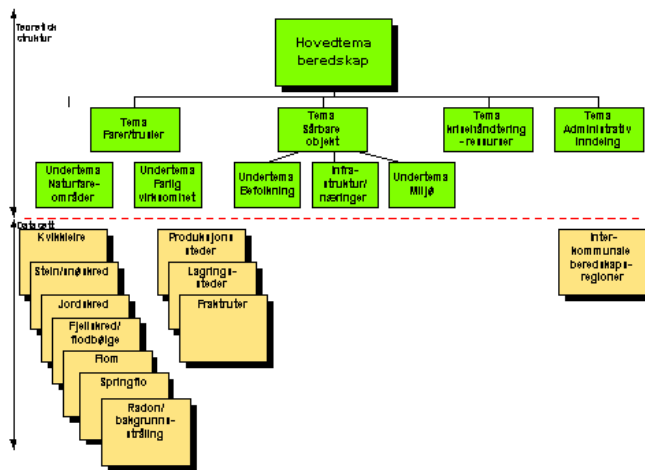
**Figur 11:** Norsk eksempel på beredskapskart for stein- og snøskred<sup>24</sup>

I Arealisprosjektet er det planer om å utvikle en omfattende kartbasert tjeneste på området beredskap (se figur under). Beredskap inngår som ett av 12 hovedtema<sup>25</sup>. Problemet her, som i resten av Arealisprosjektet, synes imidlertid å være at ambisjonsnivået med hensyn til innsamling, vedlikehold og tilrettelegging av data, så langt ikke synes å stå i stil med tilgjengelige ressurser til både å etablere og utnytte et slikt system (Aall og Groven 2003).

<sup>23</sup> Se [www.geonorge.no/website/ras/viewer.htm](http://www.geonorge.no/website/ras/viewer.htm) (stein- og snøskred), [www.geonorge.no/website/kvikk/viewer.htm](http://www.geonorge.no/website/kvikk/viewer.htm) (kvikkleire) og [www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=4678&iMenuId=282&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>NVE>%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E>Flomvarsel>Flomsonkartprosjektet](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=4678&iMenuId=282&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>NVE>%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E>Flomvarsel>Flomsonkartprosjektet) (flomsoner).

<sup>24</sup> Kilde: [www.statkart.no/arealis/Tema/Temakart/Images/Beredskap\\_2.jpg](http://www.statkart.no/arealis/Tema/Temakart/Images/Beredskap_2.jpg). Tilsvarende eksempel finnes for kvikkleireskred ([www.statkart.no/arealis/Tema/Temakart/Images/Beredskap\\_1.jpg](http://www.statkart.no/arealis/Tema/Temakart/Images/Beredskap_1.jpg))

<sup>25</sup> De øvrige er: natur, landbruk, kulturminner, rekreasjon, landskap, forurensning, kyst/fiskeri, plan, vannforsyning, befolkning og reindrift.



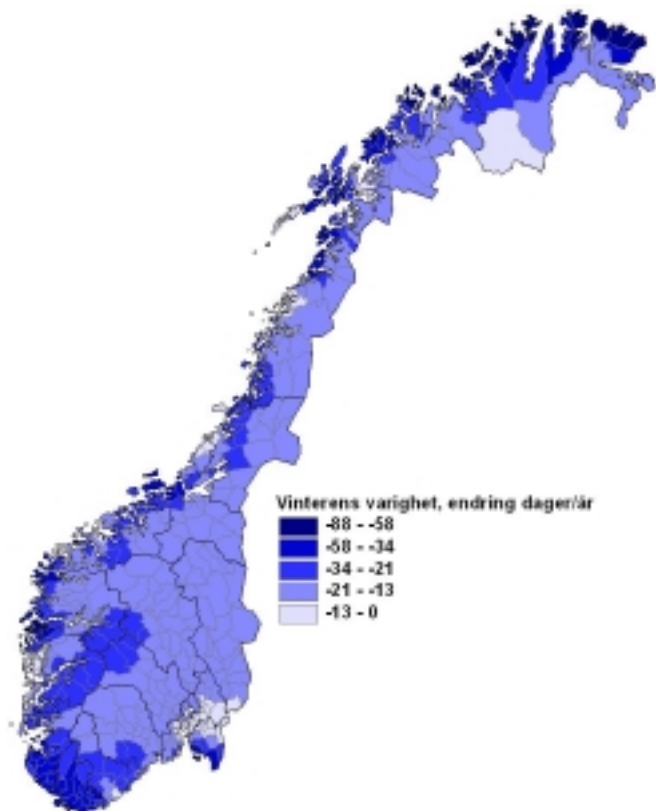
**Figur 12:** Struktur for planlagt informasjonstjeneste om beredskapsarbeid<sup>26</sup>

### Nedskalering av nasjonale og globale klimamodeller

Den formen for kartbasert informasjon som er vist under (jfr. Figur 13), inngår i en lang tradisjon på miljøområdet der man søker å identifisere områder som er særlig belastet med miljøskader eller områder med særlig store utslipp eller andre former for miljøbelastning. Tradisjonelt har dette vært gjort som del av nasjonale overvåkningsprogrammer eller som hjelpemiddel for å utvikle og målrette nasjonal miljøpolitikk. Denne tradisjonen er også tatt opp i arbeidet med å nedskalere globale klimamodeller for dermed å få frem kart som viser regional og lokal variasjon for ulike klimaparametere og der man i neste omgang kan avlede kart som viser tilsvarende mulige variasjoner i konsekvenser av klimavariasjoner. Det er etter hvert en rekke internasjonale eksempler på regional og lokal nedskalering gjort i ulike nasjonale sammenhenger (Coen 1997, Liverman og Meridith 2002, Watson mfl 1997). Det er også opprettet egne nettsted der man kan studere eller delta interaktivt i å etablere lokale og regionale sårbarhetsanalyser<sup>27</sup>. Under er vist et eksempel på regional variasjon av klimadata hentet fra det norske RegClim programmet, og der "kommuneverdier" er beregnet ved hjelp av interpolasjon (fra CICEROs SAMSTEMT-prosjekt, metode omtalt i kapittel 3).

<sup>26</sup> Kilde: [www.statkart.no/arealis/tema/hovedtema/beredskap.html](http://www.statkart.no/arealis/tema/hovedtema/beredskap.html)

<sup>27</sup> Se for eksempel Storbritannia [www.ukip.org.uk](http://www.ukip.org.uk), Nederland [www.dow.wau.nl/msa/noimpact.htm](http://www.dow.wau.nl/msa/noimpact.htm), USA [www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/](http://www.usgcrp.gov/usgcrp/nacc/), Sør-vest USA [www.ispe.arizona.edu/climas/](http://www.ispe.arizona.edu/climas/), Mist-Atlantisk region i USA [www.essc.psu.edu/mara/index.html](http://www.essc.psu.edu/mara/index.html), Karibien [www.cpacc.org](http://www.cpacc.org), Canada [www.nccp.ca/NCCP/index\\_e.html](http://www.nccp.ca/NCCP/index_e.html), Australia [www.marine.csiro.au/iawg](http://www.marine.csiro.au/iawg), Arktis [www.acia.uaf.edu](http://www.acia.uaf.edu).



**Figur 13:** Eksempel på karbasert fremstilling av regionale variasjoner i klimadata, her med eksempelet varighet av dager med snø ("vinterdager")

#### Lokale klimasårbarhetsindikatorer

I prosjektet "Climate Change Vulnerability in Norway: Socio-economic Perspectives on Policies and Impacts" har CICERO arbeidet med å utvikle et kartbasert indikatorsystem som antydnet over (O'Brien mfl 2003). Tilsvarende som i det systemet vi skal utvikle, ønsker man også her å få frem lokal sårbarhet overfor både klimaendringer og klimapolitikk (altså virkemidler for å redusere utslipp av klimagasser). Videre inkluderer systemet indikatorer for lokal tilpasningsevne (jfr. tabellen under).

**Tabell 5** Forslag til lokale indikatorer for klimatilpasning (O'Brien mfl 2003)

Indikatortema	Indikatorer
Lokal sårbarhet for klimaendringer	– Andel sysselsatte innenfor sårbare næringer (hotell/restaurant, skogbruk, landbruk og fiskere)
Lokal sårbarhet for klimapolitikk	– Andel sysselsatte innenfor sårbare næringer (industri og oljerelatert virksomhet) – Andelen CO <sub>2</sub> -utslipp fra industrien av samlede lokale utslipp
Lokal tilpasningsevne ut fra demografiske faktorer	– Andelen eldre i den yrkesaktive befolkningen. – Andelen barn og unge i den samlede befolkningen. – Netto utflyttingsrate
Lokal tilpasningsevne ut fra økonomiske faktorer	– Lokal sysselsettingsprognose – Statlige overføringer per innbygger – Skatteinntekt per innbygger

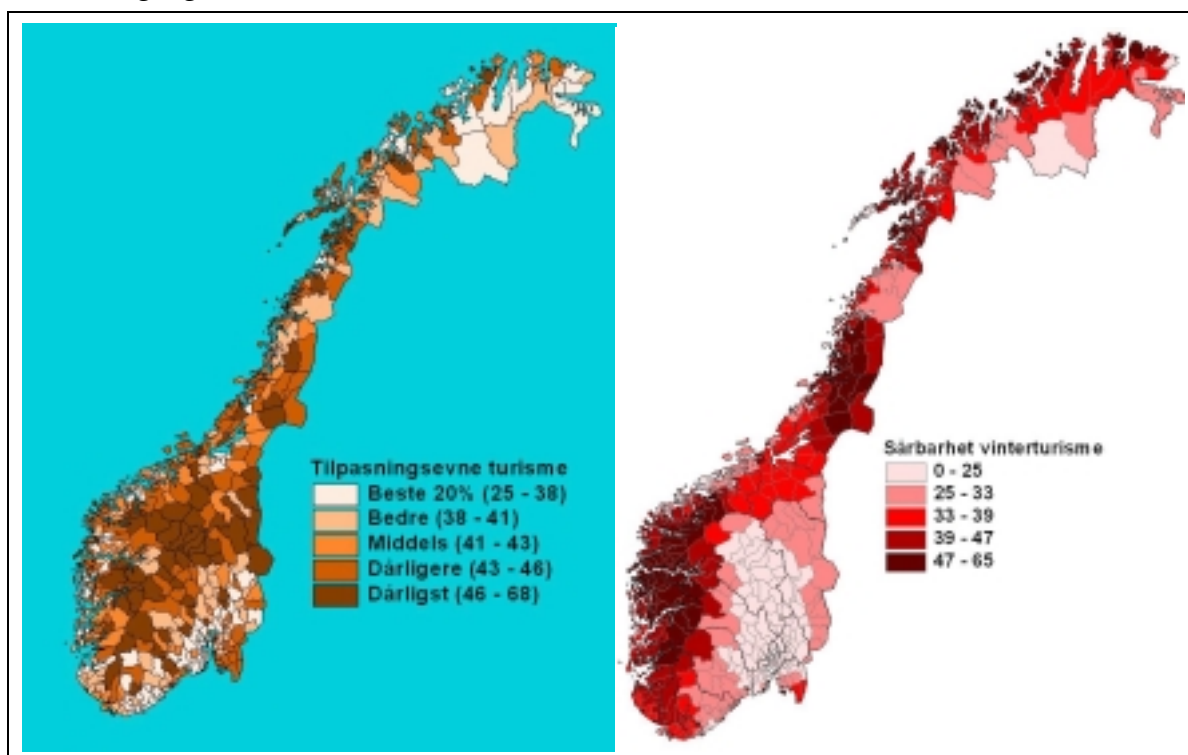


Ved å foreta en mer generell analyse av hvordan de menneskelige, økonomiske og naturmessige ressursene varierer mellom kommuner, søker man å identifisere forskjeller med hensyn til kapasitet til å møte utfordringer som følger av et endret klima og fremtidig klimapolitikk. I utvalg av indikatorer for tilpasningsevne har man lagt til grunn et relativt *generelt* perspektiv, der man antar at høy andel yrkesaktive, lav andel barn og unge, en positiv innflyttingsrate, lav arbeidsledighet og en god kommuneøkonomi betinger høy tilpasningsevne. Dette er en type indikatorer som har stor likhet med det vi innledningsvis omtalte som *institusjonelle* indikatorer.

For å komme frem til en samlet lokal sårbarhetsindeks blir de ulike indikatorene veid, og summert sammen til en sårbarhetsindeks. Hver indikator indekseres ut fra følgende formel:

$$\text{Indeksverdi} = \frac{(\text{faktisk verdi} - \text{minimums verdi})}{(\text{maksimums verdi} - \text{minimums verdi})} * 100$$

På grunnlag av disse beregningene blir det så produsert ulike sårbarhetskart, som i neste omgang kobles til kart over ulike klimavariabler.



**Figur 14** Eksempel på kartbasert fremstilling av regionale variasjoner i tilpasningsevne og sårbarhet, her med eksempel for vinterturisme<sup>28</sup>

Indikatormodellen omtalt over er et godt eksempel på en ovenfra-og-ned tilnærming. Indikatorene som gjelder sårbarhet og lokal tilpasningsevne er riktignok i hovedsak basert på lokale data, men indikatorene som gjelder klimaendringer er i stor grad basert på nedskalering av nasjonale og globale klimamodeller.

<sup>28</sup> Hentet fra foredraget "Klima i endring. Hvor sårbart er Norge? Og hva med Voss som vintersportssted?". Materialet vil bli publisert i en rapport fra CICERO.

Modellen er, som påpekt over, relativ ”generell”, i den forstand at indikatorer for tilpasningsevne er basert på generelle økonomiske og demografiske statistikker og ikke på data som spesifikt søker å beskrive tilpasningsevnen knyttet til det å gjennomføre utslippsreducerende tiltak eller tiltak for klimatilpasning.

Modellen sikter seg i utgangspunktet inn mot å vise regional og lokal variasjon i en *nasjonal* sammenheng, jf. presentasjonen av ulike ”Norgeskart”. Denne typen vurderinger kan for eksempel være nyttige for utforming av nasjonale tiltak og en geografisk prioritering av tilpasningstiltak. Samtidig, som påpekt av O’Brien mfl (2003), kan de danne utgangspunkt for en lokal debatt om man skal gå dypere inn i problemstillingen omkring lokal sårbarhet for klimaendringer og klimatilpasning. Denne typen ovenfra-og-ned tilnærming kan derfor også ha en lokal verdi for å klargjøre situasjonen lokalt i forhold til andre deler av landet: klargjøringer som i neste omgang kan motivere til lokale tiltak for å redusere den lokale sårbarheten. Har man ambisjoner om å utvikle et indikatorsystem som skal danne grunnlag for lokale beslutninger om gjennomføring av tilpasningstiltak, må man trolig i tillegg få frem indikatorer med høyere oppløsning enn den typen data som baserer seg på nedskalering av globale klimamodeller og nasjonal statistikk. Det er denne todelte utfordringen vårt arbeid retter seg inn mot, altså det å utvikle et lokalt ”nedenfra-og-opp” indikatorsystem og vise sammenhengen mellom dette og den ”ovenfra-og-ned” indikatormodellen som er omtalt over.

#### 4.4 Oppbygging av et lokalt indikatorsystem for klimatilpasning

Ethvert indikatorsystem vil legge vekt på ulike temaområder. Knyttet til hvert temaområde vil det være en eller flere indikatorer. En overordnet kontekst – som klimapolitikk – vil gjerne ha et noenlunde felles sett av temaområder. De aktuelle indikatorene vil derimot kunne være nokså forskjellige, avhengig av den konkrete sammenhengen det er snakk om. Vi bruker begrepet *orientorer* for å uttrykke slike felles temaområder (Müller og Leupelt 1998). Orientorer er en inngang til å diskutere de etiske sidene omkring bruken av indikator (Bossel 1996). De tjener som merkelapper for visse verdier, interesser, kriterier eller formål, og hjelper oss til å være systematiske og konsistente i vår *orientering* i et komplekst landskap av variable og potensielle indikatorer. Orientorer skal i tillegg fungere som *bindeledd* og vise de logiske forbindelseslinjene mellom overordnede begreper – som bærekraftig utvikling eller klimapolitikk – og de konkrete indikatorene. For at indikatorene skal være meningsfulle i en overordnet sammenheng må det være mest mulig direkte koblinger mellom det overordnede begrepet indikatorene tar utgangspunkt i og de konkrete indikatorene (Høyer og Aall 2002).

Med *klimapolitikk*, *klimatilpasning* og *lokale tiltak* som de overordnede sammenhengene er det snakk om å identifisere felles viktige orientorer som viser forholdet mellom den overordnede sammenhengen og våre konkrete indikatorer. Det innebærer å identifisere de orientorene som eksplisitt er knyttet til begrep som ”klimatilstand”, ”utslippsreduksjoner”, ”klimatilpasning” og ”lokal miljøpolitikk”. Vårt utgangspunkt i at vi skal få frem den lokale sårbarheten i forhold til både klimaendringer og klimapolitikk. De *sentrale spørsmålene* vi da skal søke å få belyst er dermed som følger:

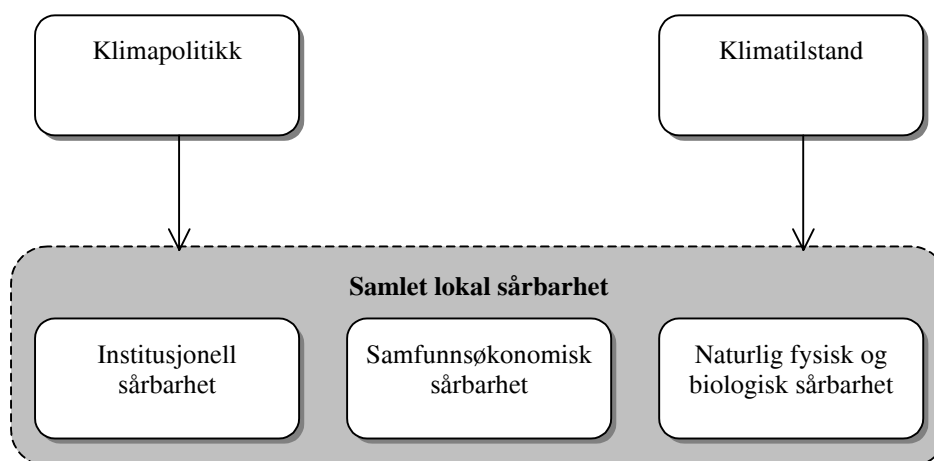
- Hvordan påvirker klimaendringer den lokale sårbarheten?
- Hvordan påvirker klimapolitikken den lokale sårbarheten?

- Hvordan kan lokalsamfunnet redusere den lokale sårbarheten?

For å belyse disse spørsmålene på en best mulig måte skiller vi mellom *fire kategorier* av lokale sårbarhetsindikatorer, som også kan forstås som de *sentrale orientorene* for vår indikatormodell:

1. naturlig fysisk sårbarhet
2. naturlig biologisk sårbarhet
3. samfunnsøkonomisk sårbarhet
4. institusjonell sårbarhet

Den naturlige fysiske og biologiske sårbarheten er knyttet til klimaendringer, mens den samfunnsøkonomiske og institusjonelle sårbarheten er knyttet til både klimaendringer og klimapolitikk. Det er *summen* av disse som skal si noe om lokalsamfunnets samlede sårbarhet (se figuren under). I tillegg kommer spørsmålet om mulige samspilleffekter.



**Figur 15** Sammenhenger mellom klima og samfunn som grunnlag for utforming av en lokal klimatilpassings indikatormodell

Med *naturlig* sårbarhet mener vi hvordan naturlige prosesser blir påvirket av et endret klima. Her skiller vi igjen mellom fysisk og biologisk sårbarhet. Eksempel på det første er endret frekvens av ras, mens eksempel på det andre er høyning av tregrensen – i begge tilfeller utløst av endret klima.

Det er viktig å ta med seg at utvalg av de konkrete indikatorene for naturlig sårbarhet nødvendigvis må bli styrt av forestillinger vi har omkring den samfunnsøkonomiske sårbarheten og sammenhengen mellom naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet. Vi tar med andre ord ikke med indikatorer for alle tenkelige fysiske og biologiske prosesser. Faren her er selvsagt at vi ikke har oversikt over alle relevante årsak-virkningsforhold mellom naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet.

Med *samfunnsøkonomisk* sårbarhet mener vi økonomiske og andre samfunnsmessige konsekvenser, enten forårsaket *direkte* av klimaendringer (for eksempel at mer regn reduserer tilstrømmingen av turister) eller forårsaket av ulike fysiske eller biologiske endringer, som igjen er utløst av klimaendringer.

Videre har vi den samfunnsøkonomiske sårbarheten i forhold til klimapolitikk, for eksempel hvis næringslivet lokalt får problemer med å opprettholde lønnsomhet på grunn av klimaavgifter.

Den siste kategorien indikatorer som må trekkes inn for å beskrive den lokale sårbarheten, gjelder *institusjonelle* forhold. I dette ligger samfunnets samlede kapasitet til gjennom institusjonelle tiltak å forholde seg til klimaproblematikken: det vil si tiltak for å redusere den menneskeskapte klimapåvirkningen og tiltak for å tilpasse samfunnet til klimaendringer.

De sammenhengene vi prøver å få frem gjennom indikatormodellen vist i figuren over er svært komplekse og beheftet med stor usikkerhet, først og fremst fordi vi ønsker å få fram *lokale* variasjoner. Videre er det en ambisjon om at de samme lokale indikatorene også skal kunne ha en lokalpolitisk relevans: at indikatorene i prinsippet kan gi innspill til valg av strategier og konkrete tiltak lokalt. Det er ikke gitt at det er praktisk mulig å tilfredsstille disse ambisjonene. Siden dette er et relativt beskjedent prosjekt er det heller ikke mulig å fullt ut detaljere et slikt indikatorsystem, heller ikke prøve det ut for å avklare den praktiske relevansen. Vårt noe mer begrensede ambisjonsnivå blir derfor å antyde en modell og beskrive *grunnlogikken* i en slik mulig indikatormodell. I det videre har vi – så langt mulig – forsøkt å konkretisere mulige indikatorer innenfor de fire indikortemaene identifisert over. Men først vil vi bringe inn noen mer allmenne betraktninger omkring samfunnsøkonomisk sårbarhet, fordi dette er et nøkkelbegrep i den videre konkretiseringen av indikatorsystemet.

Begrepet *samfunnsøkonomi* har historisk vært nært knyttet til utviklingen av og bruken av nytte-kostnadsanalyser (Mishan 1972)<sup>29</sup>. Det å gjøre samfunnsøkonomiske vurderinger har derfor ofte vært det samme som å gjennomføre en nytte-kostnadsanalyse (Dedekam 1987). Et kjerneelement i nytte-kostnadsanalyser har vært å inkludere verdsetting av goder utenom markedet, der det å verdsette bruk av ulike former for kollektive goder har vært helt sentralt (Mattson 1972). Til forskjell fra individuelle goder kan kollektive goder tilfredsstille flere personers behov på en slik måte at dersom én person oppnår behovstilfredsstillelse av godet, reduserer ikke dette andre personers mulighet for det samme (Holte 1977). Miljøgoder som ren luft og urørt natur er eksempler på kollektive goder. Det å gjennomføre nytte-kostnadsanalyser, og dermed gjøre samfunnsøkonomiske analyser, har derfor historisk også vært nært knyttet til den miljøpolitiske debatten (Høyer 1979). Kontrasten til samfunnsøkonomiske vurderinger er bedrifts- eller markedsøkonomiske vurderinger, som da er forutsatt å være mindre omfattende i betydningen at "færre poster" tallfestes og tas med i vurderingen (Mattson 1972).

Med samfunnsøkonomisk sårbarhet mener vi negative – og i prinsippet også positive – effekter på økonomisk virksomhet som direkte eller indirekte følger av klimaendringer. Vi legger til grunn en *bred* forståelse av hva som omfattes av økonomisk aktivitet, og inkluderer i prinsippet all virksomhet i samfunnet som omfatter fordeling og bruk av knappe ressurser.

---

<sup>29</sup> I nyere tid kan det virke som om begrepet samfunnsøkonomi har fått en langt videre betydning, og at begrepet blir brukt synonymt med begrep som "økonomi" eller "sosialøkonomi" (jf betegnelser som "Institutt for samfunnsøkonomi" og den utstrakte bruken av "samfunnsøkonomi" som betegnelse på studietilbud ved universiteter og høyskoler).

Definisjonen over er utgangspunktet for å finne frem til relevante indikatorer. Men med en såpass vid definisjon av hva som faller inn under betegnelsen samfunnsøkonomisk sårbarhet, er det selvsagt vanskelig å gi en uttømmende liste over økonomisk virksomhet der vi i neste omgang kan avlede en eller flere indikatorer. Vi vil derfor ta utgangspunkt i oppfatninger om hvilke typer økonomisk virksomhet som i utgangspunktet er mest utsatt for å bli berørt av klimaendringer direkte, eller indirekte som følge av endringer i det fysiske eller biologiske miljøet. Vi tar utgangspunkt i to hovedkategorier av økonomisk virksomhet: næringsvirksomhet og infrastruktur.

Det er selvsagt mange problemer med en modell der vi nær sagt a priori tar utgangspunkt i hvilke typer virksomheter som er sårbare. Når det gjelder den samfunnsøkonomiske sårbarheten i forhold til *klimaendringer* er det selvsagt problemet med manglende kunnskap om årsak-virkningsforhold; særlig gjelder dette sum- og samspilleffekter av klimaendringer i forhold til naturlige biologiske prosesser og hvordan dette igjen kan påvirke samfunnet forøvrig. Det synes likevel rimelig å anta at det er de naturressursbaserte næringene som først og fremst vil kunne bli rammet.

Også når det gjelder sårbarhet i forhold til *klimapolitikk* er det en stor usikkerhet. I utgangspunktet kunne man tenke seg at sårbarheten er avhengig av hvor karbonintensiv virksomheten er: store utslipp betinger høy sårbarhet (O'Brien mfl 2003). Dette er antakelig en for enkel tilnærming. Store industrivirksomheter med store utslipp kan ha økonomisk ryggrad til å gjennomføre tiltak, og kan dermed være mindre sårbare enn mindre virksomheter med svakere økonomisk evne – selv om disse har relativt mindre utslipp. Et alternativ og mer sofistikert utgangspunkt for denne typen vurderinger er den tiltaksanalysen Statens forurensningstilsyn har gjennomført (SFT 2000). Her har man vurdert ulike konkrete tiltak for en rekke virksomheter ut fra nytte (reduksjon i klimagassutslipp) og kostnad for å gjennomføre tiltaket. Tiltakene er så rangert etter kostnadseffektivitet (kroner per tonn reduksjon i klimagassutslipp). En sårbarhetsvurdering tilsier at man snur listen ”på hodet”: virksomhetene med lavest kostnadseffektivitet er de mest sårbare. Typiske virksomheter vil da være olje- og gassvirksomhet, petrokjemisk industri og veitrafikk. Dette gir imidlertid ikke et fullgodt bilde, først og fremst fordi utgangspunktet for de vurderingene SFT har gjort er *konkrete tiltak*, mens vi har behov for å vurdere sårbarhet i forhold til klimapolitikk og valg av offentlige *virkemidler*.

Her kan man tenke seg to logiske utgangspunkt: sårbarhet i forhold til *sannsynlig* klimapolitikk, eller sårbarhet i forhold til *mulig* klimapolitikk. I det første tilfellet må man vurdere det rådende klimapolitiske regimet nasjonalt og internasjonalt og den sammensetningen (”virkemiddelpakke”) man tror vil bli gjeldende i overskuelig fremtid, mens man i det andre tilfellet kan legge til grunn en form for scenarietankegang – for eksempel et gitt nivå på klimaavgifter eller lignende.

Gitt at vi da konsentrerer oss om sårbarhet i forhold til å innføre avgifter på utslipp av klimagasser, kan vi gjøre en teoretisk rangering ut fra en vurdering av samlet utslipp per virksomhet sett i forhold til virksomhetens økonomiske bæreevne til å betale avgiften eller (alternativt) gjennomføre tiltak for å redusere utslippene. Slike beregninger er gjort av Statistisk sentralbyrå i det såkalte

miljøregnskapet som del av nasjonalregnskapet<sup>30</sup>. Her har man brukt bruttoprodukt (dvs. omsetning minus vareinnsats) som mål på økonomisk bæreevne<sup>31</sup>. Hvis vi så kobler beregningene av utslipp og økonomisk bæreevne får vi en indeks som viser økonomisk handlingsrom per enhet utslipp. Virksomheter med store utslipp og liten økonomisk bæreevne vil dermed få en lav indeks, mens bedrifter med små utslipp og stor økonomisk bæreevne vil få en høy indeks.

Når det gjelder *infrastruktur* vil det også her være et noe ulikt resonnement for sårbarhet i forhold til klimaendringer og klimapolitikk, og også her er det sparsomt med vurderinger omkring sårbarhet.

I arbeidet med Nasjonal transportplan for 2006-2015 er det gjort en forstudie om virkninger av klimaendringer for *transportsektoren* (Fjeld mfl 2002). Her er det gjort vurderinger med hensyn til forhold som forsinkelse, uro i havner, tåke, ising, snøfall, flom osv. Vurderingene er gjort for transport på vei, jernbane, sjø og i luft. Andre relevante former for infrastruktur i denne sammenhengen er dessuten ledningsnett (luft, kabel) og rørsystemer (avløp, vannforsyning).

Når det gjelder sårbarhet i forhold til klimapolitikk innen området infrastruktur kan vi bruke noe av den samme tilnærmingen som for næringsvirksomhet. Men når det gjelder transportsektoren er poenget her å legge til grunn et *brukerperspektiv*: det vil si hvilke konsekvenser klimapolitiske virkemidler vil kunne få når det gjelder tilgjengelighet og pris på bruk av ulike transportmidler. Spørsmålet om tilgjengelighet er det vanskelig å si noe generelt om. Man kan for eksempel tenke seg at en restriktiv parkeringspolitikk vil favorisere kollektivtransport i forhold til privatbil. Når det gjelder pris kan man tenke seg en direkte sammenheng mellom utslipp og kostnad: jo høyere utslipp per utført transportarbeid jo større potensiell økning i brukerkostnadene.

I utgangspunktet vil det være slik at den fysiske infrastrukturen i seg selv (veiene, havnene, ledningene osv) vil være mest sårbar overfor klimaendringer, mens *bruken* av infrastrukturen vil være sårbar overfor både klimaendringer og klimapolitikk. Både økt hyppighet av stengte veier og høyere CO<sub>2</sub>-avgift vil kunne påvirke personbiltransporten.

---

<sup>30</sup> Se [www.ssb.no/emner/09/01/nrmiljo/](http://www.ssb.no/emner/09/01/nrmiljo/)

<sup>31</sup> Alternativt kunne man brukt driftsresultat som mål. Driftsresultat er bruttoproduktet pluss subsidier med fratrukk for kapitalslit, lønnskostnader og direkte skatter. Dermed får man justert i forholdet mellom kapital- og arbeidsintensive næringer, og kommer nærmere en tallfesting av "frie" midler til disposisjon i virksomhetene.

## 5. Gjennomgang av konkrete indikatorer

### 5.1 Naturlig fysisk sårbarhet

Naturlig sårbarhet, som konsekvens av fysiske prosesser, knytter seg til de lokale naturforhold som topografi, berggrunn, vegetasjon, hydrologiske særtrekk, jordsmonn etc. I møte med en bestemt klimatilstand vil de naturgitte forholdene lokalt kunne utløse fysiske prosesser som igjen vil kunne bidra til samfunnsmessig sårbarhet, bl.a. avhengig av lokaliseringen av bebyggelse og annen infrastruktur (vegnett, el-forsyning etc.) i området. Dette er prosesser man ikke kan ha fullstendig oversikt over, med hensyn til sannsynlighet, intensitet, frekvens eller lokalitet for hendelser, men det vil være sentralt å kartlegge grunnleggende forhold som erfaringsmessig er tilstede ved denne type hendelser. Det er også hensiktsmessig å begrense naturlig sårbarhet i forhold til hvilke fysiske prosesser man har forventninger til vil kunne forårsake samfunnsmessig sårbarhet. De mest sentrale fysiske prosessene blir da:

- flom
- storm/stormflo
- skred (kvikkleireskred, stein- og fjellskred og snøskred)
- erosjon

Når det gjelder ulike typer skred og flom, så foregår det i dag kartlegging av utsatte områder. Alle disse kartleggingsprosessene tar sikte på å utarbeide kartoversikter og datamateriale til bruk i bl.a. lokal arealplanlegging og byggesaksbehandling for på den måten å redusere samfunnsmessige sårbarhet. Kartlegging av utsatte områder er derimot ikke en endelig prosess. I møte med endring i klimasituasjonen vil lokaliteter som i dag erfaringsmessig ikke er utsatte for denne type fysiske prosesser, likevel kunne representere sårbare områder. Intens nedbør i nye områder eller plutselige skifter i elveløp vil kunne forårsake kraftig erosjon og stor materiell skade på kort tid. Økning i ekstrem vindaktivitet vil også kunne ramme utover kjente stormområder.

Denne ”diffuse” usikkerheten gjør det nødvendig å differensiere mellom de ulike fysiske prosessene med hensyn til formulering av indikatorer for naturlig sårbarhet i et ovenfra-og-ned-perspektiv, dvs. å kunne si noe om følgende sammenheng på et overordnet nivå:

$$\boxed{\text{Dagens risikobilde}} + \boxed{\text{Nytt klimapådriv}} = \boxed{\text{Nytt risikobilde}}$$

**Figur 16:** Grunnleggende modell for analyse av lokal sårbarhet i et endret klima

Risiko for prosesser som flom på elvesletter, ulike typer skred og erosjon knyttes sterkt til lokale forhold som eksisterende elveløp, geologi og fjellstruktur, topografi, jordsmonn etc. I møte med endring i klimapådriv er det i stor grad dagens risikobilde som danner grunnlaget for vurdering av nytt risikobilde, siden dette er uforanderlige lokale naturforhold. Dagens risikobilde med hensyn til prosesser som akutt flom og storm kan derimot i mindre grad nyttes til å analysere

nye risikobilder i et endret klima, siden lokaliseringen av hendelsene først av alt knyttet til hvor ekstreme klimatiske hendelser som eksterne nedbør og ekstrem vind kommer. Lokalisering (kartlegging) av potensielt sårbare områder utover eksisterende registreringer av faktiske hendelser<sup>32</sup> er vanskelig, og man har dermed ikke samme mulighet for å gjøre koblinger mellom dagens risikobilde og nytt klimapådriv for å vurdere nytt risikobilde på et overordnet nivå. Generelt kan man dermed si at i møte med et nytt klimapådriv vil denne sistnevnte type fysiske prosesser i større grad kunne oppstå i områder som før ikke har vært vurdert som risikoområder, mens foregående prosesser fremdeles i stor grad vil være knyttet til kjente risikolokaliteter (men intensitet og frekvens kan endres).

Med en mer systematisk gjennomgang av det vi i dag vet om den eksisterende sårbarheten; årsak-virkningsforholdet mellom klimapådriv og effekt, samt kunnskap om regional variasjon innenfor de fire kategoriene av fysisk sårbarhet, vil vi vurdere grunnlaget for fremstilling av konkrete indikatorer for en overordnet nedskalering av naturlig sårbarhet basert på RegClim. Vi vil også diskutere metode for lokale utdypninger av den naturlige sårbarheten knyttet til fysiske prosesser.

### *Flom*

Grovt sett kan man altså skille mellom to typer flom:

- *Elvesletteflom*: flom på elvesletter som følge av store mengder nedbør og vann (ofte som følge av snøsmelting) i elvas nedbørsfelt, grunnforhold og ulike hindringer i elvas løp.
- *Akutt flom*: flom på elvevifter som følge av intens nedbør (evt. i kombinasjon med snøsmelting) i en begrenset periode og i et begrenset område, og der vannet ikke blir absorbert i bakken (kan også kalles ”nedbørsflom”).

Elvesletteflom utvikler seg gjerne sakte og man kan ofte forutse hvilke områder som vil bli rammet etter gradienten langs elva. Dette gir derfor mulighet for å iverksette lokale beredskapstiltak – som barrikadering, reising av sikringsmurer og evt. evakuering, men også regulering av vannføring ved hjelp av demninger. Flommen oppstår i de sakterennende, store vassdragene, og da spesielt på Østlandet, i Trøndelag og i Finnmark (Toverød 1999). Elvene har lite fall, men stor vannføring.

Akutt flom oppstår som regel i bratte, masseførende vassdrag som man hovedsakelig finner i indre fjordstrøk på Vestlandet, i Nord-Norge, samt i sidevassdrag på Østlandet (Toverød 1999). Nye elveløp kan oppstå som følge av forflytting av masse og blokkering av eksisterende elveløp (akutte flommer kan også gå over i flomskred, ved at vannmassene fører med seg ekstreme mengder løsmasser). Muligheten for å iverksette fokuserte beredskapstiltak begrenses dermed ved at flommen både oppstår raskt og i områder som tidligere kanskje ikke har vært utsatt for flom. Selv små vassdrag kan utsettes for denne type flom. Steder med relativt små elver og bekker som aldri tidligere har vært utsatt for skadeflom kan oppleve relativt store skader som følge av endret nedbørsmønster, ikke minst fordi man ikke har erfaringer med hvordan håndtere flomsituasjoner.

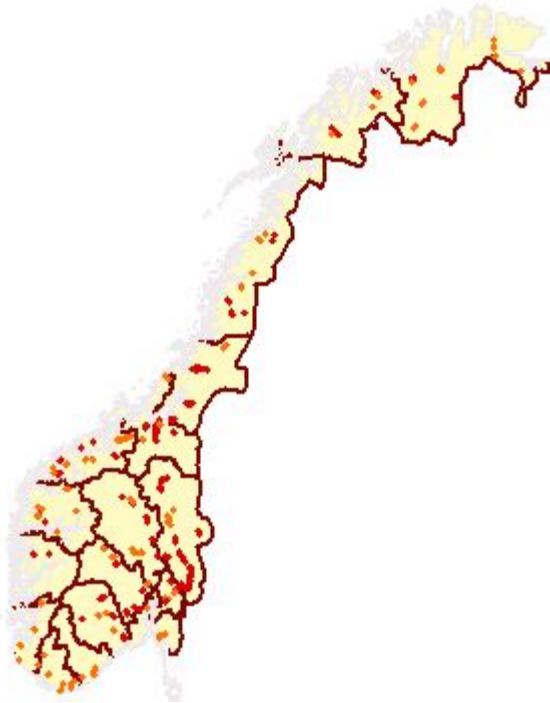
---

<sup>32</sup> Dagens risikobilde har man oversikt over gjennom lokale observasjoner, men også for eksempel gjennom tall for forsikringsutbetalinger til skade av storm, flom etc. i ulike områder.



Dette skjedde sist i Midt-Norge i august 2003, da kraftig nedbør forårsaket flom som gjorde stor skade på boliger, infrastruktur, innmark og skog.<sup>33</sup>

Spesielt i forhold til elvesletteflom, kan flomfaren også knyttes til ulike årstider: *vårflom*, *sommerflom*, *høstflom* og *vinterflom* som kommer som følge av nedbør (i form av regn og snø) og temperaturforhold i hele nedbørsfeltet som elvestrekket er en del av (altså et mye større område enn selve flomområdet og ”flomkommunen”). Elvesletteflom kan altså oppstå langt fra der nedbøren har falt, mens akutte flommer oppstår i større grad i umiddelbar nærhet til hvor den intense nedbøren faller. Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) sitt flomsonekartleggingsprogram<sup>34</sup> kartlegger den overordnede faren for elvesletteflom og mulige flommønstre i områder som har blitt vurdert som risikoområder. Etter en grovvurdering som tilsa at om lag 3500 km elv i Norge var særlig utsatt for flomskader, startet NVE i 1998 med flomsonekartlegging der størrelsen på skadepotensialet gir områdene prioritet innen prosjektet. *Figur 17* viser hvilke områder som er under kartlegging nå.



**Figur 17:** Elvestrekk klassifisert som flomutsatte (strekninger for flomsonekartlegging)<sup>35</sup>

Områdene har blitt gitt prioritet etter følgende klassifiseringssystem (NVE 2003):

---

<sup>33</sup> <http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article.jhtml?articleID=604847>

<sup>34</sup> NVEs flomsonekartprosjekt:  
[www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=4678&iMenuId=282&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>NVE>%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E>Flomvarsel>Flomsonekartprosjektet](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=4678&iMenuId=282&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>NVE>%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E>Flomvarsel>Flomsonekartprosjektet)

<sup>35</sup> [http://www.nve.no/modules/module\\_109/publisher\\_view\\_product.asp?iEntityId=3619&iMenuId=624&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>%3ENVE%3E%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E%3EFlomvarsel%3EFlomsonekartprosjektet%3EPlanlagte+strekninger](http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=3619&iMenuId=624&strBoxColor=99CCFF&strYAH=>%3ENVE%3E%3Cb%3EVann%3C%2Fb%3E%3EFlomvarsel%3EFlomsonekartprosjektet%3EPlanlagte+strekninger)

”Klasse 1 er den gruppe som inneholder det største skadepotensial og behovet for flomsonekart synes opplagt. Klasse 2 omfatter strekninger som inneholder noe mindre skadepotensial, men behovet for kart anses likevel klart til stede. Klasse 3 kan betegnes som en "ventegruppe", der strekningene har et lavere skadepotensial og det ikke haster like mye å få området kartlagt. Skadeutsatte tettsteder er i de fleste tilfeller plassert i klasse 1 og 2, men det avgjørende er hvor stort det antatte skadepotensialet er. Der det kun er spredt bebyggelse og dyrka mark som er utsatt, har prosjektet i de fleste tilfeller blitt plassert i klasse 3, men også her finnes det unntak når det samlede skadepotensialet er stort.”

Man tar sikte på å kartlegge elvestrekk av 1. og 2. prioritet (opp mot 1750 km elv) innen 2007, og representerer områder som berører 168 kommuner. Arbeidet gjennomføres i samarbeid med de berørte kommunene. Det blir utarbeidet flomsoner for flommer med gjentaksintervall 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. Flomsonekarta spesifiserer derimot ikke flomfaren per årstid.

I forhold til bruk av eksisterende datamateriale som grunnlag for sårbarhetsvurderinger i indikatormodellen, er et kritisk punkt at eksisterende kartleggingssystemer hovedsakelig fanger opp sårbarhetsvurderinger knyttet til ”kjente” flomutsatte elver. Dette gir en systematisk usikkerhet med hensyn til at ”nye” elver og bekker også kan bli flomutsatt i et endret klima. Det vil derfor være nødvendig også med lokale sårbarhetsvurderinger knyttet til eksisterende elve-/bekkeløp ut over det NVE har mulighet for å organisere og gjennomføre.

Det finnes i dag ingen fastlagte kriterier eller metode for vurdering av risiko for akutt flom (Høydal mfl 1999). *Elvevifter* blir likevel utpekt som mest utsatte områder (Høydal 2003; Toverød 1999). Kommunene bør selv søke å kartlegge potensielle fareområder med hensyn til akutt flom som også vil kunne forårsake samfunnsmessig skade. Dette gjelder kommuner både innenfor og utenfor NVEs program siden dette kun kartlegger elvesletteflom.

Klimaparametre med innvirkning på faren for flom knytter seg som sagt til nedbør, men også temperatur. Temperatur har stor innvirkning på avrenning fordi den styrer fordeling mellom snø og regn. Økning i temperatur høst og vinter vil kunne gi økt avrenning om vinteren, og dermed øke risikoen for vinterflom. Vannmettet jord øker også potensialet for flom; med en fuktig høst etter en fuktig sommer så øker for eksempel faren for høstflom. Vårsmelting etter snørike vintre kombinert med en økning i vår/sommernedbør vil forsterke faren for flom i denne perioden. Milde vintre, med mindre oppmagasinering av vann (snø), vil derimot redusere faren for vårflom. Når det gjelder akutt flom, er derimot intensiteten i og frekvensen av ekstrem nedbør mer sentralt, uavhengig av årstid.

### *Storm/stormflo*

Storm og stormflo (”kystflom”) følger som regel hverandre, og skaper potensielt stor skade i områder det rammer. I forbindelse med kraftige lavtrykk kan vannstandsøkningen bli stor (stormflo). Langs deler av norskekysten kan økningen bli over 1 meter. Når et lavtrykk passerer vil stormfloen den forårsaker ha tendens til å forplante seg langs kysten. Således kan man oppleve en vannstandsøkning langt fra det kraftigste lavtrykket. En stormflo kan også bli forhøyet nær elveutløp når den kommer sammen med langvarig kraftig regn.

Storm rammer bebyggelse, natur, og infrastruktur. Erfaringer fra nyttårsorkanen i 1992 viser tydelig skadepotensialet i sterke stormer (Teigland 2002). Geografiske og topografiske forhold lokalt, i forhold til fremherskende vindretning og

lavtrykk/ høytrykksmønstre i Norskehavet, er utslagsgivende for hvorvidt områder blir rammet av storm/stormflo.

Så vidt vi kjenner til, foregår det ingen nasjonal *kartlegging av stormutsatte områder*. De kommunevise referansevindhastighetene<sup>36</sup>, utviklet for å danne grunnlag for beregning av lokale vindlaster på bygninger og andre konstruksjoner, gir samlet sett et inntrykk av hva som er de mest utsatte kommunene i dag, men dette gir ikke grunnlag for å si noe om hvilke områder som vil bli rammet i en endret klimatilstand. For området storm/stormflo er det dermed ikke mulig å sette fram konkrete indikatorer i et ovenfra-og-ned perspektiv utover de avgjørende klimaparametrene:<sup>37</sup>

i) endring i frekvens av ekstrem vind, og

ii) endring i intensiteten i ekstrem vind.

På lokalt nivå vil det derimot være mange faktorer som kan undersøkes for nærmere å kunne anslå utsatthet for storm/stormflo:

- *Tidevannsforskjeller* i området (for eksempel i havner), basert på lokale registreringer eller ”tidevannstabellen”.<sup>38</sup>
- *Lengde kystlinje*; stormer utgjør størst trussel i møte mellom hav og land.<sup>39</sup>
- *Terrengruhet*; vurdering av lokal topografi med henblikk på om den forsterker eller reduserer vindstyrke. Høy ruhetsgrad reduserer vindhastigheten.<sup>40</sup>

### *Skred*

Faren for kvikkleireskred begrenses naturlig til de områder i landet med store marine leirområder – dvs. Trøndelag og det sentrale Østlandsområdet. Om lag 80 prosent av kvikkleiren i Norge antas å finnes her. To faktorer, evt. i kombinasjon, har størst innvirkning på risiko for kvikkleireskred: menneskelige inngrep og nedbør. Kvikkleireskred av større omfang oppstår sjeldent, men det potensielle skadeomfanget er stort. Kvikkleireområdene er ofte fruktbare jordbruksområder og dermed også bebygd, samtidig som det er bebyggelse og andre fysiske inngrep (infrastruktur etc.) som er en utløsende faktor for denne type skred. Kvikkleire finns i hovedsak under marin grense og vil ligge i områder med sakterennende vassdrag (Toverød 1999).

Norges geologiske undersøkelse (NGU) foretar kvikkleirekartlegging basert på kvartærgeologisk kartlegging i felt: geoteknisk befarings, innhenting av

---

<sup>36</sup> Referanseverdien oppgir gjennomsnittlig vindhastighet (m/s) i løpet av en periode på ti minutt, med gjentaksintervall på 50 år, og målt 10 meter over bakken i det standarden kaller ”flyplassterreng” (stor åpen flate).

<sup>37</sup> Dagens offisielle klimascenarier tar ikke høyde for endring i de fremherskende vindretningene (som formes av lavtrykk/høytrykksmønstret i Norskehavet). Det er dermed ikke aktuelt å trekke inn disse faktorene.

<sup>38</sup> Tidevannstabellen gir høyder og tilhørende tidspunkt for alle høy- og lavvann i 15 standardhavner og 201 sekundærhavner og trykkes for ett år om gangen. Se Statens kartverk Sjøkartverket: <http://www.statkart.no/produkter/sjo/tidevann/>. Varsling av tidevannsforskjellene for 23 havner presenteres også av DNMI: <http://www.dnmi.no/cgi-bin/vannstand-tabell.cgi>

<sup>39</sup> Arealstatistikk gir data for både lengde kystlinje og areal ved ulike høyder over havet, per kommune. Se <http://www.statkart.no/IPS/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=451>

<sup>40</sup> Metode for vurdering av terrengruhetsgrad finnes i Norsk Standard ”Vind- og snølaststandard”.

erfaringsmateriale fra lokalkjente samt boring av de mest aktuelle områdene (som utføres av NGI). Totalt 52 rapporter er utgitt, og dekker alle de viktigste kvikkleireområdene (jfr. *Figur 18* under). Kartene som gir rimelig detaljerte sonevurderinger kan lastes ned fra Internett<sup>41</sup>.

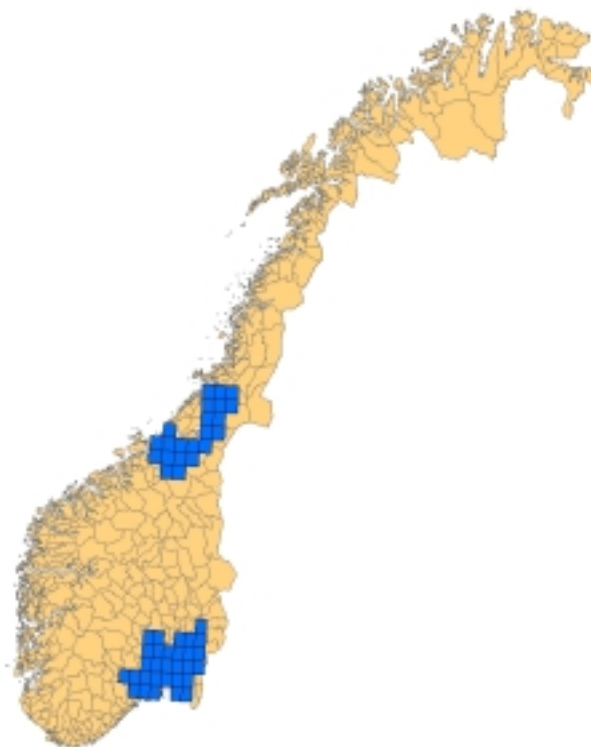
**Boks 1** *Inndeling i tre klasser faregrad (Statens kartverk 2003)*

**1. lav** Gunstige topografiske forhold. Grunnundersøkelser viser at grunnforholdene er akseptable. Det er lite eller ingen aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært liten skredaktivitet i området. Ingen terrenginngrep, terrenginngrep har hatt gunstig innvirkning på stabiliteten (faregradscore 0-17).

**2. middels** Mindre gunstig topografiske forhold. Mangelfulle grunnundersøkelser, eller grunnundersøkelsene viser mindre gunstige grunnforhold. Det er aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært betydelig skredaktivitet i området. Eventuelle terrenginngrep har liten eller ingen stabilitetsforverrende virkning (faregradscore 18-25).

**3. høy** Ugunstige topografiske forhold. Mangelfulle grunnundersøkelser eller grunnundersøkelsene viser ugunstige grunnforhold. Det er betydelig aktiv erosjon i vassdraget. Det har vært stor skredaktivitet i området. Terrenginngrep med stabilitetsforverrende virkning (faregradscore 26-51).

Som nevnt er nedbør den klimamessige faktoren som kan utløse kvikkleireskred, og da spesielt ekstremnedbør. Ekstremnedbør kan forårsake akutte flommer også i elver og bekker som tidligere ikke har vært sårbare for flom, og som dermed kan gjøre kvikkleireområder ustabile ved at vannmassene forårsaker utgraving av masse (erosjon).



**Figur 18:** Oversikt over kartlagte kvikkleireområder<sup>42</sup>

<sup>41</sup> Områder kartlagt for kvikkleireskredfare: <http://www.geonorge.no/website/kvikk/viewer.htm>

<sup>42</sup> Statens kartverk/Arealis

Stein- og fjellskred opptrer som oftest i begrensede områder, men skadeomfanget, både materielt og menneskelig kan likevel være stort, avhengig av i hvilke områder det oppstår. Denne type skred rammer oftest vegnettet, men også bebyggelse. Store steinskred har også rammet indirekte ved å utløse flodbølger i fjorder og vann<sup>43</sup>.

Under alle fjellskrenter som er brattere enn 40-45 grader utløses det mindre blokkutfall eller steinsprang; steinblokker som løsner fra fast fjell og bygger opp steinurer i bratte skråninger (rasvifter). I enkelte tilfeller kan også store fjellparti løsne og forårsake stor skade. Nedbør og temperatur er klimafaktorer som påvirker risiko skred av denne typen. Spesielt intens nedbør og frostsprenging i vannfylde sprekker kan forårsake erosjon i fjellsider og utløse kraftige skred, og sein høst og tidlig vår er dermed den mest vanlige tiden for denne typen skred. Endring i ekstrem nedbør (med hensyn til intensitet og frekvens) og antall frost/tine-perioder i løpet av vinteren blir dermed viktige klimaparametere å legge til grunn for en overordnet vurdering av risiko for stein- og fjellskred.

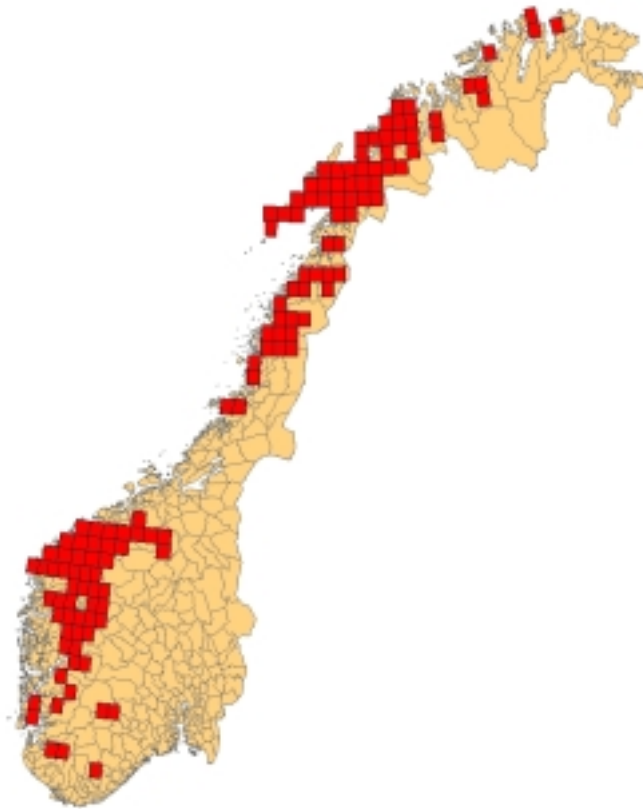
Snøskred er den typen skred som rammer hyppigst, og faren for snøskred forårsaker årlig evakuering av utsatte områder og stengning av mange veier. Både materiell og menneskelig skade oppstår. Snøskred er den typen skred som også tettest kan knyttes til klima. Faren for snøskred avhenger av vinternedbør og temperatursvingninger omkring 0 (frost/tine-perioder), i møte med terreng og vindforhold som gir grunnlag for skavloppbygging.

I tilfelle skredfare, både snøskredfare og stein- og fjellskredfare, utføres det kartlegging av Norsk Geologisk Institutt (NGI) som benytter matematisk modellering av terrenghelningen, befaring og innhenting av erfaringsmateriale, ofte fra kommunene og andre lokalkjente, som grunnlag for utforming av detaljerte skredfarekart. Det er foreløpig utgitt 136 kartblad som hovedsakelig dekker Vestlandet (spesielt Nord-Vestlandet), Nordland og Troms, der de fleste av de mest skredfarlige områdene i landet befinner seg (jfr. Figur 19).<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> I løpet av forrige århundre forårsaket tre store fjellskred i Loen og Tafjord på Nord-Vestlandet dannelse av flodbølger som tok livet av 174 personer.

<sup>44</sup> Områder kartlagt for skredfare: <http://www.geonorge.no/website/ras/viewer.htm>



**Figur 19:** Kartlagt skredfare på landsbasis<sup>45</sup>

### *Erosjon*

Årsakssammenhengen mellom klima og jorderosjon er komplisert, men dagens klimascenarier antyder potesiale for en betydelig erosjonsøkning (NLH 2003). Det foregår i dag en del forskning på feltet, blant annet ved Jordforsk og Landbrukshøgskolen på Ås. Ny forskning antyder også sammenhenger som tidligere ikke har blitt vektlagt.

Erosjon påvirkes av grunnleggende naturforhold lokalt, som jordsmonn, helning og omkringliggende vegetasjon. Risikoen for erosjon forsterkes eller reduseres ved ulikt plantedekke i de kritiske periodene, som først og fremst er høst og vinter grunnet klimatiske forhold. Klimaendringer i disse periodene vil dermed være mest kritiske for i hvilken grad jorderosjon rammer dyrka mark. Jorderosjon i dyrka områder påvirkes i tillegg av driftsformer innen jordbruket. For eksempel vil bakkeplanering, grøfting, type jordbearbeiding og jordpakking som følge av tunge maskiner sterkt kunne påvirke omfanget av erosjon.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS) foretar kartlegging av jordsmonn i dyrkbar mark, bl.a. for å kunne vurdere risiko for avrenning og erosjon. Man har også utarbeidet erosjonsrisikokart – ”*erosjonsrisiko ved høstpløying*” – som bygger på jord- og terrengdata kombinert med klimadata, og

---

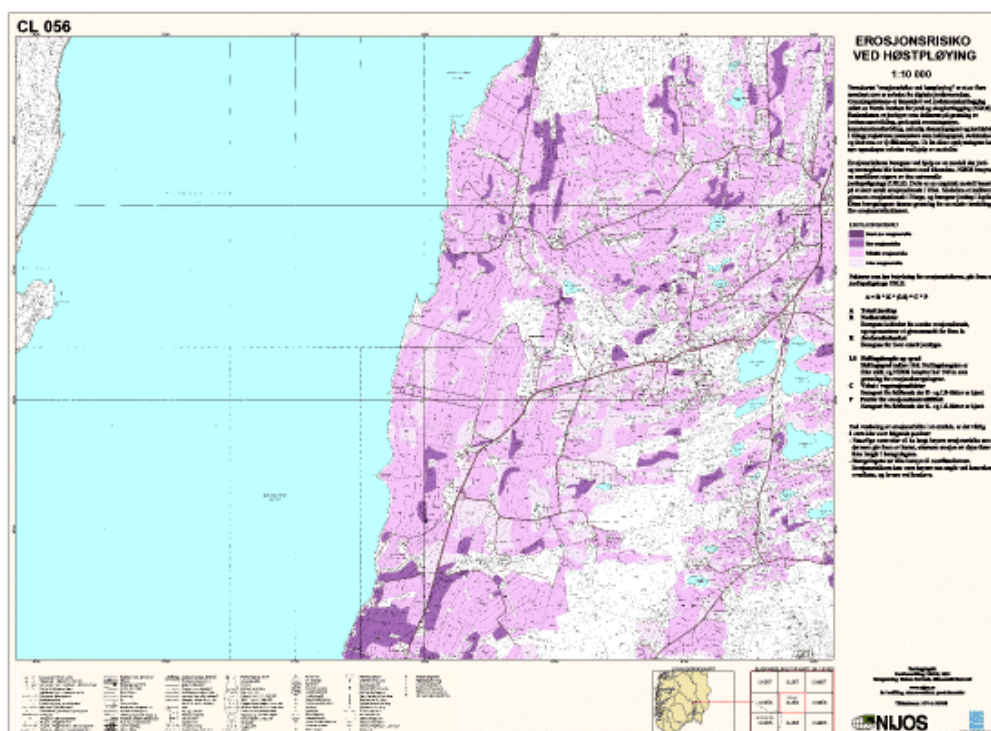
<sup>45</sup> Statens kartverk/Arealis

som viser beregninger for jordtap i kg/daa ved høstpløying<sup>46</sup>. Disse beregningene danner grunnlag for en inndeling i fire erosjonsrisikoklasser, fra ”svært stor” til ”liten” risiko. For hver kartlagt kommune er det laget oversikter over andel areal innen hver erosjonsrisikoklasse. For kommunen Nannestad i Akershus gir dette eksempelvis følgende fordeling (jfr *Tabell 6*):

**Tabell 6:** Eksempel på andel dyrka mark etter erosjonsrisikoklasser på kommunenivå (Nannestad kommune)

Nannestad kommune	Dekar	Andel av total
Liten erosjonsrisiko	6596	13 %
Middels erosjonsrisiko	15548	30 %
Stor erosjonsrisiko	17389	34 %
Svært stor erosjonsrisiko	12055	23 %

NIJOS dekker i dag om lag 50 prosent av dyrka mark i Norge. Fordeling per kommune finnes på Internett for fylkene *Akershus* og *Oslo*, *Buskerud*, *Hedmark*, *Oppland*, *Telemark*, *Sør-Trøndelag*, *Nord-Trøndelag*, *Vestfold* og *Østfold*.<sup>47</sup> *Figur 20* under viser eksempel på hvordan erosjonsfaren presenteres i kartform.



**Figur 20:** Eksempel på kartblad over kartlagt erosjonsfare ved høstpløying

Plantedekke og jordarbeidingspraksis i vinterhalvåret har som allerede påpekt stor betydning for faren for erosjon. Bar mark, som følge av høstpløying, er mer utsatt for erosjon enn stubb som blir stående til våren. Høstpløying har vært vanlig i områder som produserer korn eller oljevekster. Korn og oljevekster utgjorde i 2001 32,2 % av dyrka mark i Norge (om lag 3,3 mill dekar) (Bye et.al 2002). Andelen høstpløying innen denne type jordbruk ble redusert fra 81,6 % i 1989 til

<sup>46</sup> [http://www.nijos.no/Produktinfo/Jordsmonn/prod\\_erosjon\\_pl.htm](http://www.nijos.no/Produktinfo/Jordsmonn/prod_erosjon_pl.htm) NIJOS benytter en modifisert utgave av den universelle jordtapsligningen ”USLE”. Dette er en empirisk modell basert på et stort antall erosjonsforsøk i USA. Modellen er kalibrert gjennom erosjonsforsøk i Norge.

<sup>47</sup> <http://www.nijos.no/Faktaleveranse/jordsmonn/statistikk/erosjon.htm>

44,8 % i 2000. Statistisk sentralbyrå (SSB) registrerer data relatert til jordarbeidingspraksis for dyrka mark nyttet til korn/oljevekster, gjennom Landsbruksundersøkinga, og skiller da mellom følgende praksiser: 1) høstpløying, 2) høstharving, 3) all jordarbeiding om våren (areal i stubb om vinteren), 4) direktesaidd areal og 5) høstsaidd kornareal. Dette er en utvalgsundersøkelse, og tall finnes i utgangspunktet ikke på kommunenivå.<sup>48</sup>

Planting av høsthvete ("høstsaidd kornareal") ble på 1990-tallet lansert som tiltak for å redusere erosjon i løpet av høsten og vinteren, ved at det gir et grønt plantedekke allerede før vinteren kommer (i tillegg til å skulle gi større avkastning og gi jordbrukeren mindre arbeid om våren). Senere forskning antyder derimot at høsthvete i noen tilfeller faktisk kan *øke* jordavrenningen i løpet av vinteren, sammenlignet med høstpløyd mark (Øygarden 2003). Dermed er ikke denne type jordarbeiding entydig med hensyn til risiko for jorderosjon.

Erosjonsrisikokarta er svært detaljerte med hensyn til framstilling av grad av risiko. Dermed er det i første omgang mest relevant å vurdere andelen jordbruksland innen hver risikoklasse. Utover de kartlagte områdene, blir det nødvendig å gjøre lokale vurderinger basert på en forenklet utgave av metoden brukt av NIJOS. Lokalt kan andel høstpløying og planting av høsthvete kan indikere i hvilken grad lokal praksis med hensyn til jordarbeiding i vinterhalvåret kan forsterke erosjonsrisikoen.

Jordsmonnet er mest utsatt for erosjon i perioden mellom høsting og til nytt plantedekke vokser fram. Intens nedbør når jorda ligger bar og bakken er frossen øker risikoen for store jordtap. Endring i nedbør som snø vil altså virke inn på faren for jorderosjon. Mildværsperioder om vinteren har ofte den effekt at telen øverst i jorda blir mer kompakt og andelen overflateavrenning under snøsmelting øker<sup>49</sup>. Som understreket ovenfor, er det derfor de klimatiske forholdene om høsten og vinteren som har størst innvirkning på omfanget av jordavrenning. Klimaparametre med innvirkning på faren for erosjon vil dermed være knyttet til nedbør og temperatur, og da spesielt ekstremverdier og raske svingninger høst/vinter/tidlig vår, mer enn gjennomsnittsverdier (antall frost/tine-dager og intensitet og frekvens av ekstrem nedbør).

#### *Potensiale for utvikling av ovenfra-og-ned risikobilder*

CICERO har forsøkt på å utvikle ulike "Norgeskart" for å vise regional og lokal variasjon i en *nasjonal* sammenheng, basert på grad av sårbarhet innen utvalgte næringssektorer (i deres tilfelle jordbruk og vinterturisme, jf. *Figur 14*). Dette er en tilnærming som også kan være nyttig for framstilling av regional og lokal variasjon i nytt risikobilde med hensyn til fysiske prosesser. Man kan tenke seg en liknende indeksering av ovenfra-og-ned indikatorer ("regionale indikatorer") innen hvert av risikoområdene vi har gjennomgått ovenfor. Overordnet kobling mellom dagens risikobilde og nytt klimapådriv vil være nyttig både *nasjonalt* (for utforming av nasjonale tiltak og en geografisk prioritering av tilpasningstiltak) og *lokalt* (kan klargjøre situasjonen lokalt i forhold til andre deler av landet;

---

<sup>48</sup> Kommunetall kan gis for kommuner med mange driftsenheter innen korn/oljevekster. Ellers kan tall hentes ut for grupper av kommuner (regioner).

<sup>49</sup> <http://www.jordforsk.no/fagarealavr/erosjon.htm>



klargjøringer som i neste omgang kan motivere til lokale tiltak for å redusere den lokale sårbarheten).

Som gjennomgangen ovenfor viser, knyttes den naturlige sårbarheten med hensyn til fysiske prosesser som flom, storm, ulike typer skred og erosjon seg sterkt til lokalklimatiske forhold. I vår sårbarhetsmodell vil det først av alt være viktig å knytte de mest kritiske klimaparameterene (nytt klimapådriv) til hvert risikoområde (jrf. tabellen under).

**Tabell 7: Forholdet mellom fysiske prosesser og klimapådriv – forslag til indikatorer**

Kategori	Fysisk prosess	Nedbør							Temperatur		Vind	
		Intensitet i ekstrem nedbør	Frekvens av ekstrem nedbør	Nedbør vår	Nedbør sommer	Nedbør høst	Nedbør vinter	Nedbør som snø	Frost/tine-dager	Temperatur høst, vinter	Intensitet i ekstrem vind	Frekvens av ekstrem vind
Flom	Flom, elveslette			X	X	X	X	X		X		
	Akutt flom	X	X									
Storm	Storm/stormflo										X	X
Skred	Stein- og fjellskred	X	X									
	Snøskred							X	X			
	Kvikkleireskred	X	X									
Erosjon	Erosjon	X	X					X	X			

Spørsmålet er dernest om vi har godt nok grunnlag til å gjøre kobling mellom *dagens risikobilde* og nytt klimapådriv. De nasjonale kartleggingsprogrammene har identifisert (eller tar sikte på å identifisere) lokalspesifikke forhold som legger grunnlag for dagens risikobilde. Dette er grunnleggende forhold som i seg selv ikke vil endres i et endret klima. *Graden* av risiko vil derimot kunne endres med et nytt klimapådriv. Vel å merke prioriterer kartleggingsprogrammene de i dag mest kritiske områdene, og hendelser kan alltid oppstå utover kartlagte områder, både i dag og i et endret klima. Likevel antyder programmenes omfang og metode at materialet kan danne grunnlag for utvikling av nye risikobilder ("Norgeskart"). Dette gjelder da for prosessene; flom på elvesletter, snøskred, stein- og fjellskred, kvikkleireskred og erosjon. For prosessene akutt flom og storm blir det derimot kun mulig å fremsette de kritiske klimaparameterene (nytt klimapådriv) som grunnlag for en overordnet indeksering av sårbarhet i kommunene.

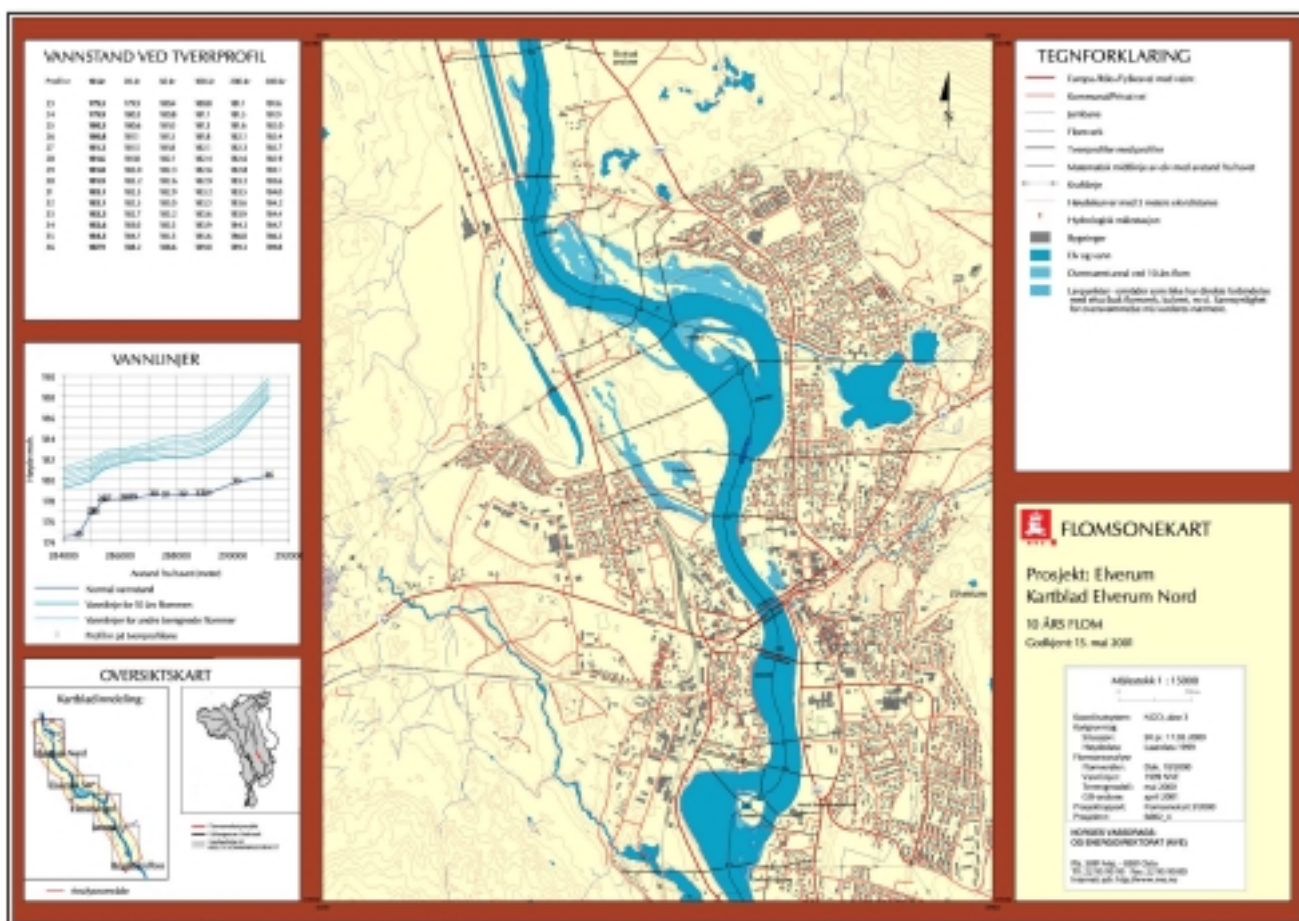
#### *Utvikling av lokale "trendfremskrivingskart"*

Tematiske "Norgeskart" basert på ovenfor indeksering vil dermed kunne utpeike kommuner med høy risiko innen ulike kategorier sårbarhet. Dette sier likevel lite om hvordan kommunene praktisk skal gripe an sårbarheten for om mulig redusere denne, da de ikke spesifiserer *hvor* i kommunene de sårbare områdene finnes. Samtidig er det klart at lokale forutsetninger for det nye risikobildet ikke er tilstrekkelig lagt inn i ovenfra-og-ned-modellen. I fase to blir det dermed nødvendig med lokale vurderinger av årsak-virkningsforholdet som ligger til

grunn for klassifiseringen, samt en *kartfesting* av den lokale sårbarheten. Fremstilling av situasjonen lokalt ved hjelp av kart for eksempel etter modell av det som allerede er gjort for enkelttema innen de nasjonale kartleggingsprogrammene nevnt ovenfor, gir et mer praktisk redskap som kan danne grunnlag for klimatilpasset arealplanlegging og for eksempel byggesaksbehandling for den enkelte kommune. Grunnlaget for utvikling av denne type ”*trendfremskrivingskart*” vil være lokale vurderinger omkring:

- *nytt klimapådriv* – som vil si at man forsøker å justere (evt. supplere) eksisterende nedskalerte klimascenarier til lokal kontekst (som skissert i kapittel 3.3); og
- *lokale klimaeffekter* – basert på eksisterende kartlegginger og egne supplerende kartlegginger av lokale naturforhold som anslås å være kritiske for sårbarheten for de ulike fysiske prosessene.

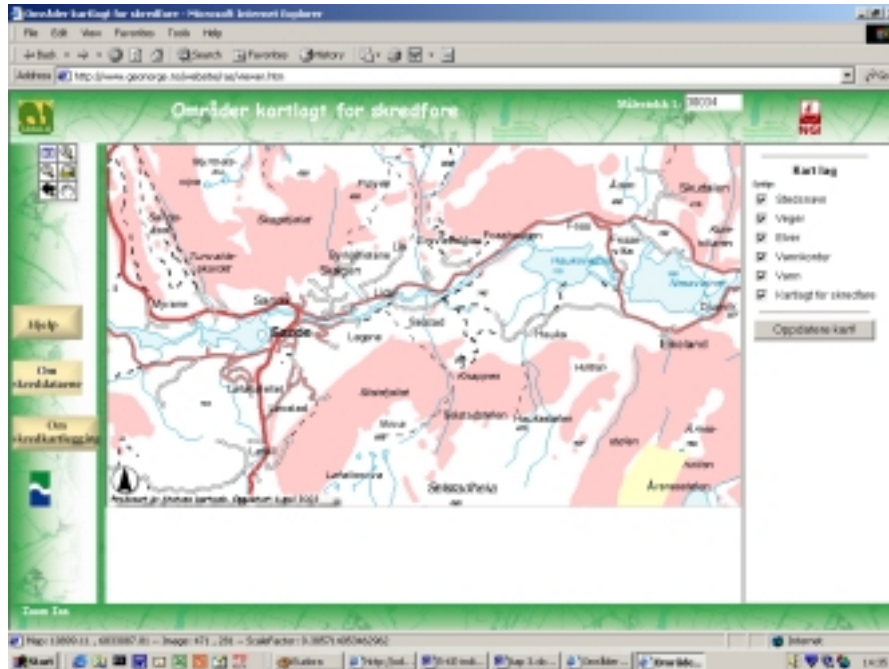
Man vil da først også kunne finne ut i hvilken grad den første nedskaleringa av faren for flom, skred osv. faktisk virker sannsynlig. Samtidig er det er på dette nivået man vil kunne vurdere *sumeffekten* av endring i risikobildene for hver kategori fysiske prosess som følge av klimaendringer, ved at man samler materialet i felleskart.



Figur 21: Eksempel på 10 års flomsonekart for Elverum nord<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Lastet ned fra [http://www.nve.no/admin/ImageArchive/206/plott10\\_1.jpg](http://www.nve.no/admin/ImageArchive/206/plott10_1.jpg)

Eksisterende kartmateriale innen de ulike kartleggingsprosjektene viser litt hvordan ”trendfremskrivingskartene” kan ta form i praksis (jf. *Figur 21* og *Figur 22*). Denne type kart vil som sagt kunne danne grunnlag for ”klimatilpasset” arealplanlegging, byggesaksbehandling og prioritering bl.a for styrking av beredskapskapasiteten.



*Figur 22: Internettbasert kartverktøy for skredfare*<sup>51</sup>

## 5.2 Naturlig biologisk sårbarhet

Mens naturlig sårbarhet som følge av fysiske prosesser i hovedsak dreier seg om ekstremhendelser, omhandler naturlig sårbarhet knyttet til biologiske prosesser både ekstremhendelser og mer langsomme og gradvise endringer over tid. Men også her er det viktig å få avklart nåsituasjonen, som gir oss grunnlag for bedre å si noe om mulige effekter av klimaendringer i forhold til den naturlige biologiske sårbarheten. Som vi skal komme nærmere inn på, er derimot kunnskapen om nåsituasjonen mye svakere for vurdering av den biologiske sårbarheten enn tilfellet er for den fysiske naturlige sårbarheten. Kunnskapen om årsak-virkning når det gjelder effekter av klimaendringer er også dårligere når det gjelder den biologiske sårbarheten.

Biologisk sårbarhet dreier seg om hvor utsatt økosystemer er for endringer som følge av klimaendringer. Eksempler på økosystemendringer kan være:

- tap av arter
- etablering av nye arter
- endring av utbredelsesmønster for arter
- endring av biotoper

<sup>51</sup> Statens kartverk/Arealis

- tap av biologisk mangfold

Økosystemendringer vil bl.a. endre mulighetene for å nytte biologiske naturressurser i næringssammenheng. I Norge vil dette særlig omfatte jordbruk, skogbruk, marin oppdrett, marine fiskerier og viktige deler av reiselivet. For jordbruket vil endringene komme som følge av endret vekstsesong og nedbørsmønster, men også oppblomstring av nye skadedyr. Fiske, inkludert marin oppdrett, vil kunne påvirkes av endra havtemperatur. Skogbruk vil oppleve endringer som følge av for eksempel endra skogsgrenser, biotoper og vekstforhold, men også endring i vintertemperatur, og dermed mulighetene for å utvinne tømmer vinterstid. Reiselivet vil kunne oppleve endringer i de ”opplevelseskvalitetene” næringen er avhengig av, for eksempel ved at viktige kvaliteter i kulturlandskapet går tapt som følge av gjengroing.

#### *Kartlegging og overvåking av biologisk mangfold*

Det er først de siste årene etablert mer omfattende nasjonale kartleggings- og overvåkingsprogram som omhandler det biologiske mangfoldet. Det mest sentrale programmet er ”program for terrestrisk naturovervåking”<sup>52</sup>. Programmet ble etablert i 1990 og baserer seg på målinger av luft, jord, planter og dyr i sju faste overvåkingsområder, samt målinger av forurensningsbelastninger i landsdekkende nettverk. Ett av temaene er effekter av klimaendringer i forhold til det biologiske mangfoldet (Fremstad mfl 2003).

I 2003 ble arbeidet med naturovervåking styrket ytterligere gjennom etablering av et nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold<sup>53</sup>. Programmet skal vare til 2007. Syv departement har gått sammen for bedre å samordne all kartlegging og overvåking som er relevant for biologisk mangfold og å etablere nye aktiviteter der kunnskapsgrunnlaget er for dårlig. Første del av programperioden vil bli viet kartlegging, mens overvåking vil komme mer i fokus i siste del av perioden. Dette programmet favner videre enn programmet for terrestrisk naturovervåking, og retter seg inn mot marine så vel som terrestriske forhold.

Som en del av arbeidet med naturovervåking, har Direktoratet for naturforvaltning har utviklet et sett med nøkkelindikatorer som skal fange opp økosystemendringer. Indikatorene retter seg inn mot en rekke årsak-virkningsforhold der effektene av klimaendringer bare er én av en lang rekke forhold (jf tabellen under).

---

<sup>52</sup> Se <http://www.naturforvaltning.no/wbch3.exe?p=1838>. I tillegg fins det andre og mer avgrensede overvåkingsprogrammer, som tilstandsovervåking og resultatkontroll i jordbrukets kulturlandskap etablert i 1999 ([http://www.nijos.no/Produktinfo/Landskap/prod\\_3q.htm](http://www.nijos.no/Produktinfo/Landskap/prod_3q.htm)) og langtidsovervåkingen på innvandrende laks etablert i 1993.

<sup>53</sup> Se <http://www.naturforvaltning.no/wbch3.exe?d=6585&toppgiff=tema>

**Tabell 8: Indikatorer for overvåking av det biologiske mangfoldet (Direktoratet for naturforvaltning)<sup>54</sup>**

Type indikator	Indikator
Påvirkning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overbeiting av lav i Finnmark</li> <li>- Areal inngrepsfrie områder</li> <li>- Uttak av utvalgte marine bestander</li> <li>- Spredning av lakseparasitten <i>Gyrodactylus salaris</i></li> </ul>
Tilstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Økologisk infrastruktur på landskapsnivå</li> <li>- Skogenes sammensetning</li> <li>- Tilbakegang av planter på grunn av sur nedbør</li> <li>- Endring i mose- og lavsamfunn på grunn av endret klima</li> <li>- Endringer i vekstsesongens lengde</li> <li>- Eggskallfortynning hos dvergfalk</li> <li>- Utvikling i bestandene av trekkfugl</li> <li>- Andel viktige områder berørt av inngrep</li> <li>- Inngrep i villreinområder</li> <li>- Inngrep i elvedelta</li> <li>- Nasjonalt prioriterte kulturlandskapsområder</li> <li>- Landskapsdiversitet i jordbrukslandskapet</li> <li>- Bestandssituasjonen for utvalgte arter (fjellrev, store rovdyr, laks, dvergås, åkerrikse, fire sjøfuglarter)</li> </ul>
Respons	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Areal verneområder fordelt på jordbruksregioner</li> <li>- Areal verneområder fordelt på vegetasjonssoner</li> </ul>

For tre av indikatorene vist i tabellen over er det gjort eksplisitt kobling mellom klimaendringer og økosystemendringer:

- Endringer i vekstsesongens lengde
- Endring i mose- og lavsamfunn på grunn av endret klima
- Bestandssituasjonen for utvalgte arter

#### *Endringer i vekstsesong*

*Vekstsesongens lengde* er en indikator på at det skjer endringer i plante- og dyrelivet knyttet til endringer i klimaet. Vekstsesongens lengde har stor betydning for hvilke plantearter som trives i naturen. Videre vil tilgangen på plantevekster ha betydning for utbredelsen av dyrearter. Vekstsesongens lengde er således en avgjørende indikator på hvilken effekt klimaendringene vil ha på det biologiske mangfoldet.

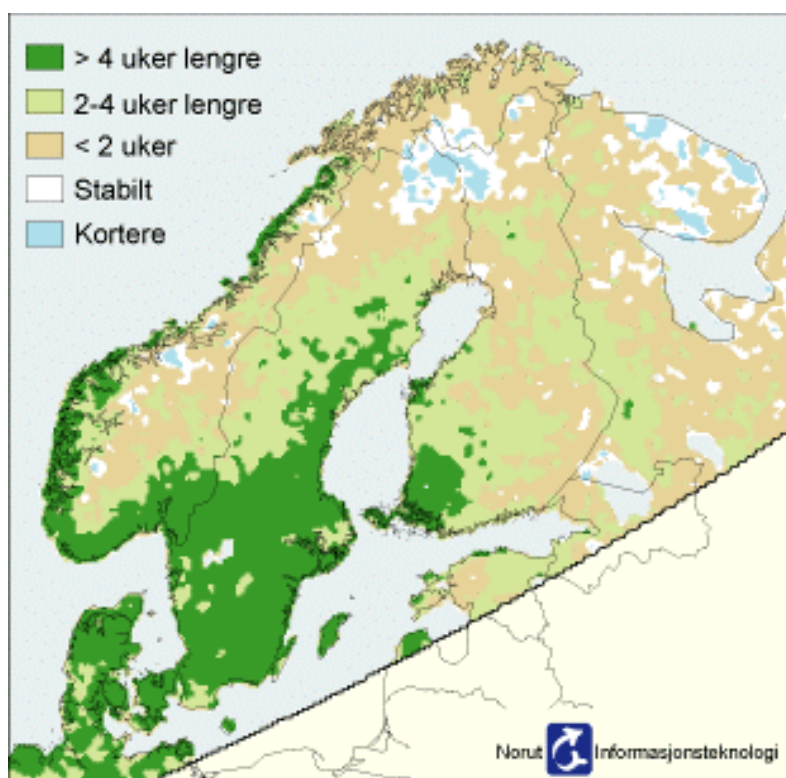
Som allerede påpekt vet vi langt mindre om konsekvenser av klimaendringer for biologiske prosesser enn tilfellet er for fysiske prosesser. Denne erkjennelsen er utgangspunktet for prosjektet "Fenologi som en indikator på effekter av klimaendringer" (PhenoClim), finansiert av Norges forskningstråd sitt program KlimaEffekter<sup>55</sup>. Målet med prosjektet er å øke kunnskapen om sammenhenger mellom klimaendringer og periodiske forandringer hos planter og dyr. I prosjektet måler man blant annet starttidspunkt for våren, midtsommer, og høsten ved å kombinere satellittdata med observasjoner i felt<sup>56</sup>. Det første resultatet fra

<sup>54</sup> Se [www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2598](http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2598)

<sup>55</sup> Se <http://www.itek.norut.no/projects/phenology/>

<sup>56</sup> Fra satellittbilder måles forholdet mellom refleksjon i rødt og nærinfrarødt. Når dette forholdet overstiger en grenseverdi brukes det som mål på når vekstsesongen starter. Grenseverdien

prosjektet er en fremstilling av endringer i starttidspunkt for vår og høst og dermed vekstsesongens lengde. Av figuren under ser vi at lengden på vekstsesongen har økt i så å si i hele landet. Kartet viser at vekstsesongens lengde har økt med over 4 uker langs kysten av Norge opp til Lofoten fra 1982 til 1999. Generelt har vekstsesongens lengde økt i hele landet, men i noen fjellområder har faktisk vekstsesongen blitt kortere. Tidspunktet for start og slutt på vekstsesongen i Skandinavia har vært målt ved hjelp av satellitter som indirekte måler klorofyllinnhold i vegetasjonen. Det pågår forskning som sammenligner satellittdata om vekstsesongens lengde, og observasjoner av ankomst og avreise for trekkfugler, tidspunkt for blomstring, fruktmodning og andre sesongmessige variasjoner i naturen. Det vil gi bedre kunnskap om hva vekstsesongens lengde vil kunne bety for utviklingstrekk i naturen ved endret klima. Gjennom et omfattende samarbeid er det samlet inn data fra en rekke målestasjoner<sup>57</sup>. Det er dermed i prinsippet mulig å fremskaffe regionale historiske data om endringer i vekstsesongen.



**Figur 23** Endringer i vekstsesongens lengde i løpet av perioden 1982 til 1999 (Høgda mfl 2001)<sup>58</sup>

#### Endringer i arter

*Mose- og lavsamfunnene* har også endret seg den siste tiårsperioden. Moser og lav er følsomme for klimaendringer, de vokser når det er fuktig, og går i "dvale" når det er tørt. De kan vokse ved lavere temperaturer enn blomsterplanter. Disse

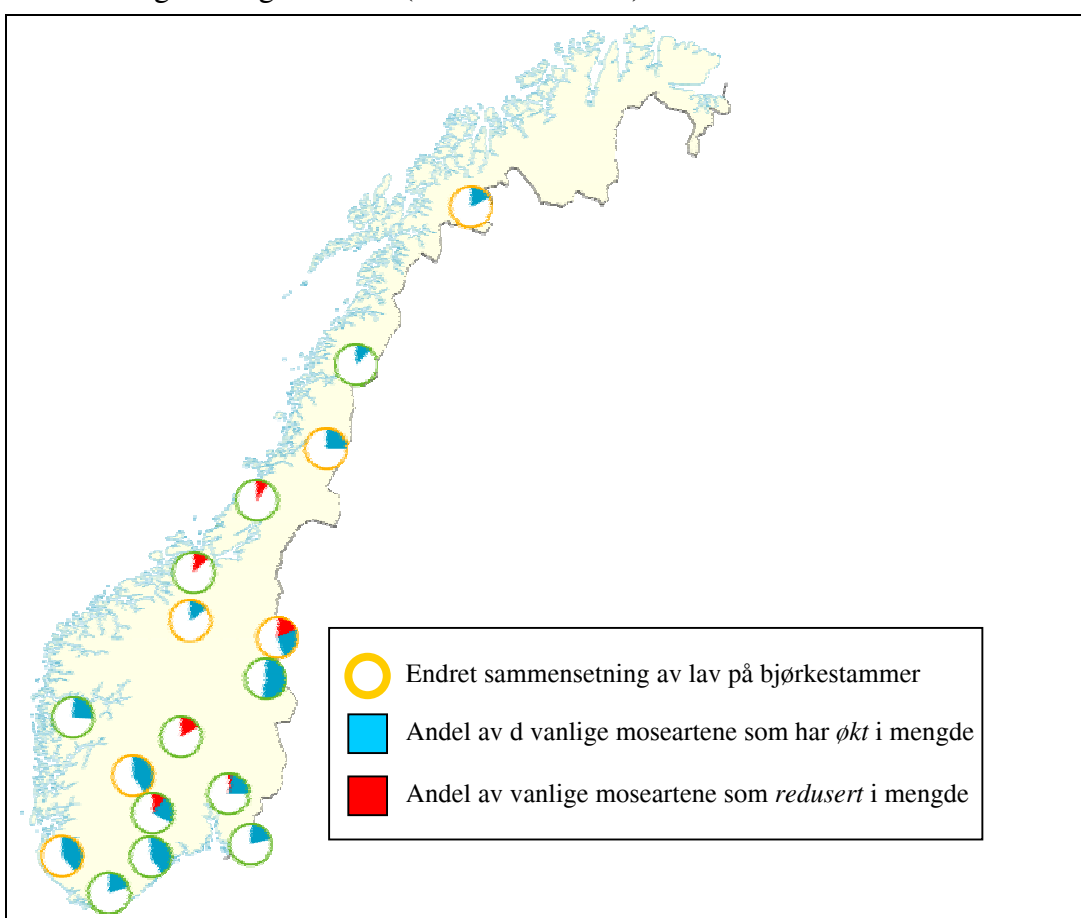
---

kalibreres med målinger av bladstørrelse på bjørkeløv. Starten på vekstsesongen blir her satt til det tidspunktet bjørkeløvet har størrelse som "museøre" (Kjell Arild Høgda, pers.med).

<sup>57</sup> Se kart lagt ut på [www.itek.norut.no/projects/phenology/no](http://www.itek.norut.no/projects/phenology/no).

<sup>58</sup> Se også [www.dimat.no/wbch3.exe?p=2699](http://www.dimat.no/wbch3.exe?p=2699)

organismegruppene har derfor lengre vekstperiode enn vanlige planter. Særlig gir lang, mild høst med jevnlig regn gode vekstforhold for mose. Kartet under (Figur 24) viser at mosedekket har økt så å si over hele landet i registreringsperioden. Blå farge viser hvor stor andel av de vanlige moseartene som har økt i mengde, mens rød farge viser hvor stor andel av de vanlige moseartene som det har blitt mindre av mellom de to registreringsrundene. I områder der kakediagrammet har både rød og blå felter, har noen arter økt i mengde, mens andre har gått tilbake. I overvåkingsområdene i bjørkeskog (gule sirkler på kartet) har man også registrert lav på bjørkestammer. Her er det registrert at sammensetningen av lavarter har endret seg i den samme perioden. De mer nordlige lavartene har gått tilbake, samtidig som mer sørlige arter har økt i mengde. Dette tolkes som at den ”nordlige” lavnaturen blir trengt lengre nordover. Fra Nederland er det også kjent at flere subtropiske varmekrevende arter har økt i mengde og utbredelse, mens mer nordlige arter går tilbake (Økland mfl 2001).



**Figur 24:** Endring i forekomst av moser mellom to registreringsrunder med 5-års mellomrom på 1990-tallet (Økland mfl 2001)<sup>59</sup>

En rekke arter blir overvåket nasjonalt. Bestandssvingningene er oftest resultat av en rekke påvirkningsfaktorer, der klimaendringer inngår som én faktor som heller ikke alltid er den utslagsgivende faktoren. Det er med andre ord svært vanskelig å si noe generelt om effekten av klimaendringer på bestandsutviklingen for enkeltarter. Vanskelighetsgraden øker ytterligere om man også ønsker å si noe generelt om effektene i forhold til det biologiske mangfoldet. Noen arter vil øke,

<sup>59</sup> Se også [www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2697](http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2697)

andre vil gå ned. I tillegg kommer det at potensielle effekter av klimaendringer i mange tilfeller vil kamoufleres av effekter av andre påvirkningsfaktorer. I forslaget til biomangfoldsindikatorer fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) er det tatt med registreringer for 11 arter (jf *Tabell 8*). Av disse er det bare *én* art - munken - der bestandsutviklingen knyttes eksplisitt til klimaendringer. En egen rapport om Norges nasjonalfugl - fossekallen - presentert på nettsidene til DN knytter observerte bestandsendringer til klimaendringer<sup>60</sup>. I den siste rapporten fra programmet for terrestrisk naturovervåking blir spørsmålet om hekketidspunkt, blant annet for fluesnapper, koblet til klimaendringer.

Det bør også nevnes at klimaendringer kan gi økt sårbarhet med hensyn til *folks helse*, som resultat av endringer i biologiske prosesser. En av de mer alvorlige og omfattende helseeffektene av klimaendringer er økt hyppighet og geografisk utbredelse av vektorbårne smittsomme sykdommer der smitte går via vertsorganismer (Aunan 2001). Erfaringene med spredning av flått i Norge, utover de tradisjonelle kjerneområdene – dvs. Sørlandet/Vestlandet – og den parallelle økningen i til dels alvorlige sykdomstilfeller som følge av overføring av Boreliasmitte via denne arten, synliggjør dette aspektet. Globalt ser man også for eksempel problemer med spredning av malaria. Med få unntak er årsak-virkningsforholdet mellom klimaendringer og helsetilstand derimot svært komplekst, og dermed svært usikkert. Det vil dermed være vanskelig å inkludere dette aspektet av potensiell sårbarhet i denne rapporten.

### *Effektvurderinger*

Gjennomgangen over viser kunnskapsstatus når det gjelder *dagens tilstand* i naturen for tema som kan være relevante i en klimasammenheng. De data vi har omtalt over sier imidlertid ingen ting om *effektene* av mulige klimaendringer. De indikatorene vi har vist til over er mer å forstå som indikatorer for *klimaendringer* enn indikatorer som sier noe mer overordnet om *økosystemeffekter* av klimaendringer. Inntil man har fått frem mer generell kunnskap om tilstanden i naturen og om de samlede økosystemeffektene av klimaendringer er det derfor vanskelig å trekke frem gode indikatorer på området naturlig biologisk sårbarhet. Det nærmeste vi kommer er å bruke endring av *vekstsesong* som en indikator på at det er økosystemeffekter (jf *Figur 23*). I PhenoClim prosjektet planlegger man å kombinere egne data med data fra RegClim, slik at man også skal kunne lage kartfremstillinger av mulige endringer i fremtiden av vekstsesongen som følge av et endret klima. Vi kjenner ikke til om tilsvarende arbeid gjøres i forhold til noen av de andre indikatorene som Direktoratet for naturforvaltning opererer med for overvåking av det biologiske mangfoldet (jf *Tabell 8*).

### *Nedenfra-og-opp vurderinger*

Gitt at det er så vanskelig å peke på relevante og gode indikatorer som kan si noe generelt om klimaeffekter i forhold til biologisk mangfold, vil det være tilsvarende vanskelig å peke på måter å få frem relevante *lokale* nedenfra-og-opp indikatorer på området naturlig biologisk sårbarhet. En mulighet som likevel fremstår som relevant når det gjelder å utvikle denne typen indikatorer er det

---

<sup>60</sup> <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?ce=17465>



arbeidet som siden 1999 har pågått i kommunene med kartlegging av det biologiske mangfoldet.

I januar 1999 ga Direktoratet for naturforvaltning ut en håndbok for å hjelpe kommunene i arbeidet med kartlegging av det biologiske mangfoldet<sup>61</sup>. Det blir videre stilt til rådighet et tilskudd på kr 50.000 til et utvalg kommuner hvert år. Kartleggingsarbeidet er tenkt lagt opp på følgende måte: (1) Oppstart; (2) Politisk behandling; (3) Kartlegging og verdsetting; (4) Politisk behandling; og (5) Forvaltning og integrering i kommunale planer. Håndboken omtaler hovedsakelig punkt (3) og da med hovedvekt på kartlegging av det vi kan kalle den ”ville” og ”sjeldne” naturen, riktignok supplert med kartlegging av enkelte elementer i kulturlandskapet knyttet til det historiske jordbrukslandskapet (slåtteeenger, slåttemyrer osv). Det er videre lagt vekt på kartlegging som innspill til *arealplanleggingen* med tanke på at kommunen skal avsette lokale verneområder med ulik gradering av *vern*. I løpet av 2003 har ca 400 kommuner fått tilskudd og er i gang med kartlegging<sup>62</sup>.

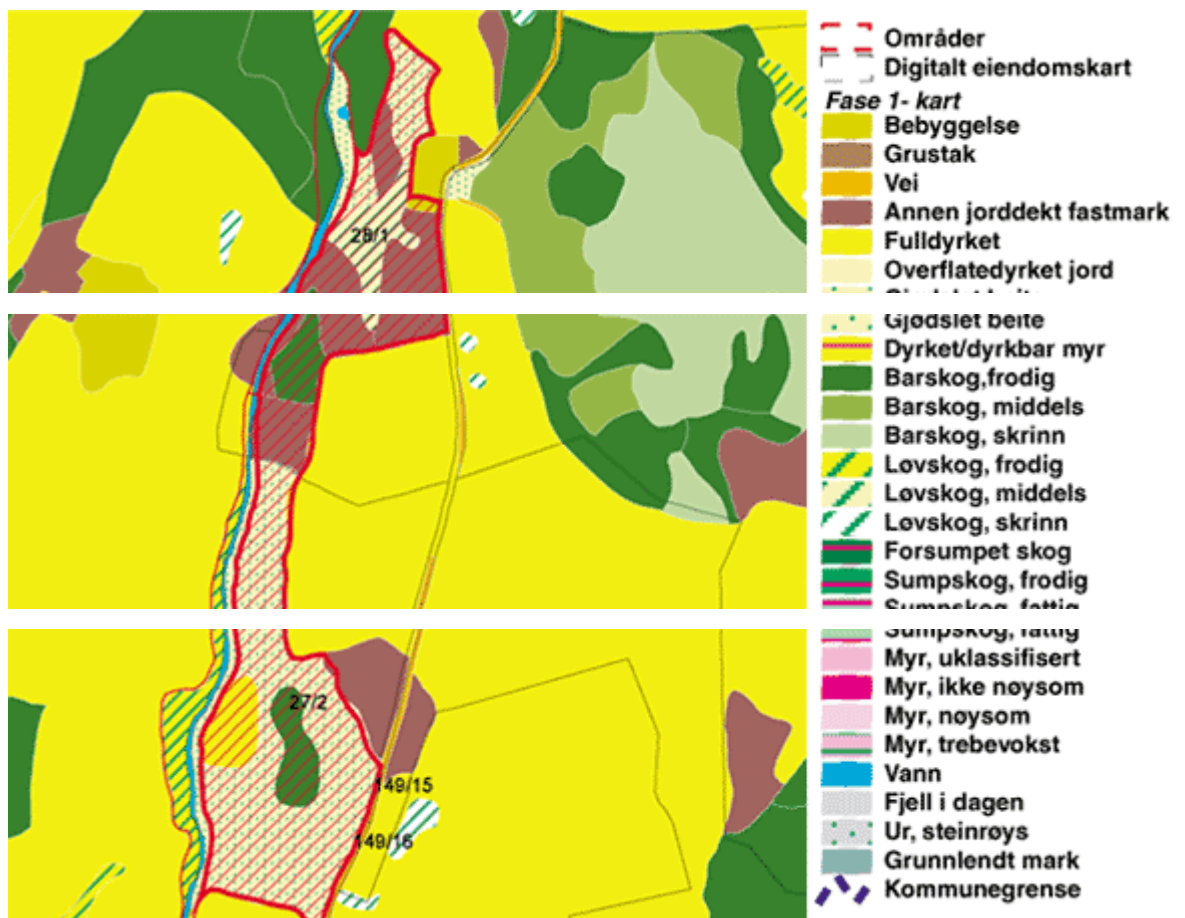
Figuren under viser et eksempel på lokale kart laget på grunnlag av registreringer av det biologiske mangfoldet. Ventelig kan denne typen kart også brukes til lokale vurderinger av hvilke konsekvenser klimaendringer kan ha i forhold til det biologiske mangfoldet, men da må kunnskapen omkring årsak-virkningsforhold styrkes vesentlig. Videre er det en stor fordel om det foreligger såkalte digitalt markslagsskart (DMK). Slike kart er et avgjørende grunnlag for på en kostnadseffektiv måte å produsere denne typen kart<sup>63</sup>.

---

<sup>61</sup> DN-håndbok nr 13-1999, lagt ut på [www.naturforvaltning.no/temasider/](http://www.naturforvaltning.no/temasider/)

<sup>62</sup> Se <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=2634>.

<sup>63</sup> Status mhp dekning for utarbeidelse av DMK er vist på [http://www.nijos.no/Produktinfo/Markslag/statuskart\\_dmk.htm](http://www.nijos.no/Produktinfo/Markslag/statuskart_dmk.htm).



Figur 25 Eksempel på lokalt biomangfoldskart<sup>64</sup>

### 5.3 Samfunnsøkonomisk sårbarhet i forhold til klimapolitikk

#### Næringsvirksomhet

Basert på beregninger utført av Statistisk sentralbyrå i forbindelse med nasjonalregnskapet har vi i tabellen under regnet ut en *sårbarhetsindeks* for ulike typer næringsvirksomhet, og som fremkommer ved å se samlede *driftsinntekter* for hver næring i forhold til næringens samlede utslipp av klimagasser. Indeksen har benevnelsen kroner per tonn utslipp. Poenget er å få en indikator på virksomhetenes økonomiske bæreevne til å tåle en fremtidig økning i miljøavgifter på utslipp av klimagasser. Det er viktig å merke seg at vi *ikke* har tatt med offentlig virksomhet i oversikten under fordi begrepet ”driftsinntekt” ikke har samme mening for offentlig virksomhet<sup>65</sup>. Av tabellen under ser vi at det er transportnæringen, den olje- og gassrelaterte energiproduksjonen, deler av industrien og primærnæringene som faller ut som mest sårbare.

<sup>64</sup> Hentet fra [http://www.nijos.no/Produktinfo/Landskap/prod\\_biol\\_mf\\_fase1.htm](http://www.nijos.no/Produktinfo/Landskap/prod_biol_mf_fase1.htm).

<sup>65</sup> I denne sammenhengen består offentlig virksomhet av kommunal vannforsyning, kloakk og renovasjon, statlig administrasjon og forsvar, undervisning og kommunal administrasjon

**Tabell 9** En rangering av ulike sektors økonomiske bæreevne til å tåle klimaavgifter og/eller gjennomføre egne klimatiltak (lavest indeks indikerer mest sårbare næringer)

Næring	Sektor	Driftsresultat (mill kr) <sup>66</sup>	CO <sub>2</sub> -ekv. (1000 tonn)	Indeks (kr/tonn)	Andel sysselsetting
Jernbane og sporvei	transport	-1 310	59 090	-22,17	0,9 %
Olje- og gassrel. tjenester	energiproduksjon	-172	400 074	-0,43	3,8 %
Produksjon av fjernvarme	energiproduksjon	-50	274 620	-0,18	2,4 %
Lufttransport	transport	-250	1 458 103	-0,17	0,2 %
Utenriks sjøfart	transport	3 693	13 637 413	0,27	6,6 %
Kjemiske råvarer	industri	1 495	4 868 362	0,31	0,3 %
Metallindustri	industri	2 125	5 025 125	0,42	2,3 %
Oljeraff., kjemisk og mineralsk ind.	energiproduksjon	2 529	4 017 618	0,63	0,6 %
Drikkevarer og tobakk	vareproduksjon	57	85 386	0,67	0,7 %
Trelast- og trevareindustri	industri	478	398 322	1,20	0,2 %
Post og telekommunikasjon	transport	481	357 227	1,35	1,6 %
Annen landtransport	transport	4 484	3 184 028	1,41	10,2 %
Fiske og fangst	primærnæring	2 170	1 417 058	1,53	2,7 %
Treforedling	industri	1 018	611 067	1,67	0,4 %
Jordbruk, jakt og viltstell	primærnæring	11 349	5 546 648	2,05	0,4 %
Innenriks sjøfart	transport	3 776	1 484 281	2,54	3,0 %
Bergverksdrift	industri	548	177 500	3,09	0,4 %
Fisk og fiskevarer	primærnæring	818	213 884	3,82	0,8 %
Utvinning av råolje og naturgass	energiproduksjon	82 816	12 084 156	6,85	0,7 %
Tjenester tilknyttet transport	transport	1 683	190 511	8,84	0,7 %
Møbelindustri og annen industri	vareproduksjon	665	56 715	11,72	0,8 %
Kjøtt, kjøttvarer og meierivarer	næringsmiddelindustri	1 243	96 011	12,95	1,0 %
Andre næringsmidler	næringsmiddelindustri	2 144	162 968	13,15	1,1 %
Bygge- og anleggsvirksomhet	vareproduksjon	10 423	733 571	14,21	2,0 %
Tekstil, bekledning og skotøy	vareproduksjon	499	26 147	19,07	0,0 %
Verkstedindustri	industri	3 919	199 704	19,62	0,8 %
Skipsbygging	industri	769	26 005	29,56	0,1 %
Andre sosiale og personlige tjenester	tjenesteyting	7 438	245 396	30,31	0,7 %
Hotell- og restaurantvirksomhet	tjenesteyting	1 773	49 836	35,57	0,3 %
Varehandel, rep. av kjøretøyer mv.	tjenesteyting	19 104	448 240	42,62	0,4 %
Forlag og grafisk industri	industri	2 322	45 068	51,53	0,4 %
Oljeplattformer	energiproduksjon	919	14 834	61,92	1,4 %
Skogbruk	primærnæring	3 442	53 521	64,32	0,5 %
Fiskeoppdrett	primærnæring	1 400	11 777	118,91	0,8 %
Forretningsmessig tjenesteyting	tjenesteyting	18 119	140 585	128,88	2,2 %
Finansiell tjenesteyting	tjenesteyting	21 942	153 889	142,58	0,8 %
Prod. og omsetning av elektrisitet	energiproduksjon	8 382	35 215	238,01	13,8 %
Rørtransport	transport	9 414	14 102	667,59	3,8 %
<b>Sum/snitt</b>		<b>231 652</b>	<b>58 004 057</b>	<b>3,99</b>	<b>69,5 %</b>

Dette er en rangering som er gjort ut fra hensynet til de samlede utslippene av klimagasser og én type virkemiddel: avgift på utslipp. Tilsvarende vurderinger kunne man tenke seg i forhold til andre virkemidler, eventuelt mer sammensatte "virkemiddelpakker" eller bare i forhold til utslipp av én type klimagass (for eksempel CO<sub>2</sub>). I mangel av mer utførlige vurderinger tar vi videre med oss de

<sup>66</sup> Gjennomsnitt for perioden 1991-2000.

kategoriene virksomheter som i tabellen over fremstår som mest sårbare overfor klimapolitiske virkemidler (i realiteten utslippsavgifter), altså:

- Transport<sup>67</sup>: Sjøfart, lufttransport, buss og drosje
- Energiproduksjon: produksjon av fjernvarme, olje- og gass.
- Industri: Kjemiske råvarer, metallindustri, trelastrelatert industri, drikkevarer og tobakk.
- Primærnæring: saltvannsfiske, jordbruk<sup>68</sup>

En lokal vurdering av sårbarhet når det gjelder både klimapolitikk og klimaendringer vil da være å få frem andelen sysselsatte i de antatt mest sårbare næringene, eventuelt supplert med en mer detaljert vurdering av sårbarheten i de samme næringene. Kommunevis oversikt publiseres i forbindelse med folke- og boligtellings utført av Statistisk sentralbyrå<sup>69</sup>. Poenget er å få frem om man lokalt har et høyere innslag av ”risikonæringer” enn det som er på nasjonalt nivå.

**Tabell 10** Andel sysselsatte innen ulike næringer, eksempel for Sogndal (2001)

Næringer	Norge	Sogndal	Forskjell
Sårbare næringer			
– Jordbruk, skogbruk og fiske	4,1 %	6,1 %	48,8 %
– Utvinning av råolje og naturgass, industri og bergverksdrift	14,3 %	14,3 %	0,0 %
– Transport og kommunikasjon	7,3 %	7,3 %	0,0 %
Andre næringer	38,0 %	37,9 %	-0,3 %

Tabellen over viser at Sogndal er noe mer utsatt enn landsgjennomsnittet på grunn av det relativt store innslaget av sysselsatte innen jord- og skogbruk. Problemet med statistikken vist over er imidlertid at den ikke er nok finmasket i forhold til de vurderingene og konklusjonene vi kom frem til i *Tabell 9*. Men med mindre det gjøres lokale vurderinger med innsamling av data lokalt er dette det beste vi har.

### Infrastruktur

Når det gjelder *infrastruktur* er det mest relevant å ta for seg transportsektoren. Tabellen under viser hvilke transportformer som er mest ”karbonintensive” i betydningen størst utslipp per utført transportarbeid. For *person*transport vil det da være transport på sjø, i luft og med personbil som er mest utsatt. Minst utsatt er naturlig nok transport på skinner, som i all hovedsak er elektrifisert i Norge. Transport med buss kommer i en mellomstilling. For *godst*transport vil det være fly og transport på vei som er mest problematisk, mens transport på sjø har de laveste utslippene.

I en lokal sårbarhetsvurdering må poenget være å få frem om konsekvensene lokalt skiller seg vesentlig fra det som gjelder for landet sett under ett. Én måte å få frem dette på er å sammenligne transportbruken lokalt med nasjonale gjennomsnitt. Et lokalsamfunn med mer utstrakt bruk av persontransport på sjø og

<sup>67</sup> Vi har valgt å se bort fra jernbane. Utslippene er her helt marginale, og grunnen til at jernbane fremstår som så sårbar er de meget store driftsunderskuddene.

<sup>68</sup> Om vi tar med utslipp av metan vil jordbruket få indeksen 1 955 kr/tonn utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter; med andre ord omtrent like sårbar som sjøfarten er for avgifter på CO<sub>2</sub>.

<sup>69</sup> Se [www.ssb.no/emner/02/01/fobsysut/tab-2003-01-16-11.html](http://www.ssb.no/emner/02/01/fobsysut/tab-2003-01-16-11.html).

godstransport på land vil for eksempel være mer sårbar for CO<sub>2</sub>-avgifter enn et lokalsamfunn med en relativt stor andel persontransport med tog og mesteparten av godstransporten inn og ut av lokalsamfunnet med båt.

**Tabell 11** *Utslipp av karbondioksid fra transport etter utført transportarbeid (Holtskog og Rypdal 1997)*

Transportmiddel	CO <sub>2</sub> (g/personkm)	Andel persontransport	Transportmiddel	CO <sub>2</sub> (g/tonnkm)	Andel godstransport
Hurtigbåt o.l.	0,63	0,5 %	Fly	2,29	0,2 %
Fly	0,20	7,3 %	Vare/kombibiler	1,47	12,5 %
Hurtigruta	0,12	0,4 %	Lastebiler	0,20	18,7 %
Personbil	0,11	82,5 %	Spesialbiler	0,13	9,1 %
Motorsykkkel	0,09	1,4 %	Tørrlastskip	0,07	10,9 %
Rutebil	0,08	8,0 %	Tank/kombiskip	0,02	48,6 %

Nå er det ikke alltid mulig å fremskaffe lokale transportdata som kan sammenlignes med nasjonale snitt. Enten må man lokalt gjennomføre lokale reisevaneundersøkelser, hente inn transportdata fra aktuelle ruteselskap, eller man må gjøre noen alternative vurderinger.

En alternativ tilnærming er å bruke kommunevise utslippsdata fra en nettkalkulator utviklet av Statens forurensningstilsyn (SFT) basert på data fra Statistisk sentralbyrå<sup>70</sup>. Under er vist et eksempel der vi har sammenlignet Sogndal kommune med landsgjennomsnittet.

**Tabell 12** *Utslipp av klimagasser fra transport per person for Norge (1999) og Sogndal (2000), tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per person og år*

Transporttype	Norge	Sogndal	Forskjell
Veitrafikk			
– Person- og varebiler	1,55	2,08	34 %
– Lastebiler og busser	0,60	0,82	36 %
– Moped og MC	0,02	0,02	-6 %
Skip og fiskefartøy	0,08	0,14	61 %
Fly	0,04	0,11	162 %
Andre mobile kilder	0,25	0,28	12 %

Tabellen over gir inntrykk av Sogndal som en mer sårbar kommune enn landsgjennomsnittet når det gjelder konsekvenser for transport av en tenkt situasjon med strengere klimapolitiske tiltak (i praksis: avgifter på utslipp av klimagasser). Det er imidlertid flere svakheter med denne metoden, som også illustreres med eksempelet over.

For det første er utslipp fra *flytransport* bare tatt med i de tilfeller der flyplassen befinner seg innenfor kommunegrensen, og da beregnet som utslipp fra samtlige flybevegelser mellom bakkenivå og 100 meters høyde. Dette gjør at utslipp fra persontransport med fly er generelt sterkt underestimert. I praksis faller denne typen utslipp utenom systemet med unntak av for vertskommuner for flyplasser, slik som tilfellet er for Sogndal. Det fins fylkesvise data for reise med fly i Norge, men ingen kommunevise data. Hvis man ikke har mulighet til å gjennomføre lokale reisevaneundersøkelser, og dermed kunne anslå omfanget av flyreiser

<sup>70</sup> [www.sft.no/arbeidsomr/prosjekt/klima/verktoy/klimakalkulator/](http://www.sft.no/arbeidsomr/prosjekt/klima/verktoy/klimakalkulator/)

lokalt, er det mest rimelig i denne sammenhengen å se bort fra beregningene som gjøres for fly i SFTs klimakalkulator.

For personbiltransport er situasjonen nær sagt det motsatte, i og med at man har basert seg på veitrafikktellinger som innebærer at *all* personbiltransport utført av både innbyggerne lokalt og tilreisende innen og gjennom den aktuelle kommunen tas med. Her er det altså snakk om en *overestimering*. En alternativ tilnærming er å bruke kommunevise beregninger for antall *registrerte personbiler per innbygger*. Dette er data som blant annet inngår i Statistisk sentralbyrå sine nøkkeltall for kommuner<sup>71</sup>.

Også for transport med båt er dataene mangelfulle. Her skilles det ikke mellom person- og godstransport, i tillegg til at den nedskaleringen av nasjonale data som er gjort i modellen, er for grovmasket til at den fanger opp lokale og regionale variasjoner (Groven 2001). Også her er man avhengig av å hente inn transportdata lokalt fra aktuelle transportselskap.

## 5.4 Samfunnsøkonomisk sårbarhet i forhold til klimaendringer

### *Næringsvirksomhet*

Når det gjelder sårbarhet for klimaendringer med hensyn til næringsvirksomhet er det først og fremst i forhold til en mulig økt forekomst av ekstremvær at vi kan si noe mer presist om hvilke typer næringer som er sårbare. Når det gjelder konsekvenser av mer gradvise og langvarige endringer, som da også medfører økosystemendringer, er det langt vanskeligere å si noe mer presist; i alle fall om vi har ambisjoner om også å få frem lokale variasjoner. De næringer som da fremstår som mest sårbare er næringer som er sterkt *avhengig av naturressurser* – først av alt primærnæringer men også videreforedlingsbedrifter knyttet til dette. Man skal heller ikke glemme at naturkvaliteter er den helt avgjørende ressursen også for reiselivet i Norge, i tillegg til at reiselivet er sterkt påvirket direkte av klima.

Endring i temperatur- og nedbørsmønster gir endret grunnlag for planteproduksjon; selv små endringer kan få store effekter på økosystemer og sammenhengene er ikke alltid like åpnebare. Økt usikkerhet med hensyn til været er i seg selv en kritisk faktor for eksempel i jordbruket, ved at uforutsigbarheten øker skadepotensialet. Det er vanskelig å si hvordan endringene vil slå ut i praksis i forhold til produksjon i jordbruket. Gevinsten av en lengre vekstsesong er for eksempel også avhengig av nedbørsmønsteret. Både for lite og for mye regn er uformålstjenlig. Ulike arter vil også reagere ulikt på samme endring i klima, samtidig som én grads endring i temperatur vinterstid kan få større konsekvenser en én grads endring i sommertemperaturen. Økning i raske vekslinger mellom pluss- og minusgrader om våren vil øke potensialet for frostskaider både i jordbruket og skogbruket.

Endring i temperatur kan gi endring i økosystemer og utbredelsen av ulike arter. Økte temperaturer vil for eksempel føre til at skoggrenser kryper nordover og høyere over havet (Sygna og O'Brien 2001), samtidig som produksjonen kan øke. Samtidig vil artssammensetningen kunne endres, ved at innslaget av mer varmekjære og robuste treslag (som bøk og eik) øker på bekostning av de mer

---

<sup>71</sup> [www.ssb.no/kommuner/](http://www.ssb.no/kommuner/)

tradisjonelle treslaga (gran, furu og bjørk). Ser man utover de biologiske prosessene, så kan skogsområder også rammes av økning i stormaktivitet, og følgende økning i stormfelling av skog.

Økning i havtemperaturen kan gi vekst i bestanden av ulike arter, både planter og dyr, samtidig som det åpner for endring i arters utbredelsesmønster. Endring i temperatur kan også gi grunnlag for økning i oppblomstring av giftalger, og evt. nye sykdomsorganismer kan dukke opp. Samtidig vil en økning i stormaktiviteten og frekvens av ekstremvind påvirke de lokale forholdene for både fiske og havbruk. Prosjektet "Economic Impact of Climate Change on Norway's Fisheries" ved Senter for fiskeriøkonomi tar sikte på å studere mulige effekter av klimaendringer på både fiskeoppdrett og fiskerinæringa.

Felles for alle sektorene, er risikoen for økning i skade som følge av inntreden av nye sykdommer (både plante- og fiskesykdommer) og skadedyr, inntreden av nye arter (som ugras og sopp), samt hyppigere oppblomstringer av for eksempel giftalger (Sygna og O'Brien 2001). Her er imidlertid årsakssammenhengene fremdeles uklare, og vi vil ikke ha mulighet for å sette frem konkrete indikatorer for dette.

*Turisme* er en annen næringssektor som knytter seg nært til klimatiske forhold. Her må vi skille mellom direkte og indirekte konsekvenser av klimaendringer. De direkte konsekvensene er effekter av endringer som gjelder "været"; for eksempel at "dårligere" vær sommerstid kan redusere tilstrømmingen av sommerturister. De indirekte konsekvensene følger av økosystemendringer, som igjen er utløst av klimaendringer. Et eksempel er at økt gjengroing av landskapet - som i alle fall delvis er forårsaket av klimaendringer - kan føre til redusert tilstrømming av turister om sommeren fordi landskapsbildet oppfattes som mindre interessant; og om vinteren fordi områdene blir mindre attraktive til skiturer. Konsekvenser av endring i klimaparametere er dermed ikke entydig med hensyn til endret sårbarhet.

**Tabell 13** *Næringer som er særlig sårbare for klimaendringer*

Næringer	Eksempler på konsekvenser
Jordbruk	Økt temperatur og nedbør kan gi økt produksjon, men samtidig også økt erosjon og økte problemer med skadedyr. Økning i uforutsigbarhet gir økt skadepotensial. Inntreden/oppblomstring av skadeorganismer som følge av endra vilkår.
Skogbruk	Økt forekomst av ekstremvær kan gi økte problemer med stormfelling, samtidig som økt temperatur og økt nedbør kan gi økt vekst og høyere skoggrense.
Marine fiskerier	Endringer i havstrømmer og økt smelting av havisen i nordområdene kan gi store endringer i næringsgrunnlag og vandringsmønster for attraktive fiskeslag.
Marin oppdrett	Økt temperatur i kystfarvann kan gi oppblomstring av nye giftalger. Økt forekomst av ekstremvær kan øke faren for havari av oppdrettsanlegg.
Reiseliv	Høyere temperatur i tradisjonelle utenlandske ferieområder for nordmenn ("syden") kan øke etterspørselen etter å feriere i Norge, samtidig som økt temperatur kan svekke betingelsene for vinterturisme i mange av dagens vinterturisme-destinasjoner.

Spørsmålet er da om vi har nok kunnskap om årsak-virkningsforholdet mellom klima og de ulike næringssektorene til at det er hensiktsmessig å sette frem standardiserte ovenfra-og-ned indikatorer i modellen. Det er for eksempel vanskelig å stille opp nedskaleringsindikatorer for jordbruket uten å spesifisere dette for ulike driftstyper. En fruktbonde i Hardanger, en melkebonde på Jæren og

en kornbonde i Hedmark har ulik margin med hensyn til hvilke klimaendringer de kan tilpasse seg og hvilke klimaparametere som er de mest kritiske. Ved presentasjon av resultater for Voss kommune (fra SAMSTEMT-prosjektet ”Climate Change Vulnerability in Norway: Socio-economic Perspectives on Policies and Impacts”) for den lokale kommuneadministrasjonen, ble de nedskalerte resultatene for jordbruk spesielt, men også vinterturisme, sett på som lite aktuelle for kommunen grunnet at de ikke fanget opp lokalspesifikke forhold godt nok. Forsøket på å sette frem ovenfra-og-ned indikatorer for jordbruket basert på endring i et utvalg klimaparametere felles for hele landet ble karakterisert som lite dekkende for den reelle situasjonen i jordbruket på Voss (O’Brien mfl 2003). Dette viser bare at jordbruk ikke er entydig, og at det er lett å ”bomme” når man behandler alle jordbrukskommuner likt. Jordbruk i ulike områder er resultat av lang tids tilpasning til helt lokalspesifikke forhold (både natur og klima). *Konsekvenser* av klimaendringer bør dermed foreløpig kun vurderes lokalt. Det finnes i dag tall per kommune på husdyrhold og jordbruksareal<sup>72</sup>, og man har dermed allerede nå en mulighet for til en viss grad å klassifisere jordbruket i hver kommune. Likevel, det er først når man har studert årsak-virkningsforholdet mellom produksjon og klima i mer detalj, at dette vil kunne danne grunnlag for en overordnet og mer detaljert oversikt over sårbarhet i jordbruket i møte med klimaendringer, gjennom nye ”Norgeskart” basert på indeksering innen hver næringskategori.

Når det gjelder sårbarhet knyttet til jordbruksproduksjon, vil i tillegg *samspilleffekter* mellom fysiske og biologiske prosesser kunne gi ytterligere samfunnsmessig sårbarhet (bl.a. jorderosjon og produksjon). Som nevnt ovenfor, så knytter det seg usikkerhet også til dette aspektet ved effekter av klimaendringer. Det er desto viktigere at lokale vurderinger forsøker å fange opp aspekter ved disse mulige samspilleffektene. Ved Norges Landbrukshøgskole foregår det modellutvikling som sammenstiller fokus på effekter av klimaendringer med hensyn til: vann- og varmetransport, jorderosjon, plantevekst, karbon- og nitrogenomsetning i jord og utveksling av klimagass mellom jord og atmosfære<sup>73</sup>. Målet er å kunne vurdere økonomiske og økologiske konsekvenser av en endret klimatilstand for jordbruket, og man går helt ned på arts- og dyrkingsteknisk nivå. Prosjektet har derimot ikke kommet langt nok til at vi har kunna bruke resultat i vårt arbeid her. Sårbarhetsvurderingene må dermed bygge på lokale vurderinger av årsak/virkningsforholdet mellom lokale driftstyper (plantetyper og husdyrarter) og klima, for slik å kunne spesifisere sårbarheten i det lokale jordbruket, utover den økonomiske avhengigheten av næringssektoren. På overordnet i nivå kan man derimot si at *alle* landbrukskommuner bør sjekke sårbarheten med hensyn til klimaendringer i mer detalj.

Det er også svært komplisert å anslå hva *sumeffekten* av klimaendringer vil kunne bli for disse næringene. Noen forhold (som økt temperatur) vil isolert sett kunne slå positivt ut (for eksempel bedre betingelser for visse typer jordbruksvekster og skogen mer generelt), mens andre forhold vil kunne slå negativt ut (for eksempel økt forekomst av ekstremvær med påfølgende økt grad av stormfelling i skogen). Det avgjørende her er summen av de ulike deleffektene og muligheten for at samspilleffekter kan slå ut på måter som er vanskelig å forutsi. I tillegg kommer

---

<sup>72</sup> Jordbruksareal og husdyr, se: <http://www.ssb.no/10/04/10/jordbruksareal/>

<sup>73</sup> “Economy and Ecology of Agriculture in a Changing Climate” (EACC; 2003-2007).



de sammenhenger som vi i dag ikke har tilstrekkelig kunnskap om, for eksempel de langsiktige økosystemeffektene av et endret klima. Og dette blir altså om mulig enda mer komplisert hvis vi også skal prøve å få frem den lokale variasjonen.

En tilnærming for å få frem den lokale sårbarheten når det gjelder mulige næringsmessige konsekvenser av klimaendringer kan derfor først og fremst være bare å få frem den lokale *avhengigheten* av disse næringene. Dette forholdet kan illustreres ved å sammenligne nasjonale snitt for *andelen av sysselsettingen* innen disse næringene med de lokale forholdene. Eventuelt kan man supplere med å sammenligne andelen produksjon lokalt i forhold til samlet nasjonal produksjon. Poenget er å få frem om et gitt lokalsamfunn er mer avhengig av disse næringene enn det som gjelder generelt for Norge.

Gitt at lokalsamfunnet kommer ut som mer sårbart enn landsgjennomsnittet for én eller flere av næringene vist i tabellen over, kan dette være et grunnlag for å gjennomføre mer detaljerte vurderinger av hvilke konsekvenser som synes realistiske lokalt. Dette må i alle tilfelle være mer presise og kvalifiserte vurderinger enn det vi har vist i tabellen under, bl.a. basert på: i) generelle kunnskaper om hvordan ulike typer klimapådriv kan påvirke ulike typer produksjon, og ii) lokal kunnskap om type produksjon.

**Tabell 14** Forslag til lokale indikatorer for næringer som er særlig sårbare for klimaendringer

Sårbare næringer	Mulige indikatorer
Jordbruk	- andel jordbruksareal av samlet landareal - andel av samlet sysselsetting
Skogbruk	- andel produktivt skogareal av samlet landareal - andel av samlet sysselsetting
Marine fiskerier	- andel av samlet sysselsetting
Marin oppdrett	- samlet lokal produksjon per innbygger lokalt - andel av samlet sysselsetting
Reiseliv	- andelen reiselivsomsetning lokalt som gjelder vinterturisme - andel av samlet sysselsetting

Et videre arbeid med utvikling, tilpasning og utprøving av lokale klimasårbarhetsindikatorer bør gå nærmere inn på konsekvenser innenfor de ulike næringene for om mulig å komme frem til mer detaljerte og informative indikatorer.

### Infrastruktur

Med infrastruktur tenker vi i denne sammenhengen på følgende fysiske strukturer:

- veier, herunder tunneler og bruer
- baner (for tog og annet skinnegående materiell)
- havner
- flyplasser
- ledningsnett (luft, kabel)
- rørsystemer (avløp, vannforsyning)
- damanlegg (i hovedsak oppdemming av kraftmagasiner)
- bygninger (enkelbygninger og sammenhengende bebyggelse)

Dette er infrastruktur som i utgangspunktet fremstår som særlig sårbar når det gjelder klimaendringer: i første omgang økt forekomst av ekstremvær (vind, nedbør), men også i forhold til mer langsiktige og gradvise endringer som økt

nedbør (som kan gjøre nye områder generelt mer skredutsatte) og en økning i havnivået (som kan berøre kystnære veistreknings). Også her er det kompliserte forhold som spiller inn, som igjen gjør det vanskelig å si noe mer generelt om mulige konsekvenser.

### Transport

I forstudien om virkninger av klimaendringer for *transportsektoren* (Fjeld mfl 2002) som vi nevnte tidligere og som ble gjennomført under arbeidet med Nasjonal transportplan for 2006-2015, konkluderes det med at klimaendringer generelt vil "berøre løpende drift, vedlikehold og beredskap på eksisterende infrastruktur og trafikkavvikling - og konstruksjon og bygging av ny infrastruktur" (Fjeld mfl 2002: 26). Rapporten fremhever økt ressursinnsats til beredskap, reparasjon og forebyggende tiltak mot ras, utglidning, undergraving, oversvømmelse, flom og vindfall. Rapporten gir også vurderinger av regionale forskjeller når det gjelder klimaendringer som er relevante for transportinfrastrukturen, og hvilke mulige konsekvenser dette kan få (jf tabell under).

**Tabell 15** Mulige utslag av klimaendringer med relevans for transportsektoren (Fjeld mfl 2002)

Klima-påvirkning	Troms, Finnmark	Nordland	Trøndelag, Vestlandet	Sørlandet, Oslofjorden	Høyfjellet	Innlandet
Vind	>>>	>>	>	0	0	0
Bølger	>>>	>>	>	0	*	*
Regn	>	>	>>	>	0	0
Snø	0	0	<	0	>	>
Fryse/tine	0	<	0	<	<	<
Havnivå	>>	>>	>	0	*	*
Tåke/ising	-	-	-	-	-	-

Tegnforklaring:

< mindre utsatt                      0 minimal endring                      > noe utsatt                      >> sterkt utsatt  
>>> meget sterkt utsatt                      - data foreligger ikke                      \* ikke relevant

Rapporten opererer med 11 kategorier av mulige konsekvenser som følge av klimaendringene vist i tabellen over. Disse gjelder med noen unntak for samtlige av de fire transportsystemene vei (inkludert ferger), jernbanetransport, sjøtransport og lufttransport:

- forsinkelse, landligge, regularitet
- uro i havn (ikke relevant for jernbane og lufttransport)
- tåke, ising
- glatt rulle-/kjørebane (ikke relevant for sjøtransport)
- snø (ikke relevant for sjøtransport)
- flom (ikke relevant for sjøtransport)
- stormflo
- skred (ikke relevant for sjøtransport og lufttransport)
- steinsprang, stormskader, vindfall (ikke relevant for sjøtransport og lufttransport)
- forbyggings- og moloskader
- forlis, sammenstøt, utkjøring

Momentlisten over er brukt for å gjøre noen grove vurderinger om regionale variasjoner i konsekvenser av klimaendringer (se tabell under). Tallene vist i

tabellen under er derimot ikke så interessante i denne sammenhengen. Disse er fremkommet ved å summere konsekvensvurderinger som er gjort for de momentene som er vist over langs en skala fra 0 (minimale endringer) til 4 (meget stor forverring). Poenget her er å få frem at det er store regionale variasjoner i mulige konsekvenser for transportsektoren.

**Tabell 16** Oppsummering av konsekvensvurdering for transportformer av mulige klimaendringer. Høyere tall indikerer større negativ konsekvens (etter Fjeld mfl 2002)

Transport-form	Troms, Finnmark	Nordland	Trøndelag, Vestlandet	Sørlandet, Oslofjorden	Høyfjellet	Innlandet
Vei	13	13	10	3	2	3
Bane	7	7	7	7	3	4
Sjø	19	14	9	0	0	0
Luft	8	6	3	3	0	2
<b>SUM</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>29</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

Det er vanskelig å komme opp med noen meningsfulle kvantitative indikatorer på dette området. En mulighet er å bruke samlet bane- og veilengde per person som en *kjerneindikator* på sårbarhetspotensialet. Skal man komme videre med mer informative vurderinger er det antakelig nødvendig å bruke *kvalitative* indikatorer, det vil si at det må gjøres konkrete vurderinger av lokale konsekvenser - vurderinger som ikke lar seg redusere til et konkret tall i form av en indikator eller en indeks.

En lokal vurdering av sårbarhet når det gjelder infrastruktur må gjøres i to operasjoner. *Først* må man foreta en *arealbestemt* vurdering der man studerer hvorvidt gitte lokaliteter som veier, havner, linjer osv er utsatt for negative konsekvenser av endringer i klimaet og fysiske endringer (som ras) utløst av klimaendringer. Deler av momentlisten over kan brukes som et utgangspunkt for å identifisere sårbare deler av transportinfrastrukturen. Poenget er å få frem om det er behov for forsterkningstiltak eller omlegging av infrastrukturen. *Dernest* må man vurdere hvorvidt *bruken* av infrastrukturen vil påvirkes av klimaendringer. Økt rasfare kan for eksempel føre til en omlegging av en veitrasé uten at det på sikt behøver å påvirke bruken av det lokale veinettet i nevneverdig grad. Motsatt kan man tenke seg at økt frekvens av snøskred i seg selv ikke skader selve veinettet, eller at det ikke er mulig å legge om veitraséen, men at bruken av veinettet blir påvirket. Også her kan deler av momentlisten være et nyttig utgangspunkt for slike vurderinger.

#### *Ledningsnett, rørsystemer og damanlegg*

Ledningsnett kan bli skadet av nedbør (ising) og vind (felling av master). Når det gjelder rørsystemer er det særlig avløpssystemets evne til å fange opp og frakte vekk overflatevann som er kritisk. Demninger, forbygginger og andre typer oppdemningsanlegg kan bli skadet som følge av flom. Hvis disse gir etter kan det i neste omgang utløse nye sekundære flommer.

En generell indikator når det gjelder ledningsnett, rørsystemer og damanlegg er forekomsten av disse i forhold til det som er gjennomsnittlig hyppighet nasjonalt. Indikatoren bygger dermed på antagelsen om at lokalsamfunn med relativt sett større innslag av denne typen infrastruktur kan være mer samfunnsøkonomisk sårbare for klimaendringer enn andre.

Når det gjelder offentlig avløp produserer Statistisk sentralbyrå kommunevis statistikk for samlet lengde avløpsrør. Norges vassdrags- og energiverk har laget en egen kartbasert database over alle demninger og andre damanlegg. Her ligger også informasjon om kraftledninger i luft og sjø-/jordkabel. Tjenesten er tilgjengelig på nettet, og der kan man få frem kommunevis kart over denne typen infrastruktur<sup>74</sup>.

**Tabell 17** Eksempel på sårbarhetsindikatorer for ledningsnett, rørsystemer og damanlegg

Indikator	Sogndal	Norge
Lengde avløpsledning per innbygger	14,9 m/innb	9,7 m/innb
Lengde kraftledninger per innbygger	?	?
Størrelse på dammagasin per innbygger	0 m <sup>2</sup> /innbygger	1200 m <sup>2</sup> /innbygger

### Bebyggelse

Når det gjelder sårbarhet for klimaendringer med hensyn til bebyggelse, kan dette knyttes til:

- i) *lokaliseringen av bebyggelse*: dvs. i hvilken grad bebyggelse er lokalisert i områder som er potensielt sårbare for fysiske prosesser i et endret klima; og
- ii) *selve utformingen av bygninger*: dvs. i hvilken grad bygninger konstruksjonsmessig tåler et direkte møte med et nytt klimapådriv.

Bebyggelse kan bli ramma av de fleste typer fysiske prosesser beskrevet i denne rapporten; *ulike typer skred, storm og flom*. Den avgjørende faktoren er i hvilken grad bebyggelsen er lokalisert i områder som er potensielt sårbare for disse prosessene i et endret klima. I følge Plan- og bygningsloven bør områder som er særlig utsatt for fare i form av flom, skred, radon og lignende, og som av den grunn ikke bør bygges, legges ut som "båndlagte områder" i kommuneplanens arealdel og reguleres som "fareområder" (MD 2001). Likevel i mange kommuner i dag finner man en høy andel av bebyggelsen og infrastrukturen i nettopp denne type områder; på elvesletter og elvevifter, og under rasutsatte fjellsider.

NVEs flomsonekart spesifiserer hvilke områder, inkludert beskrivelse av hvilken bebyggelse og infrastruktur som blir ramma ved ulike flomnivå. Ved oversiktsplanlegging kan en for eksempel bruke flomsonekartene direkte for å identifisere områder som ikke bør bygges uten nærmere vurdering av faren og mulige tiltak. I tillegg har eksisterende skredfarekart en detaljeringsgrad som gjør det mulig for kommuner selv å vurdere andelen bebyggelse (og infrastruktur) som faller innunder risikoområdene. I områder utover de allerede kartlagte områdene, bør kommunene selv foreta lokale vurderinger og kartlegginger av den faktiske lokaliseringen lokalt.

Som nevnt tidligere gir "Norsk standard for vind- og snølast" kommunevis referansevindhastigheter som igjen kan benyttes til å beregne vind- og snølast for spesifikke bygg tilpasset både lokal vindretning og terrengruhetsgrad. Med utgangspunkt i hvilken grad bebyggelsen konstruksjonsmessig tilfredsstillers dagens kommunale vindlaststandard, vil man kunne ha et grunnlag for å vurdere sårbarheten også i et endret klima (ut fra nytt risikobilde med hensyn til storm).

<sup>74</sup> <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>

Når det gjelder snølast, setter Norges byggforskningsinstitutt fram oversikt over hvilke typer bygninger der faren for sammenbrudd eller tilløp til svikt som følge av snølast på tak vurderes å være størst (jfr. *Tabell 18* under).<sup>75</sup>

**Tabell 18** Bygningstyper i faresonen ved store snølaster (Lisøe mfl 2000)

A.	Lette konstruksjoner med spennvidder større enn 10 m (eksempelvis typehaller, lager- og idrettshaller, samt driftsbygninger i landbruket), spesielt buehaller
B.	Typehaller importert som "pakkelsninger" uten dokumentert bæreevne i henhold til norske snølastregler
C.	Bygninger oppført på dugnad o.l., som ofte har for dårlig bæreevne fordi de er utilstrekkelig prosjektert/utført
D.	Bygninger hvor endring i bruken av bygget har medført endringer i lastforutsetningene, og hvor konsekvensen av økte lastvirkninger ikke er kontrollberegnet
E.	Midlertidige konstruksjoner
F.	Ombygde bygninger og takkonstruksjoner
G.	Bygninger med takkonstruksjoner av lettbetongelementer som kan være svekket over lang tid grunnet armeringskorrosjon.

I de senere årene har det vært flere ulykker med sammenbrudd av bygninger i forbindelse med relativt store snølaster<sup>76</sup>. I enkelte tilfeller har snølasten på taket vært større enn bygningen har vært dimensjonert for. I andre tilfeller har feildimensjoner og/eller andre feil ved konstruksjonen vært utslagsgivende for at bygningen kollapset. Undersøkelser av haller benyttet til idrett, messer, konserter etc. viser at svært mange er konstruert for snølaster med kun 5 års gjentakintervall, noe som gjør det nødvendig å måke taket når denne lasten overskrides (Blümlein 2003). I tillegg vanskeliggjør buede tak i mange tilfeller måking i seg selv. Norsk Standard har utarbeidet verdier for snølaster med en returperiode på 50 år. Fra 1999 skal dimensjoneringen av alle bygg tilfredstille denne snølastverdien. Inntil 1999 var det verdien for snølaster med returperiode på 5 år som var kravet. Dette betyr at de fleste bygg i norske kommuner ligger langt under dagens standardkrav. I møte med nytt klimapådriv er det likevel vanskelig å legge dagens standard til grunn for vurdering av nytt risikobilde. På klimasiden er det derimot klart av økte snømengder vil øke faren for store snølaster.

Bebyggelse kan også bli ramma av "slagregn".<sup>77</sup> Nedbør i form av slagregn kan medføre store problemer for ytterkonstruksjonene (fasader). Mengden slagregn som treffer en bygnings ytterflate avhenger bl.a. av nedbørsintensiteten, vindens hastighet og retning, lokal topografi, skjerming fra omgivelsene og ytterflatens orientering og helning. Åpne kyststrøk og høyfjellstrøk har normalt de hyppigste

<sup>75</sup> Det blir også satt fram en alternativ metode for utpeking av sårbare bygg: For bygninger oppført i perioden 1949 - 1969 kan en gå ut fra at kritisk snølast for lette takkonstruksjoner er 1,5 kN/m<sup>2</sup> (150 kg/m<sup>2</sup>), mens en for tunge tak kan forutsette noe større lastevne. For bygninger oppført i perioden 1970 - 1979 bør det forutsettes at kritisk snølast på tak ikke er større enn 1,5 kN/m<sup>2</sup>. For bygninger oppført etter 1979 kan det forenklet antas at kritisk snølast på tak tilsvarer de snølastene på mark som er angitt i NS 3479 for hver kommune, dvs. vanligvis 1,5 - 3,5 kN/m<sup>2</sup>.

<sup>76</sup> I desember 2002 knelte Oslo Flyklubbs hangar på Kjeller under store snømasser og forårsaket stor skade på klubbens fly. I 1999 kollapset Løkenåshallen, i Lørenskog kommune, under store snømengder og på grunn av feilkonstruksjon av taket.

<sup>77</sup> Ved regn og vind i kombinasjon får regndråpene en hastighetskomponent også i horisontalretningen. Dette kalles slagregn.

og største påkjenningene i dag, mens innlandsstrøk er mindre utsatt. Det finnes i dag ingen samla oversikter over slagregn i Norge, men i prosjektet Klima2000 ved Norges byggforskningsinstitutt foregår det utvikling av grunnlag for vurdering av slagregnpåkjenninger<sup>78</sup>. Prosjektet vil også presentere metode og anvisninger for hvordan slagregnpåkjenninger kan vurderes i forbindelse med prosjektering av bygninger. Dette vil kunne danne grunnlag for fremsetting av enkle indikatorer også for vurdering av sårbarhet med hensyn til slagregn på eksisterende bygningsmasse.

Ovenfor gjennomgang av kritiske faktorer viser at det vil være vanskelig å finne nedskaleringsindikatorer for bebyggelse og sårbarhet med hensyn til klimaendringer. En vurdering av lokal sårbarhet på dette området må i sin helhet dermed bygge på lokale vurderinger basert på et sett lokale sårbarhetsindikatorer eller mer generelle metoder for vurdering av enkeltbyggs utsatthet.

## 5.5 Institusjonell sårbarhet

Vi kan skille mellom et generelt og spesifikt perspektiv på spørsmålet om lokal institusjonell sårbarhet. Det *generelle* perspektivet gjelder lokalsamfunnets evne til å gjennomføre endringsprosesser mer allment. Her er det grad av autonomi og disponible ressurser som er avgjørende. Aktuelle indikatorer her er utviklet av O'Brien mfl (2003), der de skiller mellom lokal tilpasningsevne ut fra *demografiske* og *økonomiske* forhold:

- Andelen eldre i den yrkesaktive befolkningen.
- Andelen barn og unge i den samlede befolkningen.
- Netto utflyttingsrate
- Lokal sysselsettingsprognose
- Statlige overføringer per innbygger
- Skatteinntekt per innbygger

Dette gir imidlertid relativt generelle vurderinger, og som tidligere nevnt retter de seg bare i begrenset grad inn mot konkrete lokale institusjoner. Det ligger heller ingen klare koblinger til hva som er det lokale kommunale handlingsrommet: altså hvordan man eventuelt kan *styrke* den lokale innsatsen for å tilpasse seg klimaendringer eller gjennomføringen av klimapolitiske virkemidler.

For å utvikle mer målrettede indikatorer velger vi å legge til grunn et mer *spesifikt* perspektiv som retter seg inn mot de institusjoner som synes å være sentrale i når det gjelder å redusere sårbarheten lokalt. Vi legger til grunn at følgende tre institusjonelle systemer er særlig viktige i en lokal sammenheng:

- kommunal planlegging
- kommunal miljøvernforvaltning
- kommunalt beredskapsarbeid

---

<sup>78</sup> Se: [www.byggforsk.no/Prosjekter/Klima2000/program/06-11\\_p11.html](http://www.byggforsk.no/Prosjekter/Klima2000/program/06-11_p11.html)

Vi ser dermed bort fra forsikring og sektorinstitusjoner innen antatt klimasårbare næringer som primærnæringene og reiselivet. Dette rimer likevel med våre ambisjoner om å gjøre indikatorsystemet mest mulig orientert inn mot lokale beslutningsprosesser.

Vi har tidligere skilt mellom en proaktiv og reaktiv tilnærming til klimatilpasning. Dette er et skille som kan knyttes til spørsmålet om når man gjennomfører tilpasningstiltak: henholdsvis i forkant eller etterkant av en klimahendelse. Smit og Skinner (2002:93) skiller imidlertid mellom *tre* kategorier ut fra det de betegner som "timing", der de i tillegg tar med kategorien "vedvarende" (engelsk: *during*). Samtidig peker de på at det i praksis kan være vanskelig å skille mellom de tre kategoriene. Vi finner det likevel hensiktsmessig å operere med et slikt skille når det gjelder hvordan institusjoner forholder seg til klimasårbarhet. Institusjoner og institusjonelle systemer kan beskrives ut fra to forhold: forekomsten av institusjonelle *strukturer* og hvordan disse blir *brukt*. Skal man si noe meningsfullt om den institusjonelle kapasiteten lokalt er det derfor ikke tilstrekkelig å registrere om en gitt struktur er tilstede (for eksempel om kommunen har en arealplan eller om kommunen har tilsatt en miljøvernleder). Det er like viktig å få frem om og hvordan strukturene blir brukt (for eksempel om det blir gitt dispensasjoner for bygging i områder som kan bli rasutsatt på grunn av mulige klimaendringer). Dette siste plasserer vi inn under overskriften "vedvarende", mens vi velger å bruke overskriften "*gjennomføringsevne*" på den kategorien institusjonelle indikatorer som skal fange opp spørsmålet om "vedvarende aktivitet".

De tre institusjonelle systemene vi bringer med oss har i ulike grad karakter av å være proaktiv, reaktiv og vedvarende. Alle tre systemene driver en form for planlegging, og har dermed et klart proaktivt element. Samtidig inneholder de også et vedvarende element i den forstand at de samme planene skal følges opp på ulike måter i en form for dag-til-dag praksis. Beredskap inneholder i tillegg et element omkring oppfølging som gjelder nettopp reaktive aktiviteter utløst av ulike former for kriser.

I innledningen refererte vi til en tredeling som Healey mfl (2003) ga av ressurser som er sentrale når man skal beskrive institusjonell sårbarhet lokalt: kunnskapsressurser, nettverksressurser og mobiliseringsevne. Healey mfl (2003) gir et relativt abstrakt eksempel på hvordan man forsøker å beskrive institusjonell sårbarhet. Et annet og mer konkret eksempel, men som likevel kan sies å bygge på den type inndeling som er presentert av Healey mfl, er hentet fra Verdensbanken (Segnestam 1999). Her har man utviklet et sett indikatorer for å vurdere miljøkonsekvenser av prosjekter med støtte fra Verdensbanken og for å sikre kvaliteten på rene miljøprosjekter. Eksempler på slike indikatorer er<sup>79</sup>:

- miljøbudsjett som andel av samlede offentlige utgifter
- antall ansatte med utdanning i miljøjuss
- eksistens av miljøenheter i offentlig forvaltning
- antall miljøplaner

---

<sup>79</sup> Se også <http://lnweb18.worldbank.org/ESSD/envext.nsf/44ByDocName/InstitutionalCapacity>

- kunngjøring av nye miljøreguleringer
- eksistens av miljølovgivning

Alle indikatorene dreier seg om institusjonelle strukturer, men disse kan grupperes i ulike typer strukturer. Den første indikatoren dreier seg om *økonomisk* evne (jf også indikatorene utviklet av O'Brien mfl 2003 gjengitt innledningsvis i dette kapittelet). Dernest kommer to indikatorer som dreier seg om *kompetanse* (jf Healeys kategori ”kunnskapsressurser”). De siste tre indikatorene dreier seg om *styringsmessige* og *juridiske* elementer som har mye til felles med det vi over har betegnet som proaktive elementer innen miljøvernforvaltning, kommunal planlegging og beredskap.

Ut av diskusjonen over velger vi å trekke ut følgende fem kategorier av indikatorer for institusjonell sårbarhet:

- Økonomisk evne
- Kompetansemessig grunnlag
- Proaktiv evne
- Reaktiv evne
- Gjennomføringsevne

I tabellen under har vi satt frem aktuelle indikatorer for de tre institusjonelle systemene: miljøvernforvaltning, kommunal planlegging og beredskap. Disse er en blanding av alle våre fem kategorier institusjonelle indikatorer.

**Tabell 19** Forslag til indikatorer for lokal institusjonell sårbarhet med relevans for arbeidet med klimatilpasning

Institusjonelt system	Indikatorer
Kommunal planlegging	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stillingsdel som kommunal arealplanlegger</li> <li>- utarbeidet arealplan der sårbarhet for klimaendringer er tematisert</li> <li>- dispensasjoner fra arealplan</li> <li>- byggesaksbehandling og tilsyn med byggevirksomhet</li> </ul>
Kommunal miljøvernforvaltning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stillingsdel som kommunal miljøvernleder</li> <li>- gjennomføring av miljøopplæring som del av folkevalgtopplæringa</li> <li>- utarbeiding av en overordna kommunal miljøplan</li> <li>- utarbeiding av en klimahandlingsplan</li> <li>- systematisk gjennomføring av miljøkonsekvensvurderinger i saksbehandlingen</li> </ul>
Kommunalt beredskapsarbeid	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utarbeidelse av en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS)</li> <li>- gjennomføring av årlige beredskapsøvelser</li> </ul>

For enkelte av indikatorene som er foreslått over foreligger det ikke jevnlig oppdaterte nasjonale tall, og da må man basere seg på andre oversikter, for eksempel nasjonale spørreundersøkelser eller lignende. For noen foreligger det derimot et slikt referansegrunnlag. Den mest sentrale kilden er da KOSTRA<sup>80</sup>. Indikatoroppsettet brukt over vil derfor ha karakter av dels å være en sjekklister

<sup>80</sup> Jfr. [www.ssb.no/kostra](http://www.ssb.no/kostra)



med kvalitative indikatorer, og dels å inneholde forslag til kvantitative indikatorer som også gir mulighet for sammenligning med nasjonale gjennomsnittstall.

Når det gjelder *kommunal planlegging* er det et sentralt poeng at kommunen har en tilstrekkelig administrativ kapasitet til å drive med overordnet planlegging. I KOSTRA gis det tall for lønnsutgifter til samlekategorien ”fysisk planlegging, kulturminnevern, natur og nærmiljø”. Her har man altså slått sammen lønnsutgifter til planlegging og kommunalt miljøvernarbeid.

Et annet viktig strukturelt element i denne sammenhengen er hvorvidt kommunen har gjort vurderinger i sin arealplan omkring arealer som er sårbare for fremtidige klimaendringer. Det kan være i forhold til ras, vind, flom o.a. Her fins det ingen nasjonal statistikk vi kan referere til.

Når det gjelder *praksis* – eller det vi over har betegnet som ”gjennomføringsevne” - innen kommunal planlegging er det viktig at kommunen ikke må dispensere i forhold til arealplan hvis det er markert områder der man ikke ønsker bebyggelse eller andre former for inngrep ut fra klimarelaterte risikovurderinger. Heller ikke her fins det noen direkte relevante nasjonale data, men KOSTRA gir noen tall som indirekte *kan* gi en indikasjon omkring den generelle ”dispensasjonskulturen” i kommunen: Andel søknader om tiltak i definerte landbruks-, natur- og friluftsområder (LNF) i kommuneplanens arealdel som ble innvilget ved dispensasjon. Vi baserer oss her på antagelsen om at en kommune som har praksis for å gi dispensasjon i forhold til en planbestemmelse kan være troende å gi dispensasjon også i forhold til andre bestemmelser. Etter plan- og bygningsloven kan områder som blir vurdert som utsatte for bl.a. flom og skred klassifiseres som ”fareområder”. Andelen dispensasjoner gitt til tiltak i denne typen områder vil kunne være en sentral indikator for vurdering av praksis. Dette er derimot data som ikke blir systematisert i KOSTRA eller samlet inn på annen måte nasjonalt.

Når det gjelder dispensasjon på et mer detaljert nivå, i forhold til byggebestemmelser som skal sikre at bygninger oppføres på en bygningsmessig forsvarlig måte i forhold til problemer som vindbelastning og flomutsatthet, foreligger det ingen nasjonale statistikker vi kan bygge på. Her må det gjøres lokale vurderinger. Det avgjørende her når det gjelder kommunens rolle er hvorvidt kommunen fører tilsyn med internkontrollen hos den ansvarlig utførende. Ansvarlig utførende er som regel en entreprenør. Det er denne som står ansvarlig for at bygget fyller offentlige kvalitetskrav. Kommunen driver ikke lenger tradisjonell bygningskontroll, men plikter å se til at bygningsbransjens egenkontroll fungerer etter forutsetningene. Mange kommuner har ikke fått på plass denne tilsynsfunksjonen etter at ordningen ble innført med byggesaksreformen i 1997 (Groven 2003).

På området *kommunal miljøvernforvaltning* foreligger det ingen oppdatert nasjonal statistikk som er relevant i denne sammenhengen. Det nærmeste vi kommer er indikatoren referert over som gjelder lønnsutgifter til samlekategorien ”fysisk planlegging, kulturminnevern, natur og nærmiljø”. Det fins likevel nasjonale spørreundersøkelser som kan gi nasjonale referansepunkt.

Når det gjelder *kommunal beredskap* gir KOSTRA ingen data som gjelder beredskap mer generelt. Det eneste er statistikk knyttet til brann- og

ulykkesvern<sup>81</sup>. Fylkesmennene rapporterer årlig til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (tidligere direktoratet for sivilt beredskap) når det gjelder beredskapsarbeid. Rapporteringen er imidlertid i stor grad rettet inn mot sivilforsvarsdelen og sikkerhetsdelen av beredskapsarbeidet, og bare i liten grad mot det som er relevant i vår sammenheng. I tillegg er fokuset rettet mot fylkesmannens tilsynsarbeid, og i mindre grad en rapportering omkring status for det beredskapsmessige arbeidet *utført av* kommunene. Det burde likevel på sikt være mulig å innarbeide tema og spørsmål i årsrapporteringen fra fylkesmannen som kunne ta opp situasjonen i kommunene. Eventuelt kan man tenke seg at denne typen rapporteringsrutiner innarbeides i KOSTRA.

**Tabell 20** Eksempel på bruk av indikatorer for institusjonell sårbarhet

Indikator	Sogndal	Norge
Kommunal planlegging:		
– Lønnsutgifter til fysisk planlegging, kulturminnevern, natur og nærmiljø per innbygger (2002)	369 kr/innb	362 kr/innb
– Andel søknader om tiltak i LNF-område som ble innvilget ved dispensasjon (snitt for 2000-02)	48 %	20 %
– Andelen søknader om tiltak i ”fareområde” som ble innvilget ved dispensasjon	?	?
– Kommunalt tilsyn med at ansvarlig utførende i byggesaker følger godkjent kontrollplan	?	?
Kommunal miljøvernforvaltning:		
– Stilling som kommunal miljøvernleder	Nei	75 % <sup>82</sup>
– Gjennomføring av miljøopplæring som del av folkevalgtopplæringa	Ja	?
– Utarbeidet kommunal miljøvernplan	Ja	46 % <sup>83</sup>
– Utarbeidet kommunal klimahandlingsplan	Nei	9 % <sup>84</sup>
– Systematisk gjennomføring av miljøkonsekvensvurderinger i saksbehandlingen	Ja	8 % <sup>85</sup>
Kommunalt beredskapsarbeid		
– utarbeidelse av en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS)	Nei	?
– gjennomføring av årlige beredskapsøvelser	?	?
– årsverk til funksjonen ”forebygging av branner og andre ulykker” (2002)	0,13	0,25
Tverrgående:		
– Netto driftsutgifter til funksjonene ”fysisk planlegging, kulturminner, natur og nærmiljø” per innbygger (2002)	288 kr	345 kr

Eksempelet over - som riktignok ikke er ferdig utfylt fordi både lokale og nasjonale data mangler - indikerer likevel at Sogndal kommune på noen områder har en institusjonell kapasitet på linje med eller bedre enn det som er vanlig for norske kommuner, mens kommunen på andre områder har en lavere institusjonell kapasitet når det gjelder klimatilpasning.

<sup>81</sup> Se [www.ssb.no/kostra/stt/faktaark.cgi](http://www.ssb.no/kostra/stt/faktaark.cgi)

<sup>82</sup> Andel norske kommuner med miljøvernansvarlig i 2000 (Bjørnæs 2002).

<sup>83</sup> Andel norske kommuner med utarbeidet miljøplan i 2000 (Bjørnæs 2002).

<sup>84</sup> Andel norske kommuner med utarbeidet klimahandlingsplan i 2000 (Groven og Aall 2002).

<sup>85</sup> Andel norske kommuner som i 2000 oppga at de har innført bruk av miljøindikatorer eller miljøstyringssystemer (Bjørnæs 2002).

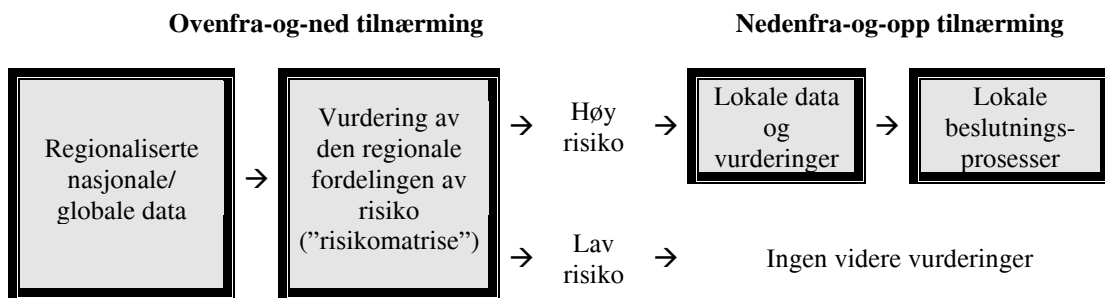
## 6. Drøfting av forutsetninger for bruk av det foreslåtte indikatorsystemet

I det foregående kapittelet har vi forsøkt å følge opp prosjektets første formål om å gi en begrepsmessig spesifisering av ”institusjonell sårbarhet” og ”tilpasning” med hensyn til norske forhold. I dette avsluttende kapittelet vil vi følge opp prosjektets andre problemstilling; nemlig det å beskrive en indikatorbasert modell for vurdering av lokal sårbarhet i forhold til fremtidige klimaendringer og gjennomføring av utslippsreducerende klimatiltak. I dette ligger også å vurdere den praktiske anvendelsesmuligheten av et slikt indikatorsystem, og å vurdere forutsetningene for å ta i bruk systemet i administrative og politiske prosesser.

### 6.1 En todelt indikatormodell

Alt i innledningen lanserte vi en *todelt* indikatormodell. Den praktiske bakgrunnen for en slik todeling var at et tilsvarende arbeid har vært gjort parallelt med vårt prosjekt, men der man har tatt utgangspunkt utelukkende i indikatorer som kan avledes av å nedskalere globale klimamodeller og kombinere dette med nasjonal statistikk som lar seg bryte ned på kommunenivå. Hovedfokus i vårt arbeid ble derfor rettet inn mot å finne frem til indikatorer som også kan fungere i forbindelse med kommunale beslutningsprosesser, noe som i mange tilfeller forutsetter indikatorer basert på genuine *lokale* data.

Det er imidlertid også en *faglig* begrunnelse for en slik todeling. Det er behov for en nasjonal rangering av kommuner ut fra deres sårbarhet i en klimapolitisk sammenheng. En slik rangering kan brukes i to sammenhenger. I en *nasjonal* sammenheng kan en slik rangering brukes til å drøfte det faktiske behovet for klimatilpasningstiltak, fordi man da får frem lokale ”ekstremer” som gjerne blir kamuflert i generelle nasjonale eller landsdelsvurderinger. Videre kan en slik rangering gi grunnlag for geografisk allokering av statlige ressurser til klimatilpasningstiltak. Videre kan denne formen for ”ovenfra-og-ned” rangering brukes i en *lokalpolitisk* sammenheng til å vekke interessen for å ta opp klimatilpasning og få fram sammenhengen mellom sårbarhet i forhold til klimaendringer og klimatiltak. Mens ovenfra-og-ned tilnærmingen kan ha en instrumentell funksjon i forhold til gjennomføring av en nasjonal klimapolitikk, har en slik tilnærming klare begrensninger i en lokalpolitisk sammenheng (O'Brien mfl 2003). Da må man ha indikatorer som er mer følsomme for situasjonen lokalt, og som også kan fange opp mindre endringer over tid lokalt; noe som igjen i mange tilfeller forutsetter genuine lokale data. En slik indikatortilnærming har vi altså gitt betegnelsen ”*nedenfra-og-opp*” (jf figuren under).



**Figur 26** Sammenhengen mellom "ovenfra-og-ned" og "nedenfra-og-opp"

Det er viktig å understreke den kritiske overgangen fra "ovenfra-og-ned" til "nedenfra-og-opp" vurderingene. På grunn av den store usikkerheten som ligger innebygd i ovenfra-og-ned indikatorene er det alltid en sjanse for at man sorterer "galt": det vil si at kommuner som faktisk vil kunne oppleve store negative konsekvenser likevel blir klassifisert som lav-risiko kommuner og vice versa<sup>86</sup>.

I innledningen ga vi også en første antydning av hvordan man kan binde sammen en ovenfra-og-ned og en nedenfra-og-opp basert indikatormodell ved hjelp av en såkalt *sårbarhetsmatrise*. I tabellen under har vi vist en prinsippmodell for hvordan man kan rangere ulike lokalsamfunn (dvs. i vårt tilfelle kommuner). Vi bruker altså et mindre utvalg indikatorer – de såkalte ovenfra-og-ned avledede indikatorene – for å rangere kommuner i tre hovedkategorier (jf tabellen under):

- lav risiko
- moderat risiko
- høy risiko

Det er hele tiden snakk om risiko for å oppleve *negative* konsekvenser av klimaendringer og/eller klimatiltak. Langs den ene akse har vi ført opp indikatorer for problemskaping (altså den naturlige og den samfunnsmessige sårbarheten), mens den andre akse har indikatorer for evne til problemløsning (altså institusjonell sårbarhet). Størst risiko oppstår ved kombinasjonen av lav institusjonell kapasitet (eller høy institusjonell sårbarhet) og kombinasjonen av høy naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet.

<sup>86</sup> Ett eksempel på en slik feilvurdering er en analyse av lokal sårbarhet i forhold til landbruket, der landbruket på Vestlandet og kyststrøkene i Nord-Norge kommer ut som mest "utsatt" for negative konsekvenser av klimaendringer. Dette begrunnes med at disse delene av landet risikerer mest forverring av forholdene for landbruk på grunn av mer nedbør om våren og høsten, redusert snødekke og relativt mindre forlengelse av vekstsesongen sammenlignet med andre områder i Norge. Motsatt kommer innlandskommunene på Østlandet ut som relativt sett mindre utsatt på grunn av redusert nedbør om høsten og vinteren, og relativt liten nedgang i snødekke sammenlignet med andre områder (O'Brien mfl 2003). Denne konklusjonen fremstår som urimelig først og fremst fordi man her har behandlet landbruket under ett og ikke tatt hensyn til den regionale fordelingen av høyst ulike produksjonsformer. Husdyrhold kombinert med grasdekke året rundt på Vestlandet gir for eksempel et langt mer "robust" landskap enn korndyrking og jorder uten plantedecke om vinteren på Østlandet.

**Tabell 21** Risikomatrixe for å sortere ut klimamessige høyrisiko kommuner

Problemløsning: Institusjonell sårbarhet	Problemskapning: naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet		
	Lav for naturlig og samfunnsmessig	Lav for naturlig eller samfunnsmessig	Høy for naturlig og samfunnsmessig
– Lav for klimatiltak og tilpasning	<b>Lav risiko</b>		
– Lav for klimatiltak eller tilpasning		<b>Moderat risiko</b>	
– Høy for klimatiltak og tilpasning			<b>Høy risiko</b>

Et eksempel på et klimatisk høyrisikosamfunn kan være reiselivsdestinasjoner i områder som har investert i vintersportsanlegg, som kan bli marginale når det gjelder antall dager med sikkert snødekke, og som i tillegg har dårlig utbygd kollektivtransporttilbud og stor andel av tilreisende med fly og personbil. Her vil man være utsatt for en klimamessig dobbelt risiko knyttet til endringer av klimaet (mindre snø) og mulig nedgang i turiststrømmen som følge av økte drivstoffavgifter.

Den instrumentelle koblingen mellom ovenfra-og-ned og nedenfra-og-opp indikatorene består i at den siste tilnærmingen er utformet med tanke på bruk i den gruppen som kommer ut som ”høyrisiko kommuner”, som vi altså har kommet frem til som følge av en vurdering ved hjelp av ovenfra-og-ned indikatorene. Skal dette kunne gjøres, betinger det at vi kan sortere mellom disse to kategoriene av indikatorer. I tabellen under har vi presentert et forsøk på en slik sortering, der vi har brukt henholdsvis betegnelse ”regionale” og ”lokale” indikatorer som synonym på de mer kronglete betegnelse ”ovenfra-og-ned” og ”nedenfra-og-opp”. Alle regionale indikatorer er basert på nedskalering av globale klimamodeller og nasjonal statistikk som kan brytes ned på kommuneplan, der data også (i hovedsak) er tilgjengelig på Internett. De lokale indikatorene er et utvalg av de indikatorene vi har drøftet i rapporten, og vil være en kombinasjon av tre typer indikatorer:

- ”nye” kvantifiserte indikatorer basert på genuine lokale data
- lokale justeringer av foreliggende regionale indikatorer ut fra ”skjønn” eller mer presise faglige vurderinger
- mer omfattende lokale vurderinger for å lokalisere konkrete sårbare områder eller fysiske objekter, som ofte ender opp med lokale sårbarhetskart

I tabellen under vil de lokale indikatorene derfor ofte bære mer preg av å være sjekkpunkter for lokale vurderinger.

**Tabell 22** Skille mellom ovenfra-og-ned indikatorer (”regionale indikatorer”) og nedenfra-og-opp indikatorer (”lokale indikatorer”)

Indikatorhoved- /undertema	Regionale indikatorer	Lokale indikatorer
<i>Naturlig fysisk sårbarhet</i>		
– Flom	Elvesletteflom; – Eksisterende	– Kartfestede flomsoner – Egne kartlegginger av

	<ul style="list-style-type: none"> <li>risikoklassifisering</li> <li>– Endring i nedbør om våren</li> <li>– Endring i nedbør om sommeren</li> <li>– Endring i nedbør om høsten</li> <li>– Endring i nedbør om vinteren</li> <li>– Endring i temperatur høst og vinter</li> <li>– Endring i nedbør som snø</li> <li>Akutt flom;</li> <li>– Endring i frekvens av ekstrem nedbør</li> <li>– Endring i intensitet i ekstrem nedbør</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elveløp/soner med fare for flomskader (utover flomsonene); elvesletter og elvevifter</li> <li>– Lokale justeringer av klimadata</li> <li>– Vurdering av risiko for flom etter årstid basert på klimadata</li> </ul>
– Storm/stormflo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Endring i frekvens av ekstrem vind</li> <li>– Endring i intensitet i ekstrem vind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Lengde kystlinje</li> <li>– Forskjell mellom flo og fjære</li> <li>– Egne kartlegginger av stormutsatte områder</li> <li>– Lokale justeringer av klimadata, på bakgrunn av topografiske særtrekk: ruhetsgrad og vindretning</li> </ul>
– Skred	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kvikkleireskred;</li> <li>– Eksisterende risikoklassifisering</li> <li>– Endring i frekvens av ekstrem nedbør</li> <li>– Endring i intensitet i ekstrem nedbør</li> <li>Snøskred;</li> <li>– Eksisterende risikoklassifisering</li> <li>– Endring i nedbør som snø</li> <li>– Endring i antall frost/tinedager</li> <li>Stein- og fjellskred;</li> <li>– Eksisterende risikoklassifisering</li> <li>– Endring i frekvens av ekstrem nedbør</li> <li>– Endring i intensitet i ekstrem nedbør</li> <li>– Endring i antall frost/tinedager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kartfestede risikoområder</li> <li>– Egne kartlegginger av skredfare utover de kartlagte områdene; fjellskrenter med helning over 40/45 grader; og sakterennende vassdrag under marin sone</li> <li>– Lokale justeringer av klimadata</li> </ul>
– Erosjon	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Andel dyrka mark med stor/svært stor erosjonsrisiko</li> <li>– Eksisterende risikoklassifisering</li> <li>– Endring i frekvens av ekstrem nedbør</li> <li>– Endring i antall frost/tinedager</li> <li>– Endring i nedbør som snø</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kartfestede risikoområder</li> <li>– Egne kartlegginger av erosjonsrisiko utover de kartlagte områdene<sup>87</sup></li> <li>– Andel høstpløying</li> <li>– Andel høsthvete</li> <li>– Lokale justeringer av klimadata</li> </ul>

<sup>87</sup> Høyest erosjonsrisiko ved: bratt terreng, mye silt i jordmonnet, lite organisk materiale og dårlig dreneringsgrad.

<i>Naturlig biologisk sårbarhet</i>		
– Økosystemeffekter	– Endringer i vekstsesongens lengde	– Tap av arter – Etablering av nye arter – Endring av biotoper
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimapolitikk</i>		
– Næringsvirksomhet generelt	– Andel sysselsatte innen ”risikonæringer” <sup>88</sup>	– Mer finmasket sysselsetningsstatistikk – Grundigere vurdering om faktisk sårbarhet i de faktiske bedriftene
– Infrastruktur generelt	– Utslipp per person av klimagasser fra mobile kilder	– Fordeling av utslipp per transportmiddel – Justering av lokale utslipp (særlig for fly og båt)
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimaendringer</i>		
– Næringsvirksomhet	– Andel sysselsatte innen ”risikonæringer” <sup>89</sup>	– Lokale vurderinger av forholdet mellom klima og sårbarhet for aktuelle ”risikonæringer” – Lokal kartlegging og kategorisering av lokal produksjon
– Infrastruktur: transport	– Regional sårbarhetsvurdering for transportinfrastruktur <sup>90</sup>	– Lokale vurderinger omkring sårbarhet for ulike transportsystemer.
– Infrastruktur: ledninger	– Lengde avløpsledning per innbygger	– Lokale vurderinger omkring avløpsledningsnett, kraftledninger og dammagasin
– Infrastruktur: bygninger	– Endring i nedbør som snø	– Andelen bebyggelse lokalisert i ”fareområder” <sup>91</sup> – Identifisering av bebyggelse i faresonen ved store snølaste <sup>92</sup> – Lokale vurderinger omkring sårbarhet med hensyn til slagregn
<i>Institusjonell sårbarhet</i>		
– Økonomisk evne	– Skatteinntekt per innbygger – Befolkningsfremskrivning	– Lokale vurderinger omkring fremtidig økonomisk utvikling
– Kompetansemessige forutsetninger	– Stillingsdel som kommunal miljøvernleder	– Gjennomføring av miljøopplæring som del av folkevalgtopplæringa
– Proaktiv evne	– Lønnsutgifter til fysisk planlegging, kulturminnevern, natur og nærmiljø	– Vedtatt kommunal miljøvernplan – Vedtatt kommunal klimahandlingsplan – Vedtatt risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS)

<sup>88</sup> Jordbruk, skogbruk og fiske, utvinning av råolje og naturgass, visse former for industri og bergverksdrift, transport og kommunikasjon.

<sup>89</sup> Jordbruk, skogbruk, marine fiskerier, marin oppdrett og reiseliv.

<sup>90</sup> Grovmasket vurdering gjort i forbindelse med Nasjonal transportplan for 2006-05 med egne vurderinger for følgende regionale enheter: Troms/Finmark, Nordland, Trøndelag/Vestlandet, Sørlandet/Oslofjord, Høyfjellet og Innlandet (jf *Tabell 16*).

<sup>91</sup> Områder med risiko for flom, ras eller storm, og som i henhold til Plan- og bygningsloven skal reguleres som ”fareområder”.

<sup>92</sup> Etter Norsk byggforskningsinstituttets oversikt over bygningstyper i faresonen.

– Reaktiv evne	– Årsverk til funksjonen ”forebygging av branner og andre ulykker”	– Gjennomføring av årlige beredskapsøvelser
– Gjennomføringsevne	– Netto driftsutgifter til funksjonene ”fysisk planlegging, kulturminner, natur og nærmiljø” per innbygger.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Andel søknader om tiltak i LNF-område som ble innvilget ved dispensasjon</li> <li>– Kommunalt tilsyn med at ansvarlig utførende i byggesaker følger godkjent kontrollplan</li> <li>– Systematisk gjennomføring av miljøkonsekvensvurderinger i saksbehandlingen</li> <li>– Andelen søknader om tiltak i fareområde som ble innvilget ved dispensasjon.</li> </ul>

I tabellen over har vi gjort et skjønnsomt utvalg av de ulike indikatorene vi har drøftet i det foregående kapittelet. Vi har lagt vekt på at de foreslåtte regionale indikatorene er lett tilgjengelige; i mange tilfeller er de også tilgjengelige på Internett som kommune- eller fylkesvise tall. Vi vil imidlertid igjen understreke at indikatorene er valgt ut med tanke på at de først og fremst skal si noe om relasjonene mellom natur og samfunn på den enes siden og kommunale institusjoner; det siste i motsetning til ”sivile” institusjoner knyttet til frivillige organisasjoner og det lokale næringslivet.

Et endelig utvalg av og sortering mellom regionale og lokale indikatorer bør basere seg på en mer detaljert vurdering omkring datatilgang og – viktigst – en utprøving av indikatorene i praksis for å finne ut hvor god ”resonans” de lokale indikatorene har i en lokal beslutningssammenheng.

Tabellen over inneholder indikatorer som i hovedsak fremstiller en *relativ* sårbarhet. Poenget er å få frem *lokal* variasjon i forhold til et *nasjonalt gjennomsnitt*, for eksempel andelen av ”klimapolitisk sensitive” næringer *i forhold til* et landsgjennomsnitt. Da vil for eksempel ensidige industrikommuner der industrien har særlig store klimagassutslipp komme ut som relativt sett mer sårbare enn et landsgjennomsnitt. Bare i enkelte tilfeller vil det være tale om en form for *absolutt* sårbarhet, i hovedsak for vurderinger av den naturlige sårbarheten – for eksempel sårbarhet for skred eller flom, der det kan være aktuelt å operere med noen absolutte sårbarhetsgrenser.

”Produktet” av å ta i bruk de regionale indikatorene er ulike ”Norgeskart” som viser mer og mindre sårbare kommuner, som igjen kan lede frem til en samlet risikovurdering ved bruk av risikomatriksen vist i **Tabell 21**. Ved å ta i bruk de lokale indikatorene og gjøre lokale justeringer og vurderinger (nedenfra-og-opp tilnærmingen) vil man komme frem til lokale risikokart og mer detaljerte vurderinger omkring lokal sårbarhet og risiko for å oppleve negative konsekvenser av klimaendringer og/eller klimatiltak. Disse er så ment å inngå som underlag for ulike former for lokale beslutninger.



## 6.2 På tvers og på langs – om koblingen mellom nasjonale og lokale sårbarhetsvurderinger

Som omtalt allerede i innledningen tillater ikke rammene for prosjektet at vi fullt ut kan operasjonalisere en indikatormodell. I noen tilfeller kunne vi nok ha kommet lengre med noe større rammer, men i andre tilfeller forutsettes det utvikling av ny kunnskap.

Det kan være kunnskap om nåtilstanden, som for eksempel for temaet naturlig biologisk sårbarhet. I andre tilfeller kan det være kunnskapsmangel når det gjelder en generell innsikt i årsak-virkning mekanismer; noe vi også finner innenfor temaet naturlig biologisk sårbarhet. Men i mange tilfeller er problemet mangel på kunnskap om den lokale variasjonen av klimapådriv og lokale variasjoner når det gjelder nåtilstand. I noen tilfeller er imidlertid problemet mindre, ved at man ennå ikke har rukket systematisk å sammenstille eksisterende kunnskap om nåtilstand og klimapådriv. I tabellen under har vi forsøkt å systematisere kunnskapsmangelen på dette området.

**Tabell 23** Kunnskapsgrunnlaget for de foreslåtte sårbarhetsindikatorene (jf foregående tabell)

Indikatorhoved-/undertema	Regionale indikatorer	Lokale indikatorer
<i>Naturlig fysisk sårbarhet</i>		
– Flom	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En viss oversikt over nåtilstand (tilgjengelig på Internett)</li> <li>– Usikkerhet knytta til RegClims data</li> </ul>	– Forutsetter relativt omfattende lokal datainnsamling/ vurderinger, og justering av klimadata
– Storm/stormflo	– Usikkerhet knytta til RegClims data	– Forutsetter relativt omfattende lokal datainnsamling/ vurderinger, og justering av klimadata
– Skred	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En viss oversikt over nåtilstand (tilgjengelig på Internett)</li> <li>– Usikkerhet knytta til RegClims data</li> </ul>	– Forutsetter relativt omfattende lokal datainnsamling/ vurderinger, og justering av klimadata
– Erosjon	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En viss oversikt over nåtilstand (tilgjengelig på Internett)</li> <li>– En viss kunnskap om årsak/virkning</li> <li>– Usikkerhet knytta til RegClims data</li> </ul>	– Forutsetter relativt omfattende lokal datainnsamling/ vurderinger, og justering av klimadata
<i>Naturlig biologisk sårbarhet</i>		
– Økosystemeffekter	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Liten oversikt over nåtilstand</li> <li>– Svak kunnskap om årsak/virkning</li> <li>– Mangler gode indikatorer</li> </ul>	– Forutsetter relativt omfattende lokal datainnsamling
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimapolitikk</i>		
– Næringsvirksomhet generelt	– Tilgjengelig på Internett	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tilgjengelig lokal statistikk.</li> <li>– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger</li> </ul>
– Infrastruktur generelt	– Tilgjengelig på Internett	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tilgjengelig lokal statistikk.</li> <li>– Forutsetter relativt enkle lokale</li> </ul>

		vurderinger
<i>Samfunnsøkonomisk sårbarhet for klimaendringer</i>		
– Næringsvirksomhet	– Tilgjengelig på Internett.	– Forutsetter relativt omfattende lokale vurderinger og datainnsamling, og evt. justering av klimadata
– Infrastruktur: transport	– Tilgjengelig nasjonal rapport (kan lastes ned fra Internett)	– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger
– Infrastruktur: ledninger	– Tilgjengelig på Internett mht veier – Ikke god statistikk på andre tema	– Kan innebære omfattende innsamling av data lokalt
– Infrastruktur: bygninger	– Liten oversikt over nåtilstand	– Forutsetter relativt omfattende lokale vurderinger
<i>Institusjonell sårbarhet</i>		
– Økonomisk evne	– Tilgjengelig på Internett	– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger
– Kompetansemessige forutsetninger	– Nasjonale rapporter foreligger	– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger
– Proaktiv evne	– Tilgjengelig på Internett	– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger
– Reaktiv evne	– Tilgjengelig på Internett	– Forutsetter relativt enkle lokale vurderinger
– Gjennomføringsevne	– Tilgjengelig på Internett	– Kan medføre noe arbeidskrevende systematisering av lokale data

Vår modell forutsetter som påpekt flere ganger en todelt strategi. Først gjøres det en nasjonal vurdering omkring den regionale fordelingen av sårbarhet. Da kommer man frem til et ”Norgeskart” som grupperer kommuner etter risiko, for eksempel i tre grupper (lav, moderat, høy). Så gjennomføres det lokale og langt mer grundige vurderinger i høyrisikokommunene ved hjelp av våre forslag til lokale indikatorer.

I utgangspunktet kan man tenke seg to typer analyser med grunnlag i vår indikatormodell:

- På *langs*: dvs. innen én sektor (for eksempel landbruk).
- På *tvers*: dvs. for samtlige sektorer og temaer.

Den første tilnærmingen er naturlig nok minst omfattende, mens den siste innebærer en samlet vurdering (på tvers) av alle sektorer: altså en vurdering av den samlede sårbarheten lokalt. O'Brien mfl (2003) gir to eksempler på ”på langs” analyser: for vinterturisme og for landbruk (jf *Figur 14*).

Inngangen til å bruke vår modell er at nøkkelindikatorene lar seg operasjonalisere. Det er disse som skal gi grunnlag for å vurdere om det er verdt strevet å gjennomføre mer detaljerte sårbarhetsvurderinger lokalt. Hvis de regionale indikatorer ikke er ferdig utviklet, må man i større grad basere seg på løse antagelser omkring hensiktsmessigheten av å gjøre slike lokale vurderinger. Som vi ser av tabellen over er det flere temaer der de kunnskapsmessige forutsetningene ikke fullt ut er til stede for å gjøre ”på langs” vurderinger. Dermed er det heller ikke mulig å gjennomføre en ”komplett” på tvers analyse. Det er også usikkert om hvor langt man i praksis vil kunne komme med en ”på tvers” analyse. Det har vært utenfor rammene av dette prosjektet å prøve en slik beregning, og i

ennå mindre grad å prøve ut om de beregningene man da kommer frem til kan gi grunnlag for å velge ut høyrisiko kommuner ut fra en ”total” sårbarhetsvurdering.

### 6.3 Samspill- og sumeffekter

Tiår med miljøforskning har vist oss at forholdet mellom årsak og virkning er sjelden ”rettlinjet”. *Samspilleffekter* er helt sentrale i forståelsen av samspillet mellom natur og samfunn. Selvsagt kan én effekt være dominerende: for eksempel konsekvenser av snøras i ekstremt rasutsatte områder eller konsekvenser av avgifter på klimagassutslipp for visse typer ensidige industrikommuner. I de fleste tilfellene vil den samlede sårbarhet lokalt som oftest være bestemt ut fra en rekke effekter, som både summerer seg opp og som kan skape samspilleffekter. Her er det viktig at samspilleffekter ikke må forveksles med rene *sumeffekter*. Det siste fremkommer som en ren ”addering” av i prinsippet isolerte effekter, mens det første innebærer at *substansielt nye effekter* oppstår som følge av samvirke mellom ulike faktorer. Samspilleffekter vil ofte være uventede i den forstand at de gjerne er vanskelig å forutsi når det gjelder både omfang og innretning.

Samspilleffekter kan arte seg på ulike måter. Det kan være at en isolert effekt forandrer karakter (for eksempel fra ”negativ” til ”positiv” eller vesentlig forsterket effektene ut over en ren summeringseffekt). Som påpekt tidligere, et eksempel på denne typen samspilleffekt som gjerne også betegnes som *økologiske samspilleffekter*, er konsekvenser av klimaendring når det gjelder avrenning fra dyrka mark. En avgrenset vurdering som bare tar utgangspunkt i muligheten for at klimaendringene vil føre til lengre vekstsesong vil lett kunne lede til konklusjonen at klimaendringer kan gi mindre problemer med erosjon fra dyrka områder i Norge. En mer detaljert analyse som tar hensyn til samspilleffekter mellom nedbør, temperatur, jordarter, helning på terrenget og dyrkningsmetoder kan gi den motsatte effekten; altså *økt* avrenning (Øygarden 2003).

Samspilleffekter kan også oppstå på *virkemiddel-* og *tiltaksnivå*, der virkemidler og tiltak for klimatilpasning og utslippsreduksjoner kan gjensidig forsterke eller motvirke hverandre. Arealplanleggingen gir oss et eksempel på denne typen samspilleffekter. Ut fra et ønske om å redusere klimagassutslippene kan det være ønskelig å konsentrere boligutbyggingen *nær* sentrum, men gitt at sentrum befinner seg i nærheten av en flomutsatt elv, kan det ut fra en tilpasningsstrategi være ønskelig å flytte nye boliger tilstrekkelig langt *vekk* fra sentrum.

Det er en rekke områder der samspilleffekter ventelig kan opptre, men der kunnskapsgrunnlaget er for svakt til å si hvordan effekten vil være. Det synes for eksempel uklart hva som er samspilleffekten for landbruksproduksjon i Norge av lengre vekstsesong på grunn av økt temperatur og muligheten for oppblomstring av nye skadeorganismer.

I tabellen under har vi systematisert de ulike kategoriene av sårbarhet, der vi har forsøkt å få frem områder der det kan oppstå samspilleffekter: områder der én og samme samfunnsøkonomisk konsekvens kan bli påvirket av flere enn én faktor. Tabellen gir grunnlag for følgende generelle konklusjoner: *alle* samfunnsområder har tilsynelatende et potensiale for å bli utsatt for samspilleffekter. *Reiselivet* og *primærnæringene* (fiskeri og jordbruk) er det vi kan kalle ”*multisårbare*” når det gjelder klima, i den forstand at de er utsatt for påvirkning fra alle våre fire

påvirkningskategorier. Når det gjelder fiskeri, jordbruk og reiseliv synes det med andre ord å være et særlig stort potensiale for at det kan oppstå samspilleffekter.

**Tabell 24** Samfunnsøkonomisk sårbarhet i forhold til klima

Samfunnsøkonomisk sårbarhet	Klimapolitikk	Klimaendringer direkte	Fysiske endringsprosesser	Biologiske endringsprosesser
<i>Næringer</i>				
- transport	X	X	X	
- industri	X			X
- primærnæring	X	X	X	X
- reiseliv	X	X	X	X
<i>Infrastruktur</i>				
- transport		X	X	
- avløp		X	X	
- kraftledninger		X	X	
- damanlegg		X	X	
- bygninger		X	X	

Det er vanskelig å utlede noen meningsfulle lokale indikatorer som kan belyse faren for samspilleffekter. Tabellen over gir likevel en indikasjon om at lokalsamfunn som er svært avhengig av fiskeri, jordbruk og reiseliv har et ekstra stort usikkerhetsmoment gjennom den åpenbart større faren for i utgangspunktet vanskelig forutsigbare samspilleffekter enn andre typer lokalsamfunn.

Tabellen over kan også brukes til å resonnerer omkring problemet med *sumeffekter*. Med sumeffekter mener vi tilfeller der flere faktorer bidrar til å utløse én og samme type effekt, altså at omfanget av konsekvens fremstår som en sum av deeffekter utløst av ulike faktorer. Tabellen over gir grunnlag for følgende generelle konklusjoner omkring sumeffekter:

- Alle samfunnsområder er gjenstand for sumeffekter.
- *Transport, reiseliv og primærnæringer* (fiskeri og jordbruk) er det vi kan kalle ”dobbelt sårbare” i en klimapolitisk sammenheng, i den forstand at de er negativt påvirket både av klimapolitiske virkemidler og klimaendringer.

Fiskerinæringen er en sektor som vil kunne være ”dobbelt sårbar” ved at den rammes av både avgifter på utslipp av klimagasser (næringen har et relativt stort utslipp fra fiskefartøy) og endringer i råstofftilgang på grunn av nye vandringsmønstre og redusert produksjon av viktige fiskeslag.

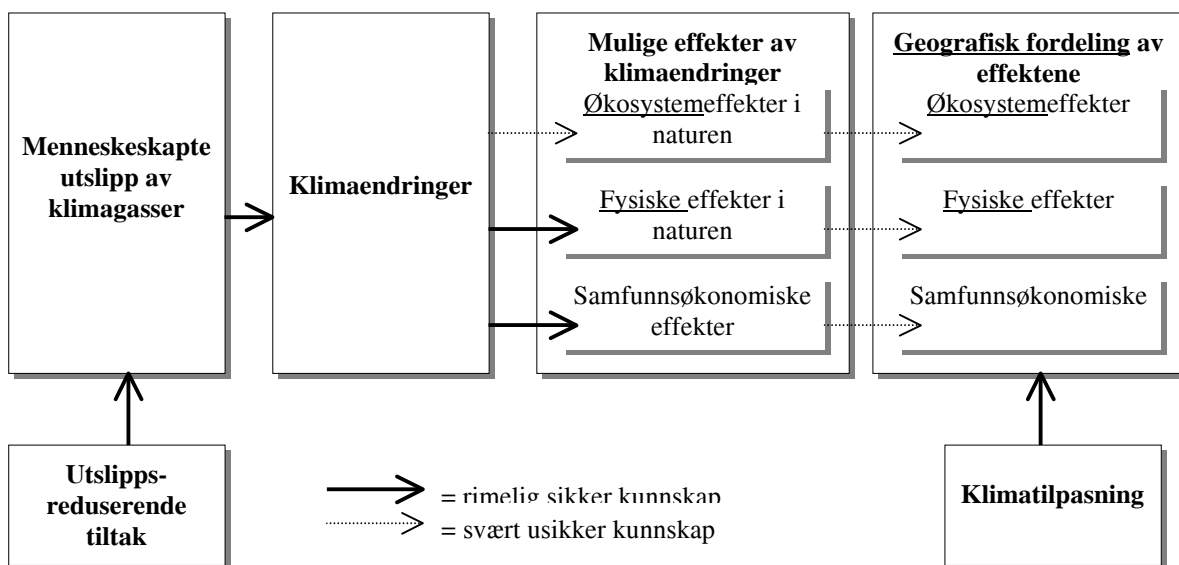
En annen form for sumeffekt er det vi kan kalle *koblete* effekter, som oppstår når effekter i én næring også gir direkte utslag i en annen næring. Et eksempel på dette er samspillet mellom transport- og reiselivsnæringen. Avgifter på utslipp kan ramme transportsektoren sterkt, og dermed også reiselivsnæringen ved at også den reiselivsrelaterte persontransporten blir rammet, i tillegg til at reiselivet selv kan bli negativt rammet av klimaendringer.

I motsetning til det vi påpekte om samspilleffekter, vil det for sumeffekter være enklere å få frem et lokalt trusselbilde. Det vil rett og slett bestå i å se alle sårbarhetsindikatorerne og alle virkningsområdene under ett.

## 6.4 Lokal klimapolitikk som føre-var politikk

Tilpasning er et grunnleggende trekk ved det å være menneske; ikke minst det å tilpasse seg klimatiske endringer. Klimatilpasning er derfor i seg selv ingen ny sak. Det er heller ingen ny sak at tilpasninger til klimatiske endringer er nært koblet til spørsmålet om usikkerhet, både på kort og lang sikt. Den dag-til-dag tilpasningen som gjelder været er alltid beheftet med usikkerhet; likeså de mer langsiktige tilpasninger til klimatiske endringer. "Nytt" blir det først når klimatilpasning kobles til det som fremstår som en av vår tids største utfordringer; nemlig det å redusere de menneskeskapte klimapåvirkningene. Dette er en genuint ny form for tilpasning. Men også her er usikkerhet viktig.

Spørsmålet om usikkerhet har konsekvenser for hvordan samfunnet forholder seg til klimaspørsmålet. Dette gjelder ikke minst i den praktiske politikken, men også i mer faglige sammenhenger knyttet til spørsmålet om hvilke beslutningsmodeller man ut fra faglige kriterier kan anbefale. Dette gjelder spørsmålet om hvordan fatte beslutninger under usikkerhet. Her er det viktig å få avklart både graden av og karakteren av usikkerhet. De to sentrale usikkerhetsspørsmålene gjelder *årsak-virkning* og *fordeling* av virkninger, som igjen har konsekvenser for beslutninger omkring reduksjon av klimagassutslipp (herunder spørsmålet om binding av karbon i såkalte karbonlager) og tilpasninger til klimaendringer. Ved stor grad av usikkerhet, der usikkerheten er av en prinsipiell karakter, bør man vurdere andre beslutningsmodeller enn situasjoner der man anser å ha en rimelig sikker kunnskap. I det første tilfellet kan det argumenteres for bruk av føre-var-prinsippet; i det andre tilfellet er det andre beslutningsprinsipper som er mest relevante (jf figuren under).



**Figur 27** Vurdering av usikkerhet og forskjeller i grunnlag for begrunnelse av utslippsreducerende tiltak og klimatilpasning

Spørsmålet om *årsak-virkning* gjelder på to nivå. Det helt grunnleggende gjelder spørsmålet om menneskeskapt utslipp av klimagasser faktisk medfører endringer i klimaet. Det neste nivået gjelder *effektene* av et endret klima, i og for seg uavhengig av spørsmålet om klimaendringer skyldes menneskeskapt utslipp av klimagasser.

Vi vil aldri kunne få sikker kunnskap om årsak-virkning når det gjelder spørsmålet om menneskeskapte utslipp av klimagasser er en utløsende årsak til klimaeffekten. Uten å bruke plass på en omfattende argumentasjon her, velger vi å hevde at det er en rimelig grad av faglig sikkerhet omkring dette spørsmålet. En konsekvens av et slikt standpunkt er at det også er rimelig grad av faglig sikkerhet bak standpunktet at vi bør redusere de menneskeskapte utslippene av klimagasser.

Når det gjelder spørsmålet om *effekter* av klimaendringer er det imidlertid fortsatt store usikkerheter på enkelte områder. Her er det to dimensjoner: det ene gjelder årsak-virkning, mens det andre gjelder den fordelingen i tid og rom av effekter.

I vår rapport har vi spesielt fremhevet spørsmålet om manglende kunnskap om årsak-virkning når det gjelder *økosystemeffekter*. Dette synes som å være et generelt bilde om vi sammenligner det vi har kalt den fysiske og biologiske sårbarheten.

Når det gjelder *fordeling* av effekter har vi i rapporten konsentrert oss om fordeling i rom. Vi har ikke grunnlag for å konkludere eksplisitt omkring spørsmålet om fordeling i tid. Når det gjelder fordeling i *rom* er den mest sentrale usikkerheten knyttet til det å si noe sikkert om hvordan klimaendringene vil fordele seg regionalt og lokalt; ikke minst spørsmålet om hvor store utslagene vil bli regionalt. Små endringer på et ”høyt” geografisk nivå, knyttet til i og for seg små usikkerhetsfaktorer, vil lett kunne få store utslag lokalt.

Ett dramatisk eksempel på en slik usikkerhet er spørsmålet om hvorvidt Golfstrømmen vil påvirkes vesentlig av klimaendringene (i verste fall at den ”snur”). Hvis Golfstrømmen ”snur” vil Norge i hovedsak være uegnet for den type samfunn vi har i dag. Så langt i utviklingen av klimascenarier har man ikke klart å få klarere indikasjoner på om Golfstrømmen vil svekkes eller ei (Drange 2001). Dette er en form for grunnleggende fordelingsusikkerhet som også gir utslag på nasjonalt nivå.

Én annen og langt mindre dramatisk slik sammenheng, men like fullt beheftet med en stor prinsipiell og stor usikkerhet, er hvordan det dominerende lavtrykk/høytrykk-mønsteret utenfor norskekysten vil påvirkes av en økning av temperaturen i atmosfæren. Som omtalt i kapittel 3, gir MPI- og Hadley-modellene til dels ulike resultat med viktige regionale utslag, særlig når det gjelder nedbør. Dette er en usikkerhet som i og for seg ikke gir utslag på nasjonalt nivå, men som gir totalt forskjellige regionale bilder – for eksempel hvor vi vil få den største nedbørsøkningen (øst- eller vestlandet).

En variant av fordelingsusikkerheten er det vi kan betegne som en *diffus* usikkerhet. Betegnelsen ”diffus” har vi hentet fra miljøforskningen (Høyer 1993; 1997). Det ”diffuse” i denne sammenheng er at de lokale utslagene oppstår som sumeffekter eller der mekanismene lokalt ikke er kjent. Et eksempel på dette er det enkelte betegner som ”småflommer”, og da til forskjell fra ”tradisjonelle” storflommer (Langsholdt 2003). Tradisjonelle ”storflommer” har historisk skjedd i stor grad på de samme stedene, og er derfor relativt enkle å forutsi gitt at man kjenner faktorer som nedbør, temperatur, avsmeltingsforhold osv. Nye sirkulasjonsmønstre, økt forekomst av korte og ekstremt intensive nedbørshendelser og menneskelige inngrep i terrenget kan imidlertid skape nye former for ”småflommer” som i tillegg opptrer på ”nye” steder. Ekstremnedbør kan ramme i liten skala og det er et stort element av tilfeldighet i hvor det treffer.

De er derfor svært vanskelige å varsle. Siden man ikke kan forbygge og sikre hvert lite sidevassdrag rundt om i landet, kan slike lokale flommer skape store skader.<sup>93</sup>

Figuren over er ment å illustrere et viktig skille i klimapolitikken. Mens vi har en rimelig grad av faglig sikkerhet om hvorvidt vi *har* en klimaeffekt, og at dette er nært knyttet til størrelsen på de menneskeskapte utslippene, er det knyttet en stor usikkerhet *effektene* av klimaendringene, i den forstand at det langt på vei i praksis vil være umulig å si noe sikkert om *den lokale variasjonen* eller *lokaliseringen* av effektene av klimaendringene. I noen grad er det også knyttet stor usikkerhet til årsak-virkningforhold når det gjelder effekten av klimaendringer.

Denne todelingen i usikkerhet bør gi grunnlag for en tilsvarende todeling i begrunnelse av tiltak. Det sentrale her er når føre-var-prinsippet bør komme til anvendelse. Når det gjelder utslippsreducerende tiltak synes det *ikke* å være grunnlag for å trekke frem før-var-prinsippet; mens dette prinsippet synes høyst relevant når det gjelder klimatilpasning.

Usikkerhet er av flere forfattere framhevet som et *kjerneelement* i hvordan vi bør forholde oss til arbeidet for en bærekraftig utvikling, både innenfor miljøpolitikken og den vitenskapen som befatter seg med spørsmålet om bærekraftig utvikling (Høyer 1993, Kaiser og Storevik 1997). Denne usikkerheten kommer eksplisitt til uttrykk gjennom *føre-var prinsippet*. Prinsippet grunnleggende dimensjon er *usikkerhet*, og at usikkerheten skal komme *miljøet* til gode (Høyer 1993:33). Usikkerhet gjelder på flere områder: det gjelder både usikkerhet om årsak-virkning og usikkerhet omkring omfanget av negative miljøeffekter som følge av menneskelige inngrep. For at føre-var prinsippet skal komme til anvendelse knytter det seg videre et krav om at usikkerheten skal gjelde miljøproblemer av *irreversibel* karakter.

Gitt den store graden av usikkerhet av både faglig og politisk karakter, og at enkelte endringer utløst av klimaendringer kan være irreversible, er det rimelig å se på klimatilpasning som et politikkområde der føre-var prinsippet bør komme til anvendelse.

Det er likevel ikke gitt *hvordan* et slikt prinsipp skal anvendes i praksis. Én mulig tilnærming er å vise til føre-var prinsippet i en argumentasjon for å styrke beredskapsarbeid og all form for langsiktig planlegging og kartlegging av sårbarhet for klimaendringer. I dette ligger nødvendigvis også at *kommunen* må *gjøres i stand til* å gjennomføre denne typen prosessene, noe som ikke minst dreier seg om å sette av tilstrekkelige administrative og økonomiske ressurser – i

---

<sup>93</sup> Noe av det mest ekstreme vi har opplevd av lokale nedbør og flomhendelser er Fulufjäll-hendelsen i Sverige, ikke langt fra Trysil, sommeren 1997. Det ble målt 276 mm regn på 24 timer, men trolig falt opp mot 400 mm i nedbørssenteret. Denne ekstreme nedbøren gav en flom som forårsaket store skader: utviding av elveløp, forflytning av masse, vegetasjonen ble totalt fjernet i brede striper langs vannveiene og etterlatt i tømmervaser. I Tangån og ved utløpet av Stora og Lilla Göljån, som har normalvannføringer på 1 m<sup>3</sup>/s, er det anslått momentanverdier på opp mot 300 m<sup>3</sup>/s. Sommeren 2003 ga eksempler på slike flomskader også i Norge. Under flommen i Midt-Norge 14.-15. august tok sideelva Vinstra til Driva nytt leie og rev i løpet av få timer med seg en hel campingplass, samt E6-brua over elva og jernbanen. Jf [www.dagbladet.no/nyheter/2003/08/15/376053.html](http://www.dagbladet.no/nyheter/2003/08/15/376053.html)

første omgang til det å gjøre lokale *sårbarhetsvurderinger*; i neste omgang til å forholde seg til slike vurderinger ved å gjennomføre ulike tilpasninger.

## 6.5 Om bruk av indikatormodellen i lokalt klimaarbeid

Hvordan kan vi så rent konkret tenke oss å ta i bruk våre forslag til lokale sårbarhetsindikatorer i en praktisk lokal sammenheng?

Vi kan skille mellom tre ulike styringsmessige sammenhenger som indikatorer ideelt sett kan inngå i (Høyer og Aall 2002):

- informasjon og debatt
- politisk styring
- administrativ styring

Alle typer indikatorsett vil ikke være like hensiktsmessige å bruke i alle sammenhenger. Egenskaper ved de enkelte indikatorsystemene vil være bestemmende for dette. De sentrale momentene man bør ta hensyn til er etter vår mening:

- *Hvilken type informasjon som formidles*: et sentralt moment når man snakker om klimaendringer, er det grunnleggende aspektet at vi ikke vet hvilke endringer som vil komme, verken i forhold til klimatilstand, klimatiltak, naturlige prosesser eller samfunnsmessige forhold. Klimamodellene fra RegClim gir oss prediksjoner for et fremtidig klima som kan være relativt sikre i en nasjonal målestokk, men som alltid vil ha med seg en grunnleggende og stor usikkerhet i en lokal målestokk. Som diskusjonene om naturlig sårbarhet viser, vet vi heller ikke alt om hvordan fysiske og biologiske prosesser vil påvirkes av et endret klima. Samtidig indikerer indikatormodellen hvor det er viktig å skaffe frem mer kunnskap om mulige negative konsekvenser av klimaendringer og klimapolitikk.
- *Forståeligheten av informasjonen som formidles*: i forlengelsen av punktet ovenfor, kan man si at forståeligheten for publikum generelt av informasjonen fra modellen blir redusert ved at den predikerer og vurderer sannsynligheten, heller enn å fastslå kun tallfestede variabler og endringer. PSR-modellen som ligger til grunn for struktureringen av indikatormodellen, blir også karakterisert som en relativt ”kald” modell. Som nevnt tidligere, betyr dette at de kan være mer faglig detaljerte og krevende, og skaper mindre ”resonans” hos aktuelle målgrupper. I vårt tilfelle vil dette spesielt gjelde overfor publikum generelt.
- *Brukervennligheten for de som skal utføre selve analysen*: her er de kritiske forholdene knyttet til spørsmålet om tilgang på lokale data og hvor komplisert det blir oppfattet å foreta de lokale vurderingene og justeringen. Modellen kombinerer nasjonalt tilgjengelige data og både kvantitative verdier og kvalitative vurderinger på lokalt nivå.
- *Informasjonsverdi*: i en klimasammenheng blir det avgjørende i hvilken grad modellen evner å skape lokal forståelse for sårbarhetsproblematikken knyttet til fremtidige klimaendringer og klimapolitikk.



Vi har flere ganger trukket frem at indikatormodellen har som mål også å kunne inngå i en lokal beslutningssammenheng. Lokale beslutninger vil imidlertid ikke bare begrense seg til beslutninger der det lokale forvaltningsnivået er autonom. En vel så viktig del av lokale beslutninger er å kommunisere ønsker og behov ”oppover” i beslutningssystemet.

Den sammenhengen der vår indikatormodell fremstår som mest relevant er til å bedre beslutningsunderlaget i den *langsiktige planleggingen* lokalt. Dette skjer i praksis innenfor rammene av kommunal planlegging etter plan- og bygningsloven, og omfatter da alle de tre institusjonelle systemene vi har løftet frem: selve den kommunale planleggingen, i tillegg til kommunal miljøvernforvaltning og beredskapsarbeidet. Kommunal planlegging kan ta ulike form og inneholde ulike elementer:

- Tekstdelen av kommuneplanen
- Geografiske kommunedelplaner
- Tematiske kommunedelplaner (for eksempel miljøvernplan, klimaplan o.a.)
- Arealdelen, som igjen gir rammer for reguleringsplanlegging.
- Konsekvensutredninger.

Kommunal planlegging inneholder også et viktig prosesselement som gjelder hvordan og i hvilken grad innbyggere og lokale interessenter trekkes inn i planarbeidet, ut over de minimumskravene som plan- og bygningsloven setter opp. Et annet element som er svært viktig i denne sammenhengen er grensesnittet mellom kommunal planlegging og beredskapsplanlegging. De fylkesvise beredskapsavdelingene har uttale og i noen sammenhenger innsigelsesrett i forhold til kommunale planer. Videre gjennomføres det kommunale risiko og sårbarhetsvurderinger (ROS) som det er naturlig å koble tett opp til den kommunale planleggingen.

Dette er alle sammenhenger der vårt forslag til lokale klimasårbarhetsindikatorer og -vurderinger bør kunne inngå. Viktige aktører i den kommunale organisasjonen vil være – foruten det politiske nivået – rådmannen, kommuneplanlegger, miljøvernleder (for de kommuner som har dette), representanter fra teknisk sektor, personer involvert i næringsarbeid (landbrukskontor, næringskonsulent eller lignende) og den administrative beredskapsansvarlige. Disse bør involvere et bredt utvalg av representanter fra lokale interesser, som representanter fra næringslivet, frivillige organisasjoner, grunneiere, andre offentlige etater osv.

Selv om vi har fokusert mye på planlegging over, er det viktig å vende tilbake til det vi innledningsvis understreket om den nøkkelrollen den kommunale miljøvernpolitikken kan ha i denne sammenhengen. Det synes rimelig å hevde at klimatilpasning vil ha størst gjennomslagskraft lokalt hvis tilpasning settes inn i en klimapolitisk sammenheng. Hvis ikke kan klimatilpasning lett bli redusert til sivilt beredskapsarbeid og noen koblinger til arealplanlegging (for eksempel unngå å legge boliger i flomsoner og lignende). Ikke minst er dette viktig for å utløse mulige synergieffekter mellom en utslippsorientert og tilpasningsorientert klimapolitikk. Norske kommuner har tatt opp utfordringen om å utvikle en egen kommunal klimapolitikk. Dette er demonstrert gjennom et tredvetalls forsøksprosjekt (Groven og Aall 2002). Erfaringer med arbeidet med kommunale

klimahandlingsplaner så vel som arbeidet med det langt videre anlagte Lokal Agenda 21-arbeidet viser at stillingen som kommunal miljøvernleder er helt avgjørende for spørsmålet om hvorvidt kommunen skal engasjere seg mer aktivt i klimapolitikken (Aall 2000, Lafferty mfl 2001, Groven og Aall 2002). Det synes rimelig å anta at potensialet for et mer omfattende engasjement lokalt når det gjelder klimatilpasning også er avhengig av hvorvidt kommunene har stillingsressurser til overordnet og sektorovergripende miljøvernarbeid; i praksis spørsmålet om kommunene har tilsatt en egen miljøvernrådsgiver.

Det lokale forvaltningsnivået *kan* nok settes i stand til nær sagt "alene" å gjøre lokale sårbarhetsvurderinger – gitt de begrensningene som gjelder usikkerhet omtalt over – men det er utenkelig at det lokale forvaltningsnivået kan ha ansvaret alene for å tilpasse seg de risikobildene som bringes frem gjennom de lokale sårbarhetsvurderingene. Den formen for føre-var problematikk lokalsamfunn i realiteten står overfor betinger et sterkt og forpliktende samarbeid på tvers av ulike sektorer og mellom ulike forvaltningsnivå.

## Referanser

Adriaanse, A. (1993): *Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands*. Mai 1993. La Hague: Solu Vitgeverij Koninginnegracht.

Agder, W.N. (2001): "Scales of Governance and Environmental Justice for Adaptation and Mitigation of Climate Change". *Journal of International Development*, 13:921-931.

Alberti, M. (1993): *Europe's Environment 1993. Chapter 9 The Urban Environment*. Draft Version 5, January 1994. European Environment Agency Task Force, DGXI Commission of the European Communities. Brussel.

Amdam, J., Amdam, R. (2000) *Kommunikativ planlegging*. Oslo: Det Norske Samlaget.

Amdam, J., Veggeland, N. (1998) *Teorier om samfunnsplanlegging. Lokalt, regionalt, nasjonalt, internasjonalt*. Oslo: Universitetsforlaget.

Amin, A. and N. Thrift (1995): "Globalisation, 'institutional thickness' and the local economy". In P. Healey, S. (eds.) (1995): *Managing cities: the new urban context*. Chichester: Wiley.

Aunan, K. (2001): "Global oppvarming og malariatilfeller". I *Temahefte: Klimaendringer - vitenskapelig grunnlag og politiske prosesser*. <http://www.cicero.uio.no/background/temahefte/>

Bang, G. et al. (forthcoming): *Understanding institutional adaptation to climate change: the municipal level in Norway* (working title). CICERO.

Beck, U. (1992) *Risk Society. Towards a New Modernity*. London: SAGE publ.

Betsill, M.M (2001): "Acting Locally, Does it Matter Globally? The Contribution of US Cities to Global Climate Change Mitigation". Paper prepared for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Rio de Janeiro, Brazil, 6-9. October 2001.

Bjørnæs, T. (2002): "Miljøvernstillinger og LA21 – hva er status i dag". I Aall, C., Høyer, K. G., Lafferty, W. M. (red.) (2002): *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i kommunene. Lokale agendaer, tiltak og utfordringer*. Oslo: Gyldendal Akademiske.

Blümlein, M. (2003): *Trenings-/fotball- og flerbrukshaller. Undersøkelse av brann- og konstruksjonssikkerhet mv*. Rapport utarbeidet på oppdrag av Statens bygningstekniske etat (07.11.03). <http://kalender.be.no/PDFs/haller0311.pdf>

Bossel, H. (1996): "Deriving Indicators for Sustainable Development". *Environmental Modelling and Assessment*, 1 (1996), 193-218.

Briguglio, L. (1992): *Preliminary study in the Construction of an Index for Ranking Countries According to their Economic Vulnerability*. UNCTAD/LDC/Misc. 4.

- Brugmann, J. (1997): "Is There a Method in Our Measurement? The use of indicators in local sustainable development planning". *Local Environment*, vol. 2, no. 1, pp 59-72
- Burton, I., Huq, S., Lim, B., Pilifosava, O., Shipper, E. L. (2002): "From impact assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy". *Climate Policy*, 2 (2-3): 145-159.
- Bye, A. S., et.al 2002: *Resultatkontroll jordbruk 2002. Jordbruk og miljø*. SSB rapport 2002/19.
- Coenen, F., Menkveld, M. (2002): "The role of local authorities in a transition towards climate-neutral society". I Kok, M., Vermeulen, W., Faaj, A., de Jager, D. (red.): *Global Warming & Social Innovation. The Challenge of a Climate-Neutral Society*. London: Earthscan. Pp107-126.
- Cohen, S.J. (1997): "Scientist-stakeholder collaboration in integrated assessment of climate change: lessons from a case study of Northwest Canada". *Environmental Modeling and Assessment*, 2: 281-293.
- Collier, U. (1997): "Local authorities and climate protection in the European Union: putting subsidiarity into practice". *Local Government*, Vol. 2. No. 1. pp. 39-56.
- Dedekam, A. (1987): *Regionaløkonomi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Direktoratet for naturforvaltning, Statens forurensningstilsyn, Riksantikvaren (1996): *Idésamling for kommunalt miljøvern*. Et utvalg nasjonale miljømål. Forslag til kommunale mål, strategier, tiltak og indikatorer for fem satsningsområder. TE 713. Oslo.
- Drange, H. 2002: "Golfstrømmen stopper neppe". I *Cicerone 2/2001*. Oslo: CICERO, Universitet i Oslo.
- Evans, O., Leone, A.M., Gill, M., Hilbers, P. (2000): *Macprudential Indicators of Financial System Soundness*. Occasional paper 192. Washington DC: International Monetary Fund.
- Falkheden, L. (1999) *Lokalområdet som en strategi för en hållbar stadsutveckling*. Dr. avhandling. Göteborg: Chalmers Tekniske Universitet
- Farsund, A., J.Hille, C.Aall m.fl. (2001): *Klima- og energiplan for Stavanger kommune*. (Grunnlagsdokument) Rapport RF 2001/184. Stavanger: Rogalandsforskning.
- Fjeld, S., Gaustad, A., Bronger, C., Olausen, A., Hajum, E. (2002): *Nasjonal transportplan 2006-2015. Virkninger av klimaendringer for transportsektoren – forstudie*. Arbeidsdokument mars 2002. Oslo: Jernbaneverket, Kystverket, Luftfartsverket og Statens vegvesen.
- Framstad, E., Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Kålås, J.A., Nygård, T., Økland, R.H. (2003): *Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 1990-2002*. NINA Temahefte. Rapport 123. Trondheim: Norsk Institutt for Naturforskning.
- Fylkesmannen i Buskerud (1997): *Kommunal miljørapportering*. Sluttrapport 30.06.97. Tønsberg.

- Førland E. J., L. A. Roald, O. E. Tveito and I. Hanssen-Bauer (2000): *Past and future variations in climate and runoff in Norway*. DNMI Report 19/00 KLIMA. Oslo: Meteorologisk institutt.
- Førland, E., S. Grønås og T. E. Nordeng (2001): "Det blir mildere og våtere i våre områder – foreløpige beregninger fra RegClim". I *Temahefte: Klimaendringer - vitenskapelig grunnlag og politiske prosesser*. <http://www.cicero.uio.no/background/temahefte/>
- Groven, K. (2001): *Klimagassutslepp i Sogn og Fjordane Historiske utsleppstal, framskrivingar og framlegg til tiltak*. VF-rapport 6/01. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Groven, K. og C. Aall (2002): *Lokal klima- og energiplanlegging*. Rapport 12/2002. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Groven, K., H. E. Lundli og C. Aall (1999): *Lokal klimapolitikk - internasjonale og nasjonale erfaringar*. Rapport 4/99. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Hanssen-Bauer, T. (2003): *Regional klimamodellering - tilgjengelige klimascenarier og videre planer*. Presentasjon på "Den 4. nasjonale konferansen om klimaforskning", 29. april 2003. I regi av Norges forskningsråd, Oslo.
- Hardi, P., L. McRorie-Harvey og L. Pinter (1995): *Performance measurement for sustainable development: Compendium of experts, initiatives and publications*. International Institute for Sustainable Development Winnipeg, Manitoba. Canada.
- Haugen, J E. (2002): "Mer ekstremt vær i våre områder". *Cicerone* nr.6/2002. Oslo: CICERO/UiO.
- Haugen, J E. og T. E. Nordeng (2001): "Endret vindmønster i et fremtidig norsk klima?". I *Cicerone* nr.2/2001. Oslo: CICERO/UiO.
- Healey, P. (1997) *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*. London: MacMillan Press Ltd.
- Healey, P., Magelhaes, C., Madanipour, A., Pendlebury, J. (2003): "Place, identity and local politics: analysing partnership initiatives". I Hajer, M.A., Wagenaar (2003): *Deliberative policy analysis: understanding governance in the network society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Holte, F.C. (1977): *Sosialøkonomi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Holtskog, S., Rypdal, K. (1997): *Energibruk og utslipp til luft fra transport i Norge*. Rapport 97/7. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- Hovik, S. (2000): *Statlige målsetninger og lokale interesser i miljøpolitikken. En studie av kommunal iverksetting*. Dr.polit avhandling, Institutt for statsvitenskap, Universitetet i Oslo.
- Hudson, B.M. (1979) Comparison of Current Planning Theories: Counterparts and Contradictions. *Journal of the American Planning Association*, vol. 45, no. 4.
- Hägerstrand, T. (1991): *Om tidens vidd og tingens ordning – tekster av Torstein Hägerstrand*. Rapport T:21. Stockholm: Statens Råd för Byggnadsforskning.

- Høgda, K. A., Karlsen, S. R. & I. Solheim. (2001): "Climatic change impact on growing season in Fennoscandia studied by a time series of NOAA AVHRR NDVI data". *Proceedings of IGARSS. 9-13 July 2001*, Sydney, Australia.
- Høydal, Ø. A. (2003): Telefonsamtale med Øyvind A. Høydal, ved Norges Geotekniske Institutt, Oslo. 27. august 2003.
- Høydal, Ø. A. og F. Sandersen (1999): *Metode for å utarbeide faresoner i flomutsatte områder*. NVE dokument Nr. 10/1999. Oslo: Norges vassdrags og energidirektorat.
- Høyer, K. G. (1979): *Olje, energi og planlegging. Konsekvensanalyser ved olje- og energiutbygging*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Høyer, K. G. (1993): "Miljøproblemene endrer karakter". I: Høyer, KG. og Selstad, T. (red.): *Den besværlige økologien*. NordREFO 1993:3. Nordisk Institutt for regionalpolitisk forskning, København.
- Høyer, K. G. (1997): "Sustainable Development". In: Brune, D. Chapman, D., Gwynne, M. (red.): *The Global Environment*. Weinheim: VCH Publ: 1185-1208.
- Høyer, K. G. (1998): "En ny form for medvirkning?". *Tidsskrift for et bærekraftig samfunn*, 2/1998:23-33.
- Høyer, K. G. og Aall, C. (1995): "Kommuneøkologi og miljøproblemer: Om det globale og lokale – til og med på én gang". *Tidsskriftet for samfunnsplanlegging, byplan og regional utvikling*, 6/95, ss. 13-20.
- Høyer, K. G. og Aall, C. (2002): "Lokale indikatorer for bærekraftig utvikling. Bærekraftindikatorernes teori og historie – men med hvilken framtid?" I Aall, C., Høyer, K. G. og Lafferty W. M. (red.): *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i kommunene. Erfaringer med Lokal Agenda 21*. Oslo: Gyldendal.
- Høyer, K.G. (2000): *Sustainable Mobility – the Concept and its Implications*. Ph.d. thesis. Universitetet i Roskilde. VF-rapport 1/2000. Sogndal: Vestlandsforskning
- Kaiser, A. og Storevik, H. (red.) (1997): *Føre-var prinsippet: mellom forskning og politikk*. Oslo: NENT.
- Kaly, U., Pratt, C., Mitchell, J., Howorth, R. (2003): *The Demonstration Environmental Vulnerability Index*. SOPAC Technical Report 356. Suva, Fiji Islands: South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC). Downloaded from <http://www.sopac.org.fj/Projects/Evi/index.html>
- Kelly, P.M., Agder, W.N. (2000): "Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation". *Climate Change*, 47: 325-352.
- Kleven, T. (red.) (1997): Temanummer av Plan: *MILKOM*. Tidsskrift for samfunnsplanlegging, byplan og regional utvikling 1-2/97.
- Kolshus, H. H. (2001): "Nye IPCC-scenarier". I *Temahefte: Klimaendringer - vitenskapelig grunnlag og politiske prosesser*. <http://www.cicero.uio.no/background/temahefte/>

- Lafferty, W., Aall, C. og Seippel, Ø. (1998): *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i norske kommuner: Hvor er vi med MIK - hvor skal vi med Lokal Agenda 21*. Rapport 2/98. ProSus: Oslo.
- Langsholt, E. (2003): "Kontrastenes land – ekstremvannføring I et endret klima". Innlegg på seminaret *Vannlandet i 2050. Vann, natur og samfunn i et endret klima*. Bergen, 6. mai 2003. Arrangert av Norges vassdrags- og elektrisitetsdirektorat.
- Lindseth, G. (2003): *Addressing Climate Adaptation and Mitigation at the Local and Regional Level: Lessons for Norway*. ProSus Report 3/2003. Oslo: ProSus/UiO.
- Lisøe, K. R., Presterud, O., Gjestvang, M. og Rasmussen, F. (2000): *Snølast på eksisterende takkonstruksjoner – tiltak for utsatte bygninger*, NBI-rapport nr. O10210-1. Oslo: Norsk byggforskningssinstitutt.
- Liverman, D.M., Merideth, R. (2002): "Climate and society in the US Southwest: the context for a regional assessment". *Climate Research*, 21 (3): 199-218.
- MacGillivray, A. og Zadek, S. (1995): *Accounting for change – indicators for sustainable development*. London: The New Economics Foundation.
- Mattson, B. (1972): *Samhällsekonomiska kalkyler*. Lund: Akademiförlaget.
- MD (1992): *Forslag til miljøindikatorer for Norge*. Rapport 1 fra referansegruppe for miljøindikatorer. Rundskriv T-907. Oslo: Miljøverndepartementet.
- MD (2001): *Kommuneplanens arealdel*. Veileder, T-1382. Oslo: Miljøverndepartementet.
- Mishan, E.J. (1972): *Economics for Social Decisions: Elements of Cost-Benefit Analysis*. New York: Praeger.
- Mitchell, G. (1996): "Problems and Fundamental of Sustainable Development Indicators". *Sustainable Development*, vol. 4, nr. 1. West Sussex, UK: John Guiley.
- Moss, R. H., A. L. Brenkert, et al. (2001): *Vulnerability to climate change. A quantitative approach*. Prepared for the US Department of Energy. Springfield: National Technical Information Service.  
<http://www.pnl.gov/globalchange/pubs/vul/DOE%20VCC%20report.PDF>
- Müller, F., Leupelt, M. (red.) (1998): *Eco targets, goal functions, and orientors*. New York: Springer.
- NMR (1994): *Nordiske Miljøindikatorer*. Høringsutkast. København: Nordisk Ministerråd.
- NOU 2001:31 *Når ulykken er ute. Om organiseringen av operative rednings- og beredskapsressurser*. Oslo: Statens forvaltningstjeneste.
- Næss, L. O. (forthcoming): *The role of institutions for adaptation to climate change: Literature review and a framework for analysis, with particular reference to Norway*. Foreløpig upublisert artikkel under prosjektet "Climate Change in Norway: An Analysis of Economic and Social Impacts and Adaptations", CICERO.

O'Brien, K., G. Aandahl, G. Orderud og B. Sæther (2003): "Sårbarhetskartlegging – et utgangspunkt for klimadialog". *Plan: Tidsskrift for Samfunnsplanlegging, byplan og regional utvikling*, (5): 12-17.

OECD (1994): *Environmental indicators*. OECD core set. Paris: OECD

Roald, L., T.E.Skaugen, S.Beldring, T.Væringstad, R.Engeset og E.J.Førland, (2002): *Scenarios of annual and seasonal runoff for Norway based on climate scenarios for 2030-49*. met.no Report 19/02 KLIMA. Oslo: met.no

Segnestam, L. (1999): *Environmental Performance Indicators. A second edition note*. Environmental Department Papers. Paper no 71.

Selvig, E. (2001): *Vurdering av tilskuddskommunenes klimaplaner*. Oslo: AS Civitas.

SFT (2000): *Reduksjon av klimagassutslipp i Noreg*. Rapport 1708:2000. Oslo: Statens forurensingstilsyn.

Skaugen, T., M.Astrup, L.A: Roald and T.E.Skaugen, (2002): *Scenarios of extreme precipitation of duration 1 and 5 days for Norway caused by climate change*. met.no report 21/02 KLIMA. Oslo: met.no

Smit, B., Skinner, M.W. (2002): "Adaptation options in agriculture to climate change: A typology". *Mitigation and Adaptation Strategies for Globale Change*, 7: 85-114.

Statens kartverk (2003): *Databeskrivelse: skredkart*  
[http://www.statkart.no/standard/sosi/html\\_34/skred/Skred.htm](http://www.statkart.no/standard/sosi/html_34/skred/Skred.htm)

Sterling, A. (1999): "The Appraisal of Sustainability: some problems and possible responses". *Local Environment*, vol. 4, nr. 2, 111-134.

Sygna, L. og K. O'Brien (2001): *Virkinger av klimaendringer i Norge*. (Oppsummeringsrapport fra klimaseminar i Oslo, 30.-31. oktober 2000.). CICERO-rapport 2001:1. Oslo: CICERO/UiO

Teigland, J. (2002): *Sosioøkonomiske effekter av ekstremt vær i Norge – en studie av effekter i tid og rom av nyttårsorkanen 1992*. VF-rapport 7/2002. Sogndal: Vestlandsforskning.

Teigland, J. og Aall, C. (2002): *Lokal klima- og energiplanlegging. Noen nyere nordeuropeiske og nordamerikanske erfaringer*. VF-notat 2/02. Sogndal: Vestlandsforskning.

Toverød (1999): *Arealbruk og sikring i flomutsatte områder*. Retningslinjer 1/1999. Oslo: NVE

Turner, R.K. (ed.) (1993): *Sustainable Environmental Economics and Management. Principles and Practice*. Chichester: John Wiley & Sons, UK.

Væringstad, R. E. og E. J. Førland (2002): *Scenarios of annual and seasonal runoff for Norway. Based on climate scenarios for 2030-49*. Oppdragsrapport nr. 10-2002, met.no Report 19/02 KLIMA. Oslo: NVE

Wang, L. (1997): *Kommunale styringsindikatorer for bærekraftig utvikling*. Rapport fra samarbeidsprosjekt mellom kommunene Drammen, Flesberg, Lier,



Hole, Hurum og Ål. Forskningsprogrammet "Kommunalteknisk effektivisering og miljøvennlig utvikling" (KOMTEK). Oslo: Norges forskningsråd.

Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. (1997): *The Regional Impact of Climate Change: An Assessment of Vulnerability*. Cambridge University Press and IPCC.

Wilbanks and Kates (1999): "Global change in local places: how scale matters". *Climate Change* 43: 601-628

Wilkinson, D. and E. Appelbee (1999): *Implementing Holistic Government*. Bristol: Policy Press.

Yamada, K., Nunn, P., Mimura, N., Machida, S., Yamamoto, M. (1995): "Methodology for the Assessment of Vulnerability of South Pacific Island Countries to Sea-Level Rise and Climate Change". *Journal of Global Environment Engineering* 1:101-125.

Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R.H. & Eilertsen, O. (2001): *Nasjonalt nettverk av vegetasjonsflater for intensiv overvåking i skog*. NIJOS rapport 08/01.

Øygarden, L. (2003): *Jorderosjon fra landbruksarealer*. Innlegg under seminaret "Vannlandet i 2050. Vann, natur og samfunn i et endret klima". Arrangert av Norges vassdrags- og energidirektorat. Bergen, 6. mai 2003.

Aall, C. (2000): *Forandring som forandrer? Fra miljøvernpolitikk til bærekraftig utvikling i norske kommuner*. Ph.D.-avhandling ved Faggruppe for Teknologi og Samfunn, Universitetet i Aalborg, Danmark. VF-rapport 17/00. Sogndal: Vestlandsforskning.

Aall, C. og Groven, K. (2003a): *Multi-level governance, the case of local climate policy planning in Norway*. Paper presented to Workshop II of the EU Thematic Network project 'Regional Sustainable Development Strategies for Effective Multi-Level Governance' (REGIONET). Lillehammer, Norway, 29-31 January 2003.

Aall, C. og Groven, K. (2003b): *Institusjonell respons på klimaendringer. Gjennomgang av hvordan fire institusjonelle systemer kan bidra i arbeidet med å tilpasse samfunnet til klimaendringer*. VF-Rapport 3/2003. Sogndal: Vestlandsforskning.

Aall, C., Breisnes, K., Høyen, K.G., Hille, J. (2002): *Bærekraftige kommuner i praksis. Omtale av et styringssystem for integrering og konkretisering av bærekraftig praksis i kommunen*. VF-rapport 17/02. Sogndal: Vestlandsforskning.

Aall, C., H.-E. Lundli, E. Holden og K.G. Høyen (1997): *Scenarier for transportutvikling i Norge. Beregning av transportarbeid, energiforbruk og utslipp av CO<sub>2</sub> i 1996, 2010 og 2030*. VF-notat 27/97. Sogndal: Vestlandsforskning.