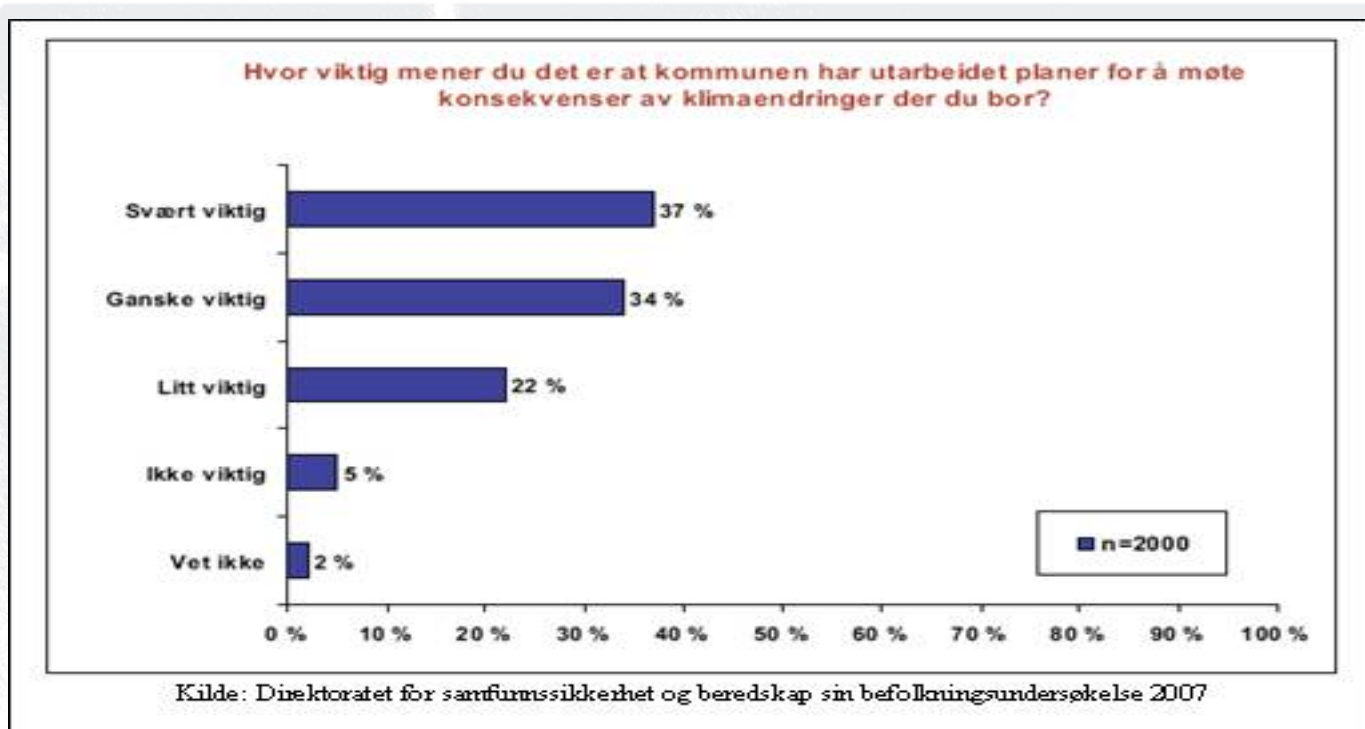


Vestlandsforskningsrapport nr. 5/2008

Indikatorer for lokale klimasårbarhetsanalyser

Kunnskapsstatus og skisse til en metode for utprøving i norske kommuner

Eli Heiberg, Carlo Aall, Helene Amundsen, Hanna Storm, Karl Georg Høyer, Lars Otto Næss, Synne Putri Solstad, Grete K. Hovelsrud



Vestlandsforskning rapport

Tittel Indikatorer for lokale klimasårbarhetsanalyser Kunnskapsstatus og skisse til en metode for utprøving i norske kommuner	Rapportnummer 5/2008 Dato 23.04. 2008 Gradering Open
Prosjekttittel Lokal klimatilpasning og klimasårbarhet i Norge	Tal sider 90 Prosjektnr 6070
Forskar(ar) Eli Heiberg (VF), Carlo Aall (VF), Helene Amundsen (CICERO), Hanna Storm (VF), Karl Georg Høyer (VF), Lars Otto Næss (CICERO), Synne Putri Solstad (CICERO), Grete K. Hovelsrud (CICERO).	Prosjektansvarleg Carlo Aall (VF), Grete Hovelsrud (CICERO og prosjektleder)
Oppdragsgivar Norges forskningsråd	Emneord Klimasårbarhet, kommunalt miljøvern, bærekraftindikatorer, bærekraftig utvikling
Andre publikasjoner frå prosjektet Ingen	
ISBN: 978-82-428-0281-1	Pris: 100 kroner

Forord

Prosjektet NORADAPT ("Community Adaptation and Vulnerability in Norway") retter oppmerksomheten mot kommunal forvaltning og deres rolle i å analysere klimasårbarhet og utvikle strategier for lokal klimatilpasning. Prosjektet er fireårig og finansieres av Norges forskningsråd innen programmet "Klimaendringer og konsekvenser for Norge" (NORKLIMA). Prosjektet gjennomføres i samarbeid mellom CICERO (prosjektleder), Vestlandsforskning, Østlandsforskning og Meteorologisk institutt.

Regjeringen la sommeren 2007 fram den tredje i rekken av norske stortingsmeldingen om klimapolitikk. I likhet med de to forrige omtales ikke behovet for klimatilpasning i Norge. Nylig (november 2007) presenterte Enova en veileder i kommunal energi- og klimaplanlegging¹. Heller ikke her er klimatilpasning omtalt; ei heller i forløperen til denne veilederen – nemlig Statens forurensningstilsyn (SFT) sin nettbaserte veileder². Sommeren 2007 ble det imidlertid opprettet et tverrdepartementalt utvalg som skal utarbeide en nasjonal strategi for klimatilpasning der Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) har fått sekretariatsansvaret. Første utkast til strategi skal foreligge på nyåret 2008. NORADAPT-prosjektet har ambisjoner om å bidra konstruktivt til å klargjøre kommunenes rolle i arbeidet med klimatilpasning.

Formålet med rapporten er å dokumentere innholdet i og erfaringer fra bruken av ulike utenlandske modeller for lokal klimasårbarhetsanalyse og utvikling av lokale klimatilpasningsstrategier.

Målgruppen for rapporten er offentlig virksomhet på ulike forvaltningsnivåer, og da særlig de kommunene som skal delta i NORADAPT og det tverrdepartementale utvalget som skal utarbeide en nasjonal strategi for klimatilpasning.. Rapporten skal videre danne grunnlag for videre bearbeiding av den modellen som skal prøves ut i norske kommuner.

Oslo/Sogndal 10.10 2008

Carlo Aall
Prosjektleder Vestlandsforskning

Grete Hovelsrud
Prosjektleder CICERO

¹ <http://www.enova.no/publikasjonsoversikt/file.axd?ID=259&rand=f55733cd-014a-4923-aafe-fb1731970325>

² http://www.sft.no/artikkel_40817.aspx

Innhold

FIGURER	6
TABELLER	6
SAMMENDRAG	8
INNLEDNING	11
ELEMENTER I EN TEORI OM LOKALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER OG LOKAL KLIMATILPASNING	13
INNLEDNING.....	13
SÅRBARHET	13
USIKKERHET	17
INDIKATORER.....	21
UTENLANDSKE MODELLER FOR LOKAL KLIMASÅRBARHETSANALYSE OG LOKAL KLIMATILPASNING	27
INNLEDNING.....	27
FNS UTVIKLINGSPROGRAM SIN MODELL	28
ICLEI SIN MODELL SPESIELT FOR LOKALE MYNDIGHETER I USA.....	29
MODELLER UTVIKLET AV STOCKHOLM ENVIRONMENTAL INSTITUTE.....	29
UKCIP MODELLER FOR LOKALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER	30
TYSK MODELL FOR REGIONALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER AVGRENSET TIL TEAMET EKSTREMVÆR	31
NEDERLANDSK MODELL AVGRENSET TIL TEMAET VANNRESSURSFORVALTNING	32
BRITISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I SYSTEM FOR STRATEGISKE KONSEKVENSANALYSER.....	32
EUROPEISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I AREALPLANLEGGING.....	33
NEDERLANDSK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I AREALPLANLEGGING.....	33
BRITISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I NASJONALT SYSTEM FOR LOKALE BÆREKRAFTINDIKATORER.....	33
TYSK/AMERIKANSK MODELL FOR Å ANALYSERE TILPASNINGSEVNE	34
BRITISK INDIKATORMODELL FOR ANALYSE AV SÅRBARHET OG TILPASNINGSKAPASITET.....	34
AMERIKANSK MODELL FOR LOKAL TILPASNING TIL "POST CARBON SOCIETY".....	34
DISKUSJON	36
KONKLUSJON	42
LITTERATUR	45
VEDLEGG 1: OPPSUMMERING AV MODELLENE	47
VEDLEGG 2: NÆRMERE OMTALE AV UTENLANDSKE MODELLER FOR LOKAL KLIMASÅRBARHETSANALYSE OG LOKAL KLIMATILPASNING	52
FNS UTVIKLINGSPROGRAM SIN MODELL	52
NÆRMERE OMTALE AV BRUKEN AV INDIKATORER I VEILEDER I KLIMATILPASNING FRA FNS UTVIKLINGSPROGRAM.....	54
ICLEI SIN MODELL SPESIELT FOR LOKALE MYNDIGHETER I USA.....	57
NÆRMERE OMTALE AV MODELL FRA ICLEI.....	58
STOCKHOLM ENVIRONMENTAL INSTITUTE SIN MODELL	63
BRITISK MODELL FOR LOKALE SÅRBARHETSANALYSER	66
TYSK MODELL FOR REGIONALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER AVGRENSET TIL TEAMET EKSTREMVÆR	68
NEDERLANDSK MODELL AVGRENSET TIL TEMAET VANNRESSURSFORVALTNING	73
BRITISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I SYSTEM FOR STRATEGISKE KONSEKVENSANALYSER.....	74
EUROPEISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I AREALPLANLEGGING.....	79
NEDERLANDSK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I AREALPLANLEGGING.....	81

BRITISK MODELL FOR INNARBEIDING AV KLIMASÅRBARHET I NASJONALT SYSTEM FOR LOKALE BÆREKRAFTINDIKATORER.....	82
TYSK/AMERIKANSK MODELL FOR Å ANALYSERE TILPASNINGSEVNE	83
BRITISK INDIKATORMODELL FOR SÅRBARHET OG TILPASNINGSKAPASITET.....	85
AMERIKANSK MODELL FOR LOKAL TILPASNING TIL ”POST CARBON SOCIETY”	87

Figurer

FIGUR 1 ELEMENTER I EN TEORI OM LOKALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER	13
FIGUR 2 FORHOLDET MELLOM SÅRBARHET OG MOTSTANDSEVNE (TØYELIGHET) KNYTTET TIL SYSTEMERS KOPLINGER OG KOMPLEKSITET (SKOGSEID, 2007)	16
FIGUR 3 OMFANG AV USIKKERHET I KONSEKVENSVURDERINGER (JONES, 2000; SCHNEIDER, 1983)	18
FIGUR 4 THE THREE DIMENSIONS OF UNCERTAINTY (WALKER, M. FL., 2003)	21
FIGUR 5 EN INDIKATORPYRAMIDE (MACGILLIVRAY OG ZADEK 1995)	22
FIGUR 6 GRUNNTYPER AV INDIKATORER (MITCHELL 1996)	23
FIGUR 7 PSR-MODELLEN FOR MILJØINDIKATORER (OECD 1994)	25
FIGUR 8 SAMMENHENGEN MELLOM EN UTSLIPPS- OG TILPASNINGSORIENTERT KLIMAPOLITIKK	37
FIGUR 9 TO TILNÆRMING TIL VURDERING AV KLIMASÅRBARHET	38
FIGUR 10 SENSITIVITETS MATRISE FOR UTVALG AV DE MEST SÅRBARE SAMFUNNSAKTIVITETER OG OMRÅDER I EN KOMMUNE	64
FIGUR 11 TEMATISK INNDELING AV DEN ELEKTRONISKE VEILEDEREN I LOKAL KLIMATILPASNING	67
FIGUR 12 EKSEMPEL PÅ NEDSKALERING AV DATA FRA NASJONALT KLIMASCENARIO: ÅRLIG GJENNOMSNIITTSTEMPERATUR FOR ULIKE TIDSPUNKT GITT LAVT OG HØYT UTSLIPPSSCENARIO	68
FIGUR 13 GEOGRAFISK FORDELING AV SÅRBARHETSKATEGORIER PÅ KOMMUNALT NIVÅ	71

Tabeller

TABELL 1 KOMMUNER SOM DELTAR I NORADAPT PROSJEKTET	11
TABELL 2 KOMPLEKSE VERSUS LINEÆRE SYSTEMER (PERROW, 1984:88)	14
TABELL 3 STRAMME VERSUS LØSE KOPLINGER (PERROW, 1984:96)	16
TABELL 4 GUIDE TIL SÅKALTE "LEAD AUTHORS" I FNs KLIMAPANEL OM HVORDAN DE SKAL OMTALE OG BEHANDLE SPØRSMÅLET OM USIKKERHET	19
TABELL 5 INDIKATORBASERTE SYSTEMER. DE PRIMÆRE FORMÅLENE	25
TABELL 6 MODELLER FOR LOKAL KLIMASÅRBARHETSANALYSER SOM ER OMTALT	27
TABELL 7 TEMATISK INTEGRERING MELLOM ULIKE TYPER INDIKATORER INNEN MILJØ- OG KLIMA	37
TABELL 8 ULIKE ELEMENTER I EN SAMLET KLIMAPOLITIKK	37
TABELL 9 FORSLAG TIL TYPOLOGI FOR ANALYSE AV USIKKERHET I FORBINDELSE MED LOKALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER	39
TABELL 10 HYPOTETISK SIKKERHETSANALYSE FOR TEMAET "FLOMSIKRING AV VEGER"	40
TABELL 11 HYPOTETISK SIKKERHETSANALYSE FOR TEMAET "SIKRING AV VEGER MOT HAVNIVÅSTIGNING"	40
TABELL 12 EKSEMPEL PÅ UNDP-ANBEFALTE INDIKATORER FOR VANNRESSURSER	55
TABELL 13 NÅVÆRENDE OG FORVENTET PÅVIRKNING AV SYSTEMER I UTVALGTE PLANOMRÅDER INNEN VANNFORSYNING, STORMFLOFORVALTNING OG VEDLIKEHOLD AV VEIER	60
TABELL 14 EKSEMPEL PÅ SÅRBARHETSANALYSE FOR TRANSPORTSEKTOREN	61
TABELL 15 EKSEMPEL PÅ VURDERING AV TILPASNINGSKAPASITET FOR ULIKE SEKTORER	61
TABELL 16 EKSEMPEL PÅ SAMLET VURDERING AV KLIMASÅRBARHET FOR ULIKE SEKTORER	62
TABELL 17 GRUNNLAG FOR PRIORITERING AV HVILKE OMRÅDER DER DET BØR GJENNOMFØRES PLANLEGGING	62
TABELL 18 EKSEMPLER PÅ SAMMENHENGER SOM ER OMTALT I DEN BRITISKE BROSJYREN OM LOKAL KLIMATILPASNING	66
TABELL 19 EKSEMPEL PÅ INDIKATORER BRUKT I DEN TYSKE MODELLEN FOR REGIONALE KLIMASÅRBARHETSANALYSER NÅR DET GJELDER EKSTREMVÆRRELATERTE HENDELSER. NUMRENE I PARENTES VISER TIL FORKLARING I DEN NESTE TABELLEN.	69
TABELL 20 RANGERING AV OMRÅDER ETTER SÅRBARHET	71
TABELL 21 FORSLAG TIL LOKALE KLIMASÅRBARHETSINDIKATORER	72
TABELL 22 FORSLAG TIL RAMMEVERK FOR Å IDENTIFISERE OMRÅDER SOM ER SÆRLIG SÅRBARE FOR HØYT "VANNSTRESS"	74
TABELL 23 LOKALE KLIMAINDIKATORER UTVIKLET TIL BRUK I FORBINDELSE MED STRATEGISKE MILJØKONSEKVENSANALYSER	75
TABELL 24 BÆREKRAFTINDIKATORER SOM BRITISKE LOKALE MYNDIGHETER ER PÅLAGT Å RAPPORTERE PÅ TIL STATLIGE MYNDIGHETER	82
TABELL 25 OPERASJONALISERING AV BÆREKRAFTINDIKATORER MED RELEVANS FOR KLIMASÅRBARHET SOM BRITISKE LOKALE MYNDIGHETER ER PÅLAGT Å RAPPORTERE PÅ TIL STATLIGE MYNDIGHETER	83

<i>TABELL 26 DETERMINANTENE FOR TILPASNINGSKAPASITET</i>	84
<i>TABELL 27 SÅRBARHETSINDIKATORER</i>	85
<i>TABELL 28 MULIGE PROXY-INDIKATORER FOR KLIMASÅRBARHET PÅ NASJONALT NIVÅ</i>	86

Sammendrag

Prosjektet NORADAPT retter oppmerksomheten mot kommunal forvaltning og deres rolle i å analysere klimasårbarhet og utvikle strategier for lokal klimatilpasning. Prosjektet tar utgangspunkt i indikatorer som et relevant verktøy i dette arbeidet. Prosjektet skal gjennomføres i dialog med et utvalg forsøkskommuner: Bergen, Flora, Fredrikstad, Hammerfest, Høylandet, Nesseby, Stavanger og Voss.

I prosjektet skiller vi mellom tre kategorier av klimasårbarhet: naturlig, samfunnsøkonomisk og institusjonell. Med *naturlig sårbarhet* forstår vi prosesser i naturen som er gjenstand for påvirkning av klimaendringer. Eksempler er skred, erosjon, flom og endringer i det biologiske mangfoldet. Med *samfunnsøkonomisk* sårbarhet forstår vi samfunnsmessige egenskaper og prosesser som påvirker sårbarheten overfor klimaendringer. Eksempler er andelen sysselsatte innafor klimasårbare næringer, og andelen av infrastruktur og bygninger som befinner seg i skredutsatte områder. Med *institusjonell* sårbarhet forstår vi kapasitet ved ulike institusjoner til å gjennomføre tiltak for å tilpasse seg til klimaendringer. Eksempler er tilgang på fagkompetanse og økonomisk grunnlag for å gjennomføre tilpasningstiltak.

Formålet med rapporten er å videreutvikle den indikatorbaserte modellen som ligger til grunn for NORADAPT-prosjektet. Dette vil vi gjøre ved å gjennomgå internasjonal litteratur som omhandler metoder for lokal klimasårbarhetsanalyse, og bruke erfaringene fra denne gjennomgangen i videreutviklingen av vår foreløpige modell.

I alt har vi identifisert 13 ulike modeller fordelt på to overnasjonale organisasjoner (FN og ICLEI) og 5 land (Sverige, Nederland, Tyskland, Storbritannia og USA) som vi mener fortjener betegnelsen "modell", det vil si at metoden er skriftlig beskrevet i et offentlig og lett tilgjengelig dokument og at metoden beskriver en systematisk måte lokale og/eller regionale myndigheter kan arbeide etter for å analysere den lokale og/eller regionale klimasårbarheten og utarbeide lokale og/eller regionale klimatilpasningsstrategier.

Vår gjennomgang illustrerer en svak kobling mellom det vi kan betegne som tre nivå i klimapolitikken – fra det overordnede som gjelder bærekraftig utvikling, via utslippsdelen av klimapolitikken til det tredje som gjelder klimatilpasning. De metoder og indikatorsystemer vi har studert knyttet til klimatilpasning har få systematiske og metodiske koblinger til utslippsdelen av klimapolitikken og så godt som ingen koblinger til den bredere bærekrafttematikken. I noen tilfeller er det vist at det å gjøre lokale klimasårbarhetsvurderinger kan øke oppslutningen om også den "tradisjonelle" utslippsorienterte klimapolitikken. Det er imidlertid få eksempler på en mer eksplisitt kobling; noe som er overraskende fordi det er åpenbare samspilleffekter mellom de to formene for klimapolitikk. På den ene siden er det åpenbart at visse former for tilpasningstiltak vil føre med seg økte utslipp av klimagasser. Samtidig kan det være slik at utslippsreducerende tiltak kan føre til økt klimasårbarhet. Et typisk eksempel på dette er diskusjonen om transportreducerende arealplanlegging, der utslippshensyn kan tilsi lokalisering av nye boliger i sentrum, mens sårbarhetshensyn kan tilsi at nye boliger bør lokaliseres vekk fra sentra som for eksempel er utsatt for flomfare eller problemer med havnivåstigning.

Selv om koblingene mellom den tilpasnings- og utslippsorienterte delen av klimapolitikken er svak i flesteparten av de modellene vi har gjennomgått, er det *mange* modeller som legger vekt på at framtidig lokal klimasårbarhet blir bestemt ut fra en *samleffekt* av *klimaendringer* og *samfunnsmessige* endringer. Dette er et interessant poeng i forhold til den generelle klimadebatten og mye av klimaforskningen. Den rådende klimadiskursen er i stor grad ført innenfor et *internasjonalt* og *nasjonalt* domene, forstått som av og for aktører som representerer internasjonale og nasjonale organisasjoner og interessegrupper. Videre er klimadiskursen dominert av en *naturfaglig* tilnærming; noe som kommer klart til uttrykk gjennom FNs klimapanel. Innen denne diskursen beskriver man klimasårbarhet ved å projisere mulige *framtidige* klimaendringer på *dagens* samfunn. Vår gjennomgang av metoder for lokale klimasårbarhetsanalyser viser en alternativ diskurs som skiller seg både når det gjelder domene (lokal/regional) og faginnretning (større innslag av samfunnsfaglig ekspertise). Innen denne alternative diskursen søker man å projisere mulige *framtidige* klimaendringer på ett eller flere mulige *framtidige* samfunnsbilder. Logikken er åpenbar; for å få best mulig kunnskap om hvordan samfunnet kan bli påvirket *i* *framtiden* av *framtidige* klimaendringer er det viktig også å ha en forestilling om hvordan samfunnet kan utvikle seg framover.

Spørsmålet om usikkerhet er sentralt i klimadebatten, både den faglige debatten og debatten om hvilken klimapolitikk samfunnet bør utforme. Det er imidlertid et problem at usikkerhet behandles noe ensidig og ofte reduseres til spørsmålet om usikkerhet omkring to spørsmål: I hvilken grad observerte klimaendringer er menneskeskapte, og hva som kan bli effekten av klimaendringer på avgrensede deler av naturen. Begge

spørsmålene faller inn under det vi har betegnet som den naturlige klimasårbarheten. I langt mindre grad blir spørsmålet om usikkerhet knyttet til våre to øvrige sårbarhets kategorier samfunnsøkonomisk og institusjonell klimasårbarhet. I noen av modellene vi har gjennomgått er likevel disse to tilleggsdimensjonene av usikkerhet i klimasammenheng behandlet. Dette berører spørsmålet om beslutning under usikkerhet, som altså introduserer usikkerhet i selve beslutningsprosessen; altså ikke bare hvordan man skal forstå usikkerhet i forholdet mellom utslipp-klima-effekt i naturen, men også det faktum at usikkerhet i beslutninger i samfunnet kan påvirke hvordan effekten av klimaendringer i samfunnet til slutt kan bli.

I det videre arbeidet i NORADAPT-prosjektet vil vi ta med oss følgende erfaringer fra den internasjonale gjennomgangen av metoder for lokal klimasårbarhetsanalyse:

- Indikatorbasert tilnærming

Vår første konklusjon gjelder at vi ønsker å bruke en indikatorbasert tilnærming. Det betyr imidlertid ikke at vi utelukkende skal bruke indikatorer i den klassiske forstanden – forstått som "tall". Det første viktige supplementet er at vi vil bruke kombinasjonen av "tall" og kart gjennom geografiske informasjonssystemer (GIS), fordi kart er et svært viktig arbeidsredskap i lokal planlegging og er et sterkt verktøy for kommunikasjon. Samtidig kan kart tilsøre den usikkerheten som er tilstede. Kart kan skape illusjon av mer nøyaktig kunnskap enn det som er reelt. Det er derfor viktig å supplere med mer kvalitativ type kunnskap, først og fremst i form av tekst knyttet til kart og indikatorer.

- Ulike kategorier lokal klimasårbarhet

Vår neste konklusjon er at vi tar utgangspunkt i tredelingen av lokal klimasårbarhet (med en tilsvarende tredeling i indikatortilnærmingen) som lå til grunn ved oppstart av NORADAPT prosjektet; altså skillet mellom *naturlig*, *samfunnsøkonomisk* og *institusjonell* klimasårbarhet. Vi vil i tillegg vurdere å utvikle og inkludere en mulig fjerde kategori sårbarhetsindikator; nemlig *individuell* klimasårbarhet. Dette er en type sårbarhet som gjelder den enkelte innbyggeren, og som omfatter egenskaper ved individet som er med å bestemme hvordan vi forholder oss til klimautfordringen. Egenskapene kan minne om de som karakteriserer den institusjonelle sårbarheten – som kunnskap, praksis og holdninger – men gjelder altså individer, ikke institusjoner. I tillegg kommer sosioøkonomiske egenskaper som inntekt, utdanning, alder, sosial status og kjønn.

- Kombinere samfunns- og klimascenarioer

En videreføring av den tre- (evt fire-)delingen av klimasårbarhet som er omtalt over, er å supplere klimascenarioer med samfunnsscenarioer. Dette er også et grep som lå til grunn for NORADAPT prosjektet, og som vi velger å holde på ut fra erfaringer internasjonalt. Vi registrerer at mange av de metodene vi har studert i realiteten legger opp til en slik tilnærming, men at det så langt ikke har vært mulig for oss å komme over en metode som har operasjonalisert et slikt metodisk grep. Vi tror derfor NORADAPT prosjektet har en viktig rolle i å operasjonalisere og prøve ut en slik metode.

- Årsaksorientering

Pressure-state-respons modellen (PSR) er en betegnelse som blir brukt internasjonalt på indikatorsystemer der indikatorene er ordnet i en årsak-virkningskjede. Utenlandske modeller fokuserer på ulike deler i en slik årsak-virkningskjede. Enkelte fokuserer mest på responsdelen (altså beskriver sårbarheten gjennom de tilpasningstiltak som er eller ikke er igangsatt). Andre konsentrerer seg om "tilstandsindikatorer". Vi velger i utgangspunktet å forholde oss til hele årsak-virkningskjeden, der den naturlige sårbarheten i hovedsak inneholder "tilstandsindikatorer", den samfunnsøkonomiske i hovedsak inneholder "påvirkningsindikatorer" og den institusjonelle sårbarheten i hovedsak inneholder "responsindikatorer". Ved å kombinere samfunns- og klimascenarioer – legger vi til rette for en tydeligere årsaksinnretning av tilpasningspolitikken enn ved bare å bruke klimascenarioer. Ved å også bruke samfunnsscenarioer legger vi til rette for å få fram de drivkreftene i samfunnsutviklingen som gjør samfunnet mer eller mindre sårbare for klimaendringer.

- Kombinere "top-down" og "bottom-up"-tilnærming

Et viktig metodisk grep i vår indikatormodell er å kombinere en ovenfra-og-ned med en nedenfra-og-opp tilnærming. I dette ligger at vi skal bruke de muligheter som ligger i å skalere ned nasjonale scenarioer for klimautvikling og samfunnsmessige endringer (ovenfra-og-ned). Samtidig er det viktig å trekke inn lokal kunnskap og ikke stole blindt på den kunnskapen vi kan få fra nedskaleringer av nasjonale data og nasjonale modeller. I noen tilfeller vil ovenfra-og-ned kunnskap ha en begrenset instrumentell verdi og mer være et inspirasjonsgrunnlag for å gjøre nedenfra-og-opp vurderinger. Flesteparten av de modellene vi har gjennomgått legger vekt på et slikt grep.

- Type sammenligning

Indikatorer blir gjerne brukt til sammenligninger. I kommuner er det vanlig å sammenligne seg med andre kommuner. I enkelte sammenhenger – bl.a. på området bærekraftindikatorer – har det også vært uttalt ambisjoner om sammenligninger mellom kommuner i ulike land. I NORADAPT prosjektene har vi et todelt fokus. Den første ambisjonen er å få fram indikatorer for *intern* sammenligning *over tid*; altså å få fram hvordan klimasårbarheten for den enkelte kommune utvikler seg over tid. Den andre ambisjonen er å kunne si noe om endringer i en type kommuner, basert på de åtte case kommunene som alle representerer ulike typer i en norsk sammenheng. Dette vil løfte fokuset fra den enkelte kommune og vil kunne si noe om hva som fungerer for en "type" kommune. I den grad vi har ambisjoner om sammenligninger i *rom* gjelder det i hovedsak mellom ulike deler av kommunen. Dette vil vi særlig søke å få fram gjennom bruk av geografiske informasjonssystemer. Vi vil derfor ved avslutningen av prosjektet gjøre en vurdering av de indikatorene kommunene faktisk har brukt og i hvilken grad disse – eventuelt med mindre justeringer – gir grunnlag for også å gjøre sammenligninger mellom kommuner; og da med tanke på å komme fram til en form for regional eller nasjonal rangering av kommunenes klimasårbarhet.

- Klimasårbarhet som del av en større sammenheng

De metodene vi har gjennomgått har nødvendigvis hatt et sterkt fokus på klimasårbarhet. Noen av metodene tematiserer hvilke andre politikfelt (ikke minst den utslippsorienterte delen av klimapolitikken) som klimasårbarhet og klimatilpasning bør sees i sammenheng med. I NORADAPT legger vi vekt på at kommunene i sitt prosjektarbeid har en kobling til den utslippsorienterte klimapolitikken og at det også er en kobling til den ordinære kommuneplanleggingen; dette for å sikre et visst minimum av integrering av klimatilpasningsarbeidet i andre politikkområder i forsøkskommunene.

- Dokumentere erfaringer med bruken av indikatorer

Den internasjonale litteraturen er omfattende når det gjelder dokumentasjon av ulike indikatorer som er *utviklet* på miljø-, bærekraft- og (etter hvert) klimaområdet; særlig gjelder dette *lokale* indikatorer. I det siste har det også dukket opp noen eksempler på lokale indikatorer for vurdering av lokal klimasårbarhet. Det er imidlertid svært lite forskningsbasert litteratur som dokumenterer *bruken* av og *effekten* av slike indikatorer. Dette er en utfordring vi ønsker å gripe fatt i. NORADAPT har derfor som ambisjon *både* å utvikle og kritisk drøfte nytten av de samme indikatorene basert på dokumentasjon av hvordan kommunene har brukt indikatorene vi har utviklet sammen med dem.

Innledning

NORADAPT-prosjektet

Prosjektet NORADAPT retter oppmerksomheten mot kommunal forvaltning og deres rolle i å analysere klimasårbarhet og utvikle strategier for lokal klimatilpasning. Prosjektet tar videre utgangspunkt i indikatorer som et relevant verktøy i dette arbeidet. Indikatorer kan brukes til ulike formål, der vi kan skille mellom tre hovedformål (Høyer og Aall, 2002):

- informasjon og offentlig debatt
- administrativ styring
- politisk styring

NORADAPT har ambisjoner om å utvikle indikatorer som kan tjene alle disse formålene.

Prosjektet skal gjennomføres i dialog med et utvalg forsøkskommuner (jf tabellen under). Her har vi forsøkt å få et bredt utvalg kommuner på grunnlag av følgende kriterier: geografisk fordeling, kommunetype etter Statistisk sentralbyrå sin standard for kommuneklassifisering og Direktoratet for naturforvaltning sin inndeling i hovednaturtyper.

Tabell 1 Kommuner som deltar i NORADAPT prosjektet

Kommune	Landsdel	Kommunetype ³	Naturtype ⁴
Bergen	Vestlandet	Sentral tjenesteytingskommune	Kyst
Flora	Vestlandet	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst
Fredrikstad	Østlandet	Sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Ferskvann, kyst
Hammerfest	N-Norge	Mindre sentral tjenesteytingskommune	Kyst
Høylandet	Midt-Norge	Primærnæringskommune	Kulturlandskap, ferskvann, skog
Nesseby	N-Norge	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst, fjell
Stavanger	Vestlandet	Sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Kyst
Voss	Vestlandet	Mindre sentral, blandet tjenesteytings- og industrikommune	Innland, fjell, kulturlandskap

Til grunn for prosjektet ligger en foreløpig indikatormodell (O'Brien mfl, 2003; Aall og Norland, 2005). I prosjektet skiller vi mellom tre kategorier av sårbarhetsindikatorer:

- naturlig sårbarhet
- samfunnsøkonomisk sårbarhet
- institusjonell sårbarhet

Med *naturlig sårbarhet* forstår vi prosesser i naturen som er gjenstand for påvirkning av klimaendringer. Eksempler er skred, erosjon, flom og endringer i det biologiske mangfoldet. Med *samfunnsøkonomisk sårbarhet* forstår vi samfunnsmessige egenskaper og prosesser som påvirker sårbarheten overfor klimaendringer. Eksempler er andelen sysselsatte innenfor klimasårbare næringer, og andelen av infrastruktur og bygninger som befinner seg i skredutsatte områder. Med *institusjonell sårbarhet* forstår vi kapasitet ved ulike institusjoner til å gjennomføre tiltak for å tilpasse seg til klimaendringer. Eksempler er tilgang på fagkompetanse og økonomisk grunnlag for å gjennomføre tilpasningstiltak.

³ Etter SSB sin standard for kommuneklassifisering

⁴ Etter Direktoratet sin inndeling (<http://www.dirnat.no/attachment.ap?id=3747>)

Formål med rapporten

Formålet med rapporten er å videreutvikle den indikatorbaserte modellen som ligger til grunn for NORADAPT prosjektet. Dette vil vi gjøre ved å gjennomgå internasjonal litteratur som omhandler metoder for lokal klimasårbarhetsanalyse, og bruke erfaringene fra denne gjennomgangen i videreutviklingen av vår foreløpige modell.

Målgruppe for rapporten

Målgruppen for rapporten er offentlige myndigheter på ulike forvaltningsnivå, med et særlig fokus på de åtte kommunene som skal delta i NORADAPT prosjektet. For disse vil denne rapporten danne et av faglige utgangspunktene for prosjektarbeidet.

Metode

Kildegrunnlaget for vår gjennomgang er todelt: (1) omtale i vitenskapelige publikasjoner (artikler, bøker, rapporter) og (2) omtale i formidlingsprodukter (håndbøker, Internett). I mange tilfeller kan det være at interessante eksempler ikke har "rukket" å bli omtalt i vitenskapelige publikasjoner. Derfor er også kildetype (2) viktig. Ulempen med denne kildetypen er at framstillingen gjerne er mindre kritisk og analytisk, slik at det er mer krevende å si noe om erfaringene fra bruken av de systemene som blir omtalt.

Vi har gjennomført litteratursøk i relevante databaser i tillegg til søk med søkemotorer på Internett. Vår viktigste tilgang har likevel vært gjennom etablerte faglige nettverk internasjonalt. Vi har tatt kontakt med kolleger som arbeider ved utenlandske forskningsinstitusjoner med temaet lokal klimasårbarhet.

Rapporten

Vi innleder rapporten med en gjennomgang av enkelte sider ved teoriutviklingen omkring risiko og sårbarhet i samfunnet, etterfulgt av en kort gjennomgang av indikator-teori. I dette inngår historien til lokale miljø- og bærekraftindikatorer fram til utviklingen av egne lokale klimasårbarhetsindikatorer. I det neste kapitlet presenterer vi ulike utenlandske modeller for analyse av lokal klimasårbarhet, og utarbeiding av lokale klimatilpasningsstrategier. I alt har vi dokumentert 13 slike modeller. Vi oppsummerer noen viktige erfaringer vi kan høste fra de utenlandske modellene, før vi i det siste kapitlet ser de internasjonale erfaringene i forhold til en modell vi ønsker å prøve ut i norske kommuner. I vedleggene har vi tatt med noe mer detaljert informasjon om enkelte av modellene som er presentert i rapporten.

Karl Georg Høyer har hatt hovedansvaret for det innledende teoretiske kapitlet. Carlo Aall, Hanna Storm, Helene Amundsen og Synne Putri Solstad har hatt ansvaret for gjennomgangen av det empiriske materialet. Carlo Aall har hatt hovedansvaret for det avsluttende diskusjons- og konklusjonskapitlet, mens Eli Heiberg har hatt et redaktøransvar og gjennomgått teksten i hele rapporten. Lars Otto Næss har bidratt med et første utkast til disponering av rapporten og faglige innspill underveis i rapportskrivningen. Grete K. Hovelsrud har vært involvert fra sidelinjen og i redigeringsarbeidet.

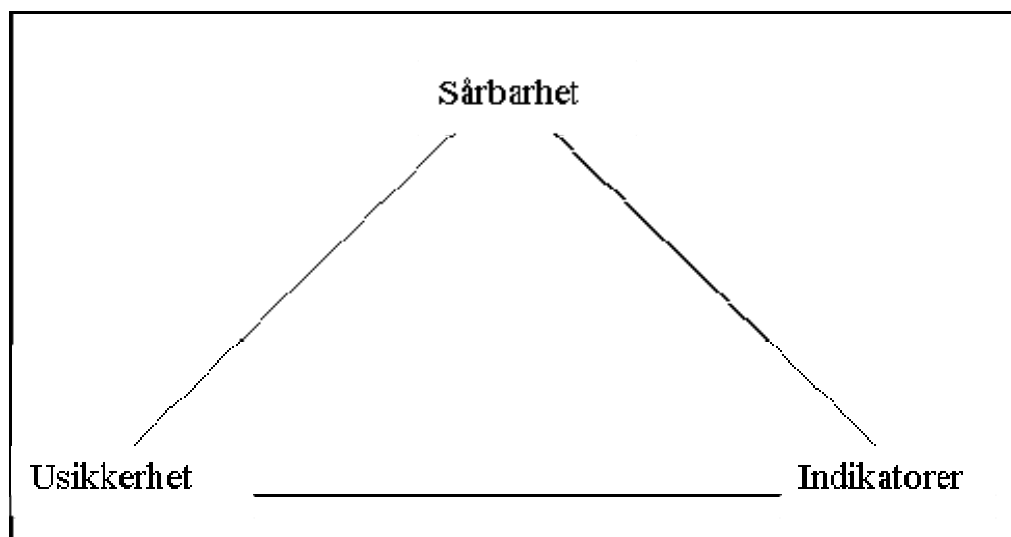
Elementer i en teori om lokale klimasårbarhetsanalyser og lokal klimatilpasning

Innledning

I Norge er de to viktigste arbeidene med å utvikle lokale indikatorer for klimasårbarhet O'Brien m.fl. (2003) og Aall og Norland (2005). Disse arbeidene er oppsummert og diskutert noe videre i Næss m.fl. (2006). Videre er modellen utviklet av Aall og Norland (2005). O'Brien m.fl. (2003) utarbeidet norgeskart ut fra indikatorer for biofysisk og sosial sårbarhet (to kart), sistnevnte med fokus på tilpasningskapasitet. Aall og Norland (2003) bygde videre på indikatorarbeidet av bl.a. Høyen og Aall (1997) og O'Brien m.fl. (2003). De la spesielt vekt på behovet for lokal forankring av indikatorer; særlig som utgangspunkt for lokal handling. Sentralt i arbeidet til Aall og Norland (2003) var å etablere et skille mellom tre typer lokal klimasårbarhet:

- *Naturlig* sårbarhet: Hvordan de naturgitte rammene for samfunnet kan bli påvirket av klimaendringer, som for eksempel sannsynligheten for havnivåøkning, skred, flom, endringer i det biologiske mangfoldet o.a.
- *Samfunnsøkonomisk* sårbarhet: Hvordan endringer i samfunnet kan gjøre samfunnet mer (eller mindre) sårbar overfor klimaendringer, som for eksempel bosettingsmønster, lokalisering av bygninger og infrastruktur o.a.
- *Institusjonell* sårbarhet: Hvordan samfunnets kapasitet til å tilpasse seg endrer seg, som for eksempel om kommunene har tilgang til planleggings- og miljøkompetanse og hvor store ressurser kommunene har til å gjennomføre forebyggende tiltak.

Utfordringer som gjenstår er bl.a. identifisering av indikatorer som kan brukes i ulike deler av landet, og som kan benyttes både for å identifisere sårbare områder og som en innfallspport for lokale beslutningsprosesser. Aall og Norland (2003) diskuterer i detalj en slik prosess, og dette er forsøkt gjort på regionalt (landsdels-) nivå gjennom en analyse av klimasårbarheten i Nord-Norge og et forsøk på å rangere Nord-norske kommuner (Groven m.fl., 2006). Med dette bakteppet vil vi forsøke å beskrive elementer av en teoribakgrunn for en videre utvikling av en indikatorbasert metode for å analysere den lokale klimasårbarheten. Vi vil diskutere innholdet i og forholdet mellom tre metodiske elementer: sårbarhet, usikkerhet og bruk av indikatorer (jf figuren under).



Figur 1 Elementer i en teori om lokale klimasårbarhetsanalyser

Sårbarhet

Risikoteori

Med fokus på sårbarhet og sårbarhetsanalyse vil de teoretiske arbeidene til den amerikanske organisasjonssosiologen *Charles Perrow* ha en sentral plass. Han har analysert risiko og ulykker både i ulike typer organisasjoner og tekniske systemer. Det gjør han ved å ta utgangspunkt i de to dimensjonene *lineære-komplekse interaksjoner* (linear-complex interactions) og *løse-stramme koplinger* (loose-tight couplings) (Perrow,

1984; 1999; Høyer et al, 2000). Det kan understrekes at han utvikler en generisk teori som gjøres gjeldende både for teknisk, samfunnsmessig, organisatorisk og institusjonell sårbarhet.

Lineære interaksjoner knyttes til forventete og kjente produksjons- og vedlikeholds-sekvenser, og den typen sekvenser som er synlige uten å være planlagte. De *komplekse* er ukjente sekvenser, eller uplanlagte og uventete sekvenser, som enten ikke er synlige eller umiddelbart fattbare.

Løse og stramme koplinger er opprinnelig begreper fra ingeniørfaget. Koplingene er stramme når det er liten buffer eller slakk mellom systemkomponentene; det som skjer med én påvirker direkte det som skjer i den andre. Løst koplete systemer derimot kan inkorporere sjokk, feil og forandringstrykk uten at det skjer en destabilisering. Perrow (1984; 1999) sin hovedtese er at det alltid vil oppstå feil siden ingenting kan være perfekt, om det så gjelder konstruksjon, utstyr, driftsproedyrer, driftspersonell, materialer, forsyninger, eller sikkerhetsutstyr og -kontroll, og ikke minst samfunns- og miljøomgivelser. Hvis det er komplekse interaksjoner, vil feilene ofte være uventete og uforståelige. Hvis systemet også er stramt kople, vil feilene ikke begrense seg bare til enkelte deler eller enheter, men slå ut hele systemer. Komplekse interaksjoner bidrar til å forvirre personell, og stramme koplinger gjør at feilen sprer seg raskere enn opprettelser kan bli gjort. Vi vil se litt nærmere på Perrow sin teori (vesentlig basert på Høyer et al, 2000).

Komplekse og lineære interaksjoner

Komplekse og lineære interaksjoner er den første begrepsdimensjonen. I *Tabell 2* summeres de kjennetegnene Perrow knytter til komplekse og lineære systemer, dvs systemer som er preget av de to typene interaksjoner.

Tabell 2 Komplekse versus lineære systemer (Perrow, 1984:88)

Komplekse systemer	Lineære systemer
Liten avstand mellom utstyr	Utstyr spredd utover
Nærhet mellom produksjonssteg	Adskilte produksjonssteg
Mange "common-mode" forbindelser av komponenter	Få "common-mode" forbindelser
Begrenset isolering av komponenter som feiler	Enkel isolering av komponenter som feiler
Spesialisering av personell begrenser oppmerksomhet om avhengigheter	Mindre spesialisering av personell
Begrenset substitusjon av forsyninger og materiell	Omfattende substitusjon av forsyninger og materiell
Ukjente og uventete tilbakekoplingsløyper	Få ukjente/uventete tilbakekopplingsløyper
Mange kontrollparametre med potensielle interaksjoner	Få, direkte og adskilte kontrollparametre
Indirekte eller antakelsesbaserte	Direkte, "on-line" informasjonskilder

Vi skal i det videre utdype noen av begrepskjennetegnene. Når systemer vokser i størrelse og i antallet og mangfoldet av funksjoner de betjener, og de dessuten bygges ut for å fungere i mer uforutsigbare samfunns- og miljøomgivelser og øker sine forbindelser til andre systemer, vil de utsettes for mer og mer av uforståelige og uventete interaksjoner. I lineære systemer utføres "produksjonen" gjennom en serie av steg utlagt i en linje, - det spiller ingen rolle om det er hundre eller hundre tusen deler i "produksjons"-linjen. Oppstår det en feil, er det normalt lett å finne den, og vi vet hva dens effekter vil være på de nærliggende stegene. Lineære systemer preges altså av serie-"produksjon", en serie av sammenhengende, men delvis uavhengige "produksjons"-steg. Komplekse systemer derimot preges av det den amerikanske organisasjonsteoretikeren *James Thompson* (1967) kaller "oppsamlet avhengighet" ("*pooled interdependence*"), hvor alle komponenter – inkludert personell – må koordinere sine input hvis systemet skal fungere i det hele tatt. Hvis en komponent må fjernes eller stenges, innebærer det at man midlertidig ødelegger en lang rekke forbindelser fordi komponentene er forbundet med hverandre på et mangfold av måter. Komplekse systemer er preget av at delene, enhetene, eller subsystemene tjener multiple funksjoner. De er da i større grad utsatt for det vi i ingeniørfaget kaller "common-mode"-feil (felles-feil), dvs. den typen feil som oppstår når en komponent som tjener flere funksjoner feiler (flere funksjoner slås ut av en feil). Det er en feiltipe som det ikke minst har vært mye oppmerksomhet om i debatten omkring sikkerhet og risiko i atomkraftverk.

Nærhet og *indirekte* informasjonskilder er to andre indikasjoner på komplekse systemer. Uventete interaksjoner kan oppstå mellom tilsynelatende uavhengige, ikke-relaterte komponenter rett og slett fordi de er i nærheten av hverandre. Det kan da oppstå nye forgrenende forbindelser og tilbakekopplingsløyper på grunn av de uforutsigbare forplantningene som kan skje i systemene. I tillegg til at det er mange interaksjoner å kontrollere, er

informasjonen om komponentenes tilstand mye mer indirekte eller antakelsesbaserte i komplekse systemer. Mye mer er ganske enkelt usynlig for kontrollørene. Ofte er ikke en gang "toppen av isfjellet" synlig, hvilket stiller strenge krav til nøyaktig kommunikasjon, korrekte avleserinstrumenter, umiddelbart åpenbare bryterposisjoner og direkte og "on-line" avlesninger. Ved direkte informasjon, blant annet i enkel konversasjon mellom mennesker, vet vi at misforståelser er hyppige og omfattende. Ulykkeseferinger har vist at vesentlige misforståelser ikke akkurat oppstår i noe mindre grad når informasjonen er indirekte.

I komplekse systemer er det mindre sannsynlig at personell, pga deres spesialiserte roller og kunnskap, vil forutse, oppdage eller diagnostisere avhengighetene som gjør at en komponentfeil brer seg og blir til en alvorlig hendelse. Perrow ser høyt *spesialisert* personell som et kjennetegn ved komplekse systemer. Deres spesialisering og avgrensede kunnskap og ansvar gjør at de i seg selv bidrar til å utvide området for mulige interaksjoner. *Generalist*personell derimot – som Perrow i større grad knytter til lineære systemer – vil med større sannsynlighet oppdage uventete interaksjoner og dessuten være bedre i stand til å håndtere dem. Det som gjelder for personell gjelder også for materialer og forsyninger. Hvis disse er bredt substituerbare, er det større rom for opprettende inngrep, og derved både for å forhindre feil og å begrense deres utvikling til alvorlige hendelser og ulykker. Komplekse systemer har generelt mer nøyaktige krav til materialer og forsyninger; de har mindre buffere og slakk i systemene. Substitusjoner er derfor mer sannsynlige i lineære systemer.

Nå er det ikke uten grunn at vi utvikler komplekse systemer. Det bringer inn relasjonen til *effektivitet*. *Komplekse* systemer er generelt *mer effektive* enn lineære. Det er mindre slakk, mindre underutnyttet plass, mindre toleranse for utførelse med lavere kvalitet, og flere komponenter med multifunksjoner. Et sentralt poeng i vår sammenheng er likevel at dette bare gjelder når vi snevrer inn betydningen av effektivitet til avgrenset "drifts"-effektivitet. Ifølge Perrow –holder ikke vurderingen av komplekse systemer som mer effektive når vi inkluderer feil som utvikler seg til *alvorlige hendelser og ulykker*. Det er vår tese at dette heller ikke gjelder når vi inkluderer feil som utvikler seg til *flaskehals*. Et eksempel kan vi hente fra transport. I transportsammenheng vil det selvfølgelig være meningsløst å bruke et begrep om effektivitet som ikke trekker inn systemenes generering av flaskehals. Et annet spørsmål er hvorvidt og i hvilken utstrekning ulike transportsystemer egentlig kan betegnes som komplekse. Det skal vi komme tilbake til. Men for å komme videre i analysen trenger vi først en forståelse av begrepsdimensjonen stramme-løse koblinger.

Stramme og løse koblinger

Som allerede omtalt er dette begrepsparet (stramme og løse koblinger) opprinnelig hentet fra ingeniørfaget. *Stram* kobling betyr at det ikke er noen slakk eller buffer mellom to gjenstander. Det som skjer i en gjenstand påvirker direkte det som skjer i den andre. Midt på 70-tallet begynte amerikanske sosiologer og sosialpsykologer å bruke begrepene i tilknytning til en spesiell type problem; noen organisasjoner for offentlig tjenesteyting, spesielt skoler, syntes å være karakterisert av en uvanlig stor forskjell mellom offisielle programmer og faktisk atferd. Forklaringen på skolens manglende evne til å oppnå definerte mål var at, mens programmene og målene var reelle nok, var de bare *løst koplet* til den lange rekken av andre saker som skolen også måtte være opptatt av. Skolens eller systemets løst koplede natur gjorde det mulig å svare på krav utenfra på en løs måte. Den løse koblingen tillater at visse deler av systemet kan uttrykke seg selv i henhold til egen logikk og egne interesser. Det begrenses ved stram kobling.

Organisasjonsteoriens bruk av begrepene kan overføres til analysen av systemers respons på feil. Løst koplede systemer, om det nå er for godt eller dårlig, kan inkorporere feil og forandringstrykk uten at de destabiliseres. Stramt koplede systemer vil respondere mye raskere på slike forstyrrelser, men responsen kan være ødeleggende for systemets stabilitet.

I *tabell 2* summeres kjennetegnene Perrow knytter til de to hovedformene for koblinger. Det framgår at det er en viss overlapp i forhold til begrepsdimensjonen komplekse-lineære interaksjoner, men han framholder at den ikke er større enn at det er meningsfullt å operere med dem som to ulike dimensjoner.

Stramt koplede systemer har flere sterkt *tidsavhengige* prosesser; de kan ikke vente eller stå stille inntil de blir gjenstand for oppmerksomhet. Ved løs kobling er forsinkelser mulig; prosesser kan holdes i standby-tilstand uten at det går noe særlig ut over den endelige "produksjonen". *Sekvensene* i stramt koplede systemer er dessuten mer uforanderlige; B må følge A, fordi det er den eneste måten å gjennomføre "produksjonen" på. Ikke bare er de spesifikke sekvensene uforanderlige, men deres sammensetning i det samlede systemet – dvs den overordnede systemkonstruksjonen - godtar også bare én framgangsmåte for å nå målet. Løst koplede systemer kan sies å besitte "ekvifinalitet" – mange måter å nå fram på – mens de preges av "unifinalitet" når de er stramt koplet. De stramt koplede systemene har generelt liten *slakk*; mengder må være presise, ressurser kan ikke substitueres,

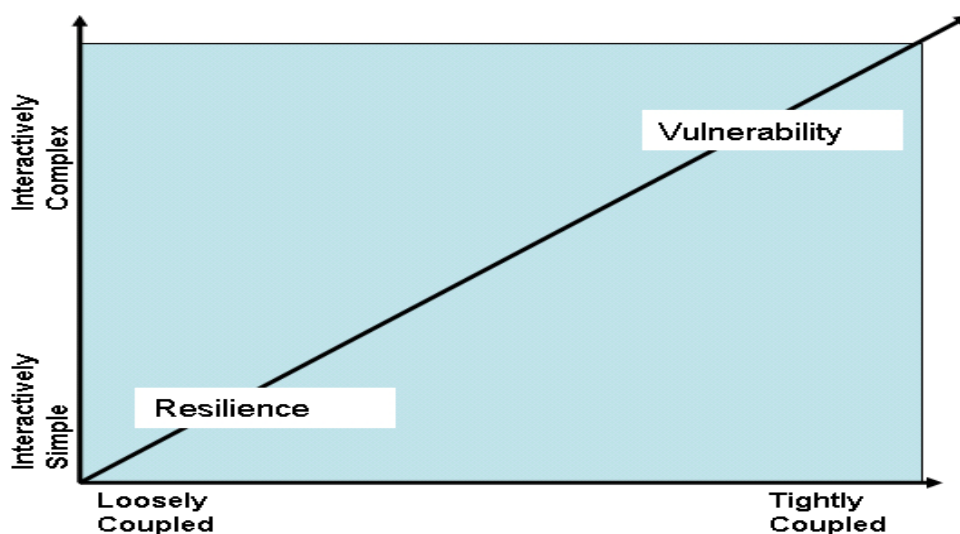
komponenter som svikter innebærer stans fordi en midlertidig substitusjon med andre komponenter ikke er mulig. I løst koplete systemer kan det sløses noe med forsyninger og utstyr så vel som arbeidskraft uten at det koster systemet for mye. Ting kan gjøres om igjen hvis det ikke er riktig den første gangen, og man kan foreløpig komme seg rundt problemene med en viss reduksjon av "produksjonens" kvalitet.

Tabell 3 Stramme versus løse koplinger (Perrow, 1984:96)

Stram kopling	Løs kopling
Forsinkelser i prosesser ikke mulig	Forsinkelser i prosesser mulig
Uforanderlige sekvenser	Sekvensers rekkefølge kan forandres
Bare en framgangsmåte for måloppnåelse	Alternative framgangsmåter tilgjengelige
Liten slakk mulig i forsyninger, utstyr og personell	Slakk i ressurser mulig
Buffere og ekstra ressurser er konstruert inn og vel overveide tilgjengelig	Buffere og ekstra ressurser er tilfeldig
Substitusjoner av forsyninger, utstyr og personell begrenset og konstruert inn	Substitusjoner tilfeldig tilgjengelig

Formen for kopling har spesielt stor betydning for systemenes evne til å ta seg inn igjen etter at en komponentfeil er inntruffet. Siden feil oppstår i alle systemer, er måtene man tar seg inn på kritiske. Generelt bør man være i stand til å forhindre at en enkelt komponentfeil sprer seg til hele eller større deler av systemet. I stramt koplete systemer er midlene for å ta seg inn gjennomgående forhåndsbestemte; de er hjelpemidler som på forhånd er konstruert inn i selve systemet, for eksempel i form av særlige sikkerhetsanordninger. I løst koplete systemer er ofte bruken av tilfeldige hjelpemidler mulig. Det er større mulighet for å benytte seg av det umiddelbare, det som er tilgjengelig i øyeblikket av ekstra ressurser. Når koplingen er stram, må bufferne, reservene og substitusjonene tenkes gjennom på forhånd og bygges inn i systemkonstruksjonen.

Som for det komplekse er det ikke uten grunn at vi har systemer med stramme koplinger. Avvik vil noteres enkelt og rapporteres raskt. Responsen på avvik vil kunne være umiddelbar og standardisert. I en avgrenset forstand gir det – litt på tilsvarende måte som for komplekse systemer - ofte høy "drifts"-effektivitet. Men responsen kan altså være fatal for systemets stabilitet, og det meste kan allerede ha gått galt før responsen får virkning. For å øke effektiviteten settes det stramme krav, men fallhøyden er også stor. Vi har tidligere presentert Perrow sin hovedtese som understreker at de systemene som både preges av komplekse interaksjoner og stramme koplinger er de mest sårbare. Kompleksiteten gir uventete og uforståelige feil, og bidrar til å forvirre personell. Stramme koplinger gjør at feilene sprer seg raskt til hele eller større deler av systemene. Dette er illustrert i figuren under som et forhold mellom sårbarhet ("vulnerability") i den ene enden av aksene og motstandsevne eller tøyelighet ("resilience") i den andre. Systemer som er løst koplete og lineære vil normalt ha større motstandsevne og være mindre sårbare enn stramt koblede og komplekse systemer.



Figur 2 Forholdet mellom sårbarhet og motstandsevne (tøyelighet) knyttet til systemers koplinger og kompleksitet (Skogseid, 2007)

Sårbarhet og motstandsevne for naturkatastrofer

Med grunnlag i teorien illustrert i figuren over har Perrow nylig publisert en bok der han analyserer samfunnsmessig sårbarhet både for naturkatastrofer og industrielle og terroristrelaterte katastrofer (Perrow, 2007). Boka har to hovedtemaer. For det første den unngåelige svikten til organisasjoner, offentlige som private, når de skal søke å beskytte oss fra slike katastrofer. For det andre den økende konsentrasjonen av *katastrofenes treffpunkter* – "the targets" - som gjør at katastrofene får stadig større konsekvenser når de først slår til. Hans "case" er hentet fra USA, men rommer en rekke prinsipielle faktorer som også har overføringsverdi til norske forhold.

Den typen katastrofer det her er snakk om utfordrer våre samfunnsstrukturer i mye sterkere grad enn andre større hendelser. Ikke minst ved at de så sterkt avdekker svikten i organisasjoner, reguleringer, og i politiske systemer. Et problem ifølge Perrow er at vi ser på katastrofene som eksepsjonelle hendelser, og at vi etter at de er inntruffet bare lagrer opp enda mer beredskap og forsøker å forbedre vår evne til mottiltak, mens vi lar treffpunktene forbli som før. Men katastrofene er ikke eksepsjonelle. De er tvert imot en normal del av vår tilværelse. Reduksjon av deres konsekvenser krever først og fremst en granskning av vår samfunnsstruktur og kultur for å finne ut hvordan de bidrar til å øke sårbarheten (Perrow, 2007, s.3). I vår sårbarhetsmodell har vi betegnet dette som fokus også på den *samfunnsøkonomiske* klimasårbarhet; altså hvordan samfunnet endrer seg, i prinsippet uavhengig av klimaendringer, og da gjør seg mer eller mindre sårbar for klimaendringer. Dette i motsetning til den *naturlige* klimasårbarheten, som er hvordan klimaet endrer seg og direkte påvirker de naturgitte rammebetingelser for samfunnets funksjon (for eksempel i form av økt frekvens av ras og flom eller endringer i det biologiske mangfoldet). En tredje sårbarhetskategori vi opererer med er *institusjonell* klimasårbarhet som gjelder samfunnets institusjonelle kapasitet

Perrow trekker fram tre hovedkilder til økende sårbarhet, knyttet til den økende konsentrasjonen av katastrofenes treffpunkter (2007, s.7):

- *Konsentrasjoner av energi*; store anlegg for energiproduksjon (for eksempel atomkraftverk), store lagre av eksplosive og giftige stoffer knyttet til industriproduksjon, og store lagre av sterkt brennbare stoffer.
- *Konsentrasjoner av befolkninger*; store byer og urbane områder i særlig utsatte områder (for eksempel ved lavtliggende områder nær havet).
- *Konsentrasjoner av økonomisk og politisk makt*, for eksempel et økende antall store multinasjonale selskaper.

De tre kildene er knyttet sammen. Konsentrasjoner av økonomisk og politisk makt tillater konsentrasjoner av energi, generelt ved hjelp av deregulering, og de tenderer til å finnes der det er store befolkningskonsentrasjoner (Perrow, 2007, s.7). Desentralisering vil i alle tre sammenhenger virke til å redusere treffpunktene katastrofepotensial og sårbarhet. Disse generelle punktene kan også overføres til spørsmålet om klimasårbarhet. Økt sentralisering vil føre til økt utbyggingspress i de store byene, som igjen kan føre til at "restarealer" langs store vassdrag og sjøkanten bygges ut enda sterkere – noe som igjen kan øke sårbarheten for klimaendringer.

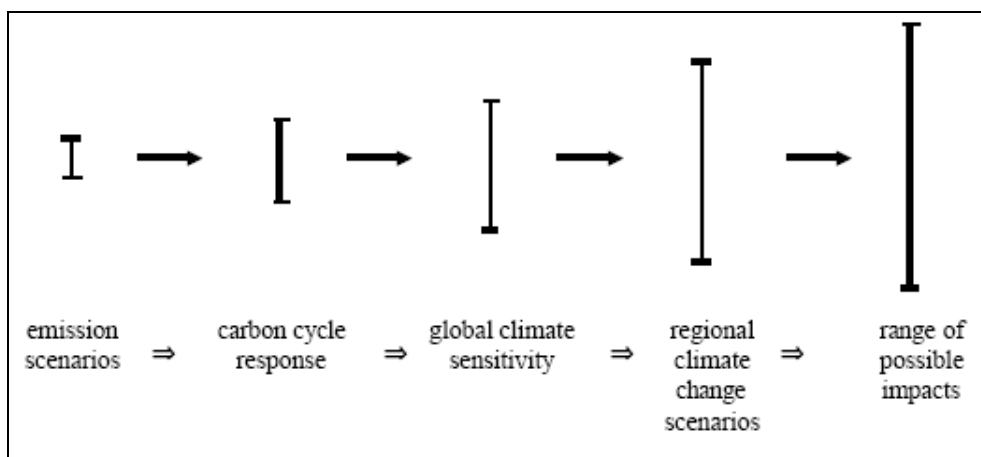
Det er her flere forankringspunkter til den overordnede sårbarhetsteorien basert på begrepsparene *lineære-komplekse interaksjoner* og *løse-stramme koplinger*. De tre formene for konsentrasjon fremmer komplekse interaksjoner og stramme koplinger, og derved høy sårbarhet i tillegg til den rene konsentrasjonen av treffpunktene katastrofepotensial. Organisasjoner og systemer utviklet for å ivareta beredskap og mottiltak innenfor den samme konteksten av konsentrasjon, vil tilsvarende ha de samme egenskapene som gjør dem sårbare. Altså: større sårbarhet og potensial for katastrofer samtidig som det er større fare for å feile i den organisatoriske innsatsen for å motvirke, begrense og redusere katastrofenes omfang. Om vi bruker våre kategorier for klimasårbarhet vil altså den samfunnsøkonomiske og institusjonelle klimasårbarheten øke i slike systemer.

Usikkerhet

Usikkerhet og klimatilpasning

Innen arbeidet i FN's klimapanel har man tatt i bruk begrepet "the uncertainty explosion" (jf figuren under). Det *første* poenget med figuren over er at usikkerheten øker når man går "til høyre" i figuren; altså når man beveger seg fra årsak til virkning. Så kan vi tenke oss å legge til et nytt "responsledd" i en tenkt påvirkning-tilstand kjede, og dette siste leddet kan sannsynligvis føres opp med en enda større usikkerhet. Det er imidlertid ikke helt presis å bruke betegnelsen "større"; det gir i tilfelle inntrykk av at det bare er én usikkerhetsdimensjon og at usikkerheten

bare varierer i størrelse langs denne ene dimensjonen. Det *andre* poenget man kan dra ut av figuren over er at det også er ulike *typer* usikkerhet. Usikkerheten omkring "emission scenarios" er ikke bare "mindre" enn usikkerheten omkring "range of possible impacts"; den er antakelig også forskjellig – altså den dreier seg om andre spørsmål. Dette forholdet blir enda klarere om vi tar med "responsleddet" i figuren over. Når man skal vurdere usikkerhet omkring tilpasningstiltak kan det gjelde såpass ulike ting som på den ene siden hvor stor effekt (i betydning det å redusere klimasårbarheten) kan ulike tiltak ha; og på den andre siden hvilke tiltak er det størst sannsynlig vil kunne bli iverksatt? Det første spørsmålet kan (men behøver ikke være avgrenset slik) dreie seg om teknologisk spørsmål, mens det andre spørsmålet kan dreie seg om styringsmessige eller adferdsmessige problemstillinger.



Figur 3 Omfang av usikkerhet i konsekvensvurderinger (Jones, 2000; Schneider, 1983)

En viktig utfordring som i svært liten grad er systematisk behandlet i klimadebatten er å dele inn i ulike typer usikkerhet. Det som er – i alle fall etter hvert – behandlet systematisk er spørsmålet om grad av usikkerhet, men da altså redusert til én usikkerhetsdimensjon. Denne avgrensede tilnærmingen omtaler Moss på følgende måte (2007:5)

to assess the state of our understanding and to judge the confidence with which we can make projections of climate change, its impacts and costs and efficacy of mitigation options.

Videre kritiserer Moss klimapanelets behandling av usikkerhet på følgende måte (op. Cit):

In the first and second IPCC assessments, little attention was given to systematizing the process of reaching collective judgements about uncertainties and levels of confidence, or standardizing the terms used to convey uncertainties and levels of confidence to decision-maker audience

Denne typen kritikk er imøtegått ved at klimapanelet i senere arbeider (enn den første og andre rapporten) har utarbeidet mer detaljerte rutiner og metoder for hvordan usikkerhet skal behandles (jf tabellen under). Det vi ser av tabellen under er likevel at spørsmålet om *type* usikkerhet ikke er behandlet systematisk; den systematikken som antydes over gjelder mer spørsmålet om ulike grader av usikkerhet fra "høy" (unpredictability) til "lav" (value uncertainty); hvordan skille mellom disse ulike nivåene, hvordan beskrive graden av usikkerhet mer presist og hva som eventuelt kan gjøres for å redusere usikkerheten.

Flere forfattere påpeker det de beskriver som et skjevt fokus på usikkerhet i klimadebatten (Jones, 2000; Dessai et al, 2007) med mest fokus på usikkerhet i klimamodellene ("knowledge uncertainties") og den naturlige sårbarheten ("ecological uncertainties") og minst fokus på usikkerhet i relasjonen mellom klima og samfunn ("livelihood uncertainties", eller de vi har betegnet som samfunnsøkonomisk og institusjonell klimasårbarhet). De samme forfatterne peker på et behov for nyorientering av usikkerhetsanalyser i klimasammenheng, med en langt større grad av det Moss (2007) betegner som beslutningsrettede usikkerhetsanalyser. Dessai mfl (2007) konkretiserer dette behovet på følgende måte:

Call for a more sophisticated understanding of the relationship between institutions and uncertainty...Improving characterization of uncertainty in policy settings requires acknowledgement of the difference between discovery-driven basic research and 'science for decision-making'

Tabell 4 Guide til såkalte "lead authors" i FN's klimapanel om hvordan de skal omtale og behandle spørsmålet om usikkerhet⁵

Type	Indicative examples of sources	Typical approaches or considerations
Unpredictability	Projections of human behaviour not easily amenable to prediction (e.g. evolution of political systems). Chaotic components of complex systems.	Use of scenarios spanning a plausible range, clearly stating assumptions, limits considered, and subjective judgments. Ranges from ensembles of model runs.
Structural uncertainty	Inadequate models, incomplete or competing conceptual frameworks, lack of agreement on model structure, ambiguous system boundaries or definitions, significant processes or relationships wrongly specified or not considered.	Specify assumptions and system definitions clearly, compare models with observations for a range of conditions, assess maturity of the underlying science and degree to which understanding is based on fundamental concepts tested in other areas.
Value uncertainty	Missing, inaccurate or non-representative data, inappropriate spatial or temporal resolution, poorly known or changing model parameters.	Analysis of statistical properties of sets of values (observations, model ensemble results, etc); bootstrap and hierarchical statistical tests; comparison of models with observations.

Usikkerhet er en grunnleggende drivkraft for all forskning. "Folk flest" assosierer imidlertid ofte attributtene sikkerhet og presisjon med forskning. Det gjør også mange beslutningstakere og media generelt. Helst ser man at forskning ender opp i konkrete tall som mange mener gir et godt grep på virkeligheten vi ønsker å forstå, det være seg fenomener i naturen slik som klimaendringer, eller et sosialt fenomen slik som forbrukeratferd eller andre fenomener som er gjort til gjenstand for vitenskapelige undersøkelser.

I offentlige uttalelser gir forskere selv ofte støtte til et slikt syn, og det med god grunn: dersom forskning virkelig gir oss sikkerhet og presisjon da er det god grunn til å bruke offentlige midler på forskning som så kan understøtte våre beslutninger i politikk og næringsliv. Sikkerhet og presisjon i kunnskap har prognostisk verdi og letter kontroll over forhold vi ønsker å styre. Og det er utvilsomt at forskning i en rekke praktiske sammenheng oppnår forbausende sikkerhet og presisjon. Uten en viss form for sikker kunnskap ville vi neppe våge å vaksinere oss eller å bygge store broer.

Det er imidlertid et tankekors at dette bildet av sikkerhet og presisjon ofte blir betydelig modifisert når man snakker med forskere eller lytter til forskernes interne debatter, ikke minst i klimasammenheng. Den utøvende forskeren er som regel meget klar over at den kunnskap de frembringer og de teknologier som resulterer derfra gir rom for tolkning og skjønn, og at dette i seg selv betyr at det oppstår visse usikkerheter. Forskere er ofte meget klar på at en forskningsprosess ikke har en streng indre logikk, men at det må foretas veivalg og kreative justeringer i metode, datafortolkninger og teoretisk rammeverk. Presisjonen som fremkommer når en modell har blitt brukt er således kun en relativ presisjon, relativ til mer vitenskapsinterne kriterier. Den er sjelden i samsvar med det eksterne brukere kan forvente av slik kunnskap. Dette kan ofte være gjenstand for betydelige konflikter, for eksempel i sammenheng med å gi prognoser for "sikre" og bærekraftige fangstkvoter i fiskerier – noe som illustreres av den omfattende debatten omkring norsk fangst av Vågehval⁶.

Kategorisering av usikkerhet

I klimasammenheng er det særlig viktig å legge til grunn at usikkerhet er et vesentlig element i all vitenskapelig kunnskap. En teori omkring usikkerhet i forskning og i samspillet mellom forskning og samfunnsutvikling kan ta utgangspunkt i følgende antakelser (Høyer mfl 2005):

- at usikkerhet forekommer i vesentlig grad både i anvendt forskning og i grunnforskning
- selv om vi oppnår kunnskapsfremskritt behøver ikke det å medføre en reduksjon av usikkerhet; men kan tvert om medføre en økning av i alle fall visse former for usikkerhet
- at vitenskapelig usikkerhet best kan beskrives som et multidimensionalt begrep der flere faktorer bidrar til at vitenskapelig usikkerhet oppstår

⁵ http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4_UncertaintyGuidanceNote.pdf

⁶ Se feks en populærvitenskapelig oppsummering av denne debatten i tidsskriftet Folkevett: <http://www.folkevett.no/tema/biomangfold-og-naturvern/spekk.-loegn-&-hvalfangst/>

- at de etiske problemer knyttet til en del aktuell forskning i stor grad er knyttet til hvordan vi håndterer nettopp vitenskapelig usikkerhet; det vi vet er ofte av mindre betydning for vårt moralske ansvar enn det vi ikke vet som for eksempel påpekt i debatten omkring miljøkonsekvenser av genmodifiserte organismer
- at anvendelse av føre-var-prinsippet medfører et konkret behov til å detaljbeskrive de vesentlige vitenskapelige usikkerheter som karakteriserer et konkret forskningsfelt
- at det vil være mulig å beskrive vitenskapelige usikkerheter i en felles overordnet modell

Vi skal her begrense oss til å kommentere nærmere det siste av punktene over; et punkt som henger sammen med og bygger på de foregående punktene. Van Asselts (2000)⁷ og Walker m.fl. (2003)⁸ gir en inngang til modellering av ulike typer usikkerhet som kan være relevant i vår sammenheng. Walker m.fl. og Van Asselt går grundig inn på usikkerhetsbegrepet og har som formål å skille mellom ulike former for usikkerhet. Dette for at både forskere og politiske beslutningstakere skal kunne forstå, forholde seg til og håndtere ulike former for usikkerhet. Modellene tar nærmere bestemt sikte på å tilby et fullstendig tverrfaglig teoretisk rammeverk for systematisk analyse av usikkerhet innenfor såkalt beslutningsstøtte. Beslutningsstøtte vil si at en ekspert tilfører de politiske beslutningstakerne kunnskap på et område som skal underlegges regulering, men som forutsetter en form for ekspertkunnskap. Det sentrale formålet ligger her i å skille mellom ulike former for usikkerhet. Dette med tanke på at både forskere og politiske beslutningstakere skal kunne forstå, forholde seg til og håndtere forskjellige varianter av usikkerhet. Usikkerhetstypologiene til Van Asselt og Walker m.fl. skiller mellom ulike former for usikkerhet, og opererer med noe forskjellige kategoriseringer av usikkerhet. Vi vil her gi en kort innføring av begrepene i deres teorier og modeller.

Van Asselt påpeker at usikkerhet ikke bør forstås bare som mangel på kunnskap og opererer derfor med to hovedkategorier av usikkerhet; *kilden* til usikkerhet og *type* usikkerhet (2000:85-86). I artikkelen "Defining uncertainty . A conceptual basis for uncertainty management in modelbased decision support" opererer også Walker m.fl. (2003:12-14) med en fruktbar kategorisering. Her deles usikkerhet inn i et tredimensjonalt spekter: 1) Location, 2) Level og 3) Nature of uncertainty (se figuren under).

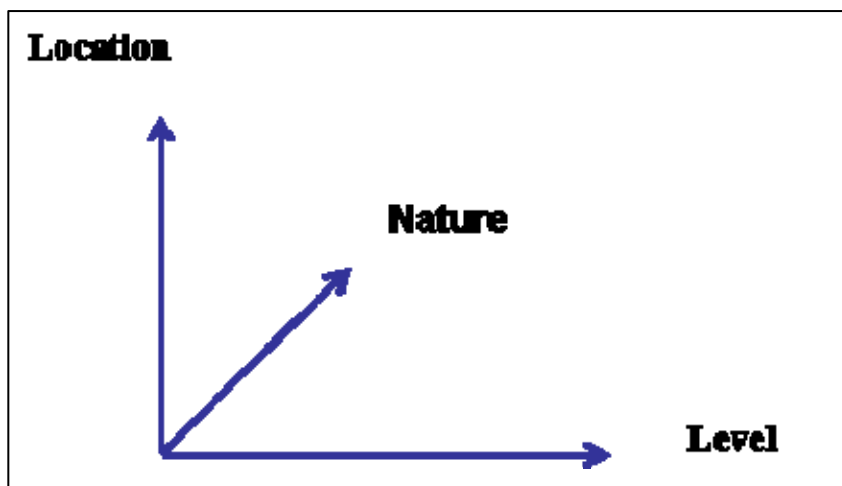
Location er igjen delt inn i følgende fem emner: (i) Kontekst, (ii) Modell struktur, (iii) Input, (iv) Parametere og (v) Modell outcome (resultat).

For "levels of uncertainty" skiller man mellom fire såkalte usikkerhetsnivåer: (i) *Statistisk usikkerhet* som er enhver form for usikkerhet som kan beskrives på en adekvat statistisk måte. (ii) *Scenariouisikkerhet* innebærer et scenario er en plausibel beskrivelse av hvordan et fenomen og/eller dets "driving forces" kan utvikle seg i fremtiden. Som regel gir et scenario flere mulige konsekvenser eller utfall. Scenariouisikkerhet kan derfor forstås som usikkerhet grunnet i at man har relativt lite kunnskap om hvilke mekanismer som fører til et bestemt utfall. Scenariouisikkerhet regnes som mindre sikkert enn statistisk usikkerhet fordi bruk av scenarioer forutsetter at man gjør antagelser som ikke nødvendigvis er etterprøvbare. (iii) *Uvitenhet ("recognised ignorance")* er grunnleggende usikkerhet om mekanismer og sammenhenger vedrørende det fenomenet som studeres. Ved begrenset uvitenhet kjenner man ikke statistiske sannsynligheter, og det vitenskapelige grunnlaget for å utvikle scenarioer er svakt. Man har kanskje begrenset kunnskap om noen krefter eller sammenhenger av en eller annen karakter, men mangler parametere. Begrenset usikkerhet kan løses ved å drive videre forskning på området (reduserbar uvitenhet), men det er ikke nødvendigvis slik forskning medfører mindre usikkerhet omkring det fenomenet som studeres. I så fall snakker vi om ureduserbar uvitenhet. (iv) *Ubestemthet ("total ignorance")* er den største graden av usikkerhet, og innebærer at man ikke har kunnskap om hva man ikke har kunnskap om. Med andre ord er det ingen måte å vite hva vår uvitenhet egentlig innebærer.

Den tredje dimensjonen - "*Nature of uncertainty*" - innebærer at visse fenomen i seg selv er variable uavhengig hvor mye kunnskap man skaffer seg om det (dette svarer til van Asselts kilde til usikkerhet). Derfor vil det alltid være vanskelig og til en viss grad uoppnåelig å beskrive et system helt nøyaktig på grunn av fenomenets egen usikkerhet i seg selv. Her opererer man med to ulike vinklinger: (i) "Epistemic uncertainty" og (ii) "Stochastic uncertainty". Eksempler på slike tilfeller er vær fenomener og andre klimatiske prosesser.

⁷ Van Asselt, Marjolein B.A.(2000): "Perspectives on Uncertainty and Risk. The prima approach to decision support". Kluwer Academic Publishers.

⁸ Walker m.fl. (2003): "Defining uncertainty . A conceptual basis for uncertainty management in modell-based decision support".



Figur 4 The three dimensions of Uncertainty (Walker, m.fl., 2003)

Indikatorer

Elementer til en generisk indikator teori⁹

Vi har som et faglig utgangspunkt i NORADAPT-prosjektet å utvikle en indikatorbasert modell for å kunne gjøre lokale vurderinger av klimasårbarhet. Indikatorene skal belyse de ulike dimensjonene av klimasårbarhet. I det videre vil vi derfor gjennomgå det som kan karakteriseres som en form for indikator teori.

Begrepet *indikator* kommer fra det latinske verbet *indicare*, som betyr å peke ut eller proklamere. De er innretninger som skal trekke til seg oppmerksomhet, som pilen på et måleinstrument eller som et varsellys (Macgillivray og Zadek 1995). 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. Det er likevel tilstrekkelig til å få fram hva det refereres til. Formålet er derved forenkling av mer komplekse fenomener og sammenhenger. Vi knytter følgende definisjon til begrepet *indikator* (Macgillivray og Zadek 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.

Dette 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. Nå kan det være mange ulike typer mottakere. De kan være miljøeksperter og byråkrater nasjonalt. De kan eventuelt være ansatt i FN for å evaluere og sammenlikne landenes rapportering om den nasjonale oppfølgingen av Agenda 21. Men de kan også være på et lokalt nivå, som innbyggere eller politikere i en kommune eller et fylke. 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. Vi kan snakke om kommunikasjonens *primære målgrupper*. Det er et spørsmål vi skal komme tilbake til.

Indikatorer og kommunikasjon

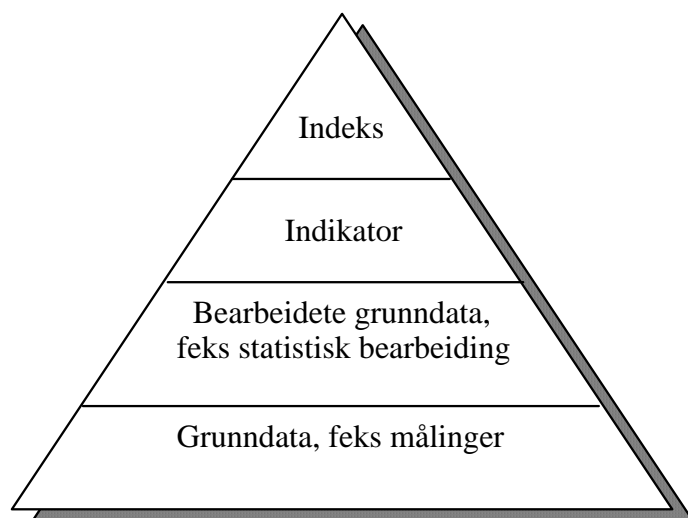
Nå er det heller ikke entydig hva kommunikasjon er. Den kan ha ulike siktemål. Det kan for eksempel bare være et spørsmål om å informere allmennheten om utviklingstrekk og tilstander. Men den kan også inngå i en mer målrettet sammenheng, som for å vekke debatt eller gi informasjon til kritiske avgjørelsesprosesser, eventuelt gi et grunnlag for å styre i en bestemt retning. Igjen vil indikatorenes utforming være knyttet til hva slags *primære formål* kommunikasjonen skal tjene. Ikke bare kommunikasjonen, men selve indikatorene kan dessuten tjene ulike formål. De kan inngå i ulike brukssammenhenger. Indikatorer kan brukes til å gi informasjon om de forhold som påvirker eller gir endringer i en tilstand, for eksempel en miljøtilstand. De kan også brukes til å gi informasjon om hvilke endringer som skjer i denne tilstanden. Eventuelt kan de brukes til å få informasjon om betydningen av

⁹ Det videre er vesentlig basert på Høyer og Aall (2002).

ulike årsaks-virkningsmekanismer. Det er vanskelig å tenke seg at *ett* indikatorsystem kan fylle alle disse formålene like godt. Utviklingen av indikatorer må således skje i relasjon til de bruksformålene de skal tjene (Mitchell 1996). Det understreker at enhver indikatorutvikling på en eller annen måte må skje i relasjon til disse tre dimensjonene:

- kommunikasjonens primære *målgrupper*
- kommunikasjonens primære *formål*
- indikatorenes primære *bruksformål*

Indikatorer er altså forenklete uttrykk for mer komplekse fenomener og sammenhenger. De må kunne kvantifiseres. Det gir en relasjon mellom indikatorer og det vi kan kalle *grunndata*. De må på en eller annen måte bygge på kvantifiserte grunndata. Høyere oppe i hierarkiet kan vi snakke om *indekser*. De bygger på indikatorene igjen, og står i relasjon til disse som indikatorene står i relasjon til grunndata, som vist i figuren under. Normalt skal en indeks både gi et forenklet og kvantifisert uttrykk for en mer kompleks sammensetning av flere indikatorer.



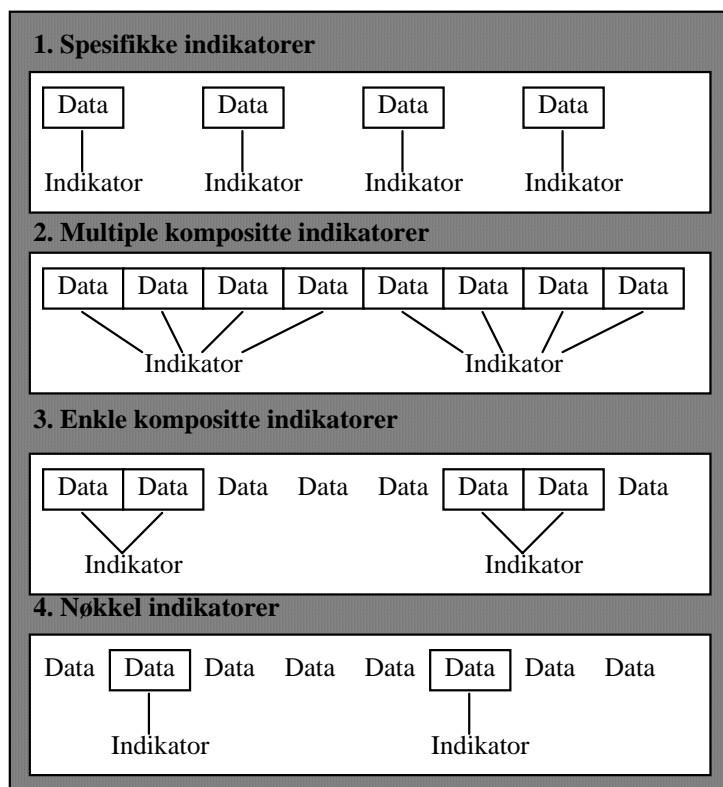
Figur 5 En indikatorpyramide (Macgillivray og Zadek 1995)

En indikator kan utvikles fra grunndata (og: bearbeidete grunndata) på mange ulike måter. Det kan skilles mellom *fire hovedkategorier* av indikatorer, avhengig av hvorledes de utvikles fra grunndata, som illustrert i *Figur 6* under. Det må understrekes at de fire grunntypene er gitt en idealtypisk avgrensning. I praksis vil man sjelden stå overfor så rendyrkede kategorier.

Langs en litt annen dimensjon kan vi også snakke om en femte grunntype: *surrogat* eller *analogi* indikatorer. Det er når dataene mangler, er dårlige eller vanskelig tilgjengelige, men vi likevel ønsker å uttrykke fenomenet med hjelp av indikatorer. Surrogaten vil da bygge på det vi har av gode og praktisk tilgjengelige data innenfor et tilgrensende område og samtidig fange opp mest mulig av det vi skal uttrykke (Mitchell 1996).

I prinsippet kan utviklingen fra indikator til *indeks* uttrykkes på samme måte, dvs: spesifikke, multiple kompositte, enkle kompositte og nøkkel indekser, og surrogat eller analogi for den saks skyld. I praksis knytter vi likevel normalt begrepet indeks til *kompositt aggregering av indikatorer*. Aggregeringen vil også ofte inkludere en relativ vektning av de ulike indikatorene i forhold til hverandre.

Her må det understrekes at indeks ikke er et entydig begrep. Det brukes i to forskjellige betydninger. Den ene er dominerende innenfor økonomiske fagdisipliner. En indeks er her et forholdstall mellom forskjellige verdier for en enhet langs en tidsakse. Den blir gjerne regnet ut i prosent, basert på en utgangsverdi for angjeldende enhet. Et velkjent eksempel er prisindeksen, hvor prisutviklingen i samfunnet eller for et produkt blir beregnet i forhold til et utgangsår. Verdien i utgangsåret settes til 100. Typisk for denne bruken av begrepet er at indeksene er dimensjonsløse. Det har ingen betydning hvorvidt de er singulære (enkle) eller kompositte. I den andre betydningen har nettopp dette spørsmålet avgjørende betydning for selve bruken av begrepet. En indeks er her alltid satt sammen av flere indikatorer. Det er slik vi bruker begrepet her (Adriaanse 1993).



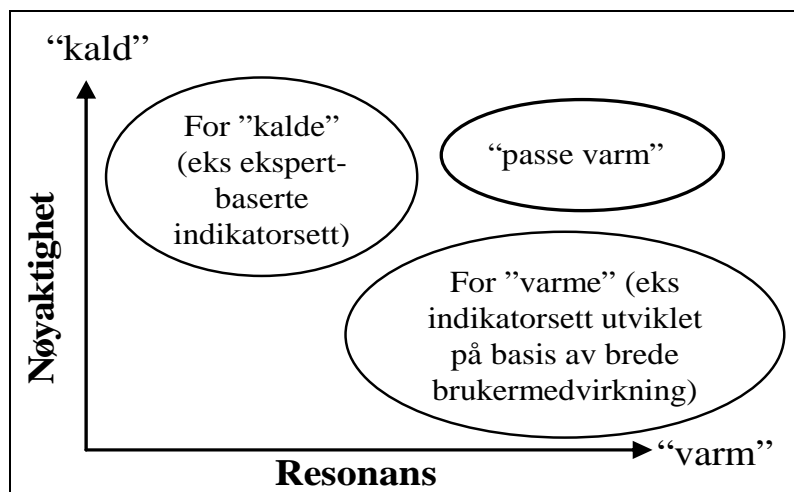
Figur 6 Grunntyper av indikatorer (Mitchell 1996)

Grunnkrav til indikatorer

Kvantifisering er et grunnkrav i den definisjonen vi har gitt indikatorer. De skal altså kunne tallfestes. Det er ingen absolutt enighet om et slikt krav i den internasjonale litteraturen. Noen (Macgillivray og Zadek 1995) mener det er meningsfullt å bruke et begrep om *kvalitative indikatorer* om relativt brede, ikke-tallfestete uttrykk, som likevel kan fungere som tilstrekkelige antydninger for komplekse fenomener og sammenhenger. I boka *A Theory of Human Need* drøfter Len Doyal og Ian Gough (1991) spørsmålet om slike kvalitative indikatorer. De konkluderer med at det må knyttes et krav om kvantifisering til indikatorbegrepet. Men det utelukker ikke behovet for kvalitativ forskning for å øke vår forståelse av sammenhenger som har betydning for utvikling og raffinering av indikatorene. Det trengs både kvalitativ og kvantitativ forskning, men indikatorene må kunne kvantifiseres. Dette bidraget bygger på en slik forståelse.

De fire kategoriene - eller grunntypene - i figuren over uttrykker ulike grader av den *forenklingen* som er en av indikatorenes hovedfunksjoner. Spesifikke indikatorer representerer den minste graden av forenkling, mens den er størst når vi anvender nøkkelindikatorer. Ved forenkling tapes nødvendigvis noe av den kunnskapen som ligger nedfelt i grunndataene. Utfordringen er å gjøre tapet minst mulig samtidig som den nødvendige grad av kommunikasjon oppnår. Indikatorutviklingen må foregå i en balansegang mellom disse to hensynene; *substanskravet* på den ene siden og *resonanskravet* på den andre. Med resonans sikter vi til indikatorenes evne til å nå gjennom med informasjon til de aktuelle målgruppene.

For at indikatorer skal formidle informasjon er det ikke nok at den er nøyaktig, informasjonen må altså 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 and Zadek 1995). De "kalde" er faglig detaljerte og krevende, men er for kalde til at de skaper resonans hos de bestemte målgruppene. De "varme" gir denne resonansen, men er til gjengjeld upresise eller lite dekkende for de sammenhengene de inngår i. Utfordringen ligger i å utvikle et indikatorsystem eller -sett som er "passe varmt".



Figur 3 "Kalde" og "varme" indikatorer (Macgillivray og Zadek 1995)

OECDs miljøindikatorsystem basert på Pressure-State-Response (PSR) modellen kan tjene som eksempel på et "kaldt" indikatorsystem. Det er så komplisert at det er spørsmål om beslutningstakere i det hele tatt vil evne å ta i bruk informasjonen fra systemene, og enda mindre om den skaper resonans hos allmennheten, hvis det er formålet. Som et motsatt ytterlighet kan vi plassere de mange eksemplene internasjonalt på lokale bærekraftindikatorsystemer som er utviklet i nær dialog med lokale brukergrupper. De er vel lokale – utvilsomt med store porsjoner lokal "beslutningsvarme" – men noe helt annet er hva de egentlig rommer av genuine og overordnede, globale bærekraftsspørsmål (Høyer og Aall, 2002).

De primære bruksformål

Vi har understreket at indikatorutviklingen må relatere seg til kommunikasjonens primære målgrupper, kommunikasjonens primære formål og indikatorenes primære bruksformål. La oss starte med det siste, de *primære bruksformålene*. Det er to hovedtyper. Vi har indikatorer som primært er hjelpemidler i analyse- og styringsverktøy. Et eksempel kan være *konsekvensanalyser*. Her brukes indikatorer som hjelpemidler i analysene. Det vil neppe være aktuelt å utvikle et felles indikatorsystem som vil kunne anvendes for alle konsekvensanalyser innenfor et felt. De utvikles og brukes i hvert enkelt tilfelle innenfor den aktuelle kontekst. Annerledes er det med indikatorbaserte analyse- og styringssystemer. Her er det hele bygd opp omkring indikatorene. Et eksempel er *retningsanalyse* - et verktøy som med basis i et felles sett av indikatorer er utviklet for kunne si noe om en kommunes utvikling går i gal eller riktig retning i forhold til krav til bærekraft. Det er denne bruken av indikatorer som er fokus for artikkelen. Et annet eksempel kan være *økologisk fotavtrykk*, som samler og tallfester en rekke viktige økologiske konsekvenser i en eneste indeks.

Med *indikatorbaserte systemer* som grunnlag kan indikatorene likevel inngå i mange ulike brukssammenhenger. 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, mm. Normalt vil det være snakk om følgende typer, det vi her har kalt *kommunikasjonens primære formål*:

- indikatorer for å tydeliggjøre utviklingsretning ("retningsanalyse")
- indikatorer for å tydeliggjøre konsekvenser av planlagte tiltak og handlinger ("konsekvensvurdering")
- indikatorer for å registrere og evaluere effektene av gjennomførte tiltak og handlinger ("evaluering")
- indikatorer for å registrere og overvåke utviklingen i en tilstand, for eksempel miljøtilstand ("overvåking")
- indikatorer for å rapportere oppover i et beslutningssystem ("rapportering")

I noen tilfelle vil det kunne være aktuelt å kombinere noen av dem, for eksempel indikatorer for å rapportere oppover og tydeliggjøre utviklingsretning. Men så lenge det er snakk om kommunikasjonens *primære* formål, vil det måtte inkluderes en dimensjon til. Det gjelder spørsmålet om hvilke *styringsmessige* sammenhenger de skal inngå i, dvs om de er:

- indikatorer for offentlig oppmerksomhet, informasjon og debatt
- indikatorer for politisk styring
- indikatorer for administrativ styring

Det gir en typologi i tråd med tabellen under.

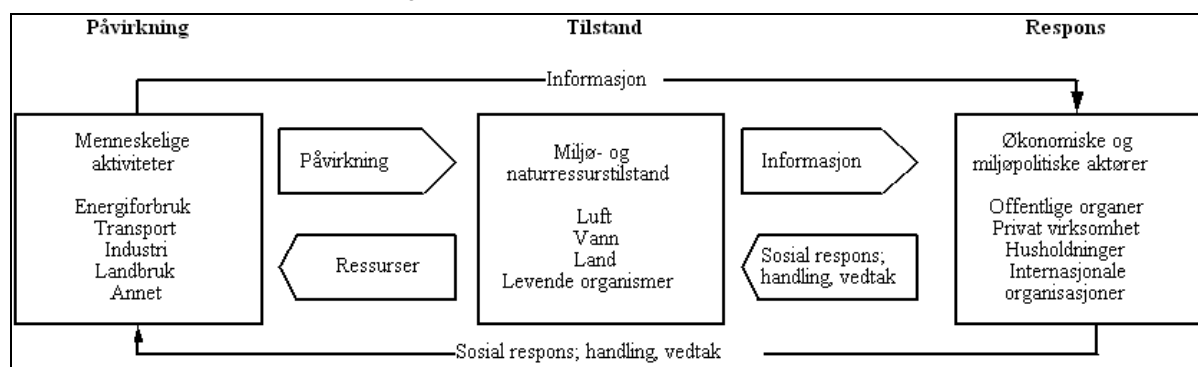
Tabell 5 Indikatorbaserte systemer. De primære formålene

Den styringsmessige sammenhengen	Kommunikasjonens primære formål				
	Retningsanalyse	Konsekvensvurdering	Evaluering	Overvåking	Rapportering
Informasjon og debatt					
Politisk styring					
Administrativ styring					

Når et indikatorsystem skal utvikles, er det viktig at det primære formålet er definert. Det vil sjelden være tjenlig å utvikle ett system som er tiltenkt å tjene mange av eller alle de ulike formålene på én gang, eller enda mindre der bruksformålene i det hele tatt ikke er forhåndsdefinert. Men når dette er sagt; et indikatorsystem som er utviklet spesifikt for ett formål, kan også tjene andre formål. Det er likevel ønskelig at det skjer med en rimelig grad av bevissthet; det ligger ingen automatikk i at det er egnet til flere formål på en gang (Brugmann 1997; Agyeman og Evans 1999; Stirling 1999).

Den generiske PSR-typologien

En annen typologi finner vi i den nevnte OECD-modellen for miljøindikatorer, den såkalte *PSR-modellen* (OECD 1994). Indikatortypene knyttes her til ulike ledd i en sammenhengende årsaks-virkningskjede; menneskelig aktivitet *påvirker* (P = pressure) miljøet på forskjellige måter blant annet gjennom utslipp, og dette gjenspeiles i endret kvalitet og kvantitet av naturmiljøets *tilstand* (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 *Figur 4*. 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 femleddete *PSIRP*, men fortsatt langs en sammenhengende årsaks-virkningskjede (Bossel 1999). For enkelhets skyld knytter vi betegnelsen *PSR* til slike modeller i denne sammenhengen.



Figur 7 PSR-modellen for miljøindikatorer (OECD 1994)

Det er utviklet en rekke miljøindikatorer basert på PSR-modellen, i hovedsak på nasjonalt nivå (se for eksempel Miljøverndepartementet 1992; OECD 1994; Nordisk Ministerråd 1994). Den er etter hvert også brukt som modell i andre sammenhenger. Det gjelder på lavere geografiske nivåer, spesielt kommune, og for bærekraftsspørsmål istedenfor de mer avgrensete fysiske miljøspørsmål. Begge utvidelser av anvendelsesområdet har bydd på problemer. På kommunalt nivå har PSR-modellen gjerne blitt vurdert som komplisert. Isteden for en fullt utviklet modell har man forsøkt å utvikle ulike former for forenklinger, men som likevel bygger på den grunnleggende årsak-virkningstankegangen. 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. Et

eksempel på en slik tilnærming er vist i systemet "Bærekraftige kommuner i praksis" utviklet av bl.a. Vestlandsforskning for Kommunenes Sentralforbund¹⁰. Her er det også etablert et skille mellom såkalte kjerneindikatorer - i alt seks; én for hver av seks såkalte bærekrafttema - og et stort antall supplerende indikatorer innenfor hver av de seks bærekrafttemaene.

Lokale klimasårbarhetsindikatorer

Anvendelse av denne typen indikatorbaserte modeller som vi har omtalt over reiser flere kritiske spørsmål. De har sammenheng med forutsetningen om en avgrenset årsak-virkningskjede. Virkeligheten er langt mer kompleks. Hvert enkelt ledd er innleiret i et langt større system som omfatter mange tilbakekopplingsløyper. Det som kan være virkninger (I) i en årsakskjede kan være påtrykk (P) i en annen, eller tilstand (S) i en tredje, og vise versa (Bossel 1999). De mange såre erfaringer av slike komplekse – og overraskende - sammenhenger representerer nettopp et viktig grunnlag for den moderne miljødebatten. Overraskelsene blir ikke færre når årsak-virkningskjedene skal utvides fra fysiske miljøspørsmål til for eksempel bærekraftspørsmålenes samfunnsmessige kontekst eller den videre konteksten om klimavirkningers kompleksitet.

Innebærer slike forbehold at PSR-modellen bør legges vekk? Svaret er *nei*. Det er heller et spørsmål om hvorledes den *anvendes*. Den kan vise seg uegnet som en modell som hele indikatorsystemet må plasseres innenfor. Da kan det bli for mye "*analytisk fix*" – for mye fokus på bruk av avanserte analyseteknikker. Derimot kan den sikkert være svært egnet som en typologi og et hjelpemiddel til å strukturere ulike typer indikatorer.

Det bringer oss inn i en annen sammenheng; spørsmålet om i hvilken grad indikatorutviklingen er forankret i et overordnet system, eller noe mer avgrenset: i hvilken utstrekning selve indikatorsystemet er definert i en mer overordnet kontekst. En slik overordnet kontekst kan være "globale klimaendringer", eventuelt med "lokale klimaendringer" plassert inn som den lokale delen av et sammenhengende system som omfatter nivåene: global – makro-regional – nasjonal/meso-regional – lokal. I en slik sammenheng er det et prinsipielt skille mellom hvorvidt indikatorutviklingen skjer "*top-down*" eller "*bottom-up*" (Brandt, Burström og Frostell 1999). Altså om indikatorene utvikles av og for overordnede aktører (myndigheter) - dvs top-down - eller om indikatorene utvikles av og for lokale aktører (myndigheter); dvs bottom-up. Som i forholdet mellom "resonans" og "substans", mellom det "varme" og det "kalde", ligger det en utfordring i å balansere forholdet mellom "top-down"-krav og forutsetninger på den ene siden og "bottom-up" oversettelser og tilpasninger på den andre.

¹⁰ Se <http://www.ks.no/templates/Page.aspx?id=4759>

Utenlandske modeller for lokal klimasårbarhetsanalyse og lokal klimatilpasning

Innledning

Vi presenterer i dette kapitlet erfaringer fra forsøk med å utvikle og prøve ut modeller for lokale analyser av klimasårbarhet, der fortrinnsvis (men ikke nødvendigvis) indikatorer i en eller annen forstand har vært et verktøy. Modellene presenteres kortfattet og nokså summarisk i dette kapitlet. En fylligere omtale av de ulike modellene er gitt i et eget vedlegg til rapporten.

Internasjonalt har det vært gjort mest omkring utvikling av klimasårbarhetsindikatorer på *nasjonalt* nivå (og da for å sammenligne sårbarheten mellom ulike land), men i økende grad søker man å se på forhold på lavere nivåer – både regionalt og lokalt. Indikatorer kan brukes både til å forstå omfanget av klimaproblemet og samtidig hvilke prosesser som fører til sårbarhet (O'Brien m.fl. In Press). Formålet vil igjen påvirke metoder for valg av indikatorer, hvilket nivå man ser på, og hvordan de brukes.

Tabellen under gir en oversikt over de modellene vi har gått gjennom. For hver av de identifiserte modellene har vi forsøkt å belyse følgende forhold:

- Bakgrunn (hvem som har utviklet modellen og i hvilken sammenheng modellen er utviklet)
- Grad av lokal innretning (om modellen utelukkende er utviklet for lokal forvaltning eller et nivåuavhengig system, eventuelt et system som ikke er utviklet med tanke på lokal forvaltning men som likevel kan være relevant for lokal forvaltning)
- Prosedyrer og prosess (kort om hvordan analysen er tenkt gjennomført og hvor i prosessen bruken av indikatorene inngår)
- Indikatoroppbygging (en beskrivelse av logikken bak indikatoroppsettet)
- Datagrunnlag (med vekt på graden av lokal involvering i å skaffe frem, analysere og fortolke datagrunnlaget)
- Styringsmessig forankring (om det er gitt noen føringer eller forventninger om hvilken styringsmessig sammenheng modellen skal brukes i, eks del av arealplanen, del av kommuneplanen osv)
- Om modellen er prøvd i praksis eller om den bare foreligger som et forslag – eventuelt erfaringer fra bruk

I alt har vi identifisert 13 "modeller". Vi har brukt anførselstegn fordi graden av stringens når det gjelder metodebeskrivelse kan variere. Noen eksempler heller mer i retning av å beskrive et arbeidsopplegg med relativt vide rammer for hvordan arbeidet bør gjennomføres, mens andre gir en svært systematisk og "streng" beskrivelse av arbeidsopplegg som relativt lett kan følges som en "oppskrift" (eller "modell").

Tabell 6 Modeller for lokal klimasårbarhetsanalyser som er omtalt

Kategori	Vår benevnelse	Referanse
Generelle modeller for lokale klimasårbarhetsanalyser laget uavhengig av nasjonal kontekst	FNs utviklingsprogram sin modell for lokale klimasårbarhetsanalyser	Lim, B., Spanger-Siegrfried, E. (eds.) (2004): <i>Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures</i> . United Nations Development U N Programme. Cambridge University Press ¹¹
	ICLEI sin modell for lokale klimasårbarhetsanalyser utviklet spesielt for lokale myndigheter i USA	Snover, A.K.L., Whitely Binder, J., Lopez, E., Willmot, J., Kay, D., Howell, and J. Simmons (2007): <i>Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional and State Governments</i> . In association with and published by ICLEI – Local Governments for Sustainability; Okland ¹²
	Stockholm Environmental Institute sitt forslag til system for lokal klimasårbarhetsanalyse	Stockholm Environment Institute (2007): <i>Identifying Climate Vulnerability Exposure. Preliminary guidance for ACCCA teams</i> 21st June 2007, Oxford ¹³ Prosjektsider om klimasårbarhet organisert av www.sei.org ¹⁴ . Stockholm Environment Institute (2007): <i>From vulnerability indicators to profiles and adaptation</i> ¹⁵ .
Generelle modeller for	Britisk modell for lokale	<i>Climate change and local communities – How prepared are you? An</i>

¹¹ http://assets.cambridge.org/97805216/17604/copyright/9780521617604_copyright.pdf

¹² <http://www.metrokc.gov/exec/news/2007/0912globalwarming.aspx>

¹³ http://www.acccaproject.org/UserFiles/File/project%20resources/Climate%20vulnerability%20exposure%201_ACCCA_Final.pdf

¹⁴ www.wikiADAPT.org (passordbeskyttet) og <http://www.vulnerabilitynet.org/>

¹⁵ http://www.vulnerabilitynet.org/OPMS/getfile.php?bn=seiproject_hotel&key=1129921412&att_id=527

Ilokale klima-sårbarhetsanalyser laget av nasjonale myndigheter	klimasårbarhetsanalyser	adaptation guide for local authorities in the UK. UK Climate Impacts Programme mfl ¹⁶ . "Local Authorities - Service Impacts and Adaptations". Elektronisk versjon av brosjyren over på www.ukcip.org.uk ¹⁷ "The Nottingham Declaration on Climate Change: Action Pack". Videreutviklet og mer detaljert elektronisk veileder på www.energysavingtrust.org.uk ¹⁸
Tematisk avgrensede modeller for lokale klimasårbarhetsanalyser	Tysk modell for regional klimasårbarhetsanalyser avgrenset til temaet ekstremvær	Kropp, J. P., A. Block, m.fl. (2006). Semiquantitative assessment of regional climate vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study. <i>Climatic Change</i> 76
	Nederlandsk modell for lokal klimasårbarhetsanalyse avgrenset til temaet vannressursforvaltning	Coping with Impacts of Climate Variability and Climate Change in Water Management: A Scoping Paper November 2002
Innarbeiding av klimasårbarhet i ulike plansystemer	Europeisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging	Prosjektet European Spatial Planning Adapting to Climate Events (ESPACE). ¹⁹
	Nederlandsk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging	Climate Changes Spatial Planning ²⁰
	Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i system for strategiske konsekvensanalyser	Levett & Therivel (2007): <i>Strategic Environmental Assessment and climate change: Guidance for practitioners</i> . UK Climate Impacts Programme mfl. Revides June 2007 ²¹ .
Rene lokale indikatorsystemer for klimasårbarhet	Tysk/amerikansk modell for å analysere tilpasningsevne	Gary Yohe & Richard S.J. Tol (2002) Indicators for social and economic coping capacity – moving toward a working definition of adaptive capacity, <i>Global Environmental Change</i> , 12:25-40 ²² .
	Britisk indikatormodell for sårbarhet og tilpasningskapasitet	Adger W. N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, S. and Eriksen, S. (2004) <i>New indicators of vulnerability and adaptive capacity</i> , Tyndall Centre Technical Report 7 ²³
	Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i nasjonalt system for lokale bærekraftindikatorer	"Defra's proposals for the new local government performance framework". Elektronisk veileder på www.defra.gov.uk ²⁴
Alternativ tilnærming til klimatilpasning	Amerikansk modell for lokal tilpasning til "post carbon society"	Lerch, D. (2007): <i>Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty. A Guidebook on Peak Oil and Global Warming for Local Governments</i> . Sebastapool: Post Carbon Institute, USA ²⁵

FNs utviklingsprogram sin modell

"Adaptation Policy Frameworks for Climate Change" er en omfattende veileder utgitt av United Nations Development Programme (UNDP)²⁶. Boka er først og fremst beregnet på spesialister (analytikere, klimaprogramkoordinatorer o.l.) og beslutningstakere som arbeider for nasjonale myndigheter i utviklingsland. Veilederen har relevans for lokalt nivå fordi framgangsmåten og analysemetodene som beskrives er fleksible og kan gjennomføres uavhengig av nivå. Veilederen gir råd om utvikling og implementering av tilpasningsstrategier og -tiltak, den tar ikke for seg utslippsdelen av klimapolitikken. Veilederen består av tre deler; En overordnet veileder som beskriver hvordan brukeren kan gjennomføre en prosess for å komme fram til klimatilpasningsstrategier og -tiltak, ni metodekapitler ("technical papers") som går dypere i de enkelte temaene, og en siste del med omtale av casestudier.

Den overordnede veilederen deler inn prosessen i fem trinn:

1. Utvikling av et tilpasningsprosjekt

¹⁶ http://www.ukcip.org.uk/resources/publications/documents/Local_authority.pdf

¹⁷ http://www.ukcip.org.uk/resources/sector/ci_sector_la.asp?sector=11&las=env

¹⁸ http://www.energysavingtrust.org.uk/housingbuildings/localauthorities/NottinghamDeclaration/online_action_pack/ Brukerid: practicalhelp@est.org.uk. Passord: Impetus2

¹⁹ <http://www.espace-project.org/>

²⁰ <http://www.klimaatvooruimte.nl/pro3/general/start.asp?i=0&j=0&k=0&p=0>

²¹ http://www.environment-agency.gov.uk/commondata/acrobat/seaccjune07_1797458.pdf

²² En tidligere versjon (2001) er tilgjengelig her: http://www.aiaccproject.org/resources/ele_lib_docs/gyoheindicators.doc.pdf

²³ http://www.tyndall.ac.uk/research/theme3/final_reports/ft1_11.pdf

²⁴ <http://www.defra.gov.uk/environment/localgovindicators/>

²⁵ <http://postcarboncities.net/guidebook>

²⁶ Adaptation Policy Frameworks for Climate Change Developing Strategies, Policies and Measures http://www.undp.org/gef/adaptation/climate_change/APF.htm

2. Analyse av dagens sårbarhet
3. Analyse av fremtidig sårbarhet.
4. Utarbeiding av tilpasningsstrategi
5. Implementering og oppfølging

Det legges stor vekt på at prosessen er politisk forankret og at sårbarhetsanalysene fungerer som læringsprosesser. Brukerne skal selv vurdere hva som er hensiktsmessig analysefelt, -nivå og detaljeringsgrad, og selv skaffe og analysere datagrunnlaget. Veilederen foreslår flere analysemetoder for de ulike trinnene i prosessen. For å analysere framtidig klimasårbarhet anbefales det å utarbeide scenarier for framtidig klima- og sårbarhet der også interaksjon mellom klimaendringer, samfunnsendringer og tilpasningskapasitet inngår. Tilpasningsstrategien beskriver policy og tilpasningstiltak som skal innarbeides i relevante planer og beslutningsprosesser. Tilpasningstiltakene bør vurderes i forhold til miljøvirkninger (i et bærekraftperspektiv) og i forhold til andre tiltak (hvordan tiltak i en sektor påvirker tiltak i andre sektorer).

Nærmere beskrivelse av bruken av og mulig utforming av indikatorer i de ulike stadiene i prosessen inngår i metodekapitlene. Veilederen gir ingen ferdig "liste" med indikatorer, men kommer med enkelte eksempler og henviser ellers videre til relevant litteratur.

ICLEI sin modell spesielt for lokale myndigheter i USA

Veilederen "Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional and State Governments" ble lansert av International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) i 2007.

Veilederen er skrevet i samarbeid med forskere tilknyttet Universitetet i Washington, organisasjonen ICLEI og lokale myndigheter i King County i Washington. Veilederen skal hjelpe beslutningstakere å forberede for klimaendringer ved å anbefale en grundig, men lett forståelig prosess som er basert på kjente ressurser og verktøy. Modellen er spesielt utviklet for lokale og regionale myndigheter, men er også aktuell for myndigheter på nasjonalt nivå.

Veilederen er basert på vitenskapelig litteratur og erfaring fra arbeid med å utvikle og implementere en plan for klimatilpasning i samarbeid med beslutningstakere på regionalt og lokalt nivå. Arbeidet er avgrenset til tilpasningsdelen av klimapolitikken. Analysefeltet er geografiske områder, men analyser av ulike samfunnssektorer inngår som en del av analysearbeidet. Veilederen foreslår en trinnvis prosess for arbeidet, og vier mye plass til den politiske delen av prosessen, både ved utarbeiding og implementering av planen.

Veilederens utgangspunkt er at det er brukeren som selv skal legge opp og gjennomføre prosessen og stå for datainnsamling og analysearbeid. Medvirkning fra berørte sektorer anbefales som en del av prosessen.

Veilederen er lite konkret når det gjelder å koble klimaendringer til samfunnsendringer, men det nevnes at de planleggingsområdene som blir identifisert som relevante for klimatilpasningstiltak skal vurderes også når det gjelder fremtidige påvirkninger som befolkningsvekst, økonomisk utvikling og andre større trender. Boka legger hovedvekt på klimasårbarhet som direkte følge av klimaendringer, men foreslår at det også gjøres vurderinger om framtidig utvikling kan påvirke planleggingsområdet eller ressursen som en del av sårbarhetsvurderingen.

Listene kan oppfattes som en type indikatorer, eksemplifisert innen bl.a. ressurstilgang, infrastruktur og beredskap. Listene kan likevel mest av alt oppfattes som sjekklister, men med anbefalinger er å kvantifisere der det er mulig.

Modeller utviklet av Stockholm Environmental Institute

Forskere ved det internasjonale forskningsinstituttet Stockholm Environmental Institute (SEI) har utviklet en modell for å analysere klimasårbarhet kalt "Identifying Climate Vulnerability Exposure". Modellen er publisert som en foreløpig veileder for deltakere i et internasjonalt klimatilpasningsprosjekt (ACCCA).²⁷ Modellen er utviklet for å kunne analysere klimasårbarhet både i geografiske områder og i ulike sektorer og aktiviteter i samfunnet. Sentralt i modellen er en relativt avansert indeksmetodikk som skal gi grunnlag for å prioritere mellom ulike typer klimapåvirkning, og identifisere områder eller sektorer som er særlig sårbare for klimapåvirkning. Modellen fokuserer særlig på klimahendelser ("climatic hazards").

²⁷ <http://www.acccaproject.org/accca/>

Forskere ved SEI har også utarbeidet et notat²⁸ som gir en beskrivelse av 'best practice' ved bruk av sårbarhetsindikatorer. Notatet diskuterer hvordan en sårbarhetsmodell kan utvikles, og omhandler hvordan man går fra sårbarhetsindikatorer til å utvikle ulike aggregerte modeller. Disse brukes så til vurderinger av usikkerhet og relevans for avgjørelser i forbindelse med tilpasning og sårbarhet.

Klimasårbarhetsmodellen legger opp til å samle data gjennom en kombinasjon av en top-down og en bottom-up tilnærming. I det første ligger bl.a. at modellen utnytter data fra nedskalering av klimamodeller og legger stor vekt på å benytte ekstern ekspertise. I det siste ligger at modellen samtidig peker på nødvendigheten av å få til en dialog med lokale informanter og lokal ekspertise for å identifisere hvilke typer naturskade som utgjør de største truslene lokalt.

Publikasjonen er avgrenset til analysing av klimasårbarhet og omhandler ikke hele prosessen med å utarbeide en klimatilpasningsplan, politiske prosesser eller hvilke styringsmessige sammenhenger arbeidet kan inngå i. Det understrekes at klima er en av mange faktorer (inkludert sosioøkonomiske, kulturelle og politiske) som påvirker sårbarhet. Å planlegge tilpasning ut fra klimaendringer alene må derfor gjøres med forsiktighet. Forfatterne anbefaler å undersøke eksempler der klima og sosioøkonomiske variable er klart forbundet, for å få frem samvirke mellom klima og samfunnsmessige endringer.

UKCIP modeller for lokale klimasårbarhetsanalyser

The UK Climate Impacts Programme (UKCIP) har, delvis i samarbeid med andre institusjoner, utgitt tre veiledere om klimatilpasning, spesielt rettet mot lokale myndigheter. Felles for disse veilederne er at sårbarhetsvurderingene er avgrenset til direkte sårbarhet som resultat av klimaendringer. Datagrunnlaget anbefales fremskaffet ved en kombinasjon av forskningsdata og lokalbasert kunnskap. Det er fokus både på naturlig, samfunnsmessig og i noen grad institusjonell sårbarhet. Ingen av veilederne inneholder noe omfattende forslag til klimasårbarhetsindikatorer. I det videre gir vi en omtale av disse tre publikasjonene.

Brosjyre om lokal klimatilpasning

"UKCIP Climate change and local communities - How prepared are you? An adaptation guide for local authorities in the UK" er en brosjyre på 6 sider som beskriver hvordan lokale myndigheter kan arbeide med klimatilpasning. Brosjyren (som også finnes i en enkelt elektronisk variant) omfatter både utslipps- og tilpasningsdelen av klimapolitikken, og beskriver en metode for lokale klimasårbarhetsanalyser og utarbeiding av lokale klimatilpasningsstrategier. Den inneholder en systematisk gjennomgang av de forskjellige rollene og virksomhetsområdene for britiske kommuner og hvordan disse kan bli påvirket av klimaendringer.

Nettbasert veileder i lokal klimatilpasning

Den nettbaserte veilederen "The Nottingham Declaration on Climate Change: Action Pack" (UKCIP mfl 2006) er en videreutviklet og mer detaljert elektronisk veileder enn den før omtalte brosjyren. Veilederen er lagt ut på nettsiden til organisasjonen "The Energy Saving Trust"

Veilederen²⁹ er avgrenset til klimatilpasningsdelen av den lokale klimapolitikken og er bygd opp tematisk som vist i figuren under. Den skiller mellom tre hovedfunksjoner for lokale myndigheter: i) som forvalter av egne bygninger og eiendommer, ii) som tjenesteleverandør, og iii) som samfunnsutvikler. For hver av disse tre hovedfunksjonene beskriver veilederen fem faser: i) hvordan starte arbeidet, ii) vurdere nåsituasjonen og mulige framtidige situasjoner, iii) utvikle strategiske tilnærminger, iv) forberede en tiltaksplan, og v) iverksetting.

Lokale klimapåvirkningsprofiler (LCLIP)

UKCIP 2007: "A Local Climate Impacts Profile (LCLIP) for your community" er en brosjyre (8 sider) som beskriver en metode for hvordan man kan lage en lokal "klimapåvirkningsprofil" basert på erfaringer fra Oxfordshire County Council³⁰. Publikasjonen er avgrenset til å omtale et system for utarbeiding av lokale klimapåvirkningsprofiler. Det sentrale datagrunnlaget for slike analyser er informasjon om dagens klima (fra www.metoffice.com) og scenarier

²⁸ Stockholm Environment Institute (2007) From vulnerability indicators to profiles and adaptation. *Risk and Vulnerability Programme. Training module*

²⁹ http://www.energysavingtrust.org.uk/housingbuildings/localauthorities/NottinghamDeclaration/online_action_pack/?pg=1

³⁰ <http://www.oxfordshire.gov.uk/wps/portal/publicsite>: Home > Council Services > Environment and Planning > Environmental Projects > Climate Change > Local Climate Impacts Profile

for framtidige klimaendringer (fra www.ukcip.org.uk). I begge tilfeller er det mulig å laste ned data med regional oppløsning. Veilederen omtaler tre faser i arbeidet:

- Fase 1: Historisk klima og klimavirkninger: Sammenstille historiske klimadata fra det britiske meteorologiske institutt, eventuelt kombinert med data fra lokale målestasjoner.
- Fase 2: Dagens vær og værrelaterte hendelser: Presentasjon av dagens vær-situasjon og gjennomgang av nylige værrelaterte hendelser basert på ulike lokale kilder.
- Fase 3: Fremtidig klima: Nedskalering av nasjonale klimascenarioer.

Tysk modell for regionale klimasårbarhetsanalyser avgrenset til teamet ekstremvær

Det vi har betegnet som en tysk modell for regional klimasårbarhetsanalyse er utviklet av forskere ved Potsdam Institute for Climate Impact Research, og har vært et forsøksprosjekt myntet på forskere og beslutningstakere³¹. Modellen er publisert i en vitenskapelig artikkel og inneholder en omfattende klimarisikovurdering i nesten alle de 400 kommunene i delstaten Nordrhein-Westfalen.

Resultater fra klimasårbarhetsanalysen er også ment å kunne brukes til å informere beslutningstakere og befolkningen om risiko knyttet til klimaendringer på bakgrunn av regionale klimarisikovurderinger. Modellen er i prinsippet fleksibel og kan bygges ut tematisk i forhold til det som er utprøvd i delstaten Nordrhein-Westfalen. Analysenivået er valgfritt, men er spesielt relevant for kommunalt og regionalt nivå.

Modellen omfatter ikke utslippssiden av klimautfordringene, den er avgrenset til sårbarhet for klimaendringer. Den har videre fokus på sårbarhet for ekstremvær, og ikke forandringer i gjennomsnittsverdier. Modellen har ikke koblinger til fremtidige samfunnsendringer. For å si noe om fremtidig sårbarhet må man legge inn mer informasjon enn det som er gjort i undersøkelsen, dette vil gjøre analysen mer komplisert, men er ifølge forfatterne mulig med samme metode.

Analysefeltet er geografiske områder og sektorer. Modellen er avgrenset til sårbarhetsanalyse og omhandler ikke politiske prosesser eller utarbeiding av tiltaksplaner. Resultatet av analysen er analyseenhetenes relative sårbarhet innenfor analyseområdet. Rangeringen av lokalsamfunn og sårbarhetstyper kan gi en oversikt over "hotspots". Denne informasjonen kan danne grunnlag for å prioritere videre innsats i de antatt mest sårbare områdene. For å få fram den absolutte – og ikke bare den relative – sårbarheten må man derfor følge opp analysene fra modellen med diskusjoner lokalt og sammenholde resultatene fra analysen med lokale forhold. Rangeringen er ikke et alternativ til mer detaljerte undersøkelser som fokuserer på årsakene til sektorielle eller strukturelle sårbarheter. En styrke med modellen er at man kan endre på forutsetninger og se endringer i utfallet. Slik kan man bedre demonstrere resultater av tiltak og strategier og være med på å forbedre tilpasningsstrategier. Prinsipp for modellen er at den skal:

- identifisere de viktige sårbarhetsfaktorer for en geografisk region
- i prinsippet være anvendbar for hvilken som helst region i verden
- tillate raskt (om enn noe grov) sammenstilling/kombinasjon av numeriske indikatorer for tilpasningskapasitet

Analysemodellen er metodisk komplisert og krevende. Den forutsetter et nyutviklet verktøy innenfor datavisualiseringsteknikk og benytter seg av en avansert form for "cluster"-analyse som takler store datasett og ikke forutsetter lineære sammenhenger. Teknikken gjør det mulig å finne komplekse mønster i fysiske, økologiske og sosioøkonomiske data. Modellen er semikvalitativ og baserer seg på lister av økologiske og sosioøkonomiske egenskaper som kan være sårbare for ekstremvær i en region. Fra listen avleder man ett sett tematiske kart som summerer og visualiserer de forskjellige sårbarhetskarakteristikkene i området.

Analysen som er utført i Nordrhein-Westfalen viser naturlig, samfunnsmessig og økonomisk sårbarhet. Modellen kan bygges ut til også å omfatte for eksempel institusjonell sårbarhet.

Indikatorsystemet omfatter en rekke ulike indikatorer for naturlige forhold, videre demografiske, økonomiske og sosiale forhold. Med utgangspunkt i "enkle" indikatorer bygges det opp sammensatte og aggregerte indikatorer i et hierarki. Artikkelforfatterne påpeker at valg av data og indikatorer kan diskuteres. Men selv om man får mer kunnskap om klimaeffekter, og hvordan man vektet effektene i forhold til hvor alvorlige de er, trenger man fortsatt en metode for å samle og sammenstille informasjonen i forhold til ulike sektorer og prosesser. Forutsetningene

³¹ Informasjon hentet fra: Kropp, J. P., A. Block, F. Reusswig1, K. Zickfeld1 and H. J. Schellnhuber1 (2006): Semiquantitative assessment of regional climate vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study. *Climatic Change*. Volume 76, Numbers 3-4: 265-290.

kan endres selv om modellen er den samme, og dermed kan metoden i prinsippet lett overføres til andre områder og andre oppgaver. Det er en styrke at metoden er uavhengig av regionale klimaframskrivninger, for hvis de regionale klimamodellene forbedres, og man utvikler bedre klimamodeller for vurdering av klimateffekter, kan dette lett trekkes inn i modellen.

Nederlandsk modell avgrenset til temaet vannressursforvaltning

Den Nederlandske "Foundation on Water and Climate" har gjennom prosjektet "The Co-operative Programme on Water and Climate" utviklet en modell for lokal klimasårbarhetsanalyse³² som er en metode for å identifisere spesielt sårbare områder når det gjelder effekter av klimaendringer på vannressurser. Modellen er utarbeidet av forskere i samarbeid med representanter for vannforvaltningen. Målsettingen med arbeidet var å fremme kunnskap og bevissthet rundt klimaendringer og forvaltning av vannressurser, og å påvirke politikutformingen på området.

Målgruppen for arbeidet er offentlige myndigheter, og siktemålet med arbeidet var å identifisere muligheter og strategier som er anvendbare både på regionalt, nasjonalt og lokalt nivå. Analyseområdet som fremheves som det mest relevante er nedbørfelt, men modellen kan også brukes på andre geografiske nivå. Modellen beskriver hvordan man kan identifisere spesielt sårbare områder ("hot spots") for potensielle effekter av klimaendringer på vannressurser. Arbeidet er avgrenset til direkte klimasårbarhet og har ikke med utslippsproblematikk. Modellen tar hensyn til endringer som skjer over tid, og kobler samfunnsendringer med klimaendringer. Sosiale system, demografiske endringer og økonomisk vekst er nevnt som eksempler på drivkrefter som kan endre vannsystemet over tid. Forfatterne anbefaler å ta hensyn til slike faktorer for å vurdere sårbarhet i et 30- og 50-års perspektiv. Modellen er ikke knyttet til noe spesielt styringsmessig verktøy eller sammenheng.

Forfatterne argumenterer med at begrepet sårbarhet ofte brukes i en vid og ustrukturert sammenheng, og at det derfor er bedre å bruke et rammeverk i vurdering av "hot spots" i stedet for utvelgelse basert på mer subjektiv og tilfeldig informasjon. Datagrunnlaget innhentes i en kombinasjon av forskningsbaserte og lokale data. Rammeverket som presenteres i denne modellen bruker kriterier som representerer viktige aspekter ved sårbarhet med hensyn til effekter av variasjon i klima og klimaendringer. Kriterier for miljøpåvirkning er delt inn i indikatorer som er relatert til vannkvalitet og tilgang til vann. Sårbarheten er delt inn i indikatorer for tilgjengelighet av tiltak og infrastruktur som kan hjelpe individene eller økosystemet til å takle klimaendringer, samt indikatorer som er tilknyttet evnen til å forvalte vannressursene i forhold til økte klimaendringer. "Evne" er en funksjon av finansielle ressurser, sterk institusjonell ledelse og andre faktorer.

Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i system for strategiske konsekvensanalyser

"Strategic Environmental Assessment and climate change: Guidance for practitioners" (2007) er en praktisk rettet veileder som gir råd til lokale myndigheter om hvordan klimasårbarhet kan inkluderes i strategiske konsekvensanalyser (SEA). Veilederen er utgitt av United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP) i samarbeid med andre institusjoner.

Veilederen anbefaler at alle strategiske konsekvensanalyser inneholder vurderinger av:

- Lokale virkninger av klimaendringer
- Forslag til tiltak for klimatilpasning
- Forslag til tiltak for reduksjon av klimagassutslipp

Veilederen beskriver hvordan klimasårbarhet kan fanges opp i de ulike fasene i en SEA, der det skilles mellom fem faser: i) Identifisere kontekst og vedta mål for analysen, ii) beskrive alternativ og analysere effekter, iii) utarbeide analysen/ miljørapporten, iv) sende rapporten på høring, og v) dokumentere de viktige miljøeffektene av å iverksette planen eller tiltaket som er analysert.

Tematikken er avgrenset til direkte virkninger av klimaendringer, og det gjøres ikke forsøk på å koble klimaendringer mot samfunnsendringer.

Veilederen har forslag til lokale klimaindikatorer både for utslipps- og tilpasningsdelen av klimaproblematikken.

³² Kabat, P. m.fl. Coping with Impacts of Climate Variability and Climate Change in Water Management: A Scoping Paper November 2002 (www.waterandclimate.org)

Europeisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging

ESPACE (European Spatial Planning: Adapting to Climatic Events) er et fireårig europeisk utviklingsprosjekt som har som målsetning å fremme bevissthet rundt betydningen av å tilpasse seg til klimaendringer, og å komme med anbefalinger om hvordan klimatilpasning bør inkluderes i arealplanleggingen på lokalt, regionalt, nasjonalt og europeisk nivå. Prosjektet har fokusert på flom, vannressurser og vannkvalitet, og hvordan man planlegger for fremtiden i et skiftende klima. "ESPACE Partnership" som startet prosjektet, består av ulike myndigheter fra flere land på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå, samt frivillige organisasjoner.

Bare første del av ESPACE prosjektet er gjennomført. Denne delen av prosjektet kommer med råd om arealplanlegging. ESPACE del II, som startet i 2007, og skal avsluttes i 2008, er en videreføring, der man skal ta for seg erfarne hindringer for implementering av tiltak og foreslå verktøy for endringer i organisasjoner.

Prosjektet gir ikke veiledning for gjennomføring av sårbarhetsanalyser, men er avgrenset til hvordan klimatilpasning bør innarbeides i arealplanlegging, der den politiske prosessen er tillagt stor vekt. Det er ikke beskrevet noen modell for indikatorutvikling. Temaet er avgrenset til tilpasningsdelen av klimapolitikken og til direkte klimasårbarhet. Det er ingen tydelig kobling mellom langsiktige samfunnsendringer og klimaendringer, men det understrekes at hensyn til klimaendringer på lang sikt må innarbeides i planer og politikk.

Del 1 i prosjektet kommer, på bakgrunn av en rekke forsknings- og utviklingsprosjekter, med en strategi som inneholder 14 råd til beslutningstakere om hvordan klimatilpasning kan og bør innarbeides i arealplanleggingen.

Nederlandsk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging

Det nederlandske forskningsprogrammet "Climate Changes Spatial Planning" er utviklet i samarbeid med flere departement, regionale og lokale myndigheter, den private sektoren og frivillige organisasjoner. Deltagerne er forskere ved flere nasjonale og internasjonale institutt og universiteter. Bakgrunnen for prosjekter er at Nederland står overfor effekter av klimaendringer for alle sektorer relatert til areabruk. Målsettingen er å få hensyn til klimaendringer og klimavariabilitet inn som en av de grunnleggende prinsippene i arealplanleggingen i Nederland. Videre er det en målsetting å opparbeide en kunnskapsbase på bakgrunn av internasjonal forskning, for å tilby de nederlandske myndighetene, privat sektor og andre aktører en god og tilgjengelig kunnskapsinfrastruktur på grenseområdet klimaendringer og arealplanlegging. En annen viktig målsetning er å invitere til dialog mellom aktører og forskere for å støtte utviklingen av klare strategier for tilpasning og utslippsreduksjoner, som tar høyde for klimaendringer og bidrar til en sikker, bærekraftig og robust sosioøkonomisk infrastruktur i Nederland.

Programmet består av en rekke forskjellige forskningsprosjekt og modeller. Prosjektene omfatter blant annet utvikling av klimascenarioer, strategier for utslippsreduksjoner og tilpasningsstrategier. Det foreslås ulike metoder for å integrere de tre nevnte temaene til et rammeverk som kan støtte beslutningstakere. Programmet legger opp dialog med et stort spekter av aktører i alle stadier for å øke den praktiske relevansen til forskningsresultatene.

Programmet dreier seg i stor grad om forskning for politikktutvikling, men gir ikke råd om politiske prosesser som sådan. Prosjektet avgrenser seg til direkte klimasårbarhet, og ser på økonomiske, infrastrukturelle og institusjonelle tilpasningsstrategier og kombinasjoner av disse. Programmet fanger bare delvis opp koblinger mellom samfunnsendringer og klimaendringer. Indikatorutvikling inngår som delprosjekt.

Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i nasjonalt system for lokale bærekraftindikatorer

Det britiske Miljøvern-, mat- og regionaldepartementet (Defra) har utgitt en veileder³³ for kommunenes rapportering til overordnede myndigheter i forhold til utvalgte bærekraftindikatorer. Bakgrunnen for veilederen er at den britiske regjeringen innførte en ny form for målstyring av britiske lokale myndigheter; et såkalt "performance framework" i 2006. Sentralt i dette systemet er et sett med 200 indikatorer som skal dekke regjeringens forventninger til kommunene på samtlige politikkområder. Indikatorene er utviklet nasjonalt og skal fungere som et verktøy i rapportering oppover i styringshierarkiet.

Defra's indikatorsystem likner noe på det lovpålagte KOSTRA-systemet i Norge, men har en langt mer detaljert systematikk på klimasårbarhet. På tilsvarende måte som den britiske modellen for lokal klimasårbarhetsanalyse og klimatilpasningsstrategi er også Defras indikatorsystem konsentrert om den institusjonelle klimasårbarheten med mindre vekt på den naturlige og samfunnsøkonomiske sårbarheten.

³³ "Defra's proposal for the new local government performance framework". Elektronisk veileder på www.defra.gov.uk

Tysk/amerikansk modell for å analysere tilpasningsevne

Modellen er utviklet i et tysk-amerikansk forskningssamarbeid og publisert som vitenskapelig artikkel³⁴.

Formålet med prosjektet var å utvikle en metode for å analysere hvordan et system håndterer eksterne stressfaktorer. Modellen har til hensikt å vurdere ulike tilpasningstiltak opp imot hverandre ved å fokusere på de underliggende determinantene av sårbarhet.

Modellen har ikke direkte fokus på kommuner, men er en generell modell som forfatterne argumenterer med at er fleksibel nok til å gjøres relevant på alle nivåer. Modellen har ingen styringsmessig forankring. For å teste modellen, bruker forfatterne et eksempel fra tilpasning til flom i Rhinen-deltaet. De ønsker å bruke modellen til å beskrive den observerte mangelen på tilpasningsevne til slike hendelser. Det er lite fokus på lokal involvering når det gjelder å skaffe og fortolke datagrunnlaget, og metoden er bottom-up i det at det er fokus på hvordan determinanter manifesteres på lokalt nivå.

Modellen har stor indikatorrelevans, og baserer seg på indekser av evnen til å håndtere eksterne stressfaktorer. Forfatterne argumenterer for at sårbarheten til et system er avhengig av grad av utsatthet, sensitivitet og tilpasningsevne. Det er fokus på å finne området/nivået hvor det er mest effektivt og mest gjennomførbart å sette inn ressurser.

Britisk indikatormodell for analyse av sårbarhet og tilpasningskapasitet

Modellen ble utviklet gjennom et forskningsprosjekt³⁵ ved Tyndall Centre for Climate Research og publisert i rapporten "New indicators of vulnerability and adaptive capacity" i 2004. Forskerne ønsket å utvikle indikatorer for sårbarhet og tilpasningsevne for å bedre forstå virkningen av responsstrategier, og for å bedre forstå underliggende prosesser i forhold til sårbarhet og tilpasning. Modellen er utviklet for å sammenlikne på nasjonalt nivå. Datagrunnlaget er hentet på nasjonalt nivå, fra fritt tilgjengelige kilder. Lokale er ikke involvert i prosessen med å identifisere relevante data. Prosjektet har ingen styringsmessig forankring. Utslippsiden av klimaproblematikken er ikke behandlet. Det er fokus på direkte sårbarhet som følge av naturhendelser.

Modellen innebærer koblinger mellom klimaendring og samfunnsendring for å utvikle predikative indikatorer. Forskningsprosjektet er bygd opp av tre elementer:

- Konseptuelt rammeverk for sårbarhet og tilpasningsevne
- Utvikling av resultatbaserte indikatorer for risiko, målt i forhold til resultat av klima relaterte hendelser
- Prediktive indikatorer for sårbarhet basert på tilgjengelig data for sosiale, økonomiske, politiske og miljørelaterte faktorer

Det konseptuelle rammeverket beskriver hvordan risiko, sårbarhet og tilpasningsevne henger sammen.

Resultatbaserte indikatorer kan beskrive risiko og sårbarhet for klimarelaterte hendelser. Prediktive indikatorer for sårbarhet er neste steg for å kunne vurdere hvilke tilpasningstiltak som vil være mest virkningsfulle i forhold til sårbarhet for naturhendelser. Prediktive indikatorer tar hensyn til underliggende faktorer som kan ha betydning for skaden av en naturhendelse og hvilke muligheter som er til stede for å tilpasse seg naturhendelser.

Amerikansk modell for lokal tilpasning til "post carbon society"

Veilederen "Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty" er utgitt av organisasjonen Post Carbon Institute³⁶. Instituttet har som formål å veilede kommuner i å forstå og respondere på utfordringen som ligger i at vi før eller siden må stanse bruken av fossile brennstoffer for å unngå katastrofale konsekvenser av store klimaendringer. Bak instituttet står en gruppe forskere knyttet til ulike universiteter og bedrifter innen ny fornybar energi.

Mens de modellene vi har presentert så langt omhandler det å tilpasse seg klimaendringer, eventuelt kombinert med det å redusere klimagassutslipp, dreier denne modellen seg om hvordan man lokalt kan tilpasse seg situasjonen etter at samfunnet i framtiden har klart å legge om til å være uavhengig av fossile brennstoffer; det

³⁴ Gary Yohe & Richard S.J. Tol (2002) Indicators for social and economic coping capacity – moving toward a working definition of adaptive capacity, *Global Environmental Change*, 12, 25-40.

³⁵ Adger W. N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G., Agnew, M. and Eriksen, S. (2004) New indicators of vulnerability and adaptive capacity, Tyndall Centre Technical Report 7

³⁶ www.postcarbon.org

såkalte "post carbon society". Dette er en form for tilnærming som i utgangspunktet faller utenfor rammene av vår tilnærming, men vi tar med en omtale av denne modellen likevel all den tid denne formen for tilnærming intuitivt framstår som en naturlig og nødvendig forlenging av det å tilpasse seg til klimaendringer.

Veilederen er ment for lokale myndigheter og bygger blant annet på erfaringer fra lokale myndigheter i Canada og USA, som har startet arbeidet med å planlegge for en fremtid med usikkerhet omkring energi og klima.

Budskapet i veilederen er at man må forberede seg på klimaendringer og forberede seg på å være mindre avhengig av olje så vel som annen energi; det er altså ikke tilstrekkelig å gjøre seg mindre avhengig av olje – man må gjøre seg mindre avhengig av energi uansett energikilde. Den tar for seg behovet for redusert forbruk, inkludert spørsmålet om reduksjon i det private energiforbruket. Både utslippsreduksjoner og tilpasningsdelen av klimapolitikken er dermed med. Veilederen inneholder imidlertid lite om sårbarhet som direkte følge av klimaendringer, men fokuserer på den langsiktige samfunnsårbarheten som følge av tiltak mot klimaendringer. Indikatorutvikling gjelder indikatorer for samfunnsårbarhet gitt drastisk redusert oljeforbruk.

Veilederen foreslår fire innledende skritt som lokale myndigheter bør ta for å starte arbeidet med energi- og klimausikkerhet og fem prinsipper for den mer langsiktige planleggingen.

De fire *innledende skrittene* for lokale myndigheter dreier seg om å undertegne protokoller, delta i ulike program og opprette en arbeidsgruppe.

De *fem prinsippene* for den langsiktige planleggingen skal sikre at de langsiktige utfordringene knyttet til energi- og klimausikkerhet fanges opp: (1) Arbeid med arealbruk og transport; (2) Arbeid med privat energiforbruk; (3) Angrip problemene stykke for stykke og fra mange ulike sider; (4) Planlegg for en grunnleggende samfunnsendring; og (5) Utvikle en ny lokal bevissthet.

Diskusjon

Vi har i det foregående lagt vekt på å fange opp modeller som tar i bruk klimasårbarhetsindikatorer, men vi har også omtalt modeller der dette er et mindre sentralt poeng. I alt har vi identifisert 13 ulike modeller fordelt på to overnasjonale organisasjoner (FN og ICLEI) og 5 land (Nederland, Tyskland, Storbritannia og USA – hvorav ett prosjekt; ESPACE; dekker utviklingsarbeid i flere land) som vi mener fortjener betegnelsen "modell", dvs at metoden er skriftlig beskrevet i et offentlig og lett tilgjengelig dokument og at metoden beskriver en systematisk måte lokale og/eller regionale myndigheter kan arbeide etter for å analysere den lokale og/eller regionale klimasårbarheten og utarbeide lokale og/eller regionale klimatilpasningsstrategier.

Vi vil under trekke fram noen poeng om vi ser alle de omtalte modellene under ett som kan være viktige å ta med seg i det videre arbeidet med å utvikle indikatorbaserte modeller for hvordan analysere klimasårbarheten lokalt. Disse er:

- Valg av perspektiver på miljøproblematikken
- Dekning av årsak-virkningsforhold
- Behandlings av spørsmålet om usikkerhet
- Grad av og type indikatorinnretning

Under vil vi gå nærmere inn på disse forholdene.

Perspektiver på miljøproblematikken

Vi har hatt et indikatorfokus som utgangspunkt for vår søken etter og analyse av modeller for analyse av lokal klimasårbarhet. Samtidig har vi teoretisk plassert det å analysere klimasårbarhet i en bredere miljøpolitisk sammenheng; i første omgang den generelle klimadebatten; i neste omgang i den overordnede miljøpolitiske sammenheng å arbeide for en bærekraftig utvikling. Vår gjennomgang illustrerer imidlertid at koblingene mellom det vi kan betegne som tre nivå i klimapolitikken – fra det overordnede som gjelder bærekraftig utvikling, via utslippsdelen av klimapolitikken til det tredje nivået som gjelder klimatilpasning – ikke er tett. De metoder og indikatorsystemer vi har studert (på det tredje nivået) har få systematiske og metodiske koblinger til utslippsdelen av klimapolitikken og så godt som ingen koblinger til den bredere bærekrafttematikken. Tilsvarende vet vi fra andre studier at metoder for analyse av og arbeid med å redusere lokale klimagassutslipp i liten eller ingen grad har innarbeidet perspektiver på lokal klimasårbarhet (Aall og Nordland, 2003). I enda større grad gjelder dette de mange eksemplene på systemer for lokale bærekraftindikatorer (Høyer og Aall 1997). Dette forholdet er illustrert gjennom tabellen under).

Ingen av de modellene vi har omtalt behandler på en *systematisk* måte koblinger mellom den utslipps- og tilpasningsorienterte delen av klimapolitikken. Det betyr ikke at det er referanser til slike koblinger. I veiledningen til innarbeiding av klimasårbarhetsvurdering i strategiske konsekvensvurderinger står for eksempel følgende:

Our response to climate change needs to include both adaptation and mitigation. We should aim to manage the unavoidable and avoid the unmanageable.

I veilederen fra ICLEI er dette poenget også tatt opp:

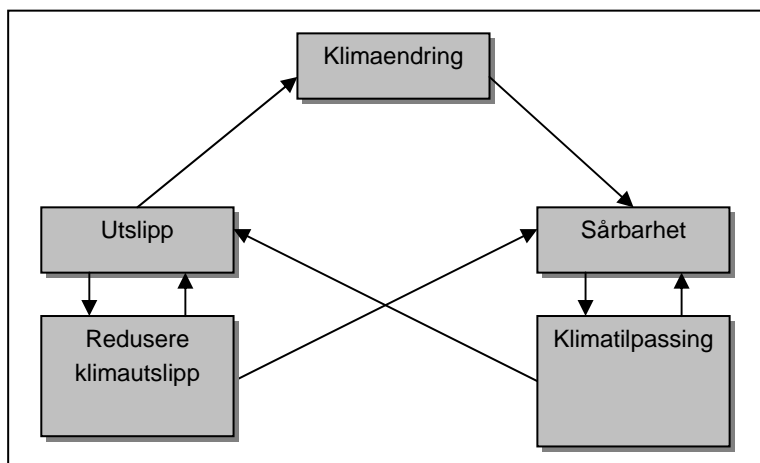
We are all forced to prepare for climate change effects now because we have not reduced our contribution to the problem of climate change – global greenhouse gas emissions. Work with other governments to reduce your greenhouse gas emissions now, so that the chain of climate change cause and effect will be broken. At the same time, prepare for the climate change impacts you know are already underway. Seize the moment – to slow climate change and protect quality of life for future generations.

I noen tilfeller er det også vist til i klimasårbarhetsveilederne at det å gjøre lokale klimasårbarhetsvurderinger kan øke oppslutningen om også den "tradisjonelle" utslippsorienterte klimapolitikken. Det som imidlertid er vårt poeng er at det – kanskje litt overraskende – ikke er eksempler på *metodiske* koblinger mellom disse to politikkområdene. Dette er overraskende fordi det er åpenbare potensielle samspilleffekter mellom de to formene for klimapolitikk. På den ene siden er det åpenbart at visse former for tilpasningstiltak vil føre med seg økte utslipp av klimagasser. Samtidig kan det være slik at utslippsreducerende tiltak kan føre til økt klimasårbarhet. Et typisk eksempel på dette er diskusjonen om transportreducerende arealplanlegging, der utslippshensyn kan tilsis lokalisering av nye boliger i sentrum, mens sårbarhetshensyn kan tilsis at nye boliger bør lokaliseres vekk fra sentra som for eksempel er utsatt for flomfare eller problemer med havnivåstigning.

Tabell 7 Tematisk integrering mellom ulike typer indikatorer innen miljø- og klima

	Bærekraftig utvikling	Utslipp av klimagasser	Effekter av klimaendringer
Bærekraftindikatorer	**	*	?
Klimaindikatorer	?	**	?
Klimasårbarhetsindikatorer	?	*	**

Klimasårbarhetsindikatorer er en av metodene som kan brukes for å måle sårbarhet (og endringer i sårbarhet over tid) overfor klimaendringer. Det fyller bl.a. behovet for å identifisere hvor og hvem som er mest sårbare, for igjen å styrke grunnlaget for å prioritere innsats når det gjelder klimatilpasning. En mulig avledet effekt er at debatten omkring og oppslutningen om tiltak for å redusere utslipp av klimagasser også kan øke; og som en konsekvens av det igjen kan man få en bedre innsikt i mulige samspilleffekter mellom klimatilpasning, klimasårbarhet, utslippsnivå og utslippsreduksjoner. Disse koblingene blir ytterligere belyst hvis klimasårbarhetsindikatorer blir supplert med klimautslippsindikatorer (jf figuren under).



Figur 8 Sammenhengen mellom en utslipps- og tilpasningsorientert klimapolitikk

Dekning av årsak-virkningsforhold

Vi har innledningsvis omtalt den såkalte PSR-modellen for indikatorutvikling, der poenget er å få fram årsak-virkningsforhold. Over har vi poengtert viktigheten av å se utslipps- og tilpasningsdelen av klimapolitikken i sammenheng. Under har vi illustrert disse sammenhengene.

Tabell 8 Ulike elementer i en samlet klimapolitikk

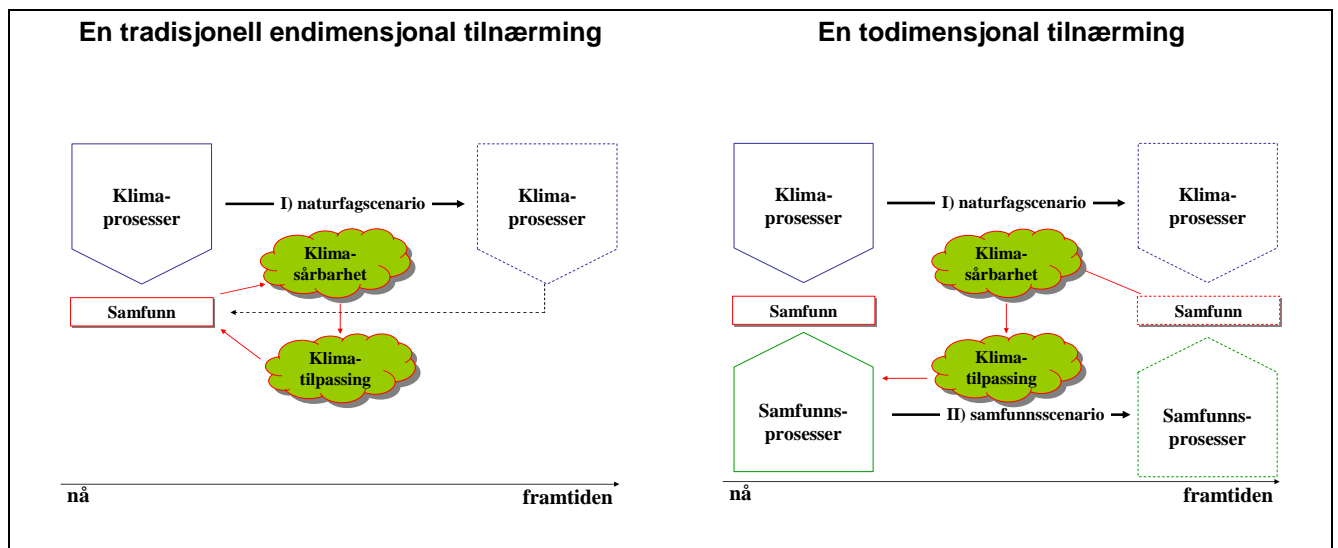
Påvirkning (P)	Tilstand (S)	Respons (R)
1) Klimagassutslipp og klimaendringer	3) Naturlig klimasårbarhet	5) Redusere klimagassutslipp
2) Samfunnsendringer	4) Samfunnsøkonomisk og institusjonell klimasårbarhet	6) Tilpasse til klimaendringer

Vi har alt påpekt at mange av de modellene vi har undersøkt har svake eller ingen koblinger mellom utslippsdelen og tilpasningsdelen av klimapolitikken. Samtidig er det *mange* av modeller vi har gjennomgått som legger vekt på at framtidig lokal klimasårbarhet blir bestemt ut fra en *sumeffekt* av *klimaendringer* og *samfunnsmessige* endringer. Et eksempel fra ICLEI veilederen illustrerer dette poenget:

In order to reduce your vulnerabilities, you must either reduce the sensitivity of systems in your priority planning areas, or build your adaptive capacity (e.g., by constructing a new or improved sea wall). In order to reduce your risk, you can seek either to lower the probability of an impact occurring or to reduce its consequences, by avoiding high-risk choices (e.g., preventing new development in a floodplain).

UNDP-modellen gir en relativt generell beskrivelse av en planleggings- og analyseprosess, men modellen poengterer viktigheten av å sammenstille fremskriving av klimaendringer med fremskriving av sosioøkonomiske forhold som kan påvirke samfunnets sårbarhet for klimaendringer. Dette er et interessant poeng i forhold til mye av klimadebatten og mye av klimaforskningen. Her synes det å være en form for *nivåforskjell* som også kan knyttes til en forskjell som går på ulikheter i *fagtradisjoner*. Det vi kan kalle den rådende klimadiskursen er i stor grad ført innenfor et *internasjonalt* og *nasjonalt* domene, forstått som av og for aktører som representerer internasjonale og nasjonale organisasjoner og interessegrupper. Videre er klimadiskursen dominert av en *naturfaglig* tilnærming; noe som kommer klarest til uttrykk gjennom FNs klimapanel og som har sin naturlige forklaring i at den grunnleggende faglige utfordringen så langt har vært å avklare om klimaet endrer seg og hvilken rolle menneskeskapt utslipp spiller i den sammenheng. Videre har det vært viktig å avklare hvilke effekter klimaendringer kan føre med seg, forstått som endringer i de naturlige økosystemer – altså effekter som endringer i havnivå, frekvens og styrke på flom, ras, økosystemendringer osv. Dette er i hovedsak naturfaglige problemstillinger.

Vår gjennomgang av metoder for lokale klimasårbarhetsanalyser viser en alternativ diskurs som skiller seg både på domene (lokal/regional) og faginnretning. Forskjell når de gjelder *domene* er likevel bare delvis, i den forstand at også det internasjonale og nasjonale domenet er representert – i vår sammenheng gjennom veiledere utgitt av internasjonale organisasjoner (UNDP og ICLEI). I begge tilfeller er likevel det *regionale* og *lokale* nivået i samfunnet som er vektlagt (for veilederen fra ICLEI er fokuset utelukkende på det lokale og regionale nivået), og dette er noe genuint nytt i klimasammenheng der fokuset i andre sammenhenger nesten utelukkende er på internasjonale forhandlinger og nasjonalt klimapolitikk. Når det gjelder *fagtradisjon* er forskjellen tydeligere. For det første er det et fokus på hvordan samfunnet blir rammet av klimaendringer og behov for tilpasning, mens selve klimaendringer og effekter av klimaendringer på naturlige økosystemer behandles som gitt i den forstand at de ikke gjøres til gjenstand for egne analyser. Videre kommer at de metodene vi har gjennomgått legger vekt på at det er summen av klima- og samfunnsendringer som bestemmer konsekvensene av at klimaet endrer seg. I figuren under er forskjellen gitt betegnelsen endimensjonal tilnærming (bare fokus på effekten av klimaendringer) og todimensjonal (fokuserer på sumeffekten av klima- og samfunnsendringer).



Figur 9 To tilnærming til vurdering av klimasårbarhet

Et viktig poeng med den todimensjonale tilnærmingen illustrert i figuren over er pilen som går fra "klimatilpassing" til boksen som heter "samfunnsprosesser" (og ikke til "samfunn"). Poenget med dette lille skiftet kan knyttes til en årsak-virkning sammenheng og det vi innledningsvis omtalte som en utvidelse av PSR-modellen til å inkludere "drivere"; altså å utforme klimatilpassningstiltak som retter seg inn mot drivere, ikke mot de fenomenene som blir "direkte" utsatt for klimapåvirkning. Vi kan ta et eksempel fra transport. Den endimensjonale tilnærmingen kan for eksempel få fram at klimaendringer kan føre til økte problemer for transport i form av økt frekvens av ras som kan føre til flere ulykker og oftere stengte veier. Typiske tiltak kan da være å legge veier i tunneller eller anlegge flere rasoverbygg. Den todimensjonale tilnærmingen kan supplere dette bildet med å få fram at holdninger til framkommelighet og omfang av mobilitet er en viktige drivkrefter som øker den samfunnsøkonomiske klimasårbarheten. Mens man tidligere kanskje så an været og vurderte om man skulle kjøre gjennom rasutsatte områder, så er holdningen nå at man uansett vær krever å kunne kjøre, samtidig som at omfanget av transport

(og dermed også skaderisikoen på en gitt veistreking) øker – og fortsatt vil øke om ikke tiltak blir satt i verk. Tilpasningstiltak ut fra den todimensjonale tilnærmingen kan dermed være å redusere omfanget av transport, eventuelt supplert med å styrke kollektivtransporten.

Behandling av spørsmålet om usikkerhet

Spørsmålet om usikkerhet er sentralt i klimadebatten, både den faglige debatten og debatten om hvilken klimapolitikk samfunnet bør utforme. Det er imidlertid et problem at usikkerhet behandles noe ensidig og ofte reduseres til spørsmålet om usikkerhet omkring to spørsmål:

- I hvilken grad observerte klimaendringer er menneskeskapte
- Effekten av klimaendringer på avgrensede deler av naturen

Begge spørsmålene faller inn under det vi har betegnet som den naturlige klimasårbarheten. I langt mindre grad blir spørsmålet om usikkerhet knyttet til våre to øvrige sårbarhets kategorier samfunnsøkonomisk og institusjonell klimasårbarhet. I de modellene vi har gjennomgått er likevel disse to tilleggsdimensjonene av usikkerhet i klimasammenheng berørt. Følgende sitat fra ICLEI-veilederen berører dette poenget:

As a public decision-maker, you probably already know how to plan under conditions of uncertainty very skilfully. In the future, climate change preparedness will demand that you make even more decisions with incomplete and evolving information. Continue to seek the best new information about climate change in your region; you may find answers to some questions that you have about climate change impacts to your community, but you may also find that some major scientific uncertainties remain. Try to build your preparedness process to be flexible to a range of climate change scenarios.

Sitatet over berører spørsmålet om beslutning under usikkerhet, som altså introduserer usikkerhet i selve beslutningsprosessen; altså ikke bare hvordan man skal forstå usikkerhet i forholdet mellom utslipp-klima-effekt i naturen, men også det faktum at usikkerhet i beslutninger i samfunnet kan påvirke hvordan effekten av klimaendringer i samfunnet til slutt kan bli.

Ansatter til en modell for usikkerhetsvurdering i lokale klimasårbarhetsanalyser

For en mer praktisk anvendelse, i forbindelse med lokale klimasårbarhetsanalyser, trenger vi å utvikle mer konkrete kategorier av usikkerhet enn de teoretiske betraktningene som er gjengitt over. En slik første tilnærming (som vi vil arbeide videre med i NORADAPT prosjektet) er vist i figuren under. Her skiller vi mellom to dimensjoner: lokalisering av og type/grad av usikkerhet. Lokalisering er igjen delt inn i:

- Modellusikkerhet: Hvorvidt vi har gode vitenskapelige modeller for å forstå årsak-virkning.
- Tidsfordelingsusikkerhet: Hvorvidt vi har en god forståelse av hvordan endringer fordeler seg i tid.
- Skalausikkerhet: Hvorvidt vi har en god forståelse av hvordan endringer fordeler seg i rom.
- Samspillusikkerhet: Hvorvidt vi har en god forståelse av samspill mellom de ulike kategoriene av klimasårbarhet.

For dimensjonen som gjelder type og grad av usikkerhet skiller vi mellom våre tre kategorier av klimasårbarhet (naturlig, samfunnsøkonomisk og institusjonell klimasårbarhet) i tillegg til det som gjelder selve klimaendringene.

Tabell 9 Forslag til typologi for analyse av usikkerhet i forbindelse med lokale klimasårbarhetsvurderinger

Lokalisering av usikkerhet	Type og grad av usikkerhet			
	Klima	Naturlig sårbarhet	Samfunnsøk. sårbarhet	Institusjonell sårbarhet
Modellusikkerhet				
Tidsfordelingsusikkerhet				
Skalausikkerhet				
Samspillusikkerhet				

I tabellen under har vi gitt to eksempler på hvordan modellen kan anvendes for to tenkte eksempler ("tenkte" i den forstand at vi ikke går god for de usikkerhetsvurderingene som er ført inn i tabellen; de er rent illustrative).

Poenget her er å få fram at slike analyser kan gi grunnlag for en vurdering av om kunnskapsgrunnlaget er tilstrekkelig for å sette i verk tiltak for klimatilpasning, eventuelt hvor man må sette inn tiltak for å styrke kunnskapsgrunnlaget. I de to eksemplene under – gitt at informasjonen der var korrekt – kunne man da tenke seg å konkludere med at for temaet ”flomsikring av veger” så er det stor usikkerhet ved nedskalering til kommunenivå og derfor vanskelig anbefale omfattende tilpasningstiltak lokalt.

Tabell 10 Hypotetisk sikkerhetsanalyse for temaet ”flomsikring av veger”

Lokalisering av usikkerhet	Type og grad av usikkerhet			
	Klima	Naturlig sårbarhet	Samfunnsøk. sårbarhet	Institusjonell sårbarhet
Modellusikkerhet	-	-	-	-
Tidsfordelings-usikkerhet	-	-	-	-
Skalausikkerhet	Fordeling av lavtrykksmønster	Hvilke småbekker kan bli utsatt for nedbørsflom	Kvalitet på vegene og nivå på driftsutgifter	Kompetanse i kommunene
Samspillusikkerhet	-	Gjengroing	-	-

For temaet ”sikring av veger mot havnivåstigning” så viser tabellen en mangler grunninnsikt i årsak-virkning, men gitt at denne reduseres eller fjernes framstår kunnskapsgrunnlaget som godt for å bruke gjeldende klimamodeller til å anbefale klimatilpasningstiltak.

Tabell 11 Hypotetisk sikkerhetsanalyse for temaet ”sikring av veger mot havnivåstigning”

Lokalisering av usikkerhet	Type og grad av usikkerhet			
	Klima	Naturlig sårbarhet	Samfunnsøk. sårbarhet	Institusjonell sårbarhet
Modellusikkerhet	-	Hvordan reagerer veibanen på økt havnivå	-	-
Tidsfordelings-usikkerhet	-	-	-	-
Skalausikkerhet	-	-	Kvalitet på vegene og nivå på driftsutgifter	Kompetanse i kommunene
Samspillusikkerhet	-	Stormfrekvens	-	-

Grad av og type indikatorinnretning

Lokale klimasårbarhetsindikatorer er relativt *lite* utviklet sett i forhold til den relativt omfattende veiledningen som tross alt finnes om hvordan legge opp prosessen rundt det å vurdere klimasårbarheten. De metodene og indikatorene som likevel er omtalt favner heller ikke alltid opp hele årsak-virkningskjeden, fra påvirkning via tilstand og respons. I enkelte tilfeller, som i de ulike britiske modellene, er det lagt mest vekt på responsiden; altså mindre vekt på å beskrive hvor stor sårbarheten faktisk er og mer vekt på å beskrive hva som kan gjøres for å redusere sårbarheten. Eller sagt i vår terminologi: en hovedvekt på indikatorer som beskriver den institusjonelle sårbarheten og mindre vekt på indikatorer som beskriver den naturlige og samfunnsøkonomiske sårbarheten. Det er så langt gjort minst på sosiale indikatorer for sårbarhet (i motsetning til de fysiske sidene ved sårbarhet). Dette skyldes bl.a. at det er vanskeligere å finne robuste, og kvantifiserbare indikatorer for hvilke sosiale faktorer som fører til sårbarhet, i seg selv et ofte uklart og omdiskutert begrep (se for eksempel O'Brien m.fl., 2003). Både Vincent (2007) og Cutter m.fl. (2003) tar utgangspunkt i at sårbarhet bestemmes både av den fysiske eksponeringen overfor gitte miljø- eller klimarisikofaktorer, og på den andre siden den sosiale evnen til å takle disse endringene. Vincents' adaptive capacity er dermed en del av den totale sårbarheten, og tilsvarer det Cutter m.fl. kaller sosial sårbarhet. Cutter m.fl. (2003) lister opp en rekke faktorer som bestemmer sosial sårbarhet overfor miljømessig risiko, og legger vekt på at mens man vet en del om hvilke faktorer som bestemmer sårbarhet

overfor risiko (alder, sosio-økonomisk status, osv.) er de største utfordringene knyttet til identifisering av de rette indikatorene.

De fleste av modellene vi har gjennomgått har en klar vekt på å beskrive prosesser og behovet for å gjøre *institusjonelle* endringer. I mindre grad er det beskrevet metoder for å gjøre mer substansielle analyser. Et eksempel på beskrivelse av viktigheten av å få til slike endringer kan vi hente fra ICLEI sin håndbok:

Have foresight – establish institutions to deal with climate change impacts on an ongoing basis: Even if you build a team of talented individuals who can motivate and guide others across your government and community to take action on climate change, you will still need to leave strong systems in place that last well beyond your term. Ask your team, your government and your community to have foresight.

Incorporate climate change considerations into long-range planning documents, “mainstream” climate change preparedness into infrastructure investments and basic budget decisions, and try to establish a culture of climate change preparedness”(ICLEI).

Både UNDP og ICLEI modellene gir stor plass til detaljerte beskrivelser av hvordan gjennomføre en prosess som skal ende opp med analyse av klimasårbarheten og forslag til klimatilpasningsstrategi. De gir mindre konkrete råd når det gjelder hvordan disse analysene skal gjennomføres substansielt. Det samme gjelder den britiske modellen, selv om denne går noe lengre i å gi substansinnrettede eksempler – for eksempel på klimasårbarhetsindikatorer.

Et grunnleggende problem i de modellene vi har gjennomgått, er mangelen på klare anbefalinger om hvordan man skal gå over fra analyser av historiske klimarelaterte hendelser til det å analysere muligheten for at ”nye” hendelser kan oppstå som følge av klimaendringer. Klarest kommer denne svakheten til uttrykk i den tyske regionale modellen, der det er utviklet en svært sofistikert metode for å rangere kommuner innbyrdes ut fra sårbarhet i forhold til historiske ekstremværhendelser, mens det er svært uklart hvordan metodikken kan anvendes for en tilsvarende rangering i forhold til mulige endringer i dette bildet ut fra klimaendringer.

Som påpekt tidligere antyder de modellene vi har gjennomgått et interessant skille mellom en internasjonal/nasjonal og regional/lokal klimadiskurs, der den siste i motsetning til den første har tatt inn over seg at klimasårbarhet også bestemmes ut fra endringer i samfunnet – ikke bare endringene i klimaet. Denne erkjennelsen har likevel ikke materialisert seg gjennom anvisninger om konkrete metoder for å få fram dette forholdet. Det vi finner er mer generelle anbefalinger om å ta ”hensyn til” utviklingstrekk i samfunnet og samfunnsmessige forhold.

Den tyske modellen for regionale klimasårbarhetsanalyser har ambisjoner om å sammenfatte ulike former for klimasårbarhet i en samleindeks, som presenteres i form av et samlet sårbarhetskart der ulike geografiske enheter rangeres opp mot hverandre. På regionalt nivå har altså modellen ikke ambisjoner om å si noe om den absolutte klimasårbarheten, bare de relative forskjellene mellom analyseenheter (kommuner). Videre presenterer modellen et forslag til lokale indikatorer som er ment å kunne si noe om den absolutte sårbarheten. Modellen er avgrenset til ekstremvær, og den er i utgangspunktet ikke koblet til klimamodeller – den beskriver med andre ord bare det vi har betegnet som den samfunnsøkonomiske og institusjonelle sårbarheten. Den tyske modellen har en tilsvarende ambisjon som vår modell har, og som vi forsøkte å få fram i en analyse av Nordnorske kommuner (referanse); nemlig en rangering av kommuner ut fra klimasårbarhet. Forskjellen er at vi prøvde å rangere ut fra ulikheter i den absolutte sårbarheten, men uten å forsøke å slå sammen ulike sårbarhetstema til én indeks.

Konklusjon

Teoretiske utfordringer og problemstillinger for utvikling og bruk av indikatorer

Bruk av indikatorer er forbundet med en rekke utfordringer. Sentrale utfordringer er tilgang på gode data, håndtering av data, og troverdigheten til dataene. Andre områder som har betydning for nytten av indikatorer for klimasårbarhet inkluderer blant annet følgende forhold og problemstillinger:

- Bruk av indikatorer for *dagens* sårbarhet for scenarioer for *framtidig* klimaendring.

Det meste som har vært gjort så langt bruker dagens sårbarhet som mål. Vincent (2007) mener dette er fornuftig, og at forsøk på kartlegging av framtidig sårbarhet bare øker usikkerheten enda mer og fører til resultater med liten praktisk verdi. En alternativ tilnærming kan være å legge vekt på å få fram ekstremverdier og belyse usikkerheten for dermed å få fram spennet i utfordringen å planlegge under usikkerhet. En tredje tilnærming er å utvikle scenarioer for samfunnsendringer som kan vise mulige endringer i framtidig sårbarhet.

- Kobling av indikatorer for samfunnsøkonomisk og institusjonell sårbarhet med indikatorer for naturlig sårbarhet.

Cutter & Emrich (2006) diskuterer dette i forhold til Katrina-orkanen USA. De finner at sårbarheten i noen områder domineres av de samfunnsmessige faktorene, i andre de naturlige eller biofysiske faktorene. Dette er viktig fordi det er områdene hvor sosiale faktorer dominerer slik at folk bærer de største kostnadene både på kort og lang sikt, mens et fokus på biofysisk sårbarhet (som det har vært en tendens til) lett vil overse disse gruppene. Denne og andre studier underbygger viktigheten av å operere med en differensiert kategorisering av "klimasårbarhet".

- Målene som ligger bak indikatorene er sosialt bestemt, og kan variere mellom ulike kulturer og myndigheter. Indikatorer vil alltid ha en form for innebygget normativitet. I mange tilfeller er dette også eksplisitt ved at indikatorene er koblet til mål. Hvis indikatorer skal brukes i en styringssammenheng er det viktig å være klar over og eksplisitt på slike koblinger.

- Indikatorer er nivåspesifikke.

Resultatene er vanskelig å overføre fra et nivå til et annet bl.a. fordi aggregerte resultater maskerer diversitet innen et område (for eksempel i minoriteter eller spesielt sårbare grupper), og fordi det som gir sårbarhet på ett nivå (for eksempel sammensetningen av økonomien i en kommune) ikke er det samme som gir sårbarhet på nasjonalt eller regionalt nivå (for eksempel evne til fordeling av kostnader ved klimahendelser innen landegrensene). Denne erkjennelsen gjør at man må være forsiktig med å ha ambisjoner om aggregering av indikatorer oppover i styringshierarkiet. Det kan også være vanskelig å sammenligne mellom enheter på samme styringsnivå når disse er svært forskjellig i størrelse; for eksempel å sammenligne storbyer med mindre utkantkommuner – da vil også problemet med nivåforskjell kunne slå ut selv om enhetene styringsmessig tilhører samme "nivå".

- Indikatorer sier noe om potensial, ikke nødvendigvis praksis

Det er ikke gitt at tilpasning skjer automatisk selv om indikatorene viser at tilpasningsevne er høy. Dette er viktig fordi de fleste indikatorer måler ting som har med det formelle systemet å gjøre (for eksempel reguleringer og avgjørelser tatt av myndighetene), og ofte ikke hva de faktisk har gjort i møte med klimahendelser eller hvilken evne de har i praksis. Slike ting er vanskeligere å fange opp i kvantitative indikatorer fordi det har med nettverk, sosial kapital o.a. å gjøre.

- Balansering mellom kalde og varme indikatorer

Vår gjennomgang viser en rekke eksempler på både kalde og varme indikatorer. Vi har innledningsvis pekt på utfordringen å komme fram til "passe varme" indikatorer; altså indikatorer som er tilstrekkelig faglig dekkene og som samtidig er tilstrekkelig beslutningsrelevante. I en situasjon der man holder på å utvikle indikatorer vil det nok være en overvekt av kalde indikatorer i de foreslåtte indikatorsystemene – noe vår gjennomgang også tyder på – som så etter hvert må "varmes opp" gjennom lokale medvirkningsprosesser og i en dialog mellom forskere, beslutningstakere og andre lokale aktører.

Internasjonale erfaringer som vi vil bringe videre i NORADAPT prosjektet

Hva ønsker vi så å bringe med oss videre i NORADAPT prosjektet ut fra de internasjonale erfaringene vi har dokumentert og drøftet her?

- Indikatorbasert tilnærming

Vår første konklusjon gjelder at vi ønsker å bruke en indikatorbasert tilnærming. Det betyr imidlertid ikke at vi utelukkende skal bruke indikatorer i den klassiske forstanden – forstått som "tall". Det første viktige supplementet er at vi vil bruke kombinasjonen av "tall" og kart gjennom geografiske informasjonssystemer (GIS), fordi kart er et svært viktig arbeidsredskap i lokal planlegging og er et sterkt verktøy for kommunikasjon. Samtidig kan kart tilsøre den usikkerheten som er tilstede. Kart kan skape illusjon av mer nøyaktig kunnskap enn det som er reelt. Det er derfor viktig å supplere med mer kvalitativ type kunnskap, først og fremst i form av tekst knyttet til kart og indikatorer.

- Ulike kategorier lokal klimasårbarhet

Vår neste konklusjon er at vi holder fast på den tredelingen av lokal klimasårbarhet (med en tilsvarende tredeling i indikatortilnærmingen) som lå til grunn ved oppstart av NORADAPT prosjektet; altså skillet mellom *naturlig*, *samfunnsøkonomisk* og *institusjonell* klimasårbarhet. Vi vil i tillegg vurdere å utvikle og inkludere en mulig fjerde kategori sårbarhetsindikator; nemlig *individuell* klimasårbarhet. Dette er en type sårbarhet som gjelder den enkelte innbyggeren, og som omfatter egenskaper ved individet som er med å bestemme hvordan vi forholder oss til klimautfordringen. Egenskapene kan minne om de som karakteriserer den institusjonelle sårbarheten – som kunnskap, praksis og holdninger – men gjelder altså individer, ikke institusjoner. I tillegg kommer sosioøkonomiske egenskaper som inntekt, utdanning, alder, sosial status og kjønn.

- Kombinere samfunns- og klimascenarioer

En videreføring av den tre- (evt fire-)delingen av klimasårbarhet som er omtalt over, er å supplere klimascenarioer med samfunnsscenarioer. Dette er også et grep som lå til grunn for NORADAPT prosjektet, og som vi velger å holde på ut fra erfaringer internasjonalt. Vi registrerer at mange av de metodene vi har studert i realiteten legger opp til en slik tilnærming, men at det så langt ikke har vært mulig for oss å komme over en metode som har operasjonalisert et slikt metodisk grep. Vi tror derfor NORADAPT prosjektet har en viktig misjon i å operasjonalisere og prøve ut slikt metodisk grep.

- Årsaksorientering

Innledningsvis omtalte vi pressure-state-respons modellen (PSR) – og den utvidede DPSRI-modellen – som angir en logisk sammenheng mellom ulike kategorier av indikatorer langs en årsak-virkning kjede. De utenlandske modeller har lagt fokus på ulike deler i en slik årsak-virkningskjede. Enkelte – bl.a. den britiske UKCIP-modellen – fokuserer mest på responsdelen (altså beskriver sårbarheten gjennom de tilpasningstiltak som er eller ikke er igangsatt). Andre igjen konsentrerer seg om "tilstandsindikatorer". Vi velger i utgangspunktet å forholde oss til hele årsak-virkningskjeden, der den naturlige sårbarheten i hovedsak inneholder "tilstandsindikatorer" men den samfunnsøkonomiske i hovedsak inneholder "påvirkningsindikatorer" og den institusjonelle sårbarheten i hovedsak inneholder "responsindikatorer". Et viktig tilleggspoeng her er at ved å bruke tilnærmingen omtalt i punktet over – altså å kombinere samfunns- og klimascenarioer – legger vi til rette for en tydeligere årsaksinnretning av tilpasningspolitikken enn ved bare å bruke klimascenarioer. Grunnen til det er at ved å bruke samfunnsscenarioer legger vi til rette for å få fram de drivkreftene i samfunnsutviklingen som gjør samfunnet mer eller mindre sårbare for klimaendringer.

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

Et viktig metodisk grep i vår indikatormodell er å kombinere en ovenfra-og-ned med en nedenfra-og-opp tilnærming. I dette ligger at vi skal bruke de muligheter som ligger i å skalere ned nasjonale scenarier for klimautvikling og samfunnsmessige endringer (ovenfra-og-ned). Samtidig er det viktig å trekke inn lokal kunnskap for å supplere kunnskapen vi kan få fra nedskaleringer av nasjonale data og nasjonale modeller. I noen tilfeller vil ovenfra-og-ned kunnskap ha en begrenset instrumentell verdi og mer være et inspirasjonsgrunnlag for å gjøre mer instrumentelt innrettede nedenfra-og-opp vurderinger. De fleste modellene vi har gjennomgått legger vekt på et slikt grep.

- Type sammenligning

Indikatorer blir gjerne brukt til sammenligninger. I kommuner er det vanlig å sammenligne seg med andre kommuner. I enkelte sammenhenger – bl.a. på området bærekraftindikatorer – har det også vært uttalt ambisjoner om sammenligninger mellom kommuner i ulike land. Vi har i utgangspunktet *ikke* slike ambisjoner. Vårt fokus er å få fram indikatorer for *intern* sammenligning *over tid*, altså å få fram hvordan klimasårbarheten for den enkelte kommune utvikler seg over tid. I den grad vi har ambisjoner om sammenligninger i *rom* gjelder det i hovedsak mellom ulike deler av kommunen. Dette vil vi særlig søke å få fram gjennom bruk av GIS. Når det er sagt betyr ikke det at vi vil være helt avvisende til det å legge opp til sammenligning mellom kommuner. I et tidligere arbeid gjorde vi nettopp det; forsøkte å sammenligne klimasårbarheten til et utvalg kommuner (Groven

mfl, 2006). Vi vil derfor ved avslutningen av prosjektet gjøre en vurdering av de indikatorene kommunene faktisk har brukt og i hvilken grad disse – eventuelt med mindre justeringer – gir grunnlag for også å gjøre sammenligninger mellom kommuner; og da med tanke på å komme opp med en form for regional eller nasjonal rangering av kommunenes klimasårbarhet.

- Klimasårbarhet som del av en større sammenheng

De metodene vi har gjennomgått har nødvendigvis hatt et sterkt fokus på klimasårbarhet. Noen – men ikke alle - av metodene tematiserer hvilke andre politikfelt (ikke minst den utslippsorienterte delen av klimapolitikken) som klimasårbarhet og klimatilpassing bør sees i sammenheng med. Vi vil legge vekt på i NORADAPT at kommunene i sitt prosjektarbeid har en kobling til den utslippsorienterte klimapolitikken og at det også er en kobling til den ordinære kommuneplanleggingen; dette for å sikre et visst minimum av integrering av klimatilpassingsarbeidet i andre politikkområder i forsøkskommunene.

- Dokumentere erfaringer med bruken av indikatorer

Et siste punkt her gjelder dokumentasjon. Den internasjonale litteraturen er omfattende når det gjelder dokumentasjon av ulike indikatorer som er *utviklet* på miljø-, bærekraft- og (etter hvert) klimaområdet; særlig gjelder dette *lokale* indikatorer. I det siste har det også dukket opp noen eksempler på lokale indikatorer for vurdering av lokal klimasårbarhet. Det er imidlertid *svært lite* forskningsbasert litteratur som dokumenterer *bruken* og *effekten* av slike indikatorer. Dette er en utfordring vi ønsker å gripe fatt i. NORADAPT prosjektet har derfor som ambisjon *både* å utvikle og kritisk drøfte nytten av de samme indikatorene basert på dokumentasjon av hvordan kommunene har brukt indikatorene vi har utviklet sammen med dem.

Litteratur

- Aall, C., Norland, I. T. (2005): Indicators for Local-Scale Climate Vulnerability Assessments. Report no. 6/2005, Oslo: ProSus.
- Adger W. N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G., Agnew, M. and Eriksen, S. (2004) New indicators of vulnerability and adaptive capacity, Tyndall Centre Technical Report 7
- Adriaanse, A. (1993): Environmental policy performance indicators. A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. La Hague: Solu Vitgeverij Koninginnegracht, mei 1993
- Agyeman, J., Evans, B. (1999) Editorial. *Local Environment*, vol. 4, no. 2, pp 109-110
- Bossel, H. (1999) Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group. Winnipeg, Canada: International Institute for Sustainable Development (IISD)
- Brandt, Burström og Frostell 1999
- 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
- Cutter, S. L. 2003. "The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability," Presidential Address, *Annals of the Association of American Geographers*. Volume 93 Issue 1, Pages 1 – 12.
- Cutter, S. L. and C. T. Emrich (2006). "Moral Hazard, Social Catastrophe: The Changing Face of Vulnerability along the Hurricane Coasts." *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 604: 112-112.
- Dessai, S., O'Brien, K., Hulme, M. (2007): Editorial: On uncertainty and climate change. *Global environmental change*, Volume 1, Number 1: 1-3.
- Doyal, L., Gough, I. (1991), *A Theory of Human Need*. London: Macmillan Press Ltd., UK
- Gary Yohe & Richard S.J. Tol (2002) Indicators for social and economic coping capacity – moving toward a working definition of adaptive capacity, *Global Environmental Change*, 12:25-40 .
- Groven, Lerøy Sataøen og Aall (2006) *Regional klimasårbarhetsanalyse for Nord-Norge*. Vestlandsforsking-rapport 4/06. Sogndal: Vestlandsforsking
- Høyer, K.G. (2000) *Sustainable Mobility – the Concept and its Implications*. Ph.d. thesis. Universitetet i Roskilde. VF-rapport 1/2000. Sogndal: Vestlandsforsking
- Høyer, K.G., Aall, C., Brendehaug, E. (2005): *Ulike tilnæringer til bruken av føre-var prinsippet. Sluttrapport fra prosjektet Governance in the Field of Biotechnology and Operationalising the Precautionary Principle*. VF-notat. Sogndal: Vestlandsforsking
- Høyer, K.G., Aall, C. (1997): *Miljø- og bærekraftindikatorer. En internasjonal kunnskapsoversikt som grunnlag for utvikling av en retningsanalysemodell*. VF-rapport 13/97. Sogndal: Vestlandsforsking
- Høyer, K.G., Aall, C. (2005): Lokale indikatorer for bærekraftig utvikling. Bærekraftindikatorernes teori og historie - men med hvilken framtid? I Aall, C., Høyer, K.G., Lafferty, W.M. (2002): *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i kommunene. Lokale agendaer, tiltak og utfordringer*. Oslo: Gyldendal Akademiske. 200-234.
- Thompson, J.D. (1967): *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*. New Jersey: Transaction Publishers.
- Jones, R. (2000): Managing uncertainty in climate change projections: issues for impact analysis—an editorial comment. *Climatic Change*, vol: 45 2000 p:403
- Kropp, J. P., A. Block, m.fl. (2006). Semiquantitative assessment of regional climate vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study. *Climatic Change* 76
- Lerch, D. (2007): Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty. A Guidebook on Peak Oil and Global Warming for Local Governments. Sebastapool: Post Carbon Institute, USA
- Levett & Therivel (2007): Strategic Environmental Assessment and climate change: Guidance for practitioners. UK Climate Impacts Programme mfl. Revides June 2007 .
- Lim, B., Spanger-Siegfried, E. (eds.) (2004): *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. United Nations Development U N Programme. Cambridge University Press.
- MacGillivray, A. og Zadek, S. (1995): *Accounting for change – indicators for sustainable development*. London: The New Economics Foundation.

- Mitchell, G. (1996): Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators. I: *Sustainable Development*, vol. 4, no 1. West Sussex, UK: John Guiley & Sons
- Moss, R.H. (2007): Improving information for managing an uncertain future climate. Dessai, S., O'Brien, K., Hulme, M. (2007): Editorial: On uncertainty and climate change. *Global environmental change*, Volume 1, Number 1: 4-7.
- Næss, L.O., Norland, I., Lafferty, W., Aall, C. (2006): Data and processes linking vulnerability assessment to adaptation decision-making on climate change in Norway. *Global Environmental Change*, Volume 16, Issue 2, May 2006: 221-233
- 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
- Perrow, C. (1984, 1999): *Normal Accidents: Living with High Risk Technologies*. Princeton university press
- Perrow, C. (2007): *The Next Catastrophe: Reducing Our Vulnerabilities to Natural, Industrial, and Terrorist Disasters*. Princeton university press
- Rey-Valette, H., Laole, F., Le Fur, J. (2007): Introduction to the key issue concerning the use of sustainable development indicators, *International Journal of Sustainable Development (IJS)*. Volume 10 - Issue (1/2): 4-13
- Schneider, S. H., 1983: CO₂, climate and society: a brief overview, in R. S. Chen, E. Boulding, and S. H. Schneider (eds.), *Social Science Research and Climate Change: An Interdisciplinary Appraisal* (Boston: D. Reidel), pp. 9–15.
- Ingjerd Skogseid (2007) *Information Infrastructure and Rural Innovation Systems: A study of the dynamics of local adaptation of ICT*. Doctor scient. Dissertation Oslo: Dep. of Informatics, Faculty of Mathematics and Natural Science, University of Oslo, Norway.
- Snover, A.K.L., Whitely Binder, J., Lopez, E., Willmot, J., Kay, D., Howell, and J. Simmons (2007): *Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional and State Governments*. In association with and published by ICLEI – Local Governments for Sustainability; Okland
- Sterling, A. (1999): "The Appraisal of Sustainability: some problems and possible responses". *Local Environment*, vol. 4, nr. 2, 111-134.
- Stockholm Environment Institute (2007): *From vulnerability indicators to profiles and adaptation*
- Stockholm Environment Institute (2007): *Identifying Climate Vulnerability Exposure. Preliminary guidance for ACCCA teams 21st June 2007*, Oxford
- Van Asselt, Marjolein B.A.(2000): "Perspectives on Uncertainty and Risk. The prima approach to decision support". Kluwer Academic Publishers.
- Vincent, K. (2007): Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. *Global Environmental Change*, 17 (1).
- Walker, W.E., Harremoës, P., Rotmans, J,m van der Sluijs, J.P., van Asselt, M.B.A., Janssen, P.H.M., von Krauss, M.P.K. (2003): Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment* 4, 5-17.
- Yohe, G & Richard S.J. Tol (2002) Indicators for social and economic coping capacity – moving toward a working definition of adaptive capacity, *Global Environmental Change*, 12, 25-40.

Vedlegg 1: Oppsummering av modellene

Tabell v1 Nummerering av modellene

Nr	Tittel
1	FNs utviklingsprogram sin modell for lokale klimasårbarhetsanalyser sin veileder for tilpasning til klimaendringer
2	ICLEI sin modell for lokale klimasårbarhetsanalyser utviklet spesielt for lokale myndigheter i USA
3a	Stockholm Environmental Institute sitt forslag til system for lokal klimasårbarhetsanalyse
3b	Stockholm Environment Institute (2007): <i>From vulnerability indicators to profiles and adaptation</i>
4	Britisk modell for lokale klimasårbarhets-analyser
5	Tysk modell for regional klimasårbarhetsanalyser avgrenset til temaet
6	Nederlandsk modell for lokal klimasårbarhetsanalyse avgrenset til temaet vannressursforvaltning
7	Europeisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging
8	Nederlandsk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging
9	Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i system for strategiske konsekvensanalyser
10	Tysk/amerikansk modell for å analysere tilpasningsevne
11	Britisk modell for indikatorutvikling
12	Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i nasjonalt system for lokale bærekraftindikatorer
13	Amerikansk modell for lokal tilpasning til "post carbon society"

Tabell v2 Bakgrunn, innretning og forankring for analysemodellene

Nr	Utviklet av/i:	Type publikasjon	Målgruppe	Forvaltningsnivå	Forankring
1	UNDP, forskere og NGOer	Praktisk rettet veileder beregnet på spesialister.	Spesialister (analytikere, klimaprogramkoordinatorer m.fl.) og policymakere som arbeider for nasjonale myndigheter, i første rekke utviklingsland.	Plan: Først og fremst nasjonale myndigheter Analyse: uavhengig av nivå Tilpasningstiltak: sps. lokalt	Vekt på politisk prosess (bl.a. klimasårbarhetsanalyse som læringsprosess). Tilpasningsstrategi med forslag til tiltak som skal innarbeides i ulike planer og langsiktige utviklingsstrategier
2	ICLEI i samarbeid forskere og lokale myndigheter	Praktisk rettet veileder som bygger på erfaringer med lokal /regional klimatilpasning	Offentlige myndigheter, spesielt på lokalt og regionalt nivå.	Først og fremst lokalt/regionalt nivå, også aktuell for statlige myndigheter. Modellen er fleksibel og kan også tilpasses bruk i en offentlig sektor, i private virksomheter osv.	Vekt på politisk prosess både i utvikling og implementering av plan. Plan for klimatilpasningstiltak og på bakgrunn av denne innarbeiding av klimatilpasning i andre langsiktige planer (bl.a for arealbruk) og budsjett.
3 a og b	Forskere	a) Foreløpig veileder og b) notat tilgjengelig på nettside med informasjon om sårbarhet	a)Andre forskere, lokale/regionale myndigheter og næringer/ økonomisk virksomhet b) Forskere og brukere (beslutningstakere, organisasjoner)	Generell/ Regional Kan brukes lokalt (gjelder begge)	a) Generelle henvisninger til at modellen kan kobles til ulike planleggingsprosesser b) Ingen definert styringsmessig forankring
4	UKCIP og i samarbeid med andre organisasjoner	Tre ulike veiledere spesielt rettet mot kommuner	Kommuner/lokale myndigheter	Lokal innretning	Vekt på politisk prosess. Klimaplan som omfatter både utslipps- og tiltaksdel. Strategier som er relevante for en rekke kommunale planer og beslutningsprosesser
5	Forskere som forsøksprosjekt	Utviklet og brukt som forsøksprosjekt	Kommuner og regioner (delstater)	Regionalt/lokalt Det oppgis at analysenivået i prinsippet er valgfritt	Ingen politisk prosess. Ingen definert styringsmessig forankring, men stor relevans for forvaltning på ulike nivå.
6	Vannforvaltning og forskere i samarbeid	Råd / veiledning for politikktutforming og forvaltning av vannressurser	Ingen spesiell	Strategiene skal være anvendbare på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå	Publikasjonen har ikke med noe om politisk prosess eller styringsmessig forankring. Metoden har relevans

					for vassdrags- og arealplanlegging.
7	Myndigheter fra flere land på ulike nivå i samarbeid med organisasjoner	Råd og veiledning for bevisstgjøring, politikktutforming og råd om hvordan klimatilpasning bør inkluderes i arealplanlegging	Myndigheter: arealplanlegging på lokalt, regionalt, nasjonalt og europeisk nivå	lokalt, regionalt, nasjonalt og europeisk nivå	Den politiske prosessen er en viktig del. Styringsmessig forankring er arealplaner.
8	Forskere Forskning og utviklingsprogram	Utvikle en kunnskapsbase på bakgrunn av internasjonal forskning som kan brukes i praktisk arealplanlegging i Nederland	Myndigheter på ulike nivå, privat sektor og andre aktører innenfor arealplanlegging	Regionalt nivå og sektorer (transport, naturforvaltning, landbruk vassdragsforvaltning)	Ikke direkte om politisk prosess (forskning for policyutvikling). Ingen direkte styringsmessig forankring. Prosjektet vil frembringe data som er relevant for arealplanlegging.
9	Organisasjonen UKCIP i samarbeid med andre	Veileder for innarbeiding av klimatiltak i strategiske konsekvensanalyser (SEA)	Myndigheter på lokalt og regionalt nivå (ikke nasjonalt?)	Lokalt og regionalt nivå	Ingen politisk prosess (forholder seg til faglig innhold i SEA) Styringsmessig forankring er strategiske konsekvensanalyser
10	Forskere forskningsprosjekt	Forskningsprosjekt, for å utvikle en metode for å analysere hvordan et system håndterer eksterne stressfaktorer Et mål at metoden skal være praktisk rettet	Myndigheter Generell modell som kan brukes på ulike geografiske nivå og stressfaktorer. Forfatterne gir et empirisk eksempel for sårbarhet for naturhendelser på nasjonalt nivå. (Tilpasning til flom i Rhinendeltaet, Nederland)	Modellen er relevant på alle nivå. Indikatorer er uavhengige av enhet. Modellen kan brukes i lokal forvaltning for å sammenligne ulike tilpasningstiltak.	Ingen politisk prosess. Ingen definert styringsmessig forankring, men modellen kan brukes i lokal forvaltning for å sammenligne ulike tilpasningstiltak.
11	Forskere	Forskningsprosjekt. Mål å utvikle indikatorer for sårbarhet og tilpasningsevne for å bedre forstå virkningen av responsstrategier, og for bedre å forstå underliggende prosesser i forhold til sårbarhet og tilpasning	Uklart	Modellen er utviklet for å sammenligne på nasjonalt nivå. Metoden som er brukt for å utvikle modellen har lokal relevans.	Ingen politisk prosess. Prosjektet har ingen styringsmessig forankring
12	Myndigheter på nasjonalt nivå (Britisk regjering)	Offentlig dokument. Del av styrings/ rapporteringssystem til nasjonale myndigheter. + veileder utarbeidet av departement	Lokale myndigheter	Nasjonalt utviklede bærekraftsindikator som kommunene skal rapportere i henhold til.	Et ledd i den nasjonale styringen av kommuner Kommunale statusrapporter om innsats med klimatilpasning og utslippsreduksjon
13	Forskere	Veileder	Lokale myndigheter	Lokal innretning	Politisk prosess er en viktig del av veilederen. Styringsmessig forankring er overordnet kommuneplanlegging, arealplanlegging og annen lokal planlegging (Areal- og transportplanlegging, energiplanlegging) samt påvirkning av privat planlegging.

Tabell v3 Utforming av analysemodellen

Nr	Indikatorutvikling	Type indikatorer	Analysefelt	Faser	Datagrunnlag
1	Brukerne skal selv utvikle indikatorer. Indikatorer inngår i analyse av dagens sårbarhet og av framtidig sårbarhet. Indikatorer anbefales også utviklet for å evaluere ulike tilpasningsalternativer.	Naturlig Samfunnsøkonomisk Institusjonell Politisk?	Geografiske områder sektorer	<ul style="list-style-type: none"> • Utvikle et tilpasningsprosjekt • Analyse av dagens sårbarhet • Analyse av framtidig sårbarhet. • Utarbeide tilpasningsstrategi som skal inkorporeres i ulike planer og utviklingsstrategier • Implementering og oppfølging 	Bottom-up Brukeren har ansvar for å skaffe og analysere dataene
2	?	Naturlige Samfunnsøkonomisk	Geografiske områder Analyser av utsatte sektorer inngår	<ul style="list-style-type: none"> • Etablere prosjektet og planleggingsgruppe • Robusthetsstudie (Sårbarhetsvurdering + Risikovurdering) • Identifisering av planleggingsområder • Plan for klimatilpasning • Implementering av plan • Evaluering og oppdatering av planen 	Bottom-up er prioritert. Representanter fra ulike sektorer skal delta. Top-down som alternativ (nedskalering eller overføring fra andre områder)
3a	Sensitivitetsmatrise for å finne fram til områder og aktivitet som skal prioriteres. Indeks som kommer fram som kombinasjon av risiko og sårbarhet for ulike sektorer, næringer, aktiviteter	Naturlig og samfunnsøkonomisk	Geografiske områder Næringer Økonomisk aktivitet	<ul style="list-style-type: none"> • Utvalg av planområde, type virksomhet og sårbare grupper • Utvalg av de mest sårbare aktiviteter og grupper (sensitivitetsmatrise) • Identifisering av relevante klimavariabeler • Knytte klimavariabeler til planprosess • Vurdering av usikkerhet og hvilken lokal sammenheng analysen inngår i • Registrere klimapåvirkning (oppdatering) 	Kombinasjon Nedskalering + lokal ekspertise
3b	Utvikling av sårbarhetsindikatorer på bakgrunn av konseptuelt rammeverk, så aggregert til en indeks	Metoden er generell og kan trolig brukes for ulike typer sårbarhetsvurdering?	Generell?	<ul style="list-style-type: none"> • Notatet diskuterer hvordan en sårbarhetsmodell kan utvikles og omhandler hvordan man går fra sårbarhetsindikatorer til å utvikle aggregerte modeller. • "Best practice" ved bruk av sårbarhetsindikatorer 	Top-down (ikke relevant fordi dette bare er en metode?)
4	Ingen omfattende forslag til klimasårbarhetsindikatorer	Naturlig, samfunnsøkonomisk, institusjonell?	Kommuner som: eiendomsbesitter/forvalter, tjenesteleverandør samfunnsutvikler (community leader)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Brosjyre</i>: Sårbarhetsanalyse og tilpasningsstrategier • <i>Nettbasert veileder</i>: • Oppstart av arbeidet • Vurdering av nåsituasjonen og mulige fremtidige situasjoner • Utvikle strategiske tilnærminger • Forberede tiltaksplan • Iverksetting 	Kombinasjon
5	Et omfattende system av "enkle" indikatorer og indekser (sammensatte og aggregerte indikatorer). Metoden er uavhengig av regionale	Naturlige Samfunnsøkonomiske Avgrenset til sårbarhet for endringer i	Geografiske områder Sektorer Gir relativ klimasårbarhet innenfor analyseområdet	<ul style="list-style-type: none"> • Resultatet er relativ klimasårbarhet i ulike deler av analyseområdet. • Ikke plandel/ tiltak 	Top-down Kombinasjon aktuelt som oppfølging av analysen

	klimaframskrivninger, men slike kan trekkes inn i modellen	ekstremvær			
6	Metode for å identifisere spesielt sårbare områder når det gjelder effekter av klimaendringer på vannressurser	Økologiske Samfunns- økonomiske Sosiale, tekniske, institusjonelle,	Vassdrag (nedbørfelt) eller andre geografiske områder (byer, regioner)	<ul style="list-style-type: none"> • Resultat er identifisering av særlig sårbare områder (hot-spots). • Ikke plan/ tiltaksdel 	Kombinasjon
7	Ingen indikatorutvikling	Hvordan klimaendring vil påvirke arealplanlegging, arealbruk, økonomi, politiske formål (Del 2 som ikke er ferdig vil inneholde institusjonelle hindringer)	Geografiske områder (administrativ avgrens.)	<ul style="list-style-type: none"> • Del1:14 råd til beslutningstakere om hvordan det kan arbeides med klimatilpasning som en del av arealplanleggingen. • Del 2: Identifisering av hindringer for gjennomføring av tiltak og utvikling av verktøy for endringer i organisasjoner (Skal avsluttes i 2008) 	Kombinasjon
8	Utvikling av policy-indikatorer inngår i et delprosjekt	Forskning på kombinasjonen av Infrastrukturelle, økonomiske og institusjonelle tilpasningsstrategier	Geografiske områder og sektorer (landbruk, naturforvaltning, vannforvaltning, transport)	<ul style="list-style-type: none"> • Programmet har mange ulike forskningsprosjekt og modeller omkring 5 tema. • Klimascenarioer • Utslippsreduksjoner • Tilpasningsstrategier • Integrasjon av tema 1-3 • Kommunikasjon 	Mye top-down, men en kombinasjon med medvirkning fra mange aktører Prosjektet vil bl.a. skreddersy klimainformasjon så detaljert så mulig for lokale og regionale brukere. Metoden er nedskaleringer og medvirkning av brukere.
9	Utvikling av indikatorer for utslipp og tilpasning som tar hensyn til usikkerheten i fremtidig klima. Indikatorene skal brukes til å vurdere effekter av ulike planalternativ i konsekvensanalysen. Også langsiktige effekter skal vurderes.	Naturlig, samfunns-økonomiske?	Geografiske områder (områder som er gjenstand for SEA)	<ul style="list-style-type: none"> • Alle SEA bør inneholde: lokale virkninger av klimaendringer • Forslag til tiltak for klimatilpasning • Forslag til tiltak for reduksjon av klimagasser 	Kombinasjon
10	Modellen baserer seg på indekser av evnen til å håndtere eksterne stressfaktorer(Coping capacity). Determinanter for tilpasningsevne er hentet fra IPCC TAR WGII (kap. 18) (IPCC 2001). Det samles data for alle tilpasnings-determinantene	Indikatorer for tilpasningskapasitet Teknologiske muligheter Ressurstilgang/ fordeling Institusjonell kapital, Menneskelig kapital, m.m	Geografiske områder	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse av tilpasningsevne • Analyse av sårbarhet (avhengig av grad av utsatthet, sensitivitet og tilpasningsevne) • Fokus på å finne fram til det området/nivået der det er mest effektivt å sette inn ressurser.(Identifisere svake punkt i tilpasningsevnen) 	Top-down. Lite fokus på lokal involvering når det gjelder å skaffe og fortolke datagrunnlaget. Men bottom-up i at det er fokus på hvordan determinantene for tilpasningsevne manifesteres på lokalt nivå.
11	Modellen går fra Indikatorer for sårbarhet til resultatbaserte indikatorer: (som kan beskrive risiko og sårbarhet for klimarelaterte hendelser) og videre til predikative indikatorer (for å kunne vurdere hvilke tilpasningstiltak som vil være mest virkningsfulle mht sårbarhet for naturhendelser)	Hensyn til økonomi, helse, utdanning, demografi, fysisk infrastruktur, teknisk kapital, avhengighet av landbruk, naturressurser og økosystem	Geografiske områder (nasjoner)	<ul style="list-style-type: none"> • konseptuelt rammeverk for sårbarhet og tilpasningsevne • Utvikling av resultatbaserte indikatorer for risiko • Utvikling av predikative indikatorer for sårbarhet 	Top-down. Lokale informanter er ikke involvert i prosessen med å identifisere relevante data.
12	Modell for	Vekt på institusjonell	Geografiske områder	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale 	Top-down

	bærekraftindikatorer som inneholder indikatorer for klimasårbarhet	klimasårbarhet, men også naturlig og samfunnsøkonomisk sårbarhet er med.		statusrapporter om innsats med klimatilpasning og utslippsreduksjon	Indikatorene er utviklet nasjonal, men vil/ kan kreve lokal innsamling av data til rapporteringen.
13	Ingen indikatormodell	Vekt på å redusere langsiktig samfunnsårbarhet	Geografiske områder	<ul style="list-style-type: none"> • Fire innledende skritt for lokale myndigheter (undertegne/delta i protokoller/ program og etablere arbeidsgruppe) • Fem prinsipper for langsiktig planlegging for å fange opp de langsiktige utfordringer knyttet til energi- og klimausikkerhet 	Kombinasjon Lokale myndigheter skal selv utarbeide planer og tiltak, men veilederen skal hjelpe kommunene ved å gi tilgang til ekspertise og erfaringer på området

Tabell v4 Analysemodellene og forhold til den utslippsorienterte delen av klimapolitikken og samfunnsendringer

Nr	Kobling mellom utslipps- og tilpasningsdelen av klimapolitikken	Kobling mellom klimaendring og samfunnsendring
1	Bare tilpasningsdelen, men tiltak skal vurderes i forhold til bærekraftig utvikling	Ja. Foreslår vurderinger av framtidig klimarisiko gjennom scenarier som inkluderer klimatrender, risiko og muligheter, sosioøkonomiske forhold, trender ved naturressurser og miljø, samt barrierer og muligheter for tilpasning. Også interaksjoner mellom disse.
2	Bare tilpasningsdelen	Identifiserte planleggingsområder, for eksempel sektorer, skal vurderes også når det gjelder fremtidige påvirkninger som befolkningsvekst, økonomisk utvikling og andre større trender
3	Bare tilpasningsdelen	I trinn 5 skal man få fram samvirke mellom klima og samfunnmessige endringer
3b	Bare tilpasningsdel	Trolig ikke
4	Både utslipp og tilpasning	?
5	Bare tilpasning	Modellen kobler demografiske og andre samfunnmessige indikatorer med naturlige, men har ikke med fremtidige samfunnsendringer. (Modellen kan ikke uten videre si noe om utvikling av sårbarhet over tid uten at det samles tilleggsinformasjon)
6	Bare tilpasning	samfunnsendringer (som sosiale system, demografiske endringer og økonomisk vekst) må tas hensyn til for å si noe om fremtidig sårbarhet
7	Bare tilpasning (?)	Nei (?)
8	Både tilpasning og utslipp	Ja. Utvikling av et konsistent rammeverk for sosioøkonomiske scenarier når det gjelder arealbruksendringer på nasjonalt og regionalt nivå er et mål i prosjektet. Rammeverket skal kunne fungere i en planleggingsammenheng for utslipps- og tilpasningsstrategier på sub-regional og lokal skala. Konsekvenser for arealbruk av tilpasnings- og utslippsstrategier vil bli beregnet for ulike klima- og sosioøkonomiske scenarier.
9	Både tilpasning og utslipp	Nei
10	Bare tilpasning	Nei
11	Bare tilpasning	Nei? Muligens bygget inn i de predikative indikatorene som tar hensyn til underliggende faktorer som kan ha betydning for skaden av en naturhendelse og hvilke muligheter som er til stede for å tilpasse seg naturhendelser (bla. Økonomisk velferd, utdanning, teknisk kapasitet mv)
12	Både tilpasnings- og utslippsdelen	Trolig ikke (statuspreget rapportering om institusjonell tilpasningsevne/kapasitet)
13	Både tilpasnings- og utslippsdelen. Vekt på langsiktig tilpasning til klimaendring og dyrere energi	Ja. Stor vekt på samfunnsendring som følge av klimapolitikk og dyrere energi

Vedlegg 2: Nærmere omtale av utenlandske modeller for lokal klimasårbarhetsanalyse og lokal klimatilpasning

FNs utviklingsprogram sin modell

Bakgrunn og formål

“Adaptation Policy Frameworks for Climate Change” er utgitt av United Nations Development Programme (UNDP)³⁷. Publikasjonen er et resultat av samarbeid mellom mange ulike forskere og frivillige organisasjoner. Den er ment som en praktisk veileder for tilpasning til klimaendringer. Boka er først og fremst beregnet på å bli lest av spesialister (analytikere, klima-programkoordinatorer o.l.) og beslutningstakere som arbeider for nasjonale myndigheter i utviklingsland. Motivasjonen for å lage veilederen var at det finnes mye litteratur om effekter av klimaendringer, men lite om tilpasningsstrategier.

Veilederen skal gi retningslinjer for beslutningstakere, spesielt nasjonale myndigheter, for utvikling og implementering av tilpasningsstrategier og tiltak for klimaendringer. Veilederen skal hjelpe med å integrere klimatilpasning i den overordnede nasjonale utviklingen.

Innhold og oppbygging

Veilederen består av tre deler, en overordnet veileder som beskriver trinnene i prosessen, ni “technical papers” som går dypere i de enkelte temaene, og en siste del med casestudier

Det er ikke et gitt analysenivå, og fremgangsmåten tilpasses etter den enkeltes situasjon. Ett av hovedpoengene er derimot at tilpasning må skje på flere nivå, spesielt det *lokale*. Bruker skal selv utføre sårbarhetsvurdering på det veilederen omtaler som et passende nivå, detaljeringsgrad, sektorer geografiske områder etc., og deretter bruke dette i videre planleggingsprosess og beslutningstaking. Det er en bottom-up tilnærming, og det er brukeren som har ansvaret for å skaffe og analysere dataene.

“Technical paperene” presenterer en mer strukturert tilnærming til klimasårbarhet med fokus på tiltak som kan implementeres. Her presenteres metoder og anbefalinger for ulike analysenivå.

Analysen skal i hovedsak bygge på informasjon som allerede er kjent, og poenget er at det skal føre til større bevissthet rundt hvor sårbar systemene er for klimaendringer. Sårbarhetsvurderingen er ment å være en læringsprosess, og aktivitetene er mer forslag og retningslinjer enn oppskrift. Resultatet av analysen avhenger av egne mål, behov og begrensninger, samt ressurser og tilgjengelig tid. Sentrale ting som veilederen skal føre til er å utvikle strategier, en helhetlig vurdering og å se sammenheng med hvordan tiltak i en sektor påvirker en annen sektor. Videre skal den føre til utforming av planer og tiltak for tilpasning, eller at tilpasning blir et hensyn i andre planer/prosjekt.

Prosedyrer og prosesser

Det *første* steget er å utvikle et tilpasningsprosjekt og å definere målsetninger. Dette inkluderer å forsikre seg om at prosjektet kan bli en integrert del av “policy prosessen”. Det første som må gjøres er å definere hvilke system som prioriteres og avgrense prosjektet. Deretter skal man utvikle en plan for å identifisere og involvere aktører. Så skal man bestemme hva som er målsetningen og ønskede utfall for prosjektet, og deretter utvikle en plan for hvordan man skal kommunisere resultatene til aktører og beslutningstakere. Neste steg er å etablere en prosjektgruppe, deretter gjennomgå og samle informasjon om sårbarhet og tilpasning. Så skal man utvikle et tilpasningsprosjekt. Man må da velge fremgangsmåte for tilpasningsstudier, og fire forskjellige metoder er anbefalt:

- Risiko-tilnærming: analyserer mulige utfall av spesielle klimarelaterte skader.
- Sårbarhets-tilnærming: bestemmer sannsynlighet for at sårbarhet påvirkes av fremtidige klimarelaterte skader.
- Tilpasningskapasitets-tilnærming: analyserer barrierer for tilpasning og foreslår tiltak
- Policy-basert-tilnærming: undersøker effekten av eksisterende eller foreslått policy i lys av endret påvirkning eller sensitivitet.

³⁷ Adaptation Policy Frameworks for Climate Change Developing Strategies, Policies and Measures
http://www.undp.org/gef/adaptation/climate_change/APF.htm

Disse metodene er komplementære, så man kan med fordel velge flere. Deretter skal man analysere policy prosessen og barrierer for tilpasning. Det siste er å klargjøre rammene. Resultatet blir en plan for implementering med klare målsetninger, tiltak og resultater. Hva man konkret gjør avhenger av ressurser og målsetning.

Neste steg er å vurdere den nåværende sårbarheten ved å ta opp spørsmål om i hvilken situasjon samfunnet er i dag i forhold til sårbarhet for "klimarisiko" (climate risk), hvilke faktorer som avgjør nåværende sårbarhet, og hvor vellykket innsatsen er for å tilpasse seg nåværende klimarisikoer. Dette gjøres ved å undersøke hvordan klimaet varierer, ekstremhendelser og hva som er risikoene og effekter. Man skal beskrive sosioøkonomiske forhold som påvirker nåværende sårbarhet og risiko, erfaring med tilpasning og kapasitet til tilpasning, samt identifisere og karakterisere sårbarhet for dagens klimarelaterte skader i utvalgte/ prioriterte system.

Tredje steg er å vurdere fremtidig klimarisiko gjennom å utvikle scenarier for fremtidig klima og sårbarhet, samt sosioøkonomiske og miljømessige trender. Dette kan gjøres på mange måter, fra kvalitative analyser til sofistikerte kvantitative metoder. Man skal karakterisere klimatrender, risiko og muligheter, sosioøkonomiske forhold, trender ved naturressurser og miljø, samt barrierer og muligheter for tilpasning. I tillegg må man studere hvordan disse påvirker hverandre.

Neste og fjerde steg er å formulere en tilpasningsstrategi gjennom å utvikle alternativ for tilpasnings tiltak som et svar på nåværende sårbarhet og fremtidig risiko. Her skal man oppsumme hva som har skjedd i prosessen så langt med hensyn til potensielle tilpasningsmuligheter. Deretter skal man identifisere og formulere alternativer med hensyn til kostnader, effekter og potensielle barrierer, samt utvikle kriterier for å prioritere alternativene. Eksempel på aktuelle metoder som er nevnt er nytte-kostnad, kostnadseffektivitet, multikriterier eller ekspertvurderinger. Etter at man har valgt ut og prioritert skal man sitte igjen med en liste som rangerer tilpasningsalternativ. Etter dette skal man formulere en strategi. Resultatet vil være et strategidokument som beskriver sammensetning av policy og tiltak, planer for implementering (hvem, hva, med hvilken ressurser), tidsaspekt, operasjonelle mål og hvilken type institusjonell støtte som er nødvendig.

Femte steg er å fortsette tilpasningsprosessen gjennom å implementere, overvåke, evaluere og opprettholde initiativet/arbeidet som startet med tilpasningsprosjektet. Tilpasningsstrategier skal inkorporeres i andre utviklingsplaner, blant annet miljøplaner, naturforvaltningsstrategier, ROS/sivilberedskapsplaner og planer for bærekraftig utvikling i ulike sektorer. Her skal man utvikle en implementeringsplan og identifisere hvordan man institusjonaliserer oppfølgingsarbeidet. Man skal også utvikle en strategi for å gjennomgå, overvåke og evaluere effektiviteten til tiltak. Deretter skal man involvere aktørene i tilpasningsprosessen, for medvirkning er avgjørende for at implementeringen skal være vellykket. Dette inkluderer å identifisere aktører, klargjøre rollene og styre dialogen. Til slutt skal man evaluere og fremme kapasiteten for tilpasning gjennom å integrere aktiviteter for å takle klimaendringer bedre, inkludert variabilitet i klima. Dette gjøres ved å analysere dagens tilpasningskapasitet, identifisere barrierer og utvikle tiltak som fremmer kapasiteten.

Hovedresultat er en prioritering av tilpasningstiltak og et sett indikatorer for evaluering av tilpasningsalternativer. Resultatene er ment å brukes til å veilede beslutningstakere i deres valg, fremme befolkningens bevissthet, og legge grunnlag for videre arbeid. Indikatorer skal gjerne knyttes opp til beslutningskriteriene som beslutningstakere allerede opererer etter. Resultatene skal også kobles til eksisterende målsetninger, strategi- og prosjektplaner der det er mulig. Indikatorer kan også bli brukt til å evaluere eksisterende tilpasningsstrategier og tiltak, eller å måle/overvåke utvikling

Indikatorer kan bli brukt til å karakterisere et tilpasningsfenomen, markere et utgangspunkt, og for å måle endringer. Indikatorer kan være kvalitative, kvantitative eller begge deler. De skal fylle tre kriterier:

- oppsummere, kvantifisere eller forenkle relevant informasjon
- gjøre fenomenet synlig
- kvantifisere, måle og kommunisere relevant informasjon.

Veilederen gir ingen ferdig "liste" med indikatorer, men kommer med enkelte eksempler og henviser ellers videre til relevant indikatorlitteratur.

Veilederen inneholder en rekke tekniske rapporter som gir nærmere beskrivelse av bruken av og mulig utforming av indikatorer (se vedlegg for nærmere omtale).

Nærmere omtale av bruken av indikatorer i veileder i klimatilpasning fra FNs utviklingsprogram

Grunnlinje

Technical paper 1 (TP1) omhandler arbeidet med å formulere og implementere tilpasning. Her kan indikatorer brukes til å danne et utgangspunkt (grunnlinje) for de prioriterte system. Indikatorer brukes for å oppsummere dagens sårbarhet og tilpasning i systemene. Grunnlinjen skal beskrive hva som er utgangspunktet for tilpasningsprosjektet, hvem som er sårbar for hva og hva som blir gjort for å redusere sårbarheten. Den skal beskrive hvor godt tilpasset systemet er til de nåværende klimaforholdene. Med en god beskrivelse av utgangspunktet er det lettere å følge hvor vellykket tiltakene som blir implementert er. Ideelt sett bør de samme indikatorene kunne brukes til å overvåke og evaluere prosessen. Prosjektgruppen og aktører velger ut indikatorer som er mest relevant for området, sektoren og befolkning.

Når man danner en grunnlinje er det viktig å få oversikt over de sosioøkonomiske elementene som gjør de prioriterte områdene viktige. Dette kan være å støtte befolkning, produsere mat eller andre konsumgoder, naturressurser eller handel og marked. Ofte blir de prioriterte system valgt på grunn av at viktige verdier og økonomiske aktiviteter har blitt påvirket av klimarisiko og økt sårbarheten. Slike sosioøkonomiske elementer bør beskrives, som for eksempel befolkning og infrastruktur under risiko for flom, sykdom eller migrasjon som konsekvens av tørke. Informasjonen kan være biofysisk så vel som sosioøkonomisk.

Sårbarhet

TP3 "Assessing Vulnerability for Climate Adaption" inneholder retningslinjer og verktøy for sårbarhetsanalyser. Sårbarhet avhenger av hva som er ventet av klimaendringer, hvor utsatt sosioøkonomiske forhold er, blant annet hvem som er sårbare og hvorfor de er sårbare, samt tilpasning til fremtidige klimaendringer. Sårbarhet kan i noen tilfeller kvantifiseres av indikatorer, andre ganger med beskriver av risikoforhold, som for eksempel "dose-response" eller skadefunksjoner.

I en sårbarhetsanalyse skal man først definere sårbarhet, bestemme rammeverk og målsettinger. Deretter skal man identifisere sårbare grupper. Indikatorer blir ofte brukt for å beskrive sårbare grupper, sektorer eller regioner. Indikatorer kan reflektere forskjellige sosioøkonomiske karakteristikk av området i fokus, inkludert demografi, sammensetning av økonomisk aktivitet, infrastruktur osv. Å utvikle indikatorer krever kunnskap om tekniske forhold som sårbarhet for endringer, standarder for sammenligning, påliteligheten til data, kartlegging av indikatorer, sammenheng mellom indikatorer, dekningsgrad av relevante sårbarhetsdimensjoner etc. Resultatet skal være et sett med sårbarhetsindikatorer og identifisering av sårbare områder som skal danne en grunnlinje for dagens forhold. Deretter skal dagens sårbarhet evalueres. Dagens risiko bestemmes av faktorene risiko, sosioøkonomiske forhold og tilpasning. Klimaindikatorer, som metrologiske statistikk og hyppighet av ekstremhendelser kan være nyttig her. Neste steg er fremtidig sårbarhet. Sårbarhet er dynamisk, og indikatorer som kan signalisere noe om fremtidig sårbarhet er nyttig. Dette kan gjerne gjøres ved bruk av fremtidige senarioer. Til slutt skal man koble sårbarhetsanalysen til tilpasningsstrategi

Analysen kan gi oversikt over historiske sosioøkonomiske forhold, detaljert beskrivelse av nåværende forhold og/eller "historier" om fremtidige utviklingsbaner i forhold til klimaendringer. Senariobeskrivelser bør minimum inneholde ett referansescenario uten tilpasning, senarioer med iverksatte og planlagte tilpasningstiltak og senarioer med ytterligere tilpasningstiltak. Med dette skal man kunne identifisere sårbare grupper og ulike skalaer av sårbarhet som danner grunnlag for tilpasningsstrategier. For eksempel vil en analyse på flere nivå inkludere tilpasningsstrategier effektivitet ved ulike økonomiske og klimatiske forhold. Resultatet av sårbarhetsanalysen vil være en kvalitativ, eller blanding av kvalitativ og kvantitativ, beskrivelse av; *i*) potensiell sårbarhet i fremtiden, indikatorene som er utviklet skal gjerne inkludere fremtidige senarioer *ii*) sammenligning av sårbarhet under ulike sosioøkonomiske forhold, klimaforandringer og tilpasnings tiltak og *iii*) identifisere mulige tilpasningstiltak og effekter av tiltak.

Sosioøkonomiske indikatorer

TP6 "Assessing Current and Changing Socio-Economic Conditions" omhandler sosioøkonomiske forhold og hvordan disse relateres til sårbarhets- og klimaanalyser. Den inneholder retningslinjer for indikatorer som karakteriserer sosioøkonomiske forhold og drivkrefter, hvordan man setter disse indikatorene i sammenheng med sårbarhets og klimaanalyser, samt integrering av tilpasningstiltak og strategier for klimaendringer til mål for bærekraftig utvikling. Sosioøkonomiske forhold er vanskelige å måle direkte, derfor brukes indikatorer for å

karakterisere abstrakte konsept. For å vurdere sosioøkonomiske forhold kan systemindikatorer blir brukt. Det er fem typer indikatorer nevnt:

- Demografiske
- Økonomiske
- Naturressurser
- Kultur og myndighetsstyring
- Utviklingspolitikk (governance and development policies)

Det er opp til brukeren å vurdere og bestemme utvelgelsen av indikatorer, tilgang til data, datakvalitet og detaljnivå. Hvis det er informasjon tilgjengelig bør ett sett passende indikatorer bli fastsatt for hver kategori. Data fra folketellinger, landbruksundersøkelser og husholdningsinntekt kan brukes hvis de er av tilstrekkelig kvalitet. Tabellen under er et eksempel på et indikatorsett for vannressurser.

Tabell 12 Eksempel på UNDP-anbefalte indikatorer for vannressurser

Demographic indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Access to clean water and sanitation • Withdrawals as a % of available water • % shares of total use (household, industry, agriculture) and rate of increase in uses
Economic indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Presence or absence of water markets • Contribution of water to products (e.g., irrigation to agricultural products) • Amount/kinds of water infrastructure (reservoirs, dams, etc.)
Governance and policy indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Treaties or agreements regarding available water resources • % of water resources not under regional control • Development plans for area (e.g., population growth, agricultural development and water-use implications)
Cultural indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Cultural meaning and recreational uses of rivers/lakes (sacred or forbidden uses) • % unpolluted stream and beach kilometres (and nature of protection)

Demografiske karakteristikk er viktig i en analyse av sosioøkonomiske forhold, da demografiske faktorer er avgjørende for sårbarhet og tilpasningskapasitet. Det bør velges ut sentrale indikatorer som beskriver sårbarheten til befolkning i det prioriterte system. Eksempler på slike indikatorer er befolkningsstørrelse, alderstruktur, befolkningstetthet, lokalisering/urbanisering, migrasjon, utdanningsnivå, energikilder i hushold (strøm, ved), fattigdom, matsikkerhet og helsefaktorer som barnedødlighet. En ting som påvirker sårbarhet og er viktig å ta med er på hvilket nivå og til hvilken rate man observerer endringer.

Økonomiske analyser er viktig for å fremheve hva de enkelte økonomiske aktivitetene betyr for de prioriterte områdene eller sektorene Det er heller ikke bare viktig med økonomisk aktivitet, men også hvor bærekraftig aktivitetene er. Dette kan avsløre i hvilken grad prosessene fremmer eller hindrer sårbarhet og tilpasning.

Eksempler på områder som kan være viktig for tilpasningsalternativer, og forslag til indikatorer er:

- Nasjonal politikk, handelsavtaler, innenlandske og internasjonale markeder. Relevante indikatorer kan være nivå på investeringer, inntekt, ulikheter i inntekt, formue, velstand eller forbruk. En indikator kan for eksempel være mål på fattigdom.
- Lån og sparing. Stor nasjonal gjeld kan hindre økonomisk vekst, og føre til at man er mer sårbar for klimahendelser.
- Arbeidspolitikk. Er befolkningen sysselsatt i sekundær, primær eller tertiærnæring, eller kan arbeidsinnvandring eller arbeidsutvandring være av betydning?
- Infrastruktur, industrialisering og teknologi er også viktig for økonomisk utvikling og tilpasning. En indikator kan være størrelse på offentlige overføringer til skoler og sykehus.
- Landbrukspolitikk er også sentralt, spesielt med tanke på matvaresikkerhet og hva som er behovet til befolkningen. Viktige spørsmål er hva som vil være effekten av klimaendringer på landbruksproduksjon og hvordan befolkningens behov blir møtt av egen produksjon og/eller import. Et annet vesentlig forhold er hva slags eiendomsregime som eksisterer.

Hvilke *naturressurser* befolkningen er avhengig av er med på å bestemme sårbarhet. Sårbarheten vil være større hvis det er knapphet på ressursen, eller om ressursen er veldig utsatt. Bruk av en naturressurs kan også skade andre naturressurssystem. Indikatorer kan være omfanget av naturressurser, dagens bruk, tilstanden til ressursene, potensialet for ytterligere og andre typer bruk og potensielle negative konsekvenser. Eksempel er vannkvalitet, mengde vann tilgjengelig, utbredelse av skog, avskogingsrate, økning/reduksjon av landbruksområder, utarming av jord eller ørkenspredning.

Innenfor *myndighetsstyring og utviklingspolitikk* er tre viktige ting å evaluere; effekten av eksisterende tiltak med hensyn til hvordan de fremmer bærekraftig utvikling og tilpasning til klimaendringer, utrede alternative tilpasningstiltak og å vurdere kapasitet for å iverksette tiltak. Eksempler på indikatorer er trender i miljø og politikk, planlagte reformer og i hvilken grad økonomisk politikk og miljøpolitikk er integrert.

Kulturelle verdier er viktig for tilpasning siden det påvirker sosial oppførsel som igjen kan fremme eller hindre forskjellige aktiviteter. Verdier og tradisjoner som er relevante for tilpasning kan være utdanning, kunnskapsutvikling, teknologiske hjelpemidler, teknologisk utvikling, lokal forskning, kommunikasjon og befolkningens bevissthet og holdninger.

Tilpasning og tilpasningskapasitet

Indikatorer for risiko sier lite om prosessen som gjør systemer og befolkning sårbare, men det er det siste som avgjør om de kan tilpasse seg til klimaendringer. For å undersøke tilpasningskapasitet kan man utvikle indikatorer, men slike derimot vanskeligere å finne enn risikoindikatorer.

På nasjonalt nivå er tilpasningskapasitet forbundet med faktorer som helse, utdanning og styresett. Disse er igjen forbundet med økonomisk utvikling. Slike ting er ofte knyttet til nasjonale kontekster som er større enn tilpasningsprosjektene klarer å påvirke. Dette gjelder nasjonal økonomisk utvikling, styresett, og sentrale investeringer i helse og utdanning. Tilpasningsprosjekter bør fokusere på faktorer på lokal skala der tiltak kan være effektive i å utvikle kapasiteten for sårbare lokalsamfunn, og fokuset bør derfor være på faktorer som er viktig for lokal skala. Faktorer som representerer tilpasningskapasitet blir bestemt i en viss grad av egenskapene til de aktuelle klimarisikoer, karakteristikkene til systemene eller befolkningen. Dette gjelder blant annet levebrød, for eksempel kan bønder ett sted kan være mer sårbare for tørke enn bønder andre steder. Regionale indikatorer kan være befolkningstetthet, transportnettverk, regional innekst og ulikheter, type økonomisk aktivitet osv.

Indikatorer kan kvalitativt beskrive tilpasningskapasitet som populasjonens evne til å takle klimatiske, miljømessige, økonomiske eller andre belastninger eller kapasitet til å takle klimahendelser. Siden sårbarhet og tilpasningskapasitet varierer fra sted til sted, finnes det heller ikke indikatorer som fanger opp universelle faktorer for tilpasningskapasitet. Indikatorer må velges ut fra hvert tilfelle. Indikatorer kan for eksempel bli identifisert ved å stille spørsmål til aktører. De kan identifiseres ved å stille følgende spørsmål:

- Hva er egenskapene til systemet eller befolkningen?
- Hva er de viktigste klimarisikoer som dette systemet/befolkningen står overfor?
- Hva er de største effektene av klimarisikoer og hvilke elementer/grupper av systemet/befolkningen er mest sårbare for disse klimarisikoer?
- Hvorfor er disse elementene/gruppene spesielt sårbare?
- Hvilke tiltak kan redusere sårbarheten til disse?
- Hva er faktorene som bestemmer om disse tiltakene blir innført?
- Kan vi bruke disse faktorene for å måle kapasiteten for å implementere disse tiltakene?
- Hva er de eksterne og interne barrierene for implementering av tiltakene?
- Hvordan kan kapasitetsbegrensninger fjernes fra barrierer for tilpasning?

Indikatorer kan bli brukt til å kartlegge geografiske og sosiale forskjeller i tilpasningskapasitet innenfor en region eller lokalsamfunn. Alternativt kan indikatorer som representerer aggregeringer på regionalt nivå brukes til å sammenligne kapasitet mellom forskjellige regioner og for å overvåke utviklingen over tid. Historisk er indikatorer ofte aggregert i en indeks. Alternativt kan man bruke analysemetoder som multikriteria, multi-attribute eller cluster av sårbare grupper i forhold til nøkkelindikatorer.

Evaluering og overvåking

De viktigste effektene av et tilpasningsprosjekt er den strategien og tiltakene som er utviklet for å redusere sårbarhet og øke tilpasningskapasiteten i de prioriterte områdene. Effektiviteten til disse må overvåkes og evalueres, og indikatorer bør utvikles for å evaluere effektiviteten hvert punkt ved strategien og tiltakene. Disse indikatorene gir grunnlag for "før-og-etter"-analyser. Indikatorer bør inneholde prestasjon og resultater (outputs og outcomes), og spesifisering av hvordan indikatorene viser at prosjektmålet er nådd, og hva som er det funksjonelle forholdet mellom endring i indikator og resultatet av prosjektet.

Kriterier for å prioritere tilpasningsalternativ kan brukes som indikatorer for hvor vellykket prosjektet er i å oppnå målsetningene på langt sikt. Eksempler på indikatorer er forventet skadenivå, som kan være en indikasjon på

gevinst av tiltak, fattigdomsreduksjon kan være en indikasjon på økt kapasitet for tilpasning, synergier med miljøavtaler som indikator på kostnadsbesparelser og/eller økt gevinst, samt kostnadseffektivitet.

ICLEI sin modell spesielt for lokale myndigheter i USA

Bakgrunn og formål

Veilederen "Preparing for Climate Change: "A Guidebook for Local, Regional and State Governments" ble lansert av International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) i 2007. ICLEI er en internasjonal organisasjon bestående av 650 lokale myndigheter. ICLEI's målsetting er å hjelpe lokale myndigheter i arbeidet for bærekraftig utvikling.

Veilederen er skrevet i samarbeid med personer tilknyttet Universitetet i Washington og King County i Washington. Den bygger på vitenskapelig litteratur og erfaringer fra arbeid med å utvikle og implementere en plan for klimatilpasning i samarbeid med beslutningstakere på regionalt og lokalt nivå.

Underveis er det presentert flere eksempler fra et slikt arbeid i King County³⁸. Veilederen skal hjelpe beslutningstakere å forberede for klimaendringer ved å anbefale en enkelt og detaljert prosess som er basert på kjente ressurser og verktøy.

Bruk av modellen

Veilederen er spesielt utviklet for det lokale eller regionale forvaltningsnivået, men den er aktuell for både lokale, regionale og statlige beslutningstakere. Den kan også tilpasses bruk i private virksomheter, enkelte samfunnssektorer mv. Myndighetene har selv ansvaret å utføre arbeidet.

Prosedyrer og prosesser

Veilederen går stegvis gjennom momentene som skal vurderes, og kommer med råd og eksempler. Det blir blant annet gitt råd for hva som bør gjøres i de tilfeller man har lite ressurser til å gjennomføre de enkelte prosessene, eller om gode data ikke foreligger.

Veilederen anbefaler å legge opp en trinnvis prosess:

- Første trinn bør være å skaffe en oversikt over hvilke problem klimaendring kan skape for ulike sektorer (som for eksempel landbruk, biodiversitet, rekreasjon, energi) i analyseområdet.
- Neste trinn er å sikre tiltrekkelig organisatorisk og politisk støtte for å gjennomføre en klimarobusthetsstudie, etablere et beredskapsteam og identifisere relevante planleggingsområder.
- Gjennomføre en sårbarhetsanalyse for de identifiserte planleggingsområdene og en analyse av lokalsamfunnets tilpasningsevne. På bakgrunn av disse analysene identifisere hvilke planleggingsområder som bør prioriteres for tiltak.
- Utarbeide en klimatilpasningsplan. Arbeidet bør starte med å utarbeide visjoner og prinsipper for et klimarobust lokalsamfunn, og gå videre med å utvikle målsettinger og tiltak innenfor de prioriterte planleggingsområdene.
- Implementere planen; herunder å utvikle viktige verktøy for implementering og håndtering av risiko og usikkerhet.
- Sikre langsiktig oppfølging av planen både i form av jevnlig oppdatering, evaluering og revidering.
- Sikre planens langsiktige innvirkning ved at intensjoner og tiltak blir innarbeidet innarbeiding i andre planer og beslutningsprosesser.

Veilederen anbefaler å begynne arbeidet med en analyse av hvor robust lokalsamfunnet er i forhold til klimaendring. Analysen går ut på å samle og vurdere viktig informasjon om klima, og deretter vurdere hvordan klimaendringer kan påvirke regionen, og i hvilken grad dette representerer risiko for samfunnet.

Veilederen anbefaler å begynne datainnsamlingen med temperatur og nedbør, og eventuelt havnivå, ekstremvær og vind. Dataene bør suppleres med vurderinger av hvordan de ulike klimaparametrene forventes å utvikle seg. Om mulig bør utviklingen tallfestes, og det understrekes at det er viktig å være eksplisitt i valg av tidshorisont. Det anbefales også å ta med informasjon om sesongvariasjoner, og hvordan disse forventes å endre seg i forhold til tidligere erfaringer. Analysen må i stor grad basere seg på informasjon fra forskning om hvordan klima er forventet å endre seg i den aktuelle regionen. Noen aktuelle kilder for slik informasjon er nevnt, sammen med hvor man kan henvende seg for hjelp. I tillegg inneholder veilederen råd for kritisk kildevurdering. Eksempler på

³⁸ <http://www.iclei.org/index.php?id=7066>

råd er om de er skrevet av eksperter, om de bygger på tidligere forskning, om de er senere sitert, om lignende studer har kommet med lignende resultat, hva som er datagrunnlaget osv. Usikkerhet i klimamodeller er et viktig moment å ta med. Resultatet skal være et sammendrag av hvordan regionens sårbarhet er vurdert og hvordan man skal vurdere hvilken informasjon som er relevant for samfunnet. Formålet er å kunne formidle hvorfor og på hvilke samfunnsområder klimaendringer er viktige.

Neste steg i prosessen (anbefaling) er å inndele ulike samfunnssektorer i sårbarhets kategorier. Deretter skal man utarbeide en liste som skal være grunnlag for en klimatilpasningsplan som også inkluderer en plan for krisehåndtering (dvs naturskader). Viktige ting å ta med i denne sammenheng er:

- hvilke sektorer og områder (kan være både geografisk og/eller tematisk) som studeres
- hvilke endringer som er forventet
- i hvilken tidsperiode endringer er ventet, og referanseperiode for sammenligning
- omfanget av de forventete endringene i forhold til forholdene i den senere tid
- hvilke modeller og utslippsscenarier som er brukt
- grad av sikkerhet/usikkerhet i (prognosene)/vurderingene?
- geografisk avgrensning av området som er studert
- hvilke deler av kommuneorganisasjonen som blir påvirket

Ved utarbeiding av planen anbefales det at de etater/ avdelinger i kommuneorganisasjonen som vil kunne bli påvirket blir identifisert og involvert i en tidlig fase i planleggingen. Resultat av dette steget skal være et sammendrag av hvordan klimaendringer vil kunne påvirke naturlige og menneskeskapt ressurs, og hvilke deler av kommuneorganisasjonen som mest sannsynlig vil bli påvirket.

Veilederen beskriver også hva man kan gjøre hvis man har lite informasjon. Man kan for eksempel sammenligne med tidligere hendelser og analysere hvor sårbar kommunen har vært for ulike hendelser tidligere, som for eksempel flom. Dette kan gjøres i samarbeid med ansatte og lokale som kan ha kunnskap og erfaringer på dette området. En annen mulighet er å nedskalere studier for større områder, eller overføre resultater fra andre områder. Slike resultater kan ikke overføres uten usikkerhet, og eksperter må eventuelt konsulteres for å sikre at resultatene er relevante.

Kommunen må så evaluere om de endringene som kan oppstå vil påvirke lokalsamfunnet og myndighetenes ansvarsforhold, og om disse endringene er så store at man bør begynne å planlegge for klimaendringer. Form og omfang avhenger av støtte i befolkning, politikere, beslutningstakere, samt logistikkmessige ting som ressurser, teknisk støtte, kommunestørrelse osv. Resultatet av dette er et eventuelt vedtak om å danne en gruppe som skal arbeide frem en plan med jevnlig oppdateringer.

Det blir påpekt at det er viktig å huske at ting som sårbarhet og risiko ikke er statiske størrelser, men vil endre seg i forhold til ny kunnskap, nye trusler, tiltak osv. Derfor er det viktig at forutsetninger og informasjon blir oppdatert med jevne mellomrom og at vurderinger gjøres på nytt.

Nærmere omtale av modell fra ICLEI

Forankring av arbeidet

Det første steget i det videre arbeidet bør i følge veilederen være å velge en leder. Denne personen må være respektert og ha tillitt, samt være villig til å fremme kontroversielle forslag. Deretter må aktuelle målgrupper og deres grunnleggende interesser identifiseres. Disse kan deles inn i flere grupper, for eksempel offentlig sektor, privat sektor, media, næringsliv osv. Det skal også identifiseres hvem som er interne og eksterne målgrupper. Det første kan for eksempel være er kommuneadministrasjonen, mens det andre kan for eksempel være befolkningen og næringslivet.

Deretter skal en planmelding utarbeides. I følge veilederen bør denne omtale i alle fall følgende forhold:

- Beskriv de endringer som allerede er observert. Dette kan underbygge faktumet at klimaendringer er reelle.
- Beskrive endringer som er ventet, og hvordan klimaendringer kan påvirke lokalsamfunnet. Fremhev behov for endringer, men balanser utfordringer med optimisme.
- Identifiser andre lignende lokalsamfunn som forbereder seg på klimaendringer. Dette er viktig for å sammenligne og dele erfaringer og informasjon.
- Utvikl en strategi, skisser målsetning og fremgangsmåte for å forberede seg, og oppdater denne underveis i prosessen.

- Erkjenn at spørsmål er ubesvart, men vær klar på at nok informasjon foreligger for å sette i gang med planleggingsprosessen.
- Understrek viktigheten av å følge med i kunnskapsutviklingen for å få med ny og relevant informasjon.

Neste steg er å spre informasjon om planarbeidet. Forskjellige råd i forhold til et internt publikum presenteres, for eksempel interne seminarer; og for et eksternt, for eksempel folkemøter, websider, mediaoppslag og brosjyrer. Det er viktig at informasjonsdelingen er en kontinuerlig prosess og ikke engangshendelser. Tidspunkt for de ulike informasjonstiltakene er i og for seg ikke viktig, men er spesielt effektivt i forhold til store hendelser, for eksempel kan det ha en spesiell relevans og gi stor oppmerksomhet etter en naturkatastrofe.

Resultatet av dette steget skal være en oversikt over ulike verktøy som kan brukes i opplysningsarbeid, og hvordan disse kan aktivt brukes for å få støtte i planleggingen.

Etablering av en planleggingsgruppe

Klimaeffekter rammer mange deler av lokalsamfunnet, så derfor er det viktig at arbeidsgruppen som skal ha ansvar for å lage klimatilpasningsplanen består av personer fra ulike sektorer og ulike deler av kommunen. I denne prosessen er det viktig å vurdere hva som er de mest sårbare og prioriterte områdene som fokuset bør rettes mot, og om avdelingene som er ansvarlig for å håndtere de aktuelle utfordringene er godt nok representert. Man vil videre sikre at de ulike ansvarsområdene utfyller hverandre. Man må også vurdere hvilken makt de har. Som et minimum bør de kunne bidra til utarbeide planer, men det er en fordel om de også kan ta beslutninger på egenhånd. Videre må man vurdere hva som er den hensiktsmessige tidsrammen for planarbeidet, hvor store ressurser som er til rådighet og om dette skal være en permanent gruppe.

I forbindelse med å velge ut representanter for viktige sektorer gir veilederen eksempler på potensielle sårbare sektorer, både innad i kommunen (landbruk, redningstjeneste osv), og eksterne (private næringer, organisasjoner osv). Det foreligger også råd for å ta med forskere eller andre eksterne fagpersoner og hvordan velge ut disse. Et råd er også å vurdere å ha et eksternt rådgivende panel som et alternativ til en større folkelig prosess for å involvere brede lag av samfunnet. Det er uansett viktig at alle berørte sektorer må bli involverte; de må uansett delta og ta sitt ansvar for å forbrede seg til klimaendringer. Dette er viktig for å bringe inn nye synspunkter, økt støtte, nye nettverk eller andre ressurser som kan være viktige i planarbeidet.

En gruppeleder skal også velges. Denne er ulik fra lederen som har ansvar for støtte til saken men som ikke påvirker beslutninger direkte. Gruppelederen skal helst være samlende og jobbe overordnet i forhold til gruppen og ha autoritet. Lederen kan identifisere hvilke områder og etater som er sårbare, mens gruppelederen kan i de aktuelle etatene finne frem til individene som skal jobbe med planen. Gode organisatoriske og samarbeidsevner og gode kontakter er for denne mer viktig enn kunnskap om klima. Det fremste målet med gruppen er å veilede hvordan myndighetene bør tilpasse seg klimaendringer i helhet. Fasene i dette arbeidet er:

- utføre en robusthetsstudie
- identifisere de prioriterte planleggingsområdene basert på vurdering av sårbarhet og risiko
- sette mål og lage en plan
- implementere planen
- måle fremgangen og oppdatere planen

I store organisasjoner kan dette arbeidet også deles i to hovedfaser: én fase som gjelder å koordinere aktivitetene i helhet, og én teknisk fase som gjelder å koordinere aktivitetene i de enkelte etatene.

Planleggingsområder er definert som områder der beslutningstakere forvalter, planlegger eller lager strategier som påvirker tjenester og aktiviteter forbundet med konstruerte, naturlige eller menneskelige system. Første steg er å liste opp disse, gjerne oppdelt i sektorer, og identifisere nåværende og forventede påvirkninger for disse områdene. Dette skal gjelde både klimaforhold og andre påvirkninger som befolkningsvekst, økonomisk utvikling og andre større trender. Også planleggingsområder som myndighetene ikke har direkte ansvar for, men har relevans for livskvaliteten til lokalsamfunnet skal være med. Neste steg er å vurdere hvem som har ansvar for de enkelte områdene. Resultatene er tenkt organisert som vist i tabellen under.

Tabell 13 Nåværende og forventet påvirkning av systemer i utvalgte planområder innen vannforsyning, stormfloforvaltning og vedlikehold av veier

1. Sectors	2. Planning Areas	3. Current and Expected Stresses to Systems in This Planning Area
Hydrology and water resources	Water supply management	Low water supply during hot, dry summers; managing drought (<i>current and expected</i>)
		Poor water quality during flood events (<i>current and expected</i>)
		Poor water quality during summer (<i>current and expected</i>)
		Aging infrastructure and lack of funding for system upgrades (<i>current and expected</i>)
		Meeting increased demand from population growth (<i>expected</i>)
Infrastructure	Stormwater management	Combined sewer overflows (CSOs) during heavy rainstorms (<i>current and expected</i>)
		Lack of funding for system upgrades (<i>current and expected</i>)
Transportation	Road operations and maintenance	Road buckling during heat waves (<i>current and expected</i>)
		Winter road maintenance (snow/ice removal) (<i>current and expected</i>)
		Managing brush fires along roadways (<i>current and expected</i>)
		Erosion around bridge footings (<i>current and expected</i>)

Vurdering av sårbarhet for klimaendringer

Veilederen legger vekt på en pragmatisk tilnærming i selve klimasårbarhetsanalysen; dvs. at man i starten av planarbeidet først må vurdere hva som er tilgjengelig av tid og ressurser, for så i starten av analysearbeidet å vurdere behovet for å konsentrere seg om noen geografiske områder og tema, og hvilke spørsmål man vil ha besvart. Så må kommunen ta stilling til hvem som skal utføre sårbarhetsanalysen; den allerede oppnevnte planleggingsgruppen eller må man trekke inn konsulentfirma, forskere eller andre? Videre må kommunen ta stilling til hva som er målsetningen med sårbarhetsanalysen; skal man for eksempel utvikle en modell eller scenarioanalyser? Under er omtalt tre anbefalte steg i sårbarhetsanalysen:

Steg 1: Sensitivitetsanalyse

Definisjonen som brukes på at et system er sensitivt er hvis det er sannsynlig at det blir betydelig påvirket av klimaendringer. Til denne analysen brukes informasjonen som allerede er samlet inn for å bedømme hva som er de kjente klimatilstandene som påvirker systemene i planleggingsområdene. Her skal man prøve å besvare følgende spørsmål:

- Hva er de prosjekterte endringene i klimatilstander, og hva er de prosjekterte påvirkningene på systemene i planleggingsområdene?
- I hvilken grad er systemet sårbar for klimaendringer?
- Hvordan vil påvirkning på system endre seg som resultat av de prosjekterte klimaendringene?
- Er endringene forventet å være lik/større/mindre, eller kan man vente nye virkninger, for eksempel nye sykdommer, tap av biodiversitet osv.

For å bestemme grad av sensitivitet, må man altså vurdere hvor utsatt systemet er for påvirkning, og hvor belastet eller påvirket det er. Dette inkluderer en vurdering av om klimaendringer kan forårsake at etterspørselen etter en ressurs overgår tilgangen. Det er viktig å ha oppmerksomheten på allerede pressede ressurser, men også at nye pressituasjoner kan oppstå i fremtiden. Finnes det videre begrensende faktorer som kan bli påvirket av klimaendringer? Hvis et system er avhengig av en spesiell faktor, kan uteblivelse av denne faktoren ha større ringvirkninger. Vurder blant annet om noen arter er lokalisert i utkant av utbredelsesområdet. De vil i så fall være mer sensitive for endringer. Et annet spørsmål er om hva som er terskelen for påvirkning innen et system. Dette kan gjelde biologiske, fysiske eller operasjonelle faktorer. Eksempelvis kan infrastruktur være konstruert for å tåle en viss belastning, eller fisk kan tåle en viss temperaturøkning før de får problemer. Resultatene av en slik analyse med eksempel for transportsektoren kan vises som i tabellen under.

Tabell 14 Eksempel på sårbarhetsanalyse for transportsektoren

1. Sector	2. Plan-ning Area	SENSITIVITY ANALYSIS						
		3. Current and Ex-pected Stresses to Systems in This Planning Area	4. Known Climate Conditions Relevant to Systems in this Planning Area (direct and indirect)	5. How Known Climate Conditions Currently Affect Systems in this Planning Area	6. How Known Climate Conditions are Projected to Change	7. Projected Impact of Changes to Systems in This Planning Area (without preparedness action)	8. Projected Change in Stresses to Systems (without preparedness action)	9. Degree of System Sensitivity to Climate Change
Transportation	Road operations and maintenance	Pavement buckling on asphalt roads during extreme heat events	Summer temperature	Extended periods of high summer temperatures can cause buckling on asphalt roads.	Summers projected to be hotter in all climate change scenarios examined.	More required asphalt maintenance likely.	Likely to get worse.	High
		Winter road maintenance (snow/ice removal)	Winter temperature	Cold and snowy/icy winters require more snow and ice removal, road salt. Can also contribute to more road damage.	Warmer winters projected in all scenarios reviewed. Potential for slightly more winter precipitation in most scenarios. Changes in the frequency or intensity of freezing rain events unknown.	Need for snow removal likely to be reduced. Changes in potential for freezing rain uncertain.	Likely to improve, although benefit could be offset if freezing rain events increase.	High (but positive)
			Winter precipitation					
Managing brush fires along roadways	Summer temperature	Warm, dry summer conditions increase the risk of brush fires along roadways, which can spread into neighborhoods if not contained quickly. Fighting fires can affect traffic flow. Burnt areas can erode more quickly.	Summers projected to be hotter and drier in all scenarios examined.	Risk of brush fires likely to increase.	Likely to get worse.			
Summer precipitation								

Steg 2: Evaluere tilpasningskapasitet

Tilpasningskapasitet beskriver muligheten for å tilpasse system til klimaendringer med minimale forstyrrelser eller kostnader. Med system i denne sammenheng menes konstruerte, naturlige og menneskelige system tilknyttet et planleggingsområde. Ett viktig moment å vurdere er om systemer allerede er i stand til å takle klimaendringer eller om det eksisterer barrierer for tilpasning. For eksempel kan planlegging og reguleringer være basert på historiske klimaforhold som ikke fanger opp nye situasjoner som kan oppstå som følge av fremtidige klimaendringer. Et eksempel kan være at man unngår å bygge hus på steder det historisk har vært flom, men ikke tar hensyn til at fremtidige klimaendringer kan gjøre nye områder utsatt for flom. Andre barrierer kan være at det er konkurrerende bruk av ressursen og mange aktører som er med på å forvalte ressursen, der begge tilfeller reduserer fleksibiliteten. Det kan også være biologiske, fysiske og geografiske barrierer. Andre ting å vurdere er om systemer er så belastet at det vil begrense kapasitet for tilpasning. Belastning kan være uavhengig klima, som for eksempel befolkningsvekst, forurensing, sykdom, infrastrukturmangler, økonomisk nedgang osv. Videre er det viktig å vurdere om det er sannsynlig at klimaendringer skjer raskere enn systemet klarer å tilpasse seg. Et siste moment er om det allerede er satt i gang arbeid med å tilpasse seg. Resultatene kan oppsummeres som i tabellen under.

Tabell 15 Eksempel på vurdering av tilpasningskapasitet for ulike sektorer

2. Plan-ning Area	3. Current and Ex-pected Stresses to Systems in This Planning Area	7. Projected Impact of Changes to Systems in This Planning Area (without preparedness action)	ADAPTIVE CAPACITY ANALYSIS	
			10. Ability of the Systems in This Planning Area to Accommodate Projected Impacts with Minimum Disruption or Costs	11. Adaptive Capacity of this Planning Area
Water supply	Managing summer drought (current and expected)	More drought, summer water stress likely due to lower winter snowpack and warmer, drier summers. Population growth will compound this problem.	Cannot do anything to "adapt" snowpack to warmer temperatures. There are numerous regulatory constraints on reallocating water; there are limited options for expanding water supply; and summer demand is already greater than supply.	Low
Stormwater management	Combined sewer overflows (CSOs) during heavy rainstorms (current and expected)	More localized flooding and water quality problems may be possible if precipitation becomes more intense and frequent.	Can upgrade the system but this option is costly; some upgrades may already be underway.	Medium
Road operations and maintenance	Pavement buckling on asphalt roads during extreme heat events (expected)	More required asphalt maintenance likely.	Can replace asphalt more frequently but this is costly and dependent on industry-wide changes in asphalt for improved asphalt mixes.	Medium

Steg 3: Vurdering av sårbarhet

For å vurdere sårbarhet bruker man tidligere funn og sammenligner. Systemet er sårbart hvis det både er utsatt for klimaendringer og har dårlig grad av tilpasning. Dette kan både måles kvalitativt og kvantitativt. Resultatene kan oppsummeres som i tabellen under.

Tabell 16 Eksempel på samlet vurdering av klimasårbarhet for ulike sektorer

2. Plan- ning Area	3. Current and Expected Stresses to Systems in This Planning Area	7. Projected Climate Change Impacts to Systems in This Planning Area	VULNERABILITY ASSESSMENT		
			8. Degree of Sensitivity of Systems in This Planning Area (see Table 8.1)	10&11. Adaptive Capacity of Systems in This Planning Area (see Table 8.2)	12. Vulnerability of Systems in this Planning Area
Water supply	Managing summer drought <i>(current and expected)</i>	More drought, summer water stress likely due to lower winter snowpack and warmer, drier summers. Popu- lation growth will compound this problem.	High – water supply is very sensitive to changes in snowpack.	Low – numerous regulatory constraints on reallocating water, options for expanding supply limited, summer demand already greater than supply.	High
Stormwa- ter man- agement	Combined sewer overflows (CSOs) during heavy rainstorms <i>(current and expected)</i>	More localized flooding, water quality problems possible if precipitation becomes more intense, frequent.	High – CSO events are sensitive to changes in the intensity and frequency of rain events.	Medium – can upgrade the system but costly; some upgrades already underway.	Medium
Road operations and main- tenance	Pavement buckling on asphalt roads during extreme heat events	More required asphalt maintenance likely.	High – pavement buckling an existing problem on many roads.	Medium – can replace asphalt more frequently but costly; dependent on industry-wide changes in asphalt for improved asphalt mixes.	Medium

Vurdering av risiko

Risiko blir gjerne definert som konsekvens av en hendelse multiplisert med sannsynlighet for at hendelsen skal inntreffe. Denne analysen bygger på informasjon fra sårbarhetsanalysen. Risiko kan være subjektivt og avhenge av tidsperspektiv, geografisk skala og holdninger til risiko. I hvilken grad dette kan påvirke konklusjonen for risiko skal vurderes. Risiko kan vurderes på flere måter, for eksempel som "høy/lav/middels" eller som en skala. Deretter skal det lages en liste over prioriterte planleggingsområder i forhold til risiko og sårbarhet. Resultatene skal grupperes i forhold matrisen:

Tabell 17 Grunnlag for prioritering av hvilke områder der det bør gjennomføres planlegging

PLANNING AREAS WITH SYSTEMS THAT ARE...

	Low Vulnerability	High Vulnerability
High Risk	<i>May be priority planning areas</i>	<i>Should be priority planning areas</i>
Low Risk	<i>Are unlikely to be priority planning areas</i>	<i>May be priority planning areas</i>

Stockholm Environmental Institute sin modell

Bakgrunn og formål

Det internasjonale konsulent- og forskningsinstituttet Stockholm Environmental Institute (SEI) har utviklet en modell for å analysere klimasårbarhet kalt "Identifying Climate Vulnerability Exposure".

Modellen er utarbeidet av forskere og publisert som en foreløpig veileder for deltakere i et internasjonalt klimatilpasningsprosjekt (ACCA)³⁹ som arbeider med klimatilpasning i utsatte utviklingsland. Modellen er utviklet for å kunne analysere klimasårbarhet både i geografiske områder og i ulike sektorer og aktiviteter i samfunnet. Sentralt i modellen er en indeksetmetodikk (sensitivitetsmatrise) som skal gi grunnlag for å prioritere mellom ulike typer klimapåvirkning, og identifisere områder eller sektorer som er særlig sårbare for klimapåvirkning. Modellen fokuserer særlig på naturskade/ ekstemhendelser? ("climatic hazards").

Forskere ved Stockholm Environmental Institute (SEI) har også utarbeidet et notat⁴⁰ som gir en beskrivelse av 'best practice' ved bruk av sårbarhetsindikatorer. Det er tilgjengelig på en nettside som er laget for forskere og brukere (beslutningstakere, organisasjoner) som inneholder informasjon om sårbarhet. Notatet diskuterer hvordan en sårbarhetsmodell kan utvikles, og omhandler hvordan man går fra sårbarhetsindikatorer til å utvikle ulike aggregerte modeller. Disse brukes så til vurderinger av usikkerhet og relevans for avgjørelser i forbindelse med tilpasning og sårbarhet. Dette notatet er nærmere omtalt under overskriften indikatoroppbygging og datagrunnlag.

Bruk av modellen

Modellen er avgrenset til tilpasningsdelen av klimapolitikken. Analysefeltet er geografiske områder eller næringer/ økonomiske aktiviteter. Modellen er i prinsippet generell, men kan anvendes på lokalt og regionalt nivå. Det inngår i modellen at resultatene skal kobles til en eller flere planprosesser, men det er ikke gitt en spesiell type plan.

Modellen er under utvikling og det er foreløpig derfor ingen eksempler på praktisk anvendelse av modellen som har ført til resultater i lokal beslutningstaking.

Notatet som beskriver *best practice* for sårbarhetsindikatorer er heller ikke prøvd ut i praksis. Verktøyet skal kunne brukes av ulike grupper, og kan ha lokal innretning der det er relevant. Notatet er en beskrivelse av hvordan sårbarhetsindikatormodell kan utvikles, og modellen kan inngå i prosesser som har styringsmessig forankring.

Prosedyrer og prosesser

Modellen opererer med seks trinn som vi kort omtaler i det videre:

Trinn 1: Utvalg av planområde eller type virksomhet eller sårbare grupper

I vårt tilfelle er det altså å velge "en kommune" som er det relevante her.

Trinn 2: Velge ut de mest sårbare aktiviteter og områder

Nøkkelen her er å bruke en såkalt sensitivitets matrise (jf figur under) for å avgjøre hvilke lokale aktiviteter som er mest sårbare i forhold til hvilke typer naturskader. Radene i matrisen omtaler enhetene som blir påvirket (for eksempel ressurser, aktiviteter eller lokalsamfunn). I kolonnene fører man opp klimahendelser og negative eller positive effekter av klimaendringer. Effektene blir vurdert gjennom enkle poengskalaer, der poengsettingen baserer seg dels på ekstern kompetanse (for eksempel forskningsrapporter) og dels på lokale vurderinger fremkommet gjennom ulike medvirkningsteknikker⁴¹.

³⁹ <http://www.acccaproject.org/accca/>

⁴⁰ Stockholm Environment Institute (2007) From vulnerability indicators to profiles and adaptation. *Risk and Vulnerability Programme. Training module*

⁴¹ Eksempler på slike teknikker er vist på www.VulnerabilityNet.org.

	Climatic risks						Exposure indices	
	Drought	Dry spells	Intense rain	Flood	Warm spells	... others	Exposure score	Weighted exposure index
Frequency	20	40	10	5	10		65	8.88
Resources and Livelihoods								
Ecosystem services								
Soil water balance	5	4	1	5	1		64	3.59
Water supply	5	2	2	4	1		56	2.71
Water quality	2	1	3	4	2		48	1.76
Non-farm wood fuels	3	1	1	2	1		32	1.53
Grazing and fodder	4	2	1	4	1		48	2.35
... others								
Livelihood activities								
Coarse grain production	5	4	2	3	1		60	3.59
Market crop production	5	3	2	2	1		52	3.06
Livestock production	4	3	1	3	1		48	2.76
Charcoal/wood fuel use	2	1	2	2	1		32	1.41
Craft sales	2	1	1	3	1		32	1.35
Rural casual labour	3	1	1	3	1		36	1.59
Non-farm permanent employment	2	1	1	3	1		32	1.35
... others								
Livelihoods								
<i>Prevalence</i>								
Smallholder farmers	60	5	3	1	3	1	52	3.00
Emerging farmers	25	3	2	1	2	1	36	2.00
Ranchers	10	4	2	1	2	1	40	2.24
Market traders	5	3	1	1	4	1	40	1.63
... others								
Impact score	100	75	40	20	55	20		
Weighted impact index	11.55	4.30	2.55	1.00	2.70	1.00		8.88

Hva kan bli rammet

Hva rammer

Indeks som skal gi grunnlag for å vurdere hvilke typer naturskade og typer samfunnsaktiviteter man skal fokusere på videre

Figur 10 Sensitivitets matrise for utvalg av de mest sårbare samfunnsaktiviteter og områder i en kommune

Trinn 3: Identifisere relevante klimavariablene

I trinn 3 skal man identifisere relevante klimavariablene som knytter seg til de aktivitetene man ut fra trinn 2 har valgt å studere nærmere. Eksempler på spørsmål man må søke å adressere er:

- Hvilke klimavariablene er relevante (for eksempel er nedbør relevant for stressfaktoren "tørke")?
- Hvilken måleenhet skal man bruke?
- Hva er det relevante tidsrommet man skal analysere (for eksempel daglige målinger, ukentlige målinger, nedbør for en spesifikk tid av året osv)?
- Hvor stor oppløsning skal dataene ha?

Det er viktig å vurdere datatilgangen i en dialog mellom lokale aktører og forskerne.

Type of climate information	Example Questions	Example Response	Type of climate parameter being accessed
HOW? (Climate parameter)	How does drought affect you?	It has been increasingly dry and I have been getting lower yields Increase in weed species, decrease in medicinal plants	Precipitation Temperature? Evapotranspiration? (needs to be explored by experts)
WHAT? (More detail on above or other climate parameters)	What is the weather like when you have a drought?	It is serious when there is no rain for months but high temperatures make the drought worse	Number of days with no precipitation plus temperatures data
WHERE? (Location)	How far does the impact of the drought stretch?	All of our country is badly impacted by drought	Geographical range
	Is it the weather locally that causes the problem or is it weather in other areas (upper catchments etc?)	If the rain doesn't fall in the highlands during specific months we will suffer drought	Geographical range (and seasonality)
WHEN? (Seasonality)	During what periods of the year do you experience dryness?	It is hard on our crops if it is dry in October – November.	Season
	Have you noticed an increase in dryness in your lifetime?	There used to be drought when we were young but now it is for longer periods	Frequency and long-term trends
	How long can your crop survive without rain?	Days/weeks with precipitation < ∞ mm	Precipitation threshold in mm

Figur 2 Eksempel på kobling mellom lokal informasjon og klimaparametre.

Trinn 4: Knytte klimavariabel til planprosess

Her må man konkludere med hvilke data man skal samle inn, hvilke data som fins allerede, hvilke nye data man kan samle inn via etablerte system for informasjonsinnhenting, hvilke data man må samle inn ved å etablere nye systemer, og hva som er begrensningene i datamaterialet.

Trinn 5: Vurdering av usikkerhet og hvilken lokal sammenheng analysen inngår i

I dette trinnet må man belyse usikkerhet gjennom intervju med eksperter samt dokumentere "lokale historier" som ligger bak "tallene". Det understrekes at klima er en av mange faktorer (inkludert sosioøkonomiske, kulturelle og politiske) som påvirker sårbarhet. Å planlegge tilpasning ut fra klimaendringer alene må derfor gjøres med forsiktighet. Forfatterene anbefaler å undersøke eksempler der klima og sosioøkonomiske variable er klart forbundet, for å få frem samvirke mellom klima og samfunnsmessige endringer.

Trinn 6: Registrere klimapåvirkning

Datainnsamling bør gjentas med jevne mellomrom for å sikre at datagrunnlaget er oppdatert.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag

Modellen legger opp til å samle data gjennom en kombinasjon av en top-down og en bottom-up tilnærming. I det første ligger bl.a. at modellen utnytter data fra nedskalering av klimamodeller og legger stor vekt på å benytte ekstern ekspertise. I det siste ligger at modellen samtidig peker på nødvendigheten av å få til en dialog med lokale informanter og lokal ekspertise for identifisere hvilke typer naturskade som utgjør de største truslene lokalt.

Indikatoroppbygging er mer inngående behandlet i notatet som diskuterer hvordan en sårbarhetsmodell kan utvikles. Notatet omhandler hvordan man går fra sårbarhetsindikatorer til å utvikle ulike aggregerte modeller.

Modellen tar utgangspunkt i tradisjonell indikatoroppsett, hvor en rekke indikatorer blir valgt på grunnlag av et konseptuelt rammeverk, og så aggregert til en indeks. Det viktigste er å begynne med å definere hvilke indikatorer som er relevante for aktørene i systemet, og deres eksponering for nåværende og fremtidig risiko. Det finnes ikke generiske indikatorer for sårbarhet som gjelder i alle tilfeller, så disse må alltid vurderes og utredes i forbindelse med konteksten. Når sårbarhetsindikatorene har blitt identifisert og data samlet for hver indikator, standardiseres de. Det mest vanlige er å gjøre om til et tall mellom 0 og 100, hvor høyere verdi indikerer mer sårbar. Forfatterne foreslår et alternativ til denne enkle metoden – å sette grenseverdier. For eksempel kan det være at man kun ønsker å inkludere BNP per capita hvis det ligger under en viss grense. Ligger BNP per capita over dette nivået er befolkningen ikke vurdert som økonomisk sårbar. Hensikten med å standardisere indikatorene, er å utvikle et datasett hvor alle verdiene er skalert på samme måte.

Når datasettet er standardisert, kan strukturen av sårbarhet visualiseres ved å bruke radar plot. En representasjon ved bruk av radar plot viser tydelig viktigheten for sårbarhet for de ulike indikatorene og historiske trender. En slik visualisering kan benyttes til å diskutere om sårbarhetsprofilene er akseptable eller ønskelige, og til å diskutere hvordan sårbarhetsprofilen kan komme til å utvikle seg i framtiden.

Neste steg for å bygge opp en sårbarhetsanalyse er aggregering. Valg av metode for aggregering av verdiene avhenger av det konseptuelle rammeverket og målet med analysen. Forfatterne diskuterer de ulike fordelene og ulempene ved å benytte enkel addisjon, vektning, konsensusvektning, eller vektning bestemt av aktørene selv. Hvilken metode som er mest passende avhenger av sammenhengen.

Notatet diskuterer videre at usikkerhet i modellen må vurderes, i forhold til datainnsamling, forskjellen mellom datainnsamling og nåtid, og hvor representativt indikatorene er for situasjonen i systemet det presenterer. En sensitivitetsanalyse kan utforske hvor viktige denne usikkerheten er for modellen. Skal modellen brukes til å vurdere tilpasningskapasitet, må den kunne være fleksibel og endre seg med framtidige scenarier.

Datagrunnlaget baseres på innsamlede verdier for relevante indikatorer. Notatet inneholder ikke noen liste eller oversikt over aktuelle indikatorer.

Britisk modell for lokale sårbarhetsanalyser

Bakgrunn og formål

Modellen (er det en modell vi snakker om her eller flere? Eller er det ingen modell men tre veiledere?) er utviklet av The UK Climate Impacts Programme (UKCIP). Organisasjonens formål er å hjelpe privat og offentlig virksomhet til å vurdere hvordan de kan bli rammet av klimaendringer for dermed å hjelpe dem å tilpasse seg klimaendringene. UKCIP ble etablert i 1997 og er finansiert av Departementet for miljøvern, mat og regional utvikling (Department for Environment, Food & Rural Affairs). Organisasjonen har kontor ved Universitetet i Oxford⁴².

UKCIP har selv utgitt og samarbeidet om utgivelse av tre ulike veiledere spesielt rettet mot kommuner. Ingen av disse veilederene inneholder noe omfattende forslag til klimasårbarhetsindikatorer. I det videre gir vi en omtale av disse tre publikasjonene.

Brosjyre om lokal klimatilpasning

UKCIP 2003: "Climate change and local communities - How prepared are you? An adaptation guide for local authorities in the UK". En brosjyre (6 sider) som beskriver hvordan lokale myndigheter kan arbeide med klimatilpasning. Brosjyren (som også finnes i en enkelt elektronisk variant) beskriver en metode for lokale klimasårbarhetsanalyser og utarbeiding av lokale klimatilpasningsstrategier. Den gir en systematisk gjennomgang av de forskjellige rollene og virksomhetsområdene for britiske kommuner og hvordan disse kan bli påvirket av klimaendringer (jf tabellen under). I vedlegg er gjengitt i detalj de sammenhengene som er omtalt i brosjyren.

Tabell 18 Eksempler på sammenhenger som er omtalt i den britiske brosjyren om lokal klimatilpasning

Kommunale tjenester	Potensiell påvirkning fra klimaendringer	Eksempler på klimatilpasningstiltak
<ul style="list-style-type: none"> - Kommunal planlegging 	<ul style="list-style-type: none"> - Økt risiko for flom og erosjon i utbyggsområder lokalisert nær kysten eller på elvedeltaer. - Varmere og tørrere sommer kan øke presset på vannressurser - Bedre klima om sommeren kan øke potensialet for friluftsliv 	<ul style="list-style-type: none"> - Sikre at planlegging tar hensyn tilt render når det gjelder flom og havnivåstigning. - Lokalisere ny utbygging for å unngå problemer med flom og erosjon ved kystområder. - Innarbeide landskapselementer som kan øke fordrøyningskapasiteten for vann og dermed redusere flomproblemer. - Sikre drikkevannressurser. - Legge til rette for økt friluftsliv i nærområder til boligfelt.

Nettbasert veileder i lokal klimatilpasning

UKCIP er én av flere partnere som står bak den elektroniske veilederen i lokal klimatilpasning. Veilederen er lagt ut på nettsiden til "The Energy Saving Trust"; en organisasjon som ble etablert av den britiske regjeringen i 1992 i etterkant av FNs konferanse om bærekraftig utvikling og Agenda 21 i Rio samme år. Formålet med

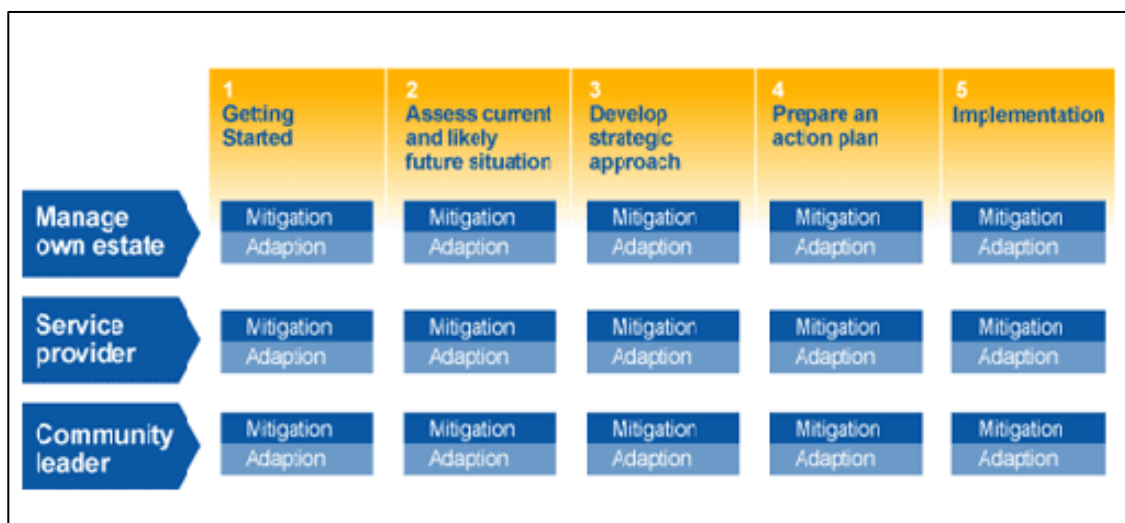
⁴² Se www.ukcip.org.uk

organisasjonen er å bidra til å realisere målet som den gang ble vedtatt om å redusere utslippene av CO₂ med 20 prosent innen 2010 med utgangspunkt i 1990-nivå.

Veilederen tar utgangspunkt i "The Nottingham Declaration"⁴³. Dette er en deklarasjon som ble utformet i 2001. På én side beskriver deklarasjonen de viktigste årsakene til klimaendringene og virkningene av klimaendringer, og kommuner og fylker som skriver under deklarasjonen forplikter seg til å arbeide aktivt for å redusere utslipp av klimagasser og bidra til at samfunnet blir bedre tilpasset de forventede klimaendringene. Pr. november 2007 har 264 lokale myndigheter undertegnet deklarasjonen.

Innhold og oppbygging

Veilederen⁴⁴ omhandler klimatilpasningsdelen av den lokale klimapolitikken og er bygd opp tematisk som vist i figuren under. Den skiller mellom tre hovedfunksjoner for lokale myndigheter: i) som forvalter av egne bygninger og eiendommer, ii) som tjenesteleverandør, og iii) som samfunnsutvikler. For hver av disse tre hovedfunksjonene beskriver veilederen fem faser: i) hvordan starte arbeidet, ii) vurdere nåsituasjon og mulige framtidige situasjoner, iii) utvikle strategiske tilnærminger, iv) forberede en tiltaksplan, og v) iverksetting.



Figur 11 Tematisk inndeling av den elektroniske veilederen i lokal klimatilpasning

Heller ikke denne veilederen gir noen omfattende forslag til klimasårbarhetsindikatorer. Dette forholdet er kommentert på følgende måte i den elektroniske veilederen (vår understreking):

... any advice can only be rather generalised and limited, because there is very little work to date in the UK on which to draw for guidance. For instance, there are no comprehensive suggestions for indicator sets to monitor climate vulnerability and adaptation. At present, most advice on devising monitoring and review procedures is based on the UK experience of managing flood risk.

Eksempelet som det vises til i sitatet over, for temaet flom, inneholder følgende indikatorer:

- Antall mennesker og eiendommer påvirket av flom
- Frekvens av flom
- Utarbeidelse av flomplaner
- Utbygging i risikoområder for flom
- Antall mennesker og eiendommer påvirket av stormflo
- Andel av kystlinjen der det er aktuelt med flytting av infrastruktur og bygninger tilbake fra kystlinjen
- Antall eiendommer påvirket av senkning
- Skade på eiendommer på grunn av storm

⁴³ http://www.energysavingtrust.org.uk/housingbuildings/localauthorities/NottinghamDeclaration/EST_NDec_cert_HR.pdf

⁴⁴ http://www.energysavingtrust.org.uk/housingbuildings/localauthorities/NottinghamDeclaration/online_action_pack/?pg=1

Lokale klimapåvirkningsprofiler (LCLIP)

UKCIP 2007: "A Local Climate Impacts Profile (LCLIP) for your community". En brosjyre (8 sider) som beskriver en metode for hvordan man kan lage en lokal "klimapåvirkningsprofil" basert på erfaringer fra Oxfordshire County Council⁴⁵.

Publikasjonen er avgrenset til å omtale et system for utarbeiding av lokale klimapåvirkningsprofiler. Det sentrale datagrunnlaget for slike analyser er informasjon om dagens klima (fra www.metoffice.com) og scenarier for framtidige klimaendringer (fra www.ukcip.org.uk). I begge tilfeller er det mulig å laste ned data med regional oppløsning. Veilederen omtaler tre faser i arbeidet:

Fase 1: Historisk klima og klimavirkninger

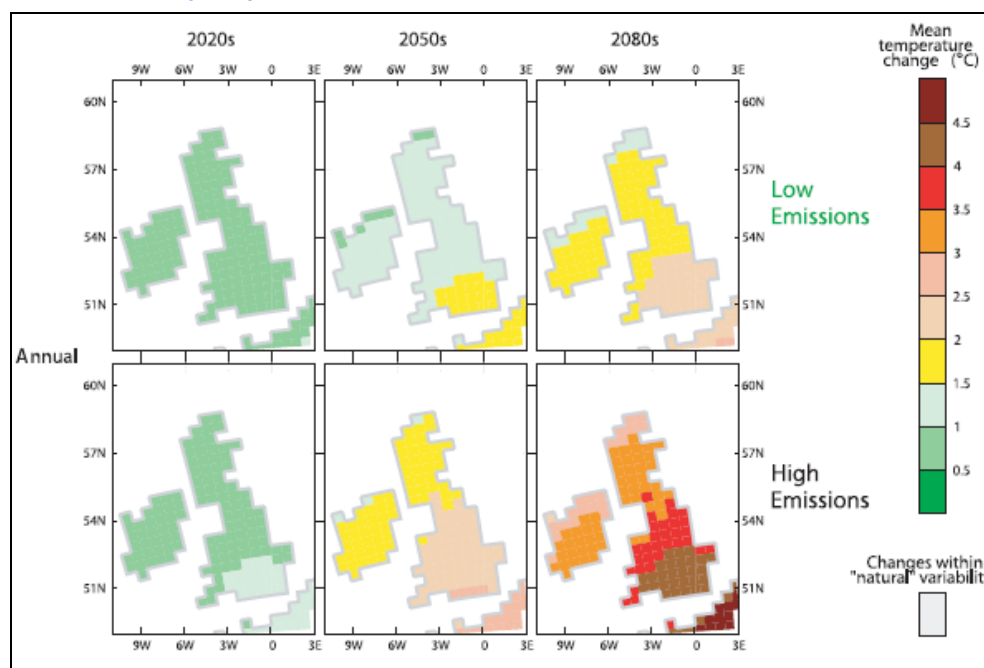
Sammenstille historiske klimadata fra det britiske meteorologiske institutt, eventuelt kombinert med data fra lokale målestasjoner.

Fase 2: Dagens vær og værrelaterte hendelser

Presentasjon av dagens vær-situasjon og gjennomgang av nylige værrelaterte hendelser basert på ulike lokale kilder.

Fase 3: Fremtidig klima

Nedskalering av nasjonale klimascenarier. Slike data og annet veiledningsmaterieell kan lastes ned gratis fra www.ukcip.org.uk (jf figuren under).



Figur 12 Eksempel på nedskalering av data fra nasjonalt klimascenario: årlig gjennomsnittstemperatur for ulike tidspunkt gitt lavt og høyt utslippsscenario

Tysk modell for regionale klimasårbarhetsanalyser avgrenset til teamet ekstremvær

Bakgrunn og formål

Det vi har betegnet som en tysk modell for regional klimasårbarhetsanalyse er utviklet av forskere ved Potsdam Institute for Climate Impact Research, og har vært et forsøksprosjekt myntet på forskere og beslutningstakere⁴⁶. Resultater fra klimasårbarhetsanalysen er imidlertid også ment å kunne brukes til å informere beslutningstakere og befolkningen om risiko knyttet til klimaendringer på bakgrunn av regionale klimarisikovurderinger. Arbeidet har vært støttet av departementet for miljø, regional planlegging og landbruk i delstaten Nordrhein-Westfalen i

⁴⁵ <http://www.oxfordshire.gov.uk/wps/portal/publicsite>: Home > Council Services > Environment and Planning > Environmental Projects > Climate Change > Local Climate Impacts Profile

⁴⁶ Informasjon hentet fra: Kropp, J. P., A. Block, m.fl. (2006): Semiquantitative assessment of regional climate vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study.

Tyskland, der resultatet er en del av en omfattende klimarisikovurdering for delstaten. I artikkelen brukes metoden i nesten alle 400 kommunene i Nordrhein-Westfalen. Analysenivået er valgfritt, men er spesielt relevant for kommunalt og regionalt nivå.

Innhold og oppbygging

Modellen fokuserer på sårbarhet for ekstremvær, og ikke forandringer i gjennomsnittsverdier

Prinsipp for modellen er at den skal:

- identifisere de viktige sårbarhetsfaktorene for en geografisk region
- i prinsippet være anvendbar for hvilken som helst region i verden
- tillate raskt (om enn noe grov) sammenstilling/kombinasjon av numeriske indikatorer for tilpasningskapasitet

Resultatet av analysen gir relativ klimasårbarhet innenfor utvalget av analyseenheter. Dette vil si at sårbarheten til enheter blir kun målt i sammenligning med hverandre.

Metoden tar i bruk et nytt verktøy utviklet innen kunstig intelligens (artificial intelligence research); såkalte "self organizing maps" (SOM), som er en datavisualiseringsteknikk, og kombinerer dette med en algoritme som kvantifiserer skjevheter i topologiske sammenhenger. Dette er en avansert form for clusteranalyse som ikke forutsetter lineære sammenhenger og takler store datasett. Teknikken er anvendt for å sammenligne datakategorier, og er ment å kunne finne komplekse mønster i fysiske, økologiske og sosioøkonomiske data og dermed finne frem til aspekter/ enheter som er sårbare for ekstremvær. Modellen er såkalt semikvalitativ og baserer seg på lister av økologiske og sosioøkonomiske egenskaper som er betydelig sårbare for ekstremvær i en region. Modellen fungerer slik at sårbarheten blir systematisk undersøkt gjennom å undersøke hvordan enkelte enheter er sårbare overfor en gruppe enkelthendelser. Fra listene avleder man ett sett tematiske kart som summerer og visualiserer de forskjellige sårbarhetskarakteristikkene i området.

Prosedyrer og prosesser

Det første man gjør er å identifisere alle tenkelige skader forårsaket av ekstremvær, som for eksempel hetebølger, kuldeperioder, intens nedbør, vind, flom, tåke etc. Deretter skal man velge ut indikatorer for hver kategori. Disse indikatorene skal måle graden av sårbarhet for en gitt sektor eller region for en gitt påvirkning. Valg av indikatorer er gjort på grunnlag av hva slags data som er tilgjengelig og hvilke sektorer som er prioriterte, det vil si hvor viktige de er og hvor sensitive de blir antatt å være. Eksempler på indikatorer som er valgt i den studien vi har gjennomgått er vist i tabellene under.

Tabell 19 Eksempel på indikatorer brukt i den tyske modellen for regionale klimasårbarhetsanalyser når det gjelder ekstremværrelaterte hendelser. Numrene i parentes viser til forklaring i den neste tabellen.

Society	Managed Ecosystems	Tourism
Population density (1)	Total agricultural area (2)	Touristic infrastructure (13)
Number of motor vehicles (9)	Area of monocultures (3)	Number of overnight stays (14)
Frequency of traffic accidents (10)	Heterogeneous agricultural area (4)	Length of stay (15)
Total population (11)	Coniferous forest area (5)	
Population > 50 yr (12)	Area of fruit cultures (6)	
Economy		Others
Local employment (16)		Area of lakes/rivers (7)
Number of commuters (17)		Pending erosion (8)
Non-employment rate (18)		Length of electric lines (24)
Max. seasonal non-employment rate (19)		
Employees (forest industry) (20)		
Employees (building industry) (21)		
Employees (trade and services) (22)		
Purchasing power and prosperity (23)		

Indikatorkategoriene skal representere en geografisk vurdering av sårbarhet som sammenligner forskjellige lokalsamfunn med hensyn til en kombinasjon av klimahendelser og påfølgende effekter, som for eksempel økning i antall dager med tåke, underkjølt regn, varme og lummerhet, tungt snøfall eller haglestormer som påvirker forskjellige økologiske og sosioøkonomiske forhold i lokalsamfunnet. Indikatorer for de økologiske og sosioøkonomiske egenskaper som tilsier betydelig sårbarhet for ekstremvær i en region skal deretter oppsummeres i lister. Disse indikatorene i listen skal i neste omgang kunne sammenlignes. Dette er til tross for at de prinsipielt kan være svært vanskelig å sammenligne på grunn av at de kan være av forskjellige karakter, Indikatorene må derfor gjøres om slik at de blir sammenlignbare, og kan sammenlignes på en felles skala. Minimums- og maksimumsverdier blir brukt som en øvre og nedre grense.

De enkelte indikatorer alene er ikke tilstrekkelig for å beskrive en kompleks sårbarhetssituasjon, så helst bør indikatorene og deres påvirkninger ses i sammenheng. Endringer i en indikator kan påvirke andre indikatorer. Men fordi man ennå har ikke nok kunnskap om systemsammenhenger, er kompliserte systemanalyser vanskelig. Et bedre alternativ er derfor den formen for clusteranalyser som den tyske modellen representerer.

Clusteranalyse får frem temakart, der kategorier blir gruppert i forhold til egenskaper. Landlige områder kan for eksempel være en kategori, mens type terreng kan være en egenskap. Temakartene viser forskjellige sårbarhetsfaktorer for området, og deler inn i sårbarhetsklasser. Landbruksområder med bratt terreng ble i denne undersøkelsen uthevet som mer sårbart enn landbruksområder på flate områder, mye på grunn av faren for erosjon. Det er viktig å merke at sårbarheten blir fremstilt kun relativt innefor datasettet som analyseres, det vil si at en kommune som fremstår som sårbar, er sårbar i forhold til de andre kommunene som den blir sammenlignet med, og vil nødvendigvis ikke være mest sårbar sammenlignet med andre kommuner. En høy verdi for én variabel betyr derfor ikke nødvendigvis at kommunen er svært sårbar for denne variabelen, bare at den er mer sårbar enn andre kommuner som inngår i analysen. For å få fram den absolutte – og ikke bare den relative – sårbarheten må man derfor følge opp analysene fra modellen med diskusjoner lokalt og sette resultatene fra analysen i forhold til lokale forhold.

Det siste steget i modellen er å rangere områdene etter sårbarhet. Ulike områder kan ha ulik sårbarhet overfor de samme hendelsene. Det er flere strategier man kan velge for å komme frem til en slik rangering, og flere forslag er nevnt. I eksempelet fra studien har man valgt å aggregere alle effekter, og sett bort i fra mulige synergieffekter og heller ikke prøvd seg på en vektning av de ulike sårbarhetstemaene og sårbarhetsvariablene.

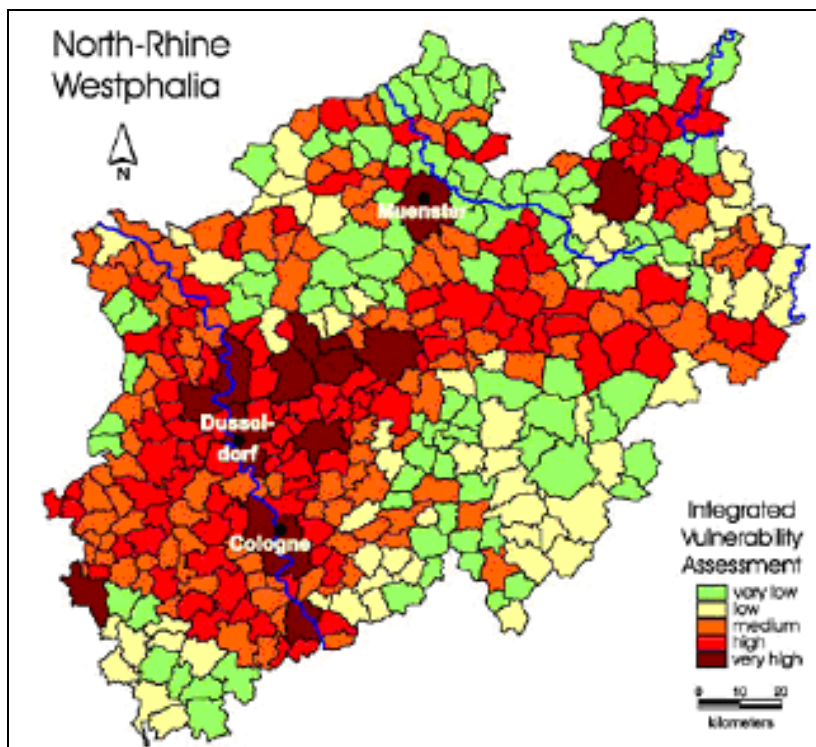
Klimarisikomomentene er forbundet med usikkerhet, men det gir en grundig og reproduserbar vurdering av sårbarhet, og kan slik sett gi grunnlag for sammenlignbare analyser. Spesielt kan de mest sårbare samfunnene bli identifisert. En forutsetning for modellen er at variablene som velges ut for å indikere sårbarhet er de mest relevante. Hvis denne forutsetningen holder, vil det være mulig å sammenligne de naturgitte rammene. Sårbarhet avhenger av hvilke verdier som står på spill, systemets mottagelighet, og veklegging av sårbare verdier i samfunnet. For eksempel kommer rekreasjonsområdene i denne undersøkelsen ut som mindre sårbare enn urbane områder, siden "verdiene" som er truet er lavere.

Rangeringen i analysen for delstaten Nordrhein-Westfalen er vist i *Tabell 20.* Verdiene man har kommet frem til er i og for seg ikke interessante i seg selv. Verdiene er blitt delt inn i fem intervaller som representerte forskjellige kategorier av (relativ) klimasårbarhet, fra "veldig lav sårbarhet" til "veldig høy sårbarhet".

Resultatene kan illustreres i kart, som vist i *Figur 13*, der de ulike kommunene blir markert i ulike farger etter sårbarhetskategori. Slik kan man illustrere den geografiske fordelingen av sårbarhet. I dette kartet ser man hvordan de urbane områdene er de mest sårbare. I denne undersøkelsen er industrielle og urbane områder rangert som mest sårbare, fordi høy befolkningskonsentrasjon gir høy risiko. Industrisamfunn er karakterisert av tett bygningsmasse og infrastruktur. Denne type samfunn kan være sårbare for påvirkninger som rammer trafikk, pendling og hetebølger, men sesongvariasjon i arbeidsledighet er lav. Rekreasjonsområdene er tynt befolkede fjellområder med mye skog som er økonomisk avhengig av turisme. Området er sårbart for endringer i klima, som kortere vinter eller mer regn. I forstedene og småbyene i nord-øst lever man av helseindustri og jordbruk, utenom en stor del pendlere. Her er man sårbare for endringer i trafikk og infrastruktur, samt at man er sårbare for erosjon siden området har et mer kupert terreng. I forstedene i sør er mange pendlere, og sårbare for hendelser som påvirker transport. I landlige områder i nord er det mye jordbruk, men de er ikke spesielt sårbare for erosjon siden området er flatt. Det er også en god del eldre, men de er ikke sårbare for varme siden befolkningen er spredt.

Tabell 20 Rangering av områder etter sårbarhet

	Ranking (node number)	Cluster Index measure	Integrated vulnerability community	Representative
High	1 class 1	7.29338	Duisburg	
	2 class 2	4.93218	Solingen	
	3 class 7	4.90505	Dueren	
	4 class 13	4.71128	Erfstadt	
	5 class 3	4.50519	Schwelm	
	6 class 21	4.47783	Lienen	
	↓	7 class 19	4.38626	Erkelenz
Vulnerability	8 class 8	4.19684	Huerth	
	9 class 14	4.00666	Grevenbroich	
	10 class 9	3.99625	Rheinbach	
↑	11 class 20	3.90307	Geilenkirchen	
	12 class 22	3.88165	Billerbeck	
Low	13 class 17	3.85079	Kreuzau	
	14 class 4	3.79067	Gummersbach	
	15 class 15	3.77679	Hueckelhoven	
	16 class 16	3.62207	Marsberg	
	17 class 10	3.60526	Kleve	
	18 class 6	3.59267	LenneStadt	
	19 class 18	3.54422	Stadtlohn	
	20 class 5	3.40840	Meschede	
	21 class 12	3.39099	Oer-Erkenschwick	
	22 class 23	3.35535	Metelen	
	23 class 24	3.30069	Warendorf	
	24 class 11	3.27797	Eslohe	



Figur 13 Geografisk fordeling av sårbarhets kategorier på kommunalt nivå

Resultatene av den typen som er illustrert over er ment å danne grunnlag for videre analyser. Rangeringen er ikke et alternativ til mer detaljerte undersøkelser som fokuserer på årsakene til sektorielle eller strukturelle sårbarheter. Resultatene gir profiler av lokalsamfunn og sårbarhetstyper, og kan gi en oversikt for å identifisere "hotspots" (særlig sårbare områder). Denne informasjonen kan danne grunnlag for å prioritere videre innsats i de antatt mest sårbare områdene. En styrke med modellen er at man kan endre på forutsetninger og se endringer i

utfallet. Slik kan man bedre demonstrere resultater av tiltak og strategier og være med på å forbedre tilpasningsstrategier. På den andre siden framstår modellen som metodisk komplisert og kan dermed oppfattes som en "black box" der det er vanskelig for andre enn forskerne og ekspertene å forstå logikken i analysemodellen.

Indikatorsystem

Den tyske modellen presenterer tre typer lokale klimasårbarhetsindikatorer:

- *Enkle* indikatorer. Disse er målbare og kan bli brukt til for eksempel å identifisere sårbare forhold i en region eller sektor når synergiske eller negative effekter ikke blir tatt hensyn til. Eksempler er at lidelser forbundet med hete forekommer oftere i urbane områder og hos eldre. Befolkningstetthet og aldersstruktur kan derfor være en indikator for sårbarhet for hetebølger.
- *Sammensatte* indikatorer. Dette er spesifikke kombinasjoner av systemvariabler som er uavhengige av hverandre, men er i stand til å beskrive komplekse egenskaper ved et system. Enkle indikatorer kan bli aggregert til en mer kompleks sammensatt måleenhet. For eksempel kan type terreng, jordtype, tretype og trærnes aldersklasse i kombinasjon uttrykke sårbarhet overfor stormfelling.
- *Altomfattende* indikatorer. Et eksempel på dette er væravhengig arbeidsledighet, der for eksempel folk innen turistbransjen er arbeidsledig utenfor turistsesongen. Indikator for sårbarhet for arbeidsledighet i forskjellige sektorer kan være effekter av sesongvariasjoner i vær på arbeidsledighet og totalt sysselsetting i kommunen. Jobber som er påvirket av vær finnes stort sett i landbruk, turisme og bygningssektor. En høy arbeidsledighet fører også til redusert kjøpekraft, mindre skatt og større overføringer. Det samme gjelder for ulike kategorier for økonomisk tap ved trafikkforstyrrelser forårsaket av vær. Sårbarhet kan her måles i form av antall pendlere. Aggregerte indikatorer kan brukes til å sammenligne sårbarhet på kommunalt nivå.

Eksempler på mulige indikatorer er vist i tabellen under. Valg av indikatorer gjøres som nevnt mye på grunn av data tilgjengelig og prioriterte sektorer og sektorene som vanligvis blir ansett som sensitive for klimaendringer - eksempelvis landbruk, transport, bosetning, energi etc. Valg av indikatorer er avhengig av en god forståelse av sammenhenger mellom systemvariabler, "kvalifisert gjetning" og erfaringer, støttet av teori og empiri. Tabellen under viser indikatorer som ble valgt etter datatilgjengelighet og sektorer som ble vurdert som viktige. Nordrhein-Westfalen er høyt befolket og med stor økonomisk makt, derfor er indikatorer for sosiale og økonomiske sektorer overrepresentert. En overrepresentasjon av noen variabler blir det samme som vektning av en type variabler, og dette gjør at resultat fra forskjellige case og regioner ikke nødvendigvis er sammenlignbare. Siden indikatorene nevnt her er utformet for dette caset spesielt, er ikke disse indikatorene direkte overførbare til en annen region. I for eksempel en region med få urbane områder, men der man er mer avhengig av naturressurser, måtte man ha brukt et helt annet sett med indikatorer.

Tabell 21 Forslag til lokale klimasårbarhetsindikatorer

Indicator	Proxy for	Affected sectors	Categories of damage	Pertinent extreme weather events
Hill slope	Soil type	Agriculture Cultured ecosystems	Soil erosion	More intense precipitation More intense and frequent storms
Orographic index	tree type	Forestry	Storm damage	More intense and frequent storms
Number of commuters Frequency of traffic accidents	Just-in-time production	Industry	Production loss	More intense precipitation Flooding More intense and frequent hail and/or fog
Seasonal unemployment	Weather sensitivity of sectors	Industry sectors	Production and revenue loss	More cold days
Number of elderly people Population density	Heat stress	Human health	Cases of illness	More hot and sultry days

Utvalget av indikatorer er subjektivt, basert på erfaring, kunnskap og meninger. Av de valgte indikatorene lager man et hierarki av indikatorer og passende aggregeringsplan med regler for hvordan man samler enkle og grunnleggende indikatorer til mer komplekse indikatorer opp til "altomfattende" nivå. Resultatet er til slutt en vurdering av sårbarheten til forskjellige sektorer og regioner overfor økt hendelse av ekstremvær.

Innad i en region som Nordrhein-Westfalen har man antatt at egenskapene er like for alle områdene, så ingen viktig av indikatorer blir brukt. Dette er ikke nødvendigvis problematisk så lenge man gjør verdikriteriene synlige. Alternativt kunne man ha vektet indikatorer som ble ansett som spesielt viktige, eller noen effekter som blir ansett som viktigere enn andre.

I studien tok man heller ikke med indikatorer for tilpasningskapasitet, siden man antok at tilpasningskapasitet er lik innenfor regionen. Hvis tilpasningskapasitet er lik innefor studieområdet, vil sårbarhet være lik mottageligheten. Artikkelforfatterne åpner for at dette er litt "naivt", men mener at det er mulig å trekke slike indikatorer inn i modellen hvis det er ønskelig. I virkeligheten vil tilpasningskapasiteten variere mellom ulike regioner i verden. Modellen vil avhenge av de forutsetninger som gjøres. Artikkelforfatterne påpeker at valg av data og indikatorer kan diskuteres. Men selv om man får mer kunnskap om klimaeffekter, og hvordan man vekter effektene i forhold til hvor alvorlige de er, trenger man fortsatt en metode for å samle og sammenstille informasjonen i forhold til ulike sektorer og prosesser. Forutsetningene kan endres selv om modellen er den samme, og dermed kan metoden i prinsippet lett overføres til andre områder og andre oppgaver. Det er en styrke at metoden er uavhengig av regionale klimaframskrivninger, for hvis de regionale klimamodellene forbedres, og man utvikler bedre klimamodeller for vurdering av klimaeffekte, kan dette trekkes inn i modellen. Vekting kan legges inn for å verdsette bestemte indikatorer for klimaeffekter, og for å lage indeksen mer sammenlignbar med andre land. Hvis man vil spå hvem som vil være sårbare i fremtiden, trenger man tilleggsmåling, som hvordan indikatorlisten til lokalsamfunnene vil endres i fremtiden. Hvis man har gode data kan man legge tidsseriedata inn i modellen for å vurdere sårbarhet over tid. Dette gjør analysen mer komplisert, men er mulig med samme metode.

Nederlandsk modell avgrenset til temaet vannressursforvaltning

Bakgrunn og formål

Den Nederlandske "Foundation on Water and Climate" har gjennom prosjektet "The Co-operative Programme on Water and Climate" utviklet en model for lokal klimasårbarhetsanalyse. Institusjonens formål er å bedre vannressursforvaltningens evne til å møte effekter av økt variabilitet i det globale klima. Bakgrunnen for rapporten er seminaret "International Dialogue on Water and Climate" i Nederland 2001 der en rekke hydrologer, forskere og forvaltningsorganer kom frem til viktige anbefalinger som dannet grunnlag for videre studier og diskusjoner. Målsetting var å fremme kunnskap og bevissthet rundt klimaendringer og forvaltning av vannressurser, og å sette i gang en politisk prosess for å tette "hullene" i politikuttviklingen. Videre var målet å identifisere muligheter og strategier som er anvendbare på regionale, nasjonale og lokale nivå. Håpet var at dette skal føre til bedre og mer effektive sårbarhetstiltak blir implementert på alle nivå.

Bruk av modellen

Det er ikke knyttet noen spesiell målgruppe eller spesiell styringsmessig sammenheng til modellutviklingen. Analysefeltet er geografiske områder, helst nedbørfelt, men også andre avgrensinger som regioner, byer eller landbruksområder er aktuelle. Forvaltning av nedbørfelt er den beste avgrensingen for å vurdere effekter av klimaendringer på vassdagsforvaltningen, men er krevende fordi administrative grenser går på tvers av nedbørfeltene.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag.

Modellen beskriver hvordan man kan identifisere "hot spots" for potensielle effekter av klimaendringer på vannressurser, det vil si spesielt sårbare områder. For å gjøre dette må man vurdere sårbarheten til både mennesker, arter og økosystem. Siden sårbarhet brukes ofte som et bredt og utstrukturer begrep, anbefales det å bruke et rammeverk i vurdering av "hot spots" i stedet for utvelgelse basert på mer subjektiv og tilfeldig informasjon. Rammeverket som presenteres i denne modellen bruker uavhengige evalueringskriteria som måler sårbarhet for klimaendringer (jf tabellen under). De utvalgte kriteriene representerer viktige aspekter ved klimasårbarhet. Kriterier for miljøpåvirkning er delt inn i indikatorer som er relatert til vannkvalitet og tilgang til vann. Sårbarheten er delt inn i indikatorer for tilgjengelighet av tiltak og infrastruktur som kan hjelpe individene eller økosystemet til å takle klimaendringer, samt indikatorer som er tilknyttet evnen til å forvalte vannressursene i forhold til økte klimaendringer. "Evne" er en funksjon av finansielle ressurser, sterk institusjonell ledelse og andre faktorer.

Det blir påpekt viktigheten av å ta hensyn til endringer som skjer over tid. Sosiale system, demografiske endringer og økonomisk vekst er eksempler på drivkrefter som i denne sammenhengen regnes som eksterne faktorer som kan endre vannsystemet. Dette rammeverket bør brukes både med og uten å ta hensyn til slike drivkrefter, det vil si å evaluere potensielle "hot spots" med hensyn til dagens sårbarhet og de prosjekterte sårbarhetene innen 30 og 50 år. Det er anbefalt å bruke både en "bottom-up" og "top-down" tilnærming i datainnsamlingen fordi dette vil gjøre det lettere å finne "hot spots" på alle mulige skalaer.

Tabell 22 Forslag til rammeverk for å identifisere områder som er særlig sårbare for høyt ”vannstress”

ENVIRONMENTAL STRESS								
Quantity						Quality		
Magnitude	Variability	Temporal aspects	Domestic	Food production	Natural resources	Protection	Human health	Ecosystem health
SUSCEPTIBILITY								
Access				Ability				
Distance	Legal rights	Price	Infrastructure	Technical	Financial	Social	Institutional	Demographic

Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i system for strategiske konsekvensanalyser

Bakgrunn og formål

I Storbritannia er det utgitt en veileder om hvordan klimasårbarhet kan inkluderes i strategiske konsekvensanalyser (SEA). Veilederen er utgitt av United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP) i samarbeid med andre. Veilederen, som ble utgitt sommeren 2007 er en revisjon av en veileder fra 2004. Bakgrunnen er at EU vedtok i 2001 et direktiv som påla medlemslandene å innarbeide strategiske miljøkonsekvensutredninger (Strategic Environmental Assessments: SEA i nasjonalt lovverk) innen 2004. I Storbritannia er SEA sterkt koblet til bærekraftbegrepet og –målsettingen. SEA er ment å bli gjennomført som del av en bredere bærekraftanalyse (Sustainability Appraisal: SA), som allerede var et krav i mange former for planlegging før EUs direktiv om SEA var innført.

Det er interessant å registrere at veilederen er forankret i det gjeldende EU-direktivet, og slik sett ikke presenterer seg selv som en form for utvidelse av dette direktivet – heller er det en utdyping. Dette poenget er formulert på følgende måte (vår understreking):

The SEA Directive requires Responsible Authorities (plan-makers) to assess the likely impacts of their plans and programmes on “the environment, including on... climatic factors”. These impacts should include secondary and cumulative effects (SEA Directive, Annex 1). Climate change is a cumulative effect: it is caused by the build up of many actions, each of which only has a limited contribution, but which together cause serious effects.

Sitatet over er interessant fordi krav om SEA også gjelder for Norge, gjennom EØS-avtalen. Krav om SEA er innarbeidet i veiledning om miljøkonsekvensanalyse etter plan- og bygningsloven der det er gjort gjeldende krav om slike analyser i forhold til planer og programmer på flere miljøområder. Det interessant her er at klima ikke er blant disse miljøområdene⁴⁷. Det nærmeste vi kommer et slikt krav i Norge er knyttet til krav om også å utrede konsekvenser i forhold til beredskap og ulykkesrisiko, men oppfølging av disse bestemmelsene har ingen praksis for å fange opp beredskap og ulykkesrisiko som følge av klimaendringer.

Prosedyrer og prosesser

Veilederen inneholder både prosedyrebeskrivelser og forslag til klimasårbarhetsindikatorer. . Veilederen understreker betydningen av at myndigheter og andre forholder seg til klimaendringer både gjennom å redusere utslipp av klimagasser og tilpasning til mulige klimaendringer. Det anbefales på dette grunnlaget at enhver SEA bør inneholde følgende tre elementer:

- Lokale virkninger av klimaendringer
- Forslag til tiltak for klimatilpasning
- Forslag til tiltak for reduksjon av klimagassutslipp

Veilederen beskriver i detalj hvordan klimasårbarhet kan fanges opp i de ulike fasene i en SEA, der det skilles mellom fem faser:

1. Identifisere kontekst og vedta mål for analysen,
2. beskrive alternativ og analysere effekter,

⁴⁷ Se <http://www.lovdataba.no/cgi-wif/ldles?doc=/sf/sf/sf-20050401-0276.html#4>

3. utarbeide analysen,
4. sende rapporten på høring, og
5. dokumentere de viktigste miljøeffektene av å iverksette planen eller tiltaket som er analysert.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag

Veilederen har forslag til lokale klimaindikatorer som gjelder både utslipps- og tilpasningsdelen av klimaproblematikken (jf tabellen under). Dette er et spesielt indikatorforslag i den forstand at det er det eneste eksempelet vi har kommet over internasjonalt på et slik integrert klimaindikatorsystem utviklet for bruk på lokalt nivå.

Tabell 23 Lokale klimaindikatorer utviklet til bruk i forbindelse med strategiske miljøkonsekvensanalyser

Causes	<ul style="list-style-type: none"> • Carbon emissions per person • Greenhouse gas emissions: per region, per capita 	Local impacts of climate/ weather changes	<ul style="list-style-type: none"> • Average annual flood incidence/ damage drought orders • Ranges and movements of species • No. heat and/or cold related deaths • No. cases of subsidence/insurance claims for subsidence • River flows and water quality
Climate/ weather changes	<p>NB. These will typically act as context indicators</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sea level • Precipitation • Temperature • Flood levels in rivers • Extreme events such as heatwaves 	Adaptation measures	<ul style="list-style-type: none"> • % developments with Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) • No. or % homes in floodplain • No. or % roads/ railway lines in floodplain • No. planning permissions granted against Environment Agency advice on grounds of flood risk • Household water use • % of developments subjected to checklist for development (South East Climate change Partnership (SECCP) <i>et al.</i> 2005) • Enhancement of ecological networks through habitat creation/restoration schemes
Mitigation measures household energy use	<ul style="list-style-type: none"> • Total electricity and gas use • Vehicle - km travelled per person per year • Electricity generated from renewable energy sources and CHP located in the area • Embodied energy in new buildings • Average energy efficiency of new buildings • % of new homes conforming to recognised codes for sustainable buildings 		

Tabell 17 Gjennomgang av sammenhenger mellom kommunal tjenesteyting, potensiell påvirkning fra klimaendringer og eksempler på klimatilpasningstiltak fra britisk veileder om kommunal klimatilpasning

Local Authority Service	Potential Impacts of Climate Change	Examples of Possible Adaptation Responses ¹
Planning		
Forward Planning and Development Control	Higher risk of flooding/erosion of susceptible developments in floodplains or coastal margins	Ensure planning takes account of future trends in flooding and coastal erosion. Consider range of options for flood and coastal management, including promoting appropriate and sustainable defences (with the Environment Agency where appropriate) and locating new development away from areas of highest risk
		Incorporate landscape features to absorb water within developments
	Hotter drier summers could further increase pressure on water resources	Consider potential water supply/demand issues when siting new development
	Improved summer climate provides greater potential for outdoor living	Consider how Strategic and Local Plans can accommodate changes in recreational needs.
Emergency Planning	Increased risk of flooding and severe weather	Ensure emergency procedures and equipment are updated to meet increased risk
Housing and Buildings		
Housing	Increased risk of subsidence as soils shrink in hotter drier summers	Plan for preventative and remedial maintenance of existing stock
	Higher risk to houses in floodplains or coastal margins	Consider restricting development in the floodplain and coastal margins for new housing, and instigating a range of flood-proofing measures or sustainable defence measures for existing properties
	Temperature increases affect living space environment	Use thermal properties of materials to improve cooling and retrofit energy efficient systems
Management of public buildings	Temperature increases affect thermal comfort	Retrofit or upgrade energy efficient heating and ventilation
	Wetter winters causing damp, condensation and mould problems	Upgrade weatherproofing systems and manage internal environment
	Higher risk to buildings currently located in floodplain or coastal areas	Consider flood-proofing measures or relocate
Building Control	Drier summers increase risk of foundation subsidence	Consider changes to procedures and inspections to ensure foundations are resilient
	Wetter winters and severe weather increase damp problems	Consider updating procedures to include measures for wetter conditions

Housing and Buildings		
Building Design Services/Architecture	Climate change influences future design (in response to above)	Rethink built environment design and revise practice to suit
		Make use of thermal properties of materials to improve cooling
		Reduce solar heating using recessed windows, roof overhangs and shades
Transport and Highways		
Transport Planning	Increased risk of flood disruption due to wetter winters and severe weather	Plan to flood-proof or re-site infrastructure and plan routes to minimise disruption
	Increased temperature causing service disruption and heat stress to travelling public	Avoid exposed places and provide shade or cooled waiting areas
Highway Maintenance	Increased rainfall intensity affecting embankments and bridge piers and washing more debris into gullies	Increase monitoring and maintenance of embankments and bridge piers, and increase gully emptying activity
	Drier summers increase risk of road subsidence and higher temperatures increase risk of surface damage	Re-examine road structural design. Implement remedial work for existing roads
	Higher risk to roads located in floodplain or coastal areas	Aim to flood-proof or re-site strategically important roads
	Increase in rate of growth and length of growing season of road verges	Use slower growing plants in landscape schemes. Revise mowing/weed control schedule
	Warmer winters with reduced risk of frost	Reduced need for road salting
Health and Social		
Health and Social Services	Higher risk of skin cancer/ sun burn due to hotter summers and increased outdoor recreation	Consider ways to increase awareness of dangers of exposure. Provide more shade in public recreational areas
	Heat stress to the old, poor and vulnerable communities and people likely to increase	Ensure adequate shade and cooling available
Environmental Health	Higher temperatures likely to increase cases of food poisoning	Consider ways to increase awareness of food hygiene practices and revise best practice
	Higher levels of dust in the air due to drier summers	May need to hose down streets in urban areas
Environmental Services and Awareness		
Greenspace Management	Increase in rate of growth leading to year-round grass maintenance	Adapt maintenance schedules and resources to meet change
	Loss of trees and shrubs due to drier summers and wetter winters	Plant trees and shrubs that will tolerate future conditions
	Climate change influence on natural environment	Plan for wildlife corridors to allow natural migration
Watercourse Management	Wetter winters and increased rainfall intensity causing local flooding	Increase ditch clearing and gully emptying activities to obviate blockages
Waste Services	Rubbish will decay more rapidly in higher summer temperatures	More frequent waste collections particularly in summer
	Higher summer temperatures and higher, more intense, winter rainfall may affect landfill design and operation	Monitor condition of existing landfill sites. Check design and operation of future sites with regard to climate change
Community Awareness	Climate change will impact communities	Proactively raise awareness, and provide advice and information
Business support	Climate change provides changing markets, eg tourism and agriculture, and demand for new products	Encourage business to adapt to new markets

Tabell 18 Oversikt over hvordan klimaendringer bør vurderes i de ulike fasene i arbeidet med strategiske miljøkonsekvensanalyser

SEA process (based on ODPM, 2005)	How climate change should be considered in the process
<p>Stage A: Setting the context and objectives, establishing the baseline and deciding on the scope.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifying other relevant plans, programmes and environmental protection objectives • Collecting baseline information • Identifying environmental problems • Developing SEA objectives • Consulting on the scope of the SEA 	<ul style="list-style-type: none"> • Describe the current and likely future climate change baseline • Identify the likely significant problems and constraints caused by climate change; e.g. English authorities should refer to the Regional Flood Risk Appraisal or Strategic Flood Risk Assessment required by Planning Policy Statement (PPS)25, (CLG 2006a). Other impacts may relate to, e.g. water quality, biodiversity, health, or buildings • Develop climate change objectives and indicators that take account of (the uncertainty of future) climate change: see Table 3 • Consult with SEA Consultation Bodies: <ul style="list-style-type: none"> • Environment Agency - in particular on flood risk, water availability and quality • Natural England and Countryside Council for Wales - on the natural environment • English Heritage and CADW - cultural heritage • Consult with other organisations (see Table 3)
<p>Stage B: Developing and refining alternatives and assessing effects</p> <ul style="list-style-type: none"> • Testing the plan or programme objectives against the SEA objectives • Developing strategic alternatives • Predicting the effects of the plan or programme, including (realistic) alternatives • Evaluating the effects of the plan or programme, including (realistic) alternatives • Avoiding and minimising adverse impacts 	<ul style="list-style-type: none"> • Suggest plan alternatives (related to both mitigation and adaptation) to deal with key climate change related problems • Assess the effects of plan alternatives on the climate change objectives and indicators • Refer to, or summarise the findings of, the Regional Flood Risk Appraisal or Strategic Flood Risk Assessment in the Environmental Report • Consider the alternatives' impacts on greenhouse gas emissions, and their ability to integrate climate change adaptation measures when selecting the preferred alternatives. • Integrate climate change mitigation and adaptation measures into the final plan
<p>Stage C: Preparing the Environmental Report</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparing the Environmental Report 	<ul style="list-style-type: none"> • Explain in the Environmental Report how climate change issues have been identified and managed, including how uncertainty has been managed
<p>Stage D: Consulting on the draft plan or programme and the Environmental Report</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consulting the public and Consultation Bodies on the draft plan or programme and the Environmental Report • Assessing significant changes • Making decisions and providing information 	<ul style="list-style-type: none"> • Consult authorities responsible for climate change management and others who can provide advice on good practice (see Stage A)
<p>Stage E: Monitoring the significant effects of implementing the plan or programme on the environment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Developing aims and methods for monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor the effectiveness of mitigation measures in reducing greenhouse gas emissions. The effectiveness of adaptation measures is likely to be difficult to monitor, but whether such measures are put in place/implemented can be monitored • Be prepared to respond to any adverse impacts identified

Europeisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging

Bakgrunn og formål

SPACE (European Spatial Planning: Adapting to Climatic Events) er et fireårig europeisk prosjekt med målsetting å fremme bevissthet rundt betydningen av å tilpasse seg til klimaendringer og å komme med anbefalinger om hvordan klimatilpasning bør inkluderes i arealplanleggingen på lokalt, regionalt, nasjonalt og europeisk nivå. Prosjektet har fokusert på flom, vannressurser og vannkvalitet og hvordan man planlegger for fremtiden i et skiftende klima. Prosjektet er finansiert av "SPACE Partnership" og "INTERREG IVB North West Europe Programme", som jobber for å støtte prosjekt der man samarbeider på tvers av land og ønsker å fremme regional utvikling og samhörighet i nordvestlige europeiske områder. Prosjektet har også fått støtte av "Department for Communities and Local Government" i Storbritannia. "SPACE Partnership" som startet prosjektet, består av ulike myndigheter og departementer på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå, samt frivillige organisasjoner.

Den første delen av prosjektet startet i 2003 og ble avsluttet i 2007, mens den andre delen startet i 2007 og skal avsluttes i 2008. Foreløpig har man altså bare gjennomført deler av prosjektet. SPACE del II er en videreføring der man adresserer erfarte hindringer for implementering av tiltak. Dette skal blant annet føre til et verktøy for endringer i organisasjoner. Den skal være ferdig i 2008.

Anbefalinger om arealplanlegging

Første delen av prosjektet har resultert i en strategi med 14 råd til beslutningstakere. Disse har som målsetning å påvirke tankemåten og handlingsmønsteret i arealplanlegging. Prosjektet bygger på en rekke forskningsprosjekt og arbeider som omfatter casestudier, eksempler og verktøy, bla. lokale klimasårbarhetsmodeller, men prosjektene er ikke sammenfattet. Erfaringene fra disse prosjektene danner derimot grunnlaget for rådene som blir gitt. I det videre gjengir vi anbefalingene mer eller mindre direkte oversatt:

Anbefaling 1: Gjør tilpasning til klimaendringer til en sentral del av arealplanleggingen.

Utvikle et robust politisk rammeverk for å integrere klimatilpasning i arealplanlegging for dermed å vise hva som skal gjøres av hvem. På lokalt nivå betyr dette å utvikle tverrgående politikk for klimatilpasning og integrere klimatilpasning i sektoriell politikk. Involver lokalsamfunnet og de private sektorene i beslutninger for hvordan klimatilpasning skal innarbeides i arealplaner.

Anbefaling 2: Forstå klimarisikoen og se forbi levetiden til deres plan

Hold fremtidige tilpasningsmuligheter åpne gjennom en forståelse av endret klimarisiko på langt sikt, som 100 år og mer, og inkluder denne kunnskapen i arealplanleggingsprosessen. Husk å ta for dere hvordan tilpasning av eksisterende arealbruk i sårbare lokaliteter kan bli forvaltet på langt sikt. På det lokale nivå er det viktig å huske på å ta hensyn til effekter på langt sikt når man fattet vedtak om hvordan lokalsamfunnet bør utvikle seg.

Anbefaling 3: Ta i bruk tilnærminger fra endrings- og risikoplanlegging ("change and risk management") for gjøre tilpasning til en del av arealplanlegging.

Endringsplanlegging er prosesser som etablerer det riktige styresettet og ledelsen for å sette i gang og opprettholde tiltak. Risikoplanlegging er prosesser som gjør klimarisiko til en del av politikuttforming, og identifiserer de riktige tilpasningstiltakene. Disse to komplementære tilnærmingene må trekke i samme retning for å sikre at tilpasning er godt forankret i arealplanleggingen.

Arealplanlegging krever strategisk endringsplanlegging både internt i organisasjonen som utvikler og påvirker arealplanlegging, og eksternt blant befolkningen som påvirkes av planene. Endringsplanlegging trenger en balanse av bevissthet og institusjonell forankring for å sikre langsiktig handling. Det er mer sannsynlig at mennesker går fra "handling" til "bevissthet" enn motsatt, derfor er det nytting å involvere mennesker i planlegging for klimaendringer gjennom aktiviteter de allerede deltar i. "Bevissthet" trengs for å utvikle gode planer som kan håndtere risiko og muligheter som klimaendringer utgjør, effektene de vil ha, og hvilke handlinger som kreves for å møte dem. Bevissthet alene vil derimot ikke føre til de nødvendige endringene. Vilje til å handle er selvsagt det avgjørende, og knytter seg til oppfattelsen av at tiltak for klimatilpasning er meningsfulle for de som gjennomfører tiltakene.

Inkluder risikoplanlegging i prosesser, prosedyrer og veiledninger som i dag er i bruk i arealplanlegging. Dette innebærer bl.a. følgende: Identifiser målsettingene for arealplanen. Vurder dagens risiko og fremtidig risiko for å nå disse målene. Evaluer effektiviteten til tilpasningsstrategi og tiltak for å håndtere risiko på akseptabelt nivå.

Bestem hvilke tilpasningsstrategier og tiltak som inkluderes i arealplanen. Kommuniser til aktører konsekvensene av tilpasningsstrategiene og tiltakene, og forklar konsekvensene, inkludert kostnader ved å ikke handle.

Anbefaling 4: Sørg for en integrert tilnærming til tilpasning, både innad i organisasjonen og i partnerskap med andre.

Gjør klimatilpasning til en del av den strategiske og operasjonelle planleggingen gjennom hele organisasjonen internt, ikke bare miljøvernavdelingen, for dermed å sørge for den interne sammenhengen som gjør tilpasning til arealplanlegging mulig. Jobb med alle aktører og organisasjoner som er involvert i arealplanlegging for å vurdere klimarisiko og identifisere de passende tilpasningstiltak i arealplanlegging. Utvikl i samarbeid en forståelse av hvor strategiene, lovgivningene eller handlingene hindrer fremskritt og hva som trengs for å skape løsninger.

Anbefaling 5: Gå igjennom og vurder planer, strategier, direktiver, reguleringer, lovgivninger, "codes of practice" og veiledninger relatert til arealplanlegging

Gå igjennom og forbedre dokumentene for å forsikre at de er effektive og fører til klimatilpasning i stedet for å hindre det. Ettersom nye planer, strategier, etc. blir utviklet, bruk endringsplanleggings- og risikoplanleggingsprosesser, sammen med den siste kunnskapen om klimaendringer for å sikre effektiv tilpasning.

Anbefaling 6: Finansier relevant forskning på klimarisiko for å informere arealplanleggingsprosessen på et tidlig stadium

Oversett teknisk og vitenskaplig forskning til praktisk anvendbar informasjon som viser hvordan klimaendringer vil påvirke arealplanlegging, politiske og foretningmessige formål, og påpek gevinsten av tilpasning. Om nødvendig, bestill forskning i samarbeid med andre aktører innen arealplanlegging.

Anbefaling 7: Vurder sårbarhet og muligheter for endret klima på tvers av alle områdene for arealplanleggingsstrategier

Jobb sammen med politikere og befolkning for å avgjøre hvilket nivå av klimarisiko som kan aksepteres.

Anbefaling 8: Identifiser strategier og tiltak for å i arealplanleggingen kunne forvalte risiko som er identifisert i sårbarhetsanalysen

Se til at det er lagt tilstrekkelig vekt på klimatilpasningsstrategier og tiltak sammenlignet med andre hensyn. Håndter de grunnleggende usikkerhetene i klimaendringer ved å inkludere en blanding av strategier og tiltak som tilfredsstillende én eller flere av følgende kriterier: *i)* lønner seg umiddelbart under de nåværende klimaforhold, *ii)* har flere fordeler som bidrar med klimatilpasning, *iii)* har lave kostnader med potensielle store gevinster under klimaendringer eller *iv)* er fleksible og robuste.

Anbefaling 9: Vurder hvilket klimatilpasningsnivå som er mulig innenfor arealplanen i helhet

Sørg for at de enkelte strategiene i en plan summeres slik at de danner passende tilpasningsnivå. Test robustheten til planen mot gjennomsnittlig og ekstreme klimaendringsscenarier. Identifiser indikatorer for klimatilpasning som kan bli brukt for å overvåke hvor vellykket planen for å oppnå tilpasningsmålene er.

Anbefaling 10: Implementer tilpasningsstrategi for individuelle beslutninger for planlegging og forklar overfor aktører hva den gjenværende klimarisikoen vil være etter at tilpasningstiltak er identifisert og implementert

Kommuniser den resterende risikoen i et språk som kan bli forstått av de som ikke er eksperter. På lokalt nivå er det viktig å involvere lokalmiljøet med hensyn til deres ansvar for klimatilpasning siden arealplanlegging ikke kan gi befolkningen full beskyttelse. Gi lokalmiljø og den private sektoren informasjon om praktisk tilpasningstiltak som de kan sette i verk for å håndtere gjenværende risiko.

Anbefaling 11: Utvikl en ambisiøs, langsiktig løsning for de klimaendringsrelaterte utfordringene for eksisterende utvikling og annet arealbruk som ikke er tilpasset

Erkjenn at tidligere utviklet areal kan være uegnet for ny utvikling på langt sikt ettersom klimarisikoene forsterkes. Identifiser eksisterende bosetning, infrastruktur og andre kritiske faktorer som er sårbare for klimarisiko og planlegg strategier for å relokalisere disse på langt sikt. Kom med en tidsfrist for tillatelser for planlegging av ny utvikling på steder som muligens ikke lenger er forsvarlige på langt sikt.

Anbefaling 12: Driv frem foregangsaktører innen klimatilpasning

Bring fram foregangsaktører som har en nøkkelrolle i å skape og opprettholde en drivkraft når det gjelder klimatilpasning. Aktuelle aktører kan være politikere og fagfolk innenfor arealplanlegging og andre fagområder, så vel som lokale grupper og organisasjoner. Ved å jobbe i samarbeid kan de være mer slagkraftige.

Anbefaling 13: Politikere må akseptere at klimaendringer krever langsiktige perspektiver i utvikling av politikk, lengre enn deres politiske mandat

Politikere trenger å være proaktive i utvikling av politikk for klimarisiko og forventede fremtidige trender de neste 100 år. Å handle etter ekstreme værhendelser vil ikke være bærekraftig, siden klimaendringer forårsaker gradvise endringer i gjennomsnittlig klimaforhold, så vel som endringer i ekstremhendelser. Politikere må sikre et tverrgående arbeid med klimatilpasning, og der det er nødvendig må de fremme lovgivning på klimatilpasning i arealplanlegging. De må ta hensyn til klimaendingsstrategier når de vurderer individuelle planleggingssøknader.

Anbefaling 14: Sluttbemerkninger – en kontinuerlig prosess

Å ta i bruk endringsplanleggings- og risikoplaeringsprosesser vil være et første steg mot å tilpasse arealplanleggingen for å ta høyde for endring i klimarisiko. Men som god praksis for politikutvikling må arealplaner bli revidert jevnlig hvis de skal være effektiv på langt sikt. Siden kunnskap om klimaendringer utvikler seg raskt, er det viktig at planer blir gjennomgått i lys av den siste klimainformasjon, for å forsikre om at de fortsetter å beskytte lokalmiljø tilstrekkelig mot klimarisiko, og er i stand til å dra nytte av de muligheter som klimaendringer kan føre med seg.

Nederlandsk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i arealplanlegging

Bakgrunn og formål

Det nederlandske forskningsprogrammet "Climate Changes Spatial Planning" er utviklet i samarbeid med flere departement, regionale og lokale myndigheter, den private sektor og frivillige organisasjoner. Deltagerne er nasjonale og internasjonale institutt og universiteter. Bakgrunnen for programmet er at Nederland står overfor effekter av klimaendringer i alle sektorer relatert til arealbruk. Programmet fokuserer på å fremme læringsutveksling mellom samfunn og befolkning som har erfaring med arealplanlegging. Målsettingen er å få klimaendringer og klimavariabilitet inn som et av de grunnleggende prinsippene i arealplanlegging i Nederland. Videre er det en målsetting å opparbeide en kunnskapsbase på bakgrunn av internasjonal forskning, for å tilby nederlandske myndighetene, privat sektor og andre aktører en god og tilgjengelig kunnskapsinfrastruktur på grenseområdet klimaendringer og arealplanlegging. En annen viktig målsetning er å invitere til dialog mellom aktører og forskere for å støtte utviklingen av klare strategier for tilpasning og utslippsreduksjoner, som tar høyde for klimaendringer og bidrar til en sikker, bærekraftig og robust sosioøkonomisk infrastruktur i Nederland.

Innhold og oppbygning

Programmet består av en rekke forskjellige forskningsprosjekt og modeller. De er på forskjellige måter knyttet til fem sentrale tema som kort omtales under:

1) Klimascenarier

Fokuserer på klimamodeller, skal utvikle klimascenarier og har som målsetting å øke forståelsen av klimasystemet. Blant annet skal scenarier og tidsseriestudier tilpasses for å støtte studier av sårbarhet til sektorer, tilpasning og arealplanlegging.

2) Utslippsreduksjoner

Fokuserer på strategier med muligheter og konsekvenser for arealbruk og forvaltning av areal. Et sentralt mål er å få et godt bilde av klimautslipp eller beslaglegging av areal forbundet med skogbruk, landbruk og natur. Betydning av fornybar energi som bioenergi for arealplanlegging er også et stort tema.

3) Tilpasning

Introduserer en tilnærming for tilpasning fra et regionalt og sektorperspektiv. Det er viktig med et spesielt fokus på sektorer som transport, naturforvaltning og nedslagsfeltet til store vassdrag (for Nederland; elven Rhinen). Ideen er å fokusere på forskning på kombinasjoner av infrastrukturelle, økonomiske og institusjonelle tilpasningsstrategier.

4) Integrasjon

Prosjektene under dette temaet er ment å integrere aktivitetene i de tre tidligere tema for å danne et omfattende rammeverk for å støtte beslutninger for politikutvikling. Dette kan bli gjort ved bruk av metoder som integrerte analyser ("integrated assessments"), nytte-kostnadsanalyser, studier av politikk, og medvirkningsorienterte metoder. Under dette ligger blant annet sosioøkonomiske scenarieanalyser (historiefortellinger), institusjonell analyse av kapasiteten til tilpasning og utvikling av politikkindikatorer. Politikkindikatorer skal støtte analyser av potensielle gevinster og konflikter ved arealbruk som resultat av fremtidig klimapolitikk i forskjellige sektorer som natur, vann og landbruk. Indikatorer for konflikt og synergi er delt inn i tre kategorier: *i)* Tolkning og sammendrag av arealbrukssenerier, *ii)* måling og kommunikasjon av arealbrukskonflikter og *iii)* indikatorer for å identifisere muligheter.

5) Kommunikasjon

Det viktige her er å invitere et stort spekter av aktører til å delta i forskningen gjennom dialog i alle stadier av prosjektet. Den praktiske kunnskapen til aktørene kan bli brukt til å formulere forskningsspørsmål og øke den praktiske relevansen til forskningsresultatene.

Britisk modell for innarbeiding av klimasårbarhet i nasjonalt system for lokale bærekraftindikatorer

Bakgrunn og formål

Det britiske Miljøvern-, mat- og regionaldepartementet (Defra) har utgitt en veileder⁴⁸ for kommunenes rapportering til overordnede myndigheter i forhold til utvalgte bærekraftindikatorer. Bakgrunnen for veilederen er at den britiske regjeringen innførte en ny form for målstyring av britiske lokale myndigheter; et såkalt "performance framework" i 2006. Sentralt i dette systemet er et sett med 200 indikatorer som skal dekke regjeringens forventninger til kommunene på samtlige politikkområder. Indikatorer er ment først og fremst for rapportering oppover i styringshierarkiet. Lokale myndigheter vil bli pålagt å rapportere i forhold til indikatorer for bærekraftig utvikling for første gang i 2008.

Bruk av modellen

Indikatormodellen inngår i den nasjonale styringen av kommunene. Resultatet av sårbarhetsanalysene er kommunale statusrapporter om innsats med klimatilpasning og utslippsreduksjoner.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag.

Klimasårbarhet inngår som to av 10 horisontale og tre tverrgående bærekraftindikatorer (jf tabellen under). Indikatorsettet inneholder indikatorer både for utslippsdelen og tilpasningsdelen av klimapolitikken.

Tabell 24 Bærekraftindikatorer som britiske lokale myndigheter er pålagt å rapportere på til statlige myndigheter

Horisontale indikatorer med foreslåtte indikatorer	Tverrgående indikatorer uten egne indikatorer
<ul style="list-style-type: none"> - Progress towards a climate-resilient local area - Levels of air quality - Integrity of national control system for animal health - Improved local biodiversity - Proposed climate change mitigation indicators - Flood and coastal erosion risk management - Fuel poverty - Local street and environment cleanliness - litter and detritus - Reducing waste and making better use of it as a resource - Water consumption in buildings 	<ul style="list-style-type: none"> - Sustainable development - Rural policy - Sustainable procurement

Mest relevante tema i vår sammenheng

I tabellen under er vist en operasjonalisering av de to indikatorer som er mest relevante i forhold til temaet klimasårbarhet. I mange tilfeller forutsettes det lokal datainnsamling for å gjennomføre rapporteringen.

Defra indikatorsystemet likner noe på det lovpålagte KOSTRA-systemet i Norge, men har altså en langt mer detaljert systematikk på klimasårbarhet. På tilsvarende måte som den britiske modellen for lokal klimasårbarhetsanalyse og klimatilpasningsstrategi er også Defra's indikatorsystem konsentrert om den institusjonelle klimasårbarheten, med mindre vekt på den naturlige og samfunnsøkonomiske sårbarheten.

⁴⁸ "Defra's proposal for the new local government performance framework". Elektronisk veileder på www.defra.gov.uk

Tabell 25 Operasjonalisering av bærekraftindikatorer med relevans for klimasårbarhet som britiske lokale myndigheter er pålagt å rapportere på til statlige myndigheter

Indicator	How will performance be measured for this indicator?
Progress towards a Climate Resilient Local Area	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identification of priority services/plans/policies for adaptation, including assessment of current and likely future situation. 2. Identification of potential adaptations required in highlighted priority areas. 3. Development of capacity to deliver adaptation, as detailed in an adaptation action plan. 4. Implementation of adaptation measure(s). 5. Implementation of sufficiently robust review/monitoring process, to ensure progress with each measure.
Flood and Coastal Erosion Risk Management	Proportion of non-structural local authority actions in agreed Catchment Flood Management Plans (CFMP) and Shoreline Management Plans (SMP) that are being undertaken satisfactorily.

Tysk/amerikansk modell for å analysere tilpasningsevne

Bakgrunn og formål

Modellen er utviklet i et tysk-amerikansk forskningssamarbeid og publisert som vitenskapelig artikkel⁴⁹.

Formålet med prosjektet var å utvikle en metode for å analysere hvordan et system håndterer eksterne stressfaktorer. Modellen har til hensikt å vurdere ulike tilpasningstiltak opp imot hverandre ved å fokusere på de underliggende determinantene av sårbarhet.

Bruk av modellen

Modellen har ikke direkte fokus på kommuner, men er en generell modell som forfatterne argumenterer med at er fleksibel nok til å gjøres relevant på alle nivåer. Inkludert i metodikken er fokus på mikro- og makronivå faktorer og en bottom-up tilnærming, og dette gjør modellen relevant på alle nivåer. Modellen inkluderer variasjoner som er lokal spesifikk og *path dependent*. Metodikken innebærer indikatorer som er uavhengig av enhet og som derfor kan sammenliknes på tvers av stress faktorer og regioner.

Modellen har ingen styringsmessig forankring. Det er ikke foreslått hvordan modellen eventuelt kan brukes i en styringsmessig sammenheng, men måten den er bygd opp på gjør at den kan brukes i lokal forvaltning for å sammenlikne ulike tilpasningstiltak.

For å teste modellen, bruker forfatterne et eksempel fra tilpasning til flom i Rhinen-deltaet. Seks ulike tilpasningstiltak blir gitt. Ved å fokusere på de 8 determinantene for tilpasningsevne, bruker forfatterne tilgjengelig bakgrunnsdata for å gi en karakteristikk av tilpasningsevnen til Nederland. Deretter brukes ekspertutsagn til å kvantifisere de ulike tiltakene mot determinantene, og en vektning av disse gir et uttrykk for gjennomførbarhet, effektivitet og indeks av håndteringsevne. På bakgrunn av dette kan forfatterne vurdere hvilket tiltak som er mest relevant i dette tilfellet.

Prosedyrer og prosesser

Analyse av sårbarhet med denne modellen gjennomføres ved at det samles data for alle tilpasningskapasitetsdeterminantene. Ikke alle determinantene kan kvantifiseres, men forfatterne mener at dette ikke representerer et problem for modellen, så lenge man arbeider seg gjennom innholdet bottom-up. Informasjonen man da får benyttes til å sette sammen indekser av håndteringsevne for det systemet man undersøker. Determinantene kan ha relevans både på mikro- og makronivå, men for vurdering av lokal sårbarhet brukes determinanter som er relevante på makronivå gjennom en vurdering av hvordan de er relevante på lokalt nivå.

⁴⁹ Gary Yohe & Richard S.J. Tol (2002) Indicators for social and economic coping capacity – moving toward a working definition of adaptive capacity, *Global Environmental Change*, 12, 25-40.

Tilnærmingen er forsøkt bottom-up og formålet er å være praktisk rettet. Modellen har likheter med økonomiske velferdsmodeller knyttet til begrepet *gjennomførbarhet*. Det er lite fokus på lokal involvering når det gjelder å skaffe og fortolke datagrunnlaget, og metoden er bottom-up i det at det er fokus på hvordan determinanter manifesteres på lokalt nivå.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag

Modellen har stor indikatorrelevans, og baserer seg på indekser av evnen til å håndtere eksterne stressfaktorer. Definisjonen av sårbarhet og tilpasning er basert på IPCC TAR 2001, og determinanter av tilpasningsevne er hentet fra IPCC TAR WGII kapittel 18 (IPCC 2001). I artikkelen er konseptene *coping capacity* (evne til å håndtere) brukt for å forklare hvordan et system håndterer eksterne stressfaktorer og *adaptive capacity* (tilpasningsevne) blir vurdert i forhold til de tilpasningstiltak som er tilgjengelige. Forfatterne argumenterer at sårbarheten til et system er avhengig av grad av utsatthet, sensitivitet og tilpasningsevne. Videre er tilpasningsevnen til et system avhengig av åtte determinanter:

Tabell 26 Determinantene for tilpasningskapasitet

1	Teknologiske muligheter for tilpasning	<i>The range of available technological options for adaptation</i>
2	Tilgang til ressurser og fordeling av disse blant befolkningen	<i>The availability of resources and their distribution across the population</i>
3	Institusjonell struktur ved viktige institusjoner og fordeling av beslutningsmyndighet	<i>The structure of critical institutions, the derivative allocation of decision-making authority [...]</i>
4	Menneskelig kapital, også utdanning og personlig sikkerhet	<i>The stock of human capital including education and personal security</i>
5	Samfunnskapital, også definisjoner av eiendomsrett	<i>The stock of social capital including the definition of property rights</i>
6	Systemets evne til å spre risiko	<i>The system's access to risk spreading processes</i>
7	Beslutningstakernes evne til å håndtere informasjon og deres egen kredibilitet	<i>The ability of decision-makers to manage information [...] the credibility of the decision-makers themselves</i>
8	Folks oppfattelse av kilden til stressfaktorer og betydningen av utsatthet for lokale forhold	<i>The public's perceived attribution of the sources of stress and the significance of exposure to its local manifestations</i>

Disse åtte determinantene gir en ide om hvilken variasjon systemet kan håndtere og hvilke endringer som ligger utenfor systemets håndteringsevne (*a systems' coping range*).

Indikatorne er hentet fra både makro-nivå og mikro-nivå. Det er fokus på å finne området/nivået hvor det er mest effektivt og mest gjennomførbart å sette inn ressurser. Det vil si at den totale håndteringsevnen til en lokalitet er begrenset av det svakeste punktet til lokaliteten (eksempelvis forbedre fordeling av ressurser, determinant 2). Modellen kan derfor peke på hvor en bør sette inn ressurser for å få størst mulig effekt, enten det er på mikro eller makro nivå. Det er likevel viktig å huske på at selv om man forbedrer det "svakeste leddet", så kan dette ha liten effekt dersom man ikke forstår implikasjonene dette har for andre determinants (eksempelvis nytter det ikke kun å øke tilgangen til ressurser dersom institusjonelle strukturer blokkerer for bruken av dem). Modellen viser også at det kan være en eller flere måter å forbedre sin tilpasningskapasitet på.

Indikatorne for håndteringsevne skal være sammenlignbare, og de er presentert i form av tekst og formler.

Forfatterne viser hvordan modellen kan brukes ved å konstruere en indeks av mulige effekter av ulike tilpasningstiltak til en indikator for håndteringsevne, og begynner med å analysere gjennomførbarhetsfaktorer ved å utvikle indekser av determinantene for tilpasningskapasitet.

Modellen er utviklet slik at den er generell og skal kunne brukes i ulike sammenhenger, derfor vil datagrunnlaget som blir brukt avhenge av konteksten der modellen brukes. Det er ingen lokal involvering i identifikasjon av datagrunnlaget, men dette skulle kunne være mulig innenfor rammene som modellen gir. Forfatterne gir et empirisk eksempel av sårbarhet for naturhendelser på nasjonalt nivå. De ønsker å bruke modellen til å beskrive den observerte mangelen på tilpasningsevne til slike hendelser. Data er kun tilgjengelig for nasjonalt nivå, og de har brukt statistikk fra The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), en database som dekker 12,000 hendelser over hele verden i perioden 1990-2000, samt data om befolkning og økonomi fra the World Bank Group Economic Growth Research. Med grunnlag i disse dataene, utviklet forfatterne tre sårbarhetsindiser: i) antall døde i naturhendelser i forhold til befolkningstall, ii) antall mennesker påvirket av naturhendelser i forhold til befolkningstall og iii) materiell skade fra naturhendelser i forhold til BNP.

Etter å ha utviklet disse tre indisiene, plotter de ulike forhold mot hverandre, som for eksempel sannsynligheten for å bli rammet av naturhendelser mot inntekt per innbygger, og antall naturhendelser per kvadratkilometer mot inntekt per innbygger.

Britisk indikatormodell for sårbarhet og tilpasningskapasitet.

Bakgrunn og formål

Modellen ble utviklet gjennom et forskningsprosjekt⁵⁰ ved Tyndall Centre for Climate Research og publisert i rapporten "New indicators of vulnerability and adaptive capacity" i 2004.

Forskerne ønsket å utvikle indikatorer for sårbarhet og tilpasningsevne for å bedre forstå virkningen av responsstrategier, og for å bedre forstå underliggende prosesser i forhold til sårbarhet og tilpasning.

Bruk av modellen

Modellen er utviklet for å sammenlikne på nasjonalt nivå. Relevansen av modellen for lokale sårbarhetsmodeller er derfor ikke resultatene fra modellen, men metoden som er brukt til å utvikle modellen og at fokus er på klimasårbarhet. Prosjektet har ingen styringsmessig forankring.

Prosedyrer og prosesser

Forskningsprosjektet er bygd opp av tre elementer:

1. Konseptuelt rammeverk for sårbarhet og tilpasningsevne
2. Utvikling av resultatbaserte indikatorer for risiko, målt i forhold til resultat av klima relaterte hendelser
3. Prediktive indikatorer for sårbarhet basert på tilgjengelig data for sosiale, økonomiske, politiske og miljørelaterte faktorer

Det konseptuelle rammeverket ble utviklet for å være oppmerksom på ulike definisjoner og bruk av begrepet 'sårbarhet' og for å være bakgrunn for utvalgelse av indikatorer som er relevante i forhold til sårbarhet. Det konseptuelle rammeverket beskriver hvordan risiko, sårbarhet og tilpasningsevne henger sammen. Forfatterne argumenterer at biofysisk sårbarhet er avhengig av risiko og 'boende'/sosial sårbarhet.

Resultatbaserte indikatorer sier noe om konsekvensene av forholdet mellom risiko og sårbarhet, men dekker ikke underliggende grunner for sårbarhet (noe prediktive indikatorer gjør). Resultatbaserte indikatorer kan beskrive risiko og sårbarhet for klimarelaterte hendelser. Forfatterne brukte ulike databaser med data for naturhendelser for alle land og konstruerte indikatorer for historisk resultat basert risiko. Denne dataen ble brukt til å utvikle *proxi-indikatorer*, som for eksempel prosent av befolkningen som var omkommet grunnet naturhendelser. Disse proxiene brukes da til å vurdere klimarisiko på nasjonalt nivå.

Prediktive indikatorer for sårbarhet er neste steg for å kunne vurdere hvilke tilpasningstiltak som vil være mest virkningsfulle i forhold til sårbarhet for naturhendelser. Prediktive indikatorer tar hensyn til underliggende faktorer som kan ha betydning for skaden av en naturhendelse og hvilke muligheter som er til stede for å tilpasse seg naturhendelser.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag

For utvikling av de prediktive indikatorene gjør forfatterne en analyse av tilgjengelige studier om sårbarhet og tilpasningsanalyser, og grupperer disse i hovedområder som representerer sårbarhet til klimaendringer. De ni indikatorene for sårbarhet som er identifisert er vist i tabellen under.

Tabell 27 Sårbarhetsindikatorer

1	Økonomisk velferd	<i>Economic well-being</i>
2	Helse og ernæring	<i>Health and nutrition</i>
3	Utdanning	<i>Education</i>
4	Fysisk infrastruktur	<i>Physical infrastructure</i>
5	Institusjoner, styring, konflikter og samfunnskapital	<i>Institutions, governance, conflict and social capital</i>
6	Geografiske og demografiske faktorer	<i>Geographical and demographic factors</i>
7	Avhengighet av landbruk	<i>Dependence on agriculture</i>
8	Naturressurser og økosystemer	<i>Natural resources and ecosystems</i>
9	Teknisk kapasitet	<i>Technical capacity</i>

⁵⁰ Adger W. N., Brooks, N., Kelly, M., Benthham, G., Agnew, M. and Eriksen, S. (2004) New indicators of vulnerability and adaptive capacity, Tyndall Centre Technical Report 7

For hver av disse indikatorene blir det definert variabler og proxi-indikatorer, som sammen skal gi et bilde av sårbarhet. Proxiene ble blant annet valgt på bakgrunn av at de er gyldige for alle land, og at det finnes tilgjengelig data.

Når proxiene for hver indikator har blitt valgt, gjøres det en vurdering av hvordan indikatorene skal presenteres og settes sammen og en vurdering av i hvilken grad de valgte proxiene gir et godt bilde av elementene av nasjonal sårbarhet. I dette inngår også en diskusjon om vektning og om proxiene skal grupperes i sammensatte (*composite*) indikatorer.

I dette studiet har forfatterne valgt å utvikle indikatorene ved å kombinere en enkel indikator basert på summering av relevante proxier og en enkel indikator konstruert ved å gruppere land i ulike kategorier. Elleve proxier ble valgt ut, på grunnlag av korrelasjon med dødelighet. Hver proxy ble delt inn i kvintiler og hvert land ble plassert i et kvintil. For hver av de 11 proxiene fikk derfor hvert land en verdi fra 1 til 5 (lav til høy sårbarhet), disse ble lagt sammen og gjennomsnittet ble regnet ut. Ved en vurdering av disse resultatene fant forfatterne at indikatorene undervurderer sårbarheten til små øystater; at generiske indikatorer er upassende for å sammenlikne sårbarhet i individuelle land; og at sårbarheten for land som er utsatt for særlige forhold blir sannsynligvis misrepresentert i generiske indikatorer og disse tilfeller må vurderes uavhengig av generiske indikatorer.

Datagrunnlaget er hentet på nasjonalt nivå, fra fritt tilgjengelige kilder. Lokale er ikke involvert i prosessen med å identifisere relevant data. Valget av ulike databaser er gjort av forfatterne på bakgrunn av tilgjengelig statistikk og analyser av hvilke parametre som er relevante. Statistikken som er brukt er hentet fra Verdensbanken (WB); Human Development Index (HDI); UNEP-GRIP Geneva (GRID); Kaufmann, Kray and Zoido-Lobaton governance dataset; Center for International Earth Sciences Information Network (CIESIN) ved Columbia University; FNs World Income Database (WIID). De ulike variablene som er hentet fra disse databasene er gitt i tabellen under.

Tabell 28 Mulige proxy-indikatorer for klimasårbarhet på nasjonalt nivå

Indicator	Variable	Proxy	Source
EC	national wealth	GDP per capita (US\$ PPP)	WB
	inequality	GINI coefficient	WIID
	economic autonomy	Debt repayments (% GNI, averaged over decadal periods)	WB
HN	national wealth	GNI (total, PPP)	WB
	state support for health	Health expenditure per capita (US\$ PPP)	HDI
	state support for health	Public health expenditure (% of GDP)	HDI
	burden of ill health	Disability adjusted life expectancy	WHO
	general health	Life expectancy at birth	HDI
	healthcare availability	Maternal mortality per 100 thousand	HDI
	removal of economically active population	AIDS/HIV infection (% of adults)	HDI
	nutritional status	Calorie intake per capita	GRID
	general food availability	Food production index (annual change averaged over 1981-90 and 1991-99)	WB
	access to nutrition	Food price index (annual change averaged over 1981-90 and 1991-99)	WB
EDU	educational commitment	Education expenditure as % of GNP	HDI
	educational commitment	Education expenditure as % of government expenditure	HDI
	entitlement to information	Literacy rate (% of population over 15)	HDI
	entitlement to information	Literacy rate (% of 15-24 year olds)	HDI
INF	entitlement to information	Literacy ratio (female to male)	HDI
	isolation of rural communities	Roads (km, scaled by land area with 99% of	WB

		population)	CISEIN
	commitment to rural communities	Rural population without access to safe water (%)	HDI
	quality of basic infrastructure	Population with access to sanitation (%)	HDI
GOV	priorities other than adaptation	Internal refugees (1000s) scale by population	WB
	effectiveness of policies	control of corruption	KKZ
	ability to deliver services	government effectiveness	KKZ
	willingness to invest in adaptation	political stability	KKZ
	barriers to adaptation	regulatory quality	KKZ
	willingness to invest in adaptation	rule of law	KKZ
	participatory decision making	voice and accountability	KKZ
	influence on political process	civil liberties	FH
	influence on political process	political rights	FH
GDEM	coastal risk	km of coastline (scale by land area)	GRID
	coastal risk	Population within 100km of coastline (%)	GRID
	infrastructure/disease	population density	CIESIN
AG	dependence on agriculture	Agricultural employees (% of total population)	WB
	dependence on agriculture	Rural population (% of total)	WB
	dependence on agriculture	Agricultural employees (% of male population)	WB
	dependence on agriculture	Agricultural employees (% of female population)	WB
	agricultural self sufficiency	Agricultural production index (1985, 1995)	WB
ECO	environmental stress	Protected land area (%)	GRID
	environmental stress	Forest change rate (% per year)	GRID
	environmental stress	Percent forest cover	GRID
	environmental stress	Unpopulated land area	CIESIN
	sustainability of water resources	Groundwater recharge per capita	GRID
	sustainability of water resources	Water resources per capita	GRID
TECH	commitment to and resources for research	R&D investment (% GNP)	WB
	capacity to undertake research and understand issues	Scientists and engineers in R&D per million population	WB

Amerikansk modell for lokal tilpasning til "post carbon society"

Bakgrunn og formål

Veilederen "Post Carbon Cities: Planning for Energy and Climate Uncertainty" er utgitt av organisasjonen Post Carbon Institute⁵¹. Instituttet har som formål å veilede kommuner i å forstå og respondere på utfordringen som ligger i at vi før eller siden må stanse bruken av fossile brennstoffer for å unngå katastrofale konsekvenser av store klimaendringer. Bak instituttet står en gruppe forskere knyttet til ulike universiteter og bedrifter innen ny fornybar energi. Budskapet i veilederen er at man må forbrede seg på klimaendringer og forbrede seg på å være mindre avhengig av olje og annen energi. Veilederen tar for seg behovet for redusert forbruk, inkludert spørsmålet om reduksjon i det private energiforbruket. Veilederen bygger blant annet på erfaringer fra lokale myndigheter i Canadiske og USA som har startet arbeidet med å planlegge for en fremtid med usikkerhet omkring energi og klima.

Mens de modellene vi har presentert så langt omhandler det å tilpasse seg klimaendringer, eventuelt kombinert med det å redusere klimagassutslipp, dreier denne modellen seg om hvordan man lokalt kan tilpasse seg situasjonen etter at samfunnet i framtiden har klart å legge om til å være uavhengig av fossile brennstoffer; det såkalte "post carbon society". Dette er en form for tilnærming som i utgangspunktet faller utenfor rammene av vår tilnærming, men vi tar med en omtale av denne modellen likevel all den tid denne formen for tilnærming intuitivt framstår som en naturlig og nødvendig forlenging av det å tilpasse seg til klimaendringer.

Bruk av modellen

Veilederen er ment for lokale myndigheter. Analysefeltet er geografiske områder.

⁵¹ www.postcarbon.org

Prosedyrer og prosesser

Veilederen foreslår fire innledende skritt som lokale myndigheter bør ta for å starte arbeidet med energi- og klimausikkerhet og fem prinsipper for den mer langsiktige planleggingen.

De fire *innledende skrittene* for lokale myndigheter er:

1) Undertegne "the Mayors Climate Protection Agreement (U.S.)"⁵² eller "the World Mayors and Municipal Leaders Declaration on Climate Change"⁵³

Veilederen framhever betydningen av at lokale myndigheter i USA forplikter seg til å redusere utslipp av klimagassutslipp i fravær av en tilsvarende forpliktelse fra føderale myndigheter.

2) Bli med i ICLEIs program "Cities for Climate Protection Campaign"⁵⁴

Deltakelse i dette programmet vil hjelpe kommunene til å starte arbeidet med å redusere energiforbruk og klimagassutslipp ved å få tilgang til ekspertise og erfaringer på området.

3) Undertegne the Oil Depletion Protocol⁵⁵

Protokollen medfører en forpliktelse om å arbeide for et redusert forbruk av olje i eget lokalsamfunn.

4) Etabler en "Peak Oil" arbeidsgruppe

Arbeidsgruppen skal identifisere lokale utfordringer og sårbarhet gitt at oljeforbruket må reduseres drastisk.

Videre presenterer veilederen *fem prinsipper* for den langsiktige planleggingen lokalt for dermed å fange opp de langsiktige utfordringene knyttet til energi- og klimausikkerhet:

1) Arbeid med arealbruk og transport

Veilederen legger stor vekt på nødvendighet av transportreduserende arealplanlegging, som å lokalisere boliger nær sentrum, legge til rette for kollektivtransport osv.

2) Arbeid med privat energiforbruk

Veilederen anbefaler at det gjennomføres tiltak for å redusere og effektivisere det private energiforbruket. Det lokale næringslivet bør involveres i dette arbeidet, og lokale næringslivsledere bør utfordres til å omforme den lokale økonomien for en post-fossil verden.

3) Angrip problemene stykke for stykke og fra mange ulike sider

Det anbefales bruk av mange og ulike teknikker og arbeidsformer som har dokumentert god effekt, og at det settes konkrete mål for arbeidet.

4) Planlegg for en grunnleggende samfunnsendring

Lokalpolitikere, kommuneansatte og kommunale aktører bør informeres om og involveres i spørsmål om energi- og klimausikkerhet, og utfordres til å utvikle nye tiltak og mål.

5) Utvikle en ny lokal bevissthet

Et hvert tiltak som får folk til å snakke sammen og diskutere energi- og klimausikkerhet og tiltak for å få til en overgang til et post-fossilt samfunn anbefales gjennomført.

Indikatoroppbygging og datagrunnlag

Veilederen fokuserer på innsatsområder og prinsipper og omhandler i liten grad indikatorutvikling. Arbeidet med å identifisere lokale utfordringer og sårbarhet som konsekvens av drastisk redusert oljeforbruk krever imidlertid utvikling av indikatorer for samfunnsårbarhet.

⁵² www.coolmayors.com

⁵³ www.iclei.org/montrealsummit

⁵⁴ Se www.iclei.org

⁵⁵ www.oildepletionprotocol.org