

Vestlandsforskning notat nr. 10/2009

Hva betyr klimaendringer andre steder i verden for en norsk kommune?

Et arbeidsverktøy for Fredrikstad kommune

Ingrid Sælensminde, Eli Heiberg og Carlo Aall



Vestlandsforskning notat

Tittel Hva betyr klimaendringer andre steder i verden for en norsk kommune? Et arbeidsverktøy for Fredrikstad kommune	Notatnummer 10/2009 Dato 8.12.2009 Gradering Open
Prosjekttittel Lokal klimatilpasning og klimasårbarhet i Norge (NORADAPT)	Tal sider 40 Prosjektnr 6070
Forskar(ar) Ingrid Sælensminde, Eli Heiberg og Carlo Aall	Prosjektansvarleg Carlo Aall
Oppdragsgivar Norges forskningsråd, Norklima og Fredrikstad kommune	Emneord Klima, klimatilpasning, kommunalt miljøvern
Andre publikasjoner frå prosjektet Eli Heiberg, Carlo Aall, Helene Amundsen, Hanna Storm, Karl Georg Høyer, Lars Otto Næss, Synne Putri Solstad, Grete K. Hovelsrud (2008): <i>Indikatorer for lokale klimasårbarhetsanalyser. Kunnskapsstatus og skisse til en metode for utprøving i norske kommuner.</i> VF-rapport 12/08. Sogndal: Vestlandsforskning. Tor Selstad, Carlo Aall, Hege Høyer Leivestad, Grete Hovelsrud (2008): <i>Innføringsnotat om utarbeiding av samfunnsscenarioer til bruk i en samlet vurdering av lokal klimasårbarhet og behov for lokal klimatilpasning.</i> VF-notat 15/2008. Sogndal: Vestlandsforskning	
ISSN: 0804-8835	Pris: 100 kroner

Forord

Det foreliggende notatet er gjort innenfor NORADAPT-prosjektet, men er finansiert av egne midler fra Fredrikstad kommune.

Debatten og forskningen omkring konsekvenser av klimaendringer har i Norge – som i mange andre vestlige land – vært fokusert på konsekvenser av de klimaendringene som forventes å skje nasjonalt. Dette er et forhold som også er påpekt i en analyse for NOU Klimatilpasning – ”Konsekvenser av klimaendringer, tilpasning og sårbarhet i Norge. Rapport til Klimatilpasningsutvalget” – der det bl.a. påpekes at (side 2 i sammendraget): ”Det finnes svært få studier som har gjort systematiske vurderinger av konsekvenser for Norge av mer alvorlige virkninger av klimaendringer i andre land”.

Tidlig i arbeidet for Fredrikstad kommune kom spørsmålet opp om hva konsekvensene kunne bli i Fredrikstad av klimaendringer i andre land; ikke bare det som skjer med klimaet ”over” Fredrikstad. Vi fant fort ut at denne problemstillingen har vært svært lite belyst i foreliggende forskning. Denne rapporten har derfor måttet avgrense seg til å få fram mulige mer generelle mekanismer, som så forhåpentligvis kan danne et grunnlag for mer konkrete refleksjoner fra kommunens side.

Sogndal, 8. desember 2009

Carlo Aall
Prosjektleder

Ingrid Sælensminde
Ansvarlig for rapporten

Innhold

FIGURER OG TABELLER	5
INNLEDNING.....	6
KLIMAENDRINGER OG SAMFUNNSENDRINGER HENGER SAMMEN.....	7
Å HÅNDTERE USIKKERHET I KLIMASPØRSMÅLET	8
KUNNSKAP OM KLIMAENDRINGENE	12
HVA ER KLIMA, OG HVORDAN HAR DET ENDRET SEG TIL NÅ?.....	12
HVORDAN KAN VI SI AT MENNESKER PÅVIRKER KLIMAET?	12
HVA VIL SKJE MED KLIMAET I FREMTIDEN?.....	13
HVORDAN VIL KLIMAENDRINGENE PÅVIRKE NATURMILJØ OG MENNESKER?	14
HVORDAN KAN KLIMAENDRINGER PÅVIRKE ULIKE DELER AV VERDEN?	16
POLARE OMRÅDER – IS- OG SNØSMELTING PÅVIRKER HELE JORDEN	16
AFRIKA – DAGENS PROBLEMER BLIR STØRRE	17
ASIA – KLIMAENDRINGENE HINDRER BÆREKRAFTIG UTVIKLING	17
SMÅ ØYSTATER – HAVNIVÅSTIGNING OG EROSIJON TRUER LANDOMRÅDENE	18
LATIN-AMERIKA – ARTER FORSVINNER, OG TILGANGEN TIL VANN OG MAT BLIR VANSKELIGERE	18
NORD-AMERIKA – EVNEN TIL HÅNDTERE KLIMAENDRINGER ER UJEVNT FORDELT.....	18
AUSTRALIA OG NEW ZEALAND – RELATIVT HØY TILPASNINGSEVNE	19
EUROPA	19
SAMFUNNSENDRINGER OG KONSEKVENSER FOR SÅRBARHET.....	21
SAMFUNNSSCENARIOENE TIL FNs KLIMAPANEL	22
ET KRITISK BLIKK PÅ SCENARIOENE: KAN DET FINNES ANDRE DRIVKREFTER?	28
PEAK OIL: EN “SUPPLERENDE DRIVER” FOR PRODUKSJON AV FREMTIDSBILDER?	29
MULIGE KONSEKVENSER FOR FREDRIKSTAD.....	30
BEFOLKNING.....	30
MATPRODUKSJON	31
MOBILITET OG AREALBRUK	32
NOEN ANDRE BETRAKTNINGER OM ARBEIDS- OG NÆRINGS LIV	33
TURISME	34
SUMEFFEKTER.....	34
OPPSUMMERING	36
FORSLAG TIL FREMGANGSMÅTE FOR DISKUSJON I KOMMUNEN	37
REFERANSER	39

Figurer og tabeller

<i>FIGUR 1 DEN INDIREKTE PÅVIRKNINGEN FRA KLIMA- OG SAMFUNNSENDRINGER ANDRE STEDER I VERDEN PÅ ET NORSK LOKALSAMFUNN</i>	7
<i>FIGUR 2 LOKALISERING AV USIKKERHET KNYTTET TIL VURDERING AV SAMFUNNMESSIGE KONSEKVENSER AV USIKKERHET</i>	9
<i>FIGUR 3 ESKALERING AV USIKKERHET I KLIMAFORSKNINGEN (HEIBERG M.FL. (2008) BASERT PÅ JONES (2000) OG SCHNEIDER (1983))</i>	10
<i>FIGUR 4 ØKNING I GJENNOMSnittLIG OVERFLATETEMPERATUR PÅ JORDEN ETTER FIRE ULIKE SCENARIOER, 2000 – 2100 (IPCC, 2007A)</i>	13
<i>FIGUR 5 FNs KLIMAPANELS 40 SCENARIOER, KONSTRUERT UT FRA FIRE "HISTORIER" OM HVORDAN SAMFUNNET KAN UTVIKLE SEG (IPCC, 2000)</i>	23
<i>FIGUR 6 MULIG FREMTIDIG SOSIO-ØKONOMISK UTVIKLING (UKCIP, 2000)</i>	23
<i>FIGUR 7 FORHOLD MELLOM UTSLIPP OG SÅRBARHET I KLIMAPOLITIKKEN OG MÅLET OM Å FINNE VINN-VINN-TILTAK</i>	37
<i>TABELL 1 OPPSUMMERING AV DE FIRE SCENARIOENE HOS FNs KLIMAPANEL (PARRY M.FL., 2007)</i>	25
<i>TABELL 2 FIRE KATEGORIER AV ENDRINGER SOM ER VIKTIGE I Å BESTEMME DEN SAMLEDE LOKALE KLIMASÅRBARHETEN</i>	34

Innledning

Klimatilpassing har etter hvert blitt anerkjent som en viktig del av norsk klimapolitikk. Blant annet har regjeringen nedsatt et utvalg som skal vurdere samfunnets sårbarhet for klimaendringer, og hvor stort behov det er for å tilpasse seg konsekvensene av klimaendringer. Dette arbeidet skal resultere i en offentlig utredning (NOU), som skal være ferdig i november 2010. Klimatilpassing har også begynt å komme på dagsorden på lokalt nivå, blant annet i prosjektet NORADAPT – Community Adaptation and Vulnerability in Norway. Dette notatet er en del av dette prosjektet. Det er skrevet for Fredrikstad kommune, men er også relevant for andre som jobber med klimatilpassing på lokalt nivå.

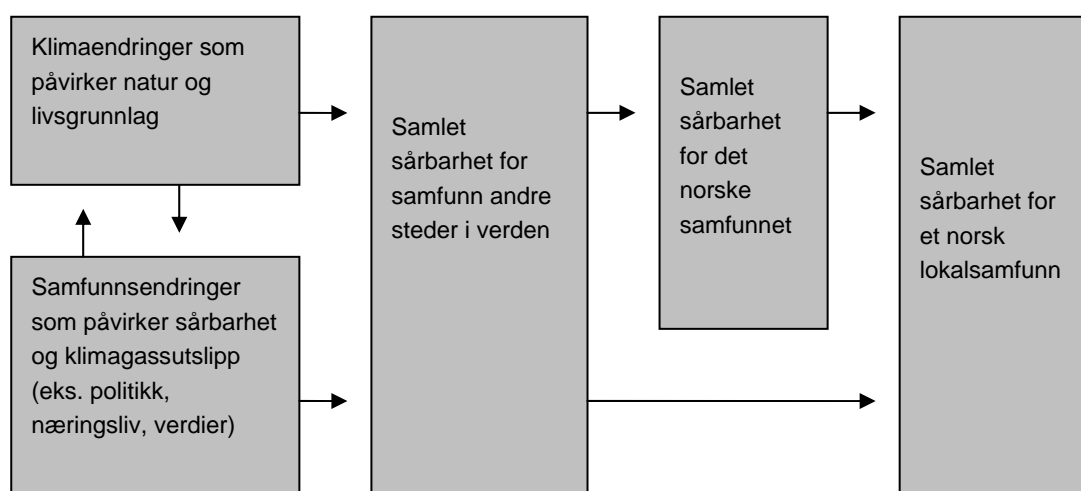
Klimatilpassing på kommunenivå vil vanligvis handle om å tilpasse seg konsekvensene av endringer i naturen på lokalt plan som følge av globale klimaendringer. I dette notatet skal vi imidlertid ta for oss en annen type konsekvenser av klimaendringer: Konsekvenser i et norsk lokalsamfunn av endringer som skjer *andre steder i verden* som følge av globale klimaendringer. Så vidt vi kjenner til har det ikke vært gjort noen forsøk tidligere på å lage en slik oversikt (Aaheim mfl, 2009). Kanskje er dette fordi spørsmålet er komplekst, det er knyttet mye usikkerhet til det, konsekvensene kan ha mange ulike former, og fordi det gjerne er snakk om en kjede av konsekvenser. Det er imidlertid en problemstilling det er god grunn til å ta tak i, fordi konsekvensene av at klimaet endrer seg andre steder i verden potensielt kan bli større for en norsk kommune enn konsekvensene av klimaendringer i selve kommunen. Slik sett kan dette notatet sees som et forsøk på å bringe en ny dimensjon inn i klimatilpassingsarbeidet. Her er det snakk om indirekte konsekvenser av klimaendringer: Klimaendringer i andre deler av verden fører til samfunnsendringer der, som på en eller annen måte får konsekvenser for et norsk lokalsamfunn i neste omgang. For eksempel kan endrede vilkår for matproduksjon i verden påvirke matprisene, som igjen kan få innvirkning på vilkårene for å produsere mat i Norge.

Det vi vil se nærmere på er derfor: Hvilke konsekvenser kan gjensidig avhengige klima- og samfunnsendringer andre steder i verden ha for en norsk kommune? Vi vil prøve å svare på dette ved å først sette problemstillingen i sammenheng med metoden i NORADAPT-prosjektet. Her viser vi hvordan klimaendringer og samfunnsendringer er gjensidig avhengige av hverandre, og hvordan man kan håndtere usikkerhet i klimadebatten. Med dette som bakgrunn, ser vi nærmere på hva som kan bli konsekvensene av globale klimaendringer i ulike deler av verden. Hvor store konsekvenser det blir, og hvordan de vil arte seg, er imidlertid avhengig av samfunnsendringer, og her viser vi hvordan samfunnsscenarioer kan brukes for å studere fremtidige endringer i samfunnet. I lys av de mulige konsekvensene av klima- og samfunnsendringer andre steder i verden, tar vi for oss hva alt dette kan ha å si for Fredrikstad kommune. Til slutt viser vi et forslag til hvordan kommunen kan diskutere disse utfordringene og prøve å komme frem til tiltak for å komme dem i møte.

Klimaendringer og samfunnsendringer henger sammen

Et viktig metodisk grep i NORADAPT-prosjektet er å se klimasårbarhet i et lokalsamfunn som en samlet effekt av både klimaendringer og samfunnsendringer (se f.eks. Selstad m.fl., 2008). Endringer i samfunnet, enten de er påvirket av klimaendringer eller ikke, er med å avgjøre hvor sårbare et samfunn er for klimaendringer. I andre deler av NORADAPT-arbeidet viser vi hvorfor det er viktig å ta høyde for dette når det gjelder klimatilpasning i Norge. For eksempel kan økte nedbørsmengder og slagregn føre til mer fuktskader på bygninger, men fuktskader kan også komme av bygningene blir dårligere konstruert eller vedlikeholdt. Det første er et eksempel på skade som følge av klimaendringer, det andre er et eksempel på hvordan samfunnsendringer som skjer uavhengig av klimaet også kan ha stor betydning. Derfor er begge deler viktig for å få et godt bilde av fremtidig sårbarhet.

Når vi ser på klimaendringer i andre deler av verden, vil det samme prinsippet gjelde der. Det er for eksempel fare for at befolkningen i deler av Afrika kan få problemer med tilgang til ferskvann og produksjon av mat om noen tiår på grunn av klimaendringer (IPCC, 2007b). Hvilke konsekvenser dette får for samfunnene det er snakk om, er også avhengig av for eksempel internasjonal og nasjonal jordbrukspolitikk, eller evne til å stoppe eller hindre voldelige konflikter. Dette vil igjen kunne få betydning for om vi merker noen indirekte konsekvenser av dette også i Norge. Figur 1 oppsummerer hvordan både klima- og samfunnsendringer i andre deler av verden kan påvirke et norsk lokalsamfunn.



Figur 1 Den indirekte påvirkningen fra klima- og samfunnsendringer andre steder i verden på et norsk lokalsamfunn

Som figuren illustrerer, må vi altså se både på klimaendringer og på samfunnsendringer hvis vi skal prøve å si noe om de indirekte konsekvensene av klimaendringer andre steder i verden på et norsk lokalsamfunn. Når vi her snakker om indirekte konsekvenser, er det fordi vi ikke ser på konsekvenser av klimaendringene direkte, men på en konsekvens av en konsekvens: Hvis klimaendringer endrer samfunnet andre steder, kan dette igjen få konsekvenser for et norsk lokalsamfunn. For eksempel kan klimaendringer bidra til å forsterke eksisterende problemer i deler av Afrika og Asia, slik som vann- og matmangel, konflikter og fattigdom (IPCC, 2007b). Situasjonen i disse samfunnene er selvsagt mest alvorlig der det skjer. Det kan likevel også komme til å få konsekvenser for et norsk lokalsamfunn, for eksempel ved at det kommer flere flyktninger til Norge, eller ved endrede vilkår for matproduksjon. Samtidig vil samfunnsendringer, enten de har sammenheng med klimaendringene eller ikke, også påvirke klimasårbarheten og klimagassutslippene til et samfunn. En pågående skogkonflikt i Kenya kan for eksempel illustrere at menneskelige inngrep i en del sammenhenger kan forårsake lokal tørke like mye som klimaendringene kan gjøre det (Daily Nation, 28.07.2009). Her går debatten om det er klimaendringene som fører til tørke, eller om tørken først og fremst kommer av mye skoghogst i området. Klimaendringer og samfunnsendringer påvirker hverandre altså gjensidig.

Å håndtere usikkerhet i klimaspørsmålet

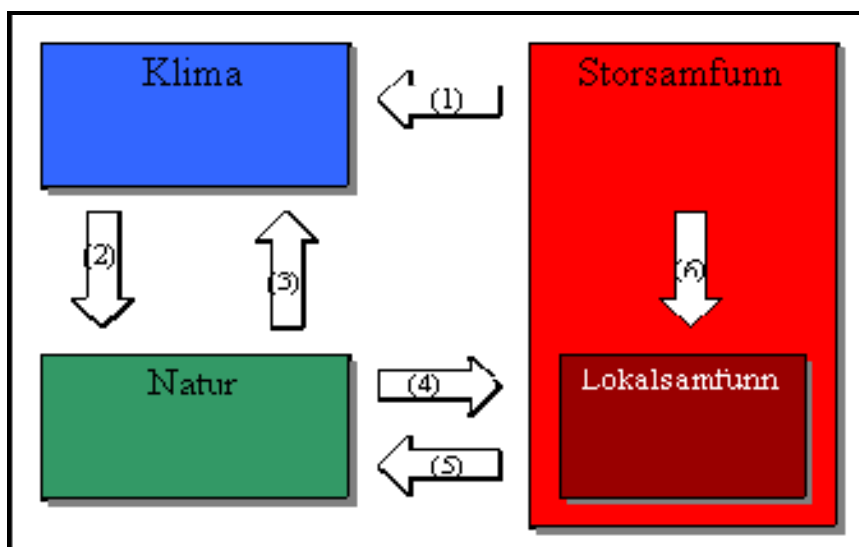
Beslutningstakere, media og "folk flest" ser ofte helst at forskning skal ende opp i konkrete tall som gjør det lett å forstå og håndtere virkeligheten (Moss, 2007). Det blir gjerne forventet, eller i hvert fall håpet, at forskning på klimaendringer skal gi tydelige svar på hva som skjer med klimaet, hvordan dette virker inn på naturmiljø og mennesker, og spesifikt hva og hvor mye beslutningstakere trenger å gjøre for å imøtekomme problemene. Ut fra en slik forventning kan det virke skuffende å oppdage at svarene fra forskere som arbeider med klima ofte ikke er klare og entydige, men inneholder usikkerhet på mange områder. Dette har fått mange til å stille spørsmål ved om det egentlig finnes nok kunnskap om klimaendringene til at politiske myndigheter eller andre beslutningstakere kan gjøre med problemet. Da kommer det gjerne frem argumenter om at det trengs mer forskning før klimapolitikken kan bli effektiv. Mange forskere hevder imidlertid at det finnes nok kunnskap til at beslutningstakere kan få den informasjonen de trenger for å hindre farlige klimaendringer og for å kunne tilpasse seg klimaendringer som uansett kommer (Moss, 2007; Bradshaw og Borchers, 2000). Dette handler om at mye av dagens usikkerhet er noe vi må leve med, og at vi derfor må utvikle måter å fatte beslutninger på gitt en slik usikkerhet. Det fins allerede mye innsikt i dette, som spillteori og beslutning under usikkerhet – der den norske samfunnsforskeren Jon Elster en viktig teoretisk bidragsyter på dette feltet internasjonalt.

Moss (2007) hevder at denne debatten i stor grad handler om å forstå hva usikkerheten i klimaforskningen består av. Han argumenterer for at offentligheten gjerne misforstår kvaliteten på forskningsresultatene fordi debatten blander sammen det som er mulig å finne ut med det som det ikke er mulig å vite eller å forutse. For å gjøre det lettere for beslutningstakere å bruke den informasjonen som finnes som bakgrunn for å fatte beslutninger, er det nyttig å se nærmere på hvordan vi kan forstå og håndtere denne usikkerheten.

Det knytter seg stor usikkerhet til hvordan klimaet vil endre seg, hvor store endringene vil bli og når de vil komme. Politisk – i mindre grad enn faglig – er det også en diskusjon omkring hvorvidt de observerte klimaendringene er menneskeskapt eller ikke. Uansett blir det da usikkert hvordan klimaendringene vil påvirke samfunnet vi lever i. Denne usikkerheten skyldes ikke bare mangel på data eller informasjon. Noen ganger er årsaken mangel på kunnskap, mens andre ganger er årsaken at det finnes en grunnleggende uforutsigbarhet som det ikke er mulig å forske seg frem til et svar på (Moss, 2007). Det er derfor viktig å peke på at usikkerheten er mangeartet, og kan derfor slå ulikt ut for ulike deler i klimadebatten. Noe vet vi svært lite om, og noe har vi langt mer sikker kunnskap om.

Usikkerhet kan skyldes mangel på kunnskaper om årsak-virkning, usikkerhet om modellene er gode nok, mangel på kunnskap om tilgangen på data, eller at kjente forhold ikke er tatt med i modellene. Det kan settes inn høyst ulike tiltak for å gjøre noe med usikkerheten innenfor de ulike delene av klimadebatten. I figur 2 (under) har vi sammenstilt det vi mener er seks hovedgrupper av usikkerhet rundt de konkrete samfunnsmessige konsekvensene av klimaendringer (i figuren under gjort stedsspesifikk gjennom betegnelsen "lokalsamfunn"). Disse er:

1. Usikkerhet som gjelder størrelsen på klimagassutslippene. De faktiske utslippene de siste årene har viste seg å være over selv de høyeste anslagene fra dagens scenariomodeller for framtidige klimagassutslipp.
2. Det er fortsatt usikkerhet om hvordan deler av klimasystemet responderer på økte konsentrasjoner av klimagasser. Videre er det stor usikkerhet knyttet til nedskalering av klimaendringer; altså forsøk på å beskrive hvordan klimaendringer kan variere lokalt.
3. Dagens klimamodeller har i liten eller ingen grad bygget inn mulige negative feedbackmekanismer – som for eksempel effekten av tining av tundraen (økte utslipp av metan).
4. På mange områder har vi begrenset kunnskap om hvordan "naturen" (forstått som biota og abiota) reagerer på klimaendringer, for eksempel faren for sprangvise økosystemendringer.
5. Studier av klimaeffekter i "naturen" har i begrenset grad tatt hensyn til mulige samspilleffekter med andre former for menneskeskapt endringer av naturen. Ett eksempel på at man likevel har gjort slike vurderinger er samspillet i forhold utslipp av sot og støvpartikler (som kan både forsterke og svekke drivhuseffekten).
6. Studier av de samfunnsmessige virkninger av klimaendringer har i liten eller ingen grad tatt hensyn til samspilleffekter med samfunnsmessige endringer.



Figur 2 Lokalisering av usikkerhet knyttet til vurdering av samfunnsmessige konsekvenser av usikkerhet

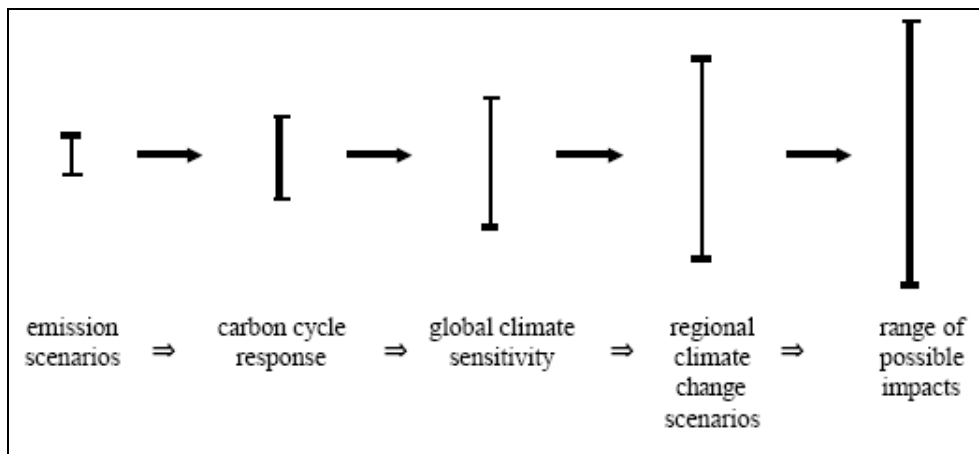
Poenget med figuren over er å vise at usikkerheten kan lokaliseres til ulike ledd i de mange årsak-virkningskjedene som leder fram til, og ut av, den konkrete (og lokale) samfunnsmessige konsekvensen av klimaendringer. Et neste poeng er å få fram at det også kan være ulike typer – ikke bare grader av - usikkerhet. Noe er av mer grunnleggende karakter – der vi ikke kjenner årsak-virkningsforhold. Andre typer usikkerhet kan være modellusikkerhet, der vi i prinsippet kjenner årsak-virkning med der modellene våre ikke (ennå) er gode nok. En tredje type kan være en empirisk usikkerhet som dreier som om mangler ved selve data tilgangen der vi altså kjenner årsak-virkning og modellene i og for seg er gode nok. En siste type usikkerhet kan være at kjente forhold og virkninger ikke ennå er tatt med i analysene; en usikkerhet som det m.a.o. er relativt enkelt å gjøre noe med. Gitt denne omfattende formen for usikkerhet er det klart at klimatilpasning i stor grad vil måtte dreie seg om samfunnsplanlegging under usikkerhet. Det er ikke mulig å se for seg at usikkerheten i klimasammenheng samlet sett vil kunne reduseres til i en eller annen forstand "sikker" kunnskap.

Mye av den usikkerheten vi har omtalt til nå er det mulig å gjøre mindre (men ikke fjerne) ved hjelp av mer forskning. Det finnes imidlertid også mye grunnleggende usikkerhet som det ikke er mulig å forske seg frem til svar på. Dette gjelder særlig for hvordan politikk og samfunn vil utvikle seg, noe som igjen er viktig for hvor mye klimagasser som blir sluppet ut eller fanget opp, og hvor sårbare samfunn er for klimaendringer. Mens klimascenarioene er basert på fysiske prosesser som er relativt godt kjent, finnes det mindre kunnskap om hvordan ulike faktorer virker på hverandre i samfunnet (UKCIP, 2000). Klimapolitikken illustrerer hvor vanskelig det er å forutsi endringer i politikk og samfunn. I likhet med annen politikk, inneholder klimapolitikken ulike og motstridende interesser, ulike krav til bevisnivå og ulik aksept for å ta risiko. Det er mye som står på spill, og mye av det kan handle om helt andre hensyn enn klima og miljø. Politikere velger gjerne å støtte seg på bare en liten del av kunnskapen eller usikkerheten til klimaforskerne for å samle støtte til sine politiske oppfatninger. Bradshaw og Borchers (2000) forklarer denne politiske strategien med det som kalles "kognitiv dissonans" (Festinger, 1957; Adams, 1973). Dette handler om at mennesker føler ubehag når de får presentert opplysninger som ikke stemmer med deres oppfatninger, verdier eller adferd. Et slikt ubehag kan bli unngått ved å avvise eller overse informasjon som utfordrer det de tror på eller arbeider for, eller ved å tolke resultatene på en skjev eller ensidig måte. Dette kan igjen styrke inntrykket av at kunnskapsgrunnlaget om klimaendringene er for svakt, og uenigheten for sterk, til at det er mulig å handle. Det kan også føre til at utformingen av klimapolitikk også blir formet av helt andre hensyn som det kan være vanskelig å forutse. Dette påvirker igjen samfunnet.

På denne måten blir det umulig å forutsi akkurat hvordan beslutningstakere vil reagere og handle etter den kunnskapen som klimaforskerne produserer. Det blir også vanskelig å se hvordan samfunnet utvikler seg, blant annet som følge av politiske vedtak. Da blir det også vanskelig å forutsi hvor mye klimagasser som vil bli sluppet ut, og dermed hvor mye klimaet vil endre seg. Ut fra dette kan vi også se for oss at det blir vanskelig å forutsi

akkurat hvor mye skade klimaendringene vil gjøre på samfunn i ulike deler av verden, fordi det er vanskelig å forutsi hvor godt man vil klare å tilpasse seg klimaendringene.

FNs klimapanel illustrerer hvordan ulike typer usikkerhet, og ulike mulige utviklingsretninger, gjør at bredden er stor når det gjelder hva som kan komme til å bli konsekvensene av klimaendringer. De bruker begrepet "the uncertainty explosion" for å illustrere dette, hentet fra Schneider (1983) og Henderson-Sellers (1993). (se figuren under). Poenget her er at det blir mer usikkerhet og flere ulike mulige svar jo lengre ut man kommer i kjeden over konsekvenser av klimaendringene. Det er i utgangspunktet en del usikkerhet knyttet til hvor mye klimagasser vi kommer til å slippe ut. Går vi videre til neste ledd, nemlig hvordan klimasystemet reagerer på utslippene, har vi også en del usikkerhet som kan legges til usikkerheten rundt utslippsmengden. Usikkerhetsmomentene blir hele tiden med til neste ledd.



Figur 3 Eskalering av usikkerhet i klimaforskningen (Heiberg m.fl. (2008) basert på Jones (2000) og Schneider (1983))

Med utgangspunkt i figuren over kan man lett bli handlingslammet; usikkerheten for den som skal fatte beslutninger framstår som nærmest u håndterlig. Vårt poeng er at denne – tilsynelatende "store" usikkerheten – kan gjøres mer håndterlig ved å bryte usikkerhet opp i flere dimensjoner slik at en gitt usikkerhet i en gitt sammenheng (for eksempel hvordan bør samfunnet forholde seg til muligheten for havstigning, eller hvordan bør samfunnet forholde seg i forhold endringer i produksjonsvilkår for jordbruket) kan framstå som ulik både i karakter og grad. Dette er ikke minst viktig om man aksepterer at klimatilpasning er og vil alltid måtte være beslutning under usikkerhet,. Det avgjørende blir da å få fram *hvilken type* usikkerhet man står overfor i hver konkrete beslutningssammenheng, slik at man kan finne frem til en måte å håndtere informasjonen og fatte beslutninger på.

Høyer m.fl. (2005) oppsummerer noen antakelser om bruk av forskning i samfunnsutviklingen, som er nyttig for beslutningstakere å tenke over (se også Heiberg m.fl., 2008):

- Det finnes vesentlig usikkerhet både i anvendt forskning og i grunnforskning.
- Selv om vi oppnår mer kunnskap, betyr ikke det nødvendigvis at det blir mindre usikkerhet. Det kan tvert imot føre til mer usikkerhet.
- Vitenskapelig usikkerhet har mange dimensjoner, der flere faktorer til sammen fører til usikkerhet.
- Ethiske problemstillinger knyttet til forskning handler ofte om hvordan vi håndterer vitenskapelig usikkerhet. Det vi vet er ofte mindre viktig enn det vi ikke vet når vi skal ta stilling til et tema. Miljøkonsekvensene av genmodifiserte organismer er et eksempel på dette.
- Førre var-prinsippet i politikken handler om at man må detaljbeskrive de vitenskapelige usikkerhetene som finnes på et område, og fatte beslutninger basert på dette.
- Det vil være mulig å beskrive vitenskapelige usikkerheter i en felles overordnet modell.

Norske kommuner må derfor leve med at det finnes en viss usikkerhet knyttet til alt som har med klimapolitikk å gjøre. Det er imidlertid mulig å fatte beslutninger under usikkerhet. Dette notatet vil prøve å skissere et rammeverk for hvordan en kommune kan jobbe under usikkerhet, i dette tilfellet i spørsmålet om hvordan klimaendringer andre steder i verden kan få indirekte konsekvenser for Fredrikstad. Før vi kommer til dette, er det imidlertid grunn til å se nærmere på den vitenskapelige kunnskapen som er relevant for kommunen på dette området.

Kunnskap om klimaendringene

Den mest omfattende kilden vi har til kunnskap om klimaendringer, kommer fra FNs klimapanel (IPCC). Den nyeste rapporten deres, den fjerde, ble utgitt i 2007. Rapporten er delt i fire hoveddeler. Den første delen handler om det naturvitenskapelige grunnlaget, altså hva som skjer med klimasystemet. Den andre delen tar for seg konsekvensene av klimaendringene for naturlige systemer, forvaltede systemer og mennesker. Den tredje delen handler om å redusere utslippene av klimagasser, mens den siste delen er en oppsummering av de tre andre delene.

Som vi viste i figur 2, er det generelt færrest usikkerhetsmomenter i begynnelsen av rapporten fra FNs klimapanel, før usikkerhetene etter hvert blir flere. Forskerne mener det er helt sikkert at klimaet forandrer seg, og at gjennomsnittstemperaturen på jorden stiger (Grønås, 2009). De mener også det finnes overveldende bevis for at dette påvirker naturlige systemer. Forskerne er også sikre på at klimagasser påvirker temperaturen på jorden, og at konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren ikke har vært så høy som den er nå på 650 000 år. De mener det er mer enn 90 prosent sikkert at oppvarmingen skyldes menneskelige aktiviteter som fører til utslipp av klimagasser.

Når det gjelder hvordan klimaendringene påvirker naturlige og menneskelige systemer, blir usikkerheten mer varierende. For noen naturlige og menneskelige systemer vet forskerne mye om hvilke konsekvenser klimaendringene vil kunne få, mens for mange andre har prognosene "medium confidence", det vil si rundt 50 prosent sjanse for å skje. Noe av det som skaper usikkerhet er at man ikke vet *hvor mye* klimaendringer vil påvirke systemene, og at det er vanskelig å forutse hvor godt mennesker og samfunn vil tilpasse seg endringer. Mer usikkert blir det når vi spør hva disse konsekvensene andre steder i verden igjen har å si for et norsk lokalsamfunn, fordi vi da introduserer enda et ledd i rekken av konsekvenser.

Hva er klima, og hvordan har det endret seg til nå?

Klima blir vanligvis definert som gjennomsnittlig vær (IPCC, 2007A). Rapporten fra FNs klimapanel forklarer at selv om det er vanskelig å forutse hvordan været blir fra dag til dag, er det helt annerledes og mye lettere å måle klimaendringer over tid. De sammenligner dette med å forutse levealderen for menn: Det er umulig å forutse hvor gammel en bestemt mann vil bli, men det er mulig å vite ganske sikkert at menn i vestlige industriland gjennomsnittlig lever i 75 år. På samme måte kan klimaforskerne se tydelig at gjennomsnittstemperaturen på kloden øker, selv om værmeldingen for i morgen kan være feil, en vinter kan være uvanlig kald eller et bestemt sted på jorden ikke har blitt varmere.

Temperaturen på jorden og i atmosfæren er en viktig del av klimasystemet. Denne temperaturen er avhengig av stråling fra solen, og hvor mye jordatmosfæren tar opp og holder på denne strålingen. Solstråler som kommer inn i atmosfæren treffer jorden, og blir reflektert tilbake. Noen av disse strålene blir sendt ut igjen i verdensrommet, mens andre blir fanget opp i atmosfæren og sendt ned igjen til jorden. Gasser som finnes i atmosfæren, slik som vanddamp, karbondioksid (CO₂), metan og lystgass, bidrar til å sende stråler tilbake til jorden. Dermed blir det en stråling frem og tilbake i atmosfæren, som vi kaller drivhuseffekten. Denne effekten er avgjørende for livet på jorden. Uten drivhuseffekten ville gjennomsnittstemperaturen på jorden være under frysepunktet.

Studier av hvordan klimaet har endret seg over lang tid, som blant annet blir gjort ved å studere iskjerner og årringer i trær, peker mot at oppvarmingen det siste halve århundret er uvanlig (IPCC, 2007A). Ifølge FNs klimapanel har gjennomsnittstemperaturen økt både i atmosfæren og i havet, og is har smeltet i omfattende grad. Mellom 1906 og 2005 økte den globale overflatetemperaturen med 0,74 grader, og mesteparten av denne temperaturøkningen har skjedd i løpet av de siste 50 årene. Også det gjennomsnittlige havnivået i verden har økt, delvis grunn av ismelting og delvis fordi vannet utvider seg når det blir varmere. Forskerne har også observert langtidsforandringer i klimaet slik som endringer i temperatur og is i Arktis og store endringer i nedbørsmengder, saltholdighet i havet og vindmønstre. De har også sett en økning i mengden av ekstremvær som tørke, varmebølger, kraftig nedbør og intense tropiske sykloner.

Hvordan kan vi si at mennesker påvirker klimaet?

FNs klimapanel mener det er svært sannsynlig at mesteparten av den globale oppvarmingen er skapt av mennesker. De vet at menneskelig aktivitet som har vokst frem fra rundt 1750, særlig brenning av fossile brennstoff og hogging av skog, har ført til en kraftig økning av mengdene av karbondioksid, metan og lystgass i atmosfæren. Målinger viser at mengdene av slike gasser er nå mye høyere enn de var før den industrielle

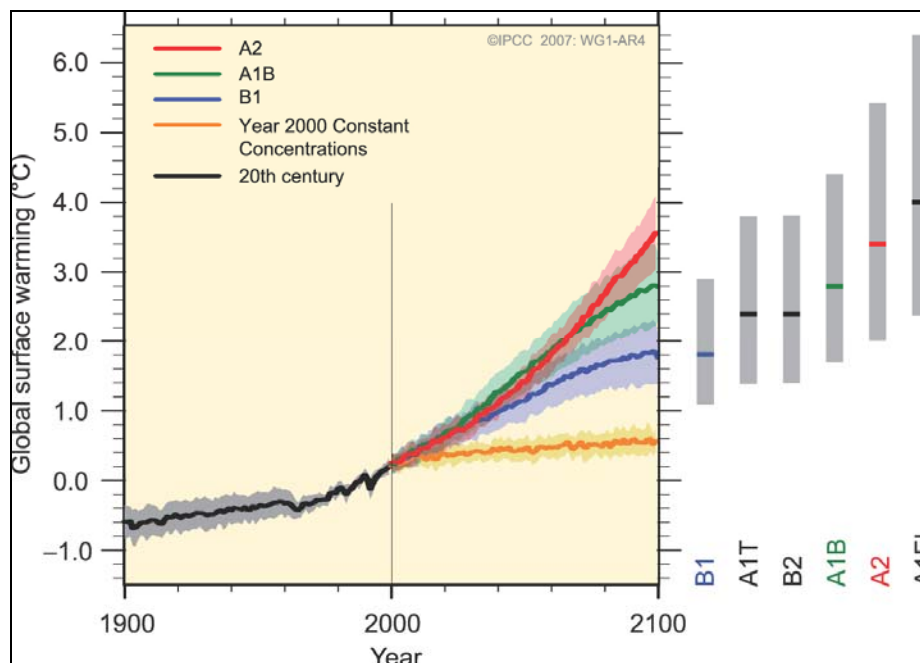
revolusjonen. Fordi slike gasser bidrar til å varme opp jordatmosfæren, mener forskerne at en økt mengde av slike gasser kan forklare den globale oppvarmingen de observerer. Andre faktorer, slik som strålingspådriv fra solen eller vulkansk aktivitet, kan ifølge forskerne ikke forklare klimaendringene som skjer nå (Grønås m.fl., 2009).

Samtidig har menneskenes aktiviteter også sluppet ut partikler i atmosfæren (aerosoler), blant annet støv og sot fra forbrenning. Dette kjøler ned atmosfæren, og klimaforskerne mener at dette høyst sannsynlig har hindret den globale temperaturen i å øke så mye som den ellers ville gjort (IPCC, 2007a).

Hva vil skje med klimaet i fremtiden?

For å kunne si noe om hva som kommer til å skje med klimaet, bruker klimaforskere modeller som er etablert på veletablerte fysiske prinsipper. De bruker ulike scenarier for hvor mye klimagasser det vil bli i atmosfæren i årene som kommer, og modellerer ut fra dette og ved hjelp av datamaskiner ulike scenarier for hvordan klimaet vil utvikle seg. For å komme frem til ulike scenarier for hvor mye utslipp det blir, lager forskerne scenarier over hvordan samfunnet kan utvikle seg. Hva disse scenarioene går ut på, og hvor mye samfunnsutviklingen har å si for konsekvensene av klimaendringene, kommer vi tilbake til i del tre. Foreløpig nøyer vi oss med å registrere at sårbarheten for klimaendringer er sterkt påvirket av hvor store utslippene er. Klimamodellene er testet ved at de har blitt brukt til å modellere dagens klima, for å kontrollere at de beregner godt. Ut fra dette mener klimaforskerne at klimascenarioene for fremtiden er troverdige. Ingen av de globale klimamodellene som er i bruk ved ulike forskningsinstitusjoner i dag klarer imidlertid å modellere dagens klima helt nøyaktig, og det arbeides stadig med å forbedre modellene. Troverdigheten er høyere for noen deler av klimasystemet (for eksempel temperatur) enn for andre (for eksempel nedbør). Hvor mye klimagasser det blir i atmosfæren, er sterkt påvirket av hvor mye klimagasser menneskene vil slippe ut i årene som kommer

FNs klimapanel bruker fire hovedgrupper av scenarier, som beskriver fire svært forskjellige fremtidssamfunn. Felles for alle scenarioene er at de forutsetter at ingen klimatiltak blir gjennomført. Likevel varierer utslippsmengden ganske mye mellom de ulike scenarioene, noe som skyldes andre samfunnsforhold enn klimapolitikk. Hvor stor den globale oppvarmingen blir etter de ulike scenarioene, er oppsummert i figur 4.

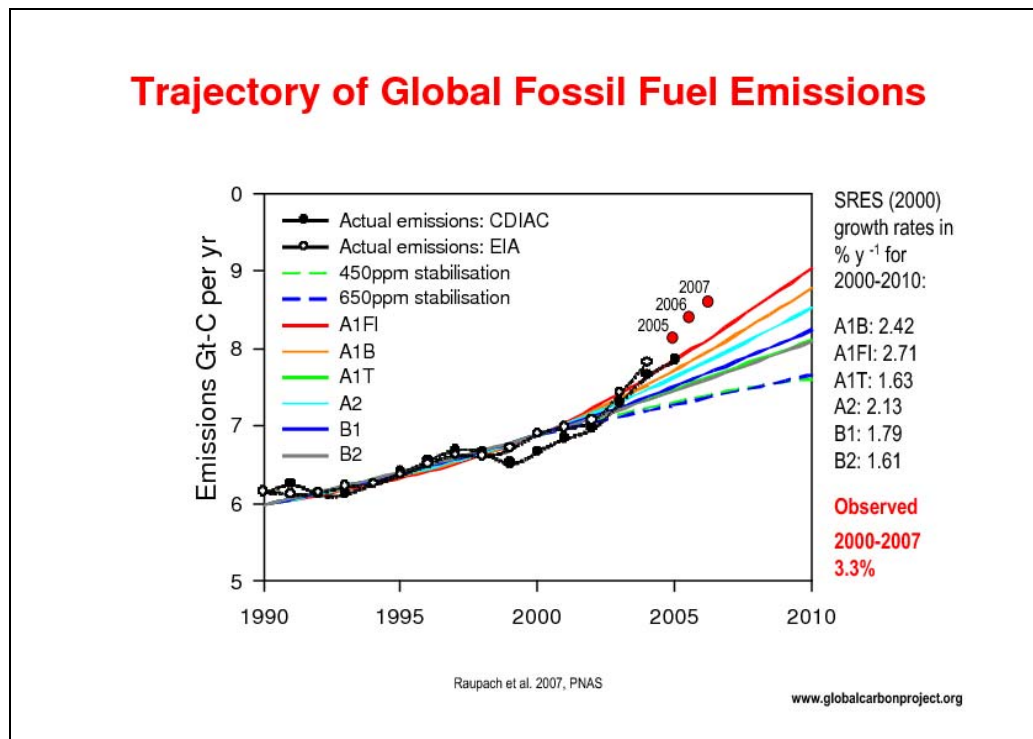


Figur 4 Økning i gjennomsnittlig overflatetemperatur på jorden etter fire ulike scenarier, 2000 – 2100 (IPCC, 2007a)

I scenarioet med minst klimagassutslipp blir utslippene stabilisert til utslippsnivået i år 2000 (den nederste, gule linjen). Scenarioet som viser høyest temperaturøkning er det scenarioet der klimagassutslippene vil øke mest, her vil den globale gjennomsnittstemperaturen øke med 4 grader. Legg merke til at alle scenarioene viser temperaturøkning, også det som tar utgangspunkt i at utslippene flater ut. FNs klimapanel mener det er meget sannsynlig at utslippene vil fortsette å stige, og at klimaendringene vil bli større i det 21. århundret enn det var i det forrige. Klimaprosessene er langsomme, og derfor vil oppvarmingen og havnivåstigningen vil fortsette i flere

hundre år, selv hvis vi skulle klare å stabilisere mengden klimagasser i atmosfæren. Det er imidlertid usikkert *hvor mye* temperaturen vil stige. Som vi viste tidligere, skyldes noe av dette at vitenskapen fremdeles vet for lite om hvordan enkelte elementer (for eksempel skyer) påvirker klimaet. En annen viktig kilde til usikkerhet er at vi ikke vet hvor store klimagassutslipp det blir i fremtiden.

Vi har imidlertid fått en pekepinn på at den globale oppvarmingen kan komme til å bli vel så stor som det FNs klimapanel legger til grunn. Den siste rapporten deres ble utgitt i 2007, og målingene av de faktiske utslippene de siste årene viser at vi har sluppet ut mer klimagasser enn selv det høyeste utslippsscenarioet har tatt høyde for (figur 5).



Figur 5 Simulering av utslipp av klimagasser ved IPCCs scenarier, sammenlignet med faktiske utslipp. Linjene er utslippsscenariene til FNs klimapanel, mens prikkene viser faktiske utslipp. De ulike banene av faktiske utslipp kommer fra to ulike kilder. Som vi ser har de faktiske utslippene vært høyere enn scenariene til IPCC. (Raupach et al. 2007 og PNAS, gjengitt av Helge Drange ved Bjerknæs senter for klimaforskning (2009))

Fortsetter vi et slikt utslippsmønster, vil vi altså trolig oppleve en temperaturøkning på mer enn fire grader i dette århundret. Hvordan utslippsmønsteret blir er imidlertid avhengig av hvordan samfunnet utvikler seg.

Samfunnsutviklingen er også viktig for hvor sårbart et samfunn er for klimaendringer. Dette kommer vi tilbake til i del tre.

Hvordan vil klimaendringene påvirke naturmiljø og mennesker?

En endring i global gjennomsnittstemperatur på én, to eller fire grader, som FNs klimapanel snakker om, kan høres lite ut. Det betyr likevel mer enn vi kanskje skulle tro. Allerede i dag, når gjennomsnittstemperaturen på jorden har økt med 0,74 grader fra 1906 til 2005, mener forskerne at de kan slå fast med stor sikkerhet at menneskeskapte klimaendringer har hatt merkbar påvirkning på fysiske og biologiske systemer på jorden (IPCC 2007b).

Klimaforskerne tror at vi vil se flere og kraftigere endringer i fremtiden enn de vi har sett til nå, og at noen av disse kan komme til å gjøre stor skade. Utslippene i dag vil påvirke klimaet i lang tid fremover. Selv hvis vi hadde klart å stabilisere eller redusere utslippene til 2000-nivå, ville den menneskeskapte oppvarmingen fortsette i flere hundre år. Det er fordi mange klimagasser blir værende i atmosfæren i tusenvis av år, og fordi klimaet reagerer sakte på påvirkninger (UNEP 2009). Som vi har sett, fortsetter dessuten utslippene bare å øke så langt.

Under skisserer vi i grove trekk noe av det klimaendringene kan få å si for naturlige og menneskelige systemer. Denne delen av klimaforskningen er imidlertid godt oppsummert også andre steder, bedre enn vi kan gjøre innenfor rammene av dette notatet. Vi kan derfor anbefale å lese mer om dette andre steder. UNEP/GRID

Arendals oppsummering av rapportene til FNs klimapanel gir en kortfattet og lettlest innføring. En litt mer detaljert, men fremdeles lettlest fremstilling finnes i Mathismoen (2007). FNs klimapanel rapporter finnes både i papirutgave og på nett (<http://www.ipcc.ch/>). I hver rapportdel finnes et "summary for policymakers" som oppsummerer de viktigste punktene.

Stigende havnivå

FNs klimapanel venter at havnivået kommer til å stige, og har allerede observert en gjennomsnittlig havnivåstigning på 17 cm (UNEP 2009). De er likevel forsiktige med å uttale seg om hvor mye havet kan stige, fordi de fortsatt har for lite kunnskap om enkelte av faktorene som påvirker havnivået. De ulike scenarioene til klimapanelet anslår en havnivåstigning på mellom 18 og 59 cm frem til 2099, alt etter hvor mye klimagasser vi slipper ut i fremtiden. Her mener imidlertid flere hav- og klimaforskere at klimapanelet er veldig forsiktige (Mathismoen 2007). Mathismoen refererer til enkelte forskere som har uttalt at havnivåstigningen kan bli på flere meter i dette hundreåret. Andre, som professor Willy Fjeldskaar ved Universitetet i Stavanger, hevder at det er svært usikkert om havnivået blir noe særlig høyere, først og fremst fordi en økning i volumet av havet vil presse ned havbunnen slik at landjorden stiger (Fjeldskaar, 2009). Dessuten kan det hende at ismeltingen ved polene ikke skjer jevnt, men at flere faktorer gjør at smeltingen begynner å akselerere (UNEP 2009). Dette tar ikke modellene til klimapanelet høyde for, og hvis det skjer, vil havnivået stige mer enn prognosene anslår.

Selv om vi ikke vet hvordan havnivået vil utvikle seg dette århundret, vet vi at selv en relativt liten stigning i havnivået kan ha alvorlige konsekvenser mange steder i verden. I Nildeltaet i Egypt vil for eksempel fire millioner mennesker få området de bor på oversvømmet, og 1800 km² dyrket mark komme under vann hvis havet stiger 50 cm (Simonett gjengitt i Mathismoen 2007:156). Med en havnivåstigning på 1,5 meter i det samme området vil det gå utover leveområdet til 8 millioner mennesker, mens områder der det bor hele 18 millioner mennesker blir rammet i Bangladesh.

Økosystemer

FNs klimapanel har blitt stadig sikrere på at en gjennomsnittlig temperaturøkning på 1-2 grader over snittet i 1990 er en stor fare for mange økosystemer (IPCC 2007b). Når økosystemene blir endret, vil også leveområdene for dyre- og plantearter flytte seg. Dette vil få mer skadelige enn positive konsekvenser for naturen og for det menneskene henter ut av den, slik som mat og vann. Dersom gjennomsnittstemperaturen blir 1,5 – 2,5 grader høyere, vil mellom 20 og 30 prosent av artene stå i fare for å bli utryddet, tror forskerne. Stiger gjennomsnittstemperaturen med rundt 3,5 grader, antyder modellene at mellom 40 og 70 prosent av alle kjente arter vil bli utryddet, fordelt på hele kloden.

Utslippene av klimagasser vil kunne endre og ødelegge mange økosystemer som mennesker i dag er avhengige av. Det er blant annet fare for at viktige skogområder kan forsvinne, for eksempel regnskog og mangroveskog. Utslippene fører også til forsuring i havet, som igjen blant annet vil ødelegge for korallrev (IPCC 2007). Korallrevene er leveområder for svært mange fiskeslag, og er et viktig grunnlag for fiskerier og turisme mange steder i verden (Mathismoen 2007). For eksempel blir det anslått at 30 millioner småfiskere i utviklingsland er avhengig av livet som lever på korallrevene. I tillegg er korallrev effektive bølgebrytere, og forhindrer erosjon av kystområder. Men enda verre er at forsuringen kan føre til en generell svekkelse i produksjonen av kalkrike organismer, som i stor grad er selve grunnmuren i de marine økosystemene. Ingen har i dag oversikt over hva dette kan medføre, men man kan frykte at vilkårene for marin matvareproduksjon kan bli alvorlig forverret.

Tilgang til ferskvann

Det er forventet at klimaendringene vil påvirke vannforsyningen i alle verdensdeler. Allerede strever mange områder i verden med tilgang til ferskvann, blant annet som følge av befolkningsvekst og utvikling i landbruk og økonomi (UNEP, 2009). Disse problemene kan bli større og utvidet til nye områder.

Isbreer og områder dekket med snø er ferskvannskilder for flere milliarder mennesker. Ferskvann som lagres om vinteren i form av snø og is og som mater elver og bekker utover i vekstsesongen er av avgjørende betydning for matproduksjonen i mange deler av verden. Hvis isbreene reduseres og mer av vinternedbøren kommer som regn, blir det mindre vann i elvene i sommerhalvåret eller i tørketiden. I de fleste fjellområder har isbreene smeltet mye og blitt mindre de siste årene, og klimaforskerne anslår at denne smeltingen vil akselerere. På sikt vil smeltingen redusere tilgangen til vann i disse områdene. Ifølge prognosene vil det bli flere områder som blir rammet av tørke, noe som truer forsyning av drikkevann, og produksjon av mat og energi. Samtidig vil etterspørselen etter vann til bruk i landbruket øke. I mange regioner vil klimaendringene få motsatt effekt med økt nedbør, ifølge beregningene. Opptil 20 prosent av jordens befolkning vil bo i flomutsatte områder rundt 2080. Både

oversvømmelser og tørke kan være til hinder for arbeidet for bærekraftig utvikling. Økte temperaturer vil også påvirke vannkvaliteten.

Tilgang til mat og plante- og skogprodukter

Klimaendringene skaper også utfordringer for matproduksjonen. Her blir det imidlertid store forskjeller mellom ulike områder i verden. Generelt forventer FNs klimapanel at muligheten for matproduksjon vil øke hvis gjennomsnittstemperaturen i et område stiger med 1-3 grader, men synke hvis temperaturen stiger mer enn dette (IPCC 2007b). Dette gjelder imidlertid ikke for alle regioner. I lavtliggende områder, og da særlig i tørre og tropiske områder, regner forskerne med at produktiviteten vil gå ned selv med små temperaturøkninger. Problemene for matproduksjonen gjelder ikke bare landbruk, men også tilgang til mat fra havet. Som nevnt i avsnittet om økosystemer, kan forsuring av havene føre til redusert tilgang på fisk flere steder i verden.

Selv om temperaturøkningen er en utfordring for matproduksjonen, tror klimapanelet at den største utfordringen likevel er ekstreme værhendelser (Easterling m.fl. 2007:299). Modellene antyder at ekstremvær, slik som tørke og kraftig regn, kan bli såpass alvorlig at de overstiger fordelene med en liten temperaturøkning. Alt i alt mener FNs klimapanel at klimaendringene med stor sannsynlighet vil føre til at flere mennesker vil sulte. Hvor mange som vil sulte i fremtiden, er likevel enda mer avhengig av mer generell sosial og økonomisk utvikling som ikke direkte har med klimaendringene å gjøre.

Forskerne tror også at skogene blir mer truet enn tidligere av skogbrann, insektangrep og vind, men de vet lite om hva dette vil ha å si for skogbruket i sin helhet. Når det gjelder omsetningen av tømmer, tror de at denne først vil stige før den begynner å gå ned, med store variasjoner rundt om i verden.

Helse

Menneskenes helse kan bli direkte påvirket av klimaendringer, slik som endringer i temperatur, nedbør, havnivåstigning og ekstremvær (Confalonieri m.fl. 2007). Folkehelsen kan også bli påvirket indirekte, ved at klimaendringene endrer vann-, luft- og matkvalitet og ved at økosystemer, landbruk, industri, økonomi og bosetninger får endrede vilkår.

Så langt har klimaendringene ikke påvirket folks helse i stor grad, men FNs klimapanel hevder at påvirkningen på helsen kan øke i alle land og i alle regioner: Når flere mennesker sulter, vil det komme flere helseproblemer som følge av feilernæring. Flere vil også kunne bli rammet av skader, sykdom og død som følge av ekstremvær som hetebølger, flom, storm, branner og tørke. Noen infeksjoner vil sannsynligvis bli vanligere, det samme vil antakelig diarésykdommer og luftveisplager. Malaria vil trolig bli vanligere noen steder, mens sykdommen blir mindre vanlig andre steder. Klimaendringene kan også føre til noen fordeler, for eksempel at færre dør som følge av kulde, men disse fordelene kommer sannsynligvis til å være langt mindre enn ulempene med klimaendringene.

Generelt vil de negative helseeffektene bli størst i de fattigste landene. Særlig utsatt er de som lever i fattige byområder, eldre og barn, tradisjonelle samfunn, naturalhusholdninger og folk som lever langs kysten. Utvikling, for eksempel i utdanning, helsetilbud og helseinfrastruktur, er en viktig faktor for å kunne tilpasse seg klimaendringer, men heller ikke rike land er forberedt på imøtekomme alle utfordringer, for eksempel ekstremvær.

Hvordan kan klimaendringer påvirke ulike deler av verden?

Når vi kommer til hvilke effekter klimaendringene kan få på menneskenes livsgrunnlag, øker usikkerheten (IPCC, 2007b). Som vi har vært inne på, skyldes noe av dette hull i forskernes kunnskap: Forskerne har flest observasjoner av hvordan klimaendringene påvirker Europa, litt mindre om Nord-Amerika og en god del mindre om de andre verdensdelene. Usikkerheten skyldes imidlertid også at det er vanskelig å forutse hvordan samfunnsendringer vil påvirke klimaendringer og sårbarhet i fremtiden.

FNs klimapanel kan likevel si en god del om hvilke problemer det nå ser ut til at verden står overfor, med utgangspunkt i at den globale gjennomsnittstemperaturen vil øke. Klimaendringene kan få store konsekvenser. Noen områder i verden vil bli rammet mer enn andre, og kapasiteten til å tilpasse seg klimaendringene er svært ujevnt fordelt. De regionene som sannsynligvis blir hardest rammet av klimaendringene er de polare områdene, Afrika, deler av Asia og små øystater.

Polare områder – is- og snøsmelting påvirker hele jorden

Polarområdene er ikke de mest folkerike områdene på jorden, men de er viktige i et politisk og økonomisk perspektiv (Anisimov m.fl., 2007). Områdene er svært sårbare for klimaendringer, og er også de delene av verden som i størst grad kan påvirke klimaet, og gjennom dette også mennesker og annet liv på jorden.

Det er Arktis og Antarktis som har opplevd mest oppvarming som følge av klimaendringene så langt, noen polare områder mer enn andre. Forskerne tror at påvirkningen fra klimaendringene vil bli enda større i det hundreåret vi er inne i nå, men det er vanskelig å forutse særlig nøyaktig hvor stor påvirkning klimaendringene vil ha. FNs klimapanel venter at mye snø, is og permafrost vil smelte i Sibir, Alaska og på Grønland, og at dette vil føre til at oppvarmingen akselererer. Når det gjelder snø og is, vil oppvarmingen øke fordi snø og is reflekterer sollyset i langt større grad enn åpent hav og jordoverflaten. Dette bidrar til oppvarming. Når det gjelder permafrosten, er problemet at smelting av permafrost kan friggi store mengder klimagasser som ligger lagret i bakken.

Arkeologiske funn viser at det har bodd mennesker i Arktis i flere tusen år. Mennesker i dette området har alltid vært svært avhengig av naturressurser, dyre- og planteliv, og er det fremdeles. Arktiske samfunn arbeider for å tilpasse seg klimaendringene, men her møter de store utfordringer. Endrede kår for ulike arter, og introduksjon av nye arter, kan utfordre tradisjonelle levesett. Det kan være kostbart å tilpasse eller flytte på samfunn og fysiske strukturer.

En konsekvens av at is og snø smelter, er at nye områder blir tilgjengelige for skipsfart og ny ressursutnyttelse, som boring etter olje og gass. Dette kan føre til at det blir lettere for frakteskip å seile i nordlige farvann, og at cruiseturismen kan komme til å øke.

Afrika – Dagens problemer blir større

Mange steder i Afrika er vær og klima allerede en utfordring (Boko m.fl., 2007). I tillegg har mange deler av kontinentet andre store utfordringer, slik som HIV/AIDS og andre sykdommer, konflikter og noen steder økende fattigdom. Selv om deler av Afrika har opplevd økonomisk vekst, er det store forskjeller mellom ulike områder. FNs klimapanel slår fast at klimaendringene vil kunne gjøre det enda vanskeligere å oppnå utvikling i de områdene som strever mest i dag. En viktig utfordring er derfor å skape utvikling som også skaper mer hardførhet overfor klimaendringer.

Ifølge FNs klimapanel vil mellom 75 og 250 millioner mennesker i Afrika oppleve at tilgangen til vann blir vanskeligere innen år 2020 (IPCC, 2007b). I tillegg vil etterspørselen etter vann antakelig øke, og forsterke problemet. Landbruket, og tilgangen på mat, vil sannsynligvis bli vanskeligere som følge av svingninger i klimaet og klimaendringer. Forskerne tror at områdene som egner seg til landbruk vil krympe, at vekstsesongen vil bli kortere og at avkastningsmulighetene blir mindre, særlig i områder som er tørre fra før. En slik utvikling vil redusere matsikkerheten og føre til mer underernæring. De områdene som er mest utsatt er landene i Sahelbeltet, som går på sørsiden av Sahara fra vestkysten og til Afrikas horn, og i tillegg deler av Øst-Afrika og sørlige deler av Afrika.

I større innsjøer vil økt vanntemperatur kunne føre til at det blir mindre fisk, og dette vil gjøre tilgangen på mat vanskeligere mange steder (IPCC, 2007b). Dette problemet blir forsterket av at det foregår overfiske. Forskerne tror også at mangroveskoger og korallrev vil fortsette å bli ødelagt, noe som skaper mer problemer for fiskerier og turisme. Frem mot år 2100 tror forskerne også at lavtliggende kystområder, der det i mange tilfeller bor mange millioner mennesker, vil bli rammet av havnivåstigning.

Asia – klimaendringene hindrer bærekraftig utvikling

FNs klimapanel tror at det er mer enn 50 prosents sannsynlighet for at klimaendringene allerede har påvirket mange sektorer i Asia (Cruz m.fl., 2007). Mindre avlinger i mange asiatiske land, smelting av isbreer og reduksjon i permafrost de siste årene kan ha skjedd som følge av klimaendringene, og det samme kan en økning i hetebølger og klimaavhengige sykdomsutbrudd.

Tilgangen på ferskvann, både til drikkevann og til jordbruket, vil trolig gå ned mange steder i Asia. Smelting av isbreer i Himalaya vil skape mer flom og steinskred når smeltevannet tar seg ned fra fjellområdene. Etter at smeltingen har pågått noen tiår, vil elvene som renner ut fra Himalaya bli mindre som følge av at breene blir mindre. Innen 2050 kan dette føre til vannmangel for over en milliard mennesker.

Generelt tror forskerne at klimaendringene vil hindre en bærekraftig utvikling i de fleste utviklingslandene i Asia. Klimaendringene fører til ekstra press på naturressursene i en tid med hurtig urbanisering, industrialisering og økonomisk utvikling. Frem til rundt 2050 kan avlingene fra jordbruket komme til å minke med opp til 30 prosent i Sentral- og Sør-Asia, mens de vil kunne minke med opp til 20 prosent i Øst- og Sørøst-Asia. Setter vi dette i sammenheng med rask folkevekst og hurtig urbanisering, er faren for sult høy i mange utviklingsland i Asia. I tillegg kan økt flom og tørke, og høyere vanntemperaturer, føre til flere sykdomstilfeller og dødsfall i Asia.

Kystområder, særlig i Øst- og Sørøst-Asia, vil bli satt under vann idet klimaendringene fører til at havet stiger. I store deltaområder, som er hjem for mange millioner mennesker, vil kombinasjonen av havnivåstigning og flom fra elvene være en stor trussel.

Små øystater – Havnivåstigning og erosjon truer landområdene

FNs klimapanel er svært sikre på at små øyer er særlig utsatt for klimaendringer, enten de ligger i tropene eller i andre deler av verden (Nimura m.fl., 2007). Havnivåstigning og ekstremvær er de viktigste truslene for de små øystatene. De fleste av disse statene har lite kapasitet til å tilpasse seg klimaendringer.

Et høyere havnivå vil føre til økt erosjon i mange øystater. Korallrev og mangroveskoger vil bli svekket, både som følge av klimaendringer og av fysiske inngrep fra mennesker, og dette gjør kysten mer sårbar for storm og bølger. Noen lavtliggende øyer vil bli så hardt rammet at menneskene som bor der vil måtte flytte til andre steder. Klimaendringer vil true bosetning og infrastruktur i mange øystater, og er også en trussel mot fiskerier og turisme, som mange øystater er avhengige av. Tilgang til ferskvann vil også bli vanskeligere i mange tilfeller.

Latin-Amerika – Arter forsvinner, og tilgangen til vann og mat blir vanskeligere

FNs klimapanel hevder med stor sikkerhet at klimaendringer, og ekstremvær som følge av dette, har hatt alvorlige følger for Latin-Amerika de siste årene (Magrin m.fl., 2007). Ekstremværhendelser som tidligere har vært sjeldne, slik som kraftige stormer og flom, har kommet oftere. Økt nedbør har ført til reduserte avlinger og mer flom i en rekke land. I andre deler av Latin-Amerika har nedbøren blitt redusert, noe som har ført til tørke. Høyere temperaturer har ført til at isbreer har krympet. Store landarealer i Latin-Amerika har blitt utarmet i hurtig tempo, delvis som direkte følge av menneskelige aktiviteter og delvis som følge av klimaendringene. Spesielt viktig er det at regnskogene har blitt ødelagt i høyt tempo.

FNs klimapanel tror at mange av disse problemene vil bli større i fremtiden. Særlig kritisk er kanskje tilgangen til ferskvann i Bolivia, Peru, Colombia og Ecuador. Disse områdene er avhengige av ferskvann fra isbreer i fjellene, og har allerede problemer med tilgang til nok vann til forbruk og til vannkraft. Hvis ikke det blir satt i verk tiltak her, blir dette et permanent problem. Forskerne tror det er veldig sannsynlig at isbreene i Andesfjellene vil forsvinne helt.

Forskerne hevder med stor sikkerhet at mange plante- og dyrearter vil dø ut i Latin-Amerika. Noe av dette vil skyldes klimaendringene, mens noe skyldes menneskenes utnyttelse av ressursene. Regnskog vil bli erstattet med savanner noen steder, og en del områder vil antakelig bli tørrere. Store deler av landbruket vil bli utsatt for tørke og økt saltinnhold i jorden. Dersom det mest dramatiske scenarioet til klimapanelet slår til, vil 85 millioner flere mennesker enn i dag stå i fare for å sulte innen år 2080.

Som i resten av verden, vil også lavereliggende kystområder i Latin-Amerika være utsatt for havnivåstigning. Korallrev og mangroveskoger vil sannsynligvis bli skadet, noe som får konsekvenser for fiskerier og turisme. Havnivåstigning gjør også tilgangen på ferskvann vanskeligere noen steder.

Nord-Amerika – Evnen til håndtere klimaendringer er ujevnt fordelt

Nord-Amerika har i utgangspunktet stor evne til å tilpasse seg klimaendringer, men i praksis har ikke dette alltid beskyttet folk mot ekstremvær og variasjoner i klimaet (Field m.fl., 2007). Tiltak i Nord-Amerika har hatt en tendens til å være ujevnt fordelt, komme i ettertid, og fokusere på å reparere mer enn å forebygge skade. Mennesker med sosiale og økonomiske problemer, og urfolk, er særlig utsatt.

Til nå har Nord-Amerika opplevd en økning i ekstremvær, slik som orkaner, stormer, flom, tørke, hetebølger og skogbranner. FNs klimapanel er svært sikre på at dette vil bli vanligere. De mener også at havnivåstigning vil bli et stort problem, og føre til oversvømmelse, høyere stormflo og erosjon av kystlinjene. Befolkningsvekst og bygging av infrastruktur i kystområdene bidrar til å gjøre dette problemet større.

Nord-Amerika vil høyst sannsynlig også oppleve økt press på vannressursene. Også i denne verdensdelen vil snø og is smelte i fjellområdene, og på sikt vil dette føre til mindre vanntilførsel derfra. Samtidig blir etterspørselen etter ferskvann sannsynligvis større. I byområder vil hetebølger bli et økende problem, særlig for eldre mennesker. En del sykdommer vil antakelig bli vanligere.

Australia og New Zealand – relativt høy tilpasningsevne

Dette er områder som har gode muligheter til å tilpasse seg, fordi de har både sterke økonomier og tilgang på vitenskap og teknologi (Hennessy m.fl., 2007). Det er likevel grenser for hvor mye naturlige systemer kan tilpasse seg klimaendringer, og FNs klimapanel regner med at også disse delene av verden vil møte problemer.

Australia og deler av New Zealand har allerede merket problemer i jordbruket og i tilgangen på ferskvann som følge av klimaendringene. FNs klimapanel regner med at dette vil fortsette. Hetebølger, skogbranner, flom, skred og tørke vil bli vanligere og mer intenst, mens snø og frost vil bli mindre vanlig. Havnivåstigning vil sannsynligvis også bli et problem mange steder langs kysten. Arter vil etter alt å dømme forsvinne, også i viktige områder som Great Barrier Reef og Queensland Wet Tropics. Risikoen for infrastrukturen øker, mens jordbruk og skogbruk trolig vil merke en nedgang i produksjonen.

Europa

Den siste rapporten fra FNs klimapanel hevder at de for første gang har kunnet dokumentere at klimaendringene allerede hadde hatt mange konsekvenser i Europa (Alcamo m.fl., 2007). Mesteparten av Europa har opplevd en økning i gjennomsnittstemperaturen, og den gjennomsnittlige temperaturøkningen i Europa på 1900-tallet var 0,8 grader. Endringer i nedbørsmønsteret, smelting av is og permafrost, lengre vekstsesong, endring i artsmangfoldet og flere hetebølger er noe av det forskerne mener har skjedd som en følge av klimaendringene. Farene knyttet til klimaendringer vil ifølge forskerne for det meste bli større og flere, men de vil bli ulikt fordelt i Europa. I dette notatet vil vi prøve å begrense oss til endringer andre steder i Europa som kan ha noe å si for norske kommuner.

Alle deler av Europa er antatt å oppleve negative konsekvenser av klimaendringer, men mange studier har kommet frem til at Sør-Europa er mer sårbar enn Nord-Europa. Klimaet i sør, som allerede er varmt og relativt tørt, er forventet å bli varmere og tørrere. Dette vil true vanntilførsel, jordbruk og skogbruk i disse områdene. Temperaturene vil svinge mer fra år til år, og hetebølger vil bli vanligere. Spania og Portugal, Alpene, adriaterhavskysten og sørlige deler av Hellas er antakelig særlig utsatt for tørke og hetebølger om sommeren, men også resten av middelhavsområdet og store deler av Øst-Europa vil kunne oppleve mer av dette. Hetebølger fører med seg dødsfall, men på den annen side fører kulde også til dødsfall, og dette blir det sannsynligvis mindre av.

Samtidig er det sannsynlig at det vil bli flere flommer. Dette gjelder særlig for Nord-, Sentral- og Øst-Europa. Det er sannsynlig at det blir flere kraftige regnskyll, som kan føre til flere plutselige oversvømmelser. Kystområdene vil oppleve mer flom og erosjon og tap av landområder, på grunn av flere stormer og havnivåstigning.

Havnivåstigning kan påvirke mange millioner mennesker, her blir Nederland nevnt som et særlig utsatt område. Det vil antakelig bli en økning av dødsfall og skader som følge av storm, flom og stormflo. Generelt er blant andre eldre, handicappede, barn, etniske minoriteter og personer med lav inntekt særlig sårbare.

Det er så godt som sikkert at plante- og dyrelivet vil endre seg og flytte seg. I Nord-Europa har forskerne funnet tegn på at tregrensen er på vei oppover. Rundt middelhavet er det mulig at opp til 62 prosent av planteartene kan forsvinne innen år 2080. Fremmede arter kan bidra til å redusere artsmangfoldet enda mer. Det er forventet at dyreartene vil gå igjennom en lignende utvikling.

Når det gjelder landbruket, vil økningen av mengden karbondioksid i atmosfæren bidra til å øke avlingene litt på en generell basis. Teknologiutvikling og markedsforhold for landbruket er likevel mye viktigere for å forklare avlingsstørrelse enn det klimaendringene er. I nordlige og høyereliggende deler av Europa kan det bli mulig å dyrke plantesorter som i dag finnes i lavlandet i Sør-Europa, for eksempel mais, solsikke og soyabønner. Sør i Europa, i middelhavsområdet, kan avlingene bli mindre som følge av mer tørke og ekstremvær.

Det er veldig sannsynlig at klimaendringene vil ha sterk påvirkning på fiskebestanden. I Atlanterhavet vil fiskebestanden antakelig gå opp i de nordlige områdene, og ned i de sørlige. Her mangler det en del kunnskap. Hvor mye fisk det blir er antakelig mer avhengige av hvordan fiskeriene blir forvaltet for å unngå overfiske enn av klimaendringene, tror forskerne. For oppdrettsnæringen har høyere temperaturer i havet allerede ført til høyere produksjon, men økte temperaturer og introduserte arter vil samtidig være med å øke driftskostnadene. En økning i ekstremvær vil også føre til høyere utgifter for oppdrettsnæringen.

Turisme er veldig avhengig av klimatiske forhold, og FNs klimapanel tror at sommerturismen vil flytte nordover og opp i høyere strøk. Når somrene blir varmere, vil middelhavsområdene bli mindre populære som reisemål, mens Nord- og Vest-Europa vil oppleve en økning. Fjellområdene i Frankrike, Italia og Spania kan også oppleve en økning om sommeren. Om våren og høsten kan imidlertid middelhavsområdet bli et mer populært reisemål enn det er i dag, også på grunn av litt høyere temperaturer. Dermed blir turistsesongen litt lengre i

middelhavsområdet, og dette vil redusere presset på vann- og energiforsyning i disse områdene. Skiturismen i Sentral-Europa vil få problemer, fordi det blir mindre snø. Løsninger som kunstig snø vil antakelig bare lønne seg over kort tid. Små isbreer i Europa vil forsvinne, mens store isbreer kan krympe med så mye som 30 – 50 prosent innen 2050.

Det som er mest usikkert når det gjelder klimaendringene i Europa, er hva som skjer med Golfstrømmen. Forskerne er usikre på hvordan denne strømmen vil bli påvirket av klimaendringene. Golfstrømmen fører varmt havvann fra Mexico-golfen og til våre farvann, og bestemmer mye av hvordan kysten i Europa ser ut. Den styrer kystklima, vindstyrke om vinteren, stormmønster og stormflo i Nordvest-Europa. Den påvirker også havnivået i Atlanteren, og til en viss grad forholdet mellom havnivået her og i det kaspiske hav.

Samfunnsendringer og konsekvenser for sårbarhet

Vi vil komme nærmere inn på hva disse klimakonsekvensene i andre deler av verden kan komme til å si for et norsk lokalsamfunn. Før vi gjør det, må vi imidlertid se nærmere på det samfunnet som klimaendringene vil komme til å skje i. Som gjennomgangen av konsekvensene av klimaendringene viser, er samfunnsutviklingen helt avgjørende for hvor store konsekvensene av klimaendringene kan bli. Hvordan samfunnet utvikler seg fremover avgjør hvor store klimagassutslippene blir, og dermed hvor store klimaendringer vi får. Samfunnsutviklingen avgjør også hvor sårbare ulike deler av verden blir for klimaendringer, og hvor stor evne man har til å tilpasse seg. For eksempel vil utslipp og sårbarhet bli påvirket av utvikling i økonomien, teknologisk utvikling, hvordan det politiske styringsnivået vil se ut, og politiske og sosiale verdier (UKCIP, 2000). Samfunnsutvikling kan være påvirket av klimaendringene, men kan også skje uavhengig av dem. Fattige deler av verden vil være mest sårbare, fordi de har minst evne til å tilpasse seg konsekvensene av klimaendringer (IPCC, 2007b).

Her er det viktig å ta høyde for at samfunnet forandrer seg hele tiden, og at klimaendringene i fremtiden dermed vil foregå i en verden som ser annerledes ut enn den gjør i dag (Groven m.fl., 2008; UKCIP, 2000). Studier som ser på konsekvenser av klimaendringer i fremtiden, mangler noe dersom de går ut fra at samfunnet og økonomien i fremtiden er den samme som i dag (UKCIP, 2000). Hvis man for eksempel vil vurdere klimasårbarhet i et lokalsamfunn om 30 år, bør man tenke igjennom hvordan samfunnsutviklingen kan endre samfunnet i løpet av denne perioden. I denne prosessen kan det være nyttig å tenke tilbake på hvordan utviklingen har vært de siste 30 årene. De fleste vil antakelig være enige i at mye har forandret seg på disse årene, noe som illustrerer at de neste 30 årene også vil inneholde uventede hendelser og utviklingstrekk. Dette vil igjen påvirke hvor sårbart et samfunn er for klimaendringer (UKCIP, 2000). For eksempel kan skader på grunn av flom bli verre hvis flere bor i flomutsatte områder på grunn av befolkningsutvikling og (manglende) planlegging. Teknologisk utvikling kan også endre kraftig måten vi kommuniserer på og får tilgang til informasjon, noe vi har sett tydelig de siste tiårene. Nye teknologiske muligheter, slik som forbedrede værvarsler, kan for eksempel være med å redusere sårbarhet.

Å si noe om hvordan verden ser ut i fremtiden, er imidlertid en enorm utfordring. Det er umulig å forutsi hvordan samfunnet vil endre seg, fordi vi her har å gjøre med grunnleggende uforutsigbarhet. Derfor har flere prosjekter de senere årene brukt scenarioer som metode for å studere mulige fremtidige samfunnsendringer. Grunntanken med å bruke scenarioer er å utforske hvordan endringer kan komme til å bli, og å forberede seg på disse endringene (Kaivo-oja m.fl. 2004). Scenarioer er sammenhengige og troverdige beskrivelser av hvordan verden kan komme til å se ut (UKCIP, 2000). De blir ikke laget for å forsøke å beskrive eller forutse fremtiden, men å gi en beskrivelse av ulike muligheter for hvordan verden *kan* komme til å bli. Dette kan være et nyttig verktøy når en skal utforske utvikling som er usikker eller omdiskutert. Scenarioene kan illustrere hvordan samfunnet i fremtiden kan endre seg i ulike retninger avhengig av hvilke hendelser og avgjørelser som er gjort tidligere (Kaivo-oja m.fl., 2004). Da vil også sårbarheten for klimaendringer se annerledes ut i de forskjellige scenarioene. Slik blir det tydelig at hendelser og avgjørelser i dag og i fremtiden, både internasjonalt, nasjonalt og lokalt, påvirker hvilken situasjon en norsk kommune står overfor på et gitt tidspunkt i fremtiden.

NORADAPT-prosjektet, som dette notatet er skrevet som en del av, bruker samfunnsscenarioer som arbeidsmetode, og kombinerer det med scenarioer for klimaendringer. Hovedfokuset i NORADAPT er samfunnsendringer i kommunene som er med i prosjektet, men i dette notatet trenger vi også å se på samfunnsendring på globalt plan og i andre deler av verden. Derfor vil vi supplere de norske scenarioene, laget av Tor Selstad ved Østlandsforskning i samarbeid med kommunene selv, med internasjonale studier som tar for seg samfunnsendring på globalt nivå og nedskalering av dette til ulike deler av verden. Nærmere bestemt ser vi på FNs klimapanelers SRES-scenarioer, et britisk prosjekt som delvis bygger på disse scenarioene (UKCIP, 2000), og et finsk prosjekt som har laget scenarioer for Finland basert på SRES-scenarioene (Kaivo-oja m.fl., 2004).

Ingen av disse prosjektene tar direkte opp spørsmålet om hva klima- og samfunnsendringer andre steder i verden kan bety for sårbarheten i et lokalsamfunn. Ideelt sett burde vi bruke scenarioer til dette spørsmålet også, enten ved å lage egne scenarioer, eller ved å inkludere spørsmålet i metodikken i NORADAPT. Dette er imidlertid for omfattende å gjøre i denne omgang. Vi vil i stedet bruke metodikken fra disse prosjektene til å lage en første skisse til å systematisere hvordan en norsk kommune kan arbeide med dette spørsmålet. Her kan det være en ulempe at de internasjonale studiene bygger scenarioene sine på litt andre prinsipper enn scenarioene i NORADAPT. Selv om oppbyggingen er litt forskjellig, skal det likevel være mulig å bruke innsikten fra de internasjonale scenarioene i kombinasjon med de lokale NORADAPT-scenarioene. Det er nemlig en forutsetning

å kunne se det internasjonale i sammenheng med det lokale hvis man vil prøve å vurdere en samlet sårbarhet for en kommune.

FNs klimapanel kommer også med et annet argument for å bruke deres scenarier i stedet for å lage nye, noe flere forskningsprosjekter har valgt å følge. De anbefaler å ikke bygge scenarier fra bunnen selv, men heller låne og tilpasse scenarioene som allerede finnes i litteraturen (UKCIP, 2000). Dette sparer tid, og gjør studiene sammenlignbare med hverandre.

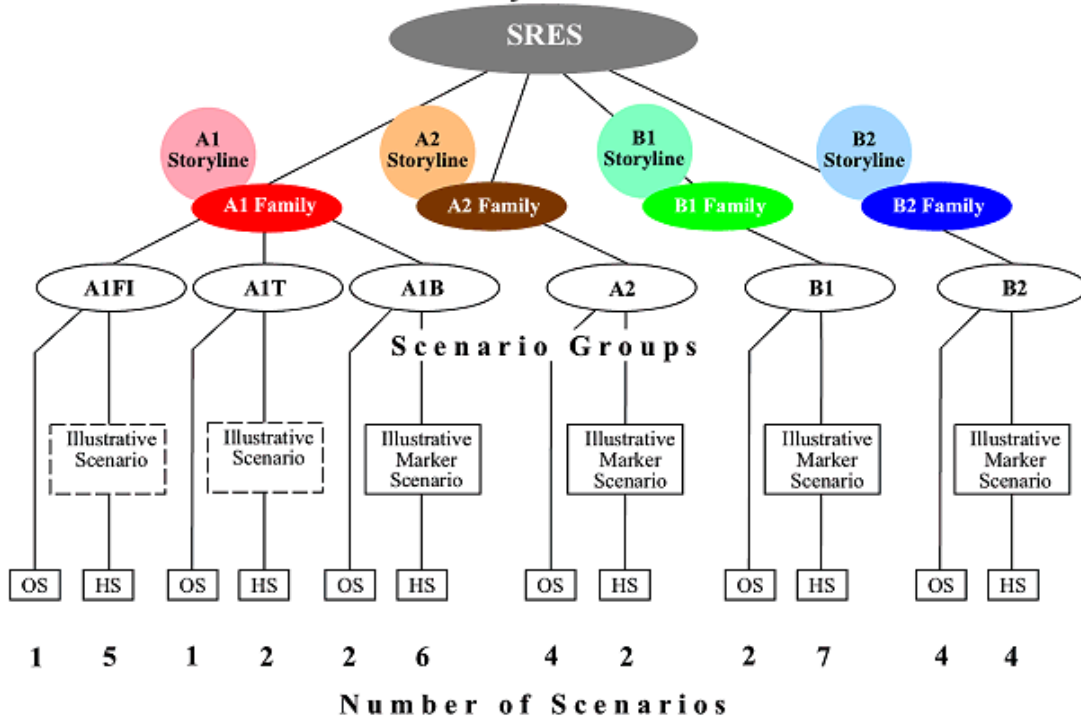
Vi vil først gjøre rede for FNs klimapanelers SRES-scenarier, sammen med det britiske og det finske scenarioprojektet, og vise hvordan disse belyser hvordan samfunnet kan endre seg i ulike retninger. Deretter ser vi på disse scenarioene med et kritisk blikk, og viser hvordan helt andre drivkrefter kan komme til å lage et helt annet samfunn enn disse scenarioene tegner bilder av. Ut fra dette foreslår vi to-tre scenarier som kommunen kan se nærmere på og diskutere. Målet er å finne frem til noen viktige områder der kommunen bør ta høyde for konsekvenser fra andre deler av verden i planleggingen.

Samfunnsscenarioene til FNs klimapanel

Det er mange kunnskapshull om hva som driver samfunnsendring (UKCIP, 2000). Studier som bruker samfunnsscenarioer for å studere fremtidige klimagassutslipp eller klimasårbarhet, bygger som regel på FNs klimapanelers samfunnsscenarioer, kalt SRES-scenarioene (IPCC, 2007). SRES-scenarioene ble opprinnelig laget for å få frem scenarier for utslipp og karbonopptak i fremtiden, men i den siste hovedrapporten argumenterer klimapanelet for at scenarioene også bør brukes til å studere hvor sårbare samfunn kan bli for klimaendringene (Parry m.fl., 2007). De vedgår imidlertid at forskningen er på et tidlig stadium på dette området, og at de må jobbe mer med dette for at beslutningstakere skal få mer tilgjengelig informasjon og metoder å bruke for å håndtere usikkerhet.

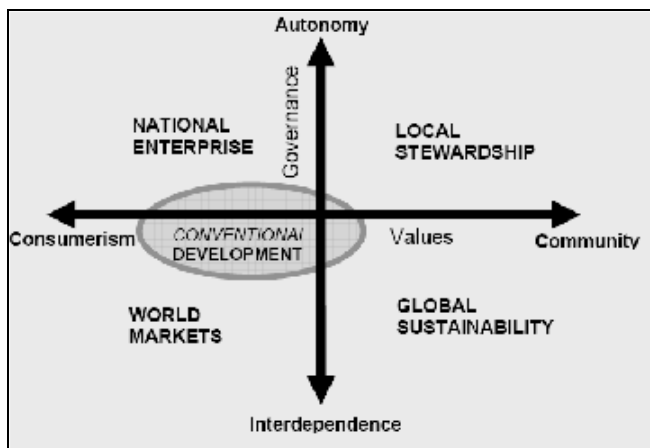
SRES-scenarioene til FNs klimapanel er laget for å illustrere at samfunnsutviklingen, og dermed mengden klimagassutslipp, kan gå i mange ulike retninger. Fordi det ikke er mulig å forutsi hvordan samfunnet vil se ut om noen år, i dette tilfellet frem mot år 2100, lager de ulike scenarier. Dette har de gjort ved å først lage fire ulike "historier" ("storylines"), eller kvalitative "fortellinger" av hvordan samfunnet utvikler seg frem mot år 2100. Basert på disse historiene har flere forskningsgrupper gått kvantitativt til verks og forsøkt å vise og tallfeste hva disse historiene vil føre til, for eksempel når det gjelder befolkningsutvikling, økonomisk utvikling, energieffektivitet, tilgjengelighet av energi, produktivitet i landbruket og evnen til å kontrollere lokal forurensning. Basert på dette har de igjen regnet ut hvor mye klimagassutslippene vil kunne bli for de ulike scenarioene. Resultatet er 40 ulike fremtidsscenarioer. Forfatterne av disse scenarioene understreker at de ikke regner noen av disse scenarioene som mer sannsynlig enn andre, og de sier heller ikke noe om hvorvidt en type utvikling er mer ønskelig enn en annen. Det kan også skje endringer som de ikke har tatt høyde for i noen av scenarioene. De trekker likevel frem seks ulike scenarier basert på de fire historiene. Dette gjør de for å gjøre det lettere for mottakerne å lese scenarioene og se at samfunnet kan gå i mange ulike retninger.

Box SPM-1: The Main Characteristics of the Four SRES Storylines and Scenario Families.



Figur 5 FNs klimapanelers 40 scenarioer, konstruert ut fra fire "historier" om hvordan samfunnet kan utvikle seg (IPCC, 2000).

I vår sammenheng skal vi ikke se på klimagassutslipp, og vi nøyer vi oss med å se nærmere på de fire "historiene" og hva det kan ha å si for sårbarhet. Disse er basert på mulige endringer i to grunnleggende kjennetegn ved samfunnet. Det britiske UKCIP-prosjektet, som delvis er basert på FNs klimapanelers scenariobygging og delvis har foregått parallelt med det, viser på en oversiktlig måte hva som er tanken bak denne måten å bygge scenarioer på (figur 6). De setter de to dimensjonene opp som to akser som krysser hverandre.



Figur 6 Mulig fremtidig sosio-økonomisk utvikling (UKCIP, 2000)

Her viser UKCIP hvordan de i likhet med SRES-scenarioene ser for seg at samfunnsendring har to hoveddrivkrefter. Disse drivkreftene plasserer de på hver sin akse som krysser hverandre, og på denne måten lager fire fremtidsscenarioer. Vannrett har vi verdier, som vil avgjøre hvor sterkt miljøengasjementet blir, og hvor effektivt myndighetsorganer vil arbeide. I den ene enden av skalaen finner vi forbrukerverdier ("consumerism"), der verdiene er basert på privatforbruk og individuell frihet. Disse verdiene fremmer også frie og konkurransebaserte markeder, mens styring og regulering først og fremst skal legge til rette for handel. I SRES-scenarioene kaller de dette "economic emphasis", altså vekt på økonomiske verdier. På

den motsatte enden av skalaen finner vi fellesskapsverdier ("community"), der verdier er mer formet av fellesskapets beste. Individet blir sett på som en del av fellesskapet, der sosiale mål styrer folks retter og plikter. Her er man mer opptatt av deltakelse, likhet og fremtid. Frivillig arbeid er høyt verdsatt, og markedene er mer regulerte. I SRES-scenariene kaller de denne enden av skalaen for "environmental emphasis", altså at miljøvern blir sett på som et viktig fellesgode.

På den loddrette aksene finner vi *governance*, som vi kanskje litt lite dekkende kan oversette til *styring*. Governance dekker ikke bare politiske beslutninger, men også avgjørelser i næringsliv og i sivilsamfunnet. Aksene viser alternative maktstrukturer. I ene enden er gjensidig avhengighet ("interdependence"), der internasjonale relasjoner blir sterkere, både økonomisk, politisk og kulturelt. Det blir mindre makt hos nasjonalstatene. SRES-scenariene kaller dette "global integration". I den andre enden av skalaen har vi selvstyre ("autonomy"), der økonomisk, politisk og kulturell makt blir værende på nasjonalt og regionalt nivå. Den økonomiske globaliseringen blir svekket, og nasjonal og regional utvikling blir mer avhengig av lokale evner og ressurser. I SRES-scenariene blir dette omtalt som "regional emphasis", altså vekt på styring på regionalt nivå. Uansett hvilke ord man velger å bruke, understreker FNs klimapanel at denne inndelingen i to akser er ment som en illustrasjon, og at skillene her uansett er litt kunstige. I alle scenariene går de for eksempel ut fra at man både er opptatt av økonomiske og miljømessige mål, men forskjellen er at det blir ulikt vektlagt i de ulike scenariene.

Til sammen lager disse aksene fire hovedretninger av sosioøkonomiske endringer, og vi kan derfor lage fire familier av scenario basert på disse. UKCIP kaller de fire scenariefamiliene for "world markets", "global sustainability", "national enterprise" og "local stewardship" (UKCIP, 2000), mens FNs klimapanel kaller dem henholdsvis A1, A2, B1 og B2 (IPCC, 2000). Selv om grunnoppbyggingen er den samme, er det likevel noen forskjeller mellom UKCIPs scenarier og SRES-scenariene. UKCIP har senere valgt å bruke SRES-scenariene i sitt arbeid, for å gjøre arbeidet deres sammenlignbart med andres. Derfor beskriver vi ikke UKCIPs scenarier her, men holder oss til SRES-scenariene. Hovedforskjellen er at mens SRES går ut fra hva som skjer hvis det *ikke* blir gjennomført noen politiske tiltak rettet mot klimaendringer, inkluderer UKCIP forskjellige politiske reaksjoner på klimaendringer i sine scenarier (UKCIP, 2000). SRES går også ut fra at de ulike scenariene vil følge ulik teknologisk utvikling, mens UKCIP bruker den samme teknologiske utviklingen for alle scenariene. De fire SRES-scenariefamiliene er oppsummert i tabellen under.

Tabell 1 Oppsummering av de fire scenarioene hos FNs klimapanel (Parry m.fl., 2007)

<p>Scenariofamilie 1: Navn fra UKCIP: World markets Navn fra FNs klimapanel: A1</p> <p><u>Kjennetegn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • En markedsorientert verden. • Rask økonomisk vekst målt per innbygger. • Befolkningsvekst frem til 2050, så nedgang. • Governance (styring): sterk samhandling/kontakt mellom regioner, mer likhet i inntekt mellom regioner. • Teknologi: Ser for seg tre mulige veier for energibruk: 1) Fossilintensiv, 2) ikke-fossile energikilder, 3) balanse mellom mange kilder. 	<p>Scenariofamilie 2: Navn fra UKCIP: Global sustainability Navn fra FNs klimapanel: B1</p> <p><u>Kjennetegn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tilnærming mellom verdensdeler • Økonomien blir mer service- og informasjonsbasert, lavere økonomisk vekst enn i scenario 1 (A1). • Befolkningsutvikling den samme som i scenario 1 (A1). • Governance (styring): Satsing på globale løsninger på økonomisk, sosial og miljømessig bærekraft. • Teknologi: Ren og ressurseffektiv.
<p>Scenariofamilie 3: Navn fra UKCIP: National enterprise Navn fra FNs klimapanel: A2</p> <p><u>Kjennetegn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • En differensiert, heterogen verden. • Regionalt orientert, mer selvstendige lokalsamfunn. Den laveste økonomiske veksten per innbygger. • Folketallet fortsetter å øke. • Governance (styring) preget av lokale identiteter og lokalsamfunn som først og fremst stoler på seg selv. • Teknologi: Senere og mer fragmentert utvikling enn i de andre scenarioene. 	<p>Scenariofamilie 4: Navn fra UKCIP: Local stewardship Navn fra FNs klimapanel: B2</p> <p><u>Kjennetegn:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • En verden med lokale løsninger. • Middels økonomisk vekst. • Folketallet øker hele tiden, men mindre enn i scenario 3 (A2). • Søker etter løsninger på miljøvern og sosial rettferdighet på lokalt og regionalt nivå. • Teknologi: Raskere enn scenario 3 (A2), men senere og mer variert enn 1 og 2.

Scenariofamilie A1: ”Verdensmarkeder”

Denne historien kombinerer høy global avhengighet på governance-aksen og en vekt på individuelle forbrukerverdier på verdi-aksen. Her blir det beskrevet en verden med globalisert økonomi og rask økonomisk vekst (IPCC, 2007). Det vil være økt kulturell og sosial kontakt mellom regioner i verden. Gjennomsnittsinntekten i ulike deler av verden blir likere, det vil si at forskjellen mellom ”fattige” og ”rike” land gradvis blir oppløst. Grunnen til at forskjellene blir mindre, er fremskritt innenfor transport- og kommunikasjonsteknologi, ny politikk på nasjonalt nivå for innvandring og utdanning, og et sterkt samarbeid internasjonalt for å skape institusjoner som øker vekst i produksjon og utveksling av teknologi. Det blir høy mobilitet av mennesker, ideer og teknologier, og store investeringer og innovasjon i utdanning, teknologi og institusjoner både på nasjonalt og internasjonalt nivå. Denne utviklingen er ikke nødvendigvis fri fra problemer (også hvis vi ser bort fra klimagassutslipp). Mange samfunn kan oppleve store forskjeller mellom folk, og inntektsvekst kan øge og føre til økt press på fellesgoder mange steder.

Folketallet vil øke frem til midten av århundret, så vil det avta. Dette henger sammen med at denne scenariofamilien tegner et bilde av global økonomisk vekst, der økende rikdom fører til at flere etter hvert lever lengre og får færre barn. Gjennomsnittsalderen i befolkningen globalt går opp, og pensjonistenes behov må først og fremst dekkes gjennom det de selv har spart opp gjennom private pensjonsordninger. Høye inntekter fører til mer privatbilisme, mer spredt bosetning (”urban sprawl”) og utbygde transportnett, både nasjonalt og internasjonalt.

Ifølge denne scenariofamilien vil det være rikelig tilgang på energi- og mineralressurser. Dette er fordi det vil være raske teknologiske fremskritt, slik at forbruket blir redusert samtidig som det vil bli mulig å utvinne mer fra reservene. Hvor mye klimagassutslipp det blir, kan deles inn i tre ulike scenariofamilier etter hvor mye teknologisk endring det blir i energisystemet. A1FI er en scenariofamilie der energi i stor grad er basert på fossile energikilder, og dermed blir klimagassutslippene store. I scenariofamilie A1T går verden mer over til ikke-fossile energikilder, mens A1B beskriver en situasjon der man ikke er sterkt avhengig av noen spesielle energikilder. Dette er den scenariogruppen hos IPCC som viser mest klimagassutslipp, og dermed de største klimaendringene. Som vi viste tidligere, har utslippene så langt vært høyere enn det disse scenarioene antyder.

Kaivo-oja m.fl. (2004) nedskalere de globale scenarioene til nasjonalt nivå for Finland, basert på intervjuer med eksperter og ulike dokumenter om mulige utviklingstrekk i samfunnet.. Noen av disse punktene, som berører hele verden, vil også være relevante for Norge og et norsk lokalsamfunn, kanskje mest fordi det sier noe om mulig fremtidig handlingsrom for beslutningstakere:

- Markedet er generelt en viktig drivkraft i dette scenarioet.
- Europa blir i økende grad en del av de globale markedene, og Europa vil fortsette å være en sterk kraft på de globale markedene, selv om asiatiske markeder vil styrke seg.
- Folketallet og arbeidsstyrken i Finland vil øke jevnt på grunn av innvandring. Innvandring blir sett på som svært viktig for å dekke etterspørselen etter arbeidskraft.
- Markedskreftene vil være sterke, og private selskaper vil være viktige i utforming og koordinering av politikk.
- Den økonomiske veksten blir sterk, men økonomien blir turbulent og kan skape dramatiske svingninger i samfunnet. Sektorer med høy intellektuell kapital vil klare seg best.
- Samfunnet vil preges av privatisering. Private selskaper blir aktive deltakere i bygging av infrastruktur, og deler av utdanningssystemet og helsevesenet vil bli privatisert. Dette fører til høyere egenbetaling hos brukerne.
- Offentlig sektor gir bare grunnleggende velferdstilbud, tilpasset til at verdiene dreier mot mer individualisme, nyliberalisme og konkurranse.
- Energiprisene blir høye og forbruket følger den økonomiske vekstraten. Mer energi vil bli produsert av fornybare kilder, etter avtaler og press fra det internasjonale nivået.
- Høyhastighetstog og motorveier blir bygget i stor skala. Folk vil i større grad bo nær de store byene, og bilkjøringen øker som følge av høyere gjennomsnittlig avstand mellom hjem og arbeidsplass.
- Livsstilen til "vanlige folk" blir beskrevet som handelsfokuset, effektiv, rask, individuell og fokusert på privat entreprenørskap. IKT er viktig, og de mest innflytelsesrike menneskene er globale kunnskapsarbeidere, forretningsfolk med nettverk og globale selskaper.

Scenariofamilie B1: "Global bærekraft"

Dette scenarioet kombinerer fellesskapsverdier på verdi-aksen med gjensidig avhengighet på governance-aksen. Her vil det være mye oppmerksomhet rettet mot miljøvern og sosiale verdier, og det blir jobbet for bærekraftig utvikling gjennom globale institusjoner. Folks bevissthet rundt miljøspørsmål øker, fordi de ser tydelig at bruk av naturressurser kan true menneskenes eksistensgrunnlag på jorden. Eksempler er avskoging, utarming av jorden, overfiske og global og regional forurensning. Økonomisk, politisk og kulturelt blir det relativt tette bånd på tvers av regioner i verden. Både myndigheter, næringsliv, media og offentligheten blir mer opptatt av å ta hensyn til miljø og sosiale aspekter av utvikling. I tråd med retningslinjene, regner imidlertid ingen av SRES-historiene med noen form for klimapolitikk som en del av samfunnsendringene.

Som i scenariofamilie A1, beskriver scenariofamilie B1 raske endringer i en globalisert verden. Forskjellen er ulike prioriteringer. Mens A1 bruker opptjente midler på mer økonomisk vekst, er scenariofamilie B1 en verden der mer av overskuddet går til å bruke ressurser mer effektivt, til likhet og rettferdighet og til miljøvern. Det kan imidlertid oppstå motkrefter mot dette ulike steder i verden, slik at disse verdiene ikke trenger å være til stede alle steder.

Teknologisk endring er sentralt i denne scenariofamilien. Menneskene går frivillig med på samarbeid og livsstil med mindre bruk av ressurser. Ren teknologi og redusert forbruk blir verdsatt og støttet av politiske tiltak. Internasjonale institusjoner blir styrket, og sammen med ulike insentivsystemer fører dette til renere teknologi. Det blir gjennomført organisatoriske endringer for å klare å redusere bruk av materialer og energi, og som en bieffekt blir produktiviteten i arbeidsmarkedet høyere. En høyere andel av de globale inntektene blir brukt på service og kvalitet, og mindre på materielle varer og kvantitet.

I B1-scenariofamilien går det relativt smertefritt å gå over til nye energikilder etter hvert som det blir mindre tilgang på olje- og gassressurser. Det vil bli brukt mye gass i en overgangsfase, som den reneste fossile ressursen, men det blir først og fremst øvd press på å utvikle nye teknologier som ikke er basert på fossil energi. Generelt er dette et bilde av et verdenssamfunn som klarer å håndtere de negative miljøsidene ved utvikling. Lokal luftforurensning, bruk av landareal og beskyttelse av villmark er noe av det som blir håndtert på en effektiv måte.

Klimagassutslippene blir relativt lave, selv hvis ikke det kommer i stand noen eksplisitte klimaavtaler.

Her ser det finske prosjektet for seg at offentlige myndigheter og EU vil jobbe aktivt i retning bærekraftig utvikling, og offentlig-privat samarbeid blir sentralt (Kaivo-oja m.fl., 2004). Bedrifter endrer oppmerksomhet bort fra profitt og markedsandeler og mer i retning kvalitet og kundetilfredshet. Den økonomiske veksten er sterk, men mindre enn i forrige scenario. Nye internasjonale politiske organer vil prøve å løse problemer knyttet til for eksempel befolkning, avfall, fattigdom, miljøproblemer, klimaendringer og knapphet på mat og energi. Fellesskapsinteresser

preger nasjonal politikk, og det blir brukt mye ressurser til helsevesen og velferdstiltak, energitilførsel og matsikkerhet. Grønne skattereformer skal gi vanlige borgere en mer bærekraftig livsstil. Aktiv politikk og utvikling av offentlig infrastruktur gjør mobiliteten mer bærekraftig og hindrer at folks reisetid og reiseavstander øker.

Scenariofamilie A2: "Nasjonal virksomhet"

I dette scenarioet er individuelle forbrukerverdier kombinert med styring som stort sett foregår på lokalt eller nasjonalt nivå. Verden er altså svært heterogen, mens individuelle rettigheter settes foran kollektive interesser over tid (IPCC, 2000). Sammenlignet med scenariofamilie A1 blir flyten av handel og kapital lavere, og den teknologiske endringen mindre. Det blir i mindre grad sosial, økonomisk og kulturell kontakt mellom ulike deler av verden, i stedet blir verden delt inn i mer selvhjulpne økonomiske regioner. De ulike regionene får ikke lik økonomisk vekst, og avstanden mellom fattige og rike land blir ikke mindre. Tvert imot blir forskjellene opprettholdt eller økt. Familie og lokalt fellesskap blir viktige verdier, og dette gjør at folketallet går relativt sakte nedover. Dermed blir denne scenariofamilien den som får høyest folkevekst, med rundt 15 milliarder mennesker rundt 2100.

Når mennesker, ideer og kapital flyter mindre fritt, vil også utvikling og spredning av ny teknologi gå saktere i dette scenarioet enn i scenario A1 og B1. Teknologisk endring vil også skje ulikt i ulike deler av verden. Regioner med rikelig med energi- og mineralressurser vil utvikle mer ressursintensive økonomier, mens de som har dårlig tilgang på energi- og mineralressurser i større grad vil prøve å redusere avhengigheten av import ved hjelp av teknologisk innovasjon. Oppsummert vil områder med få ressurser og høye inntekter ta i bruk ny teknologi, mens områder med mye ressurser og lave inntekter i større grad vil bruke eldre teknologi basert på fossil energi.

I denne scenariofamilien vil ulike deler av verden få forskjellige samfunnsstrukturer. Noen får sterkere velferdssystemer og reduserte forskjeller i inntekt, mens andre går motsatt vei. Det trengs mye mat, så produktivitet i jordbruket blir gjenstand for mye innovasjon og forskning. Det som begynner med mye jorderosjon og vannforurensning blir etter hvert bedre ved hjelp av lokale tiltak, men ikke alle deler av verden håndterer dette like godt. Generelt er folk lite opptatt av miljø, selv om det blir gjort en del for å forhindre lokal forurensning.

Her ser det finske prosjektet for seg en minimering av offentlig sektor og økt makt til markedskrefter (Kaivo-oja m.fl., 2004). Både global politikk og nasjonal politikk vil markedet og private selskaper bli mer dominerende. Finland implementerer store privatiseringsprogrammer, for eksempel for universiteter, sykehus og skoler, noe som fører til en minimal statsstruktur. Myndighetene vil imidlertid bruke mer penger på forsvar, på grunn av økende internasjonale konflikter. Ulikhet, konkurranse, individualisme og kriminalitet er problemer i dette samfunnet. Arbeidsledighet er et problem, og dette bidrar til at folk må reise lengre for å komme på arbeid, samtidig som kollektivtransport er dårligere organisert. Samfunnsverdiene er individualistisk og konkurranseorientert.

Scenariofamilie B2: "Lokal forvaltning"

Det som først og fremst skiller denne scenariofamilien fra den forrige, er oppmerksomheten rundt miljø saker og bærekraftig utvikling. Denne scenariofamilien kombinerer fellesskapsverdier på verdi-aksen med lokal autonomi på governance-aksen. Da får vi et samfunn som legger vekt på å løse utfordringer med økonomisk, sosial og miljømessig bærekraft på lokalt plan. Styringsstrukturer og institusjoner er lokale og regionale, men press fra miljøbevisste borgere gjør at myndigheter og næringsliv i økende grad tar hensyn til velferd, likhet og rettferdighet og miljøvern. I hvor stor grad samfunn blir lokalt orienterte varierer mellom ulike scenarioer.

Utvikling går generelt relativt sakte i denne scenariofamilien, men forskjellen mellom rike og fattige land blir noe mindre enn i dag. Også lokale ulikheter går tilbake. Utdanning og velferdssystemer blir sterkere, levealderen går noe opp og fertiliteten går noe ned. Folketallet vil fortsette å stige, men ikke veldig raskt. Høyere utdanning gjør at flere blir opptatt av miljø- og utviklings spørsmål. Miljøvern er en av de få felles, globale prioriteringene i denne scenariofamilien. Men globale initiativ er ikke topprioritet, og blir mindre vellykket enn lokale og regionale initiativer.

Teknologisk endring blir noe saktere og mer variert enn i scenarioene A1 og B1. . Det blir en viss overgang til andre energikilder enn de fossile, men likevel blir det globale energisystemet for det meste avhengig av fossil energi frem mot 2100, Det ligger godt til rette for lokale initiativ og innovasjon, men siden kontakten mellom ulike regioner ikke er veldig høy, blir det likevel forskjeller i graden av innovasjon i ulike deler av verden. Tilgangen til naturressurser avgjør hvordan energisystemene ser ut lokalt. I områder der man har rask økonomisk utvikling og knappe naturressurser, vil innovasjonen gå raskere enn andre steder. I disse områdene blir det nødvendig å bruke energi og andre ressurser mer effektivt, og derfor blir det utviklet teknologi som er

mindre karbonintensiv. Dermed blir teknologisk endring ulikt fordelt. Arealbruk blir godt integrert på lokalt nivå. Infrastruktur på lokalt nivå blir godt organisert, byene brer seg ikke bredt utover, men blir relativt kompakte, og folk blir ikke så avhengige av bil. Det blir mer fokus på å være selvforsynt med mat, slik at folk begynner å kjøpe mer lokale produkter. I tett befolkede land vil folk spise mindre kjøtt.

Her ser Kaivo-oja m.fl. (2004) for seg et finsk samfunn der den globale økonomien er ubalansert, og der ulike deler av verden opplever sterke økonomiske kriser. Sterke lokale myndigheter er derfor nødvendige, og disse vil samarbeide på ulike måter som et svar på internasjonal usikkerhet. Myndighetene vil være regionalt orienterte, det blir lite integrasjon i Europa. Grasrotorganisasjoner vil få stor betydning. Økonomisk vekst vil foregå på lokalt nivå fordi den internasjonale situasjonen er usikker. Dette er lite fleksibelt, arbeidsledighet blir et problem, og mye ressurser blir brukt på velferdssystemet. Offentlig sektor blir antatt å være svakere enn i dag. Energiproduksjon og infrastruktur vil foregå mest lokalt. Lokalt entreprenørskap og selvstendighet vil være utgangspunkt for næringslivet.

Et kritisk blikk på scenarioene: Kan det finnes andre drivkrefter?

I de fire samfunnsscenarioene vi har presentert, blir sosiale og politiske verdier og styringsstrukturer (governance) brukt som grunnleggende dimensjoner for å forklare samfunnsendring. UKCIP (2000) argumenterer for å gjøre det på denne måten ved å påpeke at mange viktige debatter både i økonomiske, politiske og sosiologiske studier nettopp tar utgangspunkt i verdier/ideer og politiske/institusjonelle strukturer, og forholdet mellom dem. Disse to dimensjonene, ideer og samfunnsstrukturer, blir sett på som noe som former mange andre endringer som finner sted, og diskusjonen handler gjerne om hvilken av disse dimensjonene som påvirker samfunnsendringer mest. FNs klimapanel bruker de samme to grunndimensjonene, men argumenterer for at dette ikke nødvendigvis er de som driver utviklingen (IPCC, 2000). De påpeker at samfunnsendringer skjer som et resultat av mange ulike faktorer som påvirker hverandre gjensidig, og at det derfor er uforutsigbart hva som skjer. Scenarioene deres blir derfor brukt som en illustrasjon nettopp på at dette er uforutsigbart, og at utviklingen kan gå i mange ulike retninger.

Likevel kan det hende at scenariefamiliene til FNs klimapanel ikke fanger opp den store variasjonen som finnes av mulig samfunnsutvikling i fremtiden. Scenarioene bygger på hva som kan komme til å skje som et resultat av mange små endringer over tid, drevet av verdier og governance. Ingen av scenarioene tar høyde for at det kan skje store, brå endringer og hendelser som kan få stor innvirkning. UKCIP kommenterer imidlertid at det er noen problemer knyttet til denne måten å bygge samfunnsscenarioer på. De siterer en tidligere studie, RegIS, der det blant annet går frem at beslutningstakere stilte spørsmål ved verdien av scenarioene, nettopp fordi alle scenarioene viser resultater av små endringer over tid (UKCIP, 2000:69). I virkeligheten skjer endringer ofte fort, og det kommer uventede hendelser som ryster i grunnmuren til det eksisterende samfunnet. Dette kan noen ganger føre til fundamentale endringer, som kan føre til at utviklingen begynner å gå mer i retning et helt annet scenario. Når FNs klimapanel likevel ikke tar med brå endringer i sine scenarioer, er det nettopp fordi slike er uventede og vanskelig å forutse.

Det er likevel grunn til å spørre om det hadde vært grunn til å tørre å spå også i store bokstaver, i stedet for å velge å se bort fra mulige brå endringer. Brå endringer har skjedd før, og vil komme til å skje igjen. Det er heller ikke slik at verdier og governance, som SRES og UKCIP bygger sine scenarioer på, er helt uavhengige faktorer som påvirker andre samfunnsforhold uten selv å bli påvirket. Derfor vil det fortsatt være et poeng å stille spørsmål ved hvilke faktorer det er som driver samfunnsendringer. Det er mulig å hevde at ved å se bort fra andre drivkrefter for endring, og ved å se bort fra brå endringer, fanger ikke disse scenarioene opp bredden i det "mulighetsrommet" som finnes for hvordan samfunnet kan komme til å endre seg.

Derfor vil vi her også vise et alternativt scenario som baserer seg på en helt annen driver av samfunnsendringer enn de scenarioene vi har sett på til nå. Formålet med å trekke dette frem er ikke å si at noe er mer sannsynlig enn noe annet, men å illustrere at "mulighetsrommet" for fremtidige endringer er stort, og at det sannsynligvis større enn det de fire samfunnsscenarioene til FNs klimapanel tar høyde for. Det illustrerer også at klimaendringer, ressurstilgang og samfunnsstrukturer er sterkt gjensidig avhengig av hverandre, og at en brå endring i noe av dette kan påvirke de andre kraftig. Vi trekker også frem dette for å vise at norske kommuner kan ha flere og andre utfordringer og muligheter enn det som kommer frem ved bare å se på SRES-scenarioene. Fremtidsbildet vi vil bruke til å illustrere dette er Peak Oil-litteraturen. Denne skiller seg fra FNs klimapanel scenarioer på et viktig punkt: Mens klimapanelet ser for seg at samfunnet vil takle en stadig synkende tilgang på olje- og gassressurser i fremtiden, tegner Peak oil-litteraturen et bilde av en verden som ikke uten videre klarer å håndtere denne utfordringen.

Peak Oil: En "supplerende driver" for produksjon av fremtidsbilder?

Det er stigende bekymring i det internasjonale samfunn for hvor lenge den samlede oljeproduksjonen i verden vil kunne holde tritt med en økende etterspørsel. Begrepet "peak oil" beskriver en situasjon der etterspørselen etter olje globalt overstiger samlet produksjon¹. Litt forenklet innebærer dette at hvis den globale oljeproduksjonen når toppen i for eksempel 2010, vil produksjonen i 2030 være omtrent på nivå med produksjonen i 1990. Imidlertid vil verdens befolkning ha øket med flere hundre millioner og være mer industrialisert og oljeavhengig enn i 1990. Som en konsekvens av dette vil etterspørselen etter olje overstige oljeproduksjonen, og prisene vil stige raskt og betydelig. Noen av dem som advarer om mulighetene for en slik utvikling er Association for the study of Peak Oil & Gas (ASPO)², som består av forskere fra en rekke land. Disse viser til at toppen i nye oljefunn i verden ble nådd allerede på 1960-tallet, og at verden begynte å bruke mer olje enn det som ble oppdaget i nye funn allerede i 1981. Avstanden mellom nye funn og forbruk har økt etter det. De peker på at flere land allerede har nådd toppen av oljeproduksjonen, og at toppen på verdensbasis nærmer seg³. Samtidig er det forventet at etterspørselen etter olje fortsetter å øke, ikke minst som følge av økonomisk vekst i land som India og Kina.

Det er ingen uenighet om at oljeproduksjonen vil nå toppen før eller siden, siden oljen er en avgrenset og ikke-fornybar ressurs. Vurderingene av når dette vil skje spriker imidlertid. I Norge nådde oljeproduksjonen toppen i 2000, og i 2008 ble det produsert 32 prosent mindre enn det ble gjort i 2000 (Regjeringen.no, 10.08.2009). Gassproduksjonen i Norge er fortsatt stigende. ASPO har generelt vært mer negative i sine vurderinger enn det regjeringer og IEA har vært. Blant annet mener den britiske regjeringen at peak oil ikke vil inntreffe før langt inn i dette århundret, i hvert fall etter 2030. Sjefsøkonom Fatih Barol i det internasjonale energibyrået (IEA) advarer imidlertid nå om at produksjonstoppen globalt kan nå toppen allerede om ti år, og føre til energikrise, sterk økning i oljeprisen og problemer på verdensmarkedene (The independent, 03.08.2009). Denne uttalelsen er basert på en kartlegging av mer en 800 oljefelter, som til sammen står for mer enn tre fjerdedeler av den samlede produksjonen i verden. I denne undersøkelsen blir det konkludert med at de fleste store oljefeltene har passert produksjonstoppen, og at nedgangen i produksjonen går fortere enn tidligere antatt. Barol påpeker at selv om etterspørselen etter olje holder seg konstant og ikke øker, vil verden måtte finne en mengde olje tilsvarende fire ganger Saudi-Arabia for å opprettholde produksjonen, og seks ganger Saudi-Arabia for å holde tritt med forventet økning i etterspørsel fra nå og til 2030.

Når det ikke er uenighet om at det kommer til å bli mindre tilgang på olje i hvert fall i løpet av noen tiår, er spørsmålet heller hva konsekvensene vil bli av dette. Scenariene til FNs klimapanel tar alle høyde for at verden i alle fall noenlunde tilpasser seg den nye situasjonen, de tar ikke høyde for noen "krise". Forskere som Fatih Barol og ASPO advarer imidlertid om at nedgangen i olje kan føre til økonomiske problemer og store konflikter, fordi olje er en så konsentrert kilde til energi at det er vanskelig å erstatte den. Kanskje kan dette gi et brudd som fører samfunnet i en annen retning enn det FNs SRES-scenarier tar høyde for. Her er det viktig å merke seg at verdier og politikk ikke nødvendigvis alltid er det som styrer samfunnsutviklingen, selv om de ligger i bunnen for SRES-scenariene. Vi kan for eksempel tenke oss at manglende tilgang på olje i neste omgang skaper konflikter og problemer som i neste omgang påvirker både verdier og politikk.

¹ Begrepet "Peak oil" stammer fra beregninger oljegeologen Hubbert gjennomførte i USA på 70-tallet som viste at oljeproduksjonen i en gitt region fulgte en klokkeformet kurve, der toppen på kurven representerer den maksimale produksjonen. Denne inntreffer når 50% av oljeforekomstene i regionen er tappet. [Hubbert, M.K.](#), 1982, Oil and gas supply modeling: NBS special publication 631, U.S. Department of Commerce / National Bureau of Standards (now the National Institute of Standards and Technology, NIST) May 1982. p. 90

² <http://www.peakoil.net/>

³ Campbell, C. J. and Laherrere, J. H., 1998, The end of cheap oil: Scientific American, v. 278, no.3, p. 78-83

Mulige konsekvenser for Fredrikstad

Vi har sett at klimaendringene kan få store konsekvenser for blant annet havnivå, økosystemer, tilgang til ferskvann, jordbruk, skogbruk og helse rundt om i verden. Hvor store konsekvensene blir, er blant annet avhengig av hvor mye klimagasser som blir sluppet ut i fremtiden, og hvor stor tilpasningskapasitet et samfunn har. Fattige deler av verden har minst evne til å tilpasse seg, og vil dermed være mest utsatt. Utslipp og tilpasningskapasitet er avhengig av hvordan samfunnsutviklingen blir. Fordi samfunnsendringer er vanskelig å forutse, blir det brukt scenarioer for å vise "mulighetsrommet" for hvordan samfunnsendringene *kan* bli. Dette gjør det mulig å diskutere og planlegge under usikkerhet.

Vi vil nå gå mer konkret inn på hva som kan bli konsekvensene for Fredrikstad kommune av klimaendringene som foregår andre steder i verden. Her er det vanskelig å lage en utfyllende liste, men vi vil trekke frem noen tema som kan bli aktuelle for Fredrikstad. Dette er også tema som Fredrikstad kommune berører i resten av arbeidet med klimatilpassing: Befolkning, jordbruk, mobilitet, og litt om arbeids- og næringsliv. Flere av temaene er også aktuelle for andre kommuner som er med i NORADAPT. Det viktigste er å vise hva som kan komme til å skje, og hvor avhengig dette er av hvordan samfunnet utvikler seg. Dette "mulighetsrommet" bør kommunen ta med i betraktningen når dette blir diskutert.

Befolkning

Når vi tar for oss befolkning i denne sammenhengen, handler det først og fremst om flytting inn eller ut av Norge. Den mest nærliggende konsekvensen av klimaendringer andre steder i verden for et norsk lokalsamfunn er her innvandring. Denne vil blant annet være avhengig av hvor mye ressursknapphet og konflikter det blir i verden i fremtiden, hvor mange flyktninger som flykter til andre steder i sin egen region i forhold til hvor mange som søker mot Norge, og den praktiske muligheten mennesker i andre deler i verden har til å komme seg hit. Det siste punktet gjelder enten det er snakk om mennesker på flukt eller arbeidsinnvandrere.

Det finnes etter hvert en del forskning på sammenhengen mellom klimaendringer og flyktingestrømmer (SOU 2007:60). Dette gjelder både for internasjonale flyktninger og for internflyktninger, altså mennesker på flukt i eget land. Forskningsresultatene peker i ulike retninger, både om hvorvidt det egentlig er klimaendringer som fører folk på flukt, hvor mange flyktninger det kommer til å bli i fremtiden og hvor flyktningene vil reise. Flere studier vurderer det slik at problemene som kommer i kjølvannet av klimaendringene kan skape store flyktingestrømmer, blant annet fordi mange millioner mennesker er utsatt for vannmangel og dårligere tilgang på mat. Klimaflyktninger i fremtiden kommer sannsynligvis for det meste til å havne i flyktingeleire i hjemlandet eller i naboland. Norske myndigheter og bistandsorganisasjoner er blitt varslet om at det kan bli økende behov for hjelp i utviklingsland i årene som kommer, både til å håndtere kriser og til å gjennomføre tiltak for å tilpasse seg et endret klima (Utvalg for sikkerhetspolitikk, nedrustning og internasjonale utfordringer mot norsk sikkerhet (heretter forkortet SNIUNS), 2008). Blant annet kan planlagt migrasjon bli vanligere, det vil si at befolkningen i områder som er ekstra utsatt for flom, tørke eller lignende blir flyttet til andre områder (SOU, 2007:60). Det er også fare for at økende flyktingestrømmer i verden vil skape et kraftig økende press for innvandring til Norge (SNIUNS, 2008).

Det har vært lite forskning på hva klimaendringene kan ha å si for global sikkerhet, men dette spørsmålet har fått mer oppmerksomhet de siste årene (SOU 2007:60). Den vel egentlig første offisielle "klimarapporten" fra de den forrige republikanske administrasjonen i USA som offisielt erkjente klimaproblemet som noe som krevde politiske tiltak, var en rapport som tok opp nettopp dette spørsmålet (rapporten *An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security* fra 2003⁴). Storbritannia har tatt dette opp i FNs sikkerhetsråd, og i USA har militære toppledere hevdet at klimautfordringene er en stor trussel mot global sikkerhet (Sullivan m.fl., 2007). I rapporten *National Security and the Threat of Climate Change* hevder de at klimaendringene kan skape sosial og politisk ustabilitet mange steder i verden. Mange av dem som har studert væpnede konflikter i verden de siste årene, mener at klimaendringene ikke har hatt noen innvirkning på disse konfliktene (SNIUNS, 2008). Hvis konsekvensene av klimaendringene blir så alvorlig som FNs klimapanel tror de kan bli, er det likevel grunn til å tro at det kan bli flere voldelige konflikter om tilgang til vann og jordbruksland. Faren for konflikter er størst der det er lite samarbeid mellom land, for eksempel i Afrika og Midtøsten (Sullivan m.fl., 2007, SOU 2007:60). Nye og større konflikter kan igjen føre til store folkeforflytninger, behov for hjelp (både militær og humanitær) og press på innvandring til Norge.

⁴ <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/an-abrupt-climate-change-scena.pdf>

Urbanisering er også en del av dette bildet. Det er grunn til å tro at klimaendringer bidrar til å forsterke urbaniseringen som allerede foregår i store deler av verden (SOU, 2007:60). Folk flytter fra landsbygden til byene, og i 2007 bodde det for første gang flere mennesker i byer enn på bygdene. I områder som rammes hardt av klimaendringene kan urbaniseringen bli særlig stor, fordi mennesker flykter til byene. Dette vil sannsynligvis føre til spredning og vekst av slumområder, noe som virker destabiliserende. Kombinert med fattigdom og svake institusjoner kan denne utviklingen gjøre konflikter verre eller skape nye.

Vi har imidlertid sett hvordan ulike samfunnsscenarioer tegner svært ulike bilder av hvordan samfunnet kan bli i fremtiden. Her kan vi regne med at også sårbarhet og konsekvenser av klimaendringene vil variere mye mellom de ulike scenarioene. Det er imidlertid et problem at tema som fremtidig teknologiutvikling og tilpasningskapasitet i hvert fall foreløpig ikke er gode nok i scenarioene (IPCC, 2007c). Dermed kan de være litt vanskelige å bruke for beslutningstakere. Scenarioene illustrerer likevel noen viktige poenger. Vi kan nok gå ut fra at et samfunn med mye fokus på å løse klimaproblemene og unngå sårbarhet vil kunne møte færre problemer enn et samfunn som ikke gjør det. Hvorvidt verden blir stadig mer knyttet sammen, eller om vi får klart adskilte regioner, vil også påvirke konsekvensene av klimaendringer. Det påvirker blant annet hvor store forskjeller det blir mellom ulike deler av verden. Det påvirker også mobilitet og menneskers muligheter til å flytte på seg, og få opphold, utdanning eller arbeid både i eget land og andre steder i verden. Om samfunnsutviklingen går i retning av en global eller en regional orientering vil også ha betydning: Blir for eksempel verden mer integrert, med mindre forskjeller mellom fattige og rike land, vil kanskje fattige lands sårbarhet for klimaendringer bli mindre. Det vil også være mulig å finne globale løsninger på problemer. Hvis derimot forskjellene mellom rike og fattige land blir store og kontakten mellom dem er liten, vil fattige land være ekstra utsatt for klimaendringer. Skulle peak oil-litteraturen få rett, kan manglende tilgang på fossile brensler få alvorlige konsekvenser for den globale tilgangen på mat. Som vi skal se i avsnittet om matproduksjon, kan uansett prisene på mat komme til å bli høyere og tilgangen kan bli vanskeligere. Dette kan sende folk på flukt, men kanskje kan også mobiliteten bli mindre slik at det likevel blir mindre folkeforflytninger.

Det er altså mulig at det kommer flere flyktninger til Norge som skal integreres i det norske samfunnet. Dette kan by på utfordringer, men er ikke nødvendigvis et onde. Som Tor Selstads scenarioer viser, trenger Fredrikstad innvandrere hvis kommunen ønsker å fortsette å ha et økende folketall. Spørsmålet er da hvilken kapasitet kommunen har til å ta imot og integrere nye landsmenn, hvor robust kommunen er når det gjelder utfordringer dette kan føre med seg, og hvor godt kommunen klarer å benytte seg av fordelene ved innvandringen. Tiltak for å gjøre kommunen robust kan for eksempel berøre mentalitet i befolkningen, helsetilbud og andre velferdstilbud, areal (eks. er innvanderne samlet i enkelte bydeler, eller bor de mer spredt?) og arbeids- og næringsliv.

Matproduksjon

Som vi så i forrige del om konsekvensene av klimaendringene, kan klimaendringene skape økt press på produktive landområder for matproduksjon mange steder i verden. Samtidig kommer verdens befolkning til å vokse i alle fall frem mot 2050, og trolig overstige 9 milliarder². Flere utviklingstrekk og årsakssammenhenger utfordrer den globale matproduksjonen, og kan medvirke til at mat blir dyrere i fremtiden. Befolkningsvekst og nedbygging av jordbruksarealer har halvert jordbruksarealet pr person i verden fra 1960 til i dag⁵. Den forventede befolkningsveksten vil i stor grad skje som byvekst i u-land. Byveksten vil innebære nedbygging av dyrket jord, samtidig som det fører til økt press på jordbruksproduksjonen ved at vannforbruket i byene vil øke. Velstandsvekst i land som Kina og India har ført til økt kjøttforbruk, noe som krever mer areal- og vannforbruk for å mette den samme befolkningsmengden enn en mer vegetabilsk diett. En voksende produksjon av biodrivstoff konkurrerer med matproduksjon om areal og vann.

Klimaendringer vil forsterke presset på verdens jordbruksproduksjon i første rekke gjennom redusert tilgang på ferskvann i mange områder. FNs klimapanel har estimert at 75-250 millioner mennesker i Afrika kan komme til å få en forverret tilgang til vann, og forventer at jordbruksproduksjonen i mange land vil bli redusert med så mye som 50%. Havnivåstigning vil føre til tap av landbruksområder fordi landarealer blir satt under vann og saltvann vil trenge seg inn i grunnvannet i sjønære landområder. FAO⁶ regner med at klimaendringer vil føre til reduserte avlinger og produksjon i deler av verden, mer svingninger i verdens matvarepriser og at antallet mennesker som risikerer sult og manglende matsikkerhet vil øke. I så fall vil mange land kunne oppleve sivil uro og migrasjon.

⁵ I følge Pimentel (2003) var jordbruksarealene i 1960 omkring 5 dekar pr. capita, mens de i 2003 var omkring 2,5 dekar.

⁶ Food and Agriculture Organization of the United Nations 2007: Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities. FAO Rome, 2007

Dersom tilgangen til olje blir forverret gjennom økte priser og mer ustabil forsyning, slik vi diskuterer i avsnittet om peak oil, vil dette få store konsekvenser for verdens jordbruksproduksjon og matforsyning⁷. Moderne jordbruk er i stor grad avhengig av fossil energi, blant annet til produksjon av kunstgjødsel og plantevernmidler, til drift av landbruksmaskiner og irrigasjonssystemer og til transporter i forbindelse med foredling og distribusjon av matvarer. Estimater tyder på at for hver kalori mat som konsumeres i moderne matforsyningssystemer er det brukt i gjennomsnitt 10 kalorier fossil energi⁸. Fornybar energi produseres med lavere energiutbytte og til høyere pris enn olje, så det er sannsynlig at energiprisene vil stige også hvis man går over til andre former for energi. Dermed blir det dyrere å produsere mat. Stigende etterspørsel etter mat kan også være med å øke matvareprisene.

En mulig konsekvens av en utvikling i retning dyrere mat og et mer ustabilt verdensmarked, kan være en økende politisk vektlegging av nasjonal og regional selvforsyning, og et mindre globalisert matvaremarked.

Norge vil merke konsekvensene både av dyrere mat på verdensmarkedet og av et mer ustabilt verdensmarked for matvarer. I dag er omkring halvparten av maten vi spiser importert, og vi har en betydelig import av kraftfor og andre innsatsmidler i jordbruket. Det er imidlertid vanskelig å forutse hvordan disse endringene i sum vil slå ut for norsk jordbruk og matforsyning. For det første kan høyere priser på mat gjøre landbruket i Norge mer lønnsomt. Dette vil trolig i sin tur føre til en nedbygging av landbruksoverføringene. På den andre siden er det mulig at den globale situasjonen kan føre til en politikk med mer vekt på selvforsyning, slik at politiske virkemidler for å stimulere norsk matproduksjon opprettholdes eller styrkes. Dersom prisen på olje stiger radikalt, eller det innføres restriksjoner på oljeforbruk som et ledd i klimapolitikken, kan det bli behov for flere sysselsatte i landbruket. Dyrere priser på olje til transport kan også føre til en mer desentralisert distribusjons- og foredlingsstruktur. Det som framstår som den mest robuste spådommen om framtidens jordbruk og matforsyning i Norge, er at verdien av dyrket jord i et land med tilstrekkelig tilgang på ferskvann vil stige i fremtiden. Jordvern framstår som en viktig tilpassing til klimaendringer, og noe et lokalsamfunn vil kunne tjene på å ta hensyn til.

Mat produsert fra havet er en svært viktig ressurs for Norge. Regnet på kaloribasis er Norge en netto matvareeksportør på grunn av vår omfattende produksjon av villfisk og oppdrettsfisk. Regnet i forhold til det vi faktisk spiser er vi imidlertid nettoimportør, i den forstand at halvparten av det vi spiser er importert.

Klimaendringer globalt vil kunne påvirke vilkårene for marin matproduksjon dramatisk. Temperaturøkning i havet kan for eksempel føre til at oppdrett av laksefisk på vestlandet ikke lenger vil være mulig. Skrekkszenarioet er likevel at forsuring av havområdene vil svekke produksjonen av kalkholdige arter som står nederst i næringspyramiden; en endring som vil påvirke produksjonen oppover i næringskjeden og dermed endre tilgangen på arter som egner seg for menneskeføde. Disse endringene kan påvirke Norge både på import- og eksportsiden, i tillegg til at produksjonsvilkårene i Norge vil kunne påvirkes. På importsiden vil importen av både marin mat og råvarer til vår egen marine matvareproduksjon kunne endres, i tillegg til at markedene (derfor) for vår eksport av marin mat vil kunne endres. Om vi i tillegg tar med at vilkårene for marin matproduksjon i Norge ventelig også vil kunne endres, er det svært krevende å fastslå hva sumeffekten for Norge vil kunne bli. Vi kan frykte at den samlede globale tilgangen på marine matvarer vil svekkes, eller vi kan håpe at i beste fall vil bare sammensetningen av arter som er tilgjengelig for å kunne fungere som mat for mennesker endres – slik at en del av utfordringen da blir å endre produksjon og matvaner. I verste fall kan det bli at samlet matvaretilgang reduseres. Dermed forsterkes viktigheten av den landbaserte jordbruksproduksjonen og jordvernet i en kommune som Fredrikstad.

Mobilitet og arealbruk

Olje er kilden til drivstoffet for de fleste av fremkomstmidlene vi bruker for å binde sammen steder, lokalt og globalt. Samtidig vet vi at olje er en ikke-fornybar ressurs som en gang vil ta slutt så lenge vi pumper den opp fra grunnen og bruker den., spørsmålet er når og hvor fort dette vil skje. De fire SRES-scenariene viste oss at utviklingen her kan gå i ulike retninger, og at utviklingen i oljeforbruk også er avhengig av helt andre forhold enn tilgang til olje eller klimaspørsmålet. I et samfunn som fortsetter å basere seg på olje, er det sannsynlig at

⁷ Heinberg, R. 2006: Growing Food After Peak Oil. <http://www.lifeaftertheoilcrash.net/Archives2008/HeinbergFiftyMillion.html>

⁸ Giampietro, M., Pimentel, D. 1993: Population, Energy use and the Ecology of Agriculture. N.P.G. Forum October 1993.

oljesalget blir mer politisert, der de største oljelagrene ligger i Midtøsten. Mindre olje og ustabil tilgang kan føre til økte priser, noe som igjen gjør at transport blir dyrere. Det er også sannsynlig at det blir innført klimapolitiske tiltak som CO₂-avgifter eller restriksjoner på utslipp, noe som også vil føre til høyere priser på transport.

Flere av scenarioene beskrevet i dette notatet drøfter i liten grad problemer med tilgang på olje. Dette er fordi de forutsetter at det globale samfunnet vil klare å gå over til andre energiformer og mer fornybar energi. Mange tviler likevel på at dette vil la seg gjøre uten at energibruken reduseres vesentlig⁹. En overgang til drivstoff basert på biologisk produksjon vil i mange tilfeller konkurrere med matproduksjon, og energitilbyttet ved produksjonen er lav eller i mange tilfeller negativ¹⁰. Andre fornybare energiformer er arealkrevende og vil gi en mer kostbar energi enn olje. En storstilt overgang til kull vil øke klimagassutslippene vesentlig, og teknologien for CO₂-fangst og lagring er foreløpig bare på prøvestadiet. En av konklusjonene i Brundtlandkommisjonens rapport var at en forutsetning for å få til en bærekraftig utvikling var at bruken av fossile brensler måtte reduseres med 60 til 80% , men også at den samlede energibruken måtte reduseres med 50%.

Som vi viste til i avsnittet om peak oil er det også enkelte som tviler på om det er tid nok til å få til en overgang til andre energiformer før et knappere og mer politisert oljemarket blir virkelighet. Spørsmålet om når og hvor fort det blir mindre olje vil også påvirke hvor lett det blir å legge om til andre energiformer. Olje kan bli spesielt vanskelig å erstatte når det gjelder transportformål, fordi olje som energibærer har en svært høy energitetthet. Energitettheten gjør at drivstoffet tar lite plass, og det går mindre energi til å transportere oljebasert drivstoff enn andre drivstofftyper. Teknologi for transportmidler som er drevet på andre energiformer enn olje er tilgjengelig og delvis tatt i bruk. Spørsmålet om det er mulig å erstatte olje med andre energiformer til transport har med omfanget av mobiliteten å gjøre, om det er mulig å tenke seg at tilgangen på energi basert på andre energikilder gir rom for det. Høyer (1993) hevdet at det er umulig å tenke seg å opprettholde dagens høye mobilitet med andre energiformer enn olje. Selv hvis vi forutsetter at en høy mobilitet kan opprettholdes uten eller med sterkt redusert bruk av olje, er det nokså sikkert at prisene på drivstoffet vil måtte bli vesentlig høyere.

Disse problemstillingene har fått en del til å spørre om fortsatt globalisering faktisk er mulig å gjennomføre. Kan vi klare å kjøre så mye bil som vi gjør i dag, eller fly til andre deler av verden så ofte som nå er vanlig? Klarer vi å utvikle teknologi og skaffe nok energi uten å havne i en ressurskrise? Transport blir antakelig dyrere, men blir den såpass dyr at det blir nødvendig å bruke motoriserte kjøretøy i mindre grad?

Hvis dette siste slår til, kommer vi til et spørsmål om arealbruk i Fredrikstad kommune. Et spredt bosettingsmønster er transportkrevende og innebærer derfor sårbarhet for mulige endring i olje- og andre energipriser, så vel som mulige internasjonale eller nasjonale klimapolitiske tiltak. Det er sannsynlig at det blir nødvendig å redusere transportbehovet i fremtiden, og gjøre det lettere å gå, sykle eller bruke kollektivtransport i nærområdene. Dette kan gjøres ved målrettet arealplanlegging, der virkemidlene gjerne er fortetting og konsentrasjon av bygging rundt kollektivtransportårer. Utbygging i form av utfylling av grønne arealer i og ved byen kan imidlertid skape konflikt mellom ønsket om konsentrert utbygging og vern av dyrbar jord i urbane områder. Begge deler kan bli av interesse for kommunen, og det er en fordel å se disse i sammenheng når man skal gjøre vurderinger om arealbruk. Som vi kommer tilbake til i siste del, er det hensiktsmessig å lete etter vinn-vinn-situasjoner her, der man jobber for fortetting som i liten grad går ut over jordvernet.

Noen andre betraktninger om arbeids- og næringsliv

Norge er ikke isolert fra verdensøkonomien. Utvikling i global økonomi og finansmarkedene er derfor en mulig konsekvens for et norsk lokalsamfunn av klimaendringer andre steder i verden. Den såkalte Stern-rapporten, skrevet av økonomen Lord Nicholas Stern for den britiske regjeringen, hevder at hvis ingenting blir gjort vil kostnadene knyttet til klimaendringene komme opp mot fem prosent av verdens BNP, nå og for all framtid (SOU, 2007:60). Tar man flere risikoer og konsekvenser med i beregningen, kan tallet komme opp i 20 prosent. Konsekvensene dette kan få blir sammenlignet med hvordan depresjonen på 1930-tallet eller siste verdenskrig påvirket økonomien. Det at ekstreme værhendelser ser ut til å bli vanligere, kan påvirke finansmarkedene. Ekstreme værhendelser som fører til store ødeleggelser kan påvirke børsene og redusere troen på finansmarkedene. Dette kan videre føre til likviditetsproblemer i finanssektoren. Som finanskrisen det siste året har vist, er denne likviditeten avgjørende for bankene og deres evne til å betjene inn- og utbetalinger. En situasjon

⁹ Trainer, Ted 2007: Renewable Energy Cannot Sustain A Consumer Society Springer Verlag.

¹⁰ Den amerikanske økologiprofessoren David Pimentell har beregnet at produksjon av etanol fra mais i USA krever mer energi til bl.a. dyrking og destillering enn energiinnholdet som finnes i sluttproduktet.

der ekstremvær skaper ødeleggelse flere steder i verden samtidig vil kunne skade tiltroen til markedene alvorlig. Dermed vil verdensøkonomien også bli skadet.

Økonomiene i Nord- Europa vil ifølge Stern-rapporten ikke rammes særlig hardt av klimaendringene. De kan til og med få noen økonomiske fordeler av klimaendringene, i hvert fall på kort sikt (SOU, 2007:60). Klimaendringene kan likevel komme til å gå ut over økonomiene her. Den svenske utredningen om konsekvenser av klimaendringer (SOU, 2007) konkluderer ut fra Stern-rapporten at små og åpne økonomier som Sverige indirekte blir påvirket hvis klimaendringene fører til lavkonjunkturer og mindre etterspørsel etter varer og tjenester. Hvis derimot klimaendringene fører til lavere global produksjon av varer og tjenester, men etterspørselen blir opprettholdt, vil land som opplever få negative konsekvenser av klimaendringene vinne økonomisk på dette. Ut fra samfunnsscenarioene vi presenterte i forrige del, blir det likevel klart at det er helt avgjørende hvilken samfunnsutvikling det blir. Den svenske offentlige utredningen som det er henvist til over (SOU, 2007) omtaler hva som kan skje med Sverige som en liten, åpen økonomi i et globalisert marked. Imidlertid vil etter alt å dømme konsekvensene på markedet bli annerledes hvis verden går i retning markeder som foregår på regionalt nivå i en fragmentert verden. Vi så for eksempel at scenariefamilie A1 omtaler en integrert verden der forskjellene mellom rike og fattige land minker og flyten av varer og kapital i verden er stor, mens scenariefamilie A2 viser en regionalisert verden der ikke alle regioner klarer seg like godt. Dette vil ikke bare påvirke hvor sårbare fattigere land blir for klimaendringer, men det vil også skape svært ulike forutsetninger for handel fra Norge. Teknologit utvikling er viktig også her, og avhengig av tilgangen på energi og ressurser. Skjer det brå endringer, i vårt eksempel at tilgangen på olje og gass tar slutt, kan økonomien få helt andre utfordringer enn noen av de andre scenarioene tar høyde for.

Turisme

Turistnæringen i Norge er en av næringene som kan komme til å få en positiv utvikling som følge av klimaendringene andre steder. Blir det varmere i Sør-Europa, samtidig som sommertemperaturen blir mer behagelig hos oss, er det sannsynlig at flere søreuropeere vil bli interesserte i å legge sommerferien sin til Norge, og at flere nordmenn velger å feriere i eget land. Igjen er dette imidlertid avhengig av samfunnsutviklingen. Den avgjør hvor store utslippene blir i fremtiden, og er dermed med å avgjøre fremtidige temperaturforhold. På den andre siden kan redusert mobilitet som følge av klimapolitiske tiltak eller dyrere drivstoff føre til at færre kan foreta lange utenlandsreiser i ferien. Blir det merkbart dyrere å reise, vil dette kunne føre til at færre utenlandske turister kommer til Norge, men at flere nordmenn ferierer her. I dag bruker nordmenn på ferie i utlandet mer penger enn det utlendinger legger igjen på ferie i Norge.

Sumeffekter

Et sentralt metodisk poeng i NORADAPT-prosjektet er at vi i vurderingen av klimasårbarhet ønsker å få fram mulige *sumeffekter* av at klimaet og samfunnet endrer seg. Dette notatet dreier seg om å introdusere enda ett "nivå" som kan innebære en form for sumeffekt; nemlig sumeffekten både av virkninger i Norge av klimaendringer i Norge – og virkninger i Norge av klimaendringer i andre land (jf tabellen under). Så langt i klimadebatten i Norge er det så godt som utelukkende fokusert på kategori 1 – i noen grad kategori 2 – mens vi i dette notatet har forsøkt å få fram perspektiver på kategoriene 3 og 4.

Tabell 2 Fire kategorier av endringer som er viktige i å bestemme den samlede lokale klimasårbarheten

		Hvor oppstår endringen	
		I klimaet	I samfunnet
Hvor manifesterer endringen seg i første omgang	I Norge	1 Klimaendringer i Norge	2 Samfunnsendringer i Norge
	I utlandet	3 Klimaendringer globalt	4 Samfunnsendringer globalt

Sumeffekter kan i og for seg summeres på ulike måter – nær sagt på "kryss og tvers" i forhold til kategoriene vist i tabellen over. Så langt i NORADAPT har vi konsentrert oss om å summere mellom kategori (1) og (2). Her har vi brukt en enkel matrisetilnærming, der vi langs den ene akselen har ført opp mulige endringer som følge av at

klimaet isolert sett endrer seg – mens vi langs den andre akse har ført opp mulige endringer som følge av at samfunnet isolert sett endrer seg. I prinsippet kan vi bruke samme tilnærming når det gjelder å summere mellom kategori (3) og (4). Vi har over forsøkt å få frem noen av disse mulige kategoriene av endringer. For det vi i tabellen over har kalt kategori (3), virkninger av klimaendringer globalt, har vi pekt på virkninger som:

- Endret global matvareforsyning
- Endret flyktningsituasjon
- Endret konfliktpotensiale

Når det gjelder vår kategori (4), virkninger av samfunnsendringer globalt, har vi pekt på virkninger som:

- Endret befolkningensmengde og –struktur globalt
- Endret bosetningsmønster globalt
- Endret mobilitet globalt

Vi har dermed, i prinsippet, illustrert en metodikk for å summere effekter horisontalt i tabellen over. Metodikken kan i og for seg virke banal, men kan forhåpentligvis fungere oversiktlig og funksjonelt. Det som så gjenstår er helt avslutningsvis å si noe om sumvirkningene vertikalt; altså hvordan man kan tenke seg å prøve å summere de *direkte* (virkningene i Norge av endringer som manifesterer seg i Norge) med de *indirekte* virkningene (virkninger i Norge av endringer globalt). Dette er en mer krevende og flerdimensjonal øvelse som trolig mest hensiktsmessig kan gjøres sektor for sektor.

Én måte å framstille sumvirkningen av de direkte og indirekte virkningene kan være å ta utgangspunkt i økonomiske sektorer og så se vekselvis på etterspørsels- og tilbudssiden. Landbruk kan fungere som ett eksempel. De direkte virkningene gjelder da i hovedsak sumvirkninger av klimaendringer og endringer i landbrukspolitikken i forhold til norsk landbruksproduksjon, mens de indirekte virkningene gjelder i hovedsak hvordan klima- og samfunnsendringer kan slå ut i forhold til den globale matvaresikkerheten.

Vi har ikke et ferdig utviklet forslag til metodikk når det gjelder å gjennomføre dette tredje nivået av å vurdere sumvirkninger – altså av de direkte og indirekte virkningene. Enda lenger unna et konkret forslag til metodikk er vi når det gjelder å utlede tilpasningsstrategier til en slik "komplett tredje nivå sumeffekt" vurdering av klimasårbarheten. Det som likevel framstår som viktig er at slike vurderinger må gjelde på et overordnet nivå, og derfor trolig må inkludere en overordnet diskusjon om samfunnsutvikling som vil måtte gå ut over rammene for det som normalt gjelder i lokal samfunnsplanlegging. Altså at man må tørre å stille spørsmålsteget med premisser for samfunnsplanleggingen som man lokalt har liten påvirkning overfor.

Ett slikt premiss kan gjelde spørsmålet om hvor stor den *lokal selvforsyning* i forhold til viktige naturressurser bør være. I en stadig mer globalisert verden er dette et spørsmål som ofte blir viet liten oppmerksomhet, i og med at man tar for gitt at tilgangen ikke er en begrensende faktor verken i økonomisk eller fysisk forstand. Dette er imidlertid et forhold som kan endre seg, som derfor tilsier at økt grad av selvforsyning kan dukke opp som en nødvendig strategi for visse typer naturressurser.

Et annet slikt premiss kan gjelde omfang og type *mobilitet*. I moderne samfunnsplanlegging er tilgangen på og typen mobilitet sjelden problematisert. Man tar for gitt at person- og varemobiliteten kan øke nær sagt ubegrenset, og at innvandringen kan begrenses ut fra politiske hensyn. I en ikke alt for fjern fremtid kan det hende at alle disse premissene må endres radikalt, altså at tilgangen på både person- og varemobilitet må begrenses sterkt og at muligheten til å kunne begrense innvandringen ut fra politiske hensyn også må begrenses.

Oppsummering

Forskning på klimaendringer viser at klimaet allerede har begynt å endre seg, og at klimaendringene høyst sannsynlig er menneskeskapte. Klimaforskere tror at klimaendringene vil akselerere, slik at den globale gjennomsnittstemperaturen vil øke mer i dette århundret enn det gjorde i det forrige. Disse endringene kan komme til å gjøre stor skade. Blant annet kan stigende havnivå legge landområder under vann, også i folkerike områder i fattige land der folk har lite ressurser til å tilpasse seg. Mange arter kan dø ut, blant dem arter mange mennesker har som livsgrunnlag. Mange millioner kan oppleve press på tilgangen til ferskvann som følge av ismelting i fjellområder. Matproduksjonen kan gå ned mange steder i verden, og det er sannsynlig at flere mennesker vil sulte. Klimaendringer kan også gi negative helseeffekter ulike steder i verden.

Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til hvor store konsekvensene av klimaendringer kan komme til å bli. Noe av usikkerheten skyldes usikkerhet i hvordan klimaet vil endre seg, og noe skyldes usikkerhet i hvordan samfunnet vil endre seg. For det første er det usikkerhet knyttet til kunnskap i selve utformingen av klimamodellene, blant annet fordi man ikke har full oversikt over årsak-virkningsforhold, fordi det delvis er usikkert om modellene er gode nok, fordi det kan være mangler med selve datatilgangen eller fordi kjente forhold ennå ikke er tatt med i analysene. Dermed er det et spenn i hvor store konsekvensene kan bli. For det andre er størrelsen på klimaendringene også avhengig av hvor store klimagassutslipp det blir og hvor mye klimagasser blir fanget opp på jorden. Dette er igjen avhengig av hvordan samfunnsutviklingen blir globalt. For det tredje er størrelsen på konsekvensene avhengig av hvor sårbare ulike deler av verden blir for klimaendringer. Endringer blant annet i verdier, styresett, økonomi og teknologiutvikling vil ha stor betydning for hvor sårbare ulike deler av verden blir. Slike endringer kan ha mange ulike årsaker. Verdier, politikk eller tilgang på energi kan være noen av dem.

Samfunnsendringer er altså avgjørende hvis man ønsker å studere mulige konsekvenser av klimaendringer. Det er imidlertid bortimot umulig å forutse akkurat hvordan samfunnet vil endre seg over tid. Derfor bruker blant andre FNs klimapanel ulike scenarioer for å illustrere at verden kan endre seg i mange ulike retninger, med ulike konsekvenser. En kommune i Norge kan bruke dette til å få frem noen tema der kommunen kan bli sårbar i fremtiden, se nærmere på hva denne sårbarheten kan bestå av, og diskutere eventuelle tiltak for å redusere sårbarheten. Ut fra dette har vi løftet frem noen områder som er viktige for Fredrikstad, der kommunen også vil kunne merke konsekvenser av at klimaet endrer seg andre steder i verden. Flere av disse temaene virer sammen og forsterker hverandre. Vi har sett at det er sannsynlig at det kommer flere innvandrere til Norge, og at integrering dermed er et viktig tema. Videre er det mulig at matproduksjon får høyere økonomisk verdi, slik at landbruket i Fredrikstad kan få bedre vilkår. Spørsmålet om tilgang på energi reiser spørsmålet om vi i fremtiden kan reise like mye som vi gjør i dag. Dette gjør at det kan lønne seg for kommunen å planlegge for mindre transportbehov. Vilklårene for næringslivet og turisme er avhengig av mange faktorer, blant annet hvor globalisert verden blir.

I neste og siste kapittel viser vi et forslag til hvordan kommunen kan tilnærme seg disse utfordringene.

Forslag til fremgangsmåte for diskusjon i kommunen

Denne delen er ment som en veiviser for hvordan kommunen kan diskutere spørsmålet om hvordan klimaendringer andre steder i verden kan påvirke en norsk kommune. Dette spørsmålet handler egentlig om en rekke av konsekvenser som følger etter hverandre. Vi foreslår en spørsmålsliste som kommunen kan bruke til å systematisere dette, diskutere mulige konsekvenser og vurdere tiltak for å redusere sårbarhet.

Vi foreslår å prøve å komme frem til vinn-vinn-situasjoner mellom utslippsreduksjoner og tilpasning. Målet er altså å komme frem til planer som tar for seg tilpasning, utslippsreduksjon og bærekraftig utvikling samtidig. Dette er fordi både utslippsreduksjon og klimatilpasning er nødvendig for å redusere sårbarheten for konsekvensene av klimaendringer. Et forslag til prioritering av tiltak er illustrert i figur 7.



Figur 7 Forhold mellom utslipp og sårbarhet i klimapolitikken og målet om å finne vinn-vinn-tiltak

Vi skal prøve å holde oss i øverste høyre hjørne i denne figuren, og redusere både sårbarhet og utslipp samtidig. Tiltak for å redusere sårbarhet bør som et minimum ikke føre til mer utslipp av klimagasser. Det er i denne delen av figuren vi kan snakke om bærekraftig utvikling. I de andre fire hjørnene av figuren vil tiltakene ikke føre til løsning på eksisterende problemer. Eksempelene på vinn-vinn-tiltak er nærmere beskrevet i del tre i dette notatet om mulige konsekvenser for Fredrikstad. Blant annet kan økte energipriser gjøre transport dyrere og føre til behov for reduserte transportavstander. Det å redusere transportavstander kan derfor sees som et tilpasningstiltak, men vil også redusere utslippsmengden. Også vern av matjord og lokal omsetning av mat kan sees som et tilpasningstiltak fordi mat kan komme til å bli dyrere og matproduksjonen mer regional i fremtiden, men dette kan også føre til reduserte utslipp i en del tilfeller.

Det vi har vist så langt er at klimaendringene kan komme til å få store konsekvenser i fremtiden. Klimaendringene og kapasiteten til å tilpasse seg dem er imidlertid avhengig av hvordan samfunnet vil endre seg.

“Mulighetsrommet” for hvordan samfunnet vil endre seg er stort, både globalt, regionalt og lokalt. Ved hjelp av spørsmålslisten under kan kommunen utforske “mulighetsrommet” for klimaendringer og samfunnsendringer andre steder i verden i fremtiden, og hva dette i neste omgang kan bety for en norsk kommune. Neste steg er å se på hvor godt kommunen kan håndtere mulige endringer. Dette leder frem til en strategi for å tilpasse seg endringene som kan komme.

Vi anbefaler at vurderingen av konsekvensene av klimaendringer andre steder i verden blir tatt med i diskusjonen om sårbarhet i resten av NORADAPT-prosjektet. Temagrupper kan ta dette inn som en ekstra dimensjon. For eksempel kan temagruppen om landbruk ikke bare snakke om konsekvenser for landbruket lokalt i Fredrikstad fra

klimaendringene der, men også hva endrede forhold for landbruk globalt kan ha å si for Fredrikstad. Under lister vi opp noen spørsmål det er mulig å bruke som basis til planlegging av diskusjon. De er ikke ment som en utfyllende liste for sårbarhetsanalyse, men som spørsmål som kan legges inn i diskusjonen i temagruppene.

1. Identifiser ulike områder i kommunen som kan bli berørt av konsekvensene av klimaendringer andre steder i verden. Bruk dette notatet som hjelp, her nevnes befolkning, landbruk, mobilitet, næringsliv og turisme som overskrifter. Finnes det flere?
2. For hvert av punktene på listen, tenk igjennom hvordan konsekvensene av klimaendringer kan bli globalt og for samfunn andre steder i verden med ulike samfunnsscenarioer. Hvordan vil konsekvensene bli med ulike samfunnsscenarioer?
 - a. Bruk gjerne ulike scenarioer som utgangspunkt:
 - i. Scenario A1: Verdensmarkeder
 - ii. Scenario B1: Global bærekraft
 - iii. Alternativt scenario: Peak oil.
3. Ut fra de ulike scenarioene, hvilke konsekvenser kan endringene andre steder i verden ha for et norsk lokalsamfunn? Identifiser både mulige fordeler og mulige ulemper.
4. Ut fra sårbarhetsanalysen som er gjort for Fredrikstad ellers i NORADAPT-prosjektet, hvor sårbart er Fredrikstadsamfunnet i tillegg for mulige konsekvenser av klimaendringer som skjer andre steder i verden? Hvor stor evne har samfunnet til å gjøre nytte av mulige fordeler?
5. Hvilke tiltak kan eventuelt settes i verk? I hvilken grad kan dette integreres i kommunens strategi for utslippsreduksjoner og klimatilpasning ellers? Finnes det vinn-vinn-situasjoner her?

Referanser

- Adams, R.L.A (1973): *Uncertainty in nature, cognitive dissonance, and the perceptual distortion of environmental information*. *Economic Geography* 49: 287-297.
- Adejuwon, J., C. Azar, W. Baethgen, C. Hope, R. Moss, N. Leary, R. Richels, J.-P. van Ypersele, K. Kuntz-Duriseti og R.N. Jones (2001): "Overview of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change", i IPCC (2001): *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Alcamo, J., J.M. Moreno, B. Nováky, M. Bindi, R. Corobov, R.J.N. Devoy, C. Giannakopoulos, E. Martin, J.E. Olesen og A Shvidenko (2007): Europe, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Anisimov, O.A., D.G. Baughan, T.V. Callaghan, C. Furgal, H. Marchant, T.D. Prowse, H. Vilhjálmsson og J.E. Walsh (2007): Polar regions (Arctic and Antarctic), i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- BBC (2009): *What is the 2030 Perfect Storm idea?* <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8213884.stm>. [24.08.2009].
- Boko, M., I. Niang, A. Nyong, C. Vogel, A. Githeko, M. Medany, B. Osman-Elasha, R. Tabo og P. Yanda (2007): Africa, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Bradshaw, G.A. og J.G. Borchers (2000): *Uncertainty as Information: Narrowing the Science-policy Gap*. *Conservation Ecology* 4(1): 7. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol4/iss1/art7/>
- Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Rebich og A. Woodward (2007): Human health, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Cruz, R.V., H. Harasawa, M. Lal, S. Wu, Y. Anokhin, B. Punsalmaa, Y. Honda, M. Jafari, C. Li og N. Huu Ninh (2007): Asia, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Daily Nation (2009): *No compensation for Mau, says Ntimama*, artikkel i nettutgaven av avisen Daily Nation (Kenya), <http://www.nation.co.ke/News/-/1056/631124/-/ulich1/-/index.html>.
- Easterling, W.E., P.K. Aggarwal, P. Batima, K.M. Brander, L. Erda, S.M. Howden, A. Kirilenko, J. Morton, J.-F. Soussana, J. Schmidhuber og F.N. Tubiello (2007): Food, Fibre and forest products, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Europakommisjonen (2006): *Summary report on the analysis of the debate on the green paper "A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy"*, Brussel 16.11.2006. http://ec.europa.eu/energy/strategies/2006/doc/sec_2006_1500.pdf.
- Festinger, L. (1957): *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Field, C.B., L.D. Mortsch, M. Brklacich, D.L. Forbes, P. Kovacs, J.A. Patz, S.W. Running og M.J. Scott (2007): North America, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution*

- of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Fjeldskaar, W (2009): *Havnivå og endring*. Debattinnlegg på forskning.no, 27.07.2009. <http://www.forskning.no/artikler/2008/juni/186770> [25.08.2009].
- Forskning.no, 15.04.2009: *Frykter farlige klimaendringer er uunngåelige*. <http://www.forskning.no/artikler/2009/april/217054> [30.04.2009].
- Forskning.no, 30.04.2009: *Urealistisk togradersgrense?* <http://www.forskning.no/artikler/2009/april/218653> [30.04.2009].
- Groven, K., H.H. Leivestad, C. Aall, T. Selstad, Ø.A. Høydal, A.S. Nilsen og S. Serigstad (2008): *Naturskade i kommunene. Sluttrapport fra prosjekt for KS*. Vestlandsforskning-rapport nr. 4/2008. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Grønås, Sigmund, Tore Furevik og Helge Drange (2009): *The human induced climate change – evidence and impacts*. Presentasjon ved Bergen Summer Research School, Universitetet i Bergen, 22. juni – 3. juli 2009.
- Hennessy, K., B. Fitzharris, B.C. Bates, N. Harvey, S.M. Howden, L. Hughes, J. Salinger og R. Warrick (2007): Australia and New Zealand, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Høyer, K.G., Aall, C., Brendehaug, E. (2005): *Ulike tilnærminger til bruken av føre-var-prinsippet. Sluttrapport fra prosjektet Governance in the Field of Biotechnology and Operationalising the Precautionary Principle*. VF-notat. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Høyer, K. G. og Selstad, T. 1993: Den besværlige økologien. Nordrefo rapport 1993:1. Stockholm/København, Nordisk Institut Før Regionalpolitisk Forskning.
- Independent, the (03.08.2009): *Warning: Oil supplies are running out fast*. <http://www.independent.co.uk/news/science/warning-oil-supplies-are-running-out-fast-1766585.html>. [25.08.2009].
- IPCC (2000): *Emissions Scenarios. A Special Report of IPCC Working Group III*. <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>. [04.08.2009].
- IPCC, 2007A: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor og H.L. Miller (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press. Lastet ned fra http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_SPM.pdf.
- IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2007c): "Technical summary", i IPCC, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Kaivo-oja, Jari, Jyrki Luukkanen og Markku Wilenius (2004): *Defining alternative national-scale socio-economic and technological futures up to 2100: SRES scenatios for the case of Finland*. Boreal Env. Research. 9:109-125.
- Klein, R.J.T., S. Huq, F. Denton, T.E. Downing, R.G. Richels, J.B. Robinson, F.L. Toth (2007): „Inter-relationships between adaptation and mitigation”, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre og A. Villamizar (2007): Latin America, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.

- Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Mathismoen, Ole (2007): *Klima – hva skjer*. Oslo: Font forlag.
- Moss, R.H. (2007): *Improving information for managing an uncertain future climate*. Global Environmental Change 17 (2007) 4-7.
- Nimura, N., L. Nurse, R.F. McLean, J. Agard, L. Briguglio, P. Lefale, R. Payet og G. Sem (2007): Small Islands, i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof et al (2007): "Technical summary", i i IPCC, 2007b: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J van der Linden og C.E. Hanson (red.). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Pimentel, D. and M. Pimentel (2003). "World population, foos, natural resources, and survival. *World Futures* 59: 145-167.
- Regjeringen.no (2009): *Prognoser om petroleumsproduksjon*. Olje- og energidepartementet. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/aktuelt/nyheter/2009/prognoser-om-petroleumsproduksjon.html?id=573274>. [25.08.2009].
- Selstad, Tor, Carlo Aall, Hege Høyser Leivestad og Grete Hovelsrud (2008): *Innføringsnotat om utarbeiding av samfunnsscenarioer til bruk i en samlet vurdering av lokal klimasårbarhet og behov for lokal klimatilpasning*. Vestlandsforskning notat nr. 15/2008. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Sullivan, G.R., F. Bowman, L.P. Farrell Jr., P.G. Gaffney II, P.J. Kern, T.J. Lopez, D.L. Pilling, J.W. Prueher, R.H. Truly, C.F. Wald og A.C. Zinni (2007): *National Security and the Threat of Climate Change*. CNA Corp., <http://securityandclimate.cna.org/report/National%20Security%20and%20the%20Threat%20of%20Climate%20Change.pdf>.
- Stern, N (2006): *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. Tilgjengelig på http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm.
- UK Climate Impacts Programme (2000): *Socio-economic scenarios for climate change impact assessment: a guide to their use in the UK Climate Impacts Programme*. Oxford: UKCIP.
- UNEP/GRID Arendal (2009): *klimaet i fare. En innføring i de siste rapportene fra FN's klimapanel*. E-bok: <http://www.grida.no/publications/climate-in-peril/ebook-no.aspx> [25.08.2009].
- Aaheim, A., Dannevig, H., Ericsson, T., Oort, B., Innbjør, L., Rauken, T., Vennemo, H., Johansen, H., Tofteng, M., Aall, C., Groven, K., Heiberg, E., Ekström, F. (2009): *Konsekvenser av klimaendringer, tilpasning og sårbarhet i Norge*. Rapport til Klimatilpasningsutvalget. Report 2009:4 OSLO: CICERO/ECON Pöyry/Vestlandsforskning.