

Samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendring i Norge

Haakon Vennemo og Ingeborg Rasmussen

Vista Analyse

Forord

Vista Analyse legger her frem rapport om av samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendringer i Norge. Oppdragsgiver er Klimatilpasningsutvalget. Rapporten er skrevet og redigert i perioden desember 2009 – april 2010 av Ingeborg Rasmussen og Haakon Vennemo. Michael Hoel har kommentert manuskriptet og vært prosjektets kvalitetssikrer. Øystein Løseth har skrevet store deler av kapitlet om bygninger. Arne Bardalen, Preben Ottesen, Eirik Romstad, Svein Sundsby og Hanne Toftdahl har lest og kommentert enkeltkapitler. Oddvar Flæte og utvalgets sekretariat har gått gjennom rapporten. En stor takk til alle medhjelpere, som selvsagt ikke har ansvar for feil og mangler.

2. april 2010

Ingeborg Rasmussen

Prosjektleder

Vista Analyse AS

Innhold

Forord.....	1
1. Hovedpunkter.....	6
2. Innledning.....	9
3. Metodikk.....	9
4. Samfunnsscenario.....	13
4.1 Et modellbasert samfunnsscenario.....	14
4.2 En aldrende befolkning.....	15
4.3 Gjennomsnittlig arbeidstid omtrent som nå.....	16
4.4 Fortsatt lønnsomme investeringsmuligheter.....	16
4.5 Fortsatt økonomisk vekst.....	17
4.6 Etterspørsel og lavutslippssamfunn.....	17
4.7 Viktige samfunnssektorer mot slutten av århundret.....	18
4.8 Virkninger av klimaendringer i utlandet.....	19
4.9 Samfunnsscenarioet oppsummert.....	22
5. Virkninger på velferd og livsstil i Norge.....	22
6. Virkninger på materiell levestandard.....	25
6.1 Virkninger på verdiskaping målt ved BNP.....	25
6.2 Virkninger på samfunnsformuen.....	27
6.3 Tverrgående faktorer.....	27
7. Sammenfattende vurdering av kostnader for velferd og materiell levestandard.....	28
8. Fordelingsvirkninger.....	29
8.1 Fordeling over tid.....	29
8.2 Regional fordeling.....	29
8.3 Nærmere om kommunal sektor som fordelingsenhet.....	31
8.4 Nærmere om virkninger på samisk næring og kultur.....	31

9.	Andre studier av samfunnsøkonomiske kostnader av klimaendring	31
10.	Bygninger	36
10.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	36
10.2	Klimaendring og autonom tilpasning.....	36
10.3	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	39
10.4	Konklusjon	42
11.	Vann og avløp.....	43
11.1	Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren.....	44
11.2	Klimaendring og autonom tilpasning.....	45
11.3	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	48
11.4	Konklusjon	49
12.	Transport	51
12.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	51
12.2	Sentrale forutsetninger for sektoren.....	54
12.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	55
12.4	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	57
12.4.1	Erfaringskostnader og kostnadsscenarioer i vegsektoren	58
12.4.2	Flyfart, sjøfart og jernbane.....	61
12.5	Konklusjon	62
13.	Landbruk.....	63
13.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	63
13.2	Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren.....	63
13.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	63
13.4	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	64
13.5	Konklusjon	66
14.	Fornybar energi	68
14.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	68

14.2	Sentrale forutsetninger for sektoren.....	70
14.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	71
14.4	Økonomisk betydning.....	71
14.5	Konklusjon.....	72
15.	Marine primærnæringer	73
15.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	73
15.2	Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren.....	74
15.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	74
15.4	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	75
15.5	Konklusjon.....	75
16.	Reiseliv.....	77
16.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	77
16.2	Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren.....	79
16.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	80
16.4	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	81
16.5	Konklusjon.....	83
17.	Forsikring.....	84
17.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	84
17.2	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	85
17.3	Konklusjon.....	86
18.	Helse.....	86
18.1	Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer	86
18.2	Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren.....	86
18.3	Klimaendring og autonom tilpasning.....	87
18.4	Klimarelaterte inntekter og kostnader.....	89
18.5	Konklusjon.....	90
	Referanseliste.....	92

Tabelloversikt:

Tabell 1.1 Kostnader ved klimaendringer	8
Tabell 4.1 Nærings sammensetningen i Norge. Timeverks- og bruttoproduktandeler etter sektor. Prosent	19
Tabell 6.1 Klimautsatte næringer sin prosentandel av BNP i 2008 og 2070-2100	26
Tabell 6.2: Endring i verdiskaping i klimautsatte næringer og årlig anslått effekt på BNP i 2070-2100.....	26
Tabell 6.3 Virkningen av klimaendring for bygningsmassen, vann og avløp.....	27
Tabell 8.1 Regional fordeling av samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendring.....	30
Tabell 10.1 Anslag over årlige virkninger for bygg i perioden 2070 - 2010.....	42
Tabell 11.1 Klimarelaterte inntekter og kostnader, vann og avløp	49
Tabell 12.1: Klimaendringenes konsekvenser for trafikanter, infrastruktur og drift/trafikkavikling.....	54
Tabell 12.2 Kostnader beregnet for statlige veier i SOU:2007, tabell 1 Væger i Billaga A6	59
Tabell 12.3 Klimarelaterte kostnader veg. Årlige kostnader perioden 2080-2100 eksisterende vegnett. Alternative scenarioer.....	60
Tabell 14.1 Økonomisk gevinst for energiproduksjonen – tre alternativer.....	71

Figuroversikt:

Figur 3.1 Forholdet mellom tilpasning og restskade av klimaendring	12
Figur 1.1: Sammenheng mellom antall forsikringskrav (y-aksen) og nedbør (x-aksen) i Akershus, Buskerud og Hordaland.....	38
Figur 2.1 Lengde og prosentvis fornyelse av kommunalt avløpsledningsnett, 2008. Figur hentet fra SSB	47
Figur 4.1 Anslag for økte avlinger som følge av klimaendring	65
Figur 4.2 Anslag for økt skogbruksproduksjon som følger av klimaendring.....	66

1. Hovedpunkter

Vi analyserer samfunnsøkonomiske virkninger (kostnader og gevinster) av klimaendring i dette århundret i Norge. Samfunnsøkonomiske virkninger deles i virkninger som til syvende og sist påvirker materiell levestandard, og virkninger som angår andre aspekter ved samfunnsvelferden. Vi finner gjennomgående små virkninger på den materielle levestandarden. Virkningene på andre aspekter ved samfunnsvelferden kan derimot bli meget følbare. Virkninger for Norge av klimaendringer i utlandet er holdt utenfor analysen, men kan være materielt sett viktigere enn internt norske virkninger.

Selv om klimagassreduksjoner er det viktigste, får klimatilpasning økende oppmerksomhet. Oppmerksomheten er i IPCC-sammenheng særlig rettet mot klimatilpasning i utviklingsland, men også i Norge er det behov for å orientere seg om klimaendringene med sikte på å tilpasse seg på best mulig måte. På denne bakgrunn er et offentlig utvalg i arbeid med å kartlegge virkninger av klimaendringer og foreslå klimatilpasningstiltak her til lands.

I forbindelse med sitt arbeid har utvalget bedt om anslag for de langsiktige samfunnsøkonomiske kostnadene og gevinstene for de sektorene som blir sterkest berørt av klimaendringer. Det er nyttig som en bakgrunn for å prioritere tiltak for klimatilpasning, siden effekten av klimatilpasningstiltak viser seg som reduksjoner i samfunnsøkonomiske kostnader, og økte gevinster. Det kan også være nyttig med slike anslag i den overordnede debatten om hvor sterkt samfunnet skal prioritere klimagassreduksjoner. Her legger vi fram en samfunnsøkonomisk analyse av kostnader og gevinster av klimaendring i Norge. Vi tar utgangspunkt i klimafremskrivningene til Hanssen-Bauer m.fl. (2009). Fremskrivningene beskriver et klima der gjennomsnittstemperaturen i Norge kan stige mellom 3,4 og 4,6 grader mot slutten av århundret, og det kan bli 20-30 prosent mer nedbør i gjennomsnitt. Andre endringer varsles også. Dette er noe kraftigere klimaendring enn det en tidligere har kalt moderat endring, som gjerne forbindes med maksimalt to graders oppvarming.

Analysen er gjort på oppdrag for Klimatilpassingsutvalget, og den vil bli fulgt opp av en analyse av kostnader og gevinster av utvalgets forslag til tiltak.

Vi finner det hensiktsmessig å dele kostnadene (og gevinstene) av klimaendring inn i en kategori for kostnader som påvirker materiell levestandard, og en kategori for andre effekter som verdsettes og som påvirker velferden. Vi kaller den siste kategorien for velferdskostnader. Materielle kostnader er knyttet til det som i økonomisk terminologi ofte kalles markedsgoder, mens velferdskostnader er knyttet til såkalte ikke-markedsgoder. Velferdskostnadene er vanskelig å tallfeste, fordi de angår forhold som nordmenns glede av skigåing, betydningen av den første vårsolen og hva man synes om å leve med mørke og regn om vinteren.

Vår vurdering er likevel at velferdskostnadene av klimaendringer kan bli betydelige for den norske befolkningen. Så langt vi kan forstå klimaforskernes beskrivelser av klimamessige endringer i Norge, går samfunnet i møte en følbart klimamessig forverring. I det daglige er det særlig nedbøren som er problemet, og om vinteren nedbør i kombinasjon med mildvær. Den kraftige økningen i nedbør, opp til 50 prosent økning i store deler av landet i vinterhalvåret, vil redusere gleden ved vanlige fritidsaktiviteter som søndagsturer, hagearbeid, sykling til jobb og skole og mye annet. Enkelte aktiviteter blir nærmest umulige i store deler av landet, herunder skiturer, barnas aking og alt annet som har med snø og is å gjøre. Vi er åpne for at mennesker oppfatter klimaet

forskjellig. Eldre mennesker vil ha glede av mindre is på fortauer og veier, og noen hver kan glede seg over mindre snømåking. Regnvær er noe en venner seg til og forskjellen i nedbør mellom Bergen og Oslo er langt større enn økningen Oslo ser ut til å få. Men alt annet like er det ingen fordel for velferden med stadig regn. Også på Vestlandet skal det for øvrig i følge klimaforskerne regne betydelig mer.

Foruten den daglige effekten av regnet, kommer de akkumulerte endringene: Sist temperaturen om sommeren lå 0,5-1 grad høyere enn nå, i eldre steinalder, vokste det furu på deler av Hardangervidda og de største breene var smeltet bort. I dette århundret vil trolig ni av ti breer igjen smelte bort og trær og skog vil begynne å bre seg på fjellviddene. Vi tror folk flest ser på en slik utvikling som uønsket, og når man legger til at forsuringen av havet er en stor og ukjent trussel som fremtiden kan bekymre seg meget sterkt for, blir summen at fremtidens klima har signifikant negative velferdsvirkninger.

Det er sannsynlig at vi går mot et samfunn med mer pengerikelighet, og mer fritid. Det er faktorer som vil være med å øke velferdskostnaden av klimaet, fordi velferdskostnaden er et verdibegrep, som veier selve klimatilstanden med betalingsvillighet. Betalingsvilligheten bestemmes dels av hvor viktig objektet under vurdering er, og dels av hvor stor inntekt man har tilgjengelig. Mer fritid vil øke betydningen av fritidsaktivitetene for velferden og det vil drive opp betalingsvilligheten. Økt inntekt vil også øke betalingsvilligheten for et godt klima under fritidsaktivitetene. Med den betydelige velstandsutviklingen som ventes i løpet av dette århundre kan det derfor bli en svært stor betalingsvillighet for å beholde vårt nåværende klima.

Mens velferdskostnaden altså kan bli betydelig, finner vår analyse at den materielle kostnaden er usikker, men forventningsmessig ikke stort forskjellig fra null (Tabell 1.1). De relativt sett største utslagene finner vi innen turisme, som i slutten av århundret kan være en større klart større næring enn i dag, men det vil være ulike klimarelaterte forhold som påvirker turismen, slik at kostnadsintervallet går fra klart positivt til klart negativt.

Det er ellers flere grunner til at den materielle kostnaden forventningsmessig er nær null. Et fundamentalt forhold er at bare utendørsnæringer er direkte klimautsatte, og utendørsnæringerne er med unntak for olje&gass en liten, og trolig minkende del av norsk næringsliv. I andre del av århundret vil olje&gass være under utfasing og således også en minkende del av næringslivet. Dessuten er denne sektoren allerede godt rustet mot et hardt klima.

Et annet forhold som fører til at materielle kostnader for Norge kan bli små, er at enkelte næringer faktisk ligger an til å dra fordel av klimaendringene. Det gjelder primærnæringerne og det gjelder kraftproduksjon. For alle næringenes vedkommende er riktignok usikkerheten stor og det vil være deler av hver av næringene som kommer dårligere ut.

Et tredje forhold er at det er de ekstreme vær-situasjonene, de som setter samfunnsfunksjonene ut av spill, som betyr klart mest for samfunnsøkonomien: Storm og flom som isolerer landet, Glomma som skifter løp og ødelegger Sarpsborg og Fredrikstad, vind som flerrer av takene over halve Østlandet... Ekstremværet er det imidlertid ikke mulig å predikere slik klimamodellene er nå, og dermed er heller ikke ekstremværets materielle virkninger mulig å predikere.

Innendørsnæringene i Norge er ikke direkte klimautsatt, men de er selvsagt avhengig av en velfungerende utendørs fysisk infrastruktur og av funksjonelle næringsbygg. Forbrukerne er avhengig av et fungerende næringsliv, og forbrukerne trenger strøm, transport og boliger. Bygninger og den fysiske infrastrukturen er klimautsatt. Vår analyse tyder på at klimaendringene kan gi økte skader på bygninger og noe økte kostnader for fysisk infrastruktur (Tabell 1.1).

Tabell 1.1 Kostnader ved klimaendringer

Virkningskategori	Kostnad i milliarder kroner
Økt vedlikehold bygg	4,5 - 10
Lavere oppvarmingsbehov bygg	- 6 - -5
Økt avkjølingsbehov bygg	0,5 - 0,6
Økte drift- og vedlikehold transportinfrastruktur	0,15 - 0,5
Økt skredkostnader transportinfrastruktur	0,05 - 0,1
Skader på transportinfrastruktur ved ekstremvær	0,05 - 0,1
Økte skader kraftinfrastruktur	0,01 - 0,5
Økte skader bygg (vann og avløp)	0,2 - 0,6
Økt produksjon i jordbruk og skogbruk	-10 - -7
Virkninger på produksjon i marine primærnæringer	-8 - 80
Virkninger turisme	-30 - 60
Økt produksjon av kraft	-16 - -5
Økt ressursbruk forsikring	0,1 - 0,3
Virkninger helse	-15 - 15
I alt	-50 - 70
Tillegg: Velferdskostnad	Ukjent, men betydelig

Det Norge som møter klimaendringene mot 2050 og videre i andre del av århundret er et annet en det Norge vi lever i nå. Vårt samfunnsscenario antyder at Norge på den tiden har mellom syv og ni millioner innbyggere. Med mindre investeringsmulighetene stopper opp, vil det også, som allerede antydnet, være et betydelig rikere samfunn enn nå.

I dette samfunnet vil trolig tendensen til å vektlegge velferdskostnadene framfor materielle kostnader forsterkes. Nordmenn vil i enda større grad jobbe innendørs i yrker som i det daglige vil være skjermet for klimaet. Samtidig vil mange nordmenn ha mye fritid. Spesielt vil antallet friske eldre stige kraftig som en konsekvens av den aldrende befolkningen. Det vil øke vektleggingen av den fritidsbetonte velferdskostnaden.

Vårt samfunnsscenario for Norge antyder at det utover i århundret vil komme en hel del innvandrere fra Asia, Afrika og Latin-Amerika, faktisk så mange som 900 000 i løpet av de neste 90 årene. En del av disse vil trolig være mennesker som flykter fra konsekvensene av klimatiske endringer. Det økte innslaget av nye nordmenn vil være en side av klimaendringene i utlandet som påvirker Norge. Rent økonomisk gjør det antagelig en viktigere forskjell at klimaendringer kan redusere matproduksjonen i

verden, spesielt i enkelte år og tiår. Nordmenn bruker i dag om lag tre prosent av inntekten sin på importert mat, men mat er kanskje den minst prisfølsomme varegruppen som finnes. Dersom prisen på viktige matvarer skulle stige 200 prosent og det slår igjennom til norske forbrukere, er det ikke umulig at mange vil bruke henimot ni prosent av inntekten på importert mat. Det gir i tilfelle en realinntektsreduksjon på henimot seks prosent, et tall som langt overgår de norgesinterne materielle virkningene som ble anslått over. Virkningene for landet som helhet blir mindre, siden forbrukerne bare disponerer deler av landets ressurser direkte. Det er ikke opplagt at prisen på mat vil stige så mye, kanskje den ikke stiger i Norge overhodet, men det sier noe om hvor risikoen for store materielle tap ligger.

Klimafremskrivningene som vår analyse bygger på er usikre, men antyder klart at klimaendringene opptrappes gjennom århundret. De største samfunnsøkonomiske utslagene får en ved de største klimaendringene. Det betyr at utslagene er større i perioden 2070-2100 enn fram til 2050, og de er større i de såkalte høy-alternativene enn i mellom-alternativene og lav-alternativene. De anslagene som presenteres i denne rapporten er såpass små at det for praktiske formål kan antas at kostnadene er proporsjonale med styrken i klimaendringene.

2. Innledning

Vista Analyse legger her frem en rapport om av samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendringer. Vårt tema er samfunnsøkonomiske virkninger i Norge av klimaendringer i Norge. Konseptuelt sett sammenlikner vi et Norge under klimaendringer med et Norge uten klimaendring. Begge versjonene av Norge er i utgangspunktet påvirket av klimaendring i utlandet, slik at klimaendring i utlandet kommer inn som en fast faktor i analysen. For å beskrive klimaendringene har vi dannet et spenn avgrenset av høyalternativet i Hanssen-Bauer m.fl. (2009) på den ene siden, og mellomalternativet på den andre. Dette er gjort i forståelse med oppdragsgiveren, Klimatilpasningsutvalget. Høy- og mellomalternativene i Hanssen-Bauer bygger på opptil 72 simulerte kombinasjoner av IPCCs utslippsscenarioer, og klimamodellforutsetninger.

Neste kapittel beskriver hovedtrekk ved metoden vi har brukt i rapporten og diskuterer spesielt et poeng knyttet til forholdet mellom såkalt autonom tilpasning og restskade.

Kapitlet deretter gir en samlet samfunnsøkonomisk analyse. Det starter med å bygge opp et samfunnsscenario, ut fra den erkjennelse at det Norge som vil møte klimaendringene, er et annet samfunn enn Norge i dag. I neste avsnitt drøfter kapitlet det vi kaller velferdskostnaden av klimaendring, før det i avsnittet etter drøfter samlede materielle kostnader av klimaendring i Norge. Kapitlet avsluttes med et avsnitt om fordelingsvirkninger av klimaendringene, der vi blant annet peker spesielt på virkninger på samisk kultur og levesett.

Etter den samlede samfunnsøkonomiske analysen følger kapitler som drøfter samfunnsøkonomiske kostnader og virkninger på i alt åtte samfunnssektorer.

3. Metodikk

En samfunnsøkonomisk analyse er definert som en analyse hvis formål er å "klarlegge, synliggjøre og systematisere konsekvensene av tiltak og reformer før beslutninger

fattes" (Finansdepartementet, 2005). En samfunnsøkonomisk analyse av klimaendring må bygge på "tiltak og reformer", slik at en samfunnsøkonomisk analyse av klimaendring har som formål å klarlegge, synliggjøre og systematisere konsekvensene av klimaendring, i dette tilfellet for Norge.

En samfunnsøkonomisk analyse som gjøres i dag, inngår i en lang tradisjon. I denne tradisjonen er det vanlig å tolke "klarlegge, synliggjøre og systematisere" i tallfestet retning. En vanlig fremgangsmåte er først å beskrive alle relevante virkninger, for så å tallfeste dem, og gjerne verdsette dem så langt det er mulig. Et kjennetegn ved de fleste samfunnsøkonomiske analyser er deres vilje til å tallfeste.

Denne analysen skriver seg inn i den samfunnsøkonomiske tradisjonen. Vi prøver så langt som mulig å komme opp med samfunnsøkonomiske kostnader og gevinster (inntekter, nyttevirksomheter). Enkelte lesere vil oppleve at vi presenterer tydeligere tallfestede anslag enn de selv ville gjort på sine fagområder. Våre tallfestede anslag er gjerne oppgitt i intervaller, men selv det innebærer en innsnevring i forhold til for eksempel bare å uttale seg om den kvalitative betydningen av ulike effekter hver for seg. Denne innsnevringen innebærer en fare for å ta feil på enkelte punkter. På den annen side forventes det at en samfunnsøkonomisk analyse inneholder mer enn bare utsagn om ulike virkningers kvalitative betydning. Håpet og troen er at analysen i sum bidrar til økt grad av klargjøring, synliggjøring og systematisering av effektene av klimaendring.

Samfunnsøkonomiske analyser av klimaendring er tidligere foretatt blant annet av SOU (2007) i en utredning som på mange måter er et forbilde for NOU-klimatilpassing, av Stern (2007) i en analyse som fikk mye internasjonal oppmerksomhet, og i ulike analyser fra Verdensbanken. Det finnes også et par tidligere analyser der Norge er en del. Vi sammenlikner våre resultater med disse i et senere avsnitt.

Den som leser den foreliggende litteraturen, vil legge merke til at det finnes to hovedangrepsvinkler. Det som kalles "top down" beskriver hvordan klimaendring påvirker økonomien slik den er beskrevet i forholdsvis aggregerte samfunnsmodeller. Styrken her ligger i at man fanger det store bildet. Svakheten kan være at det er vanskelig å kjenne seg igjen på sektornivå. Det som kalles "bottom up" beskriver klimavirkningene sektor for sektor, land for land og prøver til slutt å aggregere opp sluttresultatet til en samlet beskrivelse. Styrken her er at klimaeffektene er trygt forankret i sektorbeskrivelsene. Svakheten er at noe kan gå tapt på veien til det store bildet, for eksempel interaksjonen mellom effekter, eller effekter i andre sektorer enn de man har tenkt på.

Vår analyse tilhører "bottom up"-tradisjonen. Vi har likevel ikke brukt like mye plass og tid på sektorbeskrivelser som SOU (2007) og har i noen grad støttet oss på overordnede betraktninger innenfor hver sektor. Etter vårt syn er dette en lite viktig feilkilde og våre hovedkonklusjoner er som vi kommenterer senere, forholdsvis like de man finner i SOU (2007).

Som vi allerede har vært inne på, er samfunnsøkonomiske kostnader av klimaendringer av to slag. På den ene siden har en den materielle kostnaden (eller inntekten), som til syvende og sist slår ut i form av endringer i materiell levestandard, og som måles ved BNP og andre nasjonalregnskapsbegreper. Nesten alle virkninger på sektornivå er materielle i denne forstand, enten det dreier seg om kostnader for transportsektoren,

økte avlinger i jordbruket, fukt- og vannskader på bygninger eller andre av de effektene som beskrives i senere kapitler.

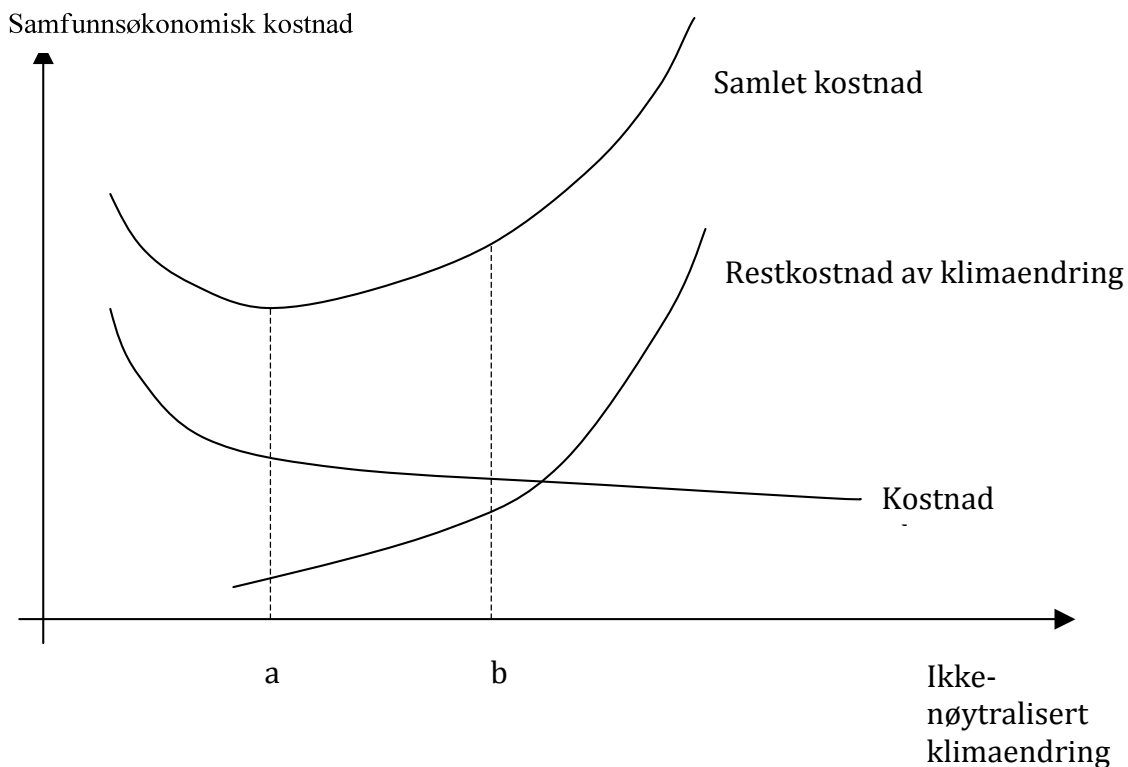
På den andre siden blant samfunnsøkonomiske kostnader har en det vi i mangel av et bedre ord vil kalle velferdskostnader, og mer nøytralt velferdsvirkninger.¹ Forholdet er jo at det er langt mer enn materielt forbruk som skaper velferden vår, eller for å bruke det fagøkonomiske begrepet, som skaper nytte. Det å leve i regn eller sol og gir nytte i seg selv. De fleste foretrekker oppholdsvær og sol det meste av tiden. Varme påvirker også nytten. Dessuten er klima med å påvirke nytten av alle mulige aktiviteter, fra skigåing til 17. mai eller stemningen på en julaften.

En samfunnsøkonomisk analyse bør summere de materielle virkningene og velferdskostnadene for å finne et samlet anslag på samfunnsøkonomiske kostnader og gevinster av klimaendring. I praksis er det imidlertid vanskelig å tallfeste velferdskostnader, med et mulig unntak for helsevirkninger. Helsevirkninger av klimaendring er jo ved ettertanke en type virkninger som i første rekke påvirker hvordan vi har det utover det materielle. Helsevirkninger er derfor en type ikke-materiell velferdsvirkning. Vår analyse gjør et forsøk på å "klarlegge, synliggjøre og systematisere" velferdsvirkninger, men de kostnadsfestes ikke, heller ikke helsevirkninger.

Den samfunnsøkonomiske kostnaden av klimaendring kan også deles i kategorier for "tilpasning" og "restkostnad av klimaendring". Tilpasning er de aktivitetene man gjør for å forebygge og eventuelt eliminere kostnader av klimaendring som ellers ville vært der. Restkostnad av klimaendring er de skadene som ikke blir forebygget. En enkel figur kan illustrere forholdet mellom tilpasning og restkostnad:

¹ I en fagøkonomisk fremstilling dekker begrepet velferdsvirkning vanligvis summen av de materielle og ikke-materielle virkningene, med andre ord alt som påvirker velferden (nyttien). Når vi her reserverer begrepet velferdsvirkning for de ikke-materielle virkningene, fraviker vi derfor fagøkonomisk terminologi.

Figur 3.1 Forholdet mellom tilpasning og restskade av klimaendring



Vi tenker oss at tilpasning er en prosess som gradvis nøytraliserer mer og mer av et utenfra gitt klimaendringssignal. Tilpasningskostnaden er synkende i figuren: Jo mindre av klimaendringen som blir nøytralisert, desto billigere er tilpasningen for samfunnet. Det sier seg jo selv: jo lavere ambisjoner man har for tilpasning, desto mindre trenger man å gjøre. Gradvis nøytralisering av klimaendringssignalet skjer ved å gå fra høyre mot venstre i figuren. Restkostnaden er stigende i diagrammet: Jo mindre av klimaendringen som blir nøytralisert, desto større skadevirkning gir klimaendringen for samfunnet. Det sier seg vel også nesten selv: Jo mer av klimaendringssignalet som slipper gjennom, desto større blir de etterfølgende skadene. Et bestemt punkt langs x-aksen korresponderer til en bestemt kvalitet på materiellet innen den samfunnssektoren en ser på, som gir en bestemt tilpasningskostnad, og en bestemt restskade. I stedetfor "ikke-nøytralisert klimaendring" på x-aksen kunne en hatt "kvalitet på materiellet", eller kanskje "sårbarhet".

Den samlede samfunnsøkonomiske kostnaden av klimaendring er summen av de to kostnadene. Figuren inneholder også to punkter a og b. Punktet a angir den kombinasjonen av tilpasningstiltak og restskade som til sammen gjør klimakostnaden i samfunnet minst. Punktet b er en annen kombinasjon med mindre tilpasning enn optimalt og mer restskade. Den samlede kostnaden blir her større enn den kunne vært.²

² Det kan være verdt å notere at punktet a ikke ligger der de to underliggende kurvene krysser hverandre. Det at de krysser hverandre, betyr bare at *samlet* tilpasningskostnad er lik *samlet* klimakostnad og har ingen spesiell samfunnsøkonomisk betydning. Punktet a er kjennetegnet ved at de *marginale* kostnadene er like hverandre, som innebærer at de to kurvene har samme helning i tallverdi.

Vi kan ikke utelukke at punktet a vil ligge i ett av ytterpunktene (såkalt hjørneløsning). Dette kan skje dersom det er et stort innslag av fast kostnader knyttet til å nøytralisere klimaendringene, slik at kostnaden av å nøytralisere hele klimaendringen bare koster litt mer enn å nøytralisere bare litt av den.

I arbeidet med å anslå samfunnsøkonomiske kostnader av klimaendring er det en stor utfordring å anslå hvor mye tilpasning de ulike sektorene rent faktisk vil gjøre. Økonomer pleier å anta relativt stor grad av rasjonalitet i det økonomiske systemet. Om ikke hver enkelt er rasjonell, så lærer vi av hverandre, konkurrerer med hverandre og interagerer på måter som fremmer den kollektive rasjonaliteten. Skal vi dermed i vår analyse anta at samfunnssektorene i løpet av dette århundret vil søke mot punktet a på sine respektive områder? For noen aktiviteter kan det være en rimelig god hypotese. For eksempel er det etter vår vurdering sannsynlig at reiselivsnæringen og turisme på egen hånd vil utføre de fleste av aktivitetene som lønner seg for tilpasning, slik at man søker mot de laveste kostnadene samlet sett, punktet a. Og hvis torsken flytter nordover er det rimelig å anta at også fiskeaktiviteten følger etter. Men for andre aktiviteter støter en hypotese om optimal tilpasning mot de nåværende trendene. For eksempel sier eksperter at bygninger har et vedlikeholdsetterslep på mange milliarder kroner, jf. et senere kapittel i denne rapporten. Det betyr at bygningene ikke er optimalt tilpasset dagens klima, man er per i dag i punktet b snarere enn i a. Hva da når klimakostnadskurven flytter seg oppover, slik den vil gjøre med et kraftigere klimaendringssignal?

Det er i følge eksperter særlig den kommunale bygningsmassen som plages av vedlikeholdsetterslep, og spørsmålet om tilpasning i offentlig sektor reiser særlige utfordringer for vår analyse. Premisset for å nedsette utvalget er jo at det skal komme med forslag til lønnsomme og fornuftige forslag for å tilpasse seg klimaendring. Det må forstås som at utvalget er tiltrodd å foreslå tiltak som reduserer de samlede kostnadene, dvs. forslag som tar oss fra et punkt b til et punkt a. Da blir det vanskelig å anta i den samfunnsøkonomiske analysen at man allerede i utgangspunktet befinner seg i a. Men om samfunnet ikke graviterer mot a, hvor går det da hen?

Vår løsning på dette problemet er noe eklektisk, men det bærende prinsippet er at vi prøver å forlenge eksisterende trender. Der vi ser manglende vedlikehold og manglende tilpasning per i dag (bygninger, vann og kloakk), antar vi at det fortsetter slik. Der vi ser høy grad av tilpasning (transportinfrastrukturen, for eksempel i forhold til skred) antar vi at det fortsetter. I næringslivet antar vi høy grad av autonom tilpasning. I husholdningssektoren antar vi at boligmassen ikke blir tilpasset godt nok. Samme forutsetning bruker vi om næringsbygg: ikke tilpasset godt nok. Vår begrunnelse for det ligger i at byggmarkedet er preget av skjult informasjon og sjeldne transaksjoner, forhold som erfaringsmessig innebærer at markeder ikke graviterer mot rasjonelle løsninger på egen hånd.

4. Samfunnsscenario

Å studere virkninger av klimaet i slutten av dette århundret ved hjelp av samfunnet vi lever i nå, er omtrent like instruktivt som å studere virkninger av klimaet i dag ved hjelp av samfunnet i 1940. Et samfunn utvikler seg mye på 70 år, og den som ønsker å si noe om virkninger av klimaendringer på samfunnet, må ta hensyn til det.

I dette avsnittet presenterer vi et såkalt samfunnsscenario for samfunnet i perioden 2070-2100. I store trekk er scenarioet en forlengelse av det scenarioet som ble lagt fram i Perspektivmeldingen, Finansdepartementet (2009). Perspektivmeldingens avsnitt om "langsigtede fremskrivninger for norsk økonomi" inneholder et samfunnsscenario for perioden fram til 2060. Dette er et scenario som selvsagt er usikkert på alle måter, men som har den fordel at mange hundre arbeidstimer ligger bak, og det er gjennomdiskutert av eksperter på ulike områder.³

I tillegg til å forlenge Perspektivmeldingens trender fra 2060, legger vårt scenario vekt på at Norge i andre del av århundret er et lavutslippssamfunn, dvs. et samfunn med radikalt lavere klimagassutslipp enn nå. Her er forholdet at den langsiktige lavutslippsutfordringen ikke ble diskutert i Perspektivmeldingen, slik at det er nødvendig å gjøre justeringer. Endelig legger vårt scenario større vekt på virkninger av klimaendring, som heller ikke ble diskutert i Perspektivmeldingen. Spesielt legger vi inn virkninger for Norge av klimaendring utenfor Norge i vårt samfunnsscenario. Klimaendring i Norge er jo det problemet samfunnsscenarioet skal hjelpe til å analysere, slik at det kan ikke være en gitt størrelse i selve scenarioet. Virkningen for Norge av klimaendring utenfor Norge skal ikke analyseres, men ved å ha den med som en gitt størrelse i vårt samfunnsscenario, vil den likevel prege analysen av klimaendring i Norge.

Et samfunnsscenario har potensielt mange dimensjoner, og det kan være nyttig å minne om hva dette skal brukes til. I den samlede vurderingen av klimaendringer skal det for det første brukes til å korrigere bildet av samfunnssektorenes relative størrelse, slik at virkninger av klimaendringer på sektornivå ikke vektet med sektorenes størrelse per i dag, men med deres fremtidige størrelse. Derfor legger vi særlig vekt på sammensetningen av næringsliv og samfunnssektorer for øvrig. For det andre gir samfunnsscenarioet en bedre forståelse av velferdsvirkninger av klimaendringer. Også virkninger for Norge av klimaendringer utenfor Norge får en bedre belysning gjennom samfunnsscenarioet.

4.1 Et modellbasert samfunnsscenario

Det samfunnsscenarioet som presenteres i Perspektivmeldingen er modellbasert og utarbeidet ved hjelp av den generelle likevektsmodellen MSG, som er utviklet av Statistisk sentralbyrå. Modellens tallfestede beskrivelse av økonomiens virkemåte bygger på observasjoner av historiske sammenhenger og bidrar til økonomisk konsistens i framskrivingene.⁴ Ulike versjoner av MSG-modellen har vært benyttet til langsiktige samfunnsscenarioer for Norge siden 1960-tallet. Det er vanlig å utarbeide

³ Perspektivmeldingen presenterer selv scenarioet slik: "Tallfestingen av mulige forløp for norsk økonomi fram mot 2060 bidrar til å klargjøre noen viktige økonomisk-politiske utfordringer, men representerer verken forsøk på å beskrive tilstanden for norsk økonomi 50 år fram i tid eller på å gi en framstilling av politisk foretrukne forløp." Tross denne beskjedne egenomtalen, er det etter vårt syn ikke særlig tvil om at scenarioet innebærer et forsøk på å "beskrive tilstanden for norsk økonomi 50 år fram i tid". Hvordan kan man ellers på en fornuftig måte "klargjøre noen viktige økonomisk-politiske utfordringer" i samme tidsrom? Uansett hva en mener om dette, er det også vår oppgave å klargjøre en viktig økonomisk-politisk utfordring, nemlig virkningen av klimaendring, slik at formuleringen gir vårt scenario omtrent samme legitimitet som regjeringen gir seg selv.

⁴ Med økonomisk konsistens tenker vi på slike ting som at den enes inntekt er den andres utgift; at ingen kan bruke mer enn de tjener; at økt etterspørsel etter en vare fører til økt produksjon ikke bare av varen, men av alle innsatsvarer til vedkommende vare, osv.

nye fremskrivninger hvert fjerde år i forbindelse med perspektivmeldingene (tidligere ble de kalt langtidsprogram), og mellom perspektivmeldingene oppdateres fremskrivningene jevnlig i forbindelse med spesialanalyser. Nylig ble det for eksempel offentliggjort en spesialanalyse til det såkalte Klimakur-prosjektet.

Et modellbasert samfunnsscenario vil alltid hvile på visse premisser, på samme måte som en klimafremskrivning hviler på premisser om for eksempel globale utslipp. Viktige premisser for MSG-modellen gjelder innvandring, fødsel og død, og arbeidsinnsats på den ene siden, og den såkalte produktivitetsutviklingen på den andre siden. Forutsetningene som er lagt til grunn på disse områdene gjennomgås under. Prisene som oppnås på eksport- og importvarer er også et premiss, og likeså markedsutviklingen for viktige eksportprodukter. Forutsetninger på disse områdene kommenteres i avsnittet om virkninger av klimaendringer i utlandet.

4.2 En aldrende befolkning

Sammenhengen mellom fødsel, død og innvandring kalles gjerne den demografiske utviklingen. Vårt samfunnsscenario tar utgangspunkt i middelalternativet i siste befolkningsfremskrivning fra Statistisk sentralbyrå. Interesserte henvises til Brunborg m.fl. (2008) for en nærmere beskrivelse av forutsetningene som er brukt. I dette alternativet er fødsler, målt ved samlet fruktbarhetstall, anslått til 1,85 per kvinne. Forventet levealder ved fødselen er anslått å øke om lag ti prosent, fra 78/82 år i 2007 til 86/90 år i 2060. Begge disse faktorene bidrar til en klart aldrende befolkning. Når det gjelder spørsmålet om befolkningen øker eller avtar, trekker lav fødselshyppighet og lav dødelighet i hver sin retning. Innvandring bidrar til en forynget befolkning, siden innvandring innebærer en tilførsel av arbeidsføre mennesker. Nettoinnvandringen til Norge har økt kraftig de siste årene, særlig som følge av arbeidsinnvandring fra andre EØS-land. I samfunnsscenarioet er det lagt til grunn at nettoinnvandringen i løpet av de nærmeste 20 årene om lag halveres fra rundt 40 000 per år i 2007, som var en historisk topp, til 20 000 per år. Den antatte nettoinnvandringen vil likevel fortsatt ligge godt over gjennomsnittet for de siste 15 årene.

Befolkningsfremskrivningen gir samlet sett en aldrende befolkning, men den avtar ikke i størrelse. Befolkningen vil øke 0,7 prosent per år for perioden 2007-2060 og Norge i 2060 vil ha 6,9 millioner mennesker i følge fremskrivningen. Den såkalte innvandrerbefolkningen vil utgjøre om lag 25 prosent av dette, mot om lag ti prosent i dag. Det er særlig innvandrerbefolkningen fra Asia, Afrika og Latin-Amerika som øker i følge analysen. Antallet alderspensjonister vil øke 175 prosent til 2060.

Etter 2060 legger vi til grunn at de samme trendene fortsetter, med 20000 innvandrere i året og en moderat naturlig befolkningsøkning. Den prosentvise økningen i befolkning er avtagende gjennom århundret. Vi legger illustrasjonsmessig til grunn en vekst for tiden 2060-2100 på 0,5 prosent i året, som gir en befolkning i 2100 på rundt 8,5 millioner. Halvparten av tilveksten siden 2060 vil per forutsetning skyldes innvandring.

Gatebildet i Norge i 2070-2100 vil med andre ord være preget av flere eldre enn i dag, og det vil være flere med innvandrerbakgrunn enn i dag. Disse faktorene vil sette sitt preg på samfunnet, inkluderte dets respons på klimaendringer.

4.3 Gjennomsnittlig arbeidstid omtrent som nå

Befolkningsfremskrivningen legger opp til at antall personer i alderen 20-66 år vil øke om lag 0,5 prosent per år. Det er dette som er den arbeidsføre befolkningen. Men hvor mye vil hver person arbeide? Den gjennomsnittlige arbeidstiden i Norge har gått sterkt ned gjennom en generasjon. I 1970 jobbet en gjennomsnittsarbeider nesten full tid, drøye 1800 timer. Siden årtusenskiftet har gjennomsnittet ligget rundt 1400 timer, som tilsvarer ca to tredjedels stilling.

Reduksjonen i gjennomsnittlig arbeidstid har sammenheng med kvinnes inntog i arbeidslivet. Arbeidstiden for en husholdning med to voksne medlemmer har antagelig økt, uten at vi har tall på akkurat det. Men gjennomsnittlig arbeidstid kan også være påvirket av velstandsutviklingen, som en måte å ta ut inntektsvekst på. I 1970 var det fortsatt en del som arbeidet halv lørdag. I de senere årene er halv fredag blitt forholdsvis vanlig.⁵

Gjennomsnittlig arbeidstid spiller en stor rolle for økonomisk utvikling og vekst fremover. Kvinnes inntog i arbeidslivet var en engangsoperasjon som ikke vil gjentas i fremtiden. Velstandsutviklingen vil derimot fortsette å påvirke arbeidstiden. En annen faktor av betydning er ny teknologi, som gjør det enklere å jobbe utenom vanlig arbeidstid.

Perspektivmeldingen antar at gjennomsnittlig arbeidstid holder seg på om lag 1400 timer i året fram til 2060. Antagelsen bygger på en betraktning av historien og de drivende faktorene. Den bør ses i sammenheng med at det forutsettes konstant yrkesdeltaking og en pensjonsalder i tråd med pensjonskommisjonens innstilling. Det kan nevnes at de langtidsfremskrivningene som ble gjennomført i 1972 traff år 2000 ganske godt når det gjaldt samlet antall timer brukt på arbeid. Selv om man la til grunn mye høyere gjennomsnittlig arbeidstid enn det faktiske resultatet, la man på den annen side til grunn lavere yrkesdeltaking siden man ikke fikk med seg økningen i kvinners arbeidstid. På samme måte ligger det i fremtiden en arbeidskraftreserve i friske eldre, men da kanskje først og fremst i form av deltidsarbeid som i tilfelle vil trekke gjennomsnittlig arbeidstid ned samtidig som yrkesdeltagelsen trekkes opp.

4.4 Fortsatt lønnsomme investeringsmuligheter

En viktig forutsetning for de langsiktige beregningene er den at samfunnet forutsettes å ha et tilfang av lønnsomme investeringsmuligheter gjennom dette århundret. I et samfunn i endring er det relativt opplagt at nye lønnsomme investeringsmuligheter viser seg i kjølvannet av ny teknologi, slik IKT-revolusjonen er eksempel på. Forutsetningen kan derfor sies å dreie seg om hvorvidt det vil skapes ny teknologi fremover som i sin tur gir mulighet for lønnsomme investeringer. Historisk har dette vært et viktig diskusjonstema mellom teknologipessimister og teknologioptimister. Teknologipessimistene fra Malthus og utover har fryktet at teknologiutviklingen stopper

⁵ Sammenhengen mellom velstandsvekst og arbeidstid er ikke enkel. For det første har en forskyvning innad i husholdninger, som nevnt i teksten. For det andre er arbeidstiden i det moderne samfunnet mer konsentrert om fasen 30-60 år enn tidligere. For det tredje er det ikke alle som kan velge arbeidstid selv. Men selv om vi ser på en enkeltperson som kan velge selv, er sammenhengen komplisert fordi økt lønn gjør en i stand til å ta mer fri, men det blir samtidig mer lønnsomt å arbeide mer. Økt velstand i form av økte overføringer eller økt kapitalinntekt gir derimot en nokså entydig impuls til lavere arbeidstid.

opp, som i tilfelle over tid vil føre til at det ikke er flere lønnsomme investeringer igjen å gjøre. Teknologioptimistene har håpet at ny teknologi dukker opp som ikke bare legger til rette for økonomisk vekst, men også løser vekstens ulemper underveis.

Perspektivmeldingens samfunnsscenario tar ikke stilling til striden mellom teknologioptimister og –pessimister, men ser bakover på hvordan teknologiutviklingen har vært historisk sett. Scenarioet legger til grunn at teknologien fremover, målt ved såkalt total faktorproduktivitet, vil forbedres halvannen prosent i året. Det er et kvart prosentpoeng lavere enn gjennomsnittet 1970-2007 og et halvt prosentpoeng lavere enn 1990-2007. De fleste er enige om at perioden 1970-2007, da man først oppdaget oljeforekomstene og deretter gjennomlevde IKT-revolusjonen, var en unik periode for Norge. En kan ikke vente like høy produktivitsvekst fremover. Total faktorproduktivitet er for øvrig en størrelse som foruten teknologiutvikling i snever forstand, omfatter spredning av teknologi, organisatoriske fremskritt, virkningen av bedre utdanning osv.

Vi antar at total faktorproduktivitet øker halvannen prosent i året også etter 2060.

4.5 Fortsatt økonomisk vekst

Et samfunn der arbeidsinnsatsen vokser og det hele tiden åpner seg lønnsomme investeringsmuligheter i takt med teknologendringer i samfunnet, vil per definisjon oppleve økonomisk vekst. Perspektivmeldingens samfunnsscenario innebærer en økonomisk vekst i BNP per innbygger på 1,4 prosent per år. Det er mindre enn halvparten av veksten i perioden 1970-2007. Etter 2060 har vi lagt til grunn at produktiviteten øker som tidligere, men befolkningen øker mindre. Det gir noe utslag på vekst i BNP, men lite eller ingenting i BNP per innbygger. Vi legger dermed til grunn at BNP per innbygger vokser 1,4 prosent i året også etter 2060.

I perioden 1970-2007 ble BNP per innbygger tredoblet. I tiden fram til 2070 gir samfunnsscenarioet en drøy fordobling (230 prosent) i BNP per innbygger i forhold til i dag. Innen 2100 ligger BNP an til å være snaut fire ganger større enn nå. Dette har mye å si for det fremtidige samfunnets robusthet mot klimaendringer, og også for den økonomiske verdsettingen av et rent miljø.

4.6 Etterspørsel og lavutslippssamfunn

En innbygger i perioden 2070-2100 vil alt i alt befinne seg i et samfunn der flere er eldre, flere har utenlandsk opprinnelse, de private inntektene midt i perioden er omtrent tredoblet og Norge har syv-ni millioner innbyggere. Et viktig spørsmål er om disse forutsetningene lar seg forene med forestillingen om Norge som et lavutslippssamfunn.

Industri, veitrafikk og olje- og gassvirksomhet er de viktigste kildene til klimagassutslipp i Norge. Her er forholdet at olje- og gassvirksomheten vil være mer eller mindre faset ut innen perioden 2070-2100. Perspektivmeldingen konkluderer med at oljevirkosomheten er radikalt mindre allerede i 2060, og gassvirksomheten er mer enn halvert. I perioden deretter blir ressursbasen gradvis enda mindre. Dessuten er det et spørsmål om en verden preget av lavutslipp er villig til å kjøpe norsk olje og gass til regningssvarende priser. Disse faktorene bidrar til at vi tror sektoren vil være i ferd med å fases ut i tiden 2070-2100.

De fleste analyser av transportsektoren tegner et relativt optimistisk bilde av sektorens mulighet til å bli utslippsfri på lang sikt (se for eksempel EBL, 2009 og KLIF, 2010). Dersom analysene får rett, vil samfunnet kunne opprettholde et transportmønster om lag som nå uten konsekvenser for klimagassutslippene. Det vil blant annet innebære at sektoren reiseliv/turisme vil vokse og utvikle seg. Denne sektoren er viktig for klimatilpasning, både fordi den på mange måter lever av klima, og fordi utstrakt reising og transport innbyr nye dyre- og plantearter til å etablere seg i et Norge preget av varmere og fuktigere klima. Nye arter i Norge kan i neste omgang gi konsekvenser for sykdomsbildet i befolkningen, og for naturmangfoldet.

Hydrogen, biobrensel og ikke minst elektrisitet framstår som aktuelle drivstoff for fremtidens kjøretøy. Dermed må en kreve at elektrisitetsforsyningen også er utslippsfri. I Norge har vi tradisjonelt ikke hatt problemer med det, men i fremtiden trengs det ytterligere kraftforsyning for å drive den elektrifiserte delen av bilparken, og annet. Biobrensel, vind og rensert fossilt brennstoff er blant mulighetene, som gjør at man på lang sikt kanskje kan se relativt optimistisk på mulighetene for en utslippsfri kraftforsyning.

Da gjenstår industriutslippene, sammen med utslipp fra landbruk og såkalte "andre kilder". Dette er ikke stedet for å gå inn i en grundig drøfting av mulighetene for å redusere utslippene radikalt i disse sektorene. Se KLIF (2010) for en slik drøfting. Her vil vi legge til grunn at det også i disse sektorene på lang sikt vil være mulig å redusere klimagassutslippene ved hjelp av elektrifisering, karbonfangst, ny teknologi og nye tenkemåter. Det betyr alt i alt at det samfunnsbildet vi malte innledningsvis – syv-ni millioner mennesker, tredoblet privat inntekt, mange eldre – i store trekk vil kunne realiseres som et lavutslippssamfunn.

Det er klart at dersom samfunnet ikke lykkes med å redusere utslippene gjennom teknologiske nyvinninger innen industri, landbruk og transport, og man samtidig tvinger gjennom et lavutslippssamfunn, vil man måtte bruke relativt kraftige virkemidler som vil legge betydelige begrensninger på vår livsstil. Den økonomiske veksten i seg selv blir ikke nødvendigvis rammet, det vil også i dette samfunnet være betydelig rom for lønnsomme investeringer, gjerne utløst av de kraftige virkemidlene, men inntektsveksten vil kanaliseres mot varer og tjenester uten klimagassinhold. For øvrig kan en frykte at et slikt samfunn ikke vil make å realisere visjonen om lavutslippssamfunnet.

4.7 Viktige samfunnssektorer mot slutten av århundret

Perspektivmeldingen tyder på at også et samfunn som ikke tar i bruk kraftige virkemidler mot klimagassutslipp vil vri etterspørselen mot varer og tjenester uten særlig klimagassinhold. Det sørger aldringen for. Perspektivmeldingen inneholder en tabell som reproduseres nedenfor. Den tyder på at andelen som arbeider med i offentlig sektor, i følge samfunnsscenarioet vil øke fra 27 prosent nå, til 35 prosent i 2060. Det er særlig helse og omsorg som krever flere hender. Årsaken ligger først i fremst i den demografiske endringen med flere eldre. Det spiller også inn at muligheten for ny teknologi, ny organisasjon og bedre produktivitet, i følge scenarioet er lavere i helse og omsorg enn på de fleste andre områder.

Tabell 4.1 Nærings sammensetningen i Norge. Timeverks- og bruttoproduktandeler etter sektor. Prosent

	Timeverk			Bruttoprodukt ¹		
	1970	2007	2060	1970	2007	2060
Fastlands-Norge	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vareproduksjon	48,7	26,9	19,1	41,0	25,8	25,0
Herunder primærnæringer	15,9	4,2	1,1	3,4	2,5	1,3
Herunder kraftforsyning	0,9	0,5	0,2	2,8	3,1	1,1
Herunder industri	23,9	13,5	12,3	26,7	14,7	17,0
Herunder bygg og anlegg	8,0	8,7	5,5	8,0	5,4	5,6
Tjenesteproduksjon	51,3	73,1	80,9	59,0	74,2	75,0
Herunder bolig tjenester	0,0	0,0	0,0	8,2	5,6	6,8
Herunder annen privat tjenesteyting	35,1	46,4	46,2	29,0	47,2	54,3
Herunder offentlig tjenesteyting	16,2	26,7	34,7	21,8	21,4	13,8

¹ Utenom avgifter. Faste 2004-kroner.

Kilde: Finansdepartementet (2009).

Økt sysselsetting i helse og omsorg må nødvendigvis føre til lavere sysselsetting og produksjon andre steder i forhold til hva man ellers ville hatt. Analysen i Perspektivmeldingen tyder på at andelen av samlet verdiskapning i fastlands-Norge som foregår i primærnæringene og i kraftproduksjon går ned fram mot 2060. Dette er viktige sektorer i forhold til klimaendringer. Sektoren bolig tjenester, som først og fremst avspeiler boligstandard og boligmasse, øker sin andel av verdiskapningen. Dette er også en viktig sektor i forhold til klimatilpasning.⁶

4.8 Virkninger av klimaendringer i utlandet

De virkningene på næringsnivå som er gjengitt her, tar i utgangspunktet ikke hensyn til virkninger på norsk økonomi av klimaendringer i utlandet. Mulige virkninger kan blant annet gjelde

- Innvandring
- Priser og markedsutsikter for matproduksjon
- Internasjonal transport
- Transport, sikkerhet og andre forhold i Arktis
- Internasjonal sikkerhet
- Bistandsbehov

Vi vil her drøfte disse kort innenfor de rammene plassen setter.

⁶ Når en ser på verdiskapning i forhold til fastlandsøkonomien, holdes olje- og gasssektoren utenfor. Siden olje- og gasssektoren antas å spille en stadig mindre rolle utover i århundret, vil en konstant andel i forhold til fastlandsøkonomien innebærer en økende andel av totaløkonomien.

Innvandring: I land som er fattige fra før, kan klimaendringer gjøre det enda vanskeligere å bo. Forskjellene mellom rike og fattige land vil trolig øke i forhold til hva det ellers ville vært, og på lengre sikt vil det øke innvandringspresset til land som Norge.⁷ Vi har nevnt at befolkningsfremskrivningen vi bygger på, legger opp til 20000 innvandrere per år på lang sikt. 10000 av disse antas å komme fra Asia, Afrika og Latin-Amerika. I løpet av 90 år blir det 900000 innvandrere fra disse områdene. Det kan være ulike oppfatninger om dette tallet er stort nok til å romme de som kan karakteriseres som klimaflyktninger⁸. Etter vår vurdering er 900000 innvandrere fra Asia, Afrika og Latin-Amerika et såpass høyt tall at det gir rom for et betydelig antall klimaflyktninger. Når vi tar hensyn til at lite er kjent om sammenhengen mellom innvandringspress og faktisk innvandring i Norge fremover (det blir jo et spørsmål om hvor høye barrierer man setter opp), og det også er helt uvisst om forskjellene i verden vil bli mindre eller større totalt sett, velger vi å beholde den befolkningsfremskrivningen som foreligger også i lys av klimaendringer.

Det kan nevnes at innvandring alt annet like gjør det vanskeligere å gjennomføre visjonen om Norge som et lavutslippssamfunn. Det skyldes at vanlige mål på lavutslippssamfunnet, for eksempel 80 prosent reduksjon i klimagassutslipp, gir en ramme for samfunnet som helhet. Med økende innvandring er det flere mennesker som må presse seg inn i den samme rammen. Det samme gjelder selvsagt befolkningsøkning av andre årsaker.

Priser og markedsutsikter for matproduksjon: Selv om det ventes økt matproduksjon i viktige jordbruksland ved moderat klimaendring, er det fare for at upredikabel klimaendring vil ramme den globale matproduksjonen i skarpt negativ retning. Se IPCC (2007) for en drøfting av disse forholdene. Både planteprodukter og fisk kan potensielt rammes.

Dersom matproduksjonen rammes negativt enkelte år eller tiår, må man forvente svært mye høyere priser på matvarer enkelte år, og etter hvert trendmessig høyere priser. Det norske landbruket er normalt beskyttet mot svingninger i verdensmarkedsprisene. Med høyere priser på verdensmarkedet kan det imidlertid skje at prisene stiger over det norske kostnadsnivået, og at forbrukerne stilles overfor markert høyere priser. Det kan i verste fall gi et betydelig fall i den materielle levestandarden. Dette kan illustreres på følgende måte: Nordmenn bruker i gjennomsnitt 11 prosent av inntekten på matvarer i dag (SSB, 2010a). Mye er norskprodusert, men omtrent en fjerdedel er importert (SSB, 2010b). (Det er uklart fra kilden om importandelen er bruttoimport minus eksport av for eksempel fiskeprodukter.) Til sammen brukes kanskje tre prosent av inntekten på importert mat. Utover århundret vil den andelen som brukes på mat i alt fortsette å synke. På den annen side kan importandelen øke dersom importvernet svekkes. For illustrasjonsformål kan vi anta at tre prosent av inntekten brukes på importert mat også mot slutten av århundret.

⁷ Modifikasjonen ”på lengre sikt” er lagt inn fordi utvandring og innvandring ikke er en enkel funksjon av fattigdomsgap. De første som utvandrer er middels ressurssterke. Over tid, dersom strømmene øker, blir det lettere for de aller fattigste å dra. Jf den norske utvandringen til Amerika!

⁸ Med ordet klimaflyktning tenker vi på flyktninger der konsekvenser av menneskeskapte klimatiske endringer utgjør en viktig beveggrunn for flukt. Slike konsekvenser kan for eksempel være tørke, oversvømmelse, sviktende avlinger m.v. forårsaket av klimaendring, og følgenvirkninger av dette, for eksempel konflikt. Begrepet klimaflyktning har satt seg i den allmenne samfunnsdebatten, men blant forskere hersker det så vidt vi forstår adskillig tvil om hvor nyttig det er.

Prisene på matvarer har vært svingende dette tiåret, men et inntrykk av hva som kan skje når tilbudet av en essensiell vare forstyrres, får man ved å se på oljemarkedet. Erfaringen fra oljemarkedet er at forholdsvis små endringer i tilbudet øker prisene med så mye som 100 prosent. Mat er en enda mer essensiell vare enn olje, og det kan etter vår vurdering ikke utelukkes at avlingssvikt som følge av klimaendringer periodevis vil øke prisene med 200 prosent eller mer. Dersom dette slår ut i gjennomsnittlige norske matvarepriser, kan andelen brukt på importert mat stige til henimot ni prosent selv om innholdet i matvarekurven er om lag den samme. I realiteten innebærer dette en reduksjon i forbrukernes materielle levestandard på henimot seks prosent, men vi understreker på den annen side at vi her har referert et tankeeksperiment. Vi har ikke grunnlag for å si at norske matvarepriser vil stige 200 prosent som følge av klimaendringer. Videre bør man legge merke til at utgangspunktet for tankeeksperimentet var det forholdet at 11 prosent av inntekten brukes på mat. Det referer seg til husholdningsbudsjettet, som bare er en del av samfunnets samlede etterspørsel. Den andelen av samfunnets samlede etterspørsel som retter seg mot mat, er en god del mindre.

Dersom verdensmarkedsmarkedene stiger mye, vil norske landbruksprodukter blir konkurransedyktige internasjonalt. Det vil i så fall gi rom for økt produksjon av landbruksvarer i Norge.⁹ Hvis prisene ikke stiger fullt så mye og man fortsatt har importvernet, vil den viktigste virkningen være at den samfunnsøkonomiske kostnaden av importvernet går ned. Når det gjelder fiske vil eventuelle prisøkninger i verdensmarkedet slå positivt ut for verdien av norsk produksjon.

Perspektivmeldingen legger opp til at primærnæringene landbruk og fiske og fiskeoppdrett sin andel av bruttoproduktet synker trendmessig gjennom århundret til 2060. I lys av det som her er sagt, er det kanskje ikke grunn til å la andelen synke videre fram til 2100. Med den usikkerheten som råder på alle hold, legger vi til grunn at 1,3 prosent er et rimelig dekkende anslag for primærnæringenes bidrag til fastlands-BNP også for perioden 2070-2100.

Internasjonal transport i luft og til sjøs er av betydning for Norge både som næring (skipsfarten) og som kilde til frakt av eksport- og importvarer. Internasjonal transport vil kunne rammes negativt dersom klimaet i fremtiden blir "villere" med mer vind og storm, og høyere bølger. Det vil kunne gi flere forsinkede avganger, flere forliser til sjøs osv. Transportomkostningene vil øke. Klimafremskrivningene vi bygger på, gir ikke grunnlag for å legge til grunn mer vind og storm i norske områder, men sier på den annen side ikke noe om andre deler av verden. Dersom transportomkostningene øker på grunn av utenlandske klimaendringer, kan utenrikshandelen bli dyrere, og Norge vil på lang sikt produsere noe mer selv i forhold til import. En forskyvning i retning større egenproduksjon vil foregå innenfor rammen av det som kalles industriproduksjon og privat tjenesteyting i tabellen over. Tabellens størrelser blir derfor neppe nevneverdig påvirket av dette.

Arktis: Redusert sjøis i Arktis vil kunne gi grunnlag for økt sommertransport gjennom Arktis, og lavere kostnader ved å bevege varer mellom for eksempel Nord-Europa og Nord-Asia. Vi har ikke grunnlag for å tallfeste betydningen av dette, men bemerker at

⁹ Som vi senere skal se, gir klimaendringer forventningsmessig rom for økte avlinger i Norge, noe som vil gjøre landbruket mer konkurransedyktig. Den effekten på produksjonen som eventuelt kommer gjennom prisene, legger seg på toppen av den som kommer gjennom økte avlinger.

virkingen trekker i motsatt retning av den vi nettopp skisserte for sjøtransport generelt. Nettoeffekten av de to virkningene blir altså mindre enn de to hver for seg.

Sikkerhet: Klimaendringenes eventuelle påvirkning av norsk sikkerhet er en faktor vi finner det umulig å si noe om. En større konflikt i Europa av uansett hvilken årsak vil for øvrig kunne kullkaste det samfunnsscenarioet vi tegner her.

Bistand: Bistand innvirker på samfunnsscenarioet i den utstrekning klimaendringer fører til markert økt nivå på bistanden. Det vil i tilfelle redusere veksten i hjemlig forbruk noe. Tallenes aritmetikk er likevel slik at selv en dobling av bistanden, fra 1 to 2 prosent av BNP, er neglisjerbart så lenge BNP selv tredobles i løpet av århundret. Når kaka er tre ganger større, får man langt mer kake enn nå selv om man gir bort to prosent av den.

4.9 Samfunnsscenarioet oppsummert

Vi ser for oss et Norge i 2070-2100 med syv-ni millioner mennesker, hvorav mange er eldre og en god del har utenlandsk opprinnelse. Blant innvandrerne vil det trolig være såkalte klimaflyktninger.

De private inntektene er midtveis i perioden omtrent tredoblet per person. Av demografiske og andre årsaker vil mye av inntektsveksten rette seg mot helse- og omsorgstjenester og andre tjenester. Innen 2070-2100 er det etter vår vurdering gode muligheter for at ny teknologi vil bringe utslippene fra transport og kraftforsyning under kontroll. Transportmønsteret og privat oppvarming vil dermed kunne utvikle seg om lag som før. Forutsatt at utslipp fra næringslivet også kuttes, vil ikke dagliglivet være nevneverdig preget av at Norge er et lavutslippssamfunn.

I enkelte sammenhenger er det interessant hva samfunnsscenarioet kan si om innenlandsk flytting og sentralisering. Brunborg m.fl. (2008) peker på noen faktorer som påvirker hva en kan kalle tilbudssiden av flyttelikningen, dvs. det som går på hvor folk ønsker å bo. De peker på at innvandrere så langt har hatt et mer sentralisert boligmonster enn befolkningen som helhet, slik at den stadige tilførselen av innvandrere bidrar til å sentralisere landet. På den annen side fører økningen i befolkning til at færre kommuner mister innbyggere enn det som ellers ville vært tilfellet. Bildet ser derfor ut til å være økt sentralisering målt i relative termer, men en økende befolkning store deler av landet. I en endelig analyse må tilbudssiden av flyttelikningen sammenliknes med etterspørselssiden, dvs. hvor finnes det arbeidsplasser, hvor finnes det bolig og til hvilken pris, osv.

Samfunnsscenarioet fram mot 2050 vil være et steg på veien mot scenarioet for 2070-2100.

5. Virkninger på velferd og livsstil i Norge

Vi går nå over til å drøfte hvordan klimaendringer kan tenkes å påvirke velferd og livsstil i Norge i siste del av århundret (2070-2100). Med velferd og livsstil mener vi de ikke-materielle sidene ved livet, som vi her har kalt velferdskostnadene. Drøftingen er kvalitativ. Grunnlaget er de klimaendringene som trekkes fram av Hanssen-Bauer m.fl. (2009). I korte trekk går de ut på at temperaturen vil øke mellom 3,4 og 4,6 grader i forhold til gjennomsnittet 1960-1990; nedbøren vil øke mellom 20 og 30 prosent; havet vil stige inntil én meter og sjøtemperaturen en til to grader.

Dette er årsgjennomsnitt som skjuler betydelig variasjon mellom årstider og mellom deler av landet. For eksempel vil gjennomsnittstemperaturen om vinteren på Østlandet stige 4,5 – 6,5 grader, på Finnmarksvidda hele 5,3 – 7,1 grader og på Svalbard enda mer. På Østlandet, Sørlandet og Sørvestlandet ventes opp til 50 prosent mer nedbør om vinteren, og i Hålogaland om våren kan det komme 65 prosent mer nedbør.

Forskerne har også beregnet antall dager med styrtregn, så mye nedbør at det i dag bare inntreffer en til to dager i året. Tendensen er at antallet dager med styrtregn vil fordobles, og at det vil regne enda mer – opp til 30 prosent mer – disse dagene. Om en hadde lagt grensen for ”mye nedbør” noe lavere, ville en ventelig også funnet økning i frekvens og intensitet, slik at tendensen går i retning betydelig mer styrtregn.

Det er stor usikkerhet om tallene, så stor at det eneste sikre er at de ikke slår til. Kanskje blir det Nord-Trøndelag og ikke Hålogaland som må finne seg i 65 prosent mer nedbør. Det er imidlertid ikke viktig for vårt formål, og vi vil her late som om utsagnene (om intervallene) er sikre.

Konsekvensen av klimafremskrivningene er blant annet at snøsesongen reduseres med 50-100 dager.¹⁰ Enkelte steder langs kysten og i lavereliggende strøk reduseres sesongen mer enn 100 dager. I fjellet og indre strøk av Østlandet og Finnmark blir reduksjonen 20-50 dager. Veksts sesongen øker omtrent like mye¹¹.

Det er klart at klimaendringene som antydes her, vil påvirke nordmenns utemiljø og uteaktiviteter. Langs hele kystbeltet opp til Lofoten vil snøen forsvinne de fleste år. Det betyr at snøen forsvinner rundt alle de store byene med unntak av Tromsø og Mjøsregionen, der sesongen bare blir kortere. Regnet vil overta, og de fleste vintrene vil bli milde, regnfulle og mørke. Også om våren og høsten vil det regne og være mørkt. Jevnlig vil styrtregnet gjøre det uframkommelig å være ute.

Mange nordmenn liker å gå tur i helgene, enten det er familier med barnevogn, hundeeiere på daglig luftetur, eller eldre par som spaserer med armene på ryggen. Om våren ser man etter hvitveis, om høsten plukker man sopp. I fremtiden vil mer av dette foregå i regn, av og til intenst regn. Det vil oftere regne under hagearbeid og båtpuss, fotballkamper og fjellturer, 17. mai og St.Hans. Mange liker å sykle til butikken eller til jobb og skole; noen har sykling som fritidsaktivitet. I fremtiden må man påregne mer regnvær.

Siden det ikke er noe snø, vil den tradisjonelle skituren i nærområdet på søndagen forsvinne rundt de store byene unntatt Mjøsregionen og Tromsø. Feriene er også utsatt, særlig den tradisjonelle påskeferien, som jo ligger i ytterkanten av snøsesongen. Alpinanleggene vil langt inn i århundret gjøre sitt beste for å produsere kunstig snø, men i fremtiden må man antagelig høyt til fjells for å finne naturlig snø påsketider. Og det vil bare rent unntaksvis være snø til jul.

Mens dette skrives gjør nordmenn det skarpt i olympiske vinterleker. Utover i århundret vil vinterlekene i stadig større grad fortone seg som en anakronisme, som foregår under kunstige forhold, innendørs eller laget for anledningen. Den globale rekrutteringen til

¹⁰ Dette er strengt tatt ikke ”konsekvensen av klimafremskrivningene”, men konsekvensen av en eksempel-fremskrivning som ligger *lavere enn middel for temperatur og nær middels for årsnedbør*. Dersom en tar utgangspunkt i høyere temperaturokning, er det grunn til å tro at snøsesongen reduseres *mer* enn antydnet her.

¹¹ Dette er også i følge en eksempel-fremskrivning nær midlere fremskrivning.

utendørssportene vinterstid vil gradvis reduseres og det blir til sist et spørsmål om olympiske vinterleker vil fortsette i sin nåværende form.

Siden sjøvannet varmes opp, blir det hyggeligere å bade om sommeren. Når det gjelder økosystemene i havet, er forsuringen den store ukjente faktoren. Dersom forsuringen skulle ødelegge livet i havet slik vi kjenner det, vil størstedelen av befolkningen utvilsomt oppleve det som en katastrofe. Vi vet ennå svært lite om sannsynligheten for noe så drastisk, og kan derfor ikke utelukke muligheten for at konsekvensene er dramatiske allerede i dette århundret.

Klimafremskrivningene antyder at 90 prosent av isbreene forsvinner i dette århundret, og man må 250-450 meter lenger opp i fjellet for å finne de som er igjen. På den annen side tiltar gjengroingen. Sist Norge opplevde økte temperaturer, 1-2 grader høyere enn i 1960-1990, vokste det furuskog på Hardangervidda. Dette er i manges øyne heller ikke ønskede utviklingstrekk for fremtiden.

Mange av de aktivitetene som rammes av klimaendringene – påskeferien med appelsin i solveggen, Holmenkollrennet, stemningen rundt flaggheisingen 17. mai – er inngravert i den norske folkesjela. Slik sett er det et betydelig velferdstap knyttet til at de reduseres og forsvinner. På den annen side er det mulig gjennom et hundreår å venne seg til nye aktiviteter og nye forhold. Man kan også peke på at flere hundre tusen mennesker i øyeblikket lever godt på Vestlandet under mer regn enn det vil falle på Østlandet mot slutten av århundret. Også Vestlandet vil imidlertid i fremtiden få langt mer regn enn nå. I følge befolkningsfremskrivningen vil det være betydelig mindretall i Norge som ikke i samme grad som flertallet er knyttet til de tradisjonelt norske aktivitetene. På den annen side er ikke disse gruppene nødvendigvis mer vant til regn og mørke enn andre.

I utgangspunktet kunne man i tillegg til de virkningene som her er skissert, være bekymret for at klimaendringer vil svekke helsetilstanden i landet. Helse er en viktig velferdsindikator slik at eventuelle helsevirkninger er relevant for en drøfting av velferdsvirkninger. Imidlertid skal vi se i et senere kapittel at helsevirkningene av klimaendring både kan bli positive og negative. Med unntak av pollenallergi og borrelia finner ikke ekspertene entydig negative helsevirkninger. Vi velger derfor å ikke legge vekt på eventuelle helsevirkninger her.

Den samfunnsøkonomiske velferdskostnaden av klimaendringene er et verdibegrep. Det består av to ting: for det ene hvor mye klimaendringene innvirker på aktiviteter av betydning, og for det andre hvor mye samfunnsmedlemmene er i stand til å betale for dem. Etter vår vurdering vil klimaendringene innvirke betydelig på utendørsaktivitetene og aktiviteter som tradisjonelt har definert oss som nordmenn. Samtidig vil samfunnsmedlemmene vil være så rike på det penger kan kjøpe at de – om de hadde kunnet – ville ønsket å betale adskillig for å opprettholde det tidligere klimaet. Dette tilsier at den samfunnsøkonomiske velferdskostnaden er betydelig.

Hvor betydelig kostnaden er, kan vi ikke si. Men det er grunn til å tro at den samfunnsøkonomiske velferdskostnaden stiger utover i århundret av to grunner: Dels blir klimaet i seg selv dårligere, og dels stiger betalingsvilligheten for en bestemt kvalitet av klima (om en kan tenke seg det) fordi inntektene øker og fordi mange får mer fritid. Hvor mye betalingsvilligheten stiger i forhold til inntekt, kommer an på mange forhold: Erfaringen fra lokale og regionale miljøgoder er at rike samfunn prioriterer dem langt høyere enn fattige samfunn. På den annen side trekker tilvenningseffekten i retning av at betalingsvilligheten bare øker moderat.

Enkelte av de utslippsberegningene som klimafremskrivningene bygger på, innebærer at klimaet er ute av kontroll i siste halvdel av århundret. Det betyr i tilfelle at menneskene som lever da, ventelig vil være meget bekymret for hvordan klimaet blir i første halvdel av det 22. århundret og senere. Den bekymringen som ledet til nedsettelsen av klimatilpasningsutvalget i 2009, vil antagelig være småtteri i forhold til bekymringen som vil prege samfunnet da. Selv om utslippene skulle være sterkt redusert, vil bekymringen for fremtiden trolig være til stede. Bekymringen ved å forberede seg på ytterligere klimaforverring vil også være en del av velferdskostnaden for de som lever i 2070-2100.

En faktor som bidrar til nåtidens vurdering av fremtidig velferdskostnad av klimaendring er av etisk karakter. Det er ikke uvanlig å høre det standpunkt at vårt samfunn ikke har rett til å overlate et samfunn med klimaendring (kanskje ukontrollert) til fremtiden. Operasjonelt sett blir dette ekvivalent med å uttale at den fremtidige samfunnsøkonomiske kostnaden for velferd og eventuelt for levestandard, er høy. Hvorfor skulle det ellers være viktig for dem som lever da å motta et samfunn uten klimaendring? Her noterer vi bare denne operasjonelle ekvivalensen i marginen som ett av flere momenter i drøftingen av klimaendringens velferdskostnad, og plukker opp momentet når vi nedenfor diskuterer fordelingsvirkninger av klimaendring.

I tiden fram mot 2050 er det grunn til tro at velferdskostnaden av klimaendringer vil være underveis til hva man vil se senere i århundret.

6. Virkninger på materiell levestandard

Vi snur oss så mot virkninger av klimaendringer på den materielle levestandarden. Materiell levestandard stammer fra verdiskaping. Verdiskaping måles gjerne ved brutto nasjonalprodukt (BNP), men det er som navnet sier et bruttobegrep. Netto verdiskaping og reell materiell levestandard trekker fra såkalt kapitalslit og verdiforringelse av samfunnets bygningskapital, infrastruktur og annen samfunnsformue. For å uttale seg om klimaendringens virkning på materiell levestandard må man altså dels analysere virkningen på brutto verdiskaping målt ved BNP, og dels analysere kapitalslit og verdiforringelse av samfunnsformuen.

Dette kapitlet blir et sammendrag av sektorvirkningene som omtales i de følgende kapitler, og vi peker på sammenhenger mellom sektorvirkningene. Noen sektorer er næringer, andre er formuesarter.

6.1 Virkninger på verdiskaping målt ved BNP

BNP er summen av alle næringenes bruttoprodukt, slik at virkninger på verdiskaping målt ved BNP er det samme som virkninger på verdiskapingen summert over alle næringer. Vi definerer en klimautsatt næring som en næring der bruttoproduktet påvirkes av klimaet "direkte", dvs. ved konstante priser og konstant innsats av arbeid og kapital.

For at en næring skal være klimautsatt, må den foregå utendørs. Den klart største utendørsnæringen i Norge er olje- og gassektoren, men installasjonene på sokkelen bygges allerede for å tåle et svært røft vær, slik at virkningene av klimaendring trolig vil være små. Dessuten vil olje- og gassektoren i følge samfunnsscenarioet være på retur i perioden 2070-2100. Perspektivmeldingen anslår at den utgjør om lag 3 prosent av BNP i 2060, og mindre deretter. Andre utendørsnæringer står samlet sett for 10 prosent av BNP i 2008 og 9 prosent av i 2070-2100 i følge samfunnsscenarioet (Tabell 6.1).

Tabell 6.1 Klimautsatte næringer sin prosentandel av BNP i 2008 og 2070-2100

Næring	2008	2070-2100
Landbruk	0,6	0,6
Marine primærnæringer	0,4	0,7
Turisme	1,9	2,5
Transport	4,0	4,0
Kraftproduksjon	3	1,1
Finans og forsikring	3	4

Note: Kilde for anslag 2070-2100 er Perspektivmeldingens anslag for fastlands-BNP 2060. Tjenestesektorene turisme og forsikring sin andel av BNP er fremskrevet fra 2008 med veksten i Annen privat tjenesteyting fra Perspektivmeldingen, og videre bearbeidet av Vista Analyse for å hensynta utviklingen fra 2060 til 2070-2100.

Gjennomgangen som er gjort i de følgende kapitlene, tyder på at innen norsk landbruk, marine primærnæringer og kraftproduksjon er det mer sannsynlig at man kommer styrket ut, enn at man kommer svekket ut av klimaendringene i dette århundret (Tabell 6.2). I transportnæringen er det mer sannsynlig at man kommer svekket ut, og i turismenæringen svakt mer sannsynlig. I forsikringsbransjen kan det hende markedet øker, fordi det blir flere risiki å forsikre seg mot og fordi verdien øker av det som forsikres. Det tilsier en større bransje. I en samfunnsøkonomisk vurdering er den klimarelaterte delen av økningen i aktivitet en kostnad, fordi dette er ressursbruk som trekkes bort fra meningsfylt arbeid i andre sektorer for å ta hånd om et problem som er skapt av klimaendringen.

Tabell 6.2: Endring i verdiskaping i klimautsatte næringer og årlig anslått effekt på BNP i 2070-2100

Virkningskategori	Kostnad i milliarder kroner
Økt produksjon i jordbruk og skogbruk	-10 – -7
Økt produksjon i marine primærnæringer	-8 – 80
Virkninger turisme	-30 – 60
Økt produksjon av kraft	-16 – -5
Økt ressursbruk forsikring	0,1 – 0,3

Forklaring: I jordbruk, skogbruk og turisme er det tatt utgangspunkt i relative endringer som fremkommer i sektorkapitlet, og multiplisert med andel av fremskrevet BNP per 2085, som er beregnet til 11 300 mrd. I kraft og forsikring følger anslaget direkte fra sektorkapitlene og begrunnelsen der.

De næringene som foregår innendørs, berøres av klimaendringer gjennom det forholdet at man er avhengig av en god infrastruktur, for eksempel gode bygninger, et velfungerende strømnnett og stabil vannforsyning. Et eksempel er helse- og omsorgssektoren, som i følge samfunnsscenarioet vil øke kraftig i sysselsetting gjennom århundret. Helse- og omsorgsvirksomhet foregår innendørs i sykehjem, sykehus, aldershjem osv. Man kan ikke si at virksomheten er klimapåvirket dersom bygningsmassen fungerer, strøm og vann fungerer, og transport fungerer. I den grad ansatte eller omsorgstrengende oppholder seg utendørs, utsettes de for velferdsvirkninger av endret klima på linje med andre.

Renovasjon er en utendørs tjenestenæring som er nevnt i denne utredningens mandat. Renovasjonsnæringen er avhengig av et velfungerende veinett. Selve tjenesten utøves imidlertid etter vårt skjønn omtrent like bra i regn som i sol og under ulike temperaturforhold. For mye snø kan riktignok være problematisk. Samlet sett er det etter vår vurdering ikke grunn til å vente særlige endringer i sektorens tjenesteutøvelse/verdiskaping som følge av klimaendring. I de senere år leveres mer og mer av avfallet til forbrenningsanlegg, eller til sikrede deponier. Det er liten grunn til å

tro at avfallshåndteringen vil bevege seg tilbake i utrygg retning. Snarere vil håndteringen bli tryggere og tryggere, og dermed klimarobust.

Bistand er også nevnt i mandatet. Samfunnsscenarioet legger til grunn at bistanden er om lag en prosent av BNP også i fremtiden. Slik sett er bistand en måte å bruke BNP på og ikke en kilde til verdiskaping i Norge. Verdiskapingen blir dermed ikke nevneverdig endret gjennom endringer i bistandens innhold eller omfang.

Et premiss i vårt samfunnsscenario er at klimaendringen vil gi opphav til lønnsomme investeringsmuligheter på til dels andre områder enn tidligere. Det vil gi norsk næringsliv nye muligheter. Med den erfaringen man har med klima her i landet, for eksempel vedlikehold av hus i ulike værforhold, kan det tenkes at nye virksomheter oppstår som utnytter dette "komparative fortrinnet". Uten klimaendring ville det imidlertid dukket opp muligheter andre steder. Forskjellen for den samlede verdiskapingen mellom en situasjon med og uten klimaendring blir derfor i utgangspunktet liten. Uten å kjenne de konkrete mulighetene tar vårt samfunnsscenario hensyn til dette når det legger til grunn at produktivitetsutviklingen opprettholdes – verken mer eller mindre – under klimaendringer.

6.2 Virkninger på samfunnsformuen

Bygningsmassen og infrastruktur er eksempler på samfunnets formuesobjekter. Man har investert i dem og bygget dem opp over mange år. Nå ligger de der og yter årlige tjenester i form av et underlag for næringslivets verdiskaping, og i form av tjenester direkte for forbrukerne. Tjenestene som leveres kan ses på som formuens årlige avkastning.

I senere kapitler analyseres virkningen av klimaendring for bygningsmassen, vann og avløp. Virkningene er oppsummert i Tabell 6.3. Tabellen tar hensyn til at klimavirkninger av et mistilpasset vann- og kloakknnett vil arte seg som skader på bygningsmassen og transportnettet, eller vise seg i form av helsevirkninger. Dette er virkninger som diskuteres i forbindelse med de respektive sektorene. Den genuint vann- og kloakkspesifikke kostnaden er derfor lik sektorens autonome tilpasningskostnad.

Tabell 6.3 Virkningen av klimaendring for bygningsmassen, vann og avløp.

Virkningskategori	Kostnad i milliarder kroner
Økt vedlikehold bygg	4,5 - 10
Lavere oppvarmingsbehov bygg	- 5 - - 6
Økt avkjølingsbehov bygg	0,5 - 0,6
Økte drift- og vedlikehold transportinfrastruktur	0,17 - 0,5
Økt skredkostnader transportinfrastruktur	0,05 - 0,1
Skader på transportinfrastruktur ved ekstremvær	0,005 - 0,01
Økte skader og vedlikeholdsbehov kraftinfrastruktur	0,01 - 0,5
Økte vannskader bygg (vann og avløp)	0,2 - 0,6

Forklaring: Anslagene er hentet fra sektorkapitlene.

6.3 Tverrgående faktorer

Havnivåstigning, flom og rasfare i fremtiden vil antagelig legge begrensninger på arealplanleggingen, som i neste omgang kan ha betydning for verdiskaping og materiell

levestandard. Den ikke-materielle velferden kan også berøres, for eksempel hvis gode, men klimautsatte boligtomter blir inndratt.

Det som skjer ved en meter havnivåstigning er grunnleggende sett at alle arealer rykker en meter nærmere sjøen (målt vertikalt). Dersom arealene bare hadde bestått av likeartede hus og veier, ville ikke havnivåstigning hatt særlig stor samfunnsøkonomisk kostnad på lang sikt. De nederste husene ville så å si blitt flyttet øverst i rekka, og det var det. Kostnadene av dette vil være lavere jo brattere terrenget stiger fra havet, da færre hus må flyttes ved en meters havstigning jo brattere terrenget er.

Et annet perspektiv er dette: Alle arealer består av bebyggelse som er avhengig av det som ligger nedenfor. Nederst ligger havner og kaier. Så kommer bygninger som er avhengig av havner og kaier. Så kommer kanskje veier og forretningssentre som er avhengig av å ligge ovenfor de nederste bygningene, osv. Dersom dette er situasjonen, må alt flyttes en meter oppover: Kaiene må en meter opp der de nederste bygningene sto. De nederste bygningene må en meter opp dit veiene lå, osv. Dette blir en meget kostbar operasjon mange steder.

I virkelighetens verden har en antagelig innslag av begge perspektivene. I noen tilfeller må det lange rokkeringer til. I andre tilfeller er det snakk om noen hus som må bygges et annet sted. Den samfunnsøkonomiske kostnaden avhenger av hvilket perspektiv som dominerer. Virkninger på kulturbygg, som er kjennetegnet ved at de ikke kan flyttes uten å miste vesentlige verdiegenskaper, er ikke omfattet av noen av perspektivene.

De to perspektivene vil også prege den samfunnsøkonomiske kostnaden knyttet til flom og skred i sammenheng med arealbruk. I tillegg vil det for alle fenomenenes vedkommende, være aktuelt med sikringstiltak som voller, diker og tunneller. Vi har ikke regnet på tverrgående kostnader av havnivåstigning, flom og skredfare knyttet til arealplanleggingen.

7. Sammenfattende vurdering av kostnader for velferd og materiell levestandard

Klimaendringenes velferdskostnader og kostnader for materiell levestandard er begge svært vanskelige å vurdere. De materielle virkningene omfatter et stort spenn innenfor hver næring som er vurdert, og det samme gjelder virkninger på bygningsmassen. Vårt beste anslag tyder likevel på at de materielle virkningene er høyst moderate og ikke signifikant forskjellig fra null i slutten av århundret. I første del av århundret, mot 2050, er virkningene mindre.

Vi har ikke kvantifisert velferdskostnadene av klimaendring, men etter vår vurdering er det her de største kostnadene ligger. Det skyldes at klimaendringene ser ut til å legge begrensninger på viktige utendørsaktiviteter for mange nordmenn, som skigåing, sykling, søndagsturer osv. Dette er aktiviteter man kanskje kan venne seg av med, men man kommer ikke utenom at vinter, vår og høst vil være mørke og regnfulle. Også somrene vil være regnfulle de fleste steder i landet. Velferdskostnad er et verdibegrep, slik at det er verdien av det dårlige klimaet som utgjør velferdskostnaden. Verdien vil stige utover i århundret fordi klimaet blir dårligere, men også fordi nordmenn i følge samfunnsscenarioet etter hvert blir betydelig rikere på alt som kan kjøpes for penger. Rikdommen vil kunne slå ut i en klart høyere betalingsvillighet for det man må finne seg i å få mindre av, som et godt klima.

8. Fordelingsvirkninger

8.1 *Fordeling over tid*

"Fordeling" er et begrep med mange dimensjoner. Inntektsfordeling og formuesfordeling mellom personer som lever nå, er kanskje den vanligste dimensjonen. En annen dimensjon er den regionale fordelingen, eller fordeling etter sosioøkonomiske kjennetegn. I forbindelse med klimaendringer er det imidlertid fordeling over tid som uten tvil er den viktigste fordelingsdimensjonen. Klimaproblemstillingen handler fundamentalt sett om at vi som lever nå, øker vår velferd og levestandard ved hjelp av å slippe ut klimagasser til atmosfæren. De som må betale for det, i form av klimaendring, er generasjonene etter oss. Det er med andre ord snakk om en overføring fra vår generasjon til fremtidige generasjoner som de færreste oppfatter som rettferdig. Så kan en på den annen side si at vår generasjon etterlater mye annet som er positivt, for eksempel all infrastruktur, og det blir et spørsmål hvordan fordelingen faller ut totalt sett. Som vist tidligere vil utviklingen i materiell levestandard innebære at fremtidige generasjoner er betydelig rikere i materiell forstand enn vi er i dag.

Forholdet mellom klimaendring og fordeling i tid er en omfattende debatt som spenner fra "sterk og svak bærekraftig utvikling" over moralfilosofi og etikk til "kalkulasjonsrenta" og "holdning til risiko". Her er det ikke plass eller tid til å gå inn i den omfattende debatten.

8.2 *Regional fordeling*

Det kan også være interessant å studere fordelingsvirkninger mellom de nordmennene som lever under klimaendringer. Den regionale dimensjonen er kanskje mest iøynefallende. I det følgende gir vi til beste noen betraktninger om regional fordeling av klimaendringer. Vi vil understreke at betraktningene er spekulative og legges fram som et diskusjonsgrunnlag. I det minste gir de en pekepinn om hvilke faktorer vi mener det er hensiktsmessig å ta hensyn til når fordelingsvirkninger diskuteres. Utgangspunktet er at klimaendringene også regionalt påvirker gjennom virkninger på verdiskapingen i næringer, gjennom virkninger på infrastrukturen og bygninger, og gjennom ikke-materielle velferdsvirkninger (Tabell 8.1)

Klimaendringene vil så langt vi har oversikt, begunstige primærnæringene og kraftprodusenter. Dette er distriktsnæringer. Vekstsesonen vil øke særlig mye på *Vestlandet*, et område hvor også mange av kraftverkene ligger. Vestlandsturismen knyttet til fjord, fjell og bre om sommeren, må imidlertid forvente tilbakegang, og økonomisk kan det bety mer. Vedlikeholdspåkjennningene på infrastruktur og bygninger kan også tenkes å bli ekstra utfordrende nettopp Vestlandet.

Når det gjelder velferdsdelen er det på den ene siden klart at opp til 40 prosent mer regn på Vestlandet vinter, vår og høst, slik Hanssen-Bauer m.fl. (2009) antyder, innebærer flere milliliter økning i regn enn for eksempel i Østerdalen. Det kan tyde på at vestlendinger blir hardere rammet enn andre. På den annen side handler velferdskostnaden også om hva man er vant til og har forventninger om. Kanskje er vestlendinger mer innstilt på regn, slik at hver milliliter i tillegg betyr noe mindre enn andre steder i landet.

Tabell 8.1 Regional fordeling av samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendring

Region	Virkninger på næringers verdiskaping	Virkninger på bygninger og infrastruktur	Ikke-materielle velferdsvirkninger
Vestlandet	-	--	---
Østlandet	+	--	--
Sørlandet	+	-	0
Midt-Norge	0	-	---
Nord-Norge	0	-	---

Forklaring: subjektiv skala for virkninger regnet i betalingsvillighet, "kroner", for sammenliknbarhet. Tre minus er dårligst, tre pluss er best. 0 indikerer ingen endring. Subjektive vurderinger foretatt av Vista Analyse på bakgrunn av diskusjonen i teksten.

På *Østlandet*, og enda mer på *Sørlandet* gir de fleste klimafremskrivningene referert i Bauer-Hanssen m.fl. (2009) som resultat at somrene blir varmere og tørrere enn nå. Samtidig antydes det at sjøtemperaturen øker, som gir varmere badevann. Det kan altså være grunn til å håpe på relativt gode somre på *Østlandet* og *Sørlandet* i siste del av århundret. Om dette er en situasjon som vil vare ved, er vanskelig å si. Resten av året vil det regne mer enn før på *Sørlandet* og *Østlandet*, men målt i millimeter regn er den forventede økningen mindre enn på *Vestlandet*. Alt i alt synes velferdsvirkningene spesielt på *Sørlandet*, men også på *Østlandet*, noe mildere enn i resten av landet.

Med relativt sett bedre somre langs sørlandskysten, samtidig som somrene blir for varme rundt Middelhavet, kan en håpe på økt turisttilstrømning om sommeren til landsdelen. Verdien av sommerhus og hytter kan tenkes å øke. På den annen side vil vintersesongen knyttet til snø og skiturisme bli kortere på *Sør-* og *Østlandet*, og i lavereliggende strøk blir den etter hvert helt borte, men sommerturismen er klart størst.

I de tett befolkede områdene på *Østlandet* skaper trafikkavbrudd, strømbrudd og problemer med drikkevann og avløp trengselsproblemer som en ikke får andre steder. Det er et argument for at avbruddsproblemer med infrastrukturen rammer *Østlandet* og østlendinger hardere enn andre steder. For å nøytralisere den fordelingsmessige virkningen dette gir, må økningen i avbruddsfrekvens og lengde andre steder i landet være en god del høyere. Hvor stor økningen i avbruddsfrekvens og lengde faktisk blir rundt i landet, kommer an på hvordan infrastruktursektorene tilpasser seg nedbøren. Vår hypotese er at *Østlandet* alt i alt kommer dårligere ut enn de fleste andre landsdeler når en ser på infrastrukturen.

Nord-Norge og Midt-Norge assosieres tradisjonelt med fiske og primærnæringer, selv om det ikke gir et fullt ut representativt bilde av områdenes faktiske næringsliv i dag. Utenfor kysten av Nord-Norge er det med dagens kunnskap sannsynlighetsovervekt for at havet blir mer produktivt, og varmere sjøvann gjør at forholdene for havbruk forbedres. Langtidsvirkningene av forsuringen av havet er en ukjent trussel mot dette. Landbruket i Midt- og Nord-Norge vil tjene på lengre vekstsesong og mildere klima. Siden somrene vil være regnfulle og kalde må en regne med tilbakegang i turisme som kommer for å oppleve midnattssol, mens opplevelsesturisme knyttet til fisk, sjøfugl og hval godt kan tenkes å øke dersom det blir mer liv i havet. Infrastrukturvirkninger i Nord-Norge anslår vi å være midt-på-treet. I deler av Nord-Norge vil det fortsatt være snø, men ellers blir høst, vinter og vår i Midt- og Nord-Norge mørke og regnfulle. Velferdsvirkningene blir kanskje omtrent som på *Vestlandet*.

8.3 Nærmere om kommunal sektor som fordelingsenhet

Mange effekter av klimaendring påvirker kommunal sektor. Vann- og kloakk drives for eksempel av kommunene, det er mange kommunale veier, arealplanleggingen er kommunal, mange av kraftverkene er kommunalt eid osv. Det kan ha interesse å belyse virkninger for kommunesektoren og det er foreslått i denne utredningens mandat. Men rent bortsett fra at vi ikke har tallgrunnlag for det, vil vi også peke på at kommunesektoren ikke er en fordelingspolitisk endestasjon. Endestasjonen er landets innbyggere. Forholdet mellom innbyggerne i en kommune sin økonomi og kommunens økonomi er komplisert. En kommune har frihetsgrader som gjør det mulig å fordele kommunale kostnader på ulike måter mellom innbyggere. Dessuten skjer det overføringer mellom kommunen og staten, og selv om de er faste på kort sikt, vil de ha en tendens til å ha fleksibilitet på lengre sikt dersom en kommune møter økte utgifter. Gjennom staten trekkes innbyggere i andre kommuner inn i én kommunes økonomi. Kort sagt regnes vanligvis ikke kommunesektoren som en presis fordelingspolitisk enhet.

8.4 Nærmere om virkninger på samisk næring og kultur

Virkninger av klimaendringer for samisk næring og kultur er i samfunnsøkonomisk sammenheng et eksempel på en sosio-økonomisk fordelingsvirkning av interesse. Aaheim m.fl. (2009) har en relativt fyldig drøfting av klimaendringer og reindrift, som er et viktig element i samisk næring og kultur. Den generelle økningen i vekstsesongen tilsier bedre beiteområder også for reinen. Om vinteren vil de klart mildere vintrene på Finnmarksvidda både gi muligheter, for eksempel i form av at flere dyr overlever, og problemer, for eksempel under transport på etterm vinteren. Mye vil avhenge av hvor tilpasningsdyktig reindriften er til nye muligheter og trusler.

Reindriften foregår i det en må kalle marginale områder. Dersom klimaendringene skulle gjøre betingelsene bedre for næringen, må en stille spørsmålet om arealene fortsatt vil være så marginale at de først og fremst egner seg for reindrift. I dette ligger en mulig trussel for reindriften, om ikke for den samiske befolkningen.

Gjennom det 20. århundret skjedde det betydelige endringer i samisk kultur og livsform. Det er ikke grunn til å vente at utviklingen vil stoppe opp. Det er altså et dynamisk samisk samfunn som i siste del av århundret vil møte klimaendringene. Avgjørende for effektene blir hvor stor plass tradisjonell kultur og livsform har når den tid kommer.

9. Andre studier av samfunnsøkonomiske kostnader av klimaendring

Samfunnsøkonomiske kostnader av klimaendring er i de senere år blitt beregnet både på nasjonalt og globalt nivå. Her refererer vi kort noen slike, og begynner med det globale nivået.

Verdensbanken (2009) har nylig lagt fram et anslag for globale tilpasningskostnader 2010-2050 til et endret klima. Tilpasning defineres som "tilpasning som nøytraliserer effekten av klimaendring", slik at Verdensbankens klimatilpasningsbegrep omfatter summen av tilpasning og kostnaden ved klimaendring etter tilpasning i vår terminologi.

Verdensbanken (2009) finner at årlige globale kostnader løper opp i 75-100 milliarder dollar per år. Det høres ut som en meget stor sum, men kostnadene for regionen "Europa og Sentralasia" er mindre, om lag 6-11 milliarder dollar. Regnet som andel av

BNP blir summen enda mindre. Verdenbanken (2009) anslår at den årlige kostnaden i Europa og Sentralasia beløper seg til om lag 0,1 prosent av BNP for regionen.

Verdensbanken sammenlikner sitt anslag med andre globale estimater, blant annet den kjente Sternrapporten (2007). En tabell som kort beskriver ulike anslag er gjengitt under. Vi ser at i store trekk er Verdensbanken (2009) sitt anslag representativt for andre globale anslag.

Tidligere anslag for klimakostnader. Sitert fra Verdensbanken (2009)

World Bank (2006). The first estimate of costs of adaptation to climate change for developing countries was produced by the World Bank in 2006. Its report defined adaptation costs as the cost of climate-proofing three categories of investment flows: official development assistance and concessional finance, foreign direct investment, and gross domestic investment. The study defined the proportion of total investments in each category that was likely to be climate sensitive and then estimated the percentage increases in costs to climate-proof these investments. Adaptation cost estimates ranged from \$9 billion to \$41 billion a year.

Stern (2007) and UNDP (2007). Using the same methodology as World Bank (2006) but different values for the proportion of climate-sensitive investments and the increases in costs for climate-proofing investments, the Stern Report (Stern 2007) estimated costs of adaptation of \$4– \$37 billion a year by 2050, somewhat lower than the World Bank estimate, while Human Development Report 2007/2008 (UNDP 2007) estimated costs of \$5–67 billion a year by 2015, somewhat higher than the World Bank estimate. In addition to the cost of climate-proofing investments, Human Development Report 2007/2008 also estimated that by \$40 billion a year would be needed by 2015 to strengthen social protection programs and scale up aid in other key areas and \$2 billion a year to strengthen disaster response systems, boosting overall adaptation costs to \$47–109 billion a year by 2015.

Oxfam International (2007). In contrast to these top-down approaches, Oxfam International (2007) used a bottom-up approach, estimating adaptation costs by assessing National Action Plans for Adaptation and the costs of adaptation projects initiated by nongovernment organizations. Assuming average warming of 2oC, the report estimated global adaptation costs of at least \$50 billion a year: \$7.5 billion a year to support adaptation efforts initiated by nongovernmental organizations, \$8–33 billion a year to meet the costs of the most urgent adaptation measures being proposed under the National Action Plans for Adaptation, and \$5–15 billion a year to address unknown and unexpected impacts. Though richer in the range of potential adaptation measures, this methodology uses a small and likely unrepresentative sample of projects and countries to generalize to all developing countries.

UNFCCC (2007). Whereas previous efforts considered only the costs of planned adaptation, the United Nations Framework Convention on Climate Change study considered the costs of both planned and private adaptation measures. Also, whereas previous studies had considered costs across all sectors, this report estimated the costs of adaptation by major sectors (agriculture, forestry, and fisheries; water supply; human health; coastal zones; and infrastructure), yielding total costs of \$26–67 billion a year by 2030.

A recent critique of the UNFCCC estimates (Parry and others 2009) suggests that these estimates may be too low because some sectors were excluded (ecosystems, energy, manufacturing, retailing, and tourism), included sectors were not fully accounted for, climate-proofing of infrastructure stocks ignored the need for additional stocks (financed through full funding of development) for handling current climate variability, and residual damages (impacts remaining after adaptation) were not accounted for.

Project Catalyst (2009). The final estimate was produced in 2009 by the Climate Works Foundation's Project Catalyst initiative. This study estimated that annual average adaptation funding requirements for developing countries lie between \$15 billion and \$30 billion for the period 2010–20 and between \$30 billion and \$90 billion by 2030. Softer measures, such as capacity building, planning, and research, are the focus of adaptation policy in the first decade, followed by more expensive structural investments in the second decade. Unlike previous estimates, the study accounts for potential co-benefits of adaptation actions and reduces the cost estimate to reflect these benefits.

Aaheim m.fl. (2009) referert i Aaheim (2009) diskuterer virkninger på materiell levestandard av klimaendringer i Europa med særlig omtale av de nordiske landene. Hovedkonklusjonen for Nordens vedkommende er at de årlige kostnadene knyttet til fire graders oppvarming og mer nedbør, ligger rundt 0,2 prosent av BNP. Aaheim (2009) mener at det lave tallet til dels skyldes den måten problemet er blitt stilt på: "Det er også viktig å huske på at vi bare har sett på "sjokk" i ett år. Dersom man vurderer alternative scenarier der virkningene akkumuleres over tid, ville de samlede virkningene blitt vesentlig større. Man skal derfor ikke legge for stor vekt på nivået på disse tallene". Etter vår vurdering er påstanden om at akkumulerte virkninger gir større effekter på én måte tilforlatelig. På den annen side gir en effekt som vedvarer, større mulighet for tilpasning enn en som ikke gjør det.

I Sverige ble det i 2007 offentliggjort en større utredning om konsekvensene av klimaendringer og tilpasning til klimaendring, SOU (2007). Utredningen inneholder en beregning av samfunnsøkonomiske kostnader og gevinster av klimaendring. Beregningen oppsummeres på følgende måte:

"Totalt sett motsvarer kostnaderna i Högsenariot ett bortfall under detta sekel på cirka två tredjedelar av ett års bruttoproduktion, mått mot dagens BNP (2 600 miljarder kronor år 2006). Intäkterna ökar med ungefär lika mycket." (SOU 2007: 503).

De tallfestede klimakostnadene for Sverige er med andre ord ikke signifikant forskjellig fra null. Også bruttostørrelsene er moderate: I betraktning av at størrelsene er summert over 90 år (ingen diskontering, hvis man lurer på det), og bruttokostnadene i høyscenarioet likevel ikke når opp i mer enn 67 prosent av dagens BNP, forteller de svenske tallene at selv bruttokostnadene av årlig klimaendring er betraktelig lavere enn én prosent av årlig BNP utover i århundret. Utover i århundret er jo BNP høyere enn dagens. En fjerdedel av bruttokostnadene er for øvrig helsekostnader, som er beregnet på en lite tilforlatelig måte, jf. helsekapitlet i denne rapporten.

Mange har gjort den observasjon at land med kjølig klima har høyere levestandard enn land med varmt klima. Kan det tyde på at et varmere klima vil redusere den gjennomsnittlige levestandarden? To vitenskapelige artikler fra den senere tid, spekulerer i det. Dell m.fl. (2009) argumenterer med at et varmere klima reduserer levestandarden selv om man velger å ikke se på forskjellen mellom rike og fattige land. De tar for seg temperaturdata for kommuner innad i 12 land på det amerikanske kontinentet, og sammenholder med data for økonomisk levestandard. Etter at det er

korrigert for ulike andre forklaringsvariable, finner forfatterne at en grads økning i temperaturen er assosiert med 1,2-1,9 prosent reduksjon i inntekt per person i kommunen. Horowitz (2009) ser på forskjellen mellom land, men han prøver å skille mellom effekten av kolonialisme og nåtidig klima for forskjellen i levestandard mellom fattige og rike land. Når det er gjort ved hjelp av avanserte statistiske teknikker, finner han at en grads økning i temperaturen vil redusere globalt BNP med 3,8 grader.

Forskningen til Dell m.fl., Horowitz og andre i samme gate er besnærende for den som er ute etter "store tall", men på dette stadium er de etter vår vurdering lite annet enn korrelasjoner som mangler en strukturell forklaring, og som risikerer å bli modifisert av senere forskning.

Selv om de tallfestede kostnadene både globalt og i Norge og Sverige i hovedsak må sies å være bagatellmessige, resonnerer Verdensbanken (2009) i likhet med andre forfattere som Stern (2008) at klimaendringen kan ha potensielt katastrofale konsekvenser: "A 2°C warmer world will experience more intense rainfall and more frequent and more intense droughts, floods, heat waves, and other extreme weather events. Households, communities, and planners need to put in place measures and initiatives that "reduce the vulnerability of natural and human systems against actual and expected climate change effects" (IPCC 2007). Without such adaptation, development progress will be threatened—perhaps even reversed" (Verdensbanken 2009: 1). "Development progress...reversed" er unektelig noe annet enn virkninger i størrelsesordenen en tusendedel av BNP. En tolkning av den tilsynelatende motsetning mellom tallene på den ene siden og det alvorligste som klimaendringer omtales med på den andre siden, er at klimaendringenes viktigste konsekvenser også globalt sett er av ikke-materiell karakter. En annen tolkning er at klimaendringer kan ha langt større virkninger enn man nå anslår, men at ingen hittil har klart å presisere konsekvensene for det økonomiske systemet.

Samfunnsøkonomiske virkninger av klimaendringer

Del 2 Sektoranalyser

10. Bygninger

10.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

I 2008 bidro bygg og anleggsbransjen med 4,4 prosent av brutto nasjonalprodukt (SSB, 2010a), og sysselsatte i 2007 186 000 personer i den utøvende bygg- og anleggsnæringen. I tillegg kommer innleid utenlandsk arbeidskraft. Sysselsettingen i næringen har aldri vært høyere i moderne tid, men næringen er svært konjunkturutsatt.

Det er 3,8 millioner bygninger i Norge. 40 prosent er boligbygg og 30 prosent er garasjer, uthus og liknende. Av 750 000 yrkesbygg er drøyt to tredjedeler knyttet til fiskeri og landbruk (SSB, 2010b).

Samlet grunnflate er beregnet til 335 millioner kvm for 2003 (Bjørberg m.fl, 2007). Bygg og anlegg utgjorde i 2009 73 % av landets faste realkapital og ble i nasjonalregnskapet verdsatt til 4 745,1 mrd kr (SSB, 2010c). Private boliger utgjør omtrent halvparten av dette.

Bygninger i Norge står lenge. De aller fleste bygningene som bygges i dag, vil stå i 2050. En del vil riktignok bygges om og moderniseres av årsaker som ikke har med klima å gjøre. Men mange vil møte klimaendringene med de bygningsløsningene som velges nå. Det gjør det viktig å tenke klimatilpasning når det bygges.

Som vi skal se under, er norske bygninger godt klimatilpasset i den forstand at bygninger i værharde områder er langt mer klimarobuste enn andre bygg. På den annen side sliter bygningsmassen med et betydelig vedlikeholdsetterslep. En dårlig vedlikeholdt bygning er selvsagt mer utsatt for klimaendringer enn en som er godt vedlikeholdt.

Eksperter som SINTEF Byggforsk (2010) peker på at klimaendringene vil øke problemene med fukt og råte i bygningene. Ved intens nedbør og flom, eventuelt i kombinasjon med havnivåstigning, kan en få vanninntrengning og oversvømmelse. Skred er et faremoment for enkelte boliger, slagregnbelastning et annet. Om vinteren kan snølasten bli tyngre dersom en først får snø og så regn.

På den annen side vil færre boliger få problemer med frost, og behovet for oppvarming av boligene blir mindre.

10.2 Klimaendring og autonom tilpasning

SINTEF Byggforsk (2010) bruker indikatorer til å fortelle hvor utsatt bygningene er for det fremtidige klimaet. Rapporten tar ikke stilling til om det skjer autonom tilpasning som begrenser skadene, og heller ikke hvilken skade som i utgangspunktet er assosiert med en indikator. Likevel gir rapporten en pekepinn over utfordringer bygningsmassen står overfor. Rapporten peker spesielt på at

- i 2100 vil 2,4 millioner av dagens 3,8 millioner bygninger ligge i områder med såkalt høy råterisikoklasse. Det er en firedobling fra i dag. (Henvisningen til dagens

bygninger betyr i praksis, tror vi, at det antas at fremtidens bygninger ligger der det ligger bygninger i dag.)

- Mengden våt vinternedbør vil øke, hvilket vil kunne gi store konsekvenser i form av tyngre snølast, mer oppdemming av vann og høyere risiko for vanninntrenging. Ca 600 000 bygninger er i risikozonen.¹²
- Økt nedbør vil kunne føre til høyere risiko for vanninntrengning i bygninger og høyere risiko for flom og overvann. Økt nedbør kombinert med økt vindstyrke vil i enkelte deler av landet føre til større slagregnbelastninger på bygninger.¹³
- Det vil i enkelte fylker bli en kraftig nedgang i frostmengder. Omtrent 900 000 bygninger over hele landet vil få en spesielt stor nedgang i frostmengde. Dette vil redusere varmetap og behovet for frostisolering. I Finnmark vil det være omtrent 30 000 bygninger som vil bli mer utsatt for frostskafer.
- Økte nedbørsmengder og hyppigere ekstremvær vil øke frekvensen av flommer og overvann. Det vil gi høyere risiko for skader og oversvømmelser.
- Med en stigning av havnivået og ekstremflom vil bygninger som ligger nær havoverflaten kunne påvirkes av oversvømmelser både ved normal vannstand og ved flom. I byer som ligger ved utløpet til vassdrag, vil sjøvannstanden være bestemmende for flomskadene oppstrøms i vassdraget i en flomsituasjon. Det ligger mange bygninger nær sjøkanten som vil bli utsatt for havstigning, men det er ikke funnet noe estimat over hvor mange det kan være.
- Det vil være en reduksjon i graddagstall for de fleste bygninger, som vil medføre lavere energibehov for romoppvarming. Omtrent 2,5 mill bygninger vil få en økning i årsmiddeltemperatur på 3,4 grader¹⁴.

Med alle forbehold om klimafremskrivningenes relevans osv. er det denne virkeligheten bygningssektoren må tilpasse seg gjennom århundret.

Når det gjelder bygningssektorens evne til å tilpasse seg autonomt til klimatilpasning, spriker opplysningene i litteraturen en del. Noen opplysninger peker i retning av at sektoren er dårlig klimatilpasset og vil fortsette å være det fremover. Andre opplysninger peker i motsatt retning. En kan kanskje anta at ulike deler av bygningssektoren er klimatilpasset i forskjellig grad.

Multiconsult og PWC har beregnet vedlikeholdsetterslepet bare i kommunesektoren til å være mellom 94 og 142 mrd kroner (Multiconsult & PWC, 2008). Beregninger fra 2003 viser til et vedlikeholdsetterslep på 340 mrd kroner for yrkesbygg og 210 mrd kroner for boliger (Bjørberg, 2003). Til sammen antyder disse beregningene et etterslep på 550 milliarder kroner, og høyere dersom de nyere beregningene for kommunesektoren gjelder. Det er verdt å merke seg at vedlikeholdsetterslepet refererer seg til et fastsatt kvalitetsnivå og at etterslepet øker når det fastsatte kvalitetsnivået forbedres. Vedlikeholdsetterslepet inneholder derfor hva en i andre sammenhenger ville kalle oppgradering. Videre er vedlikeholdsetterslepet og kvalitetsnormene knyttet til alle

¹² Dette problemet blir selvsagt mindre dersom snøen helt forsvinner (vår anm).

¹³ Dette problemet blir selvsagt mindre dersom det ikke blåser mer, men økt nedbør i kombinasjon med dagens vindmønstre vil også gi noe økt slagregn (vår anm).

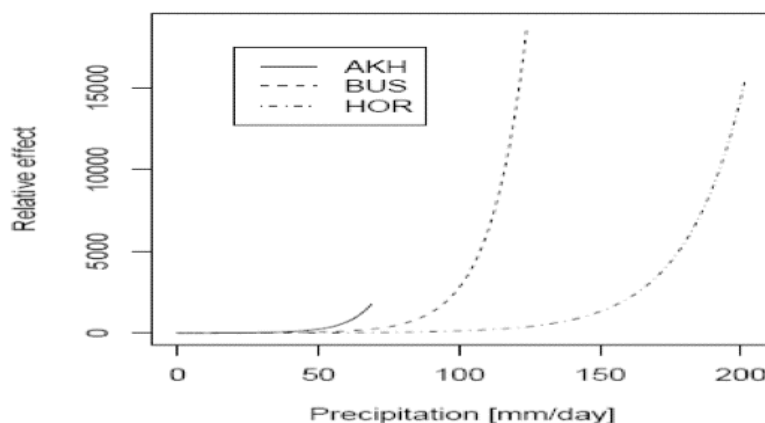
¹⁴ SINTEF Byggforsk (2010) baserer seg på én global utslippsfremskrivning, den såkalte A2, og én klimamodell, fra Hadleysenteret, slik at deres klimafremskrivning benevnes HADA2. Utslippsfremskrivningen A2 er for øvrig en ganske pessimistisk fremskrivning der utslippene øker eksponentielt gjennom århundret.

delers av bygningsmassen, ikke bare klimasensitive delene. På den annen side er ikke hensynet til klimaendring tatt inn i kvalitetsnormene, som dermed bare søker å uttrykke hva som er en fornuftig tilpasning til dagens klima. Alt i alt tyder det store etterslepet på at bygningsmassen er mer sårbar mot klimaendring enn den ellers ville vært.

Byggskader som oppstår under bygging, såkalte prosessforårsakede byggskader er viktig årsak til at vi allerede i dag har store klimautfordringer i bygningssektoren. SINTEF Byggforsk har estimert at årlig byggskadeomfang er på ca 10-15 milliarder kroner, men dette er vanskelig å tallfeste og må bare betraktes som et svært omtrentlig overslag (jf Lisø og Kvande, 2007). Skader knyttet til bygningens ytterdel, den såkalte klimaskjermen, utgjør to tredjedeler av dette (SINTEF Byggforsk (2010), som refererer til sitt "elektroniske byggskadearkiv"). Mange av disse skadene kunne trolig vært unngått og indikerer at bygningsmassen ikke er optimalt tilpasset klimaet.¹⁵

Haug og Orskaug (2009a) har en figur som simulerer hvordan forsikringsutbetalingene for vannskade øker i takt med simulert økt nedbørsmengde, se Figur 10.1. I Akershus begynner vannskadeerstatningene å stige etter 50 millimeter nedbør. Boligene i Buskerud klarer fint 50 millimeter, men erstatningene går i taket etter 100 millimeter nedbør. Boligene i Hordaland er det mest klimarobuste. De klarer fint nivåene som gir problemer i Akershus og Buskerud, og vannskadene stiger ikke betydelig før etter 150 millimeter. Grunnlaget for figuren og simuleringene er historisk materiale for den daglige sammenhengen mellom nedbør og skade gjennom en tiårsperiode. Forskjellene mellom fylker som vises av dette materialet tyder på at norske boliger er ganske godt tilpasset klimaet i området de ligger i. En opplagt forklaring på at boligene i Hordaland motstår økt nedbør på en bedre måte, er jo at det allerede regner mye der.

Figur 10.1: Sammenheng mellom antall forsikringskrav (y-aksen) og nedbør (x-aksen) i Akershus, Buskerud og Hordaland



I St prp nr 1 fra KRD (2009) nevnes det at det er behov for tilpasning til tøffere klimaforhold og mer ekstremvær som følge av global oppvarming. Et nytt

¹⁵ Så vidt vi har brakt i erfaring er prosessforårsakede byggskader de umiddelbare og fremtidige skadene knyttet til nybygde bygninger. Mange av skadene vil derfor komme til syne når bygningene ikke lenger er nye. Hvis en antar at skadene viser seg jevnt i løpet av en tiårsperiode, vil den årlige skaden knyttet til et enkelt års byggproduksjon være en tiendedel av det oppgitte beløpet. På den annen side vil observerte skader i et år stamme fra ti år med bygningsmasse. Det betyr at det oppgitte tallet på 10-15 milliarder under visse betingelser kan være et informativt anslag for årlige skader fra en vesentlig del av bygningsmassen.

bygningsregelverk, som trer i kraft i 2010, vil ivareta dette på overordnet nivå og det er lagt opp til å styrke kontrollen med etterlevelse av forskrifter og lokale krav (KRD 2009). Dette indikerer at klimatilpasning allerede er godt i gang.

80 % av norske husholdninger eier selv boligen de bor i, i tillegg kommer garasjer, fritidshus og andre bygninger som også er privateid (SINTEF Byggforsk, 2010). Det vil si at en stor del av bygningsmassen i landet eies og disponeres av ikke-profesjonelle byggherrer. Disse har selv ansvar for generelt vedlikehold og klimatilpasning. Direktoratet for Sikkerhet og Beredskap utførte i 2007 en befolkningsundersøkelse hvor det ble spurt om man hadde planer om å gjøre praktiske grep for å sikre sin eiendom mot mulige konsekvenser av klimaendringene. 13 % ja på spørsmålet, mens 83 % svarte nei (DSB 2007).

Disse svarene betyr nok ikke at befolkningen vil unnlate å tilpasse seg og sine eiendommer mot fremtidige konsekvenser, men derimot at det per i dag oppleves at klimaendringene ikke vil ha stor påvirkning på kort sikt og dermed at det ikke kreves omfattende sikringsaktiviteter i den umiddelbare tidshorisont. Det kan være befolkningen som en helhet først vil endre adferd når konsekvensene av klimaendringene i større grad fremstår som umiddelbare og konkrete.

10.3 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Det har ikke blitt gjort noen helhetlig studie av kostnader som følge av klimaendringer i bygningssektoren i Norge tidligere. En strategi for å frembringe slike tall er å ta utgangspunkt i dagens utgifter til vedlikehold, skadeerstatninger osv. og så multiplisere dem opp med antatt økning som skyldes klimaendring. En annen strategi er å bearbeide tall fra utlandet, ikke minst Sverige. I det følgende gir vi noen resultater av begge strategiene. Tallene som fremkommer, er meget usikre, men gir etter vår vurdering inntrykk av hvilken størrelsesorden det er snakk om.

Når det gjelder hvilken prosentvis endringer i skade som følger av klimaendringene, er Haug og Orskaug (2009a,b) den beste kilden vi har funnet. Ved hjelp av historiske data etablerer de fylkesvise skadefunksjoner som vist i Figur 10.1 over. Der nest bruker de fire nedskalerte klimaprojeksjoner basert A2 og B2 scenarioene til å anslå endring i skadeomfang (antall meldte skader og gjennomsnittlig skadeomfang per meldt skade) i siste del av århundret. Scenarioene de har brukt, kan minne om eksempelfremskrivningene til Hanssen-Bauer m.fl. (2009). Endringen i nedbør i scenarioene ligger mellom fem prosent og snaue 20 prosent som et årsgjennomsnitt for hele landet (Haug & Orskaug 2009a). Endringen i skadeomfang ligger noe høyere, mellom 10 og 25 prosent. Det er likevel ikke langt unna en lineær relasjon mellom nedbør og skade i disse tallene. I det følgende bruker vi intervallet 10-25 prosent økning som et uttrykk for klimaendringens følger for relevant vedlikehold og skade.

Når det gjelder relevant vedlikehold og skadeomfang i utgangspunktet, før klimaendring, kan et fast punkt være følgende: Organisasjonen Standard Norge fremmer standarder på ulike områder. I NS3454 om livsløpskostnader i bygninger kan man finne at standard sats for vedlikehold av bolighus er satt til 70 kroner per kvadratmeter. For yrkesbygg i privat sektor er tallet 75 kroner. For offentlige bygg kommer Multiconsult & PWC (2008) fram til et noe høyere tall, 170 kroner per kvadratmeter. Multiplisert med de respektive antall kvadratmeter fra Bjørberg m.fl. (2007) finner man et samlet vedlikehold på 28 milliarder kroner for bygninger i Norge.

Dette gjelder vedlikeholdet av dagens bygningskapital. Utover i århundret må en vente at bygningskapitalen vil vokse betydelig. Ut fra opplysninger i Finansdepartementet (2009) kan en finne at realkapitalen i Norge vokser ca en prosent i året i perioden 2010-2060. Ved trekke trenden videre til 2085 (midtpunktet i perioden 2070-2100) kan det anslås at realkapitalen er 220 prosent av i dag.

På den annen side er dette vedlikehold som omfatter både innvendig og utvendig arbeid. SINTEF Byggforsk (2010) refererer fra sitt arkiv over byggskader at $\frac{1}{4}$ av skadene skyldes nedbør alene, men $\frac{2}{3}$ av skadene opptrer i tilknytning til bygningenes klimaskjerm. Disse andelene forteller også noe om vedlikehold, og for å ta godt i, legger vi her til grunn at $\frac{2}{3}$ av vedlikeholdet på 28 milliarder er klimarelevant vedlikehold. Dernest tar vi inn økningen gjennom århundret. Vi får da at klimarelevant vedlikehold per 2085 utgjør ca 45 milliarder kroner årlig.

Vi kombinerer så tallene. Dagens klimarelevante vedlikehold er per forutsetning 45 milliarder. Økningen i siste del av århundret er 10-25 prosent. Det gir en skade fra klimaendring på mellom 4,5 og 10 milliarder kroner per år.

Når tallet ikke er større, har det selvsagt noe å gjøre med at klimaproeksjonene "bare" tilsier 10-25 prosent økning i skade i slutten av århundret. Men mest har det å gjøre med at vedlikeholdsbehovet i følge NS3454 og Multiconsult & PWC (2008)) utgjør 70-170 kroner per kvadratmeter. Hvis en for eksempel antar at bygningene er verdt 15000 kroner per kvadratmeter, finner en raskt ut at 70 kroner utgjør 0,5 prosent i årlig vedlikeholdsutgift.¹⁶ Det er klart at når grunnlaget er 0,5 prosent av bygningskapitalen, vil ikke 10-25 prosent økning i grunnlaget gjøre særlig utslag for nasjonaløkonomien. Selv ikke en fordobling eller tredobling ville gjort betydelig utslag.

4,5-10 milliarder kan altså være et anslag på økt vedlikeholdsbehov. Når det gjelder erstatningspliktige vannskader, finnes det statistikk fra Finansnærings fellesorganisasjon (FNO) som gir et grunnlag. FNO publiserer vannskadestatistikken VASK. Det vi oppfatter som relevante skadeutbetalinger i følge VASK utgjør 1,0 milliard kroner per år i gjennomsnitt 2007-2009.¹⁷ VASK dekker 90 prosent av vannskadeforsikringsmarkedet.

I tillegg til erstatningspliktige vannskader har en såkalte 0-skader. 0-skader er meldte skader som ikke dekkes fordi erstatningen er under egenandelen, eller fordi skadeårsaken ikke er erstatningspliktig. Det antas at 0-skadene utgjør 30-40 prosent av meldte skader (Årsberetning for Vannskadekontoret, 2008).

0-skadene skal i prinsippet fanges opp i anslaget for vedlikehold. På den annen side må det tas hensyn til at realkapitalen øker, og vi bruker igjen tallet 220 prosent som anslag for økningen. Vi multipliserer dermed 1,0 milliarder med 2,2 før vi multipliserer

¹⁶ Nasjonalregnskapets tall for bygge- og anleggskapital dividert med antall kvadratmeter bygning i Norge gir 14000 kr. per kvadratmeter. Verdien av tomtene er i prinsippet med i tallene, men det er på den annen side kjent at verdien er forsiktig anslått i norsk statistikk.

¹⁷ Totale utbetalinger i følge VASK var på 1627 mill kroner, men vi ser bort i fra utbetalinger som følge av utett våtrom, skade på vaskemaskin, oppvaskmaskin og beholder, skade på varmeanlegg og skade på sprinkleranlegg. Det som omfattes er skade på vannledning og avløp innvendig, skade på utvendig røranlegg, og vanninntrengning utenfra. Dersom man ser bort fra skade på vannledning og avløp innvendig blir beløpene langt mindre og lavere enn 300 millioner per år.

resultatet med 10-25 økning, som gir et intervall mellom 200 og 600 millioner kroner. I en nasjonaløkonomisk sammenheng er dette et forsvinnende lite tall.

Anslagene for økt vedlikehold og skade kan sammenliknes med tilsvarende tall fra Sverige. I SOU (2007) er kostnadene for økt vedlikehold av *tak og fasader* estimert til ca. 850 mill SEK i året for perioden 2071-2100. Det er rimelig å anta at de svenske funnene er overførbare til norske forhold (jf SINTEF Byggforsk, 2010). I Norge er det riktignok en noe annerledes bygningsmasse med færre store enheter.¹⁸ Gjort om til NOK og justert for et høyere prisnivå anslår vi at det økte vedlikeholdet til fasader og tak blir på mellom 1-1,3 mrd kroner basert på de svenske tallene. De svenske tallene ligger således godt under anslaget på 4,5-10 milliarder. Det kan for eksempel skyldes at vedlikehold av tak og fasader er et smalere begrep enn vedlikehold av klimaskjermen og forutsetningen vi brukte om at 2/3 av vedlikeholdet er relevant for økning pga klimaendring. Det kan også være at svenskene ikke har tatt hensyn til den forventede økningen i kapitalbasen.

Økt hyppighet av flom og skred som en følge av klimaendringer vil også kunne føre til økte kostnader. Flommen på Østlandet i 1995 forårsaket skader for 1,8 mrd kroner, og en større hyppighet av slike katastrofer vil medføre seg store kostnader. Likevel blir ikke kostnadene store på årlig basis selv om flommer av denne størrelsen skulle komme igjen hvert tiende år. Det er også uklart hvor mye av dette som implisitt er med for eksempel i beregningene over økte forsikringsutbetalinger.

Forskningsprogrammet Geoextreme har i en studie funnet at eiendommer med en verdi på rundt 120 mrd. kroner kan bli utsatt for snøskred og steinsprang. Hvis faresonene for snø- og steinsred utvides med 10 meter, øker antallet eiendommer i sonene med rundt 25 %. Kostnadene som de enkelte skred medfører seg kan være betydelige, og kan beløpe seg til opptil 40 % av kapitalverdien i særlig skredutsatte områder (Jaedicke og Aaheim, 2009). NVE har identifisert 36 000 bygg, hvorav 12 000 boliger, i skredutsatte kvikkleiresoner. Dette er verdier til flere milliarder kroner (NSBR 2009). Det forventes at utsatte soner vil øke med klimaendringene, da med store regionale forskjeller. Likevel summerer ikke disse opplysningene seg opp til noe estimat over skadeomfang ved klimaendringer. Til det må man vite hvor mange hus som forventes berørt per år, og hvilken verdiforringelse som svarer til "berørt". Metodikken til Haug og Orskaug (2009a, b) på vannskader kunne vært et startpunkt for en slik undersøkelse.

Vi går så over til å se på endring i oppvarmingsbehov. I følge Golombek & Kittelsen (2009) kan man få en nedgang i etterspørselen etter elektrisitet i 2085 på rundt 10 TWh i Norge på grunn av lavere oppvarmingsbehov, samtidig som man kan få en marginal økning i nedkjølingsbehov på om lag 1 TWh. Antar man en strømpris på 50-60 øre (se kapitlet om fornybar energiforsyning i denne rapporten), vil man få en besparelse på 4,5-5,5 mrd kroner (Golombek og Kittelsen, 2009)¹⁹.

Andre økonomiske analyser med liknende konklusjoner er referert i Aaheim m.fl. (2009). Institutt for Energiteknikk (IFE) har gjort beregninger for oppvarmingsbehov

¹⁸ Sverige har faktisk færre bygninger enn Norge. I Norge er det registrert 3,9 mill bygninger (SINTEF Byggforsk, 2010), mens i Sverige er det registrert 3,1 mill bygninger (<http://www.lantmateriet.se/upload/filer/fastigheter/fastighetsinformation/Sverigesfastigheter.pdf>).

¹⁹ Golombek & Kittelsen, 2009, tar utgangspunkt i IPCCs utslippsscenario A1b. År 2000 brukes som kontrollår.

for 7 steder i Norge med forskjellige klimamodeller. Med antatt lik sannsynlighet for de forskjellige modellene, og med et veid gjennomsnitt for de ulike stedene reduseres det norske oppvarmingsbehovet med ca 15% i 2050 (minste reduksjon er 12%, største reduksjon er 19%). IFE har ikke foreløpig ikke gjort beregninger av avkjølingsbehov (Seljom og Rosenberg, 2009).

Studiene forteller oss at temperaturøkning vil kunne gi Norge relativt store samfunnsøkonomiske besparelser knyttet til oppvarming. Analysen til Golombek og Kittelsen (2009) kan gi et rimelig godt uttrykk for tallstørrelsene som er involvert.

I den svenske utredningen er besparelser på grunn av lavere oppvarmingsbehov på 8,8 mrd SEK årlig i lavscenariot og på ca 10,1 mrd SEK årlig i høyscenarioet for perioden 2071-2100. Økte kostnader som følge av økt avkjølingsbehov er på henholdsvis 2,8 mrd SEK og 3,2 mrd SEK for de to scenarioene (SOU,2007 BILAG A6). Det er brukt en strømpris på 0,40 SEK per kWh, som er en del lavere enn vi velger å bruke.

10.4 Konklusjon

Tallfestede klimakostnader og -gevinster er funnet for fire typer effekter: økt vedlikehold, økte skadeutbetalinger fra forsikringsselskapene, lavere oppvarmingsbehov og høyere avkjølingsbehov. Anslagene for årlig virkning i perioden 2070-2100 er oppsummert i Tabell 10.1.

Tabell 10.1 Anslag over årlige virkninger for bygg i perioden 2070 - 2010²⁰

Virkningskategori	Kostnad i milliarder kroner
Økt vedlikehold	4,5 - 10
Økte forsikringsutbetalinger, vannskade	0,3 - 0,75
Lavere oppvarmingsbehov	-5 - -6
Økt avkjølingsbehov	0,5 - 0,6
I alt	0 - 5,5

I tillegg til de tallfestede kostnadsanslagene peker ulike fremstillinger på at det kan ligge kostnader i forbindelse med skred og steinsprang, og i forbindelse med økt snølast. På den annen side kan det ligge innsparinger i form av lavere risiko for frostskafer på bygninger.

²⁰ Vi har for enkelhets skyld summert minimums- og maksimumsverdiene for å finne kostnader i alt. Dette er strengt tatt ikke riktig, men kan holde som en forenkling siden virkninger på bygninger bare er en del av totale kostnader.

11. Vann og avløp

Vann og avløp inngår i kategorien nødvendig infrastruktur, og griper på en eller annen måte inn i de fleste næringer. Kvalitet og forsyningssikkerhet på drikkevannet og en hygienisk, miljømessig riktig håndtering av avløpsvann, er av avgjørende betydning for velferden i et samfunn. Betalingsvillighet og nytten av rent vann og en god avløpshåndtering er langt høyere enn de verdiene som fanges opp gjennom BNP eller andre økonomiske indikatorer.

Ansvar for vann og avløp ligger under kommunene. Tjenestene inngår som en del av den kommunale tjenesteproduksjonen. Tjenestene vann, avløp og renovasjon representerer mellom 4,5 og 5% av kommunenes brutto driftutgifter (KOSRA, SSB). Kommunenes brutto driftutgifter i 2008 var på 266,9 mrd kroner. Med en lik fordeling mellom vann, avløp og renovasjon betyr dette at kommunene bruker i overkant av 8 mrd kroner i året på vann og avløp. Vann, avløp og renovasjon inngår også som kategori i næringsstatistikken, men denne inkluderer ikke foretak innenfor forvaltningen som driver denne type virksomhet²¹. Kommunenes økonomiske innsats innenfor vann og avløp fanges dermed ikke opp i næringsstatistikken.

Gjenanskaffelsesverdi for eksisterende vann- og avløpssystem er stipulert til 500 milliarder kr (Norsk vann, 2009).

Vann- og avløp er i prinsippet en kommunal selvkostnæring. Dette betyr at kommunene dekker kostnadene gjennom gebyrer fra brukerne. Gebyrene varierer mellom kommunene. Gebyrgrunnlaget for drikkevann per innbygger varierte i 2007 fra 268 til 8 224 kroner, med et vektet kommunegjennomsnitt på 995 kroner. Samme variasjon vises for avløpstjenesten der Oslo kommune har det laveste gebyret med nesten 1 710 kroner, mens gjennomsnittet for kommunene i Oppland er på drøyt 4 020 kroner per år. Tilknytningsavgiftene viser tilsvarende variasjoner og strekker seg fra 0 til 56 700 kr for vann og 0 til 80 000 kr for avløp. Kommunene har lav finansieringsgrad for vann- og avløp. Utviklingen viser at dekningsgraden har vært jevnt avtagende over tid, og at kommunene de siste årene ikke har full dekning for sine kostnader gjennom vann- og avløpsgebyrene (SSB, 2009a).

Kvaliteten på vann- og avløpsinfrastrukturen inkludert vedlikeholdsetterslepet viser store variasjoner mellom kommunene. Spredtbygde kommuner med mange meter rør per innbygger har naturlig nok færre å fordele kostnadene på ved oppgraderinger av vann- og avløp, enn større kommuner. De små kommunene har også mindre slakk i budsjettene og kan dermed oppleve større finansielle utfordringer ved nødvendige oppgradering av vann- og avløpssystemer enn større, og tettbebygde kommuner.

Foruten den opplagte betydningen vann og avløp har for folks helse, velferd og livskvalitet griper sektoren også inn i andre sektorer. Vannkvaliteten har direkte virkninger for helsesektoren, og avløpssystemets funksjonalitet og kvalitet henger sammen med annen infrastruktur som bygninger, transportinfrastruktur og områder

²¹ Se SSB, Ny standard for næringsgruppering, <http://www.ssb.no/vis/omssb/1gangspubl/art-2009-02-27-01.html>

der folk ferdes. Avløpssystemet har også betydning for helse gjennom risiko for spredning av sykdommer, og for miljøkvaliteten i økosystemene gjennom utslippene.

Forskningscenteret Ciens (2009) viser til at kraftig nedbør kan gi rask økning i fargetall og total organisk karbon i overflatevann, og at klimaendringene dermed kan gi en økt risiko for at vannkilden kan tilføres større mengder av problematiske mikroorganismer (sykdomsfremkallende bakterier, virus og parasitter) fra avrenning fra nedbørsfelt. Redusert råvannskvalitet og fare for oppblomstring av giftige blågrønnalger er andre effekter som kan forventes. Tjomland og Rohrlack (2008) og Bomo m.fl (2008) har studert effekten av temperaturøkning og krav til renseanlegg i vannforsyning. De peker på at klimaendringene med mer nedbør og høyere temperatur kan føre til økt oppblomstring av alger i drikkevannskilder og redusere effekten av kjemisk rensing, og at det derfor må stilles nye krav til renseanleggene.

Større nedbørmengder og hyppigere perioder med mye regn på kort tid vil med dagens avløpssystem kunne gi lokale flomsituasjoner med fare for skader på bygningsmasse og annen infrastruktur. Ved flom kan avløpssystemene fungere som flaskehals og gi en forverring av flomsituasjonen, særlig i tettbygde områder. Mye nedbør på kort tid kan også skape problemer med overflatevann som følge av at systemene og renseanleggene ikke er dimensjonert for belastningen. Spesielt i områder der avløpsvann og regnvann går i samme rør kan dette skape problemer dersom rørene ikke klarer å holde unna ved store nedbørmengder. Resultatet kan være inntrengning av kloakkblandet vann i kjellere, med påfølgende bygningskader og ulemper for brukerne. Lokale flomsituasjoner som følge av store mengder overvann kan også føre til oversvømmelse over veier og annen transportinfrastruktur, samt øke risikoen for utskyllinger i bærelag og fyllinger.

I tillegg lekker både vann- og avløpsledninger. Lekkasje på 50% fra vannledninger er ikke uvanlig. Vann- og avløpsledningene ligger som regel i samme grøft. Med store nedbørmengder og lekkasjer i avløpssystemet kan grøftene bli forurenset av kloakk. Samtidig vil lekkasjer fra vannledningene lekke til grøfter og føres inn i avløpssystemet og renseanlegg, og dermed stjele kapasitet i avløpssystemet. Overtrykk i vannledningene skal hindre innsug av urenheter i vannledningen. Risikoen for inntrengning av urenheter ved feil vil uansett øke som følge av mer nedbør og kloakkblandet vann i grøftene.

Med økte nedbørmengder og temperaturendringer vil sektoren utvilsomt møte betydelige utfordringer fremover.

11.1 Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren

Forsyningssikkerhet og vannkvalitet ivaretas gjennom lovverket og overvåkes av Folkehelseinstituttet og Mattilsynet.

Drikkevannsforskriften, med tilhørende veileder, er grunnleggende i norsk drikkevannsarbeid. Forskriften er fastsatt med hjemmel i matloven, kommunehelsetjenesteloven og lov om helsemessig og sosial beredskap, og er i tråd med gjeldende EU-direktiver for vann. I 2015 trer et nytt vannrammedirektiv fra EU i kraft, som det må forventes at Norge vil oppfylle. I forbindelse med etablering og drift av vannverk må man også forholde seg til annet regelverk. De mest sentrale lover og forskrifter er; plan- og bygningsloven, arbeidsmiljøloven, forskrift om internkontroll for

å oppfylle næringsmiddelovgivningen (IK-MAT) og forskrift om internkontroll for helse-, miljø og sikkerhet (IK-HMS). Vannverkene må også gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser, og det finnes egne veiledere for slike analyser. Den helsemessige sikkerheten i vannkvaliteten forutsettes ivaretatt gjennom eksisterende lovverk og tilsyn.

Forurensningsmyndighetene stiller krav til utslippene fra avløpssystemer og renskapasiteten i behandlingsanlegg for avløpsvann.

Kommunenes ansvar for vann- og avløp forutsettes videreført, med tilhørende system for finansiering av virksomheten gjennom brukergebyrer.

11.2 Klimaendring og autonom tilpasning

Vann- og avløp har ulike rammebetingelser og utfordringer som følge av forventede klimaendringer. Vi gjennomgår derfor hvordan vann- og avløpstjenestene forventes å påvirkes av klimaendringene og mulighetene for autonom tilpasning i tjenestene hver for seg.

Vannverksregisteret for 2008 (Folkehelseinstituttet) viser at 4,1 millioner av landets innbyggere var tilknyttet i alt 1 004 kommunale vannverk. Dette tilsvarer 85,2 prosent av landets befolkning. Beregninger viser at de kommunale vannverkene leverte til sammen 725 millioner kubikkmeter vann ut på ledningsnettene i 2008. Statistikken viser at om lag 75% av vannverkene forsyner færre enn 1000 personer, mens 3 % av vannverkene forsyner over 60% av befolkningen, Myrstad m.fl, (2007).

Alle vannverk som forsyner mer enn 50 fastboende med vann, eller minst 20 husstander/hytter/fritidsboliger rapporterer til Vannverksregisteret. For 2008 omfattet dette 1617 vannverk, hvorav 94 er hyttevannverk. Disse vannverkene forsyner ca. 90 % av befolkningen. Gjennom Vannverksregisteret overvåkes norsk vannforsyning. Vannverksregisteret omfatter opplysninger om administrative forhold, størrelse, transportsystem, økonomi, vannkilder, vannbehandling og vannkvalitet for det enkelte vannverk. De kommunale vannledningsnettene utgjør i underkant av 41 000 kilometer. Omlag 41 prosent av vannet fra kommunale vannledningsnett går til husholdningsforbruk. Fordelt over året bruker hver person 198 liter vann i døgnet. Om lag en tredel av det produserte vannet går tapt i lekkasjer. Dette tilsvarte i 2008 i underkant av 240 millioner kubikkmeter vann.

Estimert gjennomsnittsalder for det kommunale vannledningsnett i Norge er 34 år, med vannledningsnett i Askim kommune som høyeste gjennomsnittsalderen med 60 år. I følge beregninger fra Folkehelseinstituttet er fornyelsesgraden for perioden 2006-2008 på 0,66 prosent, mens den var på 0,48 prosent for perioden 2002-2004. Det må forventes at fornyelsesgraden holdes på samme nivå, men at forsyningsikkerheten og vannkvaliteten til en hver tid er tilfredsstillende ivaretatt. I den grad kvalitet eller forsyning skulle være truet som følge av eventuelle klimaendringer, vil vannverkene få pålegg om utbedringer.

Giardiautbruddet i Bergen i 2004 var forårsaket av en uventet forurensningssituasjon som ikke vannverket var utformet for å takle. Folkehelseinstituttet oppsummerer i sin

erfaring fra dette utbruddet at det hele tiden er viktig å være på vakt i forhold til nye trusler, og de fleste større norske vannverk drives så profesjonelt at man allerede før man fikk dette utbruddet, var i gang med å iverksette tiltak som skulle eliminere denne typen risiko.

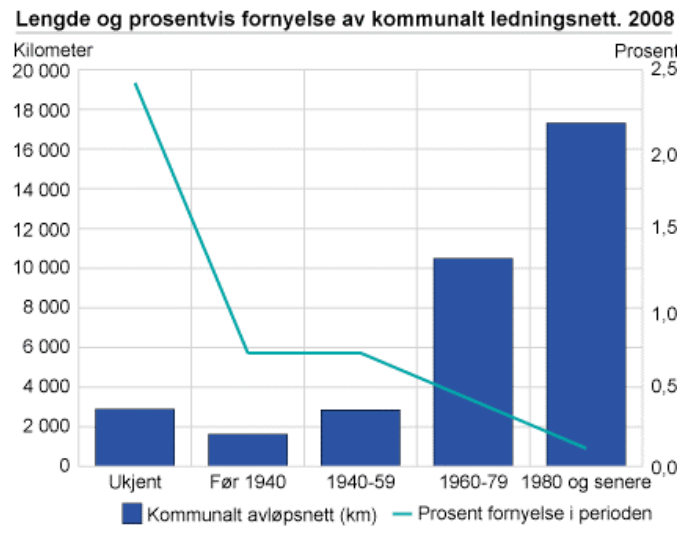
Vann fra kilde til forbruker går gjennom et ledningsnett med pumpestasjoner, ventiler, kummer og bassenger. På veien må det også gjennom vannbehandlingsanlegg der råvannet går gjennom ulike prosesser for å oppnå tilfredsstillende fysisk, kjemisk og biologisk kvalitet. Vannverkregisteret viser at det er store variasjoner i valg av metoder og prosesser i vannbehandlingen. Råvannets kvalitet, anleggets størrelse, driftsforhold og økonomi er førende for hvilke metoder som velges. Klordesinfeksjon har tradisjonelt vært den mest brukte metoden, men i følge Folkehelseinstituttet (2003) fremstår UV-bestråling nå som et konkurransedyktig alternativ til klordesinfeksjon. Norge har vært et foregangsland i å ta i bruk UV-bestråling til drikkevannsdessinfeksjon. Myrstad m.fl, (2007) viser at UV-desinfeksjon ble brukt i flest vannverk i 2003, med 685 behandlingsanlegg som forsyner 690 200 personer. De fleste, ca. 3,1 millioner personer fikk imidlertid levert vann fra 229 anlegg med klordesinfeksjon i 2003. Andelen vannverk med UV-desinfeksjon øker stadig, og flere av de store vannverkene har nå installert, eller planer om å installere UV-desinfeksjon. Samtidig blir det færre vannverk uten noen form for desinfeksjonsanlegg. I følge vannverkregisteret var det om lag 0,4 % av befolkningen som fikk vann fra små vannverk uten desinfeksjonsanlegg. Mot slutten av århundret er det rimelig å forvente at samtlige vannverk har tilfredsstillende desinfeksjonsanlegg.

Tilgangen på råvann er god, - vann blir heller ikke et knapphetsgode i Norge som følge av klimaendringene. Lekkasje i forsyningsnettet vil derfor ikke true forsynings sikkerheten. Folkehelseinstituttet peker på at lekkasjene likevel har stor økonomisk betydning på grunn av at vannbehandlingsanlegg og transportsystem må dimensjoneres for langt større vannmengder enn nødvendig. Det er anslått at kostnadene bare for produksjon av lekkasjevann kan beløpe seg til rundt 500 millioner kroner. Kostnadene ved å redusere lekkasjene blir antagelig vurdert som høyere enn gevinstene fra vannverkene/kommunenes side. Vesentlige reduksjoner i lekkasjene forventes dermed ikke som en del av den autonome tilpasning.

Avløpsektoren er i utgangspunktet i mindre grad tilpasset dagens klima. Lokal flom, kjelleroversvømmelser som følge av tilbakeslag av kloakk, avløpsvann eller manglende drenering skjer allerede i dag. Et lite mindretall kommuner har satt i gang tiltak i avløps- og overvannsystemene som følge av flere flomhendelser de siste årene. Erfaringer fra Kristiansand viser til to 30-50 års flommer på tre år rundt år 2000. Tilpasningsarbeid er satt i gang, men det er stor usikkerhet mht fremtidig dimensjoneringskrav. Erfaringer fra Fredrikstad viser til 250 bygninger med vannskader etter et kraftig regnskyll 7. september 2002. Vannskadestatistikken til Finansnæringens hovedorganisasjon (VASK) viser forsikringsutbetalinger i om lag 23 000 hendelser med vannskader for perioden 2007-2009 der drenering, ytre påvirkning eller tilbakeslag av kloakk har vært årsaken. Årsvariasjonen i løpet av perioden ligger fra 5360 hendelser i 2007 til 10 454 hendelser i 2008. Samlet erstatningsbeløp varierer fra 234 millioner kroner til 514 millioner kroner. Nedbørsmengden for Norge som helhet var 115% av normalen i 2007, og 145% av normalen i 2009. Nedbøren er med andre ord på nivå med forventet gjennomsnittlig nedbør som følge av klimaendringene.

Det kommunale avløpsnett i Norge er på omtrent 35 000 km. Omkring 4,6 prosent av nettet ble lagt før 1940, mens 49 prosent ble lagt etter 1980. I 2008 ble 0,66 prosent av nettet lagt før 1940 og 0,12 prosent av nettet lagt i 1980 eller seinere, fornyet (SSB). Fornyelsestakten og utbygging av nye ledninger varierer over tid. Lengde og fornyelse av avløpsnett er vist i følgende figur:

Figur 11.1 Lengde og prosentvis fornyelse av kommunalt avløpsledningsnett, 2008. Figur hentet fra SSB



Med dagens fornyelsestakt er det liten grunn til å tro at ledningsnett vil være fullstendig oppdatert og dimensjonert for å takle nedbøren som forventes mot slutten av århundret. Kommunenes avløpstjeneste har som vist foran også vært underdekket. Dette kan tyde på at flere kommuner opplever det som vanskelig politisk å øke gebyrene tilstrekkelig til å kunne finansiere nødvendige oppgraderinger for fremtidens klimaendringer. Store kommuner som eksempelvis Oslo er i gang med oppdatering av ledningsnett og har redusert antall områder utsatt for kjellerlekkasjer og bygningsmessige skader ved nedbør. Samlet sett er likevel bildet at kommunene ikke kan forventes å ha et tilfredsstillende drenerings- avløpssystem tilpasset nedbørsmengde og type ved slutten av århundret.

Håndtering av overflatevann henger delvis sammen med avløpskapasiteten. Håndtering av overflatevann er satt på dagsorden innenfor VAR-bransjen og det er utarbeidet en veileder i klimatilpasset overvannshåndtering. Fremtidig arealplanlegging og utbygginger, inkludert oppgraderinger av eksisterende arealer må forventes å dimensjonere overvannshåndteringen i tråd med utarbeidede retningslinjer. En deling med separate rør for overvann og spillvann, eller andre løsninger for å håndtere overvann er under planlegging i flere kommuner. Mangel på erfaringer og usikkerhet om dimensjoneringsbehov og kapasitet i systemene som legges, gjør at også anlegg som legges i dag må forvente en viss risiko for lokal flom, blanding av overflatevann og avløp, med tilhørende risiko for skade på bygninger og annen infrastruktur.

Rensing av avløpsvann foregår i dag i all hovedsak gjennom kommunale renseanlegg. Mer nedbør og større mengder nedbør på kort tid vil kreve en oppgradering av kapasiteten i en stor andel av eksisterende renseanlegg dersom utslipp av urensset vann skal unngås. Utslippene fra avløpssystemene overvåkes. Blant annet kontrolleres utslipp

av fosfor og nitrogen som ved store mengder gir en opphoping av næringsalter i miljøet, noe som innebærer økt algevekst, oksygenmangel i vannmassene, redusert siktedyp og klarhet på vannet, samt redusert og endret biologisk mangfold i vannresipienten. I de senere år kontrolleres også utslipp av tungmetaller, utvalgte organiske miljøgifter og organisk materiale (BOF5 og KOF). Over tid er det rimelig å anta at de fleste renseanleggene oppgraderes som en del av den autonome tilpasningen dersom det blir hyppigere utslipp fra avløpssystemer som ikke holder en tilfredsstillende miljøkvalitet. Noen flere hendelser som følge av kapasitetsbegrensninger i renseanleggene vil trolig forventes.

Kommuneøkonomien vil kunne være en begrensende faktor i realisering av autonome tilpasninger. Spesielt vil små kommuner, eller kommuner med et stort ledningsnett i forhold til befolkningsgrunnlaget ha begrensede muligheter til å finansiere oppgraderinger av ledningsnett og renseanlegg. Kostnadene ved klimaendringer vil da veltes over på innbyggerne i form av ubehag ved flere episoder der urensset vann slipper ut, og eventuelt flere episoder der drikkevannet må kokes, eller ikke kan drikkes.

11.3 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Gitt de autonome tilpasningene som er beskrevet over, vil de resterende kostnadene i hovedsak være relatert til eksisterende avløpssystemer og overvannshåndtering som ikke er dimensjonert for klimaendringene, og som heller ikke i fremtiden vil være riktig dimensjonert. Kostnadene vil da komme i form av kloakkblandet vann som trenger inn i bygninger og lokale oversvømmelser/floam i ulike transportårer og oppholdsområder, eller som andre skader som følge av mangelfull drenering. Deler av kostnadene kommer i hovedsak under andre sektorer, og da i særdeleshet under bygg, transport og helse. Høyere temperaturer vil gi færre sprenge rør som følge av frost, og dermed noen besparelser. Forsikringsutbetalingene i forbindelse med frostskafer i rørsystemene er i følge VASK mellom 17 og 98 millioner kroner per år for perioden 2007 til 2009.

Skader i forbindelse med mangelfull drenering er rapportert med utbetalinger på 28 – 52 millioner kroner i samme periode. Denne skadekostnaden må forventes å øke. Størrelsen vil avhenge av hvilke tilpasninger som er gjort. Med samme forutsetning om realkapitaløkning som er gjort under bygg, dvs at den er 220% av dagens realkapital, og forutsatt at differansen mellom 2007 og 2008 er representativ for klimaendringene, får vi en økning i skadekostnadsutbetalinger som følge av mangelfull drenering på 52 millioner kroner. Med samme forutsetninger får vi en økning i skadekostnadene som følge av tilbakeslag og stopp i avløp, og ytre påvirkninger med inntrenging av vann under bygg på 565 millioner kroner.

Følgende oppsummering gir en oversikt over kostnads- og inntektskategorier innen vann- og avløp ved klimaendringene.

Tabell 11.1 Klimarelaterte inntekter og kostnader, vann og avløp

	Autonom tilpasning	Uløst	Kostnad
Vannforsyning	Økt krav til renseanlegg gjennom lover/forskrifter. Kostnad veltes over på bruker. Vannkvalitet og forsyningsikkerhet ivaretas	Lekkasjer fra ledningsnett tar kapasitet fra avløpssystemet med tilhørende renseanlegg. Økt risiko for inntrening av forurensning i vannledningen som følge av forurenset vann i grøftene	Helse – ubetydelig, men kan gi brukerne perioder med redusert drikkevannskvalitet Økt kostnad for avløpsnett – ikke verdsatt. Avhenger av eksisterende kapasitet i avløpssystemet og graden av lekkasje i vannforsyningen.
Avløp	Nye anlegg dimensjoneres etter forventet nedbørsøking, noe av dagens etterslep tas igjen Miljøhensyn i utslipp ivaretas over tid av forurensningsmyndighet – kostnader i forbindelse med oppgradering av avløpsrenseanlegg	Vedlikeholdsetterslep som gir risiko for bygningsskader ved nedbør utover det deler av avløpssystemet er dimensjoner for	Ytre påvirkning på bygg som følge av økt grunnvann og inntrenging av vann pluss tilbakeslag avløp. Forsikringsutbetaling differansen mellom 2008 og 2007 ganger realkapitaløkning = 0,5 mrd kroner
Overflatevann – drenering	Nye anlegg dimensjoneres og utformes for fremtidige klimaendringer. Etterslep og mangler i deler av dagens dreneringssystemer videreføres.	Økt risiko for lokal flom med tilhørende skader som følge av mangelfull drenering Økt risiko for skader på bygg og annen infrastruktur	Kortere tid mellom flom og oversvømmelser med kostnadskonsekvenser. Kostnader på transportinfrastruktur og andre ferdselsårer Skadeutbetaling mangelfull drenering bygg 0,05 mrd kr
Reduserte frostska-			Ubetydelig besparelser, forsikringsutbetalinger i dag ligger mellom 17 og 98 mill kr rapportert.

11.4 Konklusjon

I likhet med Aaheim m.fl (2009) finner vi at et varmere og våtere klima fører med seg store utfordringer for vann- og avløpssektoren. Strengere krav til rensing av drikkevann vil komme som en del av den autonome tilpasningen. Dette følger av dagens lover og forskrifter, inkludert et EU-direktiv som trer i kraft i 2015. Kostnadene til utbedringene vil komme som økt vannavgift, eller eventuelt økt tilknytningsavgift. Dagens gebyrer viser store variasjoner mellom kommunene. Med en videreføring av dagens finansiering av vannforsyningen vil kostnadsforskjellene mellom kommunene og de enkelte vannverkene forventes å øke. I små spredtbebygde kommuner kan finansielle begrensninger og i utgangspunktet høye vanngebyrer begrense mulighetene for en nødvendig oppgradering av renseanleggene. Dette vil ramme forbrukerne gjennom økt risiko for perioder med lav vannkvalitet med krav om koking av vann, eller perioder der vannet i springen ikke kan brukes.

Deler av vedlikeholdsetterslepet i avløpssystemet vil bli tatt igjen, men det forventes at avløps- og dreneringssystemene på langt nær vil være tilpasset nedbørsmengdene og nedbørsmønsteret mot slutten av århundret. De kvantifiserbare kostnadene kommer i første rekke som skader på bygg, og er der stipulert til 0,2 - 0,6 mrd kroner per år. I dette kapitlet har vi brukt en noe annen metode for å estimere erstatningsskader med årsak i vann- og avløp, men vi kommer til om lag samme resultat, ca 0,5 milliarder kroner. For å unngå dobbelttelling av sluttresultatet, lar vi ikke estimatet på 0,5 milliarder kroner inngå i den samlede oppstillingen.

Hyppigere episoder med utslipp av urensset vann fra avløpssystemet vil gi befolkningen ubehag. Denne kostnaden er ikke verdsatt.

12. Transport

Klimaendringenes virkninger for transportsektoren er i første rekke rettet mot transportinfrastrukturen og driften av det samlede transportnett, dvs vegnettet, jernbanenettet, flyplasser, havner og såkalte knutepunkt. Trafikantenes nytte påvirkes av tilstanden på infrastrukturen. Under overskriften transport ser vi derfor på de direkte effektene for infrastrukturen og endringer relatert til transportsektorens nytteside som følge av klimaendringenes effekter på infrastrukturen.

12.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

Transport er både en innsatsfaktor for næringslivet og et velferdsgode for befolkningen. Transportsektorens viktigste bidrag i verdiskapningen er knyttet til selve *transportarbeidet*, dvs den samlede forflytningen av personer målt i *passasjerkilometer* og gods målt i *tonnkilometer*. Kommersiell, innkjøpt transport registreres som transportnæring i BNP, under posten *næringer tilknyttet transport*. Denne posten (unntatt rørtransport) utgjorde 4% av BNP og 6,6 prosent av sysselsettingen i 2008 (SSB).

Teknologiutvikling og fall i de relative prisene på transport, kombinert med strukturendringer som følge av globalisering, har gitt en kraftig vekst i transportarbeidet i løpet av de siste 60 årene. Siden 1965 er antall personreiser tredoblet, og vi reiser fire ganger så langt. Globaliseringen har også gitt endringer i næringsvirksomheten globalt og nasjonalt med tilhørende betydning for godstransporten. Den totale godsmengden er mer enn doblet siden 1965, mens transportarbeidet målt i tonnkilometer er femdoblet. Alle fremskrivninger og prognoser tyder på at transportvolumet fortsatt vil vokse, både som følge av at vi blir flere og fordi vi forventes å bli materielt rikere.²²

Transportsektorens bidrag til verdiskapning og velferd er avhengig av en god infrastruktur, målt i tilgjengelighet, effektivitet og kvalitet. Kvaliteten og tilgjengeligheten på transportinfrastrukturen påvirker transporttid og kostnader for næringslivet, markedsadgangen til bedrifter og regioner, og kan også påvirke behovet for lager og produksjonsmetoder. Videre påvirkes avstandskostnader og reisetid for befolkning og næringsliv, noe som igjen har betydning for bosettingsmønster, hvor næringer etablerer seg, reisevaner, og den enkeltes velferd.

Det meste av transportinfrastrukturen kan karakteriseres som fellesgoder, noe som begrunner offentlige investeringer, reguleringer av felles infrastruktur og transport som politikkområde. Det overordnet målet for regjeringens transportpolitikk i dag er å tilby et effektivt, tilgjengelig, sikkert og miljøvennlig transportsystem som dekker samfunnets behov for transport og fremmer regional utvikling (St.meld. nr.16 (2008-2009)). De transportpolitiske målene legger føringer for hvordan samferdselsinvesteringene som bevilges over statsbudsjettet fordeles mellom regioner og landsdeler så vel som mellom de ulike transportformene. Prioriteringen av samferdselssektoren reflekteres i statsbudsjettet der det for 2010 er bevilget 27,1 milliarder kroner til sektoren, hvorav 6,5 milliarder kroner er investering i veg og 3,9 milliarder er investeringer i jernbane.

²² Mulighetene for dette innen et lavutslippssamfunn er drøftet i et annet kapittel i rapporten.

Klimaendringer vil i første omgang påvirke transportinfrastrukturen og kostnadene ved trafikkavvikling og vedlikehold av infrastrukturen. Dernest vil trafikantene (person- og godstransport) rammes dersom klimaendringene gir værhendelser eller endringer i infrastruktur eller trafikkavviklingen som reduserer fremkommelighet, komfort, sikkerhet eller kostnadene ved transport.

Transportinfrastrukturens utforming varierer over landet. Eksempelvis ligger om lag en fjerdedel av riksveistunnelene i Hordaland. Inkluderes Sogn og Fjordane, Nordland og Rogaland har disse fylkene to tredjedeler av alle tunnelene i riksvegsnettet. Drift og vedlikehold av tunneler koster i dag tre til åtte ganger mer per meter enn vedlikehold av åpne veier (SVV. 28.01.2010).

Kystnære veier i lavlandet og fjelloverganger vil møte forskjellige konsekvenser av klimaendringene. Konsekvensene av mer nedbør og styrtregn avhenger av grunnforhold, dimensjonering, utforming og drenering av eksisterende infrastruktur. I følge beregninger foretatt for transportetatene forventes en økt hyppighet med dager med over 20 mm nedbør over hele landet, og spesielt i kyststrøkene fra Stavanger til Grenland vinterstid og i innlandet i Sør-Norge om høsten (Haugen, 2007).

Høyere temperatur vil kunne gi noen områder flere "nullgjennomganger", mens andre områder vil få færre nullgjennomganger og lavere sannsynlighet for perioder med kuldegrader. Temperatursvingninger fra +1 til -1 forekommer i dag oftest på Sør-Vestlandet. Regionale klimafremskrivninger tyder på at Øst-Finmark og innlandet i Sør-Norge vil få en økning i antall nullgjennomganger, mens landet for øvrig vil få færre nullgjennomganger (Haugen, 2007; Hanssen-Bauer m.fl. (2009)). Flytting av nullgjennomgangsområder vil gi reduserte kostnader noen steder og økte kostnader andre steder. Risiko for flom, oversvømmelse og erosjon/ras som følge av mer nedbør, større værvariasjoner og flere nullgjennomganger avhenger av beliggenhet og utforming av eksisterende infrastruktur, i tillegg til geografisk beliggenhet.

Vestlandet og Nord-Norge er per i dag mer rasutsatt enn landet for øvrig. Geografiske klimavariasjoner gjør at drifts- og vedlikeholdskostnadene tilknyttet veg, bane og luftfart varierer over landet. Fjelloverganger har eksempelvis store kostnader på grunn av snø, mens andre områder har større vedlikeholdskostnader som følge av hyppige temperatursvingninger og/eller nedbør. Et stort antall av de mindre flyplassene (anslagsvis 20 stk) og deler av veg/jernbanenettet vil være utsatt ved økning i havnivået. Det samme vil kaianlegg og infrastruktur knyttet til sjøtransport. Antall dager med snøfall over 10 cm forventes å avta i størsteparten av landet, men kan øke noe i fjelloverganger i Sør-Norge rundt midten av dette århundre.

Klimafremskrivningene er usikre mht vind. Beregninger i Haugen (2007), tyder på at antall dager med sterk vind (over 20 m/s) vil avta over hele landet vår og sommer, mens antall høststormer kan øke. I følge fremskrivningene kan endringer i lufttrykk og vind gi noe hyppigere episoder med stormflo, og noe større midlet bølgehøyde utenfor Jæren og Finmark. For landet for øvrig er fremskrivningene på dette område svært usikre. Klimaendringene vil også kunne gi større fremkommelighet for skipstrafikken i polare strøk. Dette vil øke mulighetene for kommersiell skipsfart (inkludert turisme) i polare strøk. Transportavstanden mellom Nord-Europa til Japan vil eksempelvis kunne reduseres med fra 10-30 dager.

Konsekvensene av klimaendringene vil med andre ord variere langs mange dimensjoner: geografi, type infrastruktur, beliggenhet, standard og utforming.

Følgende tabell oppsummerer de viktigste konsekvensene av klimaendringsfaktorer for trafikanter, infrastruktur og drift/trafikkavviklingen. Størrelsen på effekten i de ulike kategoriene er ikke uavhengig av hverandre. Tabellen er ment å gi et bilde av hvordan ulike elementer i klimaendringene kan påvirke velferdsproduksjonen og kostnader knyttet til hhv infrastruktur og drift i transportsektoren dersom det ikke gjøres noen form for tiltak.

Klimaendring	Konsekvenser for trafikantnytte / velferd	Konsekvenser for infrastruktur	Konsekvenser for drift - og trafikkavvikling
Økt nedbørsmengde, hyppigere styrtregn	Flere og lengre perioder med redusert fremkommelighet på veg og bane Økte avstandskostnader og redusert forutsigbarhet og regularitet for alle transportformer Potensielt økt hyppighet med perioder med ulykkesrisiko og/eller avbrudd/forsinkelser	Økt risiko for skred, utskylning av veier, og/eller bærelag. Erosjonsskader på vegdekke og skinnegang Flere strekninger/punkter utsatt for oversvømmelser som følge av flom i vassdrag og mangelfull drenering/avløpskapasitet Økt slitasje på rullebaner/bærelag med tilhørende sikkerhetssoner	Oftere omkjøringer på veg som følge av ras/rasfare, oversvømmelser og vedlikehold. Redusert regularitet og hyppigere avbrudd for skinnegående transport Hyppigere avvik i flytrafikken
Temperaturøkning	Redusert ulykkesrisiko pga færre strekninger og kortere perioder med minusgrader og glatte veier Bedre tilgjengelighet til polare strøk	Flere strekninger med mindre snø og is, kortere perioder med snø/is - redusert slitasje Redusert slitasje og skader i områder med færre nullgjennomganger, mulig mer slitasje/skader i områder med flere nullgjennomganger	Geografiske variasjoner Mindre bruk av kjemikalier til avising av fly Mindre bruk av salting Mindre snørydding totalt mot slutten av århundre Kortere avstand mellom Nord-Europa og Japan
Nye kombinasjoner av værphenomen (økt vannstand, vind, isdekke, kraftig snø/regn og vinterregn)	Hyppigere perioder uten eller med redusert fremkommelighet i deler av landet	Nye utfordringer som følge av manglende erfaring fra dimensjonering og utforming av infrastruktur til fenomener som per dato er ukjent	Risiko for flere perioder med forsinkelser og/eller stenging Omkjøringer og mulige konsekvenser for reisemiddelvalg/transportform
Underkjølt regn	Oftere enkelte steder, sjeldnere andre steder Betydning for ulykkesrisiko og regularitet		Betydning for regularitet og fremkommelighet - geografiske variasjoner Mer salting / bruk av kjemikalier der hyppigheten øker, mindre bruk av salting / kjemikalier der hyppigheten avtar
Endring i havnivå	Hyppigere perioder med redusert fremkommelighet langs kysten (lavland og sjøtransport i tilknytning til havn)	Erosjonsskader pga salt Hyppigere flom og oversvømmelse i lavland langs kysten Perioder med punkter og strekninger under vann Flere flyplasser utsatt for oversvømmelse og problematikk i tilknytning til sikkerhetssoner	Stenging, avbrudd og potensielt redusert regularitet i områder med infrastruktur som berøres
Vind	Usikkert	Usikkert	Usikkert

Tabell 12.1: Klimaendringenes konsekvenser for trafikanter, infrastruktur og drift/trafikkavvikling

12.2 Sentrale forutsetninger for sektoren

Næringer i tilknytning til transportsektoren forutsettes å tilpasse seg endrede rammebetingelser som følge av klimaendringer. Inkludert i dette ligger tilpasninger i

rutetilbud og transporter som følge av større tilgjengelighet i polare strøk, eventuelle tilpasninger av utstyr (eksempelvis skip) til endringer i vindforhold/bølgehøyder mv.

Det forutsettes at mesteparten av transportinfrastrukturen fortsatt vil være i offentlig eie og at mesteparten av kostnadene knyttet til investering og drift vil finansieres over statsbudsjettet, supplert med samme andel brukerfinansiering som i dag.

På kort sikt forutsettes det at nasjonal transportplan realiseres (NTP 2010-2019) i hht til gjeldende plan, og at samferdselssektoren deretter vil ligge på samme investerings- og drift/vedlikeholds nivå over statsbudsjettet som det legges opp til i NTP 2010-2019 (justert for pris- og inntektsvekst). Investeringer i infrastruktur under flyfart forutsettes i store trekk å være brukerfinansiert, men fortsatt myndighetsregulert med krysssubsidiering mellom høy- og lavtrafikkerte flyplasser. Infrastrukturtiltak i tilknytning til sjøtransport forutsettes finansiert på samme måte som i dag, dvs i hovedsak brukerfinansiert og/eller lokale/regionale investerings samarbeid.

Transportsektoren representerer 23% av klimagassutslippene i verden og står for 30% av CO₂-utslippene i OECD-landene. Sektorens andel av klimagassutslippene er økende i de fleste OECD-landene. I Norge øker også klimagassutslippene fra transportsektoren, men sektorens andel er noe avtagende på grunn av utslippsveksten fra olje- og gassvirksomheten. Det forventes en sterkere klimavirkemiddelbruk i transportsektoren i Norge og i utlandet. Virkemiddelbruken vil kunne påvirke teknologiutviklingen og sektorens CO₂-intensitet, konkurranseforholdet mellom ulike transportformer, og det samlede transportarbeidet. En sterkere virkemiddelbruk nasjonalt og internasjonalt kan redusere veksten i antall lange reiser, noe som isolert sett kan bidra til flere innenlands reiser.

Med en fortsatt befolknings- og inntektsvekst forutsettes det en årlig vekst i det samlede transportarbeidet på samme nivå som er angitt i NTP for perioden 2010-2019. De relative prisene forutsettes å ligge på dagens nivå som følge av internasjonal og nasjonal klimapolitikk, dvs at det på tross av teknologiutvikling og en fortsatt inntektsvekst forutsettes at dagens relative transportkostnader opprettholdes. Til nå har de som nevnt stort sett falt. Det forventes vridninger mellom de ulike transportformene som følge av reguleringer og virkemiddelbruk mot de mest klimaintensive transportformene. Dette gjør seg spesielt gjeldende i form av en større kollektivtransportandel i og rundt sentrale byområder.

Transport av olje og gass fra kontinentalsokkelen til fastlandet står for om lag en fjerdedel av all godstransport målt i tonn. En lavere fremtidig aktivitet på kontinentalsokkelen vil ha stor betydning for den samlede godstransporten. Samlet sett forutsettes det på tross av redusert olje- og gassproduksjon at transportsektorens rolle i verdiskapningen holder seg på omtrent samme nivå som i dag.

12.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Klimatilpasning omtales i de to siste Nasjonale transportplanene (NTP). I forbindelse med NTP 2010-2019 ble det utarbeidet klimascenarier for transportsektoren for 12 klimasoner, Haugen (2007). Forventninger om klimaendringer og krav til ROS-analyser ved utbygging av nye infrastrukturprosjekt gjør det rimelig å anta at nye

infrastrukturprosjekt designes og utformes med tanke på forventede klimaendringer. Krav til design, utforming og dimensjonering av transportinfrastruktur er under løpende revisjon. Nye designkrav som følge av klimaendringer vil på kort sikt kunne gi økte investeringskostnader, men på lengre sikt må det forventes at teknologi- og kunnskapsutvikling gjør at kostnadene ved å bygge for fremtidens klimaendringer ikke utgjør en vesentlig kostnadsdriver. Generelt må det forventes at dimensjonering og utforming av sentral infrastruktur tilpasses forventede klimaendringer gjennom beregninger av gjentakelsesintervall²³ for ulike vær fenomener. Planlagt vedlikehold og oppdateringer av eksisterende infrastruktur tar hensyn til forventede lokale klimaendringer. For eksisterende infrastruktur som ikke utbedres, vil gjentakelsesintervallene for spesielle vær fenomener kunne reduseres.

Kalkulert vedlikeholdsetterslep har sammenheng med standarden som settes for en vei. I følge (Schjølberg m.fl. 2009) kan opplevd tilstand på fylkesvegene være dårligere enn på riksvegnettet, mens etterslepet anslagsvis er lavere pr km enn tilsvarende på riksvegnettet. Dette har sammenheng med at det er ulike typer standardkrav til de ulike typer vegnett. Viktige faktorer som bestemmer standardkrav er for eksempel årsdøgntrafikk og vegens funksjon. Kalkulert vedlikeholdsetterslep og sårbarhet for klimaendringer kan dermed være svakt korrelert. Derimot må det forventes at det ved alt større vedlikehold tas hensyn til klimaendringer, og at det meste av dagens transportinfrastruktur oppdateres i løpet av en 50-årsperiode.

For de ulike transportetatene er følgende definert som autonome tilpasninger:

- **Avinor:** Sikkerhetssonene på flere flyplasser er utbedret (eller planlagt utbedret) som følge av pålegg og nye sikkerhetskrav fra luftfartstilsynet. Potensielle klimaendringer og opplysninger om forventet havnivå, stormflo, vindstyrker er benyttet i dimensjoneringen av sikkerhetssonene. Bølge- og erosjonssikring er identifisert som den største kostnadmessige utfordringen knyttet til infrastruktur. Dimensjoneringskravet er avgjørende for kostnadene. Oppgraderingene av sikkerhetssonene tar utgangspunkt i et dimensjoneringsbehov på 20-50 års gjentakelsesintervall basert på nye klimafremskrivninger. Det foregår løpende prosjekter for optimalisering av meteorologiske tjenester, flynavigasjon og friksjonsmålinger på rullebanen. Tilpasninger gjøres kontinuerlig. Utbedring av overvannshåndtering og kvalitet på rullebanen (hull i asfalt mv) gjøres kontinuerlig og inngår i løpende driftskostnader. Merkostnader som følge av klimaendringer er ikke beregnet. Klimaendringene kan gi værtyper som kan påvirke regularitet og punktlighet i trafikken. Lufthavnene stenges dersom vær- og føreforhold reduserer sikkerheten. Det er ikke gjort forsøk på å tallfeste konsekvensene for regularitet og punktlighet. (Larsen, 2009)
- **Jernbaneverket:** Rassikring og varslingsanlegg på rasutsatte strekninger har fått større oppmerksomhet. I utkast til handlingsprogram for perioden 2010-2019 er investeringer i rassikring og varslingsrutiner for togframføring under ekstreme

²³ Med gjentakelsesintervall menes forventet tid mellom ekstreme (vær)hendelser infrastrukturen dimensjoneres for å tåle. Jo lengre gjentakelsesintervall jo mer robust og jo større påkjenninger fra ekstremvær forventes en gitt infrastruktur å tåle. Broer er eksempelvis dimensjonert etter ekstremværhendelser som opptrer med 200-500 år mellomrom (Larsen, Olav, 2009).

værforhold prioritert med 270 millioner kroner for perioden 2010-2013 og 420 millioner kroner årlig for perioden 2014 til 2019. I følge planprogrammet er det antatt at steinsprang og vannrelaterte skred vil øke, slik at behovene for sikring i regionene vil endre seg. Rassikring følges opp med økte bevilgninger i statsbudsjettet for 2010.

- **Vegvesenet:** Prosjektet Klima og transport vurderer rutiner og regelverk for planlegging, prosjektering, bygging og drifting av veg som svar på endrede klimaforhold. Rassikring har høy prioritet i handlingsprogrammet for 2010-2019 der det er satt av 7 mrd kroner til rassikring i perioden. Dette følges opp i statsbudsjettet for 2010 med en bevilgning på 850 millioner kroner – en økning på over 90% fra tidligere år. I planprogrammet fram til 2019 legges det opp til en økning i bevilgningene til vedlikehold. Oppgradering og større vedlikeholdsarbeider tar hensyn til forventede klimaendringer.
- **Sjøfart** – Kystverket har utarbeidet en håndbok for moloer. Det er arbeidet med forvaltningsplaner for Barentshavet og Norskehavet og det arbeides med plan for Nordsjøen. Kystverket arbeider langsiktig med klimatilpasning, jf arbeidet med de to siste Nasjonal Transportplan og utarbeidede planer for vedlikehold og oppgraderinger av infrastruktur. Regulering av trafikken, og arbeid for å finne gode ankringsplasser og nødhavner er andre tiltak i klimatilpasningsarbeidet. De fleste havnene er i dag offentlig eid, men drives i stor grad på forretningsmessige vilkår. Investeringer i havneanlegg og moloer etc. vil komme som en følge av endringer i etterspørselen etter havnetjenester og som følge av sikkerhetskrav fra myndighetene.

12.4 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Det foreligger ikke beregninger over kostnadene av klimaendringer for transportsektoren i Norge. CICERO (2008) viser til at ekstremvær kan gi perioder med trafikkaos og forsinkelser, mens temperaturøkning kan gi effekter i begge retninger. CICERO konkluderer med at transportsektoren i liten grad vil påvirkes av klimaendringer ved en økning i gjennomsnittstemperaturen på 2 grader. Effektene av større klimaendringer er ikke vurdert.

IPPC (2007) har beregnet en svak nettogevinst for transportsektoren i Norden som følge av mindre is og større fremkommelighet til sjøs, og mindre snø og frost som kan redusere kostnadene til vedlikehold for transportinfrastrukturen til lands. IPPCs beregninger bygger på overordnede betraktninger uten at det er tatt hensyn til dagens tilstand på transportinfrastrukturen.

Klimaendringene vil gi geografiske fordelings effekter gjennom kostnadskonsekvensene for transportsektoren. Kostnadene kan overføres på trafikantene i form av lengre avstandskostnader, lavere regularitet, redusert fremkommelighet og lengre reisetid, eller finansieres over statsbudsjettet i form av økt investerings- og vedlikeholds budsjetter, eller økt brukerbetaling for å utbedre infrastrukturen slik at kvaliteter ved selve transportarbeidet ikke berøres av klimaendringer. I områder der nettoeffekten av klimaendringene virker positivt på transportsektoren, kan staten velge å redusere bevilgningene til drift og vedlikehold for å finansiere merkostnadene som følge av klimaendringer i andre deler av landet.

Nyttetap for trafikantene og godstrafikken ved avvik, økt ventetid og/eller økt samlet reise/transporttid som følge av hyppigere værhendelser kan i prinsippet verdsettes. Kostnadene for trafikantene er blant annet beregnet i Bråthen m.fl. (2009). Med utgangspunkt i en vurdering av raspunkter i de 7 mest rasutsatte fylkene (Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Nordland, Troms og Finnmark) har de funnet at ventekostnadene/velferdskostnadene for trafikantene som rammes ved ras kan variere mellom drøyt 2000 kr/time og opp til over 80000 kr/time. Dette gjelder samlet for alle berørte trafikanter. Kostnadene avhenger av trafikkvolum, trafikdens sammensetning på trafikkantgrupper og omkjøringsmuligheter. Sentrale veier på østlandsområdet og infrastruktur rundt de store byene vil eksempelvis ha større årsdøgntrafikk, men også flere omkjøringsmuligheter ved stengninger.

Beregninger av kostnader for trafikantene ved tap i regularitet krever at det foreligger anslag over regularitetstap og økt reise/transporttid for de ulike transportformene nedbrutt på regioner/strekninger. Nyttetapet for trafikantene og næringsliv ved værhendelser vil trolig være størst ved avvik i sentrale, tett befolkede områder og i transportkorridorene. Grunnen er at høy kapasitetsutnyttelse øker sårbarheten for værhendelser selv om det finnes alternative ruter og transportmidler. På mindre trafikkerte veier kan nyttetapet for de som rammes være større som følge av lengre avbrudd og færre alternative ruter, men det samlede nyttetapet blir ikke nødvendigvis tilsvarende stort.

12.4.1 Erfaringskostnader og kostnadsscenarioer i vegsektoren

Vegnettet består av veier, broer, tunneler og fergestrekninger. Vegnettet fordeler seg mellom stamveier som forvaltes av Vegvesenet, øvrige riksveier og fylkesveier som fra 1.1.2010 forvaltes av fylkeskommunene, mens de resterende veiene eies og drives av kommunene. Stamveiene har om lag 55% av trafikken, men utgjør kun 10% av det samlede offentlig vegnettet. Samlet veglengde for hele landet, inkludert kommunale veier er ca 97 000 km. Årlige vedlikeholdskostnader avhenger av trafikkbelastningen på vegene og ble i forbindelse med NOU 2005:18 beregnet til å ligge mellom 847 500 kr/km vei for veier med årsdøgntrafikk over 25 000 til 94 500 kr/km vei for veier med en årsdøgntrafikk under 2000 (Oslo med omegn, 2004-kr). Gjennomsnittlig årlig vedlikehold for alle veier, gitt en forutsetning om riksveistandard-vedlikehold for resten av landet er beregnet til 76 700 2004-kr. Kostnadene er uten dekke-vedlikeholdet som er beregnet til 90 000 kr per km.

Årlig vedlikehold skal i prinsippet sørge for at drenering, overflate, vegkropp, broer og tunneler definert til et gitt tilstandsnivå oppfyller sin tiltenkte funksjon over en normal levetid. Dette har ikke vært gjennomført slik at det ligger et beregnet vedlikeholdsetterslep i vegnettet på mellom 40 og 50 mrd kroner (Schjøberg m.fl., 2009). Dette tilsvarer vedlikeholdsetterslep per km veg i kommunesektoren på mellom 280 og 560 kr, og 640 kr per meter for stamvegene.

Det er ikke funnet pålitelige beregninger av reparasjonskostnadene etter ulike ekstremværhendelser i Norge. Stormen på vestlandet og trøndelagsfylkene i 2005- 2006 gav store skader på bruer, veier ble tatt av ras og kaier og moloer fikk skader som følge av springflo og bølger. Kostnadene ble kompensert over statsbudsjettet med 40 millioner kroner. Vi antar at denne type ekstrem værhendelser i gjennomsnitt gir skadekostnader på transportinfrastrukturen på 50 millioner kroner.

I Sverige er kostnadene i forbindelse med oversvømmelser, utskyllinger, skred og ras som følge av nedbør og uvær kostnadsberegnet til 1,2 mrd SEK for de siste 12 årene til sammen. De fleste hendelsene ligger på kostnader under 20 millioner kroner. Munkedalsraset står i en særklasse og er kostnadsberegnet til 120 millioner SEK, i direkte kostnader, med samme nivå på de indirekte kostnadene knyttet til omkjøringsalternativer. Basert på erfaringstall, sårbarhetsanalyser av veginfrastrukturen og klimafremskrivninger er kostnadskonsekvensene for vegene i Sverige som følge av klimaendringer beregnet for perioden 2010- 2011 (SOU 2007:60). Beregningene indikerer en økning på mellom 70 millioner (lav) til 200 millioner kroner (høy) svenske kroner mot slutten av århundre, sammenliknet med perioden 1994-2006.

I tillegg er det beregnet kostnader til store skred på lang sikt på 100 (ett skred) til 500 millioner SEK (5 store skred i perioden). Dette gir en samlet skadekostnad på den statlige infrastrukturen i vegsektoren på 9,3 mrd til 13 mrd svenske kroner for perioden 2010-2100. Økningen i skadekostnader som følge av klimaendringer tilsvarer 700 kr til 2000 svenske kr per km veg per år. Kostnader til kommunale veger kommer i tillegg og er beregnet til en samlet kostnad på 3 – 9 mrd svenske kroner for samme periode.

Beregningene er vist i følgende tabell:

	Lav-scenario	Høyscenario	Enhet	Kommentar
Årlige skadekostnader pga ras, skred erosjon fram til 2030	80	80	Millioner SEK per år	
Skader på lang sikt (lineær økning til angitte nivå)	70	200	Millioner SEK per år	700 – 2000 SEK per km per år for statlig veg
Store skred	100	500	Millioner SEK per år	
SUM 2010 – 2100 statlig veg	9 300	13 000	Millioner SEK	
Kommunale og andre veger 2010 - 2100	3 000	9 000	Millioner SEK	
SUM INFRASTRUKTUR VEG Sverige (inkludert skred)	12 300	22 000	Millioner SEK	

Tabell 12.2 Kostnader beregnet for statlige veger i SOU:2007, tabell 1 Väger i Billaga A6

Som vi ser av tabellen er infrastrukturkostnadene i vegsektoren som følge av klimaendringer beregnet til mellom 12 mrd – og 22 mrd SEK for hele perioden 2010-2100.

Kostnadsberegningene fra Sverige er ikke direkte overførbare til norske forhold. Per i dag foreligger det ikke tilsvarende empiri fra Norge som gir muligheter for like detaljerte beregninger. På bakgrunn eksisterende empiri og gjennomgangen i dette kapitlet har vi likevel gjort noen overordnede anslag over klimarelaterte samfunnsøkonomiske kostnader i transportsektoren.

Beregningene bygger på følgende forutsetninger om autonom tilpasning og vedlikeholdsetterslep i vegsektoren:

- Lavt 2080 til 2100: Drift og vedlikeholdskostnadene reduseres med 2% i forhold til beregnede gjennomsnittskostnader i NOU 2005:18²⁴. Klimaendringene gir en ekstremværhendelse hvert 20. år som gir skader som følge av at infrastrukturen ikke er dimensjonert for hendelsen. Investeringer i skredsikring (autonom tilpasning) gir lave skredkostnader.
- Middels 2080 til 2100: Drift og vedlikeholdskostnadene økes med 2% i forhold til beregnede gjennomsnittskostnader i NOU 2005:18. Klimaendringene gir en ekstremværhendelse hvert 10. år som gir skader som følge av at infrastrukturen ikke er dimensjonert for hendelsen. Investeringer i skredsikring (autonom tilpasning) gir moderate skredkostnader.
- Høyt 2080 til 2100: Drift og vedlikeholdskostnadene økes med 5% i forhold til beregnede gjennomsnittskostnader i NOU 2005:18. Klimaendringene gir en ekstremværhendelse hvert 10. år som gir skader som følge av at infrastrukturen ikke er dimensjonert for hendelsen.
- SOU-faktor lav/høy: Kostnadene beregnet for Sverige er gjort om til norske kroner og beregnet på antall km veg i Norge. Det er brukt gjennomsnittskostnaden for statlige veier. I beregningene for Sverige er det brukt en lavere kostnad på lokale veier.

Tabell 12.3 Klimarelaterte kostnader veg. Årlige kostnader perioden 2080-2100 eksisterende vegnett. Alternative scenarioer

Scenarioer infrastrukturkostnad, inkludert vedlikehold veg	Lavt 2080-2100	Middels	Høyt	SOU-faktor lav	SOU-faktor høy
Ekstrem-værhendelser	50 mill hvert 20. år	50 millioner hvert 10.år	50 millioner hvert 5.år		
Skred	10 mill per år	50 mill kr per år	100 mill per år	83mill kr per år	415 mill per år
Drift og vedlikehold	- 168 mill per år	168 mill kr per år	420 mill kroner per år	56 mill kr per år	160 mill kr per år
SUM årlig kostnad 2080-2100	- 155,5 mill kr	223 mill kr	530 mill kr	139 mill kr	575 mill kr

Våre beregninger basert på anslåtte endringer i drift og vedlikeholdskostnadene i middelalternativet gir høyere kostnader enn det som er antatt om skadekostnadene per meter veg på det svenske vegnettet. En del av forskjellen skyldes at vi i våre beregninger også har inkludert ordinære driftskostnader. Disse vil påvirkes av klimaendringer og er derfor funnet riktig å ta med. I NOU 2005:18 presiseres det at de fylkesvise beregningene av drift og vedlikeholdskostnadene baseres på vedlikehold på riksveg nivå, og at de derfor ikke kan brukes som grunnlag for beregninger av vedlikeholdskostnader i fylkene. Mot slutten av århundre har vi antatt at dagens riksveistander er relevant for

²⁴ Kostnadene i NOU 2005:18 er beregnet om til januar 2010 kr basert på konsumprisindeksen.

alle veiene og at tallet dermed gir et rimelig godt anslag på gjennomsnittskostnadene før klimaendringer på dagens vegnett. Dersom vi forutsetter at veglengden øker med 1% i året fra 2020 til 2100 vil veglengden øke med 7970 km fram mot slutten av århundre. Med forutsetninger om samme klimarelaterte økning i drift og vedlikeholdskostnadene får vi en økning i disse kostnadene på drøye 8% i scenarioene. Gitt at nye vegutbygginger dimensjoneres og konstrueres for å tåle mer nedbør og vann i terrenget rundt, må det forventes noe lavere klimakostnader for nye veger enn for det eksisterende vegnettet. I sammenstillingen tilslutt har vi derfor beregnet et klimakostnadspåslag på drift og vedlikehold på 5% for vegene som bygges etter 2020.

I våre beregninger har vi benyttet et gjennomsnittlig påslag basert på den beregnede gjennomsnittskostnaden til drift og vedlikehold for samtlige fylker. Dette er en grov forenkling. For det første skiller beregningene det er tatt utgangspunkt i mellom fylkene, slik at variasjoner trafikkbelastning, vegbredde, utstyrsnivå type og omfang av dreneringsanlegg og klima påvirker det relative kostnadsnivået mellom fylkene. For det andre viser klimafremskrivningene at klimaendringer som nedbør, frost (og nullgjennomganger) mv, vil variere mellom fylkene. Enkle tester tyder på at forenklingen tenderer til at kostnadene overestimeres sammenliknet med alternativ der endringene beregnes per fylke.

På kort sikt kan klimaendringene framskynde behovet for vedlikehold, spesielt i det kommunale vegnettet. Vedlikeholdsetterslep og dimensjonering basert på gamle vegstandarder gjør infrastrukturen mer utsatt for klimahendelser. Dersom dagens vedlikeholdsetterslep ikke tas igjen fram til 2050, anslås merkostnadene som følge av klimaendringer (mer nedbør og ekstremvær) å øke det beregnede vedlikeholdsetterslepet med i størrelsesorden 5 – 10 %. Det vil si en samlet økning på 500 millioner kr til 1mrd kroner for hele perioden 2010-2050.

Trafikantnyttene ved forsinkelser, stengte veger og kaos som følge av værhendelser i områder der kapasitetsutnyttelsen i vegnettet, er ikke beregnet. Disse kostnadene vil trolig være betydelig høyere enn skadekostnadene på infrastrukturen.

12.4.2 Flyfart, sjøfart og jernbane

For jernbane viser den svenske beregningen skadekostnader på infrastrukturen på 220 - 810 millioner SEK totalt. I det høyeste alternativet er det forutsatt to "Gudrunstormer" med kostnader på til sammen 360 millioner kroner.

Jernbanen i Norge har i likhet med veg økt investeringene til rassikring og tiltak for å redusere risikoen for utskylninger. Jernbanen er preget av store vedlikeholdsetterslep og kapasitetsproblemer i sentrale strøk. Uten oppgraderinger vil selv relativt moderate økninger i vær-situasjoner (kulde, temperaturvariasjoner, styrtregn, snø) gi avbrudd og/eller redusert fremkommelighet. Dette påfører i særlig grad trafikantenes kostnader. Merkostnadene for drift og infrastruktur som følge av klimaendringer antas å ligge mellom 0 – 100 millioner kroner per år mot slutten av århundre.

Sjøfart får netto gevinster som følge av mindre is, og økte kostnader dersom bølgehøyde og vind øker. Havner og moloer vil få kostnader som følge av at havet stiger. Havnene forventes å tilpasse seg endringer i havnivået som en del av den autonome tilpasningen. Gjentakelseintervallet for potensielle hendelser med skadeeffekt forventes redusert.

Dette vil gi hyppigere skadekostnader, men antas å begrenses til under 10 millioner kroner per år i gjennomsnitt. Redusert regularitet antas også her å være den største kostnaden. Med potensielt kortere transporttid til Japan om sommeren kan verdiskapningen i næringen øke. Det kan også gi større etterspørsel etter havner og havnetjenester i de nordlige havnene. Denne effekten er ikke beregnet. Kostnadene for sjøfart i Sverige er tilsammenlikning beregnet gevinst på 38 – 75 millioner SEK per år som følge av reduserte kostnader til isbryting (SOU 2007:60).

Flyfart har dimensjonert sikkerhetssonene for forventede klimaendringer med utgangspunkt i gjentagelsesintervall på 10-20 år. Fra 2050 og utover kan enkelte flyplasser få hyppige oversvømmelser som følge av at havnivået stiger. Kostnadene kan bli til dels høye, men er ikke beregnet. Kostnader ved avbrudd og redusert regularitet som følge av klimarelaterte stengninger antas å være de mest betydningsfulle. Eksempelvis er stenging av Arlanda i ett døgn anslått til et kostnadstap på 150 millioner SEK.

12.5 Konklusjon

De største kostnadene i transportsektoren som følge av klimaendringene vil være trafikantkostnader i form av tap av regularitet, forutsigbarhet, og forsinkelser i transportsystemet. Det er en viktig forskningsoppgave innen dette feltet å finne anslag for disse størrelsene i første omgang, og dernest for verdien av dem.

På grunn av forutsetninger om autonom tilpasning der det stilles nye krav til utforming og dimensjonering av ny infrastruktur, vil skadekostnadene og driftskostnadene ved klimaendringene være begrenset. Mindre dimensjon på området med hyppige nullgjennomganger og mindre snø gir dessuten lavere driftskostnader. Mer nedbør og oftere styrtregn vil gi økte kostnader som følge av mer steinsprang, slitasjer på overflate og økte drift- og vedlikeholdskostnader til drenering av overvann. De årlige drift og vedlikeholdskostnadene vil øke i enkelte steder av landet og reduseres andre steder. I vårt middelalternativ er det antatt en moderat økning. Hyppigere episoder med ekstremvær vil gi økt skadehyppighet av mer alvorlig art. Beregningene er følsomme for forutsetninger om hyppigheten av denne type episoder.

13. Landbruk

Under overskriften landbruk konsentrerer vi oss om skogbruk, husdyrproduksjon og planteproduksjon.

13.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

Den økonomiske betydningen av landbruket har sunket over tid. I 2008 skapte landbruket 0,8 prosent av landets produksjon og bidro med 0,6 prosent av BNP (SSB, 2010a). Produksjonsinntektene i landbruket fordelte seg i 2007 med ca 16 mrd fra husdyrprodukter, 6 mrd fra planteprodukter og 7 mrd fra skogbruk (SSB, 2010b). Husdyrproduksjon er med andre ord den klart største delnæringen innen landbruket.

Det er vanskelig å si hvordan produksjonen i *jordbruket* utvikler seg fremover i dette århundret. En viktig konsekvens av klimaendringene kan være at den internasjonale produksjonen av jordbruksvarer, særlig planteproduksjon, blir betydelig lavere den ellers ville vært (Easterling m.fl., 2007:286). Det kan gi økte verdensmarkedspriser, som igjen kan gi impulser til større norsk jordbruksproduksjon enn man ellers ville hatt. På den annen side er sektoren gjennomregulert og det er uklart om økte verdensmarkedspriser vil påvirke norsk produksjon eller tas ut i form av lavere tilskudd. Jo større økning i prisene, desto større er sannsynligheten for at det slår ut i norske produksjonsvilkår.

For øvrig vil jordbruket påvirkes av den norske jordbrukspolitikken, av etterspørselstrender og av sektorens produktivitetsutvikling. Fremtidig klimapolitikk kan også tenkes å regulere jordbruket, kanskje særlig husdyrproduksjon.

Det er også vanskelig å vite hvordan skogbruket vil utvikle seg. I øyeblikket er den langsiktige utviklingen i etterspørselen etter papir usikker og kanskje nedadgående. Nye markeder kan tenkes å vokse frem, for eksempel innen bioenergi. Dessuten har trevirke et potensial for å erstatte sement som bygningsmateriale i enkelte sammenhenger.

Landbruket er en svært klimaavhengig næring som påvirkes av temperatur og nedbør. Både gjennomsnittsnivåer og variasjonen i nivåene har betydning.

13.2 Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren

I mangel av bedre informasjon legger vi til grunn at den nåværende fordelingen av landbrukets produksjonsinntekt er representativ også for situasjonen utover i århundret. Vi antar altså at landbrukets produksjonsinntekt vil fordele seg med en drøy halvpart (55 prosent) til husdyrproduksjon, og den andre, knappe halvparten fordelt likt mellom planteproduksjon og skogbruk.

Vi vil også anta at endring i produksjonspotensial gir prosentvis like stor økning i inntekt. Bak denne antagelsen ligger det forutsetninger om markedene og norsk og internasjonal landbrukspolitik. Vi spesifiserer ikke disse forutsetningene, men antar altså at forholdene totalt sett vil være slik at økt produksjonspotensial slår ut i økt inntekt.

13.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Landbruks- og matdepartementet (LMD) har nylig i en stortingsmelding gjennomgått forholdet mellom landbruket og klima (LMD, 2009). Kapitlet "Tilpasninger og beredskap

for å møte klimaendringene” drøfter hvordan klimaendringene påvirker sektoren. Det heter her at

”I Norge vil en moderat temperaturøkning sannsynligvis ha positive effekter på produksjonen av noen typer avlinger ved at vekstsesongen forlenges i store deler av landet. Forlenget vekstsesong vil gjøre det mulig å høste oftere, og kan gi grunnlag for etablering av andre og mer varmekrevende produksjoner.” (LMD 2009:133)

På den annen side advares det mot at

”Klimaendringer vil sannsynligvis også ha en del negative effekter for landbruket. Stedvis økt nedbør kan gjøre det vanskeligere å høste avlingene, forsterke erosjon og avrenning og lede til tap av landbruksjord og økt overflateavrenning. Økt temperatur og nedbør kan også gi økte problemer med både eksisterende og nye skadedyr og plantesykdommer, spesielt sør og øst i landet. Det er også sannsynlig at det vil være en sammenheng mellom utviklingen i klimaet og dyrehelse og -velferd hos både husdyr og vilt.” (LMD 2009:134)

Dette er vurderinger som går igjen også i andre fremstillinger (jf. Aaheim m.fl., 2009). Det er å vente at landbruket vil tilpasse seg til klimaendringene slik at man så langt som mulig griper mulighetene og begrenser problemene. Stikkord for tilpasning er nye arter og vekster, foredling av arter og vekster, endret tidspunkt for såing og høsting, endret gjødslingspraksis osv. For å begrense kostnader og skader kan man endre praksis for grøfting, gå over til mindre tunge maskiner vinterstid, øke beredskapen mot skadedyr mv.

Bakken m.fl. (2009) illustrerer hvilken dramatisk forskjell landbrukets tilpasning kan gjøre. En modellberegning fra Follo-regionen antyder at dersom bøndene i området holder seg til dagens kultivarer og dagens tidspunkt for såing, kan inntektene deres gå ned nesten 30 prosent som følge av klimaendringer. (Follo kommer slik sett dårligere ut i følge analysen enn mange andre regioner). Dersom man endrer kultivar og tidspunkt for såing, kan inntektene i regionen opprettholdes.

13.4 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Det generelle bildet er altså at lengre vekstsesong i seg selv øker produksjonsmulighetene, mens nedbørsbildet inkludert snødekke og tidvis intenst regn og tørke, sammen med temperaturvariasjon i seg selv reduserer produksjonsmulighetene og gjør høstingen vanskeligere. Økt omfang av plantesykdommer og sykdommer på husdyr vil også redusere produksjonsmulighetene.

Hvordan vil disse faktorene balansere seg ut? De som har våget seg på tallfestede anslag, ender med å anslå til dels store økninger i jordbruksavlingene og i tilveksten i skogen. Avlinger anslås å øke 15-30 prosent, og tilveksten i skogen 20-40 prosent (Figur 13.1 og Figur 13.2) for moderate endringer i klima.²⁵ Implikasjonene av dette for husdyrproduksjon er lite drøftet i den litteraturen vi kjenner til, men det er klart at lengre beitesesong og økt grasproduksjon er gunstig for rødt kjøtt og melk, dvs. de grovfôrbaserte produksjonene.

²⁵Ved større endringer i klima eller økt forekomst av ekstremvær kan utnyttbart virke gå ned. F.eks. var skurandelen av det trevirket som ble berget etter stormen Per i de sørlige delene av Sverige vesentlig lavere enn skurandelen ved hogst i stående skog, og en større del av massevirket fikk dårlig klassifisering. Sammen med høyere driftskostnader ved opprydning av vindfall førte dette til lavere nettoutbytte for skogeierne.

Det faktum at det finnes anslag som er relativt samstemte, betyr ikke at produksjonen med stor grad av sikkerhet kommer til å øke som spesifisert. Det er betydelig usikkerhet om klimaendringenes samlede betydning. Det anslagene betyr, er at med dagens kunnskap og på bakgrunn av de forskningsresultatene som foreligger til nå, er det sannsynlighetsovervekt for at klimaendringene vil ha positive effekter i den størrelsesorden som er anslått.

Figur 13.1 Anslag for økte avlinger som følge av klimaendring

Referanse	Type produksjon	Endring i produksjon	Merknad
Iglesias m.fl. (2009)	Planteproduksjon	15-30 prosent økning	IPCC A2 scenario, 2080. Drevet av forlenget vekstsesong. Variasjon mellom landsdeler
Bakken m.fl. (2009)	Planteproduksjon, Trøndelag og Follo	0-40 prosent økt driftsresultat (gross margin)	IPCC A2, 2070-2100. Drevet av forlenget vekstsesong. Autonom tilpasning viktig
Torvanger m.fl (2004)	Potet, bygg, havre, hvete	25-30 prosent større potetavling, mest i Nord-Norge. Mindre økning for de andre avlingene	RegClim scenarioet, 2040
Gaasland (2004)	Hvete, gras (fôr)	14 prosent større hveteavling Sørøst-Norge	

Figur 13.2 Anslag for økt skogbruksproduksjon som følger av klimaendring

Referanse	Type produksjon	Endring i produksjon	Merknad
Fronzek og Carter (2007)	Biomasse	20-40 prosent økt NPP (netto primærproduktivitet) i Sør- og Midt-Norge Mer enn 40 prosent i i Nord-Norge	IPCC A2 og B2. Størst økning ved A2
Zheng m.fl. (2002)	Norsk gran, Sør-Norge	49 prosent økning	4 grader temperaturøkning, dobling av CO ₂ .
SOU (2007)	Skogbruk, Sverige	5-9 mrd SEK økte bruttoinntekter, 1,5-4,3 mrd SEK økte kostnader per år 2010-2100	Scenarioet med høyest inntekt har også høyest kostnader
LMD (2009)	Skog	Opp mot 40 prosent økning i høydevekst utvalgte steder	"Ved en økt sommertemperatur på om lag to grader kan det forventes en bonitetsøkning på omkring en bonitetsklasse (det vil si tre meter økt høydevekst ved om lag 40 års alder) på næringsrik mark".

13.5 Konklusjon

Vi velger å legge til grunn at en klimafremskrivning med rundt 3,4 graders oppvarming og rundt 20 prosent økning i nedbør som et gjennomsnitt for landet og over året, altså midtverdi-fremskrivningen, er assosiert med en økning på 15-30 prosent i verdien av planteproduksjon og 20-40 prosent økning i verdien av skogbruket. For husdyrproduksjon er sammenhengen med økt planteproduksjon noe mer indirekte og vi antar skjønnsmessig at veksten der er halvparten av veksten i planteproduksjon. Anslagene gjelder andre del av århundret.

Med disse forutsetningene kan produksjonsverdien i landbruket anslås å øke med 10-25 prosent som følge av klimaendringer. Anslaget er ment å gi et partielt uttrykk for endringer for sektoren som følge av klimaendringer. Vi tar ikke her stilling til hvor mye sektoren vil øke eller reduseres alt i alt.

Anslaget bør ses som en illustrasjonsmessig tallfesting av virkningen av klimaendring for sektoren.

Hvis vi holder på at midtverdi-fremskrivningen er assosiert med 10-25 prosent økning i produksjonen i andre del av århundret, er spørsmålet hva en fremskrivning med enda høyere temperatur og enda mer nedbør kan tenkes å innebære. Høyere temperatur, for

eksempel 4,6 grader som i høy-fremskrivningen, vil forlenge vekstsesongen enda noe mer, men trolig moderat siden dagene vil være korte i hver ende av vekstsesongen. Tilpasning til de milde, men korte dagene kan kanskje modifisere dette bildet. Enda mer nedbør, for eksempel 30 prosent mer som i høy-fremskrivningen, vil trolig gjøre mer skade enn gagn selv om faren for tørke på Sør- og Østlandet vil reduseres. Med den usikkerheten som hersker i alle ledd virker det rimelig å beholde anslaget på 10-25 prosent også i høy-fremskrivningen. I realiteten sier vi da at positive og negative effekter utlikner hverandre innenfor rammen av det oppgitte intervallet, når vi går videre i retning enda høyere temperatur og enda mer nedbør. Det knytter seg større usikkerhet til hvordan ulike produksjoner vil påvirkes, spesielt regionalt, der endringer i klima kan bli større og mer uforutsigbare enn for landet som helhet.

Tidlig i århundret, mot 2050, er effektene trolig svakere enn i andre del av århundret.

14. Fornybar energi

14.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

I følge Eurostat og FN er Norge blant verdens ti største vannkraftprodusenter, og den største i EU/EØS-området. Den store produksjonen av petroleumsprodukter i Norge gjør imidlertid at vannkraft har en andel av den totale energiproduksjonen på under 5 prosent. Det samlede sluttforbruket av energiforbruket i fastlands-Norge var i 2008 på 228 TWh. Om lag 50% av sluttforbruket av all energi i Norge er elektrisitet. Av dette er 98-99% basert på vannkraft. I tillegg til vannkraft har Norge noe bioenergi og vindkraft. Fornybar energi inkludert vannkraft representerer om lag 3% av BNP.

Midlere årlig produksjon i det utbygde vannkraftsystemet utgjør nær 123 TWh, hvorav i underkant av 7 TWh kommer fra små vannkraftverk. Videre er det planlagt over 9 TWh årlig ny vannkraftproduksjon, hvorav små kraftverk utgjør i overkant av 4 TWh (NVE). Vannkraften har et robust forsyningssystem. I 2008 var det kun 0,14% som ikke kom fram til forbrukerne. Halvparten av den ikke leverte energien skyldes naturhendelser. Klimaendringenes betydning for forsyningssystemet omtales for seg lenger bak.

Klimafremskrivningene gir mer nedbør og vinterregn. Dette vil gi en økning i tilsiget til vannkraftverkene og øke produksjonskapasiteten i eksisterende vannkraft. Mer regn om vinteren gir vannkraftprodusentene et mindre behov for å overføre vann fra sommerhalvåret til vinterhalvåret. Vannkraftprodusentene blir mindre avhengig av store vann-reservoarer om vinteren, og kan dermed utnytte mer av sommertilsiget til produksjon om sommeren. Dette gir muligheter for større sommerekспорт.

Det er gjort flere fremskrivninger av klimaendringenes betydning for vannkraftproduksjon. NVE har gjort flere analyser som viser at klimaendringer med mer regn og varme vil gi større tilsig i Norge. NVE viser blant annet til to beregninger fra SINTEF Energiforskning hvor økt nedbør gir hhv 28,1 TWh og 3,3 TWh økt vannkraftproduksjon i dette århundre. CICERO baserer seg på en modell som viser en økning i tilsiget på mellom 6 og 11 prosent i Norge i løpet av den samme tidsperioden. Econ (2007) anslår at økt tilsig vil øke kraftproduksjonen med 6,8 TWh i Norge. Beregningene er basert på modeller fra Sveriges metrologiske og hydrologiske institutt. SSB (2005) har beregnet at kraftproduksjonen i Norge vil øke med 7,3% i 2040. Gode m.fl (2007) har beregnet at vannkraftproduksjonen i Sverige vil ligge mellom 7 og 32 % høyere i perioden 2071-2100 sammenliknet med perioden 1961 -1990. Andre økonomiske analyser med liknende konklusjoner er referert i Aaheim m.fl. (2009). Det er bred støtte for å hevde at økt tilsig vil gi økt vannkraftproduksjon i eksisterende anlegg, men det er usikkert hvor stor økningen vil bli.

Av det norske energiforbruket har ca. 16 TWh biologisk opprinnelse. Dette er i hovedsak biomasse fra jordbruk, skogbruk og bioavfall. Bioenergi er et samlet begrep på energimessig utnyttelse av biomasse. Biomasse forekommer i mange ulike former med ulike egenskaper. Fellestrekket er at de har sitt opphav i fotosyntesen, som utnytter energien i sollyset til å frigjøre elektroner fra vannmolekyler. Ressursgrunnlaget kommer fra plantenes (og algenes) produksjon av biomasse og avhenger av temperaturen og tilgangen på vekstfaktorer som solinnstråling, næringssalter og vann. Nordland m.fl (2003) har anslått den årlige biomassetilveksten i Norge til ca. 425 TWh, hvorav 325 TWh er landbasert biomasse og 100 TWh akvatisk biomasse i ferskvann og

langs kysten. Anslaget er basert på innstrålt solenergi og virkningsgrad for fotosyntesen. Den årlige tilvekst av det som kan nyttes som biobrensel fra skog, halm, husdyrgjødsel og akvatisk biomasse er beregnet til å være om lag 140 TWh. Det er anslått at 15-20 % (ca. 75 TWh) av den faktiske tilveksten i Norge nyttes til mat, fôr, fiber og energi.

Det vanligste bruksområdet for bioenergi er oppvarming. Varmeproduksjonen kan foregå i en lokal varmesentral for forsyning av et enkelt bygg (punktvarme), eller et mindre område (nærvarme). Biomasse kan også nyttes til elproduksjon. Av det norske elforbruket har ca 1,4 ‰ (170 GWh) biologisk opprinnelse. Dette bidraget kan økes, men høye investeringskostnader begrenser i praksis de tekniske mulighetene per i dag.

Klimaendringene vil gi økt tilgang til biomasse, og potensielt gi muligheter for økt produksjon. I sektoranalysen fra landbruk antydes det en økning i landbruksproduksjonen på 15-20 % og en skogtilvekst på 20-40%. Dette tilsier at det tekniske potensialet for økt bioenergi også må forventes å øke som følge av klimaendringene. Hvor stor andel av potensialet som vil bli utnyttet til energiformål er usikkert og vil henge samme med utviklingen i energipriser og etterspørselen etter energi til ulike formål. Med en strammere klimapolitikk kan det forventes en utfasing av oppvarming basert på olje. Biodrivstoff er også et mulig alternativ dersom transportsektoren skal gjøres klimanøytral. Dette kan gi en økt etterspørsel etter bioenergi.

Vindkraft har hittil spilt en beskjeden rolle i norsk kraftproduksjon. Med en økende interesse for klima og fornybar energi er imidlertid interessen for vindkraft økt. Fra 1997 har det også vært ulike former for økonomiske støtteprogram for å stimulere vindkraftutbygging i Norge. Ved utgangen av 2007 var det bygd ut en årlig produksjon på om lag 1 TWh (NVE). Regjeringens mål var å bygge ut vindkraft i Norge tilsvarende 3 TWh årsproduksjon innen 2010. Dette tilsvarer ca. 1 000 MW installert ytelse. I følge NVE er det meldt inn ny produksjon for 2010 som kan gjøre at målet om 3TWh realiseres i løpet av 2010.

Vindkraft er per i dag ikke økonomisk lønnsomt de fleste steder. En videre utbygging vil derfor på kort sikt bestemmes av myndighetenes støtteordninger til vindkraft i tillegg til utviklingen i energiprisene. På lengre sikt kan dette bli helt annerledes og vindkraft er potensielt en pilar for kraftforsyningen i et lavutslippssamfunn. Høyere temperatur som følge av klimaendring vil gi færre områder med fare for ising, og kortere perioder med temperaturer som gir ising på turbinbladene der dette er tilfelle i dag. Denne type endringer forventes likevel å ha minimal betydning for vindkraftproduksjonen i Norge. Klimafremskrivningene er usikre mht endringer i vind. Energipotensialet fra vindkraft forventes derfor ikke å bli direkte berørt av klimaendringer.

Norge har, pga. sin beliggenhet, dårligere forutsetninger til å utnytte solenergien enn mange andre land. Mens de mest solrike steder i verden mottar årlig ca. 2 500 kWh/m² horisontal flate, varierer innstrålingen i Norge mellom 700 og 1 100 kWh/m². Solenergi til varmeformål brukes bare i beskjeden grad i Norge. Uten lagringsmuligheter vil solenergi til oppvarming kun fungere som et supplement til annen oppvarming, men med lagringsmulighet kan dette bli annerledes. Klimaendringene vil ha negativ betydning for potensialet for solenergi dersom økt nedbør følges av økt skydekke, men dette er foreløpig ikke belyst.

Det ligger også energiresurser i havet der energi kan hentes fra saltgradienter (osmotisk kraft), bølgeenergi eller tidevannsenergi. Kostnadene ved å hente energi fra havet er foreløpig svært høye. Energi fra havet vil neppe gi noe vesentlig bidrag til energiforsyningen på kort og mellomlang sikt, og vil heller ikke berøres av klimaendringene.

I tillegg til selve energipotensialet og produksjonen står infrastrukturen og distribusjonen sentralt i energisystemet. Klimaendringer kan tvinge fram mer ombygging og utbygging av kraftproduksjonen fra vannkraft. Økt skredhyppighet kan føre til mer sedimentavsetning, noe som øker vedlikeholdsbehovet på anlegg. Klimaendringer som økt flom, skred og nedbør kan gi større skader på demninger og inntak, rørgate, elveløp, turbiner, transformatorer og nett. Kostnadene vil avhenge av hvor robust teknologien og anleggene er i utgangspunktet. Ekstremnedbør kan gi vannmengder som kan være vanskelig å håndtere, og kan påføre vannkraftanleggene kostnader. Høyere årlig middeltemperatur medfører lengre vekstsesong og økt vegetasjonstilvekst. Dette vil bidra til økte kostnader til linjerydding. En forskyvning av tregrensa kan gi økte linjekostnader for fjellinjer. Generelt synes det å være enighet om at været kan gi opphav til mange avbrudd, men det er usikkerhet rundt klimaendringenes betydning for framtidens værrelaterte belastninger på kraftnettet.

Kraftforsyningsanleggene bygges med lang teknisk levetid og er dyre å endre. Ekstremlaster som nedising, trevelt, forurensing på linjer og lynnedslag gir fare for avbrudd. Klimaendringene kan gi store og hyppigere ekstrembelastninger og påføre transportnettet kostnader.

Klimaendringene vil kunne påvirke energiprisene. Samtidig vil en strammere klimapolitikk forventes å gjøre energi basert på fossil brensel relativt sett dyrere. Det er stor usikkerhet knyttet til hvordan kraftprisene vil utvikle seg. Framskrivninger fra Econ (2007) og SSB (2005) tyder på at kraftprisene i framtiden vil kunne ligge lavere enn i dag. Econ finner at etterspørselen etter kraft synker som følge av varmere klima, mens SSB finner at samlet etterspørsel vil øke noe ved reduserte priser. Forutsetninger om priseleasticiteten er avgjørende for virkning på etterspørselen ved lavere priser. Dersom linjenettet til utlandet bygges tilstrekkelig ut, vil den innenlandske priselasticiteten være meget høy og en kan for praktiske formål regne kraftprisen som en gitt størrelse bestemt i det europeiske markedet.

14.2 Sentrale forutsetninger for sektoren

Forutsetninger om energiprisen, overføringskapasitet til utlandet, priselasticiteter og etterspørsel etter energi i Norden og Europa for øvrig, er avgjørende for anslagene over den økonomiske betydningen klimaendringene vil ha for fornybar energi. Usikkerheten om disse forholdene er stor og litteraturen gir til dels sprikende resultater.

Vi har i våre anslag forutsatt at den økte produksjonskapasiteten som følger av økt tilsig til eksisterende anlegg utnyttes og selges i markedet. Under sektoranalysen for bygg viser vi at etterspørselen etter energi i bygg vil reduseres. Dette gir en besparelse i byggsektoren. Vi får dermed økt kraft ut i markedet samtidig som etterspørselen reduseres, og det blir viktig hva som forutsettes om utbygging av linjenettet til Europa. Vi tror at i et lavutslippssamfunn vil det være ønskelig å bygge ut linjenettet slik at Europas kraftmarked ses under ett. Med et tilstrekkelig overføringsnett til utlandet forutsetter vi at strømprisen vil ligge på 50-60 øre per kwh mot slutten av århundre, og

at kraftproduksjon som ikke brukes innenlands til denne prisen, eksporteres til utlandet. 50-60 øre er høyere enn kraftprisen i dag, som antyder at ren kraft vil ha en merverdi i fremtiden. Prisen er på den annen side ikke så mye høyere at den mister kontakten med prisbildet vi kjenner i dag.

Per i dag kjenner en ikke klimaendringenes virkning på vind, og det er ikke grunnlag for å anta at klimaendringene direkte påvirker produksjonsmulighetene for vindkraft. Bioressursene har et større potensial i dag enn det som er lønnsomt å utnytte. Vi forutsetter at kombinasjonen av økt tilgang til biomasse og en strammere klimapolitikk vil øke etterspørselen etter bioenergi.

14.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Planlegging og utbygging av nett- og kapasitetsøkninger i kraftsektoren og nye installasjoner dimensjoneres for forventede lokale klimaendringer.

Den fysiske infrastrukturen forventes ivaretatt og vedlikeholdt slik at dagens forsyningssikkerhet opprettholdes. Økt forvitring på betong og steinkonstruksjoner som følge av flere nullgjennomganger og mer nedbør, vil kunne øke vedlikeholdskostnadene som inngår i den autonome tilpasningen.

Økt nedbør og tilsig til kraftstasjonene kan kreve tiltak med sikring av demninger, eller oppgraderinger i anlegget for å kunne utnytte tilsiget i kraftproduksjonen. Kraftselskapene er kommersielle aktører som må forventes tilpasse seg med økt kapasitet i systemet for å kunne håndtere de økte vannmengdene.

14.4 Økonomisk betydning

Økt tilsig med tilhørende økt kraftproduksjon gir en økonomisk gevinst. Størrelsen på gevinsten avhenger av en rekke forhold beskrevet foran.

Vi har tatt utgangspunkt i dagens midlere kraftproduksjon (123 TWh) og lagt til planlagt produksjonsøkning i dag på 9 TWh. Dette gir en vannkraftproduksjon på 132 TWh. Med utgangspunkt i en energipris på 55 øre og vår lesning av den vitenskapelige litteraturen om økninger i kraftproduksjonen, har vi beregnet verdien ved 7%, 15% og 22% økning i produksjonskapasiteten fra vannkraft. I tillegg har vi beregnet en klimarelatert økning produksjon av bioenergi på mellom 0% og 3%.

Med de gitte forutsetningene får vi følgende økonomiske gevinst:

Tabell 14.1 Økonomisk gevinst for energiproduksjonen – tre alternativer

Økning i 2080 som følge av klimaendringer	Lavt	Middels	Høyt
Årlig produksjonsverdi vannkraft	9,24 TWh 5 mrd kroner	19,8 TWh 10 mrd kr	29,04 TWh 16 mrd kr
Årlig produksjonsverdi bioenergi	0	0,16 TWh 80 millioner kr	0,48 TWh 160 millioner kr

Kostnader på infrastrukturen og i forsyningsnettet er ikke beregnet. Klimaendringene forventes å øke disse kostnadene, samt øke risikoen for værrelaterte avbrudd dersom forsyningsnettet ikke vedlikeholdes og tilpasset klimaendringene. Vi har ikke funnet grunnlag for å beregne disse kostnadene.

14.5 Konklusjon

Klimaendringene øker verdien av kraftressursene som følge av økt tilsig og økt vannkraftproduksjon i eksisterende anlegg. Eventuelle kostnader for infrastrukturen blir ubetydelige i forhold til den økte produksjonsverdien. Basert på enkle forutsetninger om energipris og økt produksjonskapasitet finner vi at verdien av kraftproduksjon vil øke med 5 til 16 mrd kroner i året.

Klimaendringene vil gi økt tilvekst av bioenergi, men dette forventes å gi beskjeden økonomisk effekt. Klimaendringene vil, så langt de er konkretisert til nå, etter våre vurderinger ikke ha betydning for øvrige fornybare energikilder i Norge.

15. Marine primærnæringer

Under overskriften marine primærnæringer konsentrerer vi oss om havbruk og fiskeri (havfiske).

15.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

I 2008 bidro havbruk og fiskeri med 0,4 prosent av BNP (SSB, 2010a). Førstehåndsverdien av produksjonen var ca 17 milliarder for havbruk, og 12 milliarder for fiskeri (SSB, 2010b). Eksportverdien var større, og sjømatprodukter står for 4 prosent av norsk eksport (FKD, 2009). Over tid har havbruk vokst klart mer enn fiskeri.

De samfunnsøkonomiske virkningene av klimaendringer for sektoren avhenger noe av om det er fiskeoppdrett eller fiskeri som dominerer sektoren fremover i dette århundret. Grovt kan en si at i fiskeri begrenses mengdeutviklingen av ressurstilgjengelighet og reguleringsregimet. Det er alt i alt liten grunn til å tro på langsiktig vekst i mengde. Verdien bestemmes av mengde og pris. Prisen bestemmes av etterspørsel og kvalitet. Kvaliteten kan antagelig økes en del. Med økende befolkning og økende oppmerksomhet om livsstil kan etterspørselen på verdensbasis tenkes å øke, som gir høyere verdensmarkedspris og høyere verdi. Konkurransen fra oppdrett kan på den annen side holde prisene nede.

Fiskeoppdrett er i dag primært oppdrett av laks. Lakseoppdrett har 90 prosent av totalen regnet i tonn. Det kan være grunn til å tro at man utover i århundret for alvor vil komme i gang med oppdrett av andre arter som torsk og kveite. Det vil øke produksjonen (mengde) betydelig. Fôrtilgang kan bli den begrensende faktoren så lenge den vanskelig kan baseres på planteprodukter. Selv om villfisk kanskje vil oppnå noe høyere pris enn oppdrettsfisk, vil trolig sektorens sammensetning vri seg mer mot oppdrett enn i dag.

Den norske fiskeflåten fisker både i og utenfor norske farvann. Slik sett blir fiskeriet berørt av klimafremkalte endringer på alle hav. Vi kjenner ikke til at det gjort betraktninger om hvilken betydning klimaendringer utenfor norske farvann har for norske fiskerier, og ser bort fra det her.

Fiskeri og havbruk lever av havet og havets livsbetingelser. Sammenhengen mellom havets livsbetingelser og klimaendringer er imidlertid kompleks. Sundby (2010) peker på at

”Selv om sjøtemperatur er den aller viktigere klimavariabelen for marine organismer er også variable som vindblanding av sjøens øvre lag, lagdeling og næringssalttilførsel, innstrømning av atlantisk vann til våre havområder (eksempelvis ”Golfstrømmen”) og lysforhold (styrt av sky- og isdekningen) viktige for produktivitet i de marine økosystemene. I en egen kategori kommer endringene i havets surhetsgrad (pH) og metningskonsentrasjon for kalsiumkarbonat som øker med økende tilførsel av CO₂.”

Vi kjenner til få eller ingen tallfestede anslag for den komplekse sammenhengen mellom klimaendring, havmiljø og endring i fiskeressursene. Siden det er endringer i fiskeressursene som gjør oss rikere eller fattigere i samfunnsøkonomisk forstand, har økonomiske anslag på området lite å bygge på. Situasjonen er noe bedre når det gjelder havbruk, men også der er det lite kvantitativ kunnskap.

15.2 Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren

I mangel av bedre informasjon vil vi legge til grunn at havbruk utover i århundret blir dominerende innen sektoren fiskeri og havbruk. Fra dagens 60% av verdiskapingen regnet i førstehandsverdi er det ikke urimelig at en vil se 70-90% innen midten av århundret.

15.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Norske farvann kan deles inn i Nordsjøen, Norskehavet, Barentshavet og kystens økosystem. I Nordsjøen ventes det at boreale arter som torsk, sild og makrell vil gå (ytterligere) tilbake utover i århundret, mens flere tempererte og subtropiske fiskearter vil bli vanlig. Det er usikkert om produktiviteten i økosystemet vil øke. Hvis ikke produktiviteten øker kan verdien av fiskeriet i Nordsjøen gå ned (Stenevik og Sundby, 2007). Om Norskehavet er det rimelig å anta at økende temperatur gjennom det 21. århundret vil forsterke forflytningen av boreale arter nordover i Norskehavet og øke produktiviteten i de nordligste delene. I Barentshavet kan en anta at de boreale fiskeartene som torsk (skrei) vil øke utbredelsen lengre nordover og østover. Samtidig vil også produksjonen fortsette å øke i de vestlige områdene av Barentshavet, slik at det er et lite trolig scenario at slike arter vil forsvinne østover i Arktis.

Ekspertene ser altså for seg at verdifulle fiskeslag som torsk fortsatt vil befinne seg i norsk økonomisk sone. Stenevik og Sundby (2007) peker på at fremtidig sjøisutbredelse vil påvirke hvor stor andel av torskestammen som befinner seg i norsk eller russisk sone, men økt total produksjon vil trolig kompensere for eventuell redusert norsk andel av den nordøst-arktiske torsken. Det betyr at fiskeriet vil kunne opprettholde verdien av fiskeriet ved å flytte seg etter fisken.

Tilgjengelig litteratur (jf. Aaheim m.fl., 2009) tyder på at ved å flytte mærer og anlegg vil også havbruket kunne tilpasse seg. Andre muligheter er å endre dybden på anleggene, og å flytte dem på land. Mange er bekymret for at sykdomsbildet vil endre seg i et endret klima, og følgene av dette. Kanskje vil risikoen for sykdom øke med tap av kvalitet og økonomisk tap som konsekvens.

Sundby (2010) hevder at bedre regulering av fiskeri kan fjerne mange av de klimaskadevirkningene som i utgangspunktet måtte oppstå for sektoren. Økosystembasert forvaltning og regulering fremheves som et godt prinsipp. Her legger man den generelle produktiviteten i økosystemet til grunn for et bærekraftig uttak av fiskeressurser.

Et gjennomgripende element når det gjelder klimaendringer og hav er den gradvise forsuringen av havet, betegnet som "det andre klimaproblemet". Mens menneskeskapte klimaendringer vil utvikle seg dynamisk i kombinasjon med naturlige klimasvingninger, er forsuringen av havet en kjemisk prosess som jevnt og trutt endrer metningskonsentrasjonen for kalsiumkarbonat i havet. Mot slutten av hundreåret er havet beregnet å være surere enn det har vært på 20 millioner år. De økologiske implikasjonene av forsuringen er langt fra ferdig utforsket, og dermed kan ikke de økonomiske implikasjonene anslås. Kalkdannende organismer som skjell og koraller samt planteplankton- og dyreplankton-arter med skall av kalsiumkarbonat vil primært bli påvirket. Hvorvidt også krepsdyr (som har proteinskall) blir påvirket er ennå uklart, men det er undersøkelser som viser at forsuringen påvirker herdingen av skall for

hummer. Dersom nøkkelarter som raudåte (et mikroskopisk krepsdyr) blir påvirket av havforsuring vil det få omfattende og alvorlige virkninger på alle leddene i den marine næringskjeden, herunder kommersielle fiskearter. Dette vil helt kunne dominere alle positive virkninger av klimaendringene i det marine Arktis.

15.4 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Vi kjenner til to arbeider som prøver å tallfeste betydningen av klimaendringer for *havbruk*. Lorentzen og Hannesson (2005) ser på konsekvenser for oppdrett av laks og ørret. Dersom kysten mellom Agder og Hordaland blir uegnet for oppdrett, anslår forfatterne at en produksjonskapasitet på 240.000 tonn går tapt. Full utnyttelse av ledige områder nord for Stad, kombinert med økt produktivitet på grunn av høyere sjøtemperatur, kan i følge forfatterne mer enn kompensere for dette. De anslår at den fremtidige produksjonskapasiteten kan ligge på 2 millioner tonn. Til sammenlikning var produksjonen av laks og ørret i 2008 på 820 000 tonn. Aaheim m.fl. (2009) kommenterer at så stor kapasitet kan få problemer med fôrtilgang. Uansett vil det være kapasitet til betydelig økning i produksjonen.

Artikkelen til Lorentzen og Hannesson gir ikke grunnlag for å si at produksjonen kan mer enn fordobles (2 millioner versus 800.000) siden man sammenlikner et øvre produksjonspotensial med dagens produksjon. Men artikkelen trekker i retning av at produksjonen kan øke som følge av klimaendring og næringens tilpasning til den.

Lorentzen (2008) ser på hvilken virkning økt sjøtemperatur kan ha for oppdrett av laksefisk. Det antydes at lønnsomheten i oppdrett i Nordland vil øke med 25 prosent per grad temperaturøkning, så lenge temperaturøkningen er under 2,5 grader. I følge dette arbeidet vil lønnsomheten øke også i sør, representert ved Vest-Agder, med 12-13 prosent per grad under 2,5 grader. Arbeidet tar hensyn til sjøtemperaturens effekt på fiskens vekstfunksjon og videre på slaktetidspunkt, men tar ikke hensyn til økt sykkelighet.

Utover de kildene som allerede er diskutert, har vi ikke funnet analyser av klimaendringer sin virkning på *fiskeri*. De diskuterte kildene tyder som sagt på at verdifulle fiskeslag som torsk fortsatt vil befinne seg i norske farvann. Den økologiske produktiviteten vil samlet sett mest antagelig øke, noe som er positivt for fiskeressursene. I nord kan eller vil arktiske slag som lodde og polartorsk forsvinne ut, mens i sør kan nye arter som ansjos, sardin og tunfisk komme inn. Netto virkning av dette for fiskeriet er usikker. Når en tar i betraktning at fiskeriet i løpet av de dekadene endringene tar, vil kunne flytte seg omkring i norske farvann, er det alt i alt liten grunn til å legge til grunn at klimaendringer reduserer verdien av norsk fiskeri. Vi synes imidlertid det heller ikke er grunn til å legge til grunn økt verdi.

15.5 Konklusjon

Klimafremskrivningene beskrevet i Hanssen-Bauer m.fl. (2009) antyder at havet i norske farvann blir 0,5-2,0 grader varmere gjennom dette århundret, og mest i Nordsjøen og sørlige farvann. I dette bildet skilles det ikke mellom middels- og høyfremskrivninger, men det er kanskje ikke urimelig å tenke seg at høyere sjøtemperatur er assosiert med høyere lufttemperatur, slik at en bør konsentrere seg om den høyere delen av intervallet.

I følge analysene til Lorentzen og Hannesson (2005) og Lorentzen (2008) har økt sjøtemperatur gunstig virkning på havbruk i nord. Om den også har det i sør er mer uklart, men uansett har havbruksnæringen mulighet for å tilpasse seg i form av å flytte nordover. Om vi legger til grunn én grads økning i sjøtemperaturen, tyder Lorentzen (2008) på at lønnsomheten i havbruk på kysten langs Norskehavet kan øke 25 prosent. Det er imidlertid lavere lønnsomhet der nå enn lenger sør i landet, slik at den gjennomsnittlige økningen i lønnsomhet vil være mindre. (Vi forutsetter da at Lorentzen ikke har rett i at lønnsomheten øker også i sør). 12-17 prosent kan være mer rimelig.

På bakgrunn av diskusjonen over, legger vi til grunn at fiskeri ikke påvirkes av klimaendring i dette århundret.

Dersom havbruk utgjør 70-90 prosent av sektoren fiskeri og havbruk utover i dette århundret, slik vi har anslått over, kan den samlede økningen i inntekt for sektoren tenkes å ligge på 10-15 prosent.

Det er meget stor usikkerhet om klimaendringenes virkning på havet i norske farvann, og videre på økosystemene og økonomisk verdifull produksjon. Den viktigste usikkerheten er kanskje at virkningene av forsuringen av havet er svært dårlig kjent. Det faktum at havet kan bli surere enn på 20 millioner år kan i verste fall tyde på uopprettelige konsekvenser for økosystemene.

Foreløpig er det ingen som har konkretisert konsekvensene av dette for kommersielle fiskestammer i dette århundret, men det liten tvil om at det øker nedsiden. Selv om en ser bort fra det velferdsmessige aspektet, er det en meget krevende oppgave å anslå den samfunnsøkonomiske kostnaden av en drastisk, verdensomspennende nedgang i kommersielt fiske. Det skyldes at verdien av det gjenværende fiskeriet ventelig vil stige når mye blir borte. Det vil dermed skje endringer i grunnrenten fra fiskeri, og det er endringer i grunnrenten som avgjør den samfunnsøkonomiske verdien av klimaendring for næringen. Økt produktivitet i havet vil typisk bety en økning i grunnrenten, lavere produktivitet betyr en reduksjon.

Helt illustrasjonsmessig antar vi en subjektiv sannsynlighet på fem prosent for at det kommersielle fiskeriet reduseres så mye at det samfunnsøkonomiske tapet er lik med verdien av dagens fiskeri. Konsekvensen blir at vi får intervall på (-100; +10) prosent endring i inntekt. Dette intervallet er imidlertid sterkt høyreskjevt og den forventede endringen i inntekt vil være om lag 5 prosent økning.

Anslaget på 5 prosent i forventning og (-100; +10) som intervall gjelder innenfor rammen av klimafremskrivninger som gir 1 grad oppvarming av sjøvannet eller mer, noe som i følge Hanssen-Bauer m.fl. (2009) kan bli en realitet i andre del av århundret. I første del av århundret ventes virkningene å være mindre.

Anslagene må ses på bakgrunn av at sektoren per i dag utgjør 0,4 prosent av BNP. 5 prosent økning vil dermed løfte BNP 0,02 prosent. Dersom sektoren skulle forsvinne på grunn av svart hav, bortfaller 0,4 prosent av BNP, men i tillegg vil det høyst sannsynlig oppstå et betydelig ikke-materielt velferdstap i befolkningen.

16. Reiseliv

16.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

Norsk reiselivs økonomiske rolle er nylig gjennomgått av Auno og Sørensen (2009). De finner at turistenes samlede forbruk i Norge i 2008 lå på 108 milliarder kroner. Auno og Sørensen definerer da turister i Norge som utenlandske turister, norske turister og norske forretningsreisende. Det er i tråd med internasjonale definisjoner og kalles ofte reiseliv i norsk sammenheng. Vi har i denne drøftingen valgt å se bort fra de forretningsreisende, som er knyttet til kurs, konferanser og liknende, fordi disse vil ha en annen relasjon til klimaendringer enn ferie- og fritidsreiser. Det gir en omsetning i Norge på 85 milliarder kroner fra ferie- og fritidsreiser²⁶.

Turisme inkludert ferie- og fritidsreiser er ingen næringskategori i norsk statistikk. Det finnes en sammensatt kategori kalt reiseliv, men næringskategorien reiseliv er ikke den samme som etterspørselskategorien turisme (som altså også i blant er kalt reiseliv). Etterspørselskategorien turisme etterspør fra andre næringer i tillegg til reiselivsnæringen, og reiselivsnæringen selger til andre enn turistene. Det er således mangelfulle tall i norsk statistikk for verdiskapingen knyttet til ferie- og fritidsturisme.²⁷

En viss indikasjon får man likevel ved å ta utgangspunkt i at de 85 milliardene utgjør 1,9 prosent av samlet norsk produksjon. I følge Auno og Sørensen (2009) har turismerelatert produksjon et noe høyere produktinnsatsbehov enn andre næringer, slik at andelen av BNP er trolig noe lavere enn andelen produksjon.²⁸

Sektoren turisme kan også beskrives på andre måter. Mange sektorinteresser er involvert (samferdsels-, landbruk/fiske-, kultur- og kommunalsektor m fl) samt en rekke næringer (overnattings- og serveringsnæringene, transportører, arrangementer, varehandel samt opplevelsesbedrifter og aktivitetsbedrifter m fl). I tillegg til dette kommer vertskapsfunksjon og ikke kommersiell tilrettelegging av natur som er et kommunalt ansvar.

Turister i Norge fordeler seg på nordmenn og utlendinger. Norske turister utgjør to tredjedeler av omsetningen (Auno og Sørensen, 2009). Også når man regner i antall reiser eller antall reisedøgn er norske turister den klart største gruppa. Blant utlendingene er det flest tyskere, fulgt av svensker og dansker. Utfordringene i et klimaperspektiv knytter seg til to forhold:

- Vil nordmenns feriereiser i eget land opprettholdes, økes eller reduseres?
 - Vil nordmenns feriemønster i eget land endres?
- Vil utenlandske gjestedøgn i Norge opprettholdes?
 - Vil utenlandske turistenes besøk i Norge endre karakter; geografisk/tematisk

²⁶ Jf. Auno og Sørensen (2009) tabell B1 og B4.

²⁷ Med verdiskapingen tenker vi her på bruttoproduktet, altså omsetningen/produksjonen minus vareinnsatsen. Dette er i samsvar med vanlig begrepsbruk for nasjonalregnskapet.

²⁸ De som har vært vant til tallstørrelser for reiselivsnæringene vil finne disse tallene noe lave. For eksempel er reiselivsnæringenes andel av BNP 4,4 prosent, og reiselivsnæringene står for 6,6 prosent av sysselsettingen (Auno og Sørensen, 2009). Etter vår vurdering gir tallet på 1,9 prosent eller lavere, et riktigere inntrykk.

Selv om norske turister er den klart største gruppa fortsatt, er det tendenser til at fordelingen jevner seg ut. I 2003 la nordmenn 77 prosent av feriereisene sine til Norge. I 2008 var andelen sunket til 65 prosent (Innovasjon Norge, 2009). Nordmenn ferierte mer i 2008 enn i 2003, men nesten hele økningen er utenlandsferier. Antallet utenlandske turistankomster til Norge fortsatte imidlertid å øke i perioden. Disse faktorene peker på at vi utover i århundret kan forvente en jevnere turistfordeling i Norge mellom utlendinger og nordmenn. Her kan imidlertid mange forhold spille inn, som kronekurs, avgifter på transport (fly, bensin), vær, krig/terror mv.

I en forenkling kan en dele ferie- og fritidsreiser inn i sommerturisme og vinterturisme. Sommersesongen er lenger og ferieuttaket er større om sommeren enn om vinteren. SSBs overnattingsstatistikk (2006) forteller for eksempel at nær halvparten av alle kommersielle overnattinger i Norge foretas i juni, juli og august. Vinterturismen er mer begrenset særlig hva angår eksport; det er færre utlendinger på besøk i Norge om vinteren og flere nordmenn som ferierer i eget land (hytte). En tendens er imidlertid økt uttak av ovale helger om vinteren. Det henger sammen med høyere standard på hytter i fjellet og dårligere snøforhold i lavlandet nær de store byene.

Ferie- og fritidsturismen i Norge har tradisjonelt vært svært klimaavhengig. Om vinteren er snø en kritisk faktor. Om sommeren er *nordmenns* feriereiser knyttet til sommer og sol, noe som blant annet viser seg ved at fem av de åtte mest populære utenlandske reisemålene for nordmenn, ligger ved Middelhavet (Innovasjon Norge, 2009). Enkelte nordmenn er turister på rundreise i eget land, og/eller besøker familie. Formålet er det samme; natur- og kulturopplevelser. Når *utenlandske* turister som besøker Norge, blir spurt om hvilke aktiviteter som har vært viktige under besøket (Innovasjon Norge, 2009²⁹), står naturopplevelse i fokus. Nytt de senere årene er imidlertid en stadig økende interesse for *tilrettelagte* aktiviteter og opplevelser i naturen. Det å besøke naturområder er viktigst for flest, men naturrelaterte aktiviteter som fiske og fottur er viktig for svært mange. En annen viktig kategori er å "besøke byer". Besøk på museum/kunstutstilling, som er lite klimaavhengig, kommer langt ned på lista. Interessen for besøksattraksjoner på naturpunkt er imidlertid viktig. Nordkapphallen besøkes av nær 200.000 turister årlig, Holmenkollen besøkes av nær 700.000, Flåmsbanen 500.000, Fløibanen 450.000 og Polarsirkelsenteret av rundt 150.000 turister. Naturopplevelsene er fundamentet til norsk turisme.

Utover i århundret vil antallet friske pensjonister antageligvis øke sterkt. Denne gruppa har innslag av individer som vil søke sol&sommer utenom sommersesongen, gjerne i form av langtidsopphold i varmere strøk. Dersom det også blir slik at middelhavsområdene blir mer attraktive utenom sommersesongen enn nå, samtidig som klimaet her hjemme blir tristere, kan langtidsturisme utenlands blant eldre få et betydelig omfang. Inntektsmuligheter og holdningsendringer peker også i den retningen. Antallet personer mellom 65 og 79 år på ferietur i utlandet, doblet seg mellom 2002 og 2007 (SSB, 2010).

²⁹ Innovasjon Norge (2009) oppgir TØI (2009) som kilde, men disse opplysningene finnes ikke i TØI (2009).

16.2 Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren

På grunnlag av det som er sagt, finner vi det nyttig å dele turiststrømmen inn i kategorier:

- Sol&sommer: Hovedsakelig norske turister som ferierer langs kysten i private hytter og båter samt kommersielle overnattinger som hotell og camping. Sørlandsfylkene og Østfold er sentrale, men tilsvarende finnes langs hele norskekysten. Sol og varme er en kritisk faktor for denne turismen i Norge.
- Rundreiseferie i Norge: Nordmenn og utlendinger på rundreiseferie i Norge søker natur og kultur – hovedsakelig i fjordene og langs kysten (bl a Lofoten). På ruta velges gjerne fjelloverganger. Rundreiseturistene etterspør aktiviteter i naturen, kulturattraksjoner og oppsøker ofte byer. Det er variert overnatting; hotell, camping, bobiler og venner/kjente. Utsikt er en kritisk faktor for rundreiseturismen i Norge. I et trusselbilde vil tåke/regn og gjengroing av landskapet stå sentralt.
- Vinterturisme. Norske og utenlandske turister som ferierer i Norge om vinteren er i stor grad knyttet til snø og vinteropplevelser. Ski er sentralt; både alpint og tur/langrenn. Snø er en kritisk faktor for vinterturismen i Norge.

Blant mer nisjepregete kategorier finner vi:

- Jakt og fiske: Dersom utenlandske turistenes aktiviteter sorteres etter hva som er "ekstremt viktig" en underkategori av "viktig" i undersøkelsen til Innovasjon Norge, kommer sportsfiske på topp. Sportsfiske, (innlandsfiske og kystfiske), utgjør en viktig nisje av utenlandske gjester. Sesongen er lenger enn for andre feriereiser (f eks skreifiske i Lofoten i mars og høstjakt). Jakt og fiske er mer vær-uavhengig, men en kritisk faktor er tilgang til fisk og vilt.

Valg av feriemål kan være svært konkurranseutsatt. Valget skjer "hjemme i sofaen" og påvirkes av konkurrerende tilbud/alternativer, av anbefalinger fra venner og kjente, kronekurs, av værprognoser, trender og markedsføring. Ofte er ferier til/i Norge vurdert i flere år før de realiseres. Fordi reisemålet er relativt langt unna for utlendingers del, kreves noe planlegging og Norge som feriemål er i mindre grad impuls kjøp. Den årlige statistikken er nådeløs og til uventet oppsving eller nedgang i antall gjestedøgn knytter det seg vanligvis noen enkle forklaringsfaktorer:

- Svært mye regn; utenlandske turister avviker ferieturen og reiser hjem – nordmenn tilsvarende, men antall impuls kjøp av reiser til utlandet øker.
- Mye varme; mindre interesse for besøksattraksjoner og aktivitetstilbud og lavere reiseaktivitet (mindre bilkjøring). Folk holder seg mer i ro ved vann og vassdrag.
- Mer skyet vær; større interesse for innendørs tilbud og ofte gode kommersielle resultater
- Lite snø; økt interesse for snøsikre områder, anlegg med gode snøkanoner mv

I forbindelse med klimaendring må en også ta høyde for at endringer i turiststrømmen til Norge kan drives av klimaendringer i utlandet.

16.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Klimafremskrivningen vi bygger på (Hanssen-Bauer m.fl., 2009) antyder at både sjø- og lufttemperatur blir høyere, og at i alle landsdeler kommer det mer nedbør. Mer av regnet vil komme som styrtregn. På Vestlandet og i Nord-Norge blir somrene dårligere i den forstand at det regner oftere, og skyer og tåkebanker kan tenkes å erstatte utsyn og midnattssol. På Sørlandet er det med foreliggende kunnskap sannsynlighetsovervekt for at somrene blir varmere og tørrere enn nå. I vinterhalvåret vil snøsesongen kortes radikalt ned, med unntak for høyfjellet midt i århundret, hvor snødybden vil øke en periode. På grunn av varmen forlenges vekstsesongen for planter og trær i hele landet. Landet vil gro kraftig igjen. Lavtliggende breer forsvinner og i fjellterrenget kommer planter og skog. Alt dette har betydning for turiststrømmen, men ulike kategorier turisme rammes ulikt, og det er betydelige muligheter for autonom tilpasning. Vi gjennomgår nå kvalitativt hvordan de kategoriene turisme vi har definert, påvirkes av klimaendring og foretar autonom tilpasning:

Sol&sommer: En kan håpe på fine somre på Sørlandet. For nordmenn som søker sol&sommer vil ferie langs Sørlandskysten og liknende områder i Skandinavia fortone seg som mer attraktivt enn før. Også utlendinger som er opptatt av sol&sommer kan komme til å interessere seg mer for Skandinavia. Det henger sammen med at landene rundt Middelhavet vil bli for varme for mange: man må for eksempel vente hyppigere hetebølger der enn tilfellet er nå. På den annen side vil høst, vinter og vår bli mer attraktive rundt Middelhavet ut fra perspektivet "sommer&sol". Som påpekt, kan det tenkes å påvirke pensjonistenes reisemønster.

Reise i Norge: På Vestlandet og i Nord-Norge blir sommerværet preget av mer nedbør og slik sett dårligere enn før. Spesielt vil det gjelde dersom nedbøren følges av tåke, lavthengende skydekke osv. som hindrer utsikten og midnattssolen. Når en tar med at lavtliggende breer vil smelte og gjengroingen vil tilta overalt i terrenget, framstår norske naturattraksjoner som mindre attraktive enn de er i dag. Også opphold på campingplass, spasertur i byer, turer i fjellet, klatring og alle andre utendørsaktiviteter vil påvirkes i negativ retning. Dette vil antagelig påvirke turisme blant reisende i Norge negativt. Det vil være variasjon innad i gruppa: Noen utenlandske turister forventer seg forholdsvis dårlig vær, og mange nordmenn bruker sommerferien til å besøke familie, venner og kjente. Dette er mindre klimafølsomme turister enn gruppa som helhet.

Norsk reiselivsnæring er allerede i dag oppmerksom på at dårlig vær reduserer turistenes naturopplevelser. Derfor er det bygget naturopplevelsessentre flere steder: Bremuseer, laksesenter, supervideoografer, vikingesentre, dyrehager med ulv og bjørn, familieparker, akvarier, Polarsirkelsenter, Nordkapphallen osv. Nordkapphallen er en god illustrasjon på at naturopplevelsessentrene virker som et mottrekk mot dårlig klima. På Nordkapp har man sprengt en hall ut i fjellet der det vises film og bilder fra området i finvær, eller man kan beundre utsikten gjennom panoramavinduer mens man selv har det varmt og godt. Dette senteret og andre er eksempler på autonom klimatilpasning. Et annet mottrekk mot dårlig klima som allerede er satt i system, er utsiktsrydding langs

veier. Da regjeringen annonserte ekstra midler til dette i den såkalte tiltakspakken sist år, kom det inn søknader fra i underkant av 200 kommuner.³⁰

Fiske: Været på havet vil trolig preges av mer nedbør og noe høyere bølger. Ferskvannsfiske vil også foregå under mer nedbør. Vår hypotese er at dette betyr lite for fiskerne så lenge fisken biter. Når det gjelder saltvannsfiske bør vi også huske på at varmere sjøvann vil være gunstig for produktiviteten i Norskehavet. Sjøfisketurister i Nord-Norge kan altså håpe på mer fisk. Som følge av mer fisk kan fuglelivet øke, det blir mer hval i havet osv. På den annen side vil grunnlaget svekkes for denne typen turisme dersom forsuringen reduserer fiskestammene, men det er foreløpig ren spekulasjon. Med den viten vi har i dag synes den rimeligste konklusjonen å være at klimaendringene ikke er til hinder for utøvere av fiske i saltvann og ferskvann, kanskje tvert i mot.

Snø&ski: Snø&ski er naturligvis lite verdt uten snø. Med dagens kunnskap er det mot slutten av århundret grunn til å vente minst en til to måneder kortere snøsesong i Indre Østland, i fjellet i Sør-Norge og på Finnmarksvidda. I lavlandet og langs kysten i hele landet er det grunn til å vente minst to-tre måneders kortere skisesong mot slutten av århundret. Dette betyr i praksis at snøen forsvinner helt de fleste år i disse områdene.

Den betydelige reduksjonen i snøsesongen, som er kort fra før mange steder, teller isolert sett negativt for turisme basert på snø&ski. Også skianlegg langt til fjells (Hemsedal og Geilo) eller i innlandet (Trysil, Lillehammer) vil merke det, selv om de klarer seg bedre enn lavtliggende anlegg ved kysten (Tryvann v/Oslo, Sirdal). I tillegg til egne værforhold, må en imidlertid også ta i betraktning forholdene for snø&ski i andre land, inkludert Alpene. Et tenkelig scenario er at etterspørselen øker i den perioden det faktisk er snø i norske anlegg, fordi det er dårligere forhold andre steder. På den annen side kan det være at etterspørselen synker dersom kronisk snøfrie vintre rundt befolkningscentrene svekker skiteknikk og interesse for skiturisme; eller fordi nedbør og tungt skydekke gjør skiturismen til en mindre fristende aktivitet.

Skianleggene gjør allerede en hel del for å forlenge snøsesongen. Langrennsløyper kan flyttes høyere og inn i skogen. Fra Voss har vi et ferskt eksempel på at alpinanlegget er flyttet til et mer snøsikkert område. Flere og flere anlegg ligger nordvendt og vekk fra sola. I alle alpinanlegg bruker man snøkanoner. Snøkanoner krever tilgang til iskaldt vann og kuldegrader om natten, men under disse betingelsene kan de utnyttes mer enn nå. Vi tror disse aktivitetene i betydelig grad kan utsette og redusere effekten av klimaendringene, men det er vanskelig å komme fra at grunnlaget for drift blir vanskeligere jo varmere det er.

16.4 Klimarelaterte inntekter og kostnader

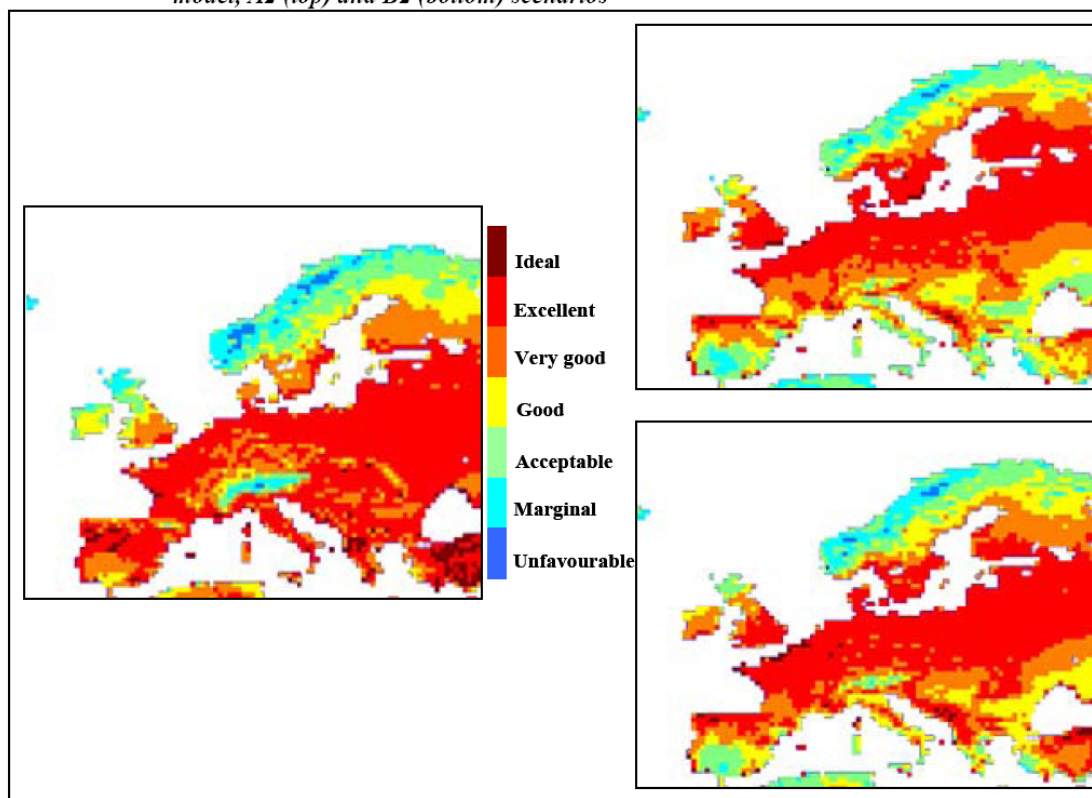
Vi er ikke kjent med kvantitative overslag over virkninger av klimaendringer på turisme i Norge. Aaheim m.fl. (2009) refererer fra de få norske forskningsarbeidene som finnes. De norske forskningsarbeidene konsentrert seg om å drøfte mulige effekter kvalitativt. Som Aaheim m.fl. noe lakonisk bemerker om en av artiklene: "Oppsummerende konkluderes det med at klimaendringer vil høyst sannsynlig påvirke nordmenns reisevaner i inn- og utland, og utenlandske turistenes interesse for å besøke Norge.

³⁰ <http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/aktuelt/nyheter/2009/okt-09/kulturlandskap-rydder-langs-veiene.html?id=582234>

Effektene av klimaendringer kan bli både positive og negative for næringen.” (Aaheim m.fl. 2009:52).

Amelong og Moreno (2009) påpeker at ”(t)he annual migration of northern Europeans to the countries of the Mediterranean cost in search of the traditional summer ”sun, sand and sea” vacation is the singlest largest flow of tourists across the globe, accounting for one-sixth of all tourist trips in 2000”. De konstruerer en Tourism Climatic Index (TCI) bestående av varme, fuktighet, nedbør og vind, og der høyere verdier er assosiert med behagelig klima. De argumenterer for god historisk overenstemmelse mellom TCI og turisttilstrømning. Når TCI kobles sammen med klimafremskrivninger for andre del av århundret, fremkommer et europakart som reproduisert nedenfor.

Figure 12. TCI scores in summer in the 1970s (left) and the 2080s (right), according to the HIRHAM model, A2 (top) and B2 (bottom) scenarios



Kilde: Amelung og Moreno (2009)

Konklusjonen en må trekke her, er at området rundt Middelhavet ser ut til å bli mindre attraktivt om sommeren i fremtiden, mens områder som England og Skandinavia inklusive sørlandskysten ser ut til å bli mer attraktive. Andre klimafremskrivninger gir kvalitativt samme resultat. Om våren og høsten blir imidlertid området rundt Middelhavet mer attraktivt.

Hamilton, Maddison og Tol (2005) konstruerer en annen indikator for sommerturisme, nemlig en regresjonsmodell der antallet turister inn og ut av landene predikeres av ulike forklaringsvariable. En av forklaringsvariablene er temperatur, som går inn i regresjonslikningen i form av et lineært ledd og et såkalt annengradsledd. Det betyr at

høyere temperatur øker antallet ankomster opp til et visst nivå, og deretter går antallet ankomster ned. Tilsvarende fører høyere temperatur til færre utreiser opp til et visst nivå, og deretter går antallet utreiser ned. Dette "break even" punktet er omtrent 13 grader i årlig gjennomsnittstemperatur. Gjennomsnittstemperaturen i Norge i referanseperioden 1960-1990 var bare 1 grad, men befolkningsvektet var den høyere, kanskje 4 grader (Hanssen-Bauer m.fl., 2009).

Modellen til Hamilton, Maddison og Tol er jo svært grov, den tar blant annet ikke med nedbør. Men for det det er verdt, kan det likevel være illustrerende å bruke deres forklaringsmodell på norske forhold. Man finner da at en økning i temperaturen på bare én grad, øker tilstrømningen av utenlandske turister med 16 prosent, og reduserer antall utreiser med 14 prosent.

IPCC (2007) refererer en undersøkelse fra Canada som antyder at besøk til Canadas nasjonalparker vil kunne øke 10-40 prosent i ca 2080 (A1 og B2 utslippsfremskrivninger). Vi er ikke kjent med om Canada antas å møte mer nedbør.

Når det gjelder vinterturismen, kan et startpunkt være at *dersom* skisesongen forkortes en måned i skianleggene, som i utgangspunktet har en sesong på fem-seks måneder, så snakker vi om en forkortelse på 15-20 prosent. Klimamessig vil reduksjonen være lengre enn en måned i lavtliggende områder, men økt bruk av snøkanon og andre tiltak, som å flytte alpinbakkene, kan kompensere for dette.

Med kortere skisesong kan belegget øke den tiden sesongen varer, men her er det mange andre faktorer som også spiller inn, jf. drøftingen over. Analyser av forholdene for skiturisme i Alpene tyder på at anlegg over 1800 meters høyde vil klare seg gjennom århundret (Amelung og Moreno, 2009), slik at det fortsatt vil finnes alternativer til Norge for alpinturistene. En mulig førsteordenseffekt for skiturismen kan dermed ligge i størrelsesorden 15-20 prosent reduksjon.

Økt bruk av snøkanon vil ha en kostnad, men den ser ut til å være moderat. OECD (2009) rapporterer fra kantonen Valais/Wallis i Sveits at forskjellen mellom en normal og snøfattig vinter utgjør €2000 i økte snøkanonutgifter per kilometer. Vanlige utgifter i en normal vinter er 10-15 ganger høyere, slik at utgiftsøkningen er ti prosent eller mindre.

16.5 Konklusjon

På grunnlag av egne vurderinger supplert med den internasjonale litteraturen som finnes, oppsummerer vi at turistkategorien "sol&sommer" påvirkes positivt av gode somre på Sørlandet i kombinasjon med dårlige (for varme) somre ved Middelhavet. Men høst og vår vil de som søker sol, finne utlandet mer attraktivt enn uten klimaendringer. I fremtiden vil det blant annet gjelde deler av en voksende pensjonistbefolkning. Et intervall (-20; 20) prosent virker fornuftig på oss. Kategorien "snø&ski" vil med sannsynlighetsovervekt reduseres. Det kan være snakk om 0-30 prosent reduksjon.

Når det gjelder de to øvrige kategoriene, "reise i Norge" og "fiske" har vi enda mindre å holde oss til. Vi vil anta at "reise i Norge" påvirkes negativt av klimaendringene, men i mindre størrelsesorden enn "snø&ski". 0-15 prosent reduksjon virker ikke usannsynlig på oss. Vi vil anta at "fiske" påvirkes positivt, men det er trolig en ganske liten kategori.

Samlet sett, når vi husker at sommerturismen er adskillig større enn vinterturismen, peker disse anslagene i retning av et intervall som omfatter positiv endring, men hvor forventningen og mer av intervallet ligger på den negative siden. Vi vil antyde (-20; 10) prosent endring for sektoren som helhet.

Effektene er trolig størst mot slutten av århundret og under de såkalte "høy"-fremskrivningene, men siden endringene går hver sin vei, er det ikke sikkert det betyr noe for intervallet.

De anslåtte effektene må ses på bakgrunn av at verdiskapningen knyttet til turisme per i dag ser ut til å ligge på 1,9 prosent eller mindre. 20 prosent reduksjon i dette utgjør snau 0,4 prosent av BNP, og 10 prosent økning utgjør snaut 0,2 prosent av BNP.

17. Forsikring

17.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

Det strømmer mye penger gjennom forsikringsselskapene. I 2008 mottok selskapene 49 milliarder kroner i skadeforsikringspremie og 68 milliarder i ulykke, liv og pensjonsforsikringspremie. Det ble det betalt ut 35 milliarder i skadeerstatning og 54 milliarder i ulykke, liv og pensjonsforsikringspremie (SSB 2010a,b)³¹. I tillegg til å motta premier og utbetale skader, er forsikringsselskapene en betydelig investor og forvalter av innskytternes pensjonspenger.

Forsikringsnæringens bruttoprodukt oppgis ikke i alminnelig statistikk, bare bruttoproduktet for finans- og forsikring samlet. I og med at forsikringsbransjen også driver med finans, kan det være forståelig nok. Brutttoproduktet i finans- og forsikring utgjorde 3,3 prosent av BNP i 2008 (SSB, 2010c³²).

Klimaendringene gjør at den enkelte blir mer utsatt for risiko, men forsikringsselskapene spiller en viktig rolle i å spre denne risikoen. Ikke bare det: Et forsikringsselskap i en konkurransesituasjon vil ha insentiv til å tilpasse premiene slik at kunder som ikke løper noen klimarisiko, slipper å betale ekstra. Det gir på den annen side kundene et signal om risikoen ved deres virksomhet og en tilskyndelse til autonom tilpasning. Konkurransen er en av grunnene til at forsikringsselskaper rutinemessig tilbyr for eksempel huseiere brannvarslere, innbruddsalarmer osv., og øker premien for de som ikke har slikt utstyr.

Dette betyr at forsikringsbransjen også kan spille en viktig rolle i å legge til rette for autonom tilpasning i privat sektor. Det gjelder selv om bransjen som helhet lever av skadene.

Omfanget av skade som oppstår i privat sektor som følge av klimaendring, vil også i noen grad være avhengig av hvilke tiltak det offentlige gjør. Vannskadene i privat sektor blir for eksempel mindre dersom det offentlige bygger ut vann- og avløpsnett

³¹ <http://www.ssb.no/emner/10/13/10/forsbra/tab-01.html> , <http://www.ssb.no/emner/10/13/10/forsbra/tab-02.html>

³² <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-287.html>

tilstrekkelig. Forsikringsselskapene vil derfor ikke bare ha insentiv til å mobilisere privat sektor til tilpasning (under konkurranse), men også offentlig sektor.³³

Forsikringsvirksomheten til selskapene spiller på denne måten potensielt sett en viktig rolle i å stimulere til tilpasning, og dermed moderere skadene av klimaendring i samfunnet. Forvaltningsvirksomheten, altså forvaltning og investering av forsikringstakernes midler, er potensielt også av betydning. For eksempel kan forsikring, sammen med andre finansinstitusjoner potensielt sette krav om klimatilpasningstiltak der det er relevant overfor låntagere.

Ved siden av å bidra til å regulere andre aktørers møte med klimaendringene, er forsikringsbransjen utsatt for klimaendringer på den måten at bransjen er avhengig av et velfungerende strømnnett, transportnett, IKT-nett, vann&avløpsnett, bygningsmasse osv, kort sagt en velfungerende fysisk infrastruktur, for å levere de tjenestene man ønsker.

17.2 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Skadeutbetalinger som følge av klimaendringer er en samfunnsøkonomisk relevant kostnad – dette er jo speilbildet av konkrete kostnader samfunnet møter på grunn av klimaendringer. De skadene som indikeres av skadeutbetalingene, er det imidlertid vanlig å ta med når man diskuterer klimaendringenes virkninger på de ulike samfunnssektorene. For eksempel tar man gjerne med skader på bygninger under omtalen av bygninger. For å unngå dobbelttelling bør vi ikke ta med skadeutbetalingene som en samfunnsøkonomisk kostnad når vi omtaler forsikringsbransjen.

Skadeutbetaling og skadebehandling fører også til økt ressursbruk i forsikringsbransjen selv. Sektoren sveller i størrelse, den blir større enn den ellers ville vært. Denne ressursbruken er en egen samfunnsøkonomisk kostnad ved klimaendringer. I alternativsituasjonen uten klimaendringer kunne jo disse ressursene vært brukt til noe mer fornuftig enn å håndtere klimarelaterte skader. Den samfunnsøkonomiske kostnaden ved økt ressursbruk i forsikringsbransjen vil fortone seg som inntekt og økt omsetning sett fra næringen selv. Det er like fullt snakk om en kostnad for samfunnet som helhet i forhold til alternativet uten klimaendring.

Ved hjelp av makrotallene for bransjen er det mulig å anslå bransjens egen ressursbruk per krone i skadeutbetaling. I 2008 var skadeforsikringspremiene som nevnt 49 milliarder kroner, og det gikk 35 milliarder ut i skadeutbetaling. Det betyr at den næringsinterne ressursbruken var 14 milliarder. Forholdet mellom innbetaling og utbetaling er neppe konstant år for år, og det kan være forskjell mellom det gjennomsnittlige forholdet versus det marginale forholdet. Likevel kan forholdstallet mellom 14 og 35, dvs. 0,4 eller 40%, være relevant utgangspunkt for et kostnadsintervall omkring næringens egen ressursbruk. Vi vil anta at intervallet går fra 30 til 50% av skadekostnadene.

³³ Faktisk tilsier dette resonnementet at forsikringsbransjen har insentiv til å ønske overoptimal tilpasning i offentlig sektor (for store vannrør...). Bransjen betaler jo ikke kostnaden, men får fordel av offentlige tiltak på området.

Forsikringsbransjen vil påføres kostnader av skader på infrastrukturen. Skader på infrastrukturen som skyldes klimaendring er i denne utredningen diskutert sammen med de ulike infrastrukturartene. I omtalen av infrastrukturen skilles det ikke mellom hvem som bruker infrastrukturens tjenester, men forsikringsbransjen er en av mange som gjør det.

17.3 Konklusjon

De samfunnsøkonomiske relevante kostnadene knyttet til forsikring som ikke telles andre steder i denne utredningen, gjelder næringens ekstra ressursbruk til arbeid og kapital for å behandle flere skader og økte premier.

Med intervallet 30-50% fastlagt, er neste spørsmål hvor store de ekstra skadekostnadene som skyldes klimaendring kan bli. I kapitlet om bygninger fant vi at skadekostnadene kan beløpe seg til 0,2-0,6 milliarder kroner årlig. 30%-50% av dette gir et intervall fra 0,1 til 0,3 milliarder kroner, som blir vårt anslag.

18. Helse

18.1 Sektorens størrelse og kjennetegn av betydning for klimaendringer

Sykdom og død er et tap for den enkelte og familien, og dermed en samfunnsøkonomisk kostnad. Klimaendring kan påvirke sannsynligheten for sykdom og død. Generelt kan varme og hetebølger gi høyere risiko. Redusert kulde kan gi lavere risiko for død, bruddskader og sykdommer som kuldeindusert astma, mens det øker risikoen for sykdommer der smittebærerens overvintring er en problemstilling. Fuktighet spiller også inn på risikoen. Helsetilstanden kan dessuten påvirkes indirekte for eksempel dersom vann- og avløpssystemet stresses av klimaendringer.

Blant de mange helsevirkningene av klimaendringer er risiko for død den potensielt klart viktigste. De fleste samfunnsøkonomisk vinklede beskrivelser av helsevirkninger av klimaendringer, konsentrerer seg derfor om dødsrisiko.

18.2 Sentrale forutsetninger av betydning for sektoren

Befolkningens alder og generelle helsetilstand er viktig for å vurdere helserisiko. Utover i århundret vil befolkningen eldes. Det vil trolig svekke den gjennomsnittlige helsetilstanden, selv om helsetilstanden i hver kohort kan bedres i takt med økt levealder.

Risikoen for spredning og smitte av flere av sykdommene man er bekymret for i forbindelse med klimaendring, øker jo flere som ferierer i varmere strøk. Utover i århundret vil en med normal inntektsutvikling vente at stadig flere vil feriere i varmere strøk, og dermed øke risikoen for klimafremkalt sykdom. Men dersom behovet for å kutte utslipp av CO₂ tvinger oss (og vi makter) å begrense flytransporten, vil likevel de fleste feriere hjemme. Jf. også kapitlet om reiseliv.

18.3 Klimaendring og autonom tilpasning

Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge er nylig gjennomgått i en rekke artikler samlet i Folkehelseinstituttet (2010). Når det gjelder dødelighet er det altså slik at både "for kaldt" og "for varmt" vær kan føre til overdødelighet. Det er for eksempel anslått at hetebølgen i Europa i 2003 førte til 22-45 000 dødsfall (Kosatsky, 2005). Tilsvarende fører kuldebølger også til flere dødsfall. Folkehelseinstituttet påpeker at det i begge tilfeller kan dreie seg om en forholdsvis liten forkortelse av levealder, et fenomen som ofte kalles "harvesting". Harvesting er tydeligst i forhold til hetebølger og mindre tydelig i forhold til kuldebølger.

Siden varmt og kaldt vær begge gir overdødelighet, finnes det et område på midten med det en kan kalle optimal (ute)temperatur. Folkehelseinstituttet (2010) ved Nafstad påpeker at den optimale utetemperaturen er lavest i allerede kalde land, som vårt, og høyere i varme land. Det kan tyde på at folk og samfunn over tid tilpasser den optimale temperaturen til uteklimaet de lever i. Effekten av klimaendring på dødelighet vil på denne bakgrunn bero på hvor mange flere som dør av hetebølger, hvor mange færre som dør av kuldebølger, og samfunnenes evne til å endre den optimale temperaturen i takt med klimaendringene.

Folkehelseinstituttet (2010) ved Nygaard og Schwarze drøfter sammenhengen mellom klimaendringer og pollenallergi. Nygaard og Schwarze peker på at pollensesongen blir lenger, og også mer intens fordi sentrale pollen-typer vil øke i aktivitet. Dette er det vanskelig å komme rundt ved tilpasning. På den annen side er den helseøkonomiske og samfunnsøkonomiske kostnaden ved å være pollenallergiker i en helt annen og mindre størrelse enn kostnaden ved dødsfall. Nygaard og Schwarze nevner også at høyere temperaturer kan gi økt ozondannelse, som assosieres med alvorlige helseplager som KOLS. På den annen side reduseres negative effekter av kulde for astmatikere og andre.

Folkehelseinstituttet (2010) ved Krogh, Lund og Utkilen beskriver virkninger av klimaendringer på vannkvalitet, og videre på helse. Inntrykket som gis, er at drikkevannskildene blir mer utsatt, men at effektiv vannbehandling løser problemene. Her har vi altså et eksempel på at autonom tilpasning ser ut til å nøytralisere effekten av klimaendring. Økt temperatur i badevannet vil kunne gi visse helseplager.

Folkehelseinstituttet (2010) ved Lassen drøfter sammenhengen mellom klimaendringer og infeksjoner overført via mat. Funnene er

- Bakterielle matforgiftninger: Sannsynligvis liten effekt av klimaendringer
- Salmonella: Sannsynligvis liten effekt "så lenge man klarer å opprettholde den gode dyrehelsen og kontroll-programmene", dvs autonom tilpasning
- Shigella: Sannsynligvis svært liten effekt av klimaendringer
- Campylobacter: Grunnlag for økt forekomst som følge av klimaendring. Symptomene er selvbegrensende diaré, moderat feber og magesmerter, dvs. lite alvorlige.
- Vibrio cholerae: Faren for større utbrudd er fortsatt neglisjerbar "ved opprettholdelse av vårt hygienivå", dvs autonom tilpasning.
- Andre vibrioner: Effekten av klimaendringer kan bli stor. "Selv en mindre økning i den gjennomsnittlige sjøvannstemperaturen kan få store konsekvenser for disse mikrobenes epidemiologi". Per i dag er mikrobenes imidlertid meget sjeldne i

norske farvann. Det er særlig mikroben *V. vulnificus* som kan gi alvorlige symptomer, i form av alvorlige sårinfeksjoner.

- *E.coli*: Med mulig unntak for EHEC-infeksjoner, som har økt og har ukjent årsak, vil klimaendringer i seg selv ha liten effekt. "Forekomsten...er i betydelig grad knyttet til det generelle hygienivået", dvs nok en gang autonom tilpasning.
- *Listeria*: Sannsynligvis liten effekt av klimaendringer
- Akutte virale tarminfeksjoner: Sannsynligvis liten effekt av klimaendringer
- Parasittinfeksjoner: Økt forekomst i råvannet, men liten effekt dersom vannet UV-bestråles, slik det nå er vanlig i vannbehandlingen. Altså autonom tilpasning.

Folkehelseinstituttet (2010) ved Lassen diskuterer vektorbårne infeksjoner og "andre zoonoser", og Ottesen diskuterer vektorenes utbredelse. Funnene er:

- *Borrelia*: "Det er mulig at infeksjonsepidemiologiske effekter av eventuelle klimaendringer vil få de første og største utslagene når det gjelder denne infeksjonen." Det henger sammen med at flåtten får merkbart større utbredelse. Infeksjonen er ofte asymptomatisk, men kan gi opphav til Lymes sykdom (borreliose). Lymes sykdom kan i noen tilfeller gi langsiktige virkninger som vil veie tungt i en samfunnsøkonomisk sammenheng, men det er altså langt fra alle med *Borrelia* som får de langsiktige symptomene.
- *Anaplasma*: Øker også som følge av mer flått, men er vel så viktig for dyrehelsen som for human helse.
- *Francisella tularensis*: Sannsynligvis liten effekt av klimaendringer.
- *Rickettsia*: Sannsynligvis ingen effekt når det gjelder de alvorlige infeksjonene.
- Dengue-feber: Norge vil kunne oppleve et økt antall importerte tilfeller. Den aktuelle myggen vil likevel sannsynligvis ikke kunne etablere seg her og infeksjonen vil i så fall heller ikke kunne spres her.
- Skogflåtencefalitt: Det er rimelig å anta at forekomsten og utbredelsen av viruset TBE, som sprer sykdommen, vil øke også i Norge. Foreløpig er den svært sjelden her, men i Sverige rapporteres opp mot 200 tilfeller årlig. Symptomer er blant annet feber, hodepine og muskelsmerter. 30 % av smittede utvikler symptomer på hjernebetennelse. Vaksine finnes.
- Vestnilfeber osv: Risikoen for spredning i Norge ved de forventede klimaendringene må antas å være relativt stor. Ofte asymptomatisk eller et mildt influensalignende forløp. Av og til hjerne-/hjernehinnebetennelse.
- Sindbisfeber, bærplukkerysye mv: Virkningen av klimaendringer er vanskelig å forutsi. Symptomer er influensalignende symptom, leddplager fra uker til måneder.
- Malaria: Liten risiko fra klimaendringer forutsatt et godt fungerende helsevesen, altså autonom tilpasning.
- *Babesia*: Først og fremst et problem for helsen til reservoardyrene.
- *Leishmania*: Det er ikke usannsynlig at den som følge av klimaendringer etter hvert kan dukke opp i sørlige deler av Skandinavia. Dette vil være meget alvorlig. Den gir alvorlige symptomer som vevsdestruksjon og vansiring av ansiktet, eller kronisk avmagring og tretthet.
- *Leptospira*: Liten effekt av klimaendringer.
- Q-feber: Det kan bli økt forekomst ved et "varmere og tørrere klima kombinert med sterkere vinder". Klimafremskrivningene vi bygger på, gir imidlertid ikke grunnlag for å si at klimaet blir tørrere og at det blir sterkere vinder.

- Musepest: Effekten av klimaendringer avhengig av effekten på musebestanden. Dersom musene søker å komme i hus, kan forekomsten øke.

Samlet sett er vår fortolkning av materialet til Folkehelseinstituttet (2010) ved Lassen at de færreste infeksjoner er særlig berørt av klimaendringer når en tar hensyn til autonom tilpasning i form av et godt fungerende helsevesen og gode vannverk. Borrelia fremheves som det viktigste unntaket.

Klimaendring kan føre til færre utendørsrelaterte bruddskader siden mildvær gir kortere snøsesong og kanskje færre glatte fortau. Det kan bli færre trafikkulykker dersom det blir kortere periode med glatte veier, men dersom det blir mørkt og regnfullt store deler av året, kan antallet ulykker øke.

18.4 Klimarelaterte inntekter og kostnader

Folkehelseinstituttet (2010) ved Nafstad sin analyse av sammenhengen mellom klimaendringer og dødelighet, konkluderer som følger:

"Hvis klima endrer seg i varmere retning, vil en forvente at en i Norge vil se at varmerelatert dødelighet øker. En vil kunne forvente at befolkningen ikke er optimalt forberedt på å takle hetebølger. På den andre siden må en kunne forvente en reduksjon i kulderelatert dødelighet. Å beregne nettoeffekter av dette vil med dagens kunnskap være en heroisk øvelse pga usikkerhet relatert til hvilke klimaendringer som kommer, hvor fort de vil komme og hvilke potensielle mulighetene som foreligger for å forebygge denne helserisikoen."

Et arbeid som har forsøkt seg på en slik "heroisk øvelse" er Watkiss m.fl. (2009). Dette er helsedelen av en stor utredning om virkninger av klimaendringer for Europa, kalt PESETA-prosjektet. Watkiss m.fl. spesifiserer dødelighet som en u- eller v-formet funksjon av temperatur, og bruker ulike spesifikasjoner for dette. Deres klimafremskrivninger er i hovedsak basert på Danmarks meteorologiske institutts regionale modell, som igjen bygger på Hadleysenterets HadCM3 GCM. Utslippsscenarioene er A2 og B1 og man ser på 2071-2100. Klimafremskrivningene gir opp til 7 graders sommeroppvarming rundt Middelhavet, men mindre i Skandinavia: 2-4 grader avhengig av tid på året og fremskrivning.

Watkiss m.fl. finner at samlet sett for Europa gir de fleste modellspesifikasjonene at antallet sparte liv om vinteren er større enn antall tapte liv om sommeren. Virkningene ser ut til å være mindre i skandinaviske land enn i andre land. Forfatterne legger vekt på at det er stor usikkerhet i tallene ("two order of magnitude"), og ender dermed operativt på samme konklusjon som Folkehelseinstituttet ved Nafstad når det gjelder virkninger for Skandinavia.

I sammenheng med en undersøkelse fra Stockholm argumenterer Rocklöv og Forsberg (2007) at det i tillegg til den vanlige effekten sommer og vinter, som vi har sett har en tendens til å oppveie hverandre, så finnes det en ekstraeffekt av hetebølger. I deres modell vil det være slik at etter et par døgn med temperaturer på 22-23 grader, er dødeligheten 14 prosent høyere enn under et gjennomsnittlig varmt sommerdøgn. Rocklöv og Forsberg peker også på at under varmebølgen i Paris i 2003 var antallet dødsfall fem ganger høyere enn hva man ville forvente ut fra modeller fra tidligere år (Le Tertre et al., 2006).

Den svenske utredningen om klimaendringer, SOU (2007), anslår at klimaendringer fører til 750-1000 flere dødsfall i Sverige per år i år 2100. Vurdert til en verdi av statistisk liv på 20 millioner kroner, som isolert sett ikke er et urepresentativt anslag, får en her et årlig bidrag til den samfunnsøkonomiske kostnaden av klimaendringer på mellom 15 og 20 milliarder (svenske) kroner. Tidligere i århundret er det lavere. Anslaget på opp til 750-1000 dødsfall, som antagelig stammer fra datamaterialet til Rocklöv og Forsberg³⁴, bygger imidlertid bare på endringer i sommertemperatur, slik at en ikke tar med redusert dødelighet om vinteren.³⁵ Dessuten kan det stilles spørsmål om ikke stadig gjentatte hetebølger gir lavere antall døde enn den første. Både vil folk ta forholdsregler når hetebølgene gjentas, og harvestingeffekten gjør at befolkningen som møter hetebølge nummer to på en sommer, er mer robust.

Betydningen av hetebølger er også understreket av Deschênes m.fl. (2009), som ser på sammenhengen mellom klimaendringer og fødselsvekt. Basert på et datasett på 37,1 millioner fødsler i USA 1972-1988, og daglige temperaturer, konstruerer de en regresjonsmodell der fødselsvekten forklares av temperatur gjennom svangerskapet. De kontrollerer for andre faktorer som forklarer fødselsvekt, for eksempel mors alder, antall tidligere barn, ekteskapelig status, utdanning, og til slutt en "county-year-demographic group fixed effect", som er en dummyvariabel for hver kombinasjon av county, år og demografisk gruppe.

Virkingen av temperatur på gjennomsnittlig fødselsvekt er minimal i deres materiale, men de finner en interessant virkning på sannsynligheten for lav fødselsvekt (under 2,5 kg). Den øker 5-6 prosent under klimafremskrivningen for 2070-2100 (A2 er brukt). Hoveddelen av denne effekten skyldes hetebølger om sommeren.

18.5 Konklusjon

På tross av den mulige ekstraeffekten av varmebølger på dødelighet, som også kanskje viser seg i forhold til fødselsvekt, følger vi Folkehelseinstituttet (2010) ved Nafstad sin konklusjon at nettoeffekten av høyere dødelighet pga mer varme og lavere dødelighet pga mindre kulde, ikke kan anslås med noen grad av sikkerhet. Det er dermed ikke grunnlag for å anta at den går i den ene eller andre retningen. Etter vår vurdering er det dette som egentlig ligger i PESETAS-studien til Watkiss m.fl. (2009) også.

Vi avviker dermed fra vurderingene til SOU (2007), men den ser bare på betydningen av varmere vær om sommeren, ikke på den motsatte effekten om vinteren. Etter vår vurdering er det uheldig.

I manges ører er det forskjell på utsagnet "nettoeffekten av høyere dødelighet er forventet å bli null" (eller kortere, "effekten er null") og utsagnet "nettoeffekten av høyere dødelighet kan like gjerne er positiv som negativ". For å markere at det er det siste utsagnet som gjelder her, bruker vi det svenske anslaget til å konstruere et

³⁴ SOU (2007) oppgir at tallene stammer fra prediksjonsmodell basert på data fra Stockholm, utført av Umeå Universitet. Det oppgis også de samme "dose-respons" parametrene som presentert av Rocklöv og Forsberg, som jobber ved Umeå Universitet.

³⁵ Man tar altså med a) den vanlige effekten av økt sommertemperatur og b) den ekstra effekten av hetebølger. Man tar imidlertid ikke med c) (den vanlige) effekten av redusert vintertemperatur. Opplysningen om dette finnes på side 51 i avsnitt 2.1.3 av bilag B34 til SOU. Bilag B34 er bilag til A6, som også er et bilag. Man må altså til side 51 i bilaget til bilaget for å finne disse etter vår oppfatning nokså viktige opplysningene.

intervall. Det vil i praksis si at vi tar utgangspunkt i dataene fra Stockholm, som vi implisitt antar er like representative for Norge som for Sverige. Det er neppe den største feilen vi gjør. Vi legger til grunn at Norges befolkning også fremover er halvparten av den svenske. Finansdepartementet (2005) anbefaler et anslag på 15 millioner kroner for verdien av et statistisk liv, men det gjelder liv tapt i nåtiden. I følge vårt samfunnsscenario (se foran) antas private inntekter å stige med en faktor på tre mellom 2010 og perioden 2070-2100. For enkelhets skyld oppjusterer vi verdien av et statistisk liv like mye.³⁶

Vi lager så et intervall avgrenset av ± 333 liv per år (noe mindre enn $750/2$ siden det svenske tallet kun gjaldt helt mot slutten av perioden 2070-2100), multipliserer med 45 millioner kroner, og anslår at klimakostnaden knyttet til økt dødelighet mot slutten av århundret danner et symmetrisk intervall (-15; 15) milliarder kroner. Andre ukjente faktorer, som endret dødelighet i trafikken, kan også tenkes å inngå i intervallet.

Når det gjelder sammenhengen mellom klimaendring og allergier viser gjennomgangen til Folkehelseinstituttet (2010) at hyppigheten av pollenallergi mest sannsynlig vil øke. Instituttet gjør imidlertid ikke noe forsøk på å tallfeste økningen, og da er det ikke forsvarlig av oss å regne på den samfunnsmessige kostnaden av økningen.

Folkehelseinstituttet går også gjennom sammenhengen mellom klimaendring og en lang rekke infeksjoner. De fleste infeksjonene ventes i liten grad å øke i omfang under klimaendring, i hvert fall hvis vi legger til grunn et fortsatt velfungerende helsevesen og for vannbårne infeksjoner sin del, et velfungerende vannrensesystem. Et unntak kan være *Borrelia*, som ventes å øke i omfang og som enkelte ganger gir opphav til Lymes sykdom (borreliose), og der Lymes sykdom enkelte ganger kan gi langsiktige og alvorlige sykdomsvirkninger. Folkehelseinstituttet gjør imidlertid ikke noe forsøk på å tallfeste økningen i Lymes sykdom, og det er ikke forsvarlig av oss å regne på den samfunnsøkonomiske kostnaden av økningen.

³⁶ Verdien av et statistisk liv er egentlig en betalingsvillighet for risiko, og det er ikke urimelig å anta at den stiger i takt med inntekt.

Referanseliste

- Aaheim m. fl. (2009): *Konsekvenser av klimaendringer, tilpasning og sårbarhet i Norge*. Rapport til Klimatilpasningsutvalget.
- Aaheim, A. (2009): Samfunnsøkonomisk vurdering av virkninger av klimaendring, *Samfunnsøkonomen*, 63, 7, 18-28.
- Aaheim, A., H. Amundsen, T. Dokken, T. Ericson og T. Wei (2009): *A macroeconomic assessment of impacts and adaptation of climate change in Europe*. CICERO Report 2009:6.
- Amelong, B. og A. Moreno (2009): *Impacts of climate change in tourism in Europe. PESETA-tourism study*. JRC Scientific and Technical Reports, European Commission.
- Auno, A.M. og K.Ø. Sørensen (2009): *Norsk reiselivs økonomiske rolle. En analyse basert på satellittregnskapet for turisme*, Rapporter 2009/32, Statistisk sentralbyrå.
- Berg, Lena Nordland., Per F. Jørgensen, Petter H. Heyerdahl, Gunnar Wilhelmsen (2003): *Bioenergiressurser i Norge*. NVE, NLH og KanEnergi. NVE Oppdragsrapport 7/2003
- Bjørberg, S.(2003):*FDV nå og i fremtiden (og litt av hvert innen FDVUS)*. Presentasjon. Multiconsult/NTNU.
- Bjørberg,S., Larsen,A., Øiseth, H.(2007): *Livssyklus kostnader for bygninger*
- Bråthen Svein, Jan Husdal og Jens Rekdal : *Samfunnsøkonomisk verdi av rassikring. Noen beregninger knyttet til verdi av å unngå stengte veier*
- CICERO og Cowi (2008). *Betydningen for Norden av 2 grader global oppvarming*. TemaNord 2008:507. <http://www.cicero.uio.no/media/6168.pdf>
- CIENS - Forskningscenter for miljø og samfunn, (2009). Informasjon under Miljøverndepartementets klimatilpasningsside. 18.03.2009
- Dell, M.; B.F. Jones og B.A. Olken (2009): Temperature and income: Reconciling new cross-sectional and panel estimates, *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 99, 2, 198-204.
- Deschênes, O., M. Greenstone og J. Guryan (2009): Climate change and birth weight, *American Economic Review Papers and proceedings*, 99, 2, 211-217.
- Direktoratet for Samfunnsikkerhet og Beredskap(2007): *Befolkningsundersøkelse om klimatilpasning*.
<http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2007/Rapport/befolkningsundersokelseweb.pdf>
- EBL (2009): Den grønne ledertrøya. Det fornybare Norge: Energi- og klimapolitikk mot 2050. Energibedriftenes landsforening, Oslo.
<http://www.energinorge.no/getfile.php/FILER/AKTUELT/ENERGI%20OG%20KLIMA/Den%20grnne%20ledertrya%20rapport%20040509%281%29.pdf>

Finansdepartementet (2005): Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet, Oslo. http://www.regjeringen.no/upload/kilde/fin/reg/2005/0029/ddd/pdfv/266324-veileder_i_samfunnsok_analyse_trykket.pdf.

Finansdepartementet (2009): Perspektivmeldingen 2009. Stortingsmelding 9 (2008-2009). Finansdepartementet, Oslo. <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/dok/regpubl/stmeld/2008-2009/stmeld-nr-9-2008-2009-.html?id=541684>

FKD (2010): Fakta om fiskeri og havbruk 2009. Fiskeri- og kystdepartementet, Oslo.

FNOs Vannskadestatistikk- VASK
<http://fno.no/no/Hoved/Statistikk/skedeforsikring/VASK/>

Folkehelseinstituttet (2003): *Desinfeksjon av vann ved UV-bestråling*.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5631&MainArea_5661=5631:0:15,2880:1:0:0:::0:0&MainLeft_5631=5544:28172::1:5641:1:::0:0

Folkehelseinstituttet 2010: *Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning*. Nasjonalt folkehelseinstitutt, Oslo.

Folkehelseinstituttet 2010. Vannverkregisteret.
http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5631:0:15,4383:1:0:0:::0:0

Fronzek, S., & Carter, T. (2007). Assessing uncertainties in climate change impacts on resource potential for Europe based on projections from RCMs and GCMs. *Climatic Change*, 81, 357-371

Gaasland, I. (2004). Can Warmer Climate Save the Northern Agriculture? Working Paper 16. Institute for Research in Economics and Business Administration (SNF), Bergen.

Golombek, R. & Kittelsen, S.A.C. (2009): *Climate change: The impact on electricity markets in Western Europe*. Frischsenteret, UiO.

Hamilton, J.M., D.J. Hamilton og R.S.J. Tol (2005): Effects of climate change on international tourism, *Climate Research*, 29, 245-254.

Hanssen-Bauer I. (red) (2009): Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til Klimatilpasningsutvalget. Norsk klimasenter.
http://www.regjeringen.no/upload/MD/Kampanje/klimatilpasning/Bilder/NOU/klimatilpassing_endelig_lavoppl.pdf

Haug, O. & Orskaug, E. (2009a): *Projecting future building water losses from ECHAM and Hadley climate scenarios*. Norsk Regnesentral. Presentasjon.

Haug, O., Orskaug, E. (2009b): *Skadeprediksjoner basert på ECHAM4 klimamodelldata*. Norsk Regnesentral.

Haugen, L.E. (2007): Regionale klimafremskrivninger for Norge: En oppdatering. Arbeidsdokument til Nasjonal Transportplan 2010-2019: Virkninger av klimaendringer for transportsektoren.

Horowitz, J.K. (2009): The income-temperature relationship in a cross-section of countries and its implications for predicting the effects of global warming, *Environmental and Resource Economics*, 44, 475-493.

Iglesias, A., L. Garrote, S. Quiroga og M. Moneo (2009): Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study. JRC scientific and technical reports, European Commission.

Innovasjon Norge (2009): *Nøkkeltall 2008*.

<http://www.innovasjon Norge.no/Satsinger/Reiseliv/Markedsdata/Nokkeltall-om-norsk-turisme/>

IPCC (2007): *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.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, ed. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, and C. E. Hanson. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

Jaedicke, C. & Aaheim, A (2009): *Samfunnsøkonomiske konsekvenser*. Foredrag fra forskningsprosjektet Geoextreme. <http://www.geoextreme.no/files/PDF/06-Asbjørn.pdf>

KLIF (2010): Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Klima- og forurensingsdirektoratet (KLIF), Oslo.
<http://www.klif.no/publikasjoner/2590/ta2590.pdf>

Kommunal- og regionaldepartementet(KRD) (2009): Stortingsprop. 1 S., 2009–2010. Programkategori 13.80 Bolig, bomiljø og bygg.
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/dok/regpubl/prop/2009-2010/prop-1-s-20092010/9.html?id=580500>

Kosatsky, T. The 2003 European heat waves. *Euro Surveill*. 2005, 10, 148-149.

Larsen, Olav Mosvold: *Klimaendringer og infrastruktur*. utfordringer for Avinor. Vann nr 1/2009

Le Tertre, A.; A. LeFranc, D. Eilstein, C. Declercq, S. Medina, M. Blanchard m.fl. (2006): Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology*, 17, 1, 75-79.

Lindholm; Oddvar (2008), Svein Endresen, Sveinn Thorolfsson, Sveinung Sægrov, Guttorm Jakobsen og Lars Aaby (2009) *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*, Norsk Vann Rapportnr: 162/2008,).

Lisø K.R. & Kvande,T (2007): *Klimatilpassing av bygninger*. SINTEF Byggforsk

LMD (2009): *Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen*, Stortingsmelding 39 2008-2009.

Lorentzen, T. (2008). "Modeling climate change and the effect on the norwegian salmon farming industry." *Natural Resource Modeling* 21(3): 416-435.

Lorentzen, T. and R. Hannesson (2005). Climate change and productivity in the aquaculture industry. *SNF Working Paper No. 59/05*. Bergen, SNF.

Multiconsult og PriceWaterhouseCoopers(PWC) (2008): *Vedlikehold i kommunesektoren, "Fra forfall til forbilde"*.

Myrstad, Liliane; Carl Fredrik Nordheim Bjørg Einan (2007): *Rapport fra vannverksregisteret Drikkevannsstatus* (data 2003 og 2004) Rapport 2007:6 Nasjonalt folkehelseinstitutt

Nasjonal transportplan 2010-2019: Arbeidsdokument: Virkninger av klimaendringer for transportsektoren. Vedlegg: Haugen, Jan Erik og Debernard, Jens (februar 2007). Regionale klimascenarier for transportsektoren i Norge – en oppdatering. Det Norske Meteorologiske institutt http://www.ntp.dep.no/2010-2019/pdf/20070627_virkninger_av_klimaendringer.pdf

Norsk Standard: NS3454. www.standard.no

NOU 2005:18: *Fordeling, forenkling, forbedring .Inntektssystemet for kommuner og fylkeskommuner*. Kommunal og regionaldepartementet.

OECD (2009): *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. Costs, benefits and policy instruments*. S. Agrawala og S. Fankhauser (red), OECD, Paris.

Oxfam International. 2007. *Adapting to Climate Change: What's Needed in Poor Countries, and Who Should Pay*. Briefing Paper 104. Oxford, U.K. Oxfam International.

Parry, M., N. Arnell, P. Berry, D. Dodman, S. Fankhauser, C. Hope, S. Kovats, R. Nicholls, D. Satterthwaite, R. Tiffin, and T. Wheeler. 2009. *Assessing the Costs of Adaptation to Climate Change: A Review of the UNFCCC and Other Recent Estimates*. London: International Institute for Environment and Development and the Grantham Institute for Climate Change, Imperial College.

Prognosesenteret (2009): *Prognoser, Bygg- og anleggsmarkedet*.

Project Catalyst. 2009. "Adaptation to Climate Change: Potential Costs and Choices for a Global Agreement". Climate Works Foundation, San Francisco, Calif.

Rocklöv, J. og B. Forsberg (2007): Dödsfallen i Stockholm ökar med värmen. *Läkartidningen* 30-31, vol 104, s. 2163-2165.

Schjølberg, Laukli, Nossun, Bjørberg, Larsen, 2009

Seljom, P. & Rosenberg, E.(2009): *Norwegian wind and temperature data from climate models*. Institutt for energiteknikk (IFE).

SINTEF Byggforsk (2010): *Klima- og sårbarhetsanalyse for bygninger i Norge, Utredning som grunnlag for NOU Klimatilpassning*.

SOU (2007): *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. SOU 2007:60.
<http://www.sweden.gov.se/sb/d/8704/a/89334>

SSB (2006): *Overnattingsstatistikk 2005*. NOS D 345, Statistisk Sentrálbyrå.

SSB (2009a): Kommunale gebyrer
<http://www.ssb.no/vis/emner/05/03/kommgeb/main.html>

SSB (2010): Statistikkbanken. Tabell 03839: Personer på ferietur, etter viktigste feriemål og alder (1000) personer.
http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=ferie

SSB (2010a): Husholdningenes forbruk. <http://www.ssb.no/forbruk/>

SSB (2010a): Kvartalsvis nasjonalregnskap tom 3. kvartal 2009, tabell 18.
<http://www.ssb.no/emner/09/01/knr/tab-2009-11-24-18.html>.

SSB (2010a): Kvartalsvis nasjonalregnskap tom 3. kvartal 2009, tabell 10 og 18.
<http://www.ssb.no/emner/09/01/knr/tab-2009-11-24-10.html> og
<http://www.ssb.no/emner/09/01/knr/tab-2009-11-24-18.html>.

SSB (2010a): SSB (2010a): Kvartalsvis nasjonalregnskap tom 3. kvartal 2009, tabell 18.
<http://www.ssb.no/emner/09/01/knr/tab-2009-11-24-18.html>.

SSB (2010b): Nøkkeltall. Temaside fiskeri og havbruk.
http://www.ssb.no/fiskeri_havbruk/

SSB (2010b): Statistisk årbok, tabell 354 og 367. <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-354.html> og <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-367.html>.

SSB (2010b): Temaboks 2.3, i Økonomiske analyser 1/2010.
<http://www.ssb.no/emner/08/05/10/oa/201001/norsk-ok.pdf>

SSB (2010c): Nasjonalregnskap, årlig, tabell 05208 "Kapitalbeholdinger og investeringer, etter art og hovednæring". <http://www.statbank.ssb.no/>

SSB(2010b): SSBs temaside for bygg og bolig.
<http://www.ssb.no/bygg/>

Stenevik, E. K. and S. Sundby (2007). "Impacts of climate change on commercial fish stocks in Norwegian waters." *Marine Policy* **31**(1): 19-31.

Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change* [The Stern Report]. Cambridge: Cambridge University Press.

Stern, N. 2008. "The Economics of Climate Change." *American Economic Review*, 98(2): 1–37.

Sundby, S. (2010): Notat til Klimatilpasningsutvalget.

Torvanger, A.M., Twena, M. and Romstad, R. (2004). Climate Change Impacts on Agricultural Productivity in Norway. Working paper 2004-10, Center for International Climate and Environmental Research—Oslo (CICERO), Oslo.

TØI (2009): *Gjesteundersøkelsen 2008*. TØI-rapport 995/2008.

UNDP (United Nations Development Programme). 2007. *Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World*. New York: United Nations Development Programme.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2007. *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities, and Adaptation in Developing Countries*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat.

Vannskadepkontoret, SINTEF Byggforsk (2008): *Årsberetning for Vannskadepkontoret 2008*

Verdensbanken (2009): *The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change. New Methods and Estimates. The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study. Consultation Draft September 28, 2009.*

<http://siteresources.worldbank.org/INTCC/Resources/EACCRReport0928Final.pdf>.

Verdensbanken 2006. *Clean Energy and Development: Towards an Investment Framework*. Washington DC: World Bank.

Watkiss, P., L. Horrocks, S. Pye, A. Searl og A. Hunt (2009): *Impacts of climate change on human health in Europe. PESETA-human health study*. JRC scientific and technical reports, European Commission.

Zheng, D., M. Freeman, J. Bergh, I. Røsberg, P. Nilsen. (2002). Production of *Picea abies* in South-east Norway in Response to Climate Change. A Case Study Using Process-based Model Simulation with Field Validation. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17, 1, 35-46.