



Vestlandsforskningsrapport nr. 2/2011

# Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur

## Delrapport 4: Egne analyser av tilpasningsmuligheter belyst med eksempler fra ulike kommuner

Carlo Aall (red.)



## Vestlandsforskning rapport

<b>Tittel</b> Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Delrapport 4: Egne analyser av tilpasningsmuligheter belyst med eksempler fra ulike kommuner	<b>Rapportnummer</b> 2/2011 <b>Dato</b> 07-01-2011 <b>Gradering</b> Åpen
<b>Prosjekttittel</b> Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur	<b>Antall sider</b> 57 <b>Prosjektnr</b> 6191
<b>Forskere</b> Carlo Aall (Vestlandsforskning), Kyrre Groven (Vestlandsforskning), Eli Heiberg (Vestlandsforskning), Cecilie Flyen Øyen (SINTEF), Leif Sigurd Hafskjold (SINTEF), Stian Bruaset (SINTEF), Anders-Johan Almås (SINTEF), Oddbjørn Gjerde (SINTEF)	<b>Prosjektansvarlig</b> Carlo Aall (Vestlandsforskning)
<b>Oppdragsgiver</b> KS forskning	<b>Emneord</b> Klimatilpasning, klimasårbarhet, fysisk infrastruktur, kommune, fylkeskommune

### Andre publikasjoner frå prosjektet

Aall, C. (red) (2010): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Delrapport 1: Oppsummering av kunnskapsstatus*. VF-rapport 5/2010. Sogndal: Vestlandsforskning.

Miles, M. (2010): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Delrapport 2: Klimaanalyse*. Bergen: Bjerknessenteret.

Aall, C. (red) (2011): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Delrapport 3: Egne analyser av sårbarhet overfor klimaendringer belyst med eksempler fra ulike kommuner*. VF-rapport 1/2011. Sogndal: Vestlandsforskning.

Aall, C. (red) (2011): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Delrapport 5: Egne analyser av forutsetninger og barrierer for tilpasning til klimaendringer belyst med eksempler fra ulike kommuner*. VF-rapport 3/2011. Sogndal: Vestlandsforskning.

Aall, C. (red) (2011): *Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Sluttrapport*. VF-rapport 2/2011. VF-rapport 4/2011. Sogndal: Vestlandsforskning.

**ISBN:** 78-428-0303-0

**Pris:** 100 kroner

## Forord

Dette er den fjerde av fem planlagte delrapporter fra prosjektet "Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur" for KS-forskning som gjennomføres i et samarbeid mellom Vestlandsforskning, SINTEF og Bjerknessenteret. Den foreliggende rapporten gjelder egne analyser av *muligheter for tilpasning* til klimaendringer innen kommunal og fylkeskommunal infrastruktur. Følgende personer har deltatt i å skrive rapporten:

- Redigering og overordnet faglig ansvar: Carlo Aall (Vestlandsforskning)
- Metodeutvikling på tvers av tema: Carlo Aall (Vestlandsforskning)
- Arealforvaltning: Eli Heiberg (Vestlandsforskning)
- Vannforsyning og avløpshåndtering: Leif Sigurd Hafskjold (SINTEF), Stian Bruaset (SINTEF)
- Offentlige bygg: Cecilie Flyen Øyen (SINTEF), Anders-Johan Almås (SINTEF), Kyrre Groven (Vestlandsforskning)
- Offentlig transport og transportinfrastruktur: Kyrre Groven (Vestlandsforskning)
- Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon: Kyrre Groven (Vestlandsforskning), Cecilie Flyen Øyen (SINTEF), Oddbjørn Gjerde (SINTEF), Carlo Aall (Vestlandsforskning)

De ulike delrapportene er skrevet med tanke på å kunne leses uavhengig av hverandre. Derfor vil noe av bakkgrunnsinformasjonen om prosjektet og innretningen av vårt arbeid være felles for de ulike delrapportene.

Sogndal/Bergen/Oslo/Trondheim 7. januar 2011

Carlo Aall (Vestlandsforskning)

prosjektleder

## Innhold

<b>TABELLER OG FIGURER .....</b>	<b>5</b>
<b>INNLEDNING.....</b>	<b>6</b>
<b>METODE.....</b>	<b>8</b>
<b>FORSLAG TIL EN TYPOLOGI FOR TILPASNINGSTILTAK.....</b>	<b>11</b>
INNLEDNING.....	11
NASJONALE TILPASNINGSSTRATEGIER I EUROPEISKE LAND .....	11
MIS-TILPASNING .....	14
HOVEDKATEGORIER AV TILPASNINGSTILTAK.....	15
<b>FORSLAG TIL KRITERIER FOR PRIORITERING AV TILPASNINGSTILTAK .....</b>	<b>20</b>
AKTUELLE KRITERIER .....	20
KAN GJELDENE KRITERIER OVERFØRES FRA DEN UTSLIPPS- TIL DEN TILPASNINGSORIENTERTE DELEN AV KLIMAPOLITIKKEN .....	21
FORSLAG TIL ET 10 PUNKTS KRITERIESETT.....	22
<b>EGNE ANALYSER AV TILPASNINGSMULIGHETER FOR KLIMAENDRINGER .....</b>	<b>25</b>
AREALFORVALTNING .....	25
BYGG .....	40
VANNFORSYNING OG AVLØPSHÅNDTERING .....	43
TRANSPORT OG TRANSPORTINFRASTRUKTUR.....	48
KRAFTOVERFØRING OG ELEKTRONISK KOMMUNIKASJON .....	52
<b>REFERANSER .....</b>	<b>55</b>
<b>VEDLEGG: NASJONALE KLIMATILPASNINGSSTRATEGIER .....</b>	<b>57</b>

## Tabeller og figurer

TABELL 1 TEMA SOM VIL BLI ANALYSERT .....	6
TABELL 2 TEMA SOM VIL BLI ANALYSERT .....	8
TABELL 3 KATEGORISERING AV FORELIGGENDE NASJONALE STRATEGIER FOR KLIMATILPASNING I EUROPA .....	12
TABELL 4 FORSLAG TIL HOVEDINDELING AV LOKALE KLIMATILPASNINGSTILTAK .....	16
TABELL 5 TYPOLOGI FOR DE AKTIVE KLIMATILPASNINGSTILTAKENE .....	19
TABELL 6 EKSEMPLER PÅ KLIMAEFFEKTER OG KLIMATILPASNINGSTILTAK INNEN VA SEKTOREN (MUTHANNA MFL, 2010) .....	43
TABELL 7 NOEN FORDELER OG ULEMPER VED TILTAK I FELLESSYSTEM (WATT MFL 2003) .....	44
TABELL 8 NOEN FORDELER OG ULEMPER VED TILTAK I FELLESSYSTEM (WATT MFL 2003) .....	45
TABELL 9 OVERSIKT OVER NOEN TILTAK SOM REDUSERER OVERLØPSUTSLIPP OG OVERSVØMMELSER. (LINDHOLM, O., ENDRESEN, S., THOROLFSSON, S., SÆGROV, S., JAKOBSEN, G. 2005) .....	45
TABELL 10 EKSEMPEL PÅ TILTAK FOR TILPASNING TIL KLIMAENDRINGER FOR VA .....	47
TABELL 11 TYPOLOGI FOR TILPASNINGSTILTAK I VEISEKTOREN .....	50
FIGUR 1 ANALYSEMODELL .....	7
FIGUR 2 FORSLAG UTARBEIDET AV DET EUROPEISKE MILJØDIREKTORATET TIL OVERORDNEDE RETNINGSLINJER FOR KLIMATILPASNING (PRUTSCH MFL, 2010) .....	13
FIGUR 3 ULIKE TILNÆRMINGER TIL KLIMATILPASNING .....	14
FIGUR 4 EKSEMPLER PÅ KUNNSKAPSBEHOV FOR Å FØLGE OPP EN FØRSTE OVERORDNET VURDERING AV LOKAL KLIMASÅRBARHET .....	18
FIGUR 6 REGIONAL VARIASJON I DAGENS POTENSIAL FOR NYDYRKNING OG FORVENTET ØKNING I VEKSTSESONGEN FRAM MOT 2050 .....	26

## Innledning

### Om prosjektet

Denne rapporten inngår i prosjektet "Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur" for KS-forskning som skal utrede følgende to forhold:

- *Sårbarhetsstudie*: vurdere konsekvenser klimaendringene vil få for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur.
- *Tilpasningsstudie*: vurdere tiltak som kan gjennomføres innenfor kommunale sektorområder og innen kommunal og regional planlegging, gitt eksisterende klimaframskrivninger

Med fysisk infrastruktur mener vi følgende:

- Arealforvaltning
- Vannforsyning
- Avløps- og overvannshåndtering
- Offentlige bygg
- Offentlig transport
- Transportinfrastruktur
- Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon

Med *kommunal* fysisk infrastruktur mener vi følgende:

- Infrastruktur *eid* av kommuner eller fylkeskommuner (for eksempel offentlige bygg).
- Infrastruktur som disse har et primæransvar for å *drive* (for eksempel infrastruktur knyttet til vann, avløp og renovasjon).
- Annen offentlig infrastruktur der dette er *indirekte* relevant for kommunesektoren (for eksempel ledningsnett for kraftoverføring).

**Tabell 1** Tema som vil bli analysert

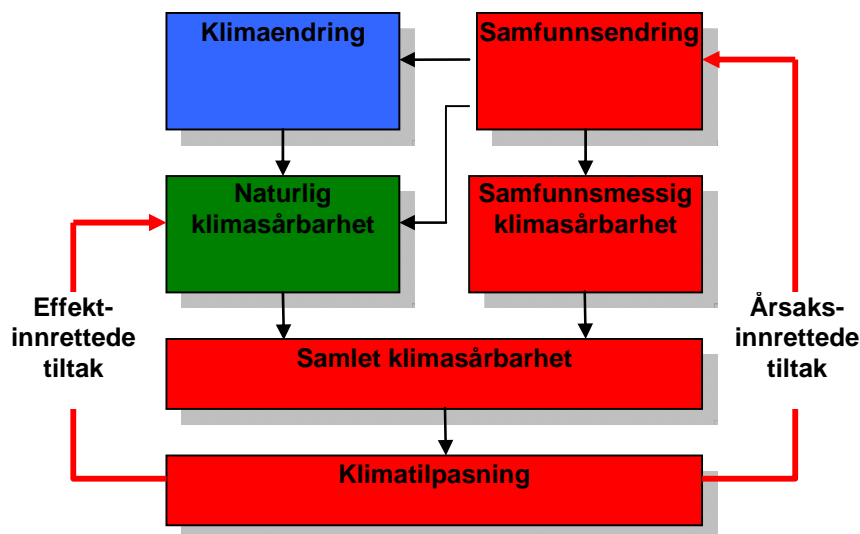
Kategorier av fysisk infrastruktur	Direkte relevant: Eid/drevet av kommuner	Direkte relevant: Eid/drevet av fylker	Indirekte relevant: Eid/drevet av andre
Arealforvaltning	Kommunearealplan	Fylkesarealplan	Ikke relevant
Bygg	Skoler, administrasjonsbygg, helseinstitusjoner, kommunale boliger, o.a.	Videregående skoler, administrasjonsbygg, o.a.	(Private boliger behandlet under "arealforvaltning")
Vannforsyning og avløpshåndtering	Kommunale og interkommunale anlegg	Ikke relevant	Ikke relevant
Transport og transportinfrastruktur	Kommunale vegger, kommunale havner, transport som del av tjenesteproduksjon	Fylkeskommunale vegger, kollektivtransport	Ikke omfattet
Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon	Ikke relevant	Ikke relevant	Leverandør til kommunale/fylkeskommunale bygg og tjenesteproduksjon

I et tidligere klimatilpasningsprosjekt for KS-forskning ble det utviklet en modell som skiller mellom klima- og samfunnsendringer (jf figuren under). Denne modellen ble utviklet i KS-prosjektet "Storm, skred, flom og oljeutslipp – ansvar, myndighet, roller og finansiering av sikringstiltak og skadeforebyggende arbeid"<sup>1</sup> ledet av Vestlandsforskning, og er senere videreutviklet i prosjektet "Lokal klimatilpasning og klimasårbarhet i Norge" (NORADAPT)<sup>2</sup> ledet av CICERO. Det er to viktige poeng med en slik todelt modell: Å få fram at samfunnets framtidige klimasårbarhet er en sumeffekt av hvordan klimaet og samfunnet endrer seg, og å få fram skillet mellom en virknings- og årsaksinnretning av klimatilpasningsarbeidet. Et ensidig fokus på den partielle effekten av klimaendringer kan lede oppmerksomheten ensidig i en virkningsinnretning, forstått som tiltak rettet inn mot en gitt virkning av klimaendringer (eks bygge rasvoller mot ras). Et fokus også på samfunnsendringer kan gjøre det enklere også å legge til grunn en årsaksinnretning, forstått som å gjøre noe med årsaken til at samfunnet blir

<sup>1</sup> <http://www.ks.no/tema/Samfunnsansvar/Klima-og-miljo/Kommunene-og-klimautfordringene---ansvar-og-sikring/>

<sup>2</sup> <http://www.vestforsk.no/index.html/prosjekt/lokal-klimatilpasning-og-klimasaarbarhet-i-norge-noradapt>

rammet av naturskade utløst av klimaendring - for eksempel i tilfellet "ras" og det å styre utbyggingsmønsteret vekk fra mulige rasutsatte områder.



**Figur 1** Analysemodell

Ut fra figuren over skal prosjektet gjøre følgende analyser:

1. Hva er situasjonen *i dag* med hensyn på sårbarhet for klimapåvirkning?
2. Hvordan kan forventede *framtidige klimaendringer* angitt ut fra et utvalg relevante *klimafaktorer* påvirke den samlede klimasårbarheten?
3. Hvordan kan forventede *framtidige samfunnsendringer* forsterke eller svekke virkningen av klimaendringer?
4. Hva er sumeffekten av (2) og (3)?
5. Hvilke *strategier* og *tiltak* kan kommunene eller fylkeskommunene sette i verk for å forebygge uønskede virkninger av klimaendringer?

Situasjonen *i dag* når det gjelder hvordan samfunnet blir påvirket av klima er en naturlig inngang til å diskutere virkninger av mulige framtidige klimaendringer. En typisk problemstilling her gjelder etterslepet i vedlikehold av infrastruktur som veger og offentlige bygninger. Når det gjelder *klimafaktorer* vil vi ta utgangspunkt i følgende parametre: havnivåstigning, stormflo, nedbør, flom, skred, temperatur og ekstrem vind. Vi vil benytte de klimaframskrivningene som ble sammenstilt av Norsk klimasenter på oppdrag fra NOU klimatilpasning<sup>3</sup>. Disse vil bli drøftet og supplert der det er nødvendig ut fra en vurdering av klimafaktorer som kan være spesielt relevante i forbindelse med våre studier.

## Om rapporten

I anbudsutlysningen fra KS står bl.a. følgende bestilling:

- Vurdere hensiktsmessige klimatilpasningstiltak ut fra ulike klimaframskrivninger.
- Gjennomføre en kost/nytte -studie av de mest aktuelle tiltakene og foreslå en prioritert rekkefølge av disse tiltakene på bakgrunn av studien.
- Anslå kommunesektorens investeringsbehov knyttet til utvalgte klimatilpasningstiltak.

Den foreliggende rapporten belyser disse punktene. Rapporten er organisert som følger:

- Først gis en kort gjennomgang av EUs tilnærming til arbeidet med klimatilpasning
- Så presenteres et forslag til typologi for klimatilpasningstiltak
- Videre drøftes aktuelle kriterier for prioritering av klimatilpasningstiltak og forslag til et 10-punkts kriteriesett presenteres.
- Så går vi over til å presentere våre analyser av aktuell klimatilpasningstiltak innenfor hvert av prosjektets fem tema

<sup>3</sup> Klima i Norge 2100, se [http://hou-klimatilpasning.no/Klima\\_Norge\\_2100\\_fUR-M.pdf.file](http://hou-klimatilpasning.no/Klima_Norge_2100_fUR-M.pdf.file)

## Metode

### Hovedtilnærming

Vi har brukt en tredelt tilnærming i våre egne analyser av sårbarhet for klimaendringer:

1. En innledende oppsummering av kunnskapsstatus med basis i det vi har dokumentert i delrapport 1 ("Klimaendringenes konsekvenser for kommunal og fylkeskommunal infrastruktur - Oppsummering av kunnskapsstatus").
2. Analyse av regionale variasjoner i klimasårbarhet ut fra foreliggende kunnskap oppsummert i punkt (1) og mulige klimaendringer for to tidsvinduer: 2050 og 2100. Dette er for øvrig den samme oppløsningen som nå er lagt til grunn i veileder i kommunal klimatilpasning fra [www.klimatilpasning.no](http://www.klimatilpasning.no)<sup>4</sup>.
3. Illustrere, konkretisere og utdype analysene gjort i punkt (2) gjennom avgrensede casestudier gjennomført i et begrenset utvalg kommuner.

I det videre vil vi kort omtale den metodiske tilnærmingen som ligger bak punkt (2) og (3), men for en mer utførlig omtale av den delen av metodikken som gjelder produksjon av klimascenarier vises til delrapport 2 fra Bjerknessenteret. Men først presiserer vi hva vi legger i de fem analysetemaene arealforvaltning, bygg, vannforsyning og avløpshåndtering, transport og transportinfrastruktur, og kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon. Tabellen under gir en samlet framstilling av den tematiske innretningen i prosjektet.

**Tabell 2 Tema som vil bli analysert**

Kategorier av fysisk infrastruktur	Direkte relevant: Eid/drevet av kommuner	Direkte relevant: Eid/drevet av fylker	Indirekte relevant: Eid/drevet av andre
• Arealforvaltning	Kommunearealplan	Fylkesarealplan	Ikke relevant
• Bygg	Skoler, administrasjonsbygg, helseinstitusjoner, kommunale boliger, o.a.	Videregående skoler, administrasjonsbygg, o.a.	(Private boliger behandlet under "arealforvaltning")
• Vannforsyning og avløpshåndtering	Kommunale og interkommunale anlegg	Ikke relevant	Ikke relevant
• Transport og transportinfrastruktur	Kommunale veier, kommunale havner, transport som del av tjenesteproduksjon	Fylkeskommunale veier, kollektivtransport	Ikke omfattet
• Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon	Ikke relevant	Ikke relevant	Leverandør til kommunale/fylkeskommunale bygg og tjenesteproduksjon

### Arealforvaltning

Arealforvaltning skiller seg fra de andre temaene gjennom først og fremst å være et *aspekt* ved de andre temaene. Arealforvaltning er et typisk årsaksinnrettet virkemiddel ved at arealplanlegging kan påvirke graden av eksponering for klimapåvirkning for fysisk infrastruktur. Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) knyttet til arealplanen er ett slikt virkemiddel. Et annet kan være å sette av hensynssoner i arealplanen ut fra en ROS, der det for eksempel legges begrensninger på oppføring av bygninger og annen infrastruktur. Men det er også mulig å se for seg arealmessige konsekvenser i Norge av klimaendringer i *utlandet*. Vi vil i denne sammenhengen konsentrere oss om én slik kategori av konsekvenser: Endring av verdien av dyrka og dyrkbar mark.

Klimaendringer i andre land enn Norge kan føre til at den globale matvaresikkerheten blir svekket, noe som igjen kan øke prisen på matvarer og i siste instans øke verdien av dyrka og dyrkbar mark i Norge. Her er det også relevant å peke på konfliktpotensialet i forhold til utslippsdelen av klimapolitikken, der man ut fra prinsippet om transportreduserende arealplanlegging kan ønske å planlegge boliger på sentrumsnær dyrka mark, mens man ut fra hensynet til faren for redusert global matvaresikkerhet ønsker å ta vare på jordbruksarealer av høy kvalitet.

<sup>4</sup> Jf <http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/veileder-til-klimatilpasning.html?id=614277>



## Bygg

Private boliger, og da spørsmålet om *lokalisering* av disse, blir dekt av temaet arealforvaltning, slik at temaet *bygg* avgrenses til kommunale og fylkeskommunale bygg av typen skoler, helseinstitusjoner, administrasjonsbygg mv. Her vil det være lokalisering, utforming, materialbruk og vedlikehold av bygg som vil være i fokus. Videre vil vi også berøre spørsmålet om offentlig bygningskontroll/tilsyn og spørsmålet om lokal tilpasning versus nasjonal standardisering når det gjelder utforming og materialbruk av bygg. Kommunen innehar mange roller i forbindelse med bygget miljø; byggherre og -eier for egne bygg og iverksetter av plan- og bygningslovens bestemmelser gjennom planlegging og byggesaksbehandling. Gjennom sin forvaltning av egen bygningsmasse gir kommunen også viktige signaler til publikum, blant annet i forhold til valg av gode, klimatilpassete løsninger.

## Vannforsyning og avløpshåndtering

Vannforsyning og avløpshåndtering (VA) omfatter i denne rapporten de kommunale systemene som trengs for å forsyne innbyggerne med godt drikkevann og ta hånd om avløpsvannet. Systemene omfatter renseanlegg og transportsystemer, som bla.a. består av rør, pumpestasjoner, bassenger og overløp. Gjenskaffelsesverdien av de kommunale VA-systemene i Norge ble i 2001 estimert til over 400 mrd NOK<sup>5</sup>.

## Transport og transportinfrastruktur

Transportnettet er en viktig del av den kommunale og fylkeskommunale infrastrukturen, noe som også er forsterket gjennom den gjennomførte reformen hvor fylkeskommunen har fått ansvaret for hoveddelen av det som tidligere var klassifisert som riksveger. Vegnettet utgjør ikke bare en stor del av de verdier som forvaltes, men er også av avgjørende betydning for verdiskaping og øvrig samfunnsaktivitet. Vegnettet er stedvis sårbart for ekstreme værforhold som kan forårsake ras, flom, snøfokk mm. Klimaendringer med hyppigere og mer ekstreme værforhold vil dels forsterke dagens problemer, dels skape problemer på steder som hittil har vært forsånt. Dårligere regularitet med økonomisk tap og dårlig forutsigbarhet for næringslivet er én alvorlig konsekvens av stengte veger. Betraktes dimensjonen med samfunnsendring, vil arealet som omfattes av vegnettet også bli benyttet av annen infrastruktur. I dag ligger mye av vann- og avløpsledninger lokalisert til veggrunnen, mens det i framtiden vil være langt flere aktører som vil ønske å benytte dette arealet. Dette gjelder blant annet rør for fjernvarme, elektronisk infrastruktur (bredbånd), el- og telekabler. Når det gjelder havner og kaianlegg er disse dimensjonert til dagens havnivå og ut fra bølgepåvirkninger som opptrer med gitte årsintervall. Ved klimaendringer kan vi få både en endring av havnivået og kraftigere og hyppigere ekstremværsituasjoner enn disse anleggene er dimensjonert for. Det har også vært en utvikling i dimensjonen på fartøyene og dette vil også kreve en oppgradering av en rekke kai- og havneanlegg.

Med kommunal og fylkeskommunal transport mener vi følgende: Den delen av kollektivtransporten som eies, drives eller på annen måte forvaltes og styres av kommuner og fylkeskommuner (dvs i praksis all kollektivtransport på sjø og veg, og på skinner i byer, mens jernbane og fly er et statlig ansvar); skoleskyss; helsetransport; og reiser i forbindelse med pleie og omsorg (for eksempel hjemmehjelp). Disse påvirkes hovedsakelig av klima på en indirekte måte gjennom tilstanden til transportinfrastrukturen. En tilleggsdimensjon ved transport er knyttet til beredskap: Stengte veger betyr i verste fall at både varetransport og persontransport må innstilles. Der det mangler alternative transportmuligheter kan lokalsamfunn bli isolert slik at krisetiltak må iverksettes. Eksempelvis kan det være behov for å sette opp kollektive kriseruter ved stenging av transportårer.

## Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon

I utlysningen er informasjonsteknologi nevnt som ett av de tema man ønsker utredet. Vi har tolket dette til å omfatte *kraftforsyning og elektronisk kommunikasjon*, et område som Justis- og politidepartementet definerer å høre inn under kritisk infrastruktur; dvs. anlegg og systemer som er helt nødvendige for å opprettholde samfunnets kritiske funksjoner som igjen dekker samfunnets grunnleggende behov og befolkningens trygghetsfølelse<sup>6</sup>.

Kraftforsyningen er forskjellig fra de andre infrastrukturen som behandles i dette prosjektet da kommunene ikke har direkte påvirkning på infrastrukturen, men likevel må håndtere (deler av) konsekvensene som kan oppstå som følge av hendelser her.

Kraftforsyningen kan i grove trekk struktureres i to hovedfunksjoner. Den første er produktet energi (i hovedsak elektrisitet i Norge, men også noe produksjon av fjernvarme i enkelt større byer og tettsteder). Dette kan

<sup>5</sup> Opplysningsutvalget for VA-ledningsnett – [www.ovalinfo.no](http://www.ovalinfo.no)

<sup>6</sup> NOU 2006:6 *Når sikkerhet er viktigst*, se <http://www.regjeringen.no/nb/dep/jd/dok/nouer/2006/nou-2006-6/5/1.html?id=157439>

sammenlignes med andre varer og tjenester i samfunnet, slik som drikkevann, helsetjeneste og teletjeneste. Den andre hoveddelen består av den fysiske infrastrukturen som produserer og distribuerer elektrisk kraft eller fjernvarme til sluttbrukerne. Eksempler på dette er demninger, kraftstasjoner, transformatorer, kraftlinjer og rør til transport av varmt vann.

Kraftnettet deles ofte inn i tre nivåer:

- Sentralnettet er hovedveiene i kraftsystemet og knytter produksjon og forbruk i ulike deler av landet sammen. Sentralnettet omfatter også utenlandsforbindelsene, og har vanligvis spenningsnivå 300 – 420 kV.
- Regionalnettene har normalt spenningsnivå 33 – 132 kV og er bindeleddet mellom sentralnettet og distribusjonsnettene. Kraftkrevende industri og hoveddelen av kraftproduksjonen er knyttet til regionalnettene og sentralnettet.
- Distribusjonsnettene sørger normalt for distribusjon av kraft til sluttbrukere innen husholdninger, tjenesteyting og industri. Distribusjonsnettene har normalt spenninger på 11 – 22 kV, men kraften transformeres ned til 230 V for levering til vanlige kunder.

Det samlede linjennettet i Norge er omtrent 300 000 km. De fleste nettselskapene er helt eller delvis eid av en eller flere kommuner. Statnett SF, som eier om lag 87 % av sentralnettet, er eid av staten.

Kommuner og fylkeskommuner eier om lag 52 % av produksjonskapasiteten i Norge. Staten, gjennom Statkraft SF, eier om lag 36 % og private selskaper om lag 12 %. Kraftforsyningen er underlagt en rekke lover og forskrifter, i første rekke håndhevet av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). NVE er underlagt Olje- og energidepartementet og har blant annet en sentral rolle i beredskapen mot flom og vassdragsulykker, leder den nasjonale kraftforsyningsberedskapen, og står for monopolreguleringen av nettselskapene. DSB er tilsvarende underlagt Justis- og politidepartementet. DSB forvalter blant annet tilsynet med kraftforsyningen gjennom "Lov om tilsyn med elektriske anlegg".

Samfunnet blir stadig mer avhengig av informasjonsteknologi, og er derfor mer og mer sårbart for manglende mobildekning eller brudd på datakommunikasjon. Noen enkle eksempler er kommunikasjon via telenett, mobilnett og datanett, men et slikt brudd vil også påvirke trafikkstyringssystemer og dermed avvikling av trafikal kommunikasjon (f.eks. tog og flytrafikk), kommunikasjon for å sikre sivil beredskap osv. Det er i tillegg en gjensidig avhengighet mellom kraftsystemet og de IT-systemer som benyttes for å styre og overvåke kraftsystemet.

## Forslag til en typologi for tilpasningstiltak

### Innledning

I prosjektbeskrivelsen er det definert en egen arbeidspakke i prosjektet som består i å utvikle en typologi for ulike kategorier av klimatilpasningstiltak. En slik typologi kan hjelpe kommunene å sortere hva som bør gjøres først og hva som kan vente, og kan også være en inngang til å analysere og forstå vilkår for å tilpasse seg klimaendringer. Kommunene har ofte begrensede midler til rådighet, og beslutningsprosesser forbundet med å velge de tiltak som er mest kostnadseffektive vil være vanskelige. Vi har derfor utviklet et rammeverk for å evaluere trusler og prioritere tiltak for en kommune, som en variant av en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Her inngår en systematikk for innsamling av den informasjon som trengs, og for beslutningsprosessen med hensyn til prioritering av tiltak. Dette er ikke et verktøy som utfører analysen, men en tilrettelegging for strukturert bruk av data.

På norsk oversettes den engelske betegnelsen "climate change adaptation" på to måter: "klimatilpasning" og "tilpasning til klimaendringer". Et søk på [www.google.no](http://www.google.no) med valget "sider på norsk" gir følgende antall treff for disse to søkene:

- 29.300: "klimatilpasning"
- 88.400: "tilpasning til klimaendringer"

Poenget her er at det første begrepet *kan* tolkes som tilpasning til *dagens* klima. Vi har alltid måttet tilpasse oss klimaet, og dermed alltid drevet med klimatilpasning. Det nye som vi fokuserer på i denne sammenhengen er tilpasning til *morgendagens* klima, men disse tingene henger selvsagt nøye sammen. Hvis vi ikke har gjort jobben i første omgang, med å tilpasse oss dagens klima (jf det vi har dokumentert i delrapport 1), så vil det selvsagt gjøre utfordringen tilsvarende større når vi skal tilpasse oss til klimaendringer. I noen tilfeller kan den første utfordringen være vel så stor, hvis vedlikeholdsetterslepet er tilstrekkelig stort. Skal kommunen diskutere tiltak for tilpasning til klimaendringer så er det derfor avgjørende at kommunen først har avklart det helt avgjørende skillet mellom sårbarhet i forhold til klimaet "i dag" og "i morgen". I praksis vil nok mange av tilpasningstiltakene være en blanding av å tilpasse seg dagens og morgendagens klima. Hvis man for eksempel alt ligger etter når det gjelder vedlikehold av den kommunale bygningsmassen, så må man først ta igjen dette (=klimatilpasning) før man kan snakke om en reell tilpasning til morgendagens klima (=tilpasning til klimaendringer). Fortsatt er det mange statlige retningslinjer som ikke har tatt inn over seg dette spranget, for eksempel NVE sine metoder for å vurdere flomfare og konstruere flomsonekart, som kun forholder seg til dagens flomregime.

I det videre gir vi først en gjennomgang av hovedtilnærminger i ulike Europeiske nasjoners strategier for tilpasning til klimaendringer og det som er gjort på EU-nivå, får dermed å få et overblikk over hvordan man her har forstått klimatilpasning og forholdt seg til det å prioritere mellom ulike typer tilpasningstiltak. Vi går så videre med å drøfte en mulig måte vi kan kategorisere og prioritere mellom tilpasningstiltak som er relevant i vår sammenheng.

### Nasjonale tilpasningsstrategier i Europeiske land

I skrivende stund har i alt 11 land utviklet nasjonale strategier for klimatilpasning der Finland var det første landet (2005). Det Europeiske Miljødirektoratet (EEA) har laget en oversikt over disse strategiene<sup>7</sup>. Disse varierer fra omfattende dokumenter på opp mot 300 sider med detaljerte analyser av nasjonal klimasårbarhet og angivelse av spesifiserte sektorvise mål for klimatilpasning, og ned til kortfattede dokumenter på under 20 sider med svært generelle og overordnede angivelser for hva man ønsker å gjøre videre. En kortfattet gjennomgang av noen av disse er vist i vedlegg til vår rapport. I tabellen under har vi sammenstilt de ulike strategiene ut fra når de ble vedtatt (før eller etter IPCCs fjerde hovedrapport i 2007) og en grov vurdering av hvor "tung" starten og oppfølgingen av klimatilpasningsstrategien har vært. Til det siste har vi tatt hensyn til selve strategidokumentet, der det er et klart skille mellom svært kortfattede til svært omfattende dokumenter; og hvorvidt strategiene har medført en tydelig oppfølging (som for eksempel å etablere nasjonale webportaler, nasjonale

<sup>7</sup> <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/national-adaptation-strategies>

informasjonssentre, oppstart av å lage nasjonale handlingsplaner etc). Som vi ser kommer Norge ut om lag "midt på treet" både mhp oppstart og "tyngde".

**Tabell 3** Kategorisering av foreliggende nasjonale strategier for klimatilpasning i Europa

	Tidig start (før IPCCs fjerde rapport)	Sein start (etter IPCCs fjerde rapport)
Tung start (omfattende strategidokument og tydelig oppfølging)	Finland (2005) Nederland (2007)	Storbritannia (2008) Danmark (2008) Tyskland (2008) Sverige (2009)
Mellom-tung start (omfattende strategidokument men utydelig oppfølging, eller kortfattet strategidokument og tydelig oppfølging)	Frankrike (2006)	Norge (2008) Ungarn (2008) Sveits (2010)
Lett start (kortfattet strategidokument og utydelig oppfølging)	Spania (2006)	Portugal (20010)

På EU-nivå blir det tatt en rekke initiativ i arbeidet med klimatilpasning. I 2009 ble det lagt fram en "white paper" om klimatilpasning<sup>8</sup>. Denne har igjen lagt grunnlag for en rekke initiativer:

- Opprettelse av et eget "DG" i EU på klimaområdet
- Innarbeiding av hensyn til klimatilpasning i gjeldende lover og direktiver
- Utarbeide egne tverrgående retningslinjer for klimatilpasning
- Etablere et "clearinghouse" for klimatilpasning

I februar 2010 opprettet EU et eget *generaldirektorat* med ansvar for arbeidet med både utslippsreduksjoner og klimatilpasning (Directorate-General for Climate Action, "DG-Climate" opprettet i februar 2010)<sup>9</sup>. Foreløpig er klimatilpasning det minst utviklede området innenfor DG Klima.

Det er likevel startet arbeid med å innarbeide hensyn til klimaendringer innenfor en rekke *lover og direktiver* på EU nivå, eks innen vanndirektivet, flomdirektivet, og ulike direktiv som omhandler naturvern, landbruk og marine næringer.

EEA har fått utarbeidet et forslag til generelle prinsipper ("*guiding principles*") for klimatilpasning<sup>10</sup>. Disse er vist i figuren under, der det også er vist når i en idealtypisk planprosess de ulike prinsippene er tiltenkt å ha størst relevans. Det kan være verdt å ta med seg at ett svært viktig tema *ikke* er omtalt i prinsippene under; nemlig spørsmålet om fordeling av kostnader. Dette var et så kontroversielt tema at man valgte å ikke utvikle noen generelle retningslinjer<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:EN:PDF>

<sup>9</sup> [http://ec.europa.eu/dgs/clima/mission/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/clima/mission/index_en.htm)

<sup>10</sup> [http://air-climate.eionet.europa.eu/docs/ETCACC\\_TP\\_2010\\_6\\_guiding\\_principles\\_cc\\_adaptation.pdf](http://air-climate.eionet.europa.eu/docs/ETCACC_TP_2010_6_guiding_principles_cc_adaptation.pdf)

<sup>11</sup> Pers.med. Andrea Prutch (førsteforfatteren av rapporten).

List of Guiding Principles	Important to address in following phases:		
	Planning	Implementation	Evaluation
1. Initiate adaptation, ensure commitment and management	█	█	█
2. Build knowledge and awareness	█	█	█
3. Identify and cooperate with relevant stakeholders	█	█	█
4. Work with uncertainties	█	█	█
5. Explore potential climate change impacts and vulnerabilities and identify priority concerns	█	█	█
6. Explore a wide spectrum of adaptation options	█	█	█
7. Prioritise adaptation options	█	█	█
8. Modify existing policies, structures and processes	█	█	█
9. Avoid maladaptation	█	█	█
10. Monitor and evaluate systematically	█	█	█

**Figur 2** Forslag utarbeidet av det Europeiske miljødirektoratet til overordnede retningslinjer for klimatilpasning (Prutsch mfl, 2010)

EU har startet arbeidet med å etablere et såkalt *clearinghouse* innen klimatilpasning<sup>12</sup>. Her skal man lage en Europeisk webportal innen 2012 som skal fungere som beslutningsstøtte innen klimatilpasning. Man ønsker å samle gode eksempler, vise klimanedskaleringer og andre typer kunnskapsbasert beslutningsstøtte, og gi oversikt over relevant EU politikk; altså ikke ulikt nasjonale webportaler som [www.klimatilpasning.no](http://www.klimatilpasning.no) – men i dette tilfellet med et spesifikt fokus på Europa og informasjon som er relevant uavhengig av land.

Ut fra det som er vist til over så framgår det noen tydelige signaler når det gjelder hovedinnretningen i EU og de ulike landene som har vedtatt en tilpasningsstrategi. Det vi kan kalle første generasjons klimatilpasningspolitikk preges av:

- Hovedfokus på den partielle effekten av klimaendringer.
- Hovedfokus på de direkte effektene av klimaendringer, dvs effektene lokalt eller nasjonalt av klimaendringer lokalt eller nasjonalt.
- Fravær av fokus på sårbarhet ifht klimapolitikk.

Disse avgrensningene innebærer at både forskning og politikktutvikling innen klimatilpasning i hovedsak bare retter seg inn mot en avgrenset del av de tilpasningsutfordringene som et endret klima stiller oss overfor.

Selv om det i teorien er aksept for at klimasårbarhet er en sumeffekt av at klimaet og samfunnet endrer seg (omtalt for eksempel i den Finske tilpasningsstrategien og i veiledningsmateriale fra UK CIP), så er hovedfokuset i forskning, veiledningsmateriale når det gjelder klimatilpasning og den praktiske politikktutformingene på hvordan man skal tilpasse seg i forhold til den partielle effekten av at klimaet endrer seg. Innenfor temaet infrastruktur er dette en viktig erkjennelse, fordi samfunnsendringer (for eksempel i form av etterslep i vedlikehold) har vist seg å være en vel så stor utfordring som endringer i klimaet når det gjelder å bestemme den framtidige klimasårbarheten. Utfordringen er dermed å gå over fra en ensidig analyse av klimasårbarhet (bare ut fra vurdering av klimaendringer) til en tosidig vurdering (sumeffekten av endret klima og samfunn).

Sårbarhet for – og dermed behov for tilpasning til – klimaendringer i *andre land* vil være mest relevant i forhold til import- og eksportinnrettede næringer. For eksempel vil fiskeoppdrett i Norge bli påvirket av klimaendringer i Chile, i og med at mye av fiskefôret bruk t i norsk fiskeoppdrett i dag er importert fra Chile. Anvendt på temaet lokal og kommunal infrastruktur kan man tenke seg at denne typen sårbarhet kan slå ut på i alle fall to måter:

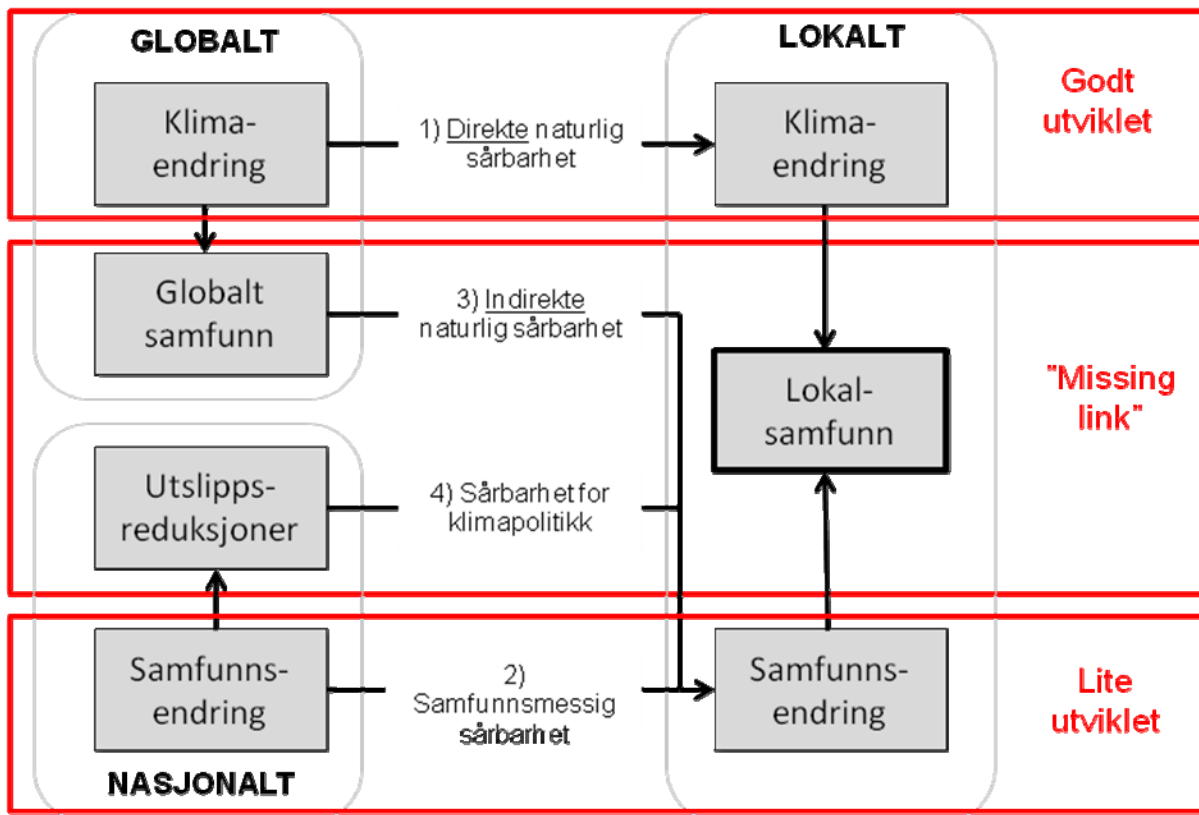
- Endringer i *globale transportstrømmer*. For eksempel vil en permanent isfri situasjon i Nordpolen bassenget føre til en stor økning i godstransport i disse områdene, som igjen kan få konsekvenser for kommunale havner.
- Endringer i *global matvaresikkerhet*. Vi har allerede analysert spørsmålet om hvilke konsekvenser endringer i den globale matvaresikkerheten kan ha for norsk landbrukspolitikk og spørsmålet om forvaltning av dyrka og dyrkbar mark i norske kommuner.

<sup>12</sup> [http://ec.europa.eu/environment/funding/pdf/calls2010/specifications\\_en\\_10005.pdf](http://ec.europa.eu/environment/funding/pdf/calls2010/specifications_en_10005.pdf)

En framtidig mer *ambisiøs politikk for reduksjon av klimagassutslipp* vil rimeligvis øke prisen på energi og det å slippe ut klimagasser, enten direkte eller indirekte. Denne utfordringen bør selvsagt først og fremst møtes ved å redusere energibruken og/eller utslipp av klimagassutslipp, men vil i enkelte tilfeller også måtte møtes med andre typer tilpasninger som kommer i tillegg til det å redusere energi- og/eller klimagassutslipp. Det grunnleggende tilpasningstiltaket vil være å legge til rette for å tilpasse seg til en situasjon der samfunnet må klare seg uten bruken av fossil energi.

Det kan være vanskelig å skille mellom utslippsreduksjon og tilpasning til klimapolitikk, men også her kan vi hente eksempler fra transport og jordbruk: Utslippsreducerende tiltak består i å endre hvordan jordbruket praktiseres, for eksempel endre jordbearbeiding, redusere marktrykk fra maskiner, overgang fra diesel til bioenergi osv. Tilpasning til klimapolitikk vil være å forberede seg på et "fossilenergifritt" landbruk, som igjen kan innebære et strengere verne av dyrka og dyrkbar mark ut fra en erkjennelse av at et framtidig landbruk vil kreve mer areal for å opprettholde produksjonsnivået. Tilsvarende innen *transport* vil utslippsreducerende tiltak normalt rette seg inn mot utslippsreduksjoner innen kategorier av transportmidler (for eksempel overgang til lavutslipp personbiler) eller overgang mellom kategorier av transportmidler (for eksempel fra privatbil til buss), men ikke stille spørsmålsteget med selve omfanget av transporten. En tilpasning til et framtidig fossil energifritt transportsystem bør imidlertid reise nettopp dette spørsmålet, og dermed ta stilling til det om man også må omstille samfunnet til et klare seg med *mindre* transport. Det er i tilfelle en problemstilling som er svært relevant for kommunal og fylkeskommunal arealplanlegging og transportpolitikk.

I alle tre tilfeller – overgang fra en ensidig til tosidig vurdering av klimasårbarhet, tilpasning til klimaendringer i andre land og tilpasning til klimapolitikk – gjenstår i ulike grad å utvikle selve feltet og identifisere mulige mekanismer som kan tenkes å påvirke den lokale sårbarheten; noe som rimeligvis må komme før man kan sannsynliggjøre slike sårbarheter. Over har vi omtalt *noen* slike mulige mekanismer, men det gjenstår å følge opp disse perspektivene i mer dypere analyser. Så langt er særlig de to sist omtalte tilnærminger (indirekte sårbarhet og sårbarhet ifht klimapolitikk) vært svært lite framme i pågående forskning og politikktutvikling omkring klimatilpasning.



Figur 3 Ulike tilnærminger til klimatilpasning

Mis-tilpasning

Det europeiske miljøbyrået lanserte høsten 2010 en omfattende miljørapport som slår fast at klimaendringene, tap av biologisk mangfold, forurensning, ressursbruk og miljøbetingete sykdommer ikke lenger kan ses isolert fra

hverandre, men at de må vurderes -og motarbeides i sammenheng (EEA, 2010). Rapporten deler inn tilpasningstiltak i tre kategorier:

- Teknologiske løsninger: grå tiltak
- Økosystem-baserte løsninger: grønne tiltak
- Livsstils (behavioral), forvaltnings og politikk tilnærminger: myke tiltak.

Grønne og myke tiltak handler om å redusere sårbarheten og øke tilpassingskapasiteten i samfunns- og natursystem. Dette er tiltak som i vår typologi er kategorisert som årsaksinnrettede tiltak. I følge EEA er dette i mange tilfeller løsninger med begrensede kostnader som vi har nok kunnskap til å iverksette. Avanserte og innovative teknologiske løsninger er på den andre siden som regel mer krevende både når det gjelder kostnader, forskning, erfaring og opplæring for å fungere.

Rapporten understreker at det er viktig at mange ulike tilnærminger og løsninger for klimatilpassing vurderes i det enkelte tilfellet. Samtidig er det viktig å sikre fleksibilitet i løsningene, fordi klimaet vil endre seg over lang tid og utsette bygninger og infrastruktur for varierte forhold gjennom levetiden. Det er ifølge den samme rapporten også nødvendig å få en bedre forståelse av mis-tilpassing (mal-adaptation), som oppstår når tilpassingstiltak ikke reduserer sårbarheten eller øker tilpassingskapasiteten, for eksempel ved å være lite effektive, ute av proporsjoner, lite kostnadseffektive, ha uheldige miljøkonsekvenser eller være i strid med andre langsiktige politiske målsettinger. Eksempel som nevnes er produksjon av kunstsnø og luftkjøling som er i konflikt med mål om å redusere utslipp av klimagasser. Rapporten understreker at for å unngå mis-tilpassing er det nødvendig at både klimatiske og sosio-økonomiske faktorer blir vurdert i utviklingen av strategier og politikk for klimatilpassing.

Rapporten viser til TEEB (2009) og mener det er overbevisende grunner til offentlige investeringer i grønn/økologisk infrastruktur ved for eksempel å bevare eller restaurere skoger, våtmarker og elvebasseng, på grunn av det betydelige potensialet for klimatilpassing. I følge EEA er det for lite oppmerksomhet til mulighetene for å integrere klimatilpassingstiltak og tiltak for biodiversitet, og potensialet for samordning blir ikke utnyttet.

EU sitt ekspertutvalg for biodiversitet og klimaendringer har foreslått en rekke tiltak og verktøy for å oppnå en bedre samordning (EU, 2009). Blant forslagene er:

- Å bruke økosystem-tilnærminger i integrert arbeid med klimaendringer, tap av biologisk mangfold og degradering av økosystem.
- Utvikle strategier som kan oppnå forbedringer på alle disse områdene samtidig.
- Sette i verk umiddelbare tiltak for å bevare og restaurere biodiversitet i marine og landbaserte økosystem siden disse systemene er grunnlaget for kostnadseffektive tilpassingstiltak, reduksjon av klimagassutslipp og samtidig kan gi en rekke miljømessige og sosio-økonomiske fordeler.

Økosystem-basert tilpassing bruker biodiversitet og økosystem-tjenester i en overordnet tilpassingsstrategi. Strategien inkluderer bærekraftig forvaltning, bevaring og restaurering av økosystem for å sikre tjenester som letter tilpassing til uønskete effekter av klimaendringer (CBD, 2009a). Det er en rekke eksempler på økosystem baserte tilnærminger som blir iverksatt i Europa som ikke bare bidrar til å redusere sårbarhet for klimaendringer og utslipp av klimagasser, men som også bidrar til bevaring av biodiversitet og opprettholder menneskelig helse og velvære. Reduksjon av avskoging, restaurering av våtmarker og kystøkosystem og mer plass til elver kan redusere risiko for flom og flomskader. Bruk av flere ulike treslag i skogene kan redusere stormskader og utbrudd av sykdommer og skadedyr. I urbane miljø blir det plantet trær som gir skygge ved hetebølger og grøntareal utvides for å redusere flom som følge av ekstremnedbør (Cowan et al., 2010).

Klimatilpassingsutvalget understreker at etterslep i vedlikeholdet av infrastruktur gir et tilpassingsunderskudd. Degraderte økosystem kan tilsvarende betraktes som et vedlikeholdsetterslep som har skapt et tilpassingsunderskudd.

## Hovedkategorier av tilpasningstiltak

I en presentasjon av hovedanbefalingene fra Klimatilpassingsutvalget blir klimatilpassing karakterisert som tiltak og politikk i skjæringspunktet mellom følgende tre politikkområder (Hovelsrud, 2010):

- Arealplanlegging
- Naturforvaltning
- Forebyggende samfunnssikkerhet

For formålet med denne analysen kunne vi lagt til et fjerde punkt:

- Vedlikehold og drift av offentlig fysisk infrastruktur

Under utviklet et forslag til en noe mer differensiert hovedinndeling av klimatilpasningstiltak, der den første kategorien er tilpasning til *dagens* klima, mens de øvrige er tilpasning til *klimaendringer*. I det videre vil vi først gå gjennom tiltakene som gjelder tilpasning til *morgendagens* klima, i og med at det er dette som er hovedfokus for vårt prosjekt. Vi vil så i tillegg gi en kort omtale av tiltak som gjelder tilpasning til *dagens* klima. I både vår kunnskapsoppsummering (delrapport 1) og i den nylig framlagte NOU Klimatilpasning gjøres det et stort poeng av at det er store utfordringer knyttet til det å tilpasse seg dagens klima, og at det rimeligvis er fornuftig å gå løs på disse utfordringene først før man setter tilpasning til morgendagens klima høyt på den politiske dagsorden.

**Tabell 4** Forslag til hovedinndeling av lokale klimatilpasningstiltak

	Tilpasning til <u>dagens</u> klima	Tilpasning til <u>morgendagens</u> klima
<u>Forberedelse</u> til tilpasning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Styrking av institusjonell kapasitet</li> <li>• Analyse av sårbarhet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Styrking av institusjonell kapasitet</li> <li>• Analyse av sårbarhet</li> <li>• Informere om sårbarhet for klimaendringer</li> <li>• Vente-og-se</li> </ul>
<u>Aktiv</u> tilpasning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Styrke vedlikehold av eksisterende infrastruktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effekttinnrettede tiltak (øke robustheten ifht forventede klimaendringer)</li> <li>• Årsaksinnrettede tiltak (redusere eksponeringen for klimapåvirkning)</li> </ul>

### Tilpasning til dagens klima

Som vist i *Tabell 4* har vi inkludert tiltak for tilpasning til *dagens* klima i vår kategorisering av hovedgrupper av klimatilpasningstiltak. Rimeligvis vil det være store likheter mellom hovedkategorier av tilpasning til dagens og morgendagens klima – men det vil også være noen viktige forskjeller. I begge tilfeller mener vi at det er viktig å styrke den institusjonelle kapasiteten, analysere sårbarheten og gjøre aktive tilpasningstiltak. Samtidig mener vi det er forskjeller i innholdet i disse aktivitetene.

- *Styring av institusjonell kapasitet:* Den viktigste forskjellen her er at tilpasning til morgendagens klima krever en noen annerledes endringskompetanse, muligens også en større administrativ kapasitet, enn tilfellet er for tilpasning til dagens klima. Det å forstå og kunne omsette kunnskap om hvordan *endringer* i klima og samfunn skaper *nye former* – ikke bare nye grader – av sårbarhet, stiller andre krav til institusjonell kapasitet enn det å forholde seg til i prinsippet en framskriving av historiske hendelser. I mange tilfeller vil "omfanget" av den institusjonelle kapasiteten være fordårlig til å håndtere dagens klimautfordringer (noe NOU Klimatilpasning også har dokumentert), mens "karakteren" (for eksempel type kunnskap og rutiner) på den institusjonelle kapasiteten vil i de fleste tilfeller være den rette.
- *Analysere sårbarheten:* Den viktigste forskjellen dreier seg om usikkerhet. Ved å bruke historiske data vil man kunne etablere modeller som angir sannsynligheten for gitte hendelser, for eksempel ras og flom, mens dette er prinsipielt vanskelig – i noen tilfeller umulig – å gjøre når det gjelder analyse av sårbarhet i forhold til morgendagens klima. Ofte vil sårbarhetsanalyser i forhold til dagens klima innen fysisk infrastruktur dreie seg om å vurdere grad av vedlikeholdsetterslep.
- *Gjøre aktive tilpasningstiltak:* I tråd med punktet over vil tilpasninger til dagens klima innen fysisk infrastruktur i mange tilfeller dreie seg om å ta igjen etterslep i vedlikehold. Det vi over har omtalt som årsaksinnrettede tiltak – for eksempel å bruke arealplanen for å hindre utbygging i risikoutsatte områder – vil videre ofte kunne forholde seg til mer eller mindre kvantifiserbare vurderinger omkring risiko, og slik sett være beslutninger som kan fattes under risiko; ikke under usikkerhet som tilfellet ofte er ved tilpasning til morgendagens klima.

I det videre vil vi i tråd med problemstillingene for dette prosjektet avgrense oss til drøfting av tilpasning til *morgendagens* klima.

### Tilpasning til morgendagens klima

Erfaringer fra det kommunale miljøvernarbeidet viser en negativ utvikling siden MIK-reformen på 1990-tallet når det gjelder den kommunale kompetansen og administrative kapasiteten på miljøområdet. Likeså viser flere



undersøkelser en tilsvarende negativ trend når det gjelder institusjonell kapasitet innen kommunal planlegging. Det kan derfor være en stor utfordring for mange kommuner å prioritere en styrking av den institusjonelle kapasiteten på området klimatilpasning. Også her kan det derfor være fornuftig å dokumentere og signalisere oppover i styringshierarkiet hvis kommunene på den ene siden kan identifisere et konkret behov for å styrke den institusjonelle kapasiteten på dette området og dernest ikke ser seg i stand til å gjøre en slik styrking med egne midler; også dette kan være et fornuftig "tiltak" – selv om det på kort sikt ikke medfører noen reell tilpasning til klimautfordringene. En bearbeiding av resultater fra en undersøkelse gjennomført av DSB i 2007, der de stilte en rekke spørsmål om kommunenes holdninger til og kunnskaper om lokale konsekvenser av klimaendringer og hva de tenkte omkring og hadde gjennomført av lokale klimatilpasningstiltak, viser en uheldig mismatch mellom hvor bekymret kommunene er og i hvilken grad de mener de har en tilstrekkelig institusjonell kapasitet til å håndtere klimautfordringene (Aall mfl, 2008). Denne erkjennelsen ligger da også til grunn for følgende prioriterte tiltak lansert i NOU Klimatilpasning (NOU 2010:10, side 17): "Utvalet vil ... tilrå at kommunane blir tilførte øyremerkte midlar for å styrkje plankapasitet og plankompetanse, slik at klimatilpassing kan integrerast i arealplanlegginga". På bakgrunn av det som står over har vi derfor lansert det å styrke den institusjonelle kapasiteten som en forutsetning for både å kunne analysere klimasårbarhet og gjennomføre aktive tilpasningstiltak. Dette kan skje på flere måter:

- a) Styrke relevant *politisk* kompetanse (for eksempel i forbindelse med folkevalgtopplæringen av nytt kommunestyre).
- b) Styrke relevant administrativ *kompetanse* (enten innleid eller styrke egen administrativ kompetanse).
- c) Styrke relevant administrativ *kapasitet* (funnt fra mange analyser av vilkår for kommunalt miljøvernarbeid viser at det ofte ikke er mangelen på kompetanse, men mangelen på kapasitet som er hovedproblemet).
- d) Innarbeide hensyn til klimatilpasning i relevante lovpålagte *kommunale* planprosesser, som kommuneplanlegging og sektorplanlegging innen fysisk infrastruktur.
- e) Styrke eksisterende og/eller etablere nye *administrative rutiner og prosedyrer* (for eksempel styrke rutiner for risiko- og sårbarhetsanalyser i arealplanlegging, innarbeide hensyn til klimatilpasning i rutiner for kommunal saksbehandling osv).
- f) Endre *kunnskapsperspektiv* fra konvensjonell kunnskap (som kanskje har vist seg tilstrekkelig til å håndtere dagens klimautfordringer) til alternativ kunnskap (for eksempel ta i bruk alternative metoder for overflatebehandling av vann som supplement til eller erstatning for å fokusere på økte rørdimensjoner).

En første analyse av klimasårbarhet lokalt vil ofte avdekke behov for *videre analyser av sårbarheten for klimaendringer* før kunnskapsgrunnet blir vurdert å være tilstrekkelig for å kunne bestemme seg for mer aktive tilpasningstiltak. I de tilfeller der kommunen klarer å sette av de nødvendige ressursene, er det viktig å bestemme seg for *hvordan* man vil gjøre den videre analysen av den lokale klimasårbarheten. Det foreligger et informasjonshefte utgitt av KS<sup>13</sup> og en veileder fra Klimatilpasning Norge<sup>14</sup>. Videre pågår det en rekke forsknings- og utviklingsprosjekt innen kommunal klimatilpasning som produserer en rekke relevant materiale for veiledning og inspirasjon når det gjelder å gjennomføre systematiske lokale klimasårbarhetsanalyser<sup>15</sup>. I tillegg kommer at kommunenettverk jobber med dette temaet; nemlig Framtidens byer<sup>16</sup> og Livskraftige kommuner<sup>17</sup>. Under er vist en figur som illustrerer aktuelle kunnskapshull som det kan være ønskelig å fylle før man bestemmer seg for tilpasningsstrategier og konkrete tilpasningstiltak.

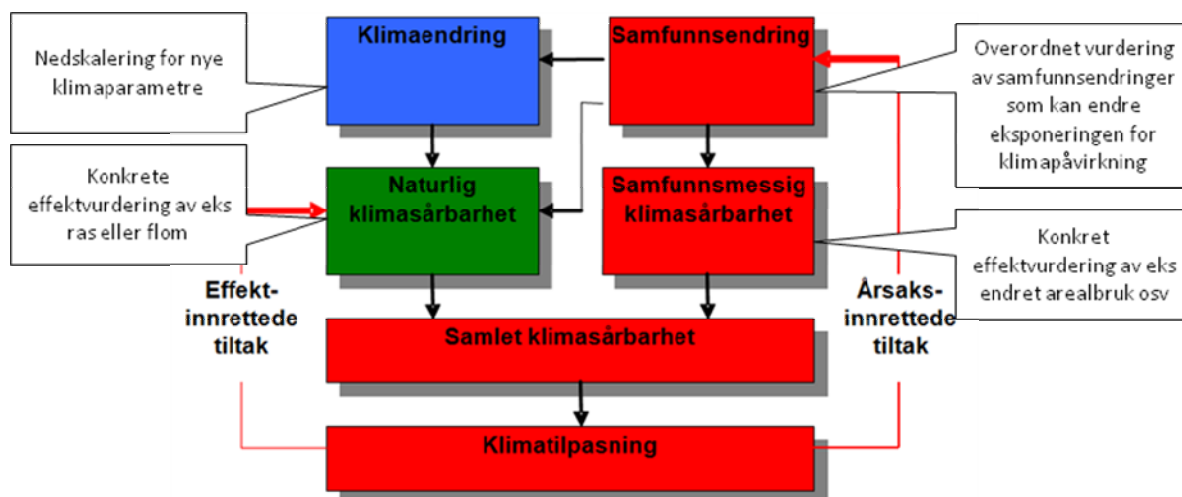
<sup>13</sup> <http://www.ks.no/tema/Samfunn-og-demokrati/Klima-og-miljo/Nytt-hefte-om-klimatilpasning-i-kommunene/>

<sup>14</sup> <http://www.regjeringen.no/hb/dep/md/kampanjer/klimatilpasning-norge-2/veileder-til-klimatilpasning.html?id=614277>

<sup>15</sup> For eksempel NORADAPT (<http://www.vestforsk.no/prosjekt/lokal-klimatilpasning-og-klimasaarbarhet-i-norge-noradapt>) og <http://www.klimakommune.no/PLAN> (<http://www.sv.uio.no/iss/forskning/prosjekter/plan/index.html>) og "Klimatilpasning i norske kommuner" (<http://www.klimakommune.no/>)

<sup>16</sup> <http://www.regjeringen.no/hb/sub/framtidsbyer/forside.html?id=551422>

<sup>17</sup> <http://www.livskraftigekommuner.no/Klima.html>



**Figur 4** Eksempler på kunnskapsbehov for å følge opp en første overordnet vurdering av lokal klimasårbarhet

Det å informere lokalt om resultatene av de lokale analysene av klimasårbarhet kan ha to ulike formål: Det mest åpenbare er å berede grunnen for å drøfte aktuelle tilpasningstiltak, men det å informere om lokal klimasårbarhet kan også (i prinsippet også istedenfor) ha som formål å øke motivasjonen for å gjennomføre tiltak for å redusere klimagassutslipp.

Måten man kan informere vil variere mye, ut fra ressurstilgang, tradisjon lokalt og målgruppe for informasjonen. Vi kan i alle fall skille mellom tre målgrupper:

- Generell informasjon til offentligheten. Aktuelle informasjonskanaler kan være kommunens hjemmeside, informasjonshefter, åpne møter.
- Målrettet informasjon til utvalgte lokale aktører utenom kommuneorganisasjonen. Aktuelle informasjonskanaler kan være brosjyrer til husstander, lokalt næringsliv osv.
- Målrettet informasjon til enheter i kommuneorganisasjonen. Aktuelle informasjonskanaler kan være seminarer og etterutdanningstilbud til ansatte og folkevalgte.

Vår siste kategori av tiltak som faller inn under overskriften "forberedelser til tilpasning" er det vi i tabellen over har betegnet som "vent-og-se". Umiddelbart kan dette synes som en måte å vri seg unna et ansvar for aktiv tilpasning, men i enkelte tilfeller kan det være svært rasjonelt å "vente" før man gjør noe. Vi har allerede overpekt på to slike "vent-og-se" situasjoner når det gjelder analyse av kunnskapsgrunnlag. Under er disse listet opp og et tredje argument for vent-og-se er lagt til:

- Grunnleggende *mangel på kunnskap*: Det er vanskelig å argumentere for lokale tilpasningstiltak hvis det er en grunnleggende mangel på kunnskap. Da er det fornuftig å vente til kunnskapsgrunnlaget er bedret. Samtidig er det viktig å understreke poenget med *grunnleggende* mangel på kunnskap. Dette må ikke blandes sammen med spørsmålet om *usikkerhet* i kunnskapsgrunnlaget. Vi kan med rimelighet hevde at klimaendringene kan medføre økt nedbør generelt for Norge, men det er stor variasjon i anslagene for hvordan dette vil slå ut regionalt – særlig langs akse øst-vest. Denne situasjonen, som umiddelbart kan framstå som "usikker" og en "mangel på kunnskap", er ikke ment å falle inn under denne kategorien. Her mener vi det er grunnlag for å drøfte konkret tilpasning og ikke "vente-og-se", fordi kunnskapsgrunnlaget trolig ikke vil kunne bli bedre og man derfor må ta en beslutning under usikkerhet. Motsatt kan det argumenteres for at tilpasning til mulige endringer i frekvensen av ekstremvind bør "vente", fordi klimaforskerne mener at her vil man kunne få fram bedre modeller som vil kunne si noe mer konkret enn i dag om mulighetene for endret frekvens i ekstrem vind.
- Ressursmangel* vil rimeligvis være en ofte benyttet forklaring av mangel på konkrete tiltak. I noen tilfeller kan det være at mangel på politisk prioritering er den bakenforliggende forklaringen, men i andre tilfeller vil ressursmangel være en høyst reell og derfor betimelig begrunnelse for å "vente-og-se".
- Mangel på statlige retningslinjer er et tredje argument, som kommer i tillegg til de to som alt er presentert under drøftingen av videre analyse av klimasårbarhet. Vår kunnskaps gjennomgang har vist at i mange tilfeller har ikke staten innarbeidmfllede kjent innsikt om klimaendringer i eksisterende statlige retningslinjer og systemer som er relevante i denne sammenhengen. Ett slik eksempel er systemene for å vurdere flomfare, der NVA ennå ikke har lagt inn et "klimapåslag" i sine analysemodeller. Et annet

eksempel er mangelen på statlige retningslinjer knyttet til havnivåstigning, der det finnes et kunnskapsgrunnlag (jf vedlegg 3 i delrapport 2), men der disse ikke er omsatt i statlige retningslinjer. Gitt at det bør være et mål at offentlig infrastruktur og ressursbruk skjer etter noenlunde like prinsipper over hele landet, så kan mangel på statlige retningslinjer for hvordan forholdet seg til klimaendringer være en rasjonell begrunnelse for å "vente-og-se".

**Den "aktive" tilpasningen til morgendagens klima**

Figur 1 i innledningen til denne rapporten har vi forsøkt å få fram et skille mellom en *effekt-* og *årsaksinnretting* av de konkrete tilpasningstiltakene. Poenget her er å skille mellom tiltak som er avgrenset til å gjøre samfunnet bedre rustet til å tåle virkningene av klimaendringer og tiltak som reduserer samfunnets eksponering for de samme klimaendringene. Begrepsparet har fått sin anvendelse i miljøpolitikken gjennom Brundtlandrapporten "Vår Felles Framtid" fra 1987, som hadde som en av sine generelle hovedanbefalinger at miljøpolitikken bør endres fra effekt- til årsaksinnretning. Dette er et skille som også blir brukt i samfunnssikkerhets- og beredskapssammenheng, men da gjerne med en noe annerledes ordbruk. Her skiller man gjerne mellom hhv skadebegrensende og skadeforebyggende tiltak. Anvendt på *klimaområdet* er det viktig å være klar over at dette skillet kan bety ulike ting i utslipps- og tilpasningsdelen av klimapolitikken. I noen sammenhenger blir klimatilpasning ofte omtalt som effektinnretning og utslippsreduksjoner som årsaksinnretning. I vår sammenheng – innenfor en tilpasningssammenheng - vil dette skillet opptre på følgende måte:

- *Effektinnrettede* tilpasningstiltak: Tiltak for å redusere mulige negative virkningene av forventede klimaendringer (for eksempel å bygge rasvoller), eller prøve å høste mulige positive virkninger (for eksempel skifte til mer sørlige jordbruksvekster som er tilpasset en høyere gjennomsnittstemperatur). Typisk vil effektinnrettede tiltak være av mer teknisk eller fysisk karakter, og ofte være økonomisk kostnadskrevende.
- *Årsaksinnrettede* tilpasningstiltak: Tiltak for å redusere samfunnets eksponering for klimapåvirkning, og dermed redusere sannsynligheten for at negative virkninger av klimaendringer i det hele tatt skal oppstå (som for eksempel å hindre bygging av boliger i rasutsatte områder). Typisk vil årsaksinnrettede tiltak være av mer regulativ art, som arealplanlegging, og derfor ofte være mer politisk enn økonomisk kostnadskrevende. Alt i dag, med dagens klima, opplever kommunene ofte problemer med å legge restriksjoner på byggeområder ut fra hensyn til risiko for naturskade.

For de aktive tilpasningstiltakene kan vi videre skille mellom et strategisk og operasjonelt nivå. Det *strategiske* nivået vil omfatte planprosesser som rehabiliteringsplaner for vann og avløp, bruk av reguleringsplaner til å planlegge flomvannveger og soner for havnivåstigning, planer for tilpasning av kulverter og rassikring av veger og plassering av bygg og annen infrastruktur i forhold til ulike risikosoner. Det *tekniske* nivået vil omfatte slikt som valg av bygningsmaterialer og tekniske bygningsløsninger som bedre tåler framtidig klima, valg av nødvendig høyde for nye havner og dimensjonering av moloer, detaljplanlegging og dimensjonering av vann og avløpssystemer osv. Samlet sett kan vi dermed skille mellom fire varianter av aktive tilpasningstiltak som vist i tabellen under.

**Tabell 5** Typologi for de aktive klimatilpasningstiltakene

	Effektinnrettede tiltak	Årsaksinnrettede tiltak
Operasjonelt nivå	Eks bygge rasvoll, utvide kapasitet i vann- og avløpssystemet	Eks øke vedlikeholdsfrekvensen av bygninger for dermed å gjøre dem mindre utsatt for klimapåvirkning
Strategisk nivå	Eks lage en rassikringsplan, lage en ny vann- og avløpsplan.	Eks innføre byggeforbud i arealplanen for framtidige rasutsatte områder, legge inn arealer i arealplanen til overflatebehandling av overvann.

## Forslag til kriterier for prioritering av tilpasningstiltak

### Aktuelle kriterier

NOU klimatilpasning gir en gjennomgang av aktuelle beslutningskriterier for beslutninger under usikkerhet (kap 3.4.2). Følgende kriterier omtales:

- Bærekraftig utvikling
- Føre-var prinsippet
- Risikoaversjon
- Nytte-/kostnadskriteriet

Utvalget kommenterer bruken av målet om en *bærekraftig utvikling* som et beslutningskriterium i klimatilpasningssammenheng på følgende måte (NOU 2010:10, s 35):

I denne sammenhengen inneber målet at menneskeleg aktivitet i samfunn og naturmiljø må skje på ein slik måte at vi ikkje gjer naturen og samfunnet mindre robuste overfor klimaendringar. Det er difor viktig at val av tilpassingstiltak er basert på tiltaket sin totale (eller samla) verknad.

Utvalget viser videre til at *føre-var prinsippet* har fått en sentral plass i norsk miljøpolitikk, bl.a. i loven om forvaltning av biologisk mangfold. Prinsippet innebærer at i situasjoner med stor usikkerhet om konsekvenser av et gitt planlagt tiltak, og der det likevel er berettiget grunn til å frykte at konsekvensene av tiltaket er omfattende og irreversibelt, skal det legges til grunn ekstra stor aktsomhet; populært formulert som at "tviilen skal komme naturen til gode". Om anvendelse av føre-var prinsippet i klimatilpasningssammenheng skriver utvalget (NOU 2010:10, s 35):

.....tviilen skal komme naturen til gode dersom det er stor fare for mangfaldet i naturen. Føre-var-prinsippet vil gjelde ved klimatilpassing òg, i dei tilfella eventuelle tiltak vil påverke naturen.

Utvalget peker videre på at føre-var prinsippet er nært knyttet til et mer generelt beslutningskriterium om *risikoaversjon*, og viser til eksempelet at risikoaversjon kan knyttes til det å ville tegne forsikring.

Nytte-/kostnadskriteriet og kostnadseffektivitet er to nært sammenknyttede begreper. *Kostnadseffektivitet* blir ofte framhevet som et sentralt styringskriterium i norsk klimapolitikk. I den siste stortingsmeldingen om klimapolitikk defineres *kostnadseffektivitet* på følgende måte<sup>18</sup>:

Kostnadseffektivitet innebærer at virkemidlene utløser tiltak som gir størst mulig utslippsreduksjon for de ressursene som settes inn.

I den samme stortingsmelding trekkes *styringseffektivitet* fram som det andre av det meldingen omtaler som to sentrale kriterier i klimapolitikken. Meldingen gir følgende definisjon av dette prinsippet<sup>19</sup>:

Styringseffektivitet vil si at en valgt virkemiddelbruk skal lede til at målene nås med størst mulig grad av sikkerhet.

*Medvirkning* omtales ikke i den siste klimameldingen. Dette er imidlertid et sentralt kriterium i kommunal politikuttforming og har hatt en sentral plass i den statlige miljøpolitikken overfor kommunene; ikke minst gjennom Lokal Agenda 21 satsingen. Medvirkning er videre et bærende element i plan- og bygningsloven. Medvirkning omtales og gis stor vekt i den gjeldende Plan- og bygningsloven<sup>20</sup>. Planlovutvalgets første delutredning (NOU 2001:7) definerer medvirkning slik:

Med medvirkning menes enkeltpersoner og gruppers rett til å delta i og påvirke beslutningsprosesser.

Medvirkning betyr at innbyggerne i et samfunn er med på selv å planlegge sin framtid.

Et "komplett" kriteriesett for å prioritere tiltak for klimatilpasning burde derfor inkludere hensyn til både bærekraftig utvikling, føre-var prinsippet, kostnadseffektivitet, styringseffektivitet og medvirkning. Under vil vi først drøfte

<sup>18</sup> Side 48 i <http://www.regjeringen.no/pages/1988897/PDFS/STM200620070034000DDDPDFS.pdf>

<sup>19</sup> Side 48 i <http://www.regjeringen.no/pages/1988897/PDFS/STM200620070034000DDDPDFS.pdf>

<sup>20</sup> Jf kapittel 6 i T-2/09 "Ikraftsetting av ny plandel i plan- og bygningsloven" (<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/rundskriv/2009/ikraftsetting-plandel-plan-bygningslov/6-medvirkning-i-planleggingen-herunder-o.html?id=571089>)

nærmere muligheten for å utvikle kriterier knyttet til kostnadseffektivitet; det ene av de to kriteriene som er omtalt som sentrale i den norske utslippsorienterte delen av klimapolitikken.

### Kan gjeldende kriterier overføres fra den utslipps- til den tilpasningsorienterte delen av klimapolitikken

I litteraturen blir det ofte vist til én hovedmetode for prioritering av tiltak ut fra *kostnadseffektivitet*, nemlig samfunnsøkonomiske analyser, av og til også kalt nytte/kostnadsvurderinger. Denne metoden har blant annet vært brukt i nasjonale vurderinger av tiltak for å redusere klimagassutslipp<sup>21</sup>, men er kanskje mest kjent og mest brukt innenfor veisektoren for å prioritere mellom ulike veiprojekt<sup>22</sup> og innen helsesektoren. Det kunne vært nærliggende å legge seg opp til bruk av *samfunnsøkonomisk analyse* eller *nytte/kostnadsvurdering* i og med at denne tilnærmingen har kommet til anvendelse i utslippsdelen av klimapolitikken. Det er imidlertid flere grunnleggende problemer ved å gjøre nettopp det.

Det *første* problemet er at klimatilpasning innebærer at man må bruke en flere-dimensjonal nyttefunksjon, dette i motsetning til hva som er tilfellet innen klimatilpasning der man kan operere med en én-dimensjonal nyttefunksjon: kg klimagassutslipp (enten reduksjon eller binding). Dette er imidlertid ikke tilfelle når det gjelder klimatilpasning. Noen ganger er det reduksjon i tap av menneskeliv (typisk i forhold til temaet naturskade); i andre tilfeller reduksjon i vedlikeholdsutgifter (for eksempel endring i utføring av bygg for å redusere faren for råteskader og påfølgende vedlikeholdsbehov); i atter andre tilfeller kan det være en nytte som rett og slett er vanskelig å tallfeste (for eksempel økt langsiktig forsyningssikkerhet for matvarer ved å verne dyrka jord mot utbygging).

Det *andre* problemet dreier seg om tallfesting av kostnad og nytte. Samfunnsøkonomisk analyse eller kost/nytte vurdering har som nødvendig forutsetning at man kan tallfeste både nytte og kostnader, for dermed å komme fram til en nytte/kostnadsbrøk eller et anslag for samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Prioriteringer gjøres da i sin mest instrumentelle form ut fra størrelsen på nytte/kostnadsbruken eller størrelsen på den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Høyest verdi tilsier høyest prioritet. Problemet med denne tilnærmingen er at den forutsetter at vi kjenner alle nytte- og kostnadselementene og at disse kan tallfestes; i sin mest ytterliggående og instrumentelle form at nytte- og kostnadselementene også kan omgjøres til monetære enheter (kroner og øre). Det å tallfeste en nytteverdi av for eksempel å unngå ras eller å ha arealer i reserve til mer arealekstensiv jordbruksproduksjon er en svært krevende øvelse, der verdiberegninger i kroner og øre lett framstår som svært hypotetiske.

Det *tredje* problemet er at nytten av klimatilpasning ofte er så langt fram i tid at verdsetting av den nytten i kroner og øre kommer ut med en svært lav verdi. For å regne "tilbake" til i dag verdien av framtidig nytte brukes normalt en diskonteringsrate. Denne skal reflektere hva det koster å binde kapital i langsiktige anvendelser, og Finansdepartementet fastsetter hvilken rate som skal legges til grunn for statlige investeringer. Diskonteringsraten er per dags dato 4 % pr år med et såkalt risikotillegg avhenger av type prosjekt som varierer fra 0 til 2 %<sup>23</sup>. Med en tidshorisont på for eksempel 50 år – som kan være vanlig for mer omfattende klimatilpasningstiltak – så vil en diskonteringsrate på 4 % per år medføre at en hypotetisk nytte på 1 million kroner i 2050 bli gjort justert ned med 86 % til ca 135 000 kroner i dag. I de tilfellene der kostnadene kommer i dag vil dermed nytte/kostnadsbrøken med denne metoden systematisk slå svært dårlig ut for klimatilpasningstiltak med en så lang tidshorisont.

En metode relevant i denne sammenhengen som kan knyttes til det andre sentrale styringskriteriet i den utslippsorienterte delen av norsk klimapolitikk – *styringseffektivitet* - er *risikoanalyser*. Dette er en metode som allerede i dag brukes i samfunnssikkerhets- og beredskapssammenheng, og skulle derfor i utgangspunktet egne seg vel til å anvendes også på klimatilpasningsområdet. Nasjonalt utdanningscenter for samfunnssikkerhet og beredskap (NUSB) underviser kommuner og andre i denne metoden<sup>24</sup>. Denne tilnærmingen tar ofte utgangspunkt i følgende enkle formel: Risiko = sannsynlighet x konsekvens. Hendelser med høy risiko tilsier høyere prioritet når det gjelder forebyggende og skadebegrensende tiltak. Problemet med denne tilnærmingen er at den forutsetter at vi kjenner *sannsynlighetsfordelingen* for hendelsen vi analyserer og at vi kjenner og kan i en eller annen forstand tallfeste skadeomfanget. Et hovedproblem i klimamodelleringene og vurderingene av mulige effekter av

<sup>21</sup> Se for eksempel SFT (2007). Reduksjon av klimagasser i Norge: En tiltaksanalyse for 2020. Statens forurensningstilsyn og Fæhn, T., Jacobsen, K. og Strøm, B. (2010): *Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimamål for 2020. En generell modelltilnærming*. Oppdragsrapport til Klimakur 2020 ([http://www.klimakur2020.no/Documents/ssb\\_makrorapport\\_klimakur2020.pdf](http://www.klimakur2020.no/Documents/ssb_makrorapport_klimakur2020.pdf))

<sup>22</sup> Blant annet i Nasjonal transportplan (se metodebeskrivelse kapittel 6.1 i gjeldende plan: [http://www.ntp.dep.no/2010-2019/pdf/Planforslaget\\_lavopploselig.pdf](http://www.ntp.dep.no/2010-2019/pdf/Planforslaget_lavopploselig.pdf))

<sup>23</sup> Finansdepartementet (2005): *Behandling av kalkulasjonsrente, risiko, kalkulasjonspriser og skattekostnad i samfunnsøkonomiske analyser*. Rundskriv R-109/05 ([http://www.regjeringen.no/Upload/FIN/Vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r\\_109\\_2005.pdf](http://www.regjeringen.no/Upload/FIN/Vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2005.pdf))

<sup>24</sup> Se for eksempel her: [http://www.nusb.no/course\\_detail.asp?id=186](http://www.nusb.no/course_detail.asp?id=186)

klimaendringer er at slike vurderinger ofte mangler. Dette er et forhold som er påpekt i mange sammenhenger og som klima- og klimaeffektforskerne derfor ønsker å fokusere på i den videre forskningen; et forhold som ble tatt opp i det regjeringsoppnevnte utvalget for å utvikle forslag til den videre prioriteringen av klimaforskningen (Klima21)<sup>25</sup>. Gitt at man i mange tilfeller bare kjenner mulig skadeomfang (for eksempel øvre og nedre spenn for hvor mye nedbøren kan øke) men ikke sannsynligheten for at nedbøren skal øke med en gitt verdi på et gitt sted en gang i fremtiden, er det derfor svært vanskelig i mange tilfeller å si noe kvalifisert om risikoen.

De metoder som er utviklet for å operasjonalisere det tredje beslutningskriteriet omtalt over – *medvirkning* – dreier seg mer om hvilke *prosesser* som skal gjelde enn hvordan prioritere mellom konkrete tiltak. Kravene til hvordan medvirkning skal organiseres og gjennomføres for saker vedtatt i medhold av Plan- og bygningsloven er ett slikt eksempel. Gitt at medvirkning er et rent prosessinnrettet kriterium legger vi ikke inn arbeid i å prøve å utvikle prioriteringskriterier knyttet til medvirkning.

Hvordan kan vi så prioritere mellom ulike tiltak for tilpasning til klimaendringer? Vår inngang til å besvare dette spørsmålet er at den grunnleggende utfordringen i arbeidet med tilpasning til klimaendringer er at man i mange tilfeller må foreta en beslutning under *usikkerhet*. Kriterier for hvordan man da bør prioritere kan derfor skille seg vesentlig fra det å fatte beslutninger under risiko der man kjenner sannsynligheter og kan verdifastsette nytte- og kostnadsfaktorer i større eller mindre grad. Hovi (2001) gir en gjennomgang av fire kjente kriterier for beslutning under usikkerhet og drøfter disse i en klimasammenheng. Disse er:

- Maksimering av forventet nytte (ut fra subjektive sannsynligheter).
- Maximin regret: valg av dmflalternativet hvor det verst tenkelige utfallet er best (eller minst ille).
- Minimax regret: valg ut fra rasjonalet "uansett hva du velger å gjøre, kommer du til å angre på det, slik at du derfor bør velge slik at du vil angre så lite som mulig".
- Førre-var-prinsippet: velge alternativet ut fra rasjonalet om at "tvilen skal komme miljøet til gode".

Hovi argumenterer imidlertid imot også disse kriteriene ut fra om lag de samme argumentene som vi har gitt over, nemlig at vi heller ikke kan bruke disse kriteriene gitt mangel på kunnskap om sannsynlighet og at forventet nytte ofte vil ligge langt fram i tid.

### Forslag til et 10 punkts kriteriesett

Hva er så løsningen? Vi vil som et alternativ til de mer formelle beslutningskriteriene drøftet så langt foreslå noen mer praktisk innrettede *tommelfingerregler*. Dette gjør vi ut fra erkjennelsen av at klimatilpasning (og her bruker vi bevisst betegnelsen "klimatilpasning", ikke "tilpasning til klimaendringer") er et ungt politikkområde der det knytter seg store usikkerheter. Disse usikkerhetene er mangeartede og oppstår i flere ledd: De dreier seg om hvorvidt klimaet faktisk endrer seg, om – eller i hvilken grad - disse endringene er menneskeskapte, om hvilke konsekvenser i natur og samfunn disse endringene eventuelt kan medføre på kort og lang sikt, og om hvilke tiltak som er mest virkningsfulle for å unngå eventuelle klimaendringer. Det er et åpent spørsmål i hvilken grad disse usikkerhetene vil kunne reduseres i tilstrekkelig grad til at vi kan ta i bruk den typen formelle prioriteringskriterier som vi har drøftet over; i alle fall er det et åpent spørsmål om usikkerhetene vil kunne reduseres *tidsnok*. Det er til liten hjelp å vente til man har et "godt nok" beslutningsgrunnlag, hvis det da de klimaendringene man ønsker å foreberede seg på alt har skjedd. Med denne bakgrunnen foreslår vi følgende tommelfingerregler, der nummereringen angir en prioritering av tiltak:

- 1) *Tilpass til dagens klima*. Her kjenner vi i hovedsak både skadeomfang og sannsynlighetsfordelingen og tidshorizonten er betraktelig kortere enn tilfellet er for tilpasning til morgendagens klima, slik at her kan vi faktisk bruke formelle beslutningskriterier som nytte/kost vurdering, samfunnsøkonomisk lønnsomhetsvurdering og risikoanalyser.
- 2) *Etabler en tilstrekkelig institusjonell kapasitet for å håndtere arbeidet med tilpasning til klimaendringer*. Klimatilpasning er et langsiktig arbeid som nødvendigvis krever mer enn kortsiktige "skippertak". Skal kommunene ha en vesentlig rolle i arbeidet med å tilpasse seg klimaendringer er det derfor i de fleste tilfeller nødvendig å etablere et visst minimum av institusjonell kapasitet i kommunene til å håndtere disse spørsmålene; det er neppe tilstrekkelig å basere seg utelukkende på å leie inn kompetanse og administrativ kapasitet.
- 3) *Analyser sårbarheten for klimaendringer*. Det er viktig å gjøre lokale og konkrete analyser av sårbarhet for klimaendringer, for det er gjerne her kunnskapshull klart blir avdekket; noe som er viktig som signal oppover i styringshierarkiet og overfor klimaforskningen. Videre har det vist seg at det at lokale

<sup>25</sup> Se <http://www.klima21.no/servlet/Satellite?c=Page&pagename=klima21/Hovedsidemal&cid=1246541744505>

myndigheter setter i gang prosesser for å analysere sårbarheten for klimaendringer også kan anspore til økt oppslutning om arbeidet med å redusere utslipp av klimagasser. Dette har for eksempel skjedd i prosesser i regi av Flora kommune som involverte fiskeoppdrettsnæringen<sup>26</sup>. Og det er rimeligvis dette – det å redusere klimagassutslippene – som må ha hovedprioriteten i klimapolitikken. Videre, i den kommunen som så langt er den eneste i Norge som har vedtatt en klimatilpasningsplan etter plan- og bygningsloven – nemlig Fylkesdelplan klima og energi for Sogn og Fjordane fylkeskommune - så er ett av de viktigste tiltakene som det faktisk ble bevilget penger til nettopp det å gjøre nye sårbarhetsanalyser (Sogn og Fjordane fylkeskommune, 2009). Hvorvidt dette blir en generell trend gjenstår å se etter hvert som andre kommuner kommer like langt, der Fredrikstad, Voss og Stavanger er eksempler på kommuner som ventelig vil vedta tilsvarende plandokumenter i løpet av 2011.

- 4) *Informere om lokal sårbarhet og tilpasningsutfordringer.* Det er viktig å informere om lokal sårbarhet, både for å informere innbyggerne lokalt, for å motivere private aktører til å vurdere egen sårbarhet og mulige tilpasningstiltak, og for å informere internt i kommuneorganisasjonen for dermed å berede grunnen for lokale beslutninger om klimatilpasning.
- 5) Vurder om det er mest fornuftig å "vente-og-se" ut fra kriterier om kunnskapsgrunnlag, kostnad og hvorvidt det er avgjørende at det er utarbeidet statlige retningslinjer.
- 6) *Prioriter strategisk før operasjonelt arbeid (eller motsatt).* Denne tommelfingerregelen kan brukes begge veier. Poenget her er at lokale forhold vil kunne bestemme hva som er mest fornuftig: å prioritere strategisk før operasjonelt arbeid eller vice versa. I noen tilfeller kan det være at det å jobbe med en konkret sak som lokalt blir definert som en hendelse som kan knyttes til klimaendringer kan bane veien for en bredere tilnærming med analyser og oppstart av planarbeid. Ett slikt eksempel er jordskredet som rammet Hattestad terrasse i 2005 i Bergen. Denne hendelsen ble knyttet til klimaendringer og banet veien for en reorientering av risiko- og sårbarhetsarbeidet i kommunen. Den resulterte i introduksjon av tilpasning til klimaendringer som noe kvalitativt forskjellig fra det å tilpasse seg dagens klima - som også var en forsømt oppgave i kommunen (Groven, 2010). I andre tilfeller kan det være at inngangen som "åpner" tilpasning til klimaendring som et kommunalt politikkområde er gjennom en overordnet planprosess. Dette har vært tilfelle i Fredrikstad kommune, som i 2006 vedtok i forbindelse med rulleringen av sin klimaplan å supplere denne med en egen plan som gjaldt klimatilpasning (Sataøen, 2006). I 2010 forelå en fagutredning som skal danne grunnlag for selve det kommunale fagdokumentet (Sælendsminde mfl, 2010).
- 7) *Prioritere årsaks- før effektinnretning.* Også denne tommelfingerregelen kan brukes begge veier, men her vil det normalt være mest fornuftig å prioritere årsaksinnrettede tiltak. Bare i enkelte tilfeller kan det være fornuftig å prioritere effektinnrettede tiltak. Effektinnrettede tiltak vil ofte ha en høy økonomisk kostnad, mens årsaksinnrettede tiltak ofte kan ha en høy politisk kostnad. I en situasjon der kommunen virkelig ser behovet for og ønsker å gjøre noe konkret, men ikke har store økonomiske ressurser, kan det være riktig å prioritere årsaksinnrettede tiltak, som for eksempel å innføre byggeforbudssoner i områder som kan bli utsatt for flom eller skred ved et endret klima. Så langt er det få eller ingen eksempler på kommuner som faktisk har gjort denne typen tiltak, mens det fins noen eksempler på kommuner som har gjort effektinnrettede tiltak. Ett ofte sitert eksempel på dette er fra kystkommunen Flora, der kommunen etter å ha analysert konsekvenser av en mulig økning i havnivået bestemte la inn i reguleringsbestemmelsene for det nye kommunale næringsarealet (Floralandet og Brandsøy) at eventuelle utbyggere måtte ta hensyn til havnivåstiging eller dokumentere andre sikringstiltak<sup>27</sup>. Dette kan tyde på at det ofte vil være fornuftig å prioritere effekt- før årsaksinnrettede tiltak; i alle fall at det er slik det vil gå i praksis.
- 8) *Prioritere no-regret tiltak.* I arbeidet med tilpassingsstrategier bør det ifølge EEA (2010) rettes spesiell oppmerksomhet mot "no-regret" løsninger som kan forsvares under alle sannsynlige fremtiddscenarioer. Typiske eksempler på "no-regret" løsninger er høyere standardkrav til isolering av bygninger.
- 9) *Ivareta klimagassutslippsmål.* Dette kriteriet er et viktig kontrollpunkt for å redusere faren for mis-tilpasning i form av at klimatilpasning fører til vesentlig økning i klimagassutslipp. Ofte vil klimatilpasning kunne føre med seg økte utslipp av klimagasser. Når reiselivsnæringen investerer i kunstsnøproduksjon eller flytter skitrekke og hele hytteanlegg til mer snøsikre områder medfører dette nødvendigvis en slik

<sup>26</sup> <http://oldwww.vestforsk.no/www/download.do?id=651>

<sup>27</sup> <http://www.regjeringen.no/nndep/md/kampanjer/klimatilpassing-noreg/bibliotek/erfaringar/flora-i-gang-med-klimatilpassing.html?id=542726>

økning. Poenget her er å ikke bygge inn i samfunnet drivere for økte klimagassutslipp gjennom tilpasningstiltak.

- 10) *Ivareta målet om en bærekraftig utvikling.* Dette kriteriet er en viktig utvidelse av kriteriet over, som på en bredere måte skal søke å redusere faren for mis-tilpasning; for øvrig et kriterium i tråd med anbefalingene i NOU Klimatilpasning. Av særlig viktighet er at klimatilpasningstiltak ikke må medføre vesentlige økninger i utslipp av klimagasser – som poengtert over - men også andre bærekraftkriterier er viktige; som hensynet til biologisk mangfold og hensynet til økt global rettferdighet. Det er også en mer grunnleggende potensiell motsetning mellom klimatilpasning og bærekraftmålet. Klimatilpasning er grunnleggende sett samfunns*konserverende*: man ønsker gjennom ulike tiltak å *ta vare på* og *beskytte* samfunnet mot uønskede endringer som følge av klimaendringer. Bærekraftmålet kan oppfattes som grunnleggende sett å *være samfunnsendrende*: man ønsker å *endre* samfunnet ut fra en innsikt at samfunnsutviklingen går i en ikke-bærekraftig endring, og bare gjennom grunnleggende endringer i samfunnet er det mulig må snu utviklingen i en bærekraftig retning.

Vi vil bruke typologien og tommelfingerreglene for prioritering av tiltak i de videre drøftingene av tilpasningstiltak innenfor hver av de fem kategoriene kommunal infrastruktur.



# Egne analyser av tilpasningsmuligheter for klimaendringer

## Arealforvaltning

### Innledning

I dette kapitlet omtales aktuelle tiltak for tilpassing til klimaendringer innenfor arealplanlegging, der vi spesielt vurderer lokalisering av bygninger og infrastruktur og arealbruk av betydning for fremtidig jordbruksproduksjon. Først gir vi en generell gjennomgang av anbefalinger omkring klimatilpassning innen to sentrale områder - nydyrking og arealforvaltning – før vi gir en gjennomgang av en mer avgrensede og konkrete tilpasningsstrategier og –tiltak. Dernest viser vi til eksempler på mer konkrete utfordringer og aktuelle tilpasningsstrategier fra to kommuner – Voss og Fredrikstad. Også i den første generelle gjennomgangen viser vi enkelte ganger til casene. Sist i dette kapitlet drar vi noen generelle konklusjoner.

### Nydyrking

Med utgangspunkt i tallene for dyrka mark og SSBs statistikk for fremskriving av folketallet<sup>28</sup> har vi beregnet behovet for jordbruksareal i 2050. I følge SSB sine fremskrivninger vil innbyggertallet i Norge fortsette å stige de neste 50 årene, fra 4,9 millioner i 2010 til rundt 7 millioner i 2060 i mellomalternativet. Det er imidlertid knyttet stor usikkerhet til disse beregningene, spesielt gjelder dette anslagene for innvandringen. De ulike alternativene antyder at folketallet i 2060 vil ligge et sted mellom 5,8 og 8,3 millioner. Vi bruker SSB sine mellomalternativ og regner med en befolkningsvekst i Norge på omkring 1 million fram til 2030 som en middels fremskriving, og ytterligere 1,2 millioner fram mot 2060. En lineær fremskriving mellom 2030 og 2060 gir en befolkningmengde på 6,6 millioner i 2050.

Dersom vi holder arealet med dyrka jord konstant vil jordbruksarealet synke til 1,5 da per person i 2050. Tilsvarende tall for fulldyrka jord og kornareal vil være hhv 1,3 og 0,5 dekar per person. For å opprettholde jordbruksarealet per innbygger på dagens nivå må arealet økes med omkring 88 000 da per år innen 2050. Til sammenligning ble vel 15 000 dekar godkjent for nydyrking i 2009 (Grønningseter 2010). I tillegg må det kompenseres for årlig omdisponering av dyrka mark, som de siste 5 år har vært på omkring 8 000 da/år (Bye m.fl 2010). For å opprettholde kornarealet per innbygger må omlag 26 000 dekar komme til hvert år.

Hvis vi forutsetter at regjeringens mål om en halvering av årlig omdisponert areal til andre formål enn landbruk oppnås, og dessuten halverer omdisponeringen til landbruksformål, vil omdisponeringen av dyrka mark holdes på under 6700 dekar per år<sup>29</sup>. Legger vi til dette arealet for omdisponering øker behovet for nydyrking hvert år fram til 2050 til omkring 95 000 dekar per år, noe som tilsier at *det må dyrkes mer enn 6 ganger så store areal hvert år som det ble dyrket opp i 2009, samtidig som det praktiseres et strengere jordvern enn i dag.*

De dyrkbare arealene i Norge er begrenset. Skog og Landskap har vurdert potensialet per 2008 til 12,3 millioner dekar fordelt på følgende kategorier:

- Produktiv skogsmark: 7,0 millioner dekar
- Myr: 4,3 millioner dekar
- Annen jorddekt fastmark: 1,1 millioner dekar

En oppdyrking på 95 000 dekar pr år fram til 2050 vil bruke opp omkring 30 % av de dyrkbare ressursene.

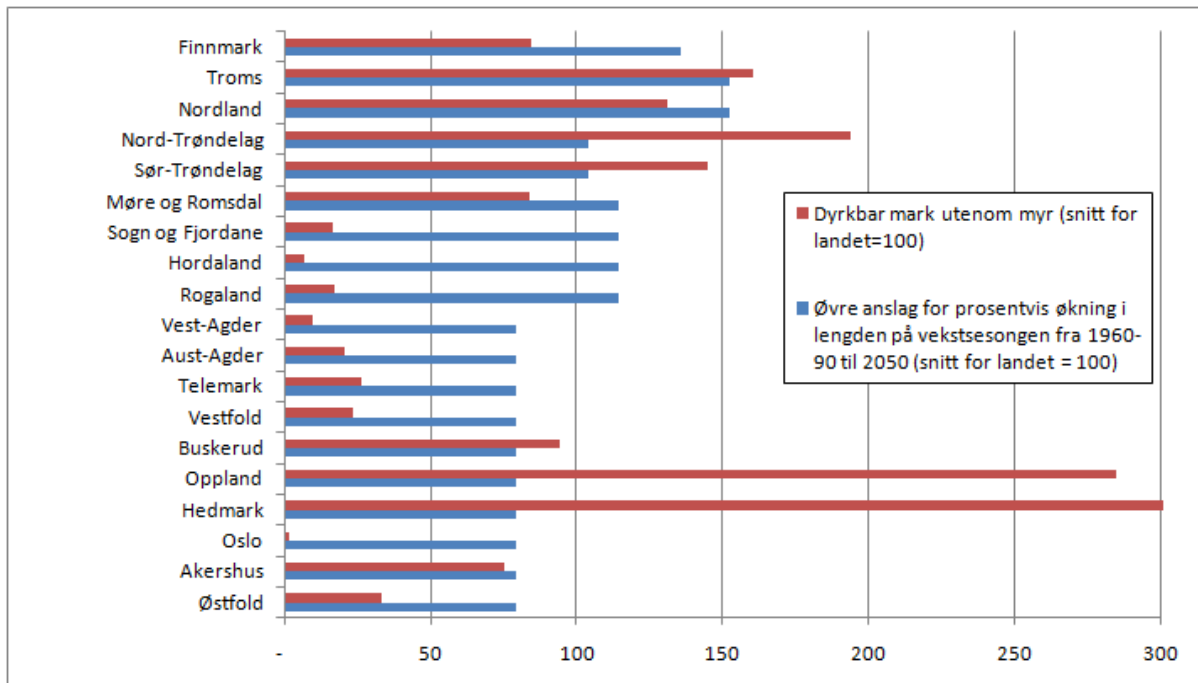
Dersom vi trekker ut myrrealene<sup>30</sup> fra potensialet for nydyrking, vil en dyrking på 95 000 dekar pr år i 40 år bruke opp vel 47 % av potensialet. Dersom vi videre regner med at deler av den dyrka marka blir omdisponert til andre formål, reduseres reserven ytterligere. De siste 5 årene er det omdisponert i gjennomsnitt 6 000 dekar dyrkbar mark pr år. Legger vi dette tallet grunn for årlig omdisponering framover vil nydyrkingsreservene vil bli redusert med 48,5 % innen 2050.

<sup>28</sup> <http://www.ssb.no/folkfram/>

<sup>29</sup> Omdisponeringen av dyrket mark i perioden 1994–2003 var på 13 400 dekar årlig. Dette tallet blir benyttet som målestokk når man skal halvere omdisponeringen innen 2010 (Riksrevisjonen 2007). Når en trekker fra arealene som ikke inngår i regjeringens mål, dvs. areal til skogplanting som blir omdisponert etter jordlova og areal som blir regulert til landbruk etter plan- og bygningslova, blir tallet 11 440 dekar i snitt per år. Vi har i vår beregning her halvert all omdisponering.

<sup>30</sup> I samsvar med forslaget om å forby oppdyrking av myr, se eget avsnitt

Under er vist en fylkesvis framstilling av potensialet for dyrkbar mark, men der vi har tatt ut potensialet for nydyrking av myr. Tallene er hentet fra Skog og Landskap (Strand og Bekkhus, 2008). I tillegg har vi indeksert framskriving av økning i vekstsesongen fram mot 2050. Denne indeksen er gitt for landsdeler; derfor lik verdi for flere fylker. Figuren antyder at de fylkene der vi kan forvente størst positiv utslag av klimaendringer på vilkår for jordbruksproduksjon er der størrelsen på potensialet for nydyrking og kvaliteten på de samme arealene er minst.



**Figur 5** Regional variasjon i dagens potensial for nydyrking og forventet økning i vekstsesongen fram mot 2050

Beregningene våre forutsetter at produktiviteten i nydyrka jord tilsvarer dagens jordbruksareal. Dette er imidlertid ikke en realistisk forutsetning. Nydyrking må for en stor del måtte foregå på skogsjord i mindre gunstige klimastrøk. Ifølge SSB skjer en stor del av nydyrkingen i deler av landet der det er et mindre gunstig klima for jordbruksproduksjon. Dessuten er nydyrket jord ofte mer marginal enn det som alt er dyrket opp. Arealet av dyrket myr i drift i dag er for eksempel bare om lag halvparten så stort som det arealet som er rapportert nydyrket de siste 100 årene. På grunn av torvsvinn har vi estimert at omkring 250 000 dekar med dyrket myr vil gå ut av drift innen 2050. Utviklingen indikerer derfor at den mest verdifulle matjorda reduseres og blir delvis erstattet av mindre produktive nydyrkede arealer og innmarksbeite (Riksrevisjonen 2010b). Å erstatte gammel kulturjord i de beste klimasonene i landet med nydyrking vil derfor innebære en vesentlig kvalitetsforringelse av det samlede jordbruksarealet. Nydyrket skogsjord har lite organisk materiale, lavt næringsinnhold og mangler fosfor- og i mange tilfeller kaliumreserver. Det vil ta lang tid og kreve store ressurser å opparbeide slik jord. Et annet problem er at det bare er en liten del av dyrkingsreservene som ligger i klimastrøk som egner seg for korndyrking.

Vi har ikke tall for potensialet i form av private hager og lignende i spredtbygde strøk, men har gjort noen enkle estimat over potensialet i byer og tettsteder basert på statistikk over arealbruk i tettsteder. Vi kommer fram til at et areal på omkring 300 000 dekar kan antas å være tilgjengelig for dyrking, men at dette kanskje kan økes til omkring 800 000 dekar i en krisesituasjon. Det er svært stor usikkerhet knyttet til disse estimatene. Estimaten viser et begrenset areal, men hvis arealene brukes til intensiv hageproduksjon kan det trolig oppnås relativt høye avlinger.

Klimaendringer kan føre til at potensialet for og kvaliteten på dyrkbart areal kan øke. Vi har imidlertid ikke grunnlag for å kvantifisere hvor store areal det kan dreie seg om. Den viktigste faktoren som kan påvirke fremtidig selvforsyning er trolig potensielle produksjonsområder innenfor de arealene som er disponert til andre formål.

### Arealplanlegging

*Arealplanlegging* er ofte fremhevet som det viktigste verktøyet kommunene har i arbeidet med klimatilpassing. I følge Klimatilpassingsutvalget er et styrket plansystem, som tar høyde for klimaendringer, det *viktigste* grepet samfunnet kan gjøre for å tilpasse seg et klima i endring (NOU 2010:10). En arealplanlegging som tar høyde for fremtidige klimaendringer og mulige effekter av klimaendringene kan forebygge at bygninger og infrastruktur blir

utsatt for naturskade som følge av havnivåstigning, flom og skred i fremtiden. Arealplanlegging i kommunene er videre samfunnets viktigste verktøy for å bevare dyrka og dyrkbar jord. Som vi har vist i delrapport 3 kan betydningen av å være selvforsynt med mat øke som en konsekvens av blant annet klimaendringer i andre deler av verden. Arealplanlegging er også det viktigste virkemiddelet kommunesektoren har for å unngå at naturmiljøet utsettes for fragmentering og inngrep som øker sårbarheten for klimaendringer.

Arealplanlegging som verktøy for klimatilpassing har imidlertid mange begrensninger. En viktig begrensning er at arealplanlegging bare omfatter nye tiltak og arealbruksendringer (Harvold mfl 2010). Sårbarhet og tilpassinger innenfor eksisterende arealbruk og infrastruktur faller dermed utenfor arealplansystemet og må fanges opp på andre måter, bl.a. gjennom kommunene sitt arbeid med samfunnssikkerhet. Arealplanlegging som verktøy for å påvirke arealbruksendringer innenfor landbruk er også begrenset. Det er særlovene innenfor landbruk og naturforvaltning som i første rekke regulerer arealbruken innenfor kulturlandskap, skogområder og annen utmark. Andre begrensninger og hindringer for arealplanlegging som verktøy for klimatilpassing er knyttet til institusjonelle forhold, tilgang til kunnskap, kapasitet og kompetanse osv. Klimatilpassingsutvalget reflekterer over disse begrensningene, og peker på at mulighetene for aktive tiltak for å skjerme naturmiljøet for konsekvenser av klimaendringer begrensete. De viktigste tiltakene vil i følge utvalget være av passiv karakter, som å unnlate å gjøre naturinngrep, styre naturinngrep til områder der de forårsaker minst skade, unngå å forurense osv.

I tillegg til arealplanleggingen vil fylkes- og kommuneplanenes samfunnsdel i planlegging etter plan- og bygningsloven kunne spille en viktig rolle. Nødvendigheten av å vurdere sårbarhet for klimaendringer, ikke bare som en konsekvens av klimaendringer, men like mye som et resultat av samfunnsendringer understreker dette. I delrapport 1 og 3 har vi vist til flere trekk ved samfunnsutviklingen som øker sårbarheten. Det har vært lite oppmerksomhet omkring store, strukturelle samfunnsendringer som øker transportbehovene og dermed sårbarheten for stenging av veier, som sentralisering av sykehus- og skolestruktur, større valgfrihet i videregående opplæring osv. Kommunesammenslåing drøftes gjerne som et aktuelt tiltak for å redusere driftskostnader og å styrke kompetanse i små kommuner, men det vil også i mange sammenhengene kunne øke transportbehovene gjennom sammenslåing av kommunale institusjoner og lenger avstander for kommunale servicefunksjoner som hjemmesykepleie osv, og dermed i prinsippet også kunne øke klimasårbarheten på områder som gjelder transport.

Kommunene har et klart ansvar for arealplanleggingen etter plan- og bygningsloven, men arealplanprosessen er samtidig en arena for formidling av nasjonale og regionale målsetninger og krav i arealpolitikken. Stat og regionale myndigheter kan gjennom innsigelser oppheve kommunal selvbestemmelse for å fremme nasjonale og regionale interesser, herunder tilpassing til klimaendringer, i henhold til plan- og bygningslovens bestemmelser. Fylkeskommunene har ansvar for at det gjennomføres en løpende fylkesplanlegging der retningslinjer for bruken av både arealer og naturressurser skal skisseres.

### **Aktuelle tilpasningstiltak**

I det følgende vil vi gå gjennom aktuelle tilpassingstiltak sortert etter vår anbefaling av rekkefølge for tilpassingsarbeidet i kommuner og fylkeskommuner: (1) Styrking av institusjonell kapasitet; (2) Analyser av sårbarhet; (3) Årsaksorienterte aktive tilpassingstiltak; og (4) Effekttinnrettede aktive tilpassingstiltak.

#### 1. Styrking av institusjonell kapasitet

Tilstrekkelig institusjonell kapasitet er en forutsetning for klimatilpassing. Dersom den institusjonelle kapasiteten er mangelfull er styrking av denne et viktig tilpassingstiltak, og et nødvendig tiltak for å forberede klimatilpassing. Begrepet institusjonell dekker en rekke forhold, men vi avgrensner drøftingen her til det som framstår som særlig viktige utfordringer i forhold til kunnskapsgjennomgangen (delrapport 1) og analysene (delrapport 3) innen temaet arealforvaltning.

- *Styrke relevant administrativ kapasitet*

Kompetanse og kapasitet henger nøye sammen. Mangel på administrativ kapasitet er uten sammenligning den *viktigste* årsaken kommunene oppgir når de får spørsmål om hindringer for innsats innenfor klima- og miljøvern (Aall et al 2008, 2009). Kapasitetsproblemet framstår som særlig påtregende i små kommuner, men Skjeggedal og Harvold (2008) mener dette er et problem både i små og store kommuner, og også hos fylkesmann og fylkeskommuner. I følge Harvold mfl.(2010) har fylkeskommunene store utfordringer når det gjeld kapasitet innenfor planlegging – trolig også innen landbruket, men dette siste forholdet er ikke like godt dokumentert. Aktuelle tiltak kan være å tilsette flere personer innenfor ansvarsområder med dårlig kapasitet og å omprioritere

innsatsområder. Klimatilpasningsutvalget har også tilrådd at det blir tilført kommunene øremerkede midler for å styrke plankapasiteten og –kompetansen.

- *Styrke relevant administrativ kompetanse*

Tilstrekkelig kompetanse innenfor arealplanlegging og andre særlig relevante fagområder innen administrasjonen er en forutsetning for å redusere klimasårbarhet i kommunene. Tilpassing til klimaendringer krever kompetanse i første rekke innenfor sårbarhetsvurderinger og arealplanlegging. Den kompetansen kommunene har er helt avgjørende for å utarbeide gode ROS-analyser og arealplaner for å begrense flom og skredfare i følge Riksrevisjonen (2010). I tillegg til ROS-analyser nevner Riksrevisjonen geografiske informasjonssystem (GIS) som et viktig redskap i arealplanleggingen. I tillegg vil det være behov for spesialisert kompetanse for å vurdere effekter av klimaendringer i naturen, og for fagspesifikke vurderinger av sårbarhet og utforming av tilpassingstiltak innenfor ulike etater og sektorer. Klimaendringene vil påvirke de fleste sektor- og tjenestoområdene som kommunene har ansvar for. I dag er det store forskjeller mellom kommunene med hensyn til hvilken kompetanse de har i egen organisasjon, og en stor del av norske kommuner mangler nødvendig kompetanse på ett eller flere av fagområdene vi har nevnt over (delrapport 3).

Aktuelle *tiltak* kan være:

- I kommuner som ikke har tilstrekkelig kompetanse innenfor arealplanlegging vil styrking av denne kompetansen være en forutsetning for videre arbeid med klimatilpassing.
- I kommuner som ikke har tilstrekkelig kompetanse innenfor forvaltningsområder som geodata, natur/miljøforvaltning, landbruk og kommunal infrastruktur vil styrking av kompetansen være viktige tiltak.
- I samtlige kommuner vil det være behov for etterutdanning og kurs for å øke kunnskapen om effekten av klimaendringer og muligheter for tilpassing innenfor ulike etater og fagområder.
- I kommuner som er utsatte for skred og andre naturhendelser bør det settes av ressurser til å kjøpe tjenester av spesialister.
- Vurdering av sårbarhet og planlegging og gjennomføring av sikrings- og tilpassingstiltak vil i en del tilfeller kreve spesialkompetanse som kommuner ikke kan forventes å ha i egen organisasjon for eksempel geologer som har kompetanse til å gjennomføre detaljerte skredfarevurderinger. Her kan det være aktuelt å tilsette slik kompetanse i *fylkeskommunene*, jf ordninger som tidligere har vært i bl.a. Sogn og Fjordane.

*Interkommunale* samarbeid kan skape større, eller bredere sammensatte fagmiljø. Også i tilfeller der planutfordringer dekker et videre geografisk område enn en enkelt kommune, er det naturlig å løse planoppgaven gjennom interkommunalt samarbeid. Aktuelle eksempler som er relevante for tilpassing til klimaendringer er vassdragsforvaltning, forvaltning av fjellområder, forvaltning av kystsoner og forvaltning av transportinfrastruktur.

*Fylkeskommunene* kan ta initiativ til regionale nettverk eller utvikle samarbeid med og mellom kommunene for eksempel ved å utvikle regionalt planforum til en arena for utvikling av klimatilpassing. Dette forslaget er også trukket fram av Klimatilpasningsutvalget.

- *Styrke relevant folkevalgt kompetanse*

DSB (2007) viste at klimatilpassing sto på dagsorden i norske kommuner og hos regionale myndigheter, selv om mange kommuner ikke hadde formalisert arbeidet med klimautfordringene. Lokal klimatilpassing er trolig mindre kontroversielt som lokalpolitisk tema enn reduksjon av klimagassutslipp er, slik det lokale eksempelet fra Voss viser (jf omtale under): "...det er lettere å få aksept for tilpassingstiltak; det er konkret og handler om å ta vare det vi har". Det er likevel mange eksempler på at også tilpassing til klimaendringer kan være politisk kontroversielt. Spørsmålet om å avgrense ny bebyggelse i forhold til skred- og flomfare og havnivåstigning kan innebære store begrensninger i arealbruken, og det å bestemme hva som skal være sikkerhetsmarginer er med dagens kunnskap like mye et politisk som faglig spørsmål. Undersøkelsen til Berglund og Nergaard (2008) kan tyde på at den politiske forståelsen av hvilke klimautfordringer lokalsamfunnet står overfor er mangelfull når vel 98 prosent av ordførerne som ble spurt, mente at staten bør ha det økonomiske hovedansvaret for klimatilpassing. Klimatilpasningsutvalget har pekt på flere tiltak som kan bidra til å styrke den politiske kompetansen i kommunene, bl.a. innarbeide klimatilpassing som tema i folkevalgtopplæringen og utvikle et målrettet tilbud om skolerung av ansatte og folkevalgte innen klimatilpassing.

- *Innarbeide hensyn i planprosesser til klimatilpassing i relevante kommunale og fylkeskommunale*

Innarbeiding av klimahensyn i *kommuneplanens* arealdel er langt på vei en lovpålagt oppgave i dag. Etter den nye plan og bygningsloven skal kommunene utarbeide ROS-analyser i forbindelse med arealplanleggingen, der

klimaendringer skal legges inn som en faktor i sårbarhetsanalysen. Kommunene er videre gitt et klart ansvar gjennom plan- og bygningsloven for å sikre at bebyggelse foregår på steder som ikke er utsatt for kjent risiko, og en plikt til å forebygge naturskader og sette i verk nødvendige sikringstiltak etter plan- og bygningsloven og naturskadeloven. I tillegg er det behov for å utarbeide strategier for klimatilpassing i områder som ikke omfattes av arealplanlegging, slik som områder med eksisterende bebyggelse og infrastruktur, og natur- og landbruksområder. Klimatilpassingsutvalget har foreslått å styrke lovens viktighet i klimatilpassingssammenheng gjennom en egen forskrift som pålegger kommunene å ta hensyn til klimatilpassing i all planlegging etter plan- og bygningsloven. Det er også relevant å vurdere hensyn til klimaendringer og klimatilpassing i en rekke ulike sektorplaner. For eksempel er kommunene i dag pålagt å utarbeide energi- og klimaplaner. Tiltak for å redusere klimagassutslipp bør sees i sammenheng med klimatilpassing for å unngå at det iverksettes tiltak for å redusere klimagassutslipp som fører til øket sårbarhet for klimaendringer

*Fylkeskommuner* har i mindre grad enn kommunene lovpålagte planleggingsoppgaver knyttet til klimatilpassing, men regionale strategier for klimatilpassing kan innarbeides i fylkesplaner for samfunnsutvikling og/eller energi og klimaplaner i tillegg til relevante sektorplaner. Etter ny plan- og bygningsloven kan fylkeskommunen utarbeide regionale planer med juridisk bindende bestemmelser for spesielle tema og geografiske område. Fylkesplaner og fylkesdelplaner etter forrige plan- og bygningslov kunne ikke gjøres juridisk bindende for arealbruk, slik muligheten er i dag. Slike planer kan brukes som aktive virkemiddel for å fremme klimatilpassing i geografiske områder, eller når det gjelder ulike tema som flom, skredfare og havnivåstigning. Spesielt vil vi framheve behovet for regional tilnærming til havnivåstigning som et aktuelt område for fylkeskommunene. Det nasjonale ansvaret for havnivåstigning er i følge Klimatilpassingsutvalget ikke avklart i dag, og mange kommuner etterspør statlige styringssignaler på dette området. Samtidig er det stor byggeaktivitet i sjønære områder og havnefronter.

Aktuelle *tiltak* kan være å innarbeide hensyn til klimaendringer og klimatilpassing i ulike sektorplaner, inkludert klima- og energiplaner (kommuner og fylkeskommuner); utarbeide strategier for klimatilpassing i områder som ikke omfattes av arealplanlegging, slik som områder med eksisterende bebyggelse og infrastruktur, og natur- og landbruksområder (kommuner); innarbeide strategi for klimatilpassing i fylkesplanens samfunnsdel; og vurdere behov for utarbeiding av juridisk bindende fylkesdelplaner for å fremme klimatilpassing.

- *Utvikling og forbedring av administrative rutiner og prosedyrer*

En undersøkelse utført av Riksrevisjonen (2010) viste at saksbehandlingen i kommuner med få innbyggere er svært personavhengig, og at mange kommuner mangler rutiner for å sikre overføring av erfaring og kompetanse når det gjelder håndtering av flom og skredfare. Harvold m.fl (2010) har pekt på at klimatilpassing ofte krever nye tilnærminger som utfordrer tradisjonelle fagdisipliner og sektorer. For å sikre at tverrfaglig tilnærming og at relevant fagkompetanse blir involvert i saker er det nødvendig med rutiner og prosedyrer. Fordi klimaendringer reiser mange nye problemstillinger er det lite sannsynlig at nødvendige rutiner og prosedyrer for å sikre at klimasårbarhet og –tilpassing blir vurdert i alle relevante saker er på plass.

Aktuelle *tiltak* kan være å gjennomgå rutiner og prosedyrer for å sikre at klimasårbarhet og klimatilpassing blir vurdert i relevante saker og planer, evt å etablere nye rutiner og endre eksisterende rutiner og prosedyrer.

- *Styrke evne og vilje til læring og samhandling*

Den klassiske tilnærmingen til klimatilpassing har i stor grad vært reaktiv, i betydningen at man på bakgrunn av å analysere mulige ensidige virkningene av klimaendringer utformer tiltak for å "tåle" slike endringer (Aall mfl 2009, Amundsen 2010, Harvold mfl 2010). Eksempler på faktisk gjennomførte tilpasning til klimautløste hendelser viser at dette er tiltak som først blir satt inn etter at samfunnet er blitt rammet (Husabø 2010). Etter flommene på Østlandet i 1967 og 1995 ble det for eksempel satt inn tiltak mot flom, og etter nyttårsorkanen i 1992 ble det utformet nye byggeforskrifter for bygninger for å sikre at de ble mer robuste mot vind (Harvold mfl 2010). Dagens kunnskap om forventede effekter av klimaendringer tilsier at det er behov for en bredere tilnærming, der en vurderer effekten av flere klimavariabler samtidig, og vurderer mange og ulike løsninger, og legger mer vekt på tiltak som kan redusere eksponeringen for klimautløste hendelser enn tiltak for å tåle de samme hendelsene (Husabø, 2010). Erfaringer har vist at klimatilpassingstiltak som isolert sett er gode for ett formål, eller en sektor, eller ett avgrenset område kan gi økt sårbarhet på andre områder, eller øke den samlede klimasårbarheten (Riksrevisjonen 2010). Et eksempel som ble trukket fram av Riksrevisjonen var avledningskanaler for flom som var lokalisert slik at de kunne bli tettet av snøskred. Behovet for mer helhetlige og koordinerte løsninger krever evne til tverrfaglig samarbeid og samhandling, og vilje til sosial læring. I mange tilfeller vil det være behov for endret kunnskapsperspektiv innenfor etablert fagdisipliner. Et eksempel som ofte trekkes fram i denne sammenheng er håndtering av overvann. Tradisjonelt har dette vært et ansvarsområde for vann- og

avløpssektoren alene, og den anerkjente løsningen har vært å håndtere overvann med rør i bakken. Når dette systemet blir satt på prøve som følge av klimaendringer utfordrer det både VA-sektoren og arealplanleggere som tidligere ikke har behøvd å tenke på dette tidligere. Lokal håndtering av overflatevann betyr imidlertid at også arealplanleggerne må ta dette inn som et hensyn i planleggingen for å sikre flomveier, legge tilrette for fordrøyningsbasseng og sikre at det er mest mulig gjennomtrengelige overflater i tettsteder (Harvold mfl 2010). Tiltak for å fremme evnen og viljen til nytenking, tverrfaglig samarbeid og samhandling har sammenheng med tiltak for å styrke administrativ kompetanse og kapasitet. Behovet for tiltak vil trolig variere i ulike sektorer, for eksempel har de delene av administrasjonen som arbeider med samfunnsplanlegging mer erfaring i å handle på tvers av fag og sektoren enn en del av sektorene. Behovet for tverrfaglig samarbeid og samhandling er ikke avgrenset til egen organisasjon, det vil i stor grad være nødvendig å samarbeide med andre myndigheter og fageksperter. Aktuelle *tiltak* kan være å vurdere behov for kurs, etter- og videreutdanning innenfor ulike sektorer og å organisere arbeidet med sårbarhetsvurderinger og klimatilpassing i tverrfaglige team.

## 2. Analyse av klimasårbarhet

- *Lokale og regionale generelle klimasårbarhetsvurderinger*

Kommunene er pålagt å gjennomføre ROS-analyser som en del av arealplanleggingen for å sikre at nye tiltak ikke utsettes for naturskade og annen risiko for skade. Vi anbefaler at kommuner gjennomfører sårbarhetsanalyser som også omfatter *eksisterende* bebyggelse og infrastruktur, som en forberedelse til konkrete tilpassingstiltak og som en forutsetning for å kunne prioritere mellom ulike tiltak og områder. En sårbarhetsanalyse kan avgrenses til en etat eller sektor, men det er mange argumenter for en mer helhetlig tilnærming. Et argument er at det sikrer at alle relevante samfunnsområder blir vurdert som grunnlag for å velge ut sårbare sektorer og områder for eventuelle nærmere analyser. Analysen bør ha et langsiktig perspektiv (50 – 100 år) for å få med utslagene av klimaendringer som kan være sannsynlige innenfor levetid av bygninger og installasjoner, og for å få med effekten av mer gradvise endringer som heving av havnivå og endringer av naturtyper. Som vi har vist til i delrapport 1 er det mange undersøkelser som har pekt på at endringer i samfunnet kan være en like viktig eller viktigere faktor for å øke sårbarheten for klimaendringene enn effekten av klimaendringene. Forløpige resultater fra Noradapt-prosjektet viser at i tillegg til nedskalerte klimaframskrivninger utgjør scenarioer for framtidig samfunnsutvikling et viktig og relevant input til sårbarhetsanalyser (Sælensminde og Aall, 2010). Erfaringene viser også at en bred medvirkning fra ulike etater i kommunen er viktig både for kvaliteten på analysen, men også fordi det bidrar til en bevisstgjøring omkring klimasårbarhet i alle etater og sektorer (Op. Cit).

Spørsmål om hvor grundig en første versjon av en kommunal eller fylkeskommunal sårbarhetsanalyse må eller bør være, og i hvilken grad kommunen skal trekke inn ekstern ekspertise i arbeidet eller involvere andre aktører i kommunen, som næringslivet vil avhenge av formålet med analysen. Om formålet med analysen er at den i første rekke skal være et grunnlag for prioritering av videre analyser kan den gjøres enklere enn om den også skal gi grunnlag for planlegging av aktive tilpassingstiltak. Et annet spørsmål er om det er nødvendig å bestille egne nedskaleringer av klimafremskrivninger eller om det er godt nok å bruke eksisterende regionale scenario som er tilgjengelige på nettet eller som blir gjort tilgjengelig i dette prosjektet<sup>31</sup>. Erfaringene i Noradapt prosjektet er at tilgang til klimascenarioer som er nedskalerte til lokale forhold oppleves som relevante i kommunene. Det er likevel viktig å være oppmerksom på at slike nedskaleringer ikke nødvendigvis bedrer nøyaktigheten i de lokale nedskaleringene. En annen sak er at det kan være ønsker om fremskriving av andre klimaparametre enn de som er tilgjengelige på nettet.

Aktuelle *tiltak* kan være å utarbeide oversiktelige og helhetlige analyser av lokal(kommuner) og regional(fylkeskommuner) sårbarhet for klimaendringer som grunnlag for prioritering av videre analyser og andre tiltak

- *Lokale og regionale spesifikke klimasårbarhetsvurderinger ifht flom og skred*

Klimaskader relatert til flom og skred er trolig den formen for klimasårbarhet som på mellomlang sikt vil medføre de største utfordringene i Norge. Nasjonale myndigheter har tatt på seg et ansvar for grovkartlegging av skred- og flomfare. Kart over alle typer skredhendelser er tilgjengelige på [www.skrednett.no](http://www.skrednett.no). I tillegg er det laget aktsomhetskart for snøskred og steinsprang som dekker hele landet. Kartleggingen er utført ved hjelp av digitale

---

<sup>31</sup> Fra [www.senorge.no](http://www.senorge.no) eller [www.klimatilpassing.no](http://www.klimatilpassing.no)

terrengmodeller, uten feltbefaringer og det er ikke tatt hensyn til lokale forhold som sikringstiltak, skog eller værforhold. Kvikkleireforekomster på over 10 dekar er kartlagt innenfor områdene med marin leire og det er også gjennomført fare og risikovurdering av kvikkleireområdene. Fareområder for kvikkleireskred og flomsonekartleggingene dekker ikke hele landet. I tillegg er det bare store områder for kvikkleireskred og de nedre delene av vassdrag i de mest flomutsatte vassdragene som er kartlagt med hensyn til flom. Når det gjelder flom og kvikkleire kan det være aktuelt for kommuner og fylkeskommuner å supplere de nasjonale kartleggingene. Når det gjelder snøskred og steinsprang er det bare aktuelt å kartlegge aktsomhetsområdene i større detalj. Ingen av de nasjonale kartseriene har lagt inn endringer av klima som faktor. NVE forvalter statens midler til forebyggende tiltak for eksisterende bebyggelse og kan gi tilskudd eller bidra med planlegging og gjennomføring av tiltak (kartlegging / sikring).

Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven krever at boliger skal ligge utenfor områder som kan bli truffet av skred oftere enn en gang pr 1000 år. GeoExtreme-prosjektet avdekket at mange boligområder ikke tilfredsstiller disse sikkerhetskravene. Tallene over antall bygninger og antall bosatte innenfor kartlagte aktsomhetsområder for stein og snøskred, som ble publisert av Riksrevisjonen (2010), indikerer et behov for sikring av eksisterende boliger mot stein og snøskred også i forhold til *dagens* klima. Tallene gir ikke svar på hvor omfattende skredsikring som er nødvendig. Til det er de kartleggingene av skredfare som tallene baserer seg på for grovmaskete og skjematisk. Det er med andre ord nødvendig med mer detaljerte kartlegginger. Slike kartlegginger har kommunene ansvar for, men de utføres i liten grad i dag. I skredutsatte kommuner på Vestlandet og i Nord-Norge kan slike kartlegginger bli omfattende og ressurskrevende, og få kommuner har egen kompetanse til slike kartlegginger. Uten at vi har tall for det er det vårt inntrykk at de fleste kommunene begrenser sitt arbeid med ROS-analyser og skredfarevurderinger til lovpålagte oppgaver, det vil si planlagte utbygginger som en del av arealplanleggingen etter plan og bygningsloven. Dette er for eksempel tilfelle i Voss kommune som vi har brukt som lokalt eksempel. En systematisk og planmessig tilnærming til skredsikring er ikke mulig uten en kartlegging av skredutsatte områder i større detalj og med feltbefaringer. Alternativet, som vi tror er vanlig praksis i dag, er en ad hoc tilnærming, å kartlegge områder det steinsprang eller andre hendelser tilsier at det er umiddelbar fare for ytterligere hendelser og vurdere sikringstiltak i det enkelte tilfellet.

Skredsikring som tiltak for å møte morgendagens klima støter på kunnskapsutfordringer som går ut over det som gjelder tilpasning til dagens klima. I Geoextreme-prosjektet ble sammenhengen mellom skredhendelser og ulike klimaparametre studert. Som et resultat av framtidige endringer i klima, ventes en økning i frekvensen av ulike typer skred, men det konkluderes med at mange sammenhenger mellom klima og skredaktivitet fortsatt er dårlig kjent. Her er det altså snakk om en grunnleggende usikkerhet der sammenheng mellom årsak og virkning ikke er tilstrekkelig kjent. De nasjonale kartleggingene av skredutsatte områder bygger på historiske data og terrengprofiler, og har ikke lagt inn endringer i klima som faktor. Beregningene av statistisk rekkevidde av skred er ikke nøyaktige nok til å endre skredfaregrensene som resultat av forventede klimaendringer. Generelt vil tusenårsgrensene flytte seg lite selv om skredfrekvensen øker, men hundreårsgrensene vil flytte seg nedover noe nedover (Jaedicke 2009). Geoextreme anbefaler å øke detaljeringsgraden i kartleggingen for å få mer kunnskap om løsmasser, prosesser og spor etter tidligere skredhendelser. Mer detaljert geologisk kartlegging vil også gi mulighet til å lage bedre modeller av effekten av endringer i nedbørmengde, nedbørsintensitet og snøsmelting. Disse tre faktorene har stor betydning for utløsning av flomskred og jordskred (Jaedicke 2009). Usikkerhet i klimafremskrivningene gir en ytterligere usikkerhet å forholde seg til. Som det går fram av delrapport 2 viser ulike klimamodeller stor variasjon i framskrivningene når det gjelder relevante klimaparametre som nedbør. Variasjonen i nedbørmengde i nedskalerte klimafremskrivninger for et skredutsatt fylke som Sogn og Fjordane etter ulike klimamodeller viser for eksempel endringer i vinternedbøren i 2050 i forhold til perioden 1961 -1990 på fra en økning på over 14% til en reduksjon på nærmere 6% i store deler av fylket. Variasjonen mellom to klimamodeller ga altså en variasjon på vel 20%. GeoExtreme anbefaler for å oppnå bedre tilpasning til klimaendringer innen skredforbyggende arbeid at de samme faregrensene beholdes, men at det settes større krav til aktsomhet.

Aktuelle *tiltak* kan være: Kreve at detaljerte kartlegginger av skredfare utføres av geologer med god kompetanse og at mulig økt skredfare som følge av klimaendringer gjøres til en del av vurderingen; Legge "worst case" scenarier for klimaendringer til grunn ved vurdering av øket skredfare i utbyggingssaker; Vurdere strategi for detaljert kartlegging av fare for naturskade i eksisterende bebyggelse og infrastruktur. Den grunnleggende usikkerheten som ligger i mangelfull kunnskap om sammenhengene mellom ulike klimaparametre og skred er et argument for en "vente å se" strategi i kommunene i forhold til å gjennomføre brede og detaljerte kartlegginger av klimarelatert skredfare i eksisterende bebyggelse og infrastruktur. Avgrensede kartlegginger i områder som kan identifiseres som særlig utsatte bør vurderes. I forhold til kvikkleire og flom kan det være aktuelt å vurdere å

supplere de nasjonale kartleggingene, evt med tilskudd fra NVE; Sørge for beredskap for ad hoc vurderinger av flom- og skredfare som kan true eksisterende bebyggelse og infrastruktur.

- *Lokale og regionale spesifikke klimasårbarhetsvurderinger ifht havnivåstigning og ekstrem vind*

Det foreligger nasjonale analyser av hvordan havnivået kan stige i ulike kystavsnitt i Norge og prognoser for stormflo (jf også vedlegg til delrapport 2). Det kan være aktuelt for kommuner å analysere hvilke områder som kan være utsatt for havnivåstigning og stormflo i fremtiden. Bergen kommune har for eksempel som en del av forskningsprosjektet Mare beregnet hvilke deler av byen som vil bli oversvømt ved ulike stormflonivå. Klimaframskrivingene er generelt usikre når det gjelder utvikling av ekstrem vind. Beregnede endringer i vindhastighet som er gjennomførte i dette prosjektet viser en generell nedgang i mesteparten av Norge, men det understrekes at vind fortsatt er en usikker parameter (Delrapport 2). Dette er argument for en "vente å se" strategi når det gjelder regionale og lokale analyser av utviklingen av ekstrem vind.

Aktuelle tiltak kan være å kartlegge hvilke områder som vil bli utsatt for stormflo og øket havnivåstigning i fremtiden.

### 3. Årsaksorienterte aktiv tilpassingstiltak

- *Redusere naturskade*

Kommunene er gitt et klart ansvar gjennom plan- og bygningsloven for å sikre at bebyggelse foregår på steder som ikke er utsatt for kjent risiko, og kommunene har dermed en plikt til å forebygge naturskader og sette i verk nødvendige sikringstiltak etter plan- og bygningsloven og naturskadeloven. Kommuner som tillater utbygging i områder som med en kjent fare for flom eller skred kan bli økonomisk ansvarlige om det skjer en ulykke, eller kan bli pålagt å gjennomføre sikringstiltak. I dag er det vanlig praksis at kommunen overlater til utbygger å foreta nærmere undersøkelser før det evt blir gitt tillatelse til utbygging i områder som kan være utsatt for naturskade, og utbygger må bekoste eventuelle sikringstiltak. Det kan også stilles spørsmål ved om dette i en del tilfeller fører til naturinngrep i form av sikringstiltak som kunne vært unngått ved en bedre lokalisering, og om det kan undergrave målsettingen om å unngå bebyggelse i utsatte områder.

Som vi drøfter i avsnittet om kartlegging av fare for naturskade, er det grunnleggende usikkerhet om sammenhenger mellom klimaendringer og skred. Det er videre usikkerhet knyttet til fremtidig klimautvikling, som gjør at det også er stor usikkerhet knyttet til flom og andre naturhendelser. De nasjonale kartleggingene av områder med fare for flom og skred har heller ikke med klimaendringer som en faktor. Det er derfor aktuelt for å legge inn en ekstra sikkerhetsmargin i forhold til aktsomhet eller rekkevidden av flom og skred i forhold til de nasjonale kartleggingene – enten gjennom en skjønnsmessig vurdering eller som et resultat av en lokale kartlegginger i tillegg til det som foreligger av statlige kartlegginger. I Voss har man lagt til grunn en skjønnsmessig vurdering av sikkerhetsmargin som en oppfølging av flomsonekartleggingen som ble gjennomført av NVE i 2006. I bykommuner, som ofte har et sterkere press på arealene enn landkommuner, vil dette være politisk utfordrende, og det kan oppstå målkonflikter mellom klimatilpassing og mål om konsentrert byutvikling og fortetting. Det kan likevel være gode grunner for kommunene til å være varsomme med å tillate utbygging i områder som kan bli utsatt for økt naturskade i fremtiden. Selv om det i utgangspunktet er eier som har ansvaret for sikring av egen eiendom er det fortsatt uavklarte rettslige forhold når det gjelder hvor langt kommunens ansvar strekker seg i forhold til å erstatte eller sikre eksisterende bebyggelse mot naturskade (Harvold mfl 2010, Riksrevisjonen 2010). I følge Riksrevisjonen (2010) mener mange kommuner at lovverket i dag er uklart når det gjelder hvilket ansvar de har når det gjelder forebygging og sikring av naturskade. Dette skyldes delvis at mange av kommunene ikke har satt seg inn i hvilket ansvar de faktisk har. Men andre eksempler som kommunene trakk fram viste at det trolig finnes uklare tilfeller, som så langt ikke er avklart gjennom rettspraksis.

Miljøverndepartementet har pekt på at kommuner som tillater bygg i områder som er utsatte for flom eller skred, kan være økonomisk ansvarlige om det skjer en ulykke dersom skadene kunne ha vært unngått gjennom en bedre planprosess. Spørsmålet er hva som i en eventuell rettstvist vil bli vurdert som en tilstrekkelig god planprosess. Et aktuelt spørsmål er om faren for naturskade var kjent, eller i hvilken grad den burde vært kjent av kommunen på utbyggingstidspunktet. Etter hvert som kunnskapen øker om naturskade (og sammenhenger mellom klimaendringer og naturskade) vil kommunene i framtida trolig få en større bevisbyrde i rettstvister enn mange av de kommunene som tidligere har vunnet fram i saker om erstatningsansvar (Groven m.fl. 2008).

Et problem som mange kommuner trakk fram i Riksrevisjonens undersøkelse, var ansvaret for eldre boligbebyggelse. Spesielt gjelder det for boliger som er oppført før området ble regulert. Spørsmålet blir da hvordan kommunen skal stille seg til ny informasjon. Det kan være at ny kartlegging av et område viser at bygningene ligger innenfor fareområdet for flom, skred eller kvikkleire. Kommunene er usikre på hvor langt



ansvaret går for å sørge for sikring av et område. Dette gjelder blant annet hva kommunene har anledning til å pålegge grunneiere å gjennomføre av sikringstiltak, særlig i tilfeller der sikringstiltakene må gjennomføres på annen manns grunn enn den som har fordel av sikringen. Det kan tilføyes at denne type uavklarte forhold også gjelder i tilfeller der naturfare oppstår på kommunal grunn, men truer privat eiendom. Dette ser en eksempel på i Bergen, der store deler av den private bebyggelsen er omgitt av kommunalt LNF-område,, og der det i enkelte tilfelle er fare for at steinsprang eller skred kan utløses fra kommunal grunn og ramme privat eiendom. Også her kommer spørsmålet om eldre bebyggelse inn som en kompliserende faktor, ettersom en rekke boliger har blitt bygd før lovverket stilte krav om at husbygger skulle sikre egen eiendom. (Groven m.fl. 2008:35).

Når det gjelder kommunenes erstatningsansvar har den skadelidtes forsikringsselskap etter loven krav på regress fra skadevolder, som i noen tilfeller kan være en kommune. Et vilkår for slik regress er at forsikringsselskapet allerede har utbetalt en forsikringssum til den skadelidte. I 1996 sendte Norsk Naturskadepool et brev til KS hvor de varslet at de for fremtiden ville legge mer vekt på vurdering og gjennomføring av regresskrav mot kommuner når rettslig grunnlag for krav forelå. Dette brevet ble sendt etter arbeidet som ble gjort i NOU 1996-16 Tiltak mot flom. NOUen ble utarbeidet i etterkant av flommen i 1995 og konkluderte blant annet med at hvis forsikringsselskapene og Statens naturskadefond i større grad krevde regress av kommuner som hadde opptrådt uansvarlig, kunne dette bidra til at kommunene ble mer bevisste på sitt ansvar (NOU 1996-16. 5.4.5).

Det finnes ingen fullstendig oversikt over regresskrav som gjelder naturskade som har vært ført mot norske kommuner fra forsikringsbransjens side (Leivestad, 2008). En gjennomgang av tidligere dommer viser at utfallet har gått begge veier, dvs. både "for" og "imot" kommunene. Av sakene finner man flere der kommuner har stått tiltalt etter pbl § 68, for å ha gitt byggetillatelse i fareområder. Blant nyere saker finner man dem som omhandler såkalt "urban flom" og kommunen som eier av avløpsnett. I 2007 falt det to viktige dommer i saker som involverte kommunen som ledningseier. I mars 2007 frikjente høyesterett Stavanger kommune i en sak som en huseier og forsikringsselskapet If reiste mot kommunen etter tilbakeslagsskader ved en nedbørshendelse i 2003. Kjennelsen bygde på at Stavanger kommune i sitt sanitærreglement har en bestemmelse om ansvarsfraskrivelse ved oversvømmelse etter nedbør som overstiger forutsetningene for dimensjonering av kommunale avløpsledninger. Senere samme år ble Fredrikstad kommune i Borgarting lagmannsrett frifunnet fra erstatningskravene rettet mot dem etter en ekstremnedbørshendelse i 2002 som medførte skader på hundrevis av eiendommer. I dommen fra lagmannsretten la blant annet flertallet til grunn at regn- og flomhendelsen måtte anses som en force majeure situasjon, ettersom den ble vurdert til å ha et gjentakintervall som oversteg 50 år. Dette innebar at Fredrikstad kommune ikke ble vurdert som objektivt ansvarlig for skadene som regnet medførte. De to dommene fra 2007 ble i etterkant omtalt som en viktig seier for kommunene. Dette kan blant annet gjøre det lettere for kommunene å få forsikringsavtaler. Samtidig har flere meldt en forundring over denne typen "frikjening" av kommunene. Forsikringsbransjen varsler som mulig konsekvens at selskaper kan komme til å prise seg ut i kommuner som er utsatt for vannskader. En annen løsning kan bli premiering av kommuner som tar det forebyggende arbeidet på alvor.

Når det gjelder havnivåstigning finnes et kunnskapsgrunnlag, men det er usikkerhet knyttet til kunnskapsgrunnlaget og kommunene savner statlige retningslinjer for hvordan havnivåstigning skal håndteres i plan- og utbyggingssammenheng. Noen kommuner har innført krav til hevet byggegrense i nye utbygginger for å ta høyde for havnivåstigning og stormflo. Fredrikstad kommune er et eksempel på dette når det gjelder havnivåstigning. Fredrikstad har for eksempel innført et forbud mot bygging på areal som er lavere over havet enn 2,5 m. Betingelsen for å tillate utbygging i områder som ligger lavere er at nødvendig sikring er en del av prosjektet, og at kostnaden dekkes av utbygger. Mangel på statlige retningslinjer kan imidlertid være en rasjonell begrunnelse for å "vente å se" for å unngå at ulike kommuner opererer med ulike marginer. Harvold (2010) og Klimatilpassingsutvalget etterlyser en avklaring av statlig ansvar når det gjelder å gi råd om havnivåstigning. Harvold viser til erfaringer fra Fremtidens byer, og peker på at selv de store, ressurssterke kommunene som deltar i dette nettverket ønsker en sterkere statlig rolle i arbeidet med tilpassing til havnivåstigning. De etterlyser blant annet anbefalinger når det gjelder kommunal planlegging av trygge bygg, veier og annen infrastruktur i forhold til havnivåstigning.

Usikkerheten i forhold til hvordan klimaendringene vil påvirke ekstrem vind gjør at kommunene må ta utgangspunkt i dagens vindutsatte områder, og være forberedt på at allerede vindutsatte områder kan bli ytterligere vindutsatte. Usikkerheten er en rasjonell begrunnelse for å "vente å se" i forhold til effektorienterte tiltak, men i mindre grad en begrunnelse for å unnlate å forebygge skade med å være restriktiv til utbygginger med sterkt vindutsatt lokalisering.

I flomutsatte vassdrag er det et viktig flomforebyggende tiltak å unngå utbygginger i og ved vassdraget som kan bidra til utfyllinger i eller innsnevring av elveløpet fordi det vil redusere elvas mulighet til å breie seg under flom. Bevaring av områder der elva har plass til å utvide seg i flomperioder senker hastigheten i vannstrømmen og kan dempe flommer nedstrøms. Slike og andre flomutsatte områder bør avsettes til eller omdisponeres til en arealbruk som tåler flom. Harvold (2010) foreslår kommunalt oppkjøp av eiendommer i flomutsatte områder for omdisponering til formål der flom ikke utgjør noen risiko. I tettsteder og tettstednære områder er det mange eksempler på at flomutsatte områder er opparbeidet til parker eller friområder med stor rekreasjonsverdi.

For kommunale og fylkeskommunale veier som er utsatte for snøskred, steinsprang og flomskred vil det i mange tilfeller ikke være økonomisk og praktisk mulig å sikre fullgodt hele året. I fjordstrøk på vestlandet og i Nord-Norge finnes det ofte heller ikke omkjøringsveier. Årsaksinnrettede tiltak kan da være tiltak som begrenser trafikken på veien i deler av året, for eksempel ved å sette inn båttransport i perioder. Mer langsiktige tiltak er å søke å redusere trafikken på veien generelt eller å motvirke trafikkøkning på veien gjennom areal- og samfunnsplanlegging. Tiltak som kan vurderes er å være restriktiv til spredt utbygging i bygder med usikre tilkomstveier for å motvirke pendling, bevare lokale skoler og servicetilbud for å redusere behovet for daglige transporter osv.

Aktuelle *tiltak* kan være: Avsette hensynssoner i arealplaner i forhold til flom og skred, for å unngå søknader om utbygginger i områder som på lang sikt kan bli mer sårbare som følge av klimaendringer; Sikre areal langs flomutsatte elver og bekker for å gi vassdraget plass til å utvide seg i flomperioder; Legge inn en sikkerhetsmargin (øket aktsomhetsgrense) i forhold til kartlagt skred- og flomfare for å ta hensyn til at klimaendringer kan øke frekvens og rekkevidde av skred og flom. Dette er aktuelt både i hensynssoner og ved behandling av planer om ny utbygging av boliger og infrastruktur; Kreve at detaljerte kartlegginger av skredfare i plan- og utbyggingssaker utføres av geologer med god kompetanse og at mulig økt skredfare som følge av klimaendringer gjøres til en del av vurderingen; Legge "worst case" scenarioer for klimaendringer til grunn ved vurdering av øket skredfare i utbyggingssaker; Vurdere plantiltak for å unngå utbygging i særlig vindutsatte områder; Vurdere byggegrense i hoh for å unngå utbygging som kan bli utsatt for havnivåstigning og stormflo; og Vurdere tiltak som reduserer trafikken på skredutsatte veier.

- *Arealforvaltning og jordvern*

Bevaring av dyrka og dyrkbar mark for å opprettholde potensialet for jordbruksproduksjon i fremtiden er en årsaksorientert tilpassingsstrategi. Nydyrking for å erstatte dyrka mark som blir omdisponert har vi kategorisert som et effektorientert tiltak.

Norge har begrensede arealer med dyrka og dyrkbar mark. Å ta vare på dyrka og dyrkbar mark er et relevant klimatililtak for å opprettholde dagens selvforsyningsgrad. Som vi har beskrevet i delrapport 2 og 3 vil klimaendringer, sammen med andre internasjonale utviklingsstrekk kunne føre til høyere matvarepriser og en mer ustabil situasjon når det gjelder matforsyning på det internasjonale markedet. I dag er arealet fulldyrka jord pr innbygger i Norge 1,77 da. I tillegg kommer 0,45 da innmarksbeite og overflatedyrka mark. Selvforsyningsgraden av jordbruksprodukter er på omkring 50% regnet på energibasis, men da er energien i importert kraftfôr ikke trukket fra. Det dyrkbare arealet i Norge er omtrent det samme som det fulldyrkete arealet, dersom vi ser bort fra myrareal. En selvforsyningsgrad av jordbruksprodukter på 100 % på energibasis vil, gitt stabil arealproduktivitet, kreve at omtrent all dyrkbar mark dyrkes opp. Å opprettholde potensialet for jordbruksproduksjon i fremtiden vil ikke bare kreve at de samlede arealene som er velegnet for jordbruksproduksjon opprettholdes, men samtidig at produksjonsevnen på dagens dyrkede arealer opprettholdes. Klimaendringer gjør at dette vil kreve omfattende agronomiske tilpassingstiltak, som vi ikke går inn på her.

I St.meld. nr. 39 (2008-2009) signaliserer regjeringen at den vil legge opp til en mer restriktiv jordvernpolitikk og stimulere kommunene til aktiv planlegging for å redusere avgangen av dyrket mark som reduserer lagringen av karbon. Jordvernensynet må stå sentralt i både kommunal planlegging og i større samferdselsprosjekt. Regional landbruksmyndighet har en viktig rolle i å veilede kommunene og sikre et godt beslutningsgrunnlag. For å styrke jordvernet har Statens landbruksforvaltning (SLF) i 2006 fått myndighet til å fremme innsigelse til planer etter plan- og bygningsloven. Regjeringen vil stimulere til økt innsats for regionale planavklaringer gjennom regionale planstrategier og planbestemmelser. Dette er særlig viktig i pressområdene. Det er ønskelig med langsiktige utbyggingsstrategier der det trekkes klare grenser mot landbruksarealer og kulturlandskap som ikke skal utbygges. Det er avgjørende med tett samarbeid mellom kommunene og fylkeskommunale og statlige myndigheter i planprosessene. Regjeringen vil at ny plan- og bygningslov skal brukes aktivt for å oppnå dette. Avgrensning av kjerneområder for landbruk kan gi kommunen et bedre grunnlag for en god og langsiktig arealforvaltning knyttet til landbruksressursene. Det er ikke gitt noen signaler om et nytt eller justert politisk mål for

jordvernet etter 2010. Inntil et eventuelt nytt mål for jordvernet fastsettes, anbefaler SLF at dagens mål videreføres for perioden etter 2010 ved at omdisponeringen skal holdes på 5 700 daa pr. år eller lavere (Grønningsæter 2010).

Aktuelle *tiltak* kan være: Streng praktisering av jordvern på dyrka mark, men også hensyn til jordvern på dyrkbare areal; Avgrense kjerneområder for landbruk i kommunale arealplaner med streng praktisering av jordvern på de beste jordbruksarealene; Utarbeide regionale planstrategier med planbestemmelser for å styrke jordvern både på dyrka og dyrkbare areal; og Utarbeide strategier for arealøkonomiske utbyggingsløsninger.

- *Forlengt tidsperspektiv i kommunal og fylkeskommunal planlegging*

Selv om kommunene ofte lager mer langsiktige analyser og strategier er tidsperspektivet i kommuneplaner ikke lenger enn 10 – 12 år. Investeringer i bygninger og fysisk infrastruktur er derimot langsiktige, og vanligvis nærmere 100 år enn 10 år. Klimatilpassingsutvalget (2010) foreslår å legge et lenger tidsperspektiv til grunn ved regulering av nye utbyggingsområder og etablering av ny infrastruktur i områder som kan bli påvirket av klimaendringer. Tiltakene bør vurderes ut fra om de må bygges for å tåle klimaendringene som er forventet i løpet av levetiden, eller om de skal bygges for dagens klima, men klargjorte for forsterkninger eller endringer. Harvold mfl. (2010) peker på at krav til mer langsiktighet i planleggingen vil utfordre de delene av administrasjonen som ikke har tradisjon for å tenke langsiktig.

Et aktuelle *tiltak* kan være å legge til grunn et lenger tidsperspektiv enn tradisjonelt innen arealplanlegging ved regulering av nye utbyggingsareal og etablering av ny infrastruktur som kan være utsatt for øket fare for naturskade.

#### 4) Effektorienterte aktive klimatilpasningstiltak

- *Skredsikring*

Planlegging og gjennomføring av skredsikringstiltak krever spesialistkompetanse som kommunene i de fleste tilfeller må skaffe eksternt. NVE kan gi tilskudd eller bidra med planlegging og gjennomføring av tiltak (kartlegging / sikring). NVE har det overordna ansvaret for statlige forvaltingsoppgaver innen forebygging av skredulykker og skal forvalte statens midler til forebyggende tiltak for eksisterende bebyggelse.

Stenging av veier i perioder med stor risiko for snøskred og /eller steinsprang kan være et alternativ til skredsikring i tilfeller der det finnes omkjøringsveier. Tiltak som reduserer trafikken på veier som i perioder er utsatte for snøskred eller steinsprang kan være et alternativ eller supplement til kostbare sikringstiltak. Sikring eller opparbeiding av omkjøringsveier er et mulig tiltak

I følge NGU et al (2006) utgjør fjellskred som setter opp en tsunami i trange fjorder den klart største trusselen for tap av menneskeliv og verdier i én enkelt naturulykke i Norge. Normalt vil overvåking og beredskap være det viktigste sikringstiltaket i forhold til store fjellskred. Arealplanlegging har begrensinger som virkemiddel fordi tilgjengelige deler av strandsonen allerede er helt eller delvis utbygget. Sprenging av ustabile fjellmasser vil av samme grunn i mange tilfeller ikke være mulig (NGU et al. 2006). Overvåking av store fjellskred krever ressurser og spesialisert kompetanse og bør derfor være en nasjonal oppgave. Kommuner og fylkeskommuner har naturlige oppgaver i forhold til beredskap, blant annet å utarbeide evakueringsplaner. Beredskapstiltak bør i slike tilfeller samordnes mellom flere kommuner. Også når det gjelder beredskap er det naturlig å se for seg at staten spiller en viktig rolle.

Aktuelle *tiltak* kan være: Medvirke i beredskap for store fjellskred; Sikre omkjøringsmuligheter for rasutsatte veier; og Gjennomføre sikringstiltak mot skred og steinsprang.

- *Flomsikring*

Tradisjonell tilnærming til sikring av bebyggelse og infrastruktur mot flom har vært forbygging av elver og bygging av flomverk. Flomsikringstiltak som avgrenser elvas areal vil imidlertid øke vannets hastighet og kan føre til økte flomproblemer nedstrøms tiltakene. Regionale vurdering bør derfor inngå i planlegging av flomverk og andre sikringstiltak for å unngå at flomproblemet forskyves til andre deler av vassdraget. Sikringstiltak vil i en del tilfeller være nødvendige for å sikre utsatt bebyggelse og infrastruktur, men de senere år er det lagt større vekt på å forebygge flomskade ved å unngå bebyggelse og veibygging langs vassdrag, og gi elvene mer plass ved å bevare arealer langs vassdraget der elvene kan utvides i flomperioder. Det å forebygge flomskader ved å unngå bebyggelse og infrastruktur er årsaksorienterte tiltak, mens restaurering av elveløp som er innsnevret ved tidligere forbygginger og utbygginger er et effektorientert tiltak som kan vurderes som alternativ til tradisjonell flomsikring.

Aktuelle *tiltak* kan være: Vurdere alternativ til tradisjonelle sikringstiltak mot flom, eller kombinasjoner av forbyggingstiltak og tiltak som gir elvene større plass; Utarbeide planer for flomsikring som vurderer effekten av tiltakene i hele vassdraget; og Restaurere våtmarksområder for å forsinke avrenning og gi mer plass til flomvann

- *Storm og ekstrem vind*

Usikkerheten i forhold til hvordan klimaendringene vil påvirke ekstrem vind gjør at kommunene må ta utgangspunkt i dagens vindutsatte områder, og være forberedt på at allerede vindutsatte områder kan bli ytterligere vindutsatte. Usikkerheten er en rasjonell begrunnelse for å "vente å se" i forhold til effektorienterte tiltak, men i mindre grad en begrunnelse for å unnlate å forebygge skade med å være restriktiv til utbygginger med sterkt vindutsatt lokalisering. Stormskade på el-nettet er i følge Groven (2008) oftest resultat av vindfelte trær som i noen grad kan forebygges ved felling av trær som står nær linjene på utsatte steder og strekninger.

Aktuelle *tiltak* kan være: Vurdere restriksjoner på byggevirksomhet i områder som er særlig utsatte for sterk vind i dag; og Ettersyn av kraftlinjer og forebyggende felling av trær på utsatte steder.

- *Overvannshåndtering*

Håndtering av vann og avløp er i hovedsak omtalt i delkapittel 5. Tradisjonell overvannshåndtering i byer og tettsteder er å lede vannet bort gjennom rør under bakken. Økte nedbørsmengder og ekstremnedbør krever øket dimensjonering av avløpsrør, og VA-sektoren har vært opptatt av å få gode klimadata "for å sikre at det er de siste og mest nøyaktige/ beste prognosene for det lokale klimaet ved slutten av århundret som legges til grunn ved planlegging og dimensjonering av anlegg" for å sitere Vogelsang i Harvold mfl (2010). Variasjonen i klimaframskrivingene mellom ulike klimamodeller tilsier at det ikke er mulig, og heller ikke vil bli mulig i fremtiden, å skaffe "nøyaktige" data for fremtidige nedbørsendringer som grunnlag for dimensjonering av avløpsrør. Åpne løsninger for avløpsvann er mer fleksible, og vil i kombinasjon med fordrøyningsbasseng forsinke vannavrenning og dempe flommer. Lokal håndtering av overflatevann har konsekvenser for arealplanlegging fordi det krever gjennomtenkte løsninger på planstadiet og avsetting av areal i utbyggingsområder til sikring av grønne areal med gjennomtrengelige overflater, og areal til flomveier, og fordrøyningsbasseng. Åpent vann og grønne flater virker dessuten kjølede, temperaturforskjellen kan være 10 grader mellom asfalterte flater og flater med vegetasjon (EEA 2010).

I dag gjennomføres en overveiende del av detaljplanleggingen for utbygging av private utbyggere, som ikke nødvendigvis er interessert i arealkrevende løsninger som i en del tilfeller kan ha større verdi for arealer utenfor det omsøkte utbyggingsområdet enn innenfor. Kommunen kan kreve lokal overvannshåndtering, men ofte vil det være nødvendig med samordning på tvers av flere utbyggingsområder. Harvold (2010) drøfter problemet med små, private utbyggingsplaner i forhold til overvannshåndtering og peker spesielt på utfordringen med å samordne løsninger på tvers av eiendomsgrenser. Kommuner kan kreve felles planlegging på tvers av eiendomsgrenser der dette er nødvendig for å sikre infrastruktur. Et strategisk viktig tiltak i kommunene er å avsette areal til overordnet grønnstruktur i kommuneplaner som legger føringer på private utbyggingsplaner. Innordning av lokal overvannshåndtering i sammenhengende grønnstrukturer øker mulighetene for flerbruk av arealene til gang- og sykkelveinett og rekreasjonsformål. Eksempelet Fredrikstad viser at godt samsvar mellom arealplan, byggesak og VA gjør det lettere å motvirke problemer med overvann. Dette kan gjøre at kommunen gjennomfører grunnleggende, årsaksinnrettede tiltak, som beskrevet i tabell 5 i kapitlet om vann og avløp.

For å påvirke private aktører kan det innføres reduserte avløpskostnader ved gjennomføring av tiltak på egen eiendom. I følge Short (2010) er det innført reduserte offentlige avløpsavgifter hvis det anlegges grønne tak på bygninger i byene Berlin, Chicago, Köln, Portland og München. I København ble det innført krav i 2009 om at alle nye flate tak som skal bygges skal være grønne (Short 2010).

Aktuelle *tiltak* kan være: Avsette areal til grønnstruktur i overordnede arealplaner; Kreve lokal overvannshåndtering i privat planlegging; Kreve felles planlegging på tvers av eiendommer der dette er nødvendig for å sikre hensiktsmessige løsninger; Øke oppfølging og kontroll med privat planlegging; Vurdere å innføre krav om å bevare en minimumsandel av private byggetomter som åpne, grønne areal; og Vurdere å stimulerer til tiltak som virker fordrøyende på vannavrenning i eksisterende utbyggingsområder.

- *Havnivåstigning og stormflo*

Det er i første rekke årsaksorienterte tiltak som aktuelt når det gjelder havnivåstigning i dag. Mot slutten av hundreåret kan det bli aktuelt med effektorienterte tiltak som å styrke og heve moloer, havner og kaier, beskytte og styrke naturlige forsvar som sanddyner. Unntak er infrastruktur og bygninger som alt i dag er utsatte for stormflo.

Aktuelle *tiltak* kan være vurdere heving og styrking av havner, moloer som er utsatte for stormflo i dag.

- *Arealforvaltning og nydyrking*

Nydyrking for å erstatte dyrka mark som bli omdisponert til andre formål og nedbygget har vi kategorisert som et effektorientert tiltak. SSB regner med en befolkningsvekt i Norge på omkring 1 million fram til 2030 som en middels framskriving, og ytterligere 1,2 millioner fram mot 2060. For å opprettholde selvforsyningsgrad og arealet fulldyrka jord pr. innbygger må jordbruksarealet økes med omkring 80 000 daa pr år fram til 2030. I tillegg må den årlige omdisponeringen av dyrket mark erstattes. Den dyrka jorda som er omdisponert til andre formål de senere år går i stor grad til utbyggingsformål, og mye foregår i de områdene av landet som har gode vilkår for jordbruksproduksjon både ut fra kvaliteten på jordsmonnet og klimaforhold. Å erstatte fulldyrka, opparbeidet matjord med nydyrking vil innebære en forringelse av kvaliteten på jordbruksarealet, fordi en stor del av oppdyrkingen vil måtte foregå på mer marginale arealer og i klimasoner som i dag bare egner seg til grasproduksjon. Klimaendringene kan på den andre siden gi en del muligheter til å dyrke matkorn og mer krevende vekster på areal som i dag bare egner seg for grasproduksjon. Oppdyrking av nye areal er energikrevende og vil føre til betydelige utslipp av klimagasser i seg selv, og vil også føre til utslipp av karbon og metan fra jordsmonnet på de nydyrkete arealene. Nedbygging av dyrka jord reduserer på sin side potensialet for opptak og lagring av karbon i jordsmonnet.

Aktuelle *tiltak* kan være: Agronomiske tilpassingstiltak i jordbruket; og Vente og se holdning til nydyrking.

- *Endret innsats i klimatilpasning fra NVE*

I desember 2009 la NVE fram en ny strategiplan for perioden 2010-2014 (NVE, 2014). Her signaliserer NVE at de innen strategiperioden vil styrke innsatsen når det gjelder klimatilpasning, der satsing på klimatilpasning inngår som ett av åtte prioriterte fokusområder. Av interesse for våre tema er følgende målsettinger (NVE, 2009, s 12):

NVE skal gjennomføre klimatilpasning på alle sine forvaltningsområder med vekt på tiltak der klimaendring kan få særlig alvorlige konsekvenser. Viktige områder er endring av krav og forskrifter til damsikkerhet, vedlikehold, modernisering, sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen, bistand til flom og skredsikring og ved å sikre god arealbruk som forebygger fare.

Dette er målsettinger som bygger opp under våre (og NOU klimatilpasning) påpekninger om behovet for å avklare ansvarsforhold og innarbeide foreliggende kunnskap om klimaendringer i eksisterende statlige systemer for vurdering av skred- og flomfare.

## Lokale eksempler

For å illustrere temaet arealforvaltning med eksempler fra norske kommuner, har vi valgt ut *Voss* og *Fredrikstad*, som vi mener kan illustrere noen av de sentrale poengene i dette kapitlet. Kommunene har samarbeidet med medlemmer i forskergruppen gjennom prosjektet NORADAPT, og vi henter kunnskaper om kommunene derfra. I tillegg har vi utført telefonintervju med sentrale personer i kommunene for å supplere kunnskapen. Spørsmålene ble stilt til den personen som har ansvar for å lede klimatilpassingsarbeidet i sin kommune. I tillegg intervjuet vi en overingeniør i vann- og avløpsetaten i Fredrikstad, for å få mer inngående kjennskap til et eksempel på hvordan arealplan og sårbarhet for overvann henger sammen.

### Voss kommune

Voss kommune har gjennom deltakelse i Noradapt-prosjektet arbeidet med kartlegging av sårbarhet for klimaendringer innenfor landbruket. Arbeidsgruppen som har gjennomført arbeidet har også begynt å vurdere aktuelle tilpassingstiltak, men har ikke prioritert mellom ulike tiltak, og det har ikke vært politisk behandling av arbeidet. Vi har intervjuet plan og miljøvernssjefen som har ledet arbeidsgruppen om hva som er gjort og planlagt av tilpassingstiltak i kommunen, og om hva som var betingelser og hindrer for arbeidet med tilpassing til klimaendringer.

Kommunen har arbeidet med *flomproblematikk* knyttet opp mot Vangsvatnet og tilknyttede vassdrag. Utløpet av Vangsvatnet ble utvidet i 1988 eller 1989, som en tilpassing til dagens klima. Dette er et typisk effektorientert tiltak, som ble gjennomført av NVE, i samarbeid med kommunen. Før dette tiltaket var det vanlig med vann i kjellerne på Vossevangen i flomperioder. Tiltaket har langt på vei løst problemet med flom i sentrum.

Normalvannstanden i Vangsvatnet ble ikke endret, det er bare flomvannstanden som er berørt, dermed var det begrensede miljøskader ved inngrepet. Det oppsto noen miljøeffekter i etterkant fordi senkingen gjorde det mulig å dyrke opp en del våtmarksområder. Av årsaksorienterte tiltak er det viktigste en byggegrense til vassdrag på 50 m som kommunene har hatt og praktisert i mange år, også det som en tilpassing til dagens klima, og med flere formål. Denne er nå avsatt som hensynssone i kommuneplanens arealdel som er revidert i år. NVE utarbeidet flomsonekart for Voss i 2006. Etter det utarbeidet kommunen et internt notat for behandling av byggesøknader

der det ble lagt på en viss prosent i vannføringen med tanke på klimaendringer. Notatet er siden brukt ved behandling av byggesøknader. Årsaksorientert tiltak har også vært gjennomført i forbindelse med enkeltsaker. Ved utbyggingen av hyttefelt i Bavallen ble avrenning et tema, fordi hyttefeltet ligger ovenfor et boligfelt og fordi en regnet med at etablering av et hyttefelt ville gi øket avrenning. Avrenningskapasiteten ble øket og tilpasset for å unngå problemer i boligområdet nedenfor. Det ble tatt hensyn til sannsynlig økning i nedbør som følge av klimaendringer. Utbyggeren sto for tilpassingstiltakene.

Innenfor *landbruk* har en arbeidsgruppe foreslått en rekke tilpassingstiltak. Av årsaksorienterte kan nevnes strengere praktisering av veinormalen for bygging av landbruksveier for å unngå skader som følge av ekstremnedbør. Et annet tiltak som er drøftet er å legge inn et omløp med løvskog for å få rask vekst etter snauhogst pga avrenning/erosjon på bratte steder med god jord.

Begrenset *institusjonell kapasitet* vil ha betydning i form av begrensede økonomiske ressurser til å gjennomføre kartlegginger, og muligens konkrete tilpassingstiltak. Kommunen har også begrenset kapasitet og kompetanse, og må kjøpe inn spesialkompetanse fra for eksempel geologer til konkrete vurderinger. Manglende politisk interesse eller lokalt engasjement oppleves ikke som noen hindring. Det er heller ikke store konflikter omkring klimatilpassing. Manglende eller motstridende statlige styringssignaler er et større problem når det gjelder utslippsdelen av klimapolitikken. Så lenge staten ikke vil handle blir det også liten lokal vilje til å ta ansvar. Dette har nok også betydning for motivasjonen til å arbeide med klimatilpassingen, men det er lettere å få aksept for tilpassingstiltak; det er konkret og handler om å ta vare det vi har. I forhold til analyse av sårbarhet er det ønske om at flomsonekartleggingen utvides, den er pr. i dag bare utført i de sentrale delene av kommunen. Kommuner har ikke ressurser til selv å foreta denne typen kartlegginger. Det oppleves også som et problem at kartleggingen ikke har innarbeidet fremtidige klimaendringer. Usikkerhet er selvsagt et generelt problem i analyser av usikkerhet.

#### Fredrikstad kommune

Fredrikstad kommune kan på mange måter regnes som en foregangskommune i klimapolitisk sammenheng. De har i mange år fokusert på arbeid for å redusere klimagassutslippene sine. Etter flere episoder med kraftig nedbør og overvann på 2000-tallet, har temaet klimatilpassing også fått høy legitimitet blant byens politikere og kommuneadministrasjon. Gjennom prosjektet NORADAPT har de fått tilgang på lokale klima- og samfunnsscenarioer, og grupper fra en rekke av kommunens etater har analysert klimasårbarhet og foreslått tiltak for sin sektor. Sektorene som var med inkluderer arealplan, jordbruk, vei, vann og avløp, helse og innbyggernes mulighet for å tilpasse seg klimaendringene. Resultatene er samlet i en sluttrapport som Vestlandsforskning har skrevet på oppdrag for kommunen (Sælensminde m.fl., 2010). Det er ventet at resultater fra dette arbeidet blir innarbeidet i ny arealplan og sentrumsplan, som er under forberedelse nå.

Når det gjelder *arealplan*, er særlig *havnivåstigning* og *ekstremnedbør* viktige klimaufordringer for Fredrikstad kommune. Blant annet ligger deler av sentrum og sentrumsnære områder lavt over havnivået ved utløpet av Glomma, og er dermed sårbare for stormflo og generell havnivåstigning. Det er særlig stormfloen som har vært i fokus, og i fremtidig arealplan vil kommunen ha en byggegrense på 2,5 meter over dagens havnivå. Skal man bygge lavere enn det, må bygget tåle å stå i vann. Dette vil blant annet få konsekvenser for utbyggingen av et stort industriområde i kommunen. Det er vanskeligere å gjøre noe med eksisterende bygninger, så kommunen har per i dag ingen spesiell strategi for å tilpasse dem til et stigende havnivå.

Når det gjelder *overvannshåndtering*, er Fredrikstad kommune et godt eksempel på problemstillinger som særlig bykommuner kan møte ved økte nedbørsmengder. I perioden mellom 2002 og 2008 opplevde kommunen flere episoder med kraftige regnskyl, som gjorde at vann- og avløpssystemene ikke klarte å ta unna vannet. I ett tilfelle førte dette til oversvømmelse av et næringsbygg i sentrum, mens i flere andre tilfeller fikk bolighus tilbakeslag av vann og kloakk i kjellerne. Dette henger sammen med utforming og dimensjonering av avløpssystemet, men er også knyttet til arealplan og byggesak og illustrerer behovet for å se på tvers av sektorer. Problemene er ofte knyttet til økt påslag av vann oppstrøms, som kommer til overflaten når rørsystemer nedstrøms (og ofte i sentrale strøk ned mot Glomma og sjøen) blir for små til å ta unna vannet. Problemet har økt fordi utbygging av store bygg og harde flater øker avrenningen. Interessekonflikter mellom for eksempel boligutbyggere og byggesaksbehandling kan også føre til løsninger som ikke er optimale: Mens byggesaksbehandling gjerne legger vekt på at hus bør legges ned i terrenget, ønsker utbyggere innredning av kjellere med opplegg for vann og avløp. Resultatet kan da bli lite fall ned mot kommunens vann- og avløpssystemer, noe som øker faren for kjelleroversvømmelser. Kommunen er nå svært bevisst på denne typen problemer, og det er blant annet krav om at alle nye boligfelt må sikre at de ikke bidrar til økt avrenning. I enkelte nye boligområder lager man nye

løsninger for overvannshåndtering. Likevel er ikke forsøk på å motvirke problemet alltid like effektive, og selv om utbyggere lager løsninger for lokal overvannshåndtering, vil ofte private huseiere sette stein, asfaltere eller gjøre andre tiltak på eiendommen som likevel øker avrenningen i etterkant av utbyggingen. Dette er det få muligheter til å regulere. Resultatet har i noen tilfeller ført til økt avrenning fra nyutbygde områder til områder som allerede er sårbare for overvann.

Godt samsvar mellom arealplan, byggesak og VA gjør det altså lettere å motvirke problemer med overvann. Dette kan gjøre at kommunen gjennomfører grunnleggende, årsaksinnrettede tiltak, som beskrevet i tabell 5 i kapittelet om vann og avløp. Her er det viktig å påpeke at regnskyllene på 2000-tallet ikke kan regnes som veldig ekstreme. Om disse regnskyllene har sammenheng med klimaendringer er vanskelig å avgjøre, men det er ikke første gang kommunen opplever slikt vær. Byen opplevde tilsvarende regnskyll på 1950-tallet, men hadde så flere tiår uten slike fenomener. Kort institusjonell hukommelse i en kommune kan med andre ord gjøre kommunen sårbar allerede for dagens vær. Å være bevisst på dagens utfordringer vil hjelpe, og kanskje til og med være avgjørende, for at kommunen skal kunne motvirke sårbarhet for klimaendringer der det blant annet kan bli vanligere med kraftig nedbør som kommer på kort tid.

## Konklusjon

Konklusjonene gjelder følgende fem forhold:

### 1. *Tilpasse til dagens klima*

Å unngå å lokalisere bygninger og infrastruktur til områder der det er risiko for naturskade etter dagens klima framstår som den typen av tiltak som bør ha høyest prioritet i dag. Slike årsaksorienterte tiltak innebærer ikke store økonomiske kostnader i dag, men kan gi store innsparinger på lang sikt. Tilsvarende gjelder for arealforvaltning; det å unngå nedbygging og omdisponering av dyrka og dyrkbar jord, unngå fragmentering av og inngrep i viktige biotoper og økosystem vil bidra til at samfunnet i fremtiden er mer robust og bedre rustet til å takle og tilpasse seg til klimaendringer. Kunnskapsgrunnlaget når det gjelder faresoner for skred og flom er stort sett avgrenset til fare og risiko ved dagens klima.

### 2. *Tilpasse til havnivåstigning*

Tilpassing til dagens klima gir imidlertid ikke mening når det gjelder havnivåstigning. Her mener vi at å forebygge fremtidig skade ved å unngå å lokalisere bygninger og infrastruktur til areal som vil kunne bli utsatt for havnivåstigning og stormflo i løpet av bygningens eller infrastrukturen bør ha første prioritet. Kostnadene ved å heve byggegrunnen eller avstå fra å bygge vil som regel være begrenset i forhold til reparasjoner og sikringstiltak i ettertid. Effektorienterte tiltak for å sikre infrastruktur og bygninger som er utsatt for havnivåstigning i dag bør i størst mulig grad tilpasses forventet havnivåstigning i løpet av objektets levetid. For øvrig vil en "vente og se" strategi i forhold til havnivåstigning kunne forsvares.

### 3. *Styrke institusjonell kapasitet,*

Institusjonell kapasitet framstår som en forutsetning for effektiv tilpassing til klimaendringer. I kommuner som ikke har tilstrekkelig kompetanse og kapasitet innenfor arealplanlegging vil styrking av kompetansen trolig være det viktigste tiltaket kommunene kan gjøre i forhold til klimatilpassing. Styrking av kapasitet og kompetanse er også viktig innenfor andre relevante fagområder.

### 4. *Prioritere årsaksorienterte tiltak framfor effektorientert.*

Som nevnt under punkt 1 over er det viktigste tiltaket kommune kan gjøre for å forebygge naturskade årsaksorientert, nemlig å forhindre at ny bebyggelse og infrastruktur blir lokalisert til skredutsatte områder. Et mulig unntak er forebygging av store fjellskred som kan forårsake flodbølger i trange fjorder, som ved Åkneset i Møre og Romsdal. Arealplanlegging vil her ha begrensinger som virkemiddel fordi tilgjengelige deler av strandsonen allerede er helt eller delvis utbygget. Effektorienterte tiltak som kontrollert sprenging av fjellpartiet vil av samme grunn ikke være mulig. Normalt vil overvåking og beredskap være det viktigste sikringstiltaket i forhold til store fjellskred.

### 5. *Prioritere strategiske før konkrete tiltak*

Planlegging av klimatilpassingstiltak i samspill mellom ulike aktører og på tvers av sektorer og forvaltningsnivå er nødvendig for å sikre at de viktigste tiltakene prioriteres, at flere ulike relevante tilnærminger og løsninger blir vurdert, og at konsekvenser av tiltak når det gjelder klimagassutslipp og andre miljøeffekter blir vurdert. I enkelte tilfeller kan det likevel være påkrevet å iverksette konkrete tilpassingstiltak uten forutgående planlegging, for eksempel fordi tiltaket åpenbart har høy prioritet eller haster.

## Bygg

### Innledning

Et stort årlig byggskaedomfang viser at den eksisterende bygningsmassen ikke er godt nok tilpasset dagens klima. Dette gjelder også bygg i kommunalt og fylkeskommunalt eie. Det betyr at en bedre tilpasning til nåværende klima, vil være et viktig første skritt for å gjøre offentlige bedre rustet til å stå imot fremtidens klimautfordringer. Vedlikeholdsetterslepet i den norske kommunale bygningsmassen er stort, og det er av avgjørende betydning for å minske sårbarheten for klimaendringer at dette etterslepet hentes inn og overkommes. Vurdering av hvorvidt man skal erstatte enkelte bygninger med nye vil her være riktig.

Vi har i dette prosjektet ikke vurdert klimatilpasning og økning av robustheten til historiske bygninger av spesiell verneverdi. I den forbindelse viser vi til prosjektet "Klimatilpasning i norske kommuner" utført av NIVA, NILU, NIKU, Bioforsk, NINA, NIBR og CICERO, der tilpasning til ekstremvær innenfor kulturmiljøer og kulturminner er ett av tre tema<sup>32</sup>

Bygningsmassen er utsatt for klimapåvirkning i hele sin levetid, kanskje spesielt under bygging. For kommunene vil aktuelle tilpasningstiltak rette seg mot flere forskjellige nivåer av administrasjonen. For tilpasning av den kommunale bygningsmassen vil slike tiltak være rettet mot bestillere av nye bygninger og mot forvaltning, drift og vedlikehold av kommunalt eide bygninger og generelt ift forvaltningen av kommunalt eide bygninger. Blant annet vil utvikling av sårbarhetsanalyser for å styrke institusjonell kapasitet, være rettet mot plan- og byggesaksnivået i kommunen. Dette vil kunne omfatte utvikling av kommunale virkemidler, holdningsendrende og kompetansehevende tiltak.

Det foreligger allerede et godt utviklet sett av indekser for forskjellige klimaparametre for Norge, som frostnedbrytningsindekser, råteskaderisiko i ulike klimasoner, frostmengder, slagregnkart osv, og tilsvarende kart for bl.a. havnivåstigning er under utvikling (v/ PhD-stipendiat Anders-Johan Almås). Disse vil kunne være til god hjelp ved utvikling av klimasårbarhetsanalyser for norske kommuner. Utvikling av kart basert på en kombinasjon av nasjonale og regionale kart for dagens klima, nedskaleringer av scenarioer for fremtidig klima og bygningsinformasjon fra Matrikkelen og den enkelte kommune er til en stor grad gjort tilgjengelig gjennom forarbeidet til NOU Klimatilpasning, Byggforskerien<sup>33</sup> og dette prosjektet.

### Tilpasningstiltak rettet mot forvaltning, drift og vedlikehold av kommunal bygningsmasse

Flere strategiske tiltak vil kunne styrke ivaretagelsen av klimatilpasning i planlegging og bestilling av nye bygninger, samt skape et grunnlag for bedre forvaltning av den eksisterende bygningsmassen. En innledende kartlegging av klimautfordringene i kommunen, der man går gjennom tilsvarende klimaparametre som vist i caseanalysene for Lyngen og Fredrikstad kommuner i delrapport 3 (Sårbarhetsanalysen), vil kunne gi svært verdifull informasjon både om tilpasning av den eksisterende bygningsmassen og om hvilke parametre man bør ta hensyn til ved nybygging. Slik kartlegging vil også være av stor betydning i kommunal planlegging. Det anbefales derfor at alle kommuner lager en tilsvarende analyse som vist i dette prosjektet. Det dokumenterte vedlikeholdsetterslepet i norske kommuner er stort. Det er hevet over tvil at mange kommuner sliter med ressurstilgang for å gjennomføre nødvendig løpende vedlikehold, og at innhenting av vedlikeholdsetterslepet vil være vanskelig å gjennomføre innenfor rammene av den ordinære kommuneøkonomien.

Nedenfor er noen tiltak for *nybygg* sammenfattet i punkter (ikke uttømmende):

- Styrke kompetanse og ressurstilgang innen forvaltning, drift og vedlikehold av kommunalt og fylkeskommunalt eide bygninger, bestillerkompetanse osv.
- Gjøre lokale analyser og kartlegging av klimasårbarhet i bygningsmassen (jf case eksemplene i rapporten)
- Endre budsjettering og regnskapsføring for å unngå at nødvendig vedlikehold utsettes og konverteres til investering/rehabilitering
- Styrke tilsyn av byggeprosjekter mht klimatilpasning og robuste løsninger av klimaskjermen
- Styrke bestillerkompetanse
- Innarbeide konkrete krav til klimatilpasning av nye bygg ved bestilling

<sup>32</sup> Se <http://www.klimakommune.no/kulturarv/index.shtml>

<sup>33</sup> <http://bks.byggforsk.no/>



- Stille krav til klimatilpasning tidlig i byggeprosessen for bedre ivaretagelse (krav til fuktsikker byggeprosess (som værbeskyttet bygging ved tildekking av bygg under oppføring), fuktsikring av bygningsdeler som ligger under terreng, materialbruk, terrengtilpasning osv.).

For å forenkle planlegging og gjennomføring av drift og vedlikehold av bygningsmassen, og fungere som beslutningsstøtte, vil god innsikt i bygningsmassens tilstand være viktig. Nedenfor følger noen innspill til tiltak for å oppnå en bedre klimatilpasset *eksisterende bygningsmasse*:

- Utvikle klimasårbarhetsanalyse for kommunens eksisterende bygninger
- Endre rutiner for budsjettering og regnskapsføring for å unngå at nødvendig vedlikehold utsettes og konverteres til investering/rehabilitering
- Utarbeide tilstandsanalyse og oversikt over vedlikeholdsetterslep for kommunens bygningsmasse knyttet til hver enkel bygning og oversikt over hovedmaterialer og areal av bygningsmasse
- Klassifisere og prioritere kommunens bygninger mht ønsket bevaringsverdi og levealder, fordi det i enkelte tilfeller kan lønne seg å bygge nytt
- Gjennomføre løpende driftsoppgaver som er viktige for å unngå nytt forfall og økning av sårbarhet ift. klimapåkjenninger hyppigere (f.eks. behov for snømåking av taket og rensing av taknedløp)
- Økt frekvens på tiltak som kan styrke bygningenes klimaskall, f.eks. hyppigere ettersyn av klimaskallets konstruksjoner, hyppigere frekvens av beising/maling eller påføring av utvendig puss, utskifting til nyere vinduer og dører osv.

### Styrke institusjonell kapasitet

Det er en rekke tiltak som kan gjennomføres for å styrke kommunenes og fylkeskommunenes institusjonelle kapasitet med tanke på klimatilpasning av egen bygningsmasse. Med utgangspunkt i drøftingen av den institusjonelle sårbarheten i sårbarhetsanalysen (delrapport 3), vil vi foreslå følgende tiltak for å oppnå dette:

- Innarbeiding av kunnskap om klimaendringer og kravsetting til klimatilpasning i kommunale planer, virkemidler og prosesser:
  - Innarbeiding av strategi for klimatilpasning i kommuneplanen
  - Ev. egen kommunedelplan for klimatilpasning, med lokal sårbarhetsanalyse
  - Bruke klimasårbarhet som tema ved overordnet lokalisering av bygninger i arealplanlegging
  - Stille krav til klimatilpasning ved reguleringsplanlegging
  - Utarbeide veileder for klimatilpasning og byggeskikk
- Øke fokus og bevissthet på klimatilpasning i kommunale prosesser
- Utvikle ROS-analyser iht krav i plan- og bygningsloven med spesielt fokus på klimatilpasning
- Motvirke forvitring av kompetanse om klimatilpasning og lokal byggeskikk, gjennom å dokumentere "taus" kunnskap om lokalt klima og byggeskikk blant ansatte i kommunen
- Styrke utvikling av klimadifferensierte løsninger, bl.a. gjennom å henvise til lov og forskrift (for bruk av preaksepterte løsninger) og Byggforskserien.
- Bruke forhåndskonferanser og andre kommunale prosesser bevisst for å informere om lokale klimaforhold og kommunale krav til klimatilpasning
- Stille krav til at det gjennomføres geologiske og topografiske undersøkelser av byggetomt der man er usikre på om lokalisering av bebyggelse er egnet
- Utvikle/styrke tilsyn med fokus på klimatilpasning av byggeprosjekter mht robuste løsninger av klimaskjermen og plassering på byggetomt
- Stille krav til uavhengig kontroll mht. klimatilpasning der kommunen er usikker på om ivaretagelse/kompetanse (klimatilpasning er ikke eget ansvarsområde)
- Be spesifikt om kontroll av klimatilpasning i prosjektering og utførelse på aktørsiden der klimaforholdene er spesielt krevende.

### Strategiske og årsaksinnrettede tiltak

- Øke bygningers levetid og legge til rette for økt fokus på livsløpskostnader
- Unngå lokalisering av bygninger til områder der det er risiko for naturskade
- Styrke dokumentasjon av lokal kunnskap om byggeskikk og lokale klimaforhold
- Innarbeide klimatilpasning av bygget miljø som tema i ROS-analyser, kommuneplaner og andre virkemidler i det kommunale plan- og byggesaksarbeidet

- Stille krav til at aktørene i byggeprosessen risikovurderer prosjekter ift lokale klimaforhold og -påkjenninger ved prosjektering for å styre inn bedre klimatilpasning av nye bygninger.

## Konklusjon

Ovenfor har vi listet opp en rekke forslag til tiltak av samfunnsøkonomisk og institusjonell karakter som kan bidra til en bedre klimatilpasset bygningsmasse, både i forhold til dagens og framtidens klima. Vi har vektlagt betydningen av å utvikle klimatilpasningsstrategier som tar hensyn til de store klimatiske, geografiske og samfunnsmessige variasjonene som preger Norge, enten sammenligningen skjer på kommune- eller fylkesnivå. De store geografiske og topografiske forskjellene i Norge fører til at bygninger må tåle svært forskjellige klimautfordringer og -påkjenninger. Vi har i delrapport 1 og 2 vist at klimaendringene vil opptre svært forskjellig i ulike deler av landet, og sannsynligvis vil bidra til ytterligere økning i variasjoner av klimapåkjenninger sammenlignet med det vi ser i dag. Tiltak knyttet til anvendelse av klimadifferensierte løsninger som tar hensyn til lokalt klima vil trolig bli enda viktigere enn det man tidligere har trodd.

En viktig nøkkel til å sikre en klimarobust bygningsmasse er å *unngå standardisering*, men i stedet velge de løsningene som tar hensyn til lokalt klima. Dette er en stor utfordring allerede i dag, og pågående endringer i klima og samfunn gjør at slike hensyn blir enda viktigere i tiårene som kommer. Bygninger har en økonomisk og teknisk levetid på ca 70 til 100 år. Det betyr at mange av dagens offentlige bygninger er gått ut av bruk eller revet før vi har nådd 2050, som er tidshorizonten for denne studien. Det viktigste norske kommuner og fylkeskommuner kan gjøre for å sikre en klimarobust bygningsmasse for de kommende tiårene, er derfor å prioritere god planlegging med fokus på klimatilpasning, prosjektering og gjennomføring av nye byggprosjekter. Dette betyr en sterkere vektlegging av strategiske og årsaksinnrettede tiltak. I tråd med observasjoner i casekommunen Melhus, er det avgjørende at valg av byggematerialer og tekniske løsninger i større grad enn i dag tar utgangspunkt i å *forlenge bygningens levetid*, og at kostnadsfokus flyttes fra dagens investeringsbudsjett til livsløpskostnadene.

Videre er det nødvendig at det omfattende *vedlikeholdsetterslepet* for den offentlige bygningsmassen hentes inn, slik at dårlig ytre vedlikehold ikke gjør bygningene ekstra sårbare for de forverrede klimapåkjenningene.

De store variasjonene i klimapåkjenninger og tilpasningsbehov innenfor byggsektoren stiller kommunene overfor ekstra utfordringer når de skal utforme klimatilpasningsstrategier på dette området. Det er også store oppgaver som venter rent finansielt med tanke på å ruste opp den kommunale og fylkeskommunale bygningsmassen slik at forsterket klimapåkjenning ikke skal føre til ytterligere forringelse av bygningskapitalen. Dette utløser et behov for *statlig medvirkning*, både i form av ekstraordinære midler for å hente inn vedlikeholdsetterslepet og i form av styrket forsknings- og veiledningsinnsats på området.

Det er tydelig at alvorlige klimahendelser der store verdier blir berørt, og særlig der liv og helse står på spill, dramatisk øker fokuset på klimatilpasning. Det viser bl.a. caseundersøkelsen i delrapport 3 – Sårbarhetsanalyse. Det er et håp at temaet klimatilpasning og tiltak for å minske klimasårbarheten og øke robustheten i den norske bygningsmassen blir en fokusert del av offentlig forvaltning og debatten om hvordan vi på kort og lang sikt skal møte klimaendringene.

## Vannforsyning og avløpshåndtering

### Innledning

I denne rapporten omtales aktuelle tiltak for å møte en del av endringene omtalt i delrapport 3 med sårbarhetsanalysen, som inneholder en oversikt over forventede effekter av klimaendringer for ulike deler av vann- og avløpssystemene. Vi viser også til prosjektet "Klimatilpasning i norske kommuner" utført av NIVA, NILU, NIKU, Bioforsk, NINA, NIBR og CICERO der de bl.a. har sett på klimakonsekvenser av ekstremvær ifht drikkevann. På prosjektets nettside har de lagt ut en rekke eksempler på klimatilpasningstiltak <sup>34</sup>

I tilpasningstypologien beskrives skillet mellom effektinnrettede tiltak (som reduserer virkningen av en klimaendring) og årsaksinnrettede tiltak (som reduserer eksponeringen). Videre beskrives strategiske/taktisk og tekniske muligheter, altså overordnet og detaljert. I det etterfølgende beskrives ulike muligheter for tilpasningstiltak og setter dem i sammenheng med tilpasningstypologien.

### Aktuelle tilpasningstiltak

I en nylig publisert rapport fra Norsk Vann (Muthanna mfl, 2010) er følgende hovedutfordringer for tilpasning til klimaendringer i VA-sektoren oppsummert. Disse tilpasningstiltakene er i stor grad strategiske:

- At det må tas hensyn til klimaendringer i VA i kommunale planer.
- At drikkevannskvaliteten må sikres (økt press, forverring av vannkvalitet i kilde, tilpasse vannbehandling og –transport).
- Å sikre infrastrukturen mot skader fra flo, flom skred.
- Å håndtere økte vannmengder (flomvannveier, forbedre dimensjoneringsgrunnlag inkl nedbørsserier, driftsstyring og kontroll).
- Avklaring av ansvarsområder.
- Sikre kompetanse.

Beslutninger tas med utgangspunkt i kunnskapen man allerede har. På strategisk nivå er det derfor viktig å inneha nødvendig kompetanse. Bare et fåtall (ca 10 %) av kommunene sender regelmessig personell på kurs og seminarer (Harvold mfl 2010) – som har følgende vurdering:

Vann og avløpssektoren har en utfordring når det gjelder både kompetanse og kapasitet framover. [...] På kunnskapssiden ser vi flere utfordringer, men den kanskje viktigst er å sørge for systemer som formidler den kunnskapen som allerede eksisterer, til relevante beslutningstakere.

Flere håndgripelige veiledere er utarbeidet med ulikt fokus innenfor vann og avløpshåndtering i framtidig klima. Disse er godt egnet for å starte arbeidet med å styrke institusjonell kapasitet. Eksempler på veiledere er:

- Byggforskserien (SINTEF): 2 anvisninger med tema *Håndtering av overvann* (2010)
- Norsk Vann: 3 veiledere om hhv *Overvannshåndtering* (2005), *Klimatilpasset overvannshåndtering* (2010) og *Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren* (2008)
- SFT: *Tiltak i avløpsanlegg* (2007)

Konkrete tiltak bør følge av en analyse av sårbarhet eller hvilke klimaeffekter man forventer å bli utsatt for. Eksempler på tiltak (Muthanna mfl 2010) er vist i tabellen under. Tiltakene faller stort sett inn i kategorien effektinnrettede, og er både strategiske og tekniske.

**Tabell 6** Eksempler på klimaeffekter og klimatilpasningstiltak innen VA sektoren (Muthanna mfl, 2010)

Klimaeffekter	Mulige tilpasningstiltak (eksempler)
Utfordringer i råvannet (organisk stoff, mikroorganismer)	Tilpasse vannbehandling On-line overvåkning av vannkvalitet
Strømbrydd (indirekte konsekvens)	Nødstrømsaggregat Sikring av strømforsyning mot skred, flom og lignende
Ledningsbrydd (indirekte konsekvens)	Sikre traseer

<sup>34</sup> <http://www.klimakommune.no/drikkevann/index.shtml>

	Feilsøking
Tørke	Reservekilde, nødvann
Forurensning av grunnvann	Sikre nedbørsfelt Oppgradere vannbehandling

SFT (Lindholm 2007) har laget en veileder som har til formål å hindre økt forurensning fra overløp og avløpsrenseanlegg. Den har følgende hovedprinsipp for kompenserende tiltak for framtidige klimaendringer:

- Reduser tilrenningen til avløpssystemene ved infiltrasjon, både for nye og eksisterende områder.
- Demp flomtoppene ved å lede vann på terreng og holde det tilbake i magasiner (slik at vannet bruker lengre tid på å nå avløpssystemet).
- Fordrøyningstiltak i avløpssystemet, slik at systemets kapasitet utnyttes bedre.
- Fjern flaskehalsen i rørsystemet.
- Installer overløp med renseseffekt.
- Fordrøyningsevolum i avløpsrenseanlegg.

Den samme veilederen (Lindholm 2007) poengterer også forskjellen mellom privat og kommunalt ansvar. Privat ansvar gjelder egen eiendom, både ved å tenke gjennom skader vannet kan forårsake innomhus, og på tomten, samt å tegne forsikring. Kommunalt ansvar er delt i:

- Administrasjon og planlegging: Inkludere klimaendringer i ulike utredninger, beredskap, og arealplaner.
- Utredninger og kommunikasjon: Kartlegge risiko, lage saneringsplaner, varslingssystemer.
- Teknisk og økonomisk: Tekniske tiltak, avgiftsvirkemidler og lignende.
- Krav og reglement: Ulike krav og retningslinjer:

Noen viktige retningslinjer og myndighetskrav er (Byggforskserien 2010):

- VA-norm: Her legger kommunen spesifikke føringer for hvordan VA-systemer skal bygges. Her bør hensyn til klimaendringer tas inn.
- NS-EN-752 Standarden omhandler utvendige stikklednings- og hovedledningssystemer utenfor bygninger.
- Krav fra veimyndigheter: Statens Vegvesen opererer med strengere krav til dimensjonerende gjentaksintervall enn de fleste VA-normer.
- NVEs krav: For bekker og vassdrag stiller NVE krav til arealbruk og sikring i flomutsatte områder. Dette skal vurderes med relevant modelleringsverktøy.
- Krav til beredskap og ROS: Kommunen er pålagt å gjennomføre Risiko- og Sårbarhetsanalyser (ROS).

Spesielt interessant i denne sammenhengen er VA-norm, der kommunen selv har mulighet til å påvirke tilpasning til klimaendringer gjennom å definere lokale krav.

Tiltak kan ha ulemper som bør vurderes nøye før tiltaket tas i bruk, for eksempel som vist i tabell (Watt mfl 2003). Informasjonen er noe modifisert og tilpasset norske forhold.

**Tabell 7** Noen fordeler og ulemper ved tiltak i fellessystem (Watt mfl 2003)

Tiltak	Fordeler	Ulemper
Rør med større diameter	Økt transportkapasitet	Kostnader Kan flytte problemet nedstrøms
Frakobling av takflater og infiltrasjon	Reduserer tilrenning til avløpssystem Redusert vanningsbehov	Kostnader for private Kan forårsake nye overvannsproblemer hos nabo el.l.
Fordrøyning på overflaten, tørre dammer eller på offentlige areal	Reduserer vannmengde til avløpsnett	Egnede arealer må være tilgjengelig
Struping av sluk og andre "innganger" til avløpsnett	Reduserer vannmengde til avløpsnett	Vann på trafikkerte areal kan gi ulemper for trafikken Vannskader på privat eiendom
Fordrøyningdammer og -magasiner	Reduserer vannmengde til avløpsnett	Store kostnader og arealer

Infiltrasjon i grunnen	Vann infiltrerer naturlig i bakken	Må være egnede løsmasser.
------------------------	------------------------------------	---------------------------

Tiltak kan ha følger for andre (tredjepart). Det kan være både positive og negative følger. Eksempler fra Canada (Watt mfl 2003) på miljømessige, samfunnmessige og estetiske følger er vist i tabellen under. Informasjonen er noe modifisert og tilpasset norske forhold.

**Tabell 8** Noen fordeler og ulemper ved tiltak i fellessystem (Watt mfl 2003)

Tiltak	Miljømessige følger	Samfunnmessige følger	Estetiske følger
Utskifting av rør	Økt nedstrøms vannføring, for eksempel i resipient <sup>(4)</sup>	Mindre konsekvenser (ut over anleggsarbeidet) <sup>(3)</sup>	Konsekvenser i anleggsfasen <sup>(5)</sup> Nyopprustet gate <sup>(1)</sup>
Frakobling av tette flater (som tak)	Stor reduksjon av tilrenning til avløpsnett <sup>(1)</sup> "Fyller på" grunnvannet <sup>(1)</sup>	Reduserer vanningsbehov <sup>(2)</sup> Fare for vannulemper for andre <sup>(2)</sup>	Ingen <sup>(3)</sup>
Fordrøyning på overflate	Reduksjon av tilrenning til avløpsnett <sup>(2)</sup> "Fyller på" grunnvannet <sup>(2)</sup> Forurensning i overvann håndteres ikke <sup>(4)</sup>	Legger beslag på arealer etter regnhendelse <sup>(4)</sup>	Anlegg for å lede overvann kan være lite pene ved uheldig utforming <sup>(4)</sup> Dammer kan huse insekter, for eksempel mygg <sup>(4)</sup>
Tiltak for å redusere vannmengde til avløpsnett	Reduksjon av tilrenning til avløpsnett. <sup>(2)</sup>	Reduserer framkommelighet på trafikkerte arealer <sup>(4)</sup>	Ingen <sup>(3)</sup>

(1): Store positive følger; (2): Positive følger; (3): Ingen opplagte følger; (4): Mindre negative følger; (5): Negative følger

Tabellen under er hentet direkte fra Norsk Vanns veileder om overvannshåndtering og viser eksempler på tiltak for å redusere overløpsutslipp og oversvømmelser (Lindholm mfl 2005).

**Tabell 9** Oversikt over noen tiltak som reduserer overløpsutslipp og oversvømmelser. (Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. 2005)

Prinsipp	Type LOD-anlegg	Formål	Beskrivelse
Dammer	"Våte" dammer uten fordrøyningsvolum	Rensing	Rensing skjer ved sedimentering og biologisk aktivitet mens overvannet passerer gjennom anlegget. Tilløpet medfører vannutskiftning.
	"Tørre" dammer (f.eks regnbed)	Fordrøyning og rensing	Dammene dimensjoneres for en viss oppholdstid, vanligvis 24 timer. Partikulært materiale sedimenteres.
	"Våte" dammer med fordrøyningsvolum	Fordrøyning og rensing	Rensingen skjer hovedsakelig i det permanente vannvolumet.
Lukkede magasiner	Steinmagasiner Plastkassetter	Fordrøyning	Vannet fordrøyes i porevolumet i steinmassene eller i plastkassetter
	Rørmagasiner	Fordrøyning	Rørene overdimensjoneres for å gi plass for et fordrøyningsvolum. Utløpet strupes.
Våtmark	Grunt, vanddyb <15 cm, våtmarksområde	Rensing og fordrøyning	Våtmarksområde med betydelig utstrekning
	Dam med etterfølgende våtmark	Rensing og fordrøyning	Våtmarken er vanligvis betydelig mindre enn i foregående alternativ, men vanddybden over våtmarken er større (15 – 45 cm).

	Våtmark med stort fordrøyningsvolum	Rensing og fordrøyning	Permanent vannvolum med overliggende fluktuerende fordrøyningsvolum.
Infiltrasjon	Infiltrasjon fra terreng	Redusere overflateavrenningen. Unngå grunnvannssenkning. Rensing	Overvannet ledes ut på terreng og infiltreres derfra.
	Infiltrasjon fra åpne gresskledde grøfter		Infiltrasjon fra avrundete åpne gresskledde grøfter som ligger med svakt fall.
	Infiltrasjondammer		Infiltrasjon gjennom bunn og sider i åpne dammer.
	Infiltrasjon gjennom porøs asfalt og andre former for porøs overflatebelegning		Infiltrasjon gjennom porøs asfalt eller via fuger mellom gatestein og andre former for belegning til underliggende permeable masser.
	Lukkede infiltrasjonsgrøfter		Infiltrasjon via lukkede infiltrasjonsgrøfter til omkringliggende permeable masser.
Grønne tak	Vannopptak i takets vegetasjon	Minske overflateavrenningen	Tilbakeholdelse av den første delen av regnskyll.

Grønne tak er et svært interessant tiltak for å redusere avrenning fra vanlige hustakflater og andre tette flater som tak på parkeringsanlegg. Slike tak bidrar positivt i et bomiljø, men krever høy kompetanse hos de som planlegger og bygger. Dette er tema for Byggforskanvisning 525.306, Terrasser med beplantning på bærende betongdekker. Ved riktig utforming kan grønne tak også bidra til et bedre klima inne i bygget.

### Lokale eksempler

I arbeidet med denne rapporten er status for til tak for tilpasning til klimaendringer i case-kommunene kartlagt med utgangspunkt i følgende spørsmål:

1. Hvor godt kjenner du klimaframskrivninger for din kommune?
2. Dersom disse klimaframskrivningene skulle slå til, hvilke følger tror du det vil få for VA i din kommune?
3. Har kommunen vedtatt krav til klimahensyn i reguleringsplan, ROS-analyse for arealbruk, Klimatilpasningstrategi?
4. Er det gjort tiltak innenfor ditt ansvarsområde som du vil karakterisere som tilpasning til klimaendringer, og i tilfelle ja; hvilke?
5. Hva er de 2 viktigste klimatilpasningstiltak du ser for deg bør gjøres?

Spørsmålene ble stilt til den personen vi ble henvist til som kommunen vurderte å være mest relevant i forhold til problemstillingene. Dette var personer med ansvar for drift, nybygging/fornyning, VA-planleggere og lignende. Svarene ble gitt skriftlig etter en kort samtale på telefon. Samlet verdi av "VA-bygningsmassen" som disse kommunene forvalter (dvs gjenskaffelsesverdi av vann og avløpssystemene) er i størrelsesorden 30 milliarder NOK, hvorav Bergen eier ca 20 milliarder. Kommunene vurderer selv tilstanden til infrastrukturen til å være "middels minus".

#### Spørsmål 1

Her gir kommunene varierende svar, fra at dette er ukjent til relativt godt. En kommune er deltaker i NorAdapt som har kartlagt klimascenarier. Det etterlyses mer konkrete framskrivninger på lokalt nivå. Havnivåstigning er et eksempel på en godt beskrevet klimaparameter.

#### Spørsmål 2

For avløp nevnes ombygging av lavtliggende avløpssystem, hyppigere overløp, kjelleroversvømmelser, kapasitetsproblemer på nett og renseanlegg. For vannforsyning nevnes dette av kun en kommune, som peker på mulighet for forurensning av grunnvannsbrønner.

#### Spørsmål 3

I plansammenheng er overvannshåndtering i reguleringsplaner et viktig tema. Flomsonekart nevnes også i den sammenhengen. Det henvises til at man bruker veilederne fra Norsk Vann og SFT, som er beskrevet tidligere i dette kapittelet. Flere kommuner er bevisst på konkrete retningslinjer om økt nedbør, flomsonekart, og lignende, og bruker analyser og jobber med strategier for tilpasning til klimaendringer. Det samles også inn informasjon til bruk i planlegging, som nedbørstasjoner.

Spørsmål 4

Når det gjelder tiltak tar flere kommuner hensyn til klimaendringer allerede gjennom separering av fellessystemer, ombygging av lavtliggende systemer, og lokal overvannshåndtering (LOD). Det pekes på at tiltak må iverksettes over et langt tidsrom.

Spørsmål 5

Som svar på spørsmålet om hvilke tiltak som er viktigst pekes det på tiltak i to nivå: (1) Tekniske tiltak i avløpsnett (som lokal overvannshåndtering, ombygging av anlegg, sikring av flomveier). (2) Tiltak på alle nivå i plan- og byggesaksbehandling, også tekniske hensyn.

**Konklusjon**

Klimaendringer krever både strategi og tekniske tiltak. Eksempel på et nyttig overordnet strategisk verktøy som brukes mye i Norge er risikovurdering med ROS-analyse. Dette er likevel et verktøy som har mange svakheter for å vurdere tilpasning til framtidig klima (for eksempel påpekt av Nie, 2010). VA-etatene bør gripe anledningen til å jobbe strategisk med tilpasning til klimaendringer, og tilegne seg nødvendig kunnskap til å beskrive effektive tekniske tiltak. Dette kan i en del tilfeller bety å tenke litt nytt. Det fins mange eksempler på kommuner som har lykket med å tenke nytt, et område er for eksempel holdninger til no-dig reovering av vann- og avløpsrør.

Et annet område VA-forvaltningen kan forbedre seg på er å være med fra tidlig fase i utviklingsprosjekter for å sikre at VA er med som et sentralt tema i planleggingen. VA-anlegg er tross alt blant de anleggene vi bygger som skal ha lengst levetid, og i noen tilfeller over 100 år. Det er derfor viktig å starte strategisk planlegging av effektrettede tiltak slik at det som bygges er tilpasset ikke bare dagens klima, men også et framtidig klima. Det er også verd å merke seg at for overvannssystemer er dimensjoneringsdata basert på perioden 1961-1990, som er en "normalperioden" som brukes til sammenstilling av meteorologiske data, inkluder nedbør. Hvis vi dimensjonerer direkte etter dette underlaget bygger vi anlegg som var tilpasset vær-situasjonen for 35 år siden.

**Tabell 10** Eksempel på tiltak for tilpasning til klimaendringer for VA

	Effektinnrettede tiltak	Årsaksinnrettede tiltak
Teknisk nivå	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strupe sluk</li> <li>• Oppdimensjonere rør</li> <li>• Tilpasse trinn i vannbehandling</li> <li>• Fordrøynings- og infiltrasjonsdammer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bygge alternative flomvannveier</li> <li>• On-line overvåkning av vannkvalitet</li> </ul>
Strategisk nivå	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overordnede planer for tiltak, for eksempel en rehabiliteringsplan eller plan for økning av transportkapasitet i avløpsnett</li> <li>• Kombinere arealbruk til overvannsfordrøyning og andre formål</li> <li>• Krav i VA-norm</li> <li>• Sikre vannkilden</li> <li>• Alternativ vannforsyning</li> <li>• Sikre kompetanse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innlemme flomplaner i kommuneplan</li> <li>• Avklaring av ansvarsområder</li> <li>• Sikre kompetanse</li> <li>• Krav i byggeplaner til overvann (for eksempel maksimalt tillatt vannmengde til offentlig nett)</li> </ul>

En oppsummering fra spørreundersøkelsen hos kommunen er at flere av dem er svært bevisste på klimaendringer og hvordan man bør ta hensyn til dette i rent teknisk og i plansammenheng. Samtidig er en av kommunene ikke opptatt av klimaendringer i det hele tatt. Det er ingen som nevner at de er opptatte av mulige konsekvenser for hvordan drikkevannsforsyningen må tilpasse seg til framtidig klima. Flere kommuner peker på at klimaframskrivninger ikke fins på et "format" som gjør det tilgjengelig. I forhold til typologien vi har definert, jobbes det med tilpasning og tiltak både på strategisk og teknisk nivå, og med årsaks- og effektrettede tiltak. Flere kommuner nevner konkret at de er opptatt av følgeskader av svikt i VA-systemene, som økt fare for kvikkleireskred.

Det synes som at det er stor variasjon i grad av tilpasning til klima ute i Kommune-Norge, både dagens klima og framtidens klima. Blant store kommuner (bykommuner) er det relativt stor bevissthet rundt temaet, mens i mindre kommuner (distriktskommuner) tas det i mer varierende grad hensyn til effekter av klimaendringer ved tiltak i vann og avløpssystemene.

Som en oppsummering kan derfor følgende anbefales:

- Kartlegg råvannskvalitet for drikkevannskilden, slik at man har et grunnlag for å følge med på utvikling. Fargetall er en viktig parameter å måle, sammen med mikroorganismer.
- Ved tiltak der man utbedrer overvanns- og avløpssystemer til problemer i dagens klima, bør man vurdere konsekvensene i et framtidig klima slik at man ikke investerer i anlegg som krever ny ombygging innen kort tid. Et eksempel kan være å legge rør med større diameter. Men viktigere er det trolig å redusere vannmengdene som renner inn i avløpssystemet ved å fordrøye og håndtere lokalt, samt å planlegge flomvannveier for de situasjonene der overvannssystemet ikke har tilstrekkelig kapasitet. Anlegg bør bygges slik at framtidig oppgradering er enkelt (for eksempel ved å plassere dem i bestemte traseer). Drift må hensyntas ved planlegging og bygging.
- Vann og avløp bør være en premissgiver i utbyggingsprosjekter. Man bør utnytte mulighetene som ligger i plansystemene enda bedre. Våg å tenke litt nytt i denne sammenhengen!
- Ved arealplanlegging må VA tas hensyn til i mye større grad, siden anleggene har lengst levetid av alt vi bygger og er plassert slik at de er vanskelige å nå. Bebyggelse langs kysten, og VA-systemene som skal håndtere dem, må planlegges for framtidig havnivå.
- Det er viktig å fokusere på tilpasningstiltak som kan gjennomføres sammen med aktiviteter som likevel gjennomføres. I de fleste tilfeller vil man da bidra til en bedre vann- og avløpsforsyning uansett hva framtidig klima vil være.
- For anlegg med kort levetid kan man bruke mer "vent og se"-strategi. Dette gjelder for eksempel renseanlegg, infiltrasjonsanlegg, og lignende. Anleggene må planlegges slik at framtidig utvidelse er mulig.
- Jobb aktivt med langsiktig rekruttering, uten fagfolk er framtiden mørk.
- Flere kommuner nevner at ønsket informasjon om klimaendringer ikke er tilgjengelig. For å sikre at man får tilgang til eksisterende informasjon bør kommunene selv sette av nødvendige ressurser, for eksempel gjennom kapasitetsbygging i organisasjonen. Vi har identifisert at kommuner har etterspurt informasjon som er tilgjengelig.

## Transport og transportinfrastruktur

### Innledning

Sammenstillingen av forslag til tilpasningstiltak er delt mellom veg, havner og kommunal og fylkeskommunal transport. I gjennomgangen under har vi tatt utgangspunkt i inndeling av tilpasningstiltak vist i *Tabell 4*.

### Veg

#### Videre analyse av sårbarhet

De fylkesavdelingene i Statens vegvesen som vi har kontaktet, har hverken utarbeidet noen klimatilpasningsstrategi eller gjort systematiske vurderinger av sårbarhet for klimaendringer. En første forutsetning for å kunne vurdere og prioritere tilpasningstiltak er at man har analysert sårbarheten. Vegdirektoratets etatsprosjekt "Klima og Transport" utarbeider en vegledere for risiko- og sårbarhetsanalyser med hensyn til klima og klimaendringer, og en vegleder for hvordan man kan gjennomføre tilstandsvurderinger og identifisere sårbare punkter langs vegnettet. Et sentralt tilpasningstiltak i veisektoren blir å ta i bruk disse verktøyene for å analysere sårbarheten i veginfrastrukturen.

#### Styrking av institusjonell kapasitet

I delrapport 3 omtalte vi ulike trekk ved organiseringen og kontrollen av drifts- og vedlikeholdsoppgavene i veisektoren som bidrar til institusjonell sårbarhet. Vi viste hvordan det å ivareta kunnskap om det lokale vegnettet blant drifts- og vedlikeholdspersonell er et viktig punkt for å redusere sårbarheten. Videre viste vi til Riksrevisjonens påpekninger av manglende rapporteringsrutiner, mangelfull kontroll fra Statens vegvesens side i mange kontrakter og den nesten fraværende bruken av økonomiske sanksjoner mot entreprenører som ikke oppfyller kontraktkravene (Riksrevisjonen 2009).

Stilt overfor alvorlig systemsvikt i det eksisterende anbudssystemet og måten kontraktene drives og kontrolleres, slik Riksrevisjonen har dokumentert, er det naturlig å stille spørsmål om selve systemet med konkurranseutsetting av drift og vedlikehold er forenlig med kravet om en robust infrastruktur. Alternativet til å avvikle



konkurransetsettingen av drift og vedlikehold, vil være å arbeide videre med å forbedre dagens system. Vi vil skissere tre typer tiltak som kan høre inn under en slik strategi. Dermed er det fire kategorier tiltak vi mener det er grunn til å rette søkelyset mot:

- Avvikling av dagens anbudssystem
- Kvalitetssikring
- Kompetanseheving
- Forlenge kontraksperiodene.

En avvikling av dagens system vil måtte bety at oppgavene knyttet til drift og vedlikehold ble overført til et offentlig eller halvoffentlig foretak som utførte arbeidet på vegene etter noenlunde samme modell som før 2003, da produksjonsvirksomheten i Vegvesenet fikk tildelt oppdrag fra forvaltningssiden uten konkurranse. Dette ville være et brudd med en liberaliseringspolitikk som har preget norsk offentlig sektor gjennom to tiår, og i dagens situasjon er det vanskelig å se for seg at et slikt forslag kan vinne politisk gehør. Allerede i begynnelsen av 2004, bare ett år etter at konkurransetsettingen fant sted innenfor områdene asfalt og anlegg, anslo Samferdselsdepartementet at omorganiseringen hadde ført til at kontraktene på vedlikehold av vei hadde fått et prisnivå som var 10-15 prosent lavere enn før (Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet, 2004). En eventuell reversering av liberaliseringen på området ville heller ikke bety at alle utfordringer knyttet til sikring av kvalitet og kompetanse ble løst. Det er likevel prinsipielt viktig å holde opp dette alternativet som en mulighet, i en situasjon der anbudsmodellen viser tydelige svakheter.

ISO-sertifisering av entreprenørene blir nå prøvd ut som en modell for å sikre kvaliteten i drift og vedlikehold. Det vil være naturlig å la dette systemet få gå seg til før man evaluerer ordningen og tar stilling til om det kan være aktuelt å innføre alternative systemer for kvalitetssikring. Det man imidlertid kan gjøre allerede nå, og som man må forutsette blir gjort, er å følge opp Riksrevisjonens anbefalinger når det gjelder rapportering, kontroll og sanksjonering som midler til å heve kvaliteten i arbeidet entreprenørene utfører innenfor de ulike kontraktene.

Heving og videreføring av kompetanse er viktig for å styrke den institusjonelle kapasiteten i veisektoren. Det er i dag ikke formelle krav til kompetanse blant entreprenørene. Det å innføre et slikt krav over kort tid, ville trolig føre til en akutt mangel på personell. Dette henger blant annet sammen med at vi her snakker om et lite drifts- og vedlikeholdsmiljø sammenliknet med anleggsbransjen totalt. Formelle krav til utdanning er derfor noe som eventuelt kunne følge etter en lengre periode med systematisk arbeid for faktisk kompetanseheving i sektoren. I første omgang må trolig det mest påkrevde kompetanseløftet skje gjennom kortere kurs og faglig påfyll, mens man parallelt arbeidet for å få på plass utdanningstilbud i stort nok omfang. En kunne tenke seg en modell der entreprenørene forpliktet seg til å øke andelen ansatte med formell kompetanse over tid, etter en fastsatt plan.

Kontraksperiodene for drift og vedlikehold av riks- og fylkesvegnettet er på fem år, med ett år i tillegg som opsjon. Det har blitt diskutert å lyse ut kontrakter på inntil åtte år. En løsning med mer langsiktige kontrakter vil trolig bidra til større kontinuitet og bedre erfaringsoverføring. Samtidig betyr lange kontraksperioder en form for sårbarhet med tanke på entreprenører som ikke skjøtter oppgavene sine. Derfor vil forlengelse av kontraksperiodene måtte innebære en ytterligere skjerping av virkemidler som kontroll og sanksjoner fra Statens vegvesens side.

#### Konkrete tilpasningstiltak

Vi har ikke tatt sikte på å presentere en uttømmende liste over mulige tilpasningstiltak innenfor veisektoren. I stedet viser vi i tabellen på neste side en gruppering av tiltak mellom effekt- og årsaksinnrettede tiltak, samt tiltak som retter seg mot henholdsvis teknisk og strategisk nivå.

Med effektinnrettede tiltak mener vi i denne sammenhengen tiltak som tar sikte på å avbøte eller forebygge de direkte effektene av klimapåvirkning. Dette kan være å lage fysiske hindringer som stopper skred, steinsprang eller flom (teknisk nivå) eller foreta ROS-kartlegging og vegplanlegging som tar sikte på å forebygge sårbarhet (strategisk nivå). Årsaksinnrettede tiltak er å forstå som tiltak der man tar sikte på å fjerne sårbarheten som ligger innbygd i veginfrastrukturen og tilstøtende arealer. Dette kan for eksempel være å bygge ned vedlikeholdsetterlepet i vegnettet og utbedre underdimensjonerte dreneringssystemer (tenkisk nivå), eller gjennomføre tilstandsvurderinger der ulike former for samfunnsøkonomisk sårbarhet identifiseres (strategisk nivå).

Den naturlige sårbarheten for klima og klimaendringer i veisektoren er særlig knyttet til problemer med håndtering av vann (jf. omtale av naturlig sårbarhet i delrapport 3). Dette gjelder bl.a. dreneringssystemer som ikke klarer å ta unna store nedbørmengder, iskjøving, steinsprang og redusert levetid på vegdekket som følge av fryse/tineprosesser, samt jordskred som følge av vannmetta grunn. Tiltak for å redusere den naturlige sårbarheten på vegnettet er svært kostnadskrevenende, og i Statens vegvesen er det en rådende oppfatning at

dette i hovedsak må skje gjennom endring av veinormalene, dvs. spesifikasjonene som ligger til grunn for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av vegnettet. Ett slikt eksempel kan være kravene til avstand mellom kummer i tettbygd strøk. Bare gjennom å endre kravene til nye veiinvesteringer kan man – over tid – ha håp om å gjøre hele vegnettet bedre klimatilpasset. På kritiske punkter der den naturlige sårbarheten er særlig stor, vil man likevel kunne sette inn ekstraordinære tiltak.

**Tabell 11** Typologi for tilpasningstiltak i veisektoren

	Effektinnrettede tiltak	Årsaksinnrettede tiltak
Teknisk nivå	Bygge rasvoller eller legge vegen i tunnel på rasutsatte strekninger Bygge elveforbygginger langs flomutsatte vegstrekninger	Redusere/fjerne vedlikeholdsetterslepet på vegnettet (eks. utbedre ødelagte dreneringssystemer) Bedre kapasitet på grøfter og stikkrenner Fornye vegkroppen på strekninger med dårlig bæreevne.
Strategisk nivå	Oppdatere eksisterende rassikringsplan og innarbeide hensyn til klimaendringer ROS-kartlegging av vegnettet med hensyn til klima og klimaendringer (jf. verktøy fra "Klima og Transport") Planlegge nye veier med tanke på å unngå flom- eller skredutsatte områder.	Tilstandsvurdering av vegnettet (i tråd med anbefalinger fra "Klima og Transport")

I delrapport 3 har vi under samfunnsøkonomisk sårbarhet drøftet temaene *veistandard* og *vedlikeholdsetterslep*, som begge framstår som viktige for den samlede klimasårbarheten i veisektoren. I mange tilfeller er veistandarden så dårlig i forhold til trafikkbelastningen at dette bidrar til å gjøre vegene uegnet til å stå i mot klimapåkjenninger. I slike tilfeller må det investeringer til for å oppgradere vegene til et robust nivå.

I tilfeller der forfall over tid har gjort at vegen ikke lever opp til de fastsatte standardkravene, står man overfor et vedlikeholdsetterslep. For å stoppe økningen av, og i neste omgang hente inn et slikt etterslep, trengs det en ekstraordinær innsats over en avgrenset periode.

I en delrapport fra prosjektet "Vedlikeholdsetterslep i veisektoren" på oppdrag fra KS, har Analyse & Strategi/Multiconsult omtalt hovedmomenter i en oppgraderingsplan og strategier for nedbygging av vedlikeholdsetterslep (Schjølberg m.fl. 2009:13-15). Her pekes det på at man mangler et godt nok bilde av tilstanden og etterslepet på vegnettet for å kunne gjennomføre en god planlegging og nedbygging av etterslepet. Det anbefales at det legges vekt på god planlegging for å sikre en god prioritering av tiltak slik at disse kan gjennomføres konsentrert. Det skisseres en plan for prosentvis fordeling av midler over en tiårsperiode mellom planlegging og tiltak på vegstrekninger der man (1) i første omgang tar sikte på å *stoppe økningen* av etterslepet, (2) strekninger der man skal *bygge ned* etterslepet, (3) strekninger der man *aksepterer fortsatt økning* i forfallet (pga planlagte investeringer i overskuelig framtid eller der man velger å redusere standardkravet) og (4) kritiske punkter (f.eks strekninger uten omkjøringsmuligheter).

Lokale eksempler

Hos Statens vegvesen avdeling Troms la man rundt 2005 om praksisen med hensyn til valg av dimensjoner ved skifte av stikkrenner. Tidligere hadde man som standard å legge stikkrenner med 600 mm dimensjon, og det skulle store vannmengder til før man gikk opp i større dimensjoner på rørene. I dag er det rutine at man legger 800 mm stikkrenner selv om det er relativt små ansamlinger av vann. Dette tiltaket var i følge byggeleder Roar Femsteinvik motivert av hensynet til klimaendringer. I tillegg forteller Tony Gjerdrum i avd. Troms at de i forbindelse med skifte av stikkrenner snakker med folk som bor i nærheten og med entreprenøren som har drevet vedlikehold på strekningen, for å kartlegge vannføring i elver til ulike tider av året. Hydrologiske beregninger blir også utført i en del tilfeller.

Vegdirektoratet opplyser at en praksis med økte dimensjoner på stikkrenner ut fra klimaendringshensyn ikke er pålagt fra sentralt hold. Håndbok 018 om vegbygging har alltid hatt tabell med minimumsdimensjoner for stikkrenner, men at det ikke har vært gjort innstramminger på de kravene i nyere tid. Vegdirektoratet har ingen

oversikt over hvilken praksis de ulike vegregionene og avdelingene har lagt seg på med hensyn til dimensjonering av stikkrenner.<sup>35</sup>

## Havner

I delrapport 3 har vi konkludert med at klimasårbarheten for havner er liten, først og fremst fordi endringer i havnivå og bølgehøyder vil endres så gradvis at man regner med å kunne tilpasse seg dette som ledd i den ordinære fornyelsen av havneinfrastrukturen (kaier har en økonomisk levetid på 30-50 år). Den naturlige sårbarheten er trolig størst i Nord-Norge, der reduksjon i havisen kan føre til større bølgehøyder og økt påkjenning på moloer og dekningsverk. Den samfunnsøkonomiske sårbarheten er særlig knyttet til havneoperasjoner i sterk vind for tankskip og den økende andelen containerskip, som med sitt store vindfang kan risikere større forsinkelser ved lasting og lossing dersom vindstyrken skulle tilta i framtida, slik våre vindscenarier viser for høstmånedene. Dersom vindscenariene for de øvrige årstidene slår til, vil det bety *reduserte* problemer knyttet til vind ved havneanløp.

Aktuelle tilpasningstiltak knyttet til større bølgehøyder vil dreie seg om forsterking av moloer. I sitt forarbeid til Nasjonal transportplan 2010-2019, omtaler Kystverket vanlige rausmoloer som sårbare for kollaps dersom de blir utsatt for større bølgehøyder enn de er dimensjonert for, mens skadeutvikling skjer mye langsommere for skuldermoloer (Avinor m.fl. 2007). Forsterking av svakt dimensjonerte rausmoloer, særlig i de nordlige fylkene, må derfor være en prioritert oppgave for å forebygge skader som følge av økte bølgehøyder. For at et slikt tilpasningstiltak skal gjennomføres på en god måte, kreves det kartlegging av sårbare moloer og dekningsverk. Mye tyder likevel på at endringene i bølgeklimate vil skje såpass gradvis at utbedringer og forsterkinger kan skje etter hvert som behovene melder seg.

Når det gjelder sterk vind som hindrer havneoperasjoner, vil en mulig tilpasning være å utvikle containerskipstyper som har mindre vindfang enn dagens skip. Dette er likevel en lite sannsynlig utvikling, med mindre forsinkelser knyttet til havneoperasjoner skulle bli et mye større problem enn i dag. En moderat økning i forsinkelser vil trolig bli løst ved at man utvider lagerkapasiteten i havnene, evt også bygger ekstra kaier for å gi rom for flere skip i landligge. En overgang fra store til noe mindre containerskip er også en mulig tilpasning, noe som i så fall vil skje i form av økonomisk optimalisering i driften av rederiene.

Konklusjonen for tilpasning i havnesektoren blir at tiltak for å forebygge skade eller ulempe knyttet til klimaendringer mest sannsynlig vil kunne skje gradvis, i takt med at endringene opptrer, og at mange av tiltakene kan utføres som del av ordinær fornyelse av havneinfrastrukturen. Det er likevel verdt å peke på at nye investeringer i havne- og moloutbygging må skje med henblikk på framtidig havnivåstigning og mulighetene for forverrede vind- og bølgeforhold.

## Kommunal og fylkeskommunal transport

Alle tiltak som gjør veginfrastrukturen mindre sårbar for klimaendringer, vil rimeligvis også bidra til en mer robust transport. Vi har i vår omtale av sårbarhet for kommunal og fylkeskommunal transport, lagt størst vekt på faren for stenging av vegstrekninger uten omkjøringsalternativer. En kartlegging av punkter på vegnettet som er særlig sårbare for slike situasjoner, er sterkt ønskelig med tanke på å forebygge stopp i samfunnskritiske transporttjenester. En oppfølging av prosjektet SAMROS, som ikke har blitt fulgt opp i vegregionene, vil være en måte å imøtekomme dette behovet. Planlegging av kriseruter og alternative transportløsninger ved vegstenging bør også være en selvsagt del av den kommunale beredskapsplanleggingen.

## Konklusjon

For veisektoren vil følgende tiltak være viktigst:

- Ta vare på lokal kunnskap om veinettet blant drifts- og vedlikeholdspersonell
- Vurdere å reversere den utstrakte bruken av konkurranseutsettingen av drift og vedlikehold *eller* styrke kontroll med og ta i bruk økonomiske sanksjoner mot entreprenører som ikke oppfyller kontraktkravene
- Oppdatere eksisterende rassikringsplan og innarbeide hensyn til klimaendringer
- ROS-kartlegging av vegnettet med hensyn til klima og klimaendringer i tråd med anbefalinger fra "Klima og Transport"
- Redusere/fjerne vedlikeholdsetterslepet på vegnettet
- Bedre kapasitet på grøfter og stikkrenner

<sup>35</sup> Øystein Myre, Vegdirektoratet, personlig opplysning.

- Fornye vegkroppen på strekninger med dårlig bæreevne
- Tilstandsvurdere vegnettet i tråd med anbefalinger fra "Klima og Transport"

For havner foreslås følgende tiltak:

- Analysere klimasårbarheten i kaier og moloer
- Gradvis forsterke kai og moloer i takt med havnivåstigningen og forventninger om økt bølgehøyde i Nord-Norge

For kommunal og fylkeskommunal transport foreslås følgende tiltak:

- Kartlegge punkter på veiene som er sårbare for veistengninger (gjennomføre SAMROS prosjektet)
- Planlegging av kriseruter for tilfelle med veistengninger

## Kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon

### Innledning

Aktuelle tilpasningstiltak overfor klimaendringer må ses i lys av at infrastruktur for kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon ikke er eid eller drevet av kommuner eller fylkeskommuner. Infrastrukturen utgjør et svært viktig grunnlag for kommunenes og fylkeskommunenes funksjoner, ved å være leverandør til bygg og tjenesteproduksjon, i tillegg til at den er uunnværlig for sivilbefolkningen og alt normalt samfunnsliv. Dette betyr at avbrudd i kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon vil påvirke kommunenes funksjon, og kunne gi store konsekvenser for innbyggerne. I et slikt tilfelle er det kommunens oppgave å sørge for å ivareta innbyggerne og minimalisere faren for skade på helse og eiendom. Samfunnet er i dag svært strømvhengig og de fleste systemer svikter ved strømbrydd. Dette skaper en dominoeffekt som kompliserer situasjonen i stor grad, for eksempel ved at strømbrydd fører til manglende vannforsyning og avløp, mangel på drivstoff, vansker med kommunikasjon og informasjonsspredning.

### Aktuelle tilpasningstiltak

I NOU 2010 Tilpassing til eit klima i endring (NOU, 2010:10) konstateres det at klimaendringene kan utfordre kapasiteten vår til å forbygge og håndtere konsekvensene av naturhendelser, og at det på grunn av økte risiko og påkjenninger og vil medføre store utfordringer for trygghet og beredskap bl.a. innenfor kraftforsyning. I utredningen trekkes følgende punkter frem som satsningsområder for å styrke sårbarheten innenfor samfunnssikkerhet og beredskap:

- Kunnskap, kompetanse og trening blant aktørene innen samfunnssikkerhet og beredskap i dag godt utgangspunkt for håndtering av klimautfordringer
- Mangel på utstyr og personell til å gjennomføre tiltak ved naturhendelser
- Konkurransen om ressurser, lettere å få ressurser ved ulykker enn til forebyggende arbeid
- Klimaendringer og -sårbarhet må mer på dagsorden i avdelingene ved Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
- Forbedringspotensial i å utnytte erfaringskunnskap bedre i arbeidet med samfunnssikkerhet
- Statlig tilsyn med at det drives klimatilpassing i kommunene må hjemles i lover og forskrifter.

Videre omtales flere satsningsområder for tilpassing til klimaendringer innenfor kraftforsyning og elektronisk kommunikasjon (NOU, 2010:10):

- Langt tidsperspektiv for planlegging, bestilling, levering og montering av nye kraftlinjer. Planlegg i tide
- Behovet for et robust nett som vil tåle endringer i klimapåkjenninger kan gi grunn til å vurdere dagens regulering av inntektene til nettselskapene (sammen med vurdering av lover og regler)
- Bare 24 % av kraftselskapene har konkrete planer for klimatilpassing i dag. Resten av bransjen avventer situasjonen. 31 % av selskapene mener klimaendringene ikke vil gi spesielle utfordringer for virksomheten
- Ressursbehov hos NVE og DSB til oppfølging av kraftselskapenes risikovurderinger og arbeidet med klimatilpassing
- Stort forskningsbehov knyttet til klimaendringenes konsekvenser for sektoren
- Det er sanksjonsmuligheter knyttet til brudd i nettet i dag, i form av mulig reduksjon av den faste inntektsrammen ved brudd på kraftleveranser.

I rapporten State of the nation (RIF, 2010) påpekes både vedlikeholdsetterslep og behov for nyinvesteringer i kraftforsyningsnett, og at det er utarbeidet planer for utbedringer.

En rekke av tiltakene på området kraftforsyning og elektronisk kommunikasjon som må til for å opprettholde en god beredskap i forhold til klimapåvirkning under dagens forhold – og tilpasning til klimaendringer i framtida – må nødvendigvis planlegges og gjennomføres av de som eier og drifter den aktuelle infrastrukturen. Kommunene og fylkeskommunene kan påvirke dette viktige arbeidet med bakgrunn i ulike roller:

- Gjennom eierskap i kraftselskaper (kommuner og fylkeskommuner)
- Gjennom ansvar for den lokale beredskapen (kommuner)
- Gjennom energi- og klimaplanlegging (kommuner og fylkeskommuner).

Kommuner og fylkeskommuner kan som viktige eiere i kraftselskaper stille krav til hvordan disse innretter seg med hensyn til beredskap og tilpasning til dagens og morgendagens klima. Det er en kjensgjerning at en rekke kraftselskaper, som også er eiere av lokale og regionale forsyningsnett, har forsømt vedlikeholdet av nettet og skogrydding langs linjetraséene. Dette er en utvikling NVE har grepet inn i, blant annet gjennom den såkalte Kileordningen, som ilegger bøter for nettselskaper med dårlig forsyningsikkerhet. Videre har mange netteiere bygd ned sine driftsenheter og gjort seg avhengige av innkjøpte tjenester i tilfelle linjebrudd. Dette øker sårbarheten, både i form av redusert lokalkunnskap om linjenettet og mulige problemer med å skaffe personell til reparasjoner i tilfeller der uvær slår ut bakkenettet over store områder samtidig. Det er også en kjensgjerning at eierkommuner i enkelte tilfeller har tatt ut fortjeneste fra kraftselskapene i den grad at dette i noen tilfeller kan ha gått ut over midlene som burde vært pløyd inn i vedlikehold av selskapenes infrastruktur. Kommunesektoren har derfor en tosidig oppgave som eier: Å stille krav til kraftselskapenes ledelse om å sette av nok midler til vedlikehold samt det å opprettholde egen vedlikeholdsstab og reservedelslager, og å stille krav til seg selv om ikke å ta ut et så stort utbytte av selskapene at det går ut over vedlikehold og tilpasningsevne.

Videre har kommunene som ansvarlige for den *lokale beredskapen* en viktig rolle å spille ved å koordinere innsatsene til flere beredskapsaktører på lokalt nivå. For sårbarhetsområdet kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon er det således viktig at kommunen utarbeider sine beredskapsplaner i nært samarbeid med energiselskap/nettselskap og teleselskap. En av aktørene kommunene må forholde seg til i den sammenheng, er Kraftforsyningsens beredskapsorganisasjon (KBO), som består av NVE og de virksomhetene som står for kraftforsyningen. KBO er organisert på fire nivåer: sentralt, region, distrikt/fylke og på lokalt nivå. Det er i forhold til de to sistnevnte nivåene at kommunene bør koordinere sin beredskap innenfor kraftoverføring. Det lokale nivået av KBO omfatter produsenter av kraft og fjernvarme, nettselskap og vassdragsregulanter. I tilfeller der kraftselskapene ikke viser tilstrekkelig evne eller vilje til å samarbeide med kommunene i slike saker, kan det være aktuelt å gå via Kraftforsyningsens distriktssjefer (KDS), som har som sin primære oppgave å samordne sikkerhets- og beredskapsinnsatsen mellom energiselskapene i et gitt område. En av oppgavene kommunen bør samarbeide med energiselskapene / KBO om, er å etablere en plan for prioritering av strømløp innenfor kommunegrensene. Videre bør kommunen og selskapene som driver infrastrukturen på forhånd avklare hverandres ressurser og beredskap, blant annet for å unngå at de ulike aktørene baserer seg på de samme ressursene. Det er også viktig å ta med seg at NVE i sin siste strategiplan har prioritert arbeidet med forskrifter til sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen sett i lys av økte utfordringer som følge av klimaendringer (NVE, 2009). Beredskap er med andre ord et viktig stikkord for kommunene knyttet til økt sårbarhet innenfor kraftoverføring og elektronisk kommunikasjon som følge av klimaendringer. Dette gjelder beredskap for å sikre IT og krafttilgang til kommunale tjenester til lokalt næringsliv og kommunens innbyggere. Gjennom "Lov om kommunal beredskapsplikt, sivile beskyttelsestiltak og sivilforsvaret", som trådte i kraft 1. januar 2010, er kommunene pålagt å ha en helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse. Den enkelte kommune må kartlegge hvilke uønskede hendelser som kan inntreffe, samt vurdere sannsynligheten for og konsekvensene av slike hendelser. Den kommunale beredskapsplanen skal forankres i den helhetlige risiko- og sårbarhetsanalysen, og kommunen skal gjennomføre regelmessige beredskapsøvelser med bakgrunn i denne.

Langvarige strømbrydd har avdekket mangler i beredskapsplanene for bl.a. klimarelaterte hendelser.

Kommunenes beredskapsplaner må avklare hva som er kommunenes ansvar, og på hvilken måte storsamfunnet skal stille opp. Kommunene har et beredskapsansvar, ansvar for koordinering og varsling, og ansvar for kommunikasjon. Under har vi listet opp en del tiltak som vil bidra til å styrke kommunens beredskap i tilfelle langvarig strømbrydd. Dette er tiltak som bør være på plass allerede i dagens situasjon, uavhengig av utsiktene til klimaendringer:

- Etablere reserveløsninger for kommunenes egne anlegg og funksjoner

- Bedre fremkommeligheten til kraftforsynings- og IT-anlegg for vedlikehold og reparasjon
- Klarlegge ansvar, etablere beredskapsplaner og skaffe nødvendig utstyr.
- Etablere alternative kommunikasjonskanaler ved utfall av fast- og mobiltelefonnett. Dette kan være:
  - Radiosendinger. Samarbeidsavtaler med distriktskontoret til NRK og nærradiostasjoner bør være inngått som del av kommunens kriseberedskapsplan. Befolkningen bør oppfordres til å ha batteriradioer i beredskap, og informeres om muligheten til å lytte til bilradio så lenge man har drivstoff.
  - Analoge telefonlinjer: Kommunens alarmsentral og sentralbord bør ha flere analoge telefonlinjer, primært for kontakt med andre beredskapsaktører (Politiet, Heimevernet, kraftprodusenter/nettselskap, Telenor mv.).
- Etablere fast nødstrøm ved sykehjem, vannforsyning, renseanlegg og andre kritiske samfunnsfunksjoner.
- Anskaffelse av mobile nødstrømsaggregater for utplassering i krisetilfeller.

Listen er på ingen måte uttømmende. Mange av tiltakene som her er nevnt vil naturlig inngå i kommunens beredskapsplan.

*Arealplanlegging* må omfatte kartlegging områder som potensielt er spesielt utsatte som følge av klimaendringer. Dette kan eksempelvis være jord- eller snøras, oversvømmelse, vind og skogbrann. Kommunen kan påvirke plasseringen av kraftledninger og andre energiforsynings- og IT-anlegg for å unngå disse områdene og dermed redusere faren for at strømbrudd eller avbrudd i elektronisk kommunikasjon oppstår.

Ett viktig tiltak på *teknisk* nivå er mer effektiv hogst langs linjetraséene. Tiltak mot gjengroing under og langs kraftlinjene vil bli ekstra viktig i og med at skogsveksten ventes å tilta med økende temperaturer og høyere CO<sub>2</sub>-innhold i atmosfæren. Dette kan føre til at skogen under dagens skoggrense vil vokse raskere enn før, og at skogen vil vokse høyere til fjells (noe som også kan være en effekt av redusert beiting).

## Konklusjon

Viktige tekniske tiltak er å etablere reserveløsninger for kommunens egne anlegg og funksjoner, sikre at veier og tilkomst til kraftforsynings- og IT-anlegg er åpne og øke tilsynsfrekvensen med de samme anleggene og mer effektiv hogst langs linjetraséene.

Viktige strategiske tiltak er å ikke ta ut så stort utbytte fra egne kraftselskap at vedlikehold blir nedprioritert, drive arealplanlegge med tanke på at anlegg for IT og kraftforsyning lokaliseres utenom risikoområder for naturskade og lage lokale beredskapsplaner for sikring av IT og kraftforsyning.

## Referanser

- Aall, C., Heiberg, E., Ekström, F., Storm, H. (2009): Lokal sårbarhet for klimaendringer. Demonstrasjon av metoder for kartlegging av den institusjonelle sårbarheten for klimaendringer. VF-rapport 6/09. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Avinor, Jernbaneverket, et al. (2007). Nasjonal transportplan 2010-2019: Virkninger av klimaendringer for transportsektoren. Arbeidsdokument. Oslo, Sekretariatet for Nasjonal transportplan, Statens vegvesen Vegdirektoratet: 61.
- Berglund, F. og E. Nergaard (2008). Utslippsreduksjoner og tilpasninger. Klimatiltak i norske kommuner. NIBR-Notat 2008:103. Oslo, Norsk institutt for by- og regionsforskning
- Byggforskanvisning "Planlegging. 525.306, Terrasser med beplantning på bærende betongdekker", 2009
- Byggforskserien: "Byggdetaljer. 514.114 - Løsninger for lokal håndtering av overvann i bebygde områder". 2010.
- Byggforskserien: "Planlegging. 311.015 Vann i by – håndtering av overvann i bebygde områder"
- CBD, 2009: Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation – Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. CBD Technical Series No. 41.
- Cowan, C.; Epple, C.; Korn, H.; Schliep, R. and Stadler, J. (eds.), 2010. Working with nature to tackle climate change. Report of the ENCA/BfN Workshop on Developing ecosystem-based approaches to climate change – why, what and how. International Academy for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany (22–25 June 2009).
- DSB (2007). Klimatilpasning 2007. Klimatilpasning i kommuner, fylkeskommuner og blant fylkesmenn. Rapport. Tønsberg Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- Eltun, R. Romstad E., og Øygarden, L.(red.) 2010: Kunnskapsstatus "Bedre agronomi". Utredning av kompetansegrunnlaget for bedre agronomi for å møte landbrukets klimautfordringer. Bioforsk Rapport. Vol. 5 Nr.66 2010
- EU (2009): Hvidbog. Tilpasning til klimaendringer: et europeisk handlingsgrunnlag. Bruxelles, den 1.4.2009. Kommissionen for de europeiske fællesskaber.
- Fornyings-, administrasjons- og kirkedepartementet (2004). St.meld. nr. 15 (2004-2005) Om konkurransepolitikken.
- Groven, K. (2005): Klimasårbarheit i bustadsektoren. Lokal sårbarheitskartlegging og klimatilpassing. VF rapport 1/2005. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Groven, K. (2010): Civil Protection and Climate Change Vulnerability in Norway: A Case Study of Bergen. VF-notat. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Groven, K., H. H. Leivestad, et al. (2008). Naturskade i kommunene. Sluttrapport fra prosjekt for KS. Vestlandsforskning-rapport nr. 4/2008. Sogndal, Vestlandsforskning.
- Hovelsrud, G. (2010): "Konklusjoner og anbefalinger fra NOU-klimatilpassing". Presentasjon på Noradapt samling på Hembre gård 29 og 30 november 2010.
- Hovi, J. (2001): Føre var-prinsippet som rasjonelt beslutningskriterium. CICERO Working Paper 2001:13. Oslo: CICERO.
- Husabø, I. A. (2010). Ekstremvêrhendingar. Erfaringsgrunnlag for klimatilpassing hos fylkesmannen. Vestlandsforskning-rapport 4/2010. Sogndal, Vestlandsforskning.
- Leivestad, H. (2008). Naturskade og kommunens ansvar. Om status for kommunens rolle og ansvarsområder i forhold til sikring og forebygging mot naturskade. VF-notat nr. 9/2008.
- Lindholm, O, mfl, 2008, "Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering", Norsk Vann
- Lindholm, O, mfl, SFT, 2007: Klimatilpasninger – Veiledning om mulige tiltak i avløpsanlegg (TA-2317/2008)
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G. (2005). "Veiledning i overvannshåndtering". NORVAR-rapport 144/2005.
- Muthanna et. al, (2010):, "Klimatilpasningstiltak i VA-sektoren - forprosjekt", Norsk Vann
- Nie, L, 2010: State-of-the-art of urban flood management in Norway and adaptation to climate change. SINTEF rapport
- NOU (1996): Tiltak mot flom. Norges offentlige utredninger 1996:16.

NOU (2010): Tilpassing til eit klima i endring. Samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane. Innstilling frå utval nedsett ved kongeleg resolusjon 5. desember 2008. Lagt fram for Miljøverndepartementet 15. november 2010. Noregs offentlege utgreiingar 2010:10. Oslo.

NVE (2009): *Strategi for NVE 2010-2014*. Oslo: Norge vassdrags- og energidirektorat.

Prutsch, A., Grothmann, T., Schausser, I., Otto, S., McCallum, S. (2010): Guiding principles for adaptation to climate change in Europe. Technical paper. Bilthoven: European Topic Centre on Air and Climate Change.

Sataøen, H. (2006): Introduksjon til klimasårbarhet og klimatilpasning i Fredrikstads klima- og energiplan. VF notat 16/2006. Sogndal: Vestlandsforskning.

Sogn og Fjordane fylkeskommune (2009): Fylkesdelplan for klima og miljø. Leikanger: Sogn og Fjordane fylkeskommune. ([http://www.sfj.no/cmssff/cmsspublish.nsf/\\$all/8CE2F260352ED29CC125740D004411CC](http://www.sfj.no/cmssff/cmsspublish.nsf/$all/8CE2F260352ED29CC125740D004411CC))

Sælensminde, I., Aall, C., Hygen, O. (2010): Klimatilpasning i Fredrikstad. Faglige innspill til Fredrikstad kommunes arbeid med en plan for tilpasning til klimaendringer. VF rapport 3/2010. Sogndal: Vestlandsforskning.

Watt, W. E., Waters, D. and McLean, R. 2003. "Climate Change and Urban Stormwater Infrastructure in Canada: Context and Case Studies". Report 2003-1. Dept. of Civil Engineering. Queen's University. Canada.



## Vedlegg: Nasjonale klimatilpasningsstrategier

Land	Når vedtatt	Type dokument	Konkret oppfølging
Finnland	2005 <sup>36</sup>	270 siders dokument med presentasjon av: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nasjonal sårbarhetsanalyse</li> <li>Overordnede mål</li> <li>Forventninger til sektorvis oppfølging</li> </ul>	Evaluering av oppfølgingen av strategien (2009) Etablering av et nytt klimaforskningsprogram Nasjonal webportal (ferdig 1 September 2011) <sup>37</sup>
Frankrike	2006 <sup>38</sup>	100 siders dokument med presentasjon av: <ul style="list-style-type: none"> <li>Prinsipper for tilpasning</li> <li>Sektorvise drøftinger</li> </ul>	Ikke vurdert
Spania	2006 <sup>39</sup>	20 siders dokument som omtaler noen overordnede mål og identifiserer hovedutfordringer for ulike sektorer	Ikke vurdert
Nederland	2007 <sup>40</sup>	Omfattende arbeid startmft i 2007 gjennom et tverrdepartementalt program for arealtilpasning til klimaendringer, der nasjonal strategi for klimatilpasning var det først resultatet av dette programmet <sup>41</sup>	Deltakommisjonen (2008) Nasjonal tilpasningsplan (2009)
Danmark	2008 <sup>42</sup>	60 siders dokument med presentasjon av: <ul style="list-style-type: none"> <li>overordnede mål</li> <li>forventninger til sektorvis oppfølging</li> <li>klimaforskning</li> </ul>	Nasjonal webportal <sup>43</sup> og informasjonsenhet Koordineringsenhet for klimaforskning Koordineringsenhet for klimatilpasning
Norge	2008 <sup>44</sup>	20 siders dokument som omtaler noen hovedutfordringer og lanserer klimatilpasning som et nytt politikkområde	Tverrdepartemental arbeidsgruppe med DSB som sekretær Webportal <sup>45</sup> Offentlig utvalg om klimatilpasning NOU om klimatilpasning

<sup>36</sup> [http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5kghLfz0d/MMMjulkaisu2005\\_1a.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/ymparisto/5kghLfz0d/MMMjulkaisu2005_1a.pdf)

<sup>37</sup> <http://www.climateguide.fi/>

<sup>38</sup> [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie\\_Nationale\\_2.17\\_Mo-2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Strategie_Nationale_2.17_Mo-2.pdf)

<sup>39</sup> [http://www.mma.es/portal/secciones/cambio\\_climatico/documentacion\\_cc/divulgacion/pdf/pnacc\\_ing.pdf](http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/divulgacion/pdf/pnacc_ing.pdf)

<sup>40</sup> Engelsk sammendrag:

[https://www.maakruimtevoorklimaat.nl/fileadmin/user\\_upload/Documenten/PDF/Engelstalige\\_documenten/resume\\_nat\\_adaption\\_strategy\\_ENG.pdf](https://www.maakruimtevoorklimaat.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/PDF/Engelstalige_documenten/resume_nat_adaption_strategy_ENG.pdf)

<sup>41</sup> <https://www.maakruimtevoorklimaat.nl/english-summary.html>

<sup>42</sup> [http://www.kemin.dk/Documents/Klima-%20og%20Energipolitik/klimatilpasningsstrategi\\_UK\\_web.pdf](http://www.kemin.dk/Documents/Klima-%20og%20Energipolitik/klimatilpasningsstrategi_UK_web.pdf)

<sup>43</sup> <http://www.klimatilpasning.dk>

<sup>44</sup> [http://www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Klima/Klimatilpasning/Klimatilpasning\\_redegjorelse150508.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/MD/Vedlegg/Klima/Klimatilpasning/Klimatilpasning_redegjorelse150508.pdf)

<sup>45</sup> [www.klimatilpasning.no](http://www.klimatilpasning.no)

Storbritannia	2008	Egen lov (Climate Change Act) <sup>46</sup> som bygger på en nasjonal sårbarhetsanalyse og inneholder overordnede mål, sektormål og plan for oppfølging.	Webportal <sup>47</sup> Delplaner for Wales, Skottland og Nord-Irland Evaluering av måloppnåing
Tyskland	2008 <sup>48</sup>	70 siders dokument med presentasjon av: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nasjonal sårbarhetsanalyse</li> <li>Varsel om start på arbeidet med en nasjonal tilpasningsplan</li> </ul>	KomPass: Kompetansesenter for klimatilpasning <sup>49</sup> Tverrdepartemental arbeidsgruppe Klimatilpasningsplan (vår 2011)
Ungarn	2008 <sup>50</sup>	115 siders dokument (innhold ikke vurdert)	Ikke vurdert
Sverige	2009 <sup>51</sup>	SOU om klimatilpasning i 2007 <sup>52</sup> la grunnlaget for et eget kapittel om klimatilpasning i regjeringens proposisjon om klimapolitikk.	Sektorvis oppfølging uten en klar nasjonal tverrgående handlingsplan
Portugal	2010 <sup>53</sup>	20 siders dokument (Ikke vurdert)	Ikke vurdert
Sveits	2010 <sup>54</sup>	12 siders dokument (Ikke vurdert)	(Ikke vurdert)

<sup>46</sup> <http://www.defra.gov.uk/environment/climate/legislation/index.htm>

<sup>47</sup> <http://www.ukcip.org.uk/>

<sup>48</sup> <http://www.bmu.de/english/climate/downloads/doc/42841.php>

<sup>49</sup> [http://www.anpassung.net/cln\\_110/DE/Home/homepage\\_node.html?\\_nnn=true](http://www.anpassung.net/cln_110/DE/Home/homepage_node.html?_nnn=true)

<sup>50</sup> [http://klima.kvvm.hu/documents/14/nes\\_080219.pdf](http://klima.kvvm.hu/documents/14/nes_080219.pdf)

<sup>51</sup> <http://www.regeringen.se/content/1/c6/12/27/78/4ce86514.pdf>

<sup>52</sup> <http://www.regeringen.se/sb/d/8704/a/89334>

<sup>53</sup> <http://dre.pt/pdf1sdipl/2010/04/06400/0109001106.pdf>

<sup>54</sup> [http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/06573/index.html?lang=de&download=NHZLpZeq7l.Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yug2Z6gpJCGelN9hGym162epYbq2c\\_JIKbNoKSn6A--](http://www.bafu.admin.ch/klima/00493/06573/index.html?lang=de&download=NHZLpZeq7l.Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yug2Z6gpJCGelN9hGym162epYbq2c_JIKbNoKSn6A--)