



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Klimakur 2020
Sektorrapport skogbruk

Tiltak og virkemidler for økt opptak av klimagasser fra skogbruk

TA
2596
2010



Utført av Klima- og forurensningsdirektoratet

Forord

Klimakur 2020 utreder tiltak og virkemidler for å redusere norske klimagassutslipp med 15–17 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020, når skog inkluderes. Denne rapporten er et delresultat av Klimakur 2020 (Klima- og forurensningsdirektoratet m.fl. 2010a). Resultater fra rapporten brukes i Del B og Del D av Klimakur 2020. Del B gjengir hovedresultatene fra alle sektorrapportene samt gir en overordnet sammenstilling av alle resultater. I del D gjennomfører vi en sektorovergripende analyse av virkemidler, der vi presenterer ulike virkemiddelmenyer som kan bidra til å nå målet i klimaforliket.

Rapporten gjennomgår status for opptak og utslipp av klimagasser fra norsk skogbruk, beskriver ulike tiltak som kan gjennomføres for å redusere utslippene og øke opptaket av klimagasser på kort og lang sikt og behov for ytterligere virkemidler for å utløse tiltakene.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Innholdsfortegnelse	3
Sammendrag	5
1. Innledning	7
2. Formål og omfang av analysen	8
2.1 Skog som ”karbonsluk”	8
2.2 Skog i klimagassregnskapet	9
3. Arbeidsmetode og prosess	10
4. Metodikk og forutsetninger for arbeidet	11
5. Hva er allerede gjennomført eller besluttet?	14
5.1 Klimagassregnskap og framskrivning	14
5.1.1 Historiske opptak av klimagasser i Norges skoger	14
5.1.2 Framskrivninger	16
5.1.3 Usikkerhet	18
5.2 Energiregnskap og framskrivning	19
5.3 Nasjonale virkemidler og rammebetingelser	21
5.3.1 Eksisterende tiltak og virkemidler – inkludert i referansebanen	21
5.3.2 Planlagte virkemidler og tiltak – ikke inkludert i referansebanen	24
5.4 Internasjonale rammebetingelser og virkemidler	25
5.4.1 EUs landbrukspolitikken	25
5.4.2 Skog i dagens klimaregime	25
5.4.3 Framtidig klimaavtale	26
6. Teknologistatus og teknologiutvikling	27
7. Tiltak rapportert i litteratur og databaser	28
8. Tiltaksbeskrivelser	31
8.1 Tiltak for økt opptak av klimagasser fra skogen	31
8.1.1 Tiltak 1: Økt plantetetthet på eksisterende skogarealer	31
8.1.2 Tiltak 2: Planting av skog på nye arealer	32
8.1.3 Tiltak 3: Gjødsling av skog	34
8.1.4 Tiltak 4: Skogplanteforedling	35
8.1.5 Tiltak 5: Redusert avskoging (omdisponering av skog til annen arealbruk)	38
8.1.6 Tiltak 6: Endret avvirkningsnivå	38
8.1.7 Tiltak 7: Skogvern	39
8.2 Andre tiltak	39
8.2.1 Tiltak 8: Lagring av karbon i varige treprodukter (HWP)	39
8.2.2 Tiltak 9: Endret kjørestil i skogbruket	41
9. Klimatiltak i skog og virkninger på naturmiljøet	42
10. Oppsummering alle tiltak	44

11.	Virkemiddelanalyse	47
11.1	Generelt om barrierer og virkemidler	47
11.1.1	Barrierer og virkemidler for å endre avvirkningsnivået.....	47
11.1.2	Barrierer og virkemidler for å utløse øvrige skogskjøtselstiltak.....	49
11.2	Kobling virkemidler mot tiltak	51
12.	Usikkerhet.....	53
13.	Referanseliste.....	55
Vedlegg	59
Vedlegg 1 - Liste over figurer		59
Vedlegg 2 - Liste over tabeller		59

Sammendrag

Målet med Klimakur 2020 sin sektoranalyse på skogbruk har vært å kartlegge mulige tiltak som kan bidra med å øke opptaket og redusere utslippet av klimagasser fra skogbruket, samt å gi en oversikt over hvilke virkemidler som kan utløse tiltakene. Endringer i skogens karbonlager må også sees i sammenheng med at energi og byggeråstoff fra skogen kan redusere klimagassutslipp i andre sektorer.

Analysen bygger på Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) *Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen*, som ble framlagt av Regjeringen våren 2009 og behandlet av Stortinget 15. desember 2009. Vi har så langt det har latt seg gjøre brukt de sektorspesifikke forutsetningene som lå til grunn for denne meldingen. I noen tilfeller har vi imidlertid måttet avvike fra Landbruks- og matdepartementets framgangsmåte for å kunne bruke felles metodikk for alle sektoranalyser i Klimakur 2020. Vi har også vurdert ambisjonsnivåer utover de Landbruks- og matdepartementet vurderer.

I tillegg til Landbruks- og matdepartementet, har Institutt for naturforvaltning (INA) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Norsk institutt for skog og landskap og Direktorat for naturforvaltning (DN) vært viktige bidragsyttere i prosessen.

Utslipp og opptak av klimagasser i skog er en viktig del av det norske klimagassregnskapet. I klimakonvensjonens retningslinjer for rapportering av klimagasser er skog inkludert i kategorien ”Skog, arealbruk og arealbruksendringer” (Land Use, Land Use Change and Forestry – LULUCF). I tillegg til skog inneholder denne kategorien jordbruksarealer, beitemark, våtmark, bebyggelse og annet areal. Denne analysen har fokusert på skogbruk og arealbruksendringer (avskoging og etablering av ny skog). Tiltak som påvirker karbonlagrene i jordbruksjord og beitemark er utredet i sektorrapport for jordbruk (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010).

Norge rapporterer på årlig nettobinding av CO₂ i levende biomasse (skog), i dødt organisk materiale og i jord for arealklassene over. De fem siste årene viser klimagassregnskapet at den norske skogen årlig hadde et nettoopptak mellom 25–30 millioner tonn CO₂, noe som tilsvarer rundt halvparten av klimagassutslippene fra andre sektorer i Norge. I 2007 var opptaket fra skogen vel 28 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, mens det totale nettoopptaket fra LULUCF sektoren var nesten 26 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2007. Det er en økning på rundt 106 prosent siden 1990.

Regjeringens målsetting om å øke bruken av bioenergi og treprodukter vil gi behov for økt avvirkning. Flere virkemidler er allerede blitt implementert for å oppfylle målene. I framskivningen har vi forutsatt at disse virkemidlene vil gi en økt avvirkning fra dagens nivå på 10 millioner kubikkmeter i året til 13 millioner kubikkmeter i året i 2020. Gitt en avvirkning på 13 millioner kubikkmeter i året, vil nettoopptaket av CO₂ i norske skoger falle fra 28 millioner tonn CO₂ ekvivalenter i 2007 til 19 millioner tonn i 2020 til nesten 9 millioner tonn i 2100. Opptaket er forventet å avta på grunn av skogens alderssammensetning, der det meste av skogen har nådd den mest produktive fasen, og at årlig tilvekstrate dermed vil avta. I tillegg har investeringer i etablering av skog over en lengre periode vært lavere enn tidligere, og lavere enn ønskelig for å oppnå markas biologiske produksjonspotensial.

Kyotoprotokollen gir ikke Norge anledning til å få godskrevet opptak fra skog fullt ut, ved at det er satt et tak på hvor mye landene kan kreditere fra skog for første forpliktelsesperiode 2008–2012. I Klimaforliket ble det lagt til grunn at dagens regler under Kyotoprotokollen ble videreført til 2020 og at dette ville gi Norge en mulighet til å godskrive 3 millioner tonn CO₂ fra skog uten nye tiltak. Under de pågående klimaforhandlingene er det foreslått å endre

bokføringsreglene for skog. Enkelte av disse forslagene vil kunne innebære at Norge kan få godskrevet opp mot 5 millioner tonn per år fra skog uten ytterligere tiltak.

Det er mulig å øke opptaket utover referansebanen. Utslipp og opptak av klimagasser i skogen blir påvirket av en rekke faktorer, slik som skogens alderssammensetning, nivået på avvirking, omfang av nyplanting, gjødsling, plantetetthet, tynning og andre skogskjøtselstiltak. Omløpstiden for norsk skog er lang sammenlignet med land lengre sør, normalt mellom 70–120 år. Skog skiller seg derfor fra de fleste andre sektorer ved at mange av tiltakene, slik som nyplanting og økt plantetetthet, vil ha liten effekt på klimagassregnskapet på kort sikt, men stor effekt på lang sikt. Endret nivå på avvirking vil derimot ha effekt på nettoopptak også på kort sikt. På kort sikt vil høyt avvirkningsnivå gi lavere nettoopptak i skogen, mens lavt avvirkningsnivå tilsvarende vil gi høyere nettoopptak. På den annen side vil nivået på avvirking også påvirke hvor mye biomasseressurser vi har tilgjengelig til produksjon av bioenergi og byggeråstoff som kan substituere fossile energibærere og mer klimabelastende byggematerialer i andre sektorer. Ved substitusjon kan de negative klimaeffektene ved økt hogst oppveies. På lang sikt vil økt avvirking i kombinasjon med aktive skogtiltak gi økt opptak av CO₂ i skogen.

Gjødsling er det eneste skogskjøtselstiltaket som er beregnet å ha oppnådd maksimal effekt i 2020. Tiltaket gir ca. 0,45 millioner tonn økt opptak av CO₂ per år. På lengre sikt (50–100 år) vil skogskjøtselstiltakene, utenom endret avvirkningsnivå, gi betydelig økt opptak av CO₂ (5,9 og 12,3 millioner tonn per år). Tiltakskostnaden vil være mellom -13 og 190 kr per tonn CO₂, avhengig av blant annet bonitet. Substitusjonseffekter ved bruk av bioenergi og byggeråstoff fra skogen og en verdsetting av eksterne effekter knyttet til for eksempel biologisk mangfold er ikke inkludert i beregningene. Inkluderes negative effekter på biologisk mangfold ved at skogbruket intensiveres og/eller nye arealer tas i bruk, kan tiltakskostnaden over øke.

Økt avvirkningsnivå fra 13 millioner til 15 millioner kubikkmeter i året i 2020 vil isolert gi et utslipp av klimagasser på 2,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 i forhold til referansebanen, mens redusert avvirking fra 13 millioner til 10 millioner kubikkmeter tilsvarende vil gi redusert utslipp av klimagasser på 3,3 millioner tonn. Vi har da ikke inkludert effekten en økt eller redusert mengde biomasseressurser til bioenergi og som byggeråstoff vil gi. Det er derfor ikke sikkert at redusert avvirking vil gi netto klimagevinst i Norge. I tillegg til å gi redusert tilgang på bioenergi til erstatning av fossil energi og trevirke til erstatning av mer energiintensiv byggematerialer, vil tiltaket også gjøre skogen mindre produktiv på lang sikt.

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan det sies at tiltakene er billige og kostnadseffektive. Fra skogeiers perspektiv, derimot, vil tiltakene ha en merkostnad uten forventning om en reell merinntekt før langt inn i framtiden, kanskje til neste generasjon(er). Dagens skogpolitikk omfatter en rekke virkemidler som blant annet tilskudds- og fondsordninger, skatteregler og lov om skogbruk med tilhørende forskifter, som for eksempel forskrift om bærekraftig skogbruk. I tillegg finnes flere selvpålagte sertifiseringsordninger fra næringen, blant annet Levende Skog-standarden. Selv om skogpolitikken ikke har vært begrunnet i klimahensyn, kan likevel flere virkemidler i eksisterende form bidra til å utløse deler av potensialene i tiltakene. Disse kan også justeres for å gi større effekt. Siden optimalt karbonopptak i skogen er viktigere for samfunnet enn for den enkelte skogeier, vil det være nødvendig at investeringene dekkes gjennom offentlige støtteordninger og/eller at det bevilges midler over statsbudsjettet. Økonomiske virkemidler kan kombineres med krav for å gi større styringseffektivitet.

1. Innledning

Denne rapporten er en del av Klimakur 2020. Rapporten gir en oversikt over skogsektorens klimagassregnskap, herunder tiltak og virkemidler som kan gi økt opptak og redusert utslipp av klimagasser fra skogbruk i 2020 og fram mot 2100.

Våren 2008 ga Miljøverndepartementet Klima- og forurensningsdirektoratet (daværende Statens forurensningstilsyn – SFT) i oppdrag å lede en etatsgruppe som skal vurdere virkemidler og tiltak som viser hvordan Norge kan oppfylle de nasjonale klimamålene for 2020. Arbeidet skal danne grunnlag for regjeringens vurdering av klimapolitikken, som skal legges fram for Stortinget i 2010. I tillegg til Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) består etatsgruppen Klimakur 2020 av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Veidirektoratet (SVV), Oljedirektoratet (OD) og Statistisk sentralbyrå (SSB).

Etatsgruppens arbeid startet opp i september 2008 med hovedfokus på utarbeidelse av metodikk. Arbeidet med denne delrapporten har i hovedsak pågått fra våren 2009. Klima- og forurensningsdirektoratet har hatt ansvaret for å utrede klimatiltak i skogbruket.

2. Formål og omfang av analysen

Hensikten med denne rapporten er å kartlegge, beskrive og beregne tiltakskostnader primært for tiltak som kan øke opptaket av klimagasser fra skogbruket. I rapporten gjennomgår vi dagens virkemidler i skogbruket og vurderer behovet for nye virkemidler for å utløse tiltakene.

Utslipp og opptak av klimagasser i skog er en viktig del av det norske klimagassregnskapet. I klimakonvensjonens retningslinjer for rapportering av klimagasser er skog inkludert i kategorien ”Skog, arealbruk og arealbruksendringer” (Land Use, Land Use Change and Forestry – LULUCF). I tillegg til skog inneholder denne kategorien jordbruksarealer, beitemark, våtmark, bebyggelse og annet areal. Denne sektorrapporten har fokusert på skogbruk og arealbruksendringer (avskoging og etablering av ny skog). Tiltak som påvirker karbonlagrene i jordbruksjord og beitemark er utredet i sektorrapport for jordbruk (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010).

Utslipp og opptak av klimagasser i skogen blir påvirket av en rekke faktorer, slik som skogens alderssammensetning, nivået på avvirkning, omfang av nyplanting, gjødsling, plantetetthet, tynning og andre skogskjøtselstiltak. Omløpstiden for norsk skog er lang, normalt mellom 70–120 år. Skog skiller seg derfor fra de fleste andre sektorer ved at mange av tiltakene vil ha liten effekt på klimagassregnskapet på kort sikt, men stor effekt på lang sikt, slik som nyplanting og økt plantetetthet. Endret nivå på avvirkning vil derimot ha effekt på nettoopptak også på kort sikt. Høyt avvirkningsnivå vil på kort sikt gi lavere nettoopptak i skogen, mens lavt avvirkningsnivå vil gi høyere nettoopptak. Samtidig er det en direkte sammenheng mellom avvirkningsnivået og hvilket areal som er tilgjengelig for investeringer i skogkultur for framtidig skogproduksjon. Nivået på avvirkning påvirker også direkte hvor mye biomasseressurser vi har tilgjengelig til produksjon av bioenergi og byggeråstoff som kan substituere fossile energibærere og mer klimabelastende byggematerialer i andre sektorer. Disse sammenhengene vil vi belyse nærmere i denne sektorrapporten.

2.1 Skog som ”karbonsluk”

Rundt 120 000 km² eller 37 prosent av arealet i Norge er dekket av skog. Dette fordeler seg på rundt 76 000 km² produktiv skog, 17 000 km² uproduktiv skog, 6 000 km² trebevokst myr under barskoggrensa og 21 000 km² fjellbjørkskog over barskoggrensa og i Finnmark. Som følge av temperaturøkning og arealbruksendringer som blant annet redusert beiting med videre, øker skogarealet, spesielt mot nord og opp mot fjellet.

Skog og skogsjord utgjør viktige karbonlagre. Trær som vokser tar opp karbon i form av CO₂ fra atmosfæren og bygger på den måten opp store karbonlagre. Når skog hugges og trevirket forbrennes eller brytes ned biologisk, frigjøres karbon i form av CO₂. I Norge har vi hatt en situasjon der tilveksten har vært høyere enn hogsten, og vi har derfor hatt et nettoopptak av CO₂. Det årlige nettoopptaket i den norske skogen har de fem siste årene vært mellom 25–30 millioner tonn CO₂, noe som tilsvarer rundt halvparten av de menneskeskapte klimagassutslippene. Selv om årlig nettoopptak kan variere mellom år, vil det totale karbonlageret i skogen øke.

Skogsjord inneholder også store mengder karbon. Karbonet i jorda kommer hovedsakelig fra strøfallet fra trær og andre planter. Forenklet vil det si at alle faktorer som øker planteproduksjonen også øker strøproduksjonen. Tilveksten har dermed en betydning for karbontilførselen til jorda. Eksempler på faktorer som påvirker karbonlageret i jord er alder på skogbestandet, treslag, skogskjøtsel, tilgang på næringsstoffer, geografisk område, temperatur, pH, forhold mellom næringssemner, fuktighet, samt at kvaliteten på strøet påvirker nedbrytningen av jordas organiske materiale. Mye av karbonet forsvinner gravis fra jorda ved

jordrespirasjon (ånding) og gjennom avrenning av oppløst organisk materiale. Det som blir igjen i jorda har imidlertid potensial til å lagres i svært lang tid.

Karbonlageret i jorda bygger seg vanligvis opp i løpet av et omløp, eller er tilnærmet stabilt. Etter hogst får jorda en ekstra tilførsel av organisk stoff via hogstavfallet: greiner, kvister, nåler/blad og døde røtter. Dette kan gi en midlertidig økning i karboninnholdet i jorda. I tillegg blir jorda eksponert for mer lys, mer nedbør og større temperaturendringer. Forholdene for nedbryting blir påvirket, noe som kan slå begge veier. Det er store usikkerheter rundt hvor store mengder karbon som er lagret i jorda og hvordan ulike skogtiltak påvirker dette lageret.

For å nå målsettingen om klimanøytralitet innen 2050, som klimaforliket sier, kan opptak av CO₂ i skog være en viktig bidragsyter. I denne analysen har vi i hovedsak sett på skogtiltak som øker tilveksten og på den måten bidrar til økt CO₂-opptak.

2.2 Skog i klimagassregnskapet

Kyotoprotokollen gir ikke Norge anledning til å få godskrevet opptak fra skog fullt ut, ved at det er satt et tak på hvor mye landene kan kreditere fra skog for første forpliktelsesperiode 2008–2012. Med dagens internasjonale bokføringsregler under Kyotoprotokollen får et land regnskapsført alt opptak og utslipp av klimagasser som følge av aktivitetene skogreisning og avskoging under Artikkel 3.3., og deler av opptak og utslipp som følge av de aktivitetene under Artikkel 3.4 landet frivillig velger å rapportere på. Norge har for første forpliktelsesperiode (2008–2012) valgt å rapportere på aktiviteten skogskjøtsel. Taket for hvor mye et land kan regnskapsføre av opptak fra aktiviteten skogskjøtsel under Artikkel 3.4 er for de fleste land satt til 3 prosent av landets klimagassutslipp i 1990. For Norge vil det si 1,5 million tonn CO₂-ekvivalenter. Les mer om de internasjonale bokføringsreglene i kapittel 5.4.

Da klimaforliket ble fremforhandlet i 2008, ble det lagt til grunn at dagens regler under Kyotoprotokollen skulle videreføres til 2020. I tillegg lå det inne en antagelse om at aktivitetene under Artikkel 3.3. kunne bidra med et opptak på 1,5 million tonn CO₂ innen 2020, slik at Norge til sammen kunne få regnskapsføre 3 millioner tonn CO₂ av opptaket i skogen i 2020. Dette er inkludert i klimaforlikets målsetting om å redusere klimagassutslippet med 15–17 millioner tonn innen 2020. 3 millioner tonn CO₂ fra skogen representerer gratiskvoter Norge får uten å iverksette ytterligere tiltak, basert på daværende kunnskap og eksisterende bokføringsregler. Holder vi disse gratiskvotene utenfor, skal Norge redusere klimagassutslippet med 12–14 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020.

Under de pågående klimaforhandlingene forhandles det om nye og alternative bokføringsregler, der det også diskuteres om andre aktiviteter skal inkluderes i rapporteringen. Et mulig utfall fra disse forhandlingene er at Norge i 2020 kan få kreditert opp mot 5 millioner tonn CO₂ fra skog uten å gjennomføre nye skogtiltak utover de som allerede er inkludert i referansebanen (jamfør omtalen av framskrivningene nedenfor). Dette er fremdeles svært usikkert.

Iverksetting av nye tiltak i skogen, som redusert avskoging og økt planting av skog på nye arealer, vil føre til økt opptak av klimagasser. Dette økte opptaket er gevinster utover hva som er lagt til grunn i referansebanen, og kan derfor være bidrag for å nå målet om å redusere klimagassutslippet med 12–14 millioner tonn innen 2020.

3. Arbeidsmetode og prosess

29. mai 2009 la Regjeringen fram Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) *Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen* (heretter referert til som Landbruks- og matdepartementets klimamelding) som ble behandlet i Stortinget 15. desember 2009. Klimameldingen tar for seg jordbruket og skogbruket og viser hvordan de samlet kan bidra til å redusere klimagassutslippene. Denne analysen bygger på Landbruks- og matdepartementets klimamelding. Klimakur 2020 har imidlertid vurdert ambisjonsnivåer utover de Landbruks- og matdepartementet vurderer.

I tillegg til representanter fra Landbruks- og matdepartementet, har også Norsk institutt for skog og landskap og Institutt for naturforvaltning (INA) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) vært viktige bidragsytere i prosessen, både som diskusjonspartnere og med beregning av bindingseffekter og kostnader for enkelte tiltak.

Klimatiltak i skog kan komme i strid med miljøhensyn knyttet til biologisk mangfold, kulturverdier og opplevelseskvaliteter. Vi har bedt Direktoratet for naturforvaltning (DN) om innspill for å komplettere beskrivelsen av skogtiltakene til å også inkludere vurderinger rundt tiltakenes mulige påvirkning på naturmiljøet. Vurderingene de har gjort er generelle, da det kan være vanskelig å vurdere hvert tiltak enkeltvis. Tiltakenes effekt på for eksempel biologisk mangfold er avhengig av hvilke og hvor store arealer som blir tatt i bruk. Det vil derfor være nødvendig med en konsekvensvurdering før det enkelte tiltak blir gjennomført.

I tillegg til Landbruks- og matdepartementets klimamelding har flere norske miljøer som Bellona, Norsk Energi (tidligere Energibedriftenes Landsforening – EBL), BI og SINTEF og Næringslivets hovedorganisasjon (NHO) nylig lagt fram sine forslag til klimaplaner. Disse har vi presentert kort senere i rapporten, spesielt i forhold til deres konklusjoner om hvordan skog kan bidra til å redusere de nasjonale klimagassutslippene. I tillegg har det de siste årene blitt publisert flere internasjonale rapporter som analyserer tiltak for å redusere klimagassutslipp. Noen utvalgte analyser er kort presentert i rapporten.

4. Metodikk og forutsetninger for arbeidet

Klimakur 2020 har utarbeidet en felles metodikk for å analysere tiltak og virkemidler i alle sektorer på en konsistent måte (Klima- og forurensningsdirektoratet m.fl. 2010b). Skogbruket skiller seg fra de andre sektorene på flere måter, spesielt med hensyn til tiltakenes tidshorisont. For å ta hensyn til dette har vi måttet gjøre noen endringer i den overordnede metodikken.

Som nevnt baserer vi analysen på Landbruks- og matdepartementets klimamelding. Så langt det har latt seg gjøre har vi også prøvd å bruke metodikken og de sektorspesifikke forutsetningene som lå til grunn for den. For å ta hensyn til den generelle metodikken i Klimakur 2020, har vi måttet avvike fra Landbruks- og matdepartementets framgangsmåte, spesielt når det gjelder metodikken for beregning av tiltakskostnad. Landbruks- og matdepartementet har blant annet inkludert substitusjonseffekter i sine beregninger. Det har vi ikke kunnet gjøre i Klimakur 2020, da det ville gitt dobbelttelling av klimagevinster som i Klimakur 2020 blir bokført i andre sektorer. I følge metodikken i Klimakur 2020 skal substitusjonseffekter bokføres i den sektoren ressursen anvendes. Se kapittel 7 for mer informasjon om Landbruks- og matdepartementets klimamelding.

I det følgende går vi kort gjennom metodikken som er brukt og endringer som er blitt gjort.

Beregning av utslipp og opptak av klimagasser i Norge

Utslipp og opptak av klimagasser beregnes i henhold til Norges klimagassregnskap som er utarbeidet i tråd med internasjonale retningslinjer. Det norske utslippsregnskapet er oppdelt i sektorer og legger til grunn alt utslipp og opptak som skjer innenfor Norges grenser. Noen tiltak i skogbrukssektoren genererer biomasseressurser som kan brukes til energiformål og som byggemateriale som kan erstatte henholdsvis fossile energibærere og mer klimabelastende byggematerialer og på den måten redusere klimagassutslippet i andre sektorer. Slike substitusjonseffekter er ikke inkludert i beregningene, da de som nevnt bokføres i den sektoren substitusjonen skjer.

Tiltak som gjennomføres i Norge kan påvirke klimagassutslipp i andre land. Eksempelvis vil bruk av treprodukter til å erstatte mer klimabelastende byggematerialer som stål og betong påvirke utslipp fra industrien både nasjonalt og internasjonalt. Disse effektene er søkt kvantifisert, men de er ikke inkludert i vurderingen av tiltakets kostnadseffektivitet.

Beregning av kostnadseffektivitet

Beregningene av de samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene (kroner/tonn CO₂ redusert) baseres på tiltakets økonomiske levetid og angis i 2008-kroner etter formelen:

$$(i) \quad \frac{\text{Årlig nettokostnad målt som annuitet over tiltakets økonomiske levetid i 2008-kroner}}{\text{Utslippsreduksjon i 2020}}$$

Kostnadene kan grovt deles inn i investeringskostnader og driftskostnader. Siden tiltakene i skogen vil innebære årlige investerings- og driftskostnader over en lengre periode, og det vil være små effekter i 2020, vil det i denne sammenheng ikke være hensiktsmessig å bruke formel (i) ved beregning av tiltakskostnad. Når det gjelder skogtiltakene har vi derfor valgt å beregne tiltakskostnader ved å neddiskontere kontantstrømmen over omløpet og dividere på akkumulert mengde karbon tatt opp i skogen ved endt omløpstid, som formel (ii) viser:

$$(ii) \quad \frac{\text{Nåverdi av kontantstrøm over omløpet}}{\text{Akkumulert mengde karbon ved endt omløpstid}}$$

Vi vil understreke at det er netto *merkostnader* og *mereffekter* som beregnes. Dersom et tiltak som utredes er en utvidelse av et eksisterende tiltak, er det bare kostnadene og effektene knyttet til denne utvidelsen som inkluderes. For noen tiltak, som endret avvirkningsnivå og avskoging, har vi bare vurdert endringer i opptak og utslipp, og ikke merkostnader ved å gjennomføre tiltakene.

Verdsetting av eksterne effekter som for eksempel biologisk mangfold har vært vanskelig å beregne innenfor rammene av Klimakur 2020, og er derfor ikke kvantifisert. Disse effektene må tas med i en vurdering av hvert enkelt tiltak.

Framskrivninger

Tiltakenes utslippsreducerende effekt regnes i forhold til hva utslippene ville vært uten nye tiltak og virkemidler. Generelt i Klimakur 2020 tar vi utgangspunkt i regjeringens Perspektivmelding av 9.januar 2009 (St.meld. nr. 9 (2008-2009)) som viser en trendframskrivning av utslipp av klimagasser i 2020 og 2030 gitt dagens rammevilkår. Framskrivninger av opptak av klimagasser i skog er ikke inkludert i Perspektivmeldingen. Framskrivninger av skogens utvikling og framtidig opptak av CO₂ fram mot 2100 er derfor basert på data fra Norsk institutt for skog og landskap (Astrup m.fl. 2010). Les mer om framskrivningene i kapittel 5.1.2.

Tidshorisont

Dersom det ikke er mulig å starte opp eller oppnå full utslippsreducerende effekt innen 2020, beregnes det også kostnadseffektivitet for år 2030. Den norske skogen har en omløpstid på normalt mellom 70–120 år. Det vil si at vi ikke vil se resultater av dagens investeringer før om 50–100 år. For skogtiltak vil det derfor ikke være hensiktsmessig å vurdere tiltakskostnader i 2020 og/eller 2030 som står i mandatet til Klimakur 2020. På så kort sikt, vil vi kunne se kostnader av tiltak, men svært få inntekter og effekter i form av bundet karbon. Dette gjør at tiltakene vil virke uforholdsmessig dyre. For å kunne vise hele effekten av tiltakene, ser vi på tiltakskostnad etter 100 år, eller etter endt omløpstid dersom den for noen tiltak er kortere. Vi vil imidlertid vise hva klimaeffekten av tiltaket vil være i 2020. Skog skiller seg på denne måten fra de fleste andre sektorer.

Rentefot og priser

Ved beregning av tiltakskostnad i Klimakur 2020 benyttes det en kalkulasjonsrente på 5 prosent i basisalternativet. Når det gjelder skogtiltak har vi imidlertid lagt oss litt lavere og brukt en kalkulasjonsrente på 4 prosent. Dette gjøres på grunn av det lange tidsperspektivet for tiltak i skogbruket sett i forhold til andre sektorer (opp mot 100 år). En kalkulasjonsrente på 4 prosent er i overensstemmelse med hva som er blitt brukt i tidligere tiltaksanalyser utarbeidet av Klima- og forurensningsdirektoratet, og ble også brukt i Landbruks- og matdepartementets klimamelding.

I utgangspunktet skal alle skatter og avgifter som ikke avspeiler reelle eksterne virkninger trekkes fra kostnadene og gevinstene, da ikke-eksterne skatter og avgifter kun har en omfordelende effekt og ikke vil påvirke de samfunnsøkonomiske kostnadene. Det er imidlertid vanskelig å skille hvor stor del av avgiften som er ment å internalisere de eksterne kostnadene. Vi har derfor valgt å fjerne alle avgifter og skatter fra beregningene, så lenge det ikke finnes modeller som kan beregne de eksterne kostnadene på annet vis.

I analysen bruker vi en plantekostnad på 5 kr per plante. Vi antar at plantekostnaden varierer mellom 2,2 og 3,15 kr per plante, noe som var tilfelle i 2008, og at kostnaden for utplanting er rundt 2 kr per plante.

Prisen på tømmer har historisk vært utsatt for store svingninger. Vi antar at det også vil være tilfelle i framtiden, da prisen er avhengig av faktorer som klimaendringer og endret forbruksmønster for trevirke. Tømmerpriser som er benyttet i analysen er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Tømmer priser benyttet i analysen

	Skurtømmer	Massevirke
Gran	420	230
Furu	430	190
Lauv	290	200

Virkemidler

I rapporten gjennomgår vi eksisterende virkemidler i skogbruket. Virkemidler som må til for å utløse tiltakene kan være enten nye virkemidler eller justering av eksisterende. Vi gjennomgår mulighetene som ligger i de eksisterende virkemidler og beskriver hvordan de kan justeres for å utløse et større potensial. Virkemiddelvurderingen er kun overordnet, og det blir ikke gitt noen konkret kobling til hva som må til for å utløse tiltakene.

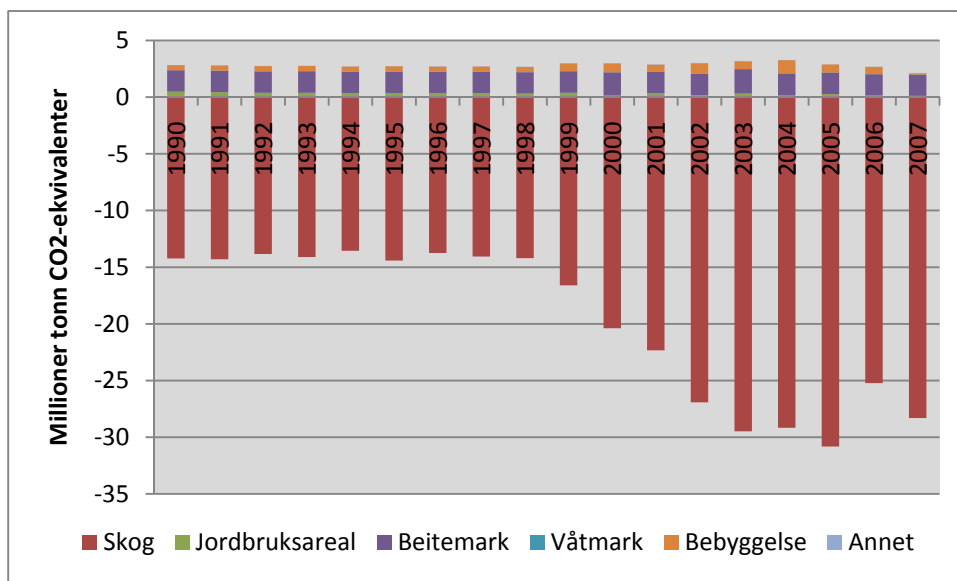
5. Hva er allerede gjennomført eller besluttet?

5.1 Klimagassregnskap og framskrivning

5.1.1 Historiske opptak av klimagasser i Norges skoger

Gjennom Klimakonvensjonen har Norge forpliktet seg til en årlig rapportering av utslipp og opptak av klimagasser fordelt på ulike sektorer. Skog blir rapportert i kategorien LULUCF (land use, land use change and forestry), og tallmaterialet blir utarbeidet av Norsk institutt for skog og landskap¹. Vi rapporterer på årlig nettoopptak av karbon og CO₂ i levende biomasse (skog), i dødt organisk materiale (død ved) og i jord for arealklasser som skog, jordbruksarealer, beitemark, våtmark, bebyggelse² og annet areal. De siste fem årene viser klimagassregnskapet (SFT 2009) at den norske skogen tar opp mellom 25–30 millioner tonn CO₂ i året, noe som tilsvarer rundt halvparten av klimagassutslippene fra andre sektorer i Norge. I 2007 bidro skog med et årlig opptak av CO₂ på vel 28 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Annen arealbruk fører til utslipp av klimagasser, i hovedsak CO₂, men også noe metan (CH₄) og lystgass (N₂O). Det totale nettoopptaket fra LULUCF sektoren var nesten 26 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2007. Det er en økning på rundt 106 prosent siden 1990.

Figur 5-1 viser årlig opptak og utslipp av klimagasser fra skog, arealbruk og arealbruksendringer i perioden 1990–2007, mens Figur 5-2 viser hvordan opptaket i skogen har fordelt seg på levende biomasse, jord, død ved og bidrag fra arealbruksendringer.

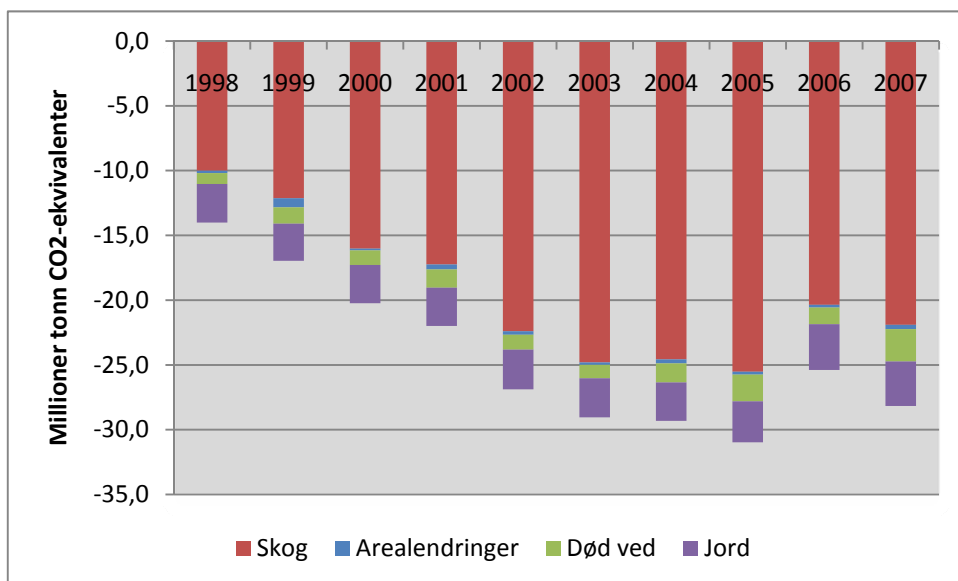


Figur 5-1 Årlig opptak og utslipp av klimagasser fra skog, arealbruk og arealbruksendringer i perioden 1990-2007

(Kilde: Norsk institutt for skog og landskap)

¹ Se kapittel 5.4.2 for ytterligere informasjon om rapporteringen.

² Bebyggelse inkluderer alle arealer som er bebygde; tettbebyggelse, hus, gårdstun, tomter, golfbaner, idrettsplasser, parker, industri- og asfalterte områder, gruver og arealer under kraftlinjer.

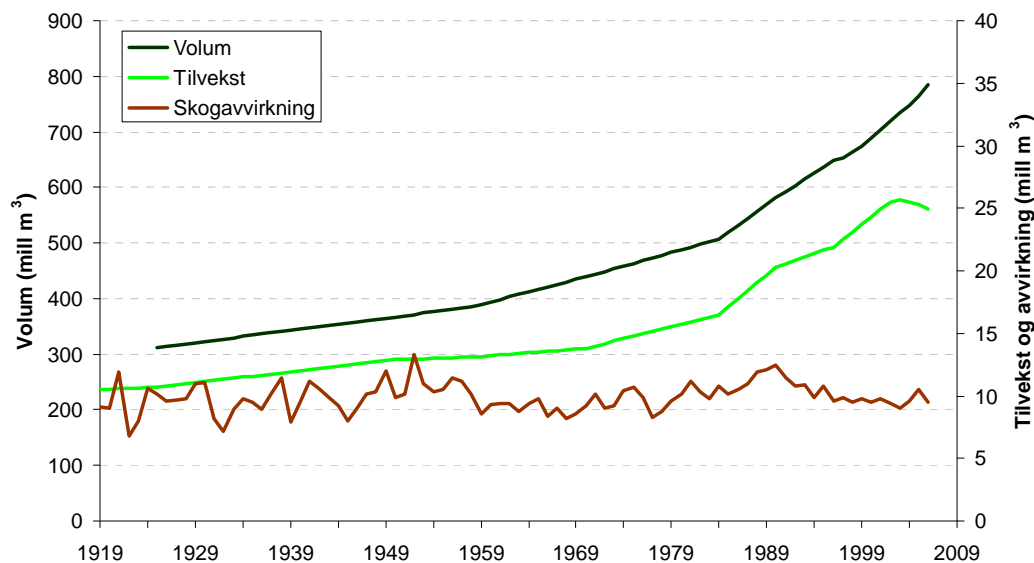


Figur 5-2 Årlig CO₂ opptak i skog fordelt på skog, arealendringer, død ved og jord i perioden 1998-2007

(Kilde: Norsk institutt for skog og landskap)

Netto CO₂-opptak varierer mellom år som følge av blant annet naturlige variasjoner i vekstbetingelser, klimaendringer, skogens alderssammensetning, skogskader, skogskjøtsel og hogst. Økningen i nettoopptaket er et resultat av aktiv skogskjøtsel gjennom flere tiår og derav økende tilvekst, se Figur 5-3 under. Siden 1919 har volumet i norske skoger økt fra 300 millioner kubikkmeter til nærmere 800 millioner kubikkmeter. De siste årene har det stående volumet økt med om lag 15 millioner kubikkmeter per år. Også tilveksten har økt betraktelig, fra rundt 10 millioner kubikkmeter til rundt 25 millioner kubikkmeter fra 1919 til i dag. Samtidig har avvirkningen i norske skoger ligget relativt stabilt rundt 10 millioner kubikkmeter per år over hele perioden, inkludert anslagsvis 2–3 millioner kubikkmeter ved til energiformål. Disse forholdene har medført stor økning i nettoopptaket.

Ved måling og beregning av nettoopptaket er det, i tråd med retningslinjene til Klimakonvensjonen, forutsatt at tømmer som avvirket til bruk som byggematerial og til bioenergi, regnes som utslipp i det tømmeret forlater skogen. I det norske klimagassregnskapet er det derfor heller ikke korrigeret for at en stor andel av karbonet som fjernes fra skogen lagres over lang tid som trematerialer i bygninger, møbler og lignende.



Figur 5-3 Utvikling i volum, årlig tilvekst og skogavvirkning i perioden 1919-2007. Volum leses av fra venstre akse i figuren og tilvekst og hogst fra høyre akse.

(Kilde: Statistisk sentralbyrå og Norsk institutt for skog og landskap)

5.1.2 Framskrivninger

Framskrivninger av skogens utvikling og framtidig opptak av CO₂ fram mot 2100 er basert på data fra Norsk institutt for skog og landskap (Astrup m.fl. 2010). Målet med framskrivningene er å beskrive utviklingen i opptak og utslipp fra norske skoger gitt dagens skog- og klimapolitikk (Business as usual – BAU).

Framskrivningene for produktiv skog er utarbeidet ved bruk av prognosemodellen Avvirk 2000 (Eid og Hobbestad 1999) med følgende modifikasjoner:

- økt produktivitet som følge av en temperaturøkning på 2 grader Celsius fra før-industriell tid
- inkludering av biomasseberegninger og beregninger av strø og død ved som tilgang til jord
- en modifisert mortalitetsrate for gammel skog
- en direkte link til jordmodellen Yasso (Liski m.fl. 2005)

Uproduktiv skog representerer 5 prosent av totalvolumet i norske skoger og ca. 12 prosent av totalarealet av skogen under barskoggrensa. Den uproduktive skogen har ikke en bonitet og kan dermed ikke framskrives med de vanlige modellene som brukes for produktiv skog. Tilveksten i biomasse er estimert til 0,4 tonn per hektar per år. Dette er uavhengig av alder og er basert på observert nettotilvekst på Landskogstakseringens gjenmålte flater i uproduktiv skog i perioden 1990–2008. Nettotilveksten inkluderer naturlig avgang.

I tillegg til karbonbinding i levende biomasse inneholder framskrivningene karbon i jord og død ved, samt arealendringer fra/til skog. Karbon i jord og død ved er ikke målt i et omfang som muliggjør beregninger basert på feltdata. Norges rapportering til klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen, og denne framskrivningen, er derfor basert på beregninger med nedbrytingsmodellen Yasso (Liski m.fl. 2005). Endring i karbonlager som følge av arealendringer fra/til skog er basert på observasjoner på Landskogstakseringens prøveflater i perioden 2004–2008.

Utviklingen fram mot 2020, og lenger, vil avhenge av uttaket av trevirke til energi, konstruksjoner og andre produkter fra skogen. Klimakur 2020 har vurdert tre mulige framtidsscenarioer, der forskjellen mellom scenarioene er antagelsen om framtidig avvirkning gitt dagens rammebetingelser. Dagens plantetetthet ligger inne som en forutsetning i alle scenarioene. I og med at hogsten varierer vil allikevel totalt antall planter variere i de ulike scenarioene, fra rundt 23 millioner planter i året til rundt 30 millioner planter.

- Lavscenario: 10 millioner kubikkmeter i året (som i dag)
- Mellomscenario: 13 millioner kubikkmeter i året
- Høyscenario: 15 millioner kubikkmeter i året

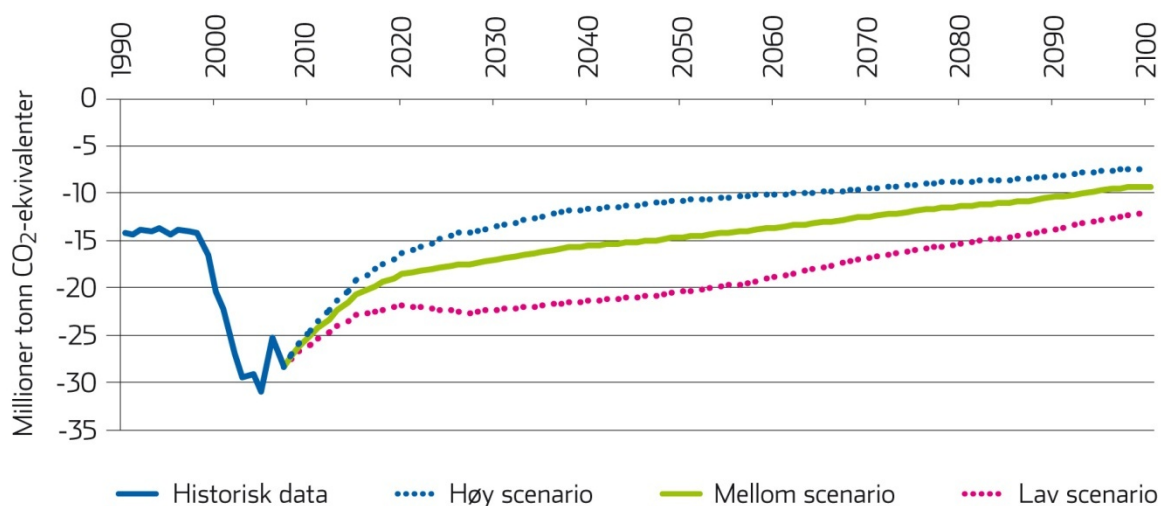
Bærekraftig skogbruk, økt bruk av treprodukter og økt produksjon av bioenergi er alle politiske målsettinger i Norge. I Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) *Norsk klimapolitikk* er det blant annet satt et mål for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020. Hovedtyngden av råstoffet for denne økningen må komme fra skogen. For å oppfylle disse målsettingene, må avvirkningen øke fra dagens nivå på 10 millioner kubikkmeter i året. En økt avvirkning fra 10 millioner til 15 millioner kubikkmeter i året, som i høyscenarioet, vil i følge Landbruks- og matdepartementets klimamelding oppfylle bioenergistrategiens mål om 14 TWh utelukkende som skogråstoff. Målet kan trolig også oppnås med et avvirkningsnivå som i mellomscenarioet, gitt økt bruk av biomasseressurser fra jordbruket og endrede virkestrømmer fra papir til bioenergi. Det er samtidig viktig å påpeke at avvirkningsnivået og virkestrømmene først og fremst er markedsstyrt, og at myndighetene i mindre grad kan påvirke dette.

Flere virkemidler er allerede blitt implementert for å oppfylle målene om økt bruk av treprodukter og økt produksjon av bioenergi. Regjeringen har blant annet styrket ENOVA gjennom en ekstraordinær bevilgning til Energifondet på 1,19 milliarder kr i 2009, som blant annet vil bidra til økt utbygging av biovarmeanlegg. Videre har regjeringen styrket virkemiddelbruken for bioenergi over Landbruks- og matdepartementets budsjett og styrket virkemiddelbruken for økt bruk av tre til konstruksjonsformål. Siden den internasjonale økonomiske nedgangskonjunktoren som startet i 2008 vil fortsette å prege aktiviteten i skogbruket i noe tid framover, vil en økning i avvirkningen fra 10 til 15 millioner kubikkmeter vanskelig kunne realiseres på kort og mellomlang sikt. Det er derfor rimelig å anta at referansebanen vil ligge et sted mellom høy- og lavscenarioene.

Mellomscenarioet forutsetter at allerede implementerte virkemidler vil gi en økt avvirkning til 13 millioner kubikkmeter i året, noe som vurderes som det mest realistiske. Det er også denne referansebanen som er blitt rapportert til Klimakonvensjonen som underlag for klimaforhandlingene om endrede regler for inkludering av skog i et framtidig klimaregime fram mot 2020 (UNFCCC 2009).

Fra Figur 5-4 ser vi at opptaket i skog og jordsmonn i mellomscenarioet (referansebanen) vil falle fra 28 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2007 til rundt 19 millioner i 2020 til rundt 9 millioner i 2100. Vi ser også at norske skoger mest sannsynlig har nådd det høyeste årlige CO₂-opptaket i perioden 2003–2007, og at opptaket er forventet å avta i framtiden uavhengig av scenario. Dette er på grunn av skogens alderssammensetning, der det meste av skogen har nådd den mest produktive fasen, og at årlig tilvekstrate dermed vil avta. I tillegg har investeringer i etablering av skog over en lengre periode vært lavere enn tidligere, og lavere enn ønskelig for å oppnå markas biologiske produksjonspotensial³.

³ Rundt 1950 ble det plantet rundt 100 millioner skogplanter per år, mens det i dag plantes i overkant av 20 millioner skogplanter per år.



Figur 5-4 Totalt CO₂ opptak i skog inklusiv levende biomasse, død ved, jord og bidrag fra arealforandringer under forutsetning av en 2 °C økning i temperatur fra før-industriell tid. Tre scenarier.

Framskrivningene som ble presentert i Landbruks- og matdepartementets klimamelding viser at årlig opptak av CO₂ i skogen vil gå fra rundt 22 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020 til om lag 12 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i året om 100 år, under forutsetning om et avvirkningsnivå på 10 millioner kubikkmeter i året og dagens skogkultur. Dette er tilnærmet sammenfallende med resultatene fra lavscenario i figuren over. Framskrivningene inneholder imidlertid ulike forutsetninger.

Tallene i Landbruks- og matdepartementets klimamelding inneholder bare produktiv skog, mens beregningene i Klimakur 2020 er oppdatert til også å inneholde uproduktiv skog. Den uproduktive skogen vil gi et økt årlig opptak over hele tidsperioden.

I Landbruks- og matdepartementets klimamelding forutsettes en temperaturøkning på 2 grader Celsius fra dagens temperatur. Tallene i Klimakur 2020, derimot, forutsetter en temperaturøkning på 2 grader Celsius fra før-industriell tid. Temperatur påvirker tilveksten i stor grad, og forskjellen i forutsetningene gjør at opptaket i de to framskrivningene blir like, til tross for at større skogarealer inkluderes i Klimakur 2020.

5.1.3 Usikkerhet

Generelt vil det alltid være ganske stor usikkerhet knyttet til prognoser. Resultatene er på både kort og lang sikt veldig følsomme overfor konjunktursvingninger og den tilknyttede effekten på aktiviteten i skogbruket. På lang sikt er prognosene veldig avhengige av klimautviklingen og de faktiske effekter disse medfører for skogens helse og vekst.

Framtidens klima kan føre til flere ekstrem episoder med sterke stormer, ekstreme tørkeperioder, skogbranner, insektsangrep og frostskafer som har stor effekt på skogens dynamikk, forstyrrelsesregimer og skogens produktivitet. Dette er uforutsigbare hendelser som ikke er inkludert i prognosene over.

Endringer i skogarealet er, som nevnt, inkludert i prognosene. Store og til dels uforutsigbare endringer i skogforvaltningen kan imidlertid ha stor effekt på opptak og lagring av karbon. Økt bruk av skogvern er en slik endring.

5.2 Energiregnskap og framskrivning

Den samlede bruken av bioenergi i Norge var i 2006 14,4 TWh, hovedsakelig til varmeformål, og i stor grad basert på norske ressurser. Det er et stort potensial for økt uttak av råstoff fra skogen til bioenergiformål. Vi kan bruke hogstavfall som grener og topper (GROT), tynningsvirke, rundtømmer, energivirke og massevirke og industrielle biprodukter. Bioenergi basert på trevirke regnes som karbonnøytral energikilde siden utslippet allerede er innregnet ved hogsttidspunkt.

Det er blitt gjort en rekke anslag på ressurstilgangen på biobrensler de siste årene. KanEnergi (2009) har kartlagt et økonomisk potensial for økt utnyttelse av bioenergiressurser på 18–20 TWh. Studien ble utført på oppdrag av NVE, og det er forsøkt å utarbeide kostnadskurver for den viktigste gjenværende delen av bioenergipotensiålet. Kostnadskurvene inkluderer kun tekniske kostnader, og representerer ikke markedsvurderinger.

Gjølsjø og Hobbestad (2009) har ved bruk av materiale fra Landskogstakseringen beregnet balansekvantum for å estimere energipotensialet fra skogen i Norge. Balansekvantum er det høyeste jevne kvantum vi kan hogge i dag uten at vi behøver å senke det i framtiden (100 år), for et gitt skogbehandlingsprogram. Skogbehandlingen defineres spesielt gjennom tynningsprogram og innsats i skogkultur. Balansekvantumet beregnes på grunnlag av aktuell skogtilstand og tilvekst, og det blir ikke foretatt økonomiske eller biologiske reduksjoner. Ved å ta hensyn til skogarealer med driftsveiavstander over 1,5 km, en bratthet over 90 prosent samt 10 prosent reduksjon av miljøhensyn, får vi en reduksjon i forhold til brutto balansekvantum på ca. 25 prosent. Dette kalles netto balansekvantum. Med bakgrunn i netto balansekvantum og en gjennomsnittlig fuktighet i trevirket fra skogen på 40 prosent, er det beregnet et potensial på 27 TWh tilført energi fra skogen. Man har da trukket fra dagens avvirkningskvantum. Det pekes videre på at det er store muligheter for å øke råstoffpotensialet fra skogene i Norge gjennom blant annet mer intensiv skogskjøtsel, planteforedling, optimal treslagsvalg- og tetthet og økt veibygging.

I Landbruks- og matdepartementets klimamelding konkluderes det med at et teknisk potensial for skogråstoff til energiformål ligger i området 16–25 TWh. Dette potensiålet er korrigert for virke som forventes å bli benyttet til tradisjonelle industriformål knyttet til økt avvirkning utover dagens nivå. Tallene inkluderer biomasse som kan høstes fra veikanter, kulturlandskap og kraftgater.

Gitt dagens rammebetingelser antar Klimakur 2020 at avvirkningsnivået vil øke fra dagens nivå på 10 millioner kubikkmeter til 13 millioner kubikkmeter i året i 2020. Forutsetter vi at 3 millioner kubikkmeter nytt stammevirke benyttes til energiformål, og i tillegg inkluderer grener og topper (GROT)⁴, vil dette gi opp mot 6–10 TWh⁵ fornybar energi. I tillegg er det GROT fra dagens hogst som ikke utnyttes og som alene utgjør rundt 2–6 TWh⁶. Dette tilsier at man med økt avvirkning på 3 millioner kubikkmeter vil kunne oppnå målene i bioenergi strategien om 14 TWh innen 2020. Det må likevel påregnes at betydelige deler av rundvirket, spesielt sagtømmer, fortsatt vil gå til tradisjonelle industriformål. Utover skogråstoff, vil også biomasseressurser fra jordbruket kunne bidra.

⁴ Beregninger gjort av Norsk institutt for skog og landskap viser at uttak av GROT vil ha minimal betydning på nettoopptaket i og med at dette skogsavfallet normalt brytes ned raskt.

⁵ Under forutsetning om 40 prosent fuktighet vil 1 fm³ gi ca 2000 kWh. Dersom tømmeret tørkes naturlig (sol og vind) vil energiinnholdet kunne øke med 50 prosent eller mer.

⁶ Skogproduksjonen i Norge har tradisjonelt vært knyttet til prestammens verdi som råstoff for industri eller som ved. Resten av trærne har blitt liggende igjen i skogen etter avvirkning. Deler av stammen som ikke holder kravene til dimensjonen (topper) eller kvalitet blir liggende igjen.

Flere av tiltakene som beskrives i det følgende bidrar til at stående volum tømmer øker. Dette er trevirke som kan brukes som bioenergi. Siden dette ikke vil være aktuelt før skogen når hogstmodenhetsalder om 70–120 år, har vi ikke beregnet hvor mye energi som kan genereres ut fra økt biomasseproduksjon og effektene ved å bruke denne energien til å substituere fossile energibærere.

Substitusjonseffekten ved å bruke bioenergi basert på trevirke avhenger av hva som faktisk erstattes. Utslippsfaktorene presentert i det følgende og i Tabell 5-1 er basert på resultater fra et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Norsk institutt for skog og landskap, Cicero Senter for klimaforskning og KanEnergi AS som ble utført på oppdrag av Klima- og forurensningstilsynet i 2008 (SFT 2008). Trevirke kan i form av pellets og flis erstatte olje til oppvarming. Dette vil gi en utslippsreduksjon på 0,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per TWh erstattet. Brukes trevirke til å produsere biodrivstoff som erstatter fossilt drivstoff, vil vi få en lavere substitusjonseffekt på rundt 0,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per TWh. Trevirke kan også brukes til å produsere el i biokraftanlegg. For biokraftanleggene forutsetter vi en utnyttelsesgrad på 15–40 prosent, avhengig av størrelsen på anlegget. Dersom vi antar at utslipp fra gasskraft er 0,37 gram CO₂ per kWh, vil vi få en utslippsreduksjon på mellom 0 og 0,15 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per TWh, avhengig av hva som erstattes. Dersom vi utnytter spillvarmen, vil utnyttelsen av trevirkets energiinnhold og utslippsreduksjonen øke. Størst effekt vil vi få dersom vi bruker bioenergi fra trevirke til å frigjøre el som kan brukes til framdrift av bil (elbil og plug-in hybridbil). 1 TWh bioenergi fra trevirke kan frigjøre 0,84 TWh el. Å bruke 0,84 TWh frigjort el til å erstatte bensin og/eller diesel vil gi en utslippsreduksjon på 0,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per TWh.

Tabell 5-1 gir en oversikt over substitusjonseffekter ved ulike anvendelse av bioenergi basert på trevirke, per TWh erstattet og totalt for 10–15 TWh.

Tabell 5-1 Substitusjonseffekter ved bruk av bioenergi basert på trevirke

	Substitusjonseffekt	Totaleffekt (10-15 TWh)
	Millioner tonn CO₂/ TWh	Millioner tonn CO₂
Trevirke til å erstatte olje til oppvarming	0,3	3–4,5
Trevirke til å produsere biodrivstoff som erstatter fossilt drivstoff	0,1	1–1,5
Trevirke til å produsere el i biokraftanlegg		
- erstatter vannkraft	0	0
- erstatter gasskraft	0,06–0,15 ¹	0,6–2,25
Trevirke til å frigjøre el som kan brukes til fremdrift av bil (elbil og plug-in hybridbil)	0,5	5–7,5

¹Forutsetter en utnyttelsesgrad i biokraftanleggene på 15–40 prosent og et utslipp fra gasskraft på 0,37 gram CO₂ per kWh.

5.3 Nasjonale virkemidler og rammebetingelser

5.3.1 Eksisterende tiltak og virkemidler – inkludert i referansebanen

5.3.1.1 Generell skogpolitikk

Gjennomføringen av norsk skogpolitikk støtter seg til en rekke tiltak og virkemidler. Disse virkemidlene omfatter lovgivning, skattepolitikk, økonomiske støtteordninger, forskning og veiledning.

Den norske skogpolitikken ble sist gjennomgått i Stortingsmelding nr. 17 (1998–1999) *Verdiskaping og miljø – muligheter i skogsektoren*, og har blitt justert gjennom de årlige budsjettproposisjonene. Den gjeldende skogbruksloven (Lovdata 2005) ble vedtatt av Stortinget i 2005 og trådte i kraft 1.januar 2006.

Virkemiddelbruken i skogpolitikken har ikke vært direkte rettet mot maksimale klimabidrag i form av CO₂-opptak, men har hatt som hovedhensikt å fremme verdiskaping og sikre det biologiske mangfoldet, samt vise hensyn til landskapet, friluftslivet og kulturverdiene i skogen. Skogbruksloven gjelder for all skog, uansett eierskap. Dagens virkemidler kan likevel påvirke mulighetene til å øke opptaket og redusere utslippet av CO₂.

I det følgende beskriver vi kort virkemidler som følger av skogbruksloven, tilhørende forskrifter og annet lovverk, samt selvpålagte sertifiseringsordninger fra næringen.

Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket

Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (Lovdata 2004a) åpner for å gi støtte til langsiktige investeringer i skogbrukstiltak. Tiltakene omfatter blant annet skogkultur, herunder planting, ungskogpleie og andre kvalitetsfremmende tiltak, miljøtiltak i skog, nyetablering og ombygging av skogsveier og drift i bratt terreng (taubane m.v.). Statens landbruksforvaltning (SLF) fordeler tilskuddsmidlene til fylkene med bakgrunn i en fordelingsnøkkel. Fylkesmannen forvalter midlene knyttet til veibygging og drift i bratt terreng, mens kommunene forvalter midler til de øvrige tiltakene. Midlene tildeles med bakgrunn i Jordbruksavtalen over Landbrukets Utviklingsfond (LUF). Samlet ramme for tilskudd til nærings- og miljøtiltak over LUF i 2010 er 126 millioner kr, fordelt på 60 millioner kr til skogkultur og miljøtiltak med videre og 66 millioner kr til veibygging og drift i bratt terreng. I tillegg er det bevilget 2 millioner kr til skogkultur over Statsbudsjettet kapittel 1149, post 71 Tilskudd til verdiskapings- og klimatiltak i skogbruket.

Tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistrering

Skogbruksplaner er et viktig verktøy for skogeiere som ønsker å drive en aktiv og bærekraftig forvaltning av sin skogeiendom. Skogbruksplanlegging innebærer inventering og taksering i skog og tolkning av flybilder for beskrivelse av skogressurser og miljøverdier på den enkelte eiendom. Skogbruksplanene inneholder avvirkningsanalyser, oversiktstabeller, bestandslister, behandlingsforslag og miljøregistreringer. Alle registrerte miljøverdier er offentlig tilgjengelige. Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer (Lovdata 2004b) har som formål å stimulere til slik planlegging. Forvaltning av tilskuddsordningen ligger til fylkesmannen. Midlene tildeles over LUF, og rammen er på 33 millioner kr for 2010.

Skogfond

Skogfondsordningen (Lovdata 2006a) innebærer at skogeieren er pliktig til å sette av 4–40 prosent av bruttoverdien av skogvirket som avvirkes, til langsiktige investeringer i skogen. Alle skogeiendommer har en egen skogfondskonto, og innenfor angitte avsetningsintervall er det opp til den enkelte skogeier hvor mye som skal settes av. Skogfondsmidlene er ikke rentebærende for skogeier, men utløser skattefordeler ved bruk til investeringer på

skogeiendommen i tråd med forskriften. Ved bruk av skogfond til langsiktige investeringer i skogen, vil skogeier få en skattefordel på 85 prosent. Det vil si at bare 15 prosent av fondsuttaket inntektsføres (jmf Lov om skatt av formue og inntekt (skatteloven) § 8.2 Skogdrift). Skogfondsmidlene kan brukes med skattefordel til en rekke tiltak, herunder skogkulturtiltak, bygging og vedlikehold av skogsveier, miljøtiltak, skogbruksplanlegging med miljøregistreringer, investeringer i bioenergitiltak, forsikring mot stormskader og brann, og kompetansehevende tiltak med videre. Skogfundsordningen utgjør en hovedpilar blant de økonomiske virkemidlene i skogpolitikken.

Bærekraftig skogbruk

Forskrift om bærekraftig skogbruk (Lovdata 2006b) har til formål å fremme bærekraftig skogbruk som sikrer miljøverdiene i skogen, aktiv foryngelse og oppbygging av ny skog, samt sikre god helsetilstand i skogen i tråd med skogbruksloven. Forskriften fastsetter blant annet minste plantetall som skal legges til grunn for godkjennelse av tilfredsstillende foryngelse. Skogeier er pliktig til å ta hensyn til biologisk mangfold, friluftsliv og kulturverdier ved gjennomføring av skogtiltak. Dette er sentrale avveininger og hensyn som skal legges til grunn for bærekraftig skogbruk.

Naturvernloven

Gjennom Lov om naturvern (Lovdata 1970) kan skogområder fredes for å ta vare på et representativt utvalg av norsk natur og beskytte truede og sårbare naturtyper. Skogvern kan også innføres for å ta vare på skogens andre tjenesters om friluftsliv, rekreasjon og naturopplevelser.

I tillegg til de områder som tidligere er vernet i medhold til naturvernloven, finnes det områder som er administrativt vernet av skogeier selv, og områder som er underlagt vernebestemmelser etter skogbruksloven. Vernskog etter skogbruksloven har som hovedfunksjon å sikre gjenveksten og verne annen skog og infrastruktur mot skader, og omfatter 28 prosent av det skogkledde arealet.

Levende skog

Levende Skog er et samarbeidsprosjekt mellom skogbruk, skogindustri, fagbevegelse, friluftslivsorganisasjoner og miljøorganisasjoner som skal fremme et bærekraftig skogbruk med god balanse mellom skogproduksjon, miljøvern og sosiale interesser. Levende Skog-standarden blir benyttet som et viktig grunnlag for skogsertifisering i Norge. Modellen ble etablert i 1998 da partene kom til enighet om standarder for et bærekraftig skogbruk.

Skognæringen og skogindustrien, sentrale miljø- og forbrukerorganisasjoner og viktige fagforeninger har gjennom Levende Skog-standarden blitt enige om kriterier for et bærekraftig norsk skogbruk. 25 kravpunkter har som mål å blant annet bevare grunnlaget for levedyktige populasjoner av arter som naturlig hører hjemme i Norge, sikre grunnlaget for et variert friluftsliv og bevare kulturminner og verdifulle kulturlandskap, og gi grunnlag for aktiv utnyttelse av skogressursene for lønnsom næringsvirksomhet og verdiskaping.

5.3.1.2 Klimarelaterte virkemidler

Som en oppfølging av FNs klimapanel 4. hovedrapport (IPCC 2007a) og Kyotoprotokollen, la regjeringen fram Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) *Norsk klimapolitikk* i juni 2007. Stortingsmeldingen danner grunnlaget for regjeringens prioriteringer av tiltak innen ulike sektorer, inkludert skogbruk og jordbruk, og tiltak som skal innarbeides i norsk klimapolitikk. Stortingsmeldingen fastslår skogens viktige rolle i kampen mot klimaendringer. Det er en målsetting å opprettholde og utvikle skogressursene for å øke opptaket av karbon i skog. Det skal tilrettelegges for økt skogplanting og aktiv skogkultur for økt skogproduksjon. Dette skal gjøres med basis i eksisterende virkemidler, slik at det gis prioritet til tiltak som har positiv

effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre miljøverdier.

Virkemidler som er blitt implementert de siste årene, og som påvirker skogbruket og klimaet, er kort beskrevet i det følgende.

Trebasert innovasjonsprogram

I 2006 ble verdiskapingsprogrammet Trebasert innovasjonsprogram startet opp. Det ble etablert som følge av økt fokus rundt klimaspørsmål mot slutten av 90-tallet, og har som mål å bidra til høyere foredling, økt bruk av tre og økt lønnsomhet i skog- og trenæringen ved bedre koblinger mellom skog og marked. Programmet administreres av Innovasjon Norge. I 2009 ble programmet åpnet for FoU til alle typer bedrifter.

Programmet har lagt til grunn skognæringens mål om en økning i forbruk av tre fra 0,65 kubikkmeter per innbygger per år til 0,75 kubikkmeter per innbygger per år i 2010. Økt trebruk som kan erstatte andre materialer vil føre til binding av karbon i treprodukter og redusert utslipp fra produksjonsprosessen.

Regjeringens bioenergiestrategi

Dersom bioenergi basert på trevirke erstatter fossile energibærere, vil økt bruk av biomasse fra skogen gi en økt klimagevinst. Dette var hensikten bak Regjeringens bioenergiestrategi som ble lagt fram våren 2008 (Olje- og energidepartementet 2008). Strategien er basert på råstoffpotensialet fra skogen som er i størrelsesorden 16–25 TWh (jamfør kapittel 5.2), og inneholder flere tiltak som skal bidra til økt produksjon og bruk av bioenergi. På skogområdet har Regjeringen fulgt opp strategien med blant annet et pilotprosjekt for oppsamling og flising av skogvirke.

Bioenergiprogrammet

Bioenergiprogrammet er Regjeringens viktigste virkemiddel når det gjelder satsingen på bioenergi. Programmet blir forvaltet av Innovasjon Norge. Hovedformålet med programmet er å fremme produksjon av biobrensel og leveranse av ferdig varme basert på biomasse fra landbruket. Under programmet gis det investeringsstøtte til brensel- og varmeprosjekter og støtte til forprosjekter, utredninger og kompetansetiltak.

ENOVAs varmeprogram

ENOVA organiserer sine virkemidler som programmer, der et program er et virkemiddel rettet mot en eller flere spesifikke målgrupper og har fastsatte søknadsfrister og søknadskriterier. ENOVAs varmeprogram er det av ENOVAs programmer som har størst betydning for utbygging av bioenergi i Norge ved at det gis støtte til utbygging av fjernvarmeanlegg, nærvarmeanlegg og lokale energisentraler. Programmet gir ikke støtte til selve energiproduksjonen, men sterkt økende bevilgninger de siste årene til bygging av infrastruktur har ført til økt produksjon av bioenergi.

5.3.1.3 Andre relevante virkemidler

Noen generelle, sektorovergrepene virkemidler som indirekte påvirker skogbruket er kort beskrevet i det følgende.

Lov om skatt av formue og inntekt

Lov om skatt av formue og inntekt (skatteloven) (Lovdata 1999) gir beskatningsregler som regulerer beregning av skogformue. Disse beskatningsreglene gir mellom annet mulighet for gjennomsnittsligning av inntekt fra skogbruket og regulerer skattefordel knyttet til bruk av skogfondsmidler til langsiktige investeringer i skog (jamfør Skogfond over).

Skatteloven ble endret med virkning fra 1.januar 2006, slik at det skulle betales marginalsatt av næringsinntekt. Skogeiere med arbeid utenfor bruket vil raskt komme i posisjon for

toppskatt på næringsinntekten, noe som medfører nær 50 prosent beskatning. Før 1.januar 2006 var det kun 28 prosent skatt på slike inntekter for alle eiergrupper.

Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven (Lovdata 1985) legger opp til et system for helhetlig planlegging for statlig, fylkeskommunal og kommunal virksomhet, der bruken av arealer og andre naturressurser vurderes sammen med sektorenes planlegging og økonomiske forutsetninger. Loven legger til rette for samordning, og den gir grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser og om utbygging. Gjennom planlegging og ved særskilte krav til det enkelte byggetiltak skal det legges til rette for at arealbruk og bebyggelse blir i størst mulig gavn for den enkelte og for samfunnet.

5.3.2 Planlagte virkemidler og tiltak – ikke inkludert i referansebanen

Referansebanen presentert i kapittel 5.1.2 viser hva opptaket i skogen vil være gitt virkemidlene presentert i kapittel 5.3.1 over. Etter at referansebanen ble utarbeidet har lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) trådt i kraft, i tillegg til at enkelte bevilgninger over statsbudsjettet er endret som følge av den internasjonale finanskrisen og som følge av Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009). Disse endringene vil kunne utløse nye tiltak som vil gi økt opptak utover det referansebanen viser. I det følgende skal vi kort beskrive nye virkemidler.

Endrede bevilgninger over statsbudsjettet

For 2009 ble det som følge av den internasjonale finanskrisen bevilget betydelige midler fra regjeringen for å dempe negative sysselsettingseffekter med videre, først gjennom en tiltakspakke i februar og deretter i forbindelse med revidert nasjonalbudsjett i mai – totalt 120 millioner kr. Disse midlene hadde en ”grønn profil” og ble rettet mot tiltak som både kunne gi rask sysselsettingseffekt og samtidig bidra positivt i klimasammenheng. Disse midlene var et engangstiltak for 2009. Som følge av disse midlene ble det etablert to nye ordninger: 1) utsiktsrydding langs vei (videreføres ikke til 2010 og omtales derfor ikke nærmere) og 2) støtteordninger for uttak av skogsråstoff til flis- og energiproduksjon.

Hovedhensikten med tilskuddsordningen for uttak av skogsråstoff til flis- og energiproduksjon var å stimulere sysselsettingen og dempe negative effekter for utsatte grupper i skognæringen, herunder entreprenører, samtidig som støtten skulle bidra til å utløse økt uttak av skogsråstoff til energiformål. Totalt ble det bevilget 50 millioner kr til produksjon av råstoff til bioenergi. Gjennom ordningen ble det åpnet for å gi tilskudd knyttet til hogst og uttak av heltre fra førstegangstynning, ungskogpleie, kulturlandskapspleie og ved høsting av hogstavfall med videre, under forutsetning av leveringsavtale for råstoffet. Det ble også bevilget 20 millioner kr til økt satsing på flisproduksjonsutstyr og kompetanse- og utviklingstiltak. Hovedformålet var å bidra til økt kapasitet og markedstilførsel av biobrensel. I følge Landbruks- og matdepartementet har det vært stor etterspørsel etter midler, og ordningen har fungert etter hensikten.

Lønnsomheten knyttet til uttak av biobrensel fra skogen er fortsatt lav. For å bidra til økt lønnsomhet og økt uttak av skogsråstoff til energiformål, og som ledd i å legge til rette for utbygging av balanserte verdikjeder for bioenergi, vil Landbruks- og matdepartementet videreføre tilskuddsordningen knyttet til råstoffuttak også i 2010. For 2010 er det bevilget 7 millioner kr over Statsbudsjettet kapittel 1149, post 71 til formålet. I tillegg kommer overførte midler fra 2009 på om lag 14 millioner kr. Statens landbruksforvaltning har fått i oppdrag av Landbruks- og matdepartementet å evaluere ordningen for 2010, herunder støttesatser og innretning for økt målretting og kostnadseffektiv råstoffuttak.

Trebasert Innovasjonsprogram ble styrket med 20 millioner kr som følge av regjeringens tiltakspakke i 2009, i tillegg til bevilgningen over Statsbudsjettet (kapittel 1149, post 71) på 27 millioner kr. Tiltakene har hatt god effekt og bidratt til å hindre oppsigelser i utsatte bedrifter. Bevilgningen til programmet over Statsbudsjettet er 34 millioner kr i 2010.

Over Landbruks- og matdepartementets budsjett er det i 2009 og 2010 bevilget midler til skog-, klima- og energitiltak. Økt satsing på skogforvaltning er ett av tiltakene som er prioritert finansiert av disse midlene, med en økning på 2 millioner kr i 2009 og ytterligere 1 million i 2010. Hensikten med bevilgningen er videreutvikling av foredlet plantemateriale.

I 2009 styrket regjeringen ENOVA gjennom en ekstraordinær bevilgning til Energifondet på 1,19 milliarder kr. Bevilgningen skal blant annet bidra til økt utbygging av biovarmeanlegg.

Naturmangfoldloven

Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldloven) (Lovdata 2009) trådte i kraft 1.juli 2009. Den erstatter naturvernloven og deler av lakse- og innlandsfiske_loven og viltloven. Loven gir nye regler for bruk og vern av norsk natur. Viktige nye virkemidler i loven er blant annet "Utvalgte naturtyper" og "Prioriterte arter" som sikrer at det tas spesielt hensyn til arter og naturtyper som inngår i ordningen også utenfor vernede områder. Den nye naturmangfoldloven er bindende for alle offentlige forvaltningsorgan. Det er uvisst hvordan denne loven vil påvirke referansebanen i skogsektoren.

5.4 Internasjonale rammebetingelser og virkemidler

5.4.1 EUs landbrukspolitikk

Norsk landbrukspolitikk er ikke en del av EØS-avtalen. Utviklingen i EUs landbrukspolitikk vil derfor ikke ha direkte innvirkning på Norges muligheter til å sette nasjonale virkemidler.

Fornybardirektivet som ble vedtatt i Det Europeiske Råd under toppmøtet i Brussel i desember 2008, er EØS-relevant, og det forventes at direktivet vil bli gjort gjeldende for Norge. Det har imidlertid ikke vært mulig å ta hensyn til dette direktivet i Klimakur 2020, da forhandlingene mellom Norge og EU om Norges vilkår ikke er avsluttet.

Direktivet innebærer at innen 2020 skal 20 prosent av alt energiforbruk dekkes opp ved fornybar energi og 10 prosent av alt drivstofforbruk skal være basert på fornybar energi. Det kan tenkes at EUs bestrebelse på å nå fornybarvilkårene vil bidra til økt etterspørsel etter bioenergi på verdensmarkedet, slik at en indirekte effekt av direktivet vil være stigende priser på tømmer internasjonalt.

5.4.2 Skog i dagens klimaregime

Det ble tidlig klart at tiltak for å bevare skog og utnytte skogens evne til CO₂-opptak ville ha et stort potensial i arbeidet for å begrense drivhuseffekten. Etter lange forhandlinger ble de utslippsreducerende konsekvensene av arealbruksendringer tatt inn i industrilandenes Kyotoforpliktelser i 1997. I 2000 la FN's klimapanel fram en spesialrapport om vitenskaplige og tekniske spørsmål knyttet til CO₂-opptak og karbonbinding (IPCC 2000). Rapporten ble et viktig faglig grunnlag for den videre utformingen av retningslinjene for hvordan effekten av skog og arealbruk skulle regnes med i landenes Kyotoforpliktelser.

I henhold til Klimakonvensjonen skal Norge rapportere opptak og utslipp av klimagasser fra skog, arealbruk og arealbruksendringer i det samlede klimagassregnskapet. Informasjon om bruk av arealer er nødvendig for å estimere endringer i karbonlagre og utslipp av klimagasser i forhold til ulike skogtiltak. I dagens rapportering deles landarealer derfor opp i seks brukskategorier: skog, jordbruksarealer, beitemark, våtmark, bebyggelse og annet. I tillegg til

å rapportere opptak og utslipp av klimagasser fra hver og en av disse kategoriene, rapporterer man også overgangen fra en kategori til en annen. På den måten vil man få kartlagt hvilken kategori som står for de fleste utslippene og hvor man må iverksette tiltak for å redusere utslippene.

Kyotoprotokollen inkluderer kun en liten andel av det totale opptaket i norsk skog for første forpliktelsesperiode fra 2008–2012. Ifølge Kyotoprotokollens artikkel 3.3 skal utslipp og opptak av klimagasser forbundet med skogreising og avskoging (det vil si arealbruksendringer) medregnes i den tallmessige forpliktelsen. Det er bare endringen i lagret karbon i første forpliktelsesperiode (2008–2012) på områder der skogreising og avskoging har funnet sted etter 1990 som kan tas med. Skogreising etter 1990 vil binde relativt lite karbon i Norge frem til 2020, siden omløpstiden normalt er fra 70–120 år. Avskoging, på den annen side, vil gi store utslipp siden det er fullvoksen skog som felles. Nyere beregninger (Astrup m.fl. 2010) viser at artikkel 3.3 samlet vil gi et nettoutslipp på 0,1–0,2 millioner tonn per år i Kyoto-perioden og være tilnærmet null i 2020.

Kyotoprotokollen artikkel 3.4 åpner for at industrilandene på frivillig grunnlag kan inkludere nettobinding eller -utslipp som følge av aktivitetene skogskjøtsel, gjenvekst (revegetasjon) og forvaltning av åker og eng på eksisterende arealer. Norge har valgt å rapportere på skogskjøtsel i første forpliktelsesperiode. Krediteringen fra skogskjøtsel har en øvre grense på 3 prosent av landets utslipp i 1990. For Norges del utgjør det 1,5 millioner tonn CO₂ årlig. Da Regjeringen i 2006 bestemte at Norge skulle benytte seg av muligheten til å inkludere skogskjøtsel, bestemte de også at kredittene Norge får ikke skal være et alternativ til utslippsreduksjoner, men at tilleggskvotemengden skal brukes til å overoppfylle de forpliktelsene vi har.

5.4.3 Framtidig klimaavtale

De fleste industriland og mange utviklingsland er enige om at dagens regelverk under Kyotoprotokollen, med et tak på krediteringen fra skogskjøtsel, har klare begrensninger for skog og arealer, blant annet fordi det gir få insentiver til nye klimamotiverte tiltak. En forbedring av dette regelverket for neste forpliktelsesperiode vil kunne utløse store potensialer for utslippsreduksjoner og opptak av CO₂. Enkelte utviklingsland er imidlertid kritiske til å åpne for endrede regler for skog og arealer fordi de ikke stoler på at industrilandene påtar seg strengere forpliktelser dersom rammene for kreditter utvides.

Hvordan regime vil bli seende ut i neste forpliktelsesperiode og frem mot 2020 er usikkert. I de pågående forhandlingene diskuteres blant annet størrelsen på de samlede utslippsforpliktelser for den andre forpliktelsesperiode (etter 2012) for annekts I landene, og herunder i hvor stor grad skog og landområder (LULUCF) skal inkluderes. Det diskuteres hvordan opptak og utslipp av CO₂ fra skogskjøtsel bør beregnes for å bedre insentivene til skogtiltak som optimaliserer opptaket av karbon i skogen. I tillegg diskuteres det om man skal ta inn nye aktiviteter for å sikre en mer helhetlig inkludering av skog og arealer i en framtidig klimaavtale og om det skal inkluderes regler som korrigerer for ekstreme hendelser som skogbrann og insektsangrep.

På grunn av alle usikkerhetene omkring framtidige bokføringsregler, må vi være litt løst fra de internasjonale rammebetingelsene som ligger i Kyoto-regelverket når vi ser på muligheter til å øke opptaket og redusere utslippet fra skogen. Vi må ikke begrense oss til rammeverket slik det foreligger i dag, men se på alle mulige klimatiltak. Selv om bokføringsreglene endrer seg, og Norge får kreditert mer (eller mindre) enn 3 millioner tonn av opptaket i skogen, skal Klimakur 2020 utrede hvordan vi kan redusere klimagassutslippene med 12–14 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, eksklusive gratiskvoter fra opptaket i skogen.

6. Teknologistatus og teknologiutvikling

I følge Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) *Norsk klimapolitikk* er det en rekke utslippsreducerende teknologier innen skogbruk som man ser på som kommersielt tilgjengelige: Skogplanting, gjenplanting, skogforvaltning, redusert avskoging, økning av karbonlager i varige treprodukter og skogprodukter som bioenergi til erstatning for fossile brensler.

Dagens høye nettoopptak i norsk skog skyldes målrettet skogkulturinnsats i etterkrigsårene. Skogplanting, skogreisning og skogskjøtsel er derfor alle metoder som det er mye kunnskap om i forhold til tilpasning til norske forhold. De bakenforliggende årsakene til avskoging er også godt kjent, slik at man lett kan iverksette tiltak for å redusere avskogingsnivået.

I Norge har vi stor tradisjon i å bruke treprodukter. Tre kan også virke som substitutt for klimabelastende materialer for eksempel til husbygging, og vi har god kunnskap om hvordan treprodukter skal forvaltes. Det gjør at vi kan utsette tidspunktet når lagret CO₂ løslates og slippes ut i atmosfæren. Ved å bruke trelast til produksjon av bioenergi etter trelastens endt levetid, vil vi utnytte trevirket maksimalt.

Utslippsreducerende teknologier som i følge Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) forventes å være kommersielt tilgjengelig innen 2030 er: Forbedret plantemateriale for å øke biomasseproduktivitet og CO₂-lagring, forbedrede fjernovervåkingsteknologier for å analysere CO₂-lagringspotensial i jordsmonn og vegetasjon og kartlegging av arealbruksendringer.

Gjennom arbeidet med skogplanteforedling i Norge er det blitt avlet fram plantemateriale som har 10 prosent bedre høydevekst og 15 prosent større volumvekst enn frø sanket i vanlig skogbestand. Rundt 2030 forventes det at man skal klare å avle fram frømateriale med 25 prosent foredlingsgevinst i tilstrekkelige mengder til å dekke årlig planting. I tillegg til å øke biomasseproduktiviteten, er foredlet plantematerialer mer robuste til å takle ytre påvirkning.

Som nevnt inneholder jordsmonn og vegetasjon store karbonlagre. Det er mange faktorer som påvirker jordas evne til karbonbinding, som blant annet klimatiske forhold, bestandsalder, jordsmonntype, jorddybde og skogskjøtsel, og det er stor variasjon i det estimerte omfanget av karbonbinding i skogsjord. For å øke forståelsen av dynamikken rundt karbonlagring i jord er det behov for prosesstudier i nye og eldre langsiktige feltforsøk. I første rekke er oppgaven å identifisere nøkkelfaktorer som styrer akkumulering og tap av karbon ved ulike typer skogskjøtsel med varierende klima, jordsmonn, treslag med videre. Landbruks- og matdepartementet bad i 2009 Norsk institutt for skog og landskap om å vurdere blant annet tilpasninger i Landsskogstakseringen eller andre overvåkningsprogrammer som kan bidra til økt kunnskap. Det langsiktige siktemålet er å forbedrede data og modeller som grunnlag for klimarapportering allerede i 2014.

I forbindelse med rapporteringen under FNs klimakonvensjon og Kyotoprotokollen vil det bli foretatt en kvalitetssikring av arealoverganger tilbake til 1990. Dette arbeidet vil pågå fram til rapporteringen i 2014 for Kyotoprotokollens første forpliktelsesperiode.

I tillegg til disse teknologiene vil det kunne være mulig med innblanding av biokull eller trekull i jord for blant annet å bidra til langvarig lagring av karbon. Biokull kan også redusere lystgassutslipp fra jord, øke jordas pH, motvirke aluminiumsforgiftning og stabilisere tilført organisk materiale. Biokull som klimatiltak er analysert i rapporten *Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra jordbruk* (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010).

7. Tiltak rapportert i litteratur og databaser

Skogtiltak har lenge fått lite fokus i både nasjonale og internasjonale analyser om hvordan redusere klimagassutslipp. Skogtiltak ble blant annet ikke vurdert i Klima- og forurensningsdirektoratets tiltaksanalyse fra 2007 (SFT 2007). De senere årene har man imidlertid erkjent at skog bør inkluderes i større grad, spesielt dersom man skal oppnå målet om å være klimanøytral innen 2050.

Under går vi gjennom utredninger som er blitt gjort i den senere tid, og viser hvilke skogtiltak som er blitt foreslått i disse.

Landbruks- og matdepartementets klimamelding

29.mai 2009 la Regjeringen fram Landbruks- og matdepartementets klimamelding Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) *Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen*. Der gikk de systematisk gjennom alle skogtiltak som kan bidra til økt opptak eller redusert utslipp av klimagasser. Mulige skogtiltak de har vurdert og kvantifisert effekten av i sin analyse er listet opp under:

- økt avvirkningsgrad
- økt produksjon på eksisterende skogarealer
- planting av skog på nye arealer
- nitrogengjødsling
- skogplanteforedling
- økt bruk av trematerialer
- økt bruk av bioenergi

I tillegg har de kvalitativt vurdert effekten av å endre kjørestilen til fører av skogsmaskiner og omdisponering av skogarealer.

Basert på disse tiltakene, konkluderer Landbruks- og matdepartementet med at det samlet sett vil være mulig å oppnå positive klimaeffekter i størrelsesorden 9,7 millioner tonn CO₂ ved utgangen av dette århundret, sammenlignet med om dagens aktivitetsnivå (10 millioner kubikkmeter årlig) og skogkultur videreføres.

Bellonas klimaplan

Bellona la 6.mai 2009 fram sitt forslag til en helhetlig klimaplan, Bellonameldingen (2008–2009) *Norges helhetlige klimaplan*, som identifiserer hvordan Norge kan gå foran og vise at det er mulig å kombinere høy levestandard med minimale klimagassutslipp og foreslår nye, mer ambisiøse klimamål (Bellona 2009). Videre foreslår de virkemidler i alle sektorer som vil bidra til at nødvendige tiltak for å nå disse målene blir iverksatt.

Bellona poengterer at store mengder karbon lagres i jord og i skog og at det i klimasammenheng er viktig å gi insentiver for å øke disse karbonlagrene. De mener at tallene som brukes til å beregne karbonbinding er usikre og at det vil være behov for økt kunnskap og forskning på dette området. Et viktig tiltak vil være å stimulere til forskning og økt kunnskap om sammenhengene mellom karbonlagring i jord og hvordan skogbruket bør drives.

ENKL-planen

Jørgen Randers – professor ved BI, Sverre Aam – administrerende direktør ved SINTEF Energiforskning og Steinar Bysveen – administrerende direktør i Norsk Energi (tidligere Energibedriftenes Landsforening – EBL) har sammen tatt initiativet for å utarbeide en energi- og klimaplan for Norge fram til 2020 (ENKL-planen) (SINTEF, BI og EBL 2009). Planen ble lagt fram i mars 2009 og omfatter klimagassutslipp, strøm, varme og drivstoff.

ENKL-planen foreslår 5 tiltak som skal bidra med å nå målene i Stortingets klimaforlik fra 2008 og kravene vi kan forvente å få som følge av at EUs energi- og klimapakke (EU 20-20-

20) blir implementert i norsk lov. Hovedstrategien for å nå energi- og klimamålene er å fase ut olje og gass av Norges energibruk og erstatte med fornybar energi som vind- og vannkraft og bioenergi.

De mener at Klimaforlikets målsetting kan tilfredstilles uten å bruke tilveksten i norsk skog, noe de mener er nyttig siden slik anvendelse av skogvekst er sterkt omdiskutert i noen kretser.

Næringslivets klimahandlingsplan

I 2008 etablerte Næringslivets hovedorganisasjon (NHO) Næringslivets klimapanel for å utvikle et samlet bidrag om hvordan næringslivet kan bidra i klimautfordringen. Næringslivets klimahandlingsplan ble presentert i desember 2009 (NHO 2009). Planen fokuserer på hvordan næringslivet kan bidra i kampen mot klimaendringer og hvilke rammebetingelser som må være til stede. Handlingsplanen vurderer utslippspotensialet til 12 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per år i 2020, inkludert 3 millioner tonn reduksjon (opptak) fra skogbruk og jordbruk. Klimapanelet mener at aktiv skogkultur med balansert gjødsling og etablering av tettere og mer vekstkraftig skogbestand på eksisterende skogsarealer, samt planting på nye arealer vil gi økt opptak og binding av karbon i jord og at det derfor er mulig å øke andelen som bindes i skog utover de tre millioner tonn som er lagt til grunn i klimaforliket.

De peker videre på skogbrukets rolle som leverandør av råstoff til bioenergi og konstruksjonsvirke. Bioenergi basert på skogbruksprodukter bør økes og må i økende grad brukes til oppvarming for å erstatte fossilt brensel. Det må i tillegg forskes på utvikling av andregenerasjons biodrivstoff basert på trevirke og landbruksavfall.

Klimahandlingsplanen legger beregninger i Landbruks- og matdepartementets klimamelding til grunn for sin analyse og konkluderer med at skogen kan bidra med en klimagassreduksjon på 5,2 millioner tonn i 2020 og 13,2 millioner tonn om 50–80 år. De inkluderer da substitusjonseffekter ved økt bruk av trevirke til varmeproduksjon, biokraft med CO₂-håndtering, biodrivstoff og trekull tilført jord (i tillegg til bioolje), og økt bruk av trevirke som byggemateriale.

Internasjonale rapporter

I følge IPCC (2007a) står skogen globalt for rundt 17 prosent av de totale klimagassutslippene, og det er derfor mye å hente på å iverksette tiltak for å bevare skogen. Flere internasjonale rapporter beskriver grundig alle typer skogtiltak, både redusert avskoging, etablering av ny skog og bedre skogskjøtsel for å øke bindingen av karbon i eksisterende skoger. Resultater fra ulike internasjonale rapporter er ofte aggregert opp på regionalt eller globalt nivå, noe som gjør det vanskelig å bruke dem som sammenligning med våre resultater. Men noen av forutsetningene brukt kan være nyttige å vurdere i vår egen analyse, selv om også de er satt for å reflektere diversiteten i verden. Under nevner vi de tiltak og virkemidler som er inkludert i noen av de mest kjente internasjonale studiene.

I 2007 lanserte FNs klimapanel sin fjerde hovedrapport. Rapportene er ansett som det viktigste faglige grunnlaget for den internasjonale klimapolitikken. De tre tidligere hovedrapportene kom i 1990, 1995 og 2001. Rapportens tredje delrapport (IPCC 2007b) presenterer tiltak og virkemidler for å redusere utslipp og øke opptak av klimagasser. Under lister vi opp tiltak de anser som viktige for å redusere utslipp og øke opptak av CO₂ i verdens skoger:

- vedlikeholde eller øke skogområdet ved å redusere avskoging og skogforringelse og ved skogreising
- vedlikeholde eller øke karboninnholdet i stående skog ved å redusere skogforringelse og ved planting, gjødsling og skogskjøtsel.

- vedlikeholde eller øke karboninnhold i biomasse ved skogskjøtsel, forlenget omløpstid og å forebygge mot brann og insektsangrep.
- øke karboninnhold i treprodukter og øke bruken av energi basert på trevirke som substitutt for fossilt brensel

Rapporten viser at det største potensialet globalt ligger i redusert avskoging i utviklingsland, mens skogreising og bedre skogskjøtsel er de viktigste tiltakene for å øke opptaket av CO₂ i skogen i industrilandene. En hovedkonklusjon er at i det lange løp vil bærekraftig skogbruk, med vekt på ivaretagelse av skogens karbonlager, i kombinasjon med hogst for utnyttelse av materialer, fiber og bioenergi, gi størst klimaeffekt.

Konsulentbyrået McKinsey har foretatt flere analyser om utslippsreduksjonspotensial og tiltakskostander for klimatiltak på globalt nivå og for enkeltland og enkeltsektorer. I 2009 lanserte de rapporten: *Pathways to a low-carbon economy* (McKinsey 2009). Skogtiltakene som ble utredet i rapporten er listet opp under:

- redusere avskogingsnivået ved å redusere jordbruks- og skogbruksmetoder som ikke er bærekraftige og ved å unngå overgang fra skog til beite og intensivt jordbruk
- økt skogreising på beitemark og jordbruksarealer
- økt skogskjøtsel

8. Tiltaksbeskrivelser

Tiltakene som beskrives i dette kapittelet vil bidra til økt opptak eller redusert utslipp av klimagasser fra skogen. I tiltaksbeskrivelsene sier vi noe om effektene på kort og lang sikt og om kostnadene ved slutten av omløpet ved å gjennomføre tiltakene.

Vi vil ikke gå inn på detaljerte vurderinger av miljøkonflikter ved de skisserte tiltakene. Som vi har poengtert tidligere vil konfliktpotensialet, i tillegg til det totale omfanget av tiltakene, opplagt bli sterkt påvirket av hvilke arealer som faktisk blir tatt i bruk. Innenfor rammene av Klimakur 2020 har det ikke vært rom for å lage konkrete konfliktvurderinger. For å ivareta målsettinger om blant annet behov for økt skogvern og ivaretagelse av naturmangfold er det viktig at omfang og innretning av tiltak dimensjoneres riktig.

Eventuelle substitusjonseffekter er ikke inkludert i beregningene, men forsøkt synliggjort der det er aktuelt.

8.1 Tiltak for økt opptak av klimagasser fra skogen

8.1.1 Tiltak 1: Økt plantetetthet på eksisterende skogarealer

Forskriften om bærekraftig skogbruk stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst. Forskriften anviser hvilke plantetall som er tilrådelige for optimal skogproduksjon og definerer minste lovlig plantetall per dekar. Resultatkontrollen for skogbruket viser at nær 40 prosent av foryngelsesarealet har underoptimal tetthet i forhold til skogproduksjon og miljøhensyn. Det er derfor betydelige muligheter for å øke utnyttelsen av skogsmarkas produksjonsevne og CO₂-opptak.

Øker man plantetettheten med 1000 planter per hektar fra 1000–2000 planter avhengig av bonitet, vil vi få liten effekt på kort sikt. I 2020 vil skogen binde opp bare 22 400 tonn CO₂-ekvivalenter mer i året i forhold til ved dagens plantetetthet. På lang sikt, etter en 100-års periode, vil skogen imidlertid binde opp rundt 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i året. Akkumulert over hele perioden utgjør dette et meropptak på rundt 70 millioner tonn CO₂-ekvivalenter⁷.

Dynamikken i skogen og forskjeller mellom de ulike bonitetene gjør at karbonopptaket vil fluktuere over en 100-års periode. Etter 65 år vil man hogge skogen på de beste bonitetene, mens man på de laveste bonitetene ikke vil hogge før etter rundt 100 år eller senere. Når vi avgrenser til å se på en 100-års periode, vil vi for de fleste bonitetene inkludere utslipp og inntekt ved hogst, mens vi ikke vil kunne se effektene av foryngelse etter hogst.

Økt produksjon på eksisterende skogarealer vil innebære økte investeringskostnader og driftskostnader i forhold til henholdsvis plantekjøp, timebruk, maskiner samt eventuell økt inntekt ved salg av tømmer. Forutsetter vi at det totalt koster 5 kr per plante i plante- og utplantingskostnader, vil den totale kostnaden være 5000 kr per hektar. Dette gir en gjennomsnittlig tiltakskostnad på rundt 240 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Inkluderer vi merinntektene fra økt tømmerproduksjon vil arealets nåverdi reduseres med rundt 4000 kr per hektar for alle boniteter, hvilket gir en noe lavere tiltakskostnad på rundt 190 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Det kan være verdt å nevne at ulike modellkombinasjoner gir ulike tiltakskostnader. Modellkjøringer gjort av Norsk institutt for skog og landskap gir lavere tiltakskostnader.

⁷ Da vi begynte å jobbe med Klimakur 2020 forutsatte vi at høyscenarioet var det mest virkelighetsnære (jamfør kapittel 5.1.2). En forutsetning for dette tiltakets beregninger er derfor en avvirkning på 15 millioner kubikkmeter i året. Dette fører til en overestimering, men vi kan anta at tallene er innenfor usikkerhetsmarginene.

Dersom det er for stor plantetetthet på et areal vil det bli kamp om viktige vekstfaktorer som lys, næring og vann, noe som fører til naturlig avgang. Dette er en forutsetning som ligger inne i modellen som er brukt til å kalkulere binding av karbon. Høyere boniteter (G20–G23) har teoretisk allerede plantetall som er nær å utnytte markas biologiske produksjonspotensial. Øker vi plantetettheten på disse arealene vil vi fort nå grenseverdien for naturlig avgang. Det dør så mange planter tidlig at vi ikke får særlig ekstra oppbygging av biomasse. Tiltakskostnaden ved økt plantetetthet på høye boniteter vil derfor være høyere enn de gjennomsnittlige anslagene over.

Økt plantetetthet vil gi størst vekstrespons og dermed størst økning i CO₂-binding og lavest tiltakskostnad på lavere boniteter (< G14). Historisk lave plantetall på lave boniteter er begrunnet i dårlig tilvekst og dermed dårlig økonomi. Også på midlere bonitet (G14–G17) er skogkulturinnsatsen i dag såpass lav at det vil være noe å vinne på økt plantetetthet, men i mindre grad enn på de dårligste bonitetene.

Når vi øker plantetettheten, øker stående volum. Det betyr at vi ved hogstmodenhetsalder kan ta ut mer trevirke som kan brukes til å substituere klimabelastende bygningsmaterialer som stål og sement, og/eller det kan brukes som råvare til bioenergiproduksjon. Inkluderes substitusjonseffekten vil tiltakskostnaden være noe lavere. Vi har ikke kvantifisert denne effekten, men Tabell 5-1 i kapittel 5.2 gir en oversikt over substitusjonseffekt per TWh gitt ulik anvendelse av bioenergi basert på trevirke.

Resultatet over avviker fra både det Norsk institutt for Skog og Landskap og UMB konkluderer med i sine analyser utarbeidet for Landbruks- og matdepartementet, som er henholdsvis 1,5 og 2,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i året ved utgangen av ett omløp. UMB ser på effekten av å øke plantetallet med 1000 planter per hektar (som Klimakur 2020), mens Norsk institutt for Skog og Landskap ser på effekten av å øke med 200–500 planter per hektar avhengig av bonitet, i tillegg til at de regner mindre gevinst på midlere bonitet enn UMB. Begge neddiskonterer klimaeffekten, slik at effekten i nær framtid tillegges mer verdi enn effekten ved slutten av omløpstiden, de har i tillegg et ”uendelig” perspektiv og de inkluderer substitusjonseffekter. Resultatene ved bruk av Klimakurs metodikk ligger mellom disse, til tross for at vi i Klimakur 2020 ikke neddiskonterer bindingseffekten.

Landbruks- og matdepartementet har, basert på de to analysene, lagt til grunn i sin klimamelding at det vil være mulig med et minimum økt opptak på 1,5 millioner tonn ved utgangen av et omløp, til en kostnad på rundt 140 kr per tonn CO₂-ekvivalenter.

8.1.2 Tiltak 2: Planting av skog på nye arealer

Skogplanting på tidligere jordbruksarealer som er gått ut av drift og etablering av skog på nye arealer vil gi positive klimaeffekter i form av økt opptak av CO₂. I tillegg kan det gi økt lokal verdiskaping blant annet gjennom økt lokal produksjon av bioenergi. Denne eksterne effekten er imidlertid ikke kvantifisert i denne analysen.

”Kystskogbruket” la i 2008 fram en rapport der det ble foreslått å etablere ny skog på 5 millioner dekar i løpet av en periode på 50 år. I Landbruks- og matdepartementets klimamelding er det antatt at etablering av skog på én million dekar vil være innenfor rammene for bærekraftig skogbruk. Vi ønsker å belyse effekter og kostnader ved å ta i bruk opptil 5 millioner dekar.

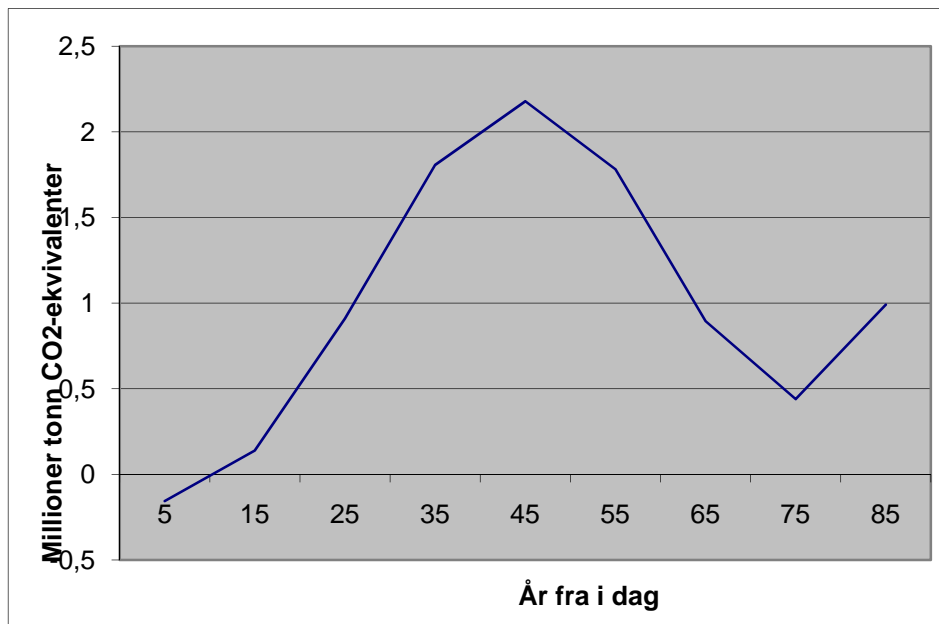
Tiltak 2a: Planting på 1 million dekar

Alternativet til å plante skog på nye arealer er å la arealet vokse til med naturskog⁸. Analysen tar utgangspunkt i at det plantes 50 000 dekar per år i en 20-års periode. Videre forutsettes det at skogen sluttavvirkes når den når hogstmodenhetsalder ved 60 år, og at man straks planter på ny. Det forutsettes at det ikke sluttavvirkes i naturskogen.

De første 10 årene etter planting vil vi oppleve et negativt forhold mellom naturskog og granskog. Det vil si at mer karbon er lagret i naturskogen enn hva som tas opp i den nyplantede granskogen i tidlig fase. Man vil ha et årlig utslipp på rundt 9 000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Uttak av naturskog kan imidlertid brukes til bioenergi som ved substitusjon av fossile energibærere vil kunne gi en bortimot tilsvarende klimagevinst i andre sektorer. I 2030 vil tiltaket gi et årlig opptak på 520 000 tonn CO₂-ekvivalenter. Etter om lag 50 år vil vi nå ett toppunkt med et årlig meropptak på rundt 2,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, før opptaket avtar som følge av at gammel skog binder mindre og man sluttavvirker ved hogstmodenhetsalder. Etter 70 år har all skogen som var plantet blitt avvirket. I løpet av denne perioden har skogen totalt bundet opp vel 78 millioner tonn CO₂-ekvivalenter⁹.

Antar vi at det plantes 2000 planter per hektar, som er gjennomsnittet for bonitet G20–G26, og at det koster 5 kr per plante vil de årlige kostnadene være 10 000 kr per hektar. Dette vil gi en gjennomsnittlig kostnad på rundt 50 kr per tonn. Tar vi med verdien av tømmerproduksjonen, vil tiltaket ha en positiv nåverdi og en tiltakskostnad på rundt -10 kr per tonn CO₂-ekvivalent (inntekt).

Figur 8-1 viser skogens opptakshorisont ved nyplanting.



Figur 8-1 Opptakshorisonten ved planting av skog på nye arealer

⁸ Gjengroingsmark med underoptimal tretetthet og mindreverdige virke.

⁹ Har sett bort fra effektene av foryngelse etter avvirkning.

Tiltak 2b: Planting på 5 millioner dekar

Tiltak 2a er et minimum av hva man kan oppnå av effekter ved planting av skog på nye arealer, da dimensjoneringen av tiltaket ifølge "Kystskogbruket" kan økes. Vi ønsker å også se på effektene av å plante på 5 millioner dekar, som er det "Kystskogbruket" konkluderer med som et mulig potensial. Det må imidlertid nevnes at planting på nye arealer som ikke allerede er definert som skogbruksmark vil kunne påvirke det biologiske mangfoldet og andre miljøverdier som kulturlandskap og kulturminner. Det må gjøres konsekvensvurderinger før man kan innføre tiltaket, og man bør generelt unngå å plante på arealer med blant annet spesielt rikt artsmangfold. Siden det er helt nye arealer man bruker til slikt formål, må man anta at det vil være nødvendig å bygge skogsveier for å kunne ta de kommende skogressursene i bruk.

I stedet for å plante 50 000 dekar per år i en 20-års periode, forutsetter vi nå at det årlig plantes på 100 000 dekar i en 50-års periode. Vi holder alle andre forutsetninger fast.

Vi vil fortsatt oppleve et utslipp av CO₂-ekvivalenter i forhold til å bevare naturskogen de første 10 årene. Utslipet vil også være større i og med at vi nå erstatter et større areal naturskog med granplanter. I 2020 vil vi ha et årlig utslipp på nesten 18 000 tonn CO₂-ekvivalenter. I 2030, derimot, vil vi ha et opptak av karbon på vel 1 million tonn CO₂-ekvivalenter. Etter 70 år når man et toppunkt på vel 8 millioner tonn bundet CO₂-ekvivalenter. Totalt over en 100 års periode har skogen bundet opp mot 300 millioner tonn. Tiltakskostnaden vil også her være rundt -10 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

8.1.3 Tiltak 3: Gjødsling av skog

Tilførsel av nitrogen kan bidra til at skogproduksjonen øker og til at jorden binder mer karbon. I følge svenske studier øker karboninnholdet i trær og i skogsjord med henholdsvis 25 kilo og 11 kilo for hver kilo tilført nitrogen. Det er imidlertid viktig at man finner den rette doseringen, da nitrogengjødsling også kan føre til økt forsurening, overgjødsling, reduksjon av biologisk mangfold og utslipp av lystgass fra nitrogenrike marktyper. I tilfeller med tilførsel av store mengder gjødsel eller tilførsel over lang tid kan også tilveksten gå ned som følge av mangel på andre næringsstoffer. For store mengder gjødsel kan også føre til avrenning til vann og eutrofiering, spesielt på boniteter med høy bonitet.

Blåbærmark på midlere bonitet (11–17) har mye karbon i forhold til nitrogen og vil derfor egne seg bra for nitrogengjødsling, spesielt med tanke på fare for utslipp av lystgass. Norge har om lag 1,26 millioner hektar gran- og furuskog på slik mark. Vi forutsetter at 1 prosent av dette arealet gjødsles årlig (12 600 hektar). Etter 100 år har man da gjødslet hele arealet.

En vellykket gjødsling med tilførsel av om lag 500 kilo ammoniumnitrat per hektar i nær hogstmoden barskog vil øke tilveksten med 0,6–2,5 kubikkmeter per hektar per år i en 6–10 års periode etter gjødsling. Etter denne perioden er effekten borte og bestandet bør da normalt hogges. Gjødsling er med andre ord det tiltaket som kan bidra med økt biomasseproduksjon på kort sikt. Generelt vil gjødsling bidra til at bestandet vokser fortere enn et bestand uten gjødsling, og vil dermed binde mer karbon.

Dersom vi antar at gjødsling fører til en tilvekst på 2 kubikkmeter per hektar per år, vil CO₂ opptaket som følge av gjødsling på 12 600 hektar per år øke med 0,45 millioner tonn CO₂ over en 10-års periode. Siden furumark på lave boniteter kan respondere noe dårligere på gjødsling, kan dette estimatet gi en overvurdering av den totale gjødslingseffekten.

Kostnaden ved gjødsling er antatt å være rundt 3000 kr per hektar¹⁰. Dersom vi ikke inkluderer merinntekter fra tømmer vil den gjennomsnittlige tiltakskostnaden være rundt 80 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Inkluderer vi de økte tømmerinntektene vil tiltaket kunne anses som gratis, med en tiltakskostnad på -13 til -0 kr per tonn CO₂-ekvivalent avhengig av treslag og bonitet. Tiltaket vil fra skogeiers ståsted være lønnsomt i seg selv, uavhengig av effekten knyttet til økt binding av karbon. Når man gjødsler på næringsfattig jord, som blåbærmark, vil den økte tilveksten isolert føre til økte inntekter.

I tillegg til den direkte effekten gjødsling har på bestandets vekstfunksjon, vil også skogsjorden kunne bli påvirket på to måter: 1) Når skogens tilvekst øker, kan det føre til økt tilførsel av strøfall til jorden. 2) Når nitrogeninnholdet i jorda øker, kan det bidra til at karbonets nedbrytingshastighet i humusen avtar slik at lageret i jorda gradvis øker. Disse effektene er veldig usikre da gjødsling også kan få motsatt effekt. Datagrunnlaget for skogsjord er for usikkert til å kunne inkludere disse effektene i beregningene.

Produksjon av skoggjødsel fører med seg klimagassutslipp. I følge Yara utgjør produksjonen 0,495 tonn CO₂-ekvivalenter per hektar etter bruk av ny katalysatorteknologi for å redusere N₂O. Dette tilsvarer 6 237 tonn CO₂-ekvivalenter årlig for det aktuelle arealet. Disse utslippene skjer imidlertid i Sverige, siden det er der produksjonen skjer, og vil ikke ha noe å si for det norske klimagassregnskapet. Utslippet må likevel ses i sammenheng med de klimagevinstene vi har beregnet over for å gi et helhetlig bilde.

På grunn av den norske topografien brukes ofte helikopter for å spre gjødsla. Dieselforbruket til et helikopter vil være seks liter per hektar gjødslet areal, noe som kan omregnes til 14 kilo CO₂ per hektar, eller 176 tonn CO₂ for det årlige gjødslingsarealet på 12 600 hektar. Dette utslippet vil heller ikke kunne bokføres i skogbrukssektoren, men må også regnes med for å få et helhetlig bilde av tiltaket.

Landbruks- og matdepartementet inkluderer alle de overnevnte effektene samt substitusjonseffekter i sine beregninger, og konkluderer med et økt årlig opptak av CO₂ tilsvarende 0,4 millioner tonn etter ti år. Tiltakskostnaden vil da ligge fra null til 120 kr per tonn CO₂ avhengig av treslag og bonitet.

8.1.4 Tiltak 4: Skogplanteforedling

Foredlet plantemateriale har vært i bruk i lengre tid her i landet, men i relativt beskjeden grad inntil ganske nylig. Fra 2004 til 2007 har salg av frøplantasjefrø økt fra rundt 25 til 65 prosent, med en markant økning fra 2006 til 2007. Gjennom arbeidet med planteforedling i Norge de siste 50 år har man etablert 1. generasjons frøplantasjer som gir avkom med rundt 10 prosent høyere høydevekst enn frø sanket fra vanlig skogbestand. Gevinsten ved bruk av frøplantasjefrø skyldes genetisk utvalg av plusstrær for bedre vekst, men sannsynligvis også bedre vitalitet på grunn av mindre innavl i frøplantasjer samt epigenetiske effekter fra klimaet i plantasjen. Dette gir rundt 15 prosent større volumvekst, og derved større opptak. Samtidig har det foredledte plantematerialet noe mindre avgang fordi plantene greier seg bedre i konkurransen med annen vegetasjon. Derved får man etablert et noe tettere bestand som i seg selv gir høyere produksjon og bedre kvalitet på virket. Skogplanteforedling er et verktøy for høyere CO₂ opptak, men i like stor grad også for å sikre klimatilpassede forynglingsmaterialer ved klimaendring.

Skogplanteforedling er en kontinuerlig prosess der man sanker podekvist fra fine trær (plusstrær) i skogen som overføres til frøplantasjer. Avkom fra avlstrærne (frøplanter) testes

¹⁰ Basert på erfaringstall fra 2009. I 2009 var kostnadene noe høyere enn vanlig, slik at dette kan ansees som et maksimumsestimat.

så i forsøk for å finne ut om de utvalgte avlstrærne gir avkom som er bedre enn gjennomsnittet, med hensyn på klimatilpasning, kvalitet og vekst. De avlstrærne som viser seg å ha de ønskede egenskaper brukes til frøproduksjon i frøplantasjer. Skogfrøverket har ansvaret for den daglige driften av frøplantasjene og det praktiske foredlingsarbeidet. Det tar tid før man oppnår ønsket mengde foredlet plantemateriale med den ønskede kvalitet, og framdriften er avhengig av tilstrekkelig finansiering. Norske frøplantasjer er i dag stort sett 1. generasjonsplantasjer basert på opprinnelige plusstreutvalg. Planter fra dagens frøplantasjer kan gi opp til 15 prosent høyere produksjon enn plantemateriale fra bestandsfrø. Disse frøplantasjene inneholder svært stor genetisk variasjon. Resultatene fra avkomsforsøkene viser at det er godt grunnlag for å øke veksten ytterligere, og forbedre noen kvalitetsegenskaper, ved å reetablere frøplantasjene med et snevrere utvalg innen den samme generasjonen basert på individenes avlsverdier. Produksjonen kan derved heves med ytterligere 5–10 prosent samtidig som kvaliteten holdes høy. Neste steg vil være å etablere 2. generasjons frøplantasjer. Denne prosessen er allerede i gang, men det vil ta 15–30 år til det kan skaffes frø fra 2. generasjons frøplantasjer som kan oppnå 25 prosent foredlingsgevinst. For å oppnå dette forutsettes en investering på om lag 10 millioner kr i året.

I dag har vi en plantesammensetning der 60 prosent av plantene som settes er av foredlet plantemateriale, mens 40 prosent er bestandsfrø. Norsk institutt for skog og landskap har beregnet hva effekten vil være dersom man øker andelen foredlet plantemateriale til 100 prosent på et årlig planteareal på rundt 255 000 dekar granmark.

Tabell 8-1 viser differansen i opptak av CO₂ og tiltakskostnad gitt ulike foredlingsgevinster. Negative tall indikerer at tiltaket er gratis.

Tabell 8-1 Økt binding av CO₂ etter en 100-års periode ved bruk av foredlet plantematerialet i stedet for bestandsfrø.

	CO ₂ i biomasse på tilplantet areal			Årlig CO ₂ binding ved slutten av omløp			Tiltakskostnad
	Millioner tonn			Millioner tonn			
	10 %	15 %	25 %	10 %	15 %	25 %	
Dagens plantetetthet	43	97	204	0,6	1,4	2,7	3,6 til -0,9

Det er tre store kostnader ved frøplantedrift. Den ene er kjøp eller leie av arealer, den andre er etablering av plantasjen og den tredje er vedlikehold av arealene. Kostnaden per frø avhenger av ønsket foredlingsgevinst og om nyetablerte arealer er nødvendig, og varierer fra 4 til 7,5 øre per frø. I tillegg kommer faste kostnader som dekker avkomstesting, analyser av forsøksdata med mer. Den arealvekta tiltakskostnaden vil variere mellom 2–4 kr per tonn CO₂-ekvivalent avhengig av foredlingsgevinst dersom vi bare inkluderer rene kostnader ved å gjennomføre tiltaket. Dersom vi inkluderer økte inntekter som følge av økt biomasseproduksjon vil tiltakskostnaden variere mellom 3,6 og -0,9 kr per tonn CO₂-ekvivalenter, avhengig av foredlingsgevinst. Inkluderes merinntekten vil tiltaket være gratis for foredlingsgevinstene 15 og 25 prosent.

Plantasjefrøet gir så store gevinster i form av redusert svinn i planteskolene og redusert avgang etter utplanning på grunn av høyere spireevne og vigør, at tiltakskostnaden kan være betydelig lavere enn det vi har kalkulert her. Dette er forhold som bør kartlegges i tida framover.

Flere av tiltakene som beskrives i denne rapporten foreslår at det skal plantes mer, enten på eksisterende eller nye arealer. Det er interessant å se hva mereffekten av disse tiltakene vil være dersom man bruker bare foredlet plantematerialet i stedet for dagens sammensetning av foredlet materiale og bestandsfrø i gjennomføringen av disse tiltakene. Tabell 8-2 oppsummerer hva merbindingen vil være dersom så skjer. Negative tall indikerer at tiltaket er gratis.

Tabell 8-2 Mereffekt av plantetiltakene dersom man bruker foredlet frømateriale i stedet for bestandsfrø

	CO ₂ i biomasse på tilplantet areal			Årlig CO ₂ binding ved slutten av omløp			Tiltakskostnad Kr/tonn
	Millioner tonn			Millioner tonn			
	10 %	15 %	25 %	10 %	15 %	25 %	
Økt plantetetthet	98	115	152	1,5	1,8	2,4	2,5 til -1,7
Planting på nye arealer							
1 million dekar	12,0	18,1	30,2	0,18	0,26	0,41	-4 til -6
5 millioner dekar	60,2	90,4	151,2	0,9	1,3	2,0	-8 til -9

Vi vet ikke med sikkerhet hvilke arealer som vil bli plantet og hvordan arealene vil fordele seg på ulike boniteter. Effektene som fremkommer av tabellen er derfor usikre, men viser at bruk av foredlet materiale gir en betydelig forskjell.

Sammenligner vi ”dagens plantetetthet” i Tabell 8-1 med ”økt plantetetthet” i Tabell 8-2, ser vi at tiltakskostnaden reduseres ved økt planteinnsats. Dette er fordi en vesentlig del av kostnadene er faste, slik at når vi først produserer foredlet materiale og driver skogkultur, så lønner det seg å bruke det opp til et optimalt plantetetthetsnivå.

Planting på nye arealer er aktuelt på Vestlandet og kysten nordover. I disse områdene er tilgangen på foredlet materiale av gran begrenset. Dette skyldes at foredlingsarbeidet for disse delene av landet har vært lavere prioritert i de senere år enn de var for noen år tilbake. Det er antatt at det vil ta 15, 20 og 30 år fra nå før vi har nok materialer som kan gi henholdsvis 10, 15 og 25 prosent foredlingsgevinst. Det er også antatt at de faste kostnadene vil være høyere. Bruk av foredlet plantemateriale istedenfor bestandsfrø gir en tiltakskostnad på 1–3 kr per tonn CO₂, avhengig av foredlingsgevinst og størrelsen på arealet som tilplantes, dersom vi bare tar hensyn til merkostnadene ved bruk av foredlet plantemateriale. Dersom vi også tar med økte merinntekter som følge av økt tilvekst, vil tiltaket gi en inntekt på 4 til 9 kr per tonn CO₂. Til tross for høyere faste kostnader og lenger tid før materialet kan tas i bruk, ser vi at tiltakskostnaden er bedre enn for planting i de tradisjonelle skogstrøkene. Dette skyldes at boniteten i gjennomsnitt er betydelig høyere.

Ved bruk av foredlet plantemateriale i stedet for bestandsfrø vil stående volum av tømmer øke betraktelig. Dette er trevirke som kan brukes til å substituere fossile energibærere eller andre klimabelastende byggemateriale.

8.1.5 Tiltak 5: Redusert avskoging (omdisponering av skog til annen arealbruk)

Hvert år omdisponeres store skogarealer til andre formål som bygging av boliger, hytter, veier, alpinanlegg med videre, og til husdyrbeite. På samme tid går omtrent like store arealer over til å bli skog. Overgangen fra ikke-skog til skog skyldes i hovedsak gjengroing av kystlynghei, beiter og dyrket mark. På denne måten holder det totale skogarealet seg forholdsvis konstant. Fra 2004–2006 har rundt 51 000 hektar gått fra skog til ikke-skog, mens 42 000 hektar har gått fra ikke-skog til skog.

Arealene som blir avskoget inneholder imidlertid mer karbon enn hva som blir tilført ved at ny skog etableres. Selv om områder ikke tidligere har blitt karakterisert som skog, på grunn av for liten kronedekningsprosent¹¹, vil karbonet i biomassen ha blitt registrert. Netto utslipp ved overgang til og fra skog har de siste årene vært rundt 0,7 millioner tonn per år. Størsteparten av arealene som går fra skog til ikke-skog blir bebygde områder. Det er også denne typen overgang som har størst klimagassutslipp forbundet med seg.

Fram mot 2020 er det lagt til grunn at utslipp fra avskoging vil ligge på samme nivå som i dag, det vil si rundt 0,6 millioner tonn i året (Astrup m.fl. 2010). I internasjonal sammenheng mener Norge at utviklingsland bør halvere sin avskogingsrate innen 2020. Dersom også Norge søker å halvere sin avskogingsrate, vil utslippene fra avskoging kunne bli redusert med 0,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter per år i 2020. Dette er bare en illustrasjon på et mulig reduksjonspotensial. Det er ikke foretatt noen grundig analyse av kostnader og muligheter.

8.1.6 Tiltak 6: Endret avvirkningsnivå

I referansebanen (jamfør kapittel 5.1.2) antar vi at dagens vedtatte virkemidler vil bidra til en økt avvirkning fra dagens nivå på 10 millioner kubikkmeter i året til 13 millioner kubikkmeter. Avvirkningsnivået er en viktig faktor for karbonbinding i skog. Mulige tiltak for å påvirke skogens opptak av karbon er økt eller redusert avvirkningsnivå.

Tiltak 6a: Økt avvirkning fra 13 til 15 millioner kubikkmeter i året

Årlig hogst har de siste årene ligget i størrelsesorden 8–10 millioner kubikkmeter, mens årlig tilvekst ligger på omtrent 25 millioner kubikkmeter. Dette innebærer at man innenfor rammene av bærekraftig skogbruk kan øke den årlige hogsten betraktelig. Norsk institutt for skog og landskap (Vennesland m.fl. 2006) antyder at et rimelig optimalt avvirkningsnivå ligger på rundt 15 millioner kubikkmeter når man tar hensyn til miljørestriksjonene.

Øker man avvirkningen fra referansebanens nivå på 13 millioner kubikkmeter til 15 millioner kubikkmeter i året, vil vi få et umiddelbart utslipp av klimagasser. Alderssammensetningen i norsk skog, med mye gammel skog, gjør at å øke hogsten med 2 millioner kubikkmeter bidrar med et utslipp på 2,2 millioner tonn årlig i 2020. Ved en mer diversifisert alderssammensetning ville deler av utslippet ved hogst ha blitt tatt opp i yngre skog med høy tilvekstrate. Planting av ny skog på hogstflatene gjør at det årlige utslippet ved økt hogst reduseres til 1,9 millioner tonn i 2100.

Økt hogst frigjør biomasseressurser som kan brukes til produksjon av bioenergi og byggeråstoffer som kan substituere fossile energibærere og klimabelastende byggematerialer i andre sektorer. Under forutsetning om at 1 million kubikkmeter trevirke gir 2 TWh, vil økt avvirkning i den gitte størrelsesorden gi 4 TWh bioenergi (eksklusiv GROT). Alternativt kan 2 millioner kubikkmeter trevirke gi 1 million kubikkmeter tømmer inn til sagbrukene, som

¹¹ I følge FAO må et område ha en kronedekning på 10 prosent og være større enn 0,5 hektar for å kunne defineres som skog.

tilsvarende 0,5 millioner kubikkmeter trelast, og totalt 3 TWh bioenergi. Substitusjonseffektene avhenger av faktisk anvendelse av trevirket og hva som substitueres.

Et økt avvirkningsnivå vil imidlertid kunne gi økt konflikt med biologisk mangfold, da det gir større sannsynlighet for tap av truede arter og naturtyper. Ved økt avvirkning vil det mest sannsynlig være behov for bygging av skogsbilveier som også vil kunne påvirke biologisk mangfold.

Tiltak 6b: Redusere avvirkning fra 13 til 10 millioner kubikkmeter i året

Reduseres avvirkningsnivået til 10 millioner kubikkmeter i året vil nettoopptaket fra skogen øke med 3,3 millioner tonn i året i 2020. Mot 2100 vil økt opptak reduseres til 2,8 millioner tonn i året.

Ved redusert avvirkning reduseres tilgangen på bioenergi og industrivirke. 3 millioner kubikkmeter trevirke vil kunne gi 6–10 TWh bioenergi (inkludert GROT) som kan substituere fossile energibærere i andre sektorer. 3 millioner kubikkmeter trevirke kan alternativt kunne bidra med 0,75 millioner kubikkmeter trelast og 4,5–8,5 TWh bioenergi. Redusert avvirkning bidrar også til å gjøre skogen mindre produktiv på lang sikt.

Dersom avvirkningen reduseres i Norge, på samme tid som etterspørselen etter trevirke opprettholdes eller øker, er det sannsynlig at importen fra andre land øker. Importerer vi tømmer fra land som driver skogbruk etter mindre bærekraftige kriterier, kan det gi en form for ”karbonlekkasje”, der utslipp fra hogst flyttes og kanskje til og med forsterkes.

8.1.7 Tiltak 7: Skogvern

Effekten av økt skogvern på opptak og lagring av karbon er ganske kompleks og vil hovedsakelig avhenge av hvor store og hvilke arealer som vernes. I dag er rundt 3 prosent av Norges skogareal vernet og en stor effekt på det totale klimagassregnskapet kan bare forventes dersom vern økes betraktelig.

Et utvidet vern av lavproduktiv skog vil ha en veldig liten effekt på skogens totale karbonopptak. Dette begrunnes i at det nesten ikke drives aktivt skogbruk i den lavproduktive skogen i dag, slik at vern vil føre til små endringer i karbondynamikken.

Dersom man verner høyproduktiv skog, slik at hogst ikke er mulig, vil karbonlageret på de berørte arealene øke på kort sikt. Dersom hogsten som skulle ha funnet sted på dette arealet forflyttes til andre lavproduktive arealer for å holde avvirkningsnivået konstant, vil økt skogvern føre til en negativ effekt på det totale karbonregnskapet, på grunn av at det vil ta lenger tid før karbonet gjenvinnes på dårlig mark. I følge Norsk institutt for skog og landskap (Astrup m.fl. 2010) må man bruke 3 hektar lavproduktiv skog for å oppveie avvirkningen på én hektar høyproduktiv skog.

Gammel skog er mer sårbar for kalamiteter og skogskader enn skog i varierende skogsklasser. Å lagre store mengder karbon i gammel skog vil kunne være en risikabel strategi vurdert i forhold til de varslede klimaendringene.

8.2 Andre tiltak

8.2.1 Tiltak 8: Lagring av karbon i varige treprodukter (HWP)

Karbon i tre vil ikke frigjøres ved hugging, men vil lagres i treprodukter for en kortere eller lengre periode før det oksideres. Dette vil føre til forsinket utslipp av CO₂ og reduserte utslipp ved substitusjon av andre karbonintensive materialer som stål og betong. Treprodukter kan

også benyttes som bioenergi etter endt brukstid og på den måten substituere bruk av fossile brensler.

Dagens internasjonale regelverk gir ikke anledning til å kreditere karbonlagring i anvendt trevirke (Harvested Wood Products – HWP), men det forhandles om metodikk som skal gjøre det mulig å kvantifisere det årlige HWP bidraget på en konsistent måte på tvers av landene. I 2006, som er det siste året vi har data på karbonbinding i treprodukter, varierte HWP bidraget fra 0,1–1,0 millioner tonn CO₂ ekvivalenter alt etter hvordan import og eksport av treprodukter inkluderes (Backe-Andreassen 2009).

I referansebanen presentert i kapittel 5.1.2 forutsetter vi at avvirkingen gitt dagens rammebetingelser vil øke fra dagens nivå på 10 millioner kubikkmeter til 13 millioner kubikkmeter i året. I Landbruks- og matdepartementets klimamelding antas det at en økt hogst på 5 millioner kubikkmeter vil gi 1,25 millioner kubikkmeter ny trelast, dersom sagtømmerandelen er på 50 prosent og tilsvarende skurutbytte. Gitt de samme antagelsene vil 3 millioner kubikkmeter tømmer tilsvare 0,75 millioner kubikkmeter trelast. Denne trelasten vil ha tatt opp 0,6 million tonn CO₂ fra atmosfæren. Siden det oppstår flis, kapp og svinn i den videre foredlingen av trelasten, antar vi at bare 80 prosent av trelasten blir brukt som byggemateriale¹². Denne trelasten vil inneholde rundt 0,5 millioner tonn CO₂ som ikke vil slippes ut før etter trelastens endte levetid. Noe av trelasten som produseres i Norge eksporteres. Siden vi ikke enda vet hvordan import og eksport av treprodukter skal behandles i beregning av kreditter fra HWP, kan vi ikke konkludere med at effekten tilskrives Norge.

Det er mulig å beregne substitusjonseffektene for ulike produkter som for eksempel stålbjelker, men den samlede effekten avhenger av hva treet i praksis substituerer, som igjen avhenger av byggeforskrifter med mer.

Substitusjonseffekten av å erstatte karbonintensive byggematerialer som stål, sement og betong med tre er vist i Tabell 8-3.

Tabell 8-3 Substitusjonseffekt ved å erstatte stål og betong med tre

	Substitusjonseffekt	
	Kg CO ₂ /m ³	Gjennomsnitt
Tre erstatter stål	26–530	247
Tre erstatter sement	93–1062	484,5
Tre erstatter betong	186–2124	969

Forutsetter vi at 0,75 millioner kubikkmeter fordeles slik at 25 prosent av trelasten erstatter stål og 75 prosent erstatter betong, blir substitusjonseffekten om lag 0,6 million tonn redusert CO₂. Denne effekten kan imidlertid ikke tilskrives skogbrukssektoren, men må inn i klimagassregnskapet i byggesektoren. I tillegg vil deler av utslippet ved produksjon av stål og betong oppstå i andre land, slik at mye av effektene beskrevet her heller ikke kan tilskrives Norge.

Petersen og Solberg (2003) har gjennomgått en rekke studier fra Norge og Sverige som har analysert miljøeffekter ved bruk av trevirke i stede for andre alternative materialer. De har funnet at trematerialer i de fleste tilfeller er mer energieffektive å framstille enn andre materialer, men at graden av energieffektivitet varierer mellom type materiale. De finner også

¹² Flis, kapp og svinn i den videre foredlingen av trelasten kan brukes til produksjon av bioenergi.

at trematerialer i mange tilfeller genererer mindre avfall enn andre materialer. Studiene er basert på livsløpsanalyser og det er derfor vanskelig å kvantifisere hvor i livsløpet og i hvilket land disse effektene vil komme.

Veldig få livsløpsanalyser inkluderer kostnader og andre økonomiske betraktninger. Studier Petersen og Solberg (2003) har gjennomgått viser at kostnader forbundet med bruk av trematerialer er mindre eller tilnærmet like kostnader ved bruk av substituerbare materialer. Siden mye stål og betong som brukes i norske konstruksjoner produseres i utlandet, er det vanskelig å beregne eksakte tiltakskostnader.

Etter endt levetid kan trevirket gå inn som innsatsfaktor i produksjon av bioenergi og vil på den måten redusere utslippet i andre sektorer. Denne effekten er ikke kvantifisert her.

8.2.2 Tiltak 9: Endret kjørestil i skogbruket

I dag bruker skogbruket om lag 31 millioner liter diesel og én million liter bensin i forbindelse med hogst og skogkultur. Man regner da med transport knyttet til hogst og kjøring, skogskjøtsel, brøyting, veivedlikehold, vedproduksjon og transport av GROT og flising. Dette gir et utslipp på 0,085 millioner tonn CO₂.

Når man øker hogsten fra dagens nivå på 10 millioner tonn kubikkmeter til 13 millioner tonn, som forutsatt i referansebanen, vil man måtte ta i bruk områder der skogen er vanskelig tilgjengelig og som ligger lengre fra veinettet. Utslippet fra transport kan også øke dersom man skal øke utnyttelsen av restprodukter fra hogst og fra småvirke som ryddes fra kraftgater til bioenergi. Ved å endre kjørestilen til føreren av terrengtransporten eller transporten med bil kan disse utslippene begrenses. For å oppnå dette trengs det blant annet opplæring og informasjon.

Utslippsreducerende tiltak knyttet til skogsmaskiner og annen mobil forbrenning er beskrevet i sektorrapporten om transport (Veidirektoratet m.fl. 2010). Dette gjelder spesielt tiltak som overgang til bruk av biodrivstoff.

9. Klimatiltak i skog og virkninger på naturmiljøet

I tillegg til prissatte kostnader vil tiltak og virkemidler i klimapolitikken kunne påvirke andre samfunnsinteresser – også naturmiljøet. Flere av skogtiltakene som er skissert i Klimakur 2020 forutsetter et mer intensivt drevet skogbruk og en næring som benytter nye arealer. Dette innebærer økte muligheter for konflikt mellom næringen og naturmiljøet, og nasjonale miljømål og internasjonale miljøforpliktelser. Hvor omfattende tiltak og virkemidler som settes i verk (størrelsene på arealene) og kvaliteten på de arealene der arealbruken blir endret vil påvirke konfliktpotensialet. Det framgår av Stortingsmelding nr. 26 (2006–2007) *Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand* og Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) *Norsk klimapolitikk* at man generelt vil prioritere tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre viktige miljøverdier.

Norge har forpliktet seg til å stanse tapet av det biologiske mangfoldet innen 2010. Om lag halvparten av artene på den norske Rødlista er knyttet til skog. Andelen skogsarter på Rødlista avspeiler trolig omtrent den andelen som skogsarter utgjør av alle arter. Skogbruk er vurdert å være den klart viktigste påvirkningsfaktoren for biologisk mangfold i skog. Skogbruk i ulike former er oppført som en negativ faktor for om lag 78 prosent av de 1 267 tilnærmet rene skogsartene på Rødlista. Det er også flere truede og hensynskrevende vegetasjons- og naturtyper i skog (Direktorat for naturforvaltning 2007).

Skogbruk gir åpenbart lokale negative effekter for rødlistearter, og det er de senere årene satt inn tiltak i skogbruket for å redusere disse effektene ved å unngå eller tilpasse hogst på arealer som er særlig viktige for rødlistearter. Selv om en art blir slått ut lokalt ved hogst av bestand, så betyr ikke dette at arten nødvendigvis har en negativ utvikling i Norge totalt sett. Skogsmiljøene våre er dynamiske, og det aller meste av dagens gammelskoger har en gang vært ungskog etter hogst, stormfelling eller brann. For å ta hensyn til biologisk mangfold blant annet leveområder for rødlistede arter, må det gjennomføres miljøregistreringer før det gjennomføres hogst eller andre tiltak som planting på nye arealer der det tidligere har vært naturskog som er verdifull for biologisk mangfold.

I følge arbeidsgruppe II til FNs fjerde hovedrapport (IPCC 2007c) vil mange landøkosystemer være sårbare for temperaturstigninger på 2–3 grader over før-industrielt nivå. Den globale klimanytten ved å gjennomføre skogtiltak må derfor avveies mot lokale hensyn knyttet til biologisk mangfold.

Generelt i Klimakur 2020 legges det til grunn at klimarettede tiltak i skog skal skje innenfor rammene av bærekraftig skogbruk, og i samsvar med skogbruksloven, forskrift for bærekraftig skogbruk, Levende Skog-standarden og spesifiserte retningslinjer, samt naturmangfoldsloven. Eksempelvis er det viktig at bare nitrogenfattig jord gjødsles, slik at problemer som avrenning til vann og eutrofiering unngås. Det legges derfor til grunn at det må foretas gode avveininger mellom skogtiltak og hensynet til biologisk mangfold, kulturlandskap og kulturminner, slik at skogtiltak kan gjennomføres samtidig som nødvendige bærekraftshensyn ivaretas. Dersom de klimarettede skogtiltakene medfører nye måter å bruke arealene på, nye produksjons- og utdriftsmetoder med videre, så må det bygge god kunnskap om eventuelle ulemper for miljøet eller biologisk mangfold.

Innsatsen for økt kunnskap rundt tiltakenes virkning på naturmiljøet er blitt styrket det siste året. Landbruks- og matdepartementet samarbeider med Statens landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap for å vurdere om arbeidet med skogbruksplanlegging kan organiseres på en mer hensiktsmessig måte, og hvordan en videreføring og oppfølging av

miljøregistreringene bør gjennomføres. Skogsveibygging kan bidra til reduksjon av inngrepsfrie naturområder¹³ (INON). Høsten 2009 ga Landbruks- og matdepartementet og Miljøverndepartementet henholdsvis Statens landbruksforvaltning og Direktorat for naturforvaltning i oppdrag å forbedre datakvaliteten for skogsveier i forhold til INON-databasen, samt vurdere hvordan landbrukets behov for veibygging og behovet for ivaretagelse av INON skal kunne balanseres best mulig. Samarbeidsprosjektet skal avlevere sin rapport i april 2010. Med bakgrunn i denne rapporten legges det opp til en eventuell revisjon av regelverket og andre virkemidler i løpet av 2010. I tillegg har Landbruks- og matdepartementet økt bevilgningene til Norges forskningsråd med sikte på blant annet å kartlegge konsekvenser av nye driftsmetoder, utnyttingsformer eller arealbruksendringer i skog som følge av målsetninger om økt avvirkning og styrket satsing på bioenergi.

¹³ Direktorat for naturforvaltning har definert arealer som ligger mer enn en kilometer fra visse typer tekniske inngrep som inngrepsfrie naturområder.

10. Oppsummering alle tiltak

Tabell 10-1 oppsummerer alle skogtiltakene som har blitt analysert av Klimakur 2020 med hensyn på økt opptak og redusert utslipp av klimagasser i 2020 og på lengre sikt samt tiltakskostnader ved slutten av et omløp (hogsttidspunkt). I tillegg til tiltakene som fremkommer av tabellen, har Klimakur 2020 beskrevet mulige tiltak som lagring av karbon i varige treprodukter (HWP), endret kjørestil i skogbruket og skogvern.

Det er viktig å merke seg at skogtiltakene i tillegg til de prissatte kostnadene vil kunne påvirke andre samfunnsinteresser, som naturmiljøet. Eksempelvis vil tiltakene som innebærer et mer intensivt drevet skogbruk og benyttning av nye arealer kunne gi økte muligheter for konflikter mellom næringen og naturmiljøet, avhengig av hvilke arealer som blitt tatt i bruk. I følge Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) *Norsk klimapolitikk* skal man generelt prioritere tiltak som har positiv effekt både for å motvirke klimaendringer og for bevaring av biologisk mangfold og andre viktige miljøverdier. Før man iverksetter tiltak er det derfor viktig å lage konkrete interesseavveininger. Innenfor rammene av Klimakur 2020 har det ikke vært rom for å lage slike vurderinger.

Tabell 10-1 Oppsummering av alle tiltak som bidrar til økt opptak og redusert utslipp av karbon i skog

Tiltak	Årlig opptak av CO ₂ (millioner tonn CO ₂ -ekv) <i>Substitusjonseffekter er ikke inkludert</i>		Tidshorisont (år)	Tiltakskostnad ¹ (kr/tonn)
	2020	Slutten av omløpstiden		
Økt plantetetthet på eksisterende arealer	0,022	2,0	100	190
Planting av skog på nye arealer				
1 million dekar	- 0,017	2,2–0,5 (2,0)	50 til 70 (100)	-10
5 millioner dekar	-0,009	8,0–8,4	50 til 100	-10
Gjødsling av skog	0,45	0,45	10	- 13 til 0
Skogplanteforedling- 15 prosent foredlingsgevinst ²	0,00067	1,41	100	0
Redusert avskoging (omdisponering av skog til annen arealbruk) ³	0,3	Ikke kvantifisert		Ikke kvantifisert

Endret avvirkningsnivå ⁴				
Økt avvirkning til 15 millioner kubikkmeter	-2,2	-1,9	100	Ikke kvantifisert
Redusert avvirkning til 10 millioner kubikkmeter	3,3	2,82	100	Ikke kvantifisert

¹Eksterne effekter knyttet til for eksempel biologisk mangfold er ikke inkludert i beregningene.

²I dette eksemplet har vi forutsatt økt hogst og dagens plantetetthet. Effekter av skogplanteforedling med forutsetninger om andre plantetall og andre foredlingsgevinster er beskrevet i kapittel 8.1.4.

³Det er lagt til grunn at avskogingsraten halveres fra dagens nivå, som tilsvarer et utslipp på om lag 0,6 millioner tonn CO₂. Dette er kun ment som en illustrasjon på et mulig reduksjonspotensial. Det er ikke foretatt noen grundig analyse av kostnader og muligheter.

⁴Økt eller redusert avvirkning vil endre tilgangen på bioenergi og byggeråstoff som dermed påvirker utslippstallene i andre sektorer.

Faktorer som påvirker utslipp og opptak av klimagasser i skogen er blant annet nivået på avvirkning, plantetetthet, omfang av nyplanting, gjødsling, skogplanteforedling og andre skogskjøtselstiltak. Skogskjøtselstiltakene påvirker tilveksten og dermed karbonopptaket. Den lange omløpstiden i norske skoger, på normalt mellom 70–120 år, gjør at plantetiltakene vil ha liten effekt på klimagassregnskapet i 2020, men stor effekt på lang sikt. Endret avvirkningsnivå vil gi en umiddelbar effekt (se lenger ned) og gjødsling av skogen vil ha oppnådd maksimal effekt i 2020. Alle skogskjøtselstiltakene (utenom endret avvirkningsnivå) er beregnet å gi økt opptak av CO₂ på mellom 5,9 og 12,3 millioner tonn etter 50–100 år, avhengig av ambisjonsnivå. Tiltakskostnaden på slutten av omløpstiden vil være mellom -13 og 190 kr per tonn CO₂, avhengig av bonitet.

Effektene som er inkludert i beregningene er begrenset til de som vil gi effekt i skogsektoren. Økt volum tilsier mer biomasse som kan brukes til å erstatte fossile energibærere og/eller klimabelastende byggematerialer. Substitusjonseffekter som påvirker andre sektorer er med andre ord utelatt, men må vurderes for et helhetsbilde av skogens bidrag i klimasammenheng.

Som nevnt over vil endret avvirkningsnivå gi umiddelbar effekt. Økt avvirkning fra referansebanens nivå på 13 millioner kubikkmeter årlig i 2020 til 15 millioner kubikkmeter, vil isolert gi et utslipp fra skogen på 2,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. På den annen side vil en slik økt hogst generere ressurser som kan brukes til energiformål og/eller til å erstatte klimabelastende byggematerialer som stål og betong. Dette vil føre til reduserte utslipp i andre sektorer, som på kort sikt oppveier tapet av karbon ved økt hogst. Bruk av varige treprodukter vil også forsinke utslippet av karbon som er lagret i tømmeret, slik at det reelle utslippet fra skogen til atmosfæren vil være lavere. Når treproduktene går ut av bruk kan de brukes til produksjon av bioenergi.

Redusert avvirkning fra referansebanens nivå på 13 millioner kubikkmeter årlig til 10 millioner kubikkmeter, vil gi et økt opptak i skogen på 3,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Under forutsetninger om at 1 million kubikkmeter trevirke tilsvarer 2 TWh og at økt avvirkning tas ut i form av bioenergi, vil 3 millioner kubikkmeter trevirke gi 6 TWh. Inkluderes grener og topper (GROT) vil det gi 6–10 TWh. Ved å redusere avvirkningsnivået blir det med andre ord 6–10 TWh mindre bioenergi som kan brukes til å substituere fossile energibærere i andre sektorer. Eksempelvis vil 6–10 TWh basert på olje til oppvarming erstattet med bioenergi basert på trevirke, gi en substitusjonseffekt på 2–3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Dette oppveier til dels det økte opptaket som følge av redusert avvirkning.

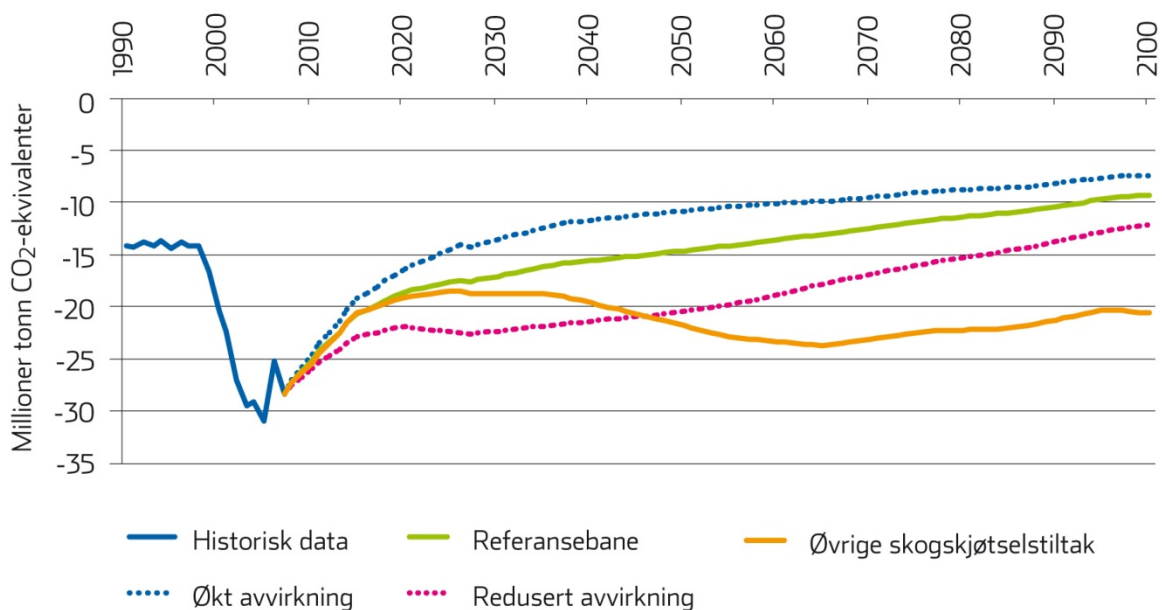
Substitusjonseffekter ved annen anvendelse av bioenergi basert på trevirke fremkommer av Tabell 5-1 i kapittel 5.2.

Endret avvirkningsnivå vil også påvirke effekten av tiltakene over. Økt hogst vil føre til at større arealer frigjøres for optimal produksjon. På lengre sikt vil foryngelsen på de avvirkede arealene øke karbonopptaket slik at effektene av tiltakene over vil være noe større. Reduserer vi avvirkningsnivået, vil mindre arealer frigjøres for optimal produksjon, slik at effektene av tiltakene beskrevet over vil ha noe mindre effekt.

Som vi ser kan skogen bli sett på som et karbonlager der målet er å maksimere opptaket av CO₂, eller som en ressurs som kan benyttes til produksjon av bioenergi og til produksjon av varige treprodukter (HWP), og på den måten bidra med reduserte utslipp i andre sektorer.

Figur 10-1 viser effekten av endret avvirkningsnivå og noen utvalgte andre skogskjøtselstiltak i forhold til referansebanen. Stiplede linjer viser effekten av endret avvirkningsnivå. Totalt vil skogskjøtselstiltakene kunne føre til et meropptak av karbon på mellom 5,9 og 12,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter årlig, ved slutten av omløpstiden, avhengig av ambisjonsnivå (endret avvirkningsnivå er ikke inkludert).

Konklusjonen i Landbruks- og matdepartementets klimamelding var at skogtiltak totalt kan oppnå klimapositive effekter i størrelsesorden 9,5 millioner tonn CO₂ ved utgangen av dette århundre. De har da inkludert klimagevinsten ved økt bruk av treprodukter og bioenergi.



Figur 10-1 Effekten av endret avvirkningsnivå og øvrige skogskjøtselstiltak i forhold til referansebanen.

11. Virkemiddelanalyse

11.1 Generelt om barrierer og virkemidler

I Klimakur 2020 skal det vurderes behov for ytterligere virkemidler for å nå klimamålene for 2020, men også hvilke virkemidler som er nødvendig for å kunne oppnå ytterligere reduksjoner på lengre sikt. Når det gjelder skog må man fokusere på sistnevnte.

Noen av tiltakene er ”lønnsomme i seg selv”. Det vil si at den samfunnsmessige nytten ved å gjennomføre tiltaket er større enn kostnadene, slik at tiltakskostnadene er mindre enn null. Normalt skulle slike lønnsomme tiltak utløses av seg selv, uten offentlig virkemiddelbruk. Disse tiltakene trenger imidlertid å bli ansett som lønnsomme også fra skogeiers ståsted for å bli utløst. Skogeieren tar ikke innover seg de samfunnsmessige effektene ved tiltaket. Andre barrierer som gjør at slike tiltak ikke utløses kan være mangel på kompetanse og informasjon.

Andre tiltak har en tiltakskostnad over null, og er dermed ikke ”lønnsomme i seg selv”. De kan likevel være billige og kostnadseffektive for å nå det nasjonale målet om å redusere utslippene med 12–14 millioner tonn CO₂. Disse tiltakene kan ha samme barrierer som over, som gjør at de ikke blir utløst.

Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv kan det sies at tiltakene som er analysert er billige og kostnadseffektive bidrag til å redusere klimagassutslippene, sammenlignet med tiltak i andre sektorer. Fra skogeiers perspektiv, derimot, vil tiltakene ha en merkostnad uten forventning om en reell merinntekt før langt inn i framtiden, kanskje til neste generasjon(er). Som beskrevet i kapittel 5.3.1 omfatter dagens skogpolitikk blant annet tilskudds- og fondsordninger, skatteregler, lov om skogbruk og forskrift om bærekraftig skogbruk. I tillegg finnes det flere selvpålagte ordninger fra næringen, blant annet Levende Skog-standard. Selv om dagens skogpolitikk ikke har vært begrunnet i klimahensyn, kan flere eksisterende virkemidler bidra til å utløse deler av potensialet som er beskrevet i tiltaksanalysen – enten i eksisterende form eller ved å gjøre justeringer. I det følgende gis en beskrivelse av mulige virkemidler som kan bidra til å utløse grupper av tiltak.

11.1.1 Barrierer og virkemidler for å endre avvirkningsnivået

Skogeier gjennomfører tiltak i skogen sin ut fra de rammebetingelsene som til en hver tid er gjeldene, på samme tid som han vurderer avsetningsmulighetene i markedet. Viljen til å investere i langsiktige skogtiltak avspeiler skogeiers framtidstro på skogbruket. Beslutningen om avvirkningsnivå beror med andre ord på mange faktorer, der de viktigste kan sies å være økonomiske variable som krav til avkastning på kapital (rentekrav), driftskostnader og tømmerpris. Andre faktorer som styrer skogeiers adferd er eiendoms karakteristika, skogeiers generelle økonomi med fordeling av inntekt fra eiendom og annen lønnsinntekt, alder, bakgrunn og kompetanse.

Mesteparten av skogen er i privat eie. Skogbrukets betydning for privatøkonomien er imidlertid ikke så stor. Det er få fulltidsskogeiere, og for de skogeierne som har arbeid utenfor bruket utgjør næringsinntekten fra skogbruket ofte en liten andel av totalinntekten. Skatteloven ble endret med virkning fra 1.januar 2006, slik at det skulle betales marginalsatt av næringsinntekt. Før 1.januar 2006 var det kun 28 prosent skatt på slike inntekter. Etter skatteomleggingen er det bare fulltidsskogeiere som får avvirket tømmer til 28 prosent beskatning. Skogeiere med arbeid utenfor bruket vil raskt komme i posisjon for toppskatt på næringsinntekten, noe som vil medføre nær 50 prosent beskatning. En gjennomsnittlig skogeiendom i Norge er på 700 dekar og har et årlig salgskvantum på 130–150 kubikkmeter tømmer. Nettoinntekten av dette vil kunne tilsvare 30 000 kr hvorav nær 50 prosent blir trukket i skatt. En gjeninnføring av 28 prosent skatt på næringsinntekt fra skog for alle

eiergrupper vil kunne stimulere til økt avvirkning i skogen. Et annet aktuelt virkemiddel kan være å innføre et bunnfradrag på skogbruksinntekt. Siden gjennomsnittseiendommen har begrenset skogareal, vil dette trolig være et effektivt virkemiddel.

Potensialet for økt avvirkning finnes i områder med lang transportavstand til industri, på midlere og lave boniteter og i bestand med høye driftskostnader (bratt terreng). Støtte til skogsveibygging vil i utgangspunktet gi insentiver til økt hogst. Veibygging fører til reduserte driftsutgifter og gir adkomst til arealer hvor skogsdrift ellers vil være ulønnsomt. Klimagassutslipp vil også reduseres ved å redusere energikrevende terrengtransport. God veitetthet er også en forutsetning for effektive skjøtselstiltak og optimal skogproduksjon, samt viktig i beredskapssammenheng. Dersom redusert hogst er ønskelig kan tilskuddsordningen justeres i lys av dette.

Støtte kan gis gjennom støtteordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket og ved bruk av skogfondsordningen (jmfør kapittel 5.3.1). Ikke alle skogeiere er klar over hvor gunstig det er å benytte seg av skogfondsordningen, da regnskapet ofte blir behandlet av eksterne regnskapsførere. Ved å informere skogeiere om mulighetene som ligger i ordningen, vil antakelig flere velge å sette av en større andel av bruttoinntekten. Det vil kunne øke investeringen i skogbruket.

Bygging av skogsveier, utbedring av flaskehals på offentlig veinett, kaianlegg og jernbaneforbindelser er også viktig for å kunne frakte tømmer og energiråstoff fra skog til marked på en enkel og kostnadseffektiv måte. Effektiv transport og god infrastruktur gir reduserte kostnader og bidrar til økt markedstilgang og konkurranse om råstoffet. Infrastruktur er fellesgoder som skogeiere selv ikke vil finansiere. For å bedre infrastrukturen vil det derfor være nødvendig med finansiering over statsbudsjettet.

Økt markedstilgang er viktig for økt etterspørsel og tømmerpriser. Økt etterspørsel kan også oppnås på flere andre måter, der noen virkemidler også ligger utenfor skogpolitikken, som økt etterspørsel etter bioenergi og byggeråstoff og generelle makroøkonomiske faktorer. Når det gjelder økt etterspørsel etter bioenergi ble virkemiddelbruken styrket i 2009 ved økte bevilgninger til ENOVA (jmfør kapittel 5.1.2). Bevilgningene kan økes for å styrke virkemiddelbruken ytterligere. Generell stimulering til økt bruk av treprodukter (HWP) ved støtte til kompetanseutvikling, produktutvikling og informasjon om bruk av tre er viktig for å øke etterspørselen. Dette kan oppnås ved bevilgninger gjennom verdiskapingsprogrammet Trebasert innovasjonsprogram. Trebasert innovasjonsprogram har som hensikt å utløse nettopp denne type tiltak, og er fra 2009 også åpnet for FoU til alle typer bedrifter. Økt bruk av tre tilsvarende 0,75 millioner kubikkmeter trelast vil også kreve løpende satsing på markeds- og produktutvikling, og påvirkning og profilering. Dette skjer i dag gjennom de samlede utviklingsaktivitetene til skog- og trenæringen i samarbeid med andre aktører i byggenæringen. Det bør i tillegg skapes arenaer i tilknytning til byggenæringen hvor det fokuseres på mer klimaeffektive og miljøvennlige materialvalg.

Landbruks- og matdepartementet vil styrke kunnskapen om bruk av tre innenfor landbrukets klimasatsing og de skogbaserte næringenes betydning for verdiskaping. Som en oppfølging av dette har Norges Forskningsråd bevilget 20,6 millioner kr til et stort forskningsprosjekt som skal utvikle ny kunnskap på disse områdene. Denne bevilgningen bør økes i fremtiden.

Landbruks- og matdepartementet legger i sin klimamelding til grunn at økt bruk av trelast på 1,25 millioner kubikkmeter vil kunne utløses innenfor en kostnadsramme på 50–100 millioner kr årlig.

Selv om det privatøkonomisk kan være potensial for å øke avvirkningsnivået fra dagens nivå, er det andre barrierer som gjør at skogeier velger å ikke hogge. I stedet for å tilpasse seg på et

avvirkningsnivå som maksimerer profitten, velger skogeier ofte å heller maksimere nytten. Det å eie skog har flere verdier enn den direkte inntekten skogen kan gi, som for eksempel jakt, rekreasjon og naturmiljø. Disse godene står ofte i konkurranse med hverandre.

Videre har ikke alle skogeiere kunnskap om hvor store verdier skogen innehar. Økt informasjon, rådgivning og skogbruksplanlegging kan bidra med økt kompetanse og økt avvirkningsnivå blant disse. Kompetanseheving kan i tillegg brukes for å øke den skogfaglige kompetansen i kommunene, slik at tilskudd fordeles hensiktsmessig.

Mange skogeiere har små skogeiendommer som gjør at det ikke vil være lønnsomt å eie driftsutstyr alene. For disse vil støtte til felles planlegging og gjennomføring av driftstekniske investeringer være nødvendig, i tillegg til at de kan benytte seg av skogentreprenører. Det kan gis investeringsstøtte til skogentreprenører, samt økt statlig bevilgning til kurs og opplæring.

11.1.2 Barrierer og virkemidler for å utløse øvrige skogskjøtselstiltak

Økt planteaktivitet

Lav lønnsomhet i skogbruket, høye investeringskostnader og lang tidshorisont gjør at skogeierne tilpasser seg lavere plantetall enn hva som vil være optimalt, sett i forhold til CO₂-opptak. I 2003 ble tilskudd til planting fjernet. Dette førte til at planteaktiviteten falt betydelig. En gjeninnføring av tilskuddet i 2004–2005 var ikke tilstrekkelig for å løfte aktiviteten til tidligere nivå. Med eksisterende støttenivå er det beregnet at nettoopptaket i norsk skog vil falle. Siden optimalt karbonopptak i norsk skog er viktigere for samfunnet enn for den enkelte skogeier, bør det utvikles virkemidler som bidrar til at skogarealene utnyttes optimalt i et klimaperspektiv. Plantetallet bør raskt heves fra dagens 23 millioner til 50 millioner planter for å motvirke fallet i framtidig karbonopptak i skogen. Aktiviteten bør økes både gjennom tettere planting og tilplanting av nye arealer.

Gjennom støtteordningen Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket kan kommunene i dag velge å gi tilskudd til langsiktige investeringer i skogbrukstiltak som planting, ungskogpleie og bygging av skogsveier. Bevilgningen til skogkulturtiltak var totalt 61 millioner kr i 2009, og økte til 62 millioner kr i 2010. I følge Statens landbruksforvaltning (SLF) er etterspørselen etter tilskuddsmidler til skogkultur, herunder skogplanting, betydelig større enn tilskuddsrammen. Tilskuddsrammen må derfor øke for å i sterkere grad stimulere til optimale plantetall i forhold til karbonbinding og til planting på nye arealer. Tilskudd bør kombineres med krav til optimale plantetall. Investeringskostnaden kan også finansieres gjennom skogfondsordningen.

Når en skogbruker først er ute i feltet, vil merkostnadene ved å plante tettere ikke være så store. En mulig løsning er derfor å tilby skogeier gratis planter, under forutsetning om at skogeier selv tar utplantingskostnadene, som kan finansieres gjennom skogfondsordningen slik som i dag. Det ville være et tydelig signal fra det offentlige om å bidra til å utnytte skogens mulighet i klimasammenheng. Det forventes at en slik ordning vil gi raske resultater, da virkemidlet hadde vært lett å formidle til landets skogeiere.

Forskrift for bærekraftig skogbruk definerer minste lovlig plantetall og tilrådd plantetall ved etablering av ny skog etter hogst. Ut fra blant annet økonomiske hensyn, velger de fleste skogeiere et plantetall nær det minste lovlig plantetallet som er lavere enn ønskelig, ut fra et klimaperspektiv. Reglene for minste lovlig plantetall kan endres for å ta hensyn til dette, men det vil være uheldig å pålegge skogeier å investere i tiltak som har samfunnsmessig nytte, hvis den privatøkonomiske nytten ikke er tilstrekkelig. Virkemiddelet bør derfor kombineres med tilskudd. Dette vil også bedre styringseffektiviteten til de økonomiske virkemidlene.

Skogbruk er fortsatt ansett som vanskelig å inkludere i et internasjonalt kvotesystem, da det er store utfordringer nyttet til kartlegging, verifisering og kontroll. For å redusere klimagassutslippene har New Zealand innført et kvotehandelssystem for næringslivet, der skogsektoren er den første sektoren som er inkludert. Eierne av skogen får eiendomsretten til et antall klimakvoter fra New Zealands kvotereseerve, tilsvarende økt opptak av CO₂ gjennom skogplanting, og har ansvar for at skogen fortsetter å binde karbon i framtiden. Teoretisk er dette et system det også kan være mulig å innføre i Norge, men flere forhold gjør det vanskeligere enn i New Zealand. Skog på New Zealand har korte omløpstider, ned mot 16 år for *Pinus radiata*, mens skogen i Norge tilsvarende har 70–120 år for gran og furu. Tidshorisonen i norsk skogbruk er utfordrende i forhold til å optimalisere både for skogbruk og karbonopptak. Videre er eierstrukturen i norsk skogbruk forskjellig fra den i New Zealand.

Gjødsling

Skoggjødsling er lønnsomt i seg selv, uavhengig av effekten knyttet til økt binding av karbon. Når man gjødsler på næringsfattig jord, vil den økte tilveksten isolert føre til økte inntekter for skogeier. Barrierer som gjør at skogeier likevel ikke velger å gjennomføre tiltaket kan være blant annet kompetanse og ekstra heft. Virkemidlene støtte og/eller skattefordel ved bruk av skogfondsordningen, samt gratis gjødsel kan gi insentiver til gjødsling. Økonomiske virkemidler bør kombineres med krav til gjødsling for å oppnå ønsket effekt.

Valg av egnede arealer er imidlertid viktig for å få økt opptak av CO₂ uten å få lystgassutslipp som kan eliminere klimaeffekten. Siden tiltaket er lønnsomt for den enkelte skogeier, vil de økonomiske virkemidlene kunne gi uheldige virkninger dersom arealvalget ikke kvalitetssikres. Optimale arealer bør kartfestes på tvers av eiendomsgrenser og arbeidet bør organiseres av skogfaglig myndighet og med skogeiers samtykke. Eksterne entreprenører må planlegge og organisere selve spredejobben.

Skogplanteforedling

Kostnaden ved å øke mengde foredlet materiale tilgjengelig, med ønsket kvalitet, kan ikke dekkes av skogeier selv, da skogeier ikke velger mellom plantetype A og B, men anvender de plantene som til en hver tid er tilgjengelige. Regjeringen mener at økt innsats i skogplanteforedling er en investering for framtiden og vil forsterke innsatsen på dette området ved å støtte opp under utviklingen av et nordisk skogstreforedlingsprogram for gran. Dette programmet kan gi grunnlag for å øke størrelsene på foredlingspopulasjoner spesielt for de høyproduktive områdene sør i Finland, Sverige og Norge.

Over Landbruks- og matdepartementets budsjett er det i 2009 og 2010 bevilget midler til skog-, klima- og energiltak. Økt satsing på skogplanteforedling er ett av tiltakene som er prioritert finansiert av disse midlene, med en økning på 2 millioner kr i 2009 og ytterligere 1 million i 2010. Det er viktig at skogplanteforedling gis en langsiktig og stabil finansiering over statsbudsjettet for å sikre kompetanse og langsiktige investeringer. I følge Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) vil det være nødvendig med 10 millioner kr i året for å oppnå ønskede mengder og kvalitet av foredlet materiale.

Redusert avskoging

Hvert år omdisponeres store skogarealer til andre formål som utbygging boliger, hytter, veier etc. Gjennom plan- og bygningsloven har kommunene mulighet til å påvirke hvilke områder som omdisponeres og hvordan. Gjennom statlige planretningslinjer kan staten gi føringer om at kommunene gjennom arealplanleggingen må søke å minimere avskogingen.

11.2 Kobling virkemidler mot tiltak

Tabell 11-1 under gir en oversikt over virkemidlene beskrevet over og kobler de opp mot spesifikke tiltak. Flere av de økonomiske virkemidlene bør kombineres med juridiske krav for å bedre styringseffektiviteten.

Tabell 11-1 Oversikt over virkemidler vurdert i Klimakur 2020

Virkemiddel	Tiltak som utløses	Evt. kombinasjon med andre virkemidler
Økonomiske virkemidler		
Endrede skatteregler	- økt avvirkning	
Tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket	- økt plantetetthet - planting på nye arealer - gjødsling - bygging av skogveier som gir økt avvirkning	Endrede krav til optimal tilpasning
Gratis planter/gjødsel	- økt plantetetthet - planting på nye arealer - gjødsling	Endrede krav til optimal tilpasning
Kvotesystem som inkluderer skog	- økt plantetetthet - planting på nye arealer - gjødsling - skogplanteforedling - andre skogskjøtselstiltak	
Støtte over statsbudsjettet	- bygging av infrastruktur som gir økt avvirkning - forskning og utvikling for å fremme skogplanteforedling	
Støtte gjennom Trebasert innovasjonsprogram og ENOVA	- økt bruk av treprodukter (HWP) som gir økt avvirkning - økt produksjon av bioenergi som gir økt avvirkning	
Juridiske virkemidler		
Endrede krav til optimal tilpasning	- økt plantetetthet - gjødsling	- tilskudd til nærings- og miljøtiltak
Retningslinjer til kommuner i utbyggingssaker	- redusert avskoging	
Informasjon		

<p>Informasjon om skogfundsordningen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - økt plantetetthet - planting på nye arealer - gjødsling - bygging av skogsvei som gir økt avvirkning 	
<p>Kompetanseheving (skogeier, skogentreprenører og kommuner)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - samtlige skogskjøtselstiltak 	

12. Usikkerhet

Det er store usikkerheter forbundet med estimatene som fremkommer av analysen over. Både fordi det i løpet av en 100-års periode kan skje mange endringer i de naturlige forutsetningene skogen lever under og fordi beregningsmetodene og resultatene i seg selv er usikre.

Rapporteringen av skogens klimagassregnskap til Klimakonvensjonen er basert på data fra Landsskogstakseringen, Markslagskartverket og Arealregnskapet, som alle er utarbeidet av Norsk institutt for skog og landskap. Utarbeidelsen av datamaterialet har pågått siden henholdsvis 1919, 1960 og 2004, noe som gjør at vi har gode kunnskaper om den norske skogen langt tilbake i tid. Retningslinjer utarbeidet av FN's klimapanel (IPCC), og som FN's klimakonvensjon (UNFCCC) krever at landene skal følge i klimagassrapporteringen, anbefaler å bruke tall fra landsskogstakseringen. Landsskogstakseringen endret i 2005 sin definisjon av skog for å harmonisere den med internasjonal rapportering. Arealovergangene kan derfor ha vært noe overrapportert fram til i dag. Fram til rapportering for Kyotoprotokollens første avtaleperiode i 2014 vil det pågå en kvalitetssikring av arealoverganger tilbake til 1990. Dette kan gi endringer både i historiske tall og prognoser. Også når det gjelder data på karbon i jord er det behov for forbedringer.

Når det gjelder karbon i jord har Norges rapportering til klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen vært basert på beregninger gjort ved bruk av nedbrytningsmodellen Yasso (Liski m.fl. 2005). Jordmodellen er utviklet i Finland, og er til nå ikke verifisert for norske geografiske områder med varierende klimatiske forhold, og med hensyn til endringer i karbon som skyldes flathogst eller skjøtselstiltak som markbedringer, skogplanting og tynning. Bruk av Yasso krever at det tas flere forutsetninger, noe som gjør at kvaliteten på resultatene blir lavere enn om man brukte faktiske observasjoner. Det å bruke en modell er den mest vanlige tilnærmingen for industrilandene i klimagassrapporteringen. Det bør imidlertid ikke være tilstrekkelig for et rikt land som Norge. I dag er ikke karbon i død ved og jord målt i et omfang som gjør det mulig å basere beregninger på felldata. For å oppnå et datamateriale med tilstrekkelig kvalitet når det gjelder karbonbinding i jord, vil det være nødvendig å etablere en statistisk representativ utvalgsundersøkelse av jordsmonnet som knyttes opp mot Landsskogstakseringen og Arealregnskapet. Det vil være viktig å stimulere til forskning som kan bidra til bedre forståelse av karbonsyklusen, bedre estimater som grunnlag for klimagassregnskapet og et bedre grunnlag for valg av skjøtelses- og hogststrategier i skogbruket. Landbruks- og matdepartementet har startet opp dette arbeidet ved at de i 2009 ba Norsk institutt for skog og landskap vurdere kortsiktige og langsiktige prioriteringer for kunnskapsutviklingen på feltet. På kort sikt framstår testing og evaluering av modellverktøy som kan gi direkte forbedringer i klimarapporteringen, plan for fornyede målinger og jordprøver, data som grunnlag for forbedring av modellestimater og validering av resultater som rapporteres som viktige tiltaksområder. Det langsiktige siktemålet er forbedrede data og modeller som grunnlag for klimarapporteringen i 2014. I 2009 ba Klima- og forurensningsdirektoratet og Landbruks- og matdepartementet Norsk institutt for skog og landskap om å intensivere innsatsen på dette området. Det vil imidlertid være behov for mer enn hva budsjetttrammene for 2009 ga grunnlag for.

Vi vet nok om skogen i klimasammenheng til at usikkerhetene over ikke kan være et argument for å utsette handling. Fra analysen ser vi at det er billig å investere i klimatiltak i skogen sammenlignet med andre sektorer. Selv om vi ikke vil se effekter av tiltakene i 2020, er det viktig å investere i dag for å oppnå klimagevinstene som framkommer av analysen over og for en skog med ønskede kvaliteter i framtiden. I dag har vi en alderssammensetning i skogen med mye gammel skog. Mye gammel skog betyr at dersom vi velger å øke

avvirkningen for å bruke biomassen til å produsere bioenergi, vil vi få et umiddelbart utslipp av karbon til atmosfæren. Samtidig vil bruk av bioenergi gi reduserte utslipp i andre sektorer.

Velger vi å intensivere skogbruken, slik at vi i framtiden får en mer sammensatt alderssammensetning med både gammel og ung skog, vil vi i framtiden kunne ta ut mer virke, uten at det gir så store utslag på klimagassregnskapet. Med både gammel og ung skog vil det ved økt avvirkning være unge trær med høy tilvekstrate som binder deler av klimagassene som slippes ut. En spredt aldersfordeling av skog vil også representere et mer stabilt karbonlager, da gammel skog vil være mer utsatt for kalamiteter og skadegjørere. Viser her til de omfattende granbarkbilleskadene vi hadde i gammel granskog rundt 1980.

13. Referanseliste

- Astrup, R, Dalsgaard L, Eriksen R, Hysten G. (2010) *Utviklingsscenarioer for karbonbinding i Norges skoger*. Norsk institutt for skog og landskap, Ås (ikke publisert enda).
- Backe-Andreassen (2009) *Harvested wood products in the context of climate change. A comparison of different models and approaches for the Norwegian greenhouse gas inventory*. Statistisk sentralbyrå 2009/12.
- Bellona (2009) *Bellonameldingen (2008–2009) Norges helhetlige klimaplan*. Bellona, Oslo.
- Direktorat for naturforvaltning (2007) *Kartlegging av naturtyper – verdsetting av biologisk mangfold*. DN-Håndbok 13 2.utgave 2006 (oppdatert 2007).
- Eid Hobbelstad, T. Eid (1999) *AVVIRK-2000 – et Edb-program for langsiktige investerings-, avvirknings- og inntektsanalyser i skog*. Rapport fra skogforskningen – Supplement 8:1-63.
- Gjølsjø, S. og K. Hobbelstad (2009) *Energipotensialet fra skogen i Norge*. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/2009.
- IPCC (2000) *Land use, Land-use change and Forestry*. [Eds. R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H Ravindranath, D.J. Varardo, D.J. Dokken]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- IPCC (2007a) *Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2007b) *Climate Change 2007. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Eds. B.Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2007c) *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Eds. M.L. Pong, O.F. Canziani, P.J. van der Linden, C.E. Hanson]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- KanEnergi (2009) *Bioenergiressurser i Norge – kartlegging av økonomisk potensial* (på oppdrag fra NVE – ikke publisert).
- Klima- og forurensningsdirektoratet (2010) *Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser fra jordbruk*. Sektorrapport Klimakur 2020. TA nr. 2593/2010.
- Klima- og forurensningsdirektoratet, Oljedirektoratet, NVE, (2010) *Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser i Norge mot 2020 og senere*. Hovedrapport Klimakur 2020. TA-

- Vegdirektoratet og SSB (2010a) nr. 2590/2010.
- Klima- og forurensningsdirektoratet, Oljedirektoratet, NVE, Vegdirektoratet og SSB (2010b) *Metodegrunnlag. Klimakur 2020.*
- Liski J., T. Palouso, M. Petoniemi og R. Sievänen (2005) *Carbon and decomposition model Yasso for forest soils.* Ecological Modeling 189:168-182.
- Lovdata (1970) *Lov om naturvern (Naturvernloven).* LOV 1970-19-06 nr. 63. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/dnf/nl-19700619-063.html#map001> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (1985) *Plan- og bygningsloven.* LOV 1985-06-14 nr. 17. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/all/nl-19850614-077.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (1999) *Lov om skatt av formue og inntekt (Skatteloven).* LOV 1999-03-26 nr. 14. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/all/nl-19990326-014.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2004a) *Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket.* FOR 2004-02-04 nr. 447. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/for/sf/ld/ld-20040204-0447.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2004b) *Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer.* FOR 2004-02-04 nr. 449. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/for/sf/ld/ld-20040204-0449.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2005) *Lov om skogbruk (Skogbruksloven).* LOV 2005-05-27 nr. 31. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/all/hl-20050527-031.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2006a) *Forskrift om skogfond o.a.* FOR 2006-07-03 nr. 881. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20060703-0881.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2006b) *Forskrift om bærekraftig skogbruk,* FOR-2006-06-07-593. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/for/sf/ld/ld-20060607-0593.html> (Dato: 10.02.10).
- Lovdata (2009) *Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldloven).* LOV 2009-06-19-100. Hentet fra: <http://www.lovdata.no/all/nl-20090619-100.html> (Dato: 10.02.10).
- McKinsey (2009) *Pathways to a Low-Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve.* McKinsey and Company.
- NHO (2009) *Næringslivets klimahandlingsplan. Norsk klimapolitikk – tid for handling.* Næringslivets hovedorganisasjon, Oslo.

Olje- og energidepartementet (2008)	<i>Strategi for økt utbygging av bioenergi.</i> Olje- og energidepartementet, Oslo.
Petersen A.K. og B. Solberg (2003)	<i>Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analyses from Norway and Sweden.</i> Forest Policy and Economics, volume 7, issue 3 (2005) 249-259.
SFT (2007)	<i>Reduksjon av klimagasser i Norge. En tiltaksanalyse for 2020.</i> SFT-rapport 2254/2007.
SFT (2008)	<i>Bioenergiprojektet – Klimamessige vurderinger ved utnyttelse av biomasse fra skog.</i> Internt arbeidsnotat.
SFT (2009)	<i>National Inventory Report 2009. Norway. Greenhouse Gas Emissions 1990-2007 reported According to the UNFCCC Reporting Guidelines.</i> Hentet fra: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php (Dato: 10.02.10).
SINTEF, BI og EBL (2009)	<i>ENKL-planen: En energi- og klimaplan for Norge til 2020.</i> Trondheim/Oslo.
St.meld. nr. 17 (1998–1999)	<i>Verdiskaping og miljø – muligheter i skogsektoren.</i> Landbruks- og matdepartementet.
St.meld. nr. 26 (2006–2007)	<i>Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand.</i> Miljøverndepartementet.
St.meld. nr. 34 (2006–2007)	<i>Norsk klimapolitikk.</i> Miljøverndepartementet.
St.meld. nr. 39 (2008–2009)	<i>Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen.</i> Landbruks- og matdepartementet.
St.meld. nr. 9 (2008–2009)	<i>Perspektivmeldingen.</i> Finansdepartementet.
UNFCCC (2009)	<i>Submission to the Ad-Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol (AWG-KP), Data on forest management, Norway.</i> United Nations Framework Convention on Climate Change, 27. November 2009. Hentet fra: http://unfccc.int/meetings/ad_hoc_working_groups/kp/items/4907.php (Dato: 10.02.10).
Veidirektoratet, Avinor, Jernbaneverket, Kystverket, Sjøfartsdirektoratet og Klima- og forurensningsdirektoratet (2010)	<i>Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra transport.</i> Sektorrapport Klimakur 2020.
Vennesland B., K. Hobbelstad, T. Bolkesjø,	<i>Skogressursene i Norge 2006. Muligheter og aktuelle strategier for økt avvirkning.</i> Viten fra Skog og landskap 03/2006.

S. Baardsen, J. Lilleng og
J. Rolstad (2006)

Vedlegg

Vedlegg 1 - Liste over figurer

<i>Figur 5-1 Årlig opptak og utslipp av klimagasser fra skog, arealbruk og arealbruksendringer i perioden 1990-2007</i>	<i>14</i>
<i>Figur 5-2 Årlig CO₂ opptak i skog fordelt på skog, arealendringer, død ved og jord i perioden 1998-2007.....</i>	<i>15</i>
<i>Figur 5-3 Utvikling i volum, årlig tilvekst og skogavvirkning i perioden 1919-2007.....</i>	<i>16</i>
<i>Figur 5-4 Totalt CO₂ opptak i skog inklusiv levende biomasse, død ved, jord og bidrag fra arealforandringer under forutsetning av en 2 °C økning i temperatur fra før-industriell tid. Tre scenarioer.</i>	<i>18</i>
<i>Figur 8-1 Opptakshorisonten ved planting av skog på nye arealer.....</i>	<i>33</i>
<i>Figur 10-1 Effekten av endret avvirkningsnivå og øvrige skogskjøtselstiltak i forhold til referansebanen.</i>	<i>46</i>

Vedlegg 2 - Liste over tabeller

<i>Tabell 4-1 Tømmer priser benyttet i analysen</i>	<i>13</i>
<i>Tabell 5-1 Substitusjonseffekter ved bruk av bioenergi basert på trevirke</i>	<i>20</i>
<i>Tabell 8-1 Økt binding av CO₂ etter en 100-års periode ved bruk av foredlet plantematerialet i stedet for bestandsfrø.</i>	<i>36</i>
<i>Tabell 8-2 Mereffekt av plantetiltakene dersom man bruker foredlet frømateriale i stedet for bestandsfrø</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 8-3 Substitusjonseffekt ved å erstatte stål og betong med tre.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabell 10-1 Oppsummering av alle tiltak som bidrar til økt opptak og redusert utslipp av karbon i skog</i>	<i>44</i>
<i>Tabell 11-1 Oversikt over virkemidler vurdert i Klimakur 2020</i>	<i>51</i>

**Klima- og forurensnings-
direktoratet (Klif)**

Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@klif.no
Internett: www.klif.no

Utførende institusjon Klima- og forurensningsdirektoratet/ Klimakur 2020	Kontaktperson Hege Haugland	ISBN-nummer	
	Avdeling Avdeling for klima og industri	TA-nummer TA-2596-2010	
Oppdragstakers prosjektansvarlig	År 2010	Sidetall 59	Klifs kontraktnummer
Utgiver Klima- og forurensningsdirektoratet/ Klimakur 2020	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet		
Forfatter(e) Hege Haugland, Audun Rosland			
Tittel - norsk og engelsk Tiltak og virkemidler for økt opptak av klimagasser fra skogbruk			
Sammendrag – summary Rapporten kartlegger mulige tiltak som kan bidra med å øke opptaket og redusere utslippet av klimagasser fra skogbruket, samt gir en oversikt over hvilke virkemidler som kan utløse tiltakene. Rapporten diskuterer også skogens rolle som karbonlager og som biomasseressurs.			
4 emneord Klimakur 2020, skogbruk, klimatiltak, skogpolitikk	4 subject words		

Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@klif.no

www.klif.no

Om Klima- og forurensningsdirektoratet

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) er fra 2010 det nye navnet på Statens forurensningstilsyn. Vi er et direktorat under Miljøverndepartementet med 325 ansatte på Helsefyrtårnet i Oslo. Direktoratet arbeider for en forurensningsfri framtid. Vi iverksetter forurensningspolitikken og er veiviser, vokter og forvalter for et bedre miljø.

Våre hovedoppgaver er å:

- redusere klimagassutslippene
- redusere spredning av helse- og miljøfarlige stoffer
- oppnå en helhetlig og økosystembasert hav- og vannforvaltning
- øke gjenvinningen og redusere utslippene fra avfall
- redusere skadevirkningene av luftforurensning og støy

TA-2596 /2010