

Samfunnsøkonomiske gevinster av skogreising med sitkagran

John Magne Skjelvik og Haakon Vennemo

Vista Analyse 16. februar 2011

Dokumentdetaljer

Vista Analyse AS	Rapport nummer 2011/03
Rapporttittel	Samfunnsøkonomiske gevinster av skogreising med sitkagran
ISBN	978-82-8126-016-0
Forfattere	Haakon Vennemo og John Magne Skjelvik
Dato for ferdigstilling	18. februar 2011
Prosjektleder	John Magne Skjelvik
Oppdragsgiver	Det norske Skogselskap
Tilgjengelighet	Offentlig - www.vista-analyse.no
Publisert	februar 2011
Nøkkelord	Samfunnsøkonomisk analyse, skogreising, klimatiltak, naturmangfold,

Vista Analyse

Vista Analyse AS er et uavhengig samfunnsfaglig utrednings- og konsultentselskap, i sin helhet eiet av medarbeidere i selskapet. Vi er i dag i alt 19 ansatte med lang erfaring og tung kompetanse innenfor sine spesialområder. Tre professorer i økonomi og en professor i evalueringsforskning tilknyttet Vista, og flere andre medarbeidere har formell forskerkompetanse.

Vistas arbeid har et tyngdepunkt i samfunnsøkonomi, med forgreninger til andre samfunnsfag, planlegging og evalueringsfag. De tematiske kjerneområdene er energi, miljø, transport, byplanlegging og bygg. Etter hvert har vi fått god kompetanse i å evaluere norsk utviklingssamarbeid, og med prosjektoppgaver i Afrika, Asia og Latin-Amerika.

Vista Analyse behersker et spenn av metoder, fra makroøkonomiske modellberegninger, via tradisjonelle kvantitative analyser basert på registerdata og/eller eget innsamlet materiale, til kvalitative tilnærminger. Alle våre oppdrag skal være metodisk og teoretisk forankret i en systematisk metodikk som er tilpasset problemstillingen.

Om forfatterne



John Magne Skjelvik er samfunnsøkonom (Cand. Oecon) fra Universitetet i Oslo og har arbeidserfaring fra Næringsdepartementet og ECON Analyse (siden 1994). Arbeidsoppgavene har vært miljø-, energi, transport- og industriøkonomiske analyser, med fokus på virkemidler og tiltak for å redusere utslipp til luft og vann. Klimapolitiske analyser har vært en viktig del av dette. Han har bred erfaring med gjennomføring av nytte-kostnadsanalyser, evalueringer og ulike typer rådgivningsoppdrag. Han har gjennomført en oppdrag for ulike norske og nordiske oppdragsgivere, Verdensbanken og regionale utviklingsbanker, OECD, og ulike bistandsorganisasjoner i Øst-Asia (hovedsakelig Kina), Afrika og Latin-Amerika.



Haakon Vennemo er Dr. Polit 1992 i samfunnsøkonomi. Han har arbeidet i Statistisk sentralbyrås forskningsavdeling, og flere år i ECON, blant annet som Daglig leder. Han har nå bistilling som Professor i samfunnsøkonomi ved Høgskolen i Oslo. Mange av Haakons prosjekter er relatert til energi- og miljø. Blant annet har Haakon 15 års kontinuerlig erfaring med energi- og miljøanalyser for Kina. Her hjemme har Haakon i flere år vært kvalitetssikrer innenfor det såkalte Kvalitetssikringsregimet i regi av Finansdepartementet, og har der arbeidet med såvidt forskjellige ting som kampfly og fotball. Haakon publiserer regelmessig i fagfelleverderte tidsskrifter, og er en etterspurt foredragsholder i næringsliv og departementer.

Forord

Denne rapporten om samfunnsøkonomiske gevinster av å plante sitkagran er utarbeidet på oppdrag for Det norske Skogselskap. Initiativtaker til studien og kontaktperson hos oppdragsgiver har vært styreleder Johan C. Løken. Vi vil også takke Mathias Sellæg i Kystskogbruket, fylkesskogsjef Terje Dahl, fylkesmannen i Troms, adm. direktør Trygve Enger, Det norske Skogselskap og forsker Bernt-Håvard Øyen, Skog og landskaps Regionkontor Vest-Norge for nyttige innspill til arbeidet. Eventuelle feil og mangler er Vista Analyses ansvar.

John Magne Skjelvik

Prosjektleder

Vista Analyse AS

Innhold

Hovedpunkter	5
1. Skogreising i globalt perspektiv	9
1.1 Historisk utvikling.....	9
1.2 Framtidsutsikter	9
2. Skogreising i Norge	12
2.1 Skogreising i kystområdene.....	13
2.2 Treslag og produktivitet	16
2.3 Potensialet for ytterligere skogreising langs kysten	18
3. Norsk skogbruk i klimasammenheng	20
3.1 Skog som karbonsluk.....	20
3.2 Skog i Kyotoprotokollen	22
3.3 Skog i en mulig fremtidig klimaavtale.....	23
3.4 Hvor klimavennlig er økt bruk av trevirke?.....	23
4. Naturmangfold og norsk skogbruk.....	25
4.1 Bakgrunn	25
4.2 Sertifisering	26
4.3 Naturmangfoldsloven	26
4.4 Sitkagrana og norsk naturmangfold	28
5. Samfunnsøkonomisk nytte og kostnader	29
5.1 Økonomien i sitkagranbasert skogreising.....	29
5.2 Karbonbinding.....	31
5.2.1 Mengde karbon som bindes.....	31
5.2.2 Pris (enhetsverdi) av karbonopptak.....	35
5.3 Samfunnsøkonomiske virkninger av å plante sitkagran.....	37
Referanser	39

Hovedpunkter

Store arealer som gror igjen langs kysten kan plantes til med skog, og sitkagran er et aktuelt treslag. Ved siden av å gi skogeierne inntekter vil skogplanting kunne binde betydelige mengder karbon. Vi har undersøkt den samfunnsøkonomiske verdien av disse to momentene. Dersom en planter sitkagran på en million dekar, vil det binde anslagsvis 120 millioner tonn CO₂. Den samfunnsøkonomiske verdien er mellom 11 og 18 milliarder kroner. En million dekar er en snau prosent av skogarealet i Norge. Analysen tyder på at å plante sitkagran er et ualminnelig effektivt klimavirkemiddel.

Skogplanting ute og hjemme

Skogene omtales som verdens lunger, men det er så å si lunger med motsatt fortegn: CO₂ dras inn, og oksygen pustes ut. Skogene renses luften. Derfor er det så viktig å bevare, og helst øke skogene i en situasjon der det bygger seg opp CO₂ i atmosfæren. Mange internasjonale undersøkelser har funnet at bedre skogforvaltning og planting av ny skog er noe av det mest effektive man kan gjøre (McKinsey, 2007). Den norske regjeringen har gjort forvaltning og bevaring av verdens skoger til sin internasjonale hovedsak. De tre milliarder kronene som er satt av til å bevare regnskogen, har stor symbolbetydning og vil kunne rekke langt.

Trærnes evne til å rense luften for karbon er selvsagt ikke knyttet til skogens nasjonalitet. Også her hjemme er bedre forvaltning og planting av skog et kostnadseffektivt og godt grep for å redusere oppbyggingen av karbon i atmosfæren (LMD, 2009; Klif, 2010a). En strategi for å forvalte skog for å ta opp karbon vil riktignok måtte balanseres mot blant annet hensynet til naturmangfold, og respektere lokal tradisjon og levesett. Det gjelder enten en tenker internasjonalt eller nasjonalt.

Et eksempel som demonstrerer de avveiningene som må gjøres gjelder planting og forvaltning av sitkagran. Sitkagran er opprinnelig et treslag fra Nord-Amerika, men har eksistert i Norge fra 1880/90-årene. Andre europeiske land har også innført sitkagran, og totalt finnes den nå på 12 millioner dekar i Nordvest-Europa. Den norske utplantingen har vært forsiktig, og hvis man også tar med lutzgran, som er en krysning av sitkagran og vanlig gran, finnes den på drøyt en halv millioner dekar. En halv million dekar utgjør omtrent én 250-del av skogarealet i Norge.

Sitkagranen trives best langs kysten. Der vokser den langt bedre enn vanlig gran, og den tåler også uvær bedre. Nordpå, hvor vanlig gran har vanskelig for å vokse, er sitkagran eneste reelle alternativ til gjengroing. Det er vel kjent at norskekysten er i ferd med å gro igjen av naturlige årsaker. Kystskogbruket har nylig foreslått at deler av disse arealene bør beplantes, fortrinnsvis med barskog. På den annen side har Direktoratet for Naturforvaltning sendt Miljøverndepartementet (MD) en tilrådning om innføring av en ny forskrift under Naturmangfoldsloven som vil gjøre det svært vanskelig å plante utenlandske treslag, herunder sitkagran. Direktoratet har prinsipielt en streng holdning til alle fremmede arter. Konkret er man redd for at sitkagranen skal spre seg utover sitt tilmålte areal. Det blir hevdet at sitkagranen fortrenger annet planteliv der den er plantet og der den spres. Kystskogbruket er uenig i disse påstandene, og peker blant annet på sitkagranens mer enn hundreårige historie i Norge og de erfaringer og undersøkelser som er gjort i våre naboland.

Samfunnsøkonomisk analyse av planting av sitkagran

Stilt overfor den anbefalte forskriften har Det norske Skogselskap bedt Vista Analyse gjennomføre en samfunnsøkonomisk analyse av verdiene som ligger i å plante sitkagran på begrensede arealer langs kysten. På denne måten vil man gjøre tydelig hvilke samfunnsmessige verdier som går tapt dersom planting av sitkagran ikke lenger skulle bli tillatt eller sterkt begrenset.

Verdier for mellom 11 og 18 milliarder kroner per million dekar

Etter vår beste vurdering vil det å plante til en million dekar gjengroingsmark langs kysten med sitkagran tilføre samfunnet en verdi på mellom 11 og 18 milliarder kroner. Den helt dominerende delen er verdien av karbonopptak. Vi beregner verdien av karbonopptaket til 10-17 milliarder kroner. I tillegg kommer en snau milliard kroner i inntekt fra salg av tømmeret som plantes.

Hvorfor gir det så stor karbonverdi å plante sitkagran? Det er rett og slett fordi dette treslagets evne til å suge opp karbon er formidabel i forhold til om arealet skulle gro igjen på naturlig måte. Ved hjelp av standard metodikk og forutsetninger som heller er forsiktige enn det motsatte, kommer vi frem til at forskjellen i karbonopptak mellom sitkagranen og alternativet utgjør 90-120 millioner tonn CO₂ over en 60 års periode. Det tilsvarer om lag to ganger Norges årlige karbonutslipp, og 8-10 ganger den reduksjonen landet strever med å få til innen år 2020 – fra en million dekar!

For å verdsette sitkagranens karbonopptak, bruker vi en gjennomsnittlig, neddiskontert karbonpris på 125 kroner per tonn. Det vil vi si er en forsiktig forutsetning. Med usikkerhet om prisen i tillegg til usikkerhet om karbonopptaket får vi intervallet på 11 – 18 milliarder kroner.

Den fremtidige karbonprisen blir høyere enn vi har antatt dersom den mest utviklede del av verden gjør alvor av å kutte karbonutslippene med 80 prosent uten at det utvikles billige karbontiltak i stort omfang. Den fremtidige prisen blir lavere enn antatt dersom målet oppgis, eller det utvikles billige tiltak.

Det reelle karbonopptaket blir høyere dersom sitkagranen vokser bedre enn antatt, noe som blant annet kommer an på arealenes kvalitet, hvordan skogen skjøttes og klimautviklingen de kommende tiår. Opptaket blir lavere dersom sitkagranen vokser dårligere enn antatt. Meropptaket knyttet til sitkagran blir også lavere dersom det ikke er gjengroingsmark, men arealer plantet med vanlig gran som er alternativet. Andre forhold, for eksempel om tømmerprisen på sitkagran er høy eller lav, og sitkagranens kvalitet som tømmervirke, betyr minimalt i den store sammenhengen.

Vi har i tankene at sitkagran som plantes har en omløpstid på 60 år. Det vil si at den hugges etter 60 år og det så plantes nytt. Dersom det ikke plantes ny sitkagran etter den første generasjonen, vil karbonet etter hvert lekke ut igjen. Ingen kan vite om det i sin tid faktisk vil plantes ny sitkagran for å etterfylle arealene. Dersom klimaproblemet er løst, forsvinner åpenbart mye av motivasjonen. Men dersom det fortsatt er med oss, vil det være like gode argumenter for å etterplante som det er for å plante første generasjon.

Store verdier for eiendommer, kommuner, landsdeler og nasjonen

Med utgangspunkt i anslaget over har vi regnet ut hvilke verdier som ligger i å plante sitka på ulike arealstørrelser. Det er lett å fastslå følgende:

- *Eiendomsnivå*: Et dekar er det samme som et mål. Planter man sitka på ti dekar, eller ti mål som tidligere var gjengroingsmark, skaper man en samfunnsøkonomisk verdi på 110-180 000 kroner.
- *Kommunenivå*: 10 000 dekar kan være representativt for skogplantingsarealet som er tilgjengelig i en kystkommune. Planting av sitkagran betyr at kommunen og dens innbyggere tilfører samfunnet en verdi på 110 – 180 millioner kroner.
- *Landsdelsnivå*: 1 million dekar kan illustrere sitkaplanting på landsdelsnivå. Verdien blir som sagt 11 – 18 milliarder kroner.
- *Landsnivå*: I hele landet er det i følge Kystskogbrukets beregninger gode muligheter for å plante 5 millioner dekar gjengroingsmark uten å komme i konflikt med andre verdier. Det kan gi samfunnet en verdi på hele 55-90 milliarder kroner og en karbonbinding på 540-600 millioner tonn CO₂.

De verdiene som skapes for samfunnet kan også uttrykkes ved en samfunnsøkonomisk internrente. Den samfunnsøkonomiske internrenten ved å plante sitka er beregnet til 20-24 prosent.

Våre tall sammenliknet med Klif (2010a)

Det å plante til en million dekar med vanlig gran og en mindre andel sitkagran er i følge LMD (2009) innenfor rammene for bærekraftig skogbruk. Også den store utredningen Klimakur (Klif, 2010b) legger til grunn at det er mulig å plante til en million dekar på gjengroingsmark. Kystskogbruket (2008) har fremholdt at det i praksis er mulig å plante til mye mer uten å skade naturmangfoldet, og antyder fem millioner som realistisk langs kysten. LMD (2010) fremfører på generelt grunnlag at et større areal vil gi større utfordringer i forhold til naturmangfold og kulturverdier. Klif (2010a) regner på både en og fem millioner. Dersom en bestemmer seg for å plante sitkagran, vil det etter vårt skjønn være fornuftig å starte med et relativt sett mindre areal og heller utvide etter hvert. For eksempel bruker Klif (2010a) som forutsetning at 50 000 dekar plantes ut årlig over en periode på 20 år.

Til forskjell fra oss regner Klif på virkningen av å plante til med vanlig gran. Boniteten er noe bedre enn vi har lagt til grunn. Med disse forutsetningene finner Klif at det bindes opp 80 millioner tonn CO₂. Forskjellen mellom 80 og vårt intervall på 90-120 millioner tonn gir da effekten av å plante med sitkagran fremfor vanlig gran. Karbonopptaket med sitkagran er i følge vår analyse inntil 50 prosent større enn Klifs analyse legger til grunn for vanlig gran. Dette er noe lavere enn vanlig brukte forutsetninger om vekstevnen til vanlig gran i forhold til sitkagran (1,0 versus 1,6 m³/dekar/år) og bidrar etter vårt skjønn til å bekrefte at våre beregninger i hvert fall ikke overdriver potensialet.

Virkemidler og insentiver

I en samfunnsøkonomisk lønnsomhetsanalyse som denne er det ikke virkemidler som står i fokus. Vi vil likevel kort peke på at for å gi fyllestgjørende insentiver til skogplanting i Norge, og ikke bare internasjonalt, er det nødvendig med virkemidler som

belønner norske skogeiere som planter og skjøtter skog slik at den opptar mer karbon enn den ellers ville gjort. Det vil være nødvendig å definere et nullnivå for utviklingen i stående masse. Binding utover nullnivået vil utløse betaling for karbonbinding. Uttak og lavere binding enn nullnivået vil påføre skogeierne avgift. Spørsmålet er blant annet hvor nullnivået skal ligge og om masseutviklingen skal registreres lokalt eller sentralt, og hva som skal regnes som lagret etter avvirkingen. Mange av spørsmålene er prinsipielt de samme som en jobber med internasjonalt. Det synes viktig å komme i gang med å avklare dem her hjemme også.

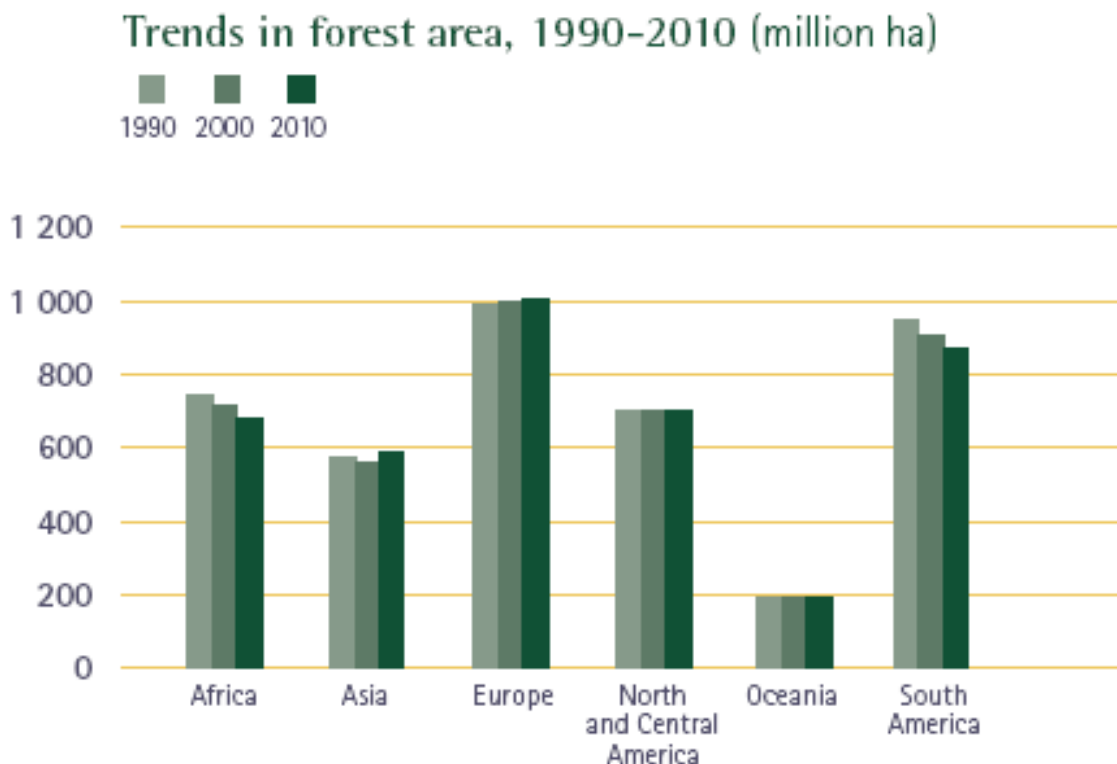
Vi registrerer at dagens virkemiddeldiskusjon i Norge ikke dreier seg om slike spørsmål, men at det ligger på bordet et forslag som gir tydelige insentiver til *ikke* å plante skog, i hvert fall dersom den foregår med sitkagran. Vårt bidrag til denne diskusjonen har vært å peke på at et slikt forslag har en meget betydelig kostnad.

1. Skogreising i globalt perspektiv

1.1 Historisk utvikling

Skogforvaltning i Norge er del av et globalt hele, og det er nyttig i en norsk debatt å ha klart for seg situasjonen for verdens skoger. Verdens skogarealer viser en nedadgående tendens.

Figur 1.1 Utviklingen i skogarealer 1990-2010 fordelt på områder. Millioner hektar.



Kilde: FAO (2010)

Figur 1.1 viser at skogarealet i Afrika og Sør-Amerika har gått ned siden 1990, mens det har økt svakt i Europa. I Asia har man tilsynelatende klart å snu den negative trenden fra 1990 til 2000 ved at man fra 2000 til 2010 har fått en vekst i skogarealet. Det skyldes blant annet målrettet innsats i Kina. Figuren viser også at det faktisk er Europa (trolig inklusive Russland) som i dag har størst skogareal, fulgt av Sør-Amerika. Kartet nedenfor viser utstrekningen av skoger i dag.

1.2 Framtidsutsikter

FAO (2010) gir en oversikt over antatte trender for utviklingen av verdens skoger i årene framover. Det gis ingen tidshorisont for disse trendene, men vi antar at de vil gjelde for de nærmeste årene.

Generelt konstaterer FAO (2010) at det er en sterk sammenheng mellom økonomisk utvikling og skogens tilstand. Land som er fattige, men i rask økonomisk vekst har en

tendens til å slite med enormt press mot skogene. Derimot er regioner som allerede har nådd et høyt økonomisk utviklingsnivå vanligvis i stand til å stabilisere eller øke sine skogarealer.

I **Afrika** er tap av skog forventet å fortsette i samme takt som i de senere årene, siden innføring av standarder for bærekraftig skogforvaltning antas å gå langsomt. Afrikas skoger møter enorme utfordringer knyttet til lave inntekter, svak politikk og umodne institusjoner. Økende befolkning og voksende priser på mat og energi forventes å forverre situasjonen, særlig siden ny infrastruktur åpner nye områder.

I det **østlige Asia og Stillehavet** forventes skogarealer å stabiliseres og vokse i de fleste utviklede landene og noen av de nye industrialiserte landene (NIC), mens skogen i de skogrike landene med lave eller middels inntektsnivåer vil fortsette nedgangen på grunn av ekspansjonen av jordbruk, herunder produksjon av vekster for biodrivstoff.

I det **vestlige og sentrale Asia** er det blandede utsikter. Situasjonen for skogen vil være stabil eller bli bedre i noen land med inntektsvekst og urbanisering, men bildet er mindre lovende for en rekke land med lave inntekter og høy jordbruksavhengighet. Avskoging vil fortsette i enkelte land som er forholdsvis velstående, men har svake institusjoner. Generelt er skogsektoren lavt prioritert innenfor offentlige investeringer i disse landene.

I **Europa** ventes skogveksten å fortsette på grunn av redusert avhengighet av areal som kilde for arbeid og inntekt, voksende inntekter, økende miljøinteresse, og velutviklede politiske og institusjonelle rammer.

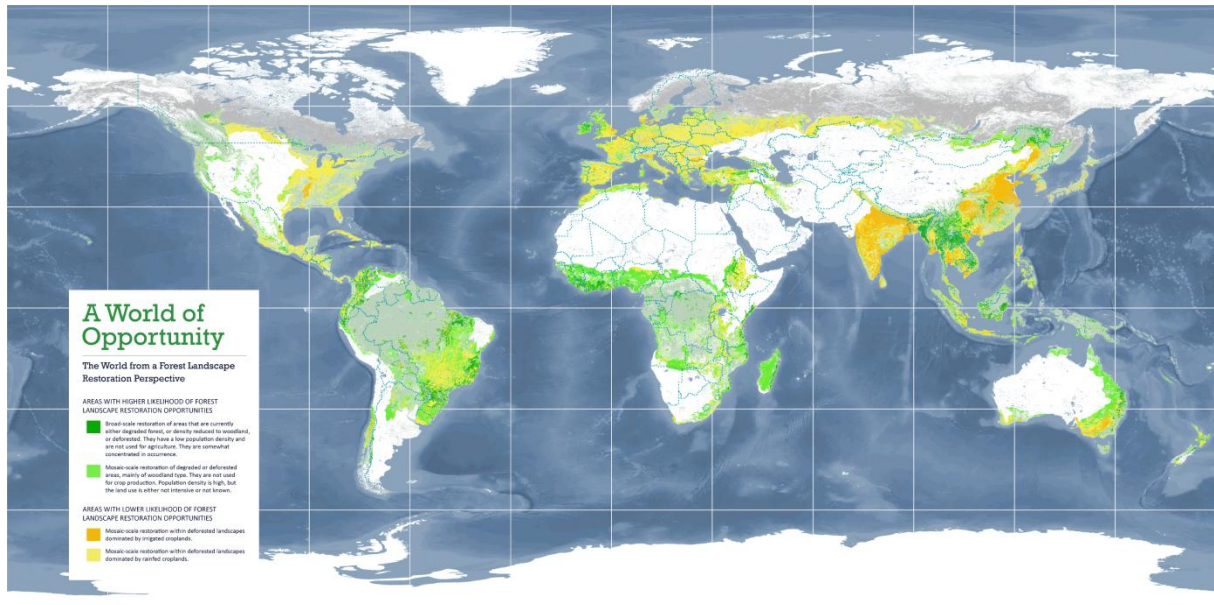
I **Latin-Amerika og Karibia** vil skogbruket bli påvirket av tempoet i økonomisk diversifisering og endringene i arealavhengighet. I Sentral-Amerika og Karibia, der befolkningstettheten er høy, vil økende urbanisering medføre et skifte bort fra jordbruk, avskogingen vil avta, og skogen vil vende tilbake til noen allerede avskogede områder. Her er det betydelige muligheter for å trekke nytte av de globale sosiale goder som etterspørres fra skog, særlig karbonfangst og lagring, men dette vil kreve betydelige forbedringer i politikk og institusjoner. I Sør-Amerika er det imidlertid i følge FAO usannsynlig at tempoet i avskogingen vil avta i den nærmeste fremtiden til tross for lav befolkningstetthet. Høye mat- og energipriser vil favorisere fortsatt konvertering av skogsareal til husdyrhold og vekster for mat og biodrivstoff for å møte den globale etterspørsel.

Bærekraftig skogforvaltning vil fortsette å være en utfordring i en rekke land der det er uklart hvem som har ansvaret for eiendommene.

I **Nord-Amerika** vil utviklingen avhenge av hvor raskt man kommer over den finansielle lavkonjunktorens innflytelse på etterspørselen etter trevirke og treprodukter. Sektoren må møte klimautfordringene, herunder de hyppigere og mer alvorlige skogbrannene og insektskader. Trevirke vil i stigende grad bli etterspurt for energiproduksjon, særlig hvis produksjon av biodrivstoff fra cellulose blir lønnsomt. I så fall ventes økte investeringer i skogplanting. USA og Canada ventes fortsatt å ha temmelig stabile skogarealer, selv om noen store skogselskapers salg kan påvirke skogforvaltningen. I Mexico vil endringer i avskogingsraten avhenge av tempoet i overgangen fra landbruksøkonomi til industriøkonomi.

Skoger dekket tidligere et mye større område enn de gjør i dag. Dagens skoger dekker på global basis i overkant av halvparten av de områdene som det er realistisk å skoglegge. Store skogarealer har tidligere gått tapt til å produsere mat, tømmer og energi, og til å gi rom for bosettinger. Det er mulig å plante skog på noen av disse områdene igjen.

Figur 1.2 Arealer hvor det er mulig å plante skog.



Kilde: World Resources Institute.¹ Eksisterende skog er merket grått.

Figur 1.2 viser hvor det faktisk vokser skog i dag, og hvor det har foregått en betydelig tropisk avskoging i perioden 2000-2005. Figuren viser også hvor det er mulig å øke skogarealet. Mer enn en milliard hektar spredd over mange kontinenter og land kan i prinsippet gjøres om til skog. Det innebærer at skogarealet kan økes med en fjerdedel. Storskala tilbakeføring er mulig på større arealer med brakkland og avskogede områder som ikke brukes til landbruksformål, og hvor befolkningstettheten er lav. Det er også mulig å plante skog på arealer som delvis består av slike områder, men som bl.a. har en høy befolkningstetthet.

I tillegg kommer muligheter for skogplanting på deler av arealer som domineres av ekstensivt beitebruk. Dette er arealer med større konfliktpotensial, men hvor deler av arealene kan være tilgjengelig for skogplanting.

¹ <http://www.wri.org/stories/2009/12/new-hope-restoring-forest-landscapes>

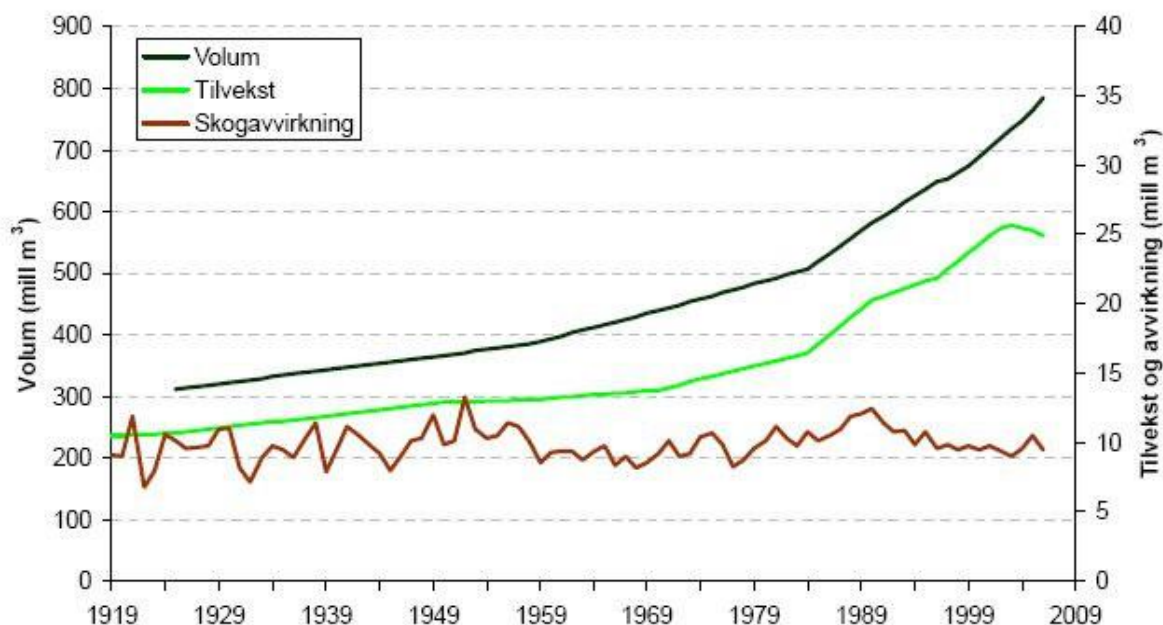
2. Skogreising i Norge

Skogene i Norge har fortsatt langt lavere utbredelse enn for 500 år siden. Den første store ekspansjonsperioden i norsk skognæring kom i perioden 1520 – 1620 (Kystskogbruket, 2008). Til opp mot begynnelsen av forrige århundre var skognæringen en svært viktig eksportnæring. Kystområdene i sør var i første omgang de mest aktuelle eksportområdene, fordi skogen var lett tilgjengelig, man hadde vannkraft til å skjære tømmeret og transporten på båt var lettvin. Etter hvert som det ble vanskeligere å få tak i tømmer, trakk virksomheten lengre inn i landet og lengre nordover langs kysten.

I Kystskogbruket (2008) anslås at de samlede kubikkmasser i landets skoger fra ca 1500-tallet til begynnelsen av 1900-tallet ble redusert fra ca 1 milliard kubikkmeter til ca 315 millioner kubikkmeter. For kystfylkene var nedgangen mange steder relativt sett langt større. Rundt forrige århundreskifte bygget det seg derfor opp en nasjonal forståelse om at skogene måtte gjenoppbygges. Dette ga støtet til et stort nasjonalt 100-årsprosjekt, kalt Skogsaken, med målsetting om å bygge opp skogene gjennom å føre en langsiktig og målrettet skogpolitikk. Starten på moderne skogpolitikk markeres gjerne med opprettelsen av Det norske Skogselskap i 1898, etableringen av Landsskogtakseringen i 1919 og Lov om skogvern i 1932.

Denne snuoperasjonen har ført til at landets samlede skogvolum i følge data fra Landsskogtakseringen er godt og vel fordoblet, til 823 mill. kubikkmeter i 2009. Brutto tilvekst av stående masse har økt fra rundt 10 millioner kubikkmeter til rundt 25 millioner kubikkmeter fra 1919 til i dag. Samtidig har avvirkingen i norske skoger ligget relativt stabilt rundt 10 millioner kubikkmeter per år over hele perioden, inkludert anslagsvis 2–3 millioner kubikkmeter ved til energiformål. Nettotilveksten i stående masse har således vært på ca. 15 millioner kubikkmeter/år. Se figur 2.1.

Figur 2.1 Utvikling i volum, årlig tilvekst og skogavvirking.



Kilde: Klif (2010a)

Stående masse i norske skoger øker årlig med rundt 2 prosent. Figur 2.1 viser at utviklingen av årlig brutto tilvekst hadde et tilsynelatende toppunkt i 2005. Det skyldes skogens alderssammensetning. Mye av skogen har nådd den mest produktive fasen, og årlig tilvekstrate vil dermed avta. I tillegg har investeringer i etablering av skog over en lengre periode vært lavere enn tidligere. Mellom 1960 og 1970 ble det plantet ca. 100 millioner skogplanter pr år, mens det i dag plantes i overkant av 20 millioner pr år.

Rundt 120 mill. dekar eller 37 prosent av arealet i Norge er dekket av skog (Klif, 2010a). Dette fordeler seg på rundt 76 mill. dekar produktiv skog, 17 mill. dekar uproduktiv skog, 6 mill. dekar trebevokst myr under barskogsgrensa og 21 mill. dekar fjellbjørkskog over barskogsgrensa 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.

Det er til tross for dette ennå ikke like mye skog i Norge som i førindustriell tid. I de fire vestlandsfylkene har det stående volum økt ca 6 ganger, fra ca 15 mill. kubikkmeter i 1925 til ca 95 mill. kubikkmeter i dag.

For store deler av kystskogbruket var det ikke bare rovhogst og manglende foryngelse som i sin tid reduserte skogene. Omfattende beiting har også hatt stor negativ effekt på skogproduksjonen.

2.1 Skogreising i kystområdene

Skogressursene i kystfylkene har økt kraftig fra 1925 til i dag. Produktivt skogareal har økt, men mest har treantall, volum og tilvekst økt.

Tabell 2.1. Endring i stående volum og årlig tilvekst fra 1925 - 2002. Landsdelsvis, alle treslag, sammenlignet med hele landet (Bruttotall).

Landsdel	Volum i mill. kubikkmeter m/bark		Årlig tilvekst i mill. kubikkmeter	
	1925	2002	1925	2002
Vestlandet	15	95	0,5	3,4
Trøndelag	50	90	1,3	2,3
Nord-Norge*	20	55	0,6	1,6
SUM	85	240	2,4	7,3
Landet	315	735	10,7	25,5

*Tallene omfatter ikke Finnmark fordi det mangler taksttall.

Kilde: Kystskogbruket (2008).

Tabell 2.1 viser at stående volum med skog langs kysten har økt med vel 180 prosent fra 85 til 240 mill. kubikkmeter, mens volumet i landet som helhet er doblet. Videre viser tabellen at årlig tilvekst har økt vel 3 ganger, fra 2,4 til 7,3 mill. kubikkmeter pr. år, mens hele landets tilvekst har økt knapt 2,4 ganger.

Det er store forskjeller mellom landsdelene. Vestlandet har økt fra minst til størst volum og tilvekst (vel seksdobling). Nord-Norge har også økt kraftig og har nå en stående masse på 55 mill. kubikkmeter og en årlig tilvekst på 1,6 mill. kubikkmeter. Trøndelag, som i 1925 hadde det største stående volumet, har ikke hatt samme kraftige vekst, men

også her har økningen vært betydelig. Trøndelag har fremdeles større brutto stående volum enn Nord-Norge. Arealmessig er skogreising gjennomført på 8,7 prosent av det produktive skogarealet i kystfylkene, varierende fra 0,7 prosent i Trøndelag, 9,3 prosent i Nord-Norge og 15,6 prosent på Vestlandet.

Tabell 2.2. Oversikt over skogarealet i kystfylkene. (1000 dekar=1 Km²=100 hektar).

Fylke	Skogareal i 1000 dekar		
	Totalt	Produktivt	Differanse
Rogaland	2 000	1 400	600
Hordaland	3 600	2 800	800
Sogn og Fjordane	3 700	2 600	1 100
Møre og Romsdal	3 600	2 800	800
Sør-Trøndelag	7 000	4 200	2 800
Nord-Trøndelag	9 000	6 200	2 800
Nordland	9 700	5 800	3 900
Troms	6 800	4 200	2 600
Finnmark	12 000	800	11 200
SUM	57 400	30 800	26 600
Landet	91 100	74 000	17 100

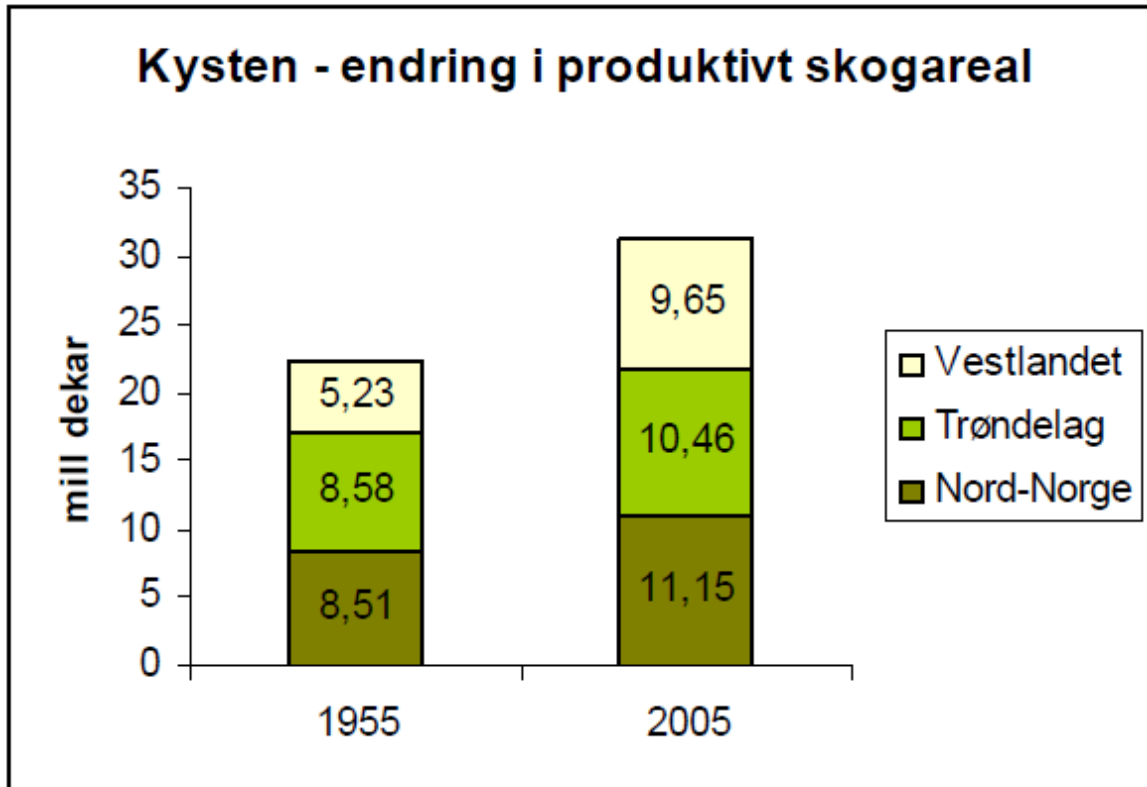
Kilde: Kystskogbruket (2008)

Tabell 2.2 viser at det er stor forskjell på totalt skogkledd areal (alt areal som er skogkledd), og produktivt skogareal (areal med skog som vokser bedre enn 100 liter trevolum pr. dekar pr. år) i kystfylkene. Skogbruket driver næring bare på det produktive arealet som er økonomisk drivbart. Aktiv treplanting og skogforvaltning kan øke det produktive skogarealet.

I tillegg til disse skogarealene finnes det i følge Kystskogbruket (2008) også produktive arealer i kystfylkene som tidligere ble brukt til ulike jordbruksformål, men som i dag enten ligger brakk eller er i ferd med å gå ut av produksjon. På disse områdene er det tiltagende gjengroing. Dette er mange steder skogbruksmessige verdifulle områder med høy bonitet.

Utviklingen i produktivt skogareal er vist i figuren nedenfor.

Figur 2.2 Utviklingen i produktivt skogareal på kysten. Millioner dekar.



Kilde: Øyen m. fl. (2008)

Det produktive skogarealet langs kysten har økt fra 22,3 midt på 1950-tallet og til 31,3 mill. daa i 2005, dvs. med om lag 9 mill. daa. Dette tilsvarer i dag en skogdekningsprosent på 15 i forhold til totalt landareal for dette området. Trekker man også inn lauvskogen over barskoggrensen (vesentlig fjellbjørk) vil man i tillegg få med betydelige skogkledde arealer, og skogprosenten øker til nærmere 20. For alle de tre landsdelene har det vært en vekst i det produktive skogarealet, størst på Vestlandet med hele 84 prosent, men også med en betydelig vekst i Nord-Norge (31 prosent), og i Trøndelag (22 prosent).

Tabell 2.3. Netto stående kubikkmasse og årlig tilvekst i kystfylkene

Fylke	Stående kubikkmasse i 1000 kbm m/bark	Årlig tilvekst i 1000 kbm
Rogaland	12 000	400
Hordaland	31 000	800
Sogn og Fjordane	24 000	880
Møre og Romsdal	29 000	1 020
Sør-Trøndelag	38 000	930
Nord-Trøndelag	49 000	1 350
Nordland	32 000	880
Troms	20 000	600
Finnmark	8 000	160
SUM	243 000	7 020

Kilde: Kystskogbruket (2008)

Tabell 2.3. viser fylkesvise tall for stående kubikkmasse og tilvekst. Tilveksttallene i tabell 2.3 stemmer ikke helt med tallene for landsdelene i tabell 2.1. Dette skyldes at tallene i tabell 2.1 er bruttotall, mens tallene i tabell 2.3 er nettotall. Dessuten er en fylkesvis oppsplitting av tallene noe mer usikker enn landsdelstall.

Dagens gjennomsnittlige skogtilvekst pr. dekar i kystfylkene er på 0,24 kubikkmeter pr. dekar pr. år, mens tilsvarende tall for innlandsfylkene er 0,37 kubikkmeter pr. dekar pr. år. Det er således en langt høyere gjennomsnittlig tilvekst i innlandsfylkene. Tilveksttallene gir imidlertid i følge Kystskogbruket (2008) mer et situasjonsbilde av skogtilstanden enn av produksjonspotensialet på arealene. Hovedtyngden av kystskogene er enten unge eller består av glissen skog av furu eller lauvtrær, noe som bidrar til at tilveksten ligger lavt.

Tall fra Landsskogtakseringen (www.skogoglandskap.no) viser bl.a. at tilvekstmassen i plantet granskog på Vestlandet er på ca. 1 kubikkmeter per dekar per år. I Nord-Norge ligger gjennomsnittsproduksjonen i granplantefeltene på ca 0,4 kbm/daa/år. Den plantede kulturskogen har med andre ord en betydelig høyere produksjon enn annen skog.

2.2 Treslag og produktivitet

Den første innføringen av fremmede treslag til Norge kan antakelig føres tilbake til tidlig middelalder i form av frukttrær og bøk (Øyen, 2008). Fra slutten av 1800-tallet økte bruken av eksotiske trær. Trefloraen i Norge var relativt fattig og man var tidlig på jakt etter treslag som kunne dekke behov som hjemlige arter ikke klarte å fylle, særlig langs kysten. Bruken av eksotiske arter ble etter at skogforskningen startet opp i Norge i 1916-17 tatt inn som et viktig fagfelt. Flere treslag, bl.a. busk- og bergfuru, sembrafuru, kontortafuru, kvitgran, sitkagran, lutzgran, engelmansgran, lerk, edelgran, hemlokk og douglasgran, har i forsøk vist seg å ha bedre klima- og voksestedtilpasning, større ytelse og høyere produksjon sammenlignet med norske treslag (Øyen et al 2009).

Andre, særlig ulike furuarter, viste tidlig dårlig tilpasning til klima og jordbunnsforhold, eller var utsatt for skader av ulike slag. Fra 1950-tallet, gjennom opptrappingen av skogreisingen, ble bruken av utenlandske treslag forankret i skogmyndighetenes ønske om effektivt å bygge opp skogressursene.

Bruken av eksotiske arter er i følge Øyen (2008) ikke noe særnorsk fenomen, men har vært vanlig i de fleste land i Vest-Europa og ellers i verden. I følge FAOs statistikk kommer nå mer enn halvparten av verdens forbruk av trevirke fra plantasjer med eksotiske treslag. I Øyen (2008) vises det til at utenlandske treslag i følge Landsskogtakseringens oppgaver dekker ca. 800 000 dekar samlet for landet, og det alt vesentlige av dette er lokalisert langs kysten. Utenlandske treslag er i skogreisingssammenheng benyttet på 10-15 prosent av det tilplantede arealet, hovedsakelig i områder hvor "norske" treslag ikke trives.

Sitkagranen (populært kalt sitka) er et utpreget kysttre med stor utbredelse langs Stillehavskysten fra California og nordover til Alaska (Kibsgaard, 2001). Det finnes ikke lenger enn 80 km fra kysten. Trehøyder er målt til 95 m på Vancouver Island i Canada, mens de høyeste trærne i Alaska er målt til 68 m. Treslaget finnes ofte i blanding med andre bartrær.

Sitkagranen bør stå tett for at greinene ikke skal bli for store og grove. Den trives best på næringsrik jord med frisk fuktighet. Den er sterk mot vind og tåler ensidig vind godt. Sitkagranen kan maksimalt bli 800 – 850 år gammel. Den krysser seg med kvitgran som gir lutzgran, som har mange av de samme egenskapene og tåler trolig kalde vintre bedre enn sitkagran.

Av sitkagranene som ble sådd i 1898 ved Bergen er det nå blitt enkelttrær med høyde på 46 m og med volum på om lag 25 kubikkmeter. Det ble plantet en del sitkagran langs kysten i mellomkrigstida, men det meste av plantingene langs kysten skjedde i perioden 1960-1985 (Kibsgaard, 2001).

Det finnes i dag ca 12 mill. dekar med sitkagran i Nordvest-Europa, hvorav hovedtyngden på de britiske øyer. I Norge er det i følge Kibsgaard (2001) tilplantet et areal på ca 550 000 dekar inkludert lutzgran. Sitkagran finnes plantet i ytre og midtre fjordstrøk i alle kystfylkene oppover til Troms, og er representert i flere hundre forsøksfelt. Lutzgran er sporadisk plantet i høyereliggende fjordstrøk vestafjells samt i kyst- og fjordstrøk i Nordland og Troms (Øyen, 2008).

Mens man for bartrær som sitkagran, vestamerikansk hemlokk, kjempeedelgran, douglasgran, kjempetuja og vanlig gran kan oppnå en produksjon som overstiger 2,0 m³/daa/år, vil lauvtrebestand og furubestandene i følge Øyen (2008) gjennomgående ha en produksjon som ligger et godt stykke under 1,0 m³/daa/år, og for de fleste lavere enn 0,6 m³/daa/år. Granskogene på Vestlandet har som nevnt en produktivitet på ca 1 m³/daa/år eller en arealeffektivitet som er ca. 4 ganger høyere enn naturskogen av furu- eller lauvskog. Sammenlikningen er imidlertid noe misvisende da man for granskogene, i tråd med de planene som ble lagt på 1950- og 60-tallet, har gjort et utvalg av bedre markslag til planting. Furuskogene er tilsvarende gjennomgående utbredt på de jordbunnsmessige fattige og tørre utforminger.

Forskjellene mellom treslagene i produktivitet er relativt liten i Trøndelag hvor naturskogarealene dominerer, mens i Nord-Norge yter granskogarealene relativt sett 2,6 ganger mer enn lauvskogarealene. Om gjennomsnittsproduktiviteten på Vestlandsarealene settes til 100 prosent har Trøndelag en ytelse på 58 prosent og Nord-Norge 38 prosent (Øyen, 2008).

Produksjonspotensialet i kystskogene er størst for de sørvestligste fylkene og faller noe med økende breddegrad. Men nærhet til havet og Golfstrømmens klimautjevne effekt nordover utvisker en god del av breddegradseffekten. Selv på 70° grader nord i ytre kyststrøk finnes forsøksfelt med lutzgran hvor middeltilveksten ligger over 1,0 m³/daa/år, og i Bardu i indre Troms har en i følge Øyen (2008) gjort forsøk med vanlig gran hvor middeltilveksten så langt har kommet opp i 1,2 m³/daa/år.

2.3 Potensialet for ytterligere skogreising langs kysten

I følge Kystskogbruket (2008) finnes det fortsatt store arealer som egner seg for skogreising/treslagskifte. Man har i dag en forventning om at gjengroingen på kysten i løpet av de neste 60 år vil omfatte 8-10 mill dekar. Det gjenstår anslagsvis 2,2 mill. dekar i forhold til skogreisingsplanene fra 1954. Det er grunn til å anta at dette arealet, og med små miljømessige konsekvenser godt og vel kan fordobles. Gjengroingsarealer bør også kunne komme i betraktning, slik at et mulig tilplantingsareal i følge Kystskogbruket (2008) godt kan være vel 5 millioner dekar. Et slikt ekstra tilplantingsareal vil øke det produktive skogarealet i kystfylkene med en sjettedel.

Treslagsvalg vil være svært viktig for mengden biomasse som dannes og CO₂ som bindes. Vi kommer tilbake til det i kapitlet om samfunnsøkonomisk nytte og kostnader. Uansett hvilket treslag som velges må treslaget passe til lokalklimaet der det plantes.

Øyen (2008) skisserer tre alternative tiltaksplaner for Vestlandet for å øke CO₂-bindingen i skogen og skogarealet over en 60-årsperiode:

- Alt. 1 og Alt. 2: Produktivt skogareal vokser fra 31,2 til ca. 36 mill. dekar
- Alt. 3: Produktivt skogareal vokser fra 31,3 til 40 mill. dekar.

Det er forutsatt at tyngden av nyplantning vil foregå på gjengroingsarealer i de midtre og indre fjordstrøkene.

En satsing av denne størrelsen må søke å ivareta mangfoldet av naturskogtyper og naturskogkvaliteter i et slikt omfang at miljøkvalitetene ikke forringes. Dette kan i følge Øyen (2008) gjøres på ulike måter, og forholdet er bl.a. behandlet i St.meld. 21 (2004-2005) Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand. En større vektlegging av biologisk mangfold i skogbruket har de siste tiårene bidratt til at det kartlegges og avsettes biologisk viktige områder (BVO) i skogbruksplanleggingen. Disse velges ut på grunnlag av miljøregistreringer (MIS). Det er ikke noe krav til fredning av slike arealer (noen miljøer vil kreve spesiell skjøtsel), og normalt forvaltes de av skogeiere.

Et nytt skogprogram betinger større fokus også på de miljøverdiene som ligger utenfor dagens kulturskoger, gjengroingsarealene og snaue arealer. Skogreising på nye arealer

bør skje planmessig hvor det bl.a. tas hensyn til biologisk mangfold. For eksempel har man i følge Øyen (2008) i Danmark laget retningslinjer på hvordan en slik omforming bør skje, noe som også bør kunne være aktuelt i Norge.

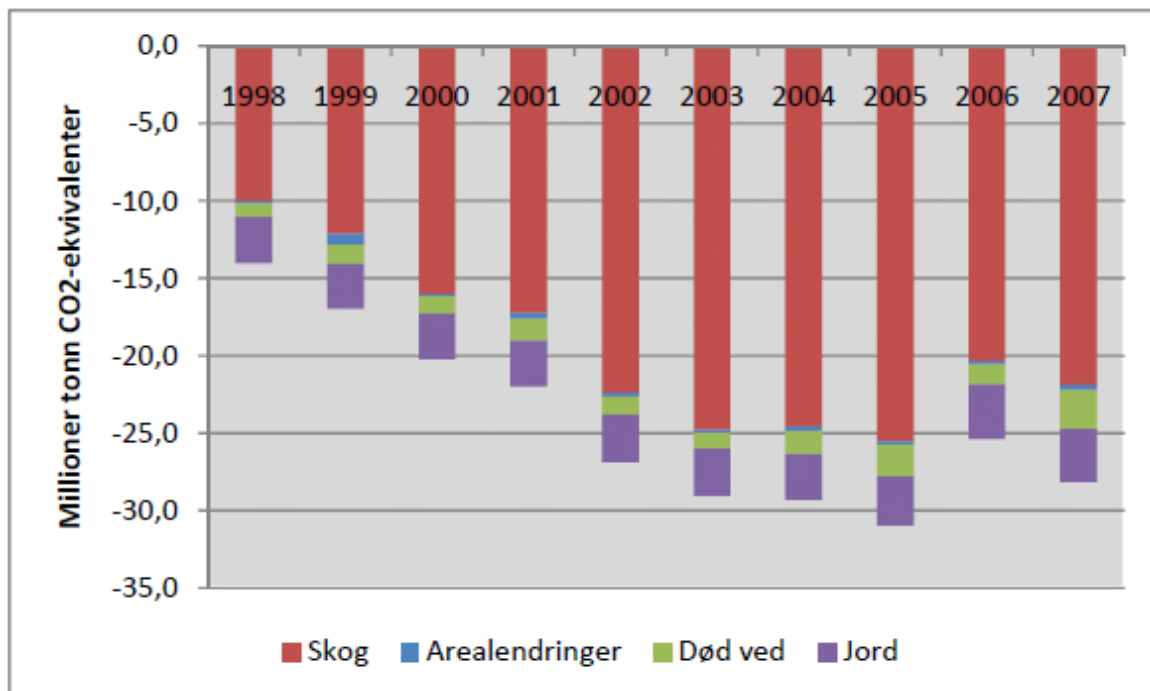
3. Norsk skogbruk i klimasammenheng

3.1 Skog som karbonsluk

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 (Klif, 2010). Internasjonalt fremheves ofte skogens betydning som karbonsluk, og ikke minst fremheves det fra norsk side. I Norge har vi i mange år 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 i Norge. Selv om nettoopptaket kan variere mellom år, øker det totale karbonlageret i norske skoger.

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 skogbestanden, treslag, skogskjøtsel, tilgang på næringsstoffer, geografisk område, temperatur, pH, forhold mellom næringsemner, fuktighet, samt at kvaliteten på strøet påvirker nedbrytningen av jordas organiske materiale. Mye av karbonet forsvinner gradvis fra jorda ved jordrespirasjon og gjennom avrenning av oppløst organisk materiale. Det som blir igjen i jorda har imidlertid potensial til å lagres i svært lang tid (Klif, 2010).

Figur 3.1 Årlig CO₂-opptak i Norge. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

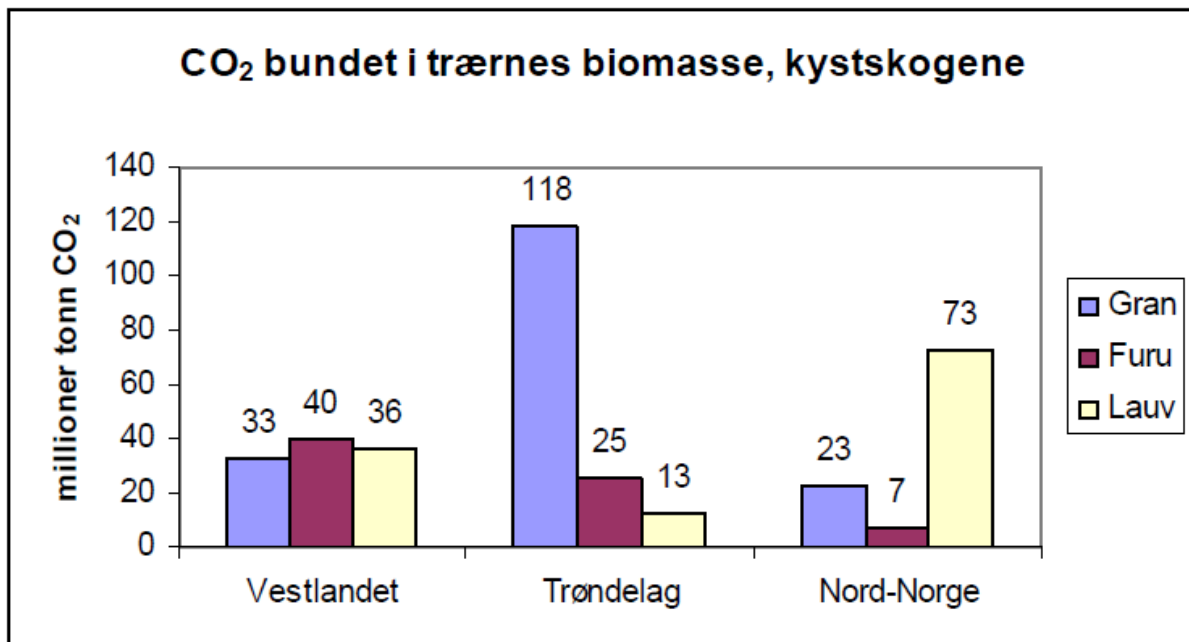


Kilde: Klif (2010a)

Figur 3.1 viser hvordan CO₂-opptaket i skogen har utviklet seg over tid. Vi ser at opptaket nådde en topp i 2005. I følge Klif (2010a) forventes opptaket å avta i årene framover. Dette skyldes at årlig tilvekstrate vil avta på grunn av skogens alderssammensetning (det meste av skogen har nådd den mest produktive fasen), og at investeringene i etablering av skog over en lengre periode har vært lavere enn tidligere.

Karbonlageret i jorda bygger seg vanligvis opp i løpet av et vekstomløp, eller er tilnærmet stabilt. Etter hogst får jorda en ekstra tilførsel av organisk stoff via hogstavfallet, dvs. 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 knyttet noe usikkerhet til hvor store mengder karbon som er lagret i jorda og hvordan ulike skogtiltak påvirker dette lageret.

Figur 3.2 CO₂ bundet i stående trær i kystskogen (ekskl. Finnmark) fordelt på dominerende treslag. Kun produktive skogarealer er inkludert.



Kilde: Øyen m.fl. (2008)

Figur 3.2 viser at kystskogene per i dag har bundet om lag 370 mill. tonn CO₂ i stående masse utenom jord. Samlet sett er det største karbonlageret å finne i de store arealgruppene, bl.a. med granskog i Trøndelag (6 mill. daa) og lauvskogen i Nord-Norge (7 mill. daa.). I forhold til areal fremstår de ca. 1,6 mill. daa med granskog på Vestlandet med den klart største arealeffektiviteten som karbonlager og har så langt bundet om lag 33 mill. tonn CO₂.

I tillegg til karbonbindingen i stående masse kommer karbonbindingen i skogsjorda, som altså er usikker, men som er anslått til å være omlag 4 ganger større (Øyen m.fl., 2008).

Tabell 3.1 Årlig tilvekst og hogst (mill. m³) og årlig nettobinding av CO₂ (mill.tonn).

	Vestlandet	Trøndelag	Nord-Norge	Kysten
Bruttotilvekst	3,436	2,334	1,565	7,335
Hogst	0,310	0,789	0,210	1,309
Nettotilvekst	3,126	1,545	1,355	6,026
CO₂-binding	4,7 mill. tonn	2,3 mill.tonn	2,0 mill. tonn	9,0 mill. tonn

Kilde: Øyen m.fl. (2008)

Tabell 3.1 viser at trærne i kystsonen årlig akkumulerer 9 mill. tonn CO₂. I tillegg kan man forvente at det skjer en viss akkumulering av karbon i jordsmonnet gjennom nedbrytning av død ved, humusoppbygging etc., jf. også figur 3.1.

3.2 Skog i Kyotoprotokollen

Kyotoprotokollen gir ikke Norge anledning til å få godskrevet opptak fra skog fullt ut, fordi det er satt et tak på hvor mye landene kan kreditere i karbonbinding fra skog for første forpliktelsesperiode 2008–2012 (Klif, 2010a). Med dagens regler får et land under Artikkel 3.3 regnskapsført alt opptak og utslipp av klimagasser som følge av aktivitetene skogreising og avskoging (dvs. arealbruksendringer) på områder hvor skogreising og avskoging har funnet sted etter 1990, og deler av opptak og utslipp som følge av de aktivitetene under Artikkel 3.4 landet frivillig velger å rapportere. Norge har valgt å rapportere 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 mill. tonn CO₂-ekvivalenter.

Skogreising etter 1990 vil binde relativt lite karbon i Norge frem til 2020. Avskoging vil på den annen side gi utslipp siden det er fullvoksen skog som felles. Nyere beregninger viser i følge Klif (2010a) at Artikkel 3.3 samlet vil gi et nettoutslipp på 0,1–0,2 mill. tonn per år i Kyoto-perioden og være tilnærmet null i 2020.

Da Stortingets klimaforlik ble fremforhandlet i 2008, ble det i følge Klif (2010a) 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 mill. tonn CO₂ innen 2020, slik at Norge til sammen kunne få regnskapsføre 3 mill. tonn CO₂ av opptaket i skogen i 2020. Dette er inkludert i klimaforlikets målsetting om å redusere klimagassutslippet med 15–17 mill. tonn innen 2020. 3 mill. tonn CO₂ fra skogen representerer gratiskvoter Norge får uten å iverksette ytterligere tiltak, basert på daværende kunnskap og eksisterende bokføringsregler. Som vist ovenfor viser nyere beregninger at dette er betydelig overdrevet når det gjelder opptak under Artikkel 3.3.

Ved måling og beregning av nettoopptaket av CO₂ er det i tråd med retningslinjene til Klimakonvensjonen forutsatt at karbon i tømmer som avvirkes til bruk som byggematerialer og til bioenergi, regnes som utslipp i det tømmeret forlater skogen. I det norske klimagassregnskapet er det derfor heller ikke korrigert for at en stor andel av karbonet som fjernes fra skogen lagres over lang tid som trematerialer i bygninger, møbler og lignende. Dette er i tråd med retningslinjene for rapportering til Kyotoprotokollen.

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 kan være bidrag til å nå framtidige utslippsmål.

3.3 Skog i en mulig fremtidig klimaavtale

Dagens regelverk under Kyotoprotokollen, med et tak på krediteringen fra skogskjøtsel 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 i følge Klif (2010a) 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 et eventuelt nytt klimaregime kan bli seende ut frem mot 2020 er usikkert. I de pågående forhandlingene diskuteres i følge Klif (2010a) blant annet størrelsen på de samlede utslippsforpliktelser for den andre forpliktelsesperioden (etter 2012) for Annex I-landene (landene med tallfestede utslippsforpliktelser), og herunder i hvor stor grad skog og arealbruksendringer 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 og om det skal inkluderes regler som korrigerer for ekstreme hendelser som skogbrann og insektangrep.

Det vurderes også om andre aktiviteter som binding av CO₂ i produkter skal inkluderes i rapporteringen. Et mulig utfall fra disse forhandlingene er i følge Klif (2010a) 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 nevnt ovenfor. Dette er fremdeles svært usikkert.

3.4 Hvor klimavennlig er økt bruk av trevirke?

Det synes å være bred enighet i alle fagmiljøer om at trær som vokser binder opp karbon fra atmosfæren og således bygger betydelige karbonlagre over tid. Pga. dette er skogplanting og redusert avskoging sett på som viktige og billige klimatiltak. Det er videre enighet om at skog som avvirkes og benyttes i bygninger m.v. som innebærer fortsatt lagring av karbon er positivt, og de fleste ser ut til å mene at dette bør trekkes inn i klimagassregnskapene og i en framtidig klimaavtale.

Uenigheten oppstår når skogen skal avvirkes og virket benyttes i ulike sammenhenger til erstatning for bl.a. bruk av fossile energivarer. Økt avvirkning bidrar til nærmest umiddelbart utslipp av lagret karbon dersom virket brennes eller benyttes som råstoff i treforedling og lignende som ikke innebærer langvarig lagring i treprodukter. I Holtsmark (2010) pekes det også på at økt avvirkning vil føre til økte utslipp i svært mange år fra hogstavfall som blir liggende igjen og avgi karbon. Her vises et eksempel hvor en fra en situasjon med "steady state", i den forstand at omløpstiden er konstant over tid slik at skogen er kommet over i en tilstand der uttak og stående masse er konstant øker uttatt masse med 500 m³ hvert år, og planter nye trær på de områdene som hugges. Dette gir økte utslipp over mange år ettersom det tar tid før de nyplantede trærne tar opp større mengder karbon. Det vises også at selv om en trekker fra reduserte utslipp som følge av at virket omdannes til pellets og erstatter bruk av kull i

varmekraftverk, benyttes som ved for å erstatte en sentral oljefyr eller benyttes til produksjon av biodiesel, så vil økt uttak innebære en netto utslippsøkning i størrelsesorden 80 – 180 år framover avhengig av hva virket erstatter.

Denne analysen er blitt heftig kritisert fra en rekke hold, se bl.a. Sellæg (2010) og Solberg og Sjølie (2010). Det pekes bl.a. på at det er valgt et stilisert eksempel hvor det bl.a. hogges langt mer enn tilveksten i skogen, mens vi i Norge i dag hugger mindre enn halvparten av tilveksten. Dessuten ser en bort fra at hogst gir flere ulike kvaliteter samtidig (skurtømmer, massevirke, og energivirke) som fordeles til ulike typer videreforedling i markedet, og at det i dag bare er hogstavfall som benyttes til energiformål. Bioenergivirke er i hovedsak et biprodukt fra trelastindustrien og skogskjøtselen, og økt etterspørsel etter bioenergi vil bare i liten grad påvirke avvirkningen. Videre ser beregningene bort fra at mye av den norske hogstmodne skogen er glissen og utnytter markas produksjonsevne dårlig. Dersom denne skogen hogges og den nye skogen skjøttes godt vil karbonopptaket øke betydelig over tid. Det hevdes derfor at avvirkningen i Norge kan økes uten at det stående volumet reduseres permanent, og at klimagevinsten av økt avvirkning drastisk undervurderes i Holtmark (2010).

Vi vil peke på at IPCCs retningslinjer for føring av klimagassregnskap definerer landenes *bruk* av biomasse som karbonnøytralt blant annet fordi nettoutslippene fra hogging av skog registreres i landenes klimagassregnskap (IPCC, 2006). Dermed vil utslippene i prinsippet tas hensyn til så lenge uttaket av biomasse skjer i et land med utslippsforpliktelser (Annex I-land), for eksempel når norskprodusert virke benyttes. Behandlingen av bruk av biomasse som en karbonnøytral råvare er således helt i tråd med retningslinjene for det internasjonale klimasamarbeidet og bl.a. hvordan Kyotoprotokollen skal oppfylles. Protokollen regner imidlertid ikke med utslipp fra alle typer endringer i skog og landskap. En annen ting er at dagens regnskapsføring ikke gir brukerne av biomassen noen insentiver til å ta hensyn til utslippene fra bruken av biomassen når man står overfor valget mellom å benytte biomasse eller andre innsats/energivarer basert på fossile råvarer.

Uansett burde alle debattanter kunne være enige om at *plantning* av ny skog er et svært kostnadseffektivt klimatiltak som kan binde mye karbon i årene framover. Et viktig tilleggsmoment i denne forbindelse er at skogplantning gir fleksibilitet mht. framtidig virkesbruk og utslipp av CO₂. Når skogen som plantes i dag skal hogges om 60-120 år, kan klimaproblemet være løst, eller en kan ha kommet til at klimaproblemet er så alvorlig at en ikke kan forbrenne virket uten CO₂-rensing. Uansett vil en da ha et betydelig ressursgrunnlag som kan høstes og benyttes til energiformål eller som råstoff til ulike industriprosesser som vi i dag kanskje ikke kjenner. Planting av skog fremstår derfor som en god og billig forsikringsstrategi for å begrense klimaendringene.

4. Naturmangfold og norsk skogbruk

4.1 Bakgrunn

Hensynet til biologisk mangfold har blitt et stadig viktigere premiss for skogbruksaktivitetene. I Kystskogbruket (2008) pekes det på at det i de siste tiårene med jevne mellomrom har dukket opp diskusjoner om gran hører hjemme på Vestlandet eller i Nord-Norge nord for Saltfjellet. Det vises til at det er uklart om man i denne diskusjonen har vært mest opptatt av de estetiske og visuelle sidene knyttet til granplantefeltene eller om bekymringene har vært motivert ut fra hensynet til naturmangfold.

Dels har det blitt hevdet at gran ikke finnes naturlig i disse delene av landet og at den derfor heller ikke bør innplantes. Gran finnes spontant utbredt i alle fylker i Norge. Når den bare lokalt og i begrenset grad så langt har klart å etablere seg vest for de indre fjordstrøkene på Vestlandet og kun sporadisk nord for Saltfjellet, skyldes det i første rekke at den har hatt begrenset med tid til rådighet, dels at spredningen har vært hindret av topografiske forhold og hard beiting (Kystskogbruket, 2008).

Behovet for vern av skog i Norge er pekt på fra mange hold. I dag er ca 1,5 prosent av det nasjonale produktive skogarealet vernet, tilsvarende verneandel for kystfylkene er 2,3 prosent. Gjennom "frivillig vern"-systemet har en oppnådd at stadig mer skog vernes, og at konfliktene rundt dette er redusert. Konfliktene oppstår ofte ved at verneforslagene gjerne kommer i gammelskogen og ofte i den sentralt beliggende delen av den.

I Kystskogbruket (2008) vises det til at naturmangfoldet i skogsamfunnet er i stadig endring, både i naturskog og i skoger med aktivt skogbruk. Alle skogarealene i Norge, inklusive alle de vernede arealene, vil derfor ha et annet naturmangfold om 50 år enn det de har i dag. Ulike arter av lav, planter, fugler og dyr vil måtte forflytte seg til et annet sted etter hvert som skogene endrer seg og leveforholdene for artene i skogen endres. Utfordringen blir derfor å ta vare på naturmangfoldet samtidig som naturen endrer seg.

I de siste tiårene har det fra miljøvernhold blitt en økende bekymring for spredning eller spredningspotensialet for eksotiske treslag, og man har ønsket å klarlegge effektene en slik spredning kan ha på det biologiske mangfoldet, bl.a. på landskapsbildet (Øyen, 2008). Studier på dette feltet både for å klarlegge spredningen (areal, tid) og de økologiske effektene har pågått i lang tid.

Ifølge utsagn i pressen vil det bli ørken under sitka- og lutzgran fordi det ikke kommer lys ned til bakken. På dette området er sitkagranen i følge Sellæg (2010) imidlertid akkurat som andre bartrær. Skogbruksmessig er det en fordel at skogen vokser med riktig tetthet, fordi virkeskvaliteten da blir best (jf. Vadla 2007), og det er viktig når en satser på langsiktig produksjon på et avgrenset areal. Det hevdes derfor fra skogbrukshold at sitkagranskoger ikke påvirker presumtivt norske arter mer enn annen granskog.

Det nevnes som et problem at sitkagranas frøsetting og spredning er sterkere enn hos norske bartrær, og at den derfor vil spre seg "som kaniner i Australia". For norske bartrær er den naturlige foryngelse gjennomgående svak langs hele kysten. Det meste av

bartreskogene må derfor plantes, mens lauvtrærne kommer gjennom naturlig foryngelse. Dersom sitkagranen sprer seg til steder den ikke skal være, hevdes det fra skogbrukshold at man ganske enkelt kan rydde den vekk. Det skyldes blant annet at den eventuelt vil bruke meget lang tid på å spre seg. Foreløpig har man ikke sett spredning i nevneverdig skala.

4.2 Sertifisering

Siden 1998 har miljøbevegelsen og skognæringen stått bak en felles standard kalt Levende Skog, som legger rammer for et bærekraftig skogbruk. Dette har vært et frivillig system med nøytrale kontrollører som jevnlig kontrollerer at skogene drives i tråd med standardene. I kystskogbruket finnes i tillegg spesielle forvaltningsopplegg rundt spesielt registrerte kystbarskoger. I Kystskogbruket (2008) anslås det at dette systemet har medført at minst 5-7 prosent av det produktive skogarealet tas ut av drift og forbeholdes produksjon av miljøelementer.

I tillegg finnes det en rekke ulike internasjonale standarder og sertifiseringsordninger. Konsekvensen for en skogeier av å overtre lover og regler for ivaretagelse av naturmangfold vil være at man ikke får solgt tømmeret, evt. nektes tilskudd til investeringen eller endog straffes med bøter.

I forbindelse med forhandlingene om revidering av deler av denne standarden og etablering av en norsk Forest Stewardship Standard (FSC) har miljøorganisasjonene World Wildlife Fund (WWF) og Samarbeidsrådet for Biologisk Mangfold (Sabima) krevet at det ikke skal kunne gjennomføres skogreising/treslagsskifte med gran på nye arealer ved FSC-sertifisering. I Levende Skog skal det settes så sterke begrensninger at det i følge skogeierorganisasjonene i praksis knapt blir noen planteaktivitet (Pressemelding av 29.06.2010 fra Norges Skogeierforbund og Norskog). Dette samarbeidet mellom skogeierne og miljøvernorganisasjonene er således brutt sammen.

4.3 Naturmangfoldsloven

Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldsloven) trådte i kraft 1. juli 2009. Den erstatter naturvernloven og deler av lakse- og innlandsfiskeloven og viltloven. Loven gir nye regler for bruk og vern av norsk natur.

Etter Naturmangfoldslovens § 30, første ledd bokstav a kreves det tillatelse for å sette ut organismer av arter og underarter som ikke finnes naturlig i Norge, herunder utenlandske treslag. Etter § 30 første ledd bokstav b er det dessuten hjemmel til å gi forskrift om krav til tillatelse for utsetting av organismer som ikke fra før forekommer naturlig på stedet.

Direktoratet for Naturforvaltning (DN) utarbeidet i 2010 utkast til forskrift om utsetting av utenlandske treslag. Forslaget ble sendt på offentlig høring med frist for merknader 06.08.2010. Det kom inn en rekke merknader til utkastet, se nedenfor. DN oversendte 10.12.2010 sitt forslag til forskrift til Miljøverndepartementet, hvor det kun er gjort mindre endringer i forhold til høringsutkastet.

Det heter i brevet som fulgte med utkastet som ble sendt på høring bl.a. at fremmede organismer er en voksende utfordring i Norge, og at innførsel og utsetting av fremmede organismer kan gjøre stor skade på naturmangfoldet. Å hindre spredning av fremmede

organismer som utgjør en risiko for naturmangfoldet er derfor et viktig bidrag til å stanse tap av naturmangfold. Formålet med forskriften er således å hindre at utsetting av utenlandske treslag medfører eller kan medføre uheldige følger for naturmangfoldet. Forskriftsutkastet legger opp til at det må søkes om tillatelse om utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål i henhold til et fastsatt skjema senest to måneder før den eventuelle utsettingen er ment å finne sted. Utenlandske treslag defineres i forskriftforslagets § 3 a) som "arter, underarter, sorter eller provenienser av trær som ikke har sitt nåværende eller historiske naturlige utbredelsesområde i Norge".

I brev av 6.8.2010 hilser Sabima utkastet velkommen, og utdyper sitt syn på utplanting av fremmede treslag. Det pekes på at hovedårsaken til tapet av biomangfold er tap av leveområder på grunn av endret arealbruk, og at planting av fremmede treslag endrer de økologiske forholdene fullstendig. For mange arter knyttet til løvskog og kulturlandskap går det ut på ett om området asfalteres eller plantes til med fremmede treslag, i følge Sabima.

Treslagsskifte på Vestlandet og i Nord-Norge utgjør i følge Sabima et økologisk problem. I Hordaland dekker allerede fremmede treslag godt over 20 prosent av det produktive skogarealet, og i 10 kommuner er mer enn 30 prosent av arealet treslagsskiftet. Det hevdes at dette har gått ut over mange viktige naturtyper, for eksempel de artsrike edelløvskogene og de opprinnelige furu/løvtreblandingsskogene på produktiv mark.

Sabima peker videre på at problemet med treslagsskifte ikke bare ligger i de arealene som er plantet til. Treslagene som brukes, produserer frø i mange tiår før de er hogstmodne. Mellom 300 og 400 småplanter pr. m² er registrert i nærheten av plantefelt. I tillegg er mange av de brukte treslagene skyggetålende og blir høyere enn stedege trær. Det hevdes at skogbruket ikke har kontroll på spredningen, og at det er uansvarlig å diskutere tilplanting av nye arealer uten å ha i tankene at tilstøtende arealer vil bli dominert av fremmede treslag i neste tregenerasjon. Ingen naturtyper skånes i spredningen, og natur som er sårbar, sjelden eller av andre grunner verdifull går tapt i følge Sabima.

Disse påstandene bestrides fra skogbrukshold, og flere av skogbrukets organer har protestert heftig på forskriftsutkastet. Det norske Skogselskap (DnS, 2010) peker i sin høringsuttalelse bl.a. på at Stortingskomiteen ved behandlingen av Ot. prp. nr. 52 (2008-2009), jfr. Innst. O. nr. 100 (2008-2009), var helt klare på at utenlandske treslag skal kunne brukes bl.a. i ordinær skogproduksjon, og at praktiseringen av loven ikke skal bli til hinder for dette. Det vises derfor til at komiteen tar til orde for at kravet om tillatelse for utsetting av utenlandske treslag skal praktiseres på en enklest mulig måte, bl.a. ved å åpne for generelle tillatelser til bruk av utenlandske treslag. Det vises videre til at det går klart fram av Naturmangfoldsloven og forarbeidene at loven ikke kan brukes direkte til å regulere utsetting av norske treslag. Det bes på denne bakgrunn om at forskriftsforslaget trekkes tilbake.

Også Landbruksdepartementet ber om at forskriftsutkastet omarbeides vesentlig og sendes på ny høring, jfr. Landbruksdepartementet (2010). Som nevnt ovenfor har nå DN oversendt sitt forslag til forskrift til Miljøverndepartementet.

4.4 Sitkagrana og norsk naturmangfold

Diskusjonen rundt planting av sitkagran reiser to problemstillinger, nemlig spørsmålet om sitkagran er en fremmed art i norsk natur som ikke bør innføres og om en planting av sitkagran bidrar til å redusere det biologiske mangfoldet ved at den bl.a. gjennom ukontrollert spredning kan komme til å true andre arter.

Etter hva vi forstår er det sistnevnte problemstilling som er desidert viktigst. Ut fra DNs forslag til forskrift (DN, 2010) legges det ikke opp til noen prinsipiell avvisning av planting av sitka og andre fremmede arter, og det vises til at utenlandske treslag har vært utplantet i lengre tid i Norge. Det er således sitkagranas mulige skadelige effekter på andre arter som er avgjørende for om tillatelse til utplanting skal gis.

Mulige skadevirkninger ved planting må da avgjøres ut fra en konkret vurdering i det enkelte tilfelle. Dette vil etter vår oppfatning bl.a. måtte innebære at forekomstene av sjeldne eller truede arter i nærheten av et planlagt plantefelt må vurderes, herunder sannsynligheten for spredning av sitkagrana slik at disse artene kan bli utryddet og mulighetene for å stanse en slik spredning.

Det burde slik vi ser det være mulig å komme fram til konkrete avveininger av hvor sitkagran og andre aktuelle treslag kan plantes, og hvor dette ikke bør skje av hensyn til mulig risiko for å skade andre arter ut fra en samlet vurdering av hvor sårbar den aktuelle arten er i Norge. Dette bør bl.a. omfatte en konkret risikovurdering av hvor arten bør skjermes pga. stor sannsynlighet for å bli truet og hvor dette er mindre sannsynlig og planting av sitkagran dermed kan tillates.

5. Samfunnsøkonomisk nytte og kostnader

Det er i hovedsak tre forhold som er viktig i en samfunnsøkonomisk vurdering av skogreising med sitkagran:

- Økonomien i sitkagranbasert skogreising, dvs. forholdet mellom inntekter og utgifter.
- Sitkagranens evne til å binde karbon og således bidra til å redusere klimaproblemet.
- Sitkagranens virkning på naturmangfold.

Det er relativt opplagt at forholdet mellom inntekter og utgifter hører hjemme i en samfunnsøkonomisk vurdering. Forholdet uttrykkes i form av netto nåverdi regnet med samfunnsøkonomisk relevant rente.

De verdiene karbonbindingen representerer kommer ikke til uttrykk i den opplevde økonomien av skogreising og bør derfor legges til i den samfunnsøkonomiske vurderingen som en merinntektspost.

Hvorvidt de samfunnsmessige verdiene tilfaller grunneier eller andre, er et noe annet spørsmål enn spørsmålet om hvor store verdiene er. Her konsentrerer vi oss om hvor store verdiene er. I den grad verdiene tilfaller grunneier er det grunn til å vente at de blant annet vil uttrykkes i form av økt kapitalverdi for skogreisingsfeltene.

Sitkagran (som andre treslag) kan påvirke naturmangfoldet der den plantes, og kan potensielt også berøre naturmangfoldet på tilstøtende områder. Nyere studier og litteratur som omfatter effekter er sammenstilt av bl.a. Nygaard & Stabbetorp (2006), Øyen et al. (2009). Som vi har sett er det uenighet om hvor store områder som kan bli påvirket, og også om endringene er positive eller negative for samfunnet. I en prinsippoppstilling av de samfunnsøkonomiske virkningene av sitkagranbasert skogreising er det ingen tvil om at virkningen på naturmangfoldet skal med. I praksis er det imidlertid ikke å vente at en skal kunne oppnå konsensus om hva kostnaden (eller verdien) av denne virkningen eventuelt skulle være.

Vi velger derfor å fremstille den samfunnsøkonomiske virkningen av sitkagranbasert skogreising på følgende måte: Vi regner ut det økonomiske potensialet, og legger til anslått verdi av karbonbindingen. Det tallet vi da får, må holdes opp mot virkningen på naturmangfold og eventuelle andre hensyn, som for eksempel næringsutvikling. Som nevnt i avsnitt 4.4 bør det kunne være mulig å finne fram til områder hvor sitkagran kan plantes uten å komme i konflikt med bevaringen av biologisk mangfold, noe som indikerer at kostnadene knyttet til tap av biologisk mangfold kan bli relativt lave.

5.1 Økonomien i sitkagranbasert skogreising

Et nyttig utgangspunkt for å komme fram til et anslag for økonomien i sitkagranbasert skogreising kan være Klif (2010a). I denne spesialanalysen for Klimakur-prosjektet har Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) arbeidet sammen med Landbruks- og matdepartementet, Norsk institutt for skog og landskap og Institutt for naturforvaltning ved UMB for å studere klimaeffekten og – kostnaden av ulike tiltak i skogbruket. Tiltaket som har størst relevans for oss, kalles Planting av skog på nye arealer.

I tiltaket Planting av skog på nye arealer har Klif som forutsetning at én million dekar naturskog² plantes med vanlig gran. Klif presiserer ikke hvor i landet plantingen skjer, men oppgir at det dreier seg om bonitet G20-G26³. Det henvises også til utredningen til Kystskogbruket (2008).

Viktige økonomiske data i analysen til Klif er:

- Plantekostnad på fem kr per plante, fordelt med anslagsvis tre kr i innkjøp og to kr til selve utplantingen.
- Skurtømmerpris for gran på 420 kroner, og massevirkepris på 230 kroner. Prisene er formelt sett konstante og må betraktes som gjennomsnittspriser.
- Fire prosent kalkulasjonsrente.

Priser og kostnader er samfunnsøkonomisk relevante, dvs. de er regnet før effekten av skatt, avgift og tilskudd. Videre antas det at det plantes 200 planter per dekar, og at skogen sluttavvirkes etter 60 år. Med disse forutsetningene finner Klif (2010a) at skogplanting på én million dekar gir et økonomisk overskudd på rundt 780 millioner kroner.⁴

Klif illustrerer også effekten av å beplante fem millioner dekar med gran, altså fem ganger så mye. Det er beregnet å gi et overskudd på rundt 3000 millioner kroner, som er snau fire ganger så mye. En kan spørre seg hvorfor det ikke gir fem ganger så stort overskudd å beplante et fem ganger så stort areal. Svaret kan ligge i forutsetninger om hastigheten i skogplantingen. I det første tilfellet (en million dekar) forutsettes det at man planter ut 50 000 dekar per år i 20 år. I det andre tilfellet (fem millioner dekar) forutsettes det at man planter ut 100 000 dekar per år i 50 år. Det større arealet innebærer altså en tidsforsinkelse, og denne tidsforsinkelsen er en viktig grunn til at overskuddet (som er regnet i nåverdi) ikke stiger proporsjonalt.

Spørsmålet er så i hvilken grad økonomien i å plante sitkagranskog er annerledes enn i Klifs anslag, som gjelder gran av ubestemt type. Vi har spesielt undersøkt om prisen på sitkagran er annerledes enn referanseprisene Klif bruker. Foreløpig selges det små volum sitkagran i Norge (og Sverige). I Vestskog BA er for tiden 15-20 prosent av avvirkingen sitkagran. Den eksporteres til Tyskland siden kvantumet foreløpig er for lite til å avsette egne linjer ved norske sagbruk. Skurtømmerprisen Vestskog får for sitkagran ligger ca 40 kroner lavere enn vanlig gran, mens for massevirke er prisen den samme. Med 60-40 fordeling mellom skurtømmer og massevirke er gjennomsnittsprisen syv prosent lavere.⁵ Virkesegenskaper i norsk sitkagran er bl.a. drøftet av Vadla (2007).

Lavere tømmerpris tilsier lavere overskudd. På den annen side vokser sitkagranen hurtigere og gir mer tømmer enn vanlig gran. Det tilsier høyere overskudd. Mens vanlig gran på Vestlandet har en midlere produktivitet på om lag 1 m³/daa/år, vil sitkagranen

² "Gjengroingsmark med underoptimal tretetthet og mindreverdig virke", Klif (2010a).

³ Bonitet angir hvor høyt treet er blitt 40 år etter at det har nådd 1,3 meter ("brysthøyde"). Bonitet G20 betyr gran på 20+1,3 meter.

⁴ Klif rapporterer 78 millioner tonn CO₂-ekvivalenter og "rundt -10 kr" i tiltakskostnad.

⁵ Opplysningene fra Vestskog kommer fra administrerende direktør Olav Taskjelle.

ha en produktivitet i området 1,6 m³/daa/år (se kapittel 3), og dette vil innebære en forbedring i lønnsomheten.⁶

Siden økningen i produktivitet er prosentvis større enn reduksjonen i pris, mener vi det er grunn til å regne med at lønnsomheten ved å plante sitkagran alt i alt er større enn å plante vanlig gran. Det forholdet at mange skogeiere er interessert i å plante sitkagran istedenfor vanlig gran, tyder jo også på at sitkagran er mer lønnsomt. I områder i Nord-Norge er dessuten ikke vanlig gran noe alternativ.

For å finne ut hvor mye mer lønnsomt planting av sitkagran er, skulle vi ideelt sett matet forutsetningene inn i den modellen Klif har benyttet. Detaljene i modellen er imidlertid ikke oppgitt i Klif (2010a), slik at dette er vanskelig.

I denne situasjonen mener vi det er grunnlag for følgende konklusjon:

Å plante sitkagran på 1 million dekar vil minst gi en lønnsomhet på 800 millioner kroner.

Betegnelsen "minst" innebærer at lønnsomheten vil være høyere enn 800 millioner (hvis øvrige forutsetninger holder), men vi vet ikke hvor mye høyere. Vanlige aktsomhetsprinsipper tilsier uttrykket *minst 800 millioner* fremfor å prøve seg på et konkret anslag som uansett trolig vil bomme på realitetene.

5.2 Karbonbinding

For å beregne den samfunnsøkonomiske verdien av karbonbinding, er det to forhold som er viktige: mengden karbon som bindes og verdien av karbonbindingen.

5.2.1 Mengde karbon som bindes

Formelen for å beregne binding av CO₂ i skogbiomassen tar utgangspunkt i produksjonen av stammevirke per arealenhet. Stammevirket måles i volum og må multipliseres med egenvekten (for tørrstoff) for å få et tall uttrykt i masse eller vekt. Stammevirket i vekt må så multipliseres med den såkalte biomasseekspansjonsfaktoren (BEF). Denne faktoren tar hensyn til at det medfølger greiner, nåler, bark, stubbe og røtter til stammen.

Den størrelsen en da får, gir et anslag for all biomasse i vekt knyttet til et tre. Treet består imidlertid av mer enn karbon og det må multipliseres med karbonandelen i tørrstoff (0,5). Til slutt multipliseres det med molvekten for CO₂ (44/12).

Karbonbindingen i biomassen på arealet før planting med sitkagran må trekkes fra.

Karbonbindingen på et areal påvirkes av skogens tilvekst, alder og struktur og ikke minst den skogskjøtsel som foregår. I eksempelet i Klif (2010a), der vanlig gran plantes ut over en periode på 20 år, er det for eksempel negativt opptak de første ti årene. Grunnen til dette er at det i eksemplet er lagt inn fjerning av eksisterende lauvtrær

⁶ Et annet støttepunkt er at i følge Norsk institutt for skog og landskap sin *kalkulator for treslagsskifte* (http://www.skogoglandskap.no/kalkulator/konvertering_treslag/skiftKalk) er G20 lik S22, altså ti prosent økning i høyde, og G26 er lik S29, som gir drøyt ti prosent økning. (S står for Sitkagran). Dette er jo imidlertid ikke volummål.

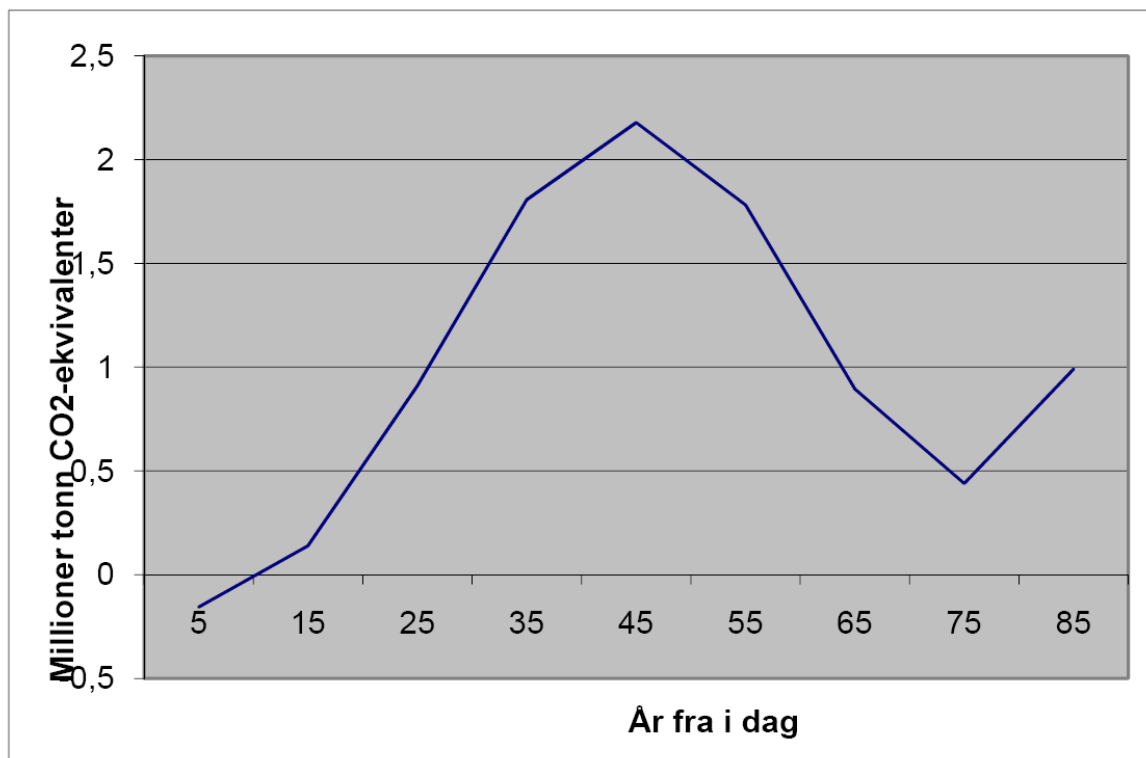
(treslagskifte). Dersom skogkulturen betinger markberedning eller grøfting vil det også avgis CO₂ i noen år inntil veksten i granskogen kommer godt i gang.

I Klif (2010a) stiger opptaket frem til om lag 40 års alder, som er tidspunktet for maksimal løpende tilvekst. Deretter faller opptaket med alderen, se figur 5.1. Etter hogst og ny planting begynner et nytt omløp på de samme arealene.

I alle skoger med ensidig aldersfordeling vil tilveksten ha en slik bølgetendens. Først når en etter en tid har fått normalisert skogen, dvs. når alle alderstrinn er forholdsmessig representert, vil tilveksten og karbonbindingen være stabil.

Ideelt skulle en beregnet karbonopptaket med en dynamisk modell som følger skogens utvikling over tid. Her har vi ikke mulighet til det, men bruker en gjennomsnittsbetraktning.

Figur 5.1 CO₂-opptak fra beplantning av en million dekar med gran



Kilde: Klif (2010a)

Vi diskuterer nå tallanslag for de faktorene som inngår i beregningen av karbonbinding.

Produksjon av stammevirke per arealenhet: Øyen (2008) anslår sitkagranens produksjonsevne til om lag 1,6 m³/daa/år. Øyen (2010) begrunner dette ved å peke på at gjennomsnittlig bonitet på forsøksskogene vi i dag har på Vestlandet og i Nord-Norge er S22, som tilsvarer nettopp 1,6 m³/daa/år ved 60 års omløpstid. Produksjonstabeller for sitkagran i Vest-Norge (Øyen 2005) angir en produksjonsevne fra 12,0 (S40=14) til 32,5 (S40=29), men omløpstiden er da fra 140 år på laveste bonitet til 60 år på høyeste. S22 er et forsiktig anslag i forhold til Klifs utgangspunkt, se fotnote 6.

Biomasseekspansjonsfaktoren (BEF): BEF er i følge Øyen (2010) om lag 2,0 når en tar med binding i stubbe og røtter. Johnsen (2009) fant en gjennomsnittlig BEF på 1,65 (inkluderte kun fraksjoner over stubbe) for sitkagran plantet i Hordaland og Nordland. BEF var i denne undersøkelsen størst i unge bestander og falt med bestandsalder. Undersøkelser på de britiske øyer (bl.a. Levy et al., 2004) angir at andelen av biomasse og karbon i fraksjonene stubbe, grovrøtter og finrøtter er på 41 prosent av de overjordiske fraksjonene. Brukes en faktor på 1,41 vil en BEF for alle fraksjoner være $1,65 \cdot 1,41 = 2,33$. Levy et al (2004) angir en BEF over bakken på 1,438 (std=0,176) og 0,410 (std=0,367) under bakken. Dette skulle gi en samlet BEF på 2,03. En avrundet BEF-faktor på 2,0 synes derfor rimelig dekkende for å estimere mengden karbon bundet i biomasse i norske sitkagranbestand.

Med utgangspunkt i en million dekar gir dette følgende årlige gjennomsnittsbinding:

*Produksjonsevne * egenvekt * BEF * C-innhold * molvekt*

$1,6 \text{ mill m}^3/\text{år} * 0,4 \text{ tonn/m}^3 * 2,0 * 0,5 * 3,667 = 2,35 \text{ millioner tonn CO}_2/\text{år på en mill. dekar.}$

Det tallet vi nå har funnet kan kontrolleres mot anslag i litteratur fra naboland. Litteraturens anslag er gjerne angitt i tonn karbon (C) per hektar og år. 2,35 millioner tonn CO₂ per år på en million dekar tilsvarer 6,4 tonn C per hektar og år.

Kowalaski et al. (2004) har til sammenlikning angitt størrelsen av karbonbinding og tap knyttet til etablering og hogst i plantede sitkagranbestander i UK. De fant et gjennomsnittlig nettoopptak på ca. 6 tonn C per hektar og år over korte omløp på 40 år. I Irland fant Phillips (2000) at netto C-akkumulering i skog lå på 5 tonn C per ha og år over en sekvens på 40 år. Magnani et al (2007) målte maksimum netto produksjon av C i bestand mellom 3 og 30 år på 5,5 tonn C per ha og år. Produktiviteten på disse arealene var 1,6 m³/daa/år, på nivå med det man oppnår i produksjonsskog i de ytre strøkene på Vestlandet, langs Trøndelagskysten og i Nordland. Hovedforskjellene er at man i Norge normalt vil drive skogen med noe lengre omløp sammenliknet med Skottland og Irland.

Et forsiktig estimat for binding i norske bestand med sitkagran kan på denne bakgrunnen være 5 til 6,4 tonn C per ha og år. Den øvre grensen på 6,4 følger som nevnt av formelen over. Et anslag på 5,0 kan begrunnes med den siterte litteraturen. Et anslag på 5,0 betyr for øvrig at en eller flere av faktorene i formelen må gi seg. Det kan for eksempel passe med at produksjonen av stammevirke per areal er 1,25 m³/daa/år. Dermed får vi:

I løpet av 60 år vil en totalt binde opp 110 - 140 millioner tonn CO₂ på en million dekar.

Nå er det som sagt noe CO₂ som bindes opp selv om en ikke planter til med sitkagran. Som vi har sett i kapittel 2.1, ligger den gjennomsnittlige produksjonsevnen for lauvskog i kystskogarealene på 0,25 m³/daa/år. Dette tallet er antakelig rimelig dekkende for arealer med sakte tilgroing av bjørk, selje, osp, rogn osv. dersom tettheten er tilfredsstillende. Tall fra Landsskogtakseringen viser at gjengroingsarealene utviser et stort spenn i tetthet, men at det er større frekvens av gruppert gjenvekst og utilfredsstillende tetthet på slike arealer.

Bestand med lauvtrær har lavere BEF, anslagsvis 1,6. Egenvekten av veden er på den annen side noe høyere, anslagsvis 0,5 tonn/m³. Dette gir en årlig gjennomsnittsbinding dersom man ikke planter sitkagran, på snaue 0,4 millioner tonn CO₂ på en million dekar. Over 60 år blir det til 22 millioner tonn CO₂.

Vi har nå endelig gjort alle mellomregninger ferdig og kan presentere et anslag for opptak av CO₂ dersom man planter sitkagran på en million dekar som tidligere var gjengroingsmark.

Opptak over 60 år på en million dekar gjengroingsmark: 22 millioner tonn CO₂

Netto-opptak over 60 år på en million dekar: 90-120 millioner tonn CO₂

Dersom en tenker seg at fem millioner dekar plantes med sitkagran og arealene har tilsvarende kvalitet, og alternativet er gjengroingsmark, så blir karbonopptaket fem ganger så stort. Over 60-66 år kan en i så tilfelle binde opp hele 600 millioner tonn CO₂. Det tilsvarer 12 år med norske utslipp – på et område som fortsatt bare utgjør i overkant av 4 prosent av landets skogdekte areal.

Det er for ordens skyld viktig å påpeke at vi nå har beregnet opptak over ett omløp. For å unngå at bindingen lekker ut igjen senere, er det viktig at arealene holdes i hevd ved gjenplanting etter hogst. Dersom klimaproblemet etter hvert finner sin løsning, kan man velge å la arealene ligge snaue eller foreta treslagskifte. Uansett har man muligheter for å benytte en betydelig andel av karbonet til byggematerialer eller til energiproduksjon.

I den senere tid har spørsmålet om skogens albedo blitt trukket inn i debatten om skogplanting. Spørsmålet er om skogens mørke flater, som trekker til seg sollys, bidrar til global oppvarming. Forskning tyder på at det kan finnes en slik effekt, men at størrelsen på den kommer an på svært mange forhold. Det finnes dessuten motvirkende effekter, som at skogen skiller ut luktstoffer (terpener) som bidrar til et tynt, avkjølende skylag over et skogbestand. Alt i alt behandler vi albedo og terpener på linje med alle de andre forholdene som bidrar til den allmenne usikkerheten om karbonbindingen.

Anslaget på 90-120 millioner tonn over 60 år tar ikke hensyn til at trær som hugges, men ikke brennes, vil fortsette å holde på sitt karbon i lang tid. Inkluderer man både de kortsiktige og langsiktige substitusjonseffektene blir den samlede effekten av bindingen i skogsektoren større. På den annen side tar vi ikke hensyn til at uttak av virke krever veibygging, maskiner og transport som gir klimagassutslipp. I en ideell verden hvor alle utslipp har en pris vil disse annenordensvirkningene tas hensyn til i kostnadene og dermed komme til uttrykk i punktet som heter økonomien i skogplanting, men i den faktiske verden bør mange av annenordensvirkningene regnes inn eksplisitt.

Våre tall i forhold til Klif (2010a)

Det kan være nyttig å sammenlikne vårt anslag med det i Klif (2010a). Klif (2010a) finner at ved å plante vanlig gran (G20-G26) på en million dekar vil en i løpet av 70 år binde opp 78 millioner tonn CO₂. Klif velger 70 år istedenfor 60 for å ta hensyn til at trærne er forutsatt utplantet over en 20-årsperiode. Etter 70 år skal alle være hugget.

Klif's forutsetning på dette punktet innebærer en tidsforskyvning av karbonbindingen uten at det endrer sluttresultatet.⁷

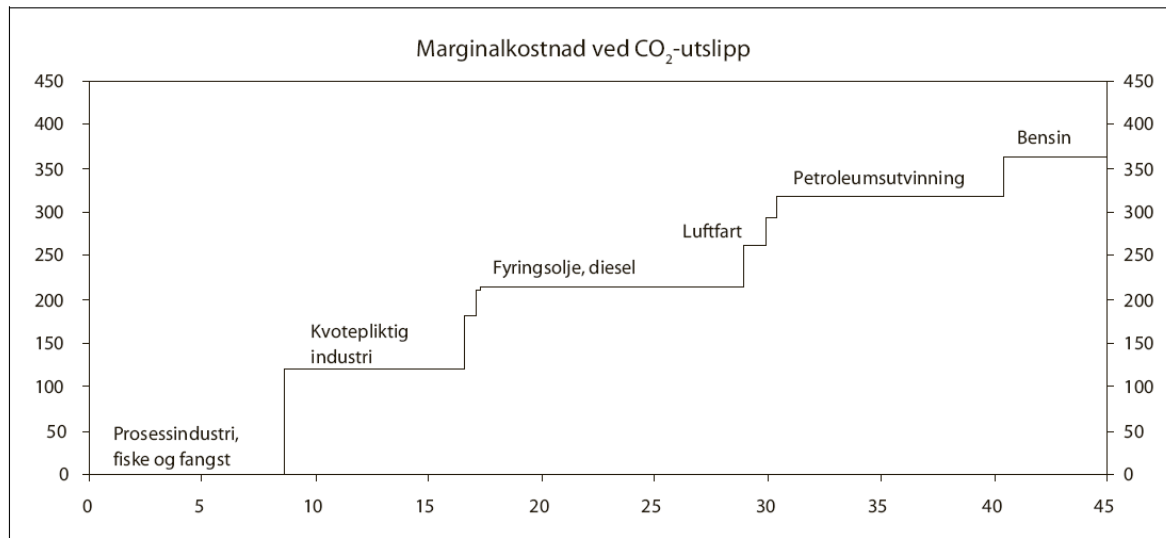
Grunnen til at Klif (2010a) får lavere tall enn oss ligger derfor høyst sannsynlig i forutsetningene om skogens produksjonsevne. Det er velkjent og vist i flere undersøkelser at vanlig gran har om lag 35 prosent lavere produksjonsevne enn sitkagran på samme markslag (Øyen & Tveite, 1998). Vanlig gran er først og fremst et egnet treslag for arealer i de midtre og indre fjordstrøk, mens sitkagran har sitt klareste fortrinn i de ytre, vindutsatte strøkene. Dersom vi i vår kalkyle bruker en produksjonsevne på 1,15 istedenfor 1,25-1,6 m³/daa/år, får vi samme CO₂-opptak over 60 år som Klif. En produksjonsevne på 1,15 samsvarer godt med det som ellers brukes om vanlig gran, rundt 1,0. Resten av forskjellen (fra 1,15 til 1,0 om en vil) kan skyldes ulik metodikk i kombinasjon med Klif's forutsetning om noe bedre bonitet. Vårt intervall indikerer en usikkerhet, og tilsvarende kan det være usikkerhet rundt Klif's metodikk. Alt i alt mener vi at Klif's noe lavere tall for gran ikke gir grunnlag for å justere vårt anslag for virkningen av å plante sitkagran.

5.2.2 Pris (enhetsverdi) av karbonopptak

Den samfunnsøkonomiske enhetsverdien av å ta opp CO₂, kan anslås på ulike måter. Det vanlige er å sammenlikne med hva samfunnet direkte eller indirekte priser CO₂ til i andre sammenhenger, eller å sammenlikne med hva samfunnet må prise CO₂ til for å oppnå viktige politiske mål.

De ulike metodene gir dessverre ulike resultater. Figur 5.2 illustrerer hvordan CO₂ prises i dag. Vi ser at prisen ligger mellom null og drøyt 350 kroner per tonn avhengig av sektor og anvendelse.

Figur 5.2 Pris på CO₂ i ulike sektorer og anvendelser.



Kilde: Finansdepartementet

⁷ Klif neddiskonterer ikke selve karbonbindingen i beregning av kostnadseffektivitet mv.

Et av trappetrinnene i figuren gjelder kvotepliktig industri. Den står overfor EUs kvotepris på klimagassutslipp, som varierer. I skrivende øyeblikk er den 15 euro per tonn, som tilsvarer ca 120 kroner. Dette er noe lavere enn historiske priser. Det såkalte Olsenutvalget (NOU, 2009) anbefaler at EUs kvotepris legges til grunn for norske offentlige beslutninger som har virkninger for klimagassutslipp.

Et annet utgangspunkt er den internt norske målsettingen om å redusere nasjonale utslipp fra ca. 60 til ca. 45 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen 2020. Den store utredningen Klimakur (Klif, 2010b) konkluderer at for å nå dette målet må en pris CO₂-utslippene til mellom 1100 og 1500 kroner per tonn, altså langt mer enn EUs kvotepris. I enkelte beregninger i Klimakur går CO₂-prisen helt opp i 3400 kroner per tonn.

Det kan også være av interesse hvordan andre land priser klimagassutslipp. Den britiske regjeringen har valgt å legge til grunn for beslutninger at CO₂ har en pris i 2010 på snaue 300 kroner per tonn, og en realprisstigning på to prosent i året. Dette gir priser i 2030 og 2050 på 450 og 650 kroner per tonn. Den franske regjeringen har vedtatt å legge til grunn 100 *euro* i 2030 og 200 *euro* i 2050 (NOU, 2009).

De prisene som her er nevnt, er stort sett fremtidspriser. I en økonomisk kalkyle foretatt i dag, må de diskonteres ned og det naturlige er å bruke samme diskonteringsrate som ellers i analysen, dvs. fire prosent.⁸ Det er bare den franske prisen som holder seg oppe i neddiskontert forstand, i det den stiger fire prosent i året mellom 2030 og 2050.

En må også ta hensyn til det faktum at de internasjonale forhandlingene bare i begrenset grad har anerkjent karbonopptak i skog som et klimagassreducerende tiltak. Det har implikasjoner for den prisen karbonopptak har i det internasjonale samfunnets øyne. Det kan være ulike grunner til at forhandlingene ikke fullt ut anerkjenner karbonopptak i skog. Mange peker på at beregnede reduksjoner er usikre og dermed mindre verdifulle. Forhandlingene er imidlertid på glid i dette spørsmålet, og Norge er av de landene som presser mest på for å inkludere såkalte skogtiltak. I en verdimeslig betraktning vil dette heve verdien fra dagens formelle verdi på null, til en verdi som er sammenliknbar med andre tiltak.

Prisen vi velger

Vi er ute etter én gjennomsnittsverdi på CO₂-opptak fra sitkagran som kan brukes til å verdsette opptak gjennom hele 60-årsperioden. Vi har in mente at opptaket er størst i midtre og andre del av perioden.

Vi mener alt i alt det er godt forsvarlig å bruke en pris på 125 kroner i 2010, som er stigende med fire prosent i året. Dette gir karbonopptaket over 60 år, knyttet til å plante en million dekar med sitkagran, en verdi på hele 11- 15 milliarder kroner.

Andre kombinasjoner av priser og prisstigning vil også gi en verdi rundt 15 milliarder kroner. For eksempel vil en høyere pris innledningsvis kombinert med lavere prisstigning kunne gi samme verdi. En skal derfor ikke legge mye vekt på at vår

⁸ Et alternativ kunne vært å bruke en lavere diskonteringsrate på klimagassutslipp. Men det er jevngradig med å bruke vanlig sats, men tilsvarende høyere prisstigning. Vi foretrekker å bruke vanlig sats, men prisstigning, og synes det gir best uttrykk for de underliggende realitetene.

karbonpris starter på 125 kroner og stiger fire prosent i året. Det er først og fremst en regneteknisk forenkling. Det viktige i vårt regnestykke er at den gjennomsnittlige, neddiskonterte prisen er 125 kroner.

Det er i dag ingen gitt å si hvilken pris på karbon samfunnet vil akseptere i midtre og andre del av 60-årsperioden. Verdenssamfunnet har meget ambisiøse mål for karbonreduksjon i midtre del av århundret, for eksempel 80 prosent reduksjon i rike land, men det er uklart om de blir realisert. Per i dag er ikke den prisbanen vi bygger på tilstrekkelig til å realisere 80 prosent, men det er sannsynlig at det kommer teknologiske forbedringer som gjør målet lettere å oppnå.

5.3 Samfunnsøkonomiske virkninger av å plante sitkagran

Vi har i dette kapitlet sett på et konkret eksempel, nemlig å plante sitkagran på en million dekar som tidligere var bevokst med gjengroingsmark. Forutsetningene er valgt slik at de skal passe for skogreising langs kysten på Vestlandet og i Nord-Norge.

Analysen finner at ved å plante sitkagran kan samfunnet oppnå et forventet økonomisk overskudd i tømmermarkedet på minst 800 millioner kroner og en samfunnsøkonomisk verdi i området 12-16 milliarder kroner.

Anslaget på 12-16 milliarder kroner inkluderer usikkerhet om den fysiske karbonbindingen, men ikke om prisen. Hvis en også tar hensyn til usikkerhet om prisen og tar hensyn til at oppsiden for prisen er mye større enn nedsiden, vil vi skjønnsmessig anslå at det samfunnsøkonomiske overskuddet fra karbonbinding og økonomisk drift ligger i området 11 – 18 milliarder kroner.

Det samfunnsøkonomiske overskuddet er som nevnt beregnet til en kalkulasjonsrente på fire prosent. En annen tilnærming er å regne ut den samfunnsøkonomiske internrenten, dvs den rentesatsen som gjør overskuddet lik null. Med utgangspunkt i en investeringskostnad på fem kroner per plante og 1000 kroner per dekar beregner vi den samfunnsøkonomiske internrenten til 20-24 prosent.

Arealet som beplantes er holdt på en million dekar. Dersom en istedenfor en million dekar tenker seg fem millioner, og en kan gjøre den forutsetningen at de ytterligere fire millionene også er gjengroingsmark av samme kvalitet, er det bare organisatoriske forhold og eventuelt hensynet til biomangfold som hindrer at det samfunnsøkonomiske overskuddet fra karbonopptak og drift blir fem ganger større. Dersom arealene er gjengroingsmark av samme kvalitet og organisatoriske spørsmål løses uten konflikt med biomangfoldet, vil det samfunnsøkonomiske overskuddet fra karbonopptak og drift med andre ord ligge på 55-90 milliarder kroner.

Det er et empirisk spørsmål om det finnes arealer som svarer til disse forutsetningene. I Landbruksdepartementets klimamelding (Landbruksdepartementet, 2009) antas det at etablering av ny skog på en million dekar vil være innenfor rammene for bærekraftig skogbruk. I følge Landbruksdepartementet (2009) er det grunn til å anta at planting på fem millioner dekar ville medføre betydelige utfordringer i forhold til ulike miljøverdier som kulturlandskap, kulturminner og biologisk mangfold. Forut for etablering av ny skog i kyststrøk som klimatiltak, må det imidlertid gjennomføres grundige vurderinger av areal- og miljøkonsekvenser. Departementet legger således implisitt til grunn at slike

konsekvensvurderinger vil avklare at det ikke er aktuelt med så omfattende etablering av skog på nytt areal i kyststrøk som fem millioner dekar.

Anslaget på 11 – 18 milliarder må i en endelig samfunnsøkonomisk betraktning veies mot virkningen av sitkagranplanting på naturmangfoldet. Dersom sitkagran på en million dekar vurderes å redusere naturmangfoldets verdi med mindre enn 11 – 18 milliarder kroner, vil skogplanting være samfunnsøkonomisk lønnsomt også etter at en har tatt hensyn til virkningen på naturmangfold. Vi tar ikke stilling til det utover å bemerke at 11-18 milliarder naturligvis er mange penger å betale for den eventuelle naturmangfoldsgevinsten.

Referanser

- DN (2010): Tilrådning fra Direktoratet for naturforvaltning om forskrift om utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål 10.12.2010. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- DnS (2010): Høringsuttalelse, forskrift om utsetting av utenlandske treslag. Det norske Skogselskap 19.august 2010.
- FAO (2010): Global Forest Resources Assessment 2010. Main report.
- Holtsmark (2010): Om tømmerhogst og klimanøytralitet. Økonomiske Analyser 3/2010, Statistisk sentralbyrå.
- IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry, and Other Land Use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Johnsen, P. (2009): Overjordisk biomasse for sitkagran (*Picea sitchensis*) i Norge. Masteroppgave ved institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø og biovitenskap, 35 s.
- Kibsgaard (2001): Sitkagran (*Picea sitchensis*). Historien om et viktig fremtidstre på Helgelandskysten. Særtrykk fra Årbok for Helgeland 2001 med tillegg fra 2010. Utgitt av Helgeland Skogselskap og Nord-Norges Skogmannsforbund august 2010.
- Klif (2010a): Tiltak og virkemidler for økt opptak av klimagasser fra skogbruk. Klimakur 2020, sektorrapport skogbruk. TA 2596/2010, Klima- og forurensningsdirektoratet.
- Klif (2010b): Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norsk klimamål mot 2020. TA 2590/2010, Klima- og forurensningsdirektoratet.
- Kowalaski et al. (2004): Paired comparisons of carbon exchange between undisturbed and regenerating stands in four managed forests in Europe. *Global Change Biology* 10, 1707-1723.
- Kystskogbruket (2008): Melding om kystskogbruket. Finnmark, Troms, Nordland, Nord-Trøndelag, Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland. Prosjekt Kystskogbruket, januar 2008.
- Landbruksdepartementet (2009): St. meld nr. 39 (2008-2009). Klimautfordringene – landbruket en del av løsningene.
- Landbruksdepartementet (2010): Høring – utkast til forskrift om innføring og utsetting av utenlandske treslag. Brev av 27.08.2010 fra Landbruksdepartementet til Direktoratet for Naturforvaltning.
- Levy et al. (2004): Biomass expansion factors and root:shoot ratios for coniferous trees in Great Britain. *Forestry* 77(5), 421-430.
- Magnani et al. (2007): The human footprint in the carbon cycle of established temperate and boreal forests. *Nature* 447, 848-850.

- McKinsey (2007): A cost curve for greenhouse gas reduction. The McKinsey Quarterly 2007 Number 1.
- NOU (2009): Globale miljøutfordringer – norsk politikk. Norges Offentlige Utredninger (NOU) 2009:16.
- Nygaard, P. & Stabbetorp, O. E. (2006): Økologiske effekter av skogreising. Oppdragsrapport Skogforsk 1/06, 24 s.
- Phillips (2000): An investigation of C-stocks in the tree biomass and soils of Sitka spruce stands in England. Dissertation, Univ. Of Edinburgh.
- Sellæg (2010): Manglende kunnskap om skogen. Kronikk i Bondebladet 23. september 2010.
- Solberg og Sjølie (2010): Uegnet modell for skogbasert bioenergi. Innlegg i Dagens Næringsliv 18 august 2010.
- Vadla, K. (2007): Sitkagran. Utbredelse, egenskaper og anvendelse. Viten fra Skog og landskap 2/07, 27-31.
- Øyen, B.-H. (2005): Vekst og produksjon i bestand med sitkagran (*Picea sitchensis* Bong. Carr) i Norge. Rapp. Skogforsk 4/05, 46 s.
- Øyen (2010): Om utenlandske treslag og økonomiske effekter av restriksjoner foreslått i DN's forskrift. Notat, Bernt-Håvard Øyen, Skog og landskap.
- Øyen, B.-H. m.fl. (2009): Økologiske egenskaper for noen utvalgte introduserte bartreslag i Norge. Viten fra Skog og landskap 01/09, 40 s.
- Øyen, B.-H.m.fl. (2008): Kystskogbruket. Potensial og utfordringer de kommende tiårene. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 1/2008.
- Øyen, B.-H. & Tveite, B. (1998): En sammenligning av høydebonitet og produksjonsevne mellom ulike treslag på samme voksested i Vest-Norge. Rapp. Skogforsk 15/98, 1-32.