

# 752 Skogvern som klimatiltak

Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold og karbonlagring

NINA Rapport

Erik Framstad  
Jogeir N. Stokland  
Gro Hysten



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Skogvern som klimatiltak

Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold og karbonlagring

Erik Framstad  
Jogeir N. Stokland  
Gro Høyen

Framstad, E., Stokland, J.N. & Hysten, G. 2011. Skogvern som klimatil-  
tak. Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold og karbonlag-  
ring – NINA Rapport 752. 38 s.

Desember, 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2342-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Erik Framstad

KVALITETSSIKRET AV

Signe Nybø, NINA, og Rasmus Astrup, Skog og landskap

ANSVARLIG SIGNATUR

Adm.dir. Norunn S. Myklebust (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Odd Kristian Selboe

FORSIDEBILDE

Vemannsås NR, Larvik VE, mai 2006; foto. Anne Sverdrup-  
Thygeson

NØKKEWORD

Norge, verdifulle skogtyper, biologisk mangfold, areal, biomasse,  
karbon

KEY WORDS

Norway, valuable forest types, biodiversity, area, biomass, carbon

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Framstad, E., Stokland, J.N. & Hysten, G. 2011. Skogvern som klimatililtak. Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold og karbonlagring – NINA Rapport 752. 38 s.

Skogen i Norge er viktig for skognæringen, for bevaring av biomangfoldet og ved sin funksjon som karbonlager og binding av CO<sub>2</sub>. I dette prosjektet har vi identifisert verdifulle skogtyper for biomangfold og verneinteresser og undersøkt hvordan data fra Landsskogtakseringen kan brukes til å beregne disse skogtypenes karbonlager og opptak av CO<sub>2</sub>, så vel som teoretisk lønnsomhet for skogsdrift.

Utvalget av biologisk verdifulle skogtyper er dels basert på viktige naturtyper etter DNs Håndbok 13, på livsmiljøer i skog med høy forekomst av rødlistearter, på prioriterte skogtyper for vern, samt Artsdatabankens rødlistete skogtyper etter inndelingen i Naturtyper for Norge (NiN). Identifikasjon og forekomst av disse ulike skogtypene kan dels baseres på underliggende økologiske gradienter, spesielt for næringstilgang og fuktighet, på bioklimatiske gradienter (oseanitet), på skogtilstand (alder) og på forekomst av spesielle terrengforhold eller voksesteder (som bekkekløfter). For å gjenkjenne tilsvarende skogtyper med utgangspunkt i Landsskogtakseringens data har vi forenklet kriteriene og tilpasset disse til Landsskogtakseringens parametere som vegetasjonstype, bonitet, alder/hogstklasse, bestandstreslag, og klimasone. Enkelte spesielle naturforhold som bekkekløfter finnes også hos Landsskogtakseringen. Med disse utvalgskriteriene utgjør summen av biologisk verdifulle skogarealer 27% av det totale skogarealet, der lavproduktiv eldre løvskog alene utgjør mer enn 15% av skogarealet og øvrige skogtyper hver utgjør 2-4%. Dette utvalget av skogtyper omfatter også skogarealer med begrenset verdi for biomangfoldet.

De biologisk verdifulle skogtypene (definert for Landsskogtakseringens data) har omtrent tilsvarende betydning som karbonlager og i opptak av CO<sub>2</sub> som øvrig skog med tilsvarende produktivitet. De største karbonlagrene pr arealenhet finnes i gammel skog, spesielt gammel granskog og eldre løvskog med edelløvtrær, mens lavproduktiv eldre løvskog har lavest karbonlager pr arealenhet. Summert over arealet av hver skogtype er det imidlertid eldre løvskog, både på lavproduktiv og mer produktiv mark, samt gammel gran- og furuskog som representerer de største karbonlagrene. Årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet er knyttet til mer produktiv skog, som rik løv- og barskog og produktiv eldre løvskog, og lavest for lavproduktiv løvskog. Gammel gran- og furuskog og eldre kystskog har middels CO<sub>2</sub>-opptak. Summert over hele arealet for hver skogtype er det eldre boreal skog og rik løvskog som har høyest årlig CO<sub>2</sub>-opptak.

Skogtypenes anslåtte verdi for biomangfoldet sammenfaller nokså godt med skogtypenes verdi for årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet og, med noen unntak, også for karbonlager pr arealenhet. Spesielt rik barskog og eldre løvskog med edelløvtrær har både stor verdi for biomangfoldet, som karbonlager og for opptak av CO<sub>2</sub> pr arealenhet. I forhold til lønnsomhet ved skogsdrift synes interessekonflikter ved bevaring å være størst for rik barskog og gammel barskog og mindre for rik løvskog, eldre løvskog på god mark eller med edelløvtrær, samt kystskog. Interessekonflikten i forhold til skogsdrift er minst for lavproduktiv løvskog, men her er heller ikke verdiene for biomangfold eller karbonlager særlig store. Bevaring av gammel skog er særlig gunstig for biomangfoldet så vel som for bevaring av karbonlageret i eldre løvskog med edelløvtrær. Her vil interessekonflikten med skogsdrift være moderat. Rik løvskog, boreal produktiv løvskog og kystskog har dels høy verdi for biomangfoldet og moderat interessekonflikt med skogbruk, men her er verdien som karbonlager noe mindre. Rik barskog er viktig for både biomangfoldet og karbonlager pr arealenhet, men har stor interessekonflikt med skogbruk, da det meste av dette arealet vil være økonomisk drivverdig. Gammel granskog og til dels gammel furuskog er svært viktige som karbonlager og noe mindre viktige for biomangfoldet. Her er det også stor interessekonflikt med skogbruk. Vern av skog synes generelt å gi gode muligheter for å bevare biomangfoldet, så vel som å sikre skogens karbonlager, for flere av de aktuelle skogtypene. På lang sikt vil imidlertid det årlige opptak av CO<sub>2</sub> gå ned etter hvert som skogen blir eldre og vokser langsommere.

Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, 0349 Oslo ([erik.framstad@nina.no](mailto:erik.framstad@nina.no))

Jogeir N. Stokland, Gro Hysten, Norsk institutt for skog og landskap, Boks 115, 1431 Ås



## Abstract

Framstad, E., Stokland, J.N. & Hysten, G. 2011. Forest protection as a climate measure. Valuable forest types for biodiversity and carbon storage. – NINA Report 752. 38 pp.

Norwegian forests are important for the forest industry, for the conservation of biodiversity as well as for carbon storage and uptake of CO<sub>2</sub>. In this project we have identified valuable forest types for biodiversity and conservation interests, and examined how data from the National Forest Inventory can be used to calculate the carbon storage and uptake of CO<sub>2</sub> of these forest types, as well as their theoretical profitability for forestry.

The selection of biologically valuable forest types are partly based on important habitats according to DN Handbook 13, forest habitats with high incidence of red-listed species, priority forest types for protection, as well as the Red List of forest types according Nature Types in Norway (NiN). Identification and occurrence of these different forest types may be partly based on underlying ecological gradients, especially for nutrients and moisture, on bioclimatic gradients, forest age, and presence of special terrain features (e.g. stream gullies). To identify similar forest types based on the National Forest Inventory data, simplified and adapted criteria were applied: vegetation type, site quality, age/development class, tree species, and climate zone, plus some special natural features such as stream gullies. With these selection criteria the sum of biologically valuable forest covers 27% of the total forest area, where unproductive older deciduous forests alone account for more than 15% of forest land and other forest types each make up 2-4%. Hence, this selection of forest types includes forest areas with limited value for biodiversity.

The biologically valuable forest types have approximately the same significance for carbon storage and uptake of CO<sub>2</sub> as other forests with similar productivity. The largest carbon stocks per unit area are found in old forests, especially old spruce and mature deciduous broad-leaved forests, whereas unproductive mature deciduous forest has the lowest carbon stocks per unit area. Summed over the area of each forest type, however, mature deciduous, unproductive and productive forests, as well as old spruce and pine forests represent the largest carbon stocks. Annual CO<sub>2</sub> uptake per unit area is related to the more productive forests, such as rich deciduous and coniferous forests and productive mature deciduous forest, and is lowest for unproductive deciduous forest. Old spruce and pine forests and mature coastal forests have medium CO<sub>2</sub> uptake. Summed over the area of each forest type, mature boreal forests and rich deciduous forests have the highest annual CO<sub>2</sub> uptake.

Assessed value for biodiversity of the respective forest types coincides rather well with their value for CO<sub>2</sub> uptake per unit area and, with some exceptions, also for carbon stocks per unit area. Rich coniferous and broad-leaved deciduous forests, in particular, have great value for biodiversity, carbon and uptake of CO<sub>2</sub> per unit area. Relative to the profitability of forestry, potential conflicts seem to be greatest for rich and old coniferous forests, and less so for rich deciduous forest, mature productive deciduous forest, and coastal forest. Conflict with forestry is least likely for unproductive deciduous forest, but here values for biodiversity or carbon stocks are lower. Conservation of old forest is generally beneficial for biodiversity and carbon stocks in old broad-leaved deciduous forest, where conflicts with forestry will be moderate. Rich deciduous forest, productive deciduous forest and coastal forest have rather high values for biodiversity and moderate potential conflict with forestry, but the value of carbon storage is lower. Rich coniferous forests are important for both biodiversity and carbon stock, but have great potential conflict with forestry, as most of this area will be economically suitable for forestry. Old spruce and partly old pine forests are important for carbon storage and somewhat less important for biodiversity, but may have significant conflicts with forestry. Forest protection seems to provide good opportunities to conserve biodiversity as well as to secure forest carbon stocks for several of the forest types. However, in the long term, the annual uptake of CO<sub>2</sub> will be reduced as the forest ages and grows slower.

Erik Framstad, NINA, Gaustadalleen 21, NO-0349 Oslo ([erik.framstad@nina.no](mailto:erik.framstad@nina.no))

Jogeir N. Stokland, Gro Hysten, Norwegian Forest and Landscape Institute, PO Box 115, NO-1431 Ås

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Bakgrunn og målsetting</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold</b> .....	<b>10</b>
2.1 Skogtyper etter DN's Håndbok 13 og prioriterte skogtyper for vern .....	10
2.2 Truete skogtyper (etter NiN) .....	11
2.3 Skog med høy forekomst av MiS livsmiljøer .....	14
2.4 Syntese av prioriterte skogtyper .....	15
<b>3 Verdifulle skogtyper – definisjon og arealberegning ut fra Landsskogtakseringens data</b> <b>17</b>	
3.1 Arealgrunnlag .....	17
3.2 Definisjon av ulike skogtyper .....	17
3.2.1 Skogtypedefinerende parametere .....	17
3.2.2 Operativ definisjon av ulike skogtyper og deres arealomfang .....	18
3.2.3 Fordeling av skogareal på skogtyper og hovedgrupper .....	22
<b>4 Karbonlager og årlig CO<sub>2</sub>-opptak i skog</b> .....	<b>24</b>
4.1 Biologisk viktige skogtyper og økonomisk drivverdighet.....	24
4.2 Karbonlager og CO <sub>2</sub> -opptak i verdifulle skogtyper .....	25
4.3 Karbonlager og CO <sub>2</sub> -opptak for Norges skogareal .....	28
<b>5 Syntese og konklusjon</b> .....	<b>32</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>35</b>
<b>Vedlegg 1 Tilbakebetalingstid for skogskarbon i et substitusjonsperspektiv</b> .....	<b>37</b>

## Forord

Norsk skog har en viktig rolle for å ivareta betydelige deler av biomangfoldet i Norge og representerer dessuten en sentral komponent i det norske klimasystemet ved å lagre og binde store mengder karbon. Skogens viktige funksjoner ved å ta vare på biomangfoldet så vel som å bidra til lagring av karbon kan være sammenfallende i den forstand at de samme skogtypene har størst betydning for begge funksjoner og/eller at de blir tilgodesett ved samme type skogforvaltning. Dette er imidlertid ikke opplagt. Å avklare i hvilken grad det er slikt sammenfall mellom verdifulle skogtyper for biomangfoldet og de samme skogtypenes rolle som karbonlager, er av sentral interesse for norske miljøvernmyndigheter. Ut fra dette har Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk institutt for skog og landskap søkt og fått midler fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) for å klargjøre hvilke skogtyper som har særlig verdi for biomangfoldet, og disse skogtypenes rolle som karbonlager. I tillegg har vi vurdert i hvilken grad det aktuelle skogarealet er økonomisk interessant for skogsdrift. Dessuten har vi gjort noen vurderinger av tilbakebetalingstiden for karbonlageret ved bruk av trærnes biomasse til erstatning for fossil energi eller ikke fornybare produkter (jf også Klif 2010). Imidlertid er det vanskelig å differensiere slike beregninger for ulike skogtyper, og denne gjennomgang bidrar i liten grad til innsikt om prioritering av klimatiltak mellom skogtyper i forhold til f.eks. hensyn til biomangfoldet. Vi har derfor plassert disse vurderingene i Vedlegg 1.

Erik Framstad ved NINA har vært prosjektleder og har vært ansvarlig for utredningen av verdifulle skogtyper for biomangfoldet, samt redigering av rapporten. Jogeir Stokland har vært ansvarlig for prosjektet hos Skog og landskap og har vært ansvarlig for utvalg av informasjon om de aktuelle skogtypene fra Landsskogtakseringens data. Gro Hysten har vært ansvarlig for beregning av karbonlager og CO<sub>2</sub>-opptak med utgangspunkt i Landsskogtakseringens data. Driftsøkonomisk lønnsomhet for alle flatene i Landsskogtakseringen er beregnet av Aksel Granhus. Ellers har Rune Eriksen ved Skog og landskap vært behjelpelig med avklaring av utvalgsriterier for skogdata fra Landsskogtakseringen, og Egil Bendiksen, NINA, har kvalitetssikret spesifikasjonene av kilder til variasjon for skogtyper etter Naturtyper for Norge (NiN).

Kontaktperson hos DN har vært Odd Kristian Selboe. Vi takker DN for den økonomiske støtten til prosjektet, samt deres aktive interesse for resultatene.

Erik Framstad  
Oslo, desember 2011



# 1 Bakgrunn og målsetting

## Skogen og biomangfoldet i Norge

Skogen og annet tresatt areal i Norge dekker ca 127 680 km<sup>2</sup>, dvs omtrent 39% av Norges areal (utenom Svalbard og Jan Mayen), og fordeler seg med omtrent 80% av arealet under barskogsgrensa, mens resten er fjellbjørkeskog og nordlig bjørkeskog (FAO 2010). Avhengig av klima og voksestedforhold (terreng, berggrunn, jordsmonn, vannhusholdning) finnes en rekke ulike skogtyper, med karakteristiske artssamfunn og økologiske egenskaper. Inndeling av skogen i typer er ofte basert på markvegetasjonen (Fremstad 1997) eller markvegetasjon og dominerende treslag (Larsson & Søgne 2003). De fleste inndelingene knytter denne direkte eller indirekte til underliggende økologiske gradienter. Det nye systemet for beskrivelse av naturvariasjonen, Naturtyper i Norge (NiN; Artsdatabanken <http://www.artsdatabanken.no/artArticle.aspx?m=243>), er utviklet med utgangspunkt i karakteristiske økologiske gradienter og andre kilder til naturvariasjon.

For artsmangfoldet i Norge er skogen den viktigste hovednaturtypen, med ca 60% av alle kjente fastlandsarter (Gjerde et al. 2010) og ca 50% av de truede og nær truede rødlistete artene (Kålås et al. 2010). Flere av disse artene finnes også i andre naturtyper, men trærnes tredimensjonale struktur og store produksjon av organisk materiale byr på stor variasjon i levesteder og rik ressurstilgang med livsmiljøer for mange arter. Det er særlig leddyr, sopp, lav og moser som utgjør svært stor andel av artsmangfoldet i skog.

Alle deler av skogen har imidlertid ikke like stor verdi for artsmangfoldet. Både klima, voksestedforhold og påvirkning fra ulik menneskelig aktivitet kan ha stor betydning for i hvilke regioner og skogtyper vi finner det rikeste artsmangfoldet og flest rødlistete arter (jf f.eks. Gjerde & Baumann 2002, Jonsson & Kruys 2001):

- Gamle eller store edelløvtrær og andre løvtrær (særlig rogn, osp, selje, gråor), gamle hule løvtrær
- Gamle trær og gammel skog mer generelt
- Mengde og variasjon i død ved, særlig grov død ved i ulike nedbrytingsstadier
- Rik bakkevegetasjon, knyttet til mineralrik (særlig kalkrik) berggrunn eller jordsmonn
- Spesielle terrengformer som bergvegger, bekkeløfter og leirraviner
- Brannflater
- Regioner med spesielt klima: varmt klima i Sørøst-Norge, fuktig klima i kyststrøkene på Vestlandet og nordover, kontinentalt klima i indre strøk på Østlandet og i Troms/Finnmark

Klima og voksestedforhold definerer ulike naturtyper, noe som innebærer at visse naturtyper med visse kombinasjoner av slike egenskaper har særlig stor verdi for artsmangfoldet, I tillegg kommer betydningen av menneskelig påvirkning, spesielt skogsdrift, som særlig vil påvirke tilgangen på gammel skog, gamle trær, død ved og brannflater.

Hvordan vi forvalter skogen, hvor og hvordan vi høster tømmer, og hvilke skogtyper og nøkkelressurser for artsmangfoldet vi bevarer, har derfor åpenbart stor betydning for utviklingen av artsmangfoldet i Norge.

## Skogens rolle som karbonlager

I en global klimasammenheng utgjør boreal skog et av de viktigste karbonlagrene, både ved at skogen lagrer mye karbon i trestammer og jordsmonn pr arealenhet og fordi boreal skog dekker et svært stort areal (Royal Society 2001). Skogsjorda inneholder det aller meste av karbonlageret i boreal skog, anslått til minst 80% av totalen (DeWit & Kvindesland 1999), men karbondynamikken og tallene for karbonlagret i jord er usikre. Det er estimert at skogen i Norge har en årlig netto binding av karbon som tilsvarer opp mot 50% av Norges årlige utslipp av CO<sub>2</sub> (Haugland et al. 2011, Klif 2011). Nettbindingen av karbon varierer mellom år som følge av blant annet naturlige variasjoner i vekstbetingelser som temperatur og nedbør, skogens treslags- og alderssammensetning, skogskader, skogskjøtsel og hogst.

Gjennom fotosyntesen tar trær som vokser opp CO<sub>2</sub> fra atmosfæren og binder karbonet i trærnes biomasse. Mengden karbon som bindes på denne måten, øker med alderen på trærne, inntil middeltilveksten kulminerer ved en alder på 70-100 år i Norge, avhengig av treslag, klima og jordsmonn. Deretter avtar trærnes tilvekst og dermed mengden karbon som bindes i biomassen. Med dagens modeller for veksten av skogstrær er det anslått at størst årlig midlere karbonbinding i skogøkosystemet inntreffer 30-50 år etter normal omløpstid i skogbruket (Nilsen et al. 2008). Ved å tillate at skogens alder øker ut over dette vil skogens fortsette å vokse og binde karbon, men den årlige midlere karbonbindingen vil gå ned som følge av lavere vekstrate. Det er ofte antatt at et skogbestand slutter å binde karbon over en viss alder, i det tilveksten etter hvert blir svært lav og tapet av trær øker ved naturlig avgang og nedbryting av dødt organisk materiale, men i realiteten har vi lite kunnskap om karbondynamikken i skogbruksmessig overaldrig skog. Ser vi på hele økosystemet, viser analyser av mange ulike studier at gammel skog kan fortsette å binde karbon langt utover det som er antatt å være individuelle trærns vekstperiode (Luyssaert et al. 2008). Samtidig viser analyser av effekten av hogst på karbonlageret i skog at spesielt flatehogst vil føre til en periode med sterkt redusert karbonbinding og at det kan ta lang tid (100 år eller mer) før karbonlageret i skog er tilbake på nivået før avvirkning (Holtmark 2011; se også **vedlegg 1**). Ut fra et slikt perspektiv kan det synes som gammel skog er et viktig karbonlager, og at det for de nærmeste 50-100 årene kan være et hensiktsmessig klimatiltak å bevare gammel skog.

Et annet perspektiv er å betrakte skog som en alternativ energikilde som kan erstatte fossilt brensel. Et slikt substitusjonsperspektiv tilsier å holde skogen i en yngre aldersfase der årlig tilvekst og karbonopptak er størst, for så å høste biomasse til å erstatte fossilt brensel som energikilde. Dette vil gi lavere totalt karbonutslipp på lengre sikt (dvs lengre tidsperspektiv enn 100 år) fordi karbon fra skogsenergi på sikt vil re-absorberes av en ny skoggenerasjon (jf **vedlegg 1**). I denne rapporten går vi ikke videre med dette perspektivet, men fokuserer på mulige synergier mellom karbonbinding og biomangfoldbevaring i et karbonlagerperspektiv.

Det er følgelig interessant å utrede om skogvern og bevaring av gammel skog er et tiltak som kan gi positive effekter for bevaring av naturmangfoldet, samtidig som det kan bidra til å sikre de store karbonlagrene i norske skogøkosystemer. Det er da særlig relevant å vurdere karbonlagre i skogtyper med spesiell verdi for biomangfoldet, dvs skogtyper prioritert for vern og skogtyper med spesiell verdi for arts mangfoldet.

### Mål og problemstillinger

Den overordnede målsettingen for utredningen kan formuleres som å vurdere i hvilken grad bevaring av gammelskog gir positive effekter for både naturmangfold og bevaring av karbonlagre i skog. I praksis vil vi fokusere på

- å identifisere verdifulle skogtyper ut fra deres betydning for biomangfold og verneinteresser, samt så langt som mulig å identifisere tilsvarende skogtyper etter Landsskogtakseringens inndeling
- å bruke data fra Landsskogtakseringen til å beregne hvor store karbonlagre som er knyttet til de aktuelle skogtypene
- å vurdere i hvilken grad det synes å være sammenfall mellom verdifulle skogtyper for biomangfoldet og skogtypenes betydning som karbonlager

I denne rapporten vil vi ikke forsøke å anslå hvordan karbonlageret ev. endres med skogens alder for de ulike skogtypene. Vi går ut fra at gammel skog uansett har betydelig verdi som karbonlager. I vår sammenheng er det mest interessant å vurdere om karbonlageret i verdifulle skogtyper for biomangfoldet har et omfang som gjør bevaring av gammel skog interessant å vurdere som klimatiltak også i disse spesifikke skogtypene.

Vi har også vurdert i hvilken grad de ulike skogtypene (som spesifisert ved Landsskogtakseringens kriterier) er økonomisk drivverdige. Dette kan ha interesse i forhold til å vurdere i hvilken grad skog med særlig betydning for biomangfoldet eller som karbonlager også er økonomisk interessant å drive.

## Angrepsmåte

I dialog med Direktoratet for naturforvaltning (DN) har vi identifisert noen kriterier for verdifulle skogtyper for biomangfoldet, vesentlig knyttet til skogtyper og livsmiljøer som tidligere er identifisert som viktige for truede arter og annet biologisk mangfold, samt skogtyper av særlig interesse i vernet sammenheng (jf kap. 2). De ulike skogtypene har vi så langt som mulig karakterisert i henhold til innfallsvinkelen som er brukt i utviklingen av Naturtyper i Norge (NiN; Halvorsen et al. 2008), dvs ulike økologiske gradienter og andre kilder til variasjon i naturforhold og artsinventar. Ut fra de økologiske karaktertrekkene ved de ulike verdifulle skogtypene for biomangfold har vi forsøkt å identifisere tilsvarende skogtyper etter Landsskogtakseringens system. Utvalget av Landsskogtakseringens skogtyper er dels basert på nokså direkte sammenfall i beskrivelsene av ulike skogtyper og dels basert på nærmere analyse av skogtypenes plassering langs relevante økologiske gradienter (jf kap. 3). Noen av de mer detaljerte kriteriene for identifikasjon av biologisk verdifulle skogtyper (gitte typer død ved, gamle trær etc) har det imidlertid ikke vært mulig å bruke som utvalgs-kriterier for Landsskogtakseringens data. Derfor vil utvalget av skogarealer fra Landsskogtakseringen oftest omfatte et noe bredere utvalg av skogtyper og større areal enn for de typene som er identifisert som spesielt verdifulle for biomangfoldet.

Ut fra inndeling av skogtyper i forhold til Landsskogtakseringens system er det hentet ut informasjon om *biomasse* og *karbonlager* for arealtypene skog og uproduktiv skog hvor arealanvendelsen er skogbruk, friluftsområder/rekreasjonsområder eller verneområder for Norges skogareal bortsett fra Finnmark. *Karbonlageret* i levende biomasse er beregnet ved hjelp av svenske biomassefunksjoner for enkelttrær av gran, furu og løvtrær, og inkluderer stamme, greiner, stubbe og røtter. Biomassefunksjonene for bjørk er brukt for alle arter av løvtrær. Karbonlagrene er estimert ved å multiplisere den stående levende biomassen med faktoren 0,5 og uttrykkes i tonn C (Penman et al. 2003). Endringen i karbonlageret mellom to registreringstidspunkt gir et uttrykk for hvor mye CO<sub>2</sub> som blir fjernet fra atmosfæren. *Årlig opptak av CO<sub>2</sub>* er framkommet ved å regne ut forskjellen mellom estimert karbon i Landsskogtakseringens 8. (2000-2004) og 9. takst (2005-2009) ganget med 44/12. Denne endringen gir et uttrykk for årlig opptak av CO<sub>2</sub> og uttrykkes som tonn CO<sub>2</sub>. Ett tonn karbon tilsvarer 3,67 tonn CO<sub>2</sub> (Penman et al. 2003).

*Økonomisk drivverdighet* For alle flatene i Landskogtakseringen er det gjort en grov klassifisering med hensyn til økonomisk drivverdighet. Denne klassifiseringen er basert på en modell for driftsnetto pr kubikkmeter tømmer i produktiv skog (bonitet 6 eller høyere) ved sluttavvirkning. Modellen beregner driftskostnader for den mest aktuelle driftsteknikken på stedet (maskinhogst, kabelkran) i forhold til bestandsegenskaper, transportkostnad fram til velteplass ved skogsvei (driftsveilengde), samt ulike tillegg/justeringer under spesielle forhold. Virkesforrådet i bestandet settes til registrert virkesforråd for bestander som er hogstmodne, mens det for yngre bestander er beregnet et virkesforråd ved hogstmodenhetsalder ut fra bonitet, bestandstreslag og bestandstetthet. Videre benytter modellen de samme tømmerprisene over hele landet (satt til gjennomsnittlig pris for ulike sortimenter for årene 2004-2008, konsumprisjustert fram til 2010) For ytterligere detaljer knyttet til beregning av driftsnetto, henvises det til Granhus et al. (2011).

Vi har benyttet beregnet driftsnetto og gruppert Landskogsflatene i tre grupper:

- a) negativ driftsnetto, driftsnetto mindre enn -100 kr/m<sup>3</sup>
- b) lav driftsnetto, driftsnetto i intervallet -100 til + 100 kr/m<sup>3</sup>
- c) høy driftsnetto, driftsnetto høyere enn 100 kr/m<sup>3</sup>

Alle bestander på impediment (bonitet lavere enn 6) ble plassert i gruppen negativ driftsnetto.

## 2 Verdifulle skogtyper for biologisk mangfold

Som vi har sett innledningsvis, er skogen i Norge et viktig leveområde for mange arter, inkludert truete arter, og skogen inneholder mange spesielle naturtyper med verdi for biomangfoldet. Det kan være flere ulike innfallsvinkler til å definere og identifisere viktige skogtyper for biomangfoldet, avhengig av hvilke deler av biomangfoldet man legger vekt på og hvordan skogtypeinndelingen skal brukes videre (Framstad & Bekkby 2004). I denne rapporten har vi valgt en helt pragmatisk tilnærming til definisjon av verdifulle skogtyper for biomangfoldet, nemlig ved å velge slike typer som andre allerede har pekt ut som viktige. Dette omfatter dels skogtyper som er framhevet i forbindelse med kartlegging av naturtyper og livsmiljøer i skog, dels prioriterte skogtyper i verne-sammenheng, og endelig de nylig utpekte truete naturtypene i skog:

- Skogtyper med særlige naturverdier basert på inndelinger brukt i kartlegging av
  - viktige naturtyper for biologisk mangfold etter DN's Håndbok 13 (DN 2007)
  - livsmiljøer i skog med høy forekomst av rødlistearter etter MiS-metoden (Gjerde & Baumann 2002)
- Prioriterte skogtyper for skogvern (Framstad et al. 2010, Blindheim et al. 2011)
- Truete skogtyper etter Naturtyper i Norge (NiN) (Lindgaard & Henriksen 2011)

Utvalget av skogtyper vil være mer eller mindre sammenfallende ut fra flere av disse inndelingene. Vi har derfor forsøkt å sammenstille de ulike typene i én liste, der de ulike typene kan karakteriseres med hensyn til plassering i forhold til egenskaper ved miljøforhold og skogtilstand som er gjenkjennbare i Landsskogtakseringens variabler.

### 2.1 Skogtyper etter DN's Håndbok 13 og prioriterte skogtyper for vern

I 2009-2010 evaluerte NINA og samarbeidspartnere alle verneområder i Norge på oppdrag fra DN (Framstad et al. 2010). En del av evalueringen var å vurdere i hvilken grad verdifulle naturtyper var fanget opp av dagens verneområder og hvilke naturtyper som hadde særlig behov for ytterligere vern. I denne evalueringen ble naturtyper etter DN's Håndbok 13 (DN 2007) tatt som utgangspunkt. Det er dermed langt på vei fullt sammenfall mellom inndelingen i DN's Håndbok 13 og evalueringen.

De verdifulle skogtypene i DN's Håndbok 13 er som følger

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| • Rik edelløvsskog F01           | • Bekkekløft og bergvegg F09       |
| • Gammel fattig edelløvsskog F02 | • Brannfelt F10                    |
| • Kalkskog F03                   | • Kystgransskog F11                |
| • Bjørkeskog med høystauder F04  | • Kystfuruskog F12                 |
| • Gråor-heggeskog F05            | • Rik blandingskog i lavlandet F13 |
| • Rik sumpskog F06               |                                    |
| • Gammel løvskog F07             |                                    |
| • Gammel barskog F08             |                                    |

I evalueringen av verneområdene er naturtypene i DN's Håndbok 13 vurdert i noe større tematisk detalj og supplert med noen nye typer (jf **tabell 1**). I **tabell 1** er de ulike skogtypene rangert etter hvor godt de er dekket i dagens verneområder, der rødt markerer særlig svak dekning, pr fylke og for hele landet (Tot). Her ser vi at mange skogtyper er vurdert å ha utilstrekkelig dekning på landsbasis, mens vernedekningen varierer noe mellom fylkene. Det er særlig rike skogtyper dominert av løvtrær, kalkskog, rik sumpskog og enkelte andre spesielle typer som anses å være særlig dårlig dekket i verneområdene. Det er bare skogtypene med kristtorn og/eller barlind som anses for å være godt dekket i verneområdene, noe som skyldes en egen gjennomført verneplan for disse typene.

**Tabell 1** Vurdering av vernebehov for ulike viktige skogtyper i DNs Håndbok 13, med tillegg av noen typer, for fylkene og landet som helhet (Tot). Sør- og Nord-Trøndelag er vurdert under ett. Rødt angir skogtyper med stort udekket vernebehov, gult typer med middels udekket vernebehov og grønt typer med lite udekket vernebehov. Kodene for naturtyper viser til kodene i DNs Håndbok 13. Se ellers Framstad et al. (2010).

Naturtype	Fylke															Tot		
	Ø	OA	H	O	B	V	T	AA	VA	R	H	SF	MR	Tr	N		T	F
F0101, F0201-Eikeskog/eikedominert skog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0102, F0202-Bøkeskog/bøkedominert skog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Kalklindeskog (ny type)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F01, 02 - Rik alm-lindeskog, hasselkratt og gråor-almeskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0301, F0302, F1204-Kalkfuruskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0304-Kalkgranskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0303-Kalkbjørkeskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F04-Høystaudebjørkeskog/fjellbjørkeskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0502-Gråor-heggeskog - lisdetype	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0501-Gråor-heggeskog - flommarkstype	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F06-Rik sumpskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0701-Ospedominert skog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F07-Gammel blandingsløvskog (ny type)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0703-Temperert regnskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0801-Gammel granskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F0802-Gammel furuskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Sandfuruskog (ny type)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F09-Bekkekløfter	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F11-Boreal regnskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F12, F1201,2,3 -Kystfuruskog	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
F13-Rik blandingskog i lavlandet	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Kristtorn og Barlind (ny type)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Naturtypene etter DNs Håndbok 13 og i verneevalueringen er i hovedsak inndelt etter en tradisjonell økologisk forståelse av naturvariasjonen i skog basert på variasjon i markvegetasjon og treslag som respons på gradienter i næringstilgang (kalsium og andre basekationer), markfuktighet eller klima (spesielt oseaniske forhold). I tillegg er enkelte typer identifisert som spesielle voksesteder (som bekkekløfter, bergvegger) eller ut fra skogtilstand (gammel skog). Den praktiske typeinndelingen i DNs Håndbok 13 har imidlertid i liten grad tatt utgangspunkt i de aktuelle økologiske gradientene, men fokusert på markvegetasjonen og treslag som skillekarakterer mellom typene. Dette innebærer en mer kvalitativ tilnærming til typeinndelingen enn vi finner f.eks. i Naturtyper i Norge (NiN) (jf kap. 2.2). Også for naturtypene knyttet til spesielle voksesteder som bekkekløfter, er kriteriene for inndeling nokså kvalitative og generelle. Ser vi dette i forhold til Landsskogtakseringens inndeling i skogtyper (jf kap. 3), så er det en del fellestrekk i forståelsen av hva som bestemmer naturvariasjonen i skog (lokale økologiske gradienter, regionale klimafor skjeller, spesielle voksesteder), men DNs Håndbok 13, og i enda større grad verneevalueringen, har en mer detaljert inndeling i typer enn vi finner i Landsskogtakseringen.

## 2.2 Truete skogtyper (etter NiN)

Det nye systemet for å beskrive naturtyper i Norge (NiN) definerer naturtyper omtrent slik dette er gjort i naturmangfoldloven: *en ensartet type natur som omfatter alt plante- og dyreliv og de miljøfaktorene som virker der, eller spesielle typer naturforekomster som dammer, åkerholmer, geologiske forekomster eller lignende*. NiN tar imidlertid utgangspunkt i at naturen varierer langs ulike økologiske gradienter og andre kilder til miljøvariasjon, samt at denne variasjonen leder til enheter på ulike skala- og generaliseringsnivåer (Halvorsen et al. 2008).

I NiN omfatter skog fem typer på nivået natursystemhovedtype: V3 Svak kilde og kildeskogsmark, V7 Flommark, myrkant og myrskogsmark, S2 Fjæresoneskogsmark, T7 Flomskogsmark, T23 Fastmarksskogsmark. Her inneholder *Fastmarksskogsmark* de fleste skogtypene vi vanligvis forholder oss til. I **tabell 2** er disse natursystemhovedtypene presentert med sine karakteristiske basisøkokliner som bestemmer plasseringen av ulike grunntyper, samt andre kilder til økologisk variasjon. De karakteristiske basisøkoklinene representerer en beskrivelse av de viktigste økologiske gradientene som bestemmer de ulike naturtypenes karakteristika og vil dermed kunne være et grunnlag for å koble skogtyper etter NiN til ulike typer i Landsskogtakseringen.

For *Fastmarksskogsmark* representerer de to basisøkoklinene UF Uttøringsfare og KA Kalkinnhold henholdsvis fuktighets- og næringsgradienter som tradisjonelt er brukt ved inndelingen av skogtyper eller plantesamfunn i skog. Dette er illustrert i **tabell 3** som viser plasseringen av skogtyper etter Fremstad (1997) under de enkelte trinnene for basisøkoklinene UF og KA.

**Tabell 2** Inndelingen av skog i natursystemhovedtyper etter NiN-systemet og de karakteristiske basisøkoklinene for grunntyper av skog. Andre lokale økokliner viser til andre kilder til økologisk variasjon enn de som gir skogtypene deres viktigste karaktertrekk.

Natursystemhovedtype	Grunntypeinndeling	Andre lokale basisøkokliner
V3 Svak kilde og kildeskogsmark	AO-A Akkumulering av organisk materiale: torvdannelse: A1 ikke torvdannende mark; A2 torvmark KA Kalkinnhold: 4 intermediær,; 5 kalkrik; 6 kalkmark	HI Hevdintensitet: 1 ingen hevd, 2 svært ekstensiv hevd HF Hevdform: Y1 slått, Y2 beite
V7 Flommark, myrkant og myrskogsmark	VF-C Vannforårsaket forstyrrelse: vanntilførsel til våtmark: C1 uten limnogen vanntilførsel; C2 limnogen vanntilførsel KA Kalkinnhold: 1 ombrogen; 2 kalkfattig; 3 moderat kalkfattig; 4 intermediær; 5 kalkrik; 6 kalkmark	VM-A Vannmetning av marka: A3 tuenivå; A4 fastmatte; A5 mykmatte HI Hevdintensitet: 1 ingen hevd, 2 svært ekstensiv hevd HF Hevdform: Y1 slått, Y2 beite
S2 Fjæresoneskogsmark	VM-A Vannmetting av marka: A1 veldrenert, A2 fuktmark	HI Hevdintensitet: 1 ingen hevd, 2 svært ekstensiv hevd HF Hevdform: Y1 slått, Y2 beite
T7 Flomskogsmark	KO Kornstørrelse: 1 leirdominert – 7 steindominert VF-A Vannforårsaket forstyrrelse i flomfastmark: A2 lite, A3 moderat flomutsatt	KA Kalkinnhold: 3 moderat kalkfattig, 4 intermediær, 5 kalkrik VM-A Vannmetting av marka: A1 veldrenert, A2 fuktmark LF Luftfuktighet: 1 lav, 2 middels, 3 høy, stabil, 4 fosserøyk HI Hevdintensitet: 1 ingen hevd, 2 svært ekstensiv hevd HF Hevdform: Y1 slått, Y2 beite
T23 Fastmarksskogsmark	UF Uttøringsfare: 1 frisk, 2 moderat tørkeutsatt, 3 svært tørkeutsatt VM-A Vannmetting av marka: A1 veldrenert, A2 fuktmark TU Tungmetallinnhold: Y1 normalt, Y2 ultramafisk KA Kalkinnhold: 2 kalkfattig, 3 moderat kalkfattig, 4 intermediær, 5 kalkrik, 6 kalkmark	KO Kornstørrelse: 1 leirdominert – 7 steindominert, 8 blokkdominert, 9 fjell, X3 skjellsand, X6 usortert LF Luftfuktighet: 1 lav, 2 middels, 3 høy, stabil, 4 fosserøyk IS-A Innstråling: A4 lav, A5 moderat, A6 høy solinnstråling RS-A snøskredhyppighet. A1 ikke snørasutsatt, A2 sjelden, uforutsigbar, A3 lav, forutsigbar RS-B Ras/skredhyppighet: B1 ikke skredutsatt, B2 uregelmessig, B3 regelmessig HI Hevdintensitet: 1 ingen hevd, 2 svært ekstensiv hevd HF Hevdform: Y1 slått, Y2 beite, Y3 avsviing

Artsdatabanken utarbeidet i 2010-2011 en rødliste for naturtyper etter inndelingen i NiN (Lindgaard & Henriksen 2011). For naturtyper i skog er bare skogtyper under hovedtypene *S2 Fjæresoneskogsmark*, *T7 Flomskogsmark* og *T23 Fastmarksskogsmark* vurdert, i det *V3 Svak kilde og kildeskogsmark* og *V7 Flommark, myrkant og myrskogsmark* er vurdert under våtmarkssystemer (Bendiksen 2011). Alle vurderingsenheter for skog er på natursystemnivå, unntatt skogsbekkekløfter som er på landskapsdelnivå. Bendiksen påpeker at en inndeling etter basisøkokliner teoretisk skulle gi 34 vurderingsenheter på natursystemnivå. Imidlertid har det vist seg nødvendig å gruppere en del enheter sammen, dels på grunn av manglende informasjon om arealfordeling og forekomst og dels fordi en del typer på veldrenert mark og fuktmark ofte forekommer i mosaikk innen samme område. På den andre siden vil klimaforskjeller gjøre at samme grunntype, spesielt på frisk og rik fastmarksskogsmark, vil ha ulike dominerende treslag og/eller markvegetasjon langs regionale klimagrader, noe som er tatt hensyn til i vurderingen i truede skogtyper.

Med utgangspunkt i en pragmatisk inndeling i skogtyper basert på en tilpasset versjon av NiNs kriterier, er mulig rødlistestatus for de enkelte typene vurdert etter IUCNs kriteriesett tilpasset til naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011). Dette har resultert i rødlisting av i alt 19 skogtyper, hvorav 3 er vurdert som sterkt truet (EN), 3 som sårbare (VU), 12 som nær truet (NT) og 1 i kategorien datamangel (Bendiksen 2011; jf **tabell 4**).

Inndelingen i skogtyper i NiN er i hovedsak grunntyper av natursystemer, atskilt ved spesifiserte trinn langs viktige lokale basisøkokliner (jf **tabell 2**). I rødlista for skogtyper er denne inndelingen supplert med inndeling etter gradienter i regional klimavariasjon og dominans av spesifikke treslag. I tillegg er det også her identifisert naturtyper knyttet til spesielle naturforhold som bekkekløfter. Denne generelle forståelsen av naturvariasjonen i skog finner vi også i Landsskogtakseringen (jf kap. 3), men de lokale basisøkoklinene har et litt annet fokus og er dels representert ved bonitet og dels indirekte ved markvegetasjonen. Inndelingen etter NiN er dessuten mer detaljert (bl.a. for treslag), noe som også er tilfelle for inndelingen etter DN's Håndbok 13 (jf kap. 2.1).

**Tabell 3** Relasjoner mellom vegetasjonstyper i skogsmark hos Fremstad (1997) og marktyper innen fastmarksskogsmark i NiN. Lys grå felter er ikke omtalt av Fremstad (1997). Fuktmarksutforminger er markert med rød skrift (etter Halvorsen in.litt.).

		Økoklin 1 UF uttørkingsfare			
		1 frisk mark	2 moderat tørkeutsatt mark	3 svært tørkeutsatt mark	
Økoklin 3 KA kalkinnhold	6 kalkmark	B1 Lavurtskog C2c Høystaudeskog, lavurt utforming med spredte høystauder D2 Lavurt edelløvskog	D4 Alm-lindeskog D5 Gråoralmeskog p.p. D6 Oralmeskog	B2b Kalklavurtskog, Mesofil furu-utforming (frisk kalkfuruskog) <b>sesongfuktige utforminger</b> B2c Bjørkutforming (kalkbjørkeskog)	B2a Kalklavurtskog, Xerofil furu-utforming (tørr kalkfuruskog)
	5 kalkrik		D3 Myskebøke-skog C3a Gråorheggeskog, Høystaudestrutseving-utforming, i lier og dalsider		?A6b Knausskog/ grunnlendeskog Varmekjær utforming (p.p.)
	4 intermedjær		C1 Storbregnegranskog		
	3 moderat kalkfattig	D1 Blåbæredelløvskog	A5 Småbregneskog p.p.		
	2 kalkfattig		A4 Blåbærskog p.p. A7c Grasdominert fattigskog, Blåtopp utforming p.p.	A2 Bærlyngskog A3 Røsslyng-blokkbærfuruskog utforminger a-d e Fuktutforming A7c Grasdominert fattigskog, Blåtopputforming p.p.	A1 Lavskog A6 Knausskog/ grunnlendeskog p.p. (inkluderer også åpen mark) utforminger a,c d Humid utforming p.p.



**Tabell 4** Truete skogtyper og deres viktigste kilder til variasjon. Rødlistestatus (RL) er angitt ved kategoriene EN sterkt truete, VU sårbar og NT nær truete; typekode henviser til grunntyper av natursystemer i NiN (unntatt for skogsbekkekløft som er en landskapsdel) (jf Bendiksen 2011).

Skogtype	RL	Typekode	Kilder til variasjon
Kontinentale skogsbekkekløfter	NT	11	Bioklima: overgangsseksjon, svakt kontinental seksjon
Fjæresone-skogsmark	NT	S2	
Doggpilkraatt	NT	T7; 2, 4	Dominans: doggpil
Mandelpilkraatt	NT	T7; 2,	Dominans: mandelpil
Kalklindeskog	VU	T23; 13	Dominans: hassel, lind
Lavurt-eikeskog	NT	T23; 12, 17	Dominans: eik
Lavurt-lyngfuruskog	NT	T23; 12, 17	Dominans: furu
Lavurt-lyngfurukalkskog	NT	T23; 13, 18	Dominans: furu
Kalkrik lavfuruskog	NT	T23; 22, 25	Dominans: furu
Lav-furukalkskog	NT	T23; 23, 26	Dominans: furu
Lavurt-grankalkskog	VU	T23; 5	Dominans: gran
Høystaudegranskog	NT	T23; 9	Dominans: gran
Høystaude-grankalkskog	NT	T23; 10	Dominans: gran
Rik boreal frisk løvskog	DD	T23; 4, 5, 9, 10	Bioklima: boreonemoral, sørboreal, mellomboreal sone; Dominans: bjørk, osp, selje
Kalkrik bøkeskog	VU	T23; 4, 9	Dominans: bøk
Olivinskog	EN	T23; 14, 15, 19, 20	
Kystgranskog	EN	T23	Bioklima: sterkt oseanisk og klart oseanisk seksjon; Basisøkoklin: høy/stabil luftfuktighet, fosseøykinfluert; Dominans gran
Temperert kystfuruskog	EN	T23; 1, 2, 6, 7	Bioklima: boreonemoral sone, sterkt oseanisk seksjon; Basisøkoklin: høy/stabil luftfuktighet; Dominans furu
Beiteskog	NT	T23	Basisøkoklin: beite, svært ekstensiv hevdintensitet

Merk at basisøkoklinen *Luftfuktighet* (LF) ikke er inkludert i basisøkokliner for fastmarksskogsmark i Artsdatabankens Naturtypebase (jf tabell 2). LF trinndeles i 1 lav luftfuktighet, 2 middels luftfuktighet, 3 høy og relativt stabil luftfuktighet, 4 fosserøykinfluert. Merk også at NiN ikke opererer med nemoral bioklimatisk sone.

## 2.3 Skog med høy forekomst av MiS livsmiljøer

I forbindelse med utviklingen av et system for å registrere miljøverdier for biologisk mangfold i skog har Norsk institutt for skog og landskap (tidligere Skogforsk) identifisert en rekke livsmiljøer for rødlistearter (Gjerde & Baumann 2002) (**tabell 5**). Disse livsmiljøene dekker egenskaper eller naturtyper i skog som er dokumentert å være viktige som habitat eller substrat for rødlistearter. Dels knytter slike egenskaper seg til spesielle terrengforhold (bekkekløfter, bergvegger, raviner) eller voksesteder (rik bakke), dels knytter de seg til en bestemt skogtilstand (egenskaper ved gammel skog, skogbrannflater), eller til spesielle egenskaper ved trær (trær med hengelav, hule trær). Livsmiljøer i MiS dekker dermed i mindre grad enn DNS Håndbok 13 og NiN inndeling i skogtyper basert på økologiske gradienter (unntatt rik bakke) og legger vesentlig mer vekt på tilstand. Dette gjør det vanskelig å sammenstille MiS livsmiljøer i en felles typeinndeling med DN Håndbok 13 og NiN.

**Tabell 5** Livsmiljøer for rødlistearter i skog slik disse er definert for registrering av Miljøverdier i skog (MiS) (Gjerde & Baumann 2002).

MiS-figurer	Hovedkriterium	Spesifikke karakteristika
Stående død ved	skogtilstand	Stående død ved uavhengig av skogtype, men avhengig av påvirkningsgrad, treslag, bestandsalder, klima
Liggende død ved	skogtilstand	Liggende død ved uavhengig av skogtype, men avhengig av påvirkningsgrad, treslag, bestandsalder, klima
Rikbarkstrær	treslag	Spesifikke treslag (rogn, osp, selje, edelløvtrær), forekomst knyttet til bestemte skogtyper, grunnforhold, klima
Trær med hengelav	skogtilstand	Avhengig av skogtilstand (gammelskog, intakt bestand), klima, treslag
Eldre løvsuksesjoner	skogtilstand	Suksesjonstilstand, viss sammenheng med grunnforhold, klima på voksested
Gamle trær	skogtilstand	Gammel skog eller gjenstående gamle trær i yngre skog; i hovedsak uavhengig av skogtype og voksested
Hule løvtrær	treslag	Gamle løvtrær (boreal, edelløv); i hovedsak knyttet til skogtilstand og forekomst av gamle løvtrær
Brannflater	skogtilstand	Skogtilstand, men frekvens og omfang har nær sammenheng med skogtype, terreng, grunnforhold, klima
Rik bakkevegetasjon	grunnforhold	Grunnforhold (jord, geologi) med god næringsstatus
Bergvegger	geomorfologi	Spesiell terrengformasjon; verdi vil avhenge av skogtilstand
Leirraviner	geomorfologi	Spesiell terrengformasjon; verdi vil avhenge av skogtilstand
Bekkekløfter	geomorfologi	Spesiell terrengformasjon; verdi vil avhenge av skogtilstand

## 2.4 Syntese av prioriterte skogtyper

I **tabell 6** har vi forsøkt å sammenstille inndelingene av verdifulle skogtyper for biomangfoldet basert på henholdsvis DNs Håndbok 13, med avledning i mer detaljerte typer for verneevalueringen, og rødlistete skogtyper etter inndeling i NiN. Vi ser at hovedtypene av edelløvskog i Håndbok 13 (hhv gammel og rik edelløvskog) vanskelig kan skilles ut fra basisøkolinier alene, men at utskilling av finere typer må baseres på dominerende treslag. Dersom tilstand, knyttet til yngre i forhold til eldre skog, var trukket inn i typeinndelingen i verneevalueringen eller NiN, ville vi fått en fullstendig en-til-en dekning av de ulike typene. Trolig ville dette være vanskelig å utnytte i forhold til utfordringen ved å skaffe representative tall for arealer og biomasse for de ulike typene. Et tilsvarende problem ser vi for kalkskog, der DNs Håndbok 13 og verneevalueringen er vesentlig grovere enn NiN. Her er det også et spørsmål om hvor spesifiserte skogtyper det er mulig å skaffe areal- og biomassedata for.

For en del av skogtypene for boreal løvskog i DNs Håndbok 13 og verneevalueringen kan paralleller i NiN-systemet knyttes til både visse basisøkolinier og dominansforhold (jf **tabell 3**). Gammel løvskog og barskog er imidlertid tilstandsavhengige og vil ikke ha klare paralleller i NiN, med mindre det spesifiseres undertyper for bestemte gradientposisjoner eller dominansforhold. Det samme gjelder i praksis spesielle skogtyper knyttet til naturforhold (bekkekløfter), substrat (sandfurskog) eller med helt spesielt artsinnhold (barlind, kristtorn). For skogtyper knyttet til spesielle posisjoner i regionale klimagrader (kystskog), vil inndelingskriterier dels være slike bioklimatiske posisjoner, dels rent geografiske kriterier og dels dominansforhold, avhengig av grad av tematisk og romlig skalering. Beiteskog er i DNs Håndbok 13 behandlet under kulturlandskap og er også i NiN karakterisert ved grad av kulturpåvirkning snarere enn naturgitte økologiske forhold, selv om naturtypen nok er knyttet til middels til næringsrik mark.

I kapittel 3 gjør vi nærmere rede for i hvilken grad disse naturtypene kan fanges opp av relevante variabler registrert i Landsskogtakseringen, som et grunnlag for å identifisere areal og biomasse knyttet til typene.

**Tabell 6** Oversikt over parallelle skogtyper etter inndeling i DN Håndbok 13, verneevalueringen (Framstad et al. 2010, Blindheim et al. 2011) og truede skogtyper etter NiN (Bendiksen 2011). Usikker sammenheng mellom DN's typer og NiN er markert med rød skrift. Skillekriterier for NiN-typer gitt ved lokale basisøkokliner, er angitt med koder spesifisert i **tabell 2** (unntatt for LF luftfuktighet, jf fotnote i tabell 4).

Skogtyper i DN Håndbok 13	Prioriterte typer for skogvern*	Truede skogtyper NiN	Identifikasjons/skillekriterier NiN
F01 Rik edelløvsog	<b>F0101, F0201-Eikeskog/eikedominert skog</b>	Lavurt-eikeskog NT	Basisøkoklin: UF-2, KA-4-5; Dominans: eik;
F02 Gammel edelløvsog			
F01 Rik edelløvsog	F0102, F0202-Bøkeskog/bøkedominert skog	Kalkrik bøkeskog VU	Basisøkoklin: UF-1, KA-4; Dominans: bøk;
F02 Gammel edelløvsog			
F01 Rik edelløvsog	<b>Kalklindeskog (ny type)</b>	Kalklindeskog VU	Basisøkoklin: UF-2, KA-6; Dominans: lind, hassel;
F02 Gammel edelløvsog			
F01 Rik edelløvsog	<b>F01, 02 – Rik alm-lindeskog, hasselkratt og gråor-almeskog</b>		Basisøkoklin: UF-1, KA-5-6
F02 Gammel edelløvsog			
F03 Kalkskog	F0301, F0302, F1204-Kalkfurusog	Lavurt-lyngfurukalkskog NT	Basisøkoklin: UF-2, KA-6; Dominans: furu;
F03 Kalkskog	F0301, F0302, F1204-Kalkfurusog	Kalkrik lavfurusog NT	Basisøkoklin: UF-1, KA-4-5; Dominans: furu;
F03 Kalkskog	F0301, F0302, F1204-Kalkfurusog	Lav-furukalkskog NT	Basisøkoklin: UF-1, KA-6; Dominans: furu;
F03 Kalkskog	F0301, F0302, F1204-Kalkfurusog	Lavurt-lyngfurusog NT	Basisøkoklin: UF-2, KA-4-5; Dominans: furu;
F03 Kalkskog	<b>F0304-Kalkgranskog</b>	Lavurt-grankalkskog VU	Basisøkoklin: UF-1, KA-6; Dominans: gran;
F03 Kalkskog	<b>F0304-Kalkgranskog</b>	Høystaude-grankalkskog NT	Basisøkoklin: UF-1, KA-6; Dominans: gran;
F03 Kalkskog	<b>F0303-Kalkbjørkeskog</b>		Basisøkoklin: UF-2-3, KA-6; Dominans: bjørk;
		Olivinskog EN	Basisøkoklin: UF-2, TU-Y2
		Høystaudegranskog NT	Basisøkoklin: UF-1, KA-4-6; Dominans: gran;
F04 Bjørkeskog med høystauder	F04-Høystaudebjørkeskog/fjellbjørkeskog		
F05 Gråor-heggeskog	<b>F0502-Gråor-heggeskog - lisidetype</b>		Basisøkoklin: UF-1, KA-5; Dominans: gråor;
F05 Gråor-heggeskog	<b>F0501-Gråor-heggeskog - flommarkstype</b>		Basisøkoklin: UF-1, KA-5; Dominans: gråor;
F06 Rik sumpskog	<b>F06-Rik sumpskog</b>		
F07 Gammel løvsog	F0701-Ospedominert skog		UF 1-2, KA 4-6; Dominans: osp;
F07 Gammel løvsog	<b>F07-Gammel blandingsløvsog (ny type)</b>		
F07 Gammel løvsog	<b>F0703-Temperert regnskog</b>		Bioklima: boreonemoral sone, sterkt og klart oseanisk seksjon; Basisøkoklin: utfuktighet 3, UF-1, KA-2-3
F08 Gammel barskog	F0801-Gammel granskog		
F08 Gammel barskog	F0802-Gammel furuskog		
ny	<b>Sandfurusog (ny type)</b>		
F09 Bekkekløft og bergvegg	<b>F09-Bekkekløfter</b>	Kontinentale skogsbekkekløfter NT	Geografi: He, Op, Bu; Bioklima: overgangsseksjon, svakt kontinental seksjon
F11 Kystgranskog	F11-Boreal regnskog	Kystgranskog EN	Geografi: ST, NT, No; Bioklima: sterkt og klart oseanisk seksjon; Basisøkoklin: LF luftfuktighet 3-4; Dominans: gran
F12 Kystfurusog	F12, F1201,2,3 Kystfurusog	Temperert kystfurusog EN	Geografi: Ro, Ho; Bioklima: boreonemoral sone, sterkt oseanisk seksjon; Basisøkoklin: LF luftfuktighet 3; Dominans: furu
F13 Rik blandingskog i lavlandet	<b>F13-Rik blandingskog i lavlandet</b>	Rik boreal frisk løvsog DD	Bioklima: boreonemoral, sørboreal, mellomboreal sone; Dominans: bjørk, osp, selje
ny	Kristtorn og Barlind (ny type)		
		Fjæresone-skogsmark NT	(ikke spesifisert, men må følge def. for type S2)
		Mandelpilkratt NT	Dominans: mandelpil
		Doggpilkratt NT	Geografi: OA, He, Op; Dominans: doggpil
		Beiteskog NT	Basisøkoklin: beite, svært ekstensiv hevdintensitet

\*Utthevet type er i særlig grad mangelfullt dekket av verneområder (jf tabell 1; Framstad et al. 2010)

α D06 Beiteskog er behandlet under Kulturlandskap i DN's Håndbok 13

## 3 Verdifulle skogtyper – definisjon og arealberegning ut fra Landsskogtakseringens data

I dette kapitlet har vi forsøkt å koble egenskaper for verdifulle skogtyper for biologisk mangfold, slik disse er spesifisert i kapittel 2, til egenskaper som er brukt i beskrivelse av skogen på Landsskogtakseringens prøveflater. Dette er egenskaper knyttet til naturforholdene på stedet, spesielt vegetasjonstype som uttrykk for plassering langs nærings- og fuktighetsgradienter, så vel som treslagssammensetning og skogtilstand gitt ved alder og hogstklasse. I tillegg vil prøveflatenes lokalisering i ulike bioklimatiske soner eller seksjoner være viktig.

### 3.1 Arealgrunnlag

Arealgrunnlaget for samtlige beregninger er datamaterialet fra 9. Landsskogstakst (som stammer fra årene 2005-2009). Dette datasettet omfatter alle fylker i landet bortsett fra Finnmark (som ble taksert for første gang i tidsrommet 2005-2011).

Fra dette datasettet er det benyttet alle flater med produktiv og uproduktiv skog, dvs arealer med kronedekning av trær som overstiger 10%, samt arealer som er midlertidig uten tresetting (pga hogst eller naturlige forstyrrelse). Arealmessig utgjør dette 109 921 km<sup>2</sup>, hvorav 82 310 km<sup>2</sup> er produktiv skog og 27 611 km<sup>2</sup> er uproduktiv skog. Annet tresatt areal, dvs. arealer med kronedekningen mindre enn 10%, inngår ikke i beregningene. Dette er arealer med svært lav produksjonsevne langs myrkanter og på tynt jordsmonn, samt arealer som er i ferd med å gro igjen med skog fra tidligere snaumark.

Videre er arealgrunnlaget innskrenket til arealanvendelse til skog/utmark (105 678 km<sup>2</sup>), reservat (2 945 km<sup>2</sup>) og friluftsområde (132 km<sup>2</sup>), som i alt utgjør 108 755 km<sup>2</sup>. Arealanvendelsene skytefelt (225 km<sup>2</sup>), kraftlinje (589 km<sup>2</sup>), samt arealer som ligger tett inntil bebygde områder (48 km<sup>2</sup>), hyttefelt (230 km<sup>2</sup>), vei/bane/fly (23 km<sup>2</sup>) og annet (51 km<sup>2</sup>), er utelatt. Disse øvrige arealene utgjør i alt 1166 km<sup>2</sup>.

I de videre beregningene er det benyttet hektar (ha) som måleenhet (1 km<sup>2</sup> = 100 ha).

### 3.2 Definisjon av ulike skogtyper

#### 3.2.1 Skogtypedefinerende parametere

En rekke parametere som registreres på Landsskogtakseringens flater er benyttet til å definere de ulike skogtypene. Her er de viktigste av disse parametere.

**Vegetasjonstype** I alt er det definert 22 forskjellige vegetasjonstyper i skog, primært ut fra markvegetasjon, se Landsskogtakseringens feltinstruks (Landsskogtakseringen 2008, s. 43).

**Bonitet** er et uttrykk for skogens produksjonsevne. Standard inndeling av bonitet er: uproduktiv skog (< 6), lav bonitet (6-8), middels bonitet (11-14), høy bonitet (≥ 17), der tallverdiene angir middelhøyde i meter for trær ved alder 40 år. Bonitet er ikke benyttet direkte for å definere skogtypene i denne studien, men inngår som et implisitt kriterium for å definere eldre skog. Vi har også valgt å dele opp arealet av eldre boreal løvskog i forhold til bonitet.

**Alder og hogstklasse** I de fleste tilfeller er hogstklasse benyttet som kriterium for bestandsalder. Nedre bestandsalder for hogstmodenhet (hogstklasse V) varierer med bonitet, fra 60 år til 120 år for bartredominert skog og fra 40 år til 80 år for løvtredominert skog (jf Landsskogtak-

seringen 2008, vedlegg A for tabelloversikter). For å skille ut barskog med høy alder har vi benyttet nedre hogstmodenhetsalder + 30% (dvs. 78 – 156 år) (jf Stokland et al. 2003).

For uproduktiv skog er det ikke definert noen grenser for hogstklasser. I de kategoriene hvor vi også har med arealer på uproduktiv skog og gjør avgrensning i forhold til hogstklasse, har vi definert fiktive nedre grenser for hogstklasse IV og V for løvskog og barskog som representerer lineære ekstrapoleringer i forhold til de lavere bonitetsklassene. Konkret har vi benyttet 70 år og 90 år som nedre grense for hogstklasse IV og V i løvdominert skog og 130 år og 170 år som nedre grense for hogstklasse V og V+30% i bartredominert skog.

**Bestandstreslag** På alle landsskogsflater kvantifiseres andelen av ulike treslag til nærmeste 1%. Dette gjøres for følgende treslag/treslagsgrupper: gran, introdusert gran, furu, introdusert furu, bjørk, osp, gråor, eik, edelløv (bøk, ask, alm, lind, lønn, svartor), annet løv (alle øvrige løvtreslag). Bestandstreslag benyttes til å definere arealkategorier dominert av ulike treslag.

For hogstklasse III-V brukes volumandel, for hogstklasse II benyttes kronedekningsprosent. For hogstklasse I (hogstflater) registreres ikke bestandstreslag, og dermed kommer ikke hogstflater med i arealkategorier som bruker bestandstreslag som definisjonsgrunnlag. I hogstklasse I og II registreres overstandere som f.eks. skjermtrær og levende livsløpstrær.

**Klimasone** Alle landsskogsflatene er klassifisert i forhold til vegetasjonssone (6 klasser fra nemoral til alpin) og vegetasjonsseksjon (6 klasser fra sterkt oseanisk til kontinentalt). Disse klassene følger Moen (1998).

**Andre parametere** I noen få tilfeller har vi benyttet ytterligere parametere som karakteriserer landsskogsflatene, slik som terrengets helningsretning, beitepåvirkning, brannskader, etc. Disse er omtalt nærmere i hvert enkelt tilfelle.

### 3.2.2 Operativ definisjon av ulike skogtyper og deres arealomfang

De ulike skogtypene er gruppert til visse hovedgrupper med noen fellestrekk i utvalgsriterier for å gjøre det enklere å slå sammen skogtyper der det er nødvendig for å få fram tall for biomasse og karbonlager.

#### Hovedgruppe 1: Rike skogtyper

Denne hovedgruppen omfatter rike edelløvsogutforminger, kalkskoger, utvalgte lavurt- og høystaudeskoger, samt rike sumpskoger. Dette er skogtyper som er definert ut fra markvegetasjon alene. Disse skogtypene omfatter både ungskog og gammel skog, og arealet overlapper således med arealene i de andre hovedgruppene.

##### **Rik bøkeskog**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Lavurt bøkeskog, ingen aldersrestriksjon

*Areal:* 4 506 ha

*Kommentar:* Til sammenligning har vegetasjonstypen blåbær bøkeskog (ingen aldersrestriksjon) et areal på 3 335 ha.

##### **Rik eikeskog**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Lavurt eikeskog, ingen aldersrestriksjon

*Areal:* 14 961 ha

*Kommentar:* Til sammenligning har vegetasjonstypen blåbær eikeskog (ingen aldersrestriksjon) et areal på 43 890 ha.

##### **Kalkrik edelløvsog**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Kalklavurtskog, bestandstreslag (edelløvtrær > 30%), ingen aldersrestriksjon

*Areal:* 0 ha

*Kommentar:* Ingen landskogsflater oppfyller denne kriteriekombinasjonen, og således blir det beregnede arealet 0, selv om det finnes slik skog i Norge (innen det geologiske området Oslofeltet).

### **Øvrig rik edelløvsog**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Alm-lindeskog eller Or-askeskog, ingen aldersrestriksjon

*Areal:* 51 370 ha (herav utgjør Alm-lindeskog 19 287 ha og Or-askeskog 32 084 ha)

*Kommentar:* Merk at vegetasjonstypen alm-lindeskog også kan ha et betydelig innslag av hasselkratt tilsvarende typen "rikt hasselkratt" i DN-håndbok 13, og at vegetasjonstypen or-askeskog i praksis inkluderer typene "gråor-almeskog" og "askeskog" i DN-håndbok 13.

### **Kalklavurtskoger**

*Definisjoner:* Vegetasjonstype = Kalklavurtskog, ingen aldersrestriksjon, bestandstreslag som kriterium for underopptdeling

*Areal:* 19 911 ha

*Kommentar:* Arealet er fordelt på følgende dominerende treslagsgrupper: Bartredominert: 11 446 ha (hvorav 6 309 er furudominert og 5 137 er grandominert); Løvtredominert: 8 466 ha (hvorav 6 663 ha er bjørkedominert, 901 ha er ospedominert, og resterende har blanding av ulike løvtreslag). Undergruppene tilsvarer henholdsvis kalkfuruskog, kalkgranskog, kalkbjørkeskog, osv som benyttes i prioriterte skogtyper for skogvern. Men de ytterligere oppdelingene i for eksempel lavurt grankalkskog og høystaude grankalkskog kan ikke gjøres med dagens parametere i landsskogstakseringen.

### **Lavurtskog, furudominert**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Lavurtskog, ingen aldersrestriksjon, bestandstreslag (gran% + furu%  $\geq$  50 og furu%  $>$  gran%)

*Areal:* 64 068 ha

*Kommentar:* Dette arealet er ment å tilsvare Lavurt-lyngfuruskog (NT)

### **Høystaudekog, grandominert**

*Definisjon:* Vegetasjonstype = Høystaudekog, ingen aldersrestriksjon, bestandstreslag (gran%  $\geq$  50)

*Areal:* 171 416 ha

*Kommentar:* Dette arealet er ment å tilsvare Høystaudegranskog med høyt kalkinnhold (NT). Høystaudekog med høyt kalkinnhold er ikke definerbart med landsskogs kriterier

### **Høystaudekog, dominert av boreale løvtrær**

*Definisjon:* a) vegetasjonstype = Høystaudekog, ingen aldersrestriksjon, bestandstreslag (bjørk% + osp% + gråor% + annet\_løv%  $\geq$  50), vegetasjonssone = nemoral – mellom-boreal; b) delmengde av a, men bjørk er dominerende løvtreslag

*Areal:* a) 223 747 ha (areal = 444 128 ha når nordboreal og alpin sone også inkluderes);

b) 158 768 ha (areal = 368 334 ha når nordboreal og alpin sone også inkluderes)

*Kommentar:* Dette arealet er ment å tilsvare frisk boreal løvskog i ulike klimasoner, med bjørk eller andre boreale løvtrær som dominerende treslag. Merk at 12 617 ha av arealene over inneholder moderat innslag av edelløvtrær (hovedsakelig 1-20%, men helt opp til 40%).

### **Gråor-heggeskog, lisdetype og flommarkstype**

*Definisjon:* a) vegetasjonstype = Gråorskog, ingen aldersrestriksjon; b) vegetasjonstype = Flommarkskog, ingen aldersrestriksjon

*Areal:* a) 57 769 ha; b) 5 227 ha

### **Rik sumpskog, rik sumpskog i lavlandet**

*Definisjon:* a) vegetasjonstype = Løv- og viersump, ingen aldersrestriksjon; b) vegetasjonstype = Løv- og viersump, bestandstreslag (edelløv%  $>$  0), ingen aldersrestriksjon;

c) vegetasjonstype = Løv- og viersump, bestandstreslag (edelløv% = 0), vegetasjonszone = nemoral - sydboreal, ingen aldersrestriksjon

*Areal:* a) 51 771 ha; b) 4 506 ha; c) 1 262 ha

*Kommentarer:* Løv- og viersump er løvdominert skog på næringsrik (minerogen) torvmark eller sumpjord. Dette tilsvarer rikere sumpskog. Dette er en skogtype som fremfor alt forekommer i mellomboreal og nordboreal sone (i alt 46 003 ha). Med tilleggskriteriet at det skal forekomme edelløvtrær (primært vil dette gjelde svartor og ask) avgrenses arealet til varmekjære utforminger. Dette er en delmengde av løv- og viersumpskog som forekommer i nemoral-boreonemoral og så vidt inn i sydboreal sone. I disse gunstige klimasonene forekommer særlig svartor hyppig i rike sumpskog, og derfor er arealet uten edelløvtrær (dvs. undergruppe c) svært lite her.

## Hovedgruppe 2: Eldre løvskog

Denne hovedgruppen omfatter gammel løvskog og er primært definert ut fra kriteriene treslag-sammensetning (mer enn 50% løvtrær) og alder (hogstklasse IV eller V). Hovedgruppen er videre oppdelt på kategorier definert ut fra hvilke treslag som dominerer, og til en viss grad spesielle klimasoner. Vi har benyttet en lavere aldersgrense for løvskog enn for barskog (og betegnet disse med samlebetegnelsen «eldre løvskog» som ikke indikerer så gammel skog som kategoriene «gammel granskog» og «gammel furuskog»). Bakgrunnen for denne forskjellen i aldersgrense er at man finner større strukturdiversitet (f.eks. forekomst av død ved) og større forekomst av rødlistete arter i hogstklasse IV og nydannet hogstklasse V i løvskog sammenlignet med tilsvarende utviklingsfaser i barskog.

### Eldre edelløvskog

*Definisjoner:* a) Bestandstreslag (eik + edelløv > 30% og samlet løv > 50%), Hogstklasse = IV eller V, alternativt uproduktiv skog og bestandsalder > 70 år (eller 90 år tilsv. h.kl. V);

b) Bestandstreslag (eik + edelløv > 30% og samlet løv < 50%), Hogstklasse = IV eller V, alternativt uproduktiv skog og bestandsalder > 70 år (eller 90 år tilsv. h.kl. V)

*Areal:* a) 107 518 ha (hvorav 30 282 ha i h.kl. IV og 77 236 ha i h.kl. V);

b) 11 175 ha (hvorav 2 433 ha i h.kl. IV og 8 742 ha i h.kl. V)

*Kommentar:* Forskjellen på a og b er at a er løvdominert skog, mens b er bardominert skog med høyt innslag av edelløvtrær. I disse arealene forekommer et beskjedent areal på til sammen 8 382 ha i uproduktiv skog; dette er skrinne arealer med forekomst av eik. Nedre aldersgrense 70 år og 90 år er benyttet for å skille ut arealer i uproduktiv skog som svarer til h.kl. IV og V; dette reflekterer nedre grense for bjørkedominert skog (i mangel på hogstklasse-grenser for eikeskog).

### Eldre løvskog

*Definisjon:* Hogstklasse = IV eller V, Bestandstreslag (bjørk% + osp% + gråor% + eik% + edelløv% + annet løv% > 50%), dessuten a) eik% + edelløv% = 0; b) 0 < eik% + edelløv% < 30; c) eik% + edelløv% ≥ 30

*Areal:* a) 2 119 952 ha (hvorav 884 978 ha i h.kl. IV og 1 234 974 ha i h.kl. V);

b) 85 878 ha (hvorav 42 709 ha i h.kl. IV og 43 169 ha i h.kl. V);

c) 107 518 ha (hvorav 30 282 ha i h.kl. IV og 77 236 ha i h.kl. V)

*Kommentar:* a) tilsvarer løvdominert skog uten edelløvtrær; b) tilsvarer løvdominert skog med lite innslag av edelløvtrær; c) tilsvarer løvdominert skog med innslag av edelløvtrær > 30%. Merk at arealet er noe lavere enn arealet for gammel edelløvskog definert over (der det var samme krav til edelløvtrær, men hvor det også ble regnet med arealer med høy edelløvandelen i bartredominert skog).

### Ospedominert skog

*Definisjon:* a) Bestandstreslag (osp ≥ 30%), Hogstklasse = IV eller V;

b) Bestandstreslag (osp ≥ 50%), Hogstklasse = IV eller V

*Areal:* a) 102 651 ha (hvorav 39 474 ha i h.kl. IV og 63 177 ha i h.kl. V);

b) 38 573 ha (hvorav 14 059 ha i h.kl. IV og 24 514 ha i h.kl. V)



*Kommentar:* Det anbefales å bruke 30% som nedre grense for innslag av ulike typer løvtrær. Da utgjør dette treslaget et så hyppig element at det tilhørende artsmangfoldet kan forventes å være til stede. All denne skogen er en delmengde av løvdominert skog (også når krav til osp  $\geq$  30%, som teoretisk kan forekomme i bardominert skog).

### **Rik blandingskog i lavlandet**

*Definisjon:* Hogstklasse = IV eller V, bestandstreslag (sum løvtre%  $>$  30% og sum bartre%  $>$  30%), klimasone (nemoral – sørboreal), vegetasjonstyper = (kalklavurtskog, lavurtskog, høystaudeskog, gråorskog, lavurt-eikeskog, lavurt-bøkeskog, alm-lindeskog, oraskeskog), i tillegg a) bonitet  $\leq$  11; b) bonitet  $>$  11

*Areal:* a) 11 356 ha (hvorav 3 245 ha i h.kl. IV og 8 111 ha i h.kl. V);  
b) 47 946 ha (hvorav 21 269 ha i h.kl. IV og 26 677 ha i h.kl. V)

*Kommentar:* Det er stort overlapp mellom denne kategorien og gammel løvskog hvor sum løvtre er  $>$  50%. I alt 6849 ha (60,3% av arealet) i undergruppe a og 23 162 ha (48,3%) i undergruppe b inngår også som en delmengde i gammel løvskog. Svært lite av dette arealet inngår også i gammel barskog (henholdsvis 7,9% i undergruppe a og 11,3% i undergruppe b).

### **Hovedgruppe 3: Gammel barskog**

Denne hovedgruppen omfatter gammel barskog og er definert ut fra kriteriene treslags sammensetning (mer enn 50% bartrær) og alder (mer enn 30% over hogstmodenhetsalder).

#### **Gammel granskog**

*Definisjoner:* Bestandstreslag (sum bartrær  $>$  50% og gran%  $>$  furu%), bestandsalder  $>$  hogstmodenhetsalder + 30%

*Arealer:* 265 234 ha (hvorav 254 419 ha er produktiv skog og 10 815 ha er uproduktiv skog)

*Kommentar:* For uproduktiv skog (som ikke har hogstmodenhetsalder) er minstealder satt til 170 år.

#### **Gammel furuskog**

*Definisjoner:* Bestandstreslag (sum bartrær  $>$  50% og gran%  $\leq$  furu%), bestandsalder  $>$  hogstmodenhetsalder + 30%

*Arealer:* 354 346 ha (hvorav 304 518 ha er produktiv skog og 49 828 ha er uproduktiv skog)

*Kommentarer:* For uproduktiv skog (som ikke har hogstmodenhetsalder) er minstealder satt til 170 år.

### **Hovedgruppe 4: Eldre skog i spesielle klimasoner**

Denne hovedgruppen omfatter eldre skog i spesielle klimasoner, nærmere bestemt i den oseaniske klimasonen langs kysten av Vestlandet og Midt-Norge. De aktuelle skogtypene er temperert kystfuruskog, temperert regnskog (kystgranskog) og temperert løvdominert skog. Aldersgrensen for barskoger er satt lavere enn for hovedgruppe 3, ved at all hogstklasse IV og V inngår i de beregnede arealene. Denne hovedgruppen overlapper med hovedgruppe 2 og 3.

#### **Temperert regnskog, løvdominert**

*Definisjon:* Hogstklasse = IV eller V, bestandstreslag (bjørk% + osp% + gråor% + eik% + edel-løv% + annet løv%  $>$  50%), klimasone, oseanitet = O3 (sterkt oseanisk)

*Areal:* 108 156 ha (hvorav 41 780 ha i h.kl. IV og 66 376 ha i h.kl. V)

*Kommentar:* Denne skogtypen er i sin helhet en delmengde av gammel løvskog, definert over.

#### **Kystfuruskog, temperert kystfuruskog**

*Definisjon:* Hogstklasse = IV eller V, bestandstreslag (furu%  $>$  50%), klimasone, oseanitet = O3 (sterkt oseanisk), i tillegg a) alle fylker; b) kun Rogaland og Hordaland

*Areal:* a) = 121 126 ha (hvorav 58 850 ha i h.kl. IV og 62 546 ha i h.kl. V)

b) = 45 963 ha (hvorav 24 514 ha i h.kl. IV og 21 449 ha i h.kl. V)

*Kommentarer:* Arealet i Rogaland og Hordaland tilsvarer temperert kystfuruskog, NT

### **Temperert regnskog, kystgranskog**

*Definisjon:* Geografisk avgrensning til skogarealer opp til 300 m oh for 31 kystnære kommuner i Sør-Trøndelag (10), Nord-Trøndelag (12) og Nordland (9), samt ytterligere 8 innlandskommuner i i Sør-Trøndelag (5) og Nord-Trøndelag (3) opp til 160 m; (jf Stokland et al. 2002, vedlegg 1). Miljømessig avgrenset til terrenghelning mot NV-N og N-Ø, bonitet  $\geq 11$ , hogstklasse = IV eller V, med betydelig granandel (gran%  $\geq 35$ ) eller løvandel (løv%  $\geq 35$ ). Dette tilsvarer potensiell kystgranskog (boreal regnskog) av middels til høy kvalitet i Stokland et al. (2002).

*Areal:* 16 312 ha (hvorav 6 308 ha i h.kl. IV og 10 004 ha i h.kl. V)

*Kommentar:* Det samlede arealet produktiv skog er noe lavere innen det aktuelle geografiske området i disse beregningene (574 050 ha) sammenlignet med beregningene til Stokland et al (2002) (580 500 ha). Denne forskjellen tilsvarer en reduksjon på ca. 7 landskogsflater, noe som kan skyldes nedbygging eller annen endring i arealanvendelse, at noen flater er reklassifisert fra produktiv til uproduktiv skog eller annen slags reklassifisering. Arealberegningen er for øvrig gjort på samme måte, dog med det forbehold at parameteren for bestandstreslag har endret seg mellom disse takstomdrevene (parameteren har blitt mer presis).

### **Hovedgruppe 5: Andre skogarealer**

Denne hovedgruppen utgjør en restgruppe som omfatter noen spesielle skogtyper som ikke dekkes opp av de andre skogtypene, nærmere bestemt beitepåvirket skog, brannpåvirket skog og skog i bekkekløfter. Alle disse skogarealene utgjør særegne utforminger som langt på vei inngår som delmengder i de øvrige hovedgruppene.

#### **Beiteskog**

*Definisjon:* Skog med beitepåvirkning fra husdyr; a) svært sterkt beita; b) moderat beita

*Areal:* a) 104 117 ha; b) 668 133 ha

*Kommentar:* Arealkategori "svært sterkt beita" er skog med langvarig beite som gir glissen tresetting med oppkvista stammer og parkmessig preg; dominans av gras og beitetålende urter i feltsjikt; "moderat beita" skog har spor etter beiting som møkk og tråkk og innslag av indikatorarter for beite. Arealet inngår/overlapper med flere av de øvrige kategoriene.

#### **Brannpåvirket skog**

*Definisjon:* Skog med skade fra brann de siste 5 år (skadeomfanget skal overstige 5% av samlet kubikkmasse i bestandet)

*Areal:* 8 101 ha

*Kommentar:* Eldre brannskader som brannstubber, brannlyrer på trær som har overlevd brann, etc regnes ikke med som nylig brannskadet skog. Slike eldre brannspor registreres ikke i Landsskogstakseringen.

#### **Kontinentale skogbekkekløfter**

*Definisjon:* Landsskogsflater i eller inntil bekkekløfter; a) i fylkene Hedmark, Oppland og Buskerud; b) i øvrige fylker

*Areal:* a) 4 506 ha; b) 47 469 ha

*Kommentar:* Arealene i fylkene Hedmark, Oppland og Buskerud tilsvarer kontinentale bekkekløfter. De øvrige fylkene er gjengitt for å oppgi en totaloversikt. Det er her brukt forekomst av MiS-elementet bekkekløft. Plot-størrelsen for å vurdere MiS-elementer er noe større enn selve landsskog-flata, og denne kan dermed ligge utenfor (men i så fall alltid helt inntil) selve bekkekløften.

## **3.2.3 Fordeling av skogareal på skogtyper og hovedgrupper**

Ovenfor i dette kapitlet har vi kort karakterisert ulike arealutvalg av verdifulle skogtyper for biomangfoldet (jf kap. 2), basert på parametere tilgjengelig i Landsskogstakseringen. Disse skogtypene er gruppert etter noen felles karakteristika med verdi for biomangfoldet. Imidlertid vil ut-

valgskriteriene i noen grad være overlappende, slik at arealene ikke uten videre kan summeres. I **tabell 7** har vi forsøkt å sammenstille skogtypene i distinkte arealutvalg innen hovedgrupper. Mellom hovedgruppene vil det imidlertid være overlapp. Deler av disse gruppene inngår i beregningene av karbonlager etc i skog (jf kolonne Gr i **tabell 7**).

**Tabell 7** Oversikt over arealet av verdifulle skogtyper for biomangfoldet, med sammenstilling på hovedgrupper (data fra Landsskogtakseringen, jf teksten over). Gr viser til sammenslåtte grupper for karbonberegningene i kapittel 4.

Skogtyper	Gr	Area (ha)
<b>Alt skogareal</b>		<b>10 875 531</b>
Løvtredominert		4 080 144
• Boreal løvskog (edelløvtrær = 0%)		3 752 283
• Edelløvtrær >0, <30%		181 950
• Edelløvtrær ≥30%		145 911
Bartredominert		6 587 813
• Grandominert		3 203 746
• Furudominert		3 384 067
Midlertidig treløs		207 574
<b>Verdifulle skogtyper</b>		
<b>Hovedgruppe 1: Rike skogtyper</b>		<b>664 747</b>
Rik edelløvskog	G1	70 837
• Rik eikeskog		14 961
• Rik bøkeskog		4 506
• Kalkrik edelløvskog		0
• Annen rik edelløvskog		51 370
Rik boreal løvskog	G1	346 980
• Kalklavurtskog, løvtredominert		8 466
• Høystaudeskog, løvtredominert		223 747
• Gråorskog, lisidetype		57 769
• Gråorskog, flommarkstype		5 227
• Rik sumpskog		51 771
Rik, bartredominert skog	G2	246 930
• Kalklavurtskog, bartredominert		11 446
• Lavurtskog, bartredominert		64 068
• Høystaudeskog, bartredominert		171 416
<b>Hovedgruppe 2: Eldre løvskog</b>		<b>2 313 348</b>
• Eldre boreal løvskog, impediment	G3	567 023
• Eldre boreal løvskog, lav bonitet	G3	1 112 264
• Eldre boreal løvskog, middels-høy bonitet	G4	440 665
• Eldre løvskog, 1-30% edelløvtrær	G5	85 878
• Eldre løvskog, >30% edelløvtrær	G5	107 518
<b>Hovedgruppe 3: Gammel barskog</b>		<b>619 580</b>
• Gammel granskog	G6	265 234
• Gammel furuskog	G7	354 346
<b>Hovedgruppe 4: Eldre skog i spesielle klimasoner</b>	<b>G8</b>	<b>245 594</b>
• Eldre temperert kystløvskog		108 156
• Eldre temperert kystfuruskog		121 126
• Eldre temperert kystgranskog		16 312
<b>Hovedgruppe 5: Andre skogarealer</b>		<b>827 820</b>
• Beiteskog		772 250
• Brannpåvirket skog		8 101
• Skogsbekkekløfter		47 469

Se 3.2.2, hovedgruppe 2 for ytterligere oppdeling i spesifikke skogtyper

herav 45 933 ha i Ro, Ho

herav 4506 ha i He, Op, Bu

## 4 Karbonlager og årlig CO<sub>2</sub>-opptak i skog

### 4.1 Biologisk viktige skogtyper og økonomisk drivverdighet

Mange av de verdifulle skogtypene for biologisk mangfold beskrevet i kapittel 2 og operasjonalisert ut fra Landsskogtakseringens data i kapittel 3, har små eller til dels meget små andeler av det totale skogarealet i Norge. Vi har derfor slått arealene sammen til følgende overordnede arealklasser (jf også **tabell 7**):

- G1 Rik boreal løvskog + rik boreal edelløvskog (basert på vegetasjonstyper)
- G2 Rik barskog (basert på vegetasjonstyper)
- G3 Eldre boreal løvskog, impediment + lav bonitet
- G4 Eldre boreal løvskog, middels + høy bonitet
- G5 Eldre løvskog, med innslag av edelløvtrær
- G6 Gammel granskog
- G7 Gammel furuskog
- G8 Kystløvskog + Kystfuruskog + Kystgranskog

Merk at disse arealkategoriene delvis overlapper med hverandre. De arealklassene som *ikke* overlapper med hverandre, og som derfor kan summeres uten at man dobbeltregner arealer, er klassene G3 til G7. Rik løvskog (G1) og rik barskog (G2) er primært definert ut fra vegetasjonstyper og omfatter både ungskog og eldre skog. Arealandelene av disse skogtypene som er i eldre og gammel skog, inngår derfor som delmengder i arealtallene for klassene G3 til G7. Tilsvarende inngår eldre kystskog (G8) som delmengder fordelt på arealklassene G3 til G7.

Disse biologisk viktige skogtypene utgjør et betydelig skogareal. Summerer vi arealene for gruppene G3-G7 (**tabell 8**), utgjør dette 2,9 mill. ha, dvs ca 27% av det totale skogarealet vi har regnet med her (jf **tabell 7**). Arealet av eldre boreal løvskog på lite produktiv mark (impediment, lav bonitet) utgjør mer enn halvparten av de biologisk verdifulle skogarealene, mens de øvrige gruppene av verdifulle skogtyper hver utgjør 2-4% av det totale skogarealet. Det er nok i hovedsak på deler av disse arealene man finner de skogarealene som har størst verdi for biomangfoldet, spesielt knyttet til rike skogtyper, eldre løvskog med edelløvtrær og gammel barskog.

Når vi vurderer de biologisk verdifulle skogene fra et økonomisk perspektiv, ser vi at en betydelig del av disse arealene ligger slik til at det er ulønnsomt å drive hogst på disse arealene (**tabell 8** og **9**). Spesielt ser vi at en stor del av løvskogsarealene er økonomisk ulønnsomme. Dette skyldes dels at tømmerprisen er lavere for løvtrevirke enn for bartrevirke og dels at driftskostnadene for å ta ut løvtrevirke er større enn tilsvarende kostnader for bartrevirke ved samme bonitet og bestandstetthet. Videre ligger mye av disse arealene slik i landskapet at skogsdrift er ulønnsomt. Det er for eksempel betydelige arealer som forekommer i bratte, sydvendte li- og dalsider der taubanedrift er aktuell driftsmetode. Mye av disse løvdominerte bestandene ligger dessuten forholdsvis langt fra vei. Også en betydelig del av barskogarealene

**Tabell 8** Areal (ha) for verdifulle skogtyper fordelt på tre klasser av økonomisk drivverdighet.

	Driftsnetto, areal (ha)			Sum areal	Andel (%) av alt skogareal
	Negativ	Lav	Høy		
G1 Rik løvskog	149 168	103 632	165 017	417 817	3,8
G2 Rik barskog	10 995	42 719	193 225	246 939	2,3
G3 Eldre boreal løvskog (IL)	1 082 721	561 607	34 958	1 679 287	15,4
G4 Eldre boreal løvskog (MH)	192 915	79 940	167 811	440 665	4,0
G5 Eldre løvskog m/ edelløv	73 621	63 357	56 418	193 396	1,8
G6 Gammel granskog	31 724	97 514	135 997	265 234	2,4
G7 Gammel furuskog	70 547	69 666	214 134	354 347	3,3
G8 Eldre kystskog	137 536	49 388	58 671	245 595	2,3

**Tabell 9** Areal (%) for verdifulle skogtyper fordelt på tre klasser av økonomisk drivverdighet. Tabellen er beregnet på grunnlag av tallene i **tabell 8**.

	Driftsnetto, areal (%)			Sum areal
	Negativ	Lav	Høy	
G1 Rik løvskog	35,7	24,8	39,5	100,0
G2 Rik barskog	4,5	17,3	78,2	100,0
G3 Eldre boreal løvskog (IL)	64,5	33,4	2,1	100,0
G4 Eldre boreal løvskog (MH)	43,8	18,1	38,1	100,0
G5 Eldre løvskog m/ edelløv	38,1	32,8	29,2	100,0
G6 Gammel granskog	12,0	36,8	51,3	100,0
G7 Gammel furuskog	19,9	19,7	60,4	100,0
G8 Eldre kystskog	56,0	20,1	23,9	100,0

er ulønnsomme å drive med dagens forutsetninger. Dette gjelder særlig i kystskogene. Grunnen til at disse arealene er ulønnsomme, er blant annet at de kan ligge langt fra vei, i bratt terreng eller på annen måte slik at driftskostnadene overstiger tømmerprisen.

Ser vi skogtypenes betydning for biomangfoldet i forhold til lønnsomhet ved skogsdrift, kan det se ut til at potensielle interessekonflikter er størst for rik barskog og gammel barskog, mens konfliktpotensialet er noe mindre for rik løvskog, eldre løvskog på god mark eller med edelløvtrær, samt for kystskogen.

Før vi går videre og bruker denne klassifiseringen av skogarealet i forhold til lønnsomhet, vil vi understreke at disse lønnsomhetsberegningene ikke samsvarer fullt med den reelle lønnsomheten. Vi ser for eksempel at på arealer hvor det er beregnet en negativ driftsnetto, er det hogstflater (**figur 5**), men disse kan være opptil 20-30 år gamle (før nye klavetrær forekommer). Vi ser også at det er tatt ut tømmer på arealer med negativ driftsnetto mellom 8. takst og 9. takst, dvs. i perioden 2000-2009 (**figur 6**, middels bonitet). Hovedbildet er imidlertid at virkesuttaket nesten utelukkende foregår på arealer med positiv driftsnetto, og på arealer med negativ driftsnetto foregår det knapt virkesuttak, selv ikke på høy bonitet (**figur 6**).

## 4.2 Karbonlager og CO<sub>2</sub>-opptak i verdifulle skogtyper

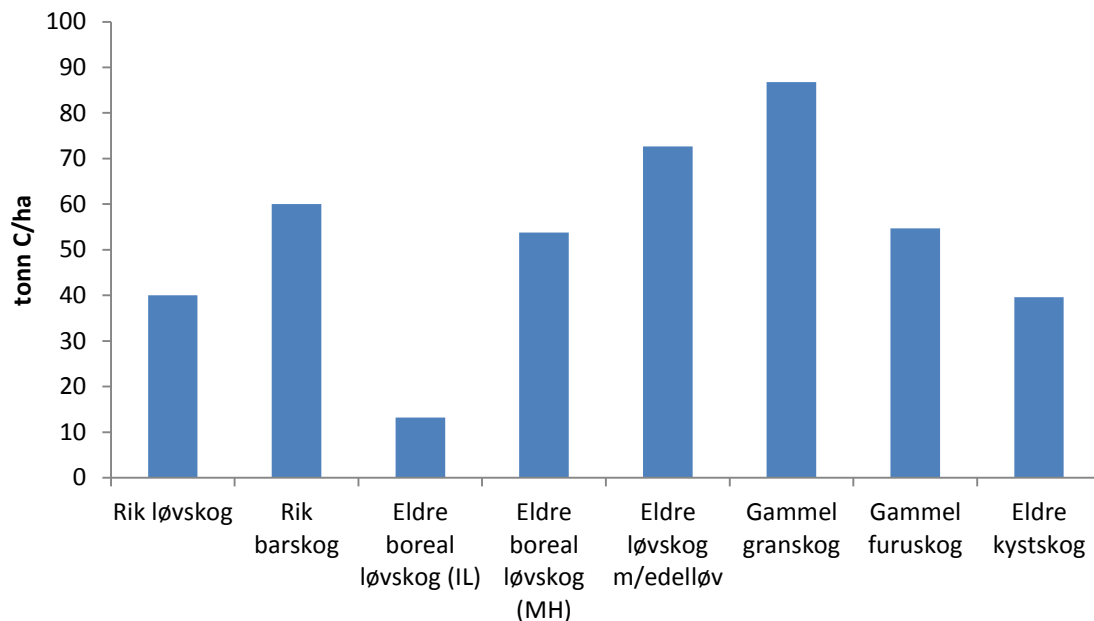
For hver av arealklassene i **tabell 8** har vi beregnet dagens karbonlager basert på 9. omdrev av Landskogstakseringen og årlig opptak av CO<sub>2</sub> basert på tilstandsendringer fra 8. omdrev til 9. omdrev (se kap. 1, Angrepsmåte, for detaljer).

### Karbonlager

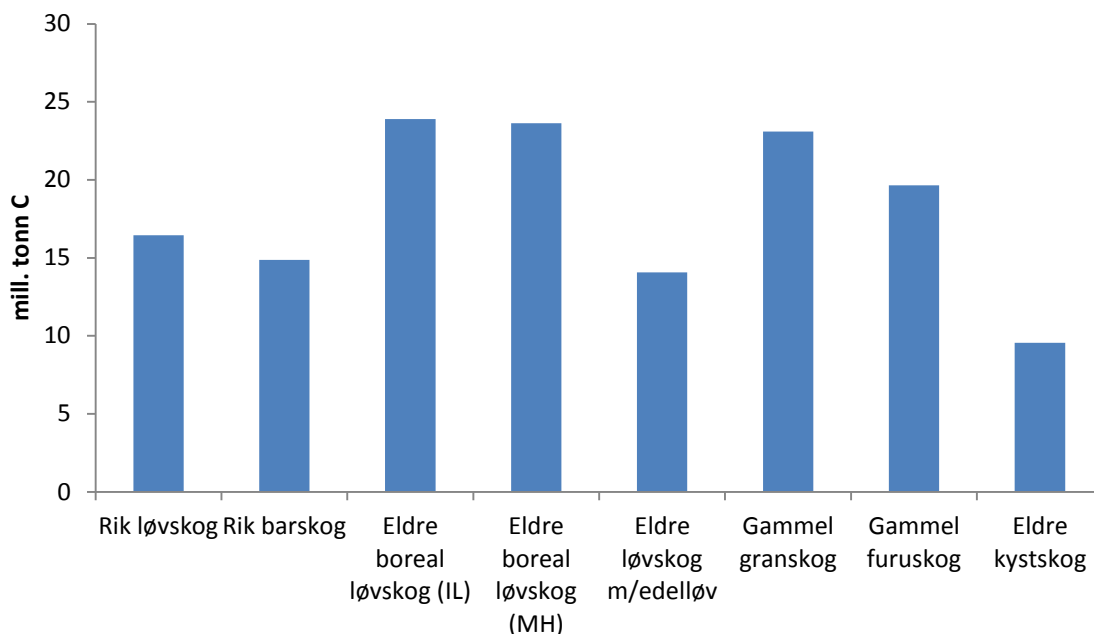
Karbonlageret i de ulike gruppene av verdifulle skogtyper varierer ganske mye pr arealenhet, fra 14,4 tonn/ha i eldre boreal løvskog (impediment og lavbonitet) til 87,1 tonn/ha i gammel granskog (**figur 1**).

Når vi summer opp karbonlageret over det totale arealet i disse arealklassene, ser vi at de største karbonlagrene er å finne i eldre boreal løvskog og gammel granskog (**figur 2**). Merk at karbonlageret i eldre boreal løvskog på middels og høy bonitet er omtrent det samme som lageret i tilsvarende skog på impediment og lav bonitet, til tross for at arealet på impediment og lav bonitet er omtrent fire ganger så stort. Dette viser hvordan biomassekonsentrasjonene er betydelig større i produktiv skog sammenlignet med skrinnskog.

Det samlede karbonlageret i eldre løvskog og gammel barskog (klassene G3 til G7) er 104,2 millioner tonn (**figur 2**), noe som utgjør 27,5% av det samlede karbonlageret for hele skogarealet (jf kap. 4.2). For øvrig utgjør summen av arealet for G3-G7 også omtrent 27% av det totale skogarealet vi har regnet med her (jf **tabell 7**). Dette tilsier at karbonlageret pr arealenhet for all biologisk verdifull skog (dvs G3-G7) er omtrent som for skogen i Norge totalt sett.



**Figur 1** Karbonlager pr arealenhet i de 8 hovedarealklassene av verdifulle skogtyper. Eldre boreal løvskog er gruppert til impediment + lav bonitet (IL) og middels + høy bonitet (MH).

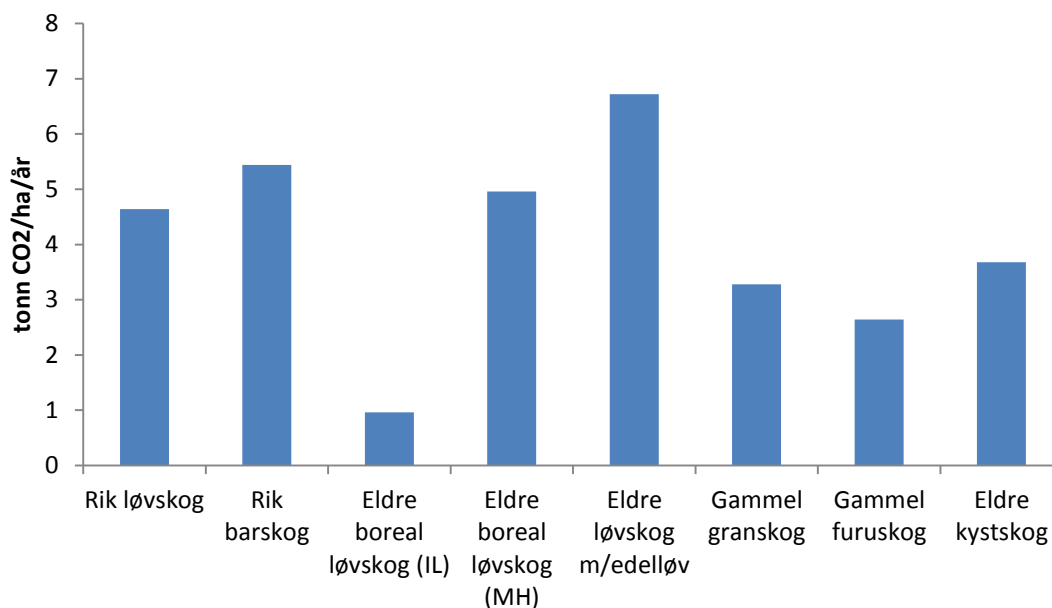


**Figur 2** Samlet karbonlager i de 8 hovedarealklassene av verdifulle skogtyper. Eldre boreal løvskog er gruppert til impediment + lav bonitet (IL) og middels + høy bonitet (MH).

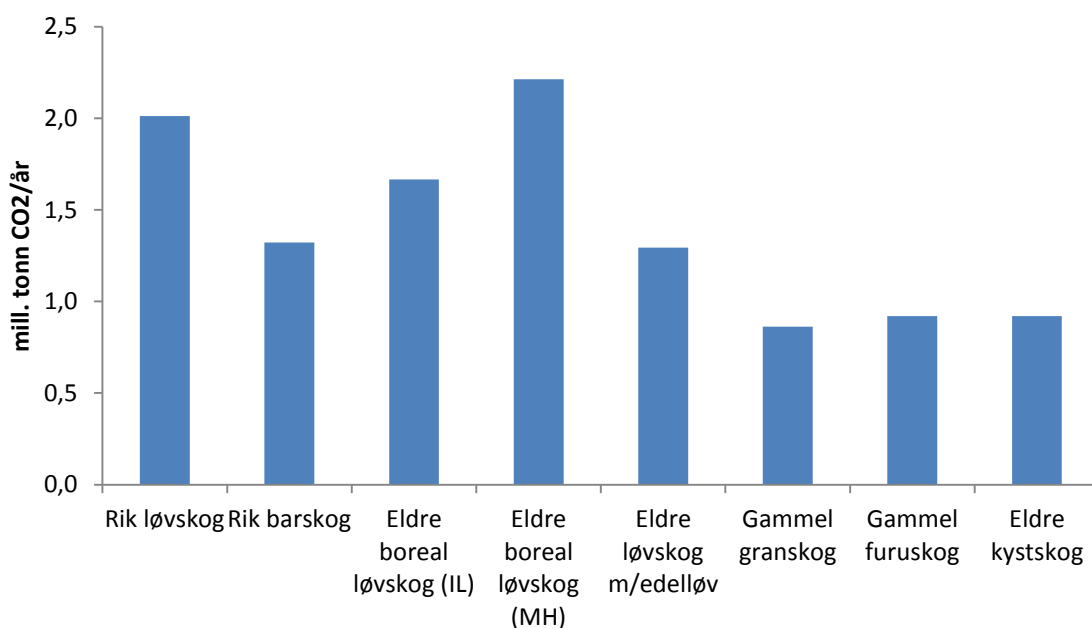
### Årlig opptak av CO<sub>2</sub>

Det årlige opptaket av CO<sub>2</sub> varierer fra 1,0 tonn/ha i eldre boreal løvskog på impediment og lav bonitet til 6,8 tonn/ha i eldre løvskog med edelløvtrær (**figur 3**).

CO<sub>2</sub>-opptaket pr arealenhet følger i store trekk mønsteret som for karbonlageret på de samme arealene (**figur 1**). Det er imidlertid viktige forskjeller å legge merke til. Gammel granskog og gammel furuskog ligger henholdsvis høyest og på 4. plass når vi ser på karbonlager pr arealenhet, men de ligger på 6. og 7. plass når vi ser på CO<sub>2</sub>-opptak per arealenhet. Dette skyldes



**Figur 3** Årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet i de 8 hovedarealklassene av verdifulle skogtyper. Eldre boreal løvskog er gruppert til impediment + lav bonitet (IL) og middels + høy bonitet (MH).



**Figur 4** Samlet årlig CO<sub>2</sub>-opptak i hver av de 8 hovedklassene av verdifulle skogtyper. Eldre boreal løvskog er gruppert til impediment + lav bonitet (IL) og middels + høy bonitet (MH).

forskjeller i alderssammensetning mellom de ulike skogtypeklassene. Ut fra definisjonene av de ulike skogtypene finner vi den eldste skogen i de to barskogtypene, og her har skogen akkumulert de største karbonmengdene pr arealenhet. Men på grunn av den høye alderen vokser skogen langsommere, og dermed blir CO<sub>2</sub>-opptaket mindre enn i tilsvarende yngre, mer hurtigvoksende skog.

Det samlede årlige CO<sub>2</sub>-opptaket i de åtte arealklassene er vist i **figur 4**. Her ser vi at det samlede årlige opptaket i eldre løvskog og gammel barskog (klassene G3 til G7) er 7,0 millioner



tonn. Dette utgjør 25,7% av det samlede CO<sub>2</sub>-opptaket (jf **tabell 12**). Selv om det største opptaket pr arealenhet finner sted i eldre løvskog med innslag av edelløvtrær, så er de viktigste skogtypene når det gjelder samlet årlig opptak de rikere boreale løvskogene fordi disse har et større areal.

### 4.3 Karbonlager og CO<sub>2</sub>-opptak for Norges skogareal

Når vi betrakter Norges skogareal samlet, er karbonlageret 379 millioner tonn (**tabell 11**) og det årlige CO<sub>2</sub>-opptaket 27,2 millioner tonn (**tabell 12**)<sup>1</sup>. Nedenfor viser vi hvordan karbonlageret og CO<sub>2</sub>-opptaket fordeler seg når man deler inn skogarealet i forhold til bonitet, bestandstreslag og økonomisk drivverdighet. Dette vil tjene som bakgrunn for å vurdere karbonregnskapet for de biologisk verdifulle skogtypene (kap. 4.2).

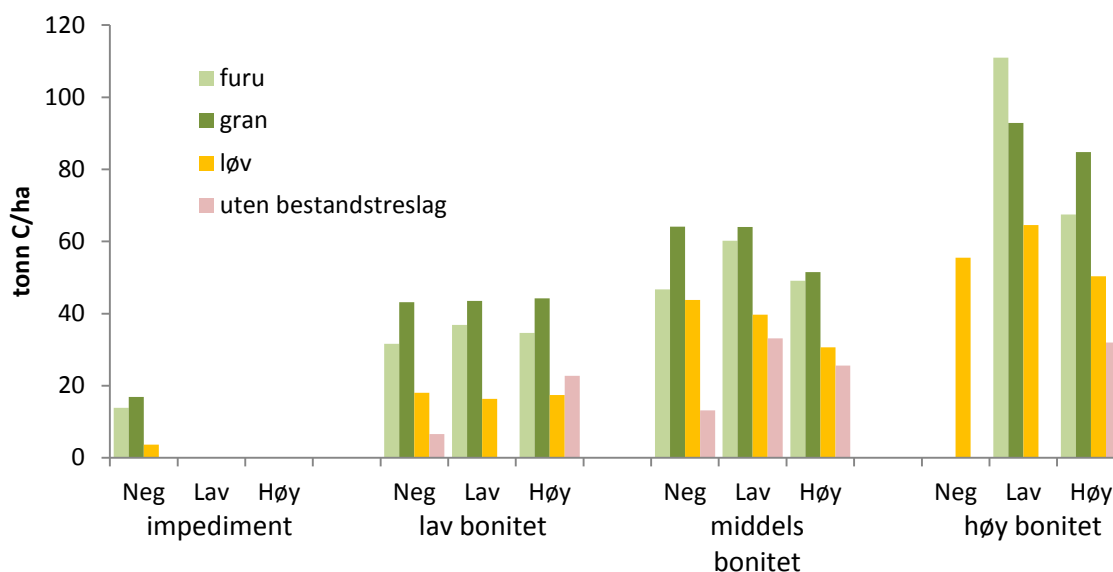
#### Areal tall

Som nevnt innledningsvis i kapittel 3, er det samlede skogarealet som vurderes i denne rapporten, all produktiv og uproduktiv skog i Norge (utenom Finnmark fylke) med arealanvendelsene skog/utmark, reservat og friluftsområde. Dette utgjør til sammen 10 875 532 ha og fordeler seg som vist i **tabell 10** (jf også **tabell 7**).

**Tabell 10** Areal av furudominert, grandominert og løvdominert skog, fordelt på økonomisk drivverdighet (negativ, lav og høy lønnsomhet) og bonitet (impediment, lav, middels, høy)

Lønnsomhet	areal (ha)			Sum	Sum (%)
	Negativ	Lav	Høy		
<b>Impediment</b>					
furu	1 038 909	0	0	1 038 909	9,6
gran	343 858	0	0	343 858	3,2
løv	1 351 975	0	0	1 351 975	12,4
uten bestandstreslag	2 694	0	0	2 694	0,0
<b>sum</b>	<b>2 737 435</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 737 435</b>	<b>25,2</b>
<b>Lav bonitet</b>					
furu	126 333	306 318	805 787	1 238 438	11,4
gran	120 395	303 437	312 269	736 101	6,8
løv	653 017	780 889	86 140	1 520 046	14,0
uten bestandstreslag	15 121	16 282	30 732	62 135	0,6
<b>sum</b>	<b>914 866</b>	<b>1 406 926</b>	<b>1 234 928</b>	<b>3 556 720</b>	<b>32,7</b>
<b>Middels bonitet</b>					
furu	8 562	106 346	871 047	985 954	9,1
gran	15 591	226 391	1 100 682	1 342 664	12,3
løv	301 678	176 462	424 573	902 714	8,3
uten bestandstreslag	7 570	12 077	70 387	90 034	0,8
<b>sum</b>	<b>333 402</b>	<b>521 276</b>	<b>2 466 688</b>	<b>3 321 366</b>	<b>30,5</b>
<b>Høy bonitet</b>					
furu	0	901	137 889	138 791	1,3
gran	0	37 672	778 399	816 071	7,5
løv	1 802	75 884	174 750	252 437	2,3
uten bestandstreslag	0	2 704	50 009	52 712	0,5
<b>sum</b>	<b>1 802</b>	<b>117 161</b>	<b>1 141 047</b>	<b>1 260 011</b>	<b>11,6</b>

<sup>1</sup> Beregningene av karbonlager samsvarer med det årlige klimagassregnskapet for skog som rapporteres under FNs Klimakonvensjon og Kyoto-protokoll (Klif 2011), og som ble rapportert i Klimakur 2020. Det årlige CO<sub>2</sub>-opptaket er konservativt fordi det er flater i 9. takst som ikke er med i 8. takst, og dermed er endringer i biomassen for de nye flatene ikke med i estimatene.



**Figur 5** Karbonlager pr hektar i forhold til dominerende treslag, bonitet og økonomisk drivverdighet (negativ, lav, høy lønnsomhet). Tallene er beregnet fra karbonlagrene i **tabell 11** og arealtallene i **tabell 10**.

### Karbonlager

Når vi ser på karbonlager pr arealenhet, så øker biomassekonsentrasjonen med økende bonitet (**figur 5**). Dette er logisk ettersom tilvekst og stående kubikkmasse er størst for de høyeste bonitetsklassene. Videre er det gjennomgående noe høyere karbonlager i grandominert skog sammenlignet med furudominert skog, mens lageret er betydelig lavere i løvdominert skog (**figur 5**). Det synes ikke å være systematiske forskjeller i karbonlager i forhold til økonomisk drivverdighet (**figur 5**).

Det samlede karbonlageret utgjør til sammen 379 millioner tonn (**tabell 11**). Den største andelen er å finne i bartredominert skog (furu- og gran-dominert), som er de dominerende treslagene i norske skoger. Videre er den største andelen å finne i midlere boniteter som har relativt stort areal og stort karbonlager pr arealenhet.

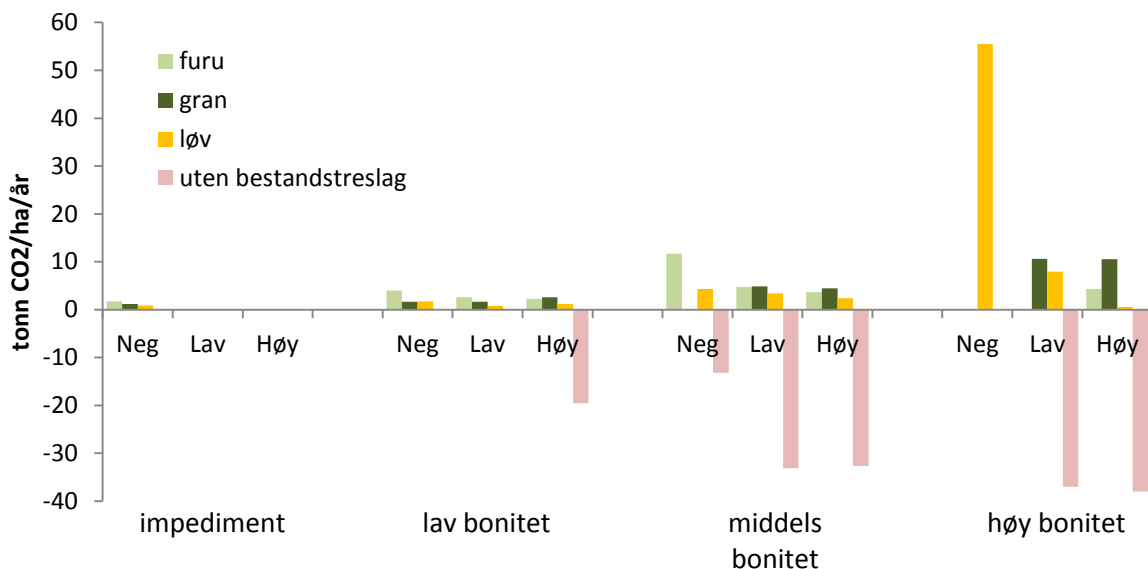
### Årlig opptak av CO<sub>2</sub>

Det største CO<sub>2</sub>-opptaket pr arealenhet og år finner sted på midlere og høyere boniteter (**figur 6**). Dette skyldes blant annet at skogens produksjonsevne er høyest her. De negative verdiene illustrerer utslipp av CO<sub>2</sub> etter hogst av levende biomasse. I beregningene av netto CO<sub>2</sub>-opptak er det, i tråd med retningslinjene til FNs klimakonvensjon, forutsatt at skog som avvirkes til bruk som bygningsmaterialer, cellulose og brensel, regnes som utslipp i det tømmeret fjernes fra skogen. På hogstflater vil det foregå en nedbrytning av organisk materiale i skogbunnen og i jorda som kan friggi mer CO<sub>2</sub> enn det som bindes opp over en periode. Dette midlertidige CO<sub>2</sub>-utslippet opphører etter at ny skog etableres og vokser til på hogstflatene. Det er ikke korrigert for eventuelle utslipp og binding av CO<sub>2</sub> for disse prosessene.

Det samlede CO<sub>2</sub>-opptaket på hele skogarealet er 27,2 millioner tonn pr år (**tabell 12**). På samme måte som for karbonlageret, skjer det største opptaket i barskog og på midlere boniteter som dominerer i areal.

**Tabell 11** Karbonlager i furudominert, grandominert og løvdominert skog, fordelt på økonomisk drivverdighet (negativ, lav og høy lønnsomhet) og bonitet (impediment, lav, middels, høy)

Lønnsomhet	millioner tonn C			Sum	Sum (%)
	Negativ	Lav	Høy		
<b>Impediment</b>					
furu	14,4	0,0	0,0	14,4	3,8
gran	5,8	0,0	0,0	5,8	1,5
løv	5,0	0,0	0,0	5,0	1,3
uten bestandstreslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>sum</b>	<b>25,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>25,2</b>	<b>6,6</b>
<b>Lav bonitet</b>					
furu	4,0	11,3	27,9	43,2	11,4
gran	5,2	13,2	13,8	32,3	8,5
løv	11,8	12,8	1,5	26,1	6,9
uten bestandstreslag	0,1	0,0	0,7	0,8	0,2
<b>sum</b>	<b>21,1</b>	<b>37,4</b>	<b>43,9</b>	<b>102,4</b>	<b>27,0</b>
<b>Middels bonitet</b>					
furu	0,4	6,4	42,8	49,6	13,1
gran	1,0	14,5	56,7	72,2	19,0
løv	13,2	7,0	13,0	33,2	8,8
uten bestandstreslag	0,1	0,4	1,8	2,3	0,6
<b>sum</b>	<b>14,7</b>	<b>28,3</b>	<b>114,4</b>	<b>157,3</b>	<b>41,5</b>
<b>Høy bonitet</b>					
furu	0,0	0,1	9,3	9,4	2,5
gran	0,0	3,5	66,0	69,5	18,3
løv	0,1	4,9	8,8	13,9	3,7
uten bestandstreslag	0,0	0,0	1,6	1,6	0,4
<b>sum</b>	<b>0,1</b>	<b>8,5</b>	<b>85,8</b>	<b>94,4</b>	<b>24,9</b>
<b>sum, alle bonitetsklasser</b>				<b>379,4</b>	<b>100,0</b>

**Figur 6** Årlig CO<sub>2</sub>-endring pr hektar i forhold til dominerende treslag, bonitet og økonomisk drivverdighet (negativ, lav, høy lønnsomhet). Tallene er beregnet fra karbonlagrene i **tabell 12** og arealtallene i **tabell 10**.

**Tabell 12** CO<sub>2</sub>-endring i furudominert, grandominert og løvdominert skog, fordelt på økonomisk drivverdighet (negativ, lav og høy lønnsomhet) og bonitet (impediment, lav, middels, høy)

Lønnsomhet	millioner tonn CO <sub>2</sub>			Sum	Sum (%)
	Negativ	Lav	Høy		
<b>Impediment</b>					
furu	1,8	0,0	0,0	1,8	6,5
gran	0,4	0,0	0,0	0,4	1,6
løv	1,1	0,0	0,0	1,1	4,0
uten bestandstreslag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>sum</b>	<b>3,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3</b>	<b>12,2</b>
<b>Lav bonitet</b>					
furu	0,5	0,8	1,8	3,1	11,4
gran	0,2	0,5	0,8	1,5	5,6
løv	1,1	0,6	0,1	1,8	6,6
uten bestandstreslag	0,0	0,0	-0,6	-0,6	-2,2
<b>sum</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>5,8</b>	<b>21,4</b>
<b>Middels bonitet</b>					
furu	0,1	0,5	3,2	3,7	13,8
gran	0,0	1,1	4,9	6,1	22,4
løv	1,3	0,6	1,0	2,9	10,5
uten bestandstreslag	-0,1	-0,4	-2,3	-2,8	-10,4
<b>sum</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>	<b>6,8</b>	<b>9,9</b>	<b>36,3</b>
<b>Høy bonitet</b>					
furu	0,0	0,0	0,6	0,6	2,3
gran	0,0	0,4	8,2	8,7	31,8
løv	0,1	0,6	0,1	0,8	3,1
uten bestandstreslag	0,0	-0,1	-1,9	-2,0	-7,2
<b>sum</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>7,1</b>	<b>8,2</b>	<b>30,1</b>
<b>sum, alle bonitetsklasser</b>				<b>27,2</b>	<b>100,0</b>

## 5 Syntese og konklusjon

### Representasjon av biologisk verdifulle skogtyper

Verdifulle skogtyper for biomangfoldetdekker en rekke ulike skogtyper definert ut fra til dels ganske spesifikke kriterier (jf kap. 2). Generelt omfatter disse mål for næringsrikhet (tilgjengelighet av kalsium og andre basekationer), jordfuktighet, skogens alder, og spesielle klimaforhold, substrater eller terrengformasjoner. Dette påvirker i stor grad dominerende treslag som igjen er avgjørende for artsmangfoldet knyttet til den aktuelle skogtypen. Dette er langt på vei generelle kriterier som er brukt for å systematisere skogens økologiske variasjon og verdi for biologisk mangfold i de fleste aktuelle inndelinger i skogtyper, inklusivt i Landsskogtakseringen (jf **tabell 13**). Grovt sett kan vi si at skogens verdi for biologisk mangfold øker fra «kalde» til «varme» bioklimatiske soner (fra nordboreal til nemoral/boreonemoral), med markas økende produktivitet og innhold av basekationer, fra yngre til eldre skog, og med dominerende treslag fra bartrær, via boreale løvtrær til edelløvtrær.

Siden mange av kriteriene for biologisk verdifulle skogtyper i kapittel 2 er ganske spesifikke, noe som medfører at de enkelte skogtypene har lite areal, er det generelt vanskelig å få tilstrekkelig antall flater og tilsvarende statistisk sikkerhet i datamaterialet for slike uvanlige typer ved arealrepresentative overvåkningsmetoder, slik som Landsskogtakseringen. Vi har derfor valgt å slå sammen en del arealkategorier (til henholdsvis rik barskog og rik løvskog) i en del analyser. Dessuten er noen av våre sammenstillinger basert på Landsskogtakseringens data, grovere enn det som er ønskelig for å representere de ulike verdifulle skogtypene på en detaljert måte. Det vil si at de arealene vi har trukket ut fra Landsskogtakseringen, i de fleste tilfellene nok er mer omfattende enn en presis arealkartlegging av de verdifulle skogtypene gitt i kapittel 2. Dermed vil ikke de utvalgte arealene fra Landsskogtakseringen være så treffsikre i forhold til betydning for biomangfoldet som utledningen av verdifulle skogtyper i kapittel 2 kan gi inntrykk av.

Med våre utvalgskriterier for Landsskogtakseringens skogtyper utgjør de biologisk verdifulle skogarealene (dvs G3-G7, **tabell 13**) samlet sett 27% av det totale skogarealet (jf **tabell 7**). Lavproduktiv eldre løvskog utgjør alene mer enn 15% av skogarealet, mens de øvrige skogtypene hver utgjør 2-4%. Dette tilsier også at utvalget nok dekker omfattende skogarealer uten så spesiell verdi for biomangfoldet som vi har forutsatt i gjennomgangen av skogtyper i kapittel 2.

**Tabell 13** Utvalgte skogarealer fra Landsskogtaksering, med kriteriene for de enkelte arealtype.

Utvalgte skogtyper	Areal (ha)	Utvalgskriterier
G1 Rik løvskog	417 817	Lavurtskog, kalklavurtskog, høystaudeskog, gråor-heggeskog, rik sumpskog, med edelløvtrær (>30%) eller andre løvtrær (≥50%), nemoral-mellomboreal, ingen aldersrestriksjon
G2 Rik barskog	246 930	Kalklavurtskog, lavurtskog, høystaudeskog, bartredominert
G3 Eldre boreal løvskog (IL)	1 679 287	Hkl IV+V, boreale løvtrær>50%, impediment + lavbonitet
G4 Eldre boreal løvskog (MH)	440 665	Hkl IV+V, boreale løvtrær>50%, middels + høybonitet
G5 Eldre løvskog m/ edelløvtrær	193 396	Hkl IV+V, løvskogdominert med edelløvtrær>0%
G6 Gammel granskog	265 234	Hkl V+30% (>170år for imped.), bartrær>50%, gran>furu
G7 Gammel furuskog	354 346	Hkl V+30% (>170år for imped.), bartrær>50%, gran≤furu
G8 Eldre kystskog	245 594	Hkl IV+V, sterkt oseanisk seksjon, løv>50%/furu>50%; kystgranskog: avgrensning til 39 kommuner i ST, NT, No, inntil 160moh, NV-N/ NØ, bonitet≥11, gran ≥35%/løv≥35%
<b>Samlet areal (G3-G7)</b>	<b>2 932 929</b>	

### Karbonlager og CO<sub>2</sub>-binding i biologisk verdifulle skogtyper

De biologisk verdifulle skogtypene vi har valgt ut ved kriteriene i **tabell 13**, viser karbonlagre pr arealenhet som dels er slik vi kunne forvente (**figur 1**). De mest produktive arealene har høyere karbonlager enn de mindre produktive, og særlig gammel granskog, men også eldre løvskog med edelløvtrær, har større karbonlager pr arealenhet enn annen eldre skog. Karbonlageret er klart lavest for eldre løvskog på lite produktiv mark. Summert over skogtypenes areal, medfører imidlertid det store arealet av løvskog på lavproduktiv mark at denne typen har størst samlet karbonlager (**figur 2**). Også løvskog på middels til god mark og gammel granskog har stort samlet karbonlager. Årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet er høyest for mer produktiv skog, som rik løv- og barskog og produktiv eldre løvskog, og lavest for lavproduktiv løvskog (**figur 3**). Gammel gran- og furuskog og eldre kystskog har middels CO<sub>2</sub>-opptak. Summert over skogtypenes areal er det eldre boreal løvskog på middels og god mark og rik løvskog som har høyest årlig CO<sub>2</sub>-opptak (**figur 4**).

Sammenligner vi karbonlageret pr arealenhet i verdifulle skogtyper med gjennomsnittstall for skogarealet under ett (**figur 5**), ser vi at rik løvskog og kystskog har karbonlagre nokså tilsvarende det vi finner hos barskog på lav bonitet eller løvskog på midlere bonitet (ca 40 tonn C pr ha). Eldre løvskog med edelløvtrær og gammel granskog har karbonlager mer på nivå med (gjennomsnittlig yngre) barskog på mark av høy bonitet (70-90 tonn C pr ha). Årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet for verdifulle skogtyper ligger på minst samme nivå som for skog med middels produktivitet (3,5-4,5 tonn CO<sub>2</sub> pr ha) (**figur 6**), unntatt for gammel furuskog og eldre boreal løvskog på lite produktiv mark som ligger lavere. Dette innebærer at verdifulle skogtyper for biomangfoldet har nokså tilsvarende rolle som karbonlager og karbonbinder som øvrig skog, når vi tar hensyn til variasjonen i markas produktivitet: Gjennomsnittlig karbonlager er 34,9 tonn pr ha både for utvalget av verdifulle skogtyper og for all skog, mens gjennomsnittlig årlig CO<sub>2</sub>-opptak er henholdsvis 2,35 og 2,50 tonn CO<sub>2</sub> pr ha.

Det er viktig å understreke at karbonbinding i skog er en dynamisk prosess og at både lager og årlig opptak endrer seg med skogens alder (jf kapittel 1). I sammenligninger mellom biologisk verdifulle skogtyper og gjennomsnitt for hele skogarealet (som i forrige avsnitt) vil alderssammensetningen være noe ulik for arealene som sammenlignes, og tallene ville sett annerledes ut dersom det hadde vært skog av lik alder som hadde blitt sammenlignet. Videre er tallene for lager og årlig opptak et øyeblikksbilde knyttet til dagens aldersstruktur. Hvis de biologisk verdifulle skogtypene utvikler seg mot høyere aldre, vil de fortsette å bygge opp større karbonlagre, men den årlige karbonbindingen vil reduseres etter hvert som trærne blir eldre.

### Betydning for biomangfold, karbonlager, CO<sub>2</sub>-binding og skogsdrift

Skogtyper med særlig verdi for biomangfoldet (jf **tabell 13**), varierer både i sin verdi for biomangfoldet, i funksjon som karbonlager og med hensyn til økonomisk drivverdighet (jf **tabell 8**). Hvis vi rangerer skogtypenes funksjoner som karbonlager og for CO<sub>2</sub>-opptak sammen med andelen av arealet med negativ driftsnetto, får vi et bilde som vist i **figur 7**. Her ser vi at skogtypenes CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet sammenfaller ganske godt med skogtypenes anslåtte betydning for biomangfoldet. Med unntak for gammel gran- og furuskog gjelder dette også for karbonlager pr arealenhet. Spesielt rik barskog og eldre løvskog med edelløvtrær er viktig for biomangfoldet så vel som karbonlager og for opptak av CO<sub>2</sub> pr arealenhet.

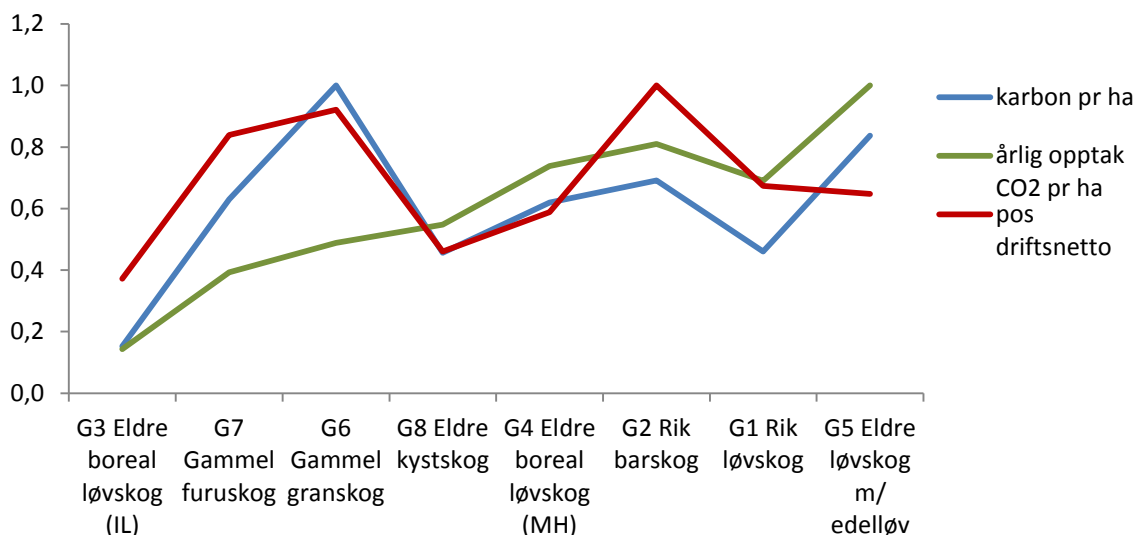
Skogtypenes egnethet for skogsdrift, målt ved høy andel areal med positiv driftsnetto, er best for rik barskog og gammel gran- og furuskog og dårligst for eldre boreal løvskog (spesielt på lavproduktiv mark) og for kystskog. Skogtyper med god potensiell lønnsomhet for skogsdrift representerer en utfordring både for bevaring av skogtypenes tilknyttede biomangfold og for bevaring av deres karbonlager. Disse utfordringene er størst for gammel granskog og rik barskog.

Hvis vi antar at bevaring av gammel skog, ved f.eks. vern, er generelt gunstig for biomangfoldet, vil dette også være et gunstig klimatiltak i forhold til å bevare karbonlageret i eldre løvskog med edelløvtrær. Her vil også interessekonflikten med skogbruk være moderat. Rik løvskog,

eldre boreal løvskog på god mark og eldre kystskog vil også ha moderat potensiell interessekonflikt med skogbruket, men betydningen av disse skogtypene for så vel biomangfoldet som karbonlager er noe mindre. Rik barskog er viktig for både biomangfoldet og karbonlager pr arealenhet, men her er det stor interessekonflikt med skogbruket.

Vern av skog synes generelt å gi gode muligheter for å bevare biomangfoldet så vel som å sikre skogens karbonlager for flere av de aktuelle skogtypene, uten at interessekonflikten med skogbruk behøver å være store. Dette kommer av at mange av skogtypene har til dels betydelige arealer med negativ eller lav driftsnetto. For gammel barskog og rik barskog derimot må trolig spesielle tiltak til for å sikre tilknyttet biomangfold og karbonlager, ettersom en liten andel av disse arealene har negativ driftsnetto.

Det kan være verdt å merke seg at karbonlageret i norske skoger vil fortsette å øke selv om man ikke øker omfanget av formelt vern. Som vist i denne rapporten, er det betydelige arealer med produktiv skog hvor skogsdrift teoretisk sett ikke er lønnsomt, og vi ser at det knapt forekommer skogsdrift på disse arealene. En aktiv virkemiddelbruk må imidlertid benyttes dersom man ønsker å styre karbonlager og karbonopptak mot andre nivåer enn hva skognæringens tradisjonelle økonomiske rammebetingelser tilsier.



**Figur 7** Skogtypenes relative funksjon som karbonlager og for årlig CO<sub>2</sub>-opptak pr arealenhet sammenholdt med andelen areal med positiv driftsnetto. For å gjøre kurvene sammenlignbare er alle tall (fra figur 1 og 2, tabell 9) standardisert mellom 0 (lavest) og 1 (høyest). Skogtypene er sortert fra venstre mot høyre etter typenes subjektivt anslåtte betydning (fra lav til høy) for biomangfoldet (vurdert av forfatterne).



## 6 Referanser

- Bendiksen, E. 2011. Skog. – I Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim. s: 87-92.
- Blindheim, T., Thingstad, P.G. & Gaarder, G. (red.) 2011. Naturfaglig evaluering av norske verneområder. Dekning av spesielle naturtyper og arter. – NINA Rapport 539 (i arbeid)
- de Wit, H.A. & Kvindesland, S. 1999. Carbon stocks in Norwegian forest soils and effects of forest management on carbon storage. – Rapport fra skogforskningen Supplement 14. 52 s
- DN 2007. Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold. – Håndbok 13. Direktoratet for naturforvaltningen.
- FAO 2010. Global Forest Resource Assessment 2010. Table 2. Extent of forest and other wooded land. – FAO <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>
- Framstad, E. & Bekkby, T. 2004. Virkemidler for forvaltning av biologisk mangfold. Del 1: Operasjonalisering av biologisk mangfold. – Nordisk Ministerråd, TemaNord 2004:510, 101 pp.
- Framstad, E., Blindheim, T., Erikstad, L., Thingstad, P.G. & Storeid, S.-E. 2010. Naturfaglig evaluering av norske verneområder. – NINA Rapport 535. 214 s.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. – NINA Temahefte 12. 279 s.
- Gjerde, I. & Baumann, C. (red.) 2002. Miljøregistreringer i skog. Biologisk mangfold. Hovedrapport. – Norsk institutt for skogforskning, Ås. 224 s.
- Gjerde, I., Brandrud, T.E., Ohlson, M. & Ødegaard, F. 2010. Skog. – s.67-78 i Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelseth, S. & Viken, Å. (red.) Miljøforhold og påvirkninger for rødlistearter. Artsdatabanken, Trondheim.
- Granhus, A., Andreassen, K., Tomter, S., Eriksen, E. & Astrup, R. 2011. Skogressursene langs kysten – tilgjengelighet, utnyttelse og prognoser for framtidig tilgang. – Rapport fra Skog og landskap 11/2011.
- Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H., Elvebakk, A., Elven, R., Erikstad, L., Gaarder, G., Moen, A., Mortensen, P.B., Norderhaug, A., Nygaard, K., Thorsnes, T. & Ødegaard, F. 2008. Naturtyper i Norge – Teoretisk grunnlag, prinsipper for inndeling og definisjoner. – Naturtyper i Norge. Bakgrunnsdokument 2. 121 s.
- Haugland, H., Økstad, E., Gulbrandsen, M.U., Strømme, I., Fjeldal, P. & Leffertstra, H. 2011. Skog som biomasseresurs. – Klima- og forurensningsdirektoratet TA-2762/2011. 100 s.
- Holtmark, B. 2011. Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt. – Climate Change DOI 10.1007/s10584-011-0222-6
- Jonsson, B.G. & N. Krøys. 2001. Ecology of woody debris in boreal forests. – Ecological Bulletin 49. 283 s.
- Klif 2010. Tiltak og virkemidler for økt opptak av klimagasser fra skogbruk. Sektorrapport Klimakur 2020. – Klima- og forurensningsdirektoratet. TA-nr 2596/2010.
- Klif 2011. National Inventory report Greenhouse Gas Emissions 1990-2009. TA-2789/2011 <http://www.klif.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2011/Mai/National-Inventory-Report/>
- Landsskogtakseringen 2008. Landsskogtakseringens feltinstruks 2008. – Håndbok Skog og landskap 05/2008. 108 s + vedlegg ([http://www.skogoglandskap.no/publikasjon/landsskogtakseringens\\_feltinstruks\\_2008](http://www.skogoglandskap.no/publikasjon/landsskogtakseringens_feltinstruks_2008)).
- Larsson, J.Y. & Søgne, S.M. 2003. Vegetasjon i norsk skog. Vekstvilkår og skogforvaltning. – Norges skogeierforbund, Landbruksforlaget.
- Lindgaard, A. & Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. – Artsdatabanken, Trondheim. 112 s.
- Luyssaert, S., Schulze, E.-D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D. Law, B.E., Ciais, P. & Grace, J. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. Nature 455: 213-215.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjonsatlas. – Statens Kartverk, Hønefoss.
- Nilsen, P., Hobbestad, K. & Clarke, N. 2008. Opptak og utslipp av CO<sub>2</sub> i skog. Vurdering av omløpstid, hogstmetode og hogstfredning for CO<sub>2</sub>-binding i jord og trær. - Oppdragsrapport fra Skog og landskap 06/2008. 24 s.

- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T. et al. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. – IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan.
- Royal Society. 2001. The role of land carbon sinks in mitigating global climate change. – Royal Society Policy document 10/01. 35 pp.
- Stokland, J.N., Holien, H. & Gaarder, G. 2002. Areal tall for boreal regnskog i Norge. – NIJOS Rapport 2/2002. 20 s.
- Stokland, J.N., Eriksen, R., Tomter, S.M., Korhonen, K., Tomppo, E., Rajaniemi, S., Soederberg, U., Toet, H. & Riis-Nielsen, T. 2003. Forest biodiversity indicators in the Nordic countries: status based on national forest inventories. – TemaNord 2003:514

## Vedlegg 1 Tilbakebetalingstid for skogskarbon i et substitusjonsperspektiv

### Substitusjonsperspektivet

Denne rapporten har primært et lagerperspektiv på karbon i skog, dvs at man avgrensner karbonregnskapet til hva som skjer på skogarealet i form av lagret karbon og årlig opptak av CO<sub>2</sub>.

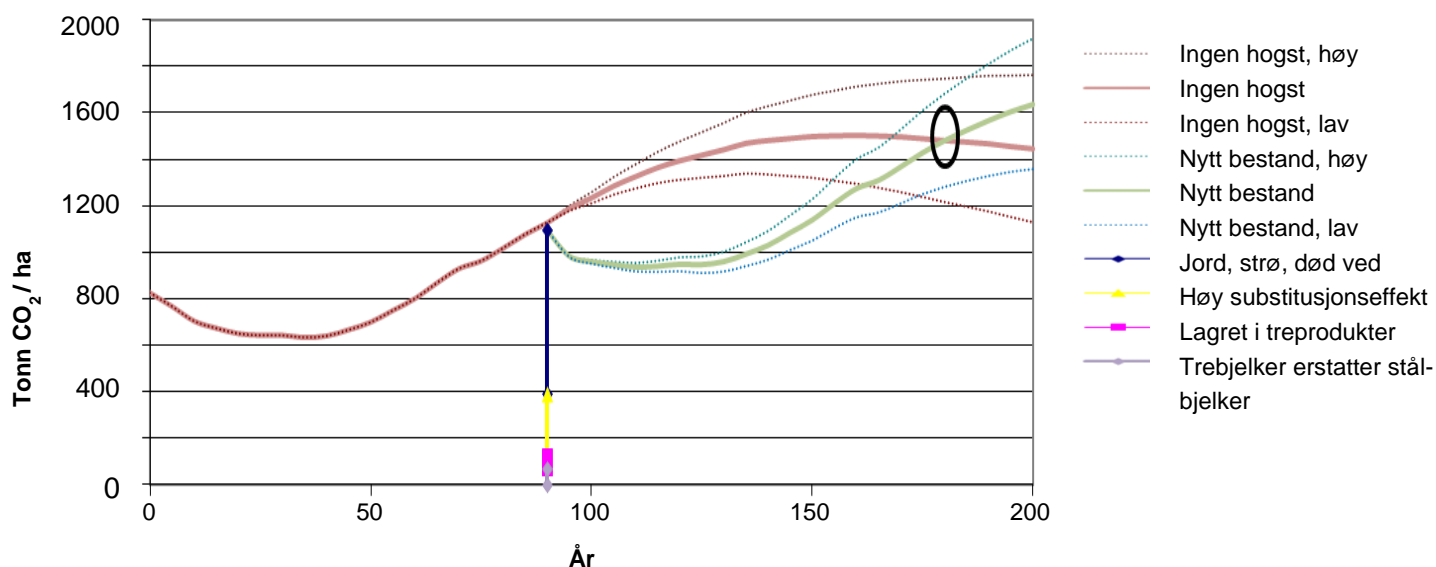
Hvis man betrakter skog ut fra et substitusjonsperspektiv, trekker man også inn ressursene som gjøres tilgjengelig gjennom hogst og hvordan disse kan erstatte fossile energikilder og råstoffer som er energi-intensive i framstilling. Det vil si at man utvider karbonregnskapet til å inkludere karbonregnskapet for alternative råstoffer og energikilder basert på fossilt materiale, og hvordan et slikt utvidet karbonregnskap ser ut når treprodukter benyttes til å erstatte andre energikilder og råstoffer.

Når trærne hugges for å utnytte deres biomasse, fører dette til midlertidig reduksjon i skogens karbonlager (trevirke og hogstavfall som tas ut) og CO<sub>2</sub>-opptak (på grunn av trærne som ble tatt ut). Tilsvarende vil det medføre en økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i atmosfæren (sammenlignet med ikke å hogge trærne). Etter hvert som nye trær vokser til, vil imidlertid karbonlageret i skogen bygges opp på nytt, det årlige CO<sub>2</sub>-opptaket fra atmosfæren vil øke, og etter en tid vil den midlertidig frigitte CO<sub>2</sub>-mengden igjen være bundet opp i skogens karbonlager.

### Tilbakebetalingstid

Tilbakebetalingstid (for CO<sub>2</sub>) defineres som den tid det tar fra et bestand hugges til det igjen har bundet opp like mye CO<sub>2</sub> fra atmosfæren som et tilsvarende bestand som ikke hugges. I denne oppbindingen regnes også erstatning av CO<sub>2</sub> fra tilsvarende fossil energi.

Dette prinsippet er illustrert i **figur V1**. Her har vi illustrert to alternative utviklingsforløp for et granbestand på midlere bonitet (G11). I det ene forløpet utvikler bestanden seg uten hogst fram til alder 200 år (brun kurve), og i det andre forløpet hogges skogen ved hogstmodenhetsalder (90 år) for deretter å erstattes av et nytt bestand med samme vekstbetingelser (grønn kurve). I



**Figur V1** Alternative baner for bundet CO<sub>2</sub> pr ha i et granbestand med bonitet G11. Brun linje illustrerer et bestand som utvikler seg uten hogst fra et nylig avvirket bestand i år 0 til et gammelt bestand i år 200. Den grønne linjen illustrerer alternativ utvikling etter hogst ved hogstmodenhetsalder 90 år.

hogståret vil en del av karbonet forbli i bestandet som jord, strøfall og død ved (blå vertikal søyle), mens biomassen som tas ut tenkes å erstatte fossilt brensel og stålbjelker, mens noe forblir lagret i trematerialer (de fargede segmentene i søylen i hogståret). Fra dette utgangspunktet (år 90) vil først karbonmengden i bestandet som hugges falle noe (primært fordi strøfall nedbrytes), men etter hvert vil karbonlageret bygges opp når skogen vokser til. Omtrent ved år 180 (dvs. 90 år etter hugsten) vil det hogde bestandet ha bundet opp til samme CO<sub>2</sub>-mengde (inkludert erstattet CO<sub>2</sub>) som skogen som ikke ble hogget. Dette tidsrommet, dvs. 90 år, utgjør tilbakebetalingstiden for dette bestandet. I 90 år har det hogde bestandet «kjøpt seg fri» fra karbonlagring for å substituere fossil energi eller energikrevende produkter, og deretter vil bestandet ha et positivt CO<sub>2</sub> regnskap sammenlignet med tilsvarende bestand som ikke hugges.

Som vi ser av **figur V1** beregnes tilbakebetalingstid ved å sammenligne to alternative utviklingsforløp for samme bestand. Modellen for bestandsutvikling som ligger bak de beregnede utviklingsforløpene benytter dels observerte vekstrater for trær og dels ekstrapolerte vekstrater når bestander blir vesentlig eldre enn hogstmodenhetsalder. Dette er illustrert som stiplede linjer som markerer usikkerhetsintervaller (høy og lav) på hver side av kurvene. Jo eldre bestander blir, jo mer usikre er de beregnede verdiene. Dette innebærer at disse modellene for beregning av tilbakebetalingstid er ganske usikre. Med utgangspunkt i usikkerheten til bestandet som ikke avvirkes (brun kurve med tilhørende stiplede linjer), tilsier usikkerheten en tilbakebetalingstid som kan variere fra 70 til godt over 100 år (krysningspunktet ligger utenfor tidsintervallet figuren viser).

### **Variasjon i tilbakebetalingstid mellom skogtyper**

Dagens modeller som ligger bak beregningene av tilbakebetalingstider er såpass usikre at vi ikke ser det som faglig forsvarlig å utføre tilsvarende beregninger for andre skogtyper med den hensikt å redegjøre for kvantitative forskjeller i tilbakebetalingstid mellom skogtyper.

Men på et kvalitativt plan kan man si at for skog med høyere bonitet enn middels produktiv granskog (G11) vil vi forvente en kortere tilbakebetalingstid enn det vi finner i slik granskog. Av de skogtypene som er omtalt i denne rapporten vil dette for eksempel omfatte rik barskog, boreal løvskog på middels og høy bonitet og mye av det vi har kalt løvskog med innslag av edelløvtrær.

Tilsvarende kan vi si at skog med dårligere produksjonsevne enn middels produktiv granskog vil ha lengre tilbakebetalingstid. Dette vil for eksempel omfatte mye av gammel furuskog, formodentlig også mye av gammel granskog og all boreal løvskog på impediment og med lav bonitet.





*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2342-3

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger