

Oppdragsrapport  
fra Skog og landskap

02/2015



**skog +  
landskap**

Norsk institutt for  
skog og landskap

## EN VURDERING AV UTVALGTE SKOGTILTAK

- innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050

Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus, Belachew Gizachew, Nicholas Clarke,  
Kjell Andreassen og Rune Eriksen

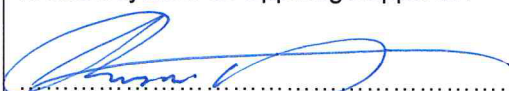




# Rapport til ekstern oppdragsgiver fra Skog og landskap

Postboks 115, 1431 Ås. Telefon 64 94 80 00

www.skogoglandskap.no

<b>Tittel:</b> En vurdering av utvalgte skogtiltak - innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050	<b>Nr. i serien:</b> 02/2015	<b>Dato godkjent av oppdragsgiver:</b> 9. juni 2015
<b>Forfattere:</b> Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus, Belachew Gizachew, Nicholas Clarke, Kjell Andreassen og Rune Eriksen		<b>Antall sider:</b> v. 49 s.
<b>Forfatterens kontaktinformasjon:</b> Norsk institutt for skog og landskap, P.b. 115, 1431 Ås		
<b>Oppdragsgiver:</b> Miljødirektoratet	<b>Prosjektnr. Skog og landskap / Kontraktsdato</b> Prosjektnr: 356020 Avtale signert 2.12.2014	<b>Tilgjengelig:</b> Lukket: Begrenset: Åpen: x
<b>Andel privat finansiering: 0</b>		
<b>Sammendrag:</b> Miljødirektoratet utarbeidet i 2014 et kunnskapsgrunnlag for hvordan vi kan omstille Norge til et lavutslippssamfunn (Miljødirektoratet 2014). I rapporten ble en rekke tiltak i skog beskrevet. Denne rapporten er en del av neste fase av dette arbeidet, som er å utdype analysen av mulige tiltak og virkemidler. Her beskriver vi, på oppdrag fra Miljødirektoratet, et utvalg klimatiltak i skog. Det er på ingen måte noen uttømmende oversikt over klimatiltak, men dekker et utvalg som det var ønske om å belyse nærmere. Disse er belyst nærmere med hovedvekt på karbonopptak og –lagring. Betydning for andre økosystemtjenester, som for eksempel biodiversitet og friluftsliv, er ikke belyst.  Hovedkonklusjonene fra dette arbeidet kan kort oppsummeres slik:  Fra 1990 og frem til 2012 har et bruttoareal på 1,4 mill. daa blitt avskoget (NIR 2014). Basert på data fra Landsskogtakseringen ser vi at den viktigste årsaken er nedbygging av skogareal til ulike formål (73 % av arealet), etterfulgt av omdisponering til beite (16 %).  Om lag 29 % av skogen som avvirkes, hogges før hogstmodenhetsalder. Av dette arealet utgjør hogstklasse IV 25 %, mens hogstklasse III eller yngre utgjør 4 %. Skog definert som "yngre skog" etter forslag til revidert PEFC skogstandard utgjør 9 %.  Generelt benyttes relativt skånsomme metoder for markberedning i Norge i dag, og disse er vurdert til sannsynligvis å ha liten eller ingen effekt på karbonmengder i jorda over tid og over det totale areal.  Tettere planting gir høyere volumproduksjon tidlig i bestandens liv. I henhold til resultatkontrollen i 2013 hadde 29 % av det totale foryngelsesarealet et plantetall under anbefalt nivå i bærekraftforskriften. Framskrivningene av skogbestokningen viser at en fortsettelse av dagens praksis på årlig foryngelsesareal fra 2015 og frem til 2100 akkumulert gir 183 millioner tonn CO2 lavere opptak enn om arealet hadde vært plantet med anbefalt tetthet. Høyere plantetetthet gir også økt mulighet for å ta ut virke gjennom tynning.  Vi mener det er potensial for økt tynningsaktivitet, uten at dette vil redusere produksjon (opptak) på lenger sikt. Tynning kan øke potensialet for mer bruk av GROT (heltretynning). Ved tynning og gjødsling kan andelen sagtømmer i det hogstmodne bestandet øke, og samtidig kan tynning være ønskelig for å lage stabile bestand som kan overholdes utover normal hogstmodenhetsalder.  Uttak av hogstrestre (GROT) gir råstoff til bioenergi, som kan brukes til å erstatte fossile brensler. Forutsatt høstet på en bærekraftig måte, kan uttaket av GROT sannsynligvis økes uten redusert fremtidig produksjon (opptak).  En lavskjerm med bjørk over granforyngelse vil, dersom den skjøttes riktig, gi en høyere total volumproduksjon på arealet over ett omløp sammenlignet med et renbestand med gran.		
<b>Ansvarlig signatur</b> Jeg innestår for at denne rapporten er i samsvar med oppdragsavtalen og Skog og landskaps kvalitetssystem for oppdragsrapporter.   Adm.dir./Avdelingsdirektør		



---

## EN VURDERING AV UTVALGTE SKOGTILTAK

-innspill på veien mot Lavutslippssamfunnet 2050

---

Gunnhild Sjøgaard, Aksel Granhus, Belachew Gizachew, Nicholas Clarke,  
Kjell Andreassen og Rune Eriksen

Forsidebilde: Planting av gran, høsting av GROT, markberedning, avskoging, lavskjerm bjørk over granforyngelse og tynning.

Foto: John Y. Larsson (planting og markberedning), Øvrige: Gunnhild Sjøgaard, Skog og landskap

---

Norsk institutt for skog og landskap, Pb. 115, NO-1431 Ås

---



## FORORD

I oktober 2014 publiserte Miljødirektoratet rapporten "Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling" (M229-2914). Neste fase av dette arbeidet er å utdype analysen av mulige tiltak og virkemidler. I den forbindelse har Miljødirektoratet gitt Skog og landskap i oppdrag å gi ytterligere vurderinger av hvordan noen utvalgte tiltak i skogen kan bidra til økt opptak og redusert utslipp av klimagasser.

De utvalgte tiltakene er beskrevet uavhengig av hverandre, i frittstående kapitler. Forfatterne bak rapporten har hatt hovedansvar for ulike kapitler:

1. Årsaker til avskoging: Gunnhild Søgaard og Rune Eriksen,
2. Avvirkning før hogstmodenhet: Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus, Belachew Gizachew og Rune Eriksen
3. Markberedning: Nicholas Clarke og Gunnhild Søgaard
4. Plantetetthet: Belachew Gizachew, Gunnhild Søgaard og Aksel Granhus
5. Tynning: Belachew Gizachew, Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus og Kjell Andreassen
6. Uttak av hogstrestre (GROT): Nicholas Clarke og Gunnhild Søgaard
7. Lavskjerm bjørk: Belachew Gizachew, Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus og Kjell Andreassen
8. Synergi- og samspillseffekter: Gunnhild Søgaard, Aksel Granhus og Kjell Andreassen

Vi vil takke Knut Bjørkelo for innspill til kapitlet om avskoging, Nikolas von Lüpke og Clara Antón Fernández for framskrivninger av avvirkningsareal (kapitlene om plantetall og tynning), Jostein Frydenlund for beskrivelsen av muligheter til ytterligere studier av årsaker til avskoging (vedlegg 2), og Rasmus Astrup for innspill i innledende faser av prosjektet.

Miljødirektoratet har initiert og finansiert prosjektet. Hege Haugland har vært kontaktperson ved etaten. Prosjektet har vært ledet av Gunnhild Søgaard, ved Norsk institutt for skog og landskap. Norsk institutt for skog og landskap står ansvarlig for innholdet i rapporten.

Ås, juni 2015.

Gunnhild Søgaard

## SAMMENDRAG

Miljødirektoratet utarbeidet i 2014 et kunnskapsgrunnlag for hvordan vi kan omstille Norge til et lavutslippssamfunn (Miljødirektoratet 2014). I rapporten ble en rekke tiltak i skog beskrevet. Denne rapporten er en del av neste fase av dette arbeidet, som er å utdype analysen av mulige tiltak og virkemidler. Her beskriver vi, på oppdrag fra Miljødirektoratet, et utvalg klimatiltak i skog. Det er på ingen måte noen uttømmende oversikt over klimatiltak, men dekker et utvalg som det var ønske om å belyse nærmere. Disse er belyst nærmere med hovedvekt på karbonopptak og –lagring. Betydning for andre økosystemtjenester, som for eksempel biodiversitet og friluftsliv, er ikke belyst.

Hovedkonklusjonene fra dette arbeidet kan kort oppsummeres slik:

Fra 1990 og frem til 2012 har et bruttoareal på 1,4 mill. daa blitt avskoget (NIR 2014). Basert på data fra Landsskogtakseringen ser vi at den viktigste årsaken er nedbygging av skogareal til ulike formål (73 % av arealet), etterfulgt av omdisponering til beite (16 %).

Om lag 29 % av skogen som avvirkes, hogges før hogstmodenhetsalder. Av dette arealet utgjør hogstklasse IV 25 %, mens hogstklasse III eller yngre utgjør 4 %. Skog definert som "yngre skog" etter forslag til revidert PEFC skogstandard utgjør 9 %.

Generelt benyttes relativt skånsomme metoder for markberedning i Norge i dag, og disse er vurdert til sannsynligvis å ha liten eller ingen effekt på karbonmengder i jorda over tid og over det totale areal.

Tettere planting gir høyere volumproduksjon tidlig i bestandets liv. I følge resultatkontrollen i 2013 hadde 29 % av det totale foryngelsesarealet et plantetall under anbefalt nivå i bærekraftforskriften. Framskrivningene av skogbestokningen viser at en fortsettelse av dagens praksis på årlig foryngelsesareal fra 2015 og frem til 2100 akkumulert gir 83,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> lavere opptak enn om arealet hadde vært plantet med anbefalt tetthet. Høyere plantetetthet gir også økt mulighet for å ta ut virke gjennom tynning.

Vi mener det er potensial for økt tynningsaktivitet, uten at dette vil redusere produksjon (opptak) på lenger sikt. Tynning kan øke potensialet for mer bruk av GROT (heltretynning). Ved tynning og gjødsling kan andelen sagtømmer i det hogstmodne bestandet øke, og samtidig kan tynning være ønskelig for å lage stabile bestand som kan overholdes utover normal hogstmodenhetsalder.

Uttak av hogstrestre (GROT) gir råstoff til bioenergi, som kan brukes til å erstatte fossile brensler. Forutsatt høstet på en bærekraftig måte, kan uttaket av GROT sannsynligvis økes uten redusert fremtidig produksjon (opptak).

En lavskjerm med bjørk over granforyngelse vil, dersom den skjøttes riktig, gi en høyere total volumproduksjon på arealet over ett omløp sammenlignet med et renbestand med gran.

### Nøkkelord:

Lavutslippssamfunnet, klimatiltak, forvaltning, skog

# INNHold

Forord .....	ii
Sammendrag .....	iii
1. Innledning .....	1
2. Redusert avskoging .....	2
2.1. Referanser .....	2
3. Avvirkning før hogstmodenhetsalder .....	4
3.1. Bakgrunn .....	4
3.2. Datamaterialet .....	4
3.3. Definisjon av yngre skog .....	5
3.4. Resultater .....	5
3.5. Referanser .....	11
4. Markberedning .....	13
4.1. Referanser .....	15
5. Plantetetthet .....	17
5.1. Bakgrunn .....	17
5.2. Forutsetning for analysen .....	17
5.3. Resultater .....	19
5.4. Anbefalt plantetetthet, og tetthet utover anbefalt nivå .....	20
5.5. Referanser .....	20
6. Tynning og biomasseproduksjon .....	22
6.1. Hvorfor tynne? .....	22
6.2. Tynning i Norge .....	22
6.3. Effektene av tynning .....	24
6.4. Risiko .....	24
6.5. Tynningsvolum på nasjonalt nivå – historisk og fremtidig .....	25
6.6. Konklusjon .....	25
6.7. Referanser .....	26
7. GROT .....	28
7.1. Referanser .....	30
8. Lavskjerm bjørk over granforyngelse .....	34
8.1. Bakgrunn .....	34
8.2. Effekt av bjørkeskjerm på granforyngelsen .....	34
8.3. Effekt på totalproduksjonen .....	35
8.4. Hvordan oppnå økt totalproduksjon – skjøtsel av bestandet .....	36



8.5. Arealer egnet for blandingsskog av gran og bjørk.....	37
8.6. Fremtidig kunnskapsbehov - muligheter .....	38
8.7. Referanser .....	39
9. Synergi- og samspillseffekter .....	41
9.1. Tynning.....	41
9.2. Plantetetthet .....	42
9.3. Markberedning .....	42
9.4. Referanser .....	43
Vedlegg 1: Oppdragets ordlyd.....	44
Vedlegg 2: Nedbygging av jordbruksareal og skog.....	47



# 1. INNLEDNING

Skogen spiller en viktig rolle i karbonkretsløpet, og fungerer både som et sluk og som et lager for karbon. Riktig forvaltning av skog er derfor et av mange tiltak på veien mot lavutslippssamfunnet.

Regjeringen Solberg skriver i sin klimamelding<sup>1</sup> om landsektorens rolle i klimasammenheng at "Det vil bli vanskeligere å nå togradersmålet om vi ikke også tar i bruk mulighetene for klimatiltak i skog. Det vil gjøre veien til lavutslippssamfunnet tyngre". Miljødirektoratet utarbeidet i 2014 et kunnskapsgrunnlag for hvordan vi kan omstille Norge til et lavutslippssamfunn<sup>2</sup>, hvor de blant annet beskriver en rekke tiltak i skog. Neste fase av dette arbeidet er å utdype analysen av mulige tiltak og virkemidler.

Gjennom klimaforliket støttet Stortinget<sup>3</sup> opp om Regjeringen Stoltenberg II sin klimamelding<sup>4</sup>, og understreket viktigheten av et aktivt skogbruk. I klimameldingen skrev regjeringen blant annet at de vil:

- øke skogarealet gjennom redusert avskoging og planting på nye arealer,
- opprettholde eller øke karbonlagret blant annet gjennom styrket innsats innen skogplanteforedling, økt plantetetthet og gjeninnføring av forbudet mot hogst av yngre skog, samt å styrke skogvernet
- bedre insentivene til uttak av råstoff fra skogen til bioenergi, med særlig vekt på hogstrestre (GROT)
- bidra til økt karbonopptak gjennom målrettet gjødsling av skog

Siden har det blitt utarbeidet rapporter som utreder planting av skog på nye arealer som klimatiltak<sup>5</sup> og målrettet gjødsling av skog som klimatiltak<sup>6</sup>. En rapport som utreder skogvern som klimatiltak er ventet høsten 2015.

I denne rapporten beskriver vi, på oppdrag fra Miljødirektoratet, årsaker til avskoging, omfang av arealer som avvirkes før nådd hogstmodenhetsalder, betydning av økt plantetetthet, økt uttak av hogstrestre (GROT), tynning og bruk av lavskjerm bjørk over granforyngelse som klimatiltak, samt betydning av markberedning. Vi har fokusert på betydningen i forhold til skogens rolle som karbonlager og –sluk, og har ikke omtalt mulige effekter på andre klimadrivere, som albedo, evapotranspirasjon, lystgass eller BVOCs<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Meld. St. 13 (2014-2015). Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU. Tilråding fra Klima- og miljødepartementet 6. februar 2015, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Solberg).

<sup>2</sup> Miljødirektoratet. 2014. Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. Rapport Miljødirektoratet M229-2014. 345 s.

<sup>3</sup> Innst. 390 S (2011–2012). Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om norsk klimapolitikk.

<sup>4</sup> Meld. St. 13 (2014-2015). Ny utslippsforpliktelse for 2030 – en felles løsning med EU. Tilråding fra Klima- og miljødepartementet 6. februar 2015, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Solberg).

<sup>5</sup> Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. 2013. Planting av skog på nye arealer som klimatiltak - egnede arealer og miljøkriterier. Rapport Miljødirektoratet M26-2013. 149 s.

<sup>6</sup> Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. 2014. Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Egnede arealer og miljøkriterier. Rapport Miljødirektoratet M174-2014. 143 s.

<sup>7</sup> Biogenic Volatile Organic Compounds, biogene flyktige organiske forbindelser.



## 2. REDUSERT AVSKOGING

Under Kyotoprotokollens artikkel 3.3 skal avskoging forårsaket av menneskelig aktivitet rapporteres. I første forpliktelsesperiode (2008 – 2012) ble det årlig avskoget et areal tilsvarende 0,06 % av det totale skogarealet i Norge. Samlet fra 1990 og frem til 2012 har et areal på 1,4 mill. daa blitt avskoget (Miljødirektoratet mfl. 2014)<sup>8</sup>.

Basert på data fra Landsskogtakseringen ser vi at den viktigste årsaken til avskoging er nedbygging (73 % av arealet). Dette fordeler seg på bebyggelse (31 %), skogsvei (21 %), vei/bane/fly (17 %), kraftlinjer (12 %) og annet (19 %). «Annet» inkluderer grustak, skiløyper, m.m. Den nest største driveren er omdisponering til beite (16 %).

Omdisponering til beite har vist en økende trend fra 2007, og 60 % av overgangene til beite er fra perioden 2007 – 2012. Den tredje kategorien er nydyrking (11 %). I tillegg er et mindre areal blitt demmet ned, enten ved damanlegg eller ved flytting av elveløp.

Ser vi på hva slags skog som avskoges så er det en overvekt av middels og høy bonitet (henholdsvis 41 og 27 % av arealet), mens kun en mindre del er på lav bonitet (19 %) og uproduktiv skogsmark (14 %). Trenden er den samme for alle overgangskategorier (nedbygging, beite og nydyrking). Sammenlikner vi fordelingen kun av den produktive skogen med bonitetsfordelingen i all produktiv skog (Granhus mfl. 2012), så ser vi at høy og middels bonitet er overrepresentert, mens lav bonitet er underrepresentert (Tabell 1).

Tabell 2.1. Bonitetsfordeling i den produktive skogen som er avskoget, og i all norsk skog (Granhus mfl. 2012).

Bonitet	Avskogingsareal	Alt skogareal
Høy	31 %	16 %
Middels	47 %	41 %
Lav	22 %	43 %
SUM	100 %	100 %

For mer detaljert beskrivelse av årsakene til avskoging må flere datakilder benyttes. I vedlegg 2 er et pågående prosjekt om kartlegging av nedbygging av dyrket mark basert på AR5 og flere andre datakilder, og hva som behøves for å utvide dette arbeidet til også å dekke nedbygging av skog, beskrevet.

### 2.1. Referanser

Granhus A, Hysten G og Nilsen J-EØ. 2012. Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 03/12: 85 s.

Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå og Norsk Institutt for Skog og Landskap. 2014. Greenhouse Gas Emissions 1990-2012, National Inventory Report. Report from Norwegian Environment Agency. M-137-2014. 474 s.

<sup>8</sup> Dette er brutto avskoging, og påskoging gjennom for eksempel gjengroing og planting av skog på nye arealer er ikke inkludert. Dette sier derfor ikke noe om netto endring av skogarealet.



Omdisponering av skog til beite. Foto: Gunnhild Søgaaard.



Omdisponering fra skog til skiløype (Birkebeinerløypa, Lillehammer). Foto: Gunnhild Søgaaard.

### 3. AVVIRKNING FØR HOGSTMODENHETSALDER

#### 3.1. Bakgrunn

Regjeringen Stoltenberg II skrev i Klimameldingen (Meld. St. 21 (2011–2012)) at de vil «Opprettholde eller øke karbonlageret gjennom aktiv, bærekraftig skogpolitikk blant annet gjennom ... gjeninnføring av forbudet mot hogst av ungskog». Dette viser til den lovendring som skjedde i 2006. I Lov om skogbruk og skogvern fra 1965 sto følgende: «I yngre tilfredsstillende skog må bare foretas slik avvirkning som er tjenlig for dens videre gunstige utvikling produksjons- og kvalitetsmessig sett. Annen avvirkning - f.eks. foryngelseshogst - må bare finne sted med tillatelse av skogoppsynet.» (§ 16. Avvirkning og måling). Skogloven ble endret i 2006, og det står nå følgende «Ved hogst skal det takast omsyn til skogen sin framtidige produksjon og forynging ... Om ein hogst blir planlagt eller skjer i strid med denne lova, reduserer eigedommen sitt produksjonsgrunnlag vesentleg, ... , kan kommunen nekte hogsten eller setje vilkår for korleis den skal gjennomførast.».

Temaet er ytterligere aktualisert gjennom forslag til revidert versjon av Norsk PEFC skogstandard, som nylig har vært ute på høring. I forslaget ligger det inne en bestemmelse som sier at «Flatehogst og frøtrestillingshogst skal ikke skje i yngre tilfredsstillende bartredominert skog». Det kan gjøres unntak «dersom hogsten skjer som følge av en lovlig omdisponering av arealet til annet formål, bestandstettheten er utilfredsstillende, eksisterende treslag ikke utnytter arealenes produksjonsevne på en tilfredsstillende måte eller hvis verditilveksten er liten eller negativ som følge av svekket sunnhet eller andre årsaker».

Basert på data fra Landsskogtakseringen, analyserte vi i dette kapitlet følgende spørsmål:

- Er det en forskjell i avvirkningstrend i «yngre skog» mellom perioden før og perioden etter lovendringen i 2006?
- Er det noen trender i datamaterialet som sier noe om hvor det avvirknes i «yngre skog»?
- Hvilken betydning har avvirkning av «yngre skog» for fremtidig opptak av CO<sub>2</sub>?
- Hvor stor er andelen med «mindre tilfredsstillende tetthet» (såkalt b-bestand)?

#### 3.2. Datamaterialet

Analysene er gjennomført på Landsskogtakseringens data (før og etter lovendring), og er sammenliknet med data fra Resultatkontrollen (kun etter lovendring).

Landsskogtakseringen takserer all skog i landet over femårige omdrev (1/5 av flatene hvert år). Vi har benyttet data fra to omdrev, det siste takstomdrevet før (2000-2004) og det første takstomdrevet etter (2009-2013) lovendringen i 2006.

Datasettet 2009 – 2013 kan inneholde noe avvirkning fra før lovendring. En femtedel av flatene blir oppsøkt hvert år. Sluttavvirkning registreres som behandling siste fem år. Det vil si at for flater registrert med avvirkning i 2009, 2010 og 2011 kan disse ha blitt avvirket før lovendring, i prinsippet når som helst i perioden siden de ble oppsøkt sist (2009: 2004 -2009, 2010: 2005 – 2010, 2011: 2006 – 2011).

Analysen inkluderer kun areal registrert med foryngelseshogst. Dersom hogsten er et ledd i en omdisponering til annen arealbruk og endring i arealbruk (for eksempel



hyttebygging, veibygging eller beite) ikke er påbegynt ved takseringstidspunktet vil vi ikke kunne identifisere dette som omdisponering, og det kommer med som foryngelseshogst. Data fra Landsskogtakseringen kan følgelig inneholde noe areal som er avvirket med tanke på endring i arealbruk, men dette vil være marginalt.

Avvirkning før hogstmodenhetsalder har vært registrert i resultatkontrollen siden 2009. Det var en endring i praksis fra 2009 til 2010 med hensyn på antall år etter avvirkning flatene blir oppsøkt. Som en følge av dette er 2007 avvirkningsår for flatene oppsøkt både i 2009 og 2010. Dataene nedenfor beskriver situasjonen for arealet avvirket i perioden 2007 – 2010 (Granhus mfl. 2010, 2011, 2012, 2013, 2014).

Selv om en analyserer flere avvirkningsår samlet (henholdsvis 10 og 4 år for Landsskogtakseringen og Resultatkontrollen), så er datagrunnlaget relativt lite, og det er stor usikkerhet knyttet til resultatene. Dette illustreres ved 95 % konfidensintervall i figur 3.2.

### 3.3. Definisjon av yngre skog

«Yngre skog» var i skogloven frem til 2006 definert som skog med vesentlig lavere alder enn den som gir størst gjennomsnittlig masseproduksjon (§ 2 Definisjoner).

Analysen har tatt utgangspunkt i to ulike tilnærminger til dette (Tabell 3.1):

- Skog i hogstklasse III og yngre
- Yngre skog slik det er definert i høringsutkastet til revidert PEFC skogstandard (PEFC Norge 2015).

Tabell 3.1. Nedre aldergrense (totalalder) for hogstklasse (hogstklasse) III, IV og V, samt aldersgrense for "yngre skog" slik det er definert i høringsutkastet til revidert PEFC skogstandard.

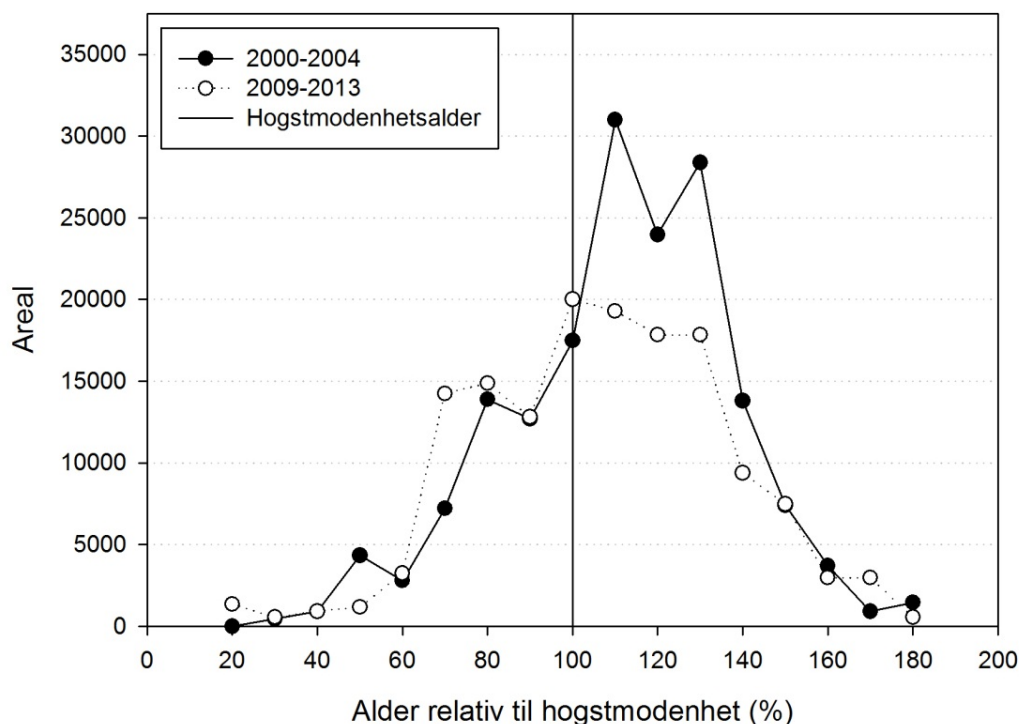
Bonitet H40	Hogstklasse III «yngre produksjonsskog»	Hogstklasse IV «eldre produksjonsskog»	Hogstklasse V «hogstmoden skog»	PEFC «yngre skog»
26				40
23	20	40	60	45
20	30	45	70	50
17	25	55	80	60
14	30	60	90	70
11	35	70	100	80
8	45	75	110	85
6	55	85	120	95

### 3.4. Resultater

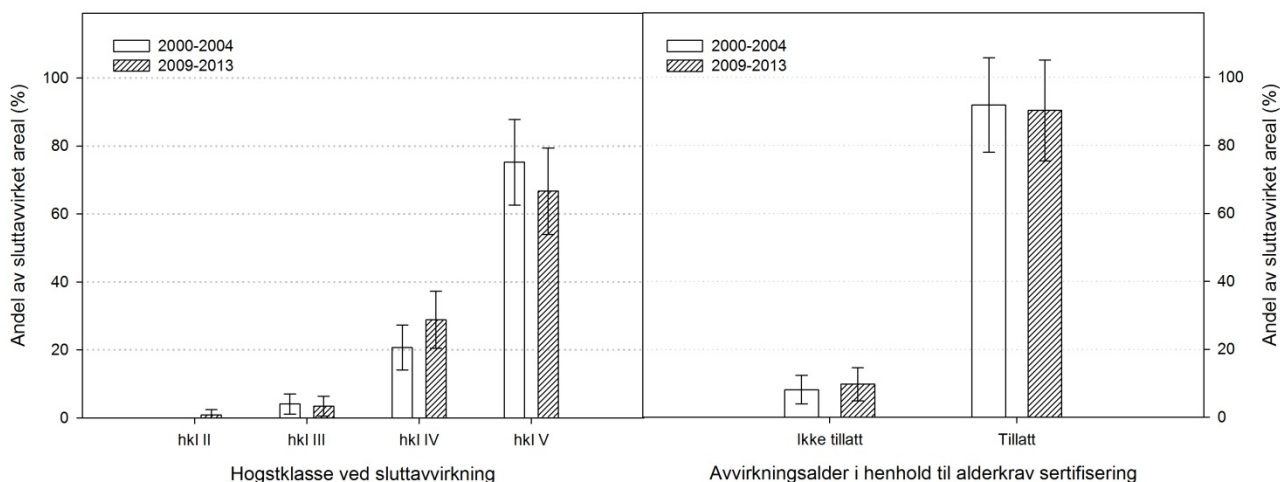
Det meste av skogen avvirket i den analyserte perioden ble avvirket etter nådd hogstmodenhetsalder (71 %). Av de 29 % som ble avvirket før hogstmodenhetsalder utgjorde hogstklasse IV 25 %, mens hogstklasse III eller yngre utgjorde 4 % av foryngelsesarealet. "Yngre skog" slik dette er definert i forslag til revidert PEFC skogstandard utgjorde 9 % av foryngelsesarealet. I denne analysen fokuserer vi kun på den skogen som er avvirket før hogstmodenhetsalder. Analysen inkluderer all skog som ble avvirket før hogstmodenhetsalder, uavhengig av tetthet og sunnhetstilstand før avvirkning.

### 3.4.1. SLUTTAVVIRKNING I YNGRE SKOG FØR OG ETTER LOVENDRINGEN

Det var en økning i andelen sluttavvirkningsareal som ikke har nådd hogstmodenhetsalder, fra 25 til 33 % fra før til etter lovendringen i 2006 (Figur 3.1). Den største endringen er i andelen som avvirkes i hogstklasse IV (økning fra 21 til 29 %). Andelen som ble avvirket i hogstklasse III eller tidligere var stabil (4 %). Det var en svak økning, fra 8 til 10 %, i andelen avvirket som "yngre skog" i henhold til forslag til revidert PEFC skogstandard. En usikkerhetsanalyse med 95 % konfidensintervall viser imidlertid ikke signifikant forskjell fra før til etter lovendring (Figur 3.2).



Figur 3.1. Alder ved avvirkning relativ til hogstmodenhetsalder (den alder bestanden ville ha på vedkommende bonitet når middeltilveksten kulminerer ved normal tetthet). Data fra siste takstomdrev før (2000-2004) og første takstomdrev etter (2009-2013) lovendringen i 2006 (Landsskogtakseringen).



Figur 3.2. Andel av sluttavvirket areal fordelt på hogstklasser (A) og avvirkningsalder i henhold til alderskrav i forslag til revidert PEFC skogstandard. Sammenlikning mellom fordeling av det avvirkede arealet i siste takstomdrev før (2000-2004) og i første takstomdrev etter (2009-2013) lovendringen i 2006 (Landsskogtakseringen). 95 % konfidensintervall er vist.

Andelen som avvirket før hogstmodenhet er noe lavere i Resultatkontrollen. I gjennomsnitt for de fem årene det har vært registrert i Resultatkontrollen (2009 – 2013) ble 21 % av avvirkningsarealet avvirket før hogstmodenhet (det vil si før hogstklasse V). Det aller meste var i sen hogstklasse IV (17 %), mens andelen var betydelig lavere i tidlig hogstklasse IV og yngre hogstklasser (henholdsvis 4 % og 1 %).

#### 3.4.2. HVOR AVVIRKES MEST «YNGRE SKOG»?

Andelen av «yngre skog» som avvirket er analysert med tanke på skogtype (treslag og bonitet), samt om det er regionale forskjeller.

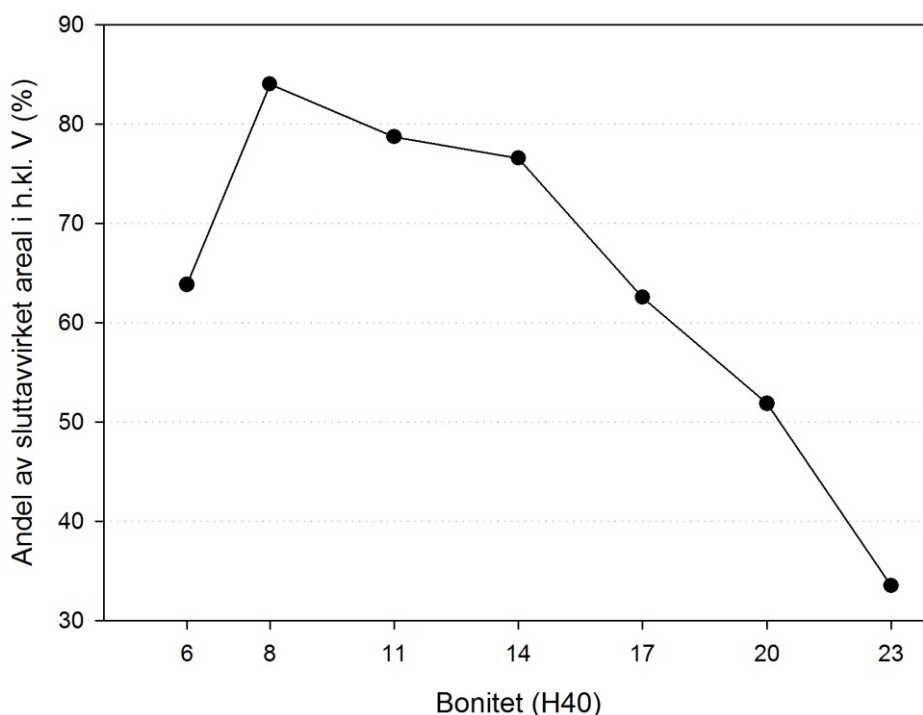
##### Treslag

Landsskogtakseringens data viser at fordelingen mellom gran og furu på alt avvirket areal (henholdsvis 72 og 28 %) avviker lite fra fordelingen på arealet som er avvirket som «yngre skog» i henhold til høringsforslaget til revidert PEFC skogstandard (henholdsvis 74 og 26 %).

Andelen av avvirkningsarealet som er granskog er i Resultatkontrollen på omtrent samme nivå, og har ligget på rundt 70 % hele perioden. I gjennomsnitt for de fem årene det har vært registrert i Resultatkontrollen (2009 – 2013) er 21 % av avvirkningsarealet avvirket før hogstmodenhet, det vil si før hogstklasse V. Omfanget av tidlig hogst i granskog har i perioden ligget noe høyere, med 23 % i gjennomsnitt. Omfanget er om lag like høyt i barblandingsskog (21 %), men dette utgjør kun 7 % av avvirkningsarealet. Furuskog utgjør 22 % av avvirkningsarealet. Omfanget av tidlig avvirkning er her lavere enn i granskog, med 12 % i gjennomsnitt for perioden.

##### Bonitet

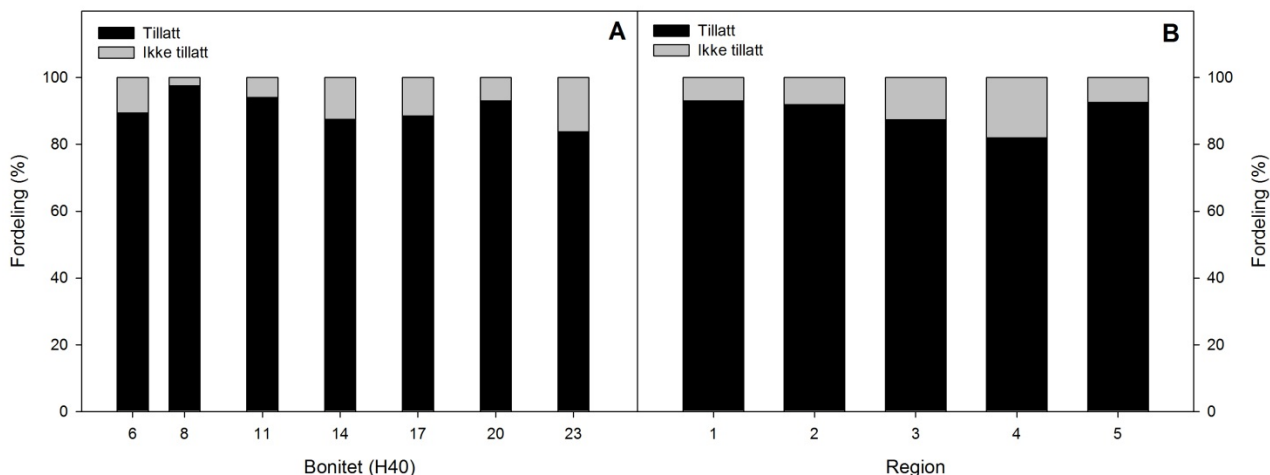
Det er en klar tendens i materialet til at andelen som avvirket før nådd hogstmodenhetsalder øker med økende bonitet (Figur 3.3 og 3.5A). Andelen som avvirket som «yngre skog» i henhold til høringsutkastet til revidert PEFC skogstandard er lavest for bonitet 8 (2 %) og høyest for bonitet 23 (16 %) (Figur 3.4A).



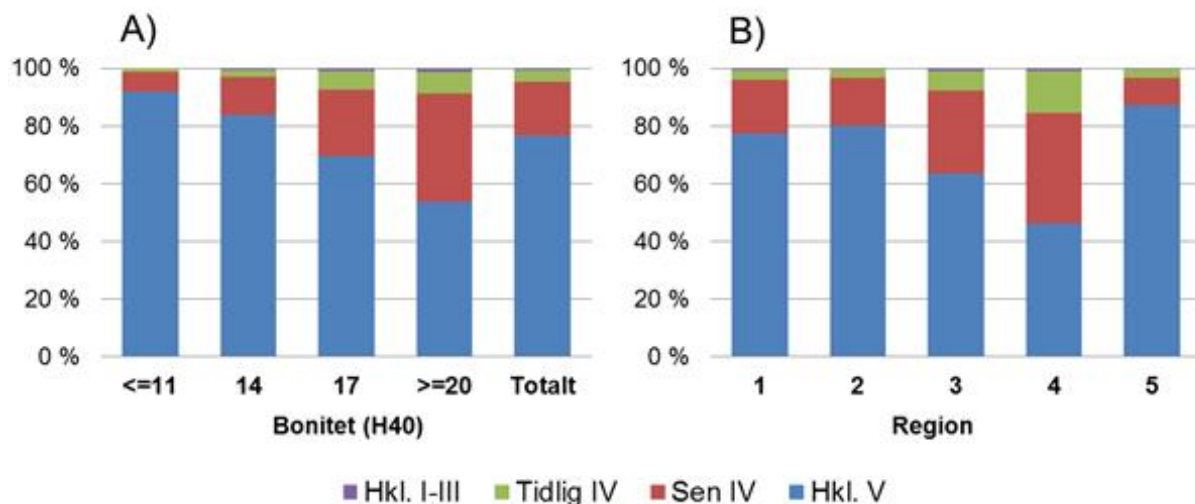
Figur 3.3. Andel av sluttavvirket areal som har nådd hogstmodenhetsalder. Basert på avvirket areal i Landsskogtakseringen i periodene 2000 – 2004 og 2009 – 2013.



Det er også en tendens til at andelen som avvirkes tidlig er høyere på Vestlandet enn i andre regioner (Figur 3.4B og 3.5B). Begge trendene er synlig både i data fra Landsskogtakseringen (Figur 3.4) og Resultatkontrollen (Figur 3.5). Den høye andelen på Vestlandet må også ses i sammenheng med at regionen har en høy andel skog på høy bonitet.



Figur 3.4. Fordeling av det avvirkede arealet på det som vil være tillatt og ikke tillatt å avvirke etter definisjon av «yngre skog» i høringsutkast til ny sertifisering. Basert på avvirket areal i Landsskogtakseringen i periodene 2000 – 2004 og 2009 – 2013. A viser fordeling i ulike bonitetsklasser, og B i ulike regioner. Regioner: 1 = Hedmark, Oslo/Akershus, Østfold, 2 = Oppland, Buskerud, 3= Vestfold, Telemark, Aust-Agder, 4= Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, 5 = Trøndelag og Nord-Norge.



Figur 3.5. Hogstklassefordelingen for avvirket areal i granskog fra resultatkontrollen, kontrollårene 2010-2013. Arealet fordelt på: A) bonitetsklasser – alle regioner, og B) regioner – alle bonitetsklasser. Regioner: 1 = Hedmark, Oslo/Akershus, Østfold, 2 = Oppland, Buskerud, 3= Vestfold, Telemark, Aust-Agder, 4= Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, 5 = Sør- og Nord-Trøndelag + deler av Nordland (kun Helgeland). Kilde: Granhus mfl. 2015 (manus)

### 3.4.3. REDUSERT OPPTAK AV CO<sub>2</sub>

#### Forutsetninger for analyse av tilvekst

- I analysen har lagt til grunn at all «yngre skog» som er avvirket er tilfredsstillende, og forventes å ha normal tilvekst (det er ikke tatt høyde for hogst av utilfredsstillende skog som følge av ulike skadegjørere, feil proveniens/treslag, klimarelaterte skader eller andre forhold som kan redusere tilvekst).
- Analysen tar utgangspunkt i tapt tilvekst frem til hogstmodenhet, altså over omløpet og ikke årlig.
- Analysene er basert utelukkende på Landsskogtakseringens data.
- Det forutsettes at all hogst er flatehogst, gjenværende biomasse = 0 (ingen trær igjen)
- Forutsetter at de avvirkede arealene vil bli plantet eller tilrettelagt for foryngelse innen tre år etter hogst.
- Opprinnelig plantetetthet er anbefalt nivå etter bonitet i bærekraftforskriften.
- Granmodell for å beregne volum på alle flater, uavhengig av treslag (Gizachew mfl. 2012).
- Konvertering fra volum til biomasse er beregnet med biomasseekspansjonsfaktorer utarbeidet av Viken (2012)
- Analysene omfatter levende biomasse i trær over og under bakken, men ikke karbon i jord. Det kan forventes et tap også av jordkarbon ved sluttavvirkning, men vi forutsetter her at bestandet uansett avvirket, slik at dette uansett vil oppstå. Dersom omløpet forkortes gjentatte ganger vil tapet av jordkarbon kunne bli større enn om det avvirket ved normal hogstmodenhet.
- Tapt opptak på grunn av hogst i «yngre skog» er beregnet som total CO<sub>2</sub> gjennom et omløp for levende biomasse, altså tapt opptak fra avvirkning og frem til hogstmodenhet. Netto tapt opptak er da tapt opptak fra avvirkning og frem til hogstmodenhet minus opptak fra ny foryngelse etablert tre år etter avvirkning.

#### «Yngre skog» i henhold til høringsutkast til revidert PEFC skogstandard

En beregning basert på Landsskogtakseringsdata viser at skogareal som ble avvirket som «yngre skog» i henhold til høringsutkast til revidert PEFC skogstandard utgjorde totalt 28 208 ha over to omdrev (10 års avvirkningsareal), fordelt på 74 % grandominert skog og 26 % furudominert skog.

Karbonmengden lagret i skog som ble avvirket som «yngre skog» i henhold til forslag til revidert PEFC skogstandard tilsvarte 9,1 millioner tonn<sup>9</sup> CO<sub>2</sub>. Dersom denne skogen hadde fått stå frem til hogstmodenhetsalder ville ytterligere 9,2 millioner tonn CO<sub>2</sub> blitt lagret i den levende biomassen, og totalt lagret karbon ville tilsvart 18,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Den nye foryngelsen, forutsatt at de avvirkede arealene blir plantet eller tilrettelagt for foryngelse innen tre år etter hogst, vil ta opp CO<sub>2</sub> tilsvarende 2,2 millioner tonn i den samme perioden. Dermed er netto redusert opptak for hele arealet gjennom et omløp som følge av hogst av «yngre skog» etter PEFC 7,0 millioner tonn. Dette er summen av 10 års avvirkning av «yngre skog» (Tabell 3.2).

---

<sup>9</sup> Millioner tonn = Mt. 1 Mt = 1000 Gg, 1 Gg = 1000 t.

Tabell 3.2. Effekt på opptak av CO<sub>2</sub> (i millioner tonn, Mt) over ett omløp ved avvirkning av «yngre skog», definert i samsvar med høringsutkast til revidert PEFC-skogstandard. Dette er summen av 10 års avvirkning av «yngre skog».

Treslag	CO <sub>2</sub> ungsog Mt	CO <sub>2</sub> moden Mt	CO <sub>2</sub> foryng. Mt	Areal ha	CO <sub>2</sub> tapt total Mt	CO <sub>2</sub> tapt Tonn/ha
Gran	6,9	14,4	1,9	20 908	5,6	270
Furu	2,2	3,9	0,3	7 300	1,4	192
<b>Total</b>	<b>9,1</b>	<b>18,3</b>	<b>2,2</b>	<b>28 208</b>	<b>7,0</b>	

Dersom samme areal med samme skogtypefordeling avvirket som «yngre skog» hvert år blir redusert årlig opptak, sammenliknet med om skogen hadde fått stå til hogstmodenhetsalder, 0,7 millioner tonn CO<sub>2</sub>.

#### Effekter av avvirkning i hogstklasse III og yngre

En beregning basert på Landsskogtakseringsdata viser at skogareal som ble avvirket i hogstklasse I-III utgjorde 13 427 ha over to omdrev (10 års avvirkningsareal), fordelt på 85 % grandominert skog og 15 % furudominert skog.

Karbonmengden lagret i skog som ble avvirket i hogstklasse III eller tidligere tilsvarte 2,9 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Dersom denne skogen hadde fått stå frem til hogstmodenhetsalder ville ytterligere 5,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> blitt lagret i den levende biomassen, og totalt lagret karbon ville tilsvart 8,8 millioner tonn. Den nye foryngelse, forutsatt at de avvirkede arealene blir plantet eller tilrettelagt for foryngelse innen tre år etter hogst, vil ta opp CO<sub>2</sub> tilsvarende 2,0 millioner tonn i den samme perioden. Dermed er netto redusert opptak for hele arealet gjennom et omløp som følge av hogst av skog i hogstklasse III og yngre 3,9 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Dette er summen av 10 års avvirkning av hogst av skog i hogstklasse III og yngre (Tabell 3.3).

Tabell 3.3: Effekt på opptak av CO<sub>2</sub> (i millioner tonn, Mt) over ett omløp ved avvirkning i hogstklasse III eller tidligere. Dette er summen av 10 års avvirkning av hogst av skog i hogstklasse III og yngre.

Treslag	CO <sub>2</sub> ungsog Mt	CO <sub>2</sub> moden Mt	CO <sub>2</sub> foryng. Mt	Areal ha	CO <sub>2</sub> tapt total Mt	CO <sub>2</sub> tapt Tonn/ha
Gran	2,5	7,6	1,7	11 355	3,4	300
Furu	0,4	1,2	0,3	2 073	0,5	226
<b>Total</b>	<b>2,9</b>	<b>8,8</b>	<b>2,0</b>	<b>13 428</b>	<b>3,9</b>	

Dersom samme areal med samme skogtypefordeling avvirket i hogstklasse III eller yngre hvert år, blir årlig redusert opptak, sammenliknet med om skogen hadde fått stå til hogstmodenhetsalder, 0,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>.

#### 3.4.3.1. Hva betyr dette, sammenliknet med årlig nettoopptak i Norges skoger?

Netto opptak i Norges skoger var 30,7 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2012 (Miljødirektoratet mfl. 2014). Tap ved hogst av «yngre skog» jf. PEFC utgjør en reduksjon på 2,3 %, og tap ved hogst av skog i hogstklasse III og yngre utgjør reduksjon på 1,3 % av denne størrelsen.

Det er viktig å poengtere at dette kun er tap knyttet til levende biomasse i trær. Et eventuelt tap av karbon fra jord er ikke inkludert.

Det er også forutsatt at hele arealet vil ha normal tilvekst. I det ligger at det ikke er tatt høyde for at deler av arealet kan ha hatt redusert tilvekst grunnet lav tetthet, eller som følge av ulike skadegjørere, feil proveniens/treslag, klimarelaterte skader eller andre forhold som kan redusere tilveksten.

#### 3.4.4. TILFREDSSTILLENDENDE SKOG

Lov om skogbruk og skogvern fra 1965 definerte "utilfredsstillende skog" slik: «Med «utilfredsstillende skog» forstås i denne lov skog hvor produksjonen på grunn av skade, dårlig pleie eller av andre årsaker vil bli vesentlig lavere enn hva grunnens produksjonsevne betinger. Som utilfredsstillende skog regnes også skog med åpenbart uhensiktsmessige treslag eller blandinger av treslag. Annen skog er «tilfredsstillende skog».» (§ 2. Definisjoner).

Vi har ikke grunnlag per i dag for å si noe om i hvor stor grad skogen som avvirket før hogstmodenhetsalder tilfredsstilte lovens kriterium for "utilfredsstillende skog". Det vil kreve analyser som det ikke har vært mulig å gjennomføre innen tidsrammen av dette oppdraget.

Hogstklassene III, IV og V deles vanligvis inn i to undergrupper basert på tetthet; a) tilfredsstillende, og b) mindre tilfredsstillende tetthet. Denne definisjonen er basert på grunnflatesum (m<sup>2</sup>/ha). Vi har sett på andelen av det avvirkede arealet som i Landsskogtakseringen var klassifisert som såkalt b-bestand. Andelen er noe lavere i hogstklasse III, IV og V enn et sammenliknbart gjennomsnitt for all skog (Tabell 3.4). Av arealet som ble avvirket som "yngre skog" er det imidlertid noe høyere andel av skog med "mindre tilfredsstillende tetthet", enn i all skog med samme alderskriterier (Tabell 3.4). Dette skyldes en overrepresentasjon av b-bestand i den skogen som ble avvirket som yngre hogstklasse IV (27 %) <sup>10</sup>.

Tabell 3.4. Andel av avvirket areal som hadde "mindre tilfredsstillende tetthet" (var klassifisert som b-bestand) i ulike hogstklasser og i "yngre skog" etter forslag til revidert PEFC-standard, og andel b-bestand for all barskog (basert på 2009 – 2013 datasettet, uten fjellskog og Finnmark).

Alder ved avvirkning	Andel b-bestand av avvirket areal	Andel b-bestand totalt i barskog
III	9 %	11 %
IV	12 %	19 %
V	7 %	18 %
«yngre skog»	21 %	12 %

### 3.5. Referanser

Gizachew B, Brunner A og Øyen BH. 2012. Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 637-648.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2010. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2009. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 23/10. 23 s. + vedlegg.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2011. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2010. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 16/11. v, 26 s. + vedlegg.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2012. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2011. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 08/12. 22 s. + 3 vedlegg.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2013. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2012. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 05/13. V, 30 s. + 3 vedlegg.

<sup>10</sup> Dette er bygget på et svært lite datagrunnlag, og størrelsen er følgelig beheftet med stor usikkerhet.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2014. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2013. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 08/14. 27 s. + 3 vedlegg.

Granhus A, Fløistad IS og Eriksen R. Hogst og foryngelse av granskog: Tilstandsbeskrivelse basert på Resultatkontroll skogbruk/miljø og Landsskogtakseringen. Rapport fra Skog og landskap 04/15: 23 s.

Lov om skogbruk og skogvern fra 1965, sist endret 2000. (hentet 27.2.2014)  
<http://faolex.fao.org/docs/html/nor3332.htm>

Meld. St. 21 (2011–2012). Norsk klimapolitikk. Tilråding fra Miljøverndepartementet 25. april 2012, godkjent i statsråd samme dag. (Regjeringen Stoltenberg II).

Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå og Norsk Institutt for Skog og Landskap. 2014. Greenhouse Gas Emissions 1990-2012, National Inventory Report. Report from Norwegian Environment Agency. M-137-2014. 474 s.

PEFC Norge 2015. Norsk PEFC Skogstandard. PEFC N 02. (hentet 15.2.2015)  
[http://www.pefcnorge.org/vedl/PEFC%20N%2002\\_Forslag%2026sept.pdf](http://www.pefcnorge.org/vedl/PEFC%20N%2002_Forslag%2026sept.pdf)

Viken KO. 2012. Biomass equations and biomass expansion factors (BEFs) for pine (*Pinus* spp.), spruce (*Picea* spp.) and broadleaved dominated stands in Norway. Mastergradsoppgave ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 43 s. + vedlegg



## 4. MARKBEREDNING

Markberedning (eng: scarification) fremmer rask etablering, tidlig vekst og god overlevelse av både naturlig foryngelse og utsatte planter. Markberedning innebærer eksponering av mineraljord ved fjerning av det organiske sjiktet, eller en blanding av det organiske sjiktet og mineraljorda. Jordforstyrrelse leder til endringer i jordas mikroklima og stimulerer nedbryting av organisk materiale i jorda, med frigivelse av næringsstoffer (Johansson 1994). Organisk materiale i lett nedbrytbart strø, hogstrestre og humus, blandet med eller begravd under mineraljord, blir utsatt for andre forhold for nedbryting og mineralisering sammenlignet med forholdene på overflaten. En annen effekt er forbedret vanninfiltrasjon i jord og bedre rotutvikling (Jandl mfl. 2007). Det har vært bekymringer for at mer intensiv markberedning skulle kunne påvirke den langsiktige produktiveten til skogsjorda (Johansson 1994), men i følge Örlander mfl. (1996) er denne risikoen liten.

Biomasseproduksjonen blir normalt forbedret av markberedning (Örlander mfl. 1996) og denne effekten kan bli enda større enn tapet av jordas organiske karbon (eng. forkortet SOC), så totalt sett kan karbonbindingen i skogøkosystemet bli høyere der markberedning blir brukt. Valgt teknikk for markberedning er viktig og kan avgjøre om det blir et netto karbontap eller karbongevinst (Jandl mfl. 2007). Studier som har sammenlignet ulike markberedningsmetoder fant i de fleste tilfellene at tapet av jordas organiske karbon øker med økt grad av jordforstyrrelse (Johansson 1994, Örlander mfl. 1996, Schmidt mfl. 1996, Mallik og Hu 1997, HM Eriksson og A Alriksson pers. medd.). I tre næringsfattige furubestand (ned til 20 cm dybde) ble jordas organiske karbon redusert med 21 % (inversmarkberedning med spade), 6 % (overflateberedning) og 41 % (pløyd) i de respektive behandlinger, henholdsvis ca. 61, 66 og 23 år etter markberedning og planting (Örlander mfl. 1996). Alle behandlinger dekket omtrent 100 % av arealet. Et forsøk med hauglegging (eng. mounding), harving (eng. disk trenching) og pløying i næringsrike gran- og furubestand i sør-Sverige viste at vekttapet av barstrø (en måte å måle nedbrytningen på) tre til fire år etter markberedning var høyere på markberedte arealer (70-80 %) enn på kontrollen (54-58 %), men at effekten varierte med både markberedningsmetode og flatas jordfuktighet (Johansson 1994). Det relative tapet av karbon fra jorda kan bli større der jorda har mer karbon før behandlingen (HM Eriksson og A Alriksson pers. medd.). Avrenning av løst organisk karbon øker etter harving, i hvert fall der det organiske sjiktet blir lagt i hauger, men effekten er kun midlertidig, opp til 5 år (Piirainen mfl. 2007).

Til forskjell fra studiene nevnt oven, fant Nordborg mfl. (2006) at mer intensiv markberedning ikke resulterte i økt tap av karbon fra jorda. Dette kan bero på, at det organiske stoffet ble begravd dypere enn normalt, slik at mineraliseringen av det organiske materialet ble redusert (Nordborg mfl. 2006). Stabilisering av det organiske materialet kan skje i mineraljorda gjennom interaksjoner med for eksempel leirmineraler (Carlyle 1993).

Det er en rekke ulike teknikker for markberedning, og det er utviklet utstyr spesielt for stripemarkberedning, flekkmarkberedning og varianter som hauglegging, inversmetoden og pløying (Strømnes 1983; Hofsten & Gustafsson 2003; Lindroos 2004 – alle i Nitteberg og Nygaard 2007). Mye av det utstyret som har vært i bruk i Norge har vært tunge aggregater, og det har vært arbeidet med å utvikle lettere aggregater, som f.eks. Markus LM 02 utviklet ved Skog og landskap (Nitteberg og Nygaard 2007). Markberedning kan utføres med små redskaper tilpasset landbrukstraktor, med gravemaskin, eller med markberedningsaggregat montert på lastbærer eller hogstmaskin. Det er i dag vanligst at markberedningen utføres med aggregat montert på lastbæreren eller med gravemaskin (Skagestad og Pettersen 2014). Et alternativ

som er på veg inn i større grad er inversmarkberedning (Örlander mfl. 1998; Hallsby og Örlander 2004) der torva snus og legges tilbake der den kom fra, og bedre utstyr er under utvikling (pers. medd. Trygve Øvergård). Valg av teknikk vil være et spørsmål om markas beskaffenhet (blant annet hvor steinrik den er), tilgjengelig utstyr og økonomi (gravemaskin er ofte dyrere).

For å minimere tapet av jordas organiske karbon er det anbefalt å bruke mindre intensive metoder. Dagens metoder gir bare overflatebehandling, og dyptgående metoder som pløying praktiseres ikke lenger. Harving, som er tradisjonelt mest benyttet i Norge (de Wit og Kvindesland 1999), er vurdert å ha ingen eller liten effekt på karbonmengder i jorda over tid og over det totale areal, da selve forstyrrelsen skjer på en liten del av det totale arealet.

Effekten av markberedning på jordkarbon bør sees sammen med effekten på karbon i trebiomassen: Økt tilvekst for foryngelsen vil formodentlig oppveie et eventuelt tap av jordkarbon (de Wit og Kvindesland 1999, Egnell mfl. 2015).

Arealet med markberedning i Norge har vært i størrelsesorden på 40 – 80 000 daa årlig i perioden 2000 til 2013 (Statens landbruksforvaltning). I følge Resultatkontroll skogbruk/miljø (Granhus mfl. 2014, tabell 21) har omfanget av markberedning i Norge de senere årene utgjort 11-16 % av det totale foryngelsesarealet. I Sverige er markberedning langt vanligere enn i Norge: I Norrland blir markberedning i prinsippet utført på all mark som skal plantes, og i Sverige forøvrig på mellom 86 og 88 % (<http://www.jmini.se/nyheter/28578/markberedning-ger-fler-plantor-i-nya-skogar>). I Norge er det i forbindelse med naturlig foryngelse at markberedning har hatt størst omfang.

Veiledende retningslinjer for markberedning er inkludert i norsk miljøsertifisering. I Norsk PEFC skogstandard står det at markberedning skal gjennomføres på en mest mulig skånsom måte. Den kan utføres på de arealtyper der tiltaket har positiv effekt på foryngelse og etablering av ny skog. Markberedning skal gjennomføres på en skånsom måte der en tar hensyn til biologisk viktige områder, stier, bekker, erosjonsfare og kulturminner. Primært skal overflatebehandling benyttes. I hellende terreng med erosjonsfare skal sammenhengende furer ikke forekomme. Ny standard har nylig vært på høring, og forventes implementert i løpet av 2015. Denne kan gi endrede krav.

En standard for markberedning i Norge er nylig utarbeidet (Øvergård 2014). I denne standarden anbefales en mest mulig skånsom markberedning som samtidig er bra nok til å oppfylle hensikten; å gi best mulige betingelser for den nye skogen. Det er retningslinjer for hvilke områder som ikke skal markberedes, samt retningslinjer for hvordan en «godkjent» plante- eller spireplass skal være etter markberedningen. Det skal ikke være sammenhengende furer, og det er anbefalt at feltet ligger en sommer før markberedning, for at nåler skal falle av og kvister bli tørre og sprø. Dette skal forbedre kvaliteten på markberedningen (Øvergård 2014). Denne standarden går noe lenger, og er noe mer konkret, enn Norsk PEFC skogstandard. Blant annet ved at den sier at det ikke skal være sammenhengende striper uansett terrenghelning, og noe om stripelengde der det er erosjonsfare. Videre setter den tall på hvor nærme stier en skal markberede. Denne standarden er frivillig, men er utarbeidet i samarbeid med flere aktører i næringen (Glommen Skog BA, Viken Skog BA, Mjøsen Skog BA, SB Skog og Norskog).



Markberedning i granskog (venstre) og frøtrestilling med furu (høyre). Foto: John Y. Larsson (begge).

#### 4.1. Referanser

Carlyle JC. 1993. Organic carbon in forested sandy soils: properties, processes, and the impact of forest management. *New Zealand Journal of Forestry Science* 23: 390-402.

de Wit H og Kvindesland S. 1999. Carbon stocks in Norwegian forest soils and effects of forest management on carbon storage. *Rapport fra skogforskningen – Supplement 14*: 1-52.

Egnell G, Jurevics A og Peichl M. 2015. Negative effects of stem and stump harvest and deep soil cultivation on the soil carbon and nitrogen pools are mitigated by enhanced tree growth. *Forest Ecology and Management* 338: 57-67.

Granhus A, Eriksen R og Moum SO. 2014. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2013. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 08/2014.

Hallsby G og Örlander G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. *Forestry* 77: 107-117.

Jandl R, Lindner M, Vesterdal L, Bauwens B, Baritz R, Hagedorn F, Johnson DW, Minkkinen K og Byrne KA. 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137: 253-268.

Johansson M. 1994. The Influence of soil scarification on the turn-over rate of slash needles and nutrient release. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 170-179.

Mallik AU og Hu D. 1997. Soil respiration following site preparation treatments in boreal mixedwood forest. *Forest Ecology and Management* 97: 265-275.

Nitteberg M og Nygaard PH. 2007. Skånsom markberedning: Markberedningsaggregatet Markus. I: Nygaard PH og Fløistad IS. Foryngelse for et bærekraftig skogbruk. *Forskning fra Skog og landskap* 3/2007: 57 – 59

Nordborg F, Nilsson U, Gemmel P og Örlander G. 2006. Carbon and nitrogen stocks in soil, trees and field vegetation in conifer plantations 10 years after deep soil cultivation and patch scarification. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 356 - 363

Norsk PEFC Skogstandard. (hentet 2.1.2015)  
[http://www.levendeskog.no/levendeskog/vedlegg/08Levende\\_Skog\\_standard\\_Bokmaal.pdf](http://www.levendeskog.no/levendeskog/vedlegg/08Levende_Skog_standard_Bokmaal.pdf)

Piirainen S, Finér L, Mannerkoski H og Starr M. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243: 10 – 18

Schmidt M, Macdonald S, Rothwell R. 1996. Impacts of harvesting and mechanical site preparation on soil chemical properties of mixed-wood boreal forest sites in Alberta. *Canadian Journal of Soil Science* 76: 531–540.

Skagestad E og Pettersen J. 2014. Markberedning. Skogkurs-Resymé nr. 9 - 5. utgave. Utarbeidet ved Skogkurs (Skogbrukets Kursinstitutt). 4 s.  
[http://www.skogkurs.no/Resyme/Ny\\_markberedn.pdf](http://www.skogkurs.no/Resyme/Ny_markberedn.pdf)

Statens landbruksforvaltning. Markberedning, areal, 2000-2009. Dekar. (hentet 25.3.20015)  
[https://www.slf.dep.no/no/statistikk/skogbruk/\\_attachment/11763?\\_ts=12b39070598](https://www.slf.dep.no/no/statistikk/skogbruk/_attachment/11763?_ts=12b39070598)

Statens landbruksforvaltning. Markberedning, areal, 2004-2013. Dekar. (hentet 25.3.20015)  
[https://www.slf.dep.no/no/statistikk/skogbruk/\\_attachment/13373?\\_ts=135e7143a48](https://www.slf.dep.no/no/statistikk/skogbruk/_attachment/13373?_ts=135e7143a48)

Örlander G, Egnell G og Albrektson A. 1996. Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *Forest Ecology and Management* 86: 27-37.

Örlander G, Hallsby G og Gemmel P. 1998. Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies*: 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 160-168.

Øvergård T. 2014. Standard for markberedning. Skogkurs. (hentet 5.12.14)  
[http://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHE/06%20Landbruk%20og%20mat/Skogbruk/Skogski%C3%B8tsel/Markberedningsstandard\\_kortversjon.pdf](http://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHE/06%20Landbruk%20og%20mat/Skogbruk/Skogski%C3%B8tsel/Markberedningsstandard_kortversjon.pdf)

## 5. PLANTETETTHET – OPPFYLLE FORYNGELSESPLIKTEN

### 5.1. Bakgrunn

Data fra en rekke planteavstandsforsøk med gran viser at tettere planting gir høyere volumproduksjon tidlig i bestandets liv (Braastad 1979 og 1983, Haveraaen 1981, Handler 1988, Gizachew mfl. 2012). Statistikk fra Resultatkontroll skogbruk/miljø (Granhus mfl. 2014) viser at en betydelig andel av foryngelsesarealet forynges med en underoptimal tetthet. I det ligger at registrert plantetetthet tre år etter sluttavvirkning og/eller forventet tetthet i framtidsbestandet er lavere enn anbefalt plantetetthet i Forskrift om bærekraftig skogbruk (2006).

Ved resultatkontrollen i 2013 hadde til sammen 14 % av det totale foryngelsesarealet et plantetall under minste lovlige, mens 29 % hadde et plantetall under anbefalt nivå (Granhus mfl. 2014). For arealene tilrettelagt for foryngelse, enten ved planting eller naturlig foryngelse, hadde under 10 % et forventet plantetall under minste tillatte, mens i underkant av 30 % hadde en forventet tetthet enten under minste lovlige eller under anbefalt nivå. For arealet som ikke var tilrettelagt for foryngelse hadde 56 % et plantetall under minste tillatte, og 80 % av arealet hadde plantetall lavere enn anbefalt nivå eller under minste lovlige (Granhus mfl. 2014).

Med dette som bakgrunn har vi her sett på forskjellen mellom faktisk plantetall og anbefalt plantetall for perioden 2009 - 2012, og analysert hvilken betydning det har å fortsette dagens praksis i form av redusert opptak av CO<sub>2</sub> på forventet årlig foryngelsesareal frem til 2100.

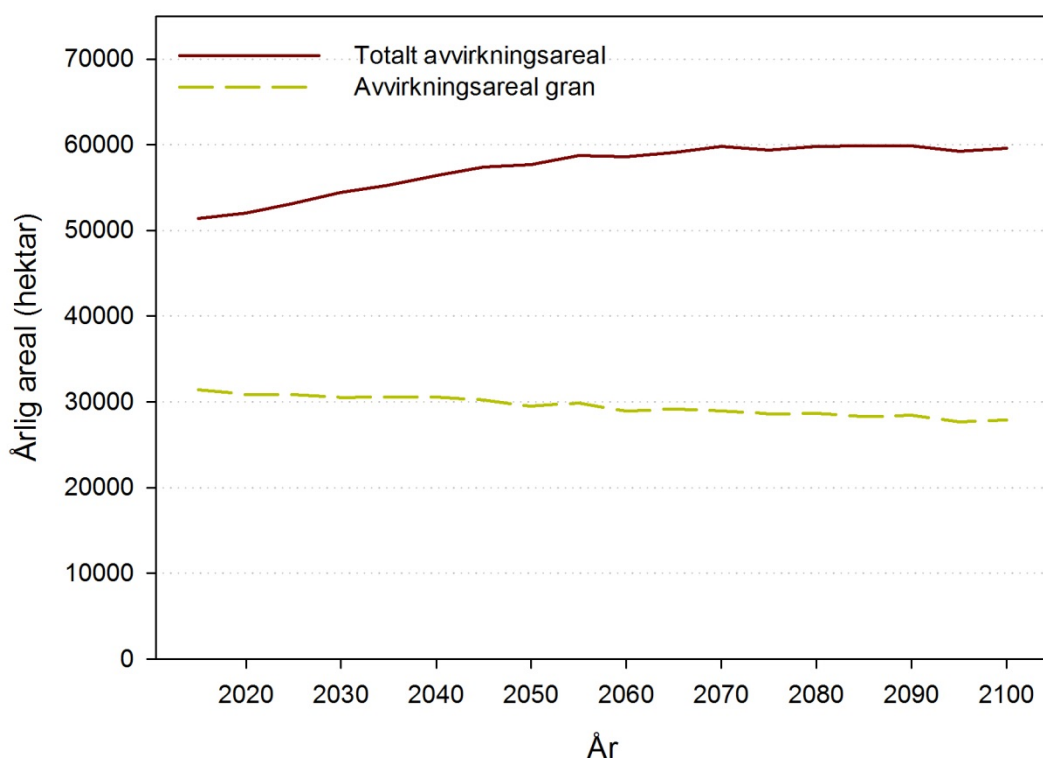
### 5.2. Forutsetninger for analysen

- Årlig areal for planting kommer fra en framskriving av årlig avvirkning av gran fra 2014 til 2098 (se Søgaard mfl. (upubl.) for nærmere beskrivelse av framskrivningene av årlig avvirkning).
- Framskrivningene tar kun utgangspunkt i sluttavvirket areal med gran. Når avvirkningsarealet er furu eller lauv forutsettes naturlig foryngelse, og at dette gir tilstrekkelig med planter til å nå anbefalt plantetall i forskrift om bærekraftig skogbruk (Tabell 5.1).
- All planting antas å finne sted ett år etter sluttavvirkning.
- Vi har tatt utgangspunkt i fremtidig planting, og første planteår i framskrivningene er i 2015. Videre er dagens praksis med hensyn på plantetetthet forutsatt fulgt hvert år frem til 2099. Det innebærer at redusert fremtidig opptak på grunn av tidligere års praksis (til og med 2014) ikke er inkludert i framskrivningene.
- Vi har forutsatt en videreføring av dagens praksis med hensyn på plantetetthet, basert på statistikk fra Resultatkontrollen. Prosentvis fordeling av ulike arealkategorier med tetthetsklasser (antall utviklingsdyktige planter fra naturlig foryngelse) er beregnet basert på statistikk for årene 2009 til 2012 (Granhus mfl. 2010, 2011, 2012, 2013). Utgangspunktet for fordelingen på tetthetsklasser er areal som var plantet og areal som ikke var plantet eller tilrettelagt for naturlig foryngelse i denne perioden.
- Dagens praksis er basert på antall utviklingsdyktige planter etter hogst, altså både areal som er plantet, og areal som ikke er plantet eller tilrettelagt for naturlig foryngelse (se Tabell 5.3).
- Vi har kun analysert effekten av å øke plantetallet på den andelen av arealet hvor plantetallet ligger under anbefalt nivå. For anbefalt nivå har vi brukt anbefaling fra Skogkurs (Skogbrukets kursinstitutt 2013), som på alle boniteter ligger innenfor det



anbefalte intervallet i bærekraftforskriften (G8 – G23). For bonitet 6 og 26 (som er utenfor Skogkurs sin anbefaling), brukte vi forskriftens tall for anbefalt nivå (se Tabell 5.2 for anbefalt nivå brukt i analysen). Arealet hvor plantetallet ligger på eller over anbefalt nivå er ikke inkludert i analysen.

- Volumberegning er basert på publiserte arbeider basert på norske langsiktige feltforsøk for gran (Gizachew mfl. 2012)
- Biomasseekspansjonsfaktorer er brukt for å beregne total biomasse (over og under bakken) fra volum (Viken 2012).
- Karbon er forutsatt å utgjøre 50 % av biomassen, og karbonverdien er multiplisert med 44/12 for å konvertere til CO<sub>2</sub>.



Figur 5.1. Totalt årlig avvirkningsareal, og andel av avvirkningsarealet med granbonitet. Årlig areal for planting er estimert basert på denne framskrivningen, og tar utgangspunkt i avvirkningsarealet med granbonitet.

Tabell 5.1. Minste lovlige og anbefalt planteantall for grandominert skog i Forskrift om bærekraftig skogbruk (Kapittel 3 Forynging etter hogst, § 8: «Ved etablering av ny skog etter hogst skal tala i tabellen nedanfor leggjast til grunn»).

Bonitet	Anbefalt plantetall per daa	Minste lovlige plantetall per dekar
G11-G6	140-60	50
G17-G14	230-130	100
G26-G20	300-180	150

Tabell 5.2. Tabellen viser anbefalt plantetall brukt i framskrivningene (planter per dekar). Tallene for bonitet G8 – G23 er fra Skogkurs (Skogbrukets kursinstitutt 2013). Disse tallene ligger innenfor intervallene for anbefalt nivå i bærekraftforskriften, og det er lagt til grunn at de kan varieres opp eller ned med 20 % for å tilpasses driftsforholdene og andre lokale forutsetninger. Skogkurs sin anbefaling dekker kun intervallet G8 – G23, og for G6 og G26 har vi brukt ytterpunktene fra anbefalt nivå i bærekraftforskriften.

G6	G8	G11	G14	G17	G20	G23	G26
60	90	140	180	220	240	275	300

Den arealmessige fordelingen med hensyn på plantetall per daa for arealene som enten var plantet eller ikke tilrettelagt for foryngelse utvalget er vist i Tabell 5.3.

Tabell 5.3. Plantetall per daa for de ulike bonitetsklassene vist som andelen (%) av totalarealet. I datasettet inngår areal som var «plantet» (82 %) eller «ikke tilrettelagt for planting eller naturlig foryngelse» (18 %) ved tidspunkt for kontroll. Areal tilrettelagt for naturlig foryngelse er ikke inkludert. Data fra resultatkontrollen for foryngelse 2009-2012.

Planter per daa	Lav (G6-G8)	Middels (G11-G14)	Høy (G17-G26)
0-49	31	16	12
50-99	20	11	9
100-149	35	30	17
150-199	11	29	31
>200	3	14	31
Sum	100	100	100
Totalt areal (daa)	59 140	603 210	481 920

### 5.3. Resultater

Vi har her fokusert på den delen av foryngelsesarealet som forynges med en plantetetthet lavere enn anbefalt nivå, og framskrevet forventet produksjon med dagens plantetetthet på dette arealet og forventet produksjon på det samme arealet forutsatt plantetetthet på anbefalt nivå.

Framskrivningene viser at en fortsettelse av dagens praksis på årlig foryngelsesareal fra 2015 og frem til 2100 akkumulert gir 83,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> lavere opptak enn om arealet hadde vært plantet med anbefalt nivå etter bærekraftforskriften (Tabell 5.4). En tilsvarende sammenlikning med om arealet hadde vært plantet med minste tillatte nivå etter bærekraftforskriften viser at dette også gir en økning i opptaket (om lag 28 millioner tonn CO<sub>2</sub> akkumulert). Redusert opptak som skyldes praksis før 2015 er ikke inkludert i analysen.

Tabell 5.4. Akkumulert CO<sub>2</sub>-opptak i levende biomasse i tusen tonn (kt) for anbefalt nivå, dagens praksis og minste lovlige plantetall i henhold til bærekraftforskriften. Framskrivningene inkluderer kun opptak fra areal forynget fra 2015 og fremover.

År	Anbefalt nivå kt CO <sub>2</sub>	Dagens praksis kt CO <sub>2</sub>	Minste lovlige kt CO <sub>2</sub>	Areal ha
2020	<1	<1	<1	110 595
2030	234	155	161	328 293
2050	24 033	17 692	18 558	756 191
2100	483 402	399 888	427 698	1 770 090

#### 5.4. Anbefalt plantetetthet, og tetthet utover anbefalt nivå

Landbruksdirektoratet antyder at det i mange tilfeller vil være økonomisk lønnsomt for skogeier å plante tettere enn det lovpålagte kravet, og viser videre til Skogkurs sin veileder om planting (Landbruksdirektoratet 2015). Denne veilederen tar høyde for 10 % avgang, og ligger for alle boniteter innenfor det anbefalte nivået i forskriften (Skogbrukets kursinstitutt 2013). Vi har lagt denne veilederen til grunn for framskrivningene.

En høyere plantetetthet enn anbefalt nivå vil kunne være ulønnsomt for skogeier, der hovedmålet er tradisjonell tømmerproduksjon. Men vil gjennom økt biomasseproduksjon kunne gi økt tilgang til råstoff til bioenergi, samt gi en ytterligere økning i opptak av CO<sub>2</sub> i yngre bestand, noe som er gunstig for klima. Høyere opptak av CO<sub>2</sub> ved høyere plantetettheter er blant annet regnet på i Søgaard og Granhus (2012).



Fra ung plante på hogstfelt til voksen granskog. Foto: John Y. Larsson (venstre) og Lars Dalen (høyre).

#### 5.5. Referanser

Braastad, H. 1979. Vekst og stabilitet i et forbandsforsøk med gran. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 34.7: 169-215

Braastad H. 1983. Produksjonsnivået i glissen og ujamn granskog. Rapport fra Norsk institutt for skogforskning 7/83: 42 s.

Forskrift om berekraftig skogbruk. 2006. Ikrafttredelse 1.7.2006. (hentet 1.2.2015)  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-07-593>

- Gizachew B, Brunner A og Øyen BH. 2012. Stand responses to initial spacing in Norway spruce plantations in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 637-648.
- Granhus A, Eriksen R. og Moum SO. 2010. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2009. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 23/10. 23 s. + vedlegg.
- Granhus A, Eriksen R. og Moum SO. 2011. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2010. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 16/11. v, 26 s. + vedlegg.
- Granhus A, Eriksen R. og Moum SO. 2012. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2011. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 08/12. 22 s. + 3 vedlegg.
- Granhus A, Eriksen R. og Moum SO. 2013. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2012. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 05/13. V, 30 s. + 3 vedlegg.
- Granhus A, Eriksen R. og Moum SO. 2014. Resultatkontroll skogbruk/miljø. Rapport 2013. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 08/14. V, 28 s. + 3 vedlegg.
- Handler, M.M. 1988. Forbandtsforsøg i granskov. Tæthet, tilvækst, diameterspredning og kvalitet. Forsøg 928, Mathiesen-Eidsvold Værk, Hurdal. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 1/88. 20 s.
- Haveraaen, O. 1981. Vekstutvikling i et 20-årig forbandtsforsøk med gran, *Picea abies* (L.) Karst. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole 60(13): 1-12.
- Landbruksdirektoratet 2015. Foryngelse av skog. Publisert 25.11.2014. Oppdatert 16.4.2015. Hentet 25.5.2015.  
<https://www.slf.dep.no/no/eiendom-og-skog/foryngelse-skjotsel-og-hogst/foryngelse-av-skog#planting>
- Skogbrukets kursinstitutt. 2013. Planting. Skogkurs-Resymé nr. 4 - 2. utgave. Utarbeidet ved Skogkurs (Skogbrukets Kursinstitutt). 4 s.  
[http://www.skogkurs.no/Resyme/Planting\\_nyest\\_net.pdf](http://www.skogkurs.no/Resyme/Planting_nyest_net.pdf)
- Søgaard G, Astrup R, Anton-Fernandez C, Dalsgaard L, Borgen S og von Lüpke N. upubl. Framskrivninger for skog og andre landarealer (LULUCF-sektoren). Notat fra Skog og landskap, datert 22-08-2014.
- Søgaard G og Granhus A. 2012. Klimaoptimalt skogbruk. En vurdering av utvalgte skogskjøtseltiltak i Akershus fylke. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/12: IV, 34 s.
- Viken KO. 2012. Biomass equations and biomass expansion factors (BEFs) for pine (*Pinus* spp.), spruce (*Picea* spp.) and broadleaved dominated stands in Norway. Mastergradsoppgave ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 43 s. + vedlegg

## 6. TYNNING OG BIOMASSEPRODUKSJON

Valg av tynningsintensitet, tynningstype og tidspunkt for første tynning vil kunne påvirke både kvaliteten på den stående skogen og volumproduksjonen. De senere års økte fokus på bruk av virke fra skog til bioenergi, og økt opptak og lagring av karbon i skogen i en klimakontekst, gjør det viktig å ta den totale biomasseproduksjonen med i betraktningene rundt skogskjøtselen, og da særlig tynning. Generelt er tynningsaktiviteten i Norge lav, sammenliknet med for eksempel Sverige, og det bør være potensial for et økt uttak av virke gjennom tynning. Vi vil her beskrive dagens tynningspraksis, og betydningen av ulike tynningsregimer på tilveksten, samt si noe om potensialer for fremtidig tynningsnivå.

### 6.1. Hvorfor tynne?

Tynning regulerer konkurransen mellom trærne, tar ut trær som uansett ville dø, og reduserer dermed selvtynningen, slik at etter tynningen akkumuleres veksten på færre trær. Tynning kan også forbedre bestandets stabilitet ovenfor storm og snøskader, hvis det utføres mens bestandet er ungt, ved at de gjenstående trærne får vokse seg sterkere. Det kan også bli brukt som en metode for å bevare karbonlageret i skogøkosystemet over noe tid, da det vil gi økt stabilitet i bestandet slik at det lettere kan overholdes utover normal hogstmodenhet. Tynning gir også råmateriale til skogindustrien (primært massevirke), og til bioenergi hvor trær med små dimensjoner er nyttig. I tillegg ser tynnete bestand bedre og mer ryddige ut enn tette, utynnete bestand med mye selvtynning, noe som kan være ønskelig i friluftslivssammenheng.

### 6.2. Tynning i Norge

Frem til 1940-tallet var tynning sjelden i Norge, og ble kun utført på forsøksbasis. Tynning kom først med innføringen av bestandsskogbruket etter 2. verdenskrig. I 2007 kom 13 % av det omsatte tømmervolumet fra tynning (Statistisk sentralbyrå 2009). Ser en grundigere på statistikken ser en at andelen varierer med fylke, og er høyest i fylkene som avvirker mest. Hedmark har høyest tynningsandel med en andel på 27 % (Tabell 6.1). I andre regioner av landet, som Vestlandet og Midt-Norge, er tynning mindre utbredt. Dette er i samsvar med en analyse av data fra Landsskogtakseringen, som viste to til fire ganger høyere tynningsaktivitet på Østlandet sammenliknet med landet for øvrig (Stokland mfl. 2014). Dette skyldes blant annet mer krevende landskap og et dårligere utbygd skogsveinett, noe som begrenser tilgang til skogen og gir høye driftskostnader, og lave priser på små dimensjoner (Øyen 2011). Det kan også være påvirket av andre faktorer; som at sluttavvirkningen på deler av Østlandet har ligget tettere på det maksimale balansekvantum over tid (se f.eks. Søgaard og Granhus 2012), slik at en må ta ut en økt andel gjennom tynning for å opprettholde avvirkningsvolum, samt at det kan være en sterkere tradisjon for tynning i disse områdene.



Tabell 6.1. Avvirkning for salg, totalt volum og fordelt med andel fra sluttavvirkning, tynning og annen hogst, for 2007. Omfatter eiendommer med minst 100 dekar produktivt skogareal. Kilde: Statistisk sentralbyrå (2009).

Fylke	Avvirkning for salg (m³)	Sluttavvirkning (%)	Tynning (%)	Annen hogst (%)
04 Hedmark	2 393 425	71	27	2
05 Oppland	1 038 962	92	6	2
06 Buskerud	947 000	85	12	3
08 Telemark	599 276	91	8	1
02-03 Akershus og Oslo	557 322	86	13	1
01 Østfold	497 996	91	8	1
17 Nord-Trøndelag	457 050	95	4	1
07 Vestfold	357 758	95	1	3
16 Sør-Trøndelag	277 864	98	2	0
09 Aust-Agder	275 019	92	7	1
18 Nordland	136 665	88	9	3
10 Vest-Agder	107 330	99	1	0
15 Møre og Romsdal	76 648	94	1	5
12 Hordaland	63 046	94	0	6
14 Sogn og Fjordane	42 822	90	8	2
11 Rogaland	37 464	91	6	2
19-20 Troms og Finnmark	16 464	72	18	10
<b>Hele landet</b>	<b>7 882 111</b>	<b>85</b>	<b>13</b>	<b>2</b>

I Norge er vanligste praksis ofte ingen eller en tynning i granskog og en eller to tynninger i furuskog. Regulert treantall etter ungskogpleie gir vanligvis 200 trær/daa i granskog og 250 trær/daa i furuskog (Myklestad 2006). Tynning kan utføres både i hogstklasse III og IV, men bør ikke utføres når overhøyden er større enn 18 m i granskog og 20 m i furuskog på grunn av stabilitetsproblemer. I for eksempel hogstklasse IV kan tynning i granskog utføres ved overhøyde 16-18 m, og grunnflatesummen etter tynning bør ikke mindre bli mindre enn 24–28 m<sup>2</sup> per hektar (høyest på høy bonitet). I hogstklasse IV i furuskog kan tynning utføres ved overhøyde 15-17 m, og gi en grunnflatesum som ikke er mindre enn 16–20 m<sup>2</sup> per hektar (høyest på høy bonitet). Skogkurs og flere skogeierforeninger har anbefalinger og diagrammer med ulike kombinasjoner av inngrepshøyder, uttak og gjenstående grunnflate og treantall. Tynningstidspunkt og tynningsstyrke er en totalvurdering av mange forhold. Råterisiko i gran og varierende driftsforhold med flytting av tynningsmaskiner og små tynningsdrifter er kostbart, og gjør at mange skogeiere vurderer tynningsfritt skogbruk eller bare en gangs tynning. I følge data fra Landsskogstakseringen tynnes det årlig om lag 200 000 dekar, tilsvarende nær halvparten av det totale arealet som sluttavvirkes (Stokland mfl. 2014).

Ved fri tynning tas trær i alle sjikt (Solbraa 2001). Og det er denne tynningsmåten som dominerer i Norge, med en andel på 81 % i granskog og 99 % i furuskog. Alternativer er lavtynning hvor i hovedsak de minste trærne og underbestandet fjernes, og

høytynning hvor i hovedsak de største trærne tas ut, og omløpstiden normalt vil forlenges (Solbraa 2001).

Generelt er inntrykket at tynning i Norge foretas i liten grad i forhold til anbefalinger i driftsplan og avvirkningsprognoser. Tynningsvolumet utgjorde i perioden 1978 til 2007 mellom 9 og 14 % av årlig omsatt volum (Tabell 6.2). Dette er betraktelig lavere enn for eksempel i Sverige (Agestam 2009) og Finland (Finnish Statistical Year Book of Forestry, 2010), hvor tynning utgjør henholdsvis 20 % og 40 % av den totale avvirkningen.

### **6.3. Effektene av tynning**

Gran og furu er de to dominerende treslagene i Norge, både i arealandelen av produktiv skog (henholdsvis 36 og 29 %) og som stående volum (henholdsvis 46 og 30 %) (Granhus mfl. 2012). Data fra langsiktige feltforsøk (Braastad og Tveite 2001, Øyen 2003, Nilsen og Strand 2008) og Landsskogtakseringen (Gizachew og Brunner 2011) viser at tynning generelt reduserer volumproduksjonen, selv om størrelsen på reduksjonen kan være avhengig av treslag. Studier fra Sverige (Nilsson mfl. 2010) og Finland (Mäkinen og Isomäki 2004a, b) indikerer at produksjonstapet fra tynning er størst i furuskog, og at det i granskog kun er signifikant tap ved sterke tynningsinngrep. I Gran vil et sterkt tynningsinngrep, som fjerner 50 - 60 % av antall trær, kunne føre til opp til 22 – 27 % tap av biomasseproduksjon (Nilsen and Strand 2008). Det tilsvarende produksjonstapet i furu kan være opp til 35 % (Nilsson mfl. 2010).

I dette ligger at utynnede bestand produserer mer biomasse enn tynnedde bestand ved slutten av omløpsperioden. Men samtidig vil en betydelig andel av trærne (30 – 50 %), eller omtrent 10 % av den totale volumproduksjonen, tapes gjennom naturlig avgang (selvtynning). Gjennom tynning kan dette volumet som ellers vil gå tapt selges til skogindustrien eller til bioenergiproduksjon.

Alle tynningsstyrker, uavhengig av om det er lav- eller høytynning, har betydning for produksjonen når det er utført tidlig i bestandets utvikling, selv om effekten varierer med treslag. Studier fra Finland (Mäkinen og Isomäki 2004a, b) viser at en førstegangstynning utført senere i bestandets utvikling ikke har betydning for produksjonen, mens studier fra Sverige (Nilsson mfl. 2010) viser at sen førstegangstynning fører til et mindre produksjonstap enn tidlig førstegangstynning. Med sen førstegangstynning vil imidlertid risikoen for vind- eller stormfelling øke, og en risikerer dermed store tap. Forskjellen er liten i biomasseproduksjonstap mellom tynningsregimene lavtynning versus høytynning.

Uttak av heltrevirke i forbindelse med tynningshogster kan påvirke tilveksten etter tynning sammenliknet med uttak av stammevirke. Se kapitlet om GROT for mer utfyllende diskusjon rundt dette.

### **6.4. Risiko**

Når en vurderer effektene av tynning må også betydningen for bestandets stabilitet tas med. Generelt vil tidlige tynninger kunne bidra til økt stabilitet i fremtidsbestandet, mens sene og sterke tynninger i et tidligere utynnet bestand kan gi en økt risiko for skader på grunn av snøbrekk og vindfelling. En kan her komme i et motsetningsforhold mellom hva som gir mest økonomisk utbytte på kort sikt (tynning med stort volumuttak per arealenhet og store dimensjoner), og hva som er mest gunstig for bestandets fremtidige utvikling.

Tynning kan også gi økt forekomst av råte. Dette kan forebygges ved blant annet nedbaring av kjøreveier, tynning på vinterstid og stubbebehandling.

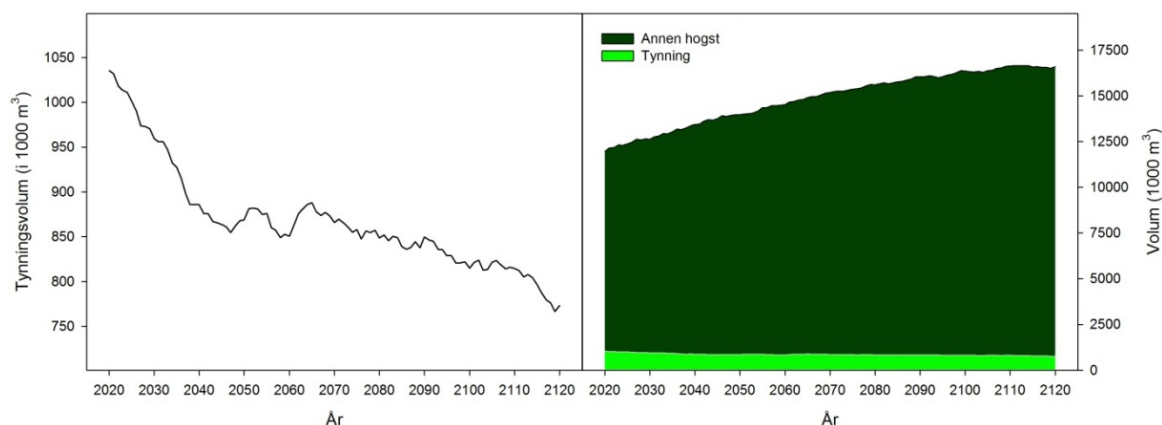
### 6.5. Tynningsvolum på nasjonalt nivå – historisk og fremtidig

Historisk sett har kvantumet av omsatt virke fra tynning ligget på mellom 600 000 og 1 mill. m<sup>3</sup>/år de siste tiårene (Tabell 6.2). En fremskriving basert på historisk praksis og dagens klima viser at nivået vil ligge på om lag samme nivå (Figur 6.1). En liten nedgang kan forventes på grunn av endret hogstklassefordeling (økning i hogstklasse V som gir økt total avvirkning, men samtidig får vi en reduksjon i yngre hogstklasser aktuelle for tynning). Merk at tallene i tabell 6.2 (omsatt virke) og i figur 6.1 (fremskrevet volum) ikke er direkte sammenlignbare, da tallene i figuren inkluderer hele trevolumet som hugges og ikke bare det som omsettes.

Som tidligere beskrevet er det generelt lav tynningsaktivitet i Norge, sammenliknet med for eksempel Sverige. Det er ikke utført landsdekkende analyser av potensialet for tynningsuttak i nyere tid, men med bakgrunn i analyser for Akershus fylke (Søgaard og Granhus 2012), kan vi anta et vesentlig potensial for økt biomasseuttak på landsbasis.

Tabell 6.2. Avvirkning for salg, tynnings andel og volum fra tynning, for 1999, 2003 og 2007. Statistikken fra 1999 og 2003 omfatter eiendommer med minst 25 dekar produktiv skog. Statistikken fra 2007 omfatter eiendommer med minst 100 dekar produktivt skogareal. Kilde: Statistisk sentralbyrå (1989, 2009).

År	Avvirkning for salg (m <sup>3</sup> )	Tynningsandel (%)	Tynningsvolum (m <sup>3</sup> )
1978	7 900 000	14	1 100 000
1988	10 800 000	13	1 300 000
1999	7 759 895	9	698 391
2003	7 173 012	9	645 571
2007	7 882 111	13	1 024 674



Figur 6.1. Framskrivning av totalt årlig tynningsvolum ved dagens klima. Volum er uten bark, og i 1000 m<sup>3</sup>. Framskrivningen viser tynningsandelen av fremskrevet volum i Søgaard mfl. (upubl.).

### 6.6. Konklusjon

Vi mener det er potensial for økt uttak av virke gjennom tynning. Hvor stort potensial vi har for uttak av tynningsvirke i Norge vil kreve ytterligere analyser. Det er også viktig at tynning utføres på en bærekraftig måte, både med hensyn på fremtidig produksjon og bestandets stabilitet (risiko for skader).

Framskrivning basert på historisk aktivitet viser at tynningsaktiviteten vil holde seg noenlunde stabil, kanskje med noe nedgang på grunn av endret hogstklassesammensetning i skogen. Økt tynningsaktivitet fordrer derfor mest

sannsynlig tiltak og incentiver som tilrettelegger for bedre økonomi og økt tynningskvantum.

Vi har her bare vurdert betydningen av tynning for skogproduksjon, mens andre økosystemtjenester som skognæring (lønnsomhet), friluftsliv og biologisk mangfold ikke er vurdert.



Tynning i furuskog med flertreaggregat. Foto: Gunnhild Søgaard.

## 6.7. Referanser

Agestam E. 2009. Gallering. Skogsskötselserien nr 7. Skogsstyrelsens förlag, Sverige.

Braastad H og Tveite B. 2001. Tynning i gran- og furubestand. Effekt av tynning på volumproduksjon, middeldiameter og diameter av de 800 grøveste trær per ha. Rapport fra skogforskningen 10/01: 27 s.

Gizachew B og Brunner A. 2011. Density-growth relationships in thinned and unthinned Norway spruce and Scots pine stands in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26, 543-554.

Granhus A, Hysten G og Nilsen J-E Ø. 2012. Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. Ressursoversikt fra Skog og landskap 03/12: 85 s.

Mäkinen H og Isomäki A. 2004a. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry*, 77, 349-364.



Mäkinen H og Isomäki A. 2004b. Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management*, 201, 311-325.

Myklestad G. 2006. Tynning i gran- og furuskog. Skogbrukets Kursinstitutt. Biri.  
Nilsen P og Strand LT. 2008. Thinning intensity effects on carbon and nitrogen stores and fluxes in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand after 33 years. *Forest Ecology and Management*. 256 (201–208).

Nilsson U, Eric A, Ekö P, Elfving B, Fahlvik N, Johansson U, Karlsson K, Lundmark T og Wallentin C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden -Effects of Different thinning programmes on stand level gross and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecica*, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forest Sciences, Umeå: 1-46.

Solbraa K. 2001. Tynning. Gan Forlag. <http://www.agropub.no/id/9789>

Statistisk sentralbyrå. 1989. Skogbruk – utmarksressurser. Landbruksteljing 1989. Hefte VII. ISBN: 82-537-3622-3. 130 s. [http://www.ssb.no/a/histstat/nos/nos\\_c005.pdf](http://www.ssb.no/a/histstat/nos/nos_c005.pdf)

Statistisk sentralbyrå. 2009. Skogbruk, landbruksundersøkinga, 2008, endelege tal. <https://www.ssb.no/skogbruk>

Finnish Statistical Yearbook of Forestry. 2010. Finnish Forest Research Institute. 424 s. (På finsk)

Stokland J.N., Eriksen R., Granhus, A. 2014. Tilstand og utvikling i Norsk skog 1994-2012 for Noen utvalgte Miljøegenskaper. Oppdragsrapport fra Skog og Landskap. Ås

Søgaard G, Astrup R, Anton-Fernandez C, Dalsgaard L, Borgen S og von Lüpke N. upubl. Framskrivninger for skog og andre landarealer (LULUCF-sektoren). Notat fra Skog og landskap, datert 22-08-2014.

Søgaard G og Granhus A. 2012. Klimaoptimalt skogbruk. En vurdering av utvalgte skogskjøtselstiltak i Akershus fylke. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/12: IV, 34 s.

Øyen B-H. 2011. Thinning in central Norway. Results based on long-term trials. In: Forest management and silviculture in the north - balancing future needs. Book of abstracts for the conference in Stjørdal, Norway, September 6-8, 2011. Rapport fra Skog og Landskap, 14, 37p.

Øyen B-H. 2003. Tynning i granskog på Sørlandet - effekter på tilvekst, dimensjon og økonomi. Rapport fra skogforskningen 2/03: 16 s.



## 7. GROT

Heltrehogst og heltretynning innebærer fjerning av greiner og topper (ofte forkortet GROT) som vanligvis blir liggende igjen ved konvensjonell stammehogst eller stammetytning. Dette kan siden brukes for eksempel som kilde til bioenergi. Måten hogstrestene behandles på, kan påvirke lageret av organisk karbon i jord (forkortet SOC på engelsk). Etter konvensjonell stammehogst, kan hogstrestene være ganske jevnt fordelt over hogstflaten. Men hogstrestene kan også bli plassert i stier eller veier der hogstmaskinene kjører, for å redusere skader på jorda (Nisbet mfl. 2002). Dette innebærer store områder uten hogstrestene, og mindre områder med relativt store mengder, slik at eventuelle effekter på organisk karbon i jord kan variere mye på en hogstflate. Til en viss grad ligner dette effekten av heltrehogst, der hogstrestene blir stablet i hauger før fjerning. Størrelsen på haugen kan påvirke tilførselen av karbon og næringsstoffer til jord lokalt i tiden før haugen fjernes (vanligvis noen måneder). Heller ikke ved heltrehogst blir normalt alle hogstrestene fjernet, vanligvis omtrent 60-80 % (Helmisaari mfl. 2011).

En rekke feltstudier har sammenlignet effekten av heltrehogst eller heltretynning på organisk karbon i jord med effekten av konvensjonell stammehogst eller stammetytning under boreale/nordlige tempererte forhold. I de fleste av disse studiene er det enten ingen signifikant forskjell i jordas organiske karbonlager (Olsson mfl. 1996, Vesterdal mfl. 2002, Rosenberg og Jacobson mfl. 2004, Thiffault mfl. 2006, Smolander mfl. 2008, Wall 2008, Saarsalmi mfl. 2010, Wall og Hytönen 2011, Tamminen mfl. 2012), eller heltrehogst fører til en reduksjon i organisk karbon i jord sammenlignet med konvensjonell stammehogst, ofte, men ikke kun, i det organiske sjiktet (Staaf og Berg 1980, Vesterdal mfl. 2002, Bélanger mfl. 2003, Saarsalmi mfl. 2010, Brandtberg og Olsson 2012, Kaarakka mfl. 2014). I noen studier var reduksjonen i jordas organiske karbon større etter konvensjonell stammehogst enn etter heltrehogst (Roberts mfl. 1998) eller lageret av organisk karbon i jord var lavere etter konvensjonell stammehogst enn etter heltrehogst, kanskje grunnet høyere mineralisering der det var hogstrestene (Vanguelova mfl. 2010). I noen studier ble det økning i jordas organiske karbon kort tid etter hogst med både konvensjonell stammehogst og heltrehogst (Hendrickson mfl. 1989), kanskje grunnet tilførsel fra hogstrestene og nedbrytning av døde røtter (Powers mfl., 2005). Forskjeller mellom effekten av konvensjonell stammehogst og heltrehogst pleier å være større i det organiske sjiktet enn i mineraljorda og pleier også å bli redusert med økt tid etter hogst, i hvert fall i et 25-30-årsperspektiv. Også sammenlignet med tilstand før hogst og en kontroll, finner man ikke alltid noen langtidsreduksjon i organisk karbon i jord (McLaughlin og Phillips 2006). Studier av prosessene som påvirker organisk karbon i jord har vist ingen signifikant forskjell i strønedbrytning etter heltrehogst eller heltretynning sammenlignet med konvensjonell stammehogst eller stammetytning (Smolander mfl. 2008, Symonds mfl. 2013) eller lavere karbonmineralisering målt i lab 10-20 år etter heltretynning sammenlignet med konvensjonell tynning (Smolander mfl. 2008, 2010).

Årsaken til de forskjellige resultatene fra feltforsøk er ikke kjent, fordi det er mange faktorer som påvirker. Blant annet kan forskjell i temperatur, fuktighet, jordtype eller jordorganismer mellom flater påvirke nedbrytning ulikt. I tillegg kan forskjell i hogstmetodikken, for eksempel tidspunktet for uttak av hogstrestene (rett etter hogst versus etter noen måneder), ha påvirket resultatene.

I motsetning til feltstudier, viser modelleringsstudier av langtidseffekter konsekvent at heltrehogst eller heltretynning fører til en reduksjon i organisk karbon i jord sammenlignet med konvensjonell stammehogst eller stammetytning (Bengtsson og Wikström 1993, Hyvönen mfl. 2000, Jiang mfl. 2002, Peng mfl. 2002, Ågren og Hyvönen 2003, Merganičová mfl. 2005). Årsaken til denne forskjellen mellom felt- og

modelleringsstudier er ukjent, men det kan være at videreutvikling av modellene er nødvendig for tilstrekkelig å håndtere det store antallet faktorer som kan påvirke jordas karbonlager etter hogst. En annen faktor er at endringer i felt kan være vanskelig å oppdage på grunn av høy romlig variasjon.

En meta-analyse av Johnson og Curtis (2001) oppsummerte resultater fra 26 studier fra ulike deler av verden, blant annet fra boreale/nordlige tempererte områder (Hendrickson mfl. 1989 og Olsson mfl. 1996). Etter heltrehogst ble lageret av organisk karbon i den øvre mineraljorda redusert med i gjennomsnitt 6 %, mens den økte etter konvensjonell stammehogst med gjennomsnittlig 18 %. Denne økningen ble observert oftest i barskog, og ble ofte sett i årene en kort tid etter hogst, antagelig på grunn av innblanding av hogstrestre i jorda (Johnson og Curtis 2001).

For å evaluere skogsjordas langsiktige evne til å lagre karbon er det også nødvendig å vurdere effekten av heltrehogst på skogens tilvekst i det neste omløpet. Fordi en stor andel av trærnes næringsstoffer finnes i greiner, kvister og nåler/blader, vil uttak av disse redusere tilførselen av næringsstoffer til jord. Dette kan føre til næringsstoffmangel på lang sikt, som igjen kan føre til redusert tilvekst i det neste omløpet. Hvis tilveksten blir lavere, blir trærnes evne til å ta opp karbon, samt strøtilførselen til jorda, redusert. Intensivt uttak av biomasse under heltrehogst kan derfor føre til redusert organisk karbon i jord som følge av lavere biomasseproduksjon (Vesterdal mfl. 2002). Risikoen for en negativ feedbackmekanisme på organisk karbon i jord via redusert nettoprimærproduktivitet blir klart større på næringsfattige flater (Raulund-Rasmussen mfl. 2008), men kan reduseres ved gjødsling. Hvis bare grenene fjernes, og nålene/bladene forblir på flaten, som foreslått i noen retningslinjer (f.eks. Skogsstyrelsen, 2008), vil næringstapet bli betydelig mindre. Det finnes en rekke studier fra boreale og nordlige tempererte systemer på effekten av heltrehogst på tilvekst i det neste omløpet. Mange av disse har funnet tilvekstreduksjoner etter heltrehogst eller heltretynning sammenlignet med stammehogst eller stammetynning, i hvert fall der gjødsling ikke ble brukt (Proe og Dutch 1994, Jacobson mfl. 2000, Vesterdal mfl. 2002, Egnell og Valinger 2003, Walmsley mfl. 2009, Helmisaari mfl. 2011, Tveite og Hanssen 2013), men andre har ikke funnet noen sammenheng (Vesterdal mfl. 2002, Thiffault mfl. 2011, Ponder mfl. 2012, Fleming mfl. 2014, Hazlett mfl. 2014, Morris mfl. 2014). Effekten varierer mellom forskjellige treslag og flater (Egnell og Leijon 1999, Tveite og Hanssen 2013). For eksempel Tveite og Hanssen (2013) fant at resultatene for furu etter 20 år viste et ikke-signifikant tilveksttap på 5 % for heltretynning sammenlignet med konvensjonell tynning, mens gran viste et signifikant tilveksttap på 11 % etter 25 år.

Årsakene til observerte forskjeller i effektene av uttak av hogstrestre er ikke klare. Denne usikkerheten gjør at det er i dag ikke grunnlag til å vurdere annerledes enn Nilsen mfl. (2008). Der står det, basert på modellkjøringer med bruk av data fra Landsskogtakseringen, at «mengden lagret karbon og bindingspotensialet er svært likt for alternativene med og uten uttak av GROT» og «Uttak av GROT vil bety relativt lite på den total bindingen av CO<sub>2</sub> i skog, ca. 1 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig i reduksjon sammenlignet med dagens hogst uten GROT» med en tidshorisont på 50 år (Nilsen mfl. 2008, tabell 2, ss. 18-19). Nilsen mfl. (2008) vurderte at dette tap var mindre enn det man skulle vinne gjennom redusert bruk av fossile brensler. I tillegg vurderes det at bruk av hogstrestre til bioenergi kan være bærekraftig i forhold til uttak av næringsstoffer under forutsetning at man gjør det på riktig måte. Blant annet bør ikke hogstrestre tas ut mer enn en gang i løpet av bestandets liv. Det er viktig at hogstrestene får ligge i flere måneder før de blir høstet, dette for at de næringsrike nålene og bladene skal falle av. En del av hogstrestene (minst 30 %) bør ligge igjen på flata (i praksis skjer dette uansett i mange tilfeller, Helmisaari mfl. 2011). Gjødsling, spesielt nitrogengjødsling, kan vurderes for å kompensere næringstapet. Tilbakeføring

av vedaske til skogen er også en mulig metode for å erstatte tapte næringsstoffer: Denne metode er brukt i Sverige og Finland men er i dag ulovlig i Norge. Hensyn må også tas til eventuelle effekter på det biologiske mangfoldet (Langerud mfl. 2007). Disse anbefalinger er i tråd med anbefalingene i andre nordiske land.



Høsting av GROT. Foto: Gunnhild Søgaard.

## 7.1. Referanser

Ågren GI og Hyvönen R. 2003. Changes in carbon stores in Swedish forest soils due to increased biomass harvest and increased temperatures analysed with a semi-empirical model. *For. Ecol. Manage.* 174, 25-37.

Bélanger N, Paré D og Yamasaki H. 2003. The soil acid-base status of boreal black spruce stands after whole-tree and stem-only harvesting. *Can. J. For. Res.* 33, 1874-1879.

Bengtsson J og Wikström F. 1993. Effects of whole-tree harvesting on the amount of soil carbon: Model results. *New Zealand J. For. Sci.* 23, 380-389.

Brandtberg P-O og Olsson BA. 2012. Changes in the effects of whole-tree harvesting on soil chemistry during 10 years of stand development. *For. Ecol. Manage.* 277, 150-162.

Egnell G og Leijon B. 1999. Survival and growth of planted seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* after different levels of biomass removal in clear-felling. *Scand. J. For. Res.* 14, 303-311.

Egnell G og Valinger E. 2003. Survival, growth, and growth allocation of planted Scots pine trees after different levels of biomass removal in clear-felling. *For. Ecol. Manage.* 177, 65-74.

Fleming RL, Leblanc J-D, Hazlett PW, Weldon T, Irwin R og Mossa DS. 2014. Effects of biomass harvest intensity and soil disturbance on jack pine stand productivity: 15-year results. *Can. J. For. Res.* 44, 1566-1574.

Hazlett PW, Morris DM og Fleming RL. 2014. Effects of biomass removals on site carbon and nutrients and jack pine growth in boreal forests. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78, S183-S195.

Helmisaari H-S, Hanssen KH, Jacobson S, Kukkola M, Luro J, Saarsalmi A, Tamminen P og Tveite B. 2011. Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth. *For. Ecol. Manage.* 261, 1919-1927.

Hendrickson OQ, Chatarpaul L og Burgess D. 1989. Nutrient cycling following whole-tree and conventional harvest in northern mixed forest. *Can. J. For. Res.* 19, 725-735.

Hyvönen R, Olsson BA, Lundkvist H og Staaf H. 2000. Decomposition and nutrient release from *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. logging residues. *For. Ecol. Manage.* 126, 97-112,

Jacobson S, Kukkola M, Mälkönen E og Tveite B. 2000. Impact of whole-tree harvesting and compensatory fertilization on growth of coniferous thinning stands. *For. Ecol. Manage.* 129, 41-51.

Jiang H, Apps MJ, Peng C, Zhang Y og Liu J. 2002. Modelling the influence of harvesting on Chinese boreal forest carbon dynamics. *For. Ecol. Manage.* 169, 65-82.

Johnson DW og Curtis PS. 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *For. Ecol. Manage.* 10, 227-238.

Kaarakka L, Tamminen P, Saarsalmi A, Kukkola M, Helmisaari H-S og Burton AJ. 2014. Effects of repeated whole-tree harvesting on soil properties and tree growth in a Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stand. *For. Ecol. Manage.* 313, 180-187.

Langerud B, Størdal S, Wiig H og Ørbeck M. 2007. Bioenergi i Norge – potensialer, markeder og virkemidler. ØF-rapport 17/2007.

McLaughlin JW og Phillips SA. 2006. Soil carbon, nitrogen and base cation cycling 17 years after whole-tree harvesting in a low-elevation red spruce (*Picea rubens*)-balsam fir (*Abies balsamea*) forested watershed in central Maine, USA. *For. Ecol. Manage.* 222, 234-253.

Merganičová K, Pietsch SA og Hasenauer H. 2005. Testing mechanistic modelling to assess impacts of biomass removal. *For. Ecol. Manage.* 207, 37-57.

Morris DM, Kwiaton MM og Duckert DR. 2014. Black spruce growth response to varying levels of biomass harvest intensity across a range of soil types: 15-year results. *Can. J. For. Res.* 44, 313-325.

Nilsen P, Hobbelstad K og Clarke N. 2008. Opptak og utslipp av CO<sub>2</sub> i skog. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 06/2008.

Nisbet TR, Welch D og Doughty R. 2002. The role of forest management in controlling diffuse pollution from the afforestation and clearfelling of two public water supply catchments in Argyll, West Scotland. *For. Ecol. Manage.* 158, 141-154.

Olsson BA, Staaf H, Lundkvist H, Bengtsson J og Rosén K. 1996. Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *For. Ecol. Manage.* 82, 19-32.

Peng C, Jiang H, Apps MA og Zhang Y. 2002. Effects of harvesting regimes on carbon and nitrogen dynamics of boreal forests in central Canada: a process model simulation. *Ecol. Mod.* 155, 177-189.

Ponder F Jr, Fleming RL, Berch S, Busse MD, Elioff JD, Hazlett PW, Kabzems RD, Kranabetter JM, Morris DM, Page-Dumroese D, Palik BJ, Powers RF, Sanchez FG, Scott DA, Stagg RH, Stone DM, Young DH, Zhang J, Ludovici KH, McKenney DW, Mossa DS, Sanborn PT og Voldseth RA. 2012. Effects of organic matter removal, soil compaction and vegetation control on 10<sup>th</sup> year biomass and foliar nutrition: LTSP continent-wide comparisons. *For. Ecol. Manage.* 278, 35-54.

Powers RF, Scott DA, Sanchez FG, Voldseth RA, Page-Dumroese D, Elioff JD og Stone DM. 2005. The North American long-term soil productivity experiment: Findings from the first decade of research. *For. Ecol. Manage.* 220, 31–50.

Proe MF og Dutch J. 1994. Impact of whole-tree harvesting on second-rotation growth of Sitka spruce: the first 10 years. *For. Ecol. Manage.* 66, 39-54.

Raulund-Rasmussen K, Stupak I, Clarke N, Callesen I, Helmisaari H-S og Karlton E. Varnagirytė-Kabašinskienė, I., 2008. Effects of very intensive biomass harvesting on short and long term site productivity, i: Röser D, Asikainen A, Raulund–Rasmussen K og Stupak I. (red.), Sustainable Use of Forest Biomass for Energy – a Synthesis with Focus on the Nordic and Baltic Region. *Managing Forest Ecosystems Vol. 12*, Springer, pp. 31-78.

Roberts BA, Deering KW og Titus BD. 1998. Effects of intensive harvesting on forest floor properties in *Betula papyrifera* stands in Newfoundland. *J. Veg. Sci.* 9, 521-528.

Rosenberg O og Jacobson S. 2004. Effects of Repeated Slash Removal in Thinned Stands on Soil Chemistry and Understorey Vegetation. *Silva Fennica* 38, 133-142.

Saarsalmi A, Tamminen P, Kukkola M og Hautajärvi R. 2010. Whole-tree harvesting at clear-felling: Impact on soil chemistry, needle nutrient concentrations and growth of Scots pine. *Scand. J. For. Res.* 25, 148-156.

Skogsstyrelsen. 2008. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Skogsstyrelsen Meddelande 2/2008.

Smolander A, Levula T og Kitunen V. 2008. Response of litter decomposition and soil C and N transformations in a Norway spruce thinning stand to remove logging residue. *For. Ecol. Manage.* 256, 1080-1086.

Smolander A, Kitunen V, Tamminen P og Kukkola M. 2010. Removal of logging residue in Norway spruce thinning stands: Long-term changes in organic layer properties. *Soil Biol. Biochem.* 42, 1222-1228.

- Staaf H og Berg B. 1980. Distribution of organic matter, carbon and plant nutrients in soil in the early phase after clear-cutting of a Scots pine forest; with and without removal of logging slash. Swedish Coniferous Forest Project Internal Report 100.
- Symonds J, Morris DM og Kwiaton MM. 2013. Effect of harvest intensity and soil moisture regime on the decomposition and release of nutrients from needle and twig litter in northwestern Ontario. *Boreal Environ. Res.* 18, 401-413.
- Tamminen P, Saarsalmi A, Smolander A, Kukkola M og Helmisaari H-S. 2012. Effects of logging residue harvest in thinnings on amounts of soil carbon and nutrients in Scots pine and Norway spruce stands. *For. Ecol. Manage.* 263, 31-38.
- Thiffault E, Hannam KD, Paré D, Titus BD, Hazlett PW, Maynard DG og Brais S. 2011. Effects of forest biomass harvesting on soil productivity in boreal and temperate forests – a review. *Environ. Rev.* 19, 278-309.
- Thiffault E, Paré D, Bélanger N, Munson A og Marquis F. 2006. Harvesting Intensity at Clear-Felling in the Boreal Forest: Impact on Soil and Foliar Nutrient Status. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 70, 691-701.
- Tveite B og Hanssen KH. 2013. Whole-tree thinnings in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*): Short- and long-term growth results. *For. Ecol. Manage.* 298, 52–61.
- Vanguelova E, Pitman R, Luiro J og Helmisaari H-S. 2010. Long-term effects of whole tree harvesting on soil carbon and nutrient sustainability in the UK. *Biogeochemistry* 101, 43-59.
- Vesterdal L, Jørgensen FV, Callesen I og Raulund-Rasmussen K. 2002. Skovjordens kulstoflager – sammenligning med agerjorde og indflydelse af intensiveret biomasseudnyttelse, i: Christensen BT. (red.), Biomasseudtag til energiformål – konsekvenser for jordens kulstofbalance i land- og skovbrug. DJF rapport Markbrug 72, 14-28.
- Wall A. 2008. Effect of removal of logging residue on nutrient leaching and nutrient pools in the soil after clearcutting in a Norway spruce stand. *For. Ecol. Manage.* 265, 1372-1383.
- Wall A og Hytönen J. 2011. The long-term effects of logging residue removal on forest floor nutrient capital, foliar chemistry and growth of a Norway spruce stand. *Biomass Bioenerg.* 35, 3328-3334.
- Walmsley JD, Jones DL, Reynolds B, Price MH og Healey JR. 2009. Whole tree harvesting can reduce second rotation forest productivity. *For. Ecol. Manage.* 257, 1104-1111.



## 8. LAVSKJERM BJØRK OVER GRANFORYNGELSE

### 8.1. Bakgrunn

Blandingsskoger har blitt presentert som fordelaktig sett både fra et biomangfold- og et friluftslivsperspektiv. Det er også presentert hypoteser om at blandingsbestand produserer mer volum, eller biomasse, enn treslagsrene bestand.

Blandingsbestand kan gi ulike vekstmønstre, avhengig av konkurranse situasjonen:

- En eller begge arter har svakere vekst enn om de vokser alene (konkurranse)
- Begge artene vokser uavhengig av den andre (ingen konkurranse og ingen gjensidig nytte)
- Minst en av artene vokser bedre i blanding med det andre treslaget enn alene (fasilitering)

Dersom den første mekanismen dominerer vil den totale biomasseproduksjonen bli redusert, mens det motsatte er tilfelle dersom en av de to samspillmekanismene dominerer. Volum-, og dermed biomasseproduksjonen, til en art kan følgelig være forskjellig avhengig av om den vokser i et blandingsbestand eller et treslagsrent bestand. Generelt så er totalproduksjon i et blandingsbestand med to treslag ofte høyere (Tham 1988, Lundqvist mfl. 2014, Gamburg 1997) eller lik (Frivold og Frank 2002, Agestam 1985, i Lundqvist mfl. 2014) et gjennomsnitt av forventet produksjon for begge treslag dyrket hver for seg i treslagsrene bestand. Det relative forholdet mellom produksjonsnivået i blandingsskog kontra treslagsrene bestand er imidlertid avhengig av blandingsforhold og skogbehandling, treslagenes vekstrytme og i hvilken grad de er i stand til å nyttiggjøre seg ulike nisjer med hensyn på vekstom og ressurstilgang. I blandinger av treslag med ulik høydeutvikling vil samspillet mellom treslagene også variere gjennom utviklingen av bestandet, og avhenge av det relative dominansforholdet artene imellom.

For blandingsbestand som skal vare gjennom hele omløpet kan en generelt si at gran og furu kan vokse godt sammen gjennom hele omløpet (på egnede vegetasjonstyper), mens bar/lauv ikke er en god kombinasjon om en tenker kvalitetsproduksjon. Lauvtrær vokser mot lyset i sterkere grad enn gran og furu, og krever derfor en annen skjøtsel for å gi kvalitetsvirke (Solbraa 2001a). For å maksimere produksjonen over et bestandsomløp kan imidlertid en blanding av bjørk og gran tidlig i omløpet være gunstig.

Vi vil her se nærmere på lavskjerm av bjørk brukt ved foryngelse av gran ved planting eller naturlig foryngelse. En lavskjerm består av yngre bjørketrær, og fjernes gjerne ved en sen ungskogpleie eller ved en tidlig tynning (Øyen mfl. 2008), i motsetning til en tradisjonell skjermstilling hvor skjermen består av hogstmodne trær som fjernes når foryngelsen under er tilfredsstillende (Solbraa 2001b). En slik lavskjerm med bjørk kan gi økt totalproduksjon i bestandet, forutsatt at bjørka reguleres til riktig antall og at hele bjørkeskjermen tas ut på et tidlig tidspunkt i omløpet.

### 8.2. Effekt av bjørkeskjerm på granforyngelsen

Blandingsbestand med bjørk og gran oppstår naturlig på skogarealer med god jordfuktighet hvor bjørka kan etablere seg raskt etter flatehogst. Fordi bjørka har en raskere høydevekst i tidlig fase enn gran, vil normalt bjørka dominere over den mer sentvoksende granforyngelsen. En kan da gjennom ungskogpleien utvikle en lavskjerm over granforyngelsen for å utnytte bjørkas høye tilvekst i ung alder til å oppnå en høyere biomasseproduksjon sett over et helt bestandsomløp. Tidligere studier viser at konkurransen mellom treslagene i en tidlig fase etter treantallsregulering er relativt

beskjeden, slik at volumproduksjonen i bjørkeskjermen ofte overstiger produksjonstapet i grana (Johansson 2001). I uskjøttede blandings-skoger, og ved høy tetthet av bjørk, vil etterhvert konkurranseeffekten på grana bli så høy at granas utvikling hemmes vesentlig (Braathe 1988; Johansson 2001; Brække og Granhus 2004). Et optimalt behandlingsprogram fordrer derfor at treantallet i bjørkeskjermen reguleres til et nivå som gir granforyngelsen tilfredsstillende utviklingsmuligheter, samtidig som en tilrettelegger for biomasseproduksjon i bjørka.

Generelt kan en lavskjerm med bjørk bidra til bedre overlevelse og mindre skader på granforyngelsen. En slik skjerm kan ved å redusere varmeutstrålingen i klare netter under vekstsesongen redusere faren for frostskaader på grana under ugunstige klimatiske forhold. Videre kan skjermen redusere konkurranse fra annen vegetasjon, senke et høyt vannspeil for granplantene på dårlig drenert mark, samt redusere snøsig i bratte ller som kan gi mekaniske skader på grana (Ruden 1962, Bergan 1987, Johansson 2003, Johansson 2014, Lundqvist mfl. 2014).

### **8.3. Effekt på totalproduksjonen**

Effekten av å forynge gran under en skjerm av bjørk på total volumproduksjon sammenliknet med treslagsrene bestand med gran eller bjørk har blitt undersøkt under Skandinaviske forhold, og viser følgende:

- Studier i Norge, Brække og Granhus (2004), Braathe (1988) og Bergan (1987) viser nedgang i høgde tilvekst i gran trær hvis skjermtrærne er hengebjørk, og sannsynligvis betydelig mindre effekt om de er dunbjørk. Mård (1996) i Sverige har også vist noe nedgang i høydetilvekst av gran under bjørkeskjerm. Men disse studiene er basert på relativt ung skog, og kun 5 -10 år etter etablering av bjørkeskjermen.
- Ikke mange studier finnes som har studert effekten på diameter-tilvekst på gran under bjørkskjerm. Men, Mård (1996) viser at fem år etter etablering av forsøket i ung skog, er diameter-tilveksten på trær under bjørkskjerm betydelig mindre enn på de uten skjerm. Dermed er granas totalvolum under skjerm betydelig mindre enn uten skjerm på det tidspunktet.
- Men i eldre skog og 20-40 år etter etablering av bjørkeskjerm, der tettheten av bjørk er regulert til glissen skjerm med 300-600 stammer/ha, er granas høydetilvekst på snauflete om lag like stor som under bjørkeskjerm (f.eks. Johansson 2014, Lundqvist mfl. 2013), begge fra Sverige. Men diameter tilvekst i grana er noe mindre enn for gran uten bjørkeskjerm (Lundqvist mfl. 2014).
- Den samlede volumtilveksten i unge blandingsbestand har i feltforsøk vært høyere enn i bestand med bare gran, mye på grunn av det høyere antallet trær per daa i blandingsbestand sammenliknet med renbestand og på grunn av bjørkas raske vekst i tidlig fase (Mård 1996, Tham 1988, Frivold og Frank 2002, Tham 1994, Lundqvist mfl. 2014, Bergqvist 1999).
- Produksjonstapet i gran i blandingsbestandene er mer enn kompensert av produksjonen i bjørkeskjermen (Mård 1996, Tham 1988, Lundqvist mfl. 2014).
- Forskjellen i volumproduksjon mellom i blandingsbestand med ulike andeler gran og bjørk avtar med økende bestandsalder (Tham 1988, Tham 1994, Lundh og Josefsson 1989). Når bestandene blir eldre (over 40 år), og grana har overtatt dominansen, er forskjellen liten. Dette er vist i et feltforsøk anlagt i Skiptvet (Braathe 1988) hvor volumproduksjonen i levende trær er omtrent den samme i blandingsbestand med ulike andeler gran og bjørk, og i renbestand med gran, ved 35 år. Ved 42 år produserte renbestand med gran mest stammevolum. På høye boniteter, hvor den potensielle veksten til gran er høyere, er forskjellen mellom produksjonen i blandingsbestand og renbestand med gran liten (Frivold and Frank 2002).

#### 8.4. Hvordan oppnå økt totalproduksjon – skjøtsel av bestandet

Riktig skjøtsel er imidlertid avgjørende for å lykkes med økt totalproduksjon. En viktig faktor i skjøtselen av skjermen er tettheten. Hvilken tetthet som er optimal vil avhenge av tidspunkt for avvikling av skjermen, alder og størrelse av bjørka (Bergan 1987).

Det er ikke veldig mange studier av lavskjerm bjørk over gran, og de har til dels litt motstridende konklusjoner.

Johansson (2003) presenterer tre scenarioer for økt totalproduksjon: (1) at bjørkeskjermen reduseres til 600-800 planter per ha for at det skal komme nok lys til granforyngelsen, og at det gjøres tidlig nok (f. eks. ved 1,5 - 2 m i høyde), og videre at bjørkeskjermen fjernes når bjørka er 30-35 år, eller (2) at en stor del av bjørkeskjermen fjernes unntatt 50 – 100 bjørketrær som står igjen, eller (3) å la 600 – 800 bjørketrær stå inntil 10-15 år, deretter ta ut all bjørk. Generelt, må tettheten på bjørka ikke være for høy når grana etablerer seg (Johansson 2003).

Et norsk forsøk (Braathe 1988) viser at ved tetthet av bjørk over 1200 trær per ha og bjørka er over 3 m høy, avtar granas høydetilvekst med 30 %. Et svensk studie viste ingen forskjell ved 25 år, men redusert tilvekst i grana fra 30 års alder (Tham 1994). For å få høy kvalitetsproduksjon på bjørka må man begynne med tett skjerm, og ta den ut i to omganger i følge Tham (1994). Høyest produksjon fikk de ved en tetthet på 2000 trær/ha etter første avstandsregulering, og deretter tynning ved 20 og 30 års alder (basert på simuleringer, ikke feltforsøk). Også Ruden (1962), basert på feltforsøk i Nord-Norge, anbefaler fjerning av bjørkeskjermen i løpet av to omganger, over en tiårsperiode.

Resultatene av en undersøkelse i Sverige (Bergqvist 1999, Lundqvist 2014) antyder at en tetthet med bjørk på opptil 600 trær per ha viser lovende resultater for produksjon av bjørk uten å påvirke granas tilvekst. Ved etablering av skjermen, må bjørka være litt høyere (0,5 -1 m) enn grana for at blandingen skal gi merproduksjon (Fahlvik mfl. 2005).

Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes ut fra den tilgjengelige litteraturen:

Bjørkeskjermen:

- Etablerers ideelt sett når bjørka er 10 – 15 år. Antall bjørk reguleres da ned til 1200 – 2000 tre/ha.
- Må være høyere enn granforyngelsen
- Bør ha en tetthet mellom 600 og 800 trær/ha etter tynning, og bør tas ut senest ved 25 – 35 års alder avhengig av bonitet (tidligere på høy bonitet), for å unngå redusert tilvekst på grana.
- Kan tas ut i en eller to omganger – primært avhengig av ønsket bruksområde for bjørka.
- Bør etableres på næringsrike arealer med god jordfuktighet, der bjørka forynges naturlig.

I praksis vil det også være en vurdering av når det er mest verdifullt å ta ut bjørka, ikke bare av hva som gir økt totalproduksjon. Et regime med uttak i to omganger, og lengst mulig overholdelse av bjørka vil kunne være optimalt for produksjon av kvalitetsvirke (skurtømmer av bjørk). Et regime med større tetthet på bjørkeskjermen, og tidligere

uttak, kan være optimalt for produksjon med tanke på bioenergi (ved). Lokale avsetningsmuligheter vil derfor også være viktige ved valg av forvaltningsregime.

En kan også velge å la noen få trær (100 -150 tre per ha) stå hele omløpsperioden for å produsere kvalitetstømmer av bjørk. Det er også gunstig å la bjørk stå igjen for å utfylle eventuelle hull i granbestanden, for å bedre totalproduksjonen og gi økt kvalitet på grantrærne.

### **8.5. Arealer egnet for blandingskog av gran og bjørk**

På utsatte lokaliteter kan granforyngelsen være utsatt for frostskaider i vekstsesongen, og derfor vanskelig å etablere. Samtidig kan slike arealer være velegnet for etablering av bjørk, som kan etableres raskt naturlig etter flatehogst. Når bjørka har fått etablert seg, kan den bidra til forbedrede etableringsforhold for grana, blant annet gjennom redusert risiko for frostskaider, og redusert konkurranse fra andre planter (Gamborg 1997, Lundqvist mfl. 2014).

Den raske veksten til bjørka gjør at den raskt kan dominere tresjiktet på områder med god jordfuktighet, før grana etter hvert vil overta dominansen (naturlig suksesjon). Overgangen fra løvtredominans til bartredominans i ubehandlet skog vil avhenge av egenskaper ved voksestedet og klima, og dermed variere mellom regioner (Kabzems and Garcia 2004), og mellom enkeltbestand lokalt. Grana har et grunt rotsystem og krever relativt næringsrik mark, hvilket gjør at den ofte vokser bedre på næringsrike områder med god fuktighet. Simuleringer har vist at i blandingsbestand med gran og bjørk på arealer med middels og høy bonitet vil grana naturlig konkurrere ut bjørka, men ikke på lave boniteter (Shanin mfl. 2014).

Feltforsøk med lavskjerm bjørk over granforyngelse er stort sett bare utført på høye boniteter, hvor slike bestand forekommer naturlig. Frøplanter av bjørk overlever best på åpne arealer (gode lysforhold) på mineraljord med tilstrekkelig fuktighet og moderate temperaturer under vekstsesongen (Cameron 1996). Dunbjørk har et lavere krav til sommervarme (7,5 °C) enn hengebjørk (10,1 °C), og stiller generelt litt lavere krav til voksestedet enn hengebjørk. På de voksestedene hvor hengebjørk er egnet så vokser den bedre (produserer mer) enn dunbjørk (Børset 1985). Bergan (1988) så på ulike forsøk i Nord-Norge med fokus på etablering av foryngelse av gran, og skriver blant annet følgende «Skjermforsøkene har vist at det er særlig overlevelseshensikten som er forskjellig mellom skjerm og flate. Forskjellen blir større jo næringsrikere og friskere marktypen er.», og videre «Også på tørrere vegetasjonstyper, som lågurttype og blåbærttype, kan det være aktuelt å etablere plantene under skjerm».

Forenklet kan en si at lavskjerm med bjørk primært vil være aktuelt på gode boniteter, det vil si bonitet 17 og bedre, og på vegetasjonstypene blåbær-, småbregne-, lågurt-, storbregne- og høgstaudekog. Dette gir et årlig foryngelses areal på om lag 11 000 ha for gran som også kan være egnet for lavskjerm med bjørk over granforyngelsen. Størrelsen på det aktuelle foryngelsesarealet hvert år vil være avhengig av omfanget av sluttavvirkning på aktuelle vegetasjonstyper og boniteter.

Hvor stor del av arealet som vil være egnet i praksis vil avhenge av flere faktorer, voksestedets betingelser som omtalt over, men også tilgang på frøtre av bjørk og eventuelt gran (men planting kan også benyttes for granforyngelsen).

Vi har i denne betraktningen ikke vurdert eventuell ventetid ved naturlig foryngelse sammenliknet med planting umiddelbart etter avvirkning. Det forutsettes at bjørka etableres raskt etter avvirkning.

### 8.6. Fremtidig kunnskapsbehov – muligheter

Vekstforløp, vekstdynamikk og biomasseproduksjon i blandingsskog av gran og bjørk har man ikke forsket så mye på i Norge de siste 30 årene, og kunnskapen om dette trenger å forbedres. Et unntak er Frivold og Frank (2002) som undersøkte produksjonen i blandingsbestand av bartrær/bjørk versus rent bartrebestand, og påviste liten forskjell i tilveksten for middels/eldre bestand. Frivold og Frank (2002) baserte undersøkelsen på engangsmålinger der vekstforløp og bestandsdynamikken fra foryngelse til måletidspunkt ikke er så godt kjent. Skog og landskap har langsiktige feltforsøk som er systematisk anlagt med ulike blandingsforhold/behandlinger mellom gran og bjørk og som er fulgt med gjentatte målinger opp til 40 år. Denne forsøksserien kan gi et verdifullt bidrag for hvordan blandingsbestand utvikler seg og dessuten sammenligne med granbestand.



Lavskjerm bjørk over granforyngelse (Lunner, Oppland). Foto: Gunnhild Søgaard



## 8.7. Referanser

- Bergan J. 1987. Virkningen av bjørkeskjerm på etablering og vekst hos bartrær utplantet i Nord-Norge. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 10/87. 47 s.
- Bergqvist G. 1999. Wood volume yield and stand structure in Norway spruce understorey depending on birch shelterwood density. *Forest Ecology and Management* 122 (3): 221–229
- Braathe P. 1988. Utviklingen av gjenvækst med ulike blandingsforhold mellom bar- og lauvtrær. Rapp. Skogforsk 8/88: 1-50.
- Brække FH og Granhus A. 2004. Ungskogpleie i naturlig forynget gran på middels og høy bonitet. Rapport fra skogforskningen 10/04: 1-22.
- Børset O. 1985. Skogskjøtsel I. Skogøkologi. Landbruksforlaget. Oslo. 1985. 494 s.
- Cameron AD. 1996. Managing birch woodlands for the production of quality timber. *Forestry* 69(4): 357-371
- Fahlvik N, Agestam E, Nilsson U og Nyström K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *For. Ecol. Manage.* 213: 297-311.
- Frivold LH og Frank J. 2002. Growth of mixed birch-coniferous stands in relation to pure coniferous stands at similar sites in south-eastern Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17: 139-149.
- Gamborg G. 1997. Maximizing production of fuelwood in different silvicultural systems. *Biomass and Bioenergy*, 13(1-2): 78-81.
- Johansson T. 2001. Blandskog av björk och gran. Fakta Skog 12/2001: <https://www.slu.se/PageFiles/33707/2001/FS01-12.pdf>
- Johansson T. 2003. Mixed stands in Nordic countries- a challenge for the future. *Biomass and Bioenergy* 24: 365- 372.
- Johansson T. 2014. Growth and Yield in Shelter stands of silver birch and Norway spruce. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. Rapport 068: 31s.
- Kabzems R og Garcia O. 2004. Structure and dynamics of trembling aspen – white spruce mixed stands near Fort Nelson, B.C. *Can. J. For. Res.* 34: 384–395.
- Lundh J-E og Josefsson R. 1989. Björk och asp i barrskog: skötselråd för alla beståndsåldrar. Institutionen för Skogsproduktion, Institutionen för Skogsproduktion. Rapp. 25. ISBN 91-576-3794-6. 77 s.
- Lundqvist L, Morling T og Valinger E. 2014. Spruce and birch growth in pure and mixed stands in Sweden. *Forestry Chronicle* 90: 29-34.
- Mård H. 1996. The influence of a Birch Shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of forest Research.* 11: 343-350.
- Ruden T. 1962. Klimaet og granskogens vekstmuligheter i Helgelands kyststrøk. *Norsk skogbruk.* Nummer 19 – oktober 1962: 626-628

Shanin V, Komarov A og Mäkipää R. 2014. Tree species composition affects productivity and carbon dynamics of different site types in boreal forests. *European Journal of Forest Research*. 133: 273-286.

Solbraa K. 2001a. Ungskogpleie. Gan Forlag. (hentet 20.2.2015)  
<http://www.agropub.no/id/9691>

Solbraa K. 2001b. Skjermstillingshogst. Gan Forlag. (hentet 20.2.2015)  
<http://www.agropub.no/id/9681>

Tham, Å. 1988. Produktionsförutsägelser vid kraftig gallring av björk i blandbestånd av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) och björk (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Sveriges Landbruksuniversitet, Institutionen för Skogsproduktion, Rapporter 23. ISSN 0348-7636. 36 s.

Tham Å. 1994. Crop plans and yield predictions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) mixtures. *Studia Forestalia Suecica* 195. Skogsvetenskapliga fakulteten, Sveriges lantbruksuniv. ISBN: 91-576-5005-5. 21 s.

Øyen B-H, Støtvig S, Birkeland T og Øen S. 2008. Vekst og produksjon av treslag i kystskogene. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 01/08: 20-32.

## 9. SYNERGI- OG SAMSPILLSEFFEKTER

Hensikten med dette kapitlet er å peke på mulige synergi- og samspillseffekter mellom ulike klimatiltak i skog. Dette er ikke begrenset til de tiltakene som er beskrevet tidligere i rapporten, men omfatter også andre skogtiltak i klimasammenheng. Oversikten er allikevel ikke nødvendigvis dekkende for alle mulige samspillseffekter.

### 9.1. Tynning

Tynning har samspillseffekter med flere andre skogtiltak; plantetetthet (høyere plantetetthet gir økt mulighet for å ta ut virke gjennom tynning), mer bruk av hogstrestre/GROT (heltretynning versus konvensjonell tynning), forlenget omløpstid (tynning er en forutsetning for å lage stabile bestand som kan overholdes utover normal hogstmodenhet), gjødsling og substitusjon (bruk til bioenergi, høyere sagtømmerandel).

#### 9.1.1. VIRKESKVALITET OG SUBSTITUSJON

Tynning reduserer stående gjenværende volum, og fordeler normalt gjenværende produksjon på mer stabile og bedre betalte trær med høyere skurtømmerandel avhengig av tynningsmåte. Feltforsøk viser at den totale biomasseproduksjonen (tynningsuttak og sluttavvirking) likevel er omtrent like stor i tynnede og utynnede bestand (gitt visse forutsetninger). Det er altså en forflytning til bedre kvaliteter, og substitusjonsverdien kan bli høyere.

#### 9.1.2. VIRKE TIL BIOENERGI OG SUBSTITUSJON

Benyttes tynningsuttak til bioenergi kan dette erstatte fossilt brensel. Tynning kan gi økt tilgang på virke til bioenergi (ref. avsnitt om GROT), og kan gi tilgang på virke tidligere i bestandsomløpet.

#### 9.1.3. PLANTETETTHET

Utgangstettheten i bestandet er av stor betydning for tynningspotensialet, og omvendt, økt tynning vil være en forutsetning for å utnytte det potensialet som ligger i høy plantetetthet. Ved høy plantetetthet vil avvirkningskvantumet kunne økes, og en kan tynne uten at den langsiktige produksjonen går ned.

Søgaard og Granhus (2012) analyserte langsiktig produksjonsevne ved ulike plantetettheter og tynningsregimer for Akershus fylke. I Akershus ligger dagens tynningsnivå omtrent på det maksimale, samtidig som plantetettheten til dels ligger lavere enn anbefalte plantetall. Søgaard og Granhus konkluderte med følgende: «Ved en aktiv skogskjøtsel, med høyere utplantingsall og tynning primært i de tetteste bestandene, kan en høste mer tynningsvirke uten å forringe den langsiktige produksjonsevnen».

#### 9.1.4. GROT

Generell anbefaling er uttak av hogstrestre (her GROT, det vil si greiner og topp) maksimalt en gang i løpet av bestandets omløp. Dette kan være gjennom heltrehogst ved tynning, eller uttak av greiner og topper etter sluttavvirking. Økt tynningsaktivitet med heltrehogst kan gi økt tilgang på virke til bioenergi tidligere, og dermed gi høyere substitusjonseffekt på kort sikt. Med høyere plantetetthet kan fremtidig tynningsaktivitet økes, og denne effekten forsterkes ytterligere.

#### 9.1.5. FORLENGET OMLØPSTID

Å forlenge omløpstiden utover vanlig hogstmodenhetsalder medfører økt risiko for at bestandet får skader grunnet storm, snø, eller biotiske skader. Tynning tidlig i

bestandets liv vil kunne gi trær med bedre utviklet krone og rotsystem, og dermed gi bestanden bedre stabilitet. Se for øvrig Dalsgaard mfl. (2015).

#### 9.1.6. GJØDSLING

Gjødsling er normalt mest økonomisk gunstig når det foretas i tynnede bestand mot slutten av omløpstiden ved engangsgjødsling, gjerne 8-10 år før sluttavvirkning. Da vil den økte tilveksten primært vil skje på fremtidstrær av god kvalitet. Se for øvrig Haugland mfl. (2014).

## 9.2. Plantetetthet

### 9.2.1. SUBSTITUSJON

Utgangstettheten i bestanden er av stor betydning ikke bare for biomasseproduksjonen, som beskrevet i kapitlet om plantetetthet, men også for kvaliteten på fremtidstrærne, og dermed substitusjonseffekten.

Konkurransen mellom trærne vil påvirke blant annet kvistsetting og oppkvisting. Ett tett bestand vil gi slankere trær, med tynnere og mindre kvister og raskere naturlig oppkvisting. Dette vil kunne gi en økt skurtømmerandel.

En høyere tetthet med framtidstrær øker også muligheten for å selektene vekk trær med dårlige egenskaper gjennom ungsogpleie og senere tynninger.

## 9.3. Markberedning

### 9.3.1. PLANTETETTHET

En vellykket markberedning vil gi høyere plantetetthet som følge av redusert konkurranse av annen vegetasjon samt økt tilslag av naturforyngelse. Tiltaket er aktuelt både ved planting (bedre overlevelse og vekst hos plantene) og naturlig foryngelse (bedre spiremuligheter) av gran og furu. Markberedning vil også medføre bedre etableringsmuligheter for lauvtrær, noe som medfører at kostnadene til ungsogpleie kan øke (Uotila mfl. 2010). Tettere oppslag av naturlig foryngede lauvtrær (bjørk) kan imidlertid også gi et bedre grunnlag for å utnytte bjørka som skjerm over gran.

#### **9.4. Referanser**

Dalsgaard L, Granhus A, Søgaard G, Andreassen K, Børja I, Clarke N, Kjønaas J og Stokland J. 2015. Karbondynamikk ved ulike hogstformer og avvirkningsstrategier – en litteraturstudie med fokus på Oslo kommuneskog. Oppdragsrapport Skog og landskap 04/2015.

Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. 2014. Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Egnede arealer og miljøkriterier. Rapport Miljødirektoratet M174-2014. 143 s.

Søgaard G og Granhus A. 2012. Klimaoptimalt skogbruk. En vurdering av utvalgte skogskjøtseltiltak i Akershus fylke. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 09/12. 34 s.

Uotila K, Rantala J, Saksa T og Harstela P. 2010. Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain. *Silva Fennica* 44(3): article id 146. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.146>



## VEDLEGG 1: OPPDRAGETS ORDLYD

*Avtale om Lavutslippssamfunnet – vurdering av skogtiltak inngått mellom Norsk institutt for skog og landskap og Miljødirektoratet 2.12.2014. Bilag 1 Beskrivelse av Bistanden:*

I oktober 2014 publiserte Miljødirektoratet rapporten "Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling". Rapporten var svar på oppdrag fra Klima- og Miljødirektoratet av 19. mars 2014 om fase 2 av arbeidet med kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling. I oppdraget er Miljødirektoratet også bedt om å gjøre en mer utdypende analyse av mulige tiltak og virkemidler (fase 3), med frist 15. februar 2015.

For å besvare fase 3 av oppdraget har Miljødirektoratet behov for bistand fra Norsk institutt for skog og landskap (Skog og landskap), for å kunne gi ytterligere vurderinger av hvordan tiltak i skogen kan bidra til økt opptak og redusert utslipp av klimagasser i 2020, 2030, 2050 og 2100.

Under går vi gjennom hvilke vurderinger vi ønsker at Skog og landskap skal gjøre for oss. I den grad det er pågående forskning som kan belyse temaene ytterligere, men der resultater ikke er tilgjengelige innen fristen, ønsker vi at det nevnes eksplisitt i besvarelsen.

### Redusert avskoging

Ett av hovedtiltakene FNs klimapanel trekker fram for å redusere utslipp fra skog, er redusert avskoging. Spesielt i tropiske områder er det store arealer som avskoges årlig. I Norge hadde vi et utslipp fra avskoging på 2,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2012. Dette tilsvarer 4,4 % av Norges totale utslipp. Historisk har den største endringen i arealbruk vært fra skog til bebyggelse.

For å kunne vurdere mulige tiltak for å redusere avskogingen, bør driverne bak menneskeskapte arealbruksendringer fra skog til annen arealbruk analyseres nærmere. Vi ber om at Skog og landskap går igjennom observerte arealoverganger i Landskogstakseringen og analyserer hva som historisk har vært årsaken til avskoging i Norge, det vil si hvilken arealbruk skogarealer har blitt omdisponert til (beite, dyrket mark, vei/bane, bebyggelse, kraftlinjer og annet). Vi ønsker også informasjon om arealenes bonitet.

### Forbud mot hogst i produksjonsskog som ikke enda er hogstmoden

Ut i fra næringsperspektiv er skogen hogstmoden når den er i hogstklasse V (60-120 år avhengig av bonitet og treslag). Noen skogeiere velger å avvirke skogen i tidligere hogstkasser (hogstklasse III og IV). Det kan være ulike årsaker til dette, både begrunnet i skogens helsetilstand og i rene økonomiske motiver.

I et klimaperspektiv er det generelt ikke hensiktsmessig å avvirke skogen før den er hogstmoden, spesielt ikke å avvirke når skogen er i en sterk vekstfase. Avvirkning av slik skog vil føre til at karbonlagret blir mindre enn det ellers ville vært, og det vil gi et redusert årlig opptak av CO<sub>2</sub>. I tillegg vil anvendelsesområdet for det som avvirkes være snevrere. Best klimaeffekt oppnår man dersom en stor andel av trevirket kan benyttes som byggemateriale med lang levetid.

Vi ber Skog og landskap om å lage et overslag av over omfanget av skog som har blitt avvirket i hogstklasse III og IV. Det har tidligere vært et forbud mot hogst av ungskog. Dette forbudet ble fjernet ved revisjon av lov om skogbruk og skogvern i 2006. Vi ber Skog og landskap om å lage et estimat for andel av sluttavvirkningsareal i h.kl. III og IV før og etter lovendringen.

### Markberedning

Ved skogbruksaktivitet som fører til økning i jordtemperatur og mekanisk forstyrrelse av jorda kan man forvente karbontap fra jorda. Markberedning gjøres for å oppnå bedre og raskere foryngelse, som vil gi raskere økning i opptak fra i den levende biomassen i den nye skogen. Effekten på karbon i skogsjorda vil være avhengig av omfanget av markberedning og valg av metode. Ved å gjennomføre en skånsom markberedning kan man redusere tap av karbon i jord.

Vi ønsker at Skog og landskap basert på eksisterende litteratur skisserer hvilke ulike metoder for markberedning som finnes som er aktuelle for norske forhold og hvilke utslippsfaktorer de ulike metodene har. Vi vil også be Skog og landskap om å kvalitetssikre tekst (bakgrunn) som Miljødirektoratet skriver om markberedning. Dersom det er mulig og relevant ber vi Skog og landskap om å komme med betraktninger rundt hvordan ulike former for markberedning påvirker (til)veksten til trærne.

### Plantetetthet – oppfylle foryngelsesplikten

Forskrift om bærekraftig skogbruk (bærekraftsforskriften) stiller krav om at skogeier skal legge til rette for tilfredsstillende foryngelse innen tre år etter hogst. Forskriften anviser hvilke plantetall som er tilrådelige for optimal skogproduksjon og definerer minste lovlig planteantall per dekar. Skogeieres økonomiske resultat etter hogst påvirker investeringsviljen til å forynge ny skog etter hogst. Det har derfor vært en tendens til at gjennomsnittlig planteantall i foryngelseskontrollen ligger lavere enn hva som er anbefalt som minimumsnivå ut fra hensyn til optimal skogproduksjon. Vi ønsker at Skog og landskap analyserer hva som i dag er avviket mellom faktisk planteantall og anbefalt planteantall i bærekraftsforskriften, samt beregne effekten av å heve plantaantallet til anbefalt nivå.

### Tynning

Tynning vil kunne gi mer virke til bioenergi i dag, og bedre kvalitet på framtidsskogen og dermed høyere substitusjon senere. Samtidig vil man ved tynning kunne høste en del virke som ellers ville gått tapt gjennom selvtynning. Tynning vil også gi tilgang til virke tidligere i bestandens liv. Særlig i områder hvor en ligger tett på balansekvantum (for eksempel Hedmark og Akershus) kan tynning være med på å gi tilgang på mer virke på kort sikt. Det er imidlertid viktig å merke seg at tynning også kan påvirke den totale mengden biomasse i et bestand. Effekten på tilveksten vil avhenge av utgangstetthet, tynningsmetode, tynningsgrad og antall tynninger gjennom omløpet.

Vi ber Skog og landskap om å beskrive tynningspraksisen i dag, potensialene for økt tynningsnivå og hvilke kriterier som må ligge til grunn for å maksimere tilveksten.

### Øke mengde GROT som benyttes

Dersom grener og toppler (GROT) ikke tas ut og benyttes til å erstatte fossil energi, vil det alternativt ligge igjen på hogstmarka der det vil brytes ned og frigi CO<sub>2</sub> til atmosfæren. GROT benyttes i liten grad i dag. I et klimaperspektiv kan det være hensiktsmessig å øke mengden GROT som benyttes.

Vi ber Skog og landskap om å sammenstille ny informasjon/kunnskap om bruk av GROT.

### Forynge gran under skjerm av bjørk

Et alternativ til å plante granskog kan være å forynge gran under en skjerm av bjørk (blandingsskog). Bjørkeskog har en høyere årlig tilvekstrate i tidlig alder sammenlignet med granskog. Ved å kombinere disse to treslagene vil en la bjørkeskogen vokse i den

perioden grana bruker på å etablere seg og har lav tilvekstrate, slik at effekten av planting kommer tidligere.

For å kunne si mer om tiltakets mulige omfang, ønsker vi at Skog og landskap beskriver hvilke type arealer som egner seg for etablering av blandingsskog, og om mulig si noe om potensielt arealomfang.

Vi ønsker en samlet besvarelse av alle temaene i notatform, gjerne supplert med tabeller. Der hvor et tiltak henger sammen med, eller er positivt eller negativt påvirket av, et annet, ber vi om at dette presiseres (eks tynnet bestand og forlenget omløpstid).

## VEDLEGG 2: NEDBYGGING AV JORDBRUKSAREAL OG SKOG

*Notat fra Jostein Frydenlund 25.11.2014.*

Arealressurskartet (AR5) gir detaljert informasjon om arealressursene i Norge. Arealressursene deles inn i 12 arealtyper (figur 1).

### **Jordbruksareal**

Arealtypene fulldyrka jord, overflatedyrka jord og innmarksbeite utgjør det vi kaller jordbruksareal. Jordbruksarealet i Norge endres hele tiden ved at areal gror igjen, dyrkes opp eller bygges ned. En del av endringen er midlertidige. Jordbruksareal som gror igjen er eksempel på en midlertidig endring, siden arealet kan dyrkes opp igjen. Andre endringer er varige i lang tid, hvis ikke permanent. Jordbruksareal som bygges ned og blir til veg eller bygg er eksempel på varige eller permanente endringer.

Norge har svært lite jordbruksarealer sammenlignet med andre land. Kun 3 prosent av arealet i Norge er dyrka jord. Bare litt over 1/3 av dette er egnet til matkornproduksjon. De dyrka arealene er under press både i form av nedbygging og ved at de gror igjen. Omdisponering og nedbygging av jordbruksarealer er særlig en utfordring rundt de store byene og tettstedene. Dette er gjerne områder hvor den beste dyrka jorda i landet ligger, og med svært gode vilkår for å drive jordbruk. Det nasjonale målet er å avgrense omdisponeringa av dyrka jord til under 6000 dekar per år, jf. Meld. St. 9 (2011-2012) Landbruks- og matpolitikken.

### **Kartdatabaser**

Kartdatabasene oppdateres til ulike tidspunkt. For eksempel så vil søknad på bygging av en bygning først bli registrert i Matrikkelen, deretter blir informasjonen overført til FKB-tiltaksbassen med godkjent bygning status. Til slutt overføres informasjonen til FKB-bygg med bygnings grenser (flater). Nedbyggingen blir fanget opp i AR5 hvis kommunen har registrert det i det kontinuerlige ajourholdet eller det er gjennomført et periodisk ajourhold med grunnlag ortofoto tatt etter byggedato. AR5 alene er ikke nok til å gi et godt bilde av nedbygd jordbruksareal i et gitt tidsrom. For å få et mer kompet bilde av hva som bygges ned vil det være viktig å hente inn opplysninger fra andre kilder.

Målet her er å beregne faktiske nedbygging av dyrkamark ut fra det vi har registrert i AR5 og det som er registrert i forskjellige databaser. Der hovedmålet er:

- Beregne total nedbygd jordbruksareal (bygning, veg, parkering, idrettsbane, gravlund, osv.) siden forrige oppdateringen av AR5 (eksempel 2010).

### **Data og metode**

AR5 er grunnlaget i analysen. Kartet viser hva som er jordbruksareal. AR5 er nøyaktig, med klart definerte egenskaper og gode geometrisk presisjoner. Likevel er AR5 ikke godt oppdatert med endringene som skjer hvert år. Kommunene skal oppdatere endringene kontinuerlig i FKB-AR5 og sende inn informasjon til den sentrale databasen minst én gang per år. Skog og Landskap ajourfører AR5 periodisk. Derfor kan noen kommuner stå uten ajourføring i flere år hvis kommunen ikke har oppdatert den. Tillegg data kilder er nødvendig for å fange opp oppdaterte nedbygginger. Tabell 1 nedenfor viser data type, kilde, format og relevante egenskaper som er brukt i denne analysen.

Tabell 1. Data type, kilde, format og viktige egenskaper brukt i analysen

Nr.	Data	Kilde	Format	Geometri type	Dato	Viktige egenskaper inkludert
1	AR5	Skog og Landskap	POSTGIS database	flate	2010 & 2013	Arealtypengrenser, ajourførings dato
2	Bygnings flater	FKB	Shape eller SOSI per kommune	flate	2013	Bygningsgrenser, bygnings type, dato
3	Tiltaksbasen	FKB	Shape eller SOSI per kommune	flate	2013	Bygningsgrenser, bygnings type, dato
4	Bygningsmessig anlegg	FKB	Shape eller SOSI per kommune	flate	2013	Bygningsgrenser, bygnings type, dato
5	Matrikkel punkter	Matrikkelen	Shape eller SOSI per kommune	Punkt	2013	bygningstype, bygningsstatus, dato
6	Veg	FKB		flate	2013	Veggrenser, vegtype, dato

Ved å bruke datakildene som er oppgitt i tabell 1 lager vi en maske som viser bebygd areal. Masken legges oppå AR5 og vi kan da se hvor mye jordbruksareal som er nedbygget.



Figur 1. Områdene som er merket med lilla viser området som tidligere var fulldyrka jord som nå er nedbygget.



## Bygg og veier i skog

Det vil være mulig å videreutvikle metoden slik at man også kan si noe om nedbygget skog.

Det vil kreve at man:


































- Går inn i metoden og finner grenseverdier for hvor tett det må være mellom hus for at de skal være regnet som nedbygget. Vi opererer per i dag med å slå sammen bygg som er nærmere hverandre enn 40 meter når vi ser på nedbygget jordbruksareal. Vi må også se på tetthet av veier.
- Tilpasse dagens produksjonsløype slik at den også dekker skog.
- Kjøre analysen som også ser på skog.
- Sammenstille data og liste ut nedbygget skog siden ulike referanseår.

Vi har ikke estimert tiden det vil ta å få på plass dette, men vi antyder at 25 dager vil være et grovt estimat på hva som kreves for å på plass momentene over.

Dette anslaget over tar ikke høyde for at man skal bygge opp en logikk som kan kjøres hvert år for å se på endringer fra ett år til et annet. Det beskriver kun hva man må gjøre for å få opp tall nå som kan si noe om hva som er nedbygget siden perioden 2003 til 2009 for ulike kommuner.

Vi har heller ikke tatt med tiden vi vil bruke på å hente inn og klargjøre grunnlagsdata.

Tabell 2. AR5 består deler landskapet inn i arealtype, treslag, skogbonitet og grunnforhold. Hver av disse arealtypene har et sett med egenskaper.

Arealtype	Skogbonitet	Treslag	Grunnforhold
 Fulldyrka jord (21)	 Særs høy (15)	 Barskog (31)	 Jorddekt (44)
 Overflatedyrka jord (22)	 Høy (14)	 Lauvskog (32)	 Organisk jordlag (45)
 Innmarksbeite (23)	 Middels (13)	 Blandingsskog (33)	 Grunnlendt (43)
 Skog (30)	 Lav (12)	 Ikke tresatt (39)	 Fjell i dagen (42)
 Åpen fastmark (50)	 Impediment (11)	 Ikke relevant (98)	 Blokkmark (41)
 Myr (60)	 Ikke relevant (98)	 Ikke registrert (99)	 Konstruert (46)
 Snøisbre (70)	 Ikke registrert (99)		 Ikke relevant (98)
 Ferskvann (81)			 Ikke registrert (99)
 Hav (82)			
 Samferdsel (12)			
 Bebyggelse (11)			
 Ikke registrert (99)			