

RAPPORT

M174 - 2014

Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak

Egnede arealer og miljøkriterier



KOLOFON

Utførende institusjon

Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Miljødirektoratet

Kontaktperson i miljødirektoratet

Hege Haugland

M-nummer

M174/2014

År

2014

Sidetall

143

Miljødirektoratets kontraktnummer

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

Forfatter(e)

Hege Haugland, Ellen Bruzelius Backer, Else Marie Løbersli, Odd-Kristian Selboe, Helga Gunnarsdottir, Aksel Granhus, Gunnhild Søgaard, Kjersti Holt Hanssen, Torleif Terum, Jørn Lileng og Hans Asbjørn Sørli

Tittel - norsk og engelsk

Måltrettet gjødsling av skog som klimatiltak - egnede arealer og miljøkriterier

Sammendrag - summary

Rapporten er et samarbeid mellom Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap. Den gir en omforent, faglig anbefaling av hvilke arealer som egner seg for måltrettet gjødsling av skog etter en avveining mellom hensynet til klima, naturmangfold, vannmiljø og andre miljøverdier, og næring. Rapporten gir også råd til departementene om hvilke miljøkriterier som bør ligge til grunn for måltrettet gjødsling av skog som klimatiltak, samt hvilke virkemidler som må til for at gjødslingen skal bli gjennomført. I tillegg gir rapporten en vurdering av effektene ved gjødsling av torvmark med aske fra biobrenselanlegg.

4 emneord

Gjødsling, skog, klimatiltak, miljøkriterier

4 subject words

Fertilization, forest, climate, environmental criteria

Forsidefoto

Anne Mæhlum, Mjøsen skog

Forord

Målrettet gjødsling av skog som klimatiltak - egnede arealer og miljøkriterier, er et innspill til Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet i deres arbeid med oppfølgingen av Meld. St. nr. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* (Klimameldingen).

Rapporten er et samarbeid mellom Miljødirektoratet, Statens landbruksforvaltning og Norsk institutt for skog og landskap. Den gir en omforent, faglig anbefaling av hvilke skogarealer som egner seg for målrettet gjødsling etter en avveining mellom hensynet til klima, naturmangfold og andre miljøverdier og næring. Rapporten gir også råd til departementene om hvilke miljøkriterier som bør ligge til grunn for skoggjødsling som klimatiltak, samt hvilke virkemidler som må til for at gjødslingen skal bli gjennomført. I tillegg gir rapporten en vurdering av effektene ved gjødsling av torvmark med aske fra biobrenselanlegg.

Hovedansvaret for de ulike delene av rapporten er fordelt etter hva som er naturlig gitt de respektive etatenes faglige kompetanseområder. Miljødirektoratet har koordinert arbeidet. Alle etatene har vært involvert i arbeidet og er omforent om alle deler av rapporten.

Oslo, mai 2014

Audun Rosland

avdelingsdirektør
klimaavdelingen
Miljødirektoratet

Geir Grønningsæter

direktør
avdeling ressurs og areal
Statens landbruksforvaltning

Rasmus Astrup

avdelingsdirektør
avdeling for skogressurser
Norsk institutt for skog og landskap

Sammen drag

S.1 Bakgrunn

Meld. St. nr. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* varslet en aktiv skogpolitikk med mål om å øke skogens opptak og lagring av karbon. Forslaget er også forankret i klimaforliket vedtatt av Stortinget i 2012. Ett av tiltakene som er foreslått for å nå dette målet er å øke karbonopptaket på eksisterende skogarealer gjennom målrettet gjødsling. Det ble slått fast at det er behov for å utarbeide miljøkriterier for slik gjødsling.

I etterkant av klimameldingen har Landbruks- og matdepartementet og Klima- og miljødepartementet i fellesskap gitt etatene som står bak denne rapporten i oppdrag å utrede potensialet for målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. Vårt mandat har vært å rangere arealene i forhold til hverandre når det gjelder hensynet til klima, naturmangfold og andre miljøverdier og næring, samt å utvikle miljøkriterier for slik gjødsling. Rapporten vil være et underlag for departementenes videre arbeid med gjødsling av skog som klimatiltak, i prosessen mot en politisk beslutning om tiltaket skal gjennomføres og i hvilket omfang.

For å avgrense rapportens omfang har vi fokusert på effekter ved å gjødsle gran- eller furuskog med 15 kg nitrogen per dekar (150 kg per hektar) om lag 10 år før hogst. På gjødslede arealer vil tilveksten øke i en periode på 6-10 år etter gjødsling. Dette er den måten det som regel gjødsles på i dag, fordi det gir best økonomisk utbytte av gjødslinga for skogeier. Bestand som er godt egnet for skoggjødsling, vil få et høyt nitrogenopptak, og gjødsling av slike bestander antas å gi små effekter på terrestrisk miljø sammenlignet med effekter av tidligere skjøtsel og forestående avvirkning. Vi har tatt som utgangspunkt at videreføring av dagens praksis er mest sannsynlig. Vi har også lagt til grunn at det gjødsles med kalkholdig gjødsel, i tråd med dagens praksis. Dette vil motvirke ytterligere forsuring av vannforekomster.

Også andre gjødslingsregimer kan være mulig for å øke tilvekst og karbonbinding, for eksempel gjødsling i yngre bestand eller flere ganger i løpet av et omløp. Vi har bare i liten grad gått inn på vurderinger av virkninger av alternative gjødslingsregimer.

S.2 Arealer som kan egne seg for gjødsling – bruttoliste

I norsk skog på fastmark er tilgang på nitrogen den enkeltfaktoren som i størst grad begrenser trærnes vekst. Nitrogengjødsling vil føre til at trærne bygger ut kronene, og det blir nokså raskt en positiv effekt på volumtilveksten. Det er vanlig å regne med at en gjødsling med 15 kg N per dekar i barskog vil øke tilveksten med omtrent 0,15 kubikkmeter per dekar og år i 6-10 år. De siste fem årene (2009-2013) er det registrert skoggjødsling på totalt 39 800 dekar fastmark og 600 dekar torvmark, altså om lag 8 000 dekar årlig.

I Sverige og Finland gjødsles det i et større omfang enn i Norge. De siste fem årene (2008-2012) har det årlige gjødslingsarealet i Sverige i gjennomsnitt vært 590 000 dekar. I Finland har omfanget i den samme femårsperioden variert mellom 323 000 og 512 000 dekar, med et gjennomsnitt på 447 000 dekar.

Etatsgruppen har utarbeidet en «bruttoliste» som grunnlag for å beregne hvor store arealer det kan være aktuelt å gjødsle i Norge de nærmeste 10-årene. Bruttolisten er basert på data fra Landsskogstakseringens flatenett.

I bruttolista er det brukt følgende utvalgs kriterier:

Vegetasjonstyper: Blokkebær-, bærlyng-, blåbær-, småbregne- og storbregneskog

Jordtype: Flater som har torv- eller podsolprofil og en jorddybde på minst 25 cm

Bonitet: F/G 11-20

Treslag: Flater hvor minst 80 prosent av volumet (hogstklasse II: 80 prosent kronedekning) er gran eller furu

Tetthet: Flater med full tetthet (for eksempel hogstklasse IVa, men ikke IVb)

Utvalget er i tillegg avgrenset til arealer med anvendelse «skog/utmark» (se definisjon i tabell 1.1). Dette innebærer at arealer som er underlagt vern i form av verneformene nasjonalpark eller naturreservat ikke inngår i bruttolista. Det samme gjelder statlig sikrede friluftsområder og arealer som er særskilt tilrettelagt for friluftsliv på annen måte, og hvor normalt skogbruk ikke vil kunne drives. Videre vil skogsmark som ligger i kraftgater, skytefelt og tette hyttefelt ikke regnes med.

Vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng-, og blåbærskog, som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard, utgjør nesten 13,5 millioner dekar (tabell 3.1). I tillegg inkluderer bruttolista 2,6 millioner dekar av vegetasjonstypene småbregne- og storbregneskog, som det etter Norsk PEFC Skogstandard ikke er åpning for å gjødsle i dag. Disse vegetasjonstypene er likevel omtalt i rapporten fordi det forventes at tilveksteffekten av gjødsling vil være god. Kun 50 000 dekar (0,3 prosent) av bruttoarealet er torvmark. Torvmark med allerede etablert foryngelse kan også gjødsles ifølge Norsk PEFC Skogstandard.

Hovedtyngden av det aktuelle gjødslingsarealet ligger på Østlandet, som har 66 prosent av arealet innen de tre vegetasjonstypene som i dag er tillatt å gjødsle i henhold til Skogstandarden.

Hvor stor del av potensielt tilgjengelig areal som det kan være aktuelt å gjødsle de nærmeste årene vil i praksis begrenses av en rekke forhold, herunder føringene knyttet til vegetasjonstyper i Skogstandarden og hensyn knyttet til naturmangfold, vannmiljø og andre miljøverdier. Bruttolista inneholder dessuten skog i alle aldersklasser, samt skog med ugunstige driftsforhold eller lavt potensiale for verditilvekst, som ikke vil være så aktuell å gjødsle. I kapittel 5.5 gjør vi et overslag over hvor store arealer som kan være tilgjengelige de nærmeste årene, der vi også tar hensyn til disse begrensningene.

S.3 Rangering av arealene i bruttolista

Den samlede nytten av tiltaket vil bli best ved å prioritere arealer hvor klimaeffekten er god, samtidig som tiltaket gir god næringsmessig nytte og akseptable miljøkonsekvenser.

Gjødslingseffekten er best på midlere barskogsboniteter der en vanligvis har middels rike vegetasjonstyper med podsolprofil. Bestandene som prioriteres for gjødsling ut fra næringshensyn, bør ha full tetthet slik at de utnytter den tilførte næringen best mulig, og de bør være veksterlige og friske med trær som kan gi virke av god kvalitet. I tillegg bør man prioritere bestand som har gode driftsforhold foran bestand med dårligere driftsforhold. Dimensjonsøkningen som følge av gjødsling gir ofte større prisøkning på virke av furu enn av gran.

Der hvor mangel på nitrogen begrenser skogens vekst vil gjødsling gi økt diameter- og høydevekst, og vil derfor øke det årlige CO₂-opptaket i levende biomasse. Faktorer som karbondynamikken i jord, risiko for lystgassutslipp og utslipp fra maskiner som brukes i gjødslingen og fra produksjon av gjødsel vil også påvirke den totale klimagasseffekten. Endringer i karbonlager i skogsjord ble ikke inkludert i beregningen fordi virkningen av gjødsling er usikker. Dette er et område det bør forskes mer på. Med dagens kunnskap vurderer vi imidlertid at nettoeffekten av tiltaket er positiv. Bestandene som prioriteres for gjødsling ut fra næringshensyn, gir også god effekt ut fra ønske om økt opptak av CO₂. I bruttolista (se kapittel 3) er det tatt utgangspunkt i arealer der gjødsling vil gi et meropptak

av CO₂ med lav risiko for lystgassutslipp. Vi har imidlertid ikke nok kunnskap til å rangere arealene (vegetasjonstypene) i bruttolista i forhold til hverandre når det gjelder potensial for mer tilvekst og dermed økt CO₂-opptak.

Generelt vil miljøeffektene av nitrogengjødsling avhenge av hvor og hvordan tiltaket gjennomføres, for eksempel hvilken type skog som gjødsles, tidspunkt, buffersone og dosering. Samtidig som nitrogentilførsel kan øke tilveksten, kan nitrogen gi opphav til uønskede effekter på naturmangfold. Kjente effekter av nitrogentilførsel er økt biomasseproduksjon og endrete konkurranseforhold mellom planter. Siden arealene som vurderes som mest aktuelle for gjødsling vil avvirkes etter omlag 10 år, vurderes merbelastningen av gjødsling på terrestrisk miljø for hvert enkelt bestand å være relativt små, sammenlignet med den påvirkning skogøkosystemet vil få som følge av hogst og påfølgende foryngelsestiltak. Dette forutsetter at man unngår negativ påvirkning av verdifulle miljøverdier som eventuelt finnes innenfor arealene eller i tilstøtende arealer. Med forbehold om at det er begrensede arealer med produksjonsskog som er aktuelle å gjødsle og miljøkriterier følges, anses det som lite sannsynlig at endringer på bestandsnivå vil få betydning for utbredelse av vanlige arter på landskapsnivå. Det er likevel grunn til å være oppmerksom på den samlede belastningen på de aktuelle vegetasjonstypene når nye areal gjødsles hvert år (jamfør naturmangfoldloven § 10).

Når det gjelder vannmiljø er bildet mer komplekst. Skoggjødsling på dagens nivå har sannsynligvis liten effekt på vannmiljøet. På nasjonalt nivå er det heller ikke sannsynlig at skoggjødsling i det omfanget som skisseres i rapporten vil bli en stor kilde til nitrogenforurensning sammenlignet med andre kilder. Noen områder vil imidlertid være særskilt sårbare for en ekstra tilførsel av nitrogen, fordi vannmiljøet i områdene allerede har en eller flere utfordringer knyttet til nitrogen. Dette kan for eksempel være områder som får stor nitrogenavsetning fra lufta, har en samlet avrenning av nitrogen til vassdrag og marine områder som overskrider miljøkvalitetsnormer eller har utfordringer knyttet til problemarter som krypsiv (se kapittel 6 for detaljer). Dette gjelder Rogaland sør for Boknafjorden, Agderfylkene, Vestfold, nederste delen av Telemark og Buskerud, Østfold samt Oslo og Akershus som inkluderer deler av Glomma og Haldenvassdraget. Dette er områder hvor Norge har utfordringer knyttet til å oppfylle nasjonale og internasjonale miljømål relatert til nitrogen.

Gitt forutsetningene som er lagt til grunn i denne rapporten og at miljøkriteriene i kapittel 8.2 følges, antar vi at gjødsling vil gi akseptable effekter for terrestrisk miljø. Når det gjelder vannmiljø bør man prioritere områder som ikke allerede er særskilt sårbare for en ekstra tilførsel av nitrogen, ved å sette et øvre tak på gjødslet areal i det sårbare området.

S.4 Anbefalte miljøkriterier

Arealene som er aktuelle for gjødsling bør vurderes av den regionale eller lokale myndighet etter begrensninger og føringer i henhold til eksisterende lov- og regelverk (kapittel 8.2.1). I henhold til eksisterende lov- og regelverk, herunder naturmangfoldloven, er det noen arealer hvor det normalt ikke er tillatt med tiltak som gjødsling i skog. Ved gjødsling i nærheten av disse områdene må det påses at miljøverdiene i disse arealene ikke påvirkes negativt.

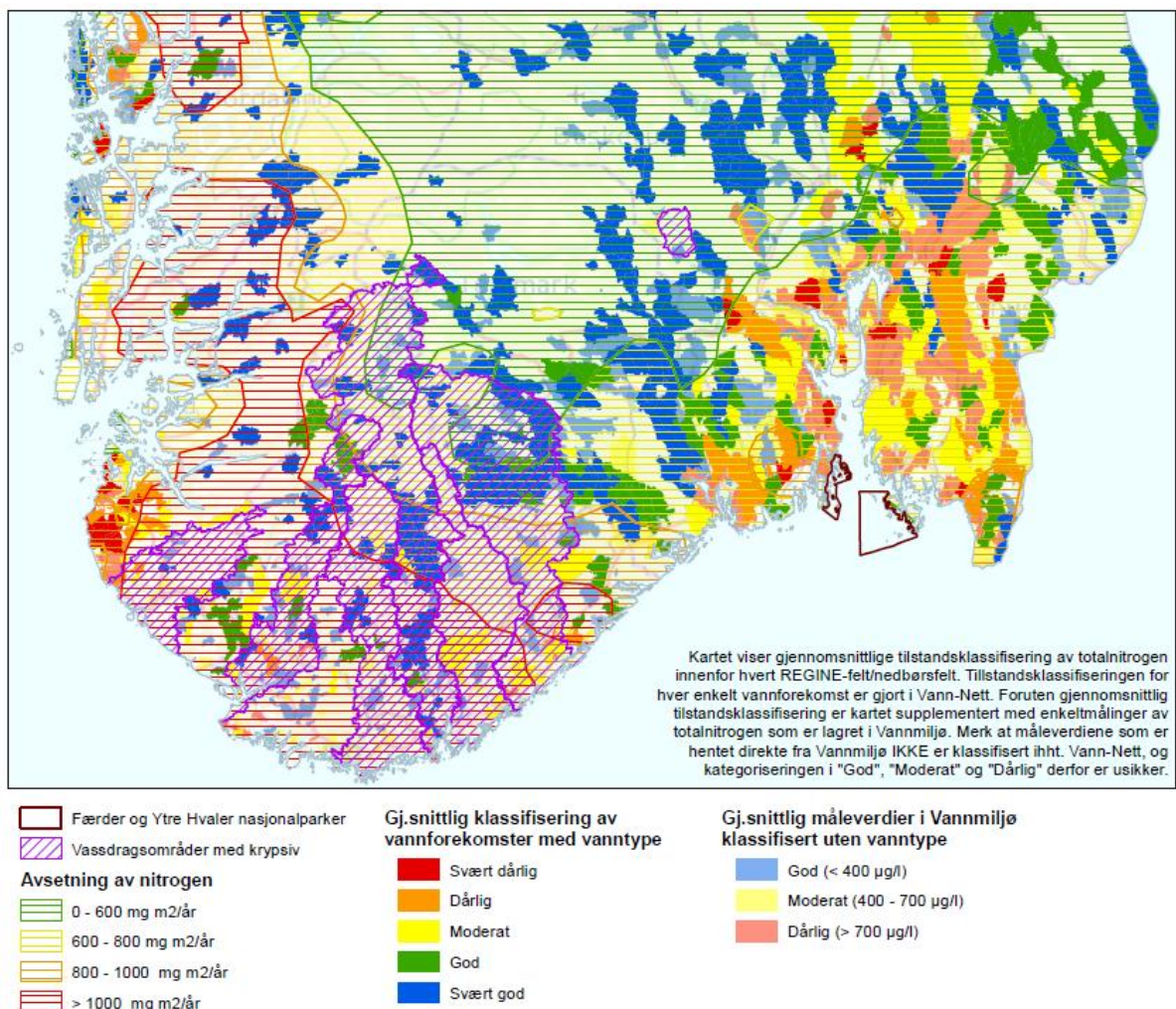
I kapittel 8.2.2 har etatsgruppen anbefalt generelle miljøkriterier som bør legges til grunn for en eventuell tilskuddsordning til gjødsling av skog som klimatiltak. Prinsippene i naturmangfoldloven §§ 8 til 12 skal legges til grunn som retningslinjer ved utøving av offentlig myndighet, herunder når et forvaltningsorgan tildeler tilskudd, og ved forvaltning av fast eiendom. Forvaltningsmålene for økosystemer, naturtyper og arter (§§ 4 og 5) skal også ivaretas.

De generelle miljøkriteriene omhandler:

- Bestandskarakteristikk for å oppnå ønsket effekt ut fra hensyn til klima, miljø og næring
- Hensyn til arter og naturtyper med høy verdi
- Gjødslingspraksis for å få god effekt av gjødslingen og samtidig unngå negative effekter på terrestrisk miljø og vannmiljø, inkludert anbefalt gjødslingstype, dose, gjødslingsfrie soner og tidspunkt for gjødsling.

I noen områder er vannforekomstene sårbare for økte tilførsler av nitrogen. Dette er områder som i dag har store N-avsetninger fra atmosfæren, dokumenterte utfordringer knyttet til N-belastning i ferskvann eller kystområdene, utfordringer knyttet til krypsiv eller som drenerer til sårbare havområder. Skoggjødsling i det omfang vi drøfter i rapporten gir liten N-avrenning sammenlignet med andre kilder. Ut fra samlet belastning og et føre-var-prinsipp har vi likevel valgt å anbefale at dette området bør vurderes etter spesielle miljøhensyn som er beskrevet i kapittel 8.2.3.

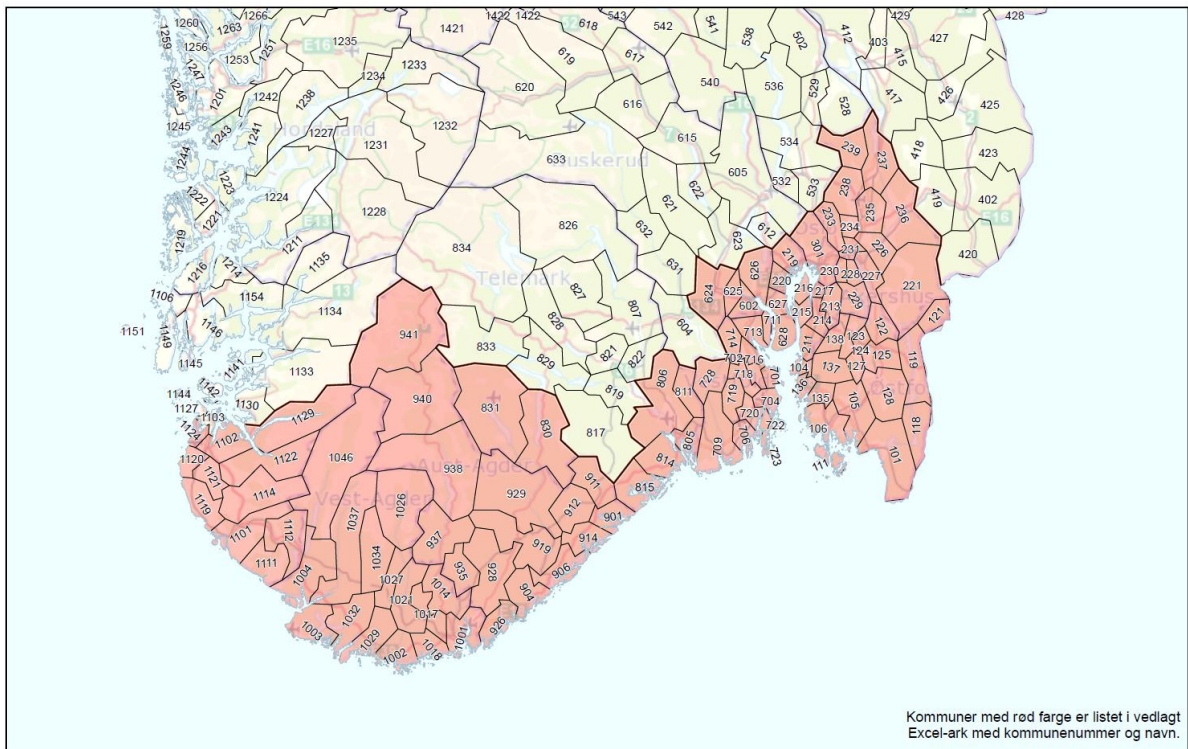
Figur S.1 gir en samlet oversikt over hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø.



Figur S.1 Samlet oversikt over hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø.

Basert på en vurdering av samlet belastning og føre-var-prinsippet har etatsgruppen definert hvilke kommuner som er sårbare for ekstra tilførsel av nitrogen, og som bør inngå i en sone hvor det bør tas spesielle miljøsyn. Dette er kommuner som har høyt nitrogennedfall, klassifisert med moderat eller dårligere tilstand i vannforekomstene, forekomst av krypsiv og/eller som drenerer til følsomme marine områder. Sonen omfatter Rogaland sør for Boknafjorden, fylkene Vest-Agder, Aust-Agder, Vestfold, Østfold, Oslo og Akershus, samt deler av Telemark og Buskerud¹.

Figur S.2 gir en oversikt over hvilke kommuner etatsgruppen anbefaler at bør inngå i sonen med spesielle miljøsyn.



Figur S.2 Oversikt over kommuner som er innenfor sonen.

Eksisterende lov- og regelverk gir ikke anledning til å begrense hvor store areal som kan gjødsles ved bruk av skogfond. Etatsgruppen mener at det bør settes et tak på areal som kan gjødsles i sonen som er sårbare for ekstra tilførsel av nitrogen. Det betyr at man kan regulere tilskuddsmidlene på en slik måte at de ikke medvirker til at det samlede gjødslingsarealet (gjødsling med og uten tilskudd) går over taket.

Etatsgruppen har kommet frem til at taket på gjødslet areal i denne sonen bør ligge på maksimalt 25 000 dekar over en femårsperiode, det vil si i snitt 5 000 dekar per år.

Både sonen og taket bør vurderes etter fem år ut fra erfaring og kunnskap om hvilke effekter gjødsling har for miljø, klima og næring.

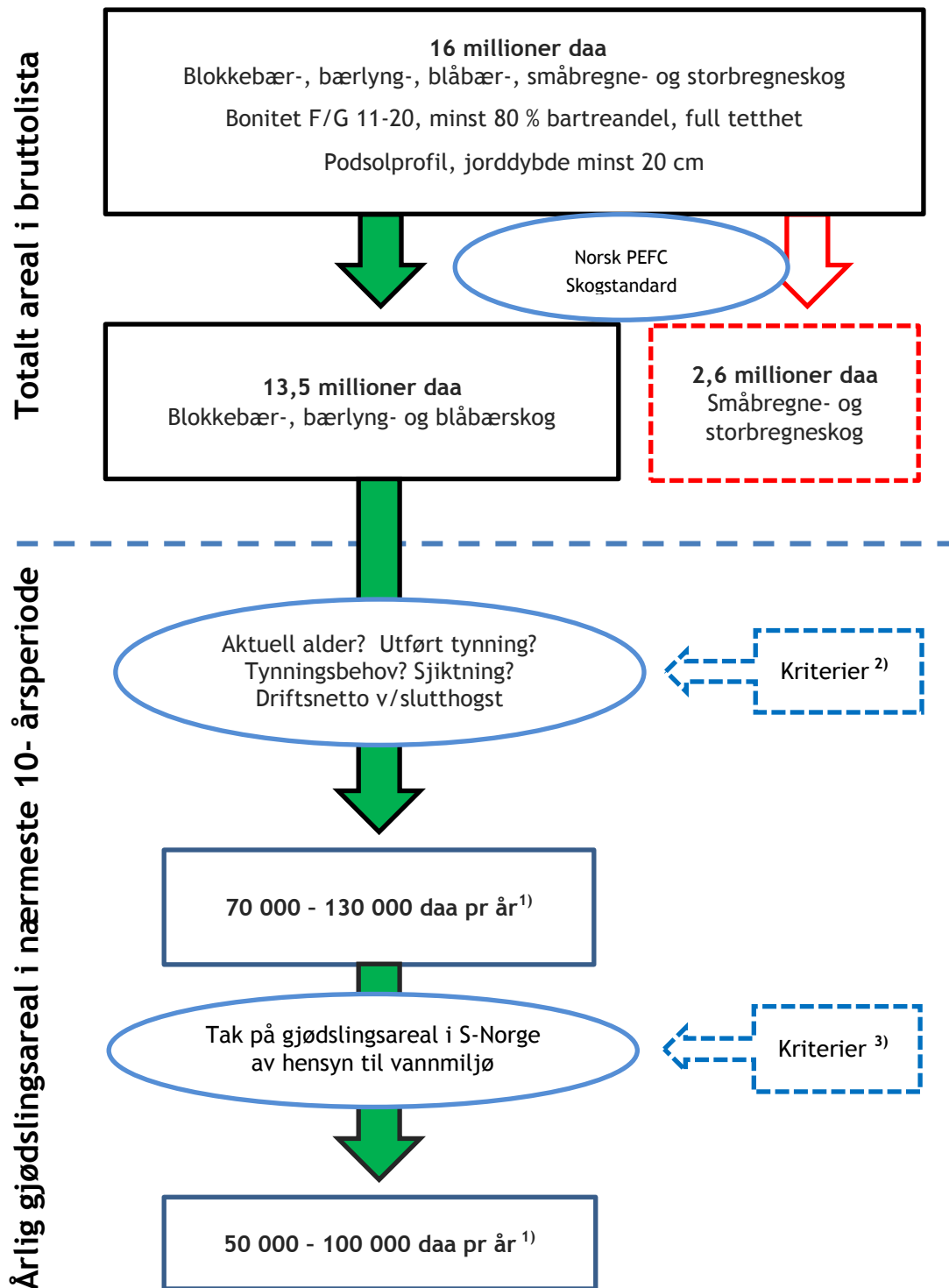
¹ I Telemark og Buskerud er følgende kommuner innenfor sonen: Bamble, Drammen, Fyresdal, Hurum, Kragerø, Lier, Nedre Eiker, Nissedal, Porsgrunn, Røyken, Siljan, Skien, Øvre Eiker.

S.5 Omfang av aktuelle arealer og regionale vurderinger

Det er mange faktorer som påvirker omfanget av arealer det er mest aktuelt å gjennomføre tiltaket på. Mange av disse faktorene må vurderes på lokalt nivå. Det vil derfor ikke være mulig å konkludere med hva det faktiske arealomfanget vil være, men vi har vist noen størrelsesanslag som kan gi en pekepinn på hvor store arealer som ut fra hensyn til klima, miljø og næring vil være positivt eller akseptabelt å gjødsle.

Bruttolista i kapittel 3 omfatter 13,5 millioner dekar av vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard. Gjødsling på disse vegetasjonstypene kan gi god produksjonsøkning. Bruttoarealet omfatter også yngre skog som først vil være i aktuell alder for gjødsling flere tiår fram i tid, og hogstmoden skog som først vil kunne være aktuelt gjødslingsareal i siste fase av påfølgende skogomløp.

Med utgangspunkt i skog som vil være i aktuell alder for gjødsling de nærmeste tiårene innen de tre vegetasjonstypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard, anslår vi at et potensielt arealomfang vil ligge i størrelsesorden 70 000-130 000 dekar per år de nærmeste 10 årene. Det potensielle årlige arealet reduseres til 50 000-100 000 dekar ved innføring av en sone med spesielle miljøhensyn, siden det for denne sonen settes et tak for areal som kan gjødsles. I dette intervallet er det ikke tatt hensyn til at en må forvente en viss reduksjon av det tilgjengelige arealet grunnet avsetting av gjødslingsfrie soner mot verdifulle miljøelementer og mot innsjøer, elver og bekker med helårsvannføring. Det er heller ikke tatt med at det kan være aktuelt å gjødsle noe areal på F/G8, som ikke er med i bruttolista. Se figur S.3 for en oversikt over hvilke arealer som vurderes som aktuelle for gjødsling.



1. Høyeste og laveste verdi angir et øvre og nedre estimat. I tillegg kommer eventuelt gjødslingsareal i egnede bestand på bonitet G/F 8, som ikke er inkludert i bruttoarealet. Til fratrekk kommer buffersoner mot vann, vassdrag og verdifulle miljøelementer.
2. For nærmere beskrivelse av forutsetningene vises til kapittel 4.2.3.
3. Hvilke fylker/kommuner som er inkludert i sonen hvor det anbefales tak på gjødslingsarealet framgår av kapittel 8.2.3.

Figur S.3 Oversikt over hvilke arealer som vurderes som aktuelle for gjødsling.

De oppgitte øvre og nedre estimatene tar utgangspunkt i to ulike forutsetninger basert på tilgjengelig informasjon om skogtilstanden og utført skogbehandling på arealene, slik dette framgår av registreringene i Landsskogtakseringen (jmfør kapittel 4.2.3). Det er imidlertid vanskelig å si noe om virkeskvaliteten på disse arealene uten en lokal vurdering.

Jo større areal en ønsker å gjødsle, jo større behov for avveining mellom de ulike hensynene må forventes. I de tilfeller der det er motsetning mellom ulike interesser, må man avveie hensynene mot hverandre og søke den løsningen som samlet sett gir det beste resultatet for samfunnet.

Med et omfang på 50 000-100 000 dekar per år og med forutsetning om en tilvekstsøkning på 0,15 kubikkmeter per dekar per år, vil tiltaket gi en forventet klimagasseffekt på 0,14-0,27 millioner tonn CO₂ i året etter 10 år. De forutsetninger vi her har lagt til grunn med hensyn på aktuelt areal og tilvekstsøkning, er mer konservative enn de som lå til grunn for beregningene i Klimakur 2020, hvor klimagasseffekten ble estimert til 0,45 millioner tonn CO₂ i året, jmfør kapittel 5.2.2. Forutsetningen om et tak på årlig gjødslingsnivå for en vesentlig del av det aktuelle arealet bidrar også til å forklare forskjellen.

S.6 Virkemidler

Gjødsling i skog kan gi potensielt god lønnsomhet for skogeier, men lønnsomheten er avhengig av mange variabler, som tidshorisonten fram til gevinsten ved gjødslingen kan realiseres, mulighetene for prisøkning ved større dimensjoner og muligheten til å benytte tilskudd og skogfondsmidler. I dag brukes det økonomiske virkemidler som skogfond og direkte tilskudd for å stimulere til gjødsling av skog. I tillegg har skogeierorganisasjonene en viktig rolle med informasjon og veiledning ut til medlemmene.

Dersom en ønsker å øke omfanget av gjødsling i skog i klimasammenheng, kan man bygge på eksisterende ordninger i skogbruket (skogfond og tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK)), men med en økning i de økonomiske rammene og øremerking av tilskudd til gjødsling som klimatiltak. Med bakgrunn i nasjonale retningslinjer basert på eksisterende lov- og regelverk, miljøkriterier og eventuelle føringer for tilskuddet, utarbeides det først regionale tilpasninger for aktuelle gjødslingsarealer på fylkesnivå. Med grunnlag i dette bør kommunene være hjelpelige med å lage en oversikt over skogeiere som kan ha aktuelle gjødslingsarealer, og informasjon må ut til skogeierne som skal bestemme seg for om de vil gjødsle skogen. Gjødselaktiviteten kan reguleres ved å justere fordelingene av tilskudd til fylkene, og heve eller senke tilskuddssatsen til skogeier. Informasjonen om aktuelle skogeiere kan formidles til skogeierorganisasjonene og andre tjenestetilbydere i skogbruket. Denne informasjonen vil være til hjelp når aktørene skal kontakte skogeierne og avklare hvem som ønsker å gjødsle det enkelte år. I samsvar med spesielle miljøhensyn kan det settes frist for å søke om tilskudd som sikrer en tettere oppfølging. Når tiltaket er gjennomført søker skogeier om tilskudd og bruk av skogfond. Sammen med søknaden om utbetaling av tilskudd må det følge dokumentasjon av at tiltaket er gjennomført i henhold til eksisterende lov- og regelverk, samt miljøkriteriene i kapittel 8 og eventuelle føringer til bevilgningen. Kommunen kontrollerer at arbeidet er utført i samsvar med lov- og regelverk, og miljøkriterier i kapittel 8, og fatter vedtak om utbetaling av tilskudd. Fylkesmannen utbetaler tilskuddet. Fordelingene av tilskuddene til fylkene baseres på fylkenes årlige rapporteringer om forbruk av tilskuddsmidler og forventet tilskuddsbehov.

Kostnaden for tiltaket er, som i Klimakur 2020, satt til 300 kroner per dekar. Erfaringer i forvaltningen tilsier at tilskuddet bør være på 30 prosent av skogeiers kostnad for å gjennomføre tiltaket for å kunne stimulere til økt skoggjødsling som klimatiltak, altså om lag 100 kroner per dekar.

For å utløse en vesentlig økning av gjødslingsaktiviteten legger etatsgruppen til grunn at det vil være behov for økt informasjon, men kostnadene til dette er vanskelig å anslå.

Ved et arealomfang på 75 000 dekar per år, som representerer et gjennomsnitt av øvre og nedre estimat for potensielt gjødslingsareal, vil den årlige kostnaden for selve tiltaket være 22,5 millioner kroner. Av dette vil 7,5 millioner kroner (det vil si 30 prosent) dekkes av tilskudd. Den totale kostnaden ved tiltaket vil være 109 kroner per tonn bundet CO₂, dersom vi ikke inkluderer skogeiers merinntekter fra tømmeret. Det offentlige bidraget av kostnadene vil utgjøre vel 36 kroner per tonn CO₂.

S.7 Mulig program- eller kontrollmekanisme for gjødslede områder

For å øke kunnskapen om målrettet gjødsling i ulike typer skog, og for å sikre at tiltaket ikke gir uheldige effekter for naturmangfold og andre miljøverdier, kan det være hensiktsmessig å etablere en mekanisme eller et program for å kunne ha kontroll over områdene som gjødsles, både når det gjelder økt tilvekst og klimaeffekt og hvordan naturen for øvrig responderer på gjødslingen. Kontrollsystemet må sees i sammenheng med det økonomiske omfanget av tiltaket. Det vil være begrenset hvor omfattende kontrollsystemer en kan iverksette sett i lys av tiltakets økonomiske rammer.

Landsskogtakseringen og Resultatkontrollen i skogbruket er to eksisterende systemer som kan bygges ut for å henholdsvis overvåke og kontrollere arealer som har blitt gjødslet. Det vil imidlertid være vanskelig å si hva årsaken til arealets tilstand er, uten å kunne sammenligne med kontrollruter som ikke er gjødslet.

For å få en god oversikt over effekten av gjødsling på skogens tilvekst, karbonlagring og miljø, er det behov for mer langsiktige forskningsprosjekter. Ved å etablere et eller flere forskningsprosjekter, kan man øke kunnskapsnivået om skoggjødsling i Norge, noe som vil gi grunnlag for bedre og mer målrettet virkemiddelbruk. Vi har nok kunnskap i dag til å rette forskningen inn på arealer som er mest egnet for gjødsling, med aktuelle gjødseltyper, realistiske doser og så videre. Slike forskningsprosjekter kan være med på å styrke kompetansen nasjonalt, også for å tolke og bruke resultatene fra andre land.

S.8 Gjødsling av torvmark med aske fra biobrenselanlegg

Gjødsling med aske i skog, inkludert torvmark, er ikke tillatt i dag. Eventuell bruk av aske til gjødsling vil kunne bli regulert av «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav». Forskriften er under revisjon, og vi vet ikke om askegjødsling i skog vil inngå her.

Askegjødsling på grøftet torvmark kan øke skogens tilvekst betydelig. En dose på 0,3-0,6 tonn aske per dekar og omløp antas å ville gi god tilveksteffekt og begrensede miljøeffekter, og ligger på linje med anbefalinger i Finland og Sverige. Askens kvalitet må kontrolleres, blant annet innholdet av tungmetaller. For å unngå sviskader på vegetasjonen og sørge for en langvarig effekt bør kun herdet aske spres. Askegjødsling vil kunne endre vegetasjonen i retning av mer fastmarkslignende typer, og endringen er langvarig. Negative miljøeffekter i form av avrenning, tungmetallbelastning med mer antas å bli begrensede.

Resultater fra studier av utslipp av klimagasser fra jord etter asketilførsel varierer en del, særlig når det gjelder CO₂, mens utslipp av lystgass og metan virker å holde seg stabilt eller gå ned. I sum forventes det en positiv klimagasseffekt av askegjødsling på torvmark, gitt at trærnes vekst er begrenset av tilgangen på andre næringsstoffer enn nitrogen.

Det er kun hensiktsmessig å spre aske på grøftede torvmarker. Grøftet, produktivt torvmarksareal i hogstklasse III-IV og bonitet 8-14 utgjør i dag om lag 800 000 dekar. Det er usikkert hvor mye treaske av riktig kvalitet som kan være tilgjengelig for et slikt tiltak. Et grovt anslag på 6 000 tonn ren treaske produsert per år og en dose på 0,3 tonn per dekar gir mulighet til å gjødsle om lag 20 000 dekar årlig.

Dersom askegjødsling i skog blir tillatt, bør gjødslingen skje i henhold til miljøkriterier som er spisset mot askegjødsling. For å få til bruk av aske på torvmark som klimatiltak i Norge vil det være nødvendig med stimulerings tiltak som informasjon, tilrettelegging og tilskudd i flere ledd i kjeden, fra askeprodusenter til skogeierandelslag og skogeiere.

Innhold

Forord.....	2
Sammendrag	3
Innhold.....	13
1 Innledning.....	16
1.1 Bakgrunn	16
1.2 Mandat	16
1.3 Tolkning av mandat	17
1.4 Arbeidsmetode og prosess	18
1.5 Oppbygging av rapporten og avgrensinger	19
1.6 Definisjoner	20
2 Skogbrukets rammebetingelser	24
2.1 Internasjonale mål og forpliktelser	24
2.2 Nasjonale mål	25
2.3 Lover, forskrifter, standarder og virkemidler	26
2.3.1 Skogbruksloven med forskrifter	26
2.3.2 Norsk PEFC Skogstandard og FSC-sertifisering	28
2.3.3 Naturmangfoldloven med forskrifter.....	29
2.3.4 Kulturminnelov.....	32
2.3.5 Vannforskriften	32
2.3.6 Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav	32
3 Skogarealer som kan egne seg for gjødsling - bruttoliste	34
3.1 Beskrivelse av dagens gjødslingspraksis	34
3.2 Bruttoareal for målrettet gjødsling	36
3.2.1 Metode og datagrunnlag.....	36
3.2.2 Totalt areal i bruttolista og fordeling på regioner	37
3.2.3 Bruttoarealets fordeling på vegetasjonstyper, bonitetsklasser og treslag	38
3.2.4 Fordeling på hogstklasser og antall år til hogstmodenhet	39
3.2.5 Vurdering av aktuelle arealer	41
4 Skogbruksmessig nytte ved målrettet gjødsling.....	42
4.1 Generelt om skogbruksmessige effekter ved gjødsling	42
4.2 Vurdering av arealene i bruttolista etter skogbruksmessig nytte.....	43
4.2.1 Eksempel på lønnsomhet ved gjødsling av skog 10 år før hogst.....	43
4.2.2 Lønnsomhet av tiltaket ved varierende driftsforhold.....	45
4.2.3 Aktivt skjøttede arealer.....	47
4.2.4 Gjødsling i andre typer skogbestand	49
4.3 Oppsummering og rangering av arealer	49

5	Klimaeffekt ved gjødsling av skog	51
5.1	Skogens rolle i klimagassregnskapet	51
5.1.1	Opptak av klimagasser i norske skoger	51
5.1.2	Internasjonal rapportering	53
5.1.3	Utslipp av lystgass (N ₂ O) i Norge.....	54
5.2	Klimaeffekter ved gjødsling av skog	55
5.2.1	Faktorer som påvirker klimaeffekten	55
5.2.2	En tidligere studie av gjødsling som klimatiltak - Klimakur 2020.....	55
5.3	Rangering av arealene i bruttolista etter klimanytte	56
5.3.1	Karbondynamikk i levende biomasse.....	56
5.3.2	Karbondynamikk i jord	57
5.3.3	Risiko for lystgassutslipp	58
5.3.4	Utslipp i forbindelse med produksjon og spredning av gjødsel.....	58
5.3.5	Usikkerhet	59
5.3.6	Andre gjødslingsregimer	59
5.4	Oppsummering	59
6	Miljøeffekter og vurdering av miljøhensyn.....	60
6.1	Generelt om mulige miljøeffekter ved gjødsling	60
6.2	Konsekvenser av nitrogen gjødsling for terrestrisk miljø	62
6.2.1	Vegetasjon og jordsmonn	62
6.2.2	Kulturminner	64
6.2.3	Friluftsliv.....	64
6.2.4	Landskap	64
6.2.5	Effekter ved gjentatt gjødsling og gjødsling av ung skog	64
6.3	Konsekvenser av nitrogen gjødsling for vannmiljø	65
6.3.1	Avrenning av nitrogen til ferskvann og kystområder	65
6.3.2	Forsuring av jordsmonn og vassdrag	75
6.3.3	Mulig virkning av klimaendringer på vassdrag og fjorder.....	76
6.3.4	Effekter ved gjentatt gjødsling og gjødsling av ung skog	76
6.4	Rettslig og miljøfaglig grunnlag for miljøkriterier	76
6.4.1	Begrensninger og føringer i eksisterende lov og regelverk.....	76
6.4.2	Vannmiljø - begrensninger og føringer i eksisterende lov- og regelverk	79
6.4.3	Miljøfaglige hensyn og føringer	80
6.5	Oppsummering	84
7	Virkemidler for måltrettet gjødsling av skog	85
7.1	Innledning.....	85
7.2	Økonomiske virkemidler - skogfond og tilskudd	88
7.2.1	Skogfond	88

7.2.2	Tilskudd	89
7.2.3	Samvirkning mellom tilskudd og skogfond	89
7.2.4	Retningslinjer og kriterier	90
7.3	Forslag til forvaltningsmodell	90
7.4	Eksempel på kostnader ved gjennomføring av tiltaket	92
7.5	Oppsummering	92
8	Egnede arealer og miljøkriterier - samlet vurdering	94
8.1	Egnede arealer	94
8.2	Anbefalte miljøkriterier	97
8.2.1	Begrensninger på gjødsling i skog etter gjeldende lov- og regelverk	97
8.2.2	Anbefaling om generelle miljøkriterier	98
8.2.3	Anbefaling om spesielle miljøhensyn ved gjødsling i områder der vannforekomster er særskilt sårbare for økte tilførsler av nitrogen	100
8.2.4	Andre hensyn	103
8.3	Omfang av aktuelle arealer og regionale vurderinger	103
8.4	Andre gjødslingsregimer	106
8.5	Virkemidler	107
8.6	Usikkerheter og kunnskapshull	107
9	Mulige program - eller kontrollmekanismer for gjødslede områder	109
9.1	Landsskogtakseringen	109
9.2	Forvaltnings- og resultatkontroll	110
9.3	Forskning	110
10	Gjødsling av torvmark med aske fra biobrenselanlegg	112
10.1	Generelt om gjødsling med aske	112
10.2	Tilveksteffekter og potensielt areal for askegjødsling	113
10.3	Klimaeffekter ved gjødsling med aske	116
10.4	Miljøeffekter ved gjødsling med aske	117
10.5	Skogbruksmessig nytte av askegjødsling	118
10.6	Samlet vurdering av effekter	118
10.7	Tilrettelegging for bruk av treaske i skog	119
11	Referanser	120
	Vedlegg	129
	Vedlegg 1: Mandat	129
	Vedlegg 2: Landsskogtakseringen	133
	Vedlegg 3: Figurer og tabeller som er relevant for kapittel 6	134
	Vedlegg 4: Figurer og tabeller som er relevant for kapittel 7	138
	Vedlegg 5: Kommuner innenfor sonen med spesielle miljøhensyn	139
	Vedlegg 6: utfordringer knyttet til nitrogen og vannmiljø, kart	143

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Skogen i Norge er viktig i klimasammenheng ved at den årlig tar opp en CO₂-mengde som tilsvarer over 60 prosent av våre samlede årlige utslipp av klimagasser. I tillegg er bærekraftig bruk av skogressurser en viktig kilde til fornybar energi og til trematerialer som kan erstatte mer klimabelastende materialer. Skogøkosystemene lagrer også store karbonmengder, og har viktige funksjoner for å dempe negative effekter av klimaendringer.

I Meld. St. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* (klimameldingen) ble det varslet om tiltak for å øke skogens karbonlager, både ved å øke det produktive skogarealet og ved gjennomføring av skogtiltak på eksisterende skogarealer. Videre ble det foreslått å bedre insentivene til uttak av råstoff fra skogen til bioenergi, med særlig vekt på skogsavfall (GROT) slik at blant annet tiltak med kort tilbakebetalingstid for CO₂ prioriteres. Målrettet gjødsling er ett av skogtiltakene i klimameldingen.

I meldingen presiseres det videre at det skal utvikles miljøkriterier for målrettet gjødsling av skog. Dette krever vurdering av hva som kan være den riktige avveiningen mellom klima, naturmangfold og næring.

Meld. St. 21 (2011-2012) Norsk klimapolitikk:

*"Regjeringen vil:
Bidra til økt karbonopptak gjennom målrettet gjødsling av skog. Samtidig må det utvikles miljøkriterier for dette."*

1.2 Mandat

Klima- og miljødepartementet (KLD - tidligere Miljøverndepartementet) og Landbruks- og matdepartementet (LMD) har gitt et fellesoppdrag til Norsk institutt for Skog og landskap, Statens landbruksforvaltning (SLF) og Miljødirektoratet (daværende Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)) om å utvikle miljøkriterier for målrettet gjødsling av skog (brev av 22.11.2012, se vedlegg 1).

Vurderingene skal ta utgangspunkt i det eksisterende lov- og regelverket og sertifiseringsrutinene som regulerer skogbruket. Sentrale elementer er blant annet skogbruksloven med bærekraftforskrift, vannforskriften, naturmangfoldloven og forskrift om utsetting av utenlandske treslag², samt Norsk PEFC Skogstandard.

Oppdraget inkluderer vurdering av både klimagasseffekter og andre klimaeffekter (strålingspådriv, albedo mv.), der det finnes tilstrekkelig vitenskapelig kunnskapsgrunnlag for slike vurderinger.

Etatene skal bidra til arbeidet på områder hvor det er naturlig ut fra de respektive etatenes faglige kompetanseområder, og komme fram til en omforent besvarelse. Miljødirektoratet skal koordinere arbeidet, og det kan være aktuelt å trekke inn andre etater eller institusjoner i arbeidet ved behov.

² Forskrift om utsetting av utenlandske treslag er ikke relevant for tiltaket målrettet gjødsling av skog.

For besvarelsen har KLD og LMD for øvrig lagt følgende føringer:

1. Direktoratgruppen foretar en samlet vurdering av punktene A og B nedenfor og gir en anbefaling av hvilke arealer som er egnet for å gjødsles ut fra miljø- og klimahensyn.
 - A. Direktoratgruppen vurderer hvilke areal som er best egnet for gjødsling og hvor det kan påregnes økt karbonopptak med liten risiko for lystgassutslipp. Arealene bør graderes ut fra skogbruksmessig nytte og potensial for karbonopptak. Det er naturlig å legge vegetasjonstyper til grunn for arealsorteringen.
 - B. Direktoratgruppen vurderer hvilke arealtyper som ikke bør gjødsles med utgangspunkt i eksisterende miljøkriterier og normer, og hvilke arealer som kan gjødsles gitt at en tar visse hensyn til naturmangfold og andre miljøverdier.
2. Direktoratgruppen gjør en vurdering av effekten av å gjødsle torvmark med aske fra biobrenselanlegg, hvordan en eventuelt kan legge til rette for dette samt optimale mengder aske som gjødsel.
3. Direktoratgruppen foreslår en mulig mekanisme eller et program for kontinuerlig å kunne ha kontroll over områdene som gjødsles for å se hvordan klimaeffekten er og hvordan naturen for øvrig responderer på gjødslingen.
4. Direktoratgruppen foretar en vurdering av eksisterende virkemidler og eventuelle nye virkemidler for å sikre økt karbonopptak gjennom målrettet gjødsling av skog.

1.3 Tolkning av mandat

Fagetatenes³ tolkning av mandatet er at vi ikke skal ta stilling til om det skal gjødsles og eventuelt i hvilket omfang. Vi tolker det dithen at oppgaven fra departementene er å utarbeide et faglig grunnlag med omforente vurderinger av hvilke arealer som kan egne seg for gjødsling. I tillegg skal vi peke på problemstillinger som vil kreve politiske avgjørelser når det gjelder mulige målkonflikter mellom næringsinteresser, hensynet til naturmangfold og andre miljøverdier, hensynet til opptak av klimagasser og risiko for lystgassutslipp. Identifisering av arealer krever at det gjøres avveininger og prioriteringer innenfor hver av de overnevnte interessene, samt at det gjøres avveininger på tvers av interesser. I tillegg kan det være målkonflikter med andre nasjonale og internasjonale forpliktelser.

Hensikten med tiltaket målrettet gjødsling av skog er å øke det årlige opptaket av CO₂ i skogen. Tiltaket bør prioriteres på arealer der gjødsling gir positive klimaeffekter, samtidig som det gir akseptable effekter på naturmangfold og andre miljøverdier. I tillegg er det en forutsetning for å gjennomføre tiltaket at det er økonomisk interessant for den enkelte skogeier. Hovedmålet med oppdraget er at fagetatene med utgangspunkt i eksisterende lov- og regelverk skal utvikle miljøkriterier for målrettet gjødsling av skog. Det er ikke opp til etatene å vurdere hvor det bør være tillatt eller forbudt å gjennomføre tiltaket, utover det som allerede er fastsatt i eksisterende lov- og regelverk.

Etatenes viktigste oppgave blir å beskrive de arealene som kan være aktuelle for gjødsling innenfor rammene av punkt 1 i mandatet, og redegjøre for hvordan gjødsling på de aktuelle arealene vil kunne påvirke klima, naturmangfold, vannmiljø og andre miljøverdier samt næring. Vi vil legge vegetasjonstyper til grunn for arealsorteringen ved at kun utvalgte vegetasjonstyper er inkludert i vurderingen. Utover det har vi ikke funnet det hensiktsmessig å bruke vegetasjonstypene som rangeringskriterium. Når det gjelder vurderingene av

³ Bestående av Miljødirektoratet, Statens Landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap.

vannmiljø og nitrogenavsetning med luft og nedbør, vil det blant annet være mest riktig å se på geografiske områder. De konkrete vurderingene for de ulike arealene skal være et utgangspunkt for en samlet prioritering av arealene, gitt alle de nevnte hensynene.

Ut fra omsyn til terrestrisk miljø har etatene valgt å grovsortere skogarealene i følgende to hovedkategorier:

- Arealer som kan gjødsles i henhold til miljøhensyn i eksisterende lov- og regelverk, men hvor arealene kan inneholde miljøverdier som det må tas hensyn til i henhold til miljøkriterier.
- Arealer som normalt ikke skal gjødsles i henhold til miljøkriterier i eksisterende lov- og regelverk.

Ut fra omsyn til vannmiljø har etatene valgt å grovsortere skogarealene i følgende to hovedkategorier:

- Områder som kan gjødsles dersom det tas generelle miljøhensyn med utgangspunkt i eksisterende regelverk.
- Områder der det er behov for spesielle miljøkriterier av hensyn til vannmiljø.

Det vil være behov for å prioritere arealene etter grad av miljøpåvirkning ved gjødsling, potensialet for økt CO₂-opptak og næringsmessig verdi av gjødslingen. Vurderingene skal ende opp i mest mulig klare anbefalinger for utvelgelse av arealer egnet til gjødsling på fylkes- eller kommunenivå, hvilke miljøhensyn som bør tas og bruk av virkemidler.

Videre tolkes mandatet dithen at vi skal etablere en bruttoliste med et estimat på hvor store arealer som på nasjonalt nivå teoretisk kan gjødsles, men at vi ikke skal kartfeste konkrete arealer.

1.4 Arbeidsmetode og prosess

Direktoratsgruppen har bestått av Miljødirektoratet (tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Direktoratet for naturforvaltning (DN)), Statens landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap. Miljødirektoratet har koordinert arbeidet.

Det ble etablert en styringsgruppe bestående av avdelingsdirektører fra de respektive etatene:

- Audun Rosland, avdelingsdirektør i Klimaavdelingen i Miljødirektoratet.
- Geir Grønningsæter, direktør i Avdeling ressurs og areal i Statens landbruksforvaltning.
- Rasmus Astrup, avdelingsdirektør i Avdeling for skogressurser i Norsk institutt for skog og landskap.

I tillegg ble det etablert en arbeidsgruppe bestående av representanter fra hver etat:

- Miljødirektoratet: Hege Haugland (prosjektleder), Ellen Bruzelius Backer, Helga Gunnarsdottir, Else Marie Løbersli og Odd-Kristian Selboe.
- Statens landbruksforvaltning: Torleif Terum, Jørn Lileng og Hans Asbjørn Sørli.
- Norsk institutt for skog og landskap: Aksel Granhus, Gunnhild Søgaard og Kjersti Holt Hanssen.

Flere medarbeidere i etatene utover arbeidsgruppen har bidratt inn i arbeidet.

Etatene har bidratt til arbeidet på områder hvor det er naturlig ut fra de respektive etatenes faglige kompetanseområder. Norsk institutt for skog og landskap har hatt hovedansvaret for å utarbeide en bruttoliste over potensielle gjødslingsarealer i kapittel 3, å vurdere de skogbruksmessige effektene av målrettet gjødsling av skog (kapittel 4), samt å vurdere effektene av å gjødsle torvmark med aske fra biobrenselanlegg (kapittel 10). Miljødirektoratet har hatt hovedansvaret for å vurdere klimaeffektene av tiltaket (kapittel 5), for å vurdere effekter på naturmangfold og andre miljøverdier (kapittel 6), for forslag til mekanisme eller program for å ha kontroll over områdene som gjødsles (kapittel 9), samt for å koordinere arbeidet med oppdraget. Statens Landbruksforvaltning har hatt hovedansvaret for virkemiddelvurderingene i kapittel 7.

Alle etater har vært involvert i arbeidet med alle delene av rapporten.

1.5 Oppbygging av rapporten og avgrensinger

Nitrogengjødsling av skog vil gi økt tilvekst og dermed økt opptak av CO₂ på alle arealer der nitrogen er begrensende for veksten. Det vil si at det, for å øke tilveksten, er mulig å gjødsle i både ung⁴ og gammel skog, samt flere ganger i løpet av et skogomløp. I denne rapporten har vi som en overordnet avgrensning valgt å legge hovedfokus på gjødsling i produksjonsskog om lag 10 år før hogst. En hovedbegrunnelse for å fokusere på produksjonsskog før hogst, er at dette er de mest interessante arealene sett fra skogbrukets side, i tillegg til at det vil begrense negative effekter på naturmangfold og andre miljøverdier. Dersom man ser isolert på opptak av CO₂, vil effekten være den samme uavhengig av tidspunkt for gjødsling.

I kapittel 2 om skogbrukets rammebetingelser gis en kort beskrivelse av internasjonale og nasjonale målsettinger og forpliktelser samt nasjonale lover og forskrifter som setter rammer for skogbruket, og for tiltaket målrettet gjødsling av skog.

I kapittel 3 presenteres en vurdering av hvilke areal som teoretisk er egnet for gjødsling, samt et samlet arealestimat («bruttoliste»). Arealene i bruttolista fordeles etter noen utvalgte parametere, som vegetasjonstyper, hogstklasser, regioner, med videre.

Vurderingene av skogbruksmessig nytte i kapittel 4 fokuserer primært på privatøkonomiske virkninger for grunneier. Ringvirkninger forbundet med tiltaket er ikke vurdert.

Kapittel 5 fokuserer på klimagasseffektene ved tiltaket, det vil si utveksling av klimagasser med atmosfæren, og ikke hvordan opptak og utslipp vil kunne påvirke klimasystemet og stabiliseringen av temperaturen på lang sikt.

I kapittel 6 om miljøeffekter og vurdering av miljøhensyn pekes det på miljøverdier som kan bli påvirket av tiltaket, knyttet opp mot de spesifikke arealene i bruttolista i kapittel 3 og geografiske regioner. Mulige effekter på miljøverdier knyttet til både terrestriske arealer og vannmiljø har blitt vurdert. Kapitlet inneholder også en vurdering av arealene i bruttolisten og hvilke miljøhensyn som bør tas i forbindelse med gjødsling. Kapitlet er ikke en konsekvensvurdering av tiltaket.

Virkemidler for å oppnå målrettet gjødsling av skog blir diskutert i kapittel 7. Det har ikke blitt gjort en samfunnsøkonomisk analyse av tiltaket, men beskrevet kostnader knyttet til tiltaket og virkemidler.

⁴ Vi antar at effekten vil være mindre i ungskog der barbiomassen enda ikke har nådd sitt maksimum (det vil si før trærne har begynt å «kviste seg opp»).

Kapittel 8 oppsummerer konklusjonene i kapitlene 4-6 og gir en samlet vurdering av hvilke arealer som bør prioriteres for målrettet gjødsling av skog ut fra hensyn til både klima, naturmangfold og andre miljøverdier og skogbruksmessig nytte. I tillegg gir kapittelet en anbefaling når det gjelder hvilke miljøkriterier som bør gjelde ved vurdering av aktuelle arealer for tiltaket. Basert på denne informasjonen, antyder vi mulige arealomfang og hvilke målkonflikter som kan oppstå, der det vil være behov for avveininger.

For å sikre at tiltaket gir tiltenkt effekt, kan det være hensiktsmessig å opprette en mekanisme eller et program for kontinuerlig å kunne ha kontroll over områdene som gjødsles. Kapittel 9 vurderer mulige kontrollprogram.

I kapittel 10 vurderer vi effekter av å gjødsle torvmark med aske fra biobrenselanlegg. Det gjøres en vurdering av aktuelle arealer samt effekter på skogbruksmessig nytte, utveksling av klimagasser til atmosfæren og effekter på naturmangfold og andre miljøverdier.

1.6 Definisjoner

A-lokaliteter etter DN Håndbok 13: Naturtyper som er «svært viktige» for biologisk mangfold. Kriterier for verdisettingen varierer fra naturtype til naturtype, se DN Håndbok 13 (2007, med senere oppdateringer på nett: www.miljodirektoratet.no)

Arealanvendelse: I tillegg til arealtypen (se *Arealtype*) registreres i Landsskogtakseringen også den viktigste anvendelsen for skog og andre arealer som vist i tabell 1.1. I utvalget i bruttolista er kun areal innen arealtypen produktiv skog og areal som har anvendelse skog/utmark inkludert.

Tabell 1.1 Definisjon av arealanvendelse brukt i Landsskogtakseringen.

Arealanvendelse	Definisjon
Skog/utmark	Skogbruks- og utmarksarealer uten annen aktiv bruk eller båndlegging.
By/tettsted/bebyggd	By, tettbebyggelse, hus, gårdstun, tomter osv.
Hyttefelt	Tett hyttefelt
Friluftsområde etc.	Normalt skogbruk drives ikke. Området er tilrettelagt som friluftsområde eller grønn lunge.
Skytefelt	Militært skytefelt, øvelsesområde.
Reservat	Naturresevat eller nasjonalpark.
Vei/bane/fly	Vei, jernbane, flyplass.
Kraftlinje	Kraftlinje eller rørledning.
Annet	Annet

Arealtype: I denne rapporten anvendes begrepet arealtype i henhold til Landsskogtakseringen (2013). I utvalget i bruttolista er kun arealtypen produktiv skog inkludert. Det vil si at arealet har nådd skogdefinisjonen (kronedekning > 10 prosent eller midlertidig uten tresetting), samt at produksjonsevnen er > 1 kubikkmeter per hektar per år. Tabell 1.2 viser definisjonene av arealtypene brukt i Landsskogtakseringen.

Tabell 1.2 Definisjon av arealtypene brukt i Landsskogtakseringen.

Arealtype	Definisjon
Produktiv skog	Kronedekning > 10 % eller midlertidig uten tresetting. Produksjonsevne > 1 m ³ pr ha/år.
Uproduktiv skog	Kronedekning > 10 % eller midlertidig uten tresetting. Produksjonsevne < 1 m ³ pr ha/år.
Annet tresatt areal	Kronedekning 5-10 % for trær som kan bli minst 5 m høye. Evt. over 10 % dekning inkludert busker med høyde minst 0,5 m.
Kystlynghei ¹⁾	Åpen, jorddekt mark under skoggrensa der kronedekning ikke holder kravet til «Annet tresatt areal». Opptrer ytterst langs kysten fra Aust-Agder til Finnmark.. Det er satt en fylkesvis høydegrens for å skille mot jorddekt snaumark, varierende fra 200 m o.h. i sør til 50 m o.h. i nord.
Snaumark	Myr eller fastmark hvor kronedekning ikke holder kravet til «Annet tresatt areal».
Vann	Ferskvann (minste bredde for bekker 4 m for utskilling som eget areal).
Kulturbete	Innmarksbete eller overflatedyrket jord.
Dyrket mark	Fulldyrket etter definisjonen i økonomisk kartverk
Andre areal	Teknisk impediment (bebyggelse, hager, veier, grustak, velteplasser o.l.)

1) Merk at Landsskogtakseringens definisjon av kystlynghei avviker fra DN Håndbok 13, der kravet til at arealet skal være kulturbetinget er sterkere vektlagt.

B-lokaliteter etter DN Håndbok 13: Naturtyper som er «viktige» for biologisk mangfold. Kriterier for verdisettingen varierer fra naturtype til naturtype, se DN Håndbok 13 (2007, med senere oppdateringer på nett: www.miljodirektoratet.no)

Bonitet: Bonitet er en indeks som rangerer markas evne til å produsere trevirke. I Norge anvendes høydebonitet (H₄₀) som tar utgangspunkt i gjennomsnittshøyden av de 100 grøvste trær (størst i henhold til diameter i brysthøyde) per hektar (overhøyden) ved en referansealder på 40 år i brysthøyde. Boniteten oppgis normalt i 3-meters klasser, med midtverdien som indeks. Dermed vil for eksempel bonitetsklasse 11 omfatte skog med høydebonitet fra 9,5 til 12,5 meter, mens bonitetsklasse 20 omfatter intervallet fra 18,5 til 21,5 meter, og så videre.

C-lokaliteter etter DN Håndbok 13: Naturtyper som er «lokalt viktige» for biologisk mangfold. Kriterier for verdisettingen varierer fra naturtype til naturtype, se DN Håndbok 13 (2007, med senere oppdateringer på nett: www.miljodirektoratet.no)

GROT: Hogstavfall (greiner og topper) fra hogst som leveres som energivirke (flis).

Hogstklasse: Uttrykk for bestandets utvikling i fem trinn fra etablering fram mot hogstmoden skog (hogstklasse V). Viser bestandets alder i forhold til boniteten. Hogstklasser:

- hogstklasse I - skog under forynging
- hogstklasse II - foryngelse og ungskog
- hogstklasse III - yngre produksjonsskog
- hogstklasse IV - eldre produksjonsskog
- hogstklasse V - hogstmoden skog

I Landsskogtakseringen deles hogstklassene I-V i to grupper (a og b). I hogstklasse II-V er a-bestand arealer med god tetthet og b-bestand er arealer med for lav tetthet til å utnytte markas produksjonsevne fullt ut. I hogstklasse I, som etter definisjonen over er arealer uten

etablert foryngelse, er a-bestand areal som er tilfredsstillende klargjort for etablering av ny skog, mens b-bestand ikke holder dette kriteriet.

Internrente: Bedriftsøkonomisk nøkkeltall som brukes for å vurdere ulike alternative investeringer mot hverandre. Internrenten er den renten som gir en nåverdi av fremtidige kontantstrømmer lik 0.

Klimagasseffekt: Utveksling av klimagasser til atmosfæren.

Klimaeffekt: Hvordan karboninnholdet i atmosfæren påvirker det klimatiske systemet og stabilisering av temperaturen på lang sikt.

Naturtyper: Det finnes to definisjoner. Naturtyper i Norge (NiN): En naturtype er en ensartet type natur som omfatter alt plante- og dyreliv og de miljøfaktorene som virker der. Naturmangfoldloven: En naturtype er en ensartet type natur som omfatter alle levende organismer og de miljøfaktorene som virker der, eller spesielle typer naturforekomster som dammer, åkerholmer eller liknende, samt spesielle typer geologiske forekomster. I denne rapporten brukes NiN-definisjonen.

NiN: Naturtyper i Norge (www.artsdatabanken.no). Beskrivelsessystem for naturtyper.

Nullområde: Et skogareal hvor driftskostnadene ved slutthogst vil være like store eller større enn driftsinntektene. Hvor mye skog som vil være ulønnsomt å drifte er følgelig følsomt for endrede driftskostnader og tømmerpriser, og vil endres (reduseres) ved utbygging av skogsveier eller andre infrastrukturtiltak som gjør arealene lettere tilgjengelig.

Nåverdi: Dagens verdi av fremtidige kontantstrømmer.

Produksjonsskog: I denne rapporten omfatter produksjonsskog skog som er aktivt drevet med tanke på levering av virke til skogindustrien. Aktiv drift innbefatter en eller flere av elementene planting, tilrettelagt naturlig foryngelse, ungskogpleie, tynning og hogst.

Rødliste for naturtyper: Norsk rødliste for naturtyper fra 2011 er den første offisielle rødlista for naturtyper, og er en vurdering av risikoen for at naturtyper kan forsvinne. I alt er 80 naturtyper rødlistet, 40 i en kategori som tilsier at de er truet. Rødlista bygger på beskrivelsessystemet Naturtyper i Norge (NiN).

Sjiktning i skog: Et **ensjiktet** bestand har trærne hovedsakelig i ett sjikt. Treantallet i eventuelt undersjikt er ikke stort nok til å danne et akseptabelt bestand dersom trærne i det øvre sjiktet hogges. Et **tosjiktet** bestand har trærne i to sjikt. Hvert av sjiktene skal i alminnelighet kunne føres til en bestemt hogstklasse. Hogges trærne i det øvre sjiktet skal de gjenstående trærne kunne danne et nytt ensjiktet bestand. Et **flersjiktet** bestand har trærne i flere sjikt. Hogges trærne i øvre sjikt skal de gjenstående trærne danne et nytt to- eller flersjiktet bestand.

Skog: Omfatter arealtype produktiv og uproduktiv skog (se *Arealtype*).

Truede naturtyper/arter: Naturtyper eller arter som er i kategoriene kritisk truet (CR), sterkt truet (EN) eller sårbar (VU) på Norsk rødliste for henholdsvis naturtyper og arter (Lindegaard og Henriksen 2011, Kålås et al. 2010).

Tålegrense: Kritisk belastningsgrense («Critical load»), utviklet under Konvensjonen om langtransporterte luftforurensninger: et kvantitativt estimat av en eksponering av en eller flere forurensningskomponenter hvor det under dette estimatet ikke forekommer skadelige effekter på spesifiserte følsomme elementer i miljøet i henhold til vår nåværende kunnskap (Nilsson og Grennfeldt 1988).

Utvalgte naturtyper: Naturtyper fastsatt som utvalgte ved forskrift etter naturmangfoldloven (Kapittel VI. Utvalgte naturtyper). Forskriften angir den utvalgte naturtypen som utvalgt i hele eller deler av landet, og det kan i forskriften angis nærmere kriterier for hvilken type forekomster av naturtypen som omfattes av reglene i naturmangfoldlovens kapittel VI. Utvalgte naturtyper bygger på beskrivelsessystemet Naturtyper i Norge (NiN).

Vegetasjonstype: Som definert av Fremstad (1997).

Verdifulle naturtyper: Naturtyper som er spesielt viktige for biologisk mangfold: truede og nær truede naturtyper etter Rødliste for naturtyper, naturtyper etter DN Håndbok 13, utvalgte naturtyper (UN) og utvalgte naturtyper i prosess (tilråding sendt fra Miljødirektoratet (daværende Direktoratet for naturforvaltning)) til Klima- og miljødepartementet). Se tabell 5.2.

Vitaliseringsgjødsling: Tilførsel av næringsstoffer som har blitt, eller tenkes å bli, en minimumsfaktor for skogens helse og vekst som følge av forurensning. Det tilføres ikke nitrogen (sitat fra bakgrunnsrapport 8, Levende skog).

2 Skogbrukets rammebetingelser

Internasjonale og nasjonale målsettinger og forpliktelser samt nasjonale lover og forskrifter setter rammer for skogbruket, og må tas hensyn til ved gjødsling av skog. I det følgende gir vi en kort beskrivelse av rammebetingelsene for skogbruk, som er relevant for tiltaket målrettet gjødsling av skog.

2.1 Internasjonale mål og forpliktelser

Klimaendringene er kanskje den største utfordringen menneskeheten har stått ovenfor. Målet for den globale klimainnsatsen gjennom *FNs klimakonvensjon* er å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser på et nivå som er lavt nok til å hindre farlig, menneskeskapt påvirkning av jordens klima. Norge har de senere årene søkt å være en pådriver for en ambisiøs avtale med bindende forpliktelser for alle land. Under Kyotoprotokollens andre forpliktelsesperiode har Norge forpliktet seg til å redusere de globale utslippene av klimagasser med 16 prosent av Norges utslipp i 1990 for årene 2013-2020. Dette er i tråd med målet om 30 prosent reduksjon av utslippet i 2020, sammenlignet med utslippet i 1990.

Gjennom EØS-avtalen er Norge forpliktet til å følge opp EUs fornybardirektiv (2009/28/EF). Norges mål under fornybardirektivet er en andel på 67,5 prosent fornybar energi i 2020.

Gjennom *Konvensjonen om biologisk mangfold* er Norge forpliktet av 20 internasjonale mål for biologisk mangfold fra 2011-2020 (Aichi-målene). Det globale hovedmålet er *å stanse tapet av biologisk mangfold for å sikre at økosystemene i 2020 er robuste og leverer livsviktige økosystemtjenester til folk*. Aichi-målene omfatter blant annet bærekraftig skogforvaltning, ivareta arter og økosystemer og hindre negative effekter av overskudd av næringsstoffer.

Vanndirektivet (EUs rammedirektiv for vann) setter bindende mål og klare krav om forbedring og ikke forringelse av tilstanden i vannforekomstene. Det betyr at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå god økologisk tilstand innen 2021. For å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljø må forvaltning av vann integreres på områder som energi, transport, landbruk, fiskeri, regionpolitikk og turisme. Det betyr at det kan måtte gjennomføres tiltak for utslippsreduksjoner i flere sektorer. Direktivet ble formelt innlemmet i EØS-avtalen ved EØS-komiteens beslutning nummer 125/2007, som trådte i kraft 1. mai 2009. Fra dette tidspunktet ble Norge forpliktet til å gjennomføre direktivet. Vannforskriften er den norske gjennomføringen av vanddirektivet (se kapittel 2.3.5). Klima- og miljødepartementet og Olje- og energidepartementet forvalter vannforskriften i felleskap, og Klima- og miljødepartementet er ansvarlig departement for gjennomføringen og rapporteringen til ESA.

Nitratdirektivet (EUs direktiv 91/676/EEC) fastsetter bestemmelser om beskyttelse av vann mot nitratforurensing fra landbrukskilder. Direktivet legger vekt på generelt god landbrukspraksis og spesielle handlingsprogrammer i nitratfølsomme områder. Norge har identifisert kystvannet i indre Oslofjord og i Glomma-estuariet som sårbare områder i henhold til nitratdirektivet. Direktivet forvaltes av Klima- og miljødepartementet.

Norge har undertegnet *Gøteborgprotokollen*, som blant annet setter tak på utslipp av nitrogenoksider og ammoniakk for 2020. Begge disse stoffene bidrar til å øke nitrogennivåene i vassdrag og kystområder gjennom avsetning av nitrogen fra luft. Et viktig formål med Gøteborgprotokollen er å redusere utslipp som bidrar til sur nedbør, eutrofiering og bakkenær ozon. Protokollen er en del av *Konvensjonen om langtransporterte grenseoverskridende luftforurensninger* (LRTAP-konvensjonen) som blant annet regulerer utslipp av svovel og nitrogen til luft.

OSPAR-konvensjonen er en juridisk bindende avtale som regulerer internasjonalt samarbeid om beskyttelse av det marine miljøet i det nordøstlige Atlanterhavsområdet. Norge bidrar aktivt i internasjonalt samarbeid for å overvåke og forbedre miljøsituasjonen i våre nære havområder. Konvensjonen ble ferdigforhandlet i 1992 og arbeidet ledes av OSPAR-kommisjonen, som består av representanter for de 15 medlemslandene samt EU-kommisjonen. Konvensjonen fra 1992 kombinerer Oslo-konvensjonen fra 1972 om dumping i sjøen og Paris-konvensjonen fra 1974 om landbaserte kilder for marin forurensing. Klima- og miljødepartementet er forvaltningsmyndighet for OSPAR i Norge og har ansvaret for vår oppfølging av OSPAR-kommisjonen.

Nordsjøavtalene mellom de åtte Nordsjølandene ble inngått i 1984, med flere forpliktende erklæringer fram til 2006. Avtalene går ut på å anvende føre-var-prinsippet som rettesnor i arbeidet med å beskytte Nordsjøen. Nordsjøavtalene har satt en rekke mål og frister for å redusere utslipp av næringsalter og miljøgifter. Norge er blant annet forpliktet til å redusere de menneskeskapte utslippene av fosfor og nitrogen med 50 prosent i forhold til 1985-nivået langs kyststrekningen Lindesnes-Svenskegrensa. Denne målsettingen er nådd for fosfor, men vi har fremdeles ikke nådd Norges forpliktelser knyttet til avrenning av nitrogen til sårbare områder i Nordsjøavtalene. Målene er også tatt opp av OSPAR og EU i deres arbeid.

2.2 Nasjonale mål

Norge har flere nasjonale resultatområder og målsettinger når det gjelder både klima, miljø og skogbruk. I Norske miljømål ([Norske miljømål](#) - Miljøverndepartementet 2011) presenteres de nasjonale miljømålene for de elleve resultatområdene innenfor Klima- og miljødepartementets ansvarsområde. Det nasjonale miljømålet *Stabilt klima* er begrunnet i økende årsmiddeltemperatur som vil ha innvirkning på både natur og samfunn. Det er forventet endringer i alle naturtyper i Norge som følge av klimaendringer. Norge fører en aktiv nasjonal klimapolitikk, og målet er en langsiktig omstilling av Norge til et lavutslippssamfunn.

Meld. St. nr. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* (klimameldingen), legger opp til en aktiv politikk gjennom tiltak som øker skogens opptak og lagring av karbon, både ved å øke det produktive skogarealet og ved gjennomføring av skogtiltak på eksisterende skogarealer. Ett av tiltakene som foreslås for å oppnå økt karbonopptak på eksisterende skogarealer er målrettet gjødsling av skog. Andre tiltak er styrket innsats innen skogplanteforedling, økt plantetetthet og skogvern samt bedre insentiver til uttak av råstoff fra skogen til bioenergi, med særlig vekt på skogsavfall (GROT) slik at blant annet tiltak med kort tilbakebetalingstid for CO₂ prioriteres. I tillegg fokuseres det på økt planting av skog på nye arealer og redusert avskoging.

Andre nasjonale resultatmål innen miljø har som hensikt å fremme naturmangfold og økosystemtjenester. De nasjonale miljømålene som er mest vesentlige og som kan ha målkonflikter i forbindelse med gjødsling av skog finnes under resultatområdene *Mangfoldige skoger*, *Livskraftige elver og innsjøer*, *Levende hav og kyst*, *Levende kulturlandskap og kulturminner*, *Aktivt friluftsliv* og *Ren luft*.

Nasjonale mål innen landbruket er *Matsikkerhet*, *Landbruk over hele landet*, *Økt verdiskaping og Bærekraftig landbruk*. For skogbruket er målsettingene i Meld. St. 9 (2011-2012) *Landbruks- og matpolitikken* (Landbruksmeldinga) viktig. Landbruksmeldinga legger opp til å styrke skogens bidrag til verdiskaping i hele landet. I tillegg legger den opp til at skogen skal nyttes aktivt for å nå viktige energi-, klima- og miljømål. Som en del av dette skal det legges til rette for økt bruk av tre, og økt bruk av skogråstoff til bioenergi. Meldingen varsler også at oppbyggingen av skogressursene skal styrkes og at det skal iverksettes andre tiltak som innen miljømessig akseptable rammer kan ta vare på og utvikle karbonlageret på norske landarealer.

Som nevnt i kapittel 2.1, har Norge også et nasjonalt mål under fornybardirektivet om økt andel fornybar energi.

De nasjonale målene som er nevnt over kan være i motstrid med hverandre, og man må finne den rette avveiningen for hva som kan være den beste løsningen for samfunnet. I Meld. St. nr. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* foreslås det å prioritere tiltak som har positive effekter for å motvirke klimaendringer og positiv eller akseptabel effekt for bevaring av biologisk mangfold og andre viktige miljøverdier.

2.3 Lover, forskrifter, standarder og virkemidler

2.3.1 Skogbruksloven med forskrifter

Skogpolitikken består av juridiske, administrative og økonomiske virkemidler. De juridiske virkemidlene i skogpolitikken er i hovedsak gitt gjennom skogbruksloven. Skogbruksloven har til formål (§ 1) «å fremme ei berekraftig forvaltning av skogressursane i landet med sikte på aktiv lokal og nasjonal verdiskaping, og å sikre det biologiske mangfaldet, omsyn til landskapet, friluftslivet og kulturverdiane i skogen». Skogbruksloven med tilhørende forskrifter regulerer skogbruksvirksomhet på all skogmark. Det er knyttet en rekke forskrifter til loven, blant annet om tilskudd til skogbruk, bærekraftig skogbruk, bruk av skogfond, skogfrøforsyning og tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer.

Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK)

NMSK-forskriften regulerer store deler av den økonomiske virkemiddelbruken, herunder tilskudd til miljøtiltak, skogsveibygging, drift med taubane og hest, skogsvirke til bioenergi og skogkultur som inkluderer gjødsling. I formålsparagrafen står det at det ut fra regionale og lokale prioriteringer skal stimuleres til økt verdiskaping i skogbruket, samtidig som miljøverdier knyttet til biologisk mangfold, landskap, friluftsliv og kulturminner i skogen blir ivarettatt og videreutviklet.

Paragraf 4 setter rammene for tilskudd til skogkultur. For å stimulere til utvikling av kvalitetsskog kan det gis tilskudd til ungskogpleie og andre kvalitetsfremmende tiltak. I paragrafen står det videre at det ikke skal gis tilskudd til bruk av kjemiske midler, kjøp av utstyr eller til tiltak som ved uttak av virke kan gi overskudd. Vedtak om tildeling av tilskudd etter § 4 fattes av kommunen, jamfør § 3 første ledd. Det kan settes vilkår for utbetaling av tilskudd til det enkelte tiltak. Det er kommunene selv som prioriterer hva NMSK-tilskuddet skal gå til. Forskriften sier at det skal utarbeides overordnede retningslinjer for hvordan søknadene skal prioriteres. Dette skal gjøres i dialog mellom Fylkesmannen, kommunene og næringsorganisasjonene i skogbruket lokalt.

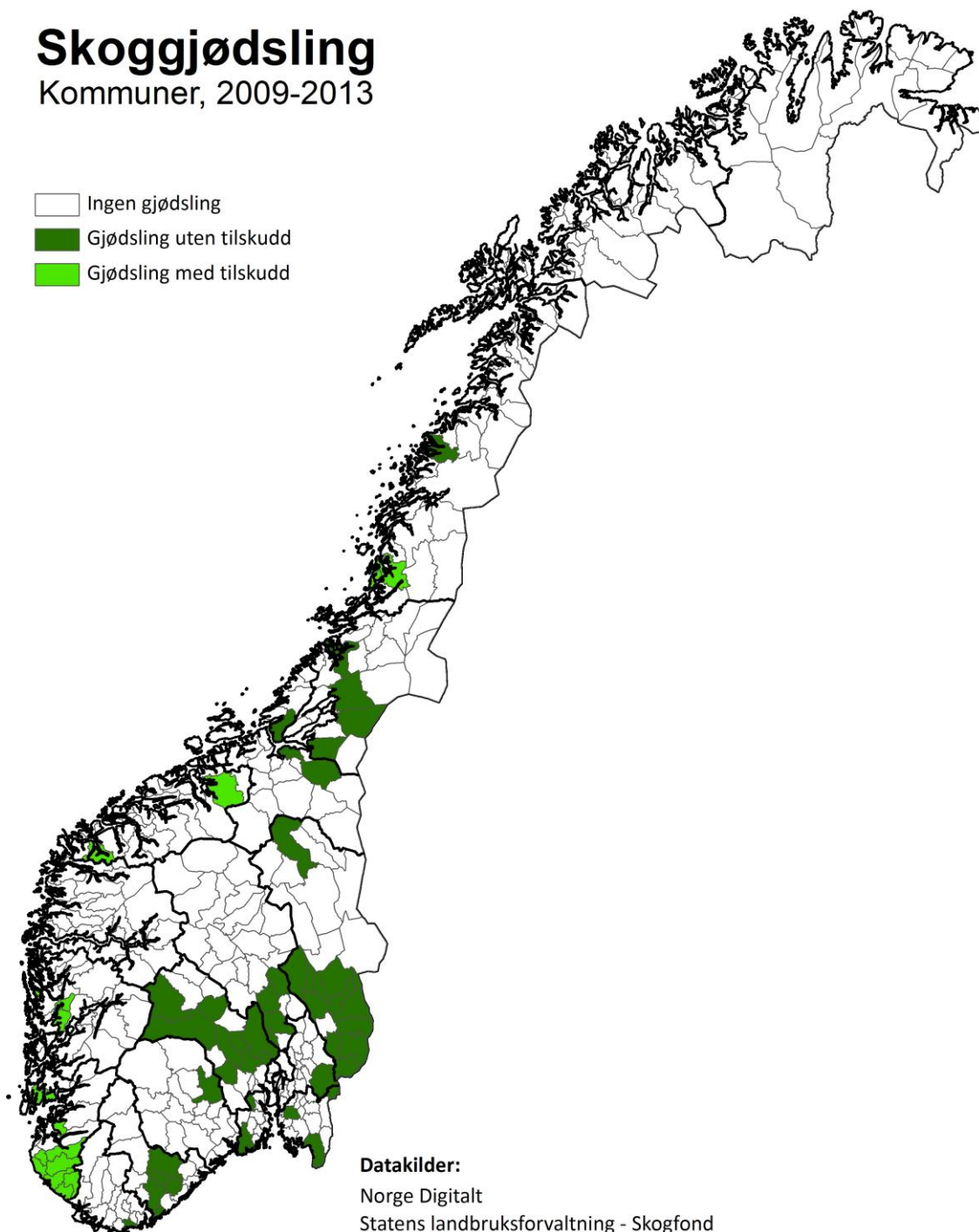
I 2013 ble 55 prosent av totalt 72 millioner kroner i NMSK-tilskudd gitt til ungskogpleie og kvalitetsforbedrende tiltak. 42 prosent gikk til foryngelsestiltak, og det resterende gikk til diverse andre tiltak.

Figur 2.1 gir en oversikt over kommuner der det er registrert skoggjødsling med og uten tilskudd i perioden 2009-2013. Hovedbildet er at det bare er kommuner i kyststrøkene som prioriterer tilskudd til skoggjødsling.

Skoggjødsling

Kommuner, 2009-2013

- Ingen gjødsling
- Gjødsling uten tilskudd
- Gjødsling med tilskudd



Datakilder:
Norge Digitalt
Statens landbruksforvaltning - Skogfond

Figur 2.1 Oversikt over kommuner der det er registret skoggjødsling i perioden 2009-2013. I kommunene med lysegrønn farge ble det gitt tilskudd til gjødsling. I kommunene markert som mørkegrønn ble det ikke gitt tilskudd. I disse kommunene ble eiendommens skogfondsmidler brukt til å finansiere gjødslingen.

Forskrift om bærekraftig skogbruk

Formålet med forskriften er å fremme et bærekraftig skogbruk som sikrer miljøverdiene i skogen, aktiv foryngelse og oppbygging av ny skog, og god helsetilstand i skogen. Forskriften gjelder for all skog og skogsmark.

Ved gjennomføring av skogbrukstiltak skal skogeieren sørge for at det blir tatt nødvendige hensyn til biologisk mangfold, friluftsliv, landskap og kulturverdier i samsvar med forutsetningene i skogbruksloven.

Forskriften er også koblet opp mot Norsk PEFC Skogstandard (tidligere Levende Skog) ved at skogeier skal sørge for at verdiene av viktige livsmiljø og nøkkelbiotoper blir tatt vare på i samsvar med retningslinjene i denne miljøstandarden (mer om miljøstandarden i kapittel 2.3.2).

Forskrift om skogfond

Skogfond er en skatteordning i skogbruket, og alle skogeierdommer har sin egen skogfondskonto. Skogeierne er pliktig til å sette av 4-40 prosent av bruttoverdien av skogvirket som avvirkes på eiendommens skogfondskonto, som igjen skal brukes til langsiktige investeringer i skogen. Med midler fra denne kontoen kan skogeier blant annet dekke utgifter til gjødsling. Den delen av bruttoverdien som avsettes på skogfondskontoen kommer ikke til beskatning før midlene brukes til investeringer godkjent for skogfond. Når skogeier bruker dette fondet til diverse forhåndsgodkjente tiltak, som skal sikre et fremtidsrettet og bærekraftig skogbruk, gis det skattefordeler på 85 prosent av de investerte midlene. Dette skjer ved at kostnadene ved investeringstiltaket direkte utgiftsføres, mens bare 15 prosent av midlene fra skogfond er skattbar inntekt. De resterende 85 prosent er skattefrie inntekter. Skogfond med skattefordel er derfor en gunstig ordning med tanke på gjødsling av skog.

Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer

Forskrift om tilskudd til skogbruksplanlegging med miljøregistreringer har som formål å stimulere til slik planlegging. Skogbruksplaner er et viktig verktøy for skogeiere som ønsker å drive en aktiv og bærekraftig forvaltning av sin skogeierdom. Skogbruksplanlegging innebærer inventering og taksering av skog og tolkning av flybilder for beskrivelse av skogressurser og miljøverdier på den enkelte eiendom. Skogbruksplanene inneholder avvirkningsanalyser, oversiktstabeller, bestandslister, behandlingsforslag og miljøregistreringer. Alle registrerte miljøverdier er offentlig tilgjengelige.

2.3.2 Norsk PEFC Skogstandard og FSC-sertifisering

Norsk PEFC Skogstandard er en frivillig standard for bærekraftig skogbruk som ble utviklet gjennom samarbeidsprosjektet Levende Skog. Standarden er operasjonalisert gjennom sertifisering av skogbruket. Det stilles krav fra de fleste virkesoppkjøpere om sertifisert tømmer, og over 90 prosent av det norske skogarealet er sertifisert gjennom Norsk PEFC Skogstandard.

I tillegg er en del skogeierdommer sertifisert gjennom FSC, Forest Stewardship Council. I følge FSC utgjør sertifisert areal i Norge 2,95 millioner dekar per februar 2014 (<https://ic.fsc.org/facts-figures.19.htm>). Det tilsvarer omtrent 3,5 prosent av det produktive skogarealet. FSC-standardene består av ti prinsipper med tilhørende underkriterier. Ut fra disse utvikler hvert land nasjonalt tilpassede standarder. FSC-sertifisering i Norge er foreløpig basert på den internasjonale generiske (allmenne) standarden, med sjekklister over punkter som skal overholdes for hver enkelt sertifisering. Kravene med hensyn til gjødsling er de samme som i Norsk PEFC Skogstandard. Størrelsen på gjødslet areal skal rapporteres årlig.

Miljøsertifisering i skog skal kvalitetssikre og dokumentere at skogbruket gjennomføres på en bærekraftig og lovlig måte. Norsk PEFC Skogstandard har 25 kravpunkter som til sammen dekker områder og tiltak som har miljøpåvirkning eller er av betydning ved utøvelse av skogbruk, og beskriver skogeiers pålagte plikter, krav til planlegging og dokumentasjon, samt praktisk gjennomføring av hogst og skogbehandling. Sertifisering er i utgangspunktet frivillig for skogeier, men de fleste tømmerkjøpere stiller krav om miljøsertifisering. Selv om noe tømmer kan leveres usertifisert til ved og annen lokal foredling, vil alle skogeiere med avvirkning av betydning være avhengig av å levere noe av tømmeret sitt til en kjøper som krever sertifisering av eiendommen. I praksis blir en skogeier først medlem av en PEFC-sertifisert gruppe når det skal avvirkes på eiendommen. Ved gruppesertifisering gjelder forpliktelsene til å følge skogstandarden på hele eiendommen fram til et eventuelt opphør av medlemskapet i den sertifiserte gruppen.

Miljøsertifiseringen i skogbruket utføres også i samspill med forskrift om skogbruksplanlegging med miljøregistreringer. Her gis det tilskudd til skogeiere som kjøper en plan over skogeiendommen som registrerer og beskriver miljøverdiene på eiendommen. Denne planen brukes som dokumentasjon i sertifiseringsarbeidet.

Kravpunkt 10, *Gjødsling og næringsbalanse*, skal sikre at gjødsling og askespredning skjer på en forsvarlig måte og at næringsstapet og -lekkasjen skal være minst mulig.

Kravpunktet sier:

«Skogbruk skal drives slik at markas naturlige prosesser og langsiktige produksjonsevne opprettholdes. Næringsstap og næringslekkasje skal være minst mulig. Områder med spesielle miljøverdier skal ikke gjødsles eller påvirkes av gjødsling eller askespredning.

For å øke virkesproduksjonen, kan det gjødsles på egnede arealer på vegetasjonstypene blokkebærskog, bærlyngskog og blåbærskog. Torvmark med allerede etablert foryngelse kan gjødsles. Vitaliseringsgjødsling kan gjennomføres når det er fastslått at skogen har nedsatt vitalitet på grunn av menneskeskapt forurensning.

Askespredning i skog kan skje som tilbakeføring av næringsstoffer til egnet skogsareal. Askespredning i yngreperioden skal unngås. Bare herdet og behandlet aske med godkjente verdier for tungmetaller kan tilbakeføres til skog. Kun granulerte askeprodukter kan benyttes på hogstflater.

Ved gjødsling og askespredning i skog skal det settes igjen ugjødslete soner mot vann og vassdrag for å unngå avrenning. Gjødsling skal ikke skje før snøsmeltingen er ferdig - for øvrig tilpasses gjødslingstidspunktet slik at risikoen for næringslekkasje blir minst mulig. Askespredning kan starte sammen med snøsmeltingen.»

PEFC-standarden inneholder ingen nærmere definisjon av hva som ligger i begrepet «spesielle miljøverdier».

2.3.3 Naturmangfoldloven med forskrifter

Naturmangfoldlovens formål er at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur.

Loven inneholder blant annet regler om forvaltning av arter, herunder ordningen med prioriterte arter, bestemmelser om områdevern, fremmede organismer og utvalgte naturtyper.

Naturmangfoldloven kapittel II inneholder generelle bestemmelser om bærekraftig bruk som gjelder ved all forvaltning som berører natur. Forvaltningsmålet for naturtyper er at de skal ivaretas innenfor deres naturlige utbredelsesområde, med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som kjennetegner den enkelte naturtype. Målet er også at økosystemers funksjoner, struktur og produktivitet ivaretas så langt det anses rimelig. For artene er målet blant annet at artene og deres genetiske mangfold ivaretas på lang sikt, og at de forekommer i levedyktige bestander i sine naturlige utbredelsesområder.

I tillegg til forvaltningsmål for naturtyper og økosystemer og arter, inneholder kapitlet en generell aktsomhetsplikt (§ 6) som gjelder ved alle tiltak som berører natur og som ikke utføres i henhold til en tillatelse.

Naturmangfoldloven § 7 bestemmer at prinsippene i §§ 8 til 12 skal legges til grunn som retningslinjer ved utøving av offentlig myndighet som berører natur, herunder når forvaltningen tildeler tilskudd, og at disse vurderingene skal framgå av beslutningen. Disse prinsippene er kunnskapsgrunnlaget (§ 8), føre-var (§ 9), økosystemtilnærming og samlet belastning (§ 10), kostnadene ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver (§ 11) og bruk av miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder (§ 12).

Områdevern

Naturmangfoldloven kapittel V hjemler vern av naturområder. Verneområder skal bidra til bevaring av blant annet variasjonsbredden av naturtyper og landskap, arter og genetisk mangfold, truet natur, større intakte økosystem, kulturlandskap og referanseområder (naturmangfoldloven § 33). Områder kan vernes som nasjonalparker, landskapsvernområder, naturreservater og biotopvernområder.

Som nasjonalpark vernes større naturområder uten større naturinngrep og med særskilte kvaliteter, som særegne eller representative økosystemer eller landskap. I nasjonalparker skal ingen varig påvirkning av naturmiljø eller kulturminner finne sted, med mindre slik påvirkning er en forutsetning for å ivareta verneformålet, jmfør naturmangfoldloven § 35. De fleste nasjonalparkene er på land, men Norge har nylig etablert to marine nasjonalparker; Ytre Hvaler i Østfold og Færder nasjonalpark i Vestfold. I juni 2013 ble de tre første marine verneområdene i Norge opprettet med hjemmel i naturmangfoldloven § 39: Framvaren i Vest-Agder, Tauterryggen i Nord-Trøndelag og Saltstraumen i Nordland. Til sammen dekker disse tre marine verneområda et sjøareal på om lag 74 kvadratkilometer.

Som landskapsvernområde vernes natur- eller kulturlandskap av økologisk, kulturell eller opplevelsesmessig verdi, eller som er identitetsskapende. I et landskapsvernområde er det forbud mot tiltak som kan endre det vernede landskapets særpreget eller karakter vesentlig. I landskapsvernområder vil pågående virksomhet som regel kunne fortsette, jmfør naturmangfoldloven § 36.

Som naturreservat vernes områder som inneholder truet, sjelden eller sårbar natur, representerer en bestemt type natur, har særlig betydning for biologisk mangfold, utgjør en spesiell geologisk forekomst eller har særskilt naturvitenskapelig verdi. Et naturreservat kan totalfredes mot all virksomhet. Som naturreservat vernes ofte områder som i stor grad er urørte. Områder der kulturbetinget biologisk mangfold representerer viktige verneverdier og hvor man samtidig går inn med aktiv skjøtsel, kan også vernes som naturreservat, jmfør naturmangfoldloven § 37.

Som biotopvernområde vernes et område som har eller kan få særskilt betydning som økologisk funksjonsområde for en eller flere nærmere bestemte arter, jmfør naturmangfoldloven § 38.

Forskrift om utvalgte naturtyper

Naturmangfoldlovens § 52 åpner for at naturtyper kan få status som utvalgte naturtyper gjennom forskrift. Ved avgjørelsen av om en naturtype skal bli utvalgt, skal det blant annet legges særlig vekt på om naturtypen har en utvikling eller tilstand som strider mot forvaltningsmålet i § 4.

Formålet med forskrift om utvalgte naturtyper er å ivareta mangfoldet av naturtyper innenfor deres naturlige utbredelsesområde og med det artsmangfoldet og de økologiske prosessene som kjennetegner den enkelte naturtype.

Reglene om utvalgte naturtyper har karakter av bindende retningslinjer for bærekraftig bruk, og er knyttet opp mot plan- og bygningsloven og annet relevant lovverk. Når en naturtype er utvalgt skal det ved utøving av offentlig myndighet, herunder når et forvaltningsorgan tildeler tilskudd og ved forvaltning av fast eiendom, tas særskilt hensyn til forekomster av en utvalgt naturtype slik at forringelse av naturtypens utbredelse og forekomstenes økologiske tilstand unngås, jmfør naturmangfoldloven § 53 andre ledd. Dette gjelder ved alle beslutninger etter plan- og bygningsloven, ulike sektorlover og naturmangfoldloven som berører forekomster av utvalgte naturtyper. Det lovpålagte hensynskravet har betydning for spørsmål om lokalisering, inngrep i forekomsten og om vilkår for tiltaket. Før det treffes en beslutning om å gjøre inngrep i en forekomst av en utvalgt naturtype, skal det utarbeides en konsekvensvurdering, jmfør naturmangfoldloven § 53 andre ledd andre punktum.

Det er særskilte regler i naturmangfoldloven §§ 54 og 55 om utvelgingens betydning for jord- og skogbrukstiltak som ikke krever tillatelse etter blant annet jordloven eller skogbruksloven. Slike tiltak skal meldes til kommunen før tiltaket iverksettes, og tilbakemelding skal foreligge før tiltaket iverksettes. Meldeplikten vil ikke gjelde for tiltak som i handlingsplanen for naturtypen angis som positive for naturtypen.

Så langt er fem naturtyper vedtatt som utvalgte naturtype etter naturmangfoldloven. Dette er: kalksjøer, slåttemark, slåttemyr, kalklindeskog og hule eiker. Av disse er det kun kalksjøer som kan ha overlappende forekomst med de skogtypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard (kapittel 2.3.2).

Forskrifter om prioriterte arter

Etter naturmangfoldloven §§ 23 og 24 kan en art utpekes som prioritert art. Dette innebærer at arten får et særskilt vern utover det generelle forvaltningsmålet for arter i § 5. Ved vurderingen av om en art skal bli prioritert, skal det blant annet legges vesentlig vekt på om arten har en bestandssituasjon eller bestandsutvikling som strider mot forvaltningsmålet i § 5 første ledd.

For prioriterte arter kan det blant annet innføres forbud mot enhver form for uttak, skade eller ødeleggelse og regler om beskyttelse av visse typer økologiske funksjonsområder av mindre omfang, jmfør § 24 første ledd. Å gi regler om økologiske funksjonsområder innebærer beskyttelse av områder som arten er særlig avhengig av i deler av eller i hele sin livssyklus. En prioritering vil omfatte alle forekomstene av arten, også hittil ukjente forekomster.

De første åtte artene med status som prioriterte arter ble vedtatt gjennom forskrift den 20. mai 2011. Dette er fugleartene dverggås og svarthalespove, insektartene elvesandjeger, eremitt og klippeblåvinge og planteartene dragehode, honningblom og rød skogfrue. Forskriftene for artene dverggås, elvesandjeger, klippeblåvinge, rød skogfrue og svarthalespove ble vedtatt med økologiske funksjonsområde.

2.3.4 Kulturminnelov

Lov 9. juni 1978 nr. 59 om kulturminner (kulturminneloven) slår fast at kulturminner og kulturmiljøer med deres egenart og variasjon skal vernes både som del av vår kulturarv og identitet og som ledd i en helhetlig miljø- og ressursforvaltning. Et kulturmiljø kan fredes av Kongen for å bevare områdets kulturhistoriske verdi, og kan omfatte naturelementer når de bidrar til å skape områdets egenart, jmf. kulturminneloven § 20. I tillegg har loven bestemmelser om blant annet automatisk fredede kulturminner og fredning av kulturminner og områdene rundt disse.

2.3.5 Vannforskriften

Vannforskriften (forskrift om rammer for vannforvaltningen) trådte i kraft 1. januar 2007, og gjennomfører Europaparlament og råds direktiv 2000/60/EF om etablering av rammer for en felles vannpolitikk i EU (vanndirektivet) i norsk rett. Med dette signaliseres en ny helhetlig og økosystembasert forvaltning av alt vann i Norge:

- Vannet skal forvaltes som en helhet fra fjell til fjord, det vil si at det er de naturgitte grensene for nedbørfeltene og tilhørende kystområder som skal danne forvaltningsgrensene.
- Overflatevann, grunnvann og kystvann skal ses i sammenheng.
- Forvaltning av vannmengder, vannkvalitet og økologi i vann skal ses under ett.
- Dette forutsetter samordning mellom ulike sektorer som bruker og påvirker vann, og mellom sektormyndigheter.

Vannforskriften er relevant for tiltaket gjødsling av skog fordi gjødsling av skog, som gjødsling for øvrig i landbruket, kan føre til avrenning av blant annet nitrogen (N) til vassdrag og kystområder og dermed til en forverring av vassdragenes og kystområdenes tilstand. Dette er nærmere behandlet i kapittel 6.3.

Tilstanden i vannforekomstene er delt inn i fem klasser fra svært god til svært dårlig hvor miljømålet er god økologisk tilstand, jmf. tabell 6.3. Det følger av vannforskriften at der tilstanden er moderat til svært dårlig skal det gjennomføres tiltak (som regel utslippsreduksjoner) for å nå miljømålene. Hvis en sektor øker sine utslipp, vil andre sektorer nødvendigvis måtte redusere sine utslipp ytterligere. I henhold til vannforskriften § 4 skal: *Tilstanden i overflatevann beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemiske tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII.*

Vannforskriftens paragraf 12 regulerer ny aktivitet og nye inngrep. For ny aktivitet eller nye inngrep som medfører forringelse av tilstanden i en vannforekomst, eller at miljømål ikke nås, må en se på om vilkårene i § 12 er oppfylt. For økte tilførsler av forurensning åpner § 12 kun for forringelse fra svært god til god tilstand. Dette kan i visse tilfeller innskrenke skjønnsrommet i forurensningsloven. Det vil også kunne legge føringer for annen aktivitet som kan påvirke vannforekomsten.

2.3.6 Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav

Forskrift om organisk gjødsel trådte i kraft 20. juli 2003, med senere endringer. Formålet med forskriften er å sikre tilfredsstillende kvalitet på produkter som omfattes av forskriften, forebygge forurensningsmessige, helsemessige og hygieniske ulemper ved tilvirkning, lagring og bruk av gjødselvarer, mv. av organisk opphav og legge til rette for at disse produkter kan utnyttes som en ressurs. Forskriften skal også bidra til en miljøforsvarlig forvaltning av jordsmonnet og ivareta hensynet til biologisk mangfold.

Forskriften er nå under revisjon. Målet med revideringen er blant annet å redusere landbrukets andel av utslipp av nitrogen til luft, ferskvann og kystområder i en slik grad at næringen innfrir sin andel av forpliktelsene i vannforskriften, Gøteborgprotokollen og

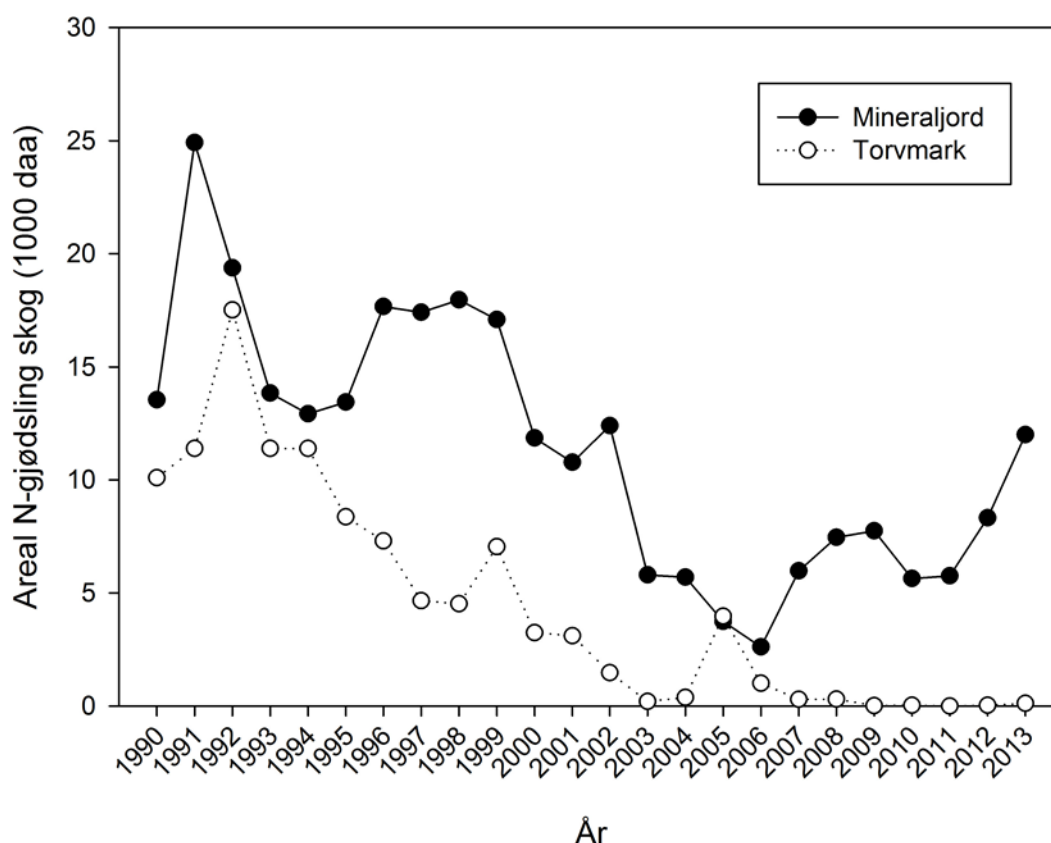
Nitratdirektivet. Per i dag regulerer forskriften kun gjødsel av organisk opphav, men det vurderes nå også å regulere bruken av mineralgjødsel. Da vil forskriften også regulere nitrogengjødsling av skog.

3 Skogarealer som kan egne seg for gjødsling – bruttoliste

3.1 Beskrivelse av dagens gjødslingspraksis

I norsk skog på fastmark er tilgang på nitrogen den enkeltfaktoren som i størst grad begrenser trærnes vekst (Nilsen 2001). Nitrogengjødsling vil føre til at trærne bygger ut kronene, og det blir nokså raskt en positiv effekt på volumtilveksten. Gjødsling med nitrogen gir både økt diameter- og høydevekst og dermed økt høstbart volum. Større dimensjoner gir som regel høyere pris og kanskje bedre betalte sortimenter (Skogbrukets kursinstitutt 2005).

I hovedsak er det tynnede furubestand av god kvalitet som gjødsles, gjerne 8-10 år før hogst. Gjødslingsarealet har gått ned i forhold til 15-20 år tilbake, da arealet lå på 15 000-25 000 dekar i året (se figur 3.1). Nedgangen falt sammen med en generell nedgang i skjøtselsaktivitet i skogbruket, inkludert planting og ungskogpleie. De siste fem årene (2009-2013) er det registrert skoggjødsling på totalt 39 800 dekar fastmark og 600 dekar myr, altså om lag 8 000 dekar årlig. Av dette gjødslingsarealet ligger 57 prosent i Hedmark, 15 prosent i Rogaland og 11 prosent i Buskerud. De store skogeierne, med eiendommer over 20 000 dekar, står for 41 prosent av det gjødslede arealet. Se kapittel 7 for mer informasjon.



Figur 3.1 Nitrogengjødslet skogareal per år i perioden 1990-2013. Arealet er fordelt på mineraljord (fastmark) og torvmark (myr) (1000 dekar).

Kilde: Norsk institutt for skog og landskap og Statistisk sentralbyrå.

I Sverige og Finland gjødsles det i et større omfang enn i Norge. Gjødslingsarealet i Sverige nådde toppen på slutten av 70-tallet, da nesten 1,9 millioner dekar ble gjødslet årlig. Fra slutten av 80-tallet falt gjødslingsarealet kraftig, for så å stige igjen til et nivå som i de siste fem årene (2008-2012) i gjennomsnitt har vært 590 000 dekar (Skogsstyrelsen 2013). I Finland har omfanget i den samme femårsperioden variert mellom 323 000 og 512 000 dekar, med et gjennomsnitt på 447 000 dekar (Metla 2013). Selv om de produktive skogarealene i våre naboland er 2-3 ganger større enn i Norge, gjødsles altså en mye større andel av skogen.

Gjødseltype og dosering

På fastmark er det i hovedsak ingen andre næringsstoffer enn nitrogen som gir effekt, gitt alene. Fosfor og kalium gitt sammen med N kan gi en tilleggseffekt i (yngre) granskog (Nohrstedt 2001, Nilsen 2001). N-gjødsling kan føre til bormangel i skog i innlandet, der borinnholdet i nedbøren er lavt. Vanlig skogsgjødsel er derfor tilført litt bor.

I Norge gjødsles det i all hovedsak med Opti-KAS Skog (Yara). KAS står for kalkammonsalpeter, og gjødselen er tilsatt kalk for å motvirke forsuring. Opti-KAS Skog inneholder 27 vektprosent nitrogen (halvparten som nitrat og halvparten som ammonium), 5 prosent kalsium, 2,4 prosent magnesium og 0,2 prosent bor.

Økende dose nitrogen gir økt effekt på tilveksten. Petterson (1994a) fant en nærmest lineær effekt av økende dose mellom 5 og 25 kg N per dekar på lav og middels bonitet. På god bonitet var det ikke noen særlig tilleggseffekt av doser over 15 kg per dekar. Brantseg et al. (1970) fant en større tilvekstøkning når N-mengden økte fra 5 til 10 kg per dekar enn fra 10 til 15 kg per dekar. Vanlig dose som brukes ved gjødsling i Norge er 15 kg N per dekar (150 kg per hektar), eller om lag 55 kg Opti-KAS per dekar.

Sture (1984) viste i en gjennomgang av norske gjødslingsforsøk at en gjødsling med om lag 15 kg N per dekar i barskog vil øke tilveksten med 0,1-0,2 kubikkmeter per dekar og år i en 6-8 års periode. Variasjonen mellom forskjellige gjødslede skogbestand er imidlertid større enn dette, og enkeltforsøk kan vise effekter fra under 0,05 til opp imot 0,3 kubikkmeter per dekar og år (se for eksempel Brantseg et al. 1970, Haveraaen 1972). Svenske studier anslår at tilveksteffekten av 15 kg N per dekar kan vare i 6-10 år, og gi en total tilvekstøkning på omtrent 1,5 kubikkmeter per dekar (Petterson 1994b, Nohrstedt 2001). Etter denne perioden ebber effekten ut, og tilveksten går tilbake til vanlig nivå. For å utnytte næringstilførselen best mulig er det viktig at skogen ikke hogges før tilveksteffekten har gått ut.

Effekten er i starten større i furu- enn i granbestand (Petterson 1994b). Siden gjødslingseffekten varer 1-2 år lenger hos gran enn hos furu, blir effekten imidlertid like god eller bedre i granskog, over tiltakets levetid.

Det meste av gjødsel spres fra helikopter, men spredning fra traktor skjer også. Ved spredning med helikopter er spredningen datastyrt via digitaliserte kart med avgrensninger. Spredningens nøyaktighet er i størrelsesorden 10 meter. Kvaliteten er likevel avhengig av de digitaliserte kartenes kvalitet (Skogsstyrelsen 2013).

Andre gjødslingsregimer

Selv om det i dag er mest vanlig å gjødsle skogen en gang i løpet av de siste årene (8-15 år) før hogst, vil også andre gjødslingsregimer være mulige for å øke tilveksten. Det kan gjødsles både i yngre bestand og flere ganger i løpet av et omløp, med ulik effekt for både klima, miljø og næring.

I denne rapporten fokuserer vi på effekter ved å gjødsle produksjonsskog én gang om lag 10 år før hogst, som diskutert i kapittel 1.5.

3.2 Bruttoareal for målrettet gjødsling

3.2.1 Metode og datagrunnlag

En «bruttoliste» som viser hvilke og hvor store arealer som på nasjonalt nivå teoretisk kan gjødsles, er utarbeidet gjennom å bruke data fra Landsskogstakseringens flatenett. Landsskogstakseringen er en utvalgskartlegging som baserer seg på et permanent nettverk av prøveflater, som under barskogsgrensa ligger i et 3 x 3 km flateforband. På hver prøveflate registreres en rekke skogparametere (bonitet, treslagsfordeling, bestandsalder, vegetasjonstype, med videre). I tillegg til skogtilstanden registreres en mengde andre beskrivende parametere på prøveflatene (jorddybde, helningsgrad, helningsretning, driftsveilengde, med videre). For mer informasjon om Landsskogstakseringen, se vedlegg 2.

I mandatet, punkt 1, er vi bedt om å vurdere hvilke areal som er best egnet for gjødsling. For å vurdere dette er det tatt utgangspunkt i relevant litteratur. Utvalget er begrenset til produktiv furu- og grandominert skog samt barblandingsskog innen nærmere angitte vegetasjonstyper. Utvalget er i tillegg avgrenset til arealer med anvendelse "skog/utmark" (jmfør tabell 1.1). Arealer som er underlagt vern i form av verneformene nasjonalpark eller naturreservat inngår ikke i bruttolista. Det samme gjelder statlig sikra friluftsområder og arealer som er særskilt tilrettelagt for friluftsliv på annen måte. Videre vil skogsmark som ligger i kraftgater, skytefelt og tette hyttefelt ikke regnes med. Hvilke begrensninger eksisterende lover og regelverk setter for gjødsling i områder som inngår i bruttolista, er det redegjort for i kapittel 6.5.

I bruttolista er det brukt følgende utvalgsriterier:

Vegetasjonstyper: Blokkebær-, bærlyng-, blåbær-, småbregne- og storbregneskog

Jordtype: Flater som har torv- eller podsolprofil og en jorddybde på minst 25 cm

Bonitet: F/G 11-20

Treslag: Flater hvor minst 80 prosent av volumet (hogstklasse II: 80 prosent kronedekning) er gran eller furu

Tetthet: Flater med full tetthet (for eksempel hogstklasse IVa, men ikke IVb)

Disse kriteriene er valgt for å få med de arealene hvor man kan forvente en god effekt av gjødsling på skogproduksjonen, og er utvidet med hensyn på vegetasjonstyper i forhold til kravene i Norsk PEFC Skogstandard. Etter standarden kan gjødsling kun foregå på vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog, samt torvmark med etablert foryngelse (jmfør kapittel 2.3.2). Ut fra norske gjødslingsforsøk og relevant internasjonal litteratur vet man imidlertid at tilveksteffektene kan bli gode også på noe rikere vegetasjonstyper enn disse. I studiene er det vanligvis bonitet heller enn vegetasjonstype som benyttes som kriterium. Utvalgsriteriet om at boniteten ikke skal være høyere enn 20 utelukker de rikeste formene av småbregne- og storbregneskog.

Generelt finner flere studier at gjødslingseffekten er best på midlere barskogsboniteter/middels rike vegetasjonstyper med podsolprofil (se for eksempel Kukkola og Saramäki 1983). På god jord med høy bonitet og brunjordsprofil, hvor nitrogentilgangen ikke er begrensende på trærnes vekst, har noen studier funnet små eller ingen effekter av tilført nitrogen (Persson et al. 1995), mens andre studier viser at det kan være god effekt også på noe rikere marker. For eksempel fant Røren og Eikeland (1995) god effekt av å gjødsle granskog i Trøndelag på høgstaude- og storbregnemark. De fattigste skogtypene har for lavt stående volum til å utnytte gjødselen fullt ut, og er derfor utelatt fra bruttolista.

Flater med torvprofil er inkludert i bruttolista, fordi det i følge Norsk PEFC Skogstandard er tillatt med gjødsling på torvmark. Imidlertid er rene torvmarkstyper som gran- og bjørkesumpskog utelatt. Slike vegetasjonstyper kan være uten grøfting eller ufullstendig grøftet, og gir ofte lav økning i skogproduksjon selv med mineralgjødsling. Flater med brunjordsprofil er utelatt siden slike områder vanligvis har bedre tilgang på nitrogen, og

effekten av gjødslingen dermed vil være mindre. Kriteriet om bartrær som hovedtreslag er begrunnet i at lauvtrær viser en beskjeden og kortvarig tilvekstøkning etter gjødsling. Bestandene bør vidare ha full tetthet for at gjødselen skal utnyttas best mulig.

Kriteriene i bruttolista skiller ikke ut de arealene hvor gjødsling sett fra et skogbruksmessig synspunkt er lite aktuelt fordi skogbestanden er for tett, har trær med lite potensial for verditilvekst eller har vanskelige driftsforhold. Dette diskuteres i kapittel 4.



Foto: Blokkebærskog. John Y. Larsson, Norsk institutt for skog og landskap.

3.2.2 Totalt areal i bruttolista og fordeling på regioner

Vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng-, og blåbærskog, som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard, utgjør nesten 13,5 millioner dekar (tabell 3.1). Hovedtyngden av dette gjødslingsarealet finnes på Østlandet, som har 66 prosent av arealet innen disse tre vegetasjonstypene. I tillegg inkluderer bruttolista vegetasjonstypene småbregne- og storbregneskog, hvor det etter Norsk PEFC Skogstandard ikke er åpning for å gjødsle i dag, men der tilveksteffekten av gjødsling vil være god. Disse to vegetasjonstypene utgjør 2,6 millioner dekar, der 44 prosent ligger på Østlandet. Kun 50 000 dekar (0,3 prosent) av bruttoarealet er torvmark⁵.

⁵ Torvmark er arealer hvor jordprofilen har en torvdybde på minst 40 cm (Landsskogtakseringen 2013).

Tabell 3.1 Fordeling av aktuelt gjødslingsareal på vegetasjonstyper og region. Blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog (B+B+B) kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard, mens småbregne- og storbregneskog (S+S) ikke kan det (1000 dekar).

Vegetasjonstype	Østlandet		Sør- og Vestlandet		Trøndelag og Nord-Norge		Totalt areal	
	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%
B+B+B	8 911	89	3 005	86	1 547	62	13 463	84
S+S	1 126	11	506	14	941	38	2 572	16
Totalt	10 037	100	3 510	100	2 487	100	16 035	100

3.2.3 Bruttoarealets fordeling på vegetasjonstyper, bonitetsklasser og treslag

Tabell 3.2 om bruttoarealets fordeling på vegetasjonstyper og bonitet, viser at vegetasjonstypen blåbærskog utgjør mer enn halvparten av det aktuelle arealet, og bærlyngskog over en firedel. Arealene med blokkebær- og storbregneskog er små.

Nesten 75 prosent av arealet befinner seg på middels bonitet (bonitet 11 og 14), om en ser alle vegetasjonstypene i tabell 3.2 under ett. For de tre vegetasjonstypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard er den tilsvarende andelen noe høyere (78 prosent).

Vi har som nevnt i kapittel 3.2 vurdert at gjødsling er mest aktuelt på arealer med middels til høy bonitet (F/G 11-20), slik at både lavproduktive arealer og arealer med svært høy bonitet ikke inngår i arealtallene som gjengis i tekst og tabeller. I mange tilfeller kan en imidlertid også regne med en god effekt av gjødsling på mindre produktive boniteter som bonitet F/G 8, forutsatt god tetthet i bestandet og at det ikke er andre faktorer enn næringstilgangen som er mest begrensende for det aktuelle bestandets vekst. Når en tar utgangspunkt i vegetasjonstypene som kan gjødsles i henholdt til Norsk PEFC Skogstandard (blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog) utgjør bonitet F/G 8 totalt 5,4 millioner dekar, det vil si tilnærmet samme arealmessige størrelsesorden som de samme vegetasjonstypene på bonitet F/G 14, jamfør tabell 3.2. Vi har imidlertid valgt å ikke ta med arealene med bonitet F/G 8 ut fra at vekstforholdene her kan være svært varierende. En del av dette arealet vil være lite aktuelt å gjødsle grunnet faktorer som lav temperatur i vekstsesongen eller dårlig vanntilgang. Derfor vil det også være naturlig å rette innsatsen primært mot arealer på bonitet F/G 11-20. Dette utelukker imidlertid ikke at deler av arealene på F/G 8 vil være aktuelle å gjødsle både ut fra nærings- og klimahensyn.

Tabell 3.2 Bruttoarealet fordelt på bonitet og vegetasjonstype (1000 dekar) (1).

Vegetasjonstype	Bonitet 11		Bonitet 14		Bonitet 17		Bonitet 20		Totalt	
	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%
Blokkebærskog	422	7	180	3	35	1	9	1	646	4
Bærlyngskog	2 377	38	1 465	26	609	18	51	6	4 502	28
Blåbærskog	2 934	47	3 078	11	1 827	55	477	53	8 315	52
Småbregneskog ²	478	8	786	14	820	25	362	40	2 446	15
Storbregneskog ²	18	0	54	1	45	1	9	1	126	1
Totalt	6 228	100	5 562	100	3 336	100	908	100	16 035	100

1) Bonitet 11 og 14 regnes som middels bonitet, mens bonitet 17 og 20 regnes som god bonitet.

2) Vegetasjonstypen kan ikke gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard.

Av tabell 3.3 framgår at litt over halvparten av bruttoarealet er granskog, mens litt over en fjerdedel er furuskog, det vil si skog hvor andelen av henholdsvis gran og furu er minst 70 prosent. Barblandingsskog utgjør 16 prosent, mens arealer uten tresetting (hogstklasse I) utgjør tre prosent av bruttoarealet. Andelen granskog øker med økende bonitet, mens andelen furuskog er størst i de lavere bonitetsklassene. Likevel utgjør granskogen en noe større andel enn furuskog også i den laveste bonitetsklassen som er inkludert i bruttolista (bonitet F/G11).

Tabell 3.3 Bruttoarealet fordelt på bonitet og treslag (1000 dekar) (1)(2).

Skogtype	Bonitet 11		Bonitet 14		Bonitet 17		Bonitet 20		Totalt	
	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%
Granskog	2 712	44	3 005	54	2 147	64	620	68	8 483	53
Furuskog	2 392	38	1 358	24	645	19	72	8	4 467	28
Barblandingsskog	952	15	1 001	18	461	14	198	22	2 613	16
Hogstklasse I	172	3	198	4	83	3	18	2	471	3
Totalt	6 228	100	5 562	100	3 336	100	908	100	16 035	100

1) Bonitet 11 og 14 regnes som middels bonitet, mens bonitet 17 og 20 regnes som god bonitet.

2) Totalen inkluderer vegetasjonstypene småbregne- og storbregneskog som ikke kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard.

3.2.4 Fordeling på hogstklasser og antall år til hogstmodenhet

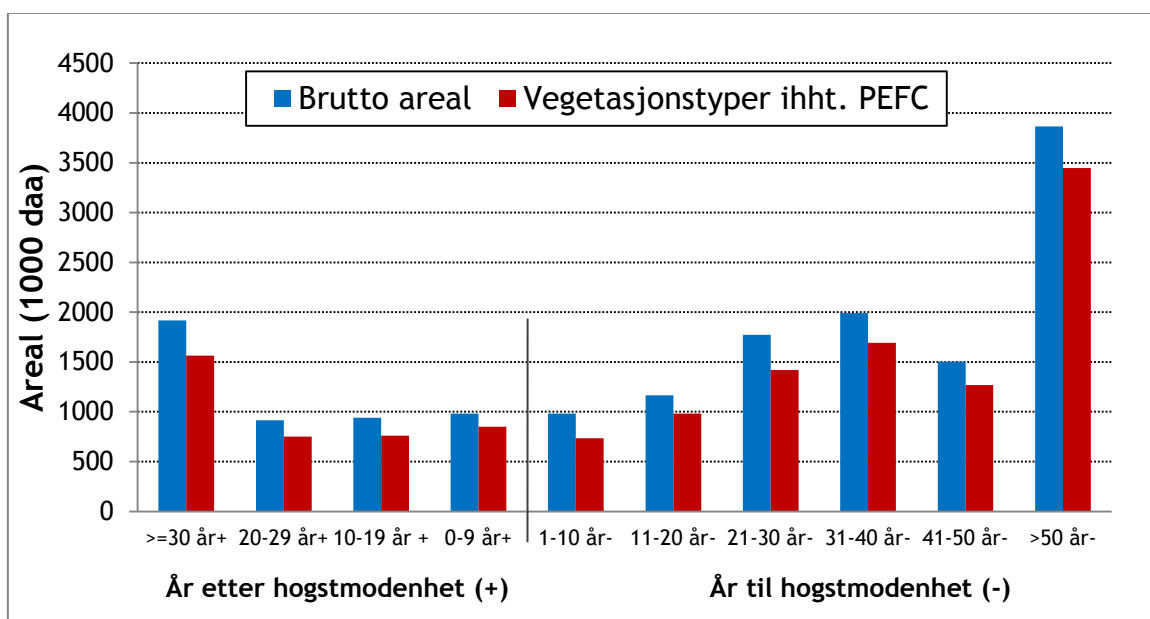
Ut fra tabell 3.4 kan en se at det i alt er 3,4 millioner dekar av bruttoarealet som er i hogstklasse IV i dag, og dermed er i aktuell alder for gjødsling de nærmeste årene. For de tre vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog utgjør arealet 2,8 millioner dekar. Østlandet har 68 prosent av hogstklasse IV arealene, det vil si en noe høyere andel enn regionens andel av det totale arealet i bruttolista (63 prosent, jamfør tabell 3.1).

Tabell 3.4 Bruttoarealet fordelt på hogstklasser og region (areal i 1000 dekar) (1).

Region	H.kl. I-II (1000 daa)		H.kl. III (1000 daa)		H.kl. IV (1000 daa)		H.kl. V (1000 daa)		Totalt	
	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%
Østlandet	1 850	72	3 218	61	2 320	68	2 649	56	10 037	63
Sør- og Vestlandet	405	16	1 172	22	651	19	1 283	27	3 510	22
Trøndelag og Nord-Norge	315	12	884	17	463	13	826	17	2 487	16
Totalt	2 569	100	5 274	100	3 434	100	4 758	100	16 035	100

1) Totalen inkluderer vegetasjonstypene småbregne- og storbregneskog som ikke kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard.

Hvor stor del av arealet som til en hver tid nærmer seg hogstmodenhet vil variere. Et skogbestand er i hogstklasse IV i 20-35 år, avhengig av bonitet. Hogstklassefordelingen gir derfor kun en indikasjon på hvor store arealer som potensielt kan være tilgjengelig for måltrettet gjødsling framover i tid. I figur 3.2 er arealet delt opp i tiårsklasser etter hvor lenge det er til bestandene er hogstmodne, eventuelt om de er over hogstmodenhetsalder. I figuren er også arealet av vegetasjonstyper som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard skilt fra det totale arealet i bruttolista. Figuren viser at størrelsen på arealet som nærmer seg hogstmodenhet, og dermed vil være aktuelt for gjødsling, vil øke de kommende tiårene.



Figur 3.2 År til hogstmodenhet for bruttoarealet (blå stolper) og de tre vegetasjonstypene som i dag er tillatt å gjødsle i følge Norsk PEFC Skogstandard (røde stolper). Et plusstegn etter årsklassen angir at den er over hogstmodenhetsalder, mens et minustegn betyr at klassen ennå ikke har nådd hogstmodenhet.

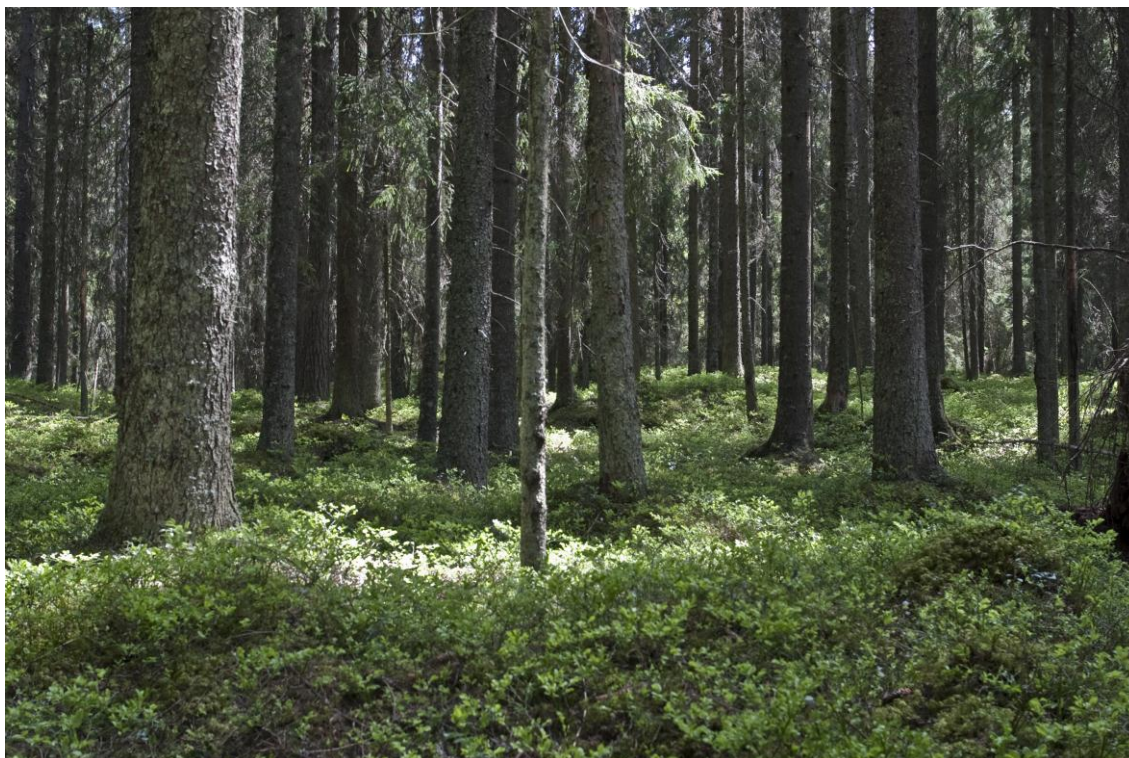


Foto: Blåbærskog. John Y. Larsson, Norsk institutt for skog og landskap.

3.2.5 Vurdering av aktuelle arealer

Hvor stor del av potensielt tilgjengelig areal som det kan være aktuelt å gjødsle de nærmeste årene vil i praksis begrenses av en rekke forhold, herunder regelverket i forhold til vegetasjonstyper, som framgår av Norsk PEFC Skogstandard. Den samlede nytten av tiltaket vil bli best ved å prioritere arealer hvor klimaeffekten er god, samtidig som tiltaket gir god næringsmessig nytte og akseptable miljøkonsekvenser.

I kapittel 5 diskuteres bruttolista i lys av klimaeffektene, mens kapittel 6 tar for seg mulige effekter av gjødsling av skog for miljø.

For økonomien i tiltaket vil både driftsforhold, forventninger om framtidig tømmerpris, støtteordninger og skogeierens vurderinger rundt usikkerhet (for eksempel tilvekstrespons) være relevante skranker. Disse forholdene diskuteres nærmere i kapitlene 4 og 7.

4 Skogbruksmessig nytte ved målrettet gjødsling

4.1 Generelt om skogbruksmessige effekter ved gjødsling

For skogeieren er det mest interessant å gjødsle de arealene som gir best lønnsomhet av investeringen. Hensikten er å øke diametertilveksten på trær av god kvalitet, slik at verdien av bestandet øker. Man ønsker altså både en volumtilvekst og en verditilvekst, det vil si at det økte volumet også gir en økt pris per kubikkmeter. Bestand som begynner å nærme seg hogstmodenhet kommer godt ut, fordi det da er kort tid fra investeringen gjøres til man kan ta ut gevinsten. Hogstklasse IV er slik sett mest aktuelt å gjødsle. I furuskog kan det i noen tilfeller være aktuelt å gjødsle også «ung» hogstklasse V, dersom trærne kan komme opp i mer verdifulle sortimenter etter gjødsling. I granskog er dette mindre aktuelt da faren for råte og vindfall er større her, samtidig som prisspennet er mindre og det dermed ikke er like mye å hente av verdistigning.

Som nevnt i kapittel 3 har studier vist at effekten av gjødsling er best på midlere boniteter. Bestandene bør ha full tetthet slik at de utnytter den tilførte næringen best mulig, og de bør være veksterlige og friske med trær som kan gi virke av god kvalitet. For gran bør en vurdere råtefaren i bestandet, da dette kan redusere både volum- og verditilveksten vesentlig. Videre bør bestandene ikke være overtette, med tanke på at næringen skal komme de trærne til gode som kan få god verditilvekst og som skal avvirkes ved sluttavvirkning. Gjødsling av bestand som i tillegg til økt kubikkmasse får stor verditilvekst, vil som nevnt gi best økonomisk utbytte. Ofte vil dette gjelde tynnete, velstelte bestand. De første årene etter tynning kan bestandet være mer utsatt for vindfall og snøbrekk, samtidig som inngrepet vil gi en viss gjødslingseffekt fra hogstavfallet. Man bør derfor vente noen år etter tynning før man gjødsler. Lauvtrær viser en kortvarig og beskjeden respons på gjødsling, derfor bør bestand som gjødsles være dominert av bartrær.

Per i dag har vi ikke norske gjødslingsmodeller som kan predikere effekten av gjødsling ut fra vegetasjonstyper, jordtyper eller andre kjennetegn ved voksestedet, utover det utvalget som alt er gjort i bruttolista. Brantseg et al. (1970) analyserte flere norske gjødslingsforsøk. De fant at faktorer som feltenes tetthet, alder, bonitet og vekst bare forklarte en liten del av variasjonen i tilveksten etter gjødsling. Petterson (1994a) utviklet prediktive funksjoner for effekten av gjødsling basert på svenske forsøk. Han fant blant annet at tilveksteffekten de første fem årene var avhengig av breddegrad og høyde over havet. På middels boniteter innen samme region, fant Petterson at bestandene reagerte mer positivt på gjødsling jo høyere årlig tilvekst de hadde. Vi kan anta at det er en effekt av for eksempel høyde og breddegrad også i Norge. En masteroppgave ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) viste imidlertid at Pettersons funksjoner forklarte en relativt liten del av variasjonen i respons når de ble testet på et norsk materiale, og at de svenske funksjonene også overestimerte gjødslingsresponsen (Sørli 2012). Responsen på gjødsling kan variere mye (jamfør kapittel 3.1) uten at man kan predikere nøyaktig hvilke bestand som vil gi best tilvekst. Det gjør det vanskeligere å velge ut de beste bestandene og representerer en usikkerhet i forhold til økonomien i tiltaket.

Kostnadene til selve gjødslingen er lite følsomme for driftsforholdene, så lenge spredningen skjer med helikopter. Imidlertid vil driftsforholdene bety noe når skogen skal høstes. Dermed vil lønnsomheten av tiltaket naturlig nok være størst der driftsutgiftene er minst; nær driftsvei og i lett framkommelig terreng.

På grøftet torvmark kan gjødsling med fosfor og kalium øke tilveksten betydelig. Nitrogenrike torvtyper anses som mest gunstige for mineralgjødsling, fordi ønsket balanse mellom N, P og K kan oppnås uten nitrogentilførsel. Det har vist seg at N-fattig torvmark gjerne trenger gjentatt gjødsling med nitrogen for å opprettholde produksjonen, noe som ikke er økonomisk lønnsomt (Päivänen og Hånell 2012). Gjødsling av torvmark med aske diskuteres i kapittel 10.

4.2 Vurdering av arealene i bruttolista etter skogbruksmessig nytte

Bruttolista inneholder ingen vurdering av bestandenes kvalitet eller tetthet, utover at arealer med ufullstendig tetthet er utelatt. Heller ikke forhold som påvirker driftskostnadene er vurdert, slik som for eksempel driftsveilengde eller terrenghelling. Derfor vil bruttolista inkludere arealer som det, sett fra skogeiers ståsted, ikke vil være lønnsomt å gjødsle, herunder noen arealer hvor driftskostnadene ved hogst vil være så høye at det er lite trolig at skogen vil bli avvirket uten at tømmerprisene øker vesentlig, eller ved at det for eksempel bygges skogsbilveier som gjør arealer mer tilgjengelig.

Som et grunnlag for vurderinger rundt virkemiddelbruk og organisering, vil det være nødvendig å gjøre vurderinger rundt hva som er et mulig arealomfang med de begrensninger som er knyttet til a) tiltakets økonomi for skogeier og b) tilstanden i det enkelte skogbestand med tanke på muligheten for å oppnå godt betalte sortimenter av god kvalitet. Vi presenterer i det følgende noen eksempler på økonomien i tiltaket, der vi også illustrerer hvordan bruk av skogfond og varierende driftskostnader påvirker lønnsomheten for skogeiere med ulik marginal skattesats. Deretter vurderer vi, så langt det er mulig, hvor store arealer som er aktuelt å gjødsle ut i fra bestandenes kvalitet og tetthet. Vi legger her hovedvekt på vurderinger rundt arealer som vil være tilgjengelig for gjødsling de nærmeste årene, gitt at en ser for seg et opplegg med en gangs gjødsling om lag 10 år før sluttavvirkning. Med bakgrunn i ovenstående vurderinger gis et øvre og nedre anslag for et sannsynlig omfang av tiltaket de nærmeste årene, basert på skogbruksmessig nytte.

4.2.1 Eksempel på lønnsomhet ved gjødsling av skog 10 år før hogst

Noen enkle beregninger viser eksempler på lønnsomheten for skogeier ved gjødsling av henholdsvis gran- og furuskog 10 år før hogst (tabell 4.1). De forutsetningene vi har lagt til grunn er følgende:

- Stående volum og tilvekst for furubonitet F14 og granbonitet G17 ved henholdsvis 80 og 70 års totalalder etter produksjonstabellen (forutsetter to tynninger for furu og én for gran)
- Tilvekstøkning etter gjødsling på 0,15 kubikkmeter per dekar og år i 10 år
- En prisøkning på trevirke av furu etter gjødsling, ved at sagtømmerandelen øker fra 55 til 60 prosent, uendret sagtømmerandel for gran (55 prosent)
- Virkespriser som gjennomsnittet i mai 2013 (kilde: SLF), kostnad for gjødsling 300 kroner per dekar, driftsutgifter 120 kroner per kubikkmeter
- Marginalskattesats på 39 prosent

Skogeiers egenandel ved bruk av skogfond er beregnet med kalkulatoren som er tilgjengelig via hjemmesidene til Skogbrukets Kursinstitutt: <http://www.skogkurs.no/skogfond/index.asp>.

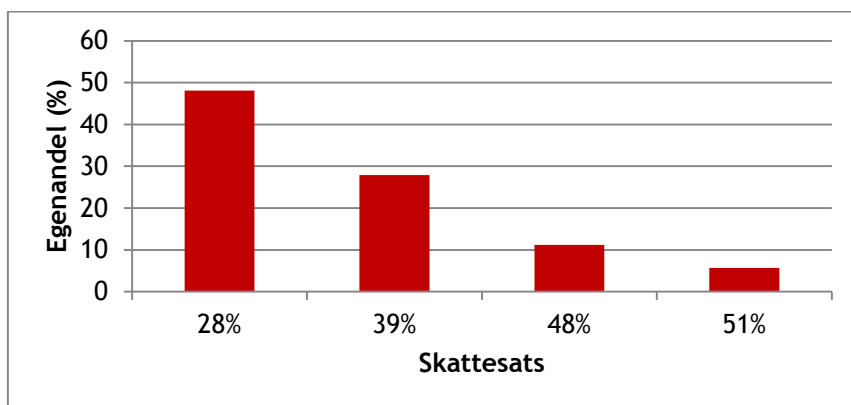
Resultatet vil være følsomt for forventet endring i gjennomsnittlig pris. Dersom en forutsetter at hele den økte tilveksten vil være av sagtømmerkvalitet og at denne delen av volumet dermed vil ha en bedre pris, impliserer dette at eksemplet underestimerer avkastningen etter gjødsling noe. Dersom det derimot ikke blir noen økning i andelen med sagtømmerkvalitet for

furu, hvis andelen sagtømmer er lavere enn i eksemplene, eller hvis tilveksten ikke blir så god som forutsatt, vil lønnsomheten gå ned.

Eksemplene viser differanse i hogstverdi per dekar og internrente, som et mål på avkastningen investeringen gir. De viser resultater både med og uten bruk av skogfond. Med de gitte forutsetningene er gjødsling 10 år før hogst lønnsomt for både gran- og furubestanden, med en avkastning på henholdsvis 11,4 og 20,6 prosent. Dette gjelder så lenge skogeier bruker skogfond til investeringen (tabell 4.1). Uten bruk av skogfond er gjødsling av furubestanden fortsatt lønnsomt, med en avkastning på 6 prosent, mens det ikke er lønnsomt for granbestanden. Dersom tilveksteffekten settes til 0,2 kubikkmeter i stedet for 0,15 kubikkmeter per dekar og år, eller vi forutsetter en økt sagtømmerandel for gran slik som hos furu, blir internrenten også her positiv (beregninger ikke vist). Lønnsomheten i tiltaket vil bli større eller mindre dersom skogeier har en høyere eller lavere marginal skattesats, enn det vi har anvendt som forutsetning (39 prosent). Dette skyldes at ved bruk av skogfond til å dekke utgiftene, blir skogeiers egenandel av investeringskostnaden etter skatt mindre med økende marginal skattesats (figur 4.1).

Tabell 4.1 Økonomien ved gjødsling av et furu- og et granbestand ti år før avvirkning.

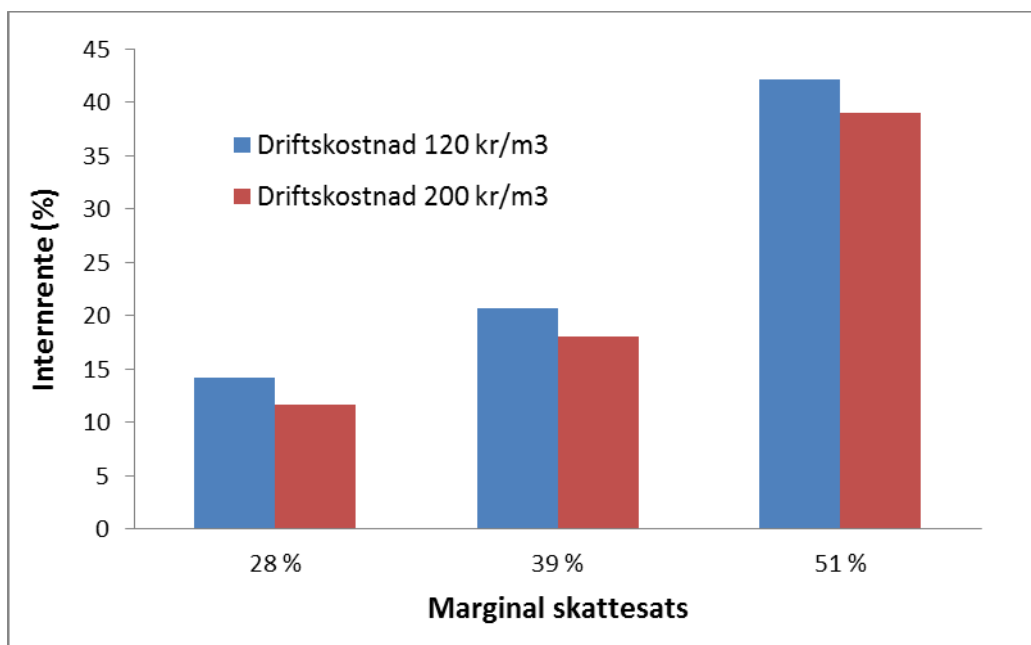
	FURU		GRAN	
	Uten gjødsling	Med gjødsling	Uten gjødsling	Med gjødsling
Stående volum per daa før gjødsling, m ³	27,7	27,7	36	36
Tilvekst, m ³ /daa/år	0,57	0,72	0,9	1,05
Total tilvekst 10 år, m ³ /daa	5,7	7,2	9	10,5
Totalt hogstkvantum, m ³ /daa (justert ned 10 % for bark)	30,1	31,4	40,5	41,9
Gjennomsnittspris, kr/m ³	308	317	301	301
Samlet hogstverdi, kr	9 264	9 970	12 209	12 616
Differanse i verdi ved hogsttidspunkt, kr/daa		705		407
Kostnader gjødsling 10 år før hogst, kr/daa (u/skogfond)		300		300
Kostnader gjødsling 10 år før hogst, kr/daa (m/skogfond)		83		83
Driftskostnad avvirkning, kr/daa	3 607	3 769	4 860	5 022
Differanse driftskostnad, kr/daa		162		162
Differanse i hogstverdi minus driftskostnader, kr/daa		543		245
Internrente ved bruk av skogfond		20,6 %		11,4 %
Internrente uten bruk av skogfond		6,1 %		-2,0 %



Figur 4.1 Skogeiers egenandel av investeringskostnadene etter skatt ved bruk av skogfondsmidler og engangsavskrivning.

4.2.2 Lønnsomhet av tiltaket ved varierende driftsforhold

Ved å ta utgangspunkt i eksempelet med furuskog på bonitet F14 ovenfor, kan vi også illustrere hvordan driftskostnaden ved sluttavvirkning vil kunne slå ut på forrentningen av investeringen (figur 4.2). Vi definerer her driftskostnaden som summen av de kostnadene som er forbundet med hogst og utkjøring av tømmeret til nærmeste leveringssted ved bilvei, og viser resultatet i form av tiltakets internrente når driftskostnaden settes til henholdsvis 120 (som i eksempelet fra tabell 4.1) og til 200 kroner per kubikkmeter. Forutsetninger om hogstverdi (gjennomsnittlig tømmerpris per kubikkmeter) er som i eksempelet over, slik at driftsnetto etter hogst blir om lag 190 og 110 kroner per kubikkmeter for eksemplene med henholdsvis lav og høy driftskostnad. I figuren viser vi også effekten av ulik marginal skattesats. Det framgår av dette at effekten av ulik driftskostnad er langt lavere enn effekten av marginal skattesats.



Figur 4.2 Internrente ved gjødsling av et furubestand på bonitet F14 ved ulik forutsetning om driftskostnad og marginal skattesats. Forutsetninger om bestandsutvikling og gjennomsnittlige virkespriser som i eksempelet for furuskog i tabell 4.3.

Likevel vil det vere slik at en del arealer ikkje vil vere lønnsomme å avvirke, siden driftskostnadene er høgere enn tømmerinntektene. Disse arealene vil det naturleg nok ikkje vere lønnsomt å gjødsle. For å få et bilde av hvor stort omfang slike arealer utgjør, er arealene gruppert etter beregnet driftsnetto, som tar hensyn til forskjellige driftsforhold knyttet til blant annet driftsveilegde og terrengbratthet. Beregningene vi har utført, tar utgangspunkt i en metode for estimering av driftskostnader ved sluttavvirkningstidspunktet på flater i Landsskogtakseringen. For detaljer om beregningsmetoden og forutsetninger om driftskostnader og virkepriser vises til Granhus et al. (2011).

Bruttoarealet sortert etter driftsnetto (tabell 4.2) viser at over 99 prosent av arealet har positiv driftsnetto, altså at de beregnede driftskostnadene er lavere enn tømmerinntektene med de forutsetninger som er anvendt. Som regel vil inntjeningskravet vere høgere enn 0 kroner for at det skal vere interessant for skogeier å avvirke. Hvor høyt inntjeningskrav en vil ha, vil avhenge av skogeiers preferanse. Inntjeningskravet vil i tillegg avhenge av påfølgende kulturkostnader etter avvirkning, som utgifter til planting og markberedning. Det er også rimelig å anta at driftsnetto må vere en god del høgere enn det som skogeier vurderer som minimum for å avvirke, for at han eller hun skal finne det interessant å investere i gjødsling. Andelen arealer med lav driftsnetto er imidlertid ikkje så store. Kun 17 prosent av det totale arealet i bruttolista har en driftsnetto på under 150 kroner per kubikkmeter (tabell 4.2). For vegetasjonstypene som kan gjødsles i henholdt til Norsk PEFC Skogstandard (blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog) er tilsvarende andel marginalt lavere (15 prosent). Dersom en ser kun på arealene i hogstklasse IV, som det vil vere aktuelt å gjødsle de nærmeste årene, er andelen med under 150 kroner per kubikkmeter i estimert driftsnetto på 12 prosent totalt, og 11 prosent for de tre vegetasjonstypene som kan gjødsles i henholdt til Norsk PEFC Skogstandard.

Arealenes fordeling med hensyn på beregnet driftsnetto må ses i lys av at det med det tilgjengelige datamaterialet ikkje er mulig å ta hensyn til varierende virkevalitet på de aktuelle skogarealene. Samtidig vil driftskostnader og reell tømmerpris variere lokalt, og kan i praksis avvike fra de forutsetningene som er anvendt (Granhus et al. 2011). Estimaten med hensyn på beregnet driftsnetto er følgelig beheftet med usikkerhet og må tolkes deretter. På tross av dette indikerer resultatene at det er relativt begrensede arealer som kan regnes som helt uaktuelle å gjødsle ut fra driftsøkonomiske begrensninger.

Tabell 4.2 Gruppering av bruttoarealet etter beregnet driftsnetto (hele bruttolista og arealer i hogstklasse IV). Omfatter alle arealer uten fratrukk for vegetasjonstyper som ikkje kan gjødsles i henholdt til Norsk PEFC Skogstandard.

	Driftsnetto <= 0 kr	Driftsnetto 1-50 kr	Driftsnetto 51-100 kr	Driftsnetto 101-150 kr	Driftsnetto 151-200 kr	Driftsnetto > 200 kr
Hogstklasse I-V	1 %	2 %	6 %	8 %	20 %	63 %
Hogstklasse IV	1 %	2 %	4 %	5 %	14 %	74 %



Foto: Bærlyngskog. John Y. Larsson, Norsk institutt for skog og landskap.

4.2.3 Aktivt skjøttede arealer

Som nevnt i kapittel 4.1, vil arealer som tidligere er skjøttet aktivt med tanke på produksjon av virke med god kvalitet, peke seg ut som de mest aktuelle for tiltaket. For å vurdere et mulig omfang av tiltaket etter en vurdering av skogbruksmessig nytte, vil det være interessant å tallfeste hvor store arealer som kan sies å oppfylle dette kriteriet. I dette kapitlet gjør vi en slik vurdering, basert på de vegetasjonstypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard.

Å estimere hvilke skogarealer som er aktivt skjøttet og av god kvalitet innebærer imidlertid en betydelig grad av usikkerhet. Et moment er at datagrunnlaget i Landsskogstakseringen, som nevnt tidligere, ikke gir detaljert informasjon om kvaliteten på den stående skogen. En potensiell indikator på god kvalitet er imidlertid om det er utført tynning på arealet, da dette vil indikere at det aktuelle bestandet har hatt en relativt høy tretetthet i ungskogfasen. Høy tretetthet tidlig i omløpet vil gi grunnlag for god kvalitet hos de trærne som senere er gitt bedre vekst gjennom tynningen. Informasjon om tynningsinngrep er tilgjengelig for de permanente prøveflatene i Landsskogstakseringen over en periode på om lag 25 år tilbake i tid (flatene ble etablert 1986-1993). En svakhet ved å anvende en slik tilnærming i vurderinger av potensielt areal er at tynning kan ha vært utført på et tidligere tidspunkt enn den perioden dataene dekker. Særlig gjelder dette for arealene i hogstklasse V, der tynning kan være utført flere tiår tilbake i tid uten at dette går fram av dataene.

Sett i et tiårsperspektiv vil de mest aktuelle arealene omfatte granskog, furuskog og barblandingskog i den eldre delen av hogstklasse IV, samt furuskog av god kvalitet i yngre del av hogstklasse V. Arealene i bruttolista som per i dag er enten i hogstklasse IV og maksimalt 20 år yngre enn hogstmodenhetsalder eller som er furudominert skog i hogstklasse V med alder opp til 20 år over hogstmodenhet, omfatter totalt 2,3 millioner dekar. Andelen av dette arealet som er registrert som tynnet, omfatter i underkant av 0,7 millioner dekar (tabell 4.3).

For det resterende utynnede arealet er det angitt tynningsbehov for en mindre andel, mens til dels betydelige arealer er to- eller flersjiktet skog. For slike overtette og/eller sjiktede skogbestand antar vi at den næringsmessige verdien av tiltaket vil være betydelig dårligere enn i tynnet og ensjiktet skog. Dette med bakgrunn i at gjødslingseffekten vil fordeles på mange flere trær, herunder mindre dimensjoner, som gir mindre verdiøkning av tiltaket.

Dersom en lar de tynnede arealene i de aktuelle skogstypene med en bestandsalder innenfor pluss/minus 20 år til hogstmodenhet representere et nedre estimat, og lar tynnede arealer pluss utynnet ensjiktet skog uten angitt behov for tynning og med beregnet driftsnetto større enn 150 kroner per kubikkmeter representerer et øvre estimat for areal som det vil være interessant å gjødsle den nærmeste tiårsperioden, kommer vi til at mellom 0,7 og 1,3 millioner dekar synes aktuelle innenfor de tre vegetasjonstypene som det per i dag er tillatt å gjødsle etter Norsk PEFC Skogstandard (tabell 4.3). Dette forutsetter at en i den første tiårsperioden velger å gjødsle også granskog og barblandingskog som har under 10 år igjen til hogstmodenhet.

Medregnet de arealene i bruttolista som det i dag ikke er tillatt å gjødsle etter Norsk PEFC Skogstandard, vil øvre og nedre estimat bli noe høyere, henholdsvis om lag 0,8 og 1,6 millioner dekar.

I siste kolonne i tabell 4.3 framgår hvor store arealer som i dag har en alder tilsvarende 21-30 år under normal hogstmodenhetsalder innen de tre vegetasjonstypene, vist som henholdsvis totalt areal og nedre og øvre estimat etter de samme kriterier som beskrevet over. Gitt et gjødslingsregime med gjødsling 10 år før hogst, vil da dette arealet måtte fordeles over den andre tiårsperioden.

Under forutsetning om at en eventuell økt gjødsling fordeles noenlunde likt fra år til år, og med bakgrunn i vurderingene over anslår vi at aktuelt gjødslingsareal ut fra skogbruksmessig nytte vil ligge i størrelsesorden mellom 70 000 og 130 000 dekar per år i første tiårsperiode. I andre tiårsperiode vil aktuelt gjødslingsareal ligge mellom 60 000 og 85 000 dekar. Vi har her ikke tatt hensyn til at en viss andel av skogarealet som vil være i aktuell alder for gjødsling om 10-20 år vil bli tynnet de nærmeste årene. Det nedre estimatet for andre tiårsperiode er derfor noe mer konservativt enn estimatet for den første perioden.

Tabell 4.3 Skogareal (1000 dekar) innen vegetasjonstypene blokkebær-, bærlyng-, og blåbærskog som potensielt kan være tilgjengelig for gjødsling de nærmeste årene vurdert ut fra skogbruksmessig nytte. Tabellen viser både brutto areal og et nedre og øvre estimat etter utvalgs-kriterier nærmere definert i teksten.

	Hogstklasse V ¹⁾	Hogstklasse IV ²⁾	Tilgang 1. tiårsperiode ³⁾	Tilgang 2. tiårsperiode ⁴⁾
Brutto areal	596	1 716	2 312	1 418
Nedre estimat	88	589	678	598
Øvre estimat	336	959	1 295	835

- 1) Inkluderer her furudominert skog med bestandsalder inntil 19 år over normal hogstmodenhetsalder for den aktuelle bonitetsklassen.
- 2) Inkluderer her gran-, furu- og barblandingskog skog med bestandsalder inntil 20 år lavere enn normal hogstmodenhetsalder for den aktuelle bonitetsklassen.
- 3) Sum av arealet i de to første kolonnene (hogstklasse IV og V).
- 4) Inkluderer gran-, furu- og barblandingskog skog med bestandsalder 21-30 år lavere enn normal hogstmodenhetsalder for den aktuelle bonitetsklassen.

4.2.4 Gjødsling i andre typer skogbestand

I rapporten fokuserer vi på gjødsling av aktivt drevet produksjonsskog omtrent 10 år før hogst. Også andre arealer kan være nyttig å gjødsle ut fra et skogbruksmessig synspunkt. Det kan for eksempel gjelde gjødsling av bestand i hogstklasse III eller yngre hogstklasse IV, eventuelt med gjentatt gjødsling etter 8-10 år. Gjødsling av yngre skog vil ofte gi god effekt på tilveksten, men fordi det er lengre tid fra investeringen foretas til inntekten foreligger, vil tiltaket ha dårligere lønnsomhet og dermed ikke prioriteres like høyt ut i fra et økonomisk synspunkt.

Vi brukte samme betingelser som i eksempelet i tabell 4.1, og beregnet lønnsomheten av gjentatt gjødsling 20 og 10 år før hogst. Resultatet ble at gjentatt gjødsling også er lønnsomt for skogeier, med unntak av gjødsling av granbestand uten bruk av skogfondsmidler. Lønnsomheten er imidlertid dårligere enn ved gjødsling kun 10 år før hogst, med en halvering av internrenta for furu til 10 prosent, og en nedgang fra 11 til 7 prosent for gran. Simonsen et al. (2010) fant også bedre lønnsomhet ved en engangs gjødsling 8-9 år før hogst enn en gjentatt gjødsling.

Gjødsling av bestand som er utynnet eller hvor trærne ikke vil gi virke av god kvalitet, betyr at man overfører mer av tilveksten til trær som ikke vil gi særlig verditilvekst. Dette vil derfor være mindre lønnsomt enn gjødsling av et velstelt bestand med trær som kan gi kvalitetsvirke.

Det årlige potensielle gjødslingsarealet vil naturligvis øke dersom rammene for hvilke bestand som skal gjødsles blir utvidet, jamfør tabell 3.4 og figur 3.2.

4.3 Oppsummering og rangering av arealer

Hovedtyngden av skogareal som er aktuelt for gjødsling ut fra hensyn til næring befinner seg på Østlandet. Det potensielle arealet er adskillig større enn dagens gjødslingsareal. Det er ikke nok å velge arealer kun ut fra faktorer som treslag, tetthet eller hogstklasse, også muligheten for kvalitetsutvikling i bestanden betyr mye for økonomien i tiltaket. Vi anslår at potensielt gjødslingsareal vil ligge mellom 70 000 og 130 000 dekar i året i kommende tiårsperiode. Dette er basert på en vurdering av skogbruksmessig nytte av gjødslingen, på de vegetasjonstypene som i dag er tillatt å gjødsle i følge Norsk PEFC Skogstandard. Det potensielle gjødslingsarealet vil være en del lavere når man også tar høyde for begrensninger knyttet til øvrige miljøkriterier som foreslås i denne rapporten, inkludert hensyn til vannmiljø (jamfør kapittel 8.3).

Oppsummert er gjødslingseffekten best på midlere barskogsboniteter der en vanligvis har middels rike vegetasjonstyper med podsolprofil. Bestandene som velges bør ha full tetthet og være friske, og med trær som kan gi virke av god kvalitet. Tynning bør være gjennomført, fortrinnsvis noen år før gjødsling. Furu vil kunne nå bedre betalte sortimenter etter gjødsling, og det kan derfor lønne seg å prioritere bestand med furuskog. Av økonomiske hensyn lønner det seg mest å gjødsle skogen om lag 10 år før sluttavvirkning, altså i hogstklasse IV, eventuelt i «ung» hogstklasse V for furuskog hvor trærne kan nå opp i bedre betalte sortimenter. Arealer med gode driftsforhold bør prioriteres foran arealer med dårligere driftsforhold.

Høyest opp på en prioriteringsliste i forhold til skogbruksmessig nytte kommer dermed bestand på middels bonitet med god løpende tilvekst og god verditilvekst (fortrinnsvis furu, men også gran av god kvalitet), tynnet og med gode driftsforhold, om lag 10 år før hogstmodenhetsalder.

Lenger ned på lista kommer bestand med mindre mulighet for verditilvekst, utynnede bestand og arealer med vanskelig driftsforhold. Yngre bestand hvor det er lang tid igjen til

hogstmodenhet (også der man tenker seg gjentatte gjødslinger) vil også komme lenger ned på prioriteringslista.

Lite veksterlige, glisne bestand uten mulighet til verditilvekst bør ikke prioriteres for gjødsling, ut fra hensyn til skogbruksmessig nytte.

5 Klimaeffekt ved gjødsling av skog

5.1 Skogens rolle i klimagassregnskapet

5.1.1 Opptak av klimagasser i norske skoger

Skogen tar opp og binder karbondioksid fra atmosfæren og fungerer på den måten som karbonlager. Når skogen avvirkes og trevirket forbrennes eller brytes ned biologisk, frigjøres karbon til atmosfæren i form av CO₂. Karbonlageret i skogen kan økes gjennom planting av skog på nye arealer, og gjennom økt biomasseproduksjon på eksisterende arealer (IPCC 2007). Andre måter skogen og råstoff fra skogen kan redusere klimagassutslipp er gjennom bruk av bioenergi som erstatter fossil energi, og gjennom lagring av karbon i treprodukter. Bruk av trematerialer kan gi ytterligere klimagevinst dersom disse erstatter mer klimabelastende materialer.

Boreale skoger antas å være det økosystemet som har bundet størst mengde karbon, og det er bundet 5-6 ganger så mye karbon i jord som i vegetasjon (Kjønaas og Nilsen 2004). Karbonet i jorda kommer hovedsakelig fra trær og andre planter. Årlig endring av karboninnhold i jorda er avhengig av faktorer som blant annet klima (temperatur, fuktighet), vegetasjon (tilførsel og kvalitet av organisk materiale), topografi og skogdrift. Forenklet vil det si at alle faktorer som øker planteproduksjonen, også øker strøproduksjonen⁶. For det samlede norske skogarealet er den årlige økningen i karbonlageret i skogsjord, strøsjiktet og død ved de siste årene beregnet til å ligge rundt 5-6 millioner tonn CO₂⁷.

I Norge dekker skogen 38 prosent av landarealet, og tar årlig opp en karbonmengde som tilsvarer mer enn 60 prosent av våre samlede årlige utslipp av klimagasser i andre sektorer. Tilveksten har økt på grunn av skogforvaltning og intensiv planting på eksisterende arealer fra og med 1950 (jamfør kapittel 3.1), mens avvirkningen har holdt seg stabil på rundt 10 millioner kubikkmeter (m³) i året (figur 5.1). Dette har ledet til en markant økning i det årlige karbonopptaket i norske skoger (figur 5.2). I 2011 var nettoopptaket i norske skoger vel 32 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, når vi inkluderer levende biomasse, død ved og jord⁸.

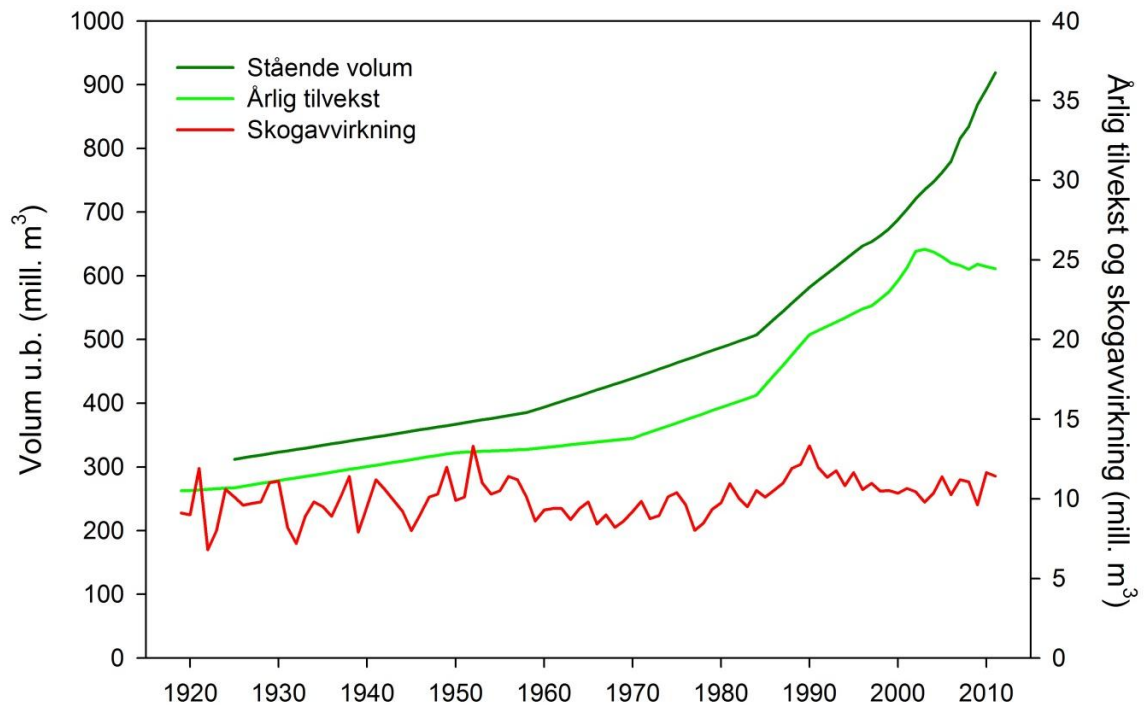
Årlig nettoopptak er forventet fortsatt å være høyt i årene fremover. Men siden mye av skogen i Norge nå har nådd eller passert sin optimale vekstfase, og vil ha en avtagende årlig tilvekstrate, er det imidlertid forventet at opptaket vil avta i framtiden. I tillegg vil mer skog nå det som skogfaglig defineres som hogstmoden alder, og en antar derfor at avvirkningsnivået vil øke fra dagens 10 millioner kubikkmeter i året til 13 millioner kubikkmeter i året i 2020⁹. Scenarier utviklet av Norsk institutt for skog og landskap viser en forventet reduksjon i opptaket i norsk skog til rundt 23 millioner tonn CO₂ i 2020. I Meld. St. nr. 12 (2012-2013) *Perspektivmeldingen 2013*, anslås det at det årlige opptaket i norske skoger vil være 23,8 millioner tonn CO₂ i 2020.

⁶ Lag av løv, bar, kongler, bark m.m. som faller av trærne hvert år, samt av planter på skogbunnen.

⁷ Karbon i skogsjord blir beregnet ved bruk av jordmodellen Yasso07. Modellen og parameterne som brukes i modellen er under stadig forbedring. Det er også igangsatt et forskningsprosjekt for å etterprøve resultatene fra modellen.

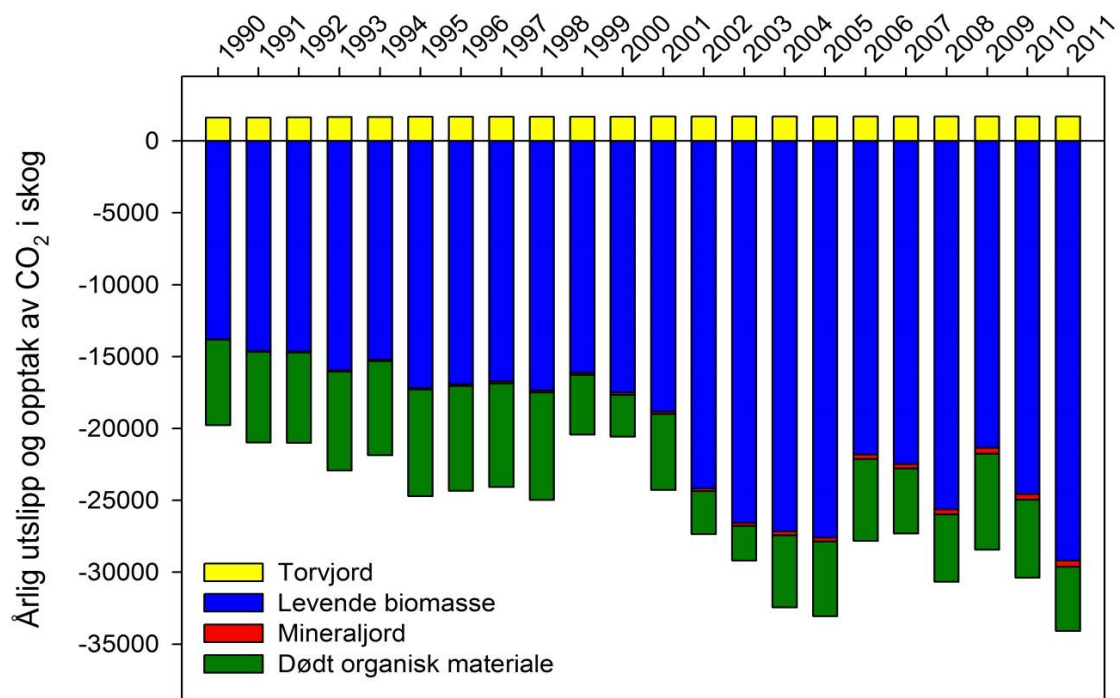
⁸ Utslipp fra skogen bokføres i det treet avvirkes, uavhengig av hvordan trevirket anvendes. På den måten kan en si at klimagassregnskapet underestimerer CO₂-opptaket i skogen.

⁹ Denne forutsetningen er lagt inn i beregningene av referansebanen for utvikling av årlig opptak av CO₂ i skog, gitt implementerte virkemidler per 2009, som er rapportert til Klimakonvensjonen (UNFCCC) som underlag for klimaforhandlingene om endrede regler for inkludering av skog i et framtidig klimaregime fram mot 2020 (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010). Dette er de nyeste framskrivningene vi har.



Figur 5.1 Stående volum, årlig tilvekst og skogavvirkning, 1919-2011.

Kilde: Norsk institutt for skog og landskap og Statistisk sentralbyrå.



Figur 5.2 Årlig utslipp og opptak av CO₂ i skog fordelt på levende biomasse, dødt organisk materiale, torvjord og mineraljord, 1990-2011 (i 1000 tonn). Positive tall indikerer årlige utslipp, mens negative tall indikerer årlige opptak.

Kilde: Norsk institutt for skog og landskap.

Hvorvidt skogen representerer et årlig nettoopptak eller et nettoutslipp av klimagasser bestemmes først og fremst av forholdet mellom avvirkingen og tilveksten. Er avvirkingen mindre enn den årlige tilveksten, slik som i Norge, vil skogen ha et årlig nettoopptak. Hvis det plantes med større plantetetthet etter hogst eller man på andre måter driver aktiv skogskjøtsel som øker stående biomasse, kan man på lang sikt oppnå større karbonmengde bundet i skogen i det kommende omløpet enn det som tidligere stod på arealet. Imidlertid er planteveksten i boreal skog relativt langsom. I Norge tar det gjerne 60-120 år før et nyplantet tre er like stort og inneholder samme mengde karbon som det treet som ble avvirket. Skog skiller seg derfor fra de fleste andre sektorer ved at mange av tiltakene som gjennomføres i dag, vil ha liten effekt på klimagassregnskapet på kort sikt, men stor effekt på lang sikt, både for opptak av CO₂ i skog og som en betinget fornybar ressurs¹⁰ som kan gi utslippsreduksjoner i andre sektorer. Gjennomføring av skogskjøtselstiltak vil derfor være avgjørende for å opprettholde eller øke skogens evne til å ta opp CO₂ på lang sikt. I et videre perspektiv vil også den samlede effekten av ulike skogtiltak avhenge av hvordan biomassen anvendes.

5.1.2 Internasjonal rapportering

Utslipp og opptak av klimagasser i skog rapporteres internasjonalt hvert år både under FNs klimakonvensjon og Kyotoprotokollen. I Klimakonvensjonens retningslinjer for rapportering av klimagasser er skog inkludert i kategorien "Skog, arealbruk og arealbruksendringer" (Land Use, Land Use Change and Forestry - LULUCF). I tillegg til skog inneholder denne kategorien jordbruksarealer, beitemark, våtmark, bebyggelse og annet areal. Når Norge rapporterer sitt klimagassregnskap til Klimakonvensjonen, inneholder regnskapet alle utslipp og alt opptak av klimagasser i skog og andre arealkategorier. Når et tre hogges bokføres hele treet karboninnhold som et utslipp samme året, mens tilveksten i gjenværende bestand og i foryngelsen samme år, bokføres som årlig opptak i regnskapet.

Kyotoprotokollens regler innebærer at kun en mindre andel av det totale opptaket i norsk skog kan bokføres. I følge Kyotoprotokollens artikkel 3.3 skal alt utslipp og opptak av klimagasser forbundet med skogreising og avskoging etter 1990 (det vil si arealbruksendring) medregnes i den tallmessige forpliktelsen. For skogforvaltning (Artikkel 3.4) er det satt et tak for hvor mye et land kan bokføre av det totale opptaket. For første forpliktelsesperiode (2008-2012) er taket for de fleste land satt til 3 prosent av landets utslipp av klimagasser i andre sektorer i 1990, mens det for andre forpliktelsesperiode (2013-2020) er satt til 3,5 prosent når også bidrag fra eventuelle felles gjennomføringsprosjekter (joint implementation - JI) innen skogforvaltning inkluderes. For Norge betyr dette henholdsvis om lag 1,5 millioner tonn CO₂ og om lag 1,75 millioner tonn CO₂. Årlig opptak i norske skoger overoppyller allerede dette taket.

Bokføringsreglene under Kyotoprotokollen betyr at meropptaket ved økt skoggjødsling vil rapporteres under artikkel 3.4. Siden taket for hva som kan bokføres av opptak under artikkel 3.4 allerede er nådd, vil ikke gjødsling gi effekt opp mot Norges utslippsforpliktelse for perioden 2013-2020.

Vi vet ikke hva som vil være skogens rolle i en framtidig klimaavtale etter 2020. Ved en mer helhetlig inkludering av skogen, uten tak på hvor mye et land kan bokføre av det totale opptaket, vil alle utslipp og alt opptak av klimagasser i skog inkluderes. Det vil si at effektene av mer intensiv skogskjøtsel vil synliggjøres.

¹⁰ En betinget fornybar ressurs er bare fornybar dersom den forvaltes riktig. Så lenge det sørges for foryngelse etter avvirking vil trevolumet i skogen gjenvinnes, og skogen vil være en langsiktig, vedvarende ressurs.

5.1.3 Utslipp av lystgass (N₂O) i Norge

Lystgass (N₂O) er en sterk klimagass. Ett tonn N₂O har 310 ganger større oppvarmingspotensial (GPW - global warming potential) enn tilsvarende mengde CO₂ (IPCC 1995). I Norge bidro lystgass med snau seks prosent av det samlede utslippet av klimagasser i 2011, omregnet til CO₂-ekvivalenter. Over to tredeler av utslippet kommer fra jordbruk, og 10 prosent kommer fra produksjon av mineralgjødsel (kunstgjødsel). Utslippene har blitt redusert med 38 prosent siden 1990, da bidro lystgass til nesten 10 prosent av det samlede utslippet av klimagasser.

Mikrobiologisk aktivitet i jordsmonnet, som omdanner ulike nitrogenforbindelser til lystgass, er den viktigste kilden til dannelse av lystgass. Gjødsling øker tilførselen av nitrogenforbindelser til jordsmonnet og stimulerer prosessene som danner lystgass. Økt produksjon og bruk av nitrogenholdig mineralgjødsel gjorde at utslippene vokste betydelig fram til begynnelsen av 1980-tallet. Siden har utslippene blitt kraftig redusert. Fra 1990 til 2012 gikk utslippene ned med nesten 87 prosent. Årsaken er at utslippene per produsert enhet har gått ned, på grunn av nyutviklet katalysatorteknologi.

I Norges klimagassregnskap beregnes utslippet av lystgass (N₂O) som følge av nitrogengjødsling etter en standard utslippsfaktor på 1,25 prosent av tilført nitrogen ($\times 44/28$ for å gjøre om fra N til N₂O). I følge IPCC (2003) er spennvidden i utslippsfaktoren fra 0,25 til 6 prosent. Vi har ikke nasjonale data som understøtter et annet valg av prosentetsats. I 2011 ble det med denne metoden beregnet at gjødsling med 84 000 kg N (årlig mengde per i dag) i skog i Norge, ga et lystgassutslipp på 1 600 kg N₂O, som tilsvarer 496 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette utgjorde 0,015 prosent av Norges totale lystgassutslipp det året.



Foto: Småbregneskog. John Y. Larsson, Norsk institutt for skog og landskap.

5.2 Klimaeffekter ved gjødsling av skog

5.2.1 Faktorer som påvirker klimaeffekten

Siden gjødsling av skog gir økt diameter- og høydevekst, vil tiltaket bidra med å øke CO₂ - opptaket i levende biomasse. Gjødsling vil ha en relativt rask effekt på karbonopptaket til forskjell fra de fleste andre klimatiltak i skogsektoren.

Valg av skogbestand samt hvordan gjødslingen utføres (tidspunkt og dosering) påvirker klimagasseffekten. I tillegg vil følgende faktorer virke inn:

- Karbondynamikken i trær og annen levende biomasse
- Karbondynamikken i jord
- Risiko for lystgassutslipp
- Utslipp fra maskiner som brukes i skogbruket
- Utslipp fra produksjon av gjødsel

I tillegg til disse faktorene vil klimagasseffekten av tiltaket bli påvirket dersom bruken av trevirket ved slutthogst endres ved gjødsling, sammenlignet med bruken av trevirke fra bestand som ikke gjødsles. Klimagasseffekten vil også bli påvirket dersom gjødsling fører til at mer eller mindre av skogen blir hugget, enn hva som hadde vært tilfelle uten gjødsling.

Generelt vil gjødsling bidra til at tilveksten øker mer sammenlignet med tilveksten uten gjødsling, og det vil dermed bindes mer karbon i levende biomasse. Gjødsling forventes å gi økt tilvekst i en periode på 6-10 år. Etter denne perioden er effekten borte. Gjødsling er med andre ord et tiltak som kan bidra med økt biomasseproduksjon på kort sikt.

Dersom et nytt bestand gjødsles hvert år, og hvert bestand avvirkes 10 år etter gjødsling, vil det årlige karbonopptaket i levende biomasse øke i 10 år og deretter ligge konstant på dette høyere nivået. Dette henger sammen med at effekten fra det første bestandet opphører, mens et nytt bestand vil få økt opptak. Karbonlageret stabiliserer seg med andre ord på et høyere nivå. Dersom det bare gjødsles i 10 år, vil årlig opptak øke i 10 år og deretter avta, til effekten av tiltaket er ebbet ut. Ti år etter siste gjødsling vil det ikke lenger være noe meropptak. Karbonopptaket vil da legge seg på det "ugjødslede" nivået igjen. Når den gjødslete skogen er hugget, vil også karbonlageret returnere til det "ugjødslede" nivået. Hvis økt tilgang på råstoff på de gjødslede områdene erstatter råstoff som ellers ville bli tatt ut i ugjødslede områder kan allikevel gjødsling medføre en mer langvarig økning av skogens karbonlager. Slike indirekte virkninger av gjødsling vil ventelig være svært vanskelige å måle.

Vurderinger knyttet til gjødsling flere ganger i løpet av et skogomløp og på andre tidspunkter enn 10 år før hogst, er omtalt i kapittel 5.3.6.

5.2.2 En tidligere studie av gjødsling som klimatiltak - Klimakur 2020

Som en del av Klimakur 2020 ble det laget en sektorrappport om skogbruk (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010), der tiltak og virkemidler som kan gi økt opptak og redusert utslipp av klimagasser fra skogbruk ble vurdert. Et av tiltakene som ble vurdert var gjødsling av gran- og furuskog.

Forutsetningene som lå til grunn for beregningen:

- Gjødsling av 1 prosent blåbærmark på midlere bonitet (11-17) per år. Blåbærmark har mye karbon i forhold til nitrogen, slik at gjødsling gir liten risiko for lystgassutslipp.

- Tilførsel av om lag 50 kilo ammoniumnitrat (det vil si 17,5 kg N)¹¹ per dekar i nær hogstmoden alder (10 år før hogst).
- Gjødslingen forutsettes å gi økt tilvekst på om lag 0,2 kubikkmeter¹² per dekar per år.

Studien fra Klimakur 2020 la til grunn at det ble gjødslet 126 000 dekar per år over en 10-års periode, det vil si at det totalt ble gjødslet 1 260 000 dekar på ti år. Dette vil føre til en trinnvis økning i skogens årlige opptak av CO₂ over perioden, ettersom arealet som har blitt gjødslet blir større og større. Fra og med det 10. gjødslingsåret vil CO₂-opptaket være 0,45 millioner tonn CO₂ mer enn det ville vært uten gjødsling, gitt at en fortsetter å gjødsle nye 126 000 dekar hvert år videre. Over en 100-års periode vil det bety at all blåbærmark på midlere bonitet gjødsles en gang. Det potensielle gjødslingsarealet vil være lavere når man tar høyde for aktuelle arealer ut fra næringshensyn og begrensninger knyttet til miljøkriterier som foreslås i denne rapporten, inkludert hensyn til vannmiljø (jamfør kapittel 8.3).

På grunn av at datagrunnlaget for skogsjord var for usikkert, var det ikke grunnlag for å beregne mulig endring i karbonlageret i jorda. Dette ble derfor ikke inkludert i beregningene i Klimakur 2020 (se kapittel 5.3.2 for nærmere diskusjon). Klimakur 2020 vurderte heller ikke tiltakenes potensielle påvirkning på naturmangfold og andre viktige miljøverdier.

I tillegg til effekter og kostnader relatert til selve gjødslingen, viste Klimakur 2020 til effekter og kostnader relatert til produksjon av gjødsel og utslipp fra spredningsjobben ved bruk av helikopter. Disse effektene kunne imidlertid ikke inkluderes i selve regnestykket, siden det ville ført til dobbelttelling. Disse utslippene vil i henhold til IPCCs retningslinjer for utarbeiding av nasjonale klimagassregnskap rapporteres og bokføres i andre land og/eller i andre sektorer.

For illustrasjonens skyld vil vi likevel beregne den årlige netto-effekten av gjødsling av skog som klimatiltak. Dersom vi legger til grunn eksempelet fra Klimakur 2020 som gjengitt over og tallene som det redegjøres for i kapittel 5.3.4, vil tiltaket gi et netto meropptak på rundt 440 000 tonn CO₂ etter 10 år.

5.3 Rangering av arealene i bruttolista etter klimanytte

5.3.1 Karbondynamikk i levende biomasse

Opptak av CO₂ i levende biomasse øker ved nitrogen gjødsling på fastmark. Økt opptak i trær får man på alle arealer hvor nitrogen er begrensende for veksten.

Klimakur 2020 ga et eksempel på klimagasseffekten av å gjødsle en viss andel av blåbærskogen årlig (kapittel 5.2.2), uten å rangere hvilke typer arealer som egner seg best for gjødsling ut fra et klimaperspektiv. I bruttolista (kapittel 3) er det allerede gjort et utvalg, basert på dagens kunnskap om arealer hvor gjødsling har positiv effekt på trærnes tilvekst. Vi har ikke funksjoner som kan predikere effekten av gjødsling på skogens tilvekst i Norge etter vegetasjonstyper, bonitet, alder eller andre kjennetegn ved voksestedet, ut over det utvalget som alt er gjort i bruttolista (se kapittel 4.1). Dermed kan vi ikke rangere arealene i bruttolista nærmere i forhold til hverandre.

¹¹ Dette er noe høyere enn dosen som diskuteres i kapittel 3. Vanlig dose som brukes i Norge er på 55 kg kalkammonsalpeter per dekar, som tilsvarer 15 kg N per dekar.

¹² Dette anslaget ligger i øvre sjikt av hva rapporten ellers anslår (0,1-0,2 kubikkmeter tilvekstøkning per dekar).

5.3.2 Karbondynamikk i jord

Nitrogen tilførsel blir regnet som et tiltak som kan øke karbonlagringen i jord. Denne økte lagringen i jord kan potensielt være knyttet til økt tilførsel av organisk materiale fra vegetasjonen, og/eller redusert nedbrytning av det organiske materialet i jorda.

Både bestandstetthet og klima er faktorer som bestemmer strøproduksjonen i skogøkosystem (Berg og Matzner 1997). Biomassefunksjoner, slik som Marklund (1987), indikerer en økt kronetilvekst ved økt virkesproduksjon, noe som antas å medføre økt tilførsel av organisk materiale til jorda i form av strø. I eldre, sluttede bestand er det imidlertid ingen grunn til å forvente at kronetilveksten vil øke ved gjødsling. Dette støttes i resultater for strøproduksjon fra langsiktige, kroniske nitrogen-gjødslingsforsøk, blant annet i Sverige (Kjønaas og Stuanes 2008). På den andre siden, viste resultater fra et yngre svensk bestand økt strøfall etter 3 år med årlig N-tilførsel (Nilsson og Wiklund 1995).

Økt nitrogen tilgjengelighet kan medføre redusert nedbrytning av organisk materiale i jorda. Dette kan skje enten ved at økt nitrogen tilgang hemmer selve nedbrytningen av organisk materiale (Berg og Matzner 1997), eller at mikroorganismene benytter en annen karbonkilde enn det eldre organiske materialet som er rikere på nitrogen (Chapin et al. 2009). Strø med høyt lignininnhold (som i bartrær) får redusert nedbrytningshastighet ved tilført nitrogen (Knorr et al. 2005), noe som fører til en økt karbonlagring i jordsmonnet. Tjuv år med nitrogen tilførsel ($\geq 3,4$ kg N per dekar per år) til en furuskog i Nord-Sverige reduserte jordrespirasjonen med 40 prosent, noe som kan føre til en fordobling av karbonlagringskapasiteten de neste 100 år (Franklin et al. 2003). Dette kan bidra til å binde CO₂ i skogsystemene (Aarstad et al. 2013). Samtidig er nitrogen funnet å kunne øke nedbrytningen i fersk strø (Berg og Matzner 1997).

Ekto mykorrhiza (EM), en symbiose mellom trærnes finrøtter og sopp, har en viktig rolle i skogens karbonlagring. EM-soppene får karbonforbindelser fra trærne og forsyner trærne med vann og næring som assimileres gjennom soppens store hyfenettverk i jord. Mengden av karbon bundet i EM-nettverk har lenge vært estimert til 10-15 prosent (Simard et al. 2002), mens en ny studie fra Sverige viser at så mye som 50-70 prosent av det lagrede karbon i skogsjord på øyer i Nord-Sverige stammer fra røtter og EM (Clemmensen et al. 2013).

Karbon er nødvendig for vekst av EM-biomasse (karbonlagring), men brukes samtidig som energi når soppene assimilerer næringsstoffene (karbonforbruk). Forhold mellom soppens karbonlagring og forbruk er komplekse. Denne karbondynamikken påvirkes av konkurransen mellom mykorrhizasopper og nedbrytende sopper (Gadgil og Gadgil 1975), men også av trærnes fysiologiske behov. Fordi røtter med EM brytes ned saktere enn de som er uten EM (Langley et al. 2006), i tillegg til at soppens cellevegg er vanskelig nedbrytbare, spiller EM en viktig rolle i karbonlagring i jord.

Flere studier viser redusert EM-vekst etter gjødsling med nitrogen (Nilsson og Wallander 2003; Treseder 2004; Högberg et al. 2010), selv om ikke alle studier konkluderer med dette (Högbom og Jacobson 2002). I følge Nilsson og Wallander (2003) vil effekten variere med tilført dose N. Nedgang i EM forklares med at gjødslede trær får større tilvekst, noe som forbruker karbon på bekostning av dens allokering til EM-biomasse. I gjødslede bestand kan trærne være mindre avhengige av næringstilførsel fra EM (Högberg et al. 2011). Samtidig ble det også vist at rasktvoksende grantrær fikk større trekroner, som fikserte mer karbon og allokerte tilsvarende større mengder karbon til mykorrhiza, enn trærne som vokste sakte (Korkama et al. 2007). Dette tyder på at karbonbalansen hos trærne er drivkraften bak EM-vekst og avgjør om EM vil stimuleres eller reduseres etter gjødsling.

Ettersom resultatene er sprikende når det gjelder både nedbrytning og effekten på strøproduksjon, er nettoeffekten av gjødsling på karbondynamikken i jord usikker. Vi har derfor ikke grunnlag for å beregne effekten av gjødsling på karbonlager i jord. Dette er et område det bør forskes mer på. Med dagens kunnskap vurderer vi imidlertid at nettoeffekten av tiltaket er positiv.

5.3.3 Risiko for lystgassutslipp

Gjødsling kan gi økt risiko for lystgassutslipp (N_2O). Denne risikoen er i hovedsak basert på hvor mye karbon det er i forhold til nitrogen i jorda (C/N-forholdet), der mye karbon i forhold til nitrogen gir lavere risiko for lystgassutslipp. I følge Klemetsson et al. (2005) er risikoen for lystgassutslipp liten der C/N-forholdet er over 20. Et materiale fra Overvåkningsprogrammet for skogskader viser at 95 prosent av 273 humusprøver samlet inn på tilsvarende vegetasjonstyper og boniteter som i bruttolista har et C/N-forhold på over 20. Gjennomsnittlig C/N-forhold var 30, med et standardavvik på 6,8.

Gjødsling vil tilføre N og kan dermed senke C/N-forholdet i humusen. Ring et al. (2011) fant en reduksjon i C/N-forholdet med økende gjødslingsdoser, varierende fra beskjeden nedgang ved en dose på 45 kg N per dekar til klar nedgang ved 180 kg per dekar. Moldan et al. (2006) fant imidlertid ingen endring i C/N-forholdet etter tilførsel av omtrent 65 kg N per dekar over en 13-års periode. Det forklarte de med at gjødslingen økte strøproduksjonen, slik at jorda også ble tilført mer karbon. Disse forsøkene er utført med adskillig større samlet tilførsel av nitrogen enn en vanlig skoggjødslingsdose.

Sitaula et al. (1995) fant økte utslipp av lystgass ved tilførsel av ammoniumnitrat i furuskog. Flere finske og svenske studier tyder imidlertid på at barskog tåler tilførsel av vanlige skoggjødslingsdoser uten særlige økninger i N_2O -utslipp (Martikainen et al. 1994, Nohrstedt et al. 1994, Klemetsson et al. 1997, Saarsalmi og Mälkonen 2001). Ut i fra informasjonen som er tilgjengelig, synes det vanskelig å dele inn bruttoarealene i områder med større eller mindre fare for lystgassutslipp. Risikoen for utslipp vil øke med overgjødsling og under anaerobe forhold. Store doser gjødsel, gjødsling på steder med høyt nitrogeninnhold i jorda fra før, eller gjødsling av vassjuk mark vil derfor medføre større fare for lystgassutslipp, men ingen av disse områdene er særlig aktuelle for gjødsling i Norge.

Ved bruk av samme metode som i klimagassregnskapet (se kapittel 5.1.3), vil gjødsling av skog i samme omfang som lagt til grunn i Klimakur 2020-beregningene (se kapittel 5.2.2), kunne gi et lystgassutslipp på drøyt 43 tonn per år, tilvarende vel 13 300 tonn CO_2 -ekvivalenter¹³. Etatene vurderer imidlertid at sannsynligheten for betydelig økte utslipp av N_2O er liten, dersom tiltaket begrenses til de arealkategoriene som er lagt til grunn i bruttolista.

5.3.4 Utslipp i forbindelse med produksjon og spredning av gjødsel

Produksjon av gjødsel og selve spredningsjobben vil gi utslipp av klimagasser. I følge Yara utgjør utslippene fra produksjon av skoggjødsel 0,0495 tonn CO_2 -ekvivalenter per dekar etter bruk av ny katalysatorteknologi for å redusere utslippene av N_2O . Dette tilsvarer 6 237 tonn CO_2 -ekvivalenter¹⁴, gitt arealforutsetningen i Klimakur 2020-beregningene (126 000 dekar, kapittel 5.2.2).

Utslipp fra spredning av gjødsel vil påvirkes av metoden som brukes, som igjen påvirkes av eiendomsstruktur og landskapets topografi. I Norge brukes ofte helikopter for å spre gjødselen. Drivstofforbruket til et helikopter vil være 0,6 liter per dekar gjødslet areal, noe som kan omregnes til 1,4 kg CO_2 per dekar, eller 176 tonn CO_2 for et årlig gjødslingsareal på 126 000 dekar.

Etatene legger til grunn at klimagassutslipp knyttet til produksjon og spredning av gjødsel er forholdsvis små sammenliknet med mulighetene for økt CO_2 -opptak, se avsnitt 5.2.2.

¹³ Regnestykket legger til grunn at 126 000 daa gjødsles med 17,5 kg N per dekar, jamfør Klimakur 2020. Begge disse anslagene er høyere enn rapportens utgangspunkt. For øvrig brukes metoden beskrevet i kapittel 5.1.3.

¹⁴ Merk at disse utslippene er relatert til produktet kalkammonsalpeter, som ikke er den formen for gjødsel som er benyttet i eksempelet fra Klimakur 2020.

5.3.5 Usikkerhet

Effektene av gjødsling på trærnes tilvekst og på andre deler av skogøkosystemet er komplekse. De avhenger av faktorer som jordsmonn, klima, vegetasjon, topografi, skogstruktur og utvikling, gjødseltype, dosering og tidspunkt for spredning, samt arealenes tilførsel av nitrogen fra andre kilder via luftavsetninger, våtavsetninger ved nedbør og gjødsling fra jordbruk.

Gjødslingsforsøk har blitt utført fra 50-tallet og framover, og har vist at nitrogentilførsel har god effekt på tilveksten i barskog under nordiske forhold, men det er fortsatt mange usikkerheter knyttet til hvilken effekt gjødsling vil ha i et spesifikt bestand. Ikke minst mangler det mye kunnskap om effektene på karbonlager og klimagasser i jord, inkludert mykorrhiza og jordbiologiske prosesser.

5.3.6 Andre gjødslingsregimer

Hvis man kun ser på bindingseffekten for CO₂ av tiltaket, vil gjødsling av utynnet, yngre skog og skog med lav virkeskvalitet kunne ha et like stort meropptak av CO₂ som velstelte bestand som gjødsles et tiår før hogst, så sant trærne får stå lenge nok til å utnytte næringstilførselen. Annen- eller tredjegangs gjødsling vil videre kunne gi en like god bindingseffekt som førstegangs gjødsling, forutsatt at effekten fra tidligere gjødsling får ebbe ut før ny gjødsling foretas. Totaleffekten av gjentatt gjødsling vil avhenge av antall ganger man gjødsler, men effekten per gjødsling vil være tilsvarende effekten ved gjødsling 10 år før hogst. Også gjødsling etter at ordinær hogstmodenhetsalder er nådd kan gi økt opptak av CO₂.

Man bør imidlertid også ta med i betraktningen at produksjon av høykvalitetsvirke vil kunne gi produkter med lengre levetid (for eksempel skurlast, som har lengre levetid enn massevirke som går til papirproduksjon eller bioenergi), slik at det går lenger tid før karbonet returnerer til atmosfæren etter hogst. Dette tilsier at den samlede klimaeffekten vil være bedre ved å prioritere skjøttet skog hvor grunnlaget for en høy andel produkter med lang levetid er til stede.

5.4 Oppsummering

Årlig opptak av CO₂ i trærne øker ved nitrogengjødsling på fastmark, sammenlignet med ugjødslede bestander. Denne effekten overstiger klart CO₂-belastningen ved produksjon, transport og spredning av gjødselen. Effekten overstiger også det mulige tilleggsutslippet av lystgass. I bruttolista (se kapittel 3) er det tatt utgangspunkt i arealer der gjødsling vil gi et meropptak av CO₂ med lav risiko for lystgassutslipp. Forskningsresultater viser at mertilveksten kan variere fra 0,05 til 0,3 kubikkmeter per dekar med en dose på 15 kg nitrogen. Vi har imidlertid ikke nok kunnskap til å rangere arealene (vegetasjonstypene) i bruttolista når det gjelder potensial for mertilvekst og dermed økt CO₂-opptak.

6 Miljøeffekter og vurdering av miljøhensyn

6.1 Generelt om mulige miljøeffekter ved gjødsling

Effekter på miljøet ved nitrogengjødsling vil generelt avhenge av hvor og hvordan tiltaket gjennomføres, for eksempel hvilken type skog som gjødsles, dose, hvordan gjødslingen foregår. Det vil være snakk om mulige effekter på selve arealene som gjødsles og naturmangfold og kulturverdier tilknyttet disse, og mulige effekter utover målområdet, spesielt nedstrøms gjødslingsarealene (i vann).

Nitrogen som negativ påvirkningsfaktor på natur er i sterkt fokus i Europa og globalt (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Sala et al. 2000). Per i dag foregår skoggjødsling med nitrogen bare i begrenset omfang i Norge. Norsk natur mottar imidlertid tilførsel av nitrogen både via avsetninger fra luft og fra aktiv gjødsling i jordbruket.

Sørlandet og Sør-Vestlandet får tilført mye nitrogen fra lufta, noen områder mer enn 1 kg per dekar per år. Sørlige områder på Østlandet får også tilført relativt mye nitrogen fra lufta per år, noen områder får mellom 0,6 og 0,8 kg N per dekar per år. Se figur 6.5 som viser avsetningen av nitrogen fra lufta. Nitrogenet er langtransportert luftforurensning som kommer fra Europa. Det er dermed vanskelig for Norge å påvirke dette med nasjonale virkemidler. Denne jevne, høye tilførselen av nitrogen til deler av landet påvirker både terrestrisk miljø og vannmiljø, og er et sentralt moment når en skal vurdere konsekvenser for miljøet av gjødsling av skog som klimatiltak.

I dette kapittelet gis det en generell omtale av mulige effekter av nitrogengjødsling i skog basert på eksisterende litteratur, med omtale av terrestrisk miljø, kulturminner og friluftsliv (kapittel 6.2) samt vannmiljø (kapittel 6.3). Deretter vurderes rettslig og miljøfaglig grunnlag for miljøkriterier og vurdering av miljøhensyn knyttet til nitrogengjødsling som klimatiltak i barskog (kapittel 6.4). Med basis i denne informasjonen vurderer vi hvilke av bruttolistas arealkategorier som bør prioriteres for tiltaket ut av omsyn til terrestrisk miljø og vannmiljø. Kapittelet gir ikke en konsekvensvurdering av tiltaket.

Vurderingene bygger på litteratur om miljøeffekter av nitrogen, tålegrenser for forsurening/nitrogen, erfaring fra praktisk gjødsling og gjødslingsforsøk, kunnskap om miljøverdier fra ulike kilder (for eksempel Norsk rødliste for naturtyper, Norsk rødliste for arter, andre truethetsvurderinger, data fra Vann-nett og Vann-miljø, Elvetilførselsprogrammet RID-overvåkingen¹⁵, sukkertareprosjektet med mer), samt data om registrerte miljøverdier (blant annet naturbase.no, Kilden, kulturminnesøk, Artskart, Artsobservasjoner) og naturindeks. Tabell V3.1 i vedlegg 3 gir en omtale av aktuelle datakilder.

¹⁵ RID er en del av et større, europeisk samarbeid som betegner tilførsler av forurensning til Atlanterhavet i tråd med forpliktelsene knyttet til OSPAR-kommisjonen.



Foto: Storbregneskog. John Y. Larsson, Norsk institutt for skog og landskap.

6.2 Konsekvenser av nitrogengjødsling for terrestrisk miljø

6.2.1 Vegetasjon og jordsmonn

Litteraturen om effekter av nitrogentilførsel på vegetasjon viser varierende resultater. Det kan være store variasjoner i effekter avhengig av opprinnelig vegetasjon og vegetasjonstype, doser, hvordan gjødslingen utføres, tidsperspektiv på studiene og metodikk for registrering av vegetasjonsendringene. Kjente effekter av nitrogentilførsel er økt biomasseproduksjon og endringer i konkurranseforhold mellom planter (Aarrestad et al. 2013). Dette kan gi endret artssammensetning i vegetasjonstyper som gjødsles. I næringsfattige og middels næringsrike habitater vil rasktvoksende og nitrogenkrevende planter kunne få økt dekning sammenlignet med mindre næringskrevende arter. Nitrogenfølsomme arter med lav dekning kan forsvinne lokalt. Nye nitrogenkrevende arter kan komme inn. I middels rik blåbærskog med innslag av gress kan nitrogengjødsling føre til økt innslag av urter og gress og tilbakegang av blåbær (Kellner og Redbo-Torstensson 1995, Strengbom et al. 2003, Nordin et al. 2005, Manninen et al. 2009). I fattigere bærlyngtyper forventes bærlyngen å beholde sin dominerende stilling i vegetasjonstypen (Strengbom 2009). Lav- og soppfloraen er spesielt sårbar for nitrogentilførsel (Aarrestad et al. 2013). Hvorvidt nitrogen representerer en trussel for arter på rødlista har vi lite kunnskap om. Noen studier konkluderer med at forandringene i vegetasjon vil bli små og relativt kortvarige med den aktuelle dosen på 15 kg N per dekar (Nohrstedt og Wrestling 1995, Högbom og Jacobson 2002, Olsson og Kellner 2006), eller at gjødsling med en til to repetisjoner av 15 kg N per dekar ikke fører til endringer til en annen vegetasjonstype eller reduksjon i artsantallet (Nilsen 2001, Nohrstedt 2001).

I mange av forsøkene som det refereres til i denne rapporten, er det brukt store doser og/eller gjentatt behandling med doser som til sammen blir mye større enn det som vil være aktuelt ved målrettet gjødsling av skog som klimatiltak i Norge. Strengbom (2009) viser til at svenske rapporter fra om lag 15 år tilbake konkluderte med at effektene på markvegetasjonen ved aktuell dose er relativt små og kortvarige (for eksempel Nohrstedt og Westling 1995), men at også langvarige effekter på lav nå er dokumentert. Nye studier av effekter ved en og to gangers gjødsling med 15 kg N per dekar, viser at effektene på markvegetasjon kan vare lenger enn det man konkluderte med tidligere. Effektene kan vare i flere ti år og inn i ungskogfasen i neste skogsgenerasjon etter hogst (Strengbom 2009, Strengbom og Nordin 2008a, Strengbom og Nordin 2008b). Det er foreløpig uklart hvor permanente slike endringer er.

Gjennomgangen i tidligere kapitler viser at det er mest aktuelt å gjødsle barskog. Boreale barskoger er relativt næringsfattige skogtyper med lav artsdiversitet. Visse artsgrupper som mykorrhizasopp utgjør en betydelig del av artsdiversiteten i næringsfattig, boreal skog. De fleste av våre fruktlegemeproduserende storsopper (slørsopper, kantareller, kremler, risiker etc.) danner ektomykorrhiza (sopprot) i symbiose med de skogdannende treslagene og spiller en viktig rolle for trærnes vann- og næringshusholdning. En rekke studier har vist at forhøyede nitrogenkonsentrasjoner forårsaker redusert vitalitet og diversitet hos mykorrhizasopp (for referanser se Aarrestad et al. 2013), men det synes uklart hvorvidt nitrogengjødslingen reduserer mengden/biomassen av mykorrhizasopp (Högbom og Jacobson 2002). Endringer i jordkjemiske forhold som følge av skoggjødsling vil kunne påvirke rødlistede arter av mykorrhizasopp. Sandfuruskog (som særlig forekommer innenfor bærlyngtypen i kontinentale strøk, som rundt Elverum) er en skogtype med særlig mange N-følsomme arter av mykorrhizasopp. Slike arter er sterkt truet på europeisk basis, blant annet fordi sandfuruskog som en følge av eutrofiering er i sterk tilbakegang i store deler av Europa (Aarrestad et al. 2013).

Det er liten kunnskap om effekter av ekstra nitrogentilførsel på fauna (Olsson et al. 2012), effektene antas å være indirekte gjennom endringer på vegetasjon.

Med bakgrunn i litteraturgjennomgangen over, kan man ikke se bort fra at nitrogengjødsling kan endre vegetasjonen på de arealene som gjødsles som følge av endret konkurranseforhold, mot mer nitrogenkrevende vegetasjon. Lav, moser og mykorrhizasopp vil kunne påvirkes negativt. Med forbehold om at det er begrensede arealer med produksjonsskog som er aktuelle å gjødsle og miljøkriterier følges, anses det imidlertid som lite sannsynlig at slike endringer på bestandsnivå vil få betydning for utbredelse av vanlige arter på landskapsnivå. Naturtyper som fra før er tilpasset et lavt nitrogennivå, er de som er mest utsatt for påvirkninger fra nitrogengjødsling (Skogsstyrelsen 2007a), blant annet bærlyngskog (Aarrestad et al. 2013).

Det er utarbeidet tålegrenser for årlig tilførsel av lufttransportert nitrogen på bakkevegetasjonen i skog. Disse er utarbeidet for å understøtte målsetningene om å redusere luftforurensingen i Europa. I arbeidet har man kommet fram til generelle tålegrenser for vegetasjon i furu- og grandominert taigaskog (boreal skog) (Bobbink og Hettelingh 2011). Denne arealdefinisjonen inkluderer all barskog i Norge. Fram til 2011 var tålegrensene for barskog vurdert til å være 1-2 kg N per dekar per år. På bakgrunn av ny kunnskap ble disse tålegrensene nedjustert til 0,5-1,0 kg N per dekar per år da de ble revidert i 2011. Nitrogentålegrenser indikerer hvor mye nitrogen naturen kan nyttiggjøre seg før den endrer karakter. Disse tålegrensene avhenger sterkt av jordsmonn og hva slags vegetasjon som finnes i området (Aarrestad et al. 2013) (tabell 6.1). Sørlege deler av Norge mottar i dag tilførsel av nitrogen med nedbøren over dette nivået (figur 6.5). Fra praktisk overvåking av vegetasjon i norsk barskog er det vist økning i smyle på bekostning av blåbær i områder som mottar 0,8 kg N per dekar per år (Økland 1995). Det er antydning 25 prosent økt tilvekst i barskog i de sørligste områdene i Norge, som følge av nitrogengjødslingen med nedbør (Solberg et al. 2004).

Tabell 6.1 viser vegetasjonstypene som inngår i bruttolista, deres tålegrenser¹⁶, og hvilke effekter ekstra tilførsel av nitrogen kan gi i disse vegetasjonstypene.

Tabell 6.1 Oversikt over vegetasjonstyper (med > 80 prosent gran eller furu) på bruttolista, disse vegetasjonstypenes tålegrenser for nitrogen og hvilke effekter som oppstår ved overskridelse av tålegrensen.

Vegetasjonstyper (kapittel 3)	Tålegrense for N (kg/daa/år) (for nordiske områder antas tålegrensen å ligge i nedre del)	Type effekter
Blokkebærskog	0,5-1,0 (jf boreal furuskog)	-endringer i bakkenær vegetasjon og mykorrhiza, økt risiko for parasittangrep, økt innslag av frittlevende alger
Bærlyngskog	0,5-1,0	-endringer i jordprosesser
Blåbærskog	0,5-1,0	-næringsubalanse
Småbregneskog	0,5-1,0	-endret artssammensetting av mykorrhiza og bakkenær vegetasjon
Storbregneskog	1,0-2,0	-økt risiko for parasittangrep
		-endringer i jordprosesser, næringsubalanse, -endret artssammensetting av mykorrhiza og bakkenær vegetasjon

Kilde: basert på Bobbink og Hettelingh 2011, Aarrestad et al. 2013.

¹⁶ Tålegrense for nitrogen i naturtyper er empiriske, det vil si at de fastsettes på bakgrunn av observerte endringer i økosystemene ved hjelp av eksperimentelle data (gjødslingsforsøk), feltobservasjoner, og dynamiske økosystemmodeller (Bobbink og Hettelingh 2011).

Det er få studier av effekter på bakkevegetasjon av én gangs tilførsel med relevant skoggjødslingsdose (15 kg per dekar), og vi har støttet oss på studier som belyser effekter av skoggjødsling så vel som studier som simulerer effekter av nitrogennedfall (nitrogen tilført med lave doser over lengre tid). Ved vurdering av mulige negative effekter må samlet tilførsel av nitrogen til økosystemet legges til grunn. Studiene viser ulike resultater om hvorvidt repetert tilførsel av lave doser N tilført over lang tid gir mer negativ effekt på vegetasjon, enn større doser tilført færre ganger (Nilsen 2001, Olsson og Kellner 2006, Nohrstedt 2001, Strengbom og Nordin 2008b, Aarrestad et al. 2013).

Siden arealene som vurderes som mest aktuelle for gjødsling vil avvirkes etter om lag 10 år, vurderes merbelastningen av gjødsling på terrestrisk miljø for hvert enkelt bestand å være relativt små, sammenlignet med den påvirkningen økosystemet vil få som følge av hogst og påfølgende foryngelsestiltak. Dette forutsetter at man unngår negativ påvirkning av spesielle miljøverdier som finnes innenfor arealene eller i tilstøtende arealer. I tillegg må den samlede belastningen på den enkelte vegetasjonstype over tid være akseptabel, jamfør Naturmangfoldloven.

6.2.2 Kulturminner

Gjødslingen kan påvirke jord- og jordprosesser, og på den måten gi effekter på kulturminner. Dersom det brukes traktor til spredning av gjødselen, kan eventuelle kjøreskader også skade kulturminner. Vi antar at de gitte begrensningene i aktuelle arealer og praktisering etter gjeldende lov- og regelverk vil innebære begrensede konsekvenser for kulturminner.

6.2.3 Friluftsliv

Gjødslingens effekter på biologisk mangfold, i sær markvegetasjon og feltsjikt, kan ifølge Skogsstyrelsen (2007a) virke inn på skogens sosiale verdier. Gjødslingen kan blant annet påvirke forekomster av bær og sopp, og dermed det høstingsbaserte friluftslivet.

6.2.4 Landskap

Gjødsling av produksjonsskog forventes ikke å endre landskapsbildet, og med bakgrunn i at effektene på bestandsnivå av engangs gjødsling 10 år før hogst anses å være begrensede, forventes ikke betydelige effekter på landskapsnivå.

6.2.5 Effekter ved gjentatt gjødsling og gjødsling av ung skog

Effekten av flere gangers gjødsling per skogomløp forventes å gi sterkere effekter på vegetasjon (artsrikdom, artssammensetting) sammenlignet med én gangs gjødsling 10 år før hogst (Strengbom og Nordin 2008a, Gustafsson et al. 2009).

Intensiv nitrogengjødsling i ung skog kan føre til raskere kronefortetting og noe raskere reduksjon i lystilgang til bakkevegetasjonen og epifyttiske arter (Strengbom 2009, Skogstyrelsen 2007a). I eldre, sluttete bestander forventes det ikke at kronetilveksten vil øke ved gjødsling (Kjønaas og Stuanes 2008).

Markvegetasjonen forventes å påvirkes sterkere ved intensiv gjødsling av ung skog sammenlignet med eldre skog (Strengbom 2009).

Bestand som gjødsles er ofte tynnet i forkant av gjødslingen. Tynningsinngrepet vil øke lystilgangen til bakken og på den måten redusere effektene av mindre lystilgang som følge av gjødsling.

Gjentatt gjødsling og intensiv gjødsling i ung skog vil sannsynligvis gi sterkere effekter på bestandsnivå når det gjelder artsrikdom og artssammensetning enn én gangs gjødsling 10 år før hogst. Man vil kunne forvente tilsvarende effekter på artsnivå og artssammensetning på

landskapsnivå (Strengbom 2009). Effekter på landskapsnivå vil avhenge av størrelse på areal som tas i bruk til gjentatt gjødsling/ gjødsling i ung skog. Jo større areal, jo større mulighet for påvirkning.

6.3 Konsekvenser av nitrogengjødsling for vannmiljø

6.3.1 Avrenning av nitrogen til ferskvann og kystområder

Tiltak innen skogbruket påvirker nitrogenforholdene i grunnvann, innsjøer, vassdrag og kystområdene. Gjødsling av skog kan føre til økt avrenning av nitrogen og økte verdier av nitrogen i overflatevann, grunnvann og kystvann (eutrofiering). Avrenning etter gjødsling i skog vil i seg selv utgjøre små mengder, men vil være en av flere kilder til nitrogen i vannet. Andre, og større, kilder til nitrogen er jordbruk, avløp, industri og avsetning av nitrogen fra luften. Det er derfor viktig å se gjødsling av skog i sammenheng med øvrige kilder til nitrogen, og vurdere den samlede belastningen som vannforekomstene vil være utsatt for.

Rent generelt er naturlig næringsfattige vassdrag mest følsomme for økt nitrogenavrenning. Disse har i utgangspunktet et lavt forhold mellom nitrogen og fosfor (N:P). Høyt N:P forhold finnes særlig i områder som har mottatt mye atmosfærisk nitrogen. Et høyt forhold mellom nitrogen og fosfor kan føre til unormal algevekst og ubalanse i økosystemet og lavere retensjon (tilbakeholdelse) av nitrogen.

6.3.1.1 Nitrogen og ferskvann – hvor mye lekker ut etter gjødsling?

Nitrogengjødsling av skog kan føre til økt utvasking av nitrogen til vassdrag. Tilført nitrogen blir dels tatt opp av trærne og øvrig vegetasjon, og dels lagret i jordsmonnet. Noe nitrogen vil også lekker ut til vassdragene. Anslagene for hvor stor andel av tilført nitrogen som faktisk lekker ut varierer. Nedbørfeltstudier i Hälsingland i Sverige viste at lekkasje av uorganisk nitrogen til vassdrag som regel ikke var høyere enn 5 prosent, men en enkelt studie viste en lekkasje på opptil 25 prosent (Nohrstedt og Westling 1995). I følge deres studier skjedde lekkasjen i all hovedsak det første året etter gjødsling. Disse studiene er basert på undersøkelser fra nedbørfelt hvor gjødslingen ble foretatt uten buffersoner til vann og vassdrag. Buffersoner antas å redusere utlekkingen kraftig (Nohrstedt 2001). Studier av Melin and Nömmik (1988) i furuskog i Sørøst-Sverige som ble gjødslet med 15 kg ammoniumnitrat per dekar, tydet på at om lag 10 prosent av gjødselen hadde lekket ut fra det gjødslede området i løpet av to år.

Basert på gjennomgang av tilgjengelige studier og forsøk i Sverige, anbefaler Ring (2007) at regionale estimat i Nord-Sverige av uorganisk N-lekkasje til vassdrag etter gjødsling settes til 5-10 prosent av gjødseldoseringen. En ekspertgruppe i Sverige anbefaler å bruke 5 prosent som et grunnlag ved modellering av avrenning til vann i Nord-Sverige (Anon 2007). Skogsstyrelsen legger til grunn, basert på de overnevnte studiene, at inntil 5 prosent (Skogsstyrelsen 2007a) eller 5-10 prosent (Skogsstyrelsen under utarbeidelse) av nitrogenet lekker ut etter en normal gjødsling i skog. Skogsstyrelsen bruker dette som bakgrunn for sine forslag til forskrifter og allmenne råd for gjødsling med nitrogen (Skogsstyrelsen 2007a, under utarbeidelse), og de skriver at mesteparten av lekkasjen skjer i løpet av det første året etter gjødslingen. I de videre vurderingene baserer vi oss på de oppdaterte estimatene (5-10 prosent) som svenske skogsmyndigheter anbefaler å bruke.

Rent generelt gjelder at skogen mottar mer nitrogen gjennom tørt og vått nedfall enn det som lekker ut eller fjernes ved høsting. Som regel er skogen derfor en rensepark for nedbør med langtransportert forurensing. Men skogen kan også være med å påvirke vannkvaliteten negativt, og menneskelig aktivitet kan redusere skogens evne til å være filter og rensepark (Henrikson 2000). All hogst vil kunne medføre økt risiko for ammonium- og nitratlekkasje fra

skogsjord i en begrenset tidsperiode. Risiko for lekkasje vil være avhengig av flere variable som hogstform, kantsoner mot vann og vassdrag, helning og nitrogenkonsentrasjon i jordsmonnet. Se for øvrig litteraturstudie i Bratli og Bækken (1995).

Gjødsling av skog kan føre til oppbygging av nitrogenkonsentrasjonen i jordsmonnet og senking av C/N-forholdet, spesielt ved gjødsling flere ganger i omløpet. Studier av nitrogenavrenning etter hogst i henholdsvis gran- og furubestand, har vist at det er økt risiko for avrenning n r samlet dose N overstiger 70-100 kg per dekar (Ring 1995, 1996, Nohrstedt 2001). For praktisk skoggjødsling med en til to ganger 15 kg N per dekar i områder med lav til moderat avsetning av nitrogen fra luft, forventes det ikke at de jordkjemiske forhold påvirkes slik at avrenning etter hogst øker (Ring et al. 2013, Högbom et al. 2001).

Hvor mye av nitrogenet i biomassen som tas ut med virket ved hogst avhenger av grad av utnytting av tr erne. For eksempel vil en ved høsting av greiner og topper (GROT) til energiformål fjerne en større andel av nitrogenet fra økosystemet enn dersom bare stammen fjernes. En netto akkumulering av nitrogen i skogsjord kan på sikt føre til nitrogenmetning, og dermed økt utvasking av nitrogen i overflaten og grunnvann. I følge Skogsstyrelsen (2007a) er det noen skogsområder i Sør-Sverige som allerede har tilnærmet nitrogenmetning. I Norge har vi ikke undersøkelser som bekrefter dette, men fra skrinne fjell- og heiområder, primært i Sørvest-Norge, er det betydelig nitrogenlekkasje (Larsen 2001). Generelt er det de rikeste og fattige/skrinne vegetasjonstypene som kan ha liten kapasitet til å ta opp ekstra tilførsel av nitrogen. Ingen av disse vegetasjonstypene er aktuelle for gjødsling av skog i Norge. Vegetasjonstypene som er aktuelle for skoggjødsling har generelt et høyt C/N-forhold, som betyr at tilgang på nitrogen normalt vil være en begrensende faktor for tr ernes vekst (Tamm 1991, Gundersen et al. 2006). Der hvor nitrogen er en begrensende faktor vil opptaket av nitrogen v re høyt, som igjen vil redusere risiko for avrenning.

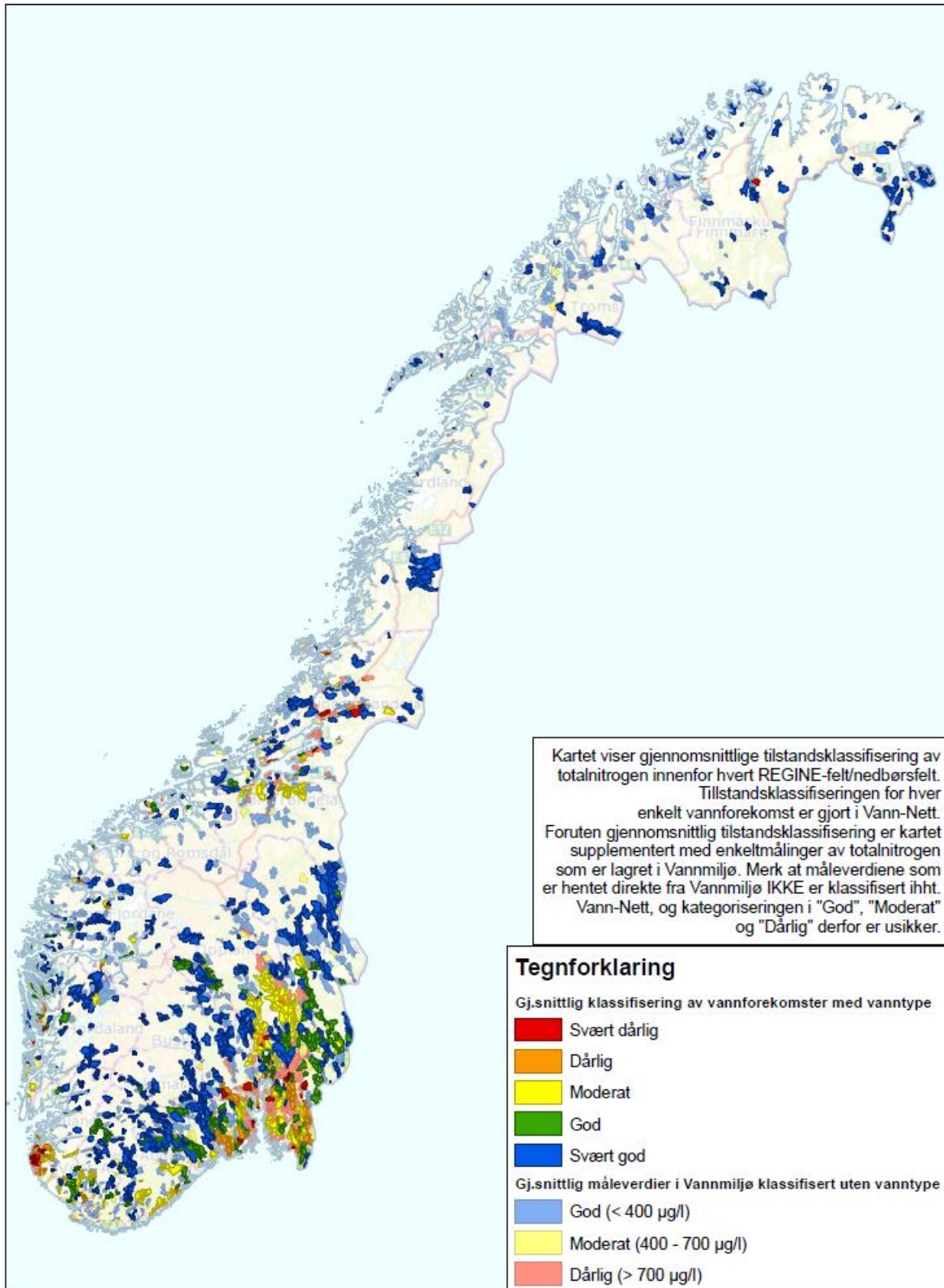
Tilbakeholdelse (retensjon) av nitrogen foregår primært via denitrifikasjon, men dette skjer først og fremst i våtmarker og myrer f r vannet havner i vassdragene. I elver og de fleste innsjøer er retensjonen av nitrogen lav. Et unntak er eutrofe innsjøer med høyt fosforinnhold, og da særlig sjøer med oksygenvinn. Vassdrag med unaturlig høyt N:P-forhold på grunn av langtransportert nitrogen har lavere nitrogen-retensjon enn andre vassdrag. Hurtigflytende elver har svært liten retensjon av nitrogen (Lyche-Solheim, pers. med.).

Miljømål for nitrogen i vassdrag

I henhold til krav i vannforskriften blir tilstanden i vassdragene delt inn i fem klasser. Se tabell V3.2 i vedlegg 3 for tabell over klassegrensene. Miljømålet for våre vannforekomster er at de skal minst ha god økologisk tilstand innen 2021. God tilstand innebærer en viss grad av påvirkning, men ikke større enn at vannets økosystem fungerer som det skal og at bruken av vannet er bærekraftig. Det er utviklet konkrete, steds spesifikke miljømål for biologiske og fysisk-kjemiske indikatorer i vassdrag. Det vil si at det er forskjellige miljømål for innsjøer og elver i lavlandet på Østlandet og i fjellet.

Hvor mye nitrogen er det i vannforekomstene i dag?

Figur 6.1 viser klassifisering av tilstand i ferskvann kun på bakgrunn av nitrogen. Vanligvis gjøres denne klassifiseringen også på bakgrunn av andre parametere som alger, vannvegetasjon etc. Kartet under viser tilstanden i en del vannforekomster (REGINE-felt) i fastlands-Norge. Merk at kartet har to ulike datasett: ett for målinger som er klassifisert etter vannforekomst, og ett som kun viser målt nitrogen, men som ikke er klassifisert etter vannforekomst.



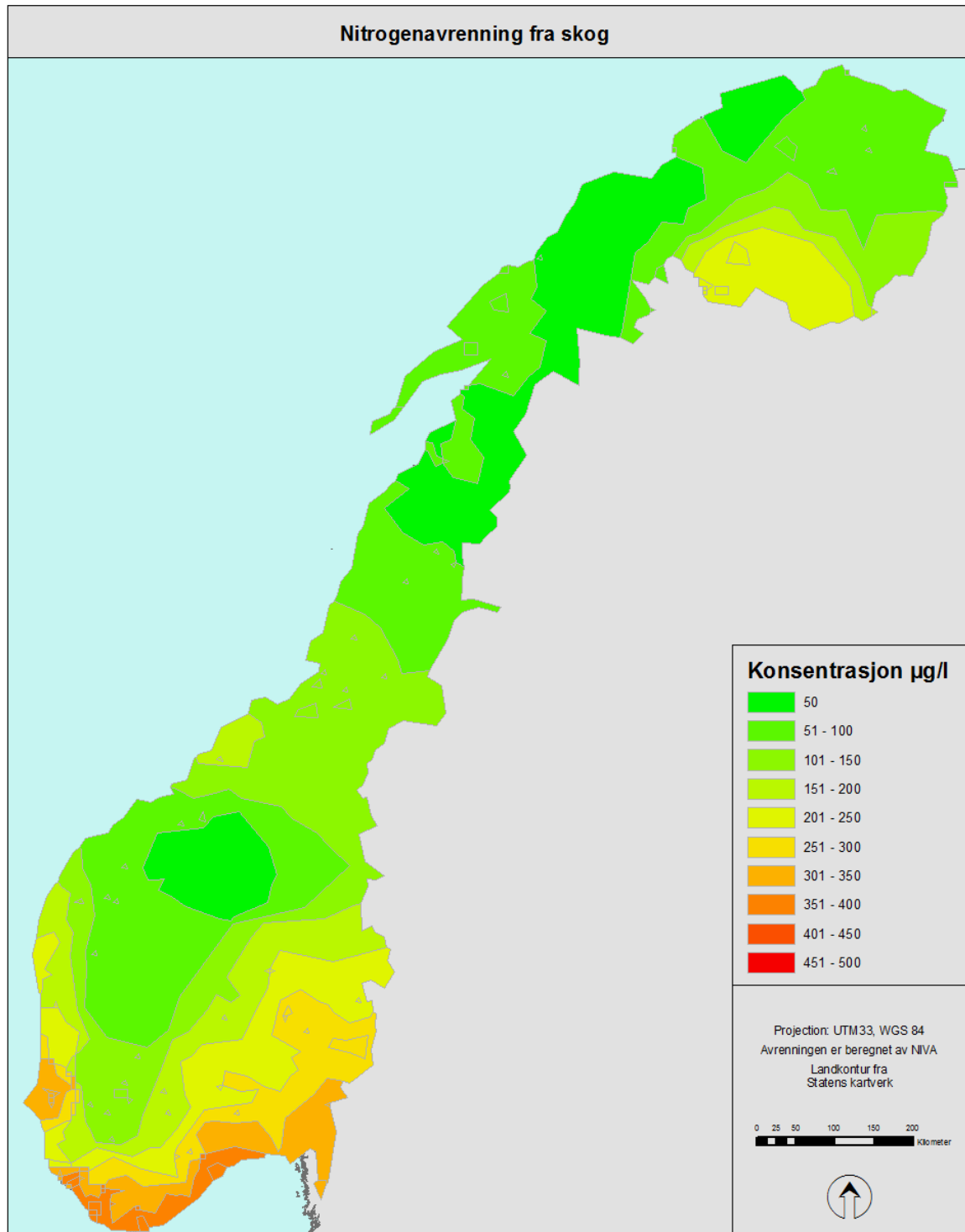
Figur 6.1 Kart som viser tilstand for nitrogen i vassdrag i Norge. Merk at vanligvis gjøres klassifiseringen om vannforekomstens tilstand også på bakgrunn av flere parametere. For nærmere forklaring se tekst i kartet, samt www.vann-nett.no og www.vannmiljo.no.

Figur 6.1 viser at flere vassdrag på Østlandet, Trøndelag og på Jæren i dag har høye konsentrasjoner av nitrogen. Kartet i figuren viser alle målinger av totalinnhold av nitrogen i vassdrag uavhengig av kilden til påvirkningen, og er ikke sortert etter påvirkning. En ser at det er moderat til svært dårlig tilstand særlig i vassdrag i jordbruksområder, der mye av nitrogenet kommer fra gjødsling av åker og eng eller fra avløpsanlegg. Mange av disse vassdragene har allerede høyere verdier enn de bør ha for å nå miljømålene. Dersom nitrogenavrenningen fra skogområdene øker, blir det vanskeligere å oppnå miljømålene i vassdrag i befolkede områder.

Det nærmeste vi kommer en helhetlig sammenstilling av nitrogenkonsentrasjon i vassdrag i skog uten påvirkning fra jordbruk eller avløp, er en sammenstilling fra elvetilførselsesprogrammet RID (Skarbøvik et al. 2011). Figur 6.2 viser koeffisientfordeling av total nitrogenavrenning fra skog som brukes for å beregne tilførsler til havområdene fra umålte felt. Hvis vi sammenligner kart over nitrogennedfall (figur 6.5) og nitrogenavrenning fra skog (figur 6.2) så har disse en betydelig grad av overlapp. I Norge er det en klar positiv sammenheng mellom N-avsetning fra lufta og N-konsentrasjon i overflatevann, se for eksempel Larssen et al. (2001), SFT (2001) og Kaste et al. (1997). I 2000 var nitrogenlekkasjen på rundt 20-30 prosent i Sørvest Norge, 10-20 prosent på østlige deler av Sørlandet og videre øst og nordover avtok nitrogenlekkasjen ytterligere til under 10 prosent i overensstemmelse med avtakende nitrogenavsetning (SFT 2001).

Måling av to skogsbekker i Moss og Våler i Østfold (Skarbøvik og Haande 2012) som har foregått månedlig over henholdsvis 5 og 3 år (2006-2011) viser nitrogenkonsentrasjon i bekkene på omlag 600 µg N/l, hvilket er nesten dobbelt så høyt som bakgrunnsavrenningen som er stipulert fra Østfold og deler av Akershus i RID-rapporten. Dette viser at bakgrunnsavrenning av nitrogen lokalt kan avvike fra det som fremgår av figur 6.2.

Forskningsprosjektet "Nitrogen fra fjell til fjord" (for eksempel Kaste et al. (1997) i Kessler (red.)) dokumenterer at det er høyt nitrogeninnhold i vassdragene som drenerer fra områder med langvarig forhøyet nitrogennedfall.



Figur 6.2 Koeffisientfordeling av nitrogen fra skog og utmark (såkalt bakgrunnsavrenning) som brukes til å beregne tilførsler av nitrogen fra umålte felt i RID-programmet.

Kilde: Skarbøvik et al. 2011.

6.3.1.2 Eksempel på påvirkning på følsomme arter og naturtyper i akvatiske økosystem

Selv om det i all hovedsak er fosfor som begrenser algevekst i ferskvann kan nitrogen eller nitrogenforbindelser påvirke konkurranseforholdet internt i algesamfunnet og føre til økologisk ubalanse. Et eksempel på dette er forskjellige arter av blågrønnalger, som avhengig av nitrogeninnhold kan endre konkurranse innbyrdes i algesamfunnet. Se for eksempel studier fra Vansjø (Skarbøvik et al. 2005-2012). Økt tilførsel av nitrogen kan også ha andre uheldige effekter på akvatiske økosystemer og naturtyper i vann. Vi trekker fram to eksempler på hvordan nitrogen har negativ effekt: krypsiv og kalksjøer.



Foto: Krypsiv i Kvina ovenfor Narvestad. Jan Kåre Rafoss.

Krypsiv

Krypsiv (*Juncus supinus* Moench ssp. *supinus*) er en liten plante som kan vokse både til lands og til vanns. Normalt blir den ikke lengre enn 10-15 centimeter, men de siste tiårene har planten hatt en eksplosiv vekst i flere vassdrag, spesielt på Sørlandet. Flere steder har store forekomster av planten satt en effektiv stopper for friluft-aktiviteter som bading og fiske fra elvebredden. Den reduserer også kvaliteten på leveområder for fisk og andre vannlevende arter. I noen elver og innsjøer er veksten så sterk at det er umulig å ferdes med båt. Problemvekst er registrert i flere vassdrag fra Rogaland til Buskerud, og det er blitt gjort undersøkelser i fem elver i Aust- og Vest-Agder, hvor problemet anses å være størst. Disse er Kvina, Mandalselva, Otra, Tovdalselva og Nidelva. Problemet er også registrert i Bjerkreimvassdraget i Rogaland.

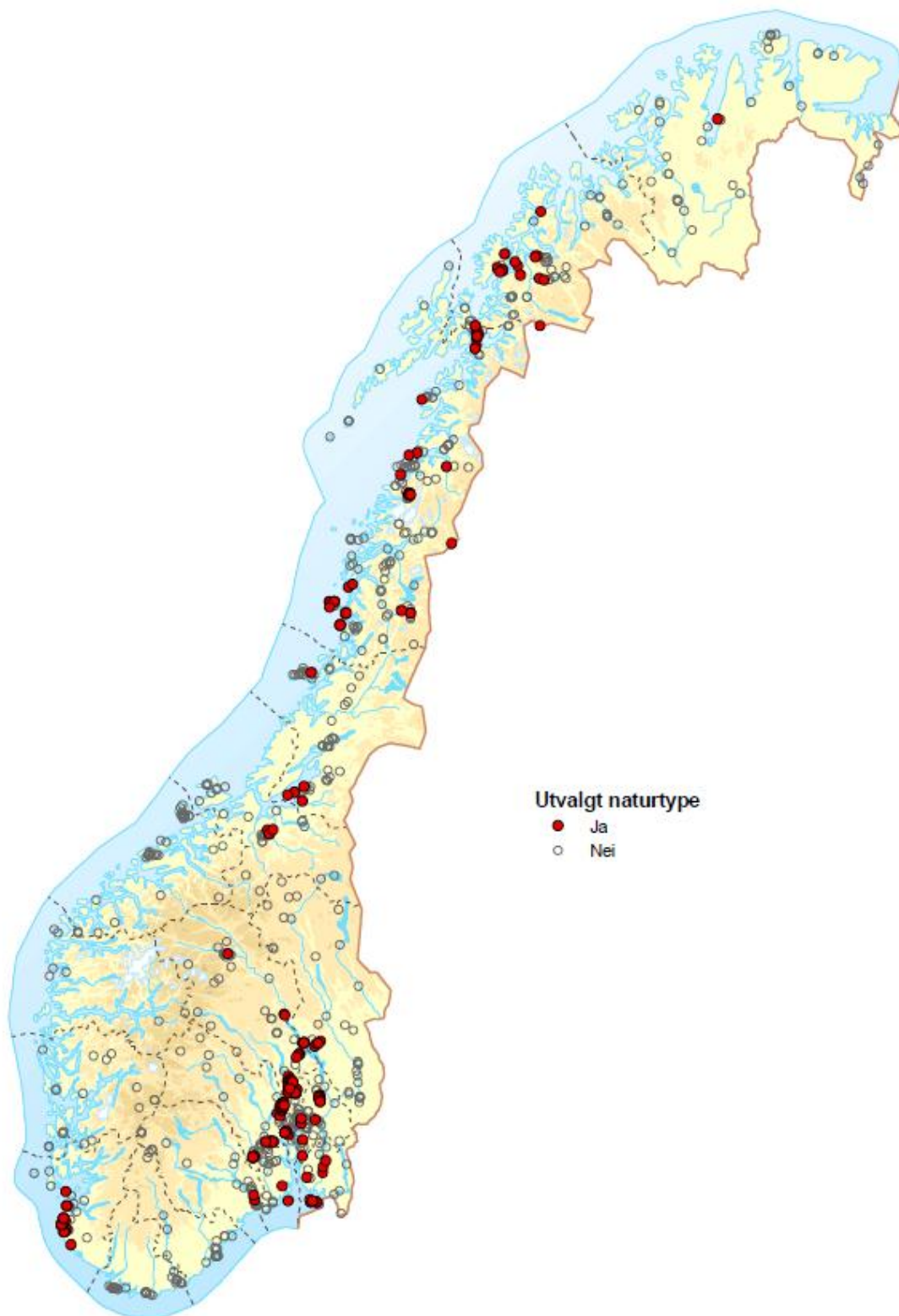
Tilførsel av nitrogen via luften til næringsfattige elver og innsjøer kan være en årsak til problemet. Sur nedbør er blitt mindre sur på grunn av redusert svovelinhold, men innholdet av nitrogen er ikke redusert på samme måte. Det er en påfallende sammenheng mellom områder med mye nitrogen i nedbøren og områder der vi finner problemvekst av krypsiv. I næringsfattige vassdrag som får tilført nitrogen blir det skjevheter i C-, N- og P-forholdet (se for eksempel Kaste et al. (2007)). Basert på vekstforsøk, relevant litteratur og undersøkelser av henholdsvis elver og innsjøer fant Moe et al. (2012) indikasjoner på at forskjellige triggere kan være ansvarlig for ukontrollert problemvekst av krypsiv i elver sammenlignet med

innsjøer. I elver ser det ut til å være nitrogen særlig i form av ammonium (NH_4), som trigger veksten. Mer detaljerte analyser er nødvendig før sikrere konklusjoner kan trekkes.

Kalksjøer

Kalksjøer¹⁷ har status som utvalgt naturtype etter naturmangfoldloven (jamfør kapittel 2 og figur 6.3). Kalksjøene er en sjelden naturtype i Norge, og de er levested for relativt mange truede og sårbare arter. Det er derfor utarbeidet en handlingsplan som tar sikte på å sikre miljøforholdene i norske kalksjøer, slik at artsmangfoldet kan ivaretas så nært opp til det naturlige som mulig. Den største trusselen mot kalksjøene er eutrofiering. Vekstforsøk har vist at nitrogeninnhold (i form av nitrat) kan være en viktig faktor for forekomst og mengde av kransalger. Høy nitratkonsentrasjon vil kanskje skape størst problemer for kransalgene i innsjøer med lavt fosforinnhold. Høye nitrogentilførsler i klare innsjøer kan føre til en oppblomstring av nitrofile begroingsalger som kan hindre utvikling av vannplanter/kransalger.

¹⁷ Den utvalgte naturtypen kalksjøer omfatter innsjøer med kalsiuminnhold større eller lik 20 mg/l, og med forekomst av minst en av de følgende artene; Rødkrans (*Chara tomentosa*), Smaltaggkrans (*C. rudis*), Hårpiggkrans (*C. polyacantha*), Stinkkrans (*C. vulgaris*), Knippebustkrans (*C. curta*), Gråkrans (*C. contraria*), Blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), Sliretjønnaks (*Stuckenia vaginata*), Vasskrans (*Zannichellia palustris*) eller andre truede kalkkrevende plante- eller dyrearter.

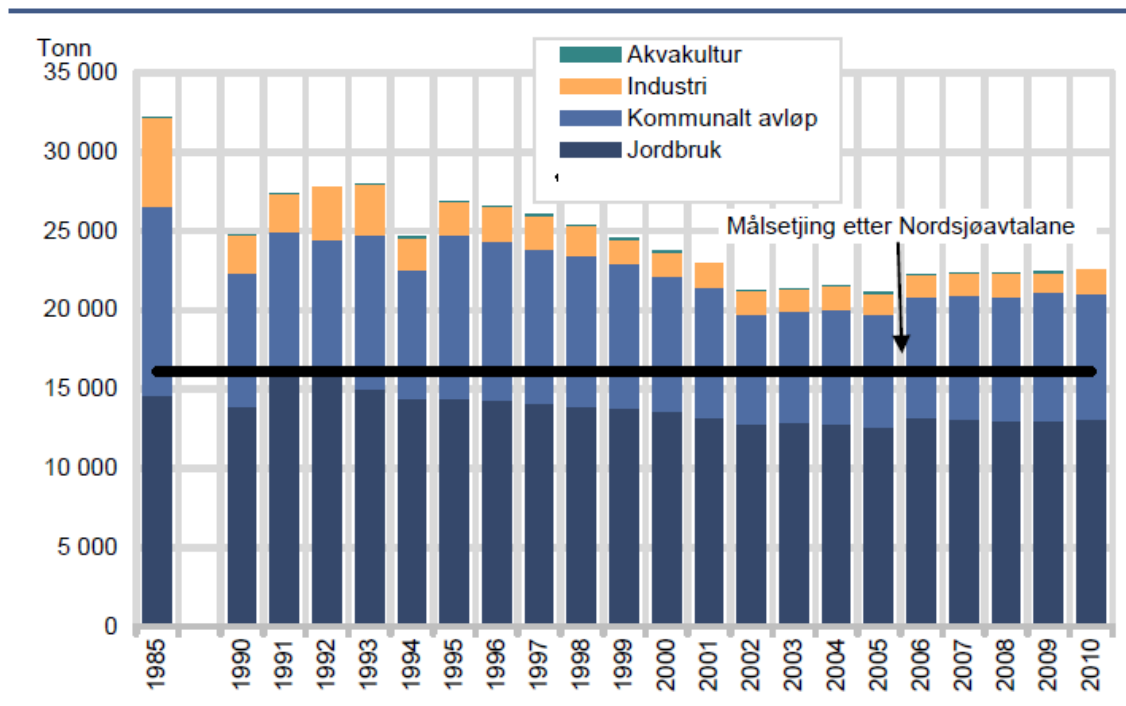


Figur 6.3 Oversikt over kalksjøer som har artsforekomster som er utvalgt naturtype etter forskrift om utvalgte naturtyper.

Kilde: Direktoratet for naturforvaltning 2011.

6.3.1.3 Nitrogen og kystvann

I kystvann er det nitrogen som oftest er begrensende faktor og som fører til algevekst (overgjødsling). Overgjødsling har størst negativ effekt langs kysten i tett befolkede områder. Her er tilførslene av næringsalter så store at de kan forringe vannkvaliteten. Det er spesielt områdene fra svenskegrensa til Lindesnes som er følsomme for økt næringsstofftilførsel, jamfør Nordsjøavtalene og avløpsdirektivet. Særlig sårbare områder, som det er fokus på i oppfølgingen av nitratdirektivet, finner vi i Hvaler - Singelfjordområdet (utløpene av Haldenvassdraget og Glomma) og indre Oslofjord.



Figur 6.4 Tilførsler av totalnitrogen fra antropogene kilder i tonn til området svenskegrensa-Lindesnes i 1985 (utgangsnivået for Nordsjøavtalene) og i perioden 1990-2009. Målsettingen i Nordsjøavtalene (50 prosent reduksjon i forhold til 1985-nivå) er markert med sort strek. Datakilde: NIVA 2010.

Kilde: SSB (2012).

Teoretiske beregninger viser at det totalt tilføres noe over 40 000 tonn med total nitrogen til områdene fra Sverige til Lindesnes hvert år (se for eksempel Skarbøvik et al. 2011). Om lag halvparten av dette er såkalt bakgrunnsavrenning, det vil si i hovedsak fra skog og utmark samt lufttransportert nitrogen avsatt på landareal og i vann. Mye av nitrogenet i bakgrunnsavrenningen er organisk nitrogen, og deler av det kan være lite tilgjengelig for alger. Imidlertid er nitrogenfraksjoner som ammonium og nitrat, som primært stammer fra avløp, husdyrgjødsel og mineralgjødsel, lett tilgjengelige for alger i kystvann (og ferskvann).

Norge er i henhold til Nordsjøavtalene forpliktet til å redusere utslippene av nitrogen med 50 prosent i forhold til 1985-nivået langs kyststrekningen Lindesnes-svenskegrensa, jamfør figur 6.4. Som det framgår av figuren har de menneskeskapte tilførslene blitt redusert, men målsettingen er ikke nådd. Mange av de kystnære vannforekomstene oppnår heller ikke målsettingen om god tilstand i henhold til vannforskriften. Det foregår nå et arbeid med å peke ut følsomme områder hvor det skal gjennomføres særskilte nitrogenbegrensende tiltak i henhold til vannforvaltningsplaner som skal på høring i 2014.

Skoggjødslingens bidrag til tilførselen av nitrogen til kysten fra svenskegrensen til Lindesnes er meget liten og et overslag tilsier at det i perioden utgjorde fra 0,015 prosent (3 tonn i

2006) til 0,08 prosent (22 tonn i 1992) av den menneskeskapte tilførselen. De siste fem årene har bidraget fra skoggjødsling i gjennomsnitt vært på 0,03 prosent (6 tonn).

Ved gjødsling tilsvarende eksempelet i Klimakur 2020 og en arealfordeling som vi har i bruttolista, ville årlig gjødselareal ligge på om lag 90 000 dekar per år i området som drenerer fra Svenskekysten til Lindesnes. Dette tilsvarer om lag 1 350 tonn ammoniumnitrat per år. Dersom vi benytter de samme anslagene som Skogsstyrelsen (2013), at 5-10 prosent av det tilførte uorganiske nitrogenet lekker ut til vassdragene, vil det bety at i størrelsesorden 70-130 tonn tilføres vassdragene og deretter kystområdene. Dette ville utgjort 0,3 prosent til 0,6 prosent av den menneskeskapte tilførselen av nitrogen.

Sammenlignet med både de totale og de menneskeskapte nitrogentilførselene til kystområdene er dette små bidrag, men tilførsler av nitrogen fra skoggjødsling består kun av nitrat og ammonium. Nitrat og ammonium, som også utgjør største delen av annet menneskeskapt nitrogen, er lettere tilgjengelig for alger og kan derfor ha mer negativ effekt på økosystemene enn de delene av nitrogenet som ikke er så lett tilgjengelig. Selv om økt gjødsling av skog bidrar lite i den samlede tilførselen, bør det ses i sammenheng med samlet belastning og krav til andre sektorer som avløp, jordbruk og industri, som har pålegg om utslippsreduksjoner i henhold til avløpsdirektivet, nitratdirektivet og Nordsjøavtalene. Rapporten om samlet påvirkning og miljøkonsekvenser for Nordsjøen og Skagerak konkluderer at framtidige klimaendringer kan gi økt avrenning av næringsalter i forhold til dagens situasjon, noe som utgjør en ytterligere usikkerhet for økosystemene i kyst- og fjordområdene (Kroglund og Olsen 2012). Reduksjoner i tilførsler av næringsalter vil bli fulgt opp som følge av nye vannforvaltningsplaner fra 2016. En økning i utslipp som følge av skoggjødsling bør også vurderes ut fra en avveining mellom klimanytte og behov for reduksjoner i de menneskeskapte nitrogentilførselene til vassdrag og kystområder, i henhold til våre nasjonale og internasjonale forpliktelser.

6.3.1.4 Eksempel på konsekvens av for mye næringsalter i kystvann: Sukkertare

Langs Skagerrakkysten har den økologisk viktige sukkertaren (*Saccharina latissima*) forsvunnet fra store områder. Dette er viktige oppvekstområder og skjulesteder for fisk og krepsdyr og viktige spiskamre for sjøfugl. Økende sjøtemperatur og for mye næringsalter og partikler er pekt på som sannsynlige årsaker til at sukkertaren har forsvunnet. Endringene kan ha store effekter på økosystemene i tang- og tarebeltet, og kan sammenliknes med om furuskogene forsvant på land. Norsk institutt for vannforskning og Havforskningsinstituttet var sentrale i arbeidet med sukkertareprosjektet 2005-2008, som konkluderte med at menneskeskapte tilførsler av næringsalter og partikler er blant de viktigste årsakene til at sukkertaren forsvinner og ikke reetableres der den har forsvunnet. De siste års overvåking av sukkertaren viser følgende:

I 2011 og 2012 registrerte forskerne for første gang at sukkertaren har kommet tilbake i noen områder, først og fremst på strekningen fra Ytre Oslofjord til Grimstad. God gjenvekst av sukkertare i dette området de siste årene gir grunn til å håpe på videre positiv utvikling. Tilstanden er nå god eller middels god i dette området.

Overvåkingen av sukkertare i 2012 avdekket at tilstanden i Kristiansand og Stavanger ser ut til å bli verre. Stavangerområdet har nå dårligst sukkertaretilstand i hele området som overvåkes. Tilstanden nordover langs vestlandskysten ble sist undersøkt i 2009. På rundt en tredjedel av de undersøkte områdene i Hordaland ble det da observert dårlig tilstand. I Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal var tilstanden generelt god, men også her hadde sukkertaren stedvis forsvunnet. (Norderhaug et al. 2013). Se tabell V3.3 i vedlegg 3 for en oversikt over utviklingen av tilstanden for sukkertare fra 2005-2012.

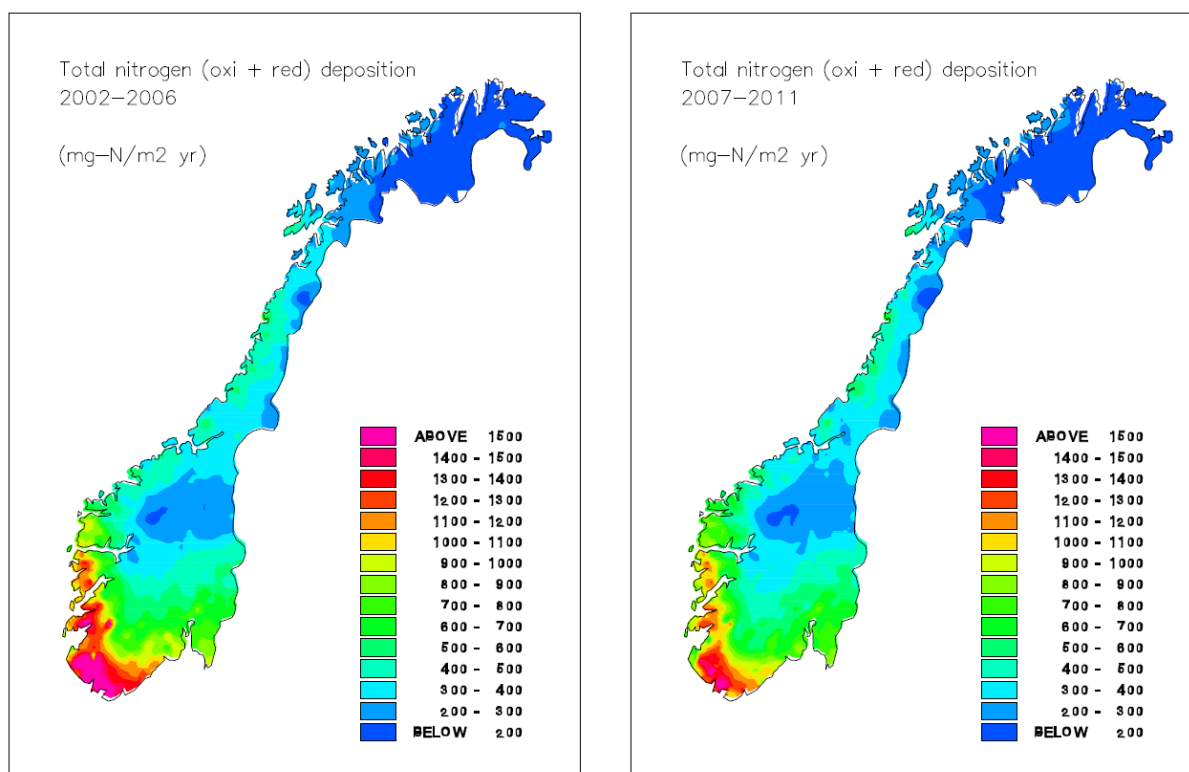
Eutrofibelastningen som hindrer sukkertare å reetablere seg skyldes sannsynligvis i stor grad lokal tilførsel fra Norge (Syvertsen og Gabestad 2009). Syvertsen og Gabestad (2009) foreslår grep som kan tas for å redusere tilførselene av næringsalter og partikler til kystområder.

6.3.2 Forsuring av jordsmonn og vassdrag

Skogsområder og vassdrag i Norge har vært preget av forsuring gjennom mange tiår. I store deler av Sør-Norge overskrides fortsatt tålegrensen for sur nedbør. Det er i all hovedsak svovel og nitrogenforbindelser som har vært årsaken til forsuringen. Gjødselen som i all hovedsak brukes i Norge i dag er tilsatt 5 prosent kalsium, og kalken vil derfor kompensere for forsuringseffekten av gjødslingen.

Forsuring var et betydelig miljøproblem fra 1970- til 1990-tallet. Problemene har avtatt etter at utslippene i Europa er redusert som følge av internasjonale avtaler. En oppsummering som ble gjort våren 2013, viser at sur nedbør og langtransportert forurensning fortsatt er påvirkningsfaktorene som gir effekter for flest innsjøer og elver i Norge. Dette gjelder særlig områder i Sør-Norge og i østlige deler av Finnmark (Direktoratsgruppa for vannforskriften 2013 og kart fra Vann-nett 2013). Se figur V3.1 i vedlegg 3 for kart over vassdrag i Sør-Norge hvor forsuring fortsatt er en utfordring. For å bøte på problemet, brukes det om lag 88 millioner kroner hvert år til kalking av norske innsjøer og elver.

Mens svovelnedfallet er blitt betydelig redusert siden 1970-tallet, og forventes å avta ytterligere, har nitrogennedfallet holdt seg mer konstant i samme tidsperiode (figur 6.5). Det var imidlertid en nedgang i total N-deposisjon på 9 prosent fra perioden 2002-2006 til 2007-2011 (Aas et al. 2012), men det er for tidlig å si om dette er en vedvarende trend.



Figur 6.5 N-avsetning over Norge i mg/m²/år. 1000 mg/m²/år tilsvarer 1 kg/dekar/år. Kart til venstre viser perioden 2002-2006 og til høyre 2007-2011.

Kilde: Norsk institutt for luftforskning/miljøstatus.no

Nedgangen i den totale mengden av sur nedbør gjør at det er positive trekk ved utviklingen i jordsmonnet i skogen. Likevel er det viktig å være oppmerksom på at jordsmonnet endrer seg svært sakte, og det er en risiko for at problemene med forsuring og avrenning fra skog vil fortsette i minst 100 år (Skogsstyrelsen 2007a). Nitrogengjødsling av skog i områder som er rammet av sur nedbør kan bidra til økt forsuring av jordsmonnet. Når trærne hugges og

fjernes fra nedbørsfeltet bidrar dette til redusert innhold av basekationer og forsurening av jordsmonnet (Skogsstyrelsen 2007a).

Hvis det stilles krav om bruk av kalsiumholdig N-gjødsel vil vi kunne se bort i fra negative forsureningseffekter på vassdrag.

6.3.3 Mulig virkning av klimaendringer på vassdrag og fjorder

Flere studier og utredninger viser at klimaendringer kan føre til økte naturlige og menneskeskapte tilførsler av nitrogen fra skog og utmarksarealer (se for eksempel oppsummering og modellering i Kaste et al. (2005); fra jordbruksarealer Delstraa et al. (2011), Øygarden (2013); og fra avløpssystemer (for eksempel NOU 2010)). Modellsimuleringer tyder på økt konsentrasjon og transport av nitrogen i vassdrag som følge av klimaendringer. I Bjerkreimselva og tilgrensende fjordsystem vil dette være forbundet med fare for økt begroing i elva og økning i algeveksten i tilhørende fjordsystem med 15-20 prosent. I en av de simulerte modellene er det en kraftig økning i konsentrasjonen av nitrat. Økningen skyldes samvirkning mellom gradvis akkumulering av nitrogen i nedbørsfeltet, økt nedbrytning av nitrogenholdig organisk materiale og redusert resipientkapasitet i elva grunnet lavere sommervannføring (Kaste et al. 2005).

6.3.4 Effekter ved gjentatt gjødsling og gjødsling av ung skog

Gjødsling flere ganger i omløpet vil føre til mer avrenning og større konsekvenser for vassdrag og kystområder, dersom det betyr at større arealer blir gjødslet. Når i bestandsomløpet det gjødsles har sannsynligvis ikke betydning for konsekvensene.

6.4 Rettslig og miljøfaglig grunnlag for miljøkriterier

Gjødsling med nitrogen som klimatiltak må bygge på klare miljøkriterier for å unngå konflikter med viktige miljøverdier. Kriteriene tar utgangspunkt i eksisterende lover og regelverk, samt sertifiseringsrutinene for skogbruket, jamfør kapittel 2. I tillegg bør det legges vekt på miljøfaglige hensyn og føringer.

Nedenfor er det først foretatt en vurdering av hvilke begrensninger og føringer eksisterende lover og regelverk mv. setter for gjødsling. Deretter belyses miljøfaglige hensyn og føringer som bør tillegges vekt ved utarbeidelsen av miljøkriteriene.

6.4.1 Begrensninger og føringer i eksisterende lov og regelverk

Hvilket forvaltningsregime som gjelder for et område, en naturtype eller en art, legger klare føringer for, og begrensninger på, hvilke arealer som kan gjødsles. Enkelte virkemidler gir en særskilt sikring av konkrete områder og miljøverdier. Andre virkemidler, slik som naturmangfoldlovens bestemmelser om bærekraftig bruk, er generelle og gjelder for all natur.

6.4.1.1 Områder og miljøverdier som er særskilt sikret

Forskrifter om områdevern, prioriterte arter og fredning av truede arter etter naturmangfoldloven inneholder bestemmelser om vern eller særskilte bevaringstiltak som har et formål som i de aller fleste tilfeller ikke vil være forenelig med gjødsling. Rød skogfrue er den eneste prioriterte arten som forekommer i skog. Den finnes i spesielle kalksonelokaliteter (kalkfurskog), på det sørlige Østlandet. Naturreservater og

nasjonalparker er ikke inkludert i bruttolista i kapittel 3. For gjødsling i øvrige verneområder, samt leveområder/økologiske funksjonsområder for prioriterte arter og fredete arter, må det søkes om dispensasjon fra forskrifter etter naturmangfoldloven.

Kravpunkt 10 i Norsk PEFC Skogstandard sier at områder med spesielle miljøverdier ikke skal gjødsles eller påvirkes av gjødsling eller askespredning, jmfør kapittel 2.3.2.

Forskrift om utvalgte naturtyper skal ivareta hensynet til naturtyper som er truet, eller som av andre grunner krever særskilt hensyn. Ordningen innebærer at det ved utøving av offentlig myndighet, herunder ved tildeling av tilskudd, skal tas særskilt hensyn til naturtypen slik at forringelse av naturtypens utbredelse og forekomstenes økologiske tilstand unngås, jmfør naturmangfoldloven § 53.

Forskrift om utvalgte naturtyper gir regler om bærekraftig bruk, ikke vern¹⁸. Selv om forekomster av utvalgte naturtyper ikke er vernet, gjør ordningens karakter av statlige retningslinjer for prioritering og samordning og det lovpålagte hensynskravet at det bør være en restriktiv praksis med hensyn til gjødsling som berører utvalgte naturtyper. Gjødsling som berører en forekomst av en utvalgt naturtype, må meldes til kommunen før tiltaket iverksettes, jmfør naturmangfoldloven § 54. Hensynskravet ivaretas gjennom behandling av meldingene. Ingen av de utvalgte naturtypene, har overlappende forekomst med de skogtypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard (kapittel 2.3.2). Kalksjøer (utvalgt naturtype) kan imidlertid bli negativt påvirket av gjødsling gjennom avrenning.

Områder som i plan er avsatt til naturvern gjennom plan- og bygningsloven, kan kun gjødsles i den grad det er i tråd med plan.

Gjødsling i fredede kulturmiljø og øvrige områder som er fredet etter kulturminneloven, herunder automatisk fredete kulturminner med sikringssoner, er tillatt dersom kulturminnene ikke kan skades direkte eller indirekte gjennom gjødslingsaktiviteten. Markoverflaten til et fredet kulturminne, inkludert dets sikringssone, må ikke skades.

Sikring av områder for friluftsliv innebærer at det offentlige skaffer seg råderett over arealer ved erverv av eiendomsrett, eller ved avtale om varig bruksrett (servituttavtale). Til grunn for denne ordningen ligger en forutsetning om at områdene skal forvaltes på en måte som sikrer friluftslivinteressene for allmenheten. Statlig sikrede friluftslivsområder kan kun gjødsles dersom gjødslingen har en positiv effekt for allmenhetens bruk (jmfør DN Håndbok 30, Direktoratet for naturforvaltning 2011). Statlig sikra friluftsområder og arealer som er særskilt tilrettelagt for friluftsliv på annen måte, hvor skogbruk normalt ikke vil kunne drives, er ikke inkludert i bruttolista i kapittel 3.

Tabell V3.4 i vedlegg 3 gir en oversikt over hvilke begrensninger og føringer eksisterende lover og regler med videre setter for gjødsling i forskjellige områder eller miljøverdier som er særskilt sikret.

6.4.1.2 Områder eller miljøverdier som ikke er særskilt sikret

Naturmangfoldlovens bestemmelser om bærekraftig bruk er særlig viktige ved forvaltning som berører natur som ikke er særskilt sikret gjennom virkemidlene som er nevnt ovenfor. De sektorovergrepene forvaltningsmålene er sentrale, jmfør naturmangfoldloven §§ 4 og 5. Forvaltningsmålene har betydning for lovfortolkning og offentlig skjønnsutøvelse etter naturmangfoldloven og annet regelverk, og ved utforming av regler for tildeling av

¹⁸ http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover_regler/kg_res/2011/forskrift-om-utvalgte-naturtyper.html?id=643428

tilskuddsmidler. Det innebærer at det ikke skal fattes beslutninger om tildeling av tilskudd som gjør det umulig å nå forvaltningsmålene¹⁹.

En rekke naturtyper eller arter som ikke er særskilt sikret (blant annet flere naturtyper definert i DN Håndbok 13, og naturtyper som er vurdert som truet i Rødlista for naturtyper, samt forekomster av truete arter) har en tilstand, eller bestandssituasjon eller -utvikling, som er i strid med de sektorovergripende forvaltningsmålene. Også i områder som ikke er særskilt sikret må det derfor vurderes blant annet hvilke naturtyper og arter tiltaket kan påvirke og hvilken tilstand eller bestandssituasjon eller -utvikling vedkommende naturtype eller art har.

Prinsippene i naturmangfoldloven kapittel II, med blant annet kunnskapsgrunnlaget, føre-var-prinsippet, prinsippet om samlet belastning, samt aktsomhetsplikten, vil også spille inn når offentlige myndigheter foretar avveininger av hvilke områder som bør prioriteres for tiltaket, og når man fatter vedtak om tildeling av tilskudd.

Viktige kulturlandskapsområder som «Helhetlige kulturlandskap» inneholder biologiske og kulturhistoriske verdier. Datasettet i Naturbase omfatter blant annet de høyest prioriterte områdene i Nasjonal registrering av verdifulle kulturlandskap. Eventuell gjødsling i disse områdene bør vurderes ut fra kvalitet og mål for området.

For områder som ikke har miljøverdier som er særskilt sikret og hvor gjødsling ikke er i strid med forvaltningsmålene i naturmangfoldloven eller målene i ferskvann og kystvann i henhold til vannforskriften, kan det gis tilskudd til gjødsling ut fra miljøfaglig synspunkt. Det må likevel foretas en vurdering av blant annet prinsippene i naturmangfoldloven kapittel II (jamfør naturmangfoldloven § 7). Gjødsling må i tillegg være i samsvar med øvrig regelverk, og det kan være behov for presiseringer av dagens regelverk for å sikre at miljøverdier blir tilstrekkelig tatt hensyn til ved økt nitrogengjødsling i skog.

Tabell 6.2 gir en oversikt over områder og miljøverdier som ikke er særskilt sikret, og hvor gjødsling må vurderes etter naturmangfoldloven kapittel II.

¹⁹ Jamfør Veileder Naturmangfoldloven kapittel II (Miljøverndepartementet 2012), side 9-10.

Tabell 6.2 Områder og miljøverdier som ikke er særskilt sikret, og hvor gjødsling må vurderes etter naturmangfoldlovens kapittel II.

Forvaltningsregime ¹	Kan gjødsles?	Referanse
Truete naturtyper (CR, EN, VU). Leveområder for truete arter (CR, EN, VU).	Normalt ikke. Etter vurdering av blant annet naturmangfoldloven kapittel II	Gjeldende Norsk rødliste for naturtyper ² Gjeldende Norsk rødliste for arter
Naturtyper som er nær truet eller som er i kategorien datamangel (NT, DD) Leveområder for arter som er nær truet eller som er i kategorien datamangel (NT, DD)	Etter vurdering av blant annet naturmangfoldloven kapittel II	Gjeldende Norsk rødliste for naturtyper Gjeldende Norsk rødliste for arter
Øvrige truede og/eller verdifulle naturtyper	Etter vurdering av blant annet naturmangfoldloven kapittel II	DN Håndbok 13 Fremstad og Moen (2001): Truete vegetasjonstyper i Norge, og øvrige truethetsvurderinger ¹
Helhetlige kulturlandskap	Etter vurdering av blant annet naturmangfoldloven kapittel II	Områder med spesielt store kulturhistoriske og/eller biologiske verdier (Naturbase)
Øvrig natur	Etter vurdering av blant annet naturmangfoldloven kapittel II	Gjeldende Norsk rødliste for naturtyper (LC, NE ³) Gjeldende Norsk rødliste for arter (LC, NE) Naturindeks for Norge

- 1) Rødlisterne for arter og naturtyper angir artenes eller naturtypenes sannsynlighet for at de skal forsvinne fra Norge i rødlistekategorier: CR - kritisk truet, EN - sterkt truet, VU - sårbar, NT - nær truet, DD - datamangel (som gjør at en er usikker på korrekt kategori).
- 2) Rødlista for naturtyper baseres på grunntyper i NiN og det er forvaltningsenheter som ikke dekkes av dette. Det vil derfor i noen tilfeller være behov for å støtte seg på øvrige vurderinger av truethet for naturtyper.
- 3) Kategoriene LC og NE i Rødlista for henholdsvis arter og naturtyper står for «økologisk tilfredsstillende» og «ikke vurdert».

6.4.2 Vannmiljø - begrensninger og føringer i eksisterende lov- og regelverk

Vi har ikke noe regelverk som direkte ivaretar vannmiljø ved gjødsling av skog. Tilførsel av nitrogen ved skoggjødsling vil imidlertid kunne påvirke vår oppfyllelse av nasjonale og internasjonale mål og forpliktelser, i områder der vannmiljøet allerede har en eller flere utfordringer knyttet til nitrogen.

Naturmangfoldloven gjelder både for terrestrisk miljø og for arter og økosystemer i ferskvann og langs kysten. Det vil si at vurderinger som skal gjøres for terrestrisk miljø, beskrevet i kapittel 6.4.1, også gjelder for vannmiljø.

Vannforskriften (som er Norges gjennomføring av EUs rammedirektiv for vann) definerer klare vannmiljømål. Gjennom dette legger den også føringer for tiltaket målrettet gjødsling av skog. Vannforskriften setter bindende mål og klare krav om forbedring av tilstanden i vannforekomster som ikke har god tilstand og at tilstanden ikke skal forringes. I henhold til vannforskriften skal vannforekomster (ferskvann og kystvann) minst ha god økologisk tilstand innen 2021. Vi bør derfor unngå å innrette tiltak slik at det kan forhindre at vi når dette miljømålet. Områdene som er særskilt sårbare for ekstra tilførsler av nitrogen, er områdene som får stor nitrogenavsetning fra lufta, har en samlet avrenning av nitrogen til vassdrag og

marine områder som er for høy og som overskrider miljøkvalitetsnormer eller har utfordringer knyttet til blant annet sukkertare og problemarten krypsiv. Dette gjør seg gjeldene i deler av Sørøst-, Sør- og Sørvest-Norge og tilgrensende kystområder.

I tillegg til vårt nasjonale lovverk har Norge også undertegnet flere internasjonale avtaler som berører vannmiljø. Disse avtalene, som er nærmere omtalt i kapittel 2.1, er blant annet: Konvensjonen om biologisk mangfold, Gøteborgprotokollen, OSPAR- konvensjonen og Nordsjøavtalene.

I kapittel 6.4.1.1 skriver vi at forskriftene om utvalgte naturtyper skal ivareta hensynet til naturtyper som er truet, eller som av andre grunner krever særskilt hensyn. Kalksjøer er en utvalgt naturtype som ikke er lokalisert i områder som er aktuelle for gjødsling i henhold til bruttolista i kapittel 3. Kalksjøer kan imidlertid bli negativt påvirket av gjødsling gjennom avrenning. I vurderingene av om det skal gis tilskudd til gjødsling i nedbørsfelt til kalksjøer, skal man derfor ta særskilt hensyn, slik at forringelse av naturtypens økologiske tilstand unngås, jmfør naturmangfoldloven § 53. Figur 6.3 viser en oversikt over registrerte kalksjøer.

Gjødselvereforskriften legger i dag ingen føringer for gjødsling av skog. Som redegjort for i kapittel 2.3.6, er forskriften under revisjon.

6.4.3 Miljøfaglige hensyn og føringer

6.4.3.1 Terrestrisk

Vegetasjonstyper: Gjødsling som klimatiltak skal gjennomføres i henhold til eksisterende regelverk. I Norsk PEFC Skogstandard er blokkebær-, blåbær- og bærlyngskog samt torvmark med etablert foryngelse de vegetasjonstypene som kan gjødsles, under forutsetning av at spesielle miljøverdier ikke gjødsles eller påvirkes negativt. På disse arealene kan man forvente god tilveksteffekt av gjødslingen, samtidig som C/N-forholdet i humusen er høyt (jmfør kapittel 5.3.3), slik at risikoen for lystgassutslipp er liten (Klemedtsson et al. 2005). Det forventes også at avrenningen er lavere enn på mer nitrogenrike vegetasjonstyper (MacDonald et al. 2002).

Blåbærskog utgjør det største arealet (> 50 prosent) i bruttolista, og ved gjødsling av arealer der både blåbær og gress finnes i utgangspunktet kan man på bestandsnivå, ifølge Aarrestad et al. (2013), forvente redusert dekning av blåbær, små moser og lav, økt grasvekst og endret artssammensetning av soppfunn. I den fattigere vegetasjonstypen bærlyngskog, som utgjør 28 prosent av bruttolista, kan gjødsling gi større endringer, spesielt for sopp (mykorrhiza) og lav. Effekter på lav er særlig relevant for lavrik skog²⁰. Sammenlignet med effekter på det biologiske mangfoldet som følger av hogstingrepet 10 år etterpå, anses endringene omtalt over å være av mindre betydning for biologisk mangfold i gjødslede bestander. Det trengs imidlertid mer kunnskap om eventuelle langsiktige effekter.

Småbregneskog og storbregneskog er ikke omtalt i Norsk PEFC Skogstandard som arealer som kan gjødsles. Småbregneskog har samme tålegrense for tilførsel av nitrogen fra luft som blokkebær-, bærlyng- og blåbærskog (0,5-1,0 kg N per dekar per år), mens storbregneskog har en tålegrense på 1,0-2,0 kg N per dekar per år (tabell 6.1). Planteveksten i storbregneskog er ikke begrenset av nitrogen i like stor grad, og vegetasjonstypen vil dermed kunne tåle noe mer nitrogentilførsel. Storbregneskog forventes imidlertid å ha et lavere C/N-forhold i jordsmonnet, noe som øker risiko for lekkasje av nitrogen ved ekstra tilførsel av nitrogen. Risiko for nitratlekkasje ved ytterligere nitrogentilførsel er høy ved C/N-forhold mindre eller lik 25 (Gundersen et al. 2006).

²⁰ Lavskog er ikke inkludert som vegetasjonstype som kan gjødsles etter Norsk PEFC Skogstandard.

Spesielle miljøverdier: Norsk PEFC Skogstandard presiserer at områder med spesielle miljøverdier ikke skal gjødsles eller påvirkes av gjødsling. På arealer der de aktuelle vegetasjonstypene forekommer og gjødsling er aktuelt, kan det forekomme verdifulle miljøverdier som ikke er særskilt sikret gjennom eksisterende regelverk.

Eksempler på verdifulle miljøverdier som kan forekomme på eller i tilknytning til arealene, nevnes under.

- Truede naturtyper. Kystgranskog, temperert kystfurusog og olivinskog er sterkt truede naturtyper i Norge (Lindgaard og Henriksen 2011). Forekomster av disse kan overlappes med en eller flere av vegetasjonstypene på bruttolista (kystgranskog: småbregne og storbregneskog, temperert kystfurusog: blokkebærskog).
- Sandfurusog er en næringsfattig skogtype som kommer inn under bærlyngskog. Den opptrer vanligst i lyngdominert furuskog på tørre løsavsetninger, men også i kalkfurusog, blåbærskog og fattig lågurtskog. Denne skogtypen har særlig mange N-følsomme arter av mykorrhizasopp, arter som er sterkt truet på europeisk basis, blant annet fordi sandfurusog er i sterk tilbakegang i store deler av Europa på grunn av eutrofiering (Aarrestad et al. 2013).
- Leveområder for truede og nær truede arter: Eksempelvis, innen mykorrhizasopp er gruppene slørsopper, harde piggsopper og musseronger særlig følsomme overfor nitrogen, og de inneholder spesialiserte, sjeldne og rødlistede arter. Karplanten bittergrønn er sterkt truet (EN - sterkt truet) i Norge, påvirkes negativt av nitrogen (men enda sterkere av hogst) og kan forekomme sparsomt i barskog (oftest furuskog) på de lavereliggende deler av Østlandet.

Mer generelt er miljøverdier som ikke er særskilt sikret, men som kan forekomme innenfor eller i tilknytning til aktuelle gjødslingsarealer, forekommer av/leveområder for truede og nær truede arter og naturtyper, svært viktige og viktige naturtyper etter DN Håndbok 13 (A- og B-lokaliteter), verdifulle kulturmiljø i skoglandskapet, «hot spots» av truede arter (se for øvrig tabell 6.2). Tabell 8.1 viser en rangering av verdifulle arter og naturtyper. I skog som er aktuell å gjødsles er det reduserte muligheten for å treffe på slike miljøverdier.

Gjødsselfrie buffersoner: Muligheten til å unngå påvirkning av spesielle miljøverdier ved praktisk gjødsling avhenger blant annet av spredningsmåte, vær- og vindforhold, samt kunnskap om geografisk avgrensning av de spesielle miljøverdiene. Det bør settes av gjødsselfrie buffersoner mot arealer som ikke skal gjødsles i henhold til eksisterende lov- og regelverk, slik at vi unngår påvirkning av disse.

For nitrogengjødsling i Sverige heter det i «Skogsstyrelsens allmänna råd» at gjødsel ikke bør spres over visse områder, samt at gjødsselfrie soner bør avsettes mot disse, det angis minimum avstand på 25 meter til sjø og vassdrag, verdifulle våtmarker, formelt beskyttede områder og nøkkelbiotoper (SKSFS 2007). Mindre avvik kan tolereres innen den gjødsselfrie sonen, dog høyest tilsvarende 1 kg gjødselmiddel per dekar (SKSFS 2007). I forarbeidet til de allmenne råd sier de at bredden på sonen bør tilpasses etter faktorer som hydrologi, topografi og geologi (Skogsstyrelsen 2007a). Norsk PEFC Skogstandard er ikke presis med hensyn til avstandsgrenser for gjødsling, men krever at en ved hogst og skogbehandling bevarer eller utvikler flersjiktet kantsone langs myrer, vann og vassdrag og mot kulturlandskap. En kantsonebredde på 10-15 meter er utgangspunktet for myr, vann og vassdrag, men ned mot 5 meter for bekker smalere enn 2 meter. Det skal være en 5-10 meter kantsone mot verdifulle kulturlandskap. Det er lite interessant for skogeier å gjødsle arealer som uansett ikke skal hogges.

Kunnskapsgrunnlag: Mens de arealene som er særskilt sikret gjennom eksisterende regelverk, jamfør tabell V3.1 i Vedlegg 3, i stor grad er kartfestet, er det mer begrenset kartfestet

informasjon om de spesielle miljøverdiene som ikke er særskilt sikret, men som likevel ikke bør påvirkes negativt. Dersom kunnskapsgrunnlaget om hvilke miljøverdier som finnes i et område er mangelfullt, og risiko for skade på naturmangfoldet er stor, skal det normalt ikke gis tilskudd til gjødsling i området, jamfør føre-var-prinsippet i naturmangfoldloven § 9.

Spredningsmetode: Gjødsling fra helikopter i vind vil kunne medføre at man får uønsket spredning til arealer utenfor tiltaksområdet, herunder områder med verdifull natur. Ved gjennomføring av tiltaket bør man derfor ta nødvendige hensyn til værforhold, slik man også praktiserer gjødsling i dag.

6.4.3.2 *Vannmiljø*

Med bakgrunn i kunnskapen om at gjødsling fører til nitratlekkasje til vann, bør gjødslingen innrettes slik at det tas spesielle hensyn i regioner eller områder med eutrofi-problemer (høye nitrogenkonsentrasjoner), eller spesielle vannmiljøproblemer som kan relateres til nitrogen.

I Nitratdirektivet har Norge forpliktet seg til ikke å gjødsle mer enn 17 kg nitrogen per dekar per år fra husdyrgjødsel i definerte, sårbare områder. Selv om det i denne rapporten ikke er snakk om husdyrgjødsel, er det den samlede tilførselen av nitrogen som avgjør effektene på miljøet. De sårbare områdene definert etter nitratdirektivet er nedslagsfelt til Glommavassdraget, medregnet Lågen og Vorma, Haldenvassdraget, og øvrige området med avrenning til Oslofjorden mellom svenskegrensa og Strømstangen fyr ved Fredrikstad, samt indre Oslofjord.

Gjødsling av skog som klimatiltak skal gjennomføres i henhold til eksisterende lov - og regelverk, inkludert Norsk PEFC Skogstandard. Denne rapporten legger til grunn at skogen drives i tråd med standarden. For å ta tilstrekkelig hensyn til vannmiljø ved økt målrettet skoggjødsling som klimatiltak, er det gjort presiseringer av regelverket i denne rapporten. I Sverige, hvor gjødsling av skog skjer i langt større omfang, har de utviklet anbefalinger for hvordan gjødslingen bør gjennomføres i praksis blant annet for å unngå negativ påvirkning på miljøverdier, inkludert vannmiljø (Skogsstyrelsen 2007a, under utarbeidelse).

På samme måte som det bør settes av gjødsselfrie buffersoner mot spesielle miljøverdier som ikke skal gjødsles i henhold til eksisterende lov- og regelverk, sier Norsk PEFC Skogstandard at det ved gjødsling også skal settes igjen ugjødslede soner mot vann og vassdrag for å hindre avrenning. Den er imidlertid ikke spesifikk på hvor store disse gjødslingsfrie buffersonene bør være. I Sverige anbefales 25 meter som minimumsbredde på den gjødsselfrie sonen.

Norsk PEFC Skogstandard sier videre at gjødsling ikke skal skje før snøsmeltingen er ferdig, og at gjødslingstidspunktet for øvrig skal tilpasses slik at risikoen for næringslekkasje er minst mulig. Kursheftet for Skogstandard sier i tillegg at skogen ikke skal gjødsles når marka er frossen eller snødekt (Søgnen og Follum 2012). Arbeidet bør utføres fra snøen/tela i marka er borte og helst avsluttes før Sankthans. Tilsvarende svenske råd er som følger:

- Spredning skal ikke skje på tele, snødekt mark, under snøsmelting eller når værforholdene i kombinasjon med mark- og vannhusholdningen i skog tilsier at det er stor risiko for at det tilførte nitrogenet havner på uønsket plass

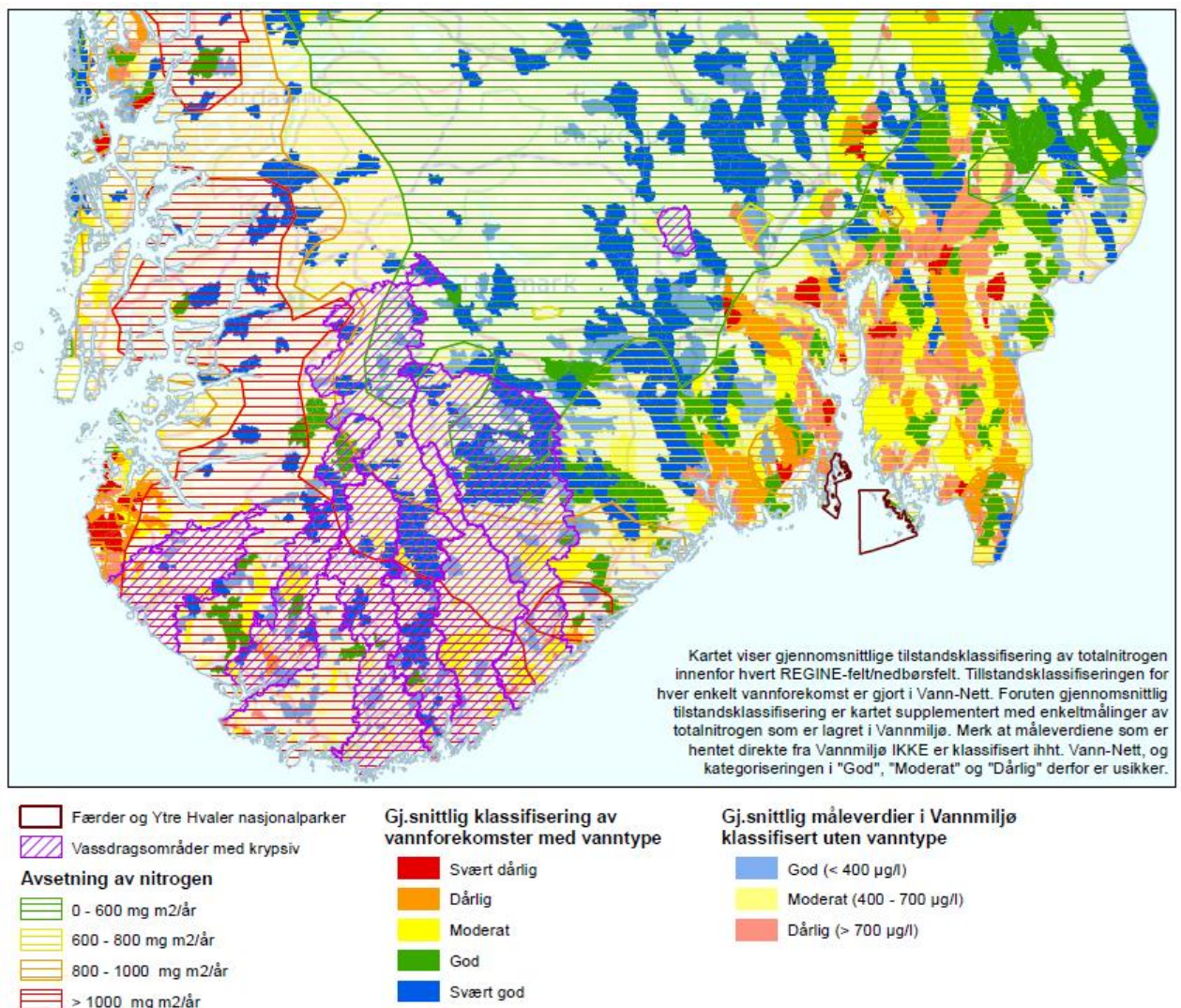
De svenske rådene presiserer at gjødselen skal inneholde kalsium og magnesium. De gir også føringer for å minimere risikoen for at nitrogengjødsling bidrar til forsurening av vann og jordsmonn, nitrogenlekkasje og økt innhold av uorganisk nitrogen i overflate- og grunnvann, risikabelt stor opphopning av jordas nitrogeninnhold, uheldig påvirkning av særlig følsom flora og fauna og skader på forn- og kulturminner.

Regionale hensyn

I Sverige deler Skogsstyrelsen landet inn i regioner eller områder hvor område 1 (i sørvest) ikke anbefales å gjødsles. De legger til grunn at ved årlig deposisjon av nitrogen på 1,0-1,2 kg eller mer per dekar (område 1) er det risiko for nitratlekkasje ved ytterligere nitrogentilførsel

(Skogsstyrelsen 2007a, Gundersen et al. 2006). For dette området heter det i "allmänna råd" (SKSFS 2007) i henhold til § 30 i skogsvårdslagen at skogsgjødsling med N-gjødsel ikke bør forekomme. I rådene fra 2007, anbefales heller ikke gjødsling i område 2 (sørøst), der deposisjonen er noe mindre, med unntak av tilfeller der det også tas ut greiner og topper (GROT) ved hogst.

På samme måte som i Sverige, bør det tas regionale hensyn ved gjødsling i Norge. Figur 6.6 oppsummerer hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø. Kartet viser områder med høy avsetning av nitrogen fra luften via nedbør eller som tørr avsetning, nitrogentilstand i vassdrag, vassdragsområder med krypsiv og marine nasjonalparker som trenger ekstra beskyttelse. I tillegg er kystsonen fra svenskegrensa til Lindesnes utpekt som særlig følsomme for økt nitrogentilførsel, samt at tilstanden for sukkertaren er moderat til dårlig fra svenskegrensa til og med Stavanger.



Figur 6.6 Samlet oversikt over hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø.

6.5 Oppsummering

Generelt vil miljøeffektene av nitrogengjødsling avhenge av hvor og hvordan tiltaket gjennomføres, for eksempel hvilken type skog som gjødsles, tidspunkt, buffersoner og dosering. Det vil være snakk om mulige effekter på arealene som gjødsles og naturmangfold og kulturverdier knyttet til disse (terrestriske miljøverdier). Gjødsling kan også ha effekter på tilgrensende areal og i vann og vassdrag nedstrøms gjødslingsarealet.

Siden arealene som vurderes som mest aktuelle for gjødsling er skog som vil avvirkes innen 10 år, vurderes den generelle merbelastningen av gjødsling for terrestrisk miljø for hvert enkelt skogbestand å være relativt små, sammenlignet med den påvirkning skogøkosystemet vil få som følge av hogst og påfølgende foryngelse. Dette forutsetter at man unngår negativ påvirkning av miljøverdier som finnes innenfor arealene eller i tilstøtende arealer. Selv om virkningene i hvert av de gjødslede områdene ikke trenger å bli store, er det likevel grunn til å være oppmerksom på den samlede belastningen på de aktuelle vegetasjonstypene når nye arealer gjødsles hvert år (jmfør naturmangfoldloven § 10).

Når det gjelder vannmiljø, er bildet mer komplekst. Vann vil ofte påvirkes gjennom nedstrøms effekter, som gjør det mer hensiktsmessig å gjøre noen geografiske betraktninger rundt hvilke områder som bør prioriteres for tiltaket. Skoggjødsling på dagens nivå har sannsynligvis liten effekt på vannmiljøet. På nasjonalt nivå er det heller ikke sannsynlig at skoggjødsling vil bli en stor kilde til nitrogenforurensning, sammenlignet med andre kilder. For en stor del av arealene i bruttolista antas det at gjødsling gir akseptable effekter for vannmiljø, så lenge miljøverdier tas hensyn til gjennom generelle miljøkriterier.

Noen områder vil imidlertid være særskilt sårbare for en ekstra tilførsel av nitrogen, fordi vannmiljøet i området allerede har en eller flere utfordringer knyttet til nitrogen. Dette gjelder for områder som får stor nitrogenavsetning fra lufta, har en samlet avrenning av nitrogen til vassdrag og marine områder som er for høy og overskrider miljøkvalitetsnormer eller har utfordringer knyttet til problemarter som krypsiv (se kapittel 6.3 for detaljer). Dette gjelder Rogaland sør for Boknafjorden, Agderfylkene, Vestfold, nederste delen av Telemark og Buskerud, Østfold samt Oslo og Akershus, som inkluderer deler av Glomma og Haldenvassdraget. Dette er områder hvor Norge har utfordringer knyttet til å oppfylle nasjonale og internasjonale miljømål relatert til nitrogen.

7 Virkemidler for målrettet gjødsling av skog

7.1 Innledning

Gjødsling av skog kan gi tilfredsstillende lønnsomhet for skogeier, men lønnsomheten er avhengig av mange variable, som tidshorisonten fram til gevinsten av gjødslingen kan realiseres, mulighetene for prisøkning ved større dimensjoner og muligheten til å benytte tilskudd og skogfondsmidler. Det meste av gjødslingen i dag skjer omtrent ti år før hogst fordi dette er mest lønnsomt for skogeier. Det er særlig furu som gjødsles fordi dimensjonsøkningen har vært best priset på furu. Fra kapittel 4 ser vi at gjødsling i furuskog er et lønnsomt tiltak for skogeier. Gjødsling av gran vil gi bortimot samme produksjons- og dimensjonsøkning som for furu, men økningen i dimensjon for gran gir mindre avkastning enn for furu.

Dagens gjødslingsaktivitet per år tilsvarer et areal på 0,010 prosent av det produktive skogarealet. Det ble i perioden 2009-2013 samlet utført skoggjødsling på 39 764 dekar, altså i gjennomsnitt 7 953 dekar per år, i 15 fylker med en gjennomsnittskostnad per dekar på kr 277 (se tabell 7.1). Statistikken for de siste 5 år viser at 57 prosent av skoggjødslingen i Norge skjer i Hedmark, 15 prosent i Rogaland og 11 prosent i Buskerud. Siden starten på 90-tallet og frem til i dag har Hedmark stått for over to tredeler av gjødslingsaktiviteten.

De siste fem år er det gjødslet totalt 2 100 tonn med gjødsel med et gjennomsnitt på 52 kg per dekar. Opti-KAS Skog er det mest brukte gjødselslaget og inneholder 27 prosent nitrogen (N) som utgjør i gjennomsnitt 14 kg N per dekar.

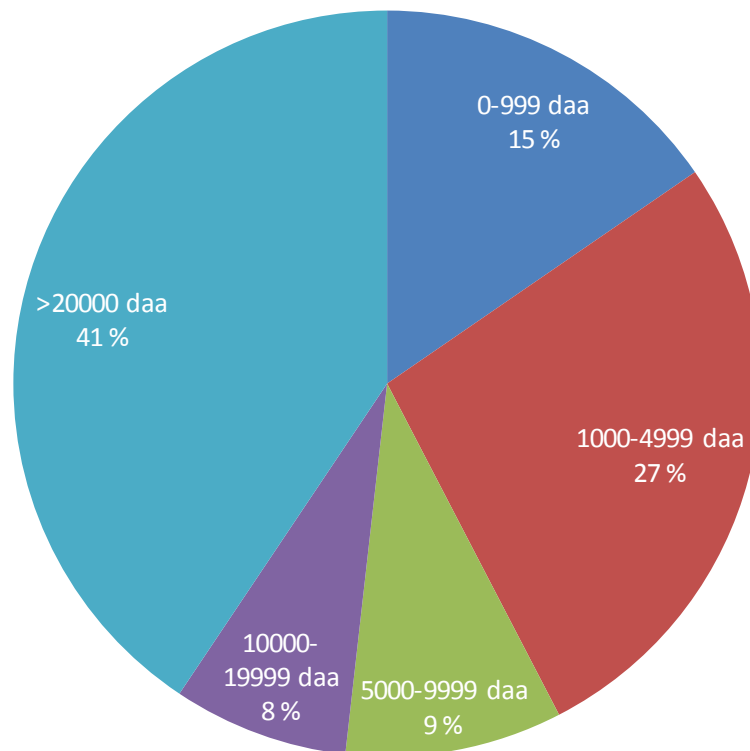
Tabell 7.1 viser fylkesvis oversikt over gjødslet areal og kostnader til spredning i perioden 2009-2013.

Tabell 7.1 Fylkesvis oversikt over gjødslet areal og kostnader i perioden 2009–2013.

Region	Sum areal (2009-2013) (dekar)	Areal per år gj.snitt (dekar)	Areal per tiltak gj.snitt (dekar)	Sum kostnad (2009-2013) (kroner)	Kostnad per dekar gj.snitt (kroner)
Østfold	1 025	205	171	291 468	284
Akershus	1 669	334	334	489 050	293
Hedmark	22 792	4 558	300	6 161 408	270
Oppland	2 029	406	254	601 498	296
Buskerud	4 383	877	146	1 265 885	289
Vestfold	36	7	18	6 362	177
Telemark	867	173	217	243 040	280
Aust-Agder	270	54	54	93 625	347
Vest-Agder	12	2	12	4 013	334
Rogaland	5 870	1 174	113	1 712 333	292
Hordaland	198	40	25	61 594	311
Møre og Romsdal	104	21	35	18 950	182
Sør-Trøndelag	139	28	23	9 875	71
Nord-Trøndelag	180	36	30	18 462	103
Nordland	190	38	38	18 359	97
Total	39 764	7 953	183	10 995 922	277

Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

I Norge er det om lag 130 000 skogeiendommer med en stor andel av forholdsvis små eiendommer. Grovt sett kan man si at 80 prosent av skogeierne kun eier 20 prosent av de produktive skogarealene. For hele landet er den gjennomsnittlige eiendomsstørrelsen på om lag 530 dekar produktiv skog, og 11 prosent av alle skogeiere var registrert med hogstuttak i 2011. Figur 7.1 viser gjødslingsarealet fordelt på eiendommens størrelse i perioden 2009–2013. Fra figuren ser vi at det er de store eiendommene som foretar skoggjødsling. 41 prosent av gjødslingsaktiviteten foregår på eiendommer over 20 000 dekar og bare 15 prosent på eiendommer under 1 000 dekar.



Figur 7.1 Gjødslingsarealet i perioden 2009-2013 fordelt på eiendommens størrelse.

Kilde: Statens Landbruksforvaltning.

Beslutningen om å investere i skogbruket beror på mange faktorer, der de viktigste kan sies å være økonomiske variable som krav til avkastning på kapital (rentekrav), driftskostnader og tømmerpris. Andre faktorer som styrer skogeiers adferd er eiendoms karakteristika, skogeiers generelle økonomi med fordeling av inntekt fra eiendom og annen lønnsinntekt, alder, bakgrunn og kompetanse. Rammevilkårene i skogbruket styres i dag i stor grad av internasjonale konjunkturer, tømmerpriser samt etterspørsel etter papir og trelast.

Skogpolitikken består av juridiske, administrative og økonomiske virkemidler. Skogbruket forvalter store arealer. Lovverket og virkemidlene i skogbruket er innrettet på en måte som i stor grad involverer kommunene, og fylkesmannen har ofte en koordinerende rolle. Dette bidrar til å gi lokal tilhørighet og kunnskap til beslutningene, samtidig som fylkesmannen sørger for den overordnede oversikten på tvers av kommunegrensene.

I dag brukes det økonomiske virkemidler som skogfond og direkte tilskudd for å stimulere til gjødsling av skog. Mange skogeiere er tilknyttet skogeierorganisasjoner, som har en viktig rolle med å gi informasjon og veiledning til medlemmene. Skogeierorganisasjonene og andre aktører vil på bakgrunn av skogbruksplaner og annen informasjon, veilede skogeiere om tiltak som bør utføres for å sikre en god og bærekraftig forvaltning av skogressursene, med hensyn til blant annet økonomi og miljø.

Dagens skogeiere har generelt bare en liten andel av inntekten sin fra skogen. I 2011 utgjorde skogeiers inntekt fra skogbruket i gjennomsnitt 7 prosent av bruttoinntekten (SSB.no 2011). Skogeierens interesse for og kunnskap om skogbruk er varierende. Det er en utfordring at dagens lavkonjunktur i tømmermarkedet kan gjøre det vanskelig for skognæringen å prioritere informasjonsarbeidet. Ute i forvaltningen er det også begrensede ressurser til informasjon og veiledning av skogeier. For skogeier betyr dette at det totalt sett er vanskelig å få informasjon og veiledning ut over tradisjonelle skogkulturtiltak.

I hovedsak kan man si at skogbruket og myndighetene har virkemidler og regelverk som kan brukes som grunnlag for å øke skoggjødslingen i klimasammenheng. Dagens lave satsing på skoggjødsling tilsier at det er behov for informasjon, motivering og økonomiske virkemidler dersom en skal få til økt gjødsling av skog som klimatiltak.

7.2 Økonomiske virkemidler – skogfond og tilskudd

Selv om gjødsling av skog er et tiltak som kan være økonomisk lønnsomt for skogeier, er det barrierer som gjør at det ikke gjennomføres i stor grad i dag. Skogfondsordningen og tilskudd er sentrale økonomiske virkemidler i skogbruket, hjemlet i egne forskrifter. Der det finnes midler og forskriftene åpner for dette, kan ordningene benyttes hver for seg eller i kombinasjon for å stimulere til gjødsling. Avsatte skogfondsmidler på en eiendom kan i dag brukes til å finansiere skoggjødsling. Det gis også tilskudd til gjødsling, men kommunene prioriterer ofte andre skogkulturtiltak foran gjødsling.

Under følger en gjennomgang av de økonomiske virkemidlene som brukes i dag, og deres svakheter og styrker for å få til et økt omfang av gjødsling av skog.

7.2.1 Skogfond

Skogfondsordningen er konstruert for at skogeierne skal gjøre nødvendige investeringer på eiendommens skogareal for å sikre en bærekraftig forvaltning av skogressursene. Gjennom skogfondssystemet knyttes både tiltaket og tilskuddsutbetalingen til den enkelte skogeier.

Skogfondsordningen krever at skogeier ved hogst setter av 4-40 prosent av tømmerets brutto salgsverdi på eiendommens skogfondskonto. Skogfond kan i dag brukes til å finansiere en rekke investeringer på skogeiendommen, blant annet gjødsling av skog. Se figur 2.1 for en oversikt over kommuner der skogfond benyttes til finansiering av skoggjødsling.

Investeringer i skogkultur som skoggjødsling blir utgiftsført (det vil si engangsavskrevet) i regnskapet og kan i tillegg bli finansiert med tilbakeføring av avsatte skogfondsmidler. I dag er det slik at en skogeier får inntektskatt på 15 prosent av skogfondsmidlene som brukes til tillatte investeringer i skogbruket, inkludert skoggjødsling (jamfør kapittel 2). Skogeiers egenandel av en utgift etter skatt, blir redusert. Størrelsen på reduksjonen er imidlertid avhengig av skogeiers marginale skattesats. I praksis fungerer ordningen dermed som et skjermingsfradrag. Riktig bruk av skogfond ved skoggjødsling gir en skattefordel som kan gi god lønnsomhet for skogeier, som vist i regneeksempel i kapittel 4 (tabell 4.3).

Optimal bruk av skogfondsordningen forutsetter god planlegging, hvor avsetting av midler skal stå i forhold til fremtidige investeringer. I tillegg kan skogeier forhåndsregistrere utgifter på kontoen (udekka investeringer). Ordningen forutsetter at skogeier skal selge skogsvirke og sette inn midler på skogfondskontoen innen utgangen av det neste kalenderåret. For større investeringer eller tiltak kan kommunen gi tilsagn om at denne tidsfristen kan utvides med fire år, men det har ikke vært praksis for å gi slike tilsagn ved skoggjødsling.

For mange skogeiere vil avsetting til skogfond være en avveining mellom å ta ut inntekt i dag, eller investere i skogbruket med tanke på fremtidig inntekt. Det forventes også at dagens tømmerpriser og usikkerhet knyttet til fremtidig tømmeravsetning påvirker skogeiers avveining mellom investering i skogbruket og alternative investeringer.

Erfaringen er at skogfondet i hovedsak brukes til foryngelsestiltak (markberedning og planting) og ungskogpleie, som er nødvendig for å etablere ny skog etter hogst. Selv om gjødsling kan være et tiltak med god økonomi, prioriterer ikke skogeier i samme grad å bruke

skogfond til dette tiltaket. Årsaken til dette er blant annet at tiltaket krever en langsiktig plan; å bestemme gjødslingstidspunkt i forhold til når bestanden skal avvirkes. For mindre skogeiere spesielt, vil den langsiktige bindingen av kapital og planlegging av hogsttidspunkt dempe interessen for skoggjødsling. Dersom skogeier ikke har mulighet til å benytte skogfondsmidler, vil egenandelen ved skoggjødsling bli betydelig større, noe som igjen gir dårligere lønnsomhet (se tabell V4.1 i vedlegg 4).

7.2.2 Tilskudd

Offentlig tilskudd til investeringer i skogbruket gis i dag som et insentiv for å sikre investering i skogbruket og stimulere til ønsket aktivitet. Tilskudd til skoggjødsling reguleres i forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK). I tillegg til sentrale NMSK-midler som tildeles kommunene via fylkesmannen, kan kommunen benytte egne midler for å styrke tilskuddsrammen på områder som er spesielt viktig for kommunen. Midlene forvaltes etter gjeldende forskrift og registreres i sin helhet i økonomisystemet for skogbruket (ØKS). Tilskudd som virkemiddel inntektsføres og beskattes, og har dermed ulik økonomisk betydning avhengig av skogeiers marginal skattesats.

I deler av landet gis det i dag tilskudd til gjødsling. Dette gjelder enkelte kommuner fra Rogaland og Vest-Agder til Nordland. I de sentrale skogstrøkene på Østlandet, som er områdene med hovedtyngden av skoggjødsling, gis det i dag ikke tilskudd til dette tiltaket (se figur 2.1). Fra 2009 til 2013 ble det utbetalt totalt 1,45 millioner kroner i tilskudd til skoggjødsling i Norge. Dette utgjør et snitt på 290 000 kroner per år. I de kommuner der tilskudd ble utbetalt (16 kommuner), ble det gitt en gjennomsnittlig tilskuddssats på 80 prosent. Her inngår både NMSK-tilskudd og kommunale tilskudd. Prioritering av tilskuddsmidler til skogskjøtsel og tilskuddssatser fastsettes av den enkelte kommune etter tildeling av tilskuddsramme fra fylkesmannen. Dette skjer i samarbeid med næringsorganisasjonene i skogbruket.

Tilskudd er et effektivt virkemiddel for å stimulere til investering i skogbruket. I en næring med lang investeringshorisont er forutsigbarhet for økonomiske virkemidler spesielt viktig. Reduksjon i og bortfall av tilskuddsordninger har vist seg å få store konsekvenser for investering i skogkultur. I 2003 ble tilskuddet til skogreising og skogplanting (50 millioner kroner) fjernet. Dette førte til en stor nedgang i skogplantingsaktiviteten og førte til at om lag 8 millioner planter måtte kastes. I tillegg medførte den negative signaleffekten at andre investeringer i skogkulturtiltak, deriblant skoggjødsling, falt betydelig. Selv om tilskuddet ble delvis gjeninnført i 2005, plantes og gjødsles det i dag mindre sammenlignet med før tilskuddet ble fjernet.

En økning i tilskuddsrammen til skoggjødsling i klimasammenheng vil gi et tydelig signal om at samfunnet ønsker aktiviteten, og det vil være et viktig økonomisk insentiv for skogeier. Fra et skogfaglig synspunkt om bærekraftig skogforvaltning, er det ikke riktig å omdisponere skogkulturmidler fra foryngelse eller ungskogpleie til gjødsling. Det er viktig at kommunene har fleksibilitet til å kunne prioritere skogkulturtiltak etter behov. Dersom skoggjødsling som klimatiltak ønskes gjennomført, anbefaler etatsgruppen at tilskuddsrammen til skogkultur økes. Disse midlene bør være øremerket til tiltaket. I dagens tilskuddsforvaltning i skogbruket er satsene normalt fra 30 prosent og oppover. Lavere tilskuddssatser enn dette vil ha liten innvirkning på skogeiers egenandel av investeringen etter skatt (se tabell V4.1 i vedlegg 4). Erfaringen i forvaltningen tilsier at tilskuddssatser lavere enn dette i liten grad virker stimulerende på aktiviteten.

7.2.3 Samvirkning mellom tilskudd og skogfond

Når tilskudd og skogfond benyttes sammen reduseres andelen av investeringen som kan dekkes av skogfondsmidler tilsvarende tilskuddet. Dette betyr at skogeiere med høy marginalsatt må betale mer skatt av tilskuddet og får en større skattereduksjon ved bruk av skogfundsordningen, enn de med lav marginalsatt. Kort oppsummert er tilskudd spesielt

viktig for skogeiere som har hatt liten mulighet til å avsette skogfondsmidler eller relativt liten skattefordel av skogfondsrordningen (lav marginalsatt) (tabell V4.1 i vedlegg 4).

7.2.4 Retningslinjer og kriterier

Tildeling av tilskudd til gjødsling av skog som klimatiltak kan gjennomføres innenfor rammene av eksisterende lov- og regelverk. Gjennom forskrift om nærings- og miljøtiltak i skogbruket (NMSK-forskriften) er det etablert et system for utbetaling av tilskudd til skogtiltak som gjødsling, jmfør kapittel 2.3.1. Dette systemet kan også benyttes ved tildeling av tilskudd til gjødsling av skog som klimatiltak, selv om formålet med tilskudd til gjødsling av skog som klimatiltak vil være av en litt annen karakter enn forskriftens formål slik det er beskrevet i dag.

NMSK-forskriftens § 3 sier at det skal fastsettes overordnede retningslinjer for prioritering av søknader, og at disse retningslinjene skal utarbeides i dialog mellom fylkesmannen, kommunene og næringsorganisasjonene i skogbruket lokalt. Det kan også settes vilkår for utbetaling av tilskudd til det enkelte tiltak. Vilårene må være i samsvar med tiltakets formål, jmfør forskriftens § 3 tredje ledd. Eventuelle føringer (som for eksempel miljøkriterier) til en ordning beskrives i tildelingsbrevet for ordningen fra departementet og videreformidles gjennom SLF sitt tildelingsbrev til fylkesmannen, som legger dette til grunn for de enkelte kommuners anvendelse av tilskuddsmidlene. Disse føringene vil i utgangspunktet kun være bindende for tilskuddsmidlene. Vi antar at skogeiere vil benytte seg av både tilskudd og skogfond i kombinasjon, slik at de føringer som blir lagt for tilskudd i praksis også vil gjelde for bruk av skogfond. Skogbruksloven § 6 femte ledd gir imidlertid hjemmel til at Landbruks- og matdepartementet kan fastsette nærmere forskrifter om forynging og stell av skog, herunder gjødsling av skog. Dette gir muligheter for å fastlegge ønskede kriterier (inkludert miljøkriterier) og rutiner for gjødsling av skog, også som klimatiltak, dersom det er ønskelig.

Skogeiere som søker om tilskudd må kunne dokumentere at tiltaket er gjennomført i henhold til eksisterende lov- og regelverk og miljøkriteriene. Ved eventuelle føringer til en bevilgning må disse også være oppfylt før det kan utbetales tilskudd til tiltak. Miljøprinsippene i naturmangfoldloven kapittel II og miljøkriteriene skal vurderes i forbindelse med at det fattes vedtak om tildeling av tilskudd, og vurderingen skal framgå av vedtaket, jmfør naturmangfoldloven § 7.

7.3 Forslag til forvaltningsmodell

Anbefalingene etatsgruppen gir om forvaltning av ordningen, gis med den forutsetning at skogsgjødsling som klimatiltak skal økes sammenlignet med dagens omfang, og at tiltaket skal vare over tid. Den eksisterende forvaltningsmodellen innenfor skogkulturaktiviteter har eksistert i mange år og er godt innarbeidet i forvaltningen. I eksisterende lov- og regelverk involveres både fylkesmannen, kommunene og næringsorganisasjonene, og tilskuddssøknadene må komme fra skogeierne.

Den samme forvaltningsmodellen vil kunne tilpasses og benyttes for å stimulere til økt skogsgjødsling som klimatiltak. Formidling av informasjon til aktuelle skogeiere, forvaltningen og allmennheten er viktig for å stimulere til kunnskapsbasert og bærekraftig satsing på økt skogsgjødsling i klimasammenheng.

Dersom skogsgjødsling som klimatiltak ønskes gjennomført, bør prosessen med å identifisere og prioritere aktuelle arealer systematiseres. Fylkesmennene bør få ansvaret med å iverksette ordningen ute i kommunene. Iverksettingen vil være basert på eventuelle overordnede føringer for tilskuddet der de anbefalte miljøkriteriene er beskrevet i denne rapporten. Aktuelle arealer som oppfyller miljøkriteriene i kapittel 8 må identifiseres lokalt. Det vil være naturlig at kommunene får en viktig oppgave med å finne fram til egnede arealer basert på

avveininger mellom skogbruksmessig nytte, mulighetene for å binde CO₂ og bevaring av naturmangfold, vannmiljø og andre miljøverdier, i henhold til de kriterier som er beskrevet i kapittel 8.

I kommuner med stort potensial for gjødsling av skog som klimatiltak bør kommunen være behjelpelig med å utarbeide en oversikt over skogeiere som har aktuelle arealer. Dette bør gjøres for å effektivisere informasjons- og identifiseringsarbeidet. Fylkesmannens landbruks- og miljøvern avdelinger bør delta i dette arbeidet, tilrettelegge informasjonsmaterieell og være en faglig ressurs for kommunene. Skogeierandelslag, NORSKOG og andre tjenestetilbydere innen skogbruket vil her være aktuelle å samarbeide med og gis tilgang til skogeieroversiktene. Et godt kartmateriale med opplysninger om markas skogproduserende evne, adkomst til aktuelle områder og tydelige beskrivelser av miljøverdiene vil effektivisere arbeidet. Det kan være aktuelt med tilleggsregistreringer av skog- og miljøverdier i aktuelle områder der datagrunnlaget ikke er godt nok fra før. Skogeieroversiktene vil være grunnlag for tjenestetilbydernes henvendelse til skogeier med tilbud om gjødsling. Tjenestetilbyderne vil samordne, organisere og gjennomføre gjødslingsoppdragene i samsvar med skogeiers ønske og de anbefalinger som gis. Etter at skoggjødsling er utført, søker skogeier kommunen om tilskudd og utbetaling av avsatte skogfondsmidler. Sammen med søknaden må det følge dokumentasjon av at tiltaket er gjennomført i henhold til eksisterende lov- og regelverk, samt miljøkriteriene i kapittel 8 og eventuelle føringer for tilskuddet.

Nedenfor følger etatsgruppens forslag til saksgang, som baseres på eksisterende rutiner i skogbruket.

Retningslinjer: Med bakgrunn i nasjonale retningslinjer basert på eksisterende lov- og regelverk, miljøkriterier og eventuelle føringer til tilskuddet utarbeider fylkesmannen i samarbeid med kommunen og skogeierne/grunneierne organisasjoner, regionale og lokale tilpasninger for hvilke areal som kan være aktuelle for tiltaket.

Skogeieroversikter: Det bør utarbeides en kommunevis oversikt over skogeiere med aktuelle arealer. I denne prosessen gjøres en avveining mellom klima, miljøverdier og næring. Dette vil bidra til større engasjement og eierskap for tiltaket i kommunen.

Informasjon og rådgivning: Skoggjødsling som klimatiltak krever mye spesialkompetanse og kunnskap, og det vil være mange forskjellige aktører involvert. Det vil være stort behov for informasjon både innen forvaltningen, mot næringen og til allmennheten. Informasjon om tiltaket bør koordineres av fylkesmannen for å sikre at budskapet blir enhetlig formidlet.

Det er skogeierne som skal fatte beslutningen om å gjødsle skog som klimatiltak. For å oppnå dette må man bruke ressurser for å nå ut til skogeierne med informasjon om tilskuddsordningen.

Gjennomføring: Med grunnlag i de kommunevise skogeieroversiktene for gjødsling kan fylkesmannen sammen med kommunene identifisere og prioritere aktuelle arealer. Dette vil danne grunnlag for tildeling av midler til kommunene. Informasjonen om aktuelle skogeiere kan formidles til skogeierorganisasjonene og andre tjenestetilbydere i skogbruket. Denne informasjonen vil være til hjelp når aktørene skal kontakte skogeierne og avklare hvem som ønsker å gjødsle det enkelte år.

Skogeierorganisasjonene og andre tjenestetilbydere organiserer gjennomføringen av skoggjødslingen, engasjerer aktuelle entreprenører til å utføre oppdragene og fakturere kostnadene til den enkelte skogeier. Tjenestetilbyder må sørge for at skogeier får dokumentasjon på hvor og hvordan skoggjødslingen er gjennomført. Dokumentasjonen danner grunnlag for utbetaling av tilskudd og skogfond samt gjennomføring av kontroll.

Tilskudd: Etter at skoggjødslingen er gjennomført sender skogeier søknad om tilskudd og utbetaling av skogfond til kommunen. Søknaden må inneholde nødvendig dokumentasjon på at tiltaket er utført etter gjeldende lover, regler og miljøkriterier.

Kommunen vurderer om gjødslingen er gjennomført i henhold til lovverket, retningslinjene og miljøkriteriene for ordningen. Kommunen fatter vedtak om utbetaling av tilskudd og sender en anmodning til Fylkesmannen om utbetaling. Med en slik ordning, der kommunen anbefaler tilskudd og Fylkesmannen utbetaler tilskuddet, blir det god kontroll med at det ikke gis tilskudd til gjødsling som er i strid med lovverket eller miljøkriterier.

Hele saksgangen mellom kommunene og Fylkesmannen foregår gjennom Økonomisystemet i skogbruket (ØKS), som SLF er ansvarlig for. Det er også i ØKS skogfondssystemet administreres. I ØKS er det til en hver tid oversikt over alle skogbrukstiltak og tilskuddssøknader for alle skogeierne i landet. ØKS gir en effektiv saksbehandling og kommunikasjon mellom alle forvaltningsnivåene i skogbruket.

Tilskuddet tildeles i en linje som går fra departementene til direktoratene og videre til fylkene. Kommunene behandler og anbefaler tilskuddssøknadene fra skogeierne, og fylkesmannen utbetaler tilskudd. Både fra departementene og direktoratene kan det gis føringer for bevilgningene. Fordelingene av tilskuddene til fylkene baseres på fylkenes årlige rapporteringer om forbruk av tilskuddsmidler og forventet tilskuddsbehov.

7.4 Eksempel på kostnader ved gjennomføring av tiltaket

Kostnader til tiltaket avhenger av tiltakets omfang. Kostnaden per dekar er, som i Klimakur 2020, satt til 300 kroner. Dette samsvarer godt med kostnadstall presentert i kapittel 7.1. Erfaringer i forvaltningen tilsier at tilskuddet bør være på 30 prosent for å kunne stimulere til økt skoggjødsling som klimatiltak, altså om lag 100 kroner per dekar.

Det er de private aktørene som vil administrere og planlegge selve gjødslingen ute i felt. Dette inngår i de kostnadene som belastes skogeieren. Jobben som blir pålagt forvaltningen ute i fylkene og kommunene vil gjennomføres innenfor de eksisterende budsjettpostene og bevilgningene i den offentlige forvaltningen.

I tillegg vil det være behov for god informasjon rundt tilskuddsordningen. Mye av dette vil gjennomføres innenfor eksisterende informasjonskanaler i den offentlige forvaltningen og ute hos de private aktørene. Men det vil også normalt kunne bevilges penger til slik informasjonsvirksomhet gjennom andre eksisterende fond og budsjettposter. Hvor mye dette vil kunne utgjøre er vanskelig å tallfeste, og vil ikke være en del av den øremerkede bevilgningen til gjødslingen som klimatiltak. I starten av ordningen vil det være behov for mer støtte fra disse finansieringskildene enn det vil være når ordningen er godt etablert.

I Klimakur 2020 er meropptaket av CO₂ ved gjødsling av 126 000 dekar hvert år beregnet til 0,45 millioner tonn per år etter 10 år. Kostnaden per tonn CO₂ ble beregnet til å være rundt 80 kroner, uten at merinntekter fra tømmeret ble inkludert. I Klimakur 2020 ble gjødsling av skog som klimatiltak vurdert som et rimelig tiltak sammenlignet med andre tiltak.

7.5 Oppsummering

Kapittel 4 viser at vi har betydelig større areal som ut fra næringshensyn er egnet for skoggjødsling enn det som gjødsles i dag. Dersom gjødsling av skog som klimatiltak skal økes

mener vi det bør gis tilskudd til tiltaket. Skogfond alene ser ikke ut for å være tilstrekkelig for å øke gjødselaktiviteten. Erfaringsmessig har et offentlig tilskudd stor effekt på aktiviteten. Tilskudd kan derfor være et effektivt virkemiddel for å øke skoggjødsling i klimasammenheng. Tilskuddet bør kombineres med informasjon om tiltaket ut til aktuelle skogeiere, forvaltningen og allmennheten. Spesielt viktig er informasjon om bakgrunnen for tiltaket, organisering av tiltaket hvilke virkemidler som kan benyttes og hvilke miljøkriterier som gjelder.

Erfaringer i forvaltningen og næringen tilsier at tilskuddssatser lavere enn 30 prosent har liten innvirkning på skogeierens aktivitet. I områder der skogeier har lite eller ikke noe skogfond bør tilskuddssatsen være høyere. Den andelen av kostnadene som ikke dekkes av tilskudd kan dekkes med skogeiendommens skogfond.

Vi vurderer det som mest hensiktsmessig at skoggjødsling som klimatiltak i stor grad iverksettes innenfor rammen av eksisterende forvaltningsmodell, med fylkesmann og kommunen som viktige aktører.

8 Egnede arealer og miljøkriterier – samlet vurdering

Meld. St. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* varslet en aktiv skogpolitikk med mål om å øke skogens karbonlager. Forslaget er også forankret i klimaforliket vedtatt av Stortinget i 2012. Ett av tiltakene som er foreslått for å nå dette målet er å øke karbonlageret på eksisterende skogarealer gjennom målrettet gjødsling. I etterkant av klimameldingen har Landbruks- og matdepartementet og Klima- og Miljødepartementet i fellesskap gitt etatene som står bak denne rapporten i oppdrag å utrede potensialet for målrettet gjødsling av skog som klimatiltak. I Klimakur 2020 og Meld. St. nr. 21 (2011-2012) vises tiltakets klimaeffekt, vi har derfor ikke gjort nye beregninger på dette i denne rapporten. Vårt mandat har vært å rangere arealene i forhold til hverandre når det gjelder hensynet til klima, naturmangfold og andre miljøverdier og næring, samt å utvikle miljøkriterier for slik gjødsling. Rapporten vil være et underlag for departementenes videre arbeid med gjødsling av skog som klimatiltak, i prosessen mot en politisk beslutning om tiltaket skal gjennomføres og i hvilket omfang.

Prioritering av arealer og utvikling av miljøkriteriene må gjøres med grunnlag i de rammene som er satt i eksisterende lover og regelverk. I hovedsak styres vurderingene av hvilke arealer som bør prioriteres for tiltaket av tre ulike hensyn:

- Hvor og hvordan gjødsling kan gjennomføres for å gi best klimaeffekt,
- Akseptable virkninger på naturmangfold og andre miljøverdier,
- Grunnlag for framtidig næringsutøvelse.

I dette kapittelet vil etatsgruppen søke å sammenfatte hvilke arealer som er best egnet til målrettet gjødsling av skog ut fra en avveining mellom hensynene til klimaeffekt, naturmangfold og næring. Arealer hvor gjødsling er positivt eller akseptabelt ut fra alle interesser bør prioriteres, men i noen tilfeller vil det være målkonflikter.

8.1 Egnede arealer

I rapporten har vi fokusert på effekter ved å gjødsle produksjonsskog av gran eller furu med 15 kg nitrogen per dekar (150 kg per hektar) om lag 10 år før hogst. På gjødslede arealer vil tilveksten øke i en periode på 6-10 år etter gjødsling. Dette er den måten det som regel gjødsles på i dag, fordi det gir best økonomisk utbytte av gjødslinga for skogeier. Bestand som er godt egnet for skoggjødsling, vil få et høyt nitrogenopptak, og gjødsling av slike bestander antas å gi små effekter på terrestrisk miljø sammenlignet med effekter av tidligere skjøtsel og forestående avvirkning og foryngelsestiltak. Vi har tatt som utgangspunkt at videreføring av dagens praksis er mest sannsynlig. Vi har også lagt til grunn at det gjødsles med kalkholdig gjødsel, i tråd med dagens praksis. Dette vil motvirke ytterligere forsuring som følge av gjødslingen.

Også andre gjødslingsregimer kan være mulig for å øke tilvekst og karbonbinding, for eksempel gjødsling i yngre bestand eller flere ganger i løpet av et omløp. Vi har bare i liten grad gått inn på vurderinger av virkninger av alternative gjødslingsregimer.

Næringseffekter

Treslag, tetthet og år til avvirkning er viktige faktorer for skogbruksmessig nytte ved gjødsling. I tillegg vil muligheten for kvalitetsutvikling i bestanden bety mye for økonomien i tiltaket. I dag er det gjødsling av furu som dominerer, siden det vanligvis gir høyere

inntektsøkning ved hogst sammenlignet med gran. Lauvtrær viser en kortvarig og beskjeden respons på gjødsling, derfor bør bestand som gjødsles være dominert av bartrær. Bestand som nærmer seg hogstmodenhet er mest lønnsom for skogeier å gjødsle, fordi det da er kort tid fra investeringen gjøres til gevinsten kan tas ut. Skogeiers beslutning om å gjødsle vil også avhenge av forventet tømmerprisutvikling, offentlige økonomiske virkemidler og prioritering av andre skogkulturtiltak. Eksempelvis vil lønnsomheten av gjødsling for skogeier variere med skatte- og tilskuddssatser, jamfør kapittel 4.2.1. For øvrig er det viktig å merke seg at lønnsomheten for skogeier ikke nødvendigvis vil reflektere den samfunnsøkonomiske nytten av økt optak av CO₂.

Gjødslingseffekten er best på midlere barskogsboniteter der en vanligvis har middels rike vegetasjonstyper med podsolprofil. Bestandene som velges bør ha full tetthet, og med trær som er friske og veksterlige som kan gi virke av god kvalitet. Dersom utgangssituasjonen er et skogbestand med svært høy tetthet, bør tynning være gjennomført noen år før gjødsling slik at de gjenstående trærne får bygget ut krona og stabilisert seg innen gjødsla tilføres. Furu vil kunne nå bedre betalte sortimenter etter gjødsling, og det kan derfor lønne seg å prioritere bestand med furuskog. Arealer med gode driftsforhold bør prioriteres foran bestand med dårligere driftsforhold.

Høyest opp på en prioriteringsliste hva gjelder skogbruksmessig nytte kommer derfor bestand på middels bonitet med grunnlag for god løpende tilvekst og god verditilvekst (fortrinnsvis furu, men også gran av god kvalitet), tilfredsstillende tetthet og med gode driftsforhold. Lenger ned på lista kommer bestand med mindre mulighet for verditilvekst, uttynne bestand og arealer med vanskelige driftsforhold. Bestand uten mulighet til verditilvekst bør ikke prioriteres for gjødsling.

I bruttolista i kapittel 3 ligger det i utgangspunktet en forhåndsvurdering av arealene, slik at bare vegetasjonstyper der en kan forvente tilfredsstillende produksjonsøkning ved gjennomføring av tiltaket er inkludert. Men bruttolista vil også favne arealer hvor det per i dag vil være av liten interesse for grunneier å gjennomføre tiltaket. Et eksempel på dette er områder med dårlig tilgjengelighet, eller bestand med dårlig kvalitet. I kapittel 4 gir vi noen størrelsesanslag på arealer som det kan være aktuelt å gjødsle de nærmeste årene, der vi også trekker inn vurderinger (begrensninger) knyttet til disse forholdene.

Klimaeffekter

Der hvor mangel på nitrogen begrenser skogens vekst vil gjødsling gi økt diameter- og høydevekst og vil derfor øke det årlige CO₂-opptaket i levende biomasse. Faktorer som karbondynamikken i jord, risiko for lystgassutslipp og utslipp fra maskiner som brukes i skogbruket og fra produksjon av gjødsel vil også påvirke den totale klimagasseffekten. Klimakur 2020 beregnet at gjødsling 10 år før hogst på arealer med lav risiko for lystgassutslipp (126 000 dekar årlig), vil gi et årlig meropptak på 0,45 millioner tonn CO₂ i levende biomasse etter 10 år²¹. Denne effekten overstiger klart CO₂-utslippene ved produksjon, transport og spredning av gjødselen. Endringer i karbonlager i skogsjord ble ikke inkludert i beregningen fordi virkningen av gjødsling er usikker. Dette er et område det bør forskes mer på. Med dagens kunnskap vurderer vi imidlertid at nettoeffekten av tiltaket er positiv. For detaljer om tiltakets nettoeffekt, se kapittel 5. Årlig meropptak vil avhenge av aktuelt gjødslingsareal, jamfør kapittel 8.3.

Det er lagt til grunn at skogen som gjødsles avvirkes etter om lag 10 år, og at det er et konstant årlig gjødslingsareal. Dette betyr at årlig karbonopptak og karbonlager i skogen øker

²¹ Klimakur 2020 anslår tilveksten til 0,2 kubikkmeter per dekar per år med en gjødseldose på 17,5 kg nitrogen per dekar. I denne rapporten har vi med basis i aktuell gjødslingslitteratur tatt utgangspunkt i at tilveksten øker med 0,15 kubikkmeter per dekar per år med en gjødseldose på 15 kg nitrogen per dekar.

over en tiårsperiode. Etter de ti første årene begynner man å hogge de første gjødslingsbestandene, slik at økt tilvekst tas ut i form av avvirkning. Fra det tiende året og fremover vil karbonlageret holde seg på et stabilt høyere nivå enn om det ikke ble gjødslet.

I bruttolista (se kapittel 3) er det tatt utgangspunkt i arealer der gjødsling vil gi et meropptak av CO₂ med lav risiko for lystgassutslipp. Forskningsresultater viser at mertilveksten kan variere fra 0,05 til opp mot 0,3 kubikkmeter per dekar med en dose på 15 kg nitrogen. Vi har imidlertid ikke nok kunnskap til å rangere arealene (vegetasjonstypene) i bruttolista i forhold til hverandre når det gjelder potensial for mertilvekst og dermed økt CO₂-opptak.

Miljøeffekter

Generelt vil miljøeffektene av nitrogengjødsling avhenge av hvor og hvordan tiltaket gjennomføres, for eksempel hvilken type skog som gjødsles, tidspunkt, buffersone og dosering. Det kan være snakk om effekter på arealene som gjødsles og naturmangfold og kulturverdier knyttet til disse (terrestriske miljøverdier). Gjødsling kan også ha effekter på tilgrensende areal og nedstrøms i vann og vassdrag.

Siden arealene som vurderes som mest aktuelle for gjødsling vil avvirket etter om lag 10 år, vurderes merbelastningen av gjødsling på terrestrisk miljø for hvert enkelt bestand å være relativt små, sammenlignet med den påvirkning skogøkosystemet vil få som følge av hogst og påfølgende foryngelsestiltak. Dette forutsetter at man unngår negativ påvirkning av verdifulle miljøverdier som eventuelt finnes innenfor arealene eller i tilstøtende arealer. Selv om virkningene i hvert av de gjødslede områdene ikke trenger å bli store, er det likevel grunn til å være oppmerksom på den samlede belastningen på de aktuelle vegetasjonstypene når nye areal gjødsles hvert år (jamfør naturmangfoldloven § 10).

Når det gjelder vannmiljø er bildet mer komplekst. Skoggjødsling på dagens nivå har sannsynligvis liten effekt på vannmiljøet. På nasjonalt nivå er det heller ikke sannsynlig at skoggjødsling i det omfanget som skisseres i rapporten vil bli en stor kilde til nitrogenforurensning sammenlignet med andre kilder. Noen områder vil imidlertid være særskilt sårbare for en ekstra tilførsel av nitrogen, fordi vannmiljøet i områdene allerede har en eller flere utfordringer knyttet til nitrogen. Dette kan for eksempel være områder som får stor nitrogenavsetning fra lufta, har en samlet avrenning av nitrogen til vassdrag og marine områder som er for høy og overskrider miljøkvalitetsnormer eller har utfordringer knyttet til problemarter som krypsiv. (se kapittel 6 for detaljer). Dette gjelder Rogaland sør for Boknafjorden, Agderfylkene, Vestfold, nederste delen av Telemark og Buskerud, Østfold samt Oslo og Akershus, som inkluderer deler av Glomma og Haldenvassdraget. Dette er områder hvor Norge har utfordringer knyttet til å oppfylle nasjonale og internasjonale miljømål relatert til nitrogen.

I områdene som er sårbare for ekstra tilførsler av nitrogen, bør det tas ekstra hensyn ved skoggjødsling, som beskrevet i kapittel 8.2.3. I de øvrige områdene antas det at økt skoggjødsling vil gi akseptable effekter også for vannmiljø, dersom de generelle miljøkriteriene i kapittel 8.2.2 følges.

Samlet vurdering

Bestandene som prioriteres for gjødsling ut fra næringshensyn, gir god effekt ut fra ønske om økt opptak av CO₂. Bestandene bør ha full tetthet slik at de utnytter den tilførte næringen best mulig, og de bør være veksterlige og friske med trær som kan gi virke av god kvalitet. Ut fra næringshensyn bør man i tillegg prioritere bestand som har gode driftsforhold foran bestand med dårligere driftsforhold. Dimensjonsøkningen som følge av gjødsling gir ofte større prisøkning på virke av furu enn av gran.

Gitt forutsetningene som er lagt til grunn i denne rapporten og at miljøkriteriene i kapittel 8.2 følges, antar vi at gjødsling vil gi akseptable effekter for terrestrisk miljø. Når det gjelder

vannmiljø bør man prioritere å gjødsle områder som ikke allerede er særskilt sårbare for en ekstra tilførsel av nitrogen, ved å sette et øvre tak på gjødslet areal i den sårbare sonen.

8.2 Anbefalte miljøkriterier

Meld. St. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk* sier at regjeringen vil bidra til økt karbonopptak gjennom målrettet gjødsling av skog. Samtidig må det utvikles miljøkriterier for dette. Tiltaket må gjennomføres på en måte som tar hensyn til økosystemet og landskapsbildet, natur- og kulturverdiene i området og muligheten for å utøve friluftsliv.

I det følgende gir etatene sin anbefaling om hvilke miljøkriterier som bør legges til grunn for en eventuell tilskuddsordning til gjødsling av skog som klimatiltak. Arealene som er aktuelle for gjødsling bør vurderes etter begrensninger og føringer i henhold til eksisterende lov- og regelverk (kapittel 8.2.1) og generelle miljøkriterier (kapittel 8.2.2). I noen områder er vannforekomstene sårbare for økte tilførsler av nitrogen. Dette er områder som i dag har store N-avsetninger fra atmosfæren og dokumenterte utfordringer knyttet til N-belastning i ferskvann eller kystområdene, utfordringer knyttet til krypsiv eller som drenerer til sårbare kystvomer. Skoggjødsling i det omfang vi drøfter i rapporten gir liten N-avrenning sammenlignet med andre kilder. Ut fra samlet belastning og et føre-var-prinsipp har vi likevel valgt å anbefale at dette området bør vurderes etter spesielle miljøhensyn som er beskrevet i kapittel 8.2.3.

For arealer der det søkes om tilskudd til gjødsling bør det foreligge informasjon om kvalitet og tilstand på det aktuelle bestandet eller området, og om hvilke miljøverdier som finnes i, og i nærheten av, det aktuelle området. Det er fortsatt manglende kartlegging av miljøverdier. Myndigheten som skal vurdere om støtte til gjødsling bør gis, må vurdere om kunnskapsgrunnlaget om naturmangfold og vannmiljø i området er tilstrekkelig, jmfør naturmangfoldloven § 8. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfold. Dersom kunnskapsgrunnlaget er mangelfullt må skade for naturmangfold vurderes. Dersom det er høy sannsynlighet for at området kan ha viktige miljøverdier som vil påvirkes av gjødsling, bør det vurderes om nye vurderinger er nødvendig. Når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig skade på naturmangfoldet, jmfør føre-var-prinsippet i naturmangfoldloven § 9.

Prinsippene i naturmangfoldloven §§ 8 til 12 skal legges til grunn som retningslinjer ved utøving av offentlig myndighet, herunder når et forvaltningsorgan tildeler tilskudd, og ved forvaltning av fast eiendom. Forvaltningsmålene for økosystemer, naturtyper og arter (§§ 4 og 5) skal også ivaretas.

Etatsgruppen har gjennom sitt arbeid med rapporten sett at det kan være behov for presiseringer i regelverket ved økt omfang av målrettet skoggjødsling som klimatiltak. Dette spesielt for å ta tilstrekkelig hensyn til vannmiljø. Etatsgruppen anbefaler at disse presiseringene blir implementert i forvaltningen som kriterier for tildeling av tilskudd til skoggjødsling.

8.2.1 Begrensninger på gjødsling i skog etter gjeldende lov- og regelverk

I henhold til eksisterende lov- og regelverk (jmfør kapittel 2) er det noen arealer hvor det normalt ikke er tillatt med tiltak som gjødsling av skog. Dette gjelder nasjonalparker og naturreservater som er vernet gjennom naturmangfoldloven, kulturmiljøer som er fredet gjennom kulturminneloven og områder som er satt av til naturvern etter plan- og bygningsloven. Unntaket er hvis skoggjødsling ikke er i konflikt med verneverdiene og -bestemmelsene. Restriksjoner gjelder også for utvalgte MiS-figurer etter forskrift om bærekraftig skogbruk.

Biotopvernområder, landskapsvernområder, verdensarvområder, statlig sikra friluftslivsområder, leveområder for prioriterte arter og fredede arter og utvalgte naturtyper er også særskilt sikret.

Miljøtilstanden til vannforekomster: Vannforskriften (som er Norges gjennomføring av EUs rammedirektiv for vann) definerer klare vannmiljømål. Gjennom dette legger den også føringer for tiltaket målrettet gjødsling av skog. Vannforskriften setter bindende mål og klare krav om forbedring av tilstanden i vannforekomster som ikke har god tilstand og at tilstanden ikke skal forringes. Vi bør derfor unngå å innrette tiltak slik at det kan forhindre at vi når dette miljømålet eller forringes tilstanden. Så lenge de anbefalte miljøkriteriene i kapittel 8.2.2 og 8.2.3 følges, antas vilkårene i vannforskriften å være oppfylt.

Norsk PEFC Skogstandard: For å øke virkesproduksjonen kan det gjødsles på egnede arealer i vegetasjonstypene blokkebærskog, bærlyngskog og blåbærskog. Torvmark med allerede etablert foryngelse kan gjødsles. Områder med spesielle miljøverdier skal ikke gjødsles eller påvirkes av gjødsling eller askespredning. Ved gjødsling og askespredning i skog skal det settes igjen ugjødslede soner mot vann og vassdrag for å unngå avrenning. Gjødsling skal ikke skje før snøsmeltingen er ferdig – for øvrig tilpasses gjødslingstidspunktet slik at risikoen for næringslekkasje blir minst mulig.

8.2.2 Anbefaling om generelle miljøkriterier

Bestandskarakteristikk: For å oppnå ønsket effekt ut fra hensyn til klima, miljø og næring, bør tilskudd til gjødsling prioriteres på arealer i:

- bonitetsklasser fra og med F8 eller G8 til og med F17 eller G20 (H40)
- bestand hvor lauvskog utgjør mindre enn 20 prosent av volumet
- bestand hvor forekomst av lavarter utgjør mindre enn 50 % av marksjiktet²²
- bestand med optimal tetthet, og som ikke er flersjiktet
- bestand med alder og sunnhetstilstand som tilsier god respons på gjødslingen

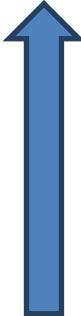
Utvalgte naturtyper: Dersom det foreslås gjødsling som klimatiltak i forekomst(er) av utvalgte naturtyper, skal, i henhold til naturmangfoldloven, konsekvensene for den utvalgte naturtypen vurderes før det treffes en beslutning om å gi tilskudd til gjødsling eller ikke på det aktuelle arealet/området. Det skal tas særskilt hensyn slik at forringelse av naturtypens utbredelse og forekomstenenes økologiske tilstand unngås, jmfør naturmangfoldloven § 53. En bør være oppmerksom på at enkelte utvalgte naturtyper kan bli påvirket selv om den ikke er innenfor selve arealet som gjødsles, for eksempel kalksjø. Skogbrukstiltak i utvalgte naturtyper skal meldes etter naturmangfoldloven § 54. Tilbakemelding fra kommunen skal foreligge før tiltaket utføres.

Forvaltningsmålene er at arter og naturtyper ivaretas etter naturmangfoldloven § 4 og 5, noe som blant annet innebærer at det er krav om å vurdere om tiltaket kan vanskeliggjøre oppnåelse av forvaltningsmålene. Dette er en aktuell problemstilling for arealer som inneholder for eksempel truede arter eller naturtyper. I områder med arter og naturtyper med særskilt høy verdi som kan påvirkes negativt av gjødsling, bør det ikke gis tilskudd til tiltaket.

Tabell 8.1 viser en rangering av arter og naturtyper etter grad av miljøverdi.

²² Bestand med lavdekning > 50 prosent, vil normalt samsvare med vegetasjonstypen lavskog som ikke skal gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard.

Tabell 8.1 Rangering av verdifulle arter og naturtyper. Ut fra naturmangfoldhensyn vil negative konsekvenser som følge av gjødsling måtte tillegges mer vekt ved økende verdi.

Verdi	Status for arter og naturtyper	Kilder
	Utvalgte naturtyper (UN), kritisk truede (CR) og sterkt truede (EN) naturtyper. Prioriterte arter (PA), kritisk truede arter (CR) og sterkt truede arter (EN)	Forskrift om utvalgte naturtyper, gjeldende Norsk rødliste for naturtyper, forskrifter om prioriterte arter, gjeldende Norsk rødliste for arter, Artskart
	Sårbare (VU) og nær truede (NT) naturtyper, utvalgt naturtype i prosess (tilråding sendt fra Miljødirektoratet til KLD). Sårbare (VU) og nær truede(NT) arter	Gjeldende Norsk rødliste for naturtyper, miljodir.no, gjeldende norsk rødliste for arter, Artskart
	Naturtyper etter DN Håndbok 13 A- og B-lokaliteter	DN Håndbok 13 og Naturbase
	Naturtyper etter DN Håndbok 13 C-lokaliteter	DN Håndbok 13 og Naturbase

Gjødslingspraksis: Etatsgruppen anbefaler at miljøkriteriene beskrevet under følges ved gjødsling av skog. Kriteriene vil i stor grad samsvare med dagens praksis. Etatsgruppen mener likevel det er hensiktsmessig å presisere kriteriene her. Føringerne vil også til en viss grad være reflektert i Norsk PEFC Skogstandard, dog er standarden på enkelte punkter mindre presis enn føringerne under. Etatsgruppen anbefaler at kriteriene under gjøres gjeldende ved tildeling av tilskudd.

- **Gjødseltype:** Det skal gjødsles med kalkholdig gjødsel.
- **Dose:** Det skal normalt gjødsles med inntil 15 kg N per dekar minst 10 år før hogst.
- **Gjødslingsfrie soner:**
 - Gjødslingen må utføres slik at den ikke påvirker verdifulle miljøforekomster (omtalt i kapittel 8.2.1 og 8.2.2) i nærheten av de gjødslede arealene. Gjødslingsfrie soner som er i samsvar med kravpunkt 12 i Norsk PEFC Skogstandard bør avsettes mot de verdifulle miljøforekomstene.
 - Det skal avsettes en gjødslingsfri sone på minst 25 m i nedstrøms retning mot innsjøer, elver og bekker med helårsvannføring. Bredden på sonen bør samtidig tilpasses faktorer som hydrologi²³ og topografi²⁴, selv om 25 meter trolig er tilstrekkelig i de fleste tilfeller. Den bør også tilpasses spredningsmetode og arealets konflikt med miljøverdier, slik at bredden på buffersonen øker med høy konflikt og med upresise spredningsmetoder²⁵.
- **Tidspunkt for gjødsling:** Gjødsling med nitrogen skal ikke skje før snøsmelting er ferdig. For øvrig bør gjødslingstidspunktet tilpasses slik at risikoen for næringslekkasje blir minst mulig.

²³ Å ta hensyn til hydrologi betyr blant annet at spredning ikke bør skje når vannhusholdningen i skogen tilsier at det er stor fare for utvasking (for eksempel når jorda er vannmettet).

²⁴ Å ta hensyn til topografi betyr at man bør øke den gjødslingsfrie sonen i bratt terreng mot vannforekomster.

²⁵ Med upresis spredningsmetode menes tilfeller der det for eksempel ikke brukes GPS ved helikopterspredning eller ved sterke vindforhold.

8.2.3 Anbefaling om spesielle miljøhensyn ved gjødsling i områder der vannforekomster er særskilt sårbare for økte tilførsler av nitrogen

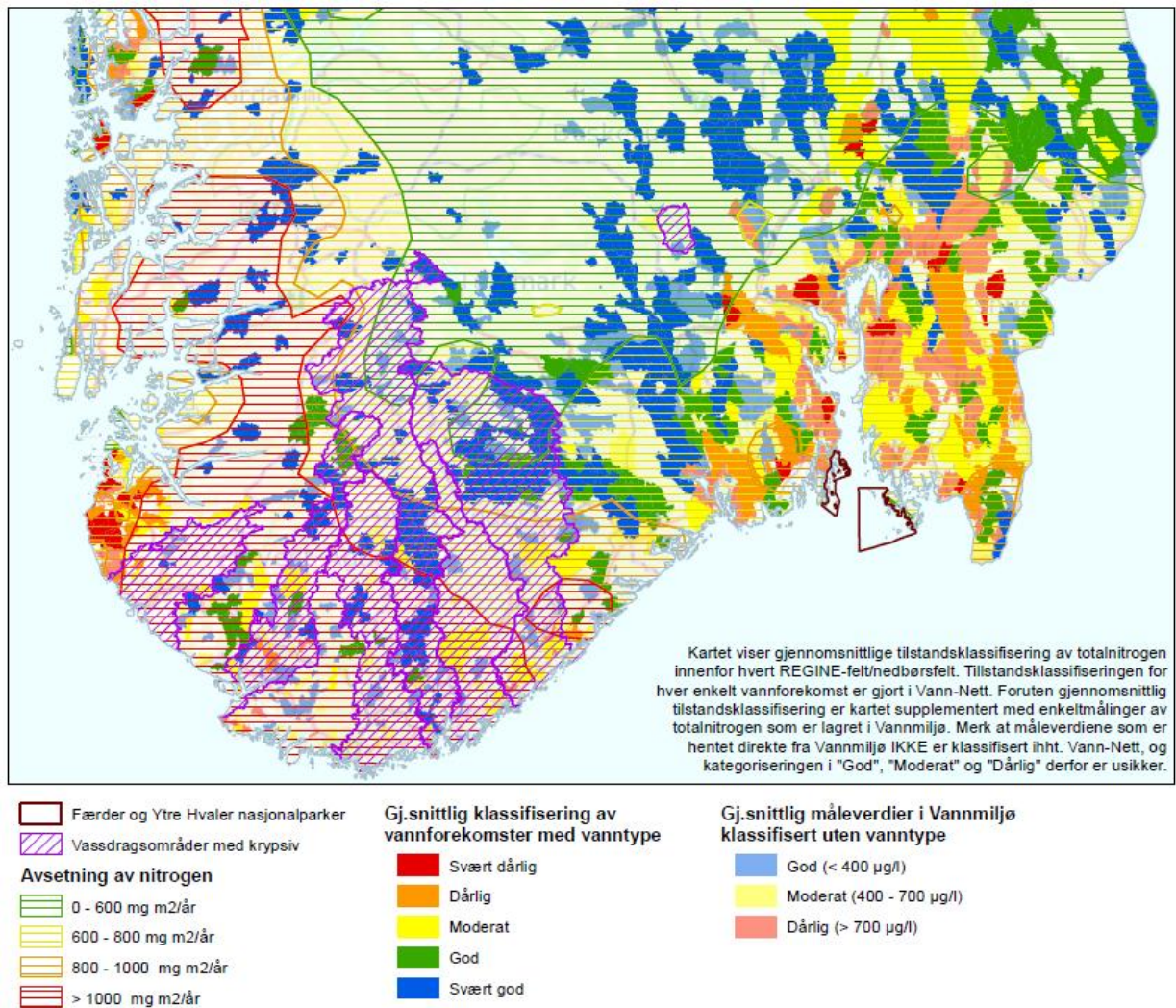
Tak på gjødslingsnivå: Deler av Sør-Norge har flere utfordringer knyttet til nitrogen når det gjelder vannmiljø. Det skyldes blant annet:

- høy samlet avrenning av nitrogen til vassdrag som overskrider miljøkvalitetsnormer,
- stor nitrogenavsetning fra lufta,
- forekomster av krypsiv,
- tilbakegang av forekomster av sukkertare, og
- marine områder som er særlig følsomme for økt nitrogentilførsel.

Rogaland sør for Boknafjorden, Agderfylkene, Vestfold, nedre del av Telemark og Buskerud, samt Østfold, Oslo og Akershus, som inkluderer deler av Glomma og Haldenvassdraget, har alle en eller flere av utfordringene listet over. Sør-Vestlandet får tilført mye nitrogen fra lufta, i noen områder mer enn 1 kg per dekar per år. Denne regionen er delvis overlappende med områdene med problemarten krypsiv. Noen av områdene har også moderat til høye nitrogennivåer i vassdragene. Områdene på Østlandet får også tilført relativt mye nitrogen fra luft, en stor del av arealene får tilført mer enn 0,6 kg per dekar per år. Dette er områder som i tillegg har utfordringer knyttet til avrenning fra blant annet jordbruk og avløp. En overvekt av vannforekomstene i dette området har moderat til svært dårlig tilstand for nitrogen.

I tillegg er kystområdene fra svenskegrensa til Lindesnes utpekt som særlig følsomme for økt nitrogentilførsel. Fra svenskegrensa til og med Stavanger er det moderat til dårlig tilstand for sukkertaren. I ytre Oslofjord er det også to marine nasjonalparker med utfordringer knyttet til avrenning av næringsalter.

Figur 8.1 gir en samlet oversikt over hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø.



Figur 8.1 Samlet oversikt over hvilke områder som allerede har en eller flere utfordringer når det gjelder ekstra tilførsler av nitrogen fra luft og til vannmiljø.

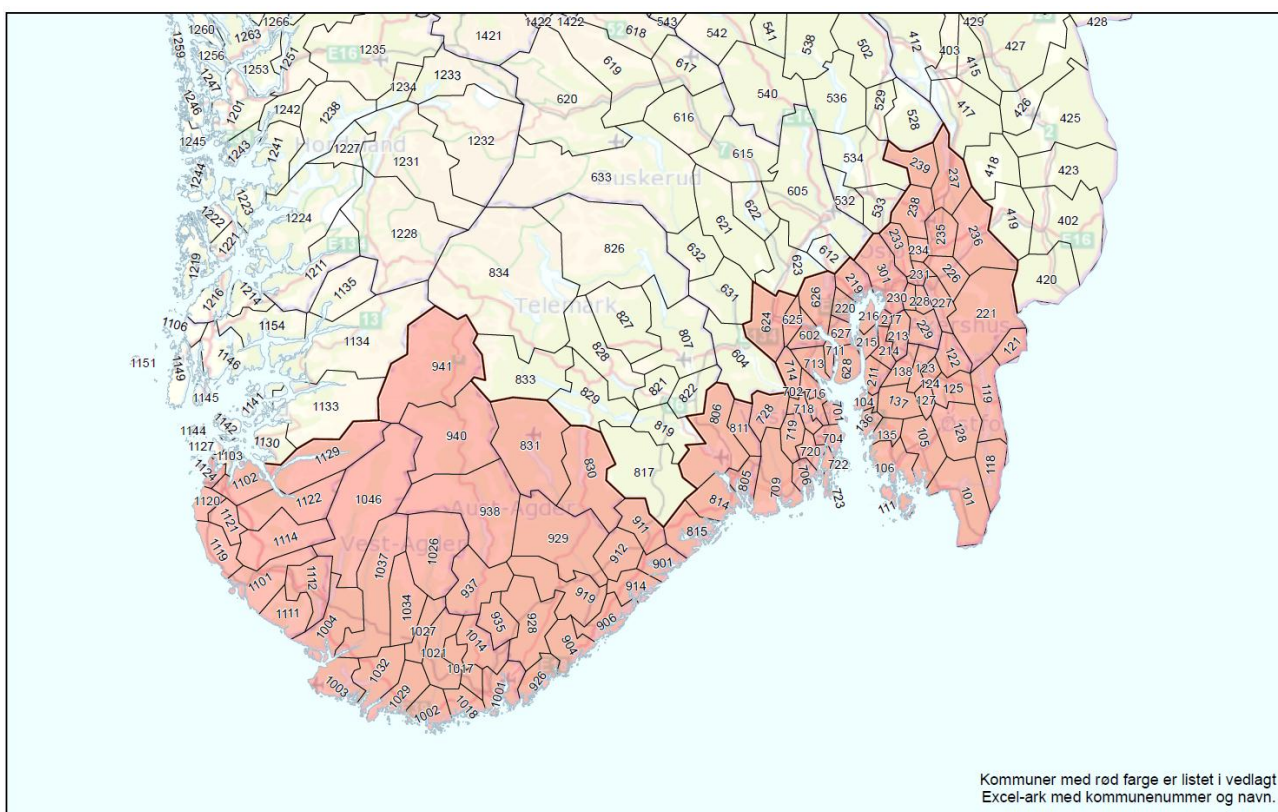
Basert på en vurdering av samlet belastning og føre-var-prinsippet, har etatsgruppen vurdert hvilke kommuner som er sårbare for ekstra tilførsel av nitrogen, og som bør inngå i en sone hvor det bør tas spesielle miljøsyn. Dette er kommuner som har høyt nitrogennedfall, klassifisert med moderat eller dårligere tilstand i vannforekomstene, forekomst av krypsiv og/eller som drenerer til følsomme marine områder. Sonen omfatter Rogaland sør for Boknafjorden, fylkene Vest-Agder, Aust-Agder, Vestfold, Østfold, Oslo og Akershus, samt deler av Telemark og Buskerud²⁶ (se figur 8.2 neste side).

Rogaland nord for Boknafjorden og Hordaland har også noen områder med høy avsetning av nitrogen fra luften (over 1 kg per dekar per år). Stort sett har disse områdene ikke andre problemer knyttet til nitrogen og vannmiljø. Etatsgruppen mener derfor at disse områdene ikke bør ligge i sonen med spesielle miljøsyn.

²⁶ I Telemark og Buskerud er følgende kommuner innenfor sonen: Bamble, Drammen, Fyresdal, Hurum, Kragerø, Lier, Nedre Eiker, Nissedal, Porsgrunn, Røyken, Siljan, Skien, Øvre Eiker.

Området rundt Mjøsa er i all hovedsak definert som sårbar i henhold til Nitratdirektivet. Flere av vannforekomstene her er klassifisert med moderat og i enkelte tilfeller dårlig tilstand og endel vannforekomster er klassifisert med god eller svært god tilstand. Området har lavt nedfall av nitrogen fra luft (0-0,6 kg per dekar per år). Etter en helhetsvurdering, hvor hensyn til klima, miljø og næring inngår, anbefaler etatsgruppen at området ikke inngår i sonen med spesielle miljøhensyn.

Figur 8.2 gir en oversikt over hvilke kommuner etatsgruppen anbefaler at bør inngå i sonen med spesielle miljøhensyn. Se vedlegg 5 for kommunenavn og kart som også inkluderer de ulike miljøutfordringene.



Figur 8.2 Oversikt over kommuner som er innenfor sonen.

Ekstisterende lov- og regelverk gir ikke anledning til å begrense hvor store areal som kan gjødsles ved bruk av skogfond. Etatsgruppen mener at det bør settes et tak på areal som kan gjødsles i sonen som er sårbar for ekstra tilførsel av nitrogen. Det betyr at man kan regulere tilskuddsmidlene på en slik måte at de ikke medvirker til at det samlede gjødslingsarealet (gjødsling med og uten tilskudd) går over taket.

For å fastlegge nivå på taket, det vil si hvor stort areal innenfor sonen som bør gjødsles, er det flere momenter som kan tillegges vekt. Etatsgruppen har sett på den historiske gjødslingsaktiviteten i området som helhet og i hver enkelt kommune over de siste 5, 10 og 15 år. Dette sier noe om hvor aktive skogeierne er når det gjelder gjødsling, og det sier noe om hvor mye nitrogen som er tilført økosystemene via skoggjødsling i denne perioden. Videre har etatsgruppen sett på hvor stort areal det kan være aktuelt å gjødsle innenfor sonen med spesielle miljøhensyn. Dette sier noe om potensialet for opptak av CO₂ og potensialet for å styrke næringen i området. Etatsgruppen har også sett på potensielt areal i sonen med spesielle miljøhensyn i forhold til potensielt areal for gjødsling i resten av Norge. I tillegg har

etatsgruppen lagt vekt på føre-var-prinsippet. Etter en totalvurdering av momentene over har etatsgruppen kommet frem til at taket på gjødslet areal i denne sonen maksimalt bør ligge på 25 000 dekar i den første femårs perioden, det vil si 5 000 dekar per år, regnet som snitt over fem år.

I fordelingen av tilskuddsmidler på nasjonalt nivå, bør det vurderes hvor stor andel av midlene som skal gå til sonen med spesielle miljøhensyn. Det bør tilstrebes å fordele gjødslingen ut over hele sonen, slik at ikke enkelte områder innenfor denne sonen får en uforholdsmessig stor andel av gjødslingsaktiviteten. I henhold til Skogbruksloven § 6 kan kommunen nekte skogeiere å gjødsle dersom det er nødvendig for å hindre store negative effekter på miljøverdiene, inkludert forurensning av viktige vannforekomster. Tilført nitrogen fra luft bør også vektlegges i vurderingen av hvordan tilskudd til gjødsling skal fordeles mellom områdene i sonen. En slik tilnærming vil ta hensyn til konkrete utfordringer og føre-var-prinsippet i forhold til den samlede belastningen knyttet til nitrogen i vann, samtidig som behovene til næringen og ønsket om økt binding av CO₂ i skogen imøteses.

Både sonen og taket bør vurderes etter fem år ut fra ervervet erfaring og kunnskap om hvilke effekter gjødsling har for miljø, klima og næring (jamfør kapittel 9 om mulig kontrollmekanisme).

8.2.4 Andre hensyn

Konsekvenser for kulturminner og betydningen for et aktivt friluftsliv bør vurderes for alle arealer.

Naturmangfoldlovens sektorovergrepene forvaltningsmål for arter og naturtyper, prinsipper og aktsomhetsplikt, legger føringer for beslutninger knyttet til bruk av gjødsel i alle områder, og har særlig betydning i områder som ikke er særskilt sikret etter naturmangfoldloven eller annet regelverk.

For drikkevannskilder og deres nedbørsfelt er det kommunen som er ansvarlig myndighet og som må gjøre de nødvendige vurderinger.

8.3 Omfang av aktuelle arealer og regionale vurderinger

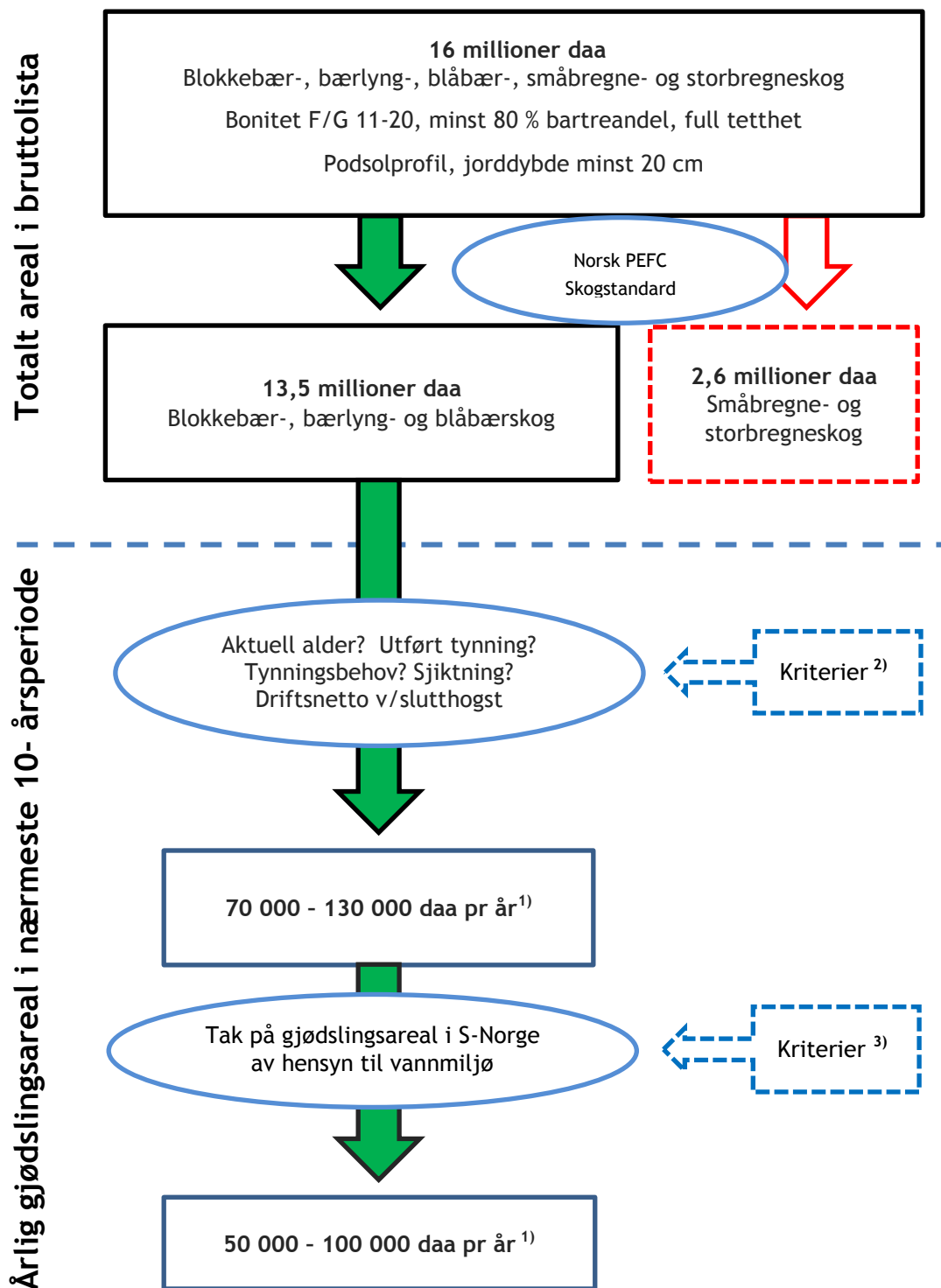
Det er mange faktorer som påvirker omfanget av arealer det er mest aktuelt å gjennomføre tiltaket på. Mange av disse faktorene må vurderes på lokalt nivå. Miljøkriteriene vil gjøre at deler av arealene ikke er tilrådelige å prioritere for tiltaket. Tilsvarende må det påregnes at en andel av arealene i bruttolista ikke er tilrådelige å prioritere for tiltaket ut fra klima- og næringshensyn, se kapittel 4. Det vil derfor ikke være mulig å konkludere med hva det faktiske arealomfanget vil være, men vi vil i dette kapitlet gi noen størrelsesanslag som kan gi en pekepinn på hvor store arealer som ut fra hensyn til klima, miljø og næring vil være positivt eller akseptabelt å gjødsle.

Bruttolista i kapittel 3 omfatter totalt 16 millioner dekar som ved gjødsling kan gi god produksjonsøkning. Av dette er 2,6 millioner dekar storbregne og småbregneskog, som ikke er aktuelle vegetasjonstyper for gjødsling i henhold til Norsk PEFC Skogstandard. Bruttoarealet omfatter også eldre skog og ungskog som først vil være i aktuell gjødslingsalder flere tiår fram i tid.

Med utgangspunkt i skog som vil være i aktuell alder for gjødsling de nærmeste tiårene innen de tre vegetasjonstypene som kan gjødsles i henhold til Norsk PEFC Skogstandard, anslår vi at et potensielt arealomfang ut fra nærings- og klimahensyn vil ligge i størrelsesorden 70 000 til 130 000 dekar per år de nærmeste 10 årene. Det er imidlertid vanskelig å si noe om virkeskvaliteten på disse arealene uten en lokal vurdering.

Sonen hvor det anbefales et tak på årlig gjødslingsnivå på inntil 5 000 dekar årlig, utgjør litt over en fjerdedel (27 prosent) av arealet som det er næringsmessig aktuelt å gjødsle, innenfor de tre vegetasjonstypene som kan gjødsles i henhold til Skogstandard. Når vi har tatt hensyn til det anbefalte taket, anslår vi at et potensielt arealomfang vil ligge i størrelsesorden 50 000 til 100 000 dekar per år de nærmeste 10 årene. De oppgitte øvre og nedre estimatene tar utgangspunkt i to ulike forutsetninger basert på tilgjengelig informasjon om skogtilstanden og utført skogbehandling på arealene, slik dette framgår av registreringene i Landsskogtakseringen (jamfør kapittel 4.2.3). I dette intervallet er det ikke tatt hensyn til at en må forvente en viss reduksjon av det tilgjengelige arealet grunnet avsetning av gjødslingsfrie soner mot verdifulle miljøelementer og mot innsjøer, elver og bekker med helårsvannføring (jamfør kapittel 8.2.2). I tillegg kan det være aktuelt gjødslingsareal på lavere boniteter (F/G 8), som vil trekke i motsatt retning. Vi har imidlertid valgt å ikke ta med bonitet F/G 8 i bruttolista og i estimatene ovenfor. Dette ut fra at trærnes vekst her kan begrenses av andre forhold enn underoptimal nitrogentilgang, som lav temperatur i vekstsesongen, manglende drenering eller dårlig vanntilgang.

Se figur 8.3 for en oversikt over hvilke arealer som er aktuelle for gjødsling.



1. Høyeste og laveste verdi angir et øvre og nedre estimat. I tillegg kommer eventuelt gjødslingsareal i egnede bestand på bonitet G/F 8, som ikke er inkludert i bruttoarealet. Til fratrekk kommer buffersoner mot vann, vassdrag og verdifulle miljøelementer.
2. For nærmere beskrivelse av forutsetningene vises til kapittel 4.2.3.
3. Hvilke fylker/kommuner som er inkludert i sonen hvor det anbefales tak på gjødslingsarealet framgår av kapittel 8.2.3.

Figur 8.3 Oversikt over hvilke arealer som vurderes som aktuelle for gjødsling.

Jo større areal en ønsker å gjødsle, jo større behov for avveining mellom de ulike hensynene må forventes. I de tilfeller der det er motsetning mellom ulike interesser, må man avveie hensynene mot hverandre og søke den løsningen som samlet sett gir det beste resultatet for samfunnet.

Et potensielt årlig gjødslingsareal på 50 000-100 000 dekar, er et mindre areal enn hva som lå til grunn for beregningene av mulig klimagasseffekt av tiltaket i Klimakur 2020, jamfør kapittel 5.2.2. Gitt omfanget av aktuelle arealer og forutsetningen om en tilvekstsøkning på 0,15 kubikkmeter per dekar, vil kontinuerlig gjødsling gi en forventet økning av karbonopptaket på 0,14-0,27 millioner tonn CO₂ i året etter 10 år.

8.4 Andre gjødslingsregimer

Fra et næringsperspektiv vil en engangs gjødsling omtrent 10 år før hogstmodenhetsalder gi best økonomisk utbytte. Dette er den vanligste gjødslingspraksisen vi har i dag, men det er mulig å se for seg andre gjødslingsregimer for å øke tilvekst og karbonbinding. Nedenfor beskrives tre slike alternativer.

Gjødsling tidligere i omløpet

Gjødslingseffekten i form av økt tilvekst, vil være i omtrent 10 år uansett på hvilket tidspunkt i omløpet det gjødsles. Dersom det gjødsles 20 år før hogst vil imidlertid karbonlageret på de gjødsle arealene være høyere i 20 år før økt tilvekst tas ut i form av avvirkning. Årlig opptak av CO₂ vil ha tilsvarende effekt som gjødsling 10 år før hogst. For skogeieren er gjødsling tidligere i omløpet sannsynligvis mindre interessant enn gjødsling 10 år før hogst, siden det tar lenger tid før de får realisert gevinsten i form av avvirkning og salg av tømmer. For vannmiljø antar vi at effektene vil være de samme om man gjødsler i yngre skog som når man gjødsler 10 år før hogst. Markvegetasjonen forventes å påvirkes sterkere ved gjødsling av ung skog, sammenlignet med gjødsling i eldre skog.

Gjødsling senere i omløpet

Gjødsling av skog som allerede er hogstmoden kan gi en tilsvarende økning av karbonopptaket som gjødsling 10 år før hogstmodenhet. Det vil være mest interessant for skogeier å gjødsle i furubestand av god kvalitet som kan få økt verditilvekst. For å få utnyttet hele gjødslingseffekten, bør det gå 10 år fra gjødslingstidspunktet til hogst.

Gjødsling flere ganger i løpet av et omløp

Ved gjødsling flere ganger i løpet av et omløp, kan hver enkelt gjødsling gi tilnærmet like god effekt på tilveksten og dermed karbonopptaket som første gangs gjødsling, så lenge man lar effekten ebbe ut før en ny gjødsling foretas. Ved gjentatt gjødsling vil tilført nitrogenmengde per arealenhet totalt være større. Dette betyr at en tilsvarende større mengde nitrogen kan tilføres vannforekomster nedstrøms det gjødslete arealet gjennom avrenning. Risikoen for forhøyete nitrogenverdier i vannforekomstene øker dermed. Gjødsling flere ganger per skogomløp forventes å gi sterkere effekter på vegetasjon sammenlignet med engangs gjødsling 10 år før hogst. I tillegg kan man forvente større barbiomasse og større kronedekning, noe som gir mindre lystilgang til bakkevegetasjonen og dermed endringer for markvegetasjon og epifyttiske arter. Avhengig av omfang på gjødslete arealer kan sterkere effekter på bestandsnivå gi potensielle for negative effekter på biologisk mangfold på landskapsnivå. Dersom mer intensiv gjødsling på visse arealer fører til at andre arealer ikke gjødsles, vil imidlertid det totale arealet som påvirkes være mindre.

8.5 Virkemidler

Gjødsling i skog kan gi potensielt god lønnsomhet for skogeier, men lønnsomheten er avhengig av mange variable som tidshorizonten fram til gevinsten ved gjødslingen kan realiseres, mulighetene for prisøkning ved større dimensjoner og muligheten til å benytte tilskudd og skogfondsmidler. I dag brukes det økonomiske virkemidler som skogfond og direkte tilskudd for å stimulere til gjødsling av skog. I tillegg har skogeierorganisasjonene en viktig rolle med informasjon og veiledning ut til medlemmene.

Dersom en ønsker å øke omfanget av gjødsling i skog i klimasammenheng, kan man bygge på eksisterende ordninger i skogbruket, men med en økning i de økonomiske rammene og øremerking av tilskudd til gjødsling som klimatiltak.

Med bakgrunn i nasjonale retningslinjer basert på eksisterende lov- og regelverk, miljøkriterier og eventuelle føringer til tilskuddet, utarbeides det først regionale retningslinjer for aktuelle gjødslingsarealer på fylkesnivå. Med grunnlag i disse retningslinjene bør det lages en oversikt over gjødslingsarealer i kommunen, og informasjon må ut til skogeierne som skal bestemme seg for om de vil gjødsle skogen. Når tiltaket er gjennomført søker skogeier om tilskudd og bruk av skogfond. Sammen med søknaden om utbetaling av skogfond eller tilskudd må det følge dokumentasjon av at tiltaket er gjennomført i henhold til eksisterende lov- og regelverk, samt miljøkriteriene i kapittel 8 og eventuelle føringer til bevilgningen. Kommunen kontrollerer at arbeidet er utført i samsvar med lov- og regelverk, og miljøkriterier i kapittel 8, og anbefaler utbetaling av tilskudd. Fylkesmannen utbetaler tilskuddet.

Kostnaden per dekar er, som i Klimakur 2020, satt til 300 kroner. Erfaringer i forvaltningen tilsier at tilskuddet bør være på 30 prosent av skogeiers kostnad for å gjennomføre tiltaket for å kunne stimulere til økt skoggjødsling som klimatiltak, altså om lag 100 kroner per dekar. For å utløse en vesentlig økning av gjødslingsaktiviteten legger etatsgruppen til grunn at det vil være behov for økt informasjon. Vi anslår at dette vil utløse kostnader i størrelsesorden 100 kroner per dekar. Kostnader knyttet til virkemiddelbruk ble ikke beskrevet i Klimakur 2020.

Ved et omfang på 75 000 dekar per år vil den årlige kostnaden for selve tiltaket være 22,5 millioner kroner. Av dette vil 7,5 millioner kroner (det vil si 30 prosent) dekkes av tilskudd. I tillegg vil det være behov for god informasjon rundt tilskuddsordningen. Mye av dette vil gjennomføres innenfor eksisterende informasjonskanaler i den offentlige forvaltningen og ute hos de private aktørene.

8.6 Usikkerheter og kunnskapshull

Anbefalingene i kapittelet over er generelle og basert på dagens kunnskap. Både klima, miljø og næring er dynamiske systemer som vil være beheftet med usikkerheter, spesielt med tanke på hvordan de framtidige forholdene vil være. I hvert tilfelle må en ta hensyn til lokale forhold, og en må vurdere det i lys av usikkerheter og kunnskapshull. Under nevner vi kort noen usikkerheter og kunnskapshull av betydning.

Klimaeffekter

Vi vet mye om tiltakets effekt på årlig opptak av CO₂ og endring i karbonlager i levende biomasse på generell basis. Vi har imidlertid ikke nok kunnskap når det gjelder effekter på ulike vegetasjonstyper. Beregningseksempelet vi viser til vil være beheftet med usikkerhet når det gjelder endring i karbonlageret i jord. Dersom man bevisst velger arealer med stort karboninnhold i humussjiktet forhold til nitrogen, vil risikoen for lystgassutslipp være lav. Dette gjelder de fleste arealene i bruttolista.

Det er behov for mer forskning når det gjelder effekter på karbon i jord ved gjødsling av skog.

Miljøeffekter

Vi har kunnskap om tilstand når det gjelder nitrogeninnhold i vassdrag samt forsuring. I tillegg vet vi at nitrogengjødsling kan føre til nitratlekkasje som kan forsterke disse effektene lokalt og temporært. Mange tidligere gjødslingsforsøk er utført uten buffersoner, med store doser og lite aktuelle gjødseltyper. Vi vet ikke nok om hvor stor mereeffekt en dose på 15 kg N per dekar på bestemte arealer vil kunne gi i vassdrag nedstrøms de gjødslede arealene. Det er også behov for kunnskap om regionale variasjoner i avrenning.

Effekter av nitrogentilførsel er økt biomasseproduksjon og endringer i konkurranseforhold mellom planter. For effekter av gjødsling på terrestrisk miljø har mye av forskningen tidligere fokusert på miljøpåvirkning ved bruk av doser som er mye større enn dagens praksis med 15 kg N per dekar. Framtidig forskning bør derfor fokusere på eventuelle langtidseffekter av en gangs gjødsling med 15 kg N per dekar, på biologisk mangfold, inkludert vegetasjon, mykorrhiza og dyr.

Næringseffekter

På det nåværende tidspunkt har vi ikke gjødslingsfunksjoner basert på norske forsøksdata. Vi mangler studier som gir sikker kunnskap om det er geografiske forskjeller i gjødslingseffekt på tilveksten i Norge, eller spesifikke forskjeller mellom de enkelte vegetasjonstypene, jordtypene, eller andre kjennetegn ved voksestedet, utover det utvalget som allerede er gjort i bruttolista.

Det er derfor behov for mer forskning for å kunne si noe mer spesifikt om variasjon i gjødslingseffekt på ulike arealtyper.

9 Mulige program – eller kontrollmekanismer for gjødslede områder

Som vi har sett i de foregående kapitlene, er det fortsatt manglende kunnskap om hvordan ulike skog- eller jordtyper reagerer på gjødsling, og eventuelle geografiske effekter. Vi har derfor ikke hatt grunnlag til å rangere detaljert mellom de ulike arealene. For å øke kunnskapen om målrettet gjødsling i ulike typer skog, og for å sikre at tiltaket ikke gir uheldige effekter for naturmangfold og andre miljøverdier, kan det derfor være hensiktsmessig å etablere en mekanisme eller et program for å kunne ha kontroll over områdene som gjødsles, både når det gjelder økt tilvekst og klimaeffekt og hvordan naturen for øvrig responderer på gjødslingen. Kontrollsystemet må ses i sammenheng med omfanget av tiltaket. Det vil være større behov for kontrollsystemer dersom ambisjonsnivået er stort.

Under nevner vi mulige program som vil gi ulik grad av kontroll.

9.1 Landsskogtakseringen

Landsskogtakseringen er en utvalgskartlegging som baserer seg på et permanent nettverk av prøveflater som takseres hvert 5. år (vedlegg 2). Hver prøveflate representerer en tilfeldig stikkprøve av det norske skogarealet, der hver enkelt flate under barskoggrensa representerer et areal på om lag 9 000 dekar. Nettverket omfatter totalt om lag 13 000 flater i skog.

Datagrunnlaget fra Landsskogtakseringen skal anvendes til å dokumentere blant annet (Granhus et al. 2012):

- Omfanget av skogressursene, for eksempel arealfordeling, tømmervolum og treslagsfordeling
- Hvordan ressursene endrer seg over tid, for eksempel endringer av arealtilstand, tilvekst og avgang av trevirke, og så videre
- Omfang og utvikling av viktige miljøelementer og livsmiljøer i skog
- Hvordan skogbruket påvirker skogens økosystem
- Langsiktige endringer som skyldes ytre påvirkning

For å dokumentere effekter av ulike påvirkningsfaktorer og de bakenforliggende årsaksforhold, som for eksempel hvordan et endret klima og langtransportert forurensning påvirker skogens vekst og dynamikk, er en avhengig av god informasjon om hvilke skogbrukstiltak som utføres på arealene. For å ta høyde for dette registrerer taksatorene hvilke inngrep som har blitt utført siden forrige gang prøveflata ble oppsøkt, for eksempel om det er gjennomført ungsogpleie, tynningshogst, sluttavvirkning, markberedning eller planting, eller fjerning av hogstavfall (GROT) etter hogst. Dermed kan en også ta høyde for effekten av slike tiltak i analyser av skogens vekst, struktur og utvikling for øvrig.

For skogbrukstiltakene nevnt ovenfor, står gjødsling i en særstilling. I de aller fleste tilfeller vil det være umulig å vurdere om arealet har blitt gjødslet siden forrige gang flata ble oppsøkt, basert på det som kan observeres i felt. Gjødsling vil representere en faktor av betydning for skogens vekst, men som det vil være umulig å ta høyde for i analysesammenheng. Med dagens beskjedne omfang av gjødsling, representerer mangel på slik informasjon et helt marginalt problem. Dersom tiltaket skulle få et langt større omfang enn i dag, vil det for de relevante vegetasjonstypene kunne bli en betydelig andel av arealene som vil bli gjødslet sett over et skogomløp. Det bør vurderes nærmere om en kartfesting av gjødslede arealer bør være et ledd i overvåkingen, slik at det vil være mulig å koble

Landsskogtakseringens flater til stedfestet informasjon om arealene som gjødsles. På lang sikt vil slik kartfesting kunne være nyttig for å dokumentere tiltakets effekt. Det vil imidlertid være vanskelig å si hva årsaken til arealets tilstand er, uten å kunne sammenligne med kontrollruter som ikke er gjødslet.

9.2 Forvaltnings- og resultatkontroll

Skogfondssystemet gir oversikt over gjødseltiltakene til hver enkelt skogeier. Skogfondssystemet skal sikre at skogeier har midler til å finansiere investeringer på sin egen skogeiendom gjennom at de ved tømmerhogst setter av en del av verdien på tømmeret på skogfond og driftes av kommunenes landbrukskontor og Statens landbruksforvaltning. Mer informasjon om skogfondssystemet er gitt i kapittel 2.3.1.

Landbruks- og matdepartementet (LMD) har fastsatt systemer for å kartlegge hvordan skogbruket følger opp skogloven. Statens landbruksforvaltning (SLF) har som rolle å iverksette og administrere de systemene som Landbruks- og matdepartementet (LMD) har fastsatt.

Når skogeier ber om utbetaling av skogfond og eventuelt søker om tilskudd har kommunen ansvaret for å kontrollere at de mottatte opplysningene viser at tiltaket er gjennomført etter gjeldende lov- og regelverk. 10 prosent av skogfondsutbetalingene og tilskuddssøknader skal også kontrolleres i felt.

Gjennom resultatkontroll for skogbruk og miljø, som kommunene gjennomfører årlig, er det lagt opp til å sjekke ut måloppnåelse i forhold til nasjonale resultatmål, og kontrollere effekten av de nasjonale virkemidlene.

En måte å kunne ha kontroll over effektene av skoggjødslingstiltaket er å utvide den årlige miljø- og resultatkontrollen i skogbruket ved å velge ut representative gjødslingsarealer fra skogfondsystemets database, som blir kontrollert året etter de er gjødslet. Det kan også være aktuelt med seinere kontroller av gjødslingsfelt, for eksempel 5 år og 10 år etter gjødsling. Det vil være naturlig at SLF står for administreringen av et slikt kontrollsystem og utarbeider et kontrollskjema. Selve kontrollen bør utføres på lokalt nivå, slik resultatkontrollen utføres i dag.

Den kontrollmekanismen som er blitt skissert her baserer seg på en "etterkontroll" av effekter av skoggjødsling på et areal 5 til 10 år etter at arealet er blitt gjødslet. Det er fordeler og svakheter ved å basere målingen av effekter på etterkontroll. En fordel er at man kan kontrollere om tiltaket er gjennomført i henhold til krav og regler, inkludert at tilstrekkelig miljøhensyn er fulgt for det aktuelle arealet. Ved slik kontroll bør skogeier kunne legge fram dokumentasjon på hvordan tiltaket er gjennomført, med for eksempel GPS-logg fra helikopter. Ulemper er at uten kontrollruter kan man ikke si noe om gjødslingens klimaeffekt og hvordan naturen for øvrig responderer på gjødslingen for de aktuelle arealene. Vi kan ikke si noe om hva som er årsaken til arealet tilstand.

9.3 Forskning

For å få en god oversikt over effekten av gjødsling og årsakssammenhengene på et areal, er det behov for mer langsiktige forskningsprosjekter. Mye av kunnskapen vi har om skoggjødsling i Norge er basert på forskning som ble utført på 60-tallet. Man hadde da lite bakgrunnskunnskap om gjødsling, og forutsetningene har vist seg ofte å være urealistiske når det gjelder dose, gjødseltyper og areal typer. I tillegg til norske, legges ofte svenske og finske forskningsresultater til grunn for skoggjødsling i Norge. Dette bidrar til usikkerhet i konklusjonene om effekter, siden det kan være store forskjeller i faktorer som innvirker på effektene av skoggjødsling i Norge sammenlignet med i Sverige og Finland, som for eksempel tilgangen på kalk, forholdet mellom nitrogen og karbon i humussjiktet i skogsjorden og klima-

og landskapsparametere som innvirker på nedbørmengde og avrenning. Forskningsresultater fra Sverige og Finland kan derfor ikke alltid brukes på norske forhold.

Ved å etablere et eller flere forskningsprosjekter, kan man øke kunnskapsnivået om skoggjødsling i Norge, noe som vil gi bedre og mer målrettet virkemiddelbruk. Vi har nå mer kunnskap og erfaring når det gjelder skoggjødsling i Norge enn vi hadde på 60-tallet. Dette gjør at vi kan rette forskningen inn på arealer som er mer egnet for gjødsling, med aktuelle gjødseltyper, realistiske doser og så videre. Slike forskningsprosjekter kan også være med på å styrke kompetansen nasjonalt for å tolke og bruke resultatene fra andre land.

Eventuelle forskningsprosjekter bør så langt det er mulig se på helheten, både tilveksteffekter og ulike miljøparametere som jord- og vannkvalitet og artssammensetning. Fordi etablering av feltforsøk er kostbart og fordi langtidseffekter er spesielt interessant, er det aktuelt å se på hvordan eksisterende gjødslingsforsøk og data fra disse kan utnyttes og analyseres på nye måter. I noen tilfeller vil det imidlertid være nødvendig å etablere nye gjødslingsforsøk for å få svar på aktuelle spørsmål. Vi anser at det er behov for mer kunnskap blant annet på følgende områder:

- Virkninger på tilvekst og karbonopptak ved gjødsling på ulike vegetasjons- og skogtyper og i ulike geografiske områder, inkludert endringer i karbonlager i jorda.
- Virkninger på avrenning og vannmiljø ved gjødsling med realistiske doser i forskjellige geografiske områder med ulike karakteristika.
- Virkninger av gjødsling på landskapsnivå.
- Effekt av kantsoner på avrenning.
- Virkninger på det terrestriske miljøet (vegetasjon, mikroorganismer, mykorrhiza, fauna), inkludert langsiktige effekter av engangsgjødsling.
- Effekter på skogproduksjon og miljø av askegjødsling på torvmark (se kapittel 10).

Fordelen med forskningsprosjekter sammenlignet med resultatkontrollen, er at man kan gå dypere inn i sammenhenger og analysere effekter sammenlignet med ugjødslete kontrollområder. Flere forskningsmiljøer bør samarbeide om prosjektet/prosjektene.

10 Gjødsling av torvmark med aske fra biobrenselanlegg

10.1 Generelt om gjødsling med aske

Eksisterende lovverk

Gjødsling med aske på torvmark er ikke tillatt i Norge i dag, fordi «Forskrift om gjødselvarer m.v. av organisk opphav» ikke definerer skog som et av arealene det kan spres aske på. Forskriften setter imidlertid grenser for tungmetallinnhold i aske som kan brukes som gjødsel eller jordforbedringsmiddel. Mattilsynet arbeider med ny versjon av forskriften, og det er ikke kjent om askegjødsling i skog vil inngå i her.

Norsk PEFC Skogstandard åpner imidlertid for askegjødsling. Den sier at «Askespredning i skog kan skje som tilbakeføring av næringsstoffer til egnet skogsareal. (...) Bare herdet og behandlet aske med godkjente verdier for tungmetaller kan tilbakeføres til skog». Det finnes enkelte eldre norske forsøksfelt med askegjødsling på torv (se for eksempel Thurmann-Moe 1956).

Gjødsling med aske er mer vanlig i noen av våre naboland, spesielt i Finland, men også i Sverige og noen av de baltiske landene. I følge Rec Ash (Emilsson 2006) spres det årlig om lag 27 000 tonn aske på skogsmark i Finland. Det meste av dette blir spredt på torvmark. I Sverige har tilbakeføring av aske til skog økt de siste årene, og i følge Skogsstyrelsen ble det spredt om lag 35 000 tonn i 2010. I Sverige er fokuset ikke spesielt rettet mot torvmark. Askegjødsling anbefales mer generelt som en motvekt mot forsuring og mot næringsubalanse i skog etter uttak av greiner og topper (GROT) til bioenergi.

I Danmark og Finland er det utarbeidet regelverk for bruk av askegjødsel i jord- og skogbruk, som blant annet setter krav til innholdet av næringsstoffer og tungmetaller. I Sverige er anbefalinger for tilbakeføring av aske til skogsmark gitt av Skogsstyrelsen (2008).

Asketyper og spredningsmetode

Askens innhold av næringsstoffer og tungmetaller vil variere sterkt, avhengig av råmateriale og forbrenningsprosess (Pitman 2006). Når aske skal spres i skog tas den fra biobrenselanlegg som brenner rent trevirke og ikke rivningsvirke, som kan inneholde større mengder med tungmetaller. Nitrogenet forsvinner i forbrenningsprosessen, mens asken kan være rik på viktige næringsstoffer som fosfor, kalium, kalsium og magnesium. Flyveaske og bunnaske er forskjellig med hensyn på innhold og partikkelstørrelse. Flyveasken inneholder ofte mer dioksiner og tungmetaller enn bunnasken. Det varierer om asketyperne skilles ad i biobrenselanleggene.

For å lette spredning og unngå sviing av vegetasjon og en jevnere og mer langvarig avgivelse av næringsstoffer, bør asken herdes eller granuleres/pelleteres. Herding er det enkleste og billigste alternativet. Da tilsettes om lag 30-40 prosent vann, og asken selvherdes i noen uker før den eventuelt knuses og siktes. Ved granulering tilsettes også vann, og asken presses eller rulles til korn av en viss størrelse.

Askens spres med traktor eller annet jordbruksredskap fra bakken, eller med helikopter. Dersom asken skal spres på torvmark fra bakken, må det skje på frossen mark for at jordas bæreevne skal være god nok.

Dosering

Tilført askemengde varierer svært fra forsøk til forsøk. Mengder fra 0,1-4,4 tonn per dekar er oppgitt (Pitman 2006, Augusto et al. 2008). Kahl et al. (1996) og Augusto et al. (2008) kom fram til at askemengder under 1,2 tonn per dekar vil gi lite dramatiske korttidsvirkninger på økosystemet. Skogsstyrelsen (2007) anslår at de negative miljøeffektene vil bli meget begrensede ved doser opp til 0,3 tonn herdet aske per dekar. Totalt under en omløpstid anbefaler de tilføring av opp til 0,6 tonn per dekar. Riktig mengde kan beregnes ut i fra minimumsbehovet for fosfor på torvmarka (4,0-5,0 kg per dekar). Avhengig av næringsinnholdet i asken vil ønsket dose vanligvis være 0,3-0,5 tonn per dekar (Päivänen og Hånell 2012), en mengde som også anbefales i Finland (Huotari 2012). Noen steder vil det være nødvendig med en gjentatt gjødsling for å opprettholde en tilfredsstillende næringsssituasjon på grøftet torvmark over hele omløpet, særlig med tanke på kalium, men gjødslingseffekten er vanligvis langvarig (20-50 år).

Dagens askeproduksjon

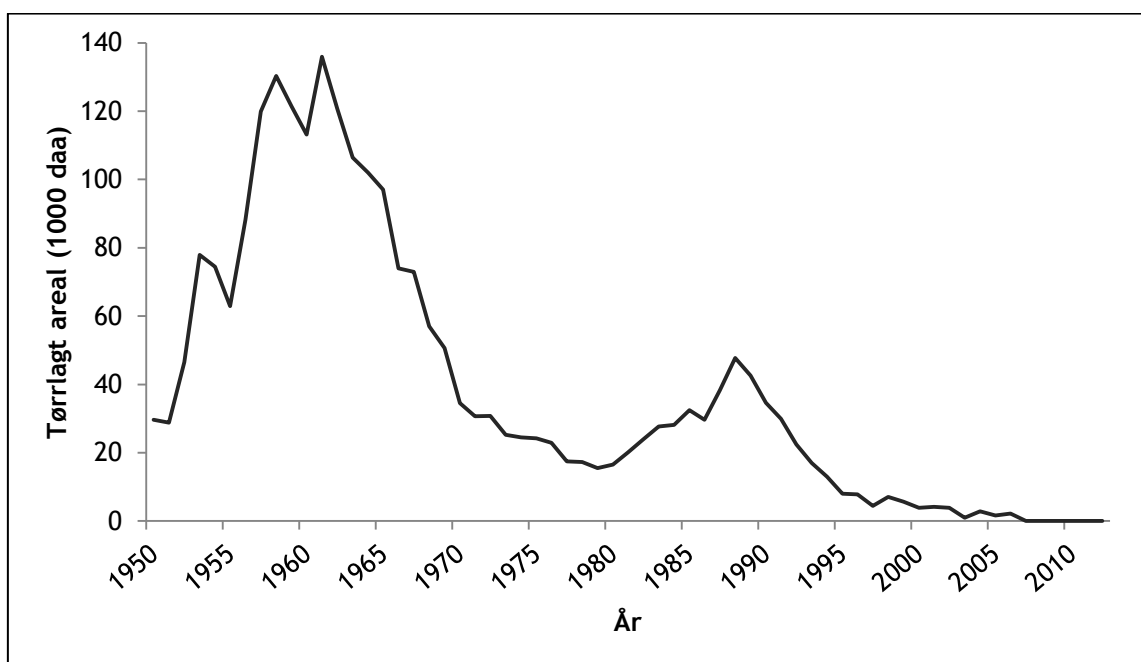
I dag produserer tremekanisk industri i Norge egentilvirket bioenergi tilsvarende 727 GWh (SSB, tall for 2012). I følge Tellnes et al. (2011) produserer sagbruksindustrien en askemengde på om lag 3400 tonn i året, basert på rent trevirke. I tillegg blir det produsert større mengder aske fra annen trebearbeidende industri, treforedlingsbedrifter og fjernvarmeanlegg. Hvor mye av dette som er rent nok til å brukes som gjødsel i skog er ikke kjent. Det er altså svært usikkert hvor mye treaske av riktig kvalitet som kan være tilgjengelig for et slikt tiltak. Hvis vi som et grovt anslag går ut fra at det til sammen kan dreie seg om om lag 6000 tonn, og alt blir brukt til askegjødsling, kan man med en dose på 300 kg per dekar gjødsle et areal på om lag 20 000 dekar per år.

10.2 Tilveksteffekter og potensielt areal for askegjødsling

Mens askegjødsling av fastmark vanligvis ikke gir noen særlig økt tilvekst, er effekten ganske annerledes på torvmark. På torvmark er det som regel ikke mangel på nitrogen som hemmer veksten, men mangel på andre næringsstoffer som fosfor og kalium. Disse næringsstoffene finnes i aske. Askegjødsling av torvmark hever pH, øker mikrobiell aktivitet og omsetning, gir bedre forhold for foryngelse og øker skogproduksjonen. Tilvekstsøkningen er størst på torvmark som mangler kalium og fosfor, men som har god nitrogenstatus. På torvmark med lite nitrogen (< 1 prosent), forblir tilveksten lav (for eksempel Silfverberg og Huikari 1985).

Det er vist at produksjonen på torvmark kan mer enn tidobles etter tilførsel av aske (Moilanen et al. 2002), selv om en dobling av tilveksten nok er et mer vanlig nivå (Augusto et al. 2008). I en studie fra Finland fant Silfverberg og Huikari (1985) at askegjødsling med 0,5-0,6 tonn per dekar økte gjennomsnittsproduksjonen på grøftet torvmark med omtrent 0,3 kubikkmeter per dekar per år over 40 år. I et askegjødslingsforsøk av furuskog på Åsmyra (Ås, Akershus) økte totalproduksjonen etter 50 år fra om lag 9 kubikkmeter per dekar uten gjødsling til 25-32 kubikkmeter ved en engangs tilførsel av 0,4-1,0 tonn aske per dekar (O. Haveraaen, upublisert manuskript). Effekten av asketilførsel er langvarig.

Torvmarka må være grøftet for at askegjødslingen skal føre til økt skogproduksjon, hvis ikke vil høy grunnvannsstand gjøre at produksjonen uansett blir lav. I Norge er om lag 4 300 000 dekar torvmark grøftet (Granhus 2010). De seinere tiåra har grøftingen vært beskjeden (figur 10.1). Fra 2007 er nygrøfting ikke lenger tillatt i henhold til Norsk PEFC Skogstandard. Den sier at nygrøfting ikke skal skje, men at grøfterensk og suppleringsgrøfting kan skje så sant det ikke er behov for restaurering av nøkkelbiotoper/biologisk viktige områder på denne marktypen på eiendommen.



Figur 10.1 Skoggrøfting fra 1950 til 2011 (1 000 dekar).

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Hånell og Magnusson (2005) utarbeidet et overslag over mulig gjødslingsareal på torvmark i Sverige. Overslaget baserte de på blant annet torvmarkas dreneringsstatus, nitrogeninnhold, torvtykkelse og skogens utviklingsfase. Høyest prioriterte de grøftede, tresatte torvmarker med veksterlige trær midt eller sent i omløpet, på middels til lavproduktiv torvmark hvor veksten var begrenset av fosfor- og kaliummangel. Både de rikeste og fattigste torvmarkene ble ansett som mindre interessante for asketilførsel. Torvmark som var grøftet for lang tid tilbake, men hvor skogen ikke hadde etablert seg på grunn av mangel på nitrogen i tillegg til andre elementer, ble ansett som lite aktuelt for askegjødsling. Disse arealene vil som nevnt ikke gi særlig økt produksjon ved tilførsel av aske alene.

For å få et anslag over potensielle arealer for askegjødsling i Norge er det naturlig å ta utgangspunkt i de Landsskogsflatene som ligger på torvmark (definert som > 40 cm torvtykkelse) og som har etablert (produktiv) skog. Det alt overveiende av dette arealet vil være grøftet.

Ut fra disse forutsetningene, og ved å sjalte ut bestand med underoptimal tetthet, får vi et areal på 2,3 millioner dekar produktiv torvmark. I tabellene under er disse torvmarksarealene sortert etter region, hogstklasse, bonitet og vegetasjonstyper.

En stor del av det aktuelle arealet befinner seg på Østlandet (tabell 10.1).

Tabell 10.1 Produktivt torvmarksareal fordelt etter region. Areal i 1000 dekar.

Region	Areal	Prosent
Østlandet	1249	54,3
Sør- og Vestlandet	454	19,8
Trøndelag og N-Norge	596	25,9
Totalt	2299	100,0

Det er lite produktiv torvmark som befinner seg i hogstklasse I. Arealet er nokså jevnt fordelt mellom de andre hogstklassene (Tabell 10.2).

Tabell 10.2 Produktivt torvmarksareal fordelt etter hogstklasse. Areal i 1000 dekar.

Hogstklasse	Areal	Prosent
I	21	0,9
II	598	26,0
III	570	24,8
IV	501	21,8
V	610	26,5
Totalt	2299	100,0

Det meste av arealet finner vi på lave og middels boniteter. Bare 10 prosent har bonitet 17 eller høyere (Tabell 10.3).

Tabell 10.3 Produktivt torvmarksareal fordelt etter bonitet. Areal i 1000 dekar.

Bonitet (H40)	Areal	Prosent
6	304	13,2
8	758	33,0
11	677	29,4
14	329	14,3
17	170	7,4
20	52	2,3
26	9	0,4
Totalt	2299	100,0

Blant vegetasjonstypene er det gran- og bjørkesumpskog som dominerer, med nesten en tredjedel av arealet. Så følger furumyrskog med en drøy femdel, deretter blokkebær- og blåbærskog. Det er lite av de rike vegetasjonstypene på torvmarka (tabell 10.4). På noen av disse arealene kan det foreligge restriksjoner på spredning av aske, fordi de (for eksempel hagemarkskog) blant annet kan inneholde utvalgte naturtyper.

Tabell 10.4 Produktivt torvmarksareal fordelt etter vegetasjonstype. Areal i 1000 dekar.

Vegetasjonstype	Areal	Prosent
Blokkebærskog	268	11,6
Bærlyngskog	152	6,6
Blåbærskog	268	11,6
Småbregneskog	155	6,7
Storbregneskog	18	0,8
Lågurtskog	9	0,4
Høgstaudeskog	68	3,0
Hagemarkskog	9	0,4
Gran- og bjørkesumpskog	757	32,9
Lauv- og viersumpskog	83	3,6
Furumyrskog	483	21,0
Fattig gras- og starrmyr	14	0,6
Rik gras- og starrmyr	14	0,6
Totalt	2299	100,0

Hvis vi som et grovt anslag anser produktiv torvmark i hogstklasse III og IV på bonitet 8-14 som mest aktuelt å gjødsle med aske, kommer vi til et potensielt areal på om lag 800 000 dekar.

10.3 Klimaeffekter ved gjødsling med aske

Økt skogproduksjon som følge av askegjødsling vil føre til økt CO₂-binding i trærnes biomasse. Effekter på klimagassutslipp i jorda må imidlertid også vurderes. Tilførsel av aske høyner pH i det øverste torvlaget, og økt mikrobiell aktivitet fører til nedbryting av organisk materiale. Moilanen et al. (2002) fant at CO₂-utslippet fra torva økte noe, mens utslippet av metan (CH₄) og lystgass (N₂O) gikk ned etter gjødsling med 0,8 tonn aske per dekar. Maljanen et al. (2006) fant liknende resultater i langtidsforsøk med askegjødsling. Nedgangen i utslipp av metan og lystgass tilskrives først og fremst den økte pH-verdien i jorda. Klemmedtsson et al. (2010) fant i en kortidsstudie fra Sverige at askegjødsling reduserte CO₂-utslippet fra jorda med om lag 20 prosent de første to årene etter gjødsling, og N₂O-utslippet med om lag 40 prosent. En annen finsk studie fant at gjødsling av grøfta torvmark med 0,5 og 1,5 tonn treaske per dekar økte karbonutslippet fra torva med 77-100 prosent, målt 13 år etter asketilførselen. Gjødslingen førte imidlertid til at skogtilveksten økte så mye at tiltaket totalt var klart positivt for karbonbalansen. Utslippet av karbon til atmosfæren (utslipp av CO₂ fra torva minus opptak i trærne) ble redusert med 75 prosent (Moilanen et al. 2012).

Sikström et al. (2012) studerte klimaeffektene fem år etter tilførsel av 0,3-0,6 tonn aske per dekar i ett gran- og ett furubestand på grøftet torvmark i Sør-Sverige. Utslippene av klimagasser (CO₂, CH₄ og N₂O) var i hovedsak uforandret etter fem år (en nedgang ble registrert de første to årene), mens skogproduksjonen økte i perioden. Ut fra dette konkluderte de med at det globale oppvarmingspotensialet ikke økte, men snarere avtok etter asketilførselen.

Det er få studier som tar for seg klimagassbalansen i hele økosystemet etter askegjødsling, særlig i et lengre tidsperspektiv. Med dette forbeholdet er det, ut fra de rapportene som

foreligger, sannsynlig at askegjødsling på grøftet torvmark vil ha en positiv effekt på klimagassregnskapet. Det vil si at tiltaket øker det årlige opptaket av CO₂.

10.4 Miljøeffekter ved gjødsling med aske

Tungmetaller

Treaske inneholder tungmetaller som kadmium, bly, krom og kobber, som trærne har tatt opp fra jorda de vokser i. Konsentrasjonene kan variere, avhengig av jordsmonn. Flere studier har undersøkt konsekvensene av å føre disse tungmetallene tilbake til skogøkosystemer. Resultatene går nokså klart i retning av at askegjødsling ikke fører til økt tungmetallinnhold i jordvann (Augusto et al. 2008, Pitman 2006). De fleste tungmetallene bindes i uoppløselig form til organisk materiale i jorda, og økt pH som følge av askegjødslingen gjør at metallene blir enda mer tungt oppløselige. Et unntak er kobber, som danner komplekser med oppløselige organiske forbindelser, og konsentrasjonene i jordvannet kan øke etter en asketilførsel. Innholdet av tungmetaller i bær øker ikke etter asketilførsel, tvert i mot kan konsentrasjonen i noen tilfeller gå ned (Levula et al. 2000, Moilanen et al. 2006). I sistnevnte undersøkelse ble det imidlertid funnet økt innhold av tungmetaller i noen typer sopp, særlig kort tid etter tilførsel.

Avrenning

Rett etter en askegjødsling (fra noen uker til noen måneder) vil det ofte bli en konsentrasjonsøkning av lettløselige salter i jordvannet, for eksempel av kalium, natrium og SO₄. Konsentrasjonen av kalsium og magnesium øker også. I noen tilfeller, men ikke alltid, er det funnet en høyere konsentrasjon av organisk karbon og nitrat. Som nevnt over, øker vanligvis ikke konsentrasjonen av tungmetaller i jordvannet (Päivänen og Hånell 2012). Etter noen måneder går endringene i ionekonsentrasjoner i jordvannet tilbake (Augusto et al. 2008, Pitman 2006). Effekten er signifikant først og fremst i de øvre deler av jordprofilen (Ozolincius et al. 2005) og er avhengig av dose. For eksempel fant Williams et al. (1996) små endringer i jordvannskjemi ved lave askedoser, men store endringer ved høye doser.

At konsentrasjonene av stoffer i jordvannet øker, betyr ikke nødvendigvis at avrenningen i bekker og elver øker tilsvarende mye. For eksempel kan det være mye høyere konsentrasjoner av nitrat målt i jordvann enn i bekkevann, på grunn av immobilisering, opptak i planter, eller denitrifikasjon som skjer i bekke- og elvesoner (Anon. 2007). Samtidig skjer en kraftig fortykning av «punktutslipp» nedover i nedbørsfeltet (Futter et al. 2010). Ofte har man imidlertid ikke direkte målinger av avrenningen, og jordvannstudier blir brukt for å indikere sannsynligheten for endringer i avrenning.

Mange av studiene som har sett på avrenning etter askegjødsling er gjort på mineraljord, og det er usikkert om resultatene er direkte overførbare til torvmark.

Vegetasjonsendringer

Askegjødsling gir endringer i vegetasjonen på torvmarka. Det skyldes blant annet at økt pH-verdi gjør at den mikrobielle aktiviteten i torva øker og fører til bedre nitrogentilgang. Lyngarter og moser får ofte redusert dekning, mens urte- og grasdekningen øker. Vegetasjonen kan endres i retning av en mer fastmarksliknende vegetasjonstype. Endringene kan øke med økende askemengde, og være langvarige (Moilanen et al. 2002).

Annen biodiversitet

Det er gjort få undersøkelser av effekten av askegjødsling på annen flora og fauna. Studier av mikroorganismer i jord viser at gjødslingen øker aktiviteten og modifierer

artssammensetningen, blant annet ved at forekomsten av ammonifiserende og nitrifiserende arter øker (se Augusto et al. 2008). Jordnedbrytende smådyr blir lite påvirket av asketilførsel. Endringer i populasjonen av større dyr vil trolig eventuelt komme gjennom at de påvirkes av endringer i vegetasjonen.

10.5 Skogbruksmessig nytte av askegjødsling

Askegjødsling på torvmark kan være interessant for skogeier, fordi den ofte hever skogproduksjonen betydelig.

Lønnsomheten av askegjødsling vil være avhengig av tilvekstreaksjonen og kostnadene knyttet til produksjon og spredning av asken. Lauhanen et al. (1997) undersøkte produksjon og lønnsomhet etter om lag 50 år av askespredning i fire furubestand på grøftet torvmark. Produksjonsøkningen var 0,3-1,2 kubikkmeter per dekar per år, og internrenten av tiltaket var på 4-9 prosent. Väätäinen et al. (2011) fant at spredning av granulert aske under finske forhold var lønnsomt, med en internrente på 3-12 prosent. Spredning med lassbærermontert spreder var to-tre ganger så lønnsomt som spredning med helikopter. En slik lønnsomhet forutsetter at det er en viss størrelse på produksjonen av askegranulat, og at tilgangen på arealer for spredning er god, slik at logistikken blir effektiv.

10.6 Samlet vurdering av effekter

Askegjødsling på torvmark kan øke skogens tilvekst betydelig. Resultater fra studier av utslipp av klimagasser fra jord etter asketilførsel varierer en del, særlig når det gjelder CO₂, mens utslipp av lystgass og metan virker å holde seg stabilt eller gå ned. I sum forventes det en positiv klimagasseffekt av askegjødsling på torvmark.

Det er kun hensiktsmessig å spre aske på grøftede torvmarker. Uberørte torvmarkssystemer vil derfor ikke påvirkes av en eventuell økning i bruken av askegjødsling. Høyest prioritet bør gis til godt grøftede, tresatte torvmarker med veksterlige trær midt eller sent i omløpet, på middels til lavproduktiv torvmark hvor veksten er begrenset av fosfor- og kaliummangel. Både de rikeste og fattigste torvmarkstypene er mindre interessante for asketilførsel. Grøftet torvmark med spesielle naturverdier bør unntas fra gjødsling. Dette kan gjelde lokaliteter med rik og gammel sumpskog (Jansson et al. 2011) og laggen²⁷ til høymyrer (Moen et al. 2011), som har sine verdier delvis intakte.

Grøftet, produktivt torvmarksareal i hogstklasse III-IV og bonitet 8-14 utgjør i dag om lag 800 000 dekar. Et anslag på 6000 tonn ren treaske produsert pr år og en dose på 0,3 tonn per dekar gir mulighet til å gjødsle om lag 20 000 dekar årlig.

Askegjødsling vil kunne endre vegetasjonen i retning av mer fastmarksliknende typer, og endringen er langvarig. Negative miljøeffekter i form av avrenning, tungmetallbelastning med mer antas å bli begrensede.

Askens kvalitet må kontrolleres, blant annet innholdet av tungmetaller. For å unngå sviskader på vegetasjonen og sørge for en langvarig effekt bør kun herdet aske spres. En dose på 0,3-0,6 tonn aske per dekar og omløp antas å ville gi god tilveksteffekt og begrensede miljøeffekter, og ligger på linje med anbefalinger i Finland og Sverige. Eventuell bruk av aske vil reguleres av «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav», som er under revisjon ved Mattilsynet, og Norsk PEFC Skogstandard.

²⁷ Lagg er definert som jordvannspåvirkete (mineotrofe) deler av ombrotrof myr som vanligvis dekker små områder og som fungerer som dreneringssystem (etter Moen et al. 2011).

10.7 Tilrettelegging for bruk av treaske i skog

I dag er spredning av aske i skog ikke tillatt, i følge forskriften om gjødselvarer av organisk opphav. En forutsetning for tilbakeføring av aske til skog er derfor at lovverket i fremtiden vil åpne for dette.

Det er noen utfordringer i flere av leddene i kjeden for å få til en velfungerende ordning for gjødsling med treaske i skog, fra askeprodusenter til skogeierandelslag og skogeiere.

Tilgang på aske av riktig kvalitet vil være en flaskehals for å utføre askegjødsling i noe omfang. Hvor store askemengder som faktisk er tilgjengelig er usikkert. Forbrenningsanlegg som brenner ren trebiomasse, og som også skiller bunnaske fra flyveaske, er de mest aktuelle produsentene av aske til bruk i skog. Anlegg som i tillegg brenner søppel eller rivningsvirke er lite aktuelle på grunn av forurensing av asken. I dag betaler en del forbrenningsanlegg avgift for å legge asken på deponi. Dersom utgiftene til herding og logistikk blir mindre enn deponiavgiften, vil dette være et insitamant for bedriftene til å legge til rette for å tilbakeføre aske til skog.

Fordi det i dag knapt brukes aske til gjødsling i skog- eller jordbruk i Norge, må det opparbeides **kunnskap og erfaring** på herding og eventuelt granulering av aske, samt spredning og logistikk. Slik fagkunnskap kan hentes fra Finland og Sverige. Å få til en god logistikk på spredning av aske vil være grunnleggende for å få lønnsomhet i tiltaket. I Norge er det mange små forbrenningsanlegg, noe som utgjør en ekstra utfordring når det gjelder logistikken.

Tilgang på arealer er en annen flaskehals. Gjødsling av torvmark kan være en lønnsom investering sett fra et skogeiers synspunkt (Väättäinen et al. 2011), men fordi det er lite tradisjon og erfaring på dette området i Norge, vil det være nødvendig med informasjon om tiltaket ut mot skogeiere for å få opp interessen.

For å få til bruk av aske på torvmark som klimatiltak i Norge vil det med andre ord være nødvendig med stimuleringsiltak som informasjon, tilrettelegging og tilskudd mot både askeprodusenter, driftsapparat og skogeiere.

Dersom man ønsker å gi offentlig tilskudd til tiltaket, bør det skje i henhold til miljøkriterier som er spisset mot askegjødsling.

11 Referanser

- Aarrestad, P.A., Bendiksen, E., Bjerke, J.W., Brandrud, T.E., Hofgaard, A., Rusch, G. og Stabbetorp, O.E. (2013). Effekter av treslagsskifte, treplanting og nitrogengjødsling i skog på biologisk mangfold. Kunnskapsgrunnlag for å vurdere skogtiltak i klimasammenheng. NINA Rapport 959. 69 s.
- Anon. (2007). How to estimate N and P losses from forestry in northern Sweden. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidsskrift 146 (2). 30 s.
- Augusto, L., Bakker, M.R. og Meredieu, C. (2008). Wood ash applications to temperate forest ecosystems - potential benefits and drawbacks. *Plant Soil* 306: 181-198.
- Berg, B. og Matzner, E. (1997). Effect of N deposition on decomposition of plant litter and soil organic matter in forest systems. *Environmental Reviews* 5: 1-25.
- Bobbink, B. og Hettelingh, J.-P. (red.) (2011). Review and revision of empirical critical loads and doseresponse relationships. - Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. Noordwijkerhout, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).
- Brantseg, A., Brekka, A. og Braastad, H. (1970). Gjødslingsforsøk i gran- og furuskog. *Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen* 27: 537-607.
- Bratli, J. L. og Bækken, T. (1995). Avrenning og forurensning fra skog og skogsbruk. En litteraturstudie. NIVA rapport 3354-95. 31 s.
- Chapin, F. S. III, McFarland, J., McGuire, A. D., Euskirchen, E. S., Ruess, R. W. og Kielland, K. (2009). The changing global carbon cycle: linking plant-soil carbon dynamics to global consequences. *Journal of Ecology* 97, 840-850.
- Clemmensen, K.E., Bahr, A., Ovaskainen, O., Dahlberg, A., Ekblad, A., Wallander, H., Stenlid, J., Finlay, R.D., Wardle, D.A. og Lindahl, B.D. (2013). Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forests. *Science* 339, 1615-1618.
- Delstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A-G.B. og Eggestad, H.O. (2011). Climate changes and runoff from agricultural catchments in Norway. *International journal of climate change strategies and management*. Vol. 3 No. 4, pp. 34-360.
- Direktoratsgruppen for vannforskriften (2013). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 2:2013 262 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (2007). Kartlegging av naturtyper - verdisetting av biologisk mangfold. DN Håndbok 13. 2. utgave 2006 (oppdatert 2007, men med senere oppdateringer på nett: www.miljodirektoratet.no).
- Direktoratet for naturforvaltning (2011). Handlingsplan for kalksjøer. DN-rapport 6-2011. 36s.
- Emilsson, S. (2006). From Extraction of Forest Fuels to Ash Recycling. *International Handbook. Skogsstyrelsen*, 48 s.
- Fremstad, E. (1997). Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12, 1997.

- Futter, M.N., Ring, E., Högbom, L., Entenmann, S. og Bishop, K.H. (2010). Consequences of nitrate leaching following stem-only harvesting of Swedish forests are dependent on spatial scale. *Environmental Pollution* 158: 3552-3559.
- Gadgil, R.L., Gadgil, P.D. (1975). Suppression of litter decomposition by mycorrhizal roots of *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of Forest Science* 5: 33-41.
- Granhus, A. (2010). Forest and forested mire development in Norway 1920-2010. Presentasjon ved SNS-seminaret 'Ditch network maintenance in peatland forests', Honne, Norge, 14. september 2010. Norsk institutt for skog og landskap.
- Granhus, A., Andreassen, K., Tomter, S., Eriksen, R. og Astrup, R. (2011). Skogressursene langs kysten. Tilgjengelighet, utnyttelse og prognoser for framtidig tilgang. Rapport fra skog og landskap 11/2011: 1-35.
- Granhus, A., Hysten, G., og Ørnelund Nilsen, J-E. (2012). Skogen i Norge. Statistikk over skogforhold og skogressurser i Norge registrert i perioden 2005-2009. Ressursoversikt fra skog og landskap 03/2012: 1-85.
- Gundersen, P., Schmidt, I.K., Raulund-Rasmussen, K. (2006). Leaching of nitrate from temperate forests - effects of air pollution and forest management. *Environmental Review* 14:1-57.
- Gustafsson, L., Dahlberg, A., Green, M., Henningsson, S., Hägerhäll, C., Larsson, A., Lindelöw, Å., Lindhagen, A., Lundh, G., Ode, Å., Strengbom, J., Ranius, T., Sandström, J., Svensson, R. og Widenfalk, O. (2009). *Konsekvenser for kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mangfold. Faktaunderlag till MINT-utredningen*. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-45-2.
- Haveraaen, O. (1972). Resultater fra 35 skoggjødslingsfelt i Hedmark. Sør-Østerdal forsøksring, melding nr.10.11 s.
- Henrikson, L. (2000). Skogbruk vid vatten. Skogstyrelsen förlag 2000.
- Huotari, N. (2012). Tuhkan käyttö metsälannoitteena (The use of ash as a forest fertiliser). The Finnish Forest Institute (Metla), Oulu. 48 s.
- Högberg, M.N., Briones, M.J., Keel, K.S., Metcalfe, D.B., Campbell, C., Milwood, A.J., Thornton, B.T., Hurry, V., Linder, S., Näsholm, T., Högberg, P. (2010). Quantification of effects of season and nitrogen supply on tree below-ground carbon transfer to ectomycorrhizal fungi and other soil organisms in a boreal pine forest. *New Phytologist* 187:485-493.
- Högberg, P., Johannisson, C., Yarwood, S., Callesen, I., Näsholm, T., Myrold, D., Högberg, M.N. (2011). Recovery of ectomycorrhiza after "nitrogen saturation" of a conifer forest. *New Phytologist* 189: 515-525.
- Högbom, L. og Jacobson, S. (2002). Kväve 2002 - en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige, Redogörelse nr. 6. SkogForsk, Eskilstuna.
- Hånell, B og Magnusson, T. (2005). An evaluation of land suitability for forest fertilization with biofuel ash on organic soils in Sweden. *Forest Ecology and Management* 209: 43-55.
- IPCC (1995). *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [eds. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. and Maskell, K.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. [Eds. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F.]. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
- IPCC (2007). Climate Change 2007. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Eds. Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. and Meyer, L.A.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jansson, U., Thylen, A., Gaarder, G. og Blindheim, T. (2011). Faglig grunnlag for handlingsplan for naturtypen rik sumpskog - utkast. Biofokus 2011-09.
- Kahl, J. S., Fernandez, I. J. Rustad, L. E. og Peckenham, J. (1996). Threshold application rates of wood ash to an acidic forest soil. *Journal of Environmental Quality* 25: 220-227.
- Kaste, Ø., Henriksen, A. og Hindar, A. (1997). Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio*, Vol. 26, No. 5, s. 296-303.
- Kaste, Ø., Wright, R.F., Barkved, L.J., Bjerkeng, B., Engen-Skaugen, T., Magnusson, J. and Sæltun, N.R. (2005). Linked models to assess the impact of climate change on a Norwegian river basin and fjord system. NIVA-report 4949-2005. 60 s
- Kaste, Ø., Johansen, S. W., Mjelde, M., Andersen, T., Hessen, D. Holm, T.M. og Rangberg, A. (2007). Kan næringsubalanse i vann føre til problemvekst av krypsiv? Resultater fra forprosjekt i 2006. NIVA Rapport 5341-2007. 26 s.
- Kellner, O. og Redbo-Torstensson, P. (1995). Effects of elevated nitrogen deposition on the field-layer vegetation in coniferous forests. - *Ecological Bulletins* 44: 227-237
- Kjønaas, O.J. og Nilsen, P. (2004). Jordsmonnet er det største karbonlageret på landjorda. Glimt fra skogforskningen 5/04: 2s.
- Kjønaas, O. J. og Stuanes, A. O. (2008). Effects of experimentally altered N input on foliage, litter production and increment in a Norway spruce stand, Gårdsjön, Sweden over a 12-year period. *International Journal of Environmental Studies* 65: 431-463.
- Klima- og forurensningsdirektoratet (2010). Tiltak og virkemidler for økt opptak av klimagasser fra skogbruk. Sektorrapport Klimakur 2020. TA-nr. 256/2010.
- Klemetsson, L., von Arnold, K., Weslien, P. og Gundersen, P. (2005). Soil CNratio as a scalar parameter to predict nitrous oxide emissions. *Global change Biology* 11: 1142-1147.
- Klemetsson, L., Klemetsson, A. K., Moldan, F. og Weslien, P. (1997). Nitrous oxide emission from Swedish forest soils in relation to liming and simulated increased N-deposition. *Biology and Fertility of Soils* 25: 290-295.
- Klemetsson, L., Ernfors, M., Björk, R. G., Weslien, P., Rutting, T., Crill, P. og Sikstrøm, U. (2010). Reduction of greenhouse gas emissions by wood ash application to a *Picea abies* (L.) Karst. forest on a drained organic soil. *European Journal of Soil Science* 61: 734-744.
- Knorr, M., Frey, S. D. og Curtis, P. S. (2005). Nitrogen additions and litter decomposition: A meta-analysis. *Ecology* 86: 3252-3257.

- Korkama, T., Fritze, H., Pakkanen, A., Pennanen, T. (2007). Interactions between extraradical ectomycorrhizal mycelia, microbes associated with mycelia and growth rate of Norway spruce (*Picea abies*) clones. *New Phytologist* 173: 798-807.
- Kroglund og Olsen (red.) (2012). Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerak. Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser. Faggruppen for Nordsjøen og Skagerak. Klif rapport TA-2907. 185 s.
- Kukkola, M. og Saramäki, J. (1983). Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soil. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 114. 55 pp.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.) (2010). Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Landsskogtakseringen (2013). Landsskogtakseringens feltintsraks - 2013. Håndbok fra Skog og landskap 05. 112 s. + vedlegg.
- Langley, J.A., Chapman, S.K. Hungate, B.A. (2006). Ectomycorrhizal colonization slows root decomposition, the post-mortem fungal legacy. *Ecology Letters* 9: 955-959.
- Larssen, T. (2001). Vurdering av dagens og fremtidig nitrogenlekkasje i Norge. NIVA-rapport 4449. 13 s.
- Lauhanen, R., Moilanen, M., Silfverberg, K., Takamaa, H. og Issakainen, J. (1997). Puutuhkalannoituksen kannattavuus eräissä ojitusalueiden metsissä (The profitability of wood ash-fertilizing of drained peatland Scots pine stands). På finsk med engelsk sammendrag. *Suo* 48: 71-82.
- Levula, T., Saarsalmi, A. og Rantavaara, A. (2000). Effects of ash fertilization and prescribed burning on macronutrient, heavy metal, sulphur and (137)Cs concentrations in lingonberries (*Vaccinium vitis-idaea*). *Forest Ecology and Management* 126: 269-279.
- Lileng, J. (2009). Avvirkning med hjulgående maskiner i bratt terreng. Oppdragsrapport fra Skog og landskap 15: 1-7.
- Lindegaard, A. og Henriksen, S. (red.) (2011). Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being. Synthesis*. Island Press. United Nations, Washington DC.
- MacDonald, J. A., Dise, N. B., Matzner, E., Armbruster, M., Gundersen, P. og Forsius, M. (2002). Nitrogen input together with ecosystem nitrogen enrichment predict nitrate leaching from European forests. *Global Change Biology* 8: 1028-1033.
- Manninen, O.H., Stark, S., Kytöviita, M.M., Lampinen, L. og Tolvanen, A. (2009). Understorey plant and soil responses to disturbance and increased nitrogen in boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 20: 311-322.
- Martikainen, P. J., Nykänen, H., Silvola, J., Alm, J., Lång, K., Smolander, A. og Ferm, A. (1994). Nitrous oxide (N₂O) emissions from some natural environments in Finland. In: *Proceedings of the 6th International workshop on Nitrous Oxide Emissions, June 7-9, Turku, Finland*. S. 553-560.
- Marklund, L. G. (1987). Biomass functions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering. Rapport 43, 127 s.

Maljanen, M., Nykanen, H., Moilanen, M. og Martikainen, P. J. (2006). Greenhouse gas fluxes of coniferous forest floors as affected by wood ash addition. *Forest Ecology and Management* 237: 143-149.

Martikainen, P. J., Nykänen, H., Silvola, J., Alm, J., Lång, K., Smolander, A. og Ferm, A. (1994). Nitrous oxide (N₂O) emissions from some natural environments in Finland. In: *Proceedings of the 6th International workshop on Nitrous Oxide Emissions, June 7-9, Turku, Finland*. S. 553-560.

Meld. St. nr. 9 (2011-2012) *Landbruks- og matpolitikken - Velkommen til bords*. Landbruks- og matdepartementet.

Meld. St. nr. 21 (2011-2012) *Norsk klimapolitikk*. Klima- og miljødepartementet.

Meld. St. nr. 12 (2012-2013) *Perspektivmeldingen 2013*. Finansdepartementet.

Melin, J., og Nömmik, H. (1988). Fertilizer nitrogen distribution in a *Pinus sylvestris/Picea abies* ecosystem, Central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 3-15.

Metla (2013). *Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2013*. Metla, Finland. ISBN 978-951-40-2450-4 (PDF). www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinensk/.

Miljøverndepartementet (2011). [Norske miljømål](#).

Miljøverndepartementet (2012). *Veileder Naturmangfoldloven kapittel II*.

Moen, A., Lyngstad, A og Øien D.-I. (2011). Kunnskapsstatus og innspill til faggrunnlag for oseanisk nedbørmyr som utvalgt naturtype. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet Vitenskapsmuseet. Rapport botanisk serie 2011-7.

Moe, T.F. (2012). Nuisance growth of *Juncus bulbosus* in lakes and rivers: experimental and observational studies. Dr avhandling UiO. 2012.

Moilanen, M., Silfverberg, K. og Hokkanen, T.J. (2002). Effects of wood-ash on the tree, growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. *Forest Ecology and Management* 171: 321-338.

Moilanen, M., Fritze, H., Nieminen, M., Piirainen, S., Issakainen, J. og Piispanen, J. (2006). Does wood ash application increase heavy metal accumulation in forest berries and mushrooms? *Forest Ecology and Management* 226: 153-160.

Moilanen, M., Hytönen, J. og Leppälä, M. (2012). Application of wood ash accelerates soil respiration and tree growth on drained peatland. *European Journal of Soil Science* 63: 467-475.

Moldan, F., Kjønnaas, O.J., Stuanes, A.O. og Wright, R.F. (2006). Increased nitrogen in runoff and soil following 13 years of experimentally increased nitrogen deposition to a coniferous-forested catchment at Gardsjon, Sweden. *Environmental Pollution* 144: 610-620.

Moldan, F. og Wright, R.F. (2011). Nitrogen leaching and acidification during 19 years of NH₄NO₃ additions to a coniferous-forested catchment at Gårdsjön, Sweden (NITREX). *Envir.Poll.* 159, 431-440.

Nilsen, P. (2001). Fertilization experiments on forest mineral soils: A review of the Norwegian results. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 541-554.

Nilsson, J. og Grennfeldt, P. (eds.) (1988). Critical loads for sulphur and nitrogen. Nordisk Ministerråd, Miljørapport 1988:15, 418 pp.

- Nilsson, L.-O. and Wiklund, K. (1995). Indirect effects of N and S deposition on a Norway spruce ecosystem. An update of findings within the Skogaby project. *Water, Air, and Soil Pollution*, 85, 1613-1622.
- Nilsson, L.O., Wallander, H. (2003). The production of external mycelium by ectomycorrhizal fungi in a Norway spruce forest was reduced in response to nitrogen fertilization. *New Phytologist* 158: 409-416.
- Nohrstedt, H.O. og Ring, E. (1994). Nitrogen losses and soil-water acidity after clear-felling of fertilized experimental plots in a *Pinus sylvestris* stand. *Forest Ecology and Management* 66: 69-86.
- Nohrstedt, H.Ö. (2001). Response of coniferous forest ecosystems on mineral soils to nutrient additions: a review of Swedish experiences. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 555-573.
- Nohrstedt, H.-Ö. og Westling, O. (1995). Miljökonsekvensbeskrivning av STORA SKOGs gödslingsprogram, Del 1 faktaunderlag (In Swedish). *Report B1218*, IVL Swedish Environmental Research Institute, Aneboda. 90 pp.
- Norderhaug, K.M., Naustvoll, L., Moy, F., Trannum, H.C., Bjerkeng, B. og Gitmark, J.K. (2013). Miljøovervåking av sukkertare langs kysten. Sukkertareovervåkingsprogrammet 2012. Årsrapport for 2012. KLIF rapport TA-3029/2013.
- Nordin, A., Strengbom, J., Witzell, J., Näsholm, T. og Ericson, L. (2005). Nitrogen deposition and the biodiversity of boreal forests: Implications for the nitrogen critical load. - *Ambio* 34: 20-24.
- NOU (2010). Tilpassning til et klima i endring. Samfunnet sin sårbarhet og behov for tilpassning til konsekvenser av klimaendringene. Miljøverndepartementet. Oslo. 240 s.
- Olsson, B.A. og Kellner, O. (2006). Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests. *Forest Ecology and Management* 137:458-470.
- Olsson, M., Andersson, P., Lennartsson, T., Lenoir, L., Mattsson, L. og Palme, U. (2012). Land management meeting several environmental objectives. Minimizing impacts on greenhouse gas emissions, biodiversity and water. Knowledge compilation and systems perspectives. Swedish Environmental Protection Agency. Report 6505. June 2012.
- Ozolincius, R., Varnagiryte, I., Armolaitis, K. og Karlton, E. (2005). Initial effects of wood ash fertilization on soil, needle and litterfall chemistry in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand. *Baltic Forestry* 11: 59-67.
- Päivänen, J. og Hånell, B. (2012). Peatland ecology and forestry - a sound approach. University of Helsinki, Department of Forest Sciences Publication 3. Helsinki, Finland. 267 s.
- Persson, O. A., Eriksson, H. og Johansson, U. (1995). An attempt to predict long-term effects of atmospheric nitrogen deposition on the yield of Norway spruce stands (*Picea abies* (L) Karst) in southwestern Sweden. *Plant and Soil* 168: 249-254.
- Petterson, F. (1994a). Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. Skogforsk Report No. 3 1994. Uppsala, Sverige. 56 s.
- Petterson, F. (1994b). Predictive functions for calculating the total response in growth to nitrogen fertilization, duration and distribution over time. Skogforsk Report No. 4 1994. 34 s.

- Pitman, R. M. (2006). Wood ash use in forestry - a review of the environmental impacts. *Forestry* 79: 563-588.
- Ring, E. (1995). Nitrogen leaching before and after clearfelling of fertilised experimental plots in a *Pinus sylvestris* stand in central Sweden. *For. Ecol. Management*. 72: 151-166.
- Ring, E. (1996). Effects of previous N fertilizations on soilwater pH and N concentrations after clear-felling and soil scari. cation at a *Pinus sylvestris* site. *Scand. J. For.Res.* 11: 7-16.
- Ring, E. (2007). Estimation of leaching of nitrogen and phosphorus from forestry in northern Sweden. *Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens tidsskrift* 146.
- Ring, E., Jacobson, S. og Högbom, L. (2011). Long-term effects of nitrogen fertilization on soil chemistry in three Scots pine stands in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 41: 279-288.
- Røren, R. og Eikeland, H. (1995). Gjødsling av yngre granskog på fastmark - foreløpige resultater fra en forsøksserie i Nord-Trøndelag. *Aktuelt fra Skogforsk* Nr. 1 -95. 10 s.
- Saarsalmi, A. og Malkonen, E. (2001). Forest fertilization research in Finland: A literature review. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 514-535.
- Sala, O.E, Chapin III, F.S., Armesto, J.J., Berlow, R., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Hueneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. and Wall, D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770-1774.
- SFT (2001). Overvåkning av langtransporterte forurensninger 2000. Sammenendragsrapport. Statlig program for forurensningsovervåkning. SFT TA-1729/2000.
- Sikström, U., Björk, R. G. og Klemedtsson, L. (2012). Tillførsel av aska i skog på dikad torvmark i södra Sverige - skogsproduksjon og emisjon av växthusgaser. *Värmeforsk Arbetsrapport A: 29.* 16 s.
- Silfverberg, K. og Huikari, O. (1985). Wood-ash fertilization on drained peatlands (på finsk med engelsk sammendrag). *Folia Forestalia* 633: 1-25.
- Simard, S.W., Jones, M.D., Durall, D.M. (2002). Carbon and nutrient fluxes within and between mycorrhizal plants. In: van der Heijden, M.G.A., Sanders, I.R. (eds.), *Mycorrhizal Ecology*. Springer, Berlin, Germany, pp.33-74.
- Simonsen, R., Rosvall, O., Gong, P. C. og Wibe, S. (2010). Profitability of measures to increase forest growth. *Forest Policy and Economics* 12: 473-482.
- Sitaula, B. K., Bakken, L. R. og Abrahamsen, G. (1995). N-fertilization and soil acidification effects on N₂O and CO₂ emission from temperate pine forest soil. *Soil Biology & Biochemistry* 27: 1401-1408.
- Skarbøvik, E., Stålnacke, P., Selvik., Høgåsen, T. og Kaste, Ø. (2011). Elvetilførselsprogrammet (RID) - 20 års overvåkning av tilførsler til norske kystområder (1990-2009). NIVA-rapport 6225-2011. 54 s. (ny utgave mai 2012).
- Skarbøvik, E. og Haande, S. (2012). Overvåkning av Vansjø/Morsa 2010-2011: Resultater fra overvåkning av innsjøer, elver og bekker i periodene oktober 2010-oktober 2011. *Bioforsk rapport 7 (44)*. 121 s.
- Skogbrukets kursinstitutt (2005). Gjødsling. SKI Resymé nr. 12. 4 s.

Skogsstyrelsen (2007a). Kvävegødsling av skogsmark. Skogsstyrelsen. Meddelande 2007:2. 24 s.

Skogsstyrelsen (2007b). Utgör kvävegødsling av skog en risk för Östersjön. Rapport 2007:10.

Skogsstyrelsen (2008). Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Meddelande 2/2008. 33 s.

SKSFS (2007). Skogstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegødselmedel på skogsmark. Skogstyrelsens författningssamling SKSFS 2007:3. ISSN 0347-5212.

Skogsstyrelsen (under arbeid). Kvävegødsling på skogsmark - Underlag för Skogsstyrelsen föreskrifter och allmänna råd om kvävegødsling.

Skogsstyrelsen (2013). Swedish Statistical Yearbook of Forestry 2013. Skogsstyrelsen, Sverige. ISBN 978-91-87535-01-7.

(<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiska-arsbocker/>)

Solberg, S., Andreassen, K., Clarke, N., Tørseth, K., Tveito, O. E., Strand, G.H. og Tomter, S. (2004). The possible influence of nitrogen and acid deposition on forest growth in Norway. *Forest Ecology and Management* 192: 241-249.

SSB (2012). Jordbruk og miljø. Tilstand og utvikling 2012. Snellingen Bye, A., Aarstad, P.A., Løvberget, A. og Høie H. SSB-rapport 39/2012.

Strengbom, J., Walheim, M., Näsholm, T. og Ericson, L. (2003). Regional differences in the occurrence of understorey species reflect nitrogen deposition in Swedish forests. - *Ambio* 32: 91-97.

Strengbom, J. og Nordin, A. (2008a). Gødsling orsakar langvariga förändringar av skogsmarksvegetationen. Fakta skog - Om forskning vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Strengbom, J. og Nordin, A. (2008b). Commercial forest fertilization causes long-term residual effects in ground vegetation of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 256. s. 2175-2181.

Strengbom, J. (2009). Kärlväxter, lavar och mossor. I: Gustafsson, L., Dahlberg, A., Green, M., Henningson, S., Hägerhäll, C., Larsson, A., Lindelöv, Å., Lindhagen, A., Lundh, G., Ode, Å., Strengbom, J., Ranius, T., Sandström, J., Svensson, R. og Widenfalk, O. (2009). *Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-45-2, s. 97-112.*

Sture, S. (1984). Gjødslingsforsøk i gran- og furuskog. Norsk institutt for skogforskning, Ås. 528 s.

Syvertsen, E og Gabestad, H. (red.) (2009). Vurdering av tiltak mot bortfall av sukkertare. Klima- og forurensningsdirektoratet. TA 2585/2009. 96 s.

Søgnen, S.M. og Follum, J.-R. (2012). Norsk PEFC Standard, Standard for et bærekraftig norsk skogbruk. Kurshefte. 84s.

Sørli, H.A.K. (2012). The predictive accuracy of two Swedish nitrogen forest fertilization functions evaluated on Norwegian fertilization experiments, and preliminary analyses of economic return. Masteroppgave. Institutt for Naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 44 s.

- Tamm, C.O. (ed.) (1991). Nitrogen in Terrestrial Ecosystems. Vol. 8. Berlin: Springer. 155 pp.
- Tellnes, L.F.G., Flæte, P.O. og Nyrud, A.Q. (2011). Material flows in the Norwegian sawmilling industry. s.113-118. I: Proceedings of the 7th meeting of the Nordic-Baltic network in wood material science and engineering (WSE). Oslo, Norway, October 27-28, 2011.
- Thurmann-Moe, P. (1956). Eldre og nyere skogkultur- og gjødslingsforsøk på Åsmyra. Norsk Skogbruk nr. 9 s. 309-316.
- Treseder, K.K. (2004). A meta-analysis of mycorrhizal response to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies. *New Phytologist* 164: 347-355.
- Väätäinen, K., Sirparanta, E., Räisänen, M og Tahvanainen, T. (2011). The costs and profitability of using granulated wood ash as a forest fertilizer in drained peatland forests. *Biomass and Bioenergy* 35: 3335-3341.
- Williams, T. M., Hollis, C. A. og Smith, B. R. (1996). Forest soil and water chemistry following bark boiler bottom ash application. *Journal of Environmental Quality* 25: 955-961.
- Økland, R.H. (1995). Changes in occurrence and abundance of plant species in a Norwegian boreal coniferous forest, 1988-1993. *Nordic Journal of Botany* 15:415-438.
- Øygarden, L. (2013). Future challenges of agricultural monitoring. I Bechmann, M. og Deelstra, J. (eds.). *Agriculture and environment - long term monitoring in Norway*. Akademika Publishing.
- Aas, W., Hjellbrekke, A., Hole, L. og Tørseth, K. (2012). Deposition of major inorganic compounds in Norway 2007-2011. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 1136/2012 (41/2012). 44 s.

Vedlegg

Vedlegg 1: Mandat

Brev av 22.11.2012 fra Miljøverndepartementet til Klima- og forurensningsdirektoratet og Direktoratet fra naturforvaltning (ref. 12/5463).

Oppdrag: Skog i klimasammenheng - vurdering av tiltak

Dette er et fellesoppdrag fra Miljøverndepartementet og Landbruks- og matdepartementet. Likelydende brev er sendt fra Landbruks- og matdepartementet til Statens landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Skogen i Norge er viktig i klimasammenheng ved at den årlig tar opp en CO₂-mengde som tilsvarer rundt halvparten av våre samlede årlige utslipp av klimagasser. I tillegg er bærekraftig bruk av skogressurser en viktig kilde til fornybar energi og til produksjon av trematerialer som kan erstatte mer klimabelastende materialer. Skogøkosystemene lagrer også store karbonmengder, og har viktige funksjoner for å dempe negative effekter av klimaendringer.

Gjennom Meld. St. 21 Norsk klimapolitikk (klimameldingen) viser Regjeringen at den ønsker å føre en aktiv politikk gjennom tiltak som øker skogens karbonlager, både ved å øke det produktive skogarealet og ved gjennomføring av skogtiltak på eksisterende skogarealer. Videre vil Regjeringen bedre insentivene til uttak av råstoff fra skogen til bioenergi, med særlig vekt på skogsavfall (GROT) slik at blant annet tiltak med kort tilbakebetalingstid for CO₂ prioriteres.

Før skogtiltakene i klimameldingen kan implementeres, vil det i noen tilfeller være behov for ytterligere faglig vurdering av hva som kan være den riktige avveiningen mellom klima, naturmangfold og næring. Vurderingene skal ta utgangspunkt i det eksisterende lov- og regelverket og sertifiseringsrutinene som regulerer skogbruket. Sentrale elementer er blant annet skogbruksloven med bærekraftforskrift, vannforskriften, naturmangfoldloven og forskrift om utsetting av utenlandske treslag, samt Norsk PEFC Skogstandard.

Miljøverndepartementet og Landbruks- og matdepartementet ønsker å sette ut et fellesoppdrag til underliggende etater, for å utvikle miljøkriterier for planting av skog på nye arealer, som et innspill til arbeidet med en strategi for økt skogplanting, og for målrettet gjødsling, i tråd med konklusjonene i klimameldingen. Oppdraget inkluderer vurdering av både klimagasseffekter og andre klimaeffekter (strålingspådriv, albedo mv.), der det finnes tilstrekkelig vitenskaplig kunnskapsgrunnlag for slike vurderinger. Direktorsgruppen vil bestå av Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF), Direktoratet for naturforvaltning (DN), Statens landbruksforvaltning (SLF) og Norsk institutt for skog og landskap. Etatene skal bidra til arbeidet på områder hvor det er naturlig ut fra de respektive etatenes faglige kompetanseområder, og komme fram til en omforent besvarelse. Klima- og forurensningsdirektoratet skal koordinere arbeidet. Det kan være aktuelt å trekke inn andre etater eller institusjoner i arbeidet ved behov.

Det nærmere mandatet for oppdraget følger nedenfor.

1. Miljøkriterier for planting av skog på nye arealer

Regjeringen vil:

Øke det produktive skogarealet ... gjennom en aktiv bærekraftig politikk for økt tilplanting på nye arealer. Som en del av dette, vil regjeringen presentere en strategi for økt skogplanting. Samtidig må det utvikles miljøkriterier for dette.

Etablering av skog på nye arealer, for eksempel tidligere jordbruksarealer som er gått ut av drift, vil gi positive klimaeffekter i form av økt opptak av CO₂. I tillegg kan det gi økt lokal verdiskaping, blant annet gjennom økt lokal produksjon av bioenergi.

”Kystskogbruket” la i 2008 fram en rapport der det ble foreslått å etablere ny skog på 5 millioner dekar i løpet av en 50 års periode. I Landbruks – og matdepartementets klimamelding (St.meld. nr. 39) er det antatt at etablering av skog på 1 million dekar vil være innenfor rammene for bærekraftig skogbruk. I Klimameldingen har ikke regjeringen satt noe konkret ambisjonsnivå. Departementene ønsker en kartlegging og vurdering av hvilke nye arealer som kan eller som ikke kan/bør tilplantes ut fra miljø- og klimahensyn.

For besvarelsen legges følgende føringer:

Direktoratsgruppen foretar en samlet anbefaling ut fra punkt A, B og C nedenfor om hvilke nye arealer som er egnet og ikke egnet for planting gitt miljø- og klimahensyn.

1. Direktoratsgruppen identifiserer en bruttoliste av hvilke nye arealer (åpne arealer og gjengroingsarealer med underoptimal skogproduksjon²⁸) som kan egne seg for tilplanting med basis i dataene fra Landskogstakseringen og eventuelt andre relevante datakilder.
2. Basert på bruttolisten i A, lister direktoratsgruppen opp, med begrunnelse, hvilke naturtyper eller areal typer som:
 - i. kan tilplantes med basis i miljøhensyn i eksisterende lov- og regelverk,
 - ii. i noen tilfeller kan tilplantes forutsatt at det tas spesielle hensyn til naturmangfold og andre miljøverdier, herunder treslagsvalg,
 - iii. ikke skal tilplantes ut fra hensyn til naturmangfold og andre miljøverdier.
3. Direktoratsgruppen vurderer hvilke areal typer hvor planting vil være gunstig og lite gunstig ut fra samlet klimaeffekt.
4. Direktoratsgruppen vurderer behov for virkemidler for å oppnå planting på nye arealer, inkludert en vurdering av både eksisterende og nye virkemidler.

Frist for oppdraget er 1. april 2013.

²⁸ Nye arealer er i St. meld. nr. 39 (2008-2009) og i Klimakur 2020 definert som gjengroingsmark med underoptimal tetthet og mindreverdige virke.

2. Miljøkriterier for målrettet gjødsling av skog

Regjeringen vil:

Bidra til økt karbonopptak gjennom målrettet gjødsling av skog. Samtidig må det utvikles miljøkriterier for dette.

I Norge er gjødsling av skog et skogtiltak for å øke tømmerproduksjonen. Gjødsling av skog er et tiltak for å øke tilveksten av både økt diameter- og volumtilvekst. Effekten vil vanligvis være ca. 10 år etter gjødslingen. Gjødslingen kan utføres både i gran og furubestand, men er mest utbredt på furu, på midlere boniteter. Økt tilvekst vil også gi økt karbonopptak. Om det gjøres på egnede områder og i riktig mengde, kan gjødsling av skog være et godt tiltak både for klima og skogøkonomien. Det kan gjødsles ved manuell spredning, traktorspredning eller helikopterspredning avhengig av størrelse på areal, vannveier, miljøverdier og framkommelighet.

I følge norsk PEFC-standard kan det gjødsles på vegetasjonstypene blokkebærskog, bærlyngskog og blåbærskog. Videre kan torvmark med allerede etablert foryngelse gjødsles. Vitaliseringsgjødsling kan gjennomføres når det er fastslått at skogen har nedsatt vitalitet pga. menneskeskapt forurensning. På enkelte marktyper kan imidlertid gjødsling gi økte lystgassutslipp. Arealvalget ved gjødsling av skog som klimatiltak, må derfor kvalitetssikres slik at man oppnår en reell klimagasseffekt. I tillegg må effektene på andre miljøverdier, for eksempel vannkvalitet og biologisk mangfold i skog, utredes i en vurdering av den totale effekten som gjødsling vil kunne medføre.

I Klimakur 2020 ble det beregnet effekter av å gjødsle skog på midlere bonitet som har mye karbon i forhold til nitrogen (blåbærmark), slik at faren for utslipp av lystgass reduseres. Norge har om lag 1,26 millioner hektar gran- og furuskog på slik mark. I Klimakur-beregningene er det lagt til grunn at 1 % av dette arealet gjødsles årlig (12 600 hektar).

For besvarelsen legges følgende føringer:

1. Direktoratgruppen foretar en samlet vurdering av punktene A og B nedenfor og gir en anbefaling av hvilke arealer som er egnet for å gjødsles ut fra miljø- og klimahensyn.
 - i. Direktoratgruppen vurderer hvilke areal som er best egnet for gjødsling og hvor det kan påregnes økt karbonopptak med liten risiko for lystgassutslipp. Arealene bør graderes ut fra skogbruksmessig nytte og potensial for karbonopptak. Det er naturlig å legge vegetasjonstyper til grunn for arealsorteringen.
 - ii. Direktoratgruppen vurderer hvilke arealstyper som ikke bør gjødsles med utgangspunkt i eksisterende miljøkriterier og normer, og hvilke arealer som kan gjødsles gitt at en tar visse hensyn til naturmangfold og andre miljøverdier
2. Direktoratgruppen gjør en vurdering av effekten av å gjødsle torvmark med aske fra biobrenselanlegg, hvordan en eventuelt kan legge til rette for dette samt optimale mengder aske som gjødsel.

3. Direktoratsgruppen foreslår en mulig mekanisme eller et program for kontinuerlig å kunne ha kontroll over områdene som gjødsles for å se hvordan klimaeffekten er og hvordan naturen for øvrig responderer på gjødslingen.
4. Direktoratsgruppen foretar en vurdering av eksisterende virkemidler og eventuelle nye virkemidler for å sikre økt karbonopptak gjennom måltrettet gjødsling av skog.

Frist for oppdraget er 1. mai 2013.

Med hilsen

Ingvild Andreassen Sæverud (e.f.)

ekspedisjonssjef

Vidar Vik

avdelingsdirektør

Vedlegg 2: Landsskogtakseringen

Bruttolista og de derav avlede arealtall i denne rapporten er basert på informasjon fra registreringer i Landsskogtakseringen i femårsperioden 2007-2011. Landsskogtakseringen er en stikkprøvebasert utvalgskartlegging som baserer seg på et permanent nettverk av prøveflater som takeres hvert 5. år. De permanente flatene i skog under barskoggrensa ble etablert i perioden 1986-1993. Skog over barskoggrensa og hele Finnmark fylke ble først inkludert i feltregistreringene fra og med henholdsvis 2005 og 2007. Flateforbandet er 3 x 3 km under barskoggrensa, 3 x 9 km over barskoggrensa og 9 x 9 km i bjørkeskogen i Finnmark. Hver prøveflate representerer et bestemt areal som for hver flate i 3 x 3 km nettverket blir tilnærmet lik 9000 dekar, og tilsvarende større for flatene som ligger i videre forband.

Landsskogtakseringen omfatter totalt om lag. 22 000 flater, herav om lag 13 000 i skog. Arealtype og arealanvendelse (se definisjoner i kapittel 1.6) fastsettes for alle flater. Utsjekking ved hjelp av flyfoto og kartinformasjon bidrar til å holde fortløpende oversikt over arealoverganger ved at for eksempel dyrka mark går over til skog ved gjengroing. Alle flater i produktiv og uproduktiv skog oppsøkes i felt for ytterligere registreringer. Flater som faller på andre areal typer enn skog oppsøkes eventuelt i felt dersom det ses trær på arealet i forbindelse med forhåndssjekking av flyfoto.

Hver takstflate består av en sirkelflate med radius 8,92 m (250 m²). For flater som oppsøkes i felt foretas detaljerte registreringer på enkelttrærne som grunnlag for beregning av stående volum/ biomasse og tilvekst. Det registreres også opplysninger som gjør det mulig å beskrive skogbestandet med hensyn på treslagsfordeling, vegetasjonstype, hogstklasse, bonitet med videre. I tillegg registreres opplysninger knyttet til driftsforhold og forekomst av enkelte miljøindikatorer (blant annet livsmiljø etter MiS-metodikken).

En del av variablene som registreres vurderes på bakgrunn av et større areal enn 250 m². For eksempel tas utgangspunkt i et areal på ett dekar for å bestemme arealtype, arealanvendelse og hogstklasse (se definisjoner i kapittel 1.6), mens registreringer av de fleste MiS-livsmiljø tar utgangspunkt i et areal på to dekar der definerte inngangsverdier som er satt for de ulike MiS-livsmiljøene må være oppfylt. Vegetasjonstypeklassifiseringen tar utgangspunkt i artssammensetning av planter innenfor klaveflata (250 m²).

Det vises for øvrig til Landsskogtakseringens feltinstruks (Landsskogtakseringen 2013) som beskriver registreringsopplegget og de ulike parameterne.

Vedlegg 3: Figurer og tabeller som er relevant for kapittel 6

Tabell V3.1 Oversikt over de ulike datakilder for miljøverdier.

Datasekk	Innhold	Kilde
Naturtyper etter Miljødirektoratets håndbøker	Kartlagte enheter av et forvaltningsmessig bestemt utvalg av naturtyper.	Miljødirektoratet naturbase
Utvalgte naturtyper	Utvalgte naturtyper i henhold til naturmangfoldloven	Miljødirektoratet naturbase
Verneområder	Områder vernet etter naturmangfoldloven (og tidligere lovverk)	Miljødirektoratet naturbase
Foreslåtte verneområder	Områder i prosess fram mot vern etter naturmangfoldloven	Miljødirektoratet naturbase
Prioriterte arter	Økologiske funksjonsområder for prioriterte arter etter naturmangfoldloven	Miljødirektoratet, Artsdatabanken Artskart
Prioriterte arter	Observasjoner av prioriterte arter (punkt).	Artsdatabanken artskart
Truede arter	Observasjoner av truede arter (punkt).	Artsdatabanken artskart
Arter og funksjonsområder	Funksjonsområder for forvaltningsmessig interessante arter i henhold til DNS håndbok i viltkartlegging av 1996	Miljødirektoratet naturbase
MIS livsmiljø	Nøkkelbiotoper	Skog og landskap Kilden
Sensitive arter - funksjonsområder	Funksjonsområder for arter unntatt offentlighet	Miljødirektoratet Artsdatabanken
Helhetlige kulturlandskap	Kulturlandskapsområder kartlagt under Nasjonal registrering av verdifulle kulturlandskap på 1990-tallet. Datasettet inkluderer utvalgte kulturlandskap i jordbruket	Miljødirektoratet naturbase
Statlig sikra friluftslivsområder	Områder sikret for allment friluftsliv ved offentlig eie eller ved servituttavtale med det offentlige som part.	Miljødirektoratet naturbase
Kulturminner - Kulturmiljø	Fredete kulturmiljøer etter kulturminneloven.	Riksantikvaren kulturminnesok
Kulturminner - Sikringssone	Kartfestet sikringssone rundt fredete kulturminner	Riksantikvaren kulturminnesok
Vannmiljødata	Tilstand og påvirkning i vassdrag, grunnvann og kystområder	Miljødirektoratet Vann-nett Vannmiljø

Tabell V3.2 Miljømål for ferskvann - nitrogennivå. Klassegrenser for total nitrogen i innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Miljømålet er god tilstand (grensen mellom gul og grønn).

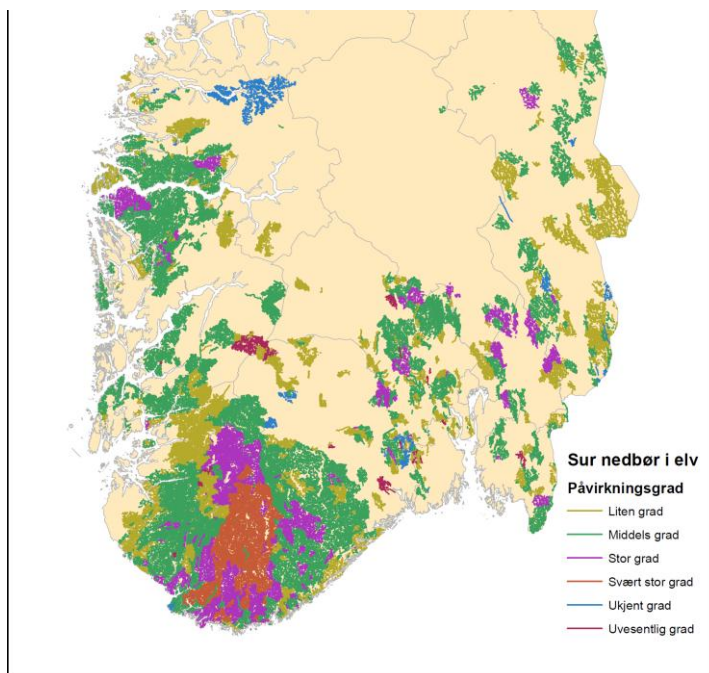
Høyde-region	Innsjøtype (nr)*	NGIG type	Total nitrogen (Tot-N) i innsjøer og elver (µg/L)					
			Referanse-verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Lavland og skog	1,2,4,5,18	L-N2a	200	1-325	325-475	475-775	775-1350	>1350
Lavland	6	L-N2b	175	1-200	200-400	400-650	650-1300	>1300
Lavland og skog	3,7,19	L-N3a	275	1-475	475-650	650-1075	1075-1775	>1775
Lavland	8,10,	L-N1	275	1-425	425-675	675-950	950-1425	>1425
Lavland	9,11,	L-N8a	325	1-550	550-775	775-1325	1325-2025	>2025
Skog	12,13,15,16	L-N5a	150	1-250	250-425	425-675	675-1250	>1250
Skog og fjell	14,17,22,25	L-N6a	250	1-400	400-550	550-900	900-1500	>1500
Fjell	20,21,23,24	L-N7	125	1-175	175-250	250-475	475-775	>775

Kilde: Direktoratgruppen for vannforskriften Veileder 2:2013.

Tabell V3.3 Utviklingen av tilstanden for sukkertare på målestasjoner langs kysten i perioden 2005-2012. Fargene viser tilstand: Grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig, rød=svært dårlig.

	Fredrikstad	Hvaler	Helgeroa	Brevik	Risør	Grimstad	Homborsund	Kristiansand	Kristiansand	Eiebrekk	Stavanger	Stavanger	Fana fjorden	Raunefjorden	Dumbefjorden	Sogn og Fjordane
	Veslekalven	Brattøy	Store Arøya	Risøyodden	Robbesviken	Tvillingholmen	Homborøy	Korsvikfjorden	Bertilsbukta	Tregde	Tingsholmen	Rossøy	Haugneset	Langøya	Geitevik	Åfjorden
	HB1	HB2	HB3	HB4	HB5	HB6	HB7	HB8	HB9	HB10	HB11	HB12	HB13	HB14	HB15	HB16
2005																
2006																
2007																
2008																
2009																
2010																
2011																
2012																

Kilde: Norderhaug et al. 2013.



Figur V3.1 Vassdrag i Sør-Norge hvor forsuring fortsatt er en utfordring

Kilde: Vann-nett 2013.

Tabell V3.4 Begrensninger og føringer som eksisterende lov- og regelverk med videre setter for gjødsling i områder eller miljøverdier som er særskilt sikret.

Forvaltningsregime	Hjemmelsgrunnlag	Kan gjødsles?	Kommentar/referanse
Nasjonalparker	Naturmangfoldloven kapittel V	Nei	Ikke med i «bruttolista»
Naturresevater	Naturmangfoldloven kapittel V	Nei	Ikke med i «bruttolista»
Biotopvernområde	Naturmangfoldloven kapittel V	Kun hvis tiltaket fremmer verneformålet	Tiltak i strid med verneforskrift krever dispensasjon.
Landskapsvernområde	Naturmangfoldloven kapittel V	Kun hvis tiltaket fremmer verneformålet	Tiltak i strid med verneforskrift krever dispensasjon.
Prioriterte arter (leveområder/økologiske funksjonsområder)	Naturmangfoldloven §§ 23 og 24	Kun hvis tiltaket ikke er i strid med forbudet mot skade eller ødeleggelse og/eller bestemmelsen om det økologiske funksjonsområdet.	Tiltak i strid med forskriften krever dispensasjon.
Fredete arter (leveområder)	Naturmangfoldloven § 77, jf. naturvernloven	Kun hvis tiltaket ikke er i strid med forbudet mot skade eller ødeleggelse	Tiltak i strid med forbudet krever dispensasjon.
Verdensarvområder	Naturmangfoldloven, plan- og bygningsloven, kulturminneloven.	Kun hvis tiltaket fremmer innskrivingsgrunnlaget	Aktuelle områder: Vestnorsk fjordlandskap (Geiranger- og Nærøyfjordområdet), Vegaøyan og Røros bergstad.
Utvalgte naturtyper	Naturmangfoldloven kapittel VI	Restriktiv praksis pga lovpålagt hensynskrav.	
Områder satt av til naturvern, eller som er sikret på annen måte	Plan- og bygningsloven	Kun hvis tiltaket er i tråd med planformål	
Statlig sikra friluftslivsområder	Avtale om erverv av eiendomsrett eller varig bruksrett	Kun hvis tiltaket har en positiv effekt for friluftslivinteressene i området.	
Fredede kulturmiljø	Kulturminneloven § 20	Nei	
Øvrig fredning etter kulturminneloven	Kulturminneloven	Kun hvis tiltaket ikke er i strid med fredningen	
Naturtyper med restriksjoner mot gjødsling	Norsk PEFC Skogstandard kravpunkt 10	Nei	Andre vegetasjonstyper enn blokkebærskog, bærlyngskog eller blåbærskog, og torvmark med etablert foryngelse
Nøkkelbiotoper (MiS-livsmiljø)	Forskrift om bærekraftig skogbruk § 5, jf. Norsk PEFC Skogstandard kravpunkt 4	Nei	
Utvalgte kulturlandskap i jordbruket	Avtaler mellom kommunen og grunneierne, forvaltningsplan	Kun hvis tiltaket er i tråd med forvaltningsplan	

Vedlegg 4: Figurer og tabeller som er relevant for kapittel 7

Tabell V4.1 Skogeiers egenandel etter skatt i NOK, av en investering på kr 100 ved bruk av skogfond med engangsavskrivning og tilskudd ved marginal skattesats X. Tilskuddssats 0 prosent representerer skogeiers egenandel etter skatt uten tilskuddsmidler.

Tilskudd	Marginal skattesats			
	28 %	39 %	48 %	51 %
0 %	48,2 kr	27,9 kr	11,2 kr	5,6 kr
10 %	43,4 kr	25,1 kr	10,1 kr	5,1 kr
20 %	38,6 kr	22,3 kr	9,0 kr	4,5 kr
30 %	33,7 kr	19,5 kr	7,8 kr	4,0 kr
40 %	28,9 kr	16,7 kr	6,7 kr	3,4 kr
50 %	24,1 kr	13,9 kr	5,6 kr	2,8 kr
60 %	19,3 kr	11,1 kr	4,5 kr	2,3 kr
70 %	14,5 kr	8,4 kr	3,4 kr	1,7 kr
80 %	9,6 kr	5,6 kr	2,2 kr	1,1 kr
90 %	4,8 kr	2,8 kr	1,1 kr	0,6 kr

Vedlegg 5: Kommuner innenfor sonen med spesielle miljøhensyn

Tabell V5.1. Kommuner innenfor den sårbare sonen.

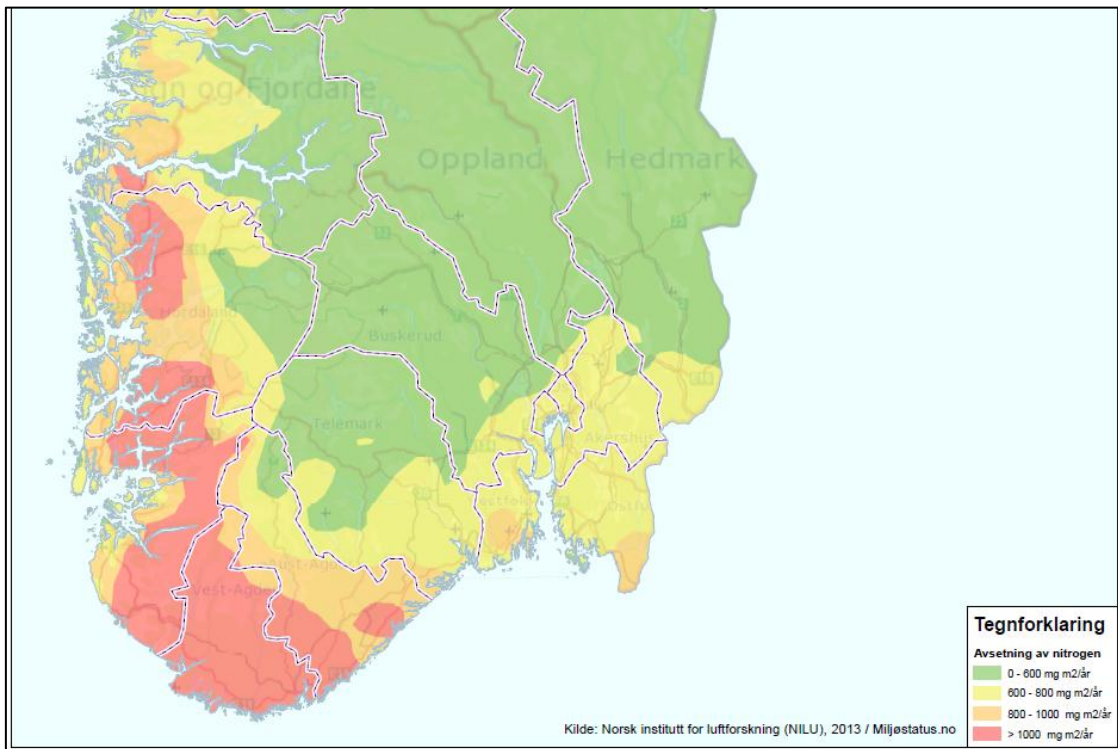
Kommunenummer	Navn	Senter
0237	Eidsvoll	Eidsvoll
0239	Hurdal	Hurdal
0238	Nannestad	Nannestad
0236	Nes	Årnes
0235	Ullensaker	Jessheim
0233	Nittedal	Nittedal
0301	Oslo	Oslo
0234	Gjerdrum	Gjerdrum
0226	Sørum	Sørumsand
0219	Bærum	Sandvika
0231	Skedsmo	Lillestrøm
0221	Aurskog-Høland	Bjørkelangen
0626	Lier	Lier
0227	Fet	Fetsund
0624	Øvre Eiker	Hokksund
0230	Lørenskog	Lørenskog
0228	Rælingen	Fjerdingby
0220	Asker	Asker
0625	Nedre Eiker	Mjøndalen
0216	Nesodden	Nesoddtangen
0941	Bykle	Bykle
0602	Drammen	Drammen
0217	Oppegård	Kolbotn
0229	Enebakk	Enebakk
0213	Ski	Ski
0627	Røyken	Røyken

0215	Frogn	Drøbak
0214	Ås	Ås
0121	Rømskog	Rømskog
0122	Trøgstad	Trøgstad
0711	Svelvik	Svelvik
0138	Hobøl	Hobøl
0628	Hurum	Klokkarstua
0123	Spydeberg	Spydeberg
0713	Sande	Sande
0714	Hof	Hof
0119	Marker	Ørje
0211	Vestby	Vestby
0124	Askim	Askim
0702	Holmestrand	Holmestrand
0125	Eidsberg	Mysen
0940	Valle	Valle
0127	Skiptvet	Skiptvet
0806	Skien	Skien
0104	Moss	Moss
0137	Våler	Våler
0716	Våle	Våle
0728	Lardal	Svarstad
0718	Ramnes	Ramnes
0701	Borre	Horten
0831	Fyresdal	Fyresdal
0811	Siljan	Siljan
0128	Rakkestad	Rakkestad
0136	Rygge	Dilling
0719	Andebu	Andebu
0105	Sarpsborg	Sarpsborg
0135	Råde	Råde

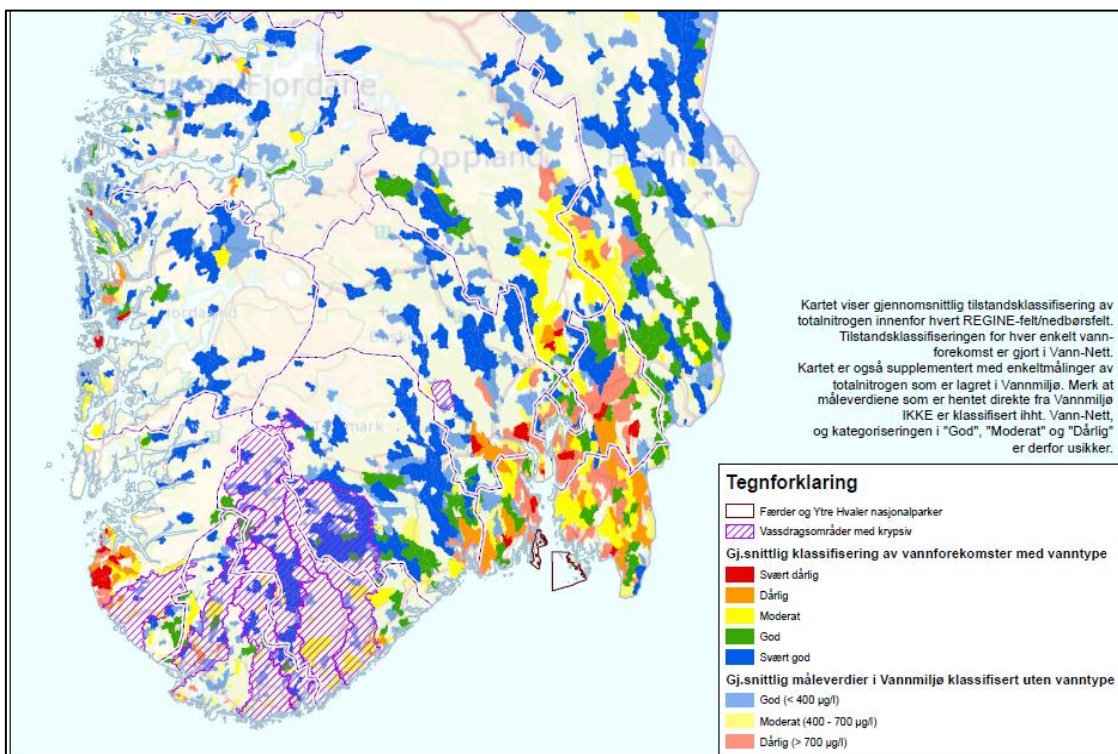
1129	Forsand	Forsand
0704	Tønsberg	Tønsberg
1046	Sirdal	Tonstad
0830	Nissedal	Treungen
0709	Larvik	Larvik
0720	Stokke	Stokke
0106	Fredrikstad	Fredrikstad
0118	Aremark	Aremark
0722	Nøtterøy	Borgheim
1124	Sola	Sola
1102	Sandnes	Sandnes
0805	Porsgrunn	Porsgrunn
0101	Halden	Halden
0706	Sandefjord	Sandefjord
0938	Bygland	Bygland
1122	Gjesdal	Ålgård
0723	Tjøme	Tjøme
0814	Bamble	Langesund
1120	Klepp	Kleppe
0111	Hvaler	Skjærhallen
0929	Åmli	Åmli
1121	Time	Bryne
0911	Gjerstad	Gjerstad
0815	Kragerø	Kragerø
1114	Bjerkreim	Vikeså
1026	Åseral	Åseral
1037	Kvinesdal	Kvinesdal
1119	Hå	Varhaug
0912	Vegårshei	Vegårshei
0901	Risør	Risør
0937	Evje og Hornnes	Evje

1101	Eigersund	Egersund
1034	Hægebostad	Tingvatn
1112	Lund	Moi
0919	Froland	Froland
0914	Tvedestrand	Tvedestrand
1004	Flekkefjord	Flekkefjord
0928	Birkenes	Birkeland
1111	Sokndal	Hauge
0935	Iveland	Iveland
0906	Arendal	Arendal
1027	Audnedal	Konsmo
1021	Marnardal	Marnardal
1014	Vennesla	Vennesla
0904	Grimstad	Grimstad
1017	Songdalen	Nodeland
1032	Lyngdal	Lyngdal
0926	Lillesand	Lillesand
1003	Farsund	Farsund
1029	Lindesnes	Sør-Audnedal
1001	Kristiansand	Kristiansand
1018	Søgne	Søgne
1002	Mandal	Mandal

Vedlegg 6: Utfordringer knyttet til nitrogen og vannmiljø, kart



Figur V6.1 Avsetning av nitrogen fra luft i perioden 2007-2011.



Figur V6.2 Utfordringer knyttet til nitrogen og vannmiljø: 1) tilstandsklassifisering for vannforekomster, 2) vassdrag med krapsiv, og 3) marine nasjonalparker.

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Strømsveien 96, 0602 Oslo

Miljødirektoratets hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Våre viktigste funksjoner er å overvåke miljøtilstanden og formidle informasjon, være myndighetsutøver, styre og veilede regionalt og kommunalt nivå, samarbeide med berørte sektormyndigheter, være faglig rådgiver og bidra i internasjonalt miljøarbeid.